

H. WIESEMANN

T R A I T É
DE
R A D I O
P R A T I Q U E



EDITIONS EYROLLES

TRAITÉ DE RADIOPRATIQUE

WILHELM

TE

Tous droits de reproduction et de traduction réservés
pour tous pays.
Copyright Franckh, Stuttgart.

WILHELM

STUTTGART

HANS WIESEMANN

TRAITÉ
de
RADIO-PRATIQUE

Traduit de l'Allemand
par R. DEVILLÉZ



EDITIONS EYROLLES
61, Boulevard Saint-Germain - Paris

AVANT-PROPOS

En 1931, dans le petit livre « Construction des postes de T. S. F. », j'avais déjà rassemblé toute la pratique de la construction d'un appareil de radio. Le succès que cet ouvrage a rencontré m'a encouragé à me remettre au travail dans ce domaine d'une manière plus complète et en rapport avec la situation actuelle de la radiotechnique. Les futurs techniciens et ingénieurs qui désirent une vue complète de la pratique ; les électro-mécaniciens, monteurs et amateurs qui veulent travailler avec succès sans étude préalable ; les commerçants et vendeurs qui doivent, faute de temps, augmenter leurs connaissances rapidement et sans surmenage ; tous trouveront dans ce livre une description soignée et complète des particularités qui caractérisent la construction interne et externe d'une installation de réception. Les phénomènes qui se produisent dans un récepteur sont faciles à comprendre quand on connaît leurs causes et leur relations mutuelles ; c'est là le but principal de cet ouvrage. En outre, nous nous sommes donné pour tâche d'agrandir les connaissances industrielles et professionnelles sans lesquelles un travail convenable n'est pas possible.

Dans aucune profession l'application pratique des connaissances théoriques n'est aussi importante qu'en radiotechnique. Dès qu'on en a acquis la possibilité, on peut construire aussi bien que possible. La construction personnelle méthodique est, surtout pour le futur praticien, la meilleure préparation à son métier. Les conditions théoriques exigées par un schéma ne peuvent que rarement être complètement réalisées ; dès que nous aurons terminé les exercices pratiques par les mesures, nous pourrons nous familiariser avec les particularités et cela nous donnera l'occasion d'atteindre les limites du possible. Les perturbations inattendues peuvent être rapidement éliminées avec l'expérience du contrôle pratique. En construisant simplement d'après un plan acheté, on ne pourra pas acquérir ces connaissances ; il faut pour cela un travail méthodique dans lequel on commence par de petits appareils avant de construire de grands récepteurs.

Le plan d'études contient les bases des schémas, jusqu'à la construction complète d'une installation de réception en y comprenant la reproduction du son par disque. Un paragraphe sur la recherche des pannes et la suppression des dérangements et perturbations est prévu à la fin de l'ouvrage. Le calcul de tous les éléments, inévitable pour une nouvelle construction, est exposé avec comme idée directrice l'emploi d'éléments existants ou simplifié au moyen d'abaques, tables ou diagrammes. Pour l'étude complète de certaines spécialités et surtout pour l'étude de la théorie, il existe assez de livres classiques à consulter.

L'impression est aussi compacte que possible pour offrir au lecteur de la matière pour son argent. Presque toutes les figures ont une relation étroite avec le texte et ont été spécialement exécutées par moi

dans ce but. Ainsi cet ouvrage sera un livre qui répond à toutes les questions. Il est particulièrement destiné au lecteur qui ne peut pas suivre les cours d'une école technique ou professionnelle et qui doit donc apprendre son métier par ses propres moyens.

Je remercie tous les fabricants qui m'ont aidé de leur renseignements et échantillons.

Puisse ce livre inviter le spécialiste à de nouveaux travaux et amener de nouveaux amis à la radiodiffusion.

L'AUTEUR.

LE RECEPTEUR

LES BASES FONDAMENTALES DU SCHEMA

Nous apprenons à lire un schéma

Dans l'appréciation d'un récepteur, le schéma utilisé vient en toute première ligne. Par un coup d'œil dans le châssis, avec les éléments blindés actuellement employés, on peut difficilement reconnaître quelque chose. Le câblage, à la partie inférieure est un écheveau embrouillé par suite du grand nombre de connexions et de la petitesse des éléments. Le plan d'exécution est déjà plus riche en indications à cause du dessin simplifié qui permet de reconnaître l'emplacement des éléments et le parcours du courant. On ne peut cependant pas y retrouver d'un coup d'œil les connexions. Ceci ne peut être réalisé qu'au moyen du schéma. Celui-ci, pour gagner du travail et du temps, est composé de petites figures indépendantes. Pour réaliser une certaine uniformité, on a normalisé ces figures, c'est-à-dire qu'on les a choisies et prescrites. Dans la table ci-dessous on a représenté la plupart de ces signes ; ils correspondent en général à la feuille de normes DIN VDE 700. Par suite d'une aimable intervention du VDE, nous avons pu y introduire les modifications de la nouvelle édition en préparation au bureau de normalisation ; les nouveaux signes sont donnés en dernier lieu. Les signes non normalisés sont indiqués en italiques.

Quand on regarde ces signes pour la première fois, on est quelque peu dépaysé, mais après un examen plus attentif, on peut très bien imaginer leur existence et ne plus les oublier. En principe, on dessine « partem pro toto » (la partie pour le tout). Ainsi, on représentera une bobine par une spirale par laquelle, évidemment, on évoque l'enroulement.

Comme cette méthode complique assez bien la représentation d'un transformateur d'alimentation avec plusieurs enroulements, on dessinera à l'avenir les enroulements à basse fréquence par de simples zig-zag. Il en résulte que, pour la représentation de résistances ohmiques, même si elles sont bobinées, on ne pourra plus employer le zig-zag comme représentation d'une résistance ohmique, on adoptera donc un rectangle allongé qui évoque la forme en bâtonnet des résistances habituellement employées. Une résistance non inductive sera représentée par une ligne ondulée qui fait penser à la méthode spéciale suivant laquelle ce genre de résistances est bobinée. Il n'y a évidemment pas d'inconvénient à employer le même signe pour représenter une résistance non inductive qui n'est pas bobinée ; pour tous ces signes, l'important est de représenter une propriété électrique et non la forme de construction réelle de l'élément.

Une capacité est représentée par deux lignes parallèles, puisqu'un condensateur est formé de deux électrodes métalliques isolées placées

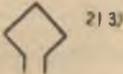
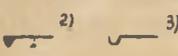
en face l'une de l'autre. Une flèche indique un élément réglable et évoque la flèche qui est souvent gravée sur les boutons de réglage et qui correspond à l'échelle qui accompagne tout appareil variable pour marquer le degré de réglage. De même, tous les autres éléments sont convenablement représentés par des dessins qui rappellent leur partie la plus caractéristique.

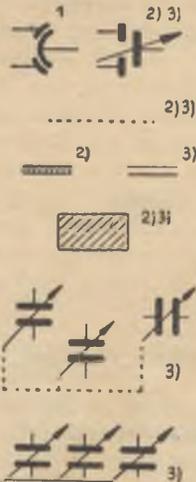
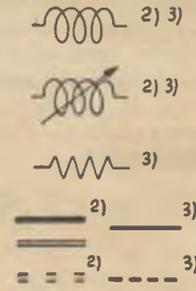
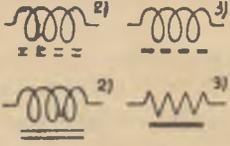
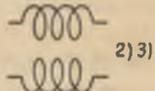
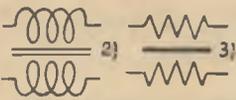
Le schéma de connexions est alors exécuté au moyen de ces signes de façon que l'antenne et l'étage d'entrée se trouvent à gauche, suivis des autres étages dans l'ordre voulu jusqu'à l'étage final ou l'alimentation qui termine le dessin à droite. Les connexions doivent être dessinées dans le schéma à une certaine hauteur qui correspond à leur tension. Dans le voisinage du bord supérieur du schéma se place la connexion avec la plus haute tension positive, un peu plus bas, une connexion repiquée avec une tension plus basse. Plus bas encore se trouve la connexion zéro qui est souvent formée par le châssis et en-dessous encore viennent les connexions négatives. Les connexions anti-fading sont, ou bien rangées parmi les connexions de polarisation de grille, ou bien dessinées séparément près du bord inférieur du dessin.

De même que les signes conventionnels simplifient la représentation des connexions, de même, le texte écrit est abrégé par des signes d'abréviation. Si, p. ex. il intervient trois condensateurs dans un même appareil, on les appellera simplement C1, C2 et C3. Ainsi il ne peut subsister aucune erreur car ils sont clairement désignés. Les signes d'abréviation couramment employés sont aussi donnés dans le tableau ci-dessous. Pour compléter, nous donnons encore quelques abréviations qui sont couramment employées dans les écrits radiotechniques. Les courants sont représentés par la lettre I, les tensions par U ou E et les énergies par N. Une lettre indice est ajoutée pour indiquer les circuits parcourus par les courants. C'est ainsi que I_a représente le courant d'anode, I_f ou I_h le courant de chauffage, I_g le courant de grille, etc. Les courants continus sont toujours représentés par des lettres romanes. Les abréviations pour les courants, tensions ou énergies alternatives sont parfois en lettres romanes mais souvent en lettres gothiques. Pour faciliter la représentation, toutes les abréviations sont représentées, dans ce livre, dans la même écriture ; le texte ne laisse aucun doute sur leur signification.

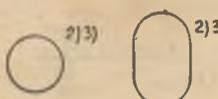
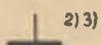
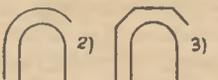
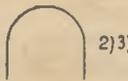
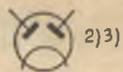
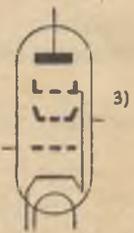
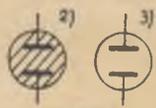
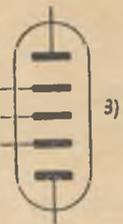
La constitution des schémas par de petits dessins représentatifs nous permet de reconnaître rapidement le parcours du courant et la fonction des éléments. Elle est cependant incomplète pour le reste. Il en résulte que le schéma, lorsqu'il doit servir de base à la construction d'un appareil, doit être complété par l'indication des tensions de service, des courants, des capacités et des valeurs des résistances qui sont de première nécessité pour l'exécution du travail projeté. En revanche, pour plus de clarté, les connexions de chauffage des filaments ne sont qu'esquissées ou même totalement supprimées. Cette représentation schématique au moyen de signes conventionnels est une merveilleuse conception car elle indique en quelques secondes ce qui demanderait des centaines de mots d'explication.

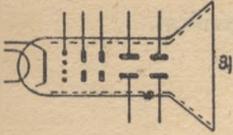
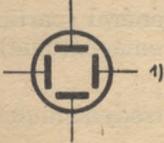
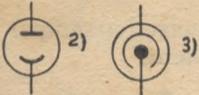
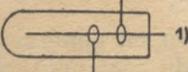
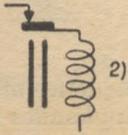
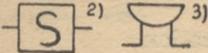
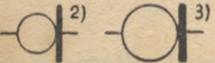
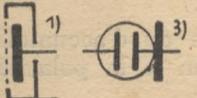
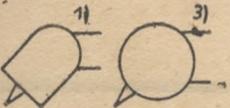
Le débutant ne trouvera pas très clair le schéma d'un récepteur moderne avec toutes les indications auxiliaires, car il ne connaît pas les symboles fondamentaux dont il est constitué. Nous allons donc, après avoir étudié les symboles les plus importants, apprendre à connaître les principes les plus simples de la lecture des schémas.

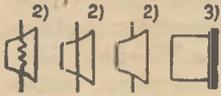
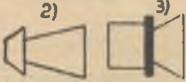
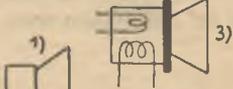
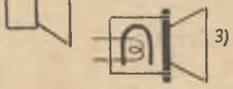
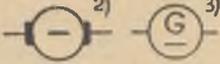
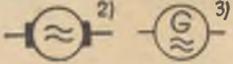
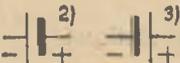
| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|--|
|  | A | Antenne. |
|  | | Cadre. |
|  | | Antenne dipole. |
|  | | Contre-poids. |
|  | | Terre. |
|  | M | Masse, châssis, retour commun. |
|  | C | Capacité, condensateur fixe (4). |
|  | C | Condensateur électrolytique polarisé (4). |
|  | C | Condensateur électrolytique non polarisé (4). |
|  | | Variable progressivement. |
|  | | Variable progressivement à réglage fin. |
|  | | Réglage automatique. |
|  | | Ajustable (Alignement). |
|  | | Variable par bonds (réglage par plots). |
|  | C | Condensateur variable (rotor non indiqué (4)). |
|  | C | Condensateur variable, rotor indiqué (à gauche) (4). |
|  | Tr | Capacité ajustable (trimmer, pad-der) (4). |

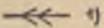
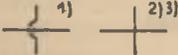
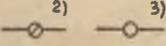
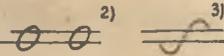
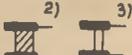
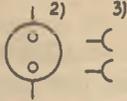
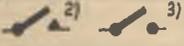
| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|--|
|  | C | <p>Condensateur différentiel (4).</p> <p>Couplage mécanique (en général)</p> <p>Couplage mécanique non conducteur (isolant).</p> <p>Matière isolante.</p> <p>Condensateurs variables coupés (condensateurs à plusieurs sections (4).</p> <p>Condensateur variable à plusieurs sections avec axe isolé (4).</p> |
|  | L | <p>Bobinage (4).</p> <p>Bobinage à selfinduction variable (variomètre) (4).</p> <p>Bobinage à résistance ohmique élevée (BF, alimentation).</p> <p>Noyau en fer pour bobinage BF ou secteur.</p> <p>Noyau magnétique pour bobina- ges HF.</p> |
|  | L | <p>Bobinage HF à noyau magnétique (4).</p> |
|  | (s) D | <p>Bobinage BF à noyau en fer et résistance ohmique élevée (fil- trage) (4).</p> |
|  | t | <p>Transformateur HF.</p> <p>Transformateur BF ou secteur.</p> |

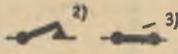
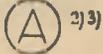
| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---------|------------------|---|
| | | Blindage, écran magnétique ou électrostatique. |
| | T | Transformateur d'alimentation avec écran (4). |
| | | |
| | R | Résistance sans selfinduction ni capacité appréciable (résistances en carbone ou synthétiques) (4). |
| | R | Résistance non inductive et à faible capacité répartie (résistances pour appareils de mesure) (4). |
| | R | Résistance variable à réglage progressif (potentiomètre) (4). |
| | R | Résistance autorégulatrice (par exemple fer-hydrogène) (4). |
| | | Ampoule d'éclairage (4). |
| | F(s) | Fusible ordinaire (4). |
| | F(s) | Fusible général (4). |
| | | Disjoncteur thermique (4). |
| | | Parafoudre à peigne. |
| | | Limiteur de surtension au néon. |
| | D | Détecteur à cristal ou redresseur oxymétal. |

| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|---|
|  | V | Lampe en général (globe). |
|  | A | Anode. |
|  | G | Grille de suppression. |
|  | G | Grille-écran, grille accélératrice. |
|  | P, T | Anode auxiliaire. |
|  | G | Grille de commande. |
|  | K | Cathode et filament (chauffage indirect). |
|  | Fil | Cathode (chauffage direct, filament). |
|  | | Tube redresseur à chauffage direct (bilatéral). |
|  | | Pentode à chauffage indirect. |
|  | N (Gl) | Tube au néon (les hachures indiquant une atmosphère gazeuse sont souvent omises). |
|  | Ns | Tube stabilisateur au néon. |

| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|--|
|  | Cath (BR) | Tube à rayons cathodiques avec métallisation interne, chauffage indirect, tube de Wehnelt, électrode de concentration, anode et deux paires de plaques de déflexion. |
|  | | Tube à rayons cathodiques : représentation simplifiée, seules les électrodes de déflexion sont indiquées. |
|  | | Cellule photoélectrique. |
|  | Acc | } Indicateur d'accord au néon. |
|  | | |
|  | Vib. (Su) | } Vibreur. |
|  | | |
|  | M | Microphone en général. |
|  | M | Microphone à charbon. |
|  | M | Microphone électrostatique. |
|  | P.U. | Pick-up. |

| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|--|
|  | Tel | Ecouteur en général. |
|  | LS (HP) | Haut-parleur en général (particu- lièrement électromagnétique). |
|  | LS (HP) | Haut-parleur électrodynamique à excitation. |
|  | LS (HP) | Haut-parleur électrodynamique à aimant permanent. |
|  | | Courant continu. |
|  | | Courant alternatif en général (à la fréquence du secteur). |
|  | | Courant à fréquence acoustique. |
|  | | Courant à haute fréquence. |
|  | | Courant à haute fréquence modu- lé (porteur et deux bandes laté- rales). |
|  | | Tension de relaxation. |
|  | GM | Machine à courant continu. |
|  | WM | Machine à courant alternatif à fréquence acoustique. |
|  | Hét. | Générateur à lampes à HF. |
|  | B | Elément de pile ou d'accumula- teur (attention à la polarité) (4). |
|  | | Connexion. |

| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|---|
|  | | Contrôle automatique de volume |
|  | | Croisement de connexions sans contact. |
|  | | Croisement de connexions avec soudure. |
|  | | Connexion détachable. |
|  | | Connexions ligaturées (deux fils). |
|  | | Connexion faradisée (gaine mise à la masse). |
|  | | Pince crocodile. |
|  | | Fiche et douille. |
|  | | Fiche bipolaire (fiche ordinaire de secteur). |
|  | | Cavalier de court-circuitage. |
|  | | Prise de courant bipolaire. |
|  | S (Int.) | Interrupteur (ouvert en marche). |

| Symbole | Abré- viation | Signification |
|---|------------------|---|
|  | S (Inv.) | Interrupteur (fermé en marche). |
|  | S (Int.) | Inverseur. |
|  | | Inverseur à bârette. |
|  | (Comb.) | Contacteur à plots (combinateur). |
|  | Mes. | Instrument de mesure en général. |
|  | | <p>A = Amperemètre. V = Voltmètre. A.V. = Appareil combiné. W = Compteur (Watt- mètre)</p> |
|  | | Ω = Ohmmètre. |
|  | | λ = Ondemètre. |
|  | | f = fréquencemètre. |
|  | | Indicateur en général. |
|  | | Ligne de séparation. Sert à entourer dans le schéma, des parties d'appareils formant un tout ou montés sur un châssis séparé. |

1) Non normalisé. 2) Ancienne normalisation. 3) Nouvelle normalisation. 4) Les numéros inscrits à côté des symboles exprimant les unités employées : capacité en cm, pH ou μF ; selfinduction en cm, μH , mH ou H ; résistance en Ω , $k\Omega$ ou $M\Omega$; tension en V ; courant en mA ou A.

Antenne et détecteur

L'onde envoyée par un émetteur se propage tandis que l'intensité du champ diminue ; elle traverse les murs et les portes mais est arrêtée par les masses métalliques et les filets. Si nous voulons recevoir cette onde, nous avons besoin d'un système qui présente une grande analogie avec l'antenne émettrice et qui est constitué par l'antenne réceptrice et la terre. La meilleure antenne est un fil aérien isolé en fil de litze tendu aussi haut que possible au-dessus de la surface du sol ou de la masse métallique servant de terre (toit métallique p. ex. C'est le contrepoids). Pour les appareils à forte amplification, il suffit généralement de tendre un fil dans l'appartement (antenne intérieure) ou d'employer une gouttière, le garde-corps d'un balcon ou une conduite à gaz (antenne de fortune).

La liaison à la terre doit aller dans le sol jusqu'à la nappe aquifère. Là où ce n'est pas possible, on se contentera d'une liaison avec bon contact à un tuyau d'eau ou au chauffage central.

L'onde modulée par une fréquence audible produite dans notre système d'antenne par l'émetteur, n'est pas à même, à cause des variations rapides des oscillations de faire vibrer la plaque d'un écouteur ; pour y arriver, il faut une détection. Le moyen le plus simple est le détecteur à cristal, qui supprime presque entièrement une demi-période de chaque oscillation lorsque la haute fréquence est amenée à une fine pointe de métal reposant sur un cristal. En appliquant le schéma de

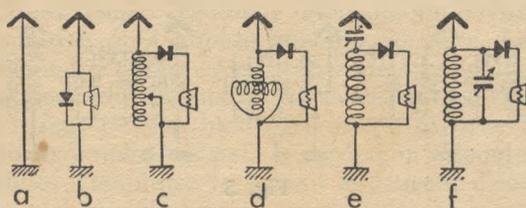


Fig. 1

la fig. 1b, on peut recevoir un très fort émetteur de radiodiffusion. Cette disposition est, il est vrai, applicable à une longueur d'onde déterminée, mais celle-ci ne se trouve pas dans la gamme des ondes de radiodiffusion, en outre, par suite des fortes pertes amortisseuses, il n'y a pas d'accord déterminé du récepteur. Ce genre de dispositif produit un mélange de tous les émetteurs captés, même si, par suite du manque de sensibilité de détecteur à cristal, et de l'écouteur, il n'apparaît pas immédiatement. Nous pouvons également munir l'antenne d'un dispositif d'accord pour une longueur d'onde bien déterminée. Les propriétés nécessaires pour cet accord, capacité et self-induction sont déjà présentes, il suffit de les adapter à l'onde à recevoir. Comme la puissance de la réception augmente avec la self-induction, il suffit d'insérer une bobine et, si nous construisons celle-ci variable, nous pouvons accorder le poste sur différentes ondes. Les bobines à contact glissant (fig. 1c) ou les variomètres (fig. 1d) sont les formes les plus connues de bobines variables. En pratique, on obtient les meilleurs résultats en réalisant le réglage grossier au moyen d'une bobine bien choisie et le fin réglage au moyen d'un petit condensateur variable. En ce qui concerne le raccordement, on peut réaliser l'installation de deux manières différentes. Si l'antenne, le condensateur, la bobine et la terre

sont en série (fig. 1e) on a ce qu'on appelle le circuit-série ; si le condensateur et la bobine sont en parallèle (fig. 1f) on a le circuit-parallèle. Ces dénominations deviennent compréhensibles quand on pense que l'antenne possède une certaine capacité par rapport à la terre. La capacité de l'antenne, dans le cas du raccordement « série », est en série avec la capacité d'accord ; dans le cas du raccordement « parallèle » les deux capacités sont en parallèle. Deux capacités en parallèle forment une capacité résultante plus élevée tandis que deux capacités en série forment une capacité résultante plus petite que chacune d'elles. Il en résulte que, dans les mêmes conditions extérieures, les longueurs d'ondes accessibles avec le raccordement « série » seront plus courtes qu'avec le raccordement « parallèle ». Le raccordement « parallèle » s'emploiera surtout avec les antennes intérieures ou les antennes de fortune ou extérieures petites, tandis que le raccordement « série » donne de meilleurs résultats avec les grandes antennes extérieures.

Il est souvent important d'avoir un récepteur suffisamment sélectif, pour pouvoir recevoir sans interférence deux émetteurs dont les longueurs d'onde sont très voisines, c'est-à-dire sans qu'ils se brouillent mutuellement. Toutes les particularités de l'installation qui gênent les oscillations libres, comme les résistances ohmiques, les contacts oxydés, les fuites par by-pass etc., diminuent la puissance de réception et la sélectivité. La plus grande charge du circuit oscillant est formée par le cristal avec l'écouteur téléphonique y relié. Celui-ci est en parallèle

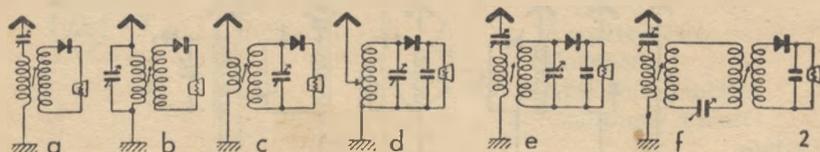


Fig. 2

sur le circuit oscillant et peut être considéré comme un court-circuit à grande résistance. Si l'on couple inductivement le circuit détecteur au circuit accordé d'antenne au moyen d'une bobine plus grande et non accordée comme dans la fig. 2a, on obtiendra déjà un accord plus sélectif ; les résistances du circuit d'écoute, par suite du couplage relativement lâche, ne peuvent plus amortir si fortement le circuit oscillant d'antenne. Au lieu du raccordement « série », on peut aussi employer le raccordement « parallèle » (fig. 2b). L'antenne peut aussi être non accordée (apériodique) et être couplée, au moyen d'une bobine, à un circuit détecteur accordé (fig. 2c). On peut obtenir le même résultat avec un couplage dit galvanique (c'est-à-dire une liaison par conducteur métallique) (fig. 2d) dans lequel quelques tours de la bobine seulement sont insérés entre l'antenne et la terre. Généralement l'écouteur téléphonique est shunté par un condensateur de 1000 à 2000 $\mu\mu\text{F}$.

On obtient une meilleure sélection avec des raccordements secondaires où interviennent deux circuits accordés. Le couplage inductif des deux circuits est représenté fig. 2e. Enfin, fig. 2f, le circuit détecteur est aperiodique et couplé inductivement au second circuit oscillant. Si le circuit détecteur est aussi accordé, il y a en tout trois circuits accordés et le raccordement est alors appelé raccordement tertiaire. Il est toutefois très difficile à régler ; il fut employé jadis dans les grandes installations réceptrices.

Si l'on rend le couplage plus lâche, la puissance diminue, malheureusement. Pour les antennes intérieures, de fortune ou extérieures mais petites, le raccordement primaire est préférable. Seules, de grandes antennes extérieures donnent, avec des raccordements secondaires, une réception plus forte des émetteurs sur les longueurs d'ondes moyennes.

En revanche, les émetteurs à grandes ondes sortent mieux avec un raccordement primaire.

La faible énergie captée par l'antenne produit, après détection, un très faible courant à basse fréquence. Ce n'est que grâce à la haute sensibilité de l'écouteur et au fait que la réception a lieu directement à l'oreille qu'une réception convenable est possible. Malgré les exemples proclamés par ci, par là de réception d'émetteurs éloignés avec un récepteur à simple détection, on peut dire que, avec ce système, on ne peut escompter une réception acceptable que de postes rapprochés et puissants. Les distances atteintes dans les débuts de la radiotransmission dépendaient en grande partie du temps qu'il faisait et il fallait encore bien d'autres conditions idéales que nous pouvons réaliser actuellement dans nos installations. Au contraire, dans les environs d'un puissant émetteur, il est possible d'obtenir avec les moyens les plus simples, une puissance qui suffit pour alimenter plusieurs écouteurs. Encore maintenant, l'appareil à détecteur est le moyen le moins coûteux pour l'écoute de nouvelles et de bulletins météorologiques ou d'autres émissions intéressantes des stations locales.

Après quelques temps, l'écouteur téléphonique devint ennuyeux, à cause de la limitation qu'il impose aux mouvements. La transmission n'est pas seulement limitée en ce qui concerne la puissance de son mais aussi en ce qui concerne la qualité de la réception. Pour une reproduction fidèle, il faut un bon haut-parleur qui absorbe beaucoup plus d'énergie. Si nous n'employons pas un récepteur à lampes dès l'entrée, nous serons obligés d'amplifier fortement le courant d'écoute du détecteur. Le meilleur moyen d'y arriver est l'emploi de lampes de radio.

Emploi de la lampe comme amplificateur basse fréquence

La lampe ou tube électronique a été, au cours des temps, complètement transformée par des améliorations successives. C'est dans les anciennes triodes encore actuellement fort utilisées, que l'on comprendra le plus facilement leur principe de fonctionnement. Ce type de lampe contient trois électrodes, à savoir : un filament F (cathode), un fil G enroulé en spirale autour de la cathode (grille de commande) et une plaque A (anode). Le tout est placé dans un globe de verre vide d'air fixé sur un socket isolé à travers lequel passent les connexions des électrodes. Les photos de la fig. 3 montrent le contenu de la lampe finale bien connue RE 134. Sur la fig. 3a on ne voit que le filament. Pour augmenter le rendement de la lampe, ce filament consiste en deux fils connectés en parallèle qui sont courbés en U sur une traverse à cause du manque de place. Sur la fig. 3b, on voit la grille recouvrant le filament et fig. 3c l'anode en forme de boîte qui recouvre grille et anode.

Si nous appliquons, entre la cathode **non chauffée** et l'anode, une tension continue, p. ex. celle d'une pile sèche, à travers un galvanomètre, celui-ci ne marquera aucun courant. Les électrodes quoique très rapprochées, sont isolées par le vide du globe (fig. 4a). Si, maintenant

nous chauffons la cathode, il s'en échappe des électrons qui, sous l'influence de la tension d'anode, commencent à s'écouler vers celle-ci (fig. 4b). Le courant d'anode ainsi produit augmente lorsque la tension d'anode augmente. Ce phénomène ne se produit cependant que lorsque l'anode est positive par rapport à la cathode ; si l'anode est plus négative que la cathode, les électrons, qui ne sont que de petites charges négatives, restent dans les environs de la cathode et il ne passe aucun courant. Les notions de positif et négatif datent de l'époque déjà lointaine, où l'on supposait que tous les corps contenaient des charges posi-

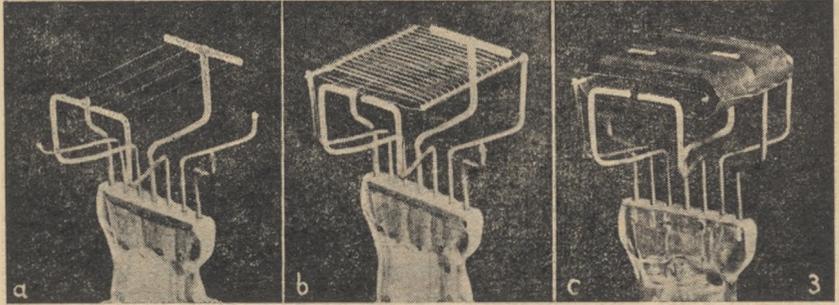


Fig. 3

tives et négatives et où l'on expliquait la production de courant par un déplacement d'une certaine charge positive vers un endroit chargé négativement. La théorie électronique actuelle ne connaît plus que des corps avec un surcroît de charge (négatifs) et un défaut de charge (positifs). Un courant se produit par la tendance du surcroît d'électrons à compenser le défaut d'électrons de la partie positive. La direction du courant, est donc exactement l'inverse de celle qu'avait adoptée l'ancienne théorie.)

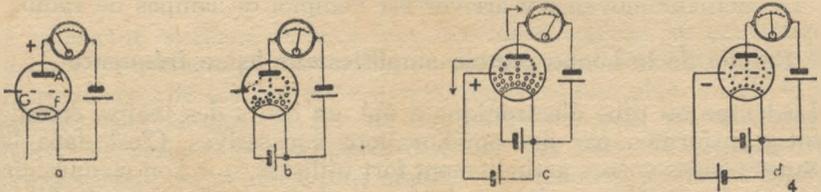


Fig. 4

En traversant l'espace entre cathode et anode, les électrons doivent traverser la grille. Tant que celle-ci est neutre, le courant n'en est pas influencé. Si nous appliquons une tension positive à la grille, celle-ci agira comme une anode auxiliaire, elle attirera les électrons (négatifs) et formera un courant qui lui est propre, le courant de grille. Si nous n'appliquons que de faibles tensions positives à la grille, le courant d'anode augmentera encore quelque peu (fig. 4c), pour des tensions de grille plus élevées, le courant d'anode diminue tandis que le courant de grille augmente. Si, au contraire, on applique à la grille une tension négative par rapport à la cathode, celle-ci forme, pour les électrons négatifs, une sorte de barrière. L'attraction de l'anode positive qui aspire à travers la grille les électrons émis par le filament, est plus ou moins contrariée par le champ de la grille plus rapproché de la cathode (fig. 4d). Pour une valeur déterminée de la tension négative de grille (appe-

lée polarisation), le courant d'anode disparaît, malgré la tension d'anode beaucoup plus élevée, simplement par l'action plus intense de la grille plus proche. On voit ainsi qu'une faible variation de la tension de grille peut amener d'appréciables variations du courant d'anode. De cette façon, nous pouvons régler le courant d'anode par des variations de la tension de grille (grille de commande ou de réglage).

Dans un bon montage d'amplificateur (pour la reproduction de la meilleure qualité) il faut éviter la production de courant de grille. On ne peut donc employer que des polarisations négatives de grille. En l'augmentant on diminue le courant d'anode et ce n'est que dans certaines limites que cette action est proportionnelle aux variations de la tension de grille. En dehors de ces limites, le courant d'anode ne diminue plus linéairement mais d'une façon quadratique et alors on l'emploie pour supprimer, dans certains cas, le courant d'anode. Pour mieux nous faire comprendre, nous allons représenter l'influence de la tension de grille par un diagramme. Supposons que, avec une tension d'anode de 100 Volts, dans le schéma de la fig. 4 d, et avec des tensions de grille 0, -2, -4, -6, -10, -11 V (volts) nous mesurons un courant d'anode de 6,5, 4,7, 1,3, 0,4, 0,1 et 0 mA (milliampères). Ces valeurs

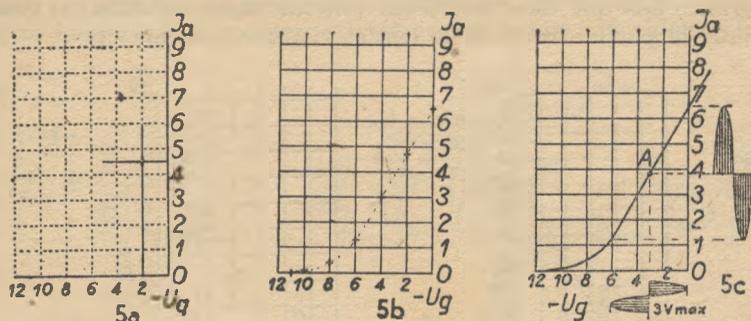


Fig. 5

seront dessinées sur un papier millimétré. On y dessinera deux lignes perpendiculaires, que l'on appelle les axes. Sur l'axe vertical (ordonnées) on porte les courants d'anode I_a en mA ; sur l'axe horizontal (abscisses), la tension de grille U_g en V (fig. 5a). Nous dessinerons alors les valeurs mesurées, p. ex. 4,7 mA pour -2 Volts. Nous chercherons sur l'axe vertical le nombre 4,7 et y tracerons une ligne horizontale vers la gauche jusqu'au point où cette ligne coupe la ligne verticale partant de -2 V. Le point d'intersection est le point représentatif. On trouvera les autres points représentatifs de la même façon et, en reliant ces points par une ligne, on obtient une courbe (fig. 5b). C'est ce qu'on appelle la caractéristique statique de la lampe employée. Elle nous permet de constater certaines propriétés que nous ne pourrions déterminer que par des expériences.

Supposons que nous appliquions à la grille une tension fixe de 3 V qui nous donne un courant d'anode fixe de 3,9 mA (fig. 5c). Nous considérons le point A comme point de travail. Ainsi réglée, on peut appliquer à la grille une tension alternative de 3 V max. Ainsi, la tension totale agissant sur la grille oscille entre 0 et -6 Volts et provoque une variation du courant d'anode de 1,3 à 6,5 mA. Les demi-oscillations seront ainsi également amplifiées. Cela semble correspondre au fait que la partie utilisée de la caractéristique est rectiligne (dans cette

considération, nous supposons provisoirement que la caractéristique statique reste valable pendant le fonctionnement de la lampe). En réalité, la caractéristique statique ne convient que dans ce cas particulier où la lampe travaille sans résistance de charge dans le circuit d'anode. La caractéristique dynamique qui correspond à un raccordement normal s'écarte plus ou moins de la caractéristique statique. Les lois que nous étudions ici s'appliquent d'ailleurs aux deux sortes de caractéristiques.

Nous allons maintenant rechercher l'influence de la partie courbe de la caractéristique et pour cela, nous appliquons à la grille une tension fixe de 6,5 Volts (fig. 5d). Nous travaillons ainsi au point B. La tension alternative de 3 volts produit une oscillation du courant d'anode entre 0,15 et 3,45 mA. Les demi-ondes seront alors très différemment amplifiées dans le rapport de 1 à 3 environ; nous obtenons donc une oscillation fortement déformée. Plus nous déplaçons vers la gauche le point de travail, plus la première demi-onde est accentuée jusqu'au point C (fig. 5e) où seule la demi-onde positive de chaque oscillation produit encore un courant d'anode. Nous obtenons ainsi le même effet qu'avec un détecteur à cristal qui lui aussi, supprimait le courant dans une direction. Pour obtenir une amplification convenable, seule la partie droite de la caractéristique peut servir.

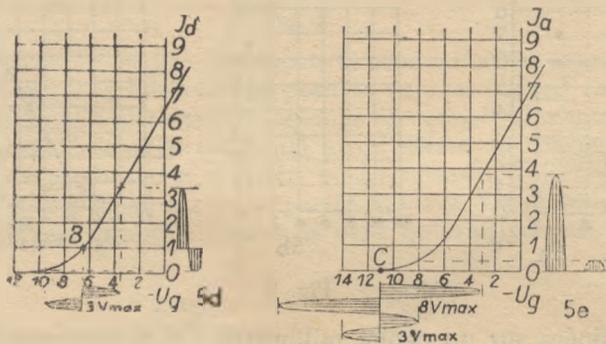


Fig. 5

La tension négative continue nécessaire pour le réglage du point de travail et la tension alternative à amplifier peuvent être amenées à la grille de différentes façons. Le moyen le plus employé est le transformateur à basse fréquence. Celui-ci consiste en un noyau de fer finement divisé (feuilleté) et deux enroulements ou bobines dont les nombres de tours sont dans un rapport déterminé appelé rapport de transformation. Une tension alternative appliquée au bobinage d'entrée (primaire) produit, dans l'enroulement de sortie (secondaire) une tension alternative dont l'amplitude dépend du rapport de transformation et qui, à son tour, contrôle la lampe. La tension continue est, à son tour, amenée à la grille à travers le fil de l'enroulement de sortie. Ceci complète l'étage d'amplification; les tensions alternatives à amplifier sont simplement amenées au primaire du transformateur. Pour obtenir une meilleure adaptation de la résistance de l'enroulement à la résistance interne du générateur de tension alternative, on prévoit des prises supplémentaires à l'enroulement d'entrée ce qui permet de disposer de plusieurs enroulements de différentes grandeurs. On peut par ce moyen, relier l'amplificateur à un récepteur à cristal (fig. 6) ou employer une

lampe détectrice au lieu du cristal. Avec un pick-up au lieu du récepteur, on peut rendre audible de la musique de gramophone. Toute fréquence audible agissant sur l'enroulement d'entrée produit une tension alternative dans le secondaire qui fait varier la tension continue de la grille et actionne la lampe. Il nous suffit de veiller à ce que la tension ainsi obtenue à la grille reste constamment négative pour éviter la production de courant de grille qui provoquerait des déformations.

Le pouvoir amplificateur d'une seule lampe n'est pas très élevé. Si un étage ne suffit pas, nous en emploierons un second. Pour certains cas particuliers, il faudra même un amplificateur à trois étages. Ceux-ci sont cependant rarement construits avec transformateurs, car les champs magnétiques perturbateurs peuvent facilement provoquer des réactions où résultent des sifflements ou des grognements de l'amplificateur. On emploie alors en premier lieu un étage amplificateur à transformateur suivi d'un étage à résistance, avec une résistance dans le circuit d'anode. La basse fréquence reproduite dans le courant d'anode traverse alors la résistance d'anode sous la forme de variations de la chute de tension y produites et agit sur la grille de la lampe suivante à travers un condensateur qui laisse passer les tensions alternatives et arrête le courant continu. La tension continue nécessaire est amenée à la grille de cette lampe à travers une deuxième résistance ; la valeur ohmique

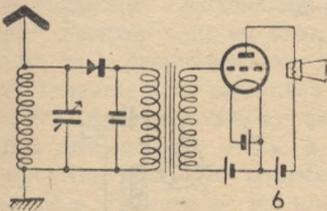


Fig. 6

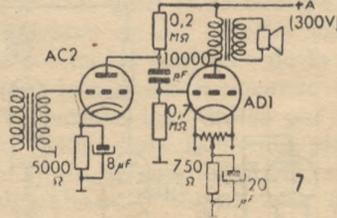


Fig. 7

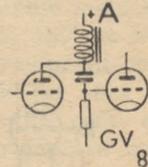


Fig. 8

de cette résistance est très élevée pour ne pas constituer un court-circuit entre la grille et la cathode par où disparaîtrait la tension alternative qui règne entre ces deux électrodes. C'est de cette façon qu'est connecté l'amplificateur représenté fig. 7. L'emploi de courant alternatif pour le chauffage du filament nécessite quelques modifications du schéma. Nous les expliquerons plus loin. On reconnaîtra le couplage entre les différents étages sur la figure. La lampe finale donne 4 W (watts) d'énergie sonore au haut-parleur. Le couplage à résistance utilisé ici donne une amplification exempte de déformation tandis qu'avec un transformateur on rencontre des difficultés pour obtenir une amplification bien constante des diverses fréquences audibles. Le couplage par bobine de choc est aussi recommandable (fig. 8). On l'emploie parfois pour des amplificateurs de puissance et de mesure. Il se distingue du couplage à résistance en ce que la forte résistance d'anode est remplacée par une bobine de choc à noyau de fer ce qui a pour conséquence de réduire fortement la chute de tension dans le circuit d'anode. L'alimentation de la grille est quelquefois aussi remplacée par une bobine de choc. Dans le système Loftin-White on n'emploie aucun moyen de liaison (fig. 9a). Dans ce raccordement, les lampes doivent être alimentées par des sources de courant séparées. Dans un appareil alimenté par le réseau, par suite du raccordement des lampes en cascade (fig 9b), il nous faut une tension d'anode double (environ 500 V) ainsi

qu'une alimentation séparée des filaments et un transformateur spécial d'alimentation. Un amplificateur normal peut être constitué plus simplement.

Dans la fig. 6, le courant d'anode passe directement dans le haut-parleur. Les bobines mobiles des haut-parleurs électromagnétiques doivent être protégées contre le courant continu démagnétisant de la lampe de sortie. Pour cela, nous emploierons, soit un transformateur de sortie (fig. 7), soit un by-pass électrique (filtre) (fig. 10). Le nom de by-pass se comprendra très bien en suivant le courant. Le courant continu est arrêté vers le haut-parleur par le condensateur. Le courant alternatif, au contraire, rencontre une forte résistance dans la bobine de choc et suivra le chemin le plus facile pour lui, à travers le condensateur et le haut-parleur. Dans les deux cas, seul le courant alternatif de fréquence audible (basse fréquence) arrive au haut-parleur. Le couplage bobine de choc-condensateur ne convient que lorsque la résistance au courant alternatif du haut-parleur est adaptée à la lampe de sortie, c'est-à-dire correspond à la résistance extérieure exigée par la lampe. Avec un transformateur, on peut réaliser cette adaptation par un choix judicieux du rapport de transformation. On y arrive par des enroulements séparés ou par des prises supplémentaires. Cette facilité fait que le transformateur est aujourd'hui presque exclusivement employé

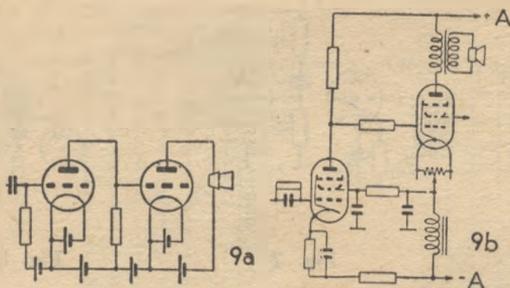


Fig. 9

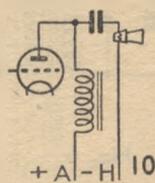


Fig. 10

pour les haut-parleurs dynamiques. Presque toujours, le transformateur est monté sur le haut-parleur lui-même. Des écouteurs téléphoniques, p. ex. pour des auditions difficiles, doivent aussi être raccordés avec interposition d'une résistance réglable (50 à 100 k Ω) à l'enroulement du transformateur de sortie prévu pour des haut-parleurs électromagnétiques. Il existe même des transformateurs de sortie spéciaux pour écouteurs avec prises réglables dans l'enroulement.

Tant que la limite supérieure de charge d'une lampe n'est pas atteinte, nous pouvons augmenter l'énergie rendue en augmentant la tension d'anode. Pour la caractéristique de la fig. 5, nous avons employé une lampe avec une tension d'anode de 100 V. La fig. 11 contient la même caractéristique avec, à côté, la caractéristique pour 150 V. Les points de travail correspondants sont aussi représentés. Comme on le voit, avec la caractéristique à 150 V, le courant d'anode est, en général, plus fort de sorte que la lampe est à même de fournir une plus grande puissance (tension \times courant); la partie droite de la courbe est plus grande de sorte que des tensions alternatives de plus grande amplitude peuvent être amplifiées. Si cette amplitude n'est pas assez grande, il faut employer un préamplificateur qui l'amène à la valeur voulue pour

utiliser complètement la lampe de sortie. On pourra ainsi utiliser de très fortes triodes de sortie.

Un autre moyen d'augmenter l'énergie finale consiste à employer plusieurs lampes en parallèle (fig. 12a). Cependant le meilleur moyen est le schéma couramment appelé « push-pull » (fig. 12b). Tandis que, dans le raccordement en parallèle, tous les inconvénients résultant de la présence du courant continu sont amplifiés, le push-pull

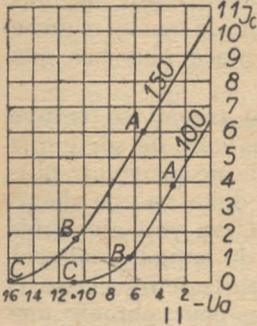


Fig. 11

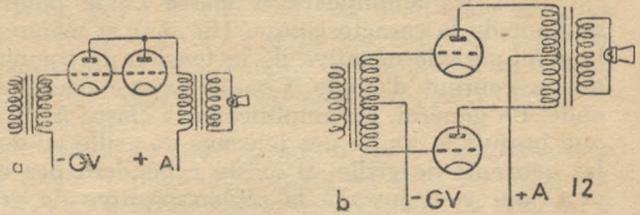


Fig. 12

les supprime. Les tensions produites dans le secondaire du transformateur d'entrée sont en sens contraire, on dit qu'elles sont déphasées de 180° . Si le transformateur de sortie est construit de la même manière, ces tensions sont ramenées dans leur position normale ($2 \times 180^\circ = 360^\circ = 0^\circ$). Au contraire, les perturbations introduites par le courant continu entrent par $-GV$ à la grille dans la même phase et sont en opposition dans le transformateur de sortie. Il en résulte qu'il est possible d'alimenter les amplificateurs push-pull avec du courant continu mal filtré. Un autre avantage est que la force magnétisante des deux courants continus d'anodes sont en sens inverse et s'annulent ce qui soulage le noyau du transformateur de sortie, et a une réper-

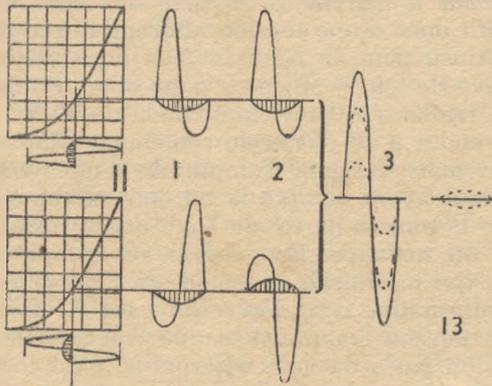


Fig. 13

cussion sur le poids, le prix et la reproduction des tonalités graves. Nous avons essayé de montrer le fonctionnement d'un étage final en push-pull dans la fig. 13 au moyen des caractéristiques de lampes et des courbes d'oscillation. Ce dessin montre qu'il est possible avec un push-pull, d'utiliser la partie courbe de la caractéristique sans créer

de fortes déformations. Suivant la position du point de travail, ce circuit est appelé amplificateur classe A, B ou C. Un amplificateur classe A travaille au point milieu de la partie droite de la caractéristique (voir fig. 5c), ce schéma est connu pour sa bonne reproduction. Dans les amplificateurs classe B, le point de travail de chacune des deux lampes est reculé vers le commencement de la partie courbe inférieure de la caractéristique (comme dans la fig. 5d). Il en résulte un rendement plus élevé. L'amplificateur classe A—B, de plus en plus employé actuellement, ne travaille pas dans la partie courbe de la caractéristique mais le point de travail est placé plus bas que dans le schéma classe A.

Dans les amplificateurs classe C, le point de travail se trouve au bout de la caractéristique (fig. 5e) et même plus loin, de sorte que la demi-période négative de la tension de commande ne provoque plus aucun courant d'anode. Chaque lampe n'amplifie donc qu'une demi-onde. En général, les amplificateurs classe A, B et C ne sont alimentés que jusqu'à la limite des tensions de grille au-delà de laquelle naissent les courants de grille. Il existe cependant des amplificateurs classe B et C qui vont jusqu'à la région positive de grille, pour obtenir une énergie très élevée. A cause du courant de grille qui s'y produit, ces montages sont très spéciaux. On les appelle étages de commande ; on y emploie des transformateurs spéciaux et un couplage réactif de courant de grille.

Les auditeurs qui ont le goût artistique obtiendront toujours la meilleure reproduction, même pour une réception puissante, avec un étage final simple ou en push-pull classe A tandis que les frais de fonctionnement restent relativement bas. Pour les appareils à batterie le schéma classe B avec la lampe double KDD 1 qui, avec une consommation anodique économique donne encore 1,5 à 2 watts de sortie est à recommander.

Les montages décrits jusqu'à présent ne contiennent que des triodes. Les lampes à grille-écran (pentodes) introduites depuis quelques années sur le marché, produisent une amplification beaucoup plus forte. Il suffit donc d'une tension alternative réduite pour la grille de commande. Ainsi, pour la pentode AL4 de 9 watts, il suffit d'une tension alternative de 3,6 V efficaces pour obtenir une énergie sonore de 4 W environ, tandis que l'ancienne triode de 10 W. RE 604 exigeait 27 V eff. pour rendre 2 W d'énergie seulement. Nous apprenons ainsi un nouveau mot pour désigner l'amplitude d'une tension alternative. Dans la fig. 5, nous avons compté la tension maximum ou l'amplitude (V max.) qui se mesure à partir de l'axe des x jusqu'au milieu de la courbe positive ou négative. En général, on compte la valeur d'une tension continue qui produirait le même effet calorifique (effet Joule) que la tension alternative considérée qui vaut 0,7 fois (ou plus exactement 0,707) la tension maximum et que l'on appelle tension efficace (V eff.). Quand on parle de volts alternatifs, c'est toujours la tension efficace qui est sous-entendue.

A cause de la grande sensibilité des pentodes, un préamplificateur n'est généralement pas nécessaire. Sauf une connexion supplémentaire pour l'alimentation de la grille-écran, le schéma reste inchangé. Ces lampes fonctionnent donc très économiquement. Cependant, par suite de leur tendance à favoriser les sons aigus, une compensation de tonalité (tone-control) est nécessaire. Si l'on veut utiliser des triodes avec

les éléments adéquats, un amplificateur à deux étages, au besoin avec push-pull, pourra être employé et exigera des tensions d'anode assez faibles.

Emploi de la lampe comme détectrice

Dans la description du fonctionnement des triodes, nous avons fait remarquer que l'on ne peut obtenir une reproduction exempte de déformation qu'en utilisant la partie droite de la caractéristique. En revanche, il intervient une déformation d'autant plus forte que l'on recule davantage le point de travail dans la partie courbe. Cette déformation est une conséquence du redressement (détection); elle est complète lorsqu'on travaille au point C (fig. 5e). La demi-onde négative de toute tension alternative amenée à la grille est éliminée, seule, la demi-onde positive produit un courant d'anode en diminuant la tension négative de polarisation. Ce genre de détection s'appelle détection d'anode (ou par courant d'anode).

En pratique, on ne travaille au point C, que si, après l'amplificateur se trouvent des relais (pour le phototélégraphie ou dans les appareils à inscripteur Morse); ceci à cause de l'absence complète de courant à l'état de repos. Pour la réception de radiodiffusion, le point C est moins indiqué car, à cause de la forte courbure de la caractéristique, l'amplification devient quadratique. Il en résulte que les relations linéaires de l'énergie entrante disparaissent; ils ne peuvent être maintenus que dans la partie droite de la courbe. On le voit clairement sur la fig. 5e par la représentation de deux amplitudes inégales. Pour cette raison, on travaille en général au point B (fig. 5d) au pied de la partie droite de la caractéristique.

La détection d'anode a un avantage, elle permet d'éliminer de faibles perturbations en rendant la polarisation de la grille plus négative qu'il n'est nécessaire pour travailler au point C. Toutes les tensions alternatives d'entrée qui ne sont pas assez élevées pour vaincre ce supplément de polarisation restent inaudibles. Il est vrai que l'amplification en est diminuée, mais cela ne tire pas à conséquence pour de fortes amplitudes comme celles d'émetteurs locaux.

Pour une détection d'anode, il est en tous cas nécessaire d'avoir des tensions alternatives assez élevées. Comme les tensions qui naissent dans le circuit oscillant d'un récepteur sont assez faibles — sauf pour les postes locaux — une forte préamplification de la haute fréquence est nécessaire avant d'obtenir les tensions nécessaires pour une bonne détection. La forte résistance interne d'une lampe travaillant en détecteur d'anode rend impossible l'emploi d'un amplificateur basse fréquence couplé par transformateur; on emploiera donc un couplage à résistance. En revanche, la détection d'anode assure une très bonne amplification propre. Il en résulte que nous pouvons nous passer d'une augmentation de l'amplification que l'on obtient d'autre part par la réaction. Le fait de travailler dans la partie inférieure de la caractéristique, où la pente est plutôt faible, est en contradiction avec l'existence d'une réaction qui agit le plus sûrement dans les régions où la pente est la plus grande. Une réaction douce n'est donc jamais à appliquer avec une détection d'anode. En outre, la présence, dans le circuit d'anode d'un dispositif à réaction, d'une résistance à la haute fréquence (bobine de choc) met hors de question la détection d'anode pour laquelle l'anode doit être mise à la terre à travers un condensateur pour obtenir un fort courant de haute fréquence.

Dans les récepteurs modernes, les détecteurs d'anode sont remplacés par une diode. Cette lampe n'a pas de grille et travaille sans tension continue d'anode. Au lieu de celle-ci, la tension alternative est envoyée à l'anode (fig. 14 a et b). Il ne circule un courant dans le circuit d'anode que lorsque la demi-onde qui atteint l'anode est positive. Sous l'influence compensatoire du condensateur C il se produit, dans la résistance R une chute de tension qui varie suivant la modulation et est utilisée pour la commande de l'amplificateur basse fréquence. En insérant un circuit-filtre qui rend la basse fréquence inopérante, on peut utiliser la tension continue obtenue pour le contrôle automatique du volume (A V C ou antifading). Le circuit oscillant qui fournit la haute fréquence est fortement amorti par la diode ; il en résulte que la courbe de résonance devient plus large (accord moins sélectif) et l'amplitude diminue (réception plus faible). A ce point de vue, le schéma de la fig. 14b ne convient pas du tout, car la résistance et la diode sont en parallèle avec le circuit haute fréquence. En revanche, ce schéma présente l'avantage que le circuit haute fréquence et le condensateur d'accord peuvent être mis à la terre.

Pour la détection diode, il faut aussi une tension d'entrée assez élevée (au moins -3 V eff. si l'on veut obtenir une détection linéaire. Si la diode est employée avec des tensions plus élevées (10 à 20 V), elle représente un détecteur idéal. La diode ne vient donc en ligne de compte que pour des postes avec une amplification haute fréquence suffisante. Ces récepteurs conviennent aussi très bien pour l'emploi

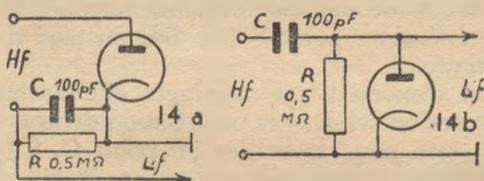


Fig. 14

d'un A V C. Pour éviter la réaction de la tension de réglage automatique sur la détection, on a construit des doubles diodes. La présence de deux anodes permet de séparer nettement les deux fonctions de la lampe.

Dans tous les petits appareils où toutes les lampes doivent être utilisées au maximum, en d'autres termes où l'on doit tirer de chaque lampe tout ce qu'elle peut donner, on emploie encore aujourd'hui la détection par triode avec réaction. Le fonctionnement en est assez semblable à celui de la détection d'anode ; la lampe ne travaille cependant plus dans la partie courbe de la caractéristique, mais dans la région du courant de grille. Nous avons déjà dit, à propos de la fig. 4c, que le courant de grille ne pouvait se produire que pour des tensions de grille positives. Dans les lampes pour batteries, ce courant apparaît dans le voisinage de la ligne nulle, pour les lampes à courant alternatif à chauffage indirect, pour $-1,3$ V et augmente au fur et à mesure que la tension de grille devient plus positive. La partie de la courbe du courant de grille utilisée pour la détection de grille est déterminée d'après la sensibilité et la pureté désirées. Si l'on ne recherche qu'une détection aussi complète que possible, il suffit de relier la résistance de fuite de la grille à la borne positive du filament pour les lampes batterie ou

à la cathode pour les lampes réseau. Cela peut se faire de deux façons. Dans le premier cas, la résistance est en parallèle avec le condensateur de grille (fig. 15a), dans le second cas en parallèle avec le circuit oscillant (fig. 15b). La mise en parallèle de la résistance avec le circuit oscillant produit cependant un amortissement 4 fois plus grand que sa mise en parallèle avec le condensateur.

Comment se produit exactement la détection dans ces cas ? Elle s'écarte du fonctionnement connu jusqu'ici de la lampe ; il se produit différents phénomènes ayant entre eux un certain rapport et comme ceux-ci sont difficiles à expliquer par un dessin, nous allons les examiner d'une façon plus approfondie.

Si l'on applique une tension alternative à la grille d'une lampe, le courant d'anode en est influencé. Si nous insérons un condensateur dans la connexion de la grille, sans assurer d'autre part l'évacuation des électrons de la grille, un certain nombre d'électrons se déplaceront vers la grille pendant la première demi-onde positive lesquels — puisqu'ils ne peuvent pas s'en aller — rendront la petite capacité de grille tellement négative qu'il ne pourra plus se produire de nouveau déplacement d'électrons. La lampe sera « bloquée », c'est-à-dire qu'elle ne pourra plus être commandée. Cette situation existe, par ex. lors de la rupture d'une connexion de la résistance de fuite de la grille. La résistance de fuite de grille prévue dans le schéma du détecteur de grille a donc pour but de permettre aux électrons qui atteignent la grille de

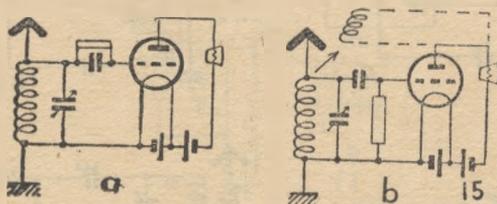


Fig. 15

rejoindre la cathode. Ce courant produit, dans la résistance de fuite, une chute de tension qui, avec la polarisation préalable de la grille détermine le courant d'anode.

La tension de polarisation principale utilisable pour un détecteur de grille est choisie de façon que, pendant les pauses de réception, un courant de grille et un courant d'anode déterminé circulent (courant de repos). Si maintenant, il arrive à la grille une oscillation non modulée — l'émetteur fonctionne, mais il n'y a pas de parole ni de musique — cette oscillation détruit l'équilibre entre le courant de grille et le courant de fuite. La demi-onde positive envoie des électrons vers la grille ce qui augmente la charge négative. La force d'attraction de la grille diminue, le courant de grille diminue également jusqu'à ce qu'il devienne égal au courant de fuite.

La polarisation négative plus forte de la grille qui en résulte, déplace le point de travail sur la caractéristique du courant d'anode, l'arrivée d'oscillations sur la grille du détecteur provoque donc une diminution du courant d'anode. La différence entre les deux courants de repos dépend donc de l'intensité des oscillations qui atteignent la grille et peut même servir de mesure à celle-ci (voltmètre à lampe).

Le courant de grille suit aussi une oscillation modulée, mais avec

la différence que les variations continues d'amplitude, par suite de la tendance de la lampe à rétablir l'équilibre entre le courant de grille et le courant de fuite, produisent un déplacement continu du point de travail. La valeur moyenne du courant d'anode ainsi produit varie comme le courant de modulation tandis que la partie haute fréquence reste inactive dans l'écouteur ou est éliminée par l'élément de couplage de l'étage suivant.

Du fait de son action par courant de grille, le détecteur de grille ne supporte que de faibles tensions alternatives ; il est donc particulièrement indiqué pour les petits récepteurs. Pour de grandes amplitudes, il se produit une détection d'anode supplémentaire qui contrarie la détection par grille.

En outre, il est important, avec la détection de grille, que l'amplification puisse être poussée très loin en faisant réagir les tensions alternatives obtenues à l'anode sur la grille (réaction). On obtient ainsi une amplification supplémentaire qui n'est limitée que par l'accrochage. Jadis, on provoquait la réaction en couplant inductivement une bobine insérée dans le circuit d'anode avec une autre bobine insérée dans le circuit de grille (fig. 15b en pointillé). Suivant la direction des

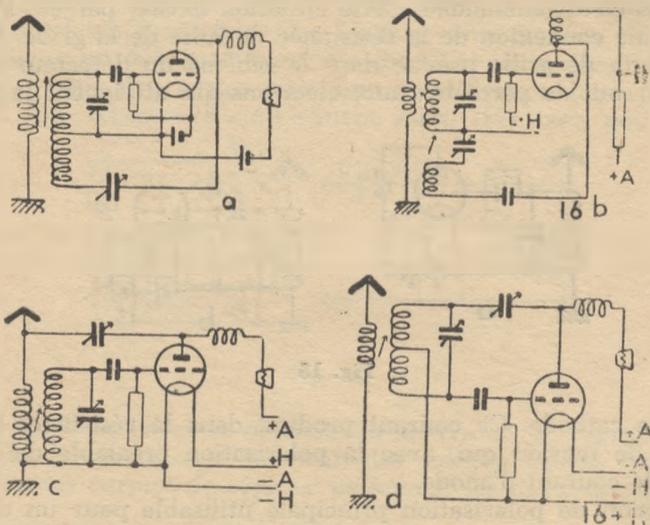


Fig. 16

enroulements, on obtenait une réception plus forte ou plus faible. On pouvait régler le degré de couplage soit par un choix judicieux du nombre de tours des enroulements, soit par un ajustement de la distance des deux bobines. Cette méthode de réglage est devenue démodée ; dans ces derniers temps, le couplage des bobines a été réglé une fois pour toutes et le réglage de la puissance des oscillations se fait au moyen d'un condensateur réglable. Il existe beaucoup de variantes de ce schéma de principe. La plus connue est le schéma Leithäuser (fig. 16a). La bobine d'accord et la bobine de réaction ne forment qu'un seul et même enroulement, Le condensateur de réaction est relié à l'anode. Dans le schéma dû à Weagant (fig. 16b) la succession des bobines et du condensateur est inversée. Le condensateur fixe ne sert qu'à protéger contre le courant continu d'anode ; même lorsqu'on emploie un condensateur à air pour le réglage, il ne peut pas se produire

de court-circuit de la batterie lorsque les deux plaques viennent à se toucher. Dans son schéma, Reinartz emploie la bobine d'antenne, couplée inductivement à la grille, comme bobine de réaction (fig. 16c). Ceci présente un grand danger d'émission des oscillations. Le schéma Hartley (fig. 16d) est bien connu pour sa facilité d'accrochage; il est souvent employé pour les petits émetteurs; il ne diffère du schéma de Leithäuser que par la position du condensateur d'accord qui est ici en parallèle sur les deux bobines. Dans chacun de ces schémas, il y a une bobine de choc pour hautes fréquences dans le circuit d'anode qui oblige les oscillations à rester dans la lampe et dans les circuits de couplage. Pour les émetteurs de mesure (souvent appelés hétérodynes) on emploie un autre schéma de couplage à réaction. Comme l'anode de l'hétérodyne est reliée au circuit oscillant du récepteur à examiner, il se produit une réaction indésirable sur les connexions du générateur. C'est pourquoi on fait usage du couplage électronique. Ici, la bobine de réaction ne se trouve plus dans le circuit d'anode mais dans le circuit de cathode (voir fig. 336 a à c).

La tendance de la lampe à osciller, la valeur de la résistance de fuite de grille et de la polarisation de grille déterminent la façon dont les oscillations se produisent. Pour les anciennes lampes à batterie (p. ex. RE 084) on conseille l'emploi d'un potentiomètre suivant la fig. 17a. On obtient le même effet avec un potentiomètre entre les deux

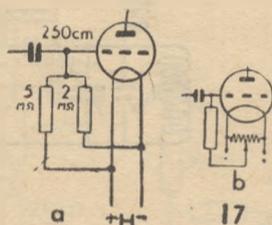


Fig. 17

broches du filament (fig. 17b). Si le contact mobile se trouve dans le voisinage de la broche négative, le couplage à réaction est particulièrement lâche tandis que pour une position du contact dans les environs de la broche positive, on obtient une réception plus forte et meilleure. Pour les lampes réseau, on relie directement la résistance de fuite à la cathode.

Les valeurs du condensateur de grille et de la résistance de fuite déterminent le temps de décharge de la grille et le rendement du détecteur. Un petit condensateur augmente la sélectivité mais diminue la puissance de réception. Avec un condensateur plus grand, l'amplification sera plus mauvaise et il faudra une résistance de fuite plus faible. Une résistance élevée donne une bonne amplification mais favorise les sons graves. La valeur de la résistance intervient aussi dans le couplage à réaction.

Pour obtenir une forte amplification avec une faible tendance à la génération, il faut une résistance de fuite de 0,5 à 0,1 MΩ (mégohm) pour une forte réception et 1 à 2 MΩ pour une faible réception.

Le condensateur de grille a une capacité de 20 à 500 μμF. La tension d'anode sera prise de façon que le point de repos se trouve, autant que possible sur la partie la plus raide de la caractéristique. L'instabilité

éventuelle du couplage à réaction est généralement causé par une tension d'anode trop élevée (pour les pentodes, tension de grille-écran) ou par une polarisation de grille trop négative. La meilleure façon de trouver le réglage exact du couplage à réaction est l'essai pratique. Nous commencerons par de très faibles tensions d'anode et les augmenterons graduellement. Pour chaque augmentation, nous tournerons le bouton du condensateur de couplage en notant l'influence de cette augmentation sur le commencement de l'accrochage. Les oscillations doivent cesser, quand on revient en arrière, au même point de l'échelle du condensateur de couplage où elles ont commencé. La réaction d'abord serrée devient progressivement plus douce pour redevenir dure. Entre ces limites se trouve le réglage exact que nous pourrions facilement retrouver et réaliser en nous appuyant sur les notes prises. Cet essai doit naturellement être fait à un moment où l'on ne dérangera pas d'autres auditeurs.

Le schéma à réaction présente, surtout pour les ondes courtes, ce qu'on appelle l'effet de main, par lequel le poste émetteur cherché est déformé ou même disparaît complètement lorsque l'on éloigne la main du bouton de réglage. Le schéma de la fig. 16b souffre cependant moins de cet inconvénient parce que les rotors des deux condensateurs sont

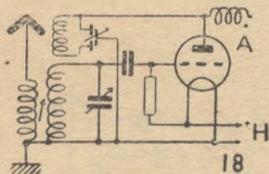


Fig. 18

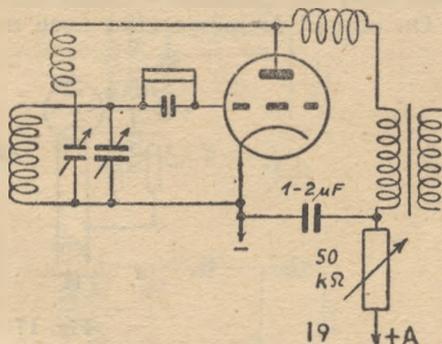


Fig. 19

mis à la terre. Lorsque le schéma ne permet pas cette mise à la terre, le condensateur de couplage sera placé aussi loin que possible vers l'arrière du poste et muni d'une rallonge isolante pour la manœuvre ainsi que d'une plaque de blindage. On évite ainsi l'effet de main, mais l'influence de la réaction sur l'accord reste. On peut améliorer avec un condensateur différentiel (fig. 18). Ici, la quantité d'énergie prise à l'anode est toujours la même, mais la partie qui n'est pas utilisée pour le circuit de grille est envoyée au pôle négatif. Pour les récepteurs à ondes courtes, le condensateur de couplage ne sert que pour un réglage grossier de la sensibilité. Le réglage exact est réalisé au moyen d'une résistance variable à forte valeur ohmique au moyen de laquelle la tension d'anode agissante peut être à volonté augmentée ou diminuée ce qui permet d'influencer la tendance à la génération sans réagir sur l'accord (fig. 19). De cette façon, on peut même recevoir convenablement des ondes ultra-courtes. Si un détecteur par grille doit servir uniquement à la réception des ondes ultra-courtes, il est à conseiller d'employer un schéma spécial (fig. 20). Les constantes données correspondent à l'onde de 7 mètres; les bobines sont constituées par des spires de fil de cuivre argenté de 2 mm de diamètre et sont sans support ou

bobinées sur un tube de calite de 10 mm de diamètre. Au lieu du couplage à résistance on peut aussi employer un couplage à transformateur.

Pour diminuer l'influence de l'antenne sur le circuit d'accord, on emploie souvent le circuit en T (fig. 21). Il doit, dans les récepteurs à ondes courtes rendre l'influence d'une antenne quelconque assez réduite pour que l'accord devienne possible avec l'emploi d'un couplage inductif fixe. Avec ce dispositif la réception sera cependant beaucoup plus faible. Si la perte d'énergie ne peut pas être compensée par une réaction suffisamment forte, il faudra choisir le couplage inductif d'antenne. Si le circuit d'accord doit pouvoir être complètement accordé, on peut insérer avant la détectrice un étage d'amplification à haute fréquence avec circuit de grille non accordé (bobine de choc à haute fréquence). Le couplage du circuit de grille du détecteur s'obtient de préférence suivant la fig. 26b. Ce genre d'appareil peut aussi être utilisé pour la réception d'ondes ultra-courtes.

Il est aussi possible d'employer une détectrice de grille comme détectrice d'anode pour la réception d'émetteurs puissants ; pour cela, il suffit de porter la grille à un potentiel suffisamment négatif. Le changement des conditions de travail augmente la résistance interne de la lampe ce qui exige une résistance d'anode plus élevée, donc le couplage à résis-

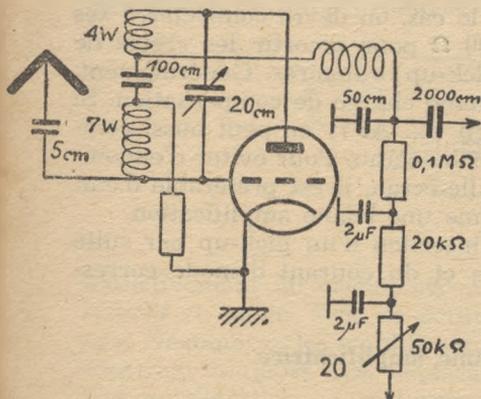


Fig. 20

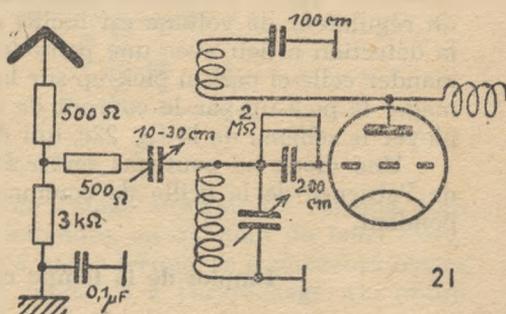


Fig. 21

tance. Dans les grands appareils, on emploiera toujours une détectrice diode, car celle-ci, même en partant d'une faible tension d'entrée, fonctionne à peu près linéairement et offre la possibilité de compenser par un A.V.C. l'effet de fading si gênant.

Un amplificateur à basse fréquence à un étage fournit une amplification si faible que la tension alternative fournie par un pick-up n'est presque pas suffisante pour commander complètement une lampe de sortie. Il est, par conséquent, important de pouvoir utiliser la détectrice comme préamplificateur. Le schéma employé jadis où le pick-up était simplement relié entre la grille et le châssis, donne naissance à des déformations. Les modifications nécessaires diffèrent suivant qu'il s'agit d'une détectrice de grille ou d'anode. Une détectrice de grille montée suivant la fig. 22a travaille comme détectrice avec un commutateur dans une première position. En commutant sur le pick-up, on déconnecte le circuit de réception, ce qui empêche l'intervention des postes locaux. En même temps, une résistance est insérée dans le circuit

de la cathode ce qui produit une polarisation de grille négative. Ce double commutateur permet d'employer l'appareil comme amplificateur phonographique et le passage du gramophone à la radio et réciproquement peut se faire très rapidement. Pour une détectrice d'anode, le commutateur joue à peu près le même rôle, il doit cependant diminuer la forte polarisation négative de grille qu'exige la détection à la valeur moindre que demande l'amplification basse fréquence (fig. 22b). Pour cela, il faut deux résistances de cathode. Mises en série, elles fournissent la polarisation pour la détection tandis que celle qui est le plus rapprochée de la cathode fournit la polarisation pour l'amplification.

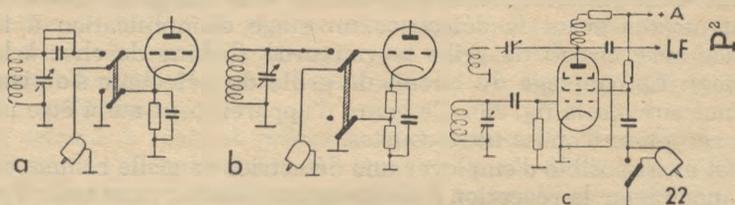


Fig. 22

Dans ces deux schémas, on suppose que le pick-up possède un régulateur de volume. Si tel n'est pas le cas, on devra connecter à ses bornes une résistance de quelque 1000 Ω pour amortir les crêtes de résonance qui se produisent avec les pick-up ordinaires. Généralement, un régulateur de volume est inclus comme charge de compensation. Si la détection a lieu avec une pentode, (p. ex. AF7) on peut aussi commander celle-ci par un pick-up sur la grille-écran. Pour éviter d'endommager le pick-up par le courant de grille-écran, il est préférable d'employer le schéma de la fig. 22c, qui donne une bonne amplification.

Une diode ne peut pas servir à l'insertion d'un pick-up par suite de l'absence de la grille de commande et du courant d'anode correspondant.

Emploi de la lampe comme amplificatrice haute fréquence

Bien que la détection par grille soit beaucoup plus sensible que le détecteur à cristal, il existe encore une limite à la distance de réception et ce malgré le meilleur couplage à réaction, la plus puissante amplification à basse fréquence et la meilleure antenne extérieure.

Il ne sert à rien de chercher pendant des minutes entières à obtenir un couplage plus serré lorsque le fading fait disparaître l'émetteur. Si l'on s'efforce, dans ce cas, de recevoir quand même le poste émetteur en serrant davantage le couplage de réaction, le récepteur commence à hurler à casser les oreilles aussitôt que le fading disparaît. Une réception semblable de stations éloignées est un supplice pour les voisins qui sont incommodés par les sifflements d'interférence. C'est d'ailleurs inutile car on n'arrive jamais à jouir en paix d'une émission reçue dans ces conditions. On ne peut obtenir une reproduction pure, puissante ou tout au moins bien compréhensible et encore acceptable lors de l'apparition du fading qu'avec un amplificateur à haute fréquence. Celui-ci est relié à l'antenne et fournit la haute fréquence amplifiée à la détectrice qui, à son tour, alimente l'amplification basse fréquence.

Avec la faible amplification des anciennes triodes, il fallait généralement plusieurs étages d'amplification à haute fréquence pour obtenir un résultat utilisable. Chaque lampe devait être couplée à la suivante par un dispositif de liaison ; il en résultait un grand nombre d'éléments de couplage, ce qui occupait une place importante dans le poste. Les méthodes de couplage utilisées pour la basse fréquence (résistances et bobines de choc) adaptées à la haute fréquence furent bientôt abandonnées à cause de leur manque de sélectivité. On en vint alors à l'emploi de circuits accordés (fig. 23b). L'anode reçoit la tension continue nécessaire à travers la bobine d'accord qui, avec le condensateur variable constitue aussi le circuit de grille de la lampe suivante. En accordant ce circuit, on obtient, à la résonance, une résistance au courant alternatif très élevée dont on fait usage pour adapter le circuit considéré à la résistance interne de la lampe. La résistance de résonance est d'autant plus haute que la bobine et le condensateur présentent moins de pertes. L'amélioration de ces éléments eut pour conséquence une nouvelle difficulté. Le couplage à réaction ne peut plus être utilisé, car le premier étage présentait une tendance trop marquée à l'accrochage. Il ne pouvait d'ailleurs en être autrement car une lampe avec les circuits d'anode et de grille accordés constitue un générateur d'oscillations. Le couplage à transformateur était plus stable (fig. 23a). Ici, la bobine d'anode qui est composée d'un petit nombre de tours est couplée

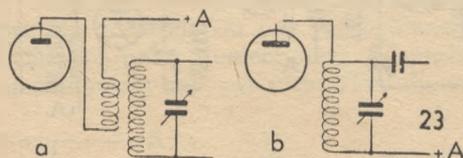


Fig. 23

inductivement au circuit accordé de l'étage suivant. Ce schéma était sélectif et, même avec de petites antennes, on obtenait de bons résultats. Néanmoins, les amplificateurs à haute fréquence à plusieurs étages montrent toujours une déplorable tendance à l'accrochage. On obtint une amélioration en réalisant le couplage alternativement au moyen de circuits accordés et d'éléments non accordés (schéma Scott-Taggart T.A.T.). Ainsi disparut la tendance à l'accrochage mais aussi une partie de la puissance amplificatrice.

On pouvait attaquer le mal dans sa racine au moyen de la neutralisation (que l'on a parfois si savamment et si malheureusement appelé « neutrodynage »). La tendance à l'accrochage se trouve principalement à l'intérieur de la lampe par suite de la présence d'une grande capacité grille-anode qui provoque un couplage réactif. Tant qu'on n'a pas pu diminuer cette capacité nuisible par une modification de la construction, on essaya de combattre la tension d'accrochage qui se produisait à travers cette capacité par une autre tension en sens inverse. Lors de l'étude du couplage à réaction, nous avons montré que, l'augmentation de la puissance que l'on attend du dit couplage n'avait pas lieu si la direction d'enroulement des bobines de couplage était faite dans le mauvais sens ; la tension alternative induite contrariait alors l'oscillation désirée.

Ceci s'applique aussi pour la compensation, la neutralisation de la réaction indésirable. Dans le schéma de la fig. 24a, on fait usage de ce

principe. Le couplage avec l'étage suivant se fait ici par un circuit accordé. Il est beaucoup plus simple, au lieu de produire la contre-tension inductivement, d'amener, à travers un condensateur, une tension adéquate déjà existante dans l'appareil. (fig. 24b et c) Le condensateur N sert au réglage de la compensation et est réglable entre 0 et 10 à 20 cm. Le réglage est cependant différent pour les différentes longueurs d'onde (il dépend de la fréquence). Le schéma de la fig. 24d est préférable. Ici, c'est la première moitié de la bobine d'anode qui sert à produire la contre-tension. Le condensateur est facile à régler et la neutralisation est indépendante de la fréquence à recevoir.

Les schémas de neutrodyne ont dès leur apparition trouvé un grand nombre d'adhérents à cause de la stabilité inconnue jusque là qu'ils assuraient aux récepteurs ainsi qu'au confort supplémentaire qui les accompagnait; certains d'entre eux étaient à monobouton. Ils restèrent en usage jusqu'à ce que de nouvelles lampes à très faible capacité grille-anode, les lampes à grille-écran apparussent sur le marché.

Les schémas spécialement destinés à ces lampes avec des circuits accordés qui ne permettaient qu'une adaptation relative à la haute

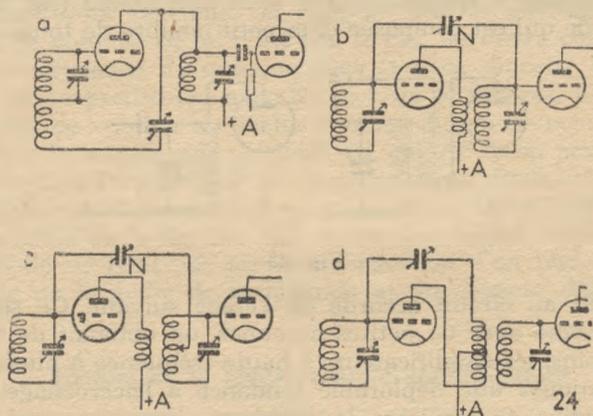


Fig. 24

résistance interne des lampes, ne nécessitaient plus l'installation de neutralisation. Cependant, ce genre d'appareil peut encore amener un accrochage lorsque la capacité entre anode et grille de commande est fortement augmentée par une disposition mal étudiée des connexions.

Les lampes à grille-écran montrèrent une tendance à l'émission secondaire, c'est-à-dire à ce que les électrons qui se précipitent de la cathode sur l'anode y produisent une libération d'électrons secondaires qui se dirigent vers la grille-écran positive. En y introduisant une grille supprimeuse qui ne présente pas de potentiel positif, le chemin fut barré aux électrons secondaires vers la grille-écran. Pour ces nouvelles pentodes, la tension de grille-écran est prise sur un potentiomètre (fig. 25). La même remarque s'applique à l'hexode de réglage (par exemple AH1) qui convient particulièrement comme lampe d'entrée pour un appareil à amplification directe parce qu'elle n'exige qu'une faible tension de réglage. Avec les nouvelles lampes métal, le potentiomètre a complètement disparu. La tension « glissante » de

grille-écran qui en résulte travaille, il est vrai, contre le réglage, dans une certaine mesure, mais permet l'économie de la consommation de courant du potentiomètre.

L'amplificateur à haute fréquence muni de lampes modernes est généralement couplé inductivement avec le circuit d'accord de l'étage de détection; plus rarement, il est fait usage pour cela de circuits accordés. Lorsque les circuits d'anode et de grille des étages amplificateurs à haute fréquence contiennent de bons noyaux de fer, il est à conseiller de diminuer la résistance de travail du circuit d'anode en diminuant le nombre de tours de l'enroulement de couplage pour éviter

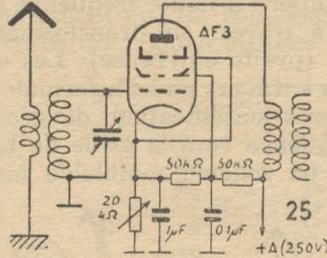


Fig. 25

l'accrochage (par couplage inductif avec la bobine d'anode, par couplage avec des circuits accordés ou par raccordement de l'anode à la prise médiane ou à une prise quelconque). L'amplificateur moyenne fréquence des superhétérodynes qui n'est rien d'autre qu'un amplifi-

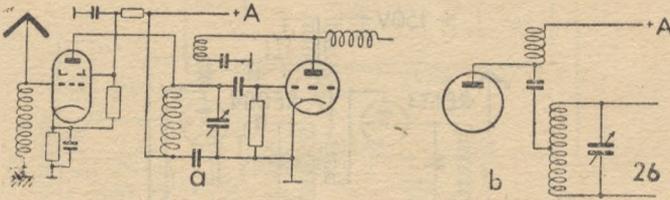


Fig. 26

cateur à haute fréquence accordé sur une onde déterminée, est muni à l'entrée et à la sortie de filtres pour obtenir la plus haute sélectivité malgré la meilleure tonalité.

Le circuit de grille de l'amplificateur à haute fréquence est toujours accordé dans la gamme de la radiodiffusion et, pour obtenir une meilleure sélectivité, est couplé à l'antenne. Pour la réception des ondes courtes seulement, où l'accord simultané de deux circuits présenterait des difficultés, le circuit de grille de l'amplificateur à haute fréquence est réalisé par une bobine apériodique (bobine de choc à haute fréquence) à laquelle l'antenne, apériodique aussi, est couplée galvaniquement (fig. 26a). Entre l'amplificateur à haute fréquence et le détecteur par grille on emploie, comme couplage, un circuit accordé. La fig. 26b est le schéma des connexions d'une bobine de choc combinée avec un circuit accordé. L'amplificateur apériodique ne produit pas, il est vrai, d'amplification notable, mais il évite la réaction de l'antenne sur le circuit d'accord ce qui est nécessaire pour la réception de télégraphie par battements.

Le schéma « réflex »

Une lampe n'est pas seulement utilisée pour plusieurs fonctions par économie ; des variantes dans les schémas et les exigences posées par la construction ont aussi leur influence. Il n'y a aucun art à réaliser un schéma simple avec une abondance de lampes.

Généralement, on fait d'abord travailler la lampe réflex en amplificatrice haute fréquence. La haute fréquence amplifiée est détectée de l'une ou l'autre façon et la basse fréquence obtenue est renvoyée à la grille de la lampe réflex pour y être à nouveau amplifiée. La fig. 27a contient le principe du schéma. C'est ainsi que ce dispositif était jadis réalisé. Les oscillations à haute fréquence amplifiées par la lampe réflex sont envoyées à travers un transformateur non accordé vers un détecteur à cristal (pyrite cuivreuse). Les oscillations à basse fréquences sont renvoyées à travers un transformateur à basse fréquence au circuit de grille et, après amplification, dirigées par un second transformateur à basse fréquence vers la grille de la lampe finale. Dans la fig. 27b, on trouvera un schéma semblable mais avec détecteur par

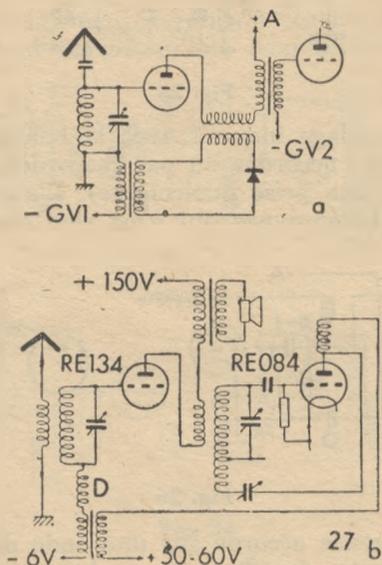


Fig. 27

grille. Les deux schémas travaillent d'une façon très stable. Les tentatives de réalisation d'un schéma réflex avec une seule lampe ont échoué à cause d'une tendance incontrôlable à l'accrochage. A cette époque, on accordait aussi bien le circuit de grille que le circuit d'anode auquel le détecteur était connecté. Ce schéma d'émetteur d'après Huth-Kühn n'est stable que si la charge (l'amortissement) empêche l'accrochage. La charge principale était formée par le détecteur, aussitôt que celui-ci, sous l'influence d'un choc ou d'une vibration mécanique, variait de résistance, le poste se mettait à hurler sans arrêt.

Il est donc nécessaire de bannir du schéma un facteur aussi instable que le détecteur à cristal. Des essais furent faits avec de petits redresseurs oxymétal qui échouèrent à cause de leur faible capacité de charge.

Une lampe détectrice est préférable. La fig. 28 montre un schéma réflex avec détection par diode. Les oscillations amenées à la grille de la lampe réflex par le circuit d'entrée atteignent, après amplification, à travers un condensateur de couplage, le second circuit d'accord qui alimente la diode. Les oscillations basse fréquence obtenues sont renvoyées à travers un filtre à la grille de la lampe réflex. Après amplification, elles actionnent la grille de la lampe finale à travers une bobine de choc haute fréquence, un condensateur et une résistance de découplage.

Une amplification supplémentaire est obtenue par le désamortissement qu'on obtient par un couplage à réaction soigné avec réglage différentiel sur le circuit d'entrée. Le condensateur différentiel dans le circuit d'antenne garantit un réglage efficace de la puissance.

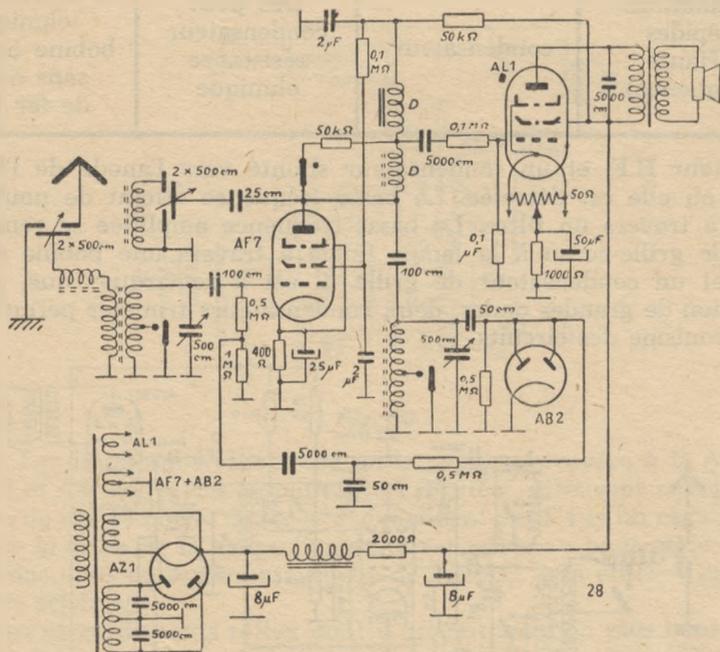


Fig. 28

Par suite de la forte polarisation négative de la grille de la lampe finale, qui produirait sur les autres lampes, une différence de potentiel inadmissible entre le filament et la cathode, on a prévu un enroulement spécial pour l'alimentation du filament de la lampe finale.

Pour séparer les différents courants et les différentes oscillations, on emploie de nombreux moyens de couplage, découplage et filtrage. Un coup d'œil sur le tableau ci-dessous conduira à une complète compréhension de ce genre de schéma dont l'étude est un excellent exercice.

Avec des lampes modernes, il est possible de confier aussi la détection à l'étage réflex. Le schéma de la fig. 29 contient une hexode qui est utilisée comme pentode pour l'amplification (cathode et quatre grilles) et pour la détection comme diode (cathode et anode). Par suite de la dualité de la lampe, la seconde grille-écran est utilisée comme anode d'où la haute fréquence amplifiée est envoyée à travers un trans-

| | Passage facile | Passage difficile | Barrage |
|---|--|---|---|
| courant continu | toutes bobines avec ou sans noyau de fer | résistance ohmique | condensateur |
| oscillations lentes (fréquences audibles) | grand condensateur | petit condensateur résistance ohmique | bobine de choc à noyau de fer |
| oscillations rapides (Haute fréquence) | condensateur | très petit condensateur résistance ohmique | forte résistance ohmique bobine avec ou sans noyau de fer H.F. |

formateur H.F. et un condensateur shunté vers l'anode de l'élément diode où elle est détectée. La basse fréquence atteint de nouveau la grille à travers un filtre. La basse fréquence amplifiée se rend de la seconde grille-écran à la lampe finale à travers une bobine de choc H.F. et un condensateur de grille. Il est à remarquer que, pour la réception de grandes ondes, deux condensateurs trimmer permettent le synchronisme des circuits.

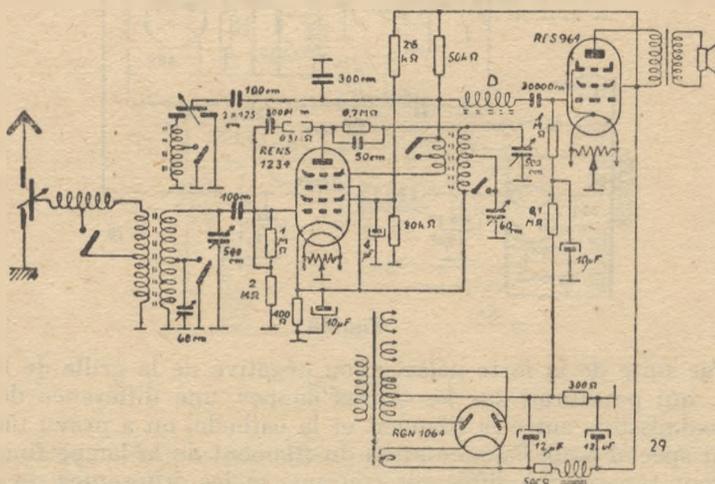


Fig. 29

Les schémas où plusieurs fonctions sont confiées à une même lampe sont des plus intéressants car ils permettent toutes sortes de combinaisons. Malgré les affirmations si souvent répétées que le schéma réflex est démodé, l'industrie ne l'a pas oublié comme l'ont montré quelques surprises récentes. La fig. 30 est le schéma d'un poste de série (Novum 38) qui, à cause de son rendement, a trouvé un débit inattendu. L'antenne est couplée aussi bien inductivement que par sa capacité à un filtre de bande et assure une sensibilité égale sur toutes les longueurs d'onde. Le filtre de bande assure la sélectivité. L'accord est facilité par

l'emploi d'une lampe à décharge. La sensibilité de la lampe à décharge est réglée par un potentiomètre. Un couplage à réaction dans le circuit de cathode désamortit le circuit d'entrée ; R1 produit la polarisation négative de grille nécessaire et règle en même temps la réaction qui est réglée sur 1200 kHz (kilo-Hertz) et reste constante sur toute l'étendue la réception. On y arrive en couplant inductivement une partie de la bobine de réaction avec la bobine du second circuit d'accord tandis que l'autre partie agit sur le couplage du filtre de bande. S'il se présente une tendance à l'accrochage par l'emploi d'une antenne trop courte, d'une mauvaise terre, ou par suite du remplacement d'une lampe, on peut y remédier en réglant la valeur de R1. La fréquence amenée à la grille par le condensateur C1 s'en va, après amplification, de l'anode vers la diode (chute de tension dans R2) par un transformateur H.F.

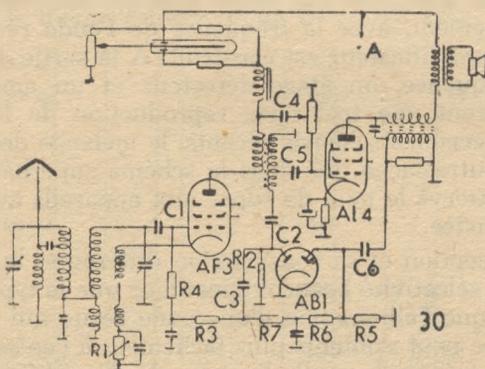


Fig. 30

et C2. Les impulsions redressées sont ensuite renvoyées à la grille par C3. R3 et R4. Après des amplifications répétées, elles sont envoyées à la bobine de choc à noyau de fer et commandent par C4 et un régulateur de volume la grille de la lampe finale qui est reliée au haut-parleur. Nous parlerons dans un autre paragraphe de l'A.V.C. très efficace qui existe dans ce schéma.

Les raccordements réflex dont il est fait mention plus haut ne sont que quelques exemples. Nous pouvons en conclure qu'une même lampe peut remplir convenablement plusieurs fonctions pour autant que ces fonctions soient dans les possibilités de la lampe.

Les schémas superhétérodynes

Dans les appareils qui consistent en amplificateur haute fréquence, détecteur et amplificateur basse fréquence, l'onde reçue reste inchangée, tous les circuits accordés sont réglés sur cette onde jusqu'à ce qu'elle soit débarrassée de sa modulation par le détecteur (démodulé). Ce genre de schémas qui travaillent l'oscillation inchangée s'appellent schémas à amplification directe.

La faible amplification des anciennes lampes rendait nécessaire l'emploi de plusieurs étages amplificateurs à haute fréquence. On obtenait une sélectivité acceptable par le couplage avec des circuits accordés. Comme les bobinages à trimmers et les condensateurs multiples avec plaques de forme spéciale et avec un fonctionnement réellement égal des diverses capacités n'existaient pas encore de ce temps-là,

on était obligé de régler séparément chaque circuit sur l'onde reçue. Il n'était pas rare de voir quatre à cinq boutons de réglage sur un poste ; pour changer de longueur d'onde, il fallait un tableau d'étalonnage.

Ces difficultés firent bientôt apparaître une nouvelle méthode de réception, dite méthode de transposition. Pour la première fois, apparaissait ici un amplificateur qui, une fois pour toutes, était réglé pour une longueur d'onde fixe. Cela permit d'en porter le rendement au maximum. Comme l'amplificateur ne peut admettre que l'onde choisie, l'oscillation reçue par l'antenne est, pour ainsi dire mélangée à une oscillation auxiliaire produite dans le récepteur même. On dit que l'on fait interférer les deux oscillations. Par la même occasion, la modulation de l'onde reçue est transférée sur l'onde de mélange nouvellement formée ou onde moyenne.

L'oscillation auxiliaire est, dans tous les cas, choisie de façon à produire précisément, avec la fréquence de l'onde reçue la fréquence pour laquelle l'amplificateur est construit. A la sortie de l'amplificateur à moyenne fréquence, un étage détecteur et un amplificateur basse fréquence assurent une très forte reproduction de l'émission captée. Bien que, dans certains schémas récents, le mélange des fréquences soit produit d'une autre façon que dans le schéma superhétérodyne d'Armstrong, on a conservé le nom de super aux appareils avec amplificateur moyenne fréquence.

Par sa conception et sa construction différente, le super est, en ce qui concerne la sélectivité beaucoup meilleur que le type à amplification directe du fait que l'élimination d'une onde reçue qui diffère de 9 kHz de l'onde désirée peut s'obtenir plus facilement à l'entrée de l'amplificateur moyenne fréquence qu'à l'entrée de l'amplificateur haute fréquence. Tandis qu'ici, le circuit d'accord encore quelque peu amorti par l'antenne présente une courbe de résonance de plus en plus large lorsque la fréquence augmente, nous obtiendrons avec des moyens relativement simples un filtrage soigné à l'entrée de l'amplificateur à moyenne fréquence.

Le choix de la moyenne fréquence est très important ; en principe on peut employer n'importe quelle longueur d'onde, mais toutes ne sont pas également utilisables. Une onde longue (basse fréquence) convient mieux pour l'amplification, tandis qu'une fréquence plus élevée présente d'autres avantages qui leur valent la préférence. Le but principal est d'obtenir une réception exempte de perturbations. Vu le grand nombre d'émetteurs, ce n'est pas facile à réaliser.

Au début, les moyennes fréquences étaient prises dans les grandes ondes entre 6000 et 9000 m (50 à 33 kHz) ensuite, un peu plus bas, par exemple 110 à 120 kHz. Depuis quelques temps, on est généralement arrivé à des fréquences comprises entre 465 et 473 kHz. Parfois, on travaille même avec des fréquences moyennes de 1600 kHz. Nous allons voir quelle influence le choix de telle ou telle fréquence moyenne peut avoir. Pour gagner de la place, nous remplacerons le mot fréquence par le signe « f ». Nous représenterons en abrégé la fréquence reçue par f_e , la fréquence du générateur par f_u et la moyenne fréquence par f_z .

La première propriété du principe d'interférence est que nous pouvons obtenir la moyenne fréquence désirée f_z au moyen de deux fréquences auxiliaires, à savoir avec $f_{u1} = f_e + f_z$ et $f_{u2} = f_e - f_z$. Prenons un exemple numérique :

Si l'on veut recevoir une fréquence de 700 kHz et que l'on désire

travailler avec une moyenne fréquence de 100 kHz, on aura besoin d'une des deux fréquences auxiliaires :

$$f_{u1} = 700 + 100 = 800 \text{ kHz} \text{ ou } f_{u2} = 700 - 100 = 600 \text{ kHz.}$$

Ce phénomène a naturellement lieu pour toutes les ondes reçues et nous pouvons capter n'importe quel émetteur en deux endroits bien déterminés mais différents de l'échelle d'accord de l'oscillateur. La distance entre les deux oscillations auxiliaires est égale à $2 \times f_z$ et augmente si l'on élève la moyenne fréquence jusqu'à ce que f_{u1} et f_{u2} tombent finalement en dehors de la zone de réception. Ceci a une influence décisive sur l'aspect du circuit oscillant du générateur. Comme nous ne tenons pas à une double réception, nous devons décider si nous choisirons la fréquence auxiliaire supérieure f_{u1} ou la valeur inférieure f_{u2} . La fig. 31 indique clairement ce que nous voulons dire par là. A gauche figure le cas où $f_z = 128 \text{ kHz}$, au milieu $f_z = 468 \text{ kHz}$. Les deux diagrammes sont à la même échelle. Pour $f_z = 128 \text{ kHz}$, f_{u1} (ligne ver-

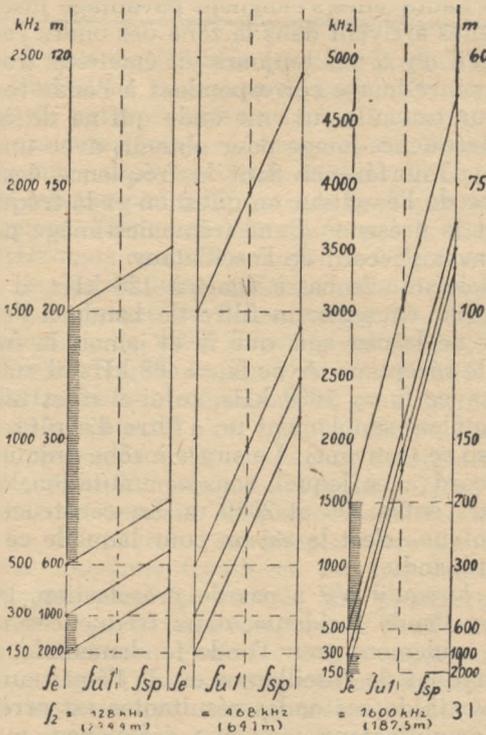


Fig. 31

ticale pointillée) est un peu plus haut que f_e (ligne de gauche). Les zones de réception sont hachurées. Pour $f_z = 468 \text{ kHz}$, f_{u1} est déjà beaucoup plus haut. Nous allons maintenant vérifier la situation pour $f_z = 1600 \text{ kHz}$ (à droite). Ici, f_{u1} se trouve dans la zone des ondes courtes (hautes fréquences) et il ne nous faut qu'une seule petite bobine pour ondes courtes et un condensateur variable d'une capacité de 150 cm pour pouvoir recevoir toutes les ondes de radiodiffusion entre 200 et 2000 m (1500 à 150 kHz). Ce genre d'appareil s'appelle souvent super à monogamme.

L'oscillation auxiliaire f_{u1} accordée pour la réception d'un émetteur forme, en outre, avec l'onde reçue f_e deux fréquences d'inter-

férences, à savoir : $f_e + f_{ul}$ et $f_e - f_{ul}$. De ces deux fréquences, une seule passera par le filtre d'entrée de l'amplificateur moyenne fréquence, à savoir la moyenne fréquence choisie f_z . Comme les ondes résultantes présentent une différence de deux fois la fréquence reçue ($2 \times f_e$), le filtre de bande peut facilement réaliser cette séparation. Si le condensateur du circuit de l'oscillateur est mal réglé, les deux ondes résultantes seront éliminées puisqu'aucune d'elles n'est égale à la moyenne fréquence choisie f_z .

Malheureusement, toutes les difficultés ne sont pas encore résolues car f_{ul} ne forme pas la moyenne fréquence cherché avec f_e seulement mais aussi avec une autre fréquence. Appelons f_{sp} cette nouvelle fréquence que l'on appelle fréquence-image. On a donc : $f_{sp} = f_{ul} + f_z$ ($f_{ul} - f_z$ est déjà connu comme étant f_e). Dans la fig. 31, les fréquences-images sont représentées par les verticales à droite de f_{ul} . Si f_z est assez basse, les f_{sp} tombent presque complètement dans la zone de réception, avec f_z plus haute, elles s'éloignent davantage jusqu'à ce que pour $f_z = 1600$ kHz, elles arrivent dans la zone des ondes courtes.

Il est vrai qu'il n'y a pas toujours un émetteur travaillant précisément sur la fréquence-image correspondant à l'onde reçue, mais il suffit qu'un émetteur travaille sur une onde qui ne diffère que de quelques kHz de la fréquence-image pour obtenir, avec une mauvaise présélection un son d'interférence dont la fréquence égale la différence entre la fréquence de l'émetteur en question et la fréquence-image.

On reconnaît la présence d'une fréquence-image par le fait que le sifflement varie avec l'accord de l'oscillateur.

Si l'on emploie une f_z basse égale à 128 kHz, il faut une bonne sélection comme par exemple un filtre de bande à l'entrée de l'étage de mélange pour ne laisser agir que f_e et jamais la fréquence perturbatrice f_{sp} dans le récepteur. Avec $f_z = 468$ kHz, il suffit d'un bon circuit d'accord et avec $f_z = 1600$ kHz, celui-ci n'est même plus nécessaire ; on emploie alors simplement un « filtre d'arrêt » contre les ondes courtes (où les f_{sp} se trouvent). Le super à zone unique n'a donc qu'un seul circuit d'accord avec lequel, sans commutation, on peut recevoir tous les émetteurs entre 200 et 2000 m. La construction en est donc simple et économique ; c'est la raison pour laquelle ce super vraiment populaire est si répandu.

En principe, lorsqu'il n'y a pas de présélection, l'oscillation auxiliaire forme, avec l'onde incidente, deux fréquences résultantes. Cela se présente, non seulement pour l'onde fondamentale, mais aussi pour toutes les harmoniques de l'oscillateur ou de l'émetteur. Il est vrai que la plus grande partie de ces ondes résultantes est arrêtée par le filtre à l'entrée de l'amplificateur moyenne fréquence, mais, dès que la moyenne fréquence est formée, soit par addition, soit par soustraction, celle-ci pénètre dans l'amplificateur et trouble la réception par un sifflement. C'est ainsi que les harmoniques d'un fort émetteur local peuvent siffler très désagréablement. On peut y remédier par ce qu'on appelle un « circuit-bouchon », c'est un circuit accordé ordinaire ; pour la même raison, la moyenne fréquence ne peut pas être égale à la fréquence d'un émetteur. Si l'onde d'un tel émetteur arrive dans l'étage de mélange (appelé parfois étage de « mixage ») il se produit des sifflements pour chaque accord sur n'importe quel autre émetteur ; un émetteur dont la fréquence est double de la moyenne fréquence siffle aussi de la même façon. Dans ce dernier cas, c'est la seconde harmonique qui produit cet ennui. Pour cette raison, on a l'habitude de munir les

supers d'un circuit « absorbant » pour les ondes d'émetteurs qui est construit de façon à interdire l'accès à l'étage de mélange aux ondes de fréquence égale à la moyenne fréquence. A cause de cette élimination d'émetteurs, on place la moyenne fréquence dans une gamme d'onde où se trouvent le moins possible de postes émetteurs. Il est intéressant d'examiner quelle est l'attitude de l'industrie des récepteurs en ce qui concerne le choix de la moyenne fréquence. Dans les appareils qui étaient exposés à Berlin en 1938, les moyennes fréquences étaient réparties comme suit :

| 125.4 | 128.5 | 468 | 472 | 477 | 485 | 486 | 488 | 490 | 1600 | batterie |
|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------|
| 2 | 10 | 59 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | alternatif |
| 2 | 6 | 33 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | — | 1 | universel. |
| — | 3 | 4 | — | — | — | — | 2 | — | — | batterie |

La moyenne fréquence 468 kHz est donc la plus représentée. Cette onde est laissée libre dans la gamme de radiodiffusion. Dans ses environs il n'y a que de petits émetteurs insignifiants. A certains endroits où deux émetteurs interfèrent ou bien où un émetteur forme avec l'harmonique qui entre dans le circuit d'anode de la lampe de mixage, une fréquence de mixage peu différente de la moyenne fréquence, donc produit un sifflement, l'industrie n'emploie pas la moyenne fréquence normale de 468 kHz mais une autre moyenne fréquence. C'est ainsi que pour l'Ouest et, par conséquent, aussi pour la Belgique et la France, où la deuxième harmonique de Luxembourg (2×232 kHz) produit 468 kHz un sifflement, de 4000 Hz on emploie, en général 473 kHz. Dans d'autres régions, on a employé des moyennes fréquences plus basses que 468 kHz, dans le même but et pour la même raison.

D'après ce qui précède, il n'est pas difficile de choisir la moyenne fréquence. De ce choix découlent cependant diverses exigences importantes pour la sélectivité à l'entrée du récepteur. Dans un grand super, on peut employer une moyenne fréquence assez basse qui est facile à bien amplifier. La sélectivité d'un simple filtre de bande à l'entrée d'un amplificateur moyenne fréquence est très haute. Le récepteur doit cependant encore posséder un très bon présélecteur pour l'étage de mixage qui sera de préférence composé de deux circuits accordés et d'un étage préamplificateur. Pour les petits supers où le nombre de lampes est limité, malgré l'absence d'une bonne sélection qui en résulte, on préférera une moyenne fréquence plus élevée. Elle garantit l'élimination de la fréquence-image et autres sifflements mais exige un filtre de bande particulièrement sélectif pour l'amplificateur à moyenne fréquence.

Le montage est donc construit autrement en corrélation avec la moyenne fréquence utilisée. Une modification du schéma peut encore être imposée par la manière dont l'interférence et le mixage ont lieu.

La méthode d'interférence pour la réception d'émetteurs télégraphiques à ondes entretenues avec une oscillation auxiliaire produite dans le récepteur est bien connue. Le couplage à réaction est fortement établi et l'on entend un ton de battement, qui est produit par l'oscillation de réaction et l'onde reçue. Pour la réception d'un émetteur modulé le phénomène est plus compliqué. La fig. 32a est la représentation schématique du schéma super que le major Armstrong réalisa avec un appareil à cadre en 1918 et qui fut employé dans la guerre mondiale. La

fréquence auxiliaire produite dans un oscillateur séparé était amenée inductivement d'un circuit oscillant sur quelques spires de couplage comprises dans le cadre. Ainsi, les oscillations reçues et auxiliaires viennent former, à la grille de la lampe d'entrée, connectée en détecteur par grille ou par anode, la moyenne fréquence modulée par la réception. Dans un schéma d'Armstrong plus récent (fig. 32b), nous trouvons déjà l'oscillateur inclus dans le poste. Le schéma recommandé par Lentze constitue une variante (fig. 32c). L'oscillateur est ici couplé capacitivement avec le milieu du cadre de réception exempt de tension; une

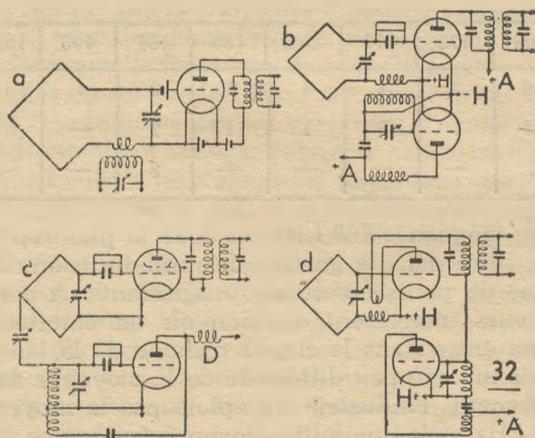


Fig. 32

détectrice par grille-écran sert ici de lampe de mixage. Dans le schéma « ultradyne » de Lacault (fig. 32d) la fréquence auxiliaire est d'abord amenée au circuit d'anode de la lampe d'entrée. Celle-ci ne reçoit pas de tension continue d'anode mais seulement la tension alternative d'interférence de la grille de l'oscillatrice. La fréquence de réception est envoyée à la grille de commande de la lampe d'entrée. Il passe donc, dans la lampe, un courant d'anode pulsé au rythme de l'oscillation auxi-

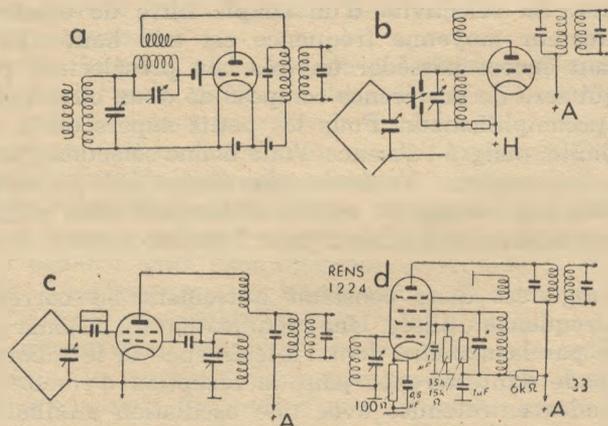


Fig. 33

liaire qui est commandée par l'oscillation de réception. L'amplification obtenue est faible par suite de l'absence de tension continue d'anode. Pour la réception d'ondes courtes, on ne peut pas, par ce procédé, employer de couplage à réaction.

Houck essaya déjà d'économiser la lampe spéciale d'oscillation en confiant ce rôle à la détectrice (fig. 33a). Par suite de l'influence mutuelle des circuits, il construisit l'oscillateur pour de très grandes ondes de sorte que la deuxième harmonique produise la moyenne fréquence avec l'onde reçue. Le schéma tropadyné fut aussi très populaire (fig. 33b) ; les deux circuits étaient découplés par le schéma en pont ; les oscillations étaient produites dans la lampe qui remplissait aussi les fonctions de détectrice. L'apparition de la lampe à grille de charge spatiale conduisit au schéma à mixage par bigrille (fig. 33c). Ici, le circuit d'entrée est relié à la deuxième grille et le circuit d'oscillation à la première. L'oscillation auxiliaire est produite par une bobine de réaction. La faible amplification de la bigrille et la trop grande capacité de couplage entre les deux grilles occasionnaient des variations de fréquence ou, parfois, l'arrêt brusque de l'oscillateur. Ce fut une des causes du développement de l'hexode de mixage. Nous en donnons le schéma dans la fig. 33d. Les trois premières électrodes (cathode, grille de commande et première grille-écran) forment un ensemble pour l'amplification de la haute fréquence. Les autres électrodes forment une bigrille ; les grilles 3 et 4 sont chargées de la production de la fréquence auxiliaire. La réaction de la fréquence reçue sur la fréquence auxiliaire rendit nécessaire l'emploi de grilles supplémentaires qui permettaient une compensation du fading. Parmi les nouvelles lampes les plus remarquables furent les triodes-hexodes et les octodes. Les deux types de lampes sont réglables, produisent l'oscillation auxiliaire et fonction-

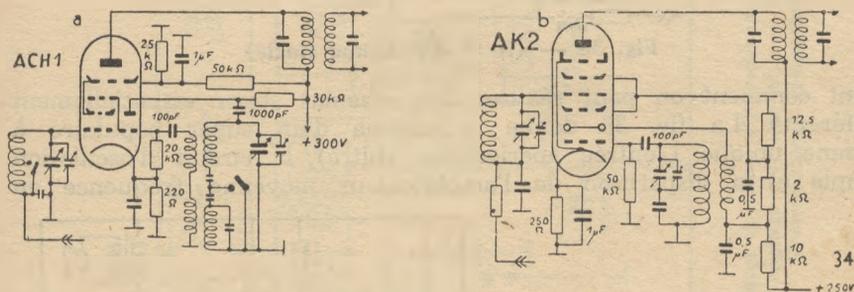


Fig. 34

nent donc comme lampes de mixage (1). La triode-hexode peut surtout être recommandée pour la réception des ondes courtes, elle n'exige qu'une faible tension de réglage. Elle contient deux systèmes de lampes séparés avec une cathode commune (fig. 34a). Dans l'octode, les grilles sont à la même distance autour de la cathode ; on peut diviser les électrodes en deux groupes dont le premier forme un système triode et le second un système pentode qui sont couplés par un courant électronique commun (fig. 34b).

L'amplificateur à moyenne fréquence n'est rien d'autre, comme nous l'avons déjà démontré, qu'un amplificateur à haute fréquence. Il est muni d'un filtre de bande. Les autres étages amplificateurs d'un super ne présentent aucune différence de principe avec ceux d'un récepteur à amplification directe. Néanmoins, il reste naturellement encore différentes possibilités pour la réalisation du schéma. La fig. 35 montre comment on peut employer l'étage moyenne fréquence simultanément comme amplificateur à basse fréquence. La lampe réflex livre la moyenne fréquence amplifiée à travers un transformateur moyenne fréquence à la diode. La basse fréquence obtenue se rend, à travers un

(1) Changeuse de fréquence.

filtre moyenne fréquence. (bobine de choc D), un condensateur et une résistance de réglage, ce qui permet de régler la puissance de son, vers la lampe réflex. La basse fréquence amplifiée se dirige vers l'étage de sortie à travers une résistance d'arrêt pour moyenne fréquence et un condensateur de couplage. La tension de réglage est envoyée à la lampe de mixage à travers une résistance. Les figures 36 et 37 mon-

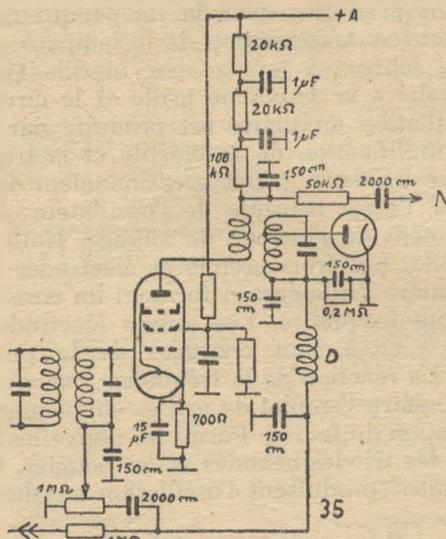


Fig. 35 — (N = vers lampe finale)

trient comment on peut réaliser des schémas super essentiellement différents. La fig. 36 donne le schéma d'un super populaire à gamme unique. L'entrée apériodique (filtre), le circuit d'oscillation simple et la disparition de l'amplificateur moyenne fréquence en

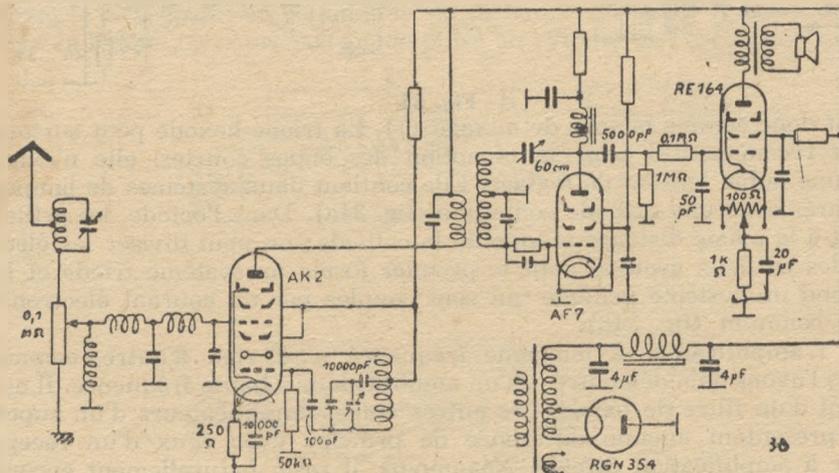


Fig. 36

rendent l'exécution très économique. La lampe économique RES 164 peut, lorsque la combinaison d'alimentation est dimensionnée assez largement, être remplacée par une lampe finale AL4. Le schéma à quatre lampes de la fig. 37 a un bien meilleur rendement. Il

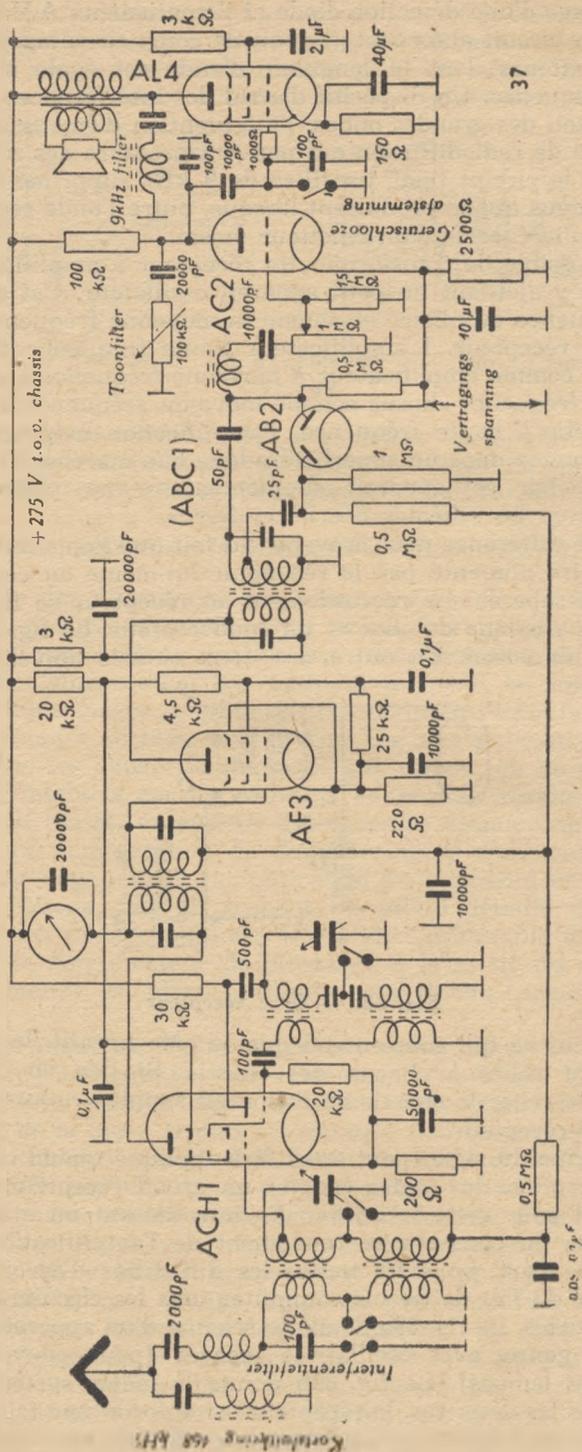


Fig. 37

Interferentiefilter = filtre d'interference. — Kortsluiting = circuit absorbant.
 Toonfilter = réglage de tonalité. — Vertragsspanning = tension VCA. —
 Geruischlooze afstemming = réglage silencieux

y est fait usage d'une détection diode et il contient un A.V.C. A l'entrée se trouve un circuit absorbant (circuit de court-circuitage) pour éliminer les émetteurs dont la longueur d'onde est égale à celle de la moyenne fréquence. Un dispositif d'arrêt des interférences prévoit, lors de la réception des grandes ondes, l'intervention d'émetteurs en dehors de la gamme de radiodiffusion qui peuvent produire des sons d'interférence. Dans le circuit final, un filtre de 9 kHz supprime les tons perturbateurs aigus qui se produisent lorsque, outre l'onde reçue, on capte encore quelque énergie d'un émetteur voisin.

Il est possible de transformer un récepteur à amplification directe en super en y ajoutant un petit appareil oscillateur. Cet appareil produit la fréquence auxiliaire et amène la moyenne fréquence au circuit d'entrée du récepteur. L'amplificateur haute fréquence généralement présent agit comme amplificateur à moyenne fréquence après avoir été réglé sur la fréquence choisie comme moyenne fréquence. S'il n'y a pas d'amplificateur à haute fréquence, l'amplification moyenne fréquence manquera comme dans un superhétérodyne bon marché. En ce qui concerne le schéma, cet appareil supplémentaire ne présente aucune différence avec les schémas décrits ci-dessus.

La seule différence peut provenir du fait que l'appareil supplémentaire peut être alimenté par le récepteur lui-même ou comporter une alimentation séparée. Le raccordement au récepteur se fera de préférence par une bobine de choc et un condensateur. La fig. 38 représente cette combinaison. En outre, les deux châssis doivent être reliés

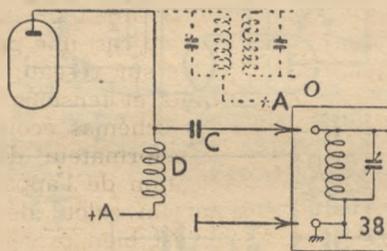


Fig. 38. — O = récepteur

électriquement ce qui sous-entend que le pôle négatif, les cathodes et la terre sont reliés à chacun des châssis. Si l'on en doute, il est préférable de relier le châssis de l'appareil supplémentaire à la douille de terre du récepteur.

Le principe du super peut aussi être appliqué quand on veut adapter à la réception des ondes courtes un grand récepteur qui n'a pas été construit pour cette réception. En introduisant un étage de mixage à l'entrée, on conserve le rendement de l'amplification du récepteur ; d'autre part, on évite toutes les difficultés d'accord qui pourraient surgir du fait de devoir commuter tous les circuits accordés sur les ondes courtes. La fig. 39a donne le schéma d'un appareil supplémentaire de ce genre, avec oscillatrice séparée (pour pouvoir employer les anciennes lampes). La fig. 39b donne le même système avec une hexode. Dans les deux cas, le récepteur est accordé une fois pour toutes sur la moyenne fréquence. Le circuit de mixage est accordé sur le poste à recevoir. Pour simplifier la manœuvre, l'entrée de la lampe de mixage est aperiodique.

Au lieu du circuit d'accord on insère une résistance ohmique (fig. 39a) ou une bobine de choc (fig. 39b) entre l'antenne et la grille d'une part, entre la terre et le chassis d'autre part. De même, on peut encore employer des ensembles oscillateur et changeurs de fréquence dans

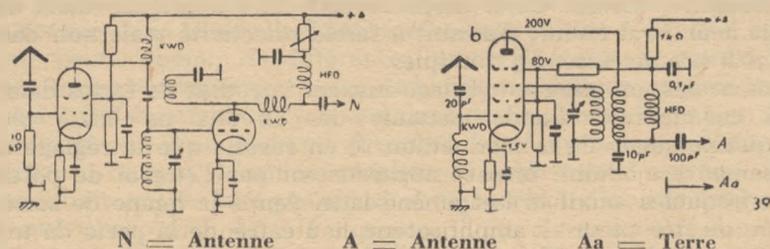


Fig. 39

des appareils préconnectés. On n'emploiera la double interférence (super avec appareil préconnecté) que si le super ne contient pas de gamme d'ondes courtes et ne peut pas être transformé.

Le réglage de la puissance (volume-control)

Par suite des différences de puissance émise et de distance entre émetteur et récepteur, l'onde reçue arrive à l'antenne avec plus ou moins de puissance. Il en résulte une réception plus ou moins forte. Dans le cas d'alimentation par batterie, on peut, en introduisant ou retirant certains étages amplificateurs, modifier l'amplification du récepteur de façon à obtenir, dans chaque cas, une puissance de son convenable. Dans les appareils alimentés sur réseau, on ne peut pas employer cette méthode car les courants et tensions réagissent trop l'un sur l'autre. Il existe, en réalité, des schémas économisant le courant, basés sur une commutation du transformateur d'alimentation et qui diminuent ou augmentent l'amplification de l'appareil en agissant sur la tension d'anode mais ils exigent un calcul détaillé des différents étages dans les deux conditions. Il est bien préférable d'adjoindre au poste un petit amplificateur de puissance à la sortie du récepteur; la puissance obtenue est alors suffisante pour divers usages (danse, jardin, salle).

Une réception trop faible exige une préamplification à haute fréquence. Avec l'alimentation sur réseau, on n'aura que le choix entre deux récepteurs, plus ou moins sensibles. Cette méthode a l'avantage de résoudre de la façon la plus économique non seulement le problème de la puissance, mais aussi celui de la sélectivité et de la qualité.

Il ne suffit cependant pas de s'accorder sur tel ou tel émetteur, car alors la puissance de sortie est très différente d'un cas à l'autre. L'amateur de musique veut entendre convenablement, non seulement les « forte » mais aussi les « pianissimo ». En outre, il y a des limites au rendement des lampes; chaque lampe ne peut amplifier sans déformation qu'une tension alternative de grille limitée. Il est donc nécessaire de prévoir un réglage de la puissance, qui, peut-être, ne pourra travailler qu'entre des limites étroites, mais qui devra permettre un réglage convenable. On peut y arriver de différentes manières.

Avec un bon réglage de puissance, il doit être possible de faire tomber la puissance à zéro.

La plus ancienne méthode de réglage de puissance est le couplage

à réaction. Comme il désamortit le circuit d'accord, il en rend la courbe de résonance plus aigue ce qui désavantage les sons aigus. Le couplage à réaction n'est donc utilisable dans une certaine limite que pour augmenter la puissance. La réception diminue aussi lorsque l'on tourne un peu le bouton d'accord. Cette méthode peut être appliquée dans des appareils à un seul circuit d'accord à faible sélectivité mais non dans les postes à circuits accordés multiples.

Dans ce cas, en effet, un réglage inexact introduit de fortes déformations car l'étroite bande passante des circuits ne laisse plus passer qu'une partie de la modulation. Il en résulte que le réglage de la puissance sera réalisé plus convenablement par l'emploi de potentiomètre réglables avant la lampe de sortie. Après la lampe de sortie, un potentiomètre ne serait pas économique à cause de la perte de tension qui en résulterait. Un régulateur de puissance avant la lampe de sortie nous fournit le moyen d'éviter l'application à la grille de cette lampe d'une tension alternative trop élevée. Dans le couplage par transformateur, un potentiomètre en parallèle sur le secondaire (fig. 40a) n'est pas sans influence sur la reproduction ; un potentiomètre double (fig. 40b) est préférable. Un potentiomètre couplé capacitivement à l'enroulement primaire (fig. 40c) évite l'influence du courant d'anode

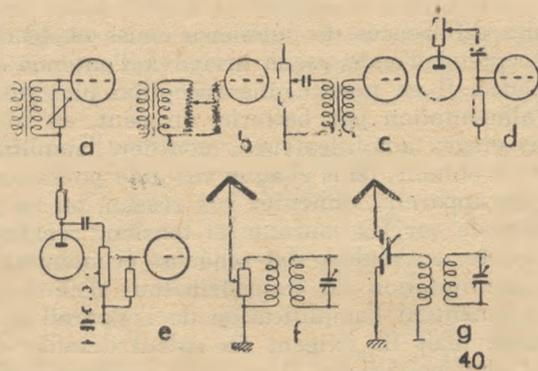


Fig. 40

magnétisant le noyau de fer et assure une bonne reproduction. Dans le couplage à résistance, on peut utiliser comme potentiomètre la résistance d'anode (fig. 40d) ou intercaler un potentiomètre spécial (fig. 40e) en parallèle sur la résistance de grille. Dans ce cas, il faut maintenir une résistance de grille à part pour éviter que, par suite d'une rupture accidentelle dans le potentiomètre, la tension de polarisation vienne à manquer. Un régulateur de puissance logarithmique ne donne pas encore un réglage exact car notre oreille est moins sensible aux sons graves pour une faible puissance de son.

Dans les régulateurs de puissance modernes, il est prévu une prise au 1/3 de la gamme de puissance environ, pour y relier un élément compensateur ($15\text{ k}\Omega + 30.000\text{ pF}$ en série et reliés au châssis comme l'indique en pointillé la fig. 40e). La fig. 37 représente un potentiomètre entre le détecteur (diode) et la grille de commande du système triode. Dans la fig. 35, on voit un potentiomètre entre la diode et le côté grille du filtre de bande de moyenne fréquence de la lampe réflex. Ce schéma est particulièrement exempt de bruit de fond car il ne passe pas de courant continu dans le potentiomètre.

Dans les méthodes ci-dessus, on règle l'amplification basse fréquence mais on n'évite pas les conséquences d'une surtension de grille dans les étages précédents. Pour celà, il faut encore un réglage dans les premiers étages ou même à l'entrée du récepteur. Le réglage de la puissance dans le circuit d'antenne respectivement à l'entrée du récepteur peut s'obtenir de différentes manières. Ainsi, le circuit-bouchon bien connu constitue un moyen de n'utiliser l'énergie surabondante provenant des émetteurs locaux que dans des limites convenables. La puissance de son d'un appareil dépendra aussi du fait que l'antenne est accordée ou non. L'ancien couplage réglable avec le circuit de grille produisait, outre une augmentation de la sélectivité, une diminution de la puissance.

Avec le couplage fixe actuellement employé, l'emploi d'un potentiomètre (par exemple de 10 l.Ω) en parallèle sur la bobine d'antenne constitue un moyen simple de régler la puissance (fig. 40f). On obtient un amortissement plus faible en faisant varier le couplage au moyen d'un condensateur différentiel qui travaille comme un potentiomètre capacitif (fig. 40g). La capacité entre le rotor et la terre doit cependant rester constante. S'il existe un circuit-bouchon dans la liaison d'antenne, la capacité entre antenne et terre doit aussi rester inchangée sinon, après chaque réglage de la puissance, il faudrait régler le circuit-bouchon. Ces exigences ne sont réalisées que par des condensateurs différentiels spéciaux.

La diminution de l'amplification H.F. par variation de la polarisation de grille primitivement employée fut rapidement abandonnée pour être reprise récemment lors de l'apparition des lampes à pente variable. Dans ces lampes, l'amplification diminue progressivement lorsque la polarisation augmente. Il était donc possible de régler la puissance en variant la polarisation. Comme le courant diminuait fortement pour réduire le son à zéro, il fallait de fortes résistances. Avec les nouvelles lampes de réglage, le courant du potentiomètre de grille-écran fut envoyé à travers la résistance de cathode (fig. 25).

Avec ces perfectionnements, le rendement du récepteur peut être adapté pour des impulsions faibles, aussi bien que pour de fortes réceptions. Comme le réglage se fait à la main, seules les fortes variations qui durent un certain temps peuvent être éliminées. Une compensation des variations rapides n'est pas possible avec un réglage manuel. Malheureusement, ce sont précisément celles-ci qui amènent des perturbations dans la réception de postes lointaines. Elles proviennent de ce que, pendant le jour, c'est l'onde terrestre (directe) et, à la tombée de la nuit l'onde de l'espace (réfléchie) qui détermine la puissance de réception.

Les deux ondes présentent souvent une différence de phase qui a pour effet d'annuler plus ou moins complètement leur action ; c'est le phénomène du fading. Pour éliminer le fading, il faut : 1) une installation de réglage automatique ; 2) une forte réserve d'amplification. Il est, par conséquent, impossible d'obtenir une compensation du fading dans un ancien poste. Avec le haut rendement des lampes modernes, cette compensation est beaucoup plus facile à réaliser.

Pour celà, nous disposons comme lampe de réglage du type à pente variable (variable μ). Bien que la gamme de réglage soit assez étendue, il n'est pas possible d'éliminer complètement le poste local si l'on veut rendre audibles les postes les plus faibles. Il faudra donc employer ici

un circuit-bouchon pour diminuer la puissance de réception du poste local afin de pouvoir utiliser toute la gamme de réglage pour la réception des émetteurs lointains. Il nous faut donc une tension qui influence la polarisation de la grille de la lampe de réglage suivant les variations de l'intensité de réception. Cette tension de réglage est livrée par le détecteur. Nous avons représenté fig. 41 un schéma de ce genre. L'anode du détecteur par anode est reliée par un potentiomètre sur lequel est branchée la prise de tension de réglage qui est envoyée au circuit de grille de la lampe de réglage à travers une résistance. Malheureusement la moitié de la tension d'anode arrive aussi à la grille de sorte que nous sommes obligés de rendre la cathode plus positive pour assurer à la grille une tension négative. Cette tension compensatrice est prise sur un potentiomètre qui sert à réaliser la tension de grille-écran. La polarisation négative de grille est prise assez petite pour obtenir la plus forte amplification. Par suite de la forte différence de potentiel entre le filament et la cathode, il peut se produire un bruit de bouillon-

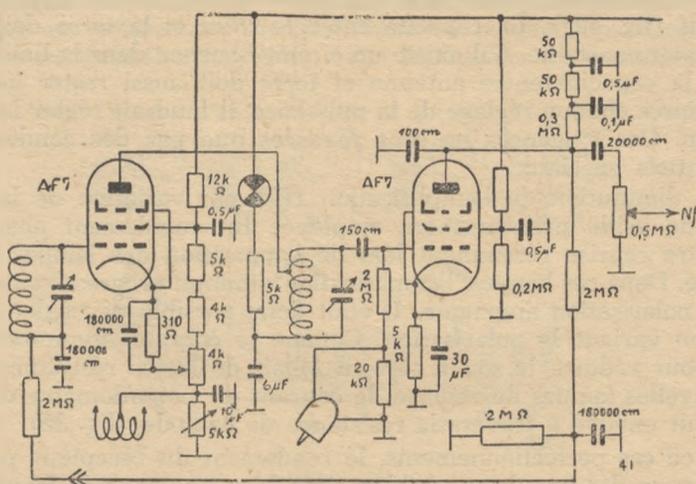


Fig. 41

nement ; pour l'éviter, la prise médiane de l'enroulement de chauffage du filament ne sera pas reliée au chassis mais au potentiomètre.

Lors de la réception d'un émetteur puissant, le courant d'anode du détecteur augmente. Il en résulte une augmentation de la chute de tension dans les résistances d'anode tandis que la résistance interne de la lampe diminue. Par suite de la mise en série de la résistance d'anode et de la résistance interne de la lampe, la tension agissant sur l'anode diminue. La tension correspondante envoyée à la grille de la lampe de réglage diminue aussi de ce fait. Comme la tension compensatrice reste inchangée, la différence entre ces deux tensions augmente et la polarisation active de la grille s'accroît. Il en résulte une diminution de l'amplification de la lampe de réglage. Les tensions de réglage ainsi obtenues sont très faibles et ne suffisent pas à commander une lampe à pente variable. On emploie pour cela la pentode AF7 qui est très sensible aux variations de la tension de grille. Le principe sur lequel repose l'obtention d'une tension de réglage par la différence entre une tension de détection variable et une tension compensatrice fixe peut

aussi s'appliquer à une détectrice par grille ; ici, il faut cependant tenir compte de ce que le courant d'anode diminue lorsque la puissance de son augmente. Par conséquent, nous devons relier la cathode (et non la grille) de la lampe de réglage à l'anode de la détectrice par grille, et donner à la grille de la lampe de réglage une polarisation négative suffisante pour éviter la production de courants de grille. Pendant la réception, la tension d'anode de la détectrice augmente, la cathode devient plus positive, la différence de potentiel entre cathode et grille augmente et a pour conséquence une augmentation de la polarisation négative active de la grille et par suite une diminution de l'amplification.

La nécessité de la présence de la tension compensatrice rend plus difficile la réalisation du schéma. La possibilité d'une réaction impose certaines précautions. L'emploi généralisé de la détection diode présente à ce sujet de nouvelles possibilités. Par l'emploi de double diodes, il est possible de réaliser séparément les fonctions de détection et de compensation par un système diode à part. Dans la fig. 42, nous donnons un schéma de super avec contrôle automatique de volume. La lampe à moyenne fréquence VI amène l'oscillation amplifiée à la détectrice diode par le filtre de bande L2/C2—L3/C3. R1 est une résistance de charge C4 un condensateur de filtrage. La basse fréquence obtenue est envoyée à travers C5 à un régulateur de volume de résistance élevée (à caractéristique logarithmique), R3 protège la lampe finale contre le cas de

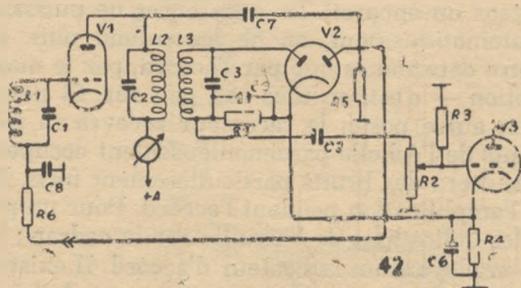


Fig. 42

rupture de R2. Le second système diode reçoit l'énergie nécessaire à la compensation du circuit oscillant L2/C2 par le condensateur C7. Par le fait que les anodes de la diode sont reliées aux deux circuits du filtre de bande, le couplage de ce filtre varie et par conséquent aussi la bande passante, à cause de la capacité mutuelle des éléments diode. La duodiode AB1 à faible capacité remplacera donc avantageusement l'AB2 plus récente.

La tension de réglage produite aux bornes de la résistance de charge R5 est amenée à la grille de la lampe de réglage à travers le système de découplage R6/C8. Ce système de découplage a pour but d'empêcher l'entrée des variations à basse fréquence du courant de diode à la grille de la lampe de réglage. Ceci est nécessaire sinon la dynamique de la musique en serait amortie. L'action d'arrêt de R6/C8 dépend des éléments employés. En multipliant la capacité en μF par la résistance en $\text{M}\Omega$ on obtient ce qu'on appelle la constante de temps. Dans un circuit d'arrêt, ce nombre doit être assez grand pour rendre inactive même la plus lente des fréquences à éliminer; on compte généralement sur une constante de temps de 0,1 à 0,2 secondes. On prendra

par exemple, pour obtenir 0,2 secondes, $1 M\Omega$ et $0,2 \mu F$ ou $2 M\Omega$ et $0,1 \mu F$.

Par le fait de ce circuit de découplage, la grille de la lampe de réglage reçoit une tension de réglage qui ne varie pas avec la puissance de la modulation mais avec de l'onde porteuse reçue. Sous cette influence, l'amplification de la lampe est directement contrôlée par la réception. Il est cependant important de pouvoir utiliser toute l'amplification pour la réception de faibles émetteurs. Il suffit que le réglage intervienne plus tard, c'est-à-dire avec une certaine inertie. Pour cela, on applique à la cathode de la diode une polarisation négative fixe qui est prise à la résistance de cathode R4 de la lampe finale V3.

Dans la figure 35, on n'emploie qu'un élément de diode qui actionne la lampe réflex et règle l'octode. La fig. 30 contient un A.V.C. très intéressant. La tension destinée au réglage prise au transformateur de haute fréquence est fournie à la lampe finale à travers le condensateur C5. La tension fortement amplifiée arrive au second élément diode par un second transformateur H.F. et le condensateur C6. Il se produit une chute de tension dans la résistance R5. La tension de réglage est ici particulièrement active car la lampe utilisée fonctionne à la fois comme amplificatrice haute et basse fréquence; en outre, la tension de réglage est aussi forte que dans les grands récepteurs par suite de la double amplification qui précède.

Lorsque, dans un appareil, les différences de puissance de son sont compensées automatiquement, on ne les entend plus. Les défauts ne peuvent plus être déterminés que par l'accord, par le manque de pureté de la reproduction — c'est, en tous cas, peu sûr. Si nous voulons nous accorder sur un autre poste, le récepteur recevra sa pleine amplification sur les points de l'échelle parcimonieusement occupés par des émetteurs d'où il résultera des bruits particulièrement forts. Pour les éviter, on déconnecte l'amplification pendant l'accord. Pour un premier réglage, on se servira des indications de l'aiguille sur le cadran; le réglage final s'obtiendra en employant un indicateur d'accord. Il existe plusieurs modèles de ce genre d'indicateurs; ils reposent tous sur le fait que le courant d'anode de la (ou des) lampes réglées diminue lorsque l'énergie entrante augmente. Les indicateurs à aiguille sont généralement construits avec aimant tournant qui coûte moins cher qu'un cadran tournant. L'amortissement en est très fort, il en résulte que les instruments travaillent très lentement. Ils n'indiquent donc pas de courtes variations de courant ce qui pourrait conduire à des conclusions erronées. La résistance de l'enroulement de l'indicateur produit souvent une chute de tension dont il faut tenir compte lors du calcul de la résistance d'anode. A cause de son effet de bobine de choc, l'instrument sera connecté immédiatement après un organe du couplage dans le circuit d'anode, où se trouve généralement un condensateur relié à la terre; sinon, l'instrument devra avoir un condensateur en parallèle. Son insertion dans le circuit d'anode ne peut avoir lieu que s'il présente une faible résistance.

Les instruments appelés ombrographes sont des instruments à fer doux qui ne possèdent pas d'aiguille mais une sorte d'écran où se produit une ombre. Une petite plaque de métal se trouve dans le rayon d'une petite lampe à incandescence; sous l'influence du courant, la plaque tourne et intercepte plus ou moins la lumière. L'ombre est grande pour les émetteurs faibles et petite pour les émetteurs puissants. On obtient le même effet optique avec les lampes à gaz. La lampe

d'accord et de résonance spécialement construite dans ce but contient une cathode, une anode et une anode auxiliaire. L'alimentation de cette lampe exige un montage particulier (fig. 43a et b). La résistance R1 produit une chute de tension qui varie sous l'action des variations de courant d'anode et que l'on envoie par R2 à l'anode de la lampe indicatrice où elle produit des luminosités plus ou moins grandes de la cathode. Celle-ci est, ou bien mise à la terre ou bien reliée à un potentiomètre R4 ; la lampe doit briller faiblement. La polarisation est amenée par R3 à l'anode auxiliaire pour éviter l'extinction complète. C'est dans ces conditions que la lampe est le plus sensible. La résistance R3 est une résistance de protection. Elle peut être supprimée si les résistances R1 et R4 sont assez fortes pour empêcher une surcharge de la lampe. Le condensateur C empêche la haute fréquence de traverser la lampe. Les indicateurs à lampes à décharge sont peu coûteux, leur fonctionnement est économique et ils peuvent être employés partout. Certains cadrans contiennent même une « fenêtre » pour ce genre d'indicateur. Un dispositif plus récent d'indication visuelle de l'accord est l'œil magique, indicateur d'accord avec un petit tube de Braun à rayon catho-

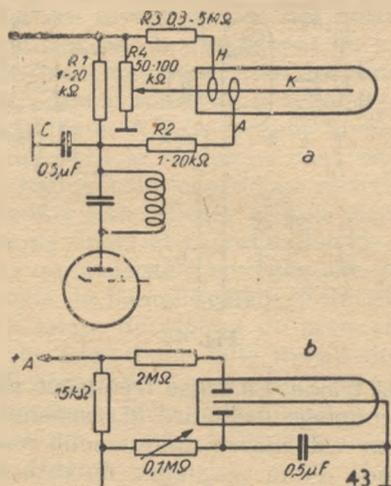


Fig. 43

dique. L'écran en forme d'entonnoir est illuminé en vert pendant le fonctionnement du système. La tache lumineuse s'élargit en forme d'éventail lorsque la tension entrante augmente jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une ou deux petites ombres.

Sur chaque demi-cercle de l'écran on peut obtenir un angle de 0 à 170° lorsque la grille de l'indicateur reçoit une tension de -7,5 resp. -5,5 Volts à +3 V pour 250 resp. 220 Volts de tension de l'écran. Du fait que cette lampe contient encore un système triode qui permet l'amplification basse fréquence, nous obtenons, pour ainsi dire, l'indication en surplus (les données ci-dessus et ci-dessous se rapportent aux types de lampes AM2 et C/EM2). La lampe indicatrice EFM11 correspondant aux lampes métalliques contient une pentode à basse fréquence et présente des propriétés et des données de fonctionnement quelque peu différentes.

Le montage de la lampe suivant la fig. 44a est simple, mais l'angle lumineux ne varie que de 95 à 150° car, à la grille de l'indi-

car il manque les tensions négatives qui permettent de faire tomber le courant électronique à zéro. On obtiendra un usage complet de l'angle lumineux avec le schéma de la fig. 44b. Ici, la lampe est doublement commandée. La tension de réglage est amenée à travers une cellule de découplage formée d'une résistance et d'un condensateur. Elle agit sur la grille de commande de la triode et influence son courant d'anode. Il en résulte une chute de tension variable dans sa résistance d'anode. La résistance d'anode est connectée dans une série de résistances sur laquelle est prise la tension de commande de la grille de l'indicateur. L'autre extrémité de la série de résistances est reliée en un point du schéma où nous utilisons une tension négative plus grande U , par exemple en-dessous de la partie redresseuse (alimentation). Un dispositif de découplage empêche l'intervention des restes de fréquence du réseau. Dans ce schéma, la lampe est uniquement employée comme indicateur. Il est plus économique d'employer le système triode comme amplificateur (fig. 44c). La basse fréquence prise à un potentiomètre

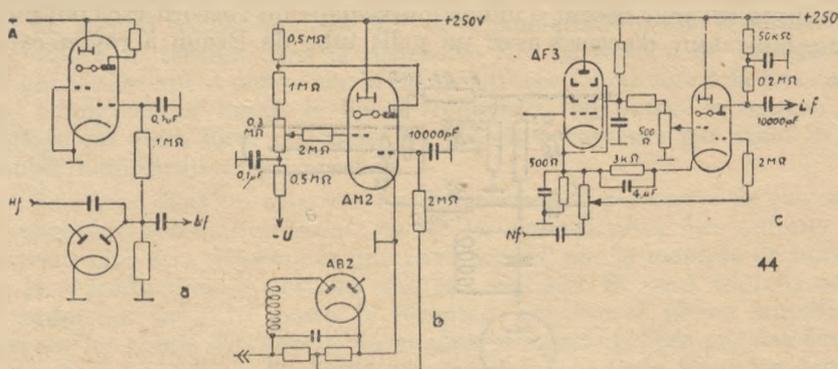


Fig. 44

attaque la grille de la triode. La basse fréquence amplifiée est envoyée de l'anode, par un couplage ordinaire à résistance à la lampe finale. Le système indicateur est encore uniquement commandé par la tension de grille. A l'aide d'une résistance de cathode, nous produirons une polarisation négative à la grille qui pourra alors être portée jusqu'à la zone positive par les oscillations de la tension de grille-écran d'une lampe de réglage, oscillations prises à un potentiomètre.

L'introduction d'un indicateur d'accord permet d'obtenir l'accord silencieux. Le but à atteindre est de faire disparaître complètement les différents bruits qui se produisent pendant le passage d'un émetteur à un autre et, en général pendant que l'on parcourt l'échelle du cadran. Ces perturbations se produisent surtout avec les postes munis d'un C.A.V. (1). Dans les appareils qui possèdent déjà une lampe à décharge comme indicateur d'accord, on peut facilement obtenir l'accord silencieux.

On emploie pour cela une lampe à décharge avec une sonde intérieure (petite électrode auxiliaire). Si la traînée lumineuse de la lampe atteint la sonde — ce qui est le cas lorsque l'on approche du point d'accord — la tension d'arrêt qui est envoyée à travers une résistance à la grille de la lampe est court-circuitée par l'espace lumineux, cathode-sonde. Il en résulte que la lampe sera débloquée; il n'y reste que la polarisation active provenant de la chute de tension dans la résis-

(1) Contrôle automatique de volume (puissance).

tance de cathode. La lampe recommence à fonctionner et le haut-parleur fonctionne. Pour que la sonde et la grille de la lampe ne deviennent pas positives, on connecte un redresseur « Sirutor » ou « Westector » en parallèle sur le circuit lumineux cathode-sonde. Dans les postes que l'on construit soi-même, il est plus simple de déconnecter la partie basse fréquence au moyen d'un interrupteur pendant l'accord. Lorsque les lampes sont alimentées sur réseau, il suffit, par exemple, de mettre la grille à la terre (fig. 37). On peut aussi fermer quelque peu le volume control, on entend alors faiblement les émetteurs les plus puissants et l'on peut contrôler leur programme.

La description des schémas de réglage de volume ne serait pas complète sans la description des régulateurs de contraste. On entend par là une augmentation artificielle des différences d'intensité de son d'une exécution musicale. On sait qu'aucun émetteur n'est à même de prendre entièrement les différences d'intensité d'un grand orchestre, par exemple, un limiteur d'amplitude doit d'abord les aplanir. Le régulateur de contraste dans le récepteur doit donc parer à cet état de choses. La difficulté réside en ce que les sons les plus faibles doivent encore être supérieurs au niveau moyen des perturbations tandis que les fortissimi sont limitées par le freinage de la lampe finale. Il est par conséquent impossible d'accroître l'effet dynamique du montage dans de petits appareils. En ce qui concerne le schéma, on peut comparer le régulateur de contraste à un A.V.C. en sens inverse qui travaille dans la partie basse fréquence. Si le récepteur n'est pas à même de supprimer complètement le fading, celui-ci est donc restreint aux grands récepteurs avec un anti-fading très efficace et aux récepteurs pour stations locales avec forte lampe finale et reproduction de la meilleure qualité. Il existe une méthode qui consiste à envoyer une partie de la fréquence audible prise à la sortie de l'amplificateur à une détectrice qui attaque ensuite la grille de la lampe de réglage du premier étage amplificateur à basse fréquence. Les frais d'une telle installation — détectrice spéciale, étage préamplificateur avec lampe régulatrice, étage final très puissant, haut-parleur approprié, forte consommation de courant, bloc d'alimentation plus compliqué — sont tellement considérables qu'ils ne valent pas l'avantage obtenu.

Dans un des récents appareils du commerce une lampe à filament métallique est connectée avec une résistance ohmique qui se trouve en série dans le circuit de cathode d'une diode-triode. Les extrémités de ce circuit sont reliées aux bornes du haut-parleur de sorte qu'une partie de l'énergie finale y passe continuellement. Pour de grandes puissances de son, le filament de la lampe devient plus chaud par ce courant de couplage et sa résistance augmente. De cette façon, le courant se ferme lui-même le chemin et le courant qui circule dans le haut-parleur devient plus fort. Pour des intensités sonores plus faibles, le filament refroidit, sa résistance diminue et le courant le traverse plus facilement ; il passe donc moins de courant dans le haut-parleur. Les différences de puissance de son sont donc ainsi renforcées. Cependant pour cela, il est nécessaire de constituer l'étage final par deux AL4 (en parallèle).

Une amplification des contrastes n'est évidemment nécessaire que lorsque l'émetteur emploie un limiteur d'amplitude. Cela ne se produit cependant que lorsque c'est nécessaire, c'est-à-dire lorsque la portée des différences d'intensité est telle que sans « compression », le poste émetteur serait surmodulé. Pour de nombreux cas (parole, chant, solo de

violon) celà ne se présente pas. Pour ce genre d'exécutions, le régulateur de contraste devra être déconnecté. Dans les disques, les exécutions d'orchestres sont souvent « comprimées » pour éviter que les sillons ne pénètrent les uns dans les autres. Il est à recommander d'éviter dans ce cas ce genre d'installation qui introduit facilement des déformations et de s'attacher plutôt à tous les autres moyens d'améliorer la reproduction.

L'augmentation de la sélectivité

Dans l'étude du système le plus simple de récepteur, le type à simple détection, nous avons appris à connaître la collaboration de la self-induction et de la capacité dans le circuit d'antenne ou dans un circuit oscillant. Le peu de sensibilité du détecteur à cristal ne fait intervenir l'accord que comme un moyen de régler le poste sur la réception maximum d'un émetteur local. Dans les postes à lampes, le choix des moyens d'accord est plus facile et leur action plus claire, d'autant plus importante que le récepteur est plus sensible. La rapide augmentation du nombre et de la puissance des émetteurs dans tous les pays a eu très tôt pour conséquence, une réglementation internationale par laquelle des longueurs d'onde déterminées ont été attribuées à chaque pays. En outre, on a été forcé de faire travailler le grand nombre d'émetteurs qui se trouvent dans la portée de réception possible, avec de petites différences de fréquence. Pour pouvoir examiner les difficultés qui en résultent pour l'accord, nous allons faire des expériences et des comparaisons. On sait que la lumière est une oscillation électromagnétique qui possède une longueur d'onde différente pour chaque couleur. Lorsque l'on envoie un rayon de soleil sur un prisme en cristal, les différents rayons colorés dont il est composé sont d'autant plus réfractés que leur longueur d'onde est plus grande. Nous voyons ainsi sur un écran où nous aurons projeté la lumière réfractée une image colorée dont le rouge (onde longue) se trouve à un bout et le violet (onde courte) à l'autre bout. De même, nous pouvons représenter la zone de réception comme une bande de longueurs d'onde d'émetteurs et nous devons y tenir compte de la nécessité de ménager entre les ondes porteuses des émetteurs, une certaine distance pour pouvoir y placer les bandes latérales produites par la modulation.

Les bandes latérales sont formées par le même principe que les ondes de mixage, par interférences. Si nous appelons f_s la fréquence de l'émetteur, et f_t la fréquence audible de modulation, nous obtiendrons comme bandes latérales $f_s + f_t$ et $f_s - f_t$. Avec un onde porteuse de 700 kHz, par exemple un son de 30 Hz formera les fréquences 700 030 et 699 970 Hz ; pour un son de 4500 Hz, on obtient les fréquences 704 500 et 695 500 Hz. Une convention internationale a fixé à 9 kHz la différence de fréquence des ondes porteuses de deux postes voisins ; trois postes voisins modulés par un son de 4500 Hz occuperaient donc tout l'espace leur réservé (fig. 45). Une reproduction fidèle exige cependant une modulation d'au moins 10.000 Hz. Il en résulte que la bande de fréquence d'un émetteur devrait être au moins le double de ce qu'on lui a attribué. En réalité, beaucoup d'émetteurs sont modulés à plus de 4500 Hz ; techniquement, il est pratiquement impossible de limiter strictement la bande de fréquence rayonnée par un puissant émetteur. Néanmoins, lorsqu'il se produit des perturbations relativement rares, elles sont dues surtout au fait que les bandes latérales contiennent des

fréquences étrangères continues. La bande de fréquence varie continuellement. En outre dans la répartition des longueurs d'onde, on a tenu compte de toutes les possibilités de façon que chaque émetteur soit entendu le plus faiblement possible dans la zone de réception d'un émetteur voisin.

Au moyen des dispositifs d'accord, on veut obtenir : 1° que l'onde porteuse et ses bandes latérales atteignent le récepteur aussi peu endommagées que possible et 2° que les ondes voisines se voient fermer complètement l'entrée du récepteur. Si ces conditions pouvaient être réalisées d'une façon idéale, la courbe de résonance devrait avoir la forme

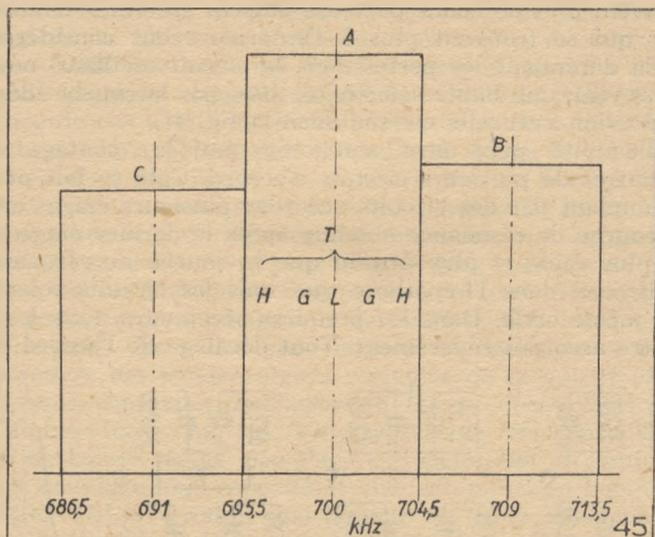


Fig. 45

T = ton. — H = aigu. — G = moyen. — L = bas

du rectangle A de la fig. 45. Ce but ne peut être atteint, avec des circuits d'accord réglables que difficilement et seulement par l'emploi de moyens encombrants. La courbe de résonance d'un récepteur à cristal est très large par suite du fort amortissement dû à toutes sortes de résistances et de pertes (fig. 46a). Lorsqu'on tourne le bouton de réglage, l'accord est changé, mais l'onde de l'émetteur reste encore partiellement dans la bande passante de la courbe et, par conséquent audible (fig. 46b). Si nous supposons que deux postes voisins soient en fonctionnement, nous entendrions, avec le réglage de la fig. 46c, les

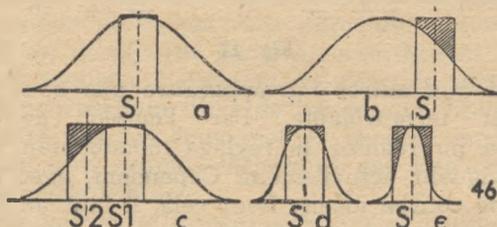


Fig. 46

deux émetteurs en même temps. On obtiendra une courbe de résonance plus étroite en diminuant l'amortissement dans le circuit oscillant. Avec un détecteur à cristal on ne peut y arriver que dans certaines limites par un couplage d'antenne assez lâche ou par l'emploi d'un cir-

cuit intermédiaire, avec bobines en fil de litze et couplage inductif du circuit de détection. Le manque de sensibilité du détecteur cristal rend ces mesures inopérantes. La situation est toute différente avec une lampe détectrice, surtout avec une détectrice par grille. Avec celle-ci, on peut facilement obtenir une courbe de résonance comme celle de la fig. 46d. Avec une bobine à noyau de fer, un condensateur à calite et un couplage à réaction, on peut même obtenir la courbe de la fig. 46e. Il suffit alors d'un faible déplacement de l'accord pour obtenir à volonté l'un ou l'autre des émetteurs seulement. Le récepteur est maintenant sélectif. Comme nous le voyons, par la même occasion, les sons graves qui se trouvent près de l'onde porteuse passent en entier tandis que les sons aigus qui se trouvent plus à l'extérieur sont considérablement affaiblis. En diminuant les pertes dans le circuit oscillant, nous atteignons, il est vrai, une haute sélectivité, mais pas la courbe idéale pour une reproduction naturelle comme dans la fig. 45.

La sélectivité peut être améliorée par le montage les uns après les autres de plusieurs circuits d'accord. Cela se fait principalement en couplant par des circuits accordés plusieurs étages amplificateurs. La courbe de résonance obtenue après le dernier étage est alors beaucoup plus raide et plus étroite que la courbe de résonance d'un seul circuit, ceci dans l'hypothèse que tous les circuits soient accordés sur la même onde. Dans les premiers récepteurs, tous les circuits devaient être accordés séparément. Tout décalage de l'accord d'un cir-

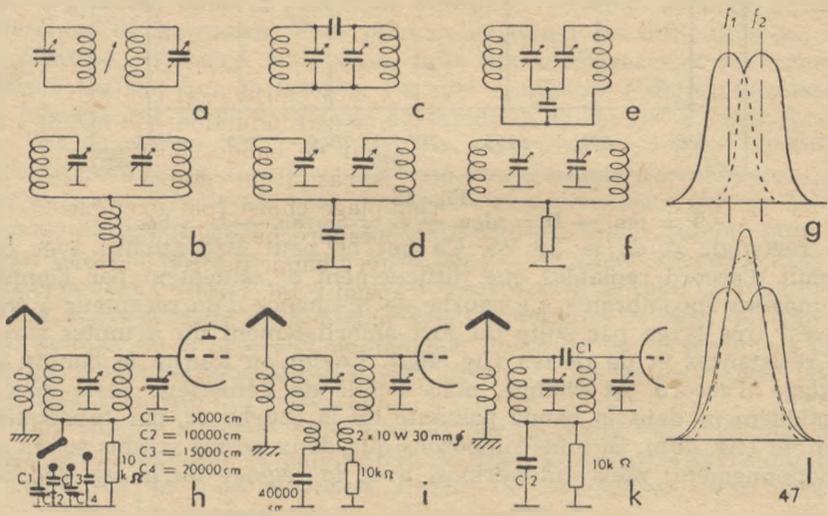


Fig. 47

cuit par rapport aux autres fait apparaître une nouvelle courbe ; la sélectivité était incontrôlable. Par l'emploi de condensateurs « midline » on a pu réaliser le réglage monobouton. Cette méthode est encore en vigueur actuellement. Cependant, avec ce procédé, on n'obtient pas une courbe idéale. Pour cela, il faut un filtre de bande. Celui-ci consiste généralement en deux circuits accordés couplés entre eux. En principe, on distingue le couplage inductif (fig. 47a et b), capacitif (fig. 47c, d et e) et galvanique (fig. 47f). Si les deux circuits sont accordés sur la même onde, le couplage ne produit pas, comme on pourrait le supposer, une courbe de résonance plus aiguë ; il se forme deux ondes de couplage f_1 et f_2 qui se placeront

d'autant plus loin l'une de l'autre que le couplage est plus serré. Avec un couplage plus lâche, on obtient des courbes comme celles de la fig. 47g qui se rapprochent déjà très près de la courbe idéale. Celle-ci peut être atteinte avec un filtre à quatre circuits, comme on en a vu dans une fabrication présentée dans le commerce depuis des années.

L'exécution d'un filtre de bande est encore relativement simple, tant qu'il ne s'agit que de le régler sur une onde fixe, par exemple un filtre de bande à moyenne fréquence. Cela devient plus difficile lorsque le filtre de bande doit maintenir sa courbe sur toute l'étendue de la zone de réception. La première exigence est que la variation de capacité des condensateurs se produise absolument de manière égale ; ce qu'on appelle la tolérance, c'est-à-dire les écarts de fabrication, doit être aussi faible que possible. Ensuite vient la question du couplage. L'action du couplage capacitif augmente lorsque la fréquence diminue. L'influence de ces variations est tellement sensible que lorsqu'on règle une courbe sur la largeur la plus favorable au milieu de la zone de réception, celle-ci n'est plus utilisable aux extrémités de la zone. Il en résulte que, si nous voulons conserver la même largeur de la bande de résonance sur toute la zone de réception, nous devons renforcer le couplage inductif pour les ondes plus longues (par exemple au moyen d'un variomètre ou en améliorant l'adaptation des enroulements). Pour un couplage capacitif, le condensateur de couplage doit avoir une capacité plus petite pour des ondes plus longues. Comme il n'est pas possible de se procurer des condensateurs réglables de la valeur exigée, nous devons nous contenter de l'insertion ou du découplage graduel de condensateurs fixes. La fig. 47h représente ce genre de schéma. Le filtre de bande réalisé par Page est préférable, il contient, comme organe de couplage, une capacité et une self-induction bobinée en deux parties (fig. 47i). Il produit une largeur de bande constante sur toute la zone de réception. Dans tous les cas, il ne doit pas exister de couplage accidentel en dehors du couplage choisi (par exemple un couplage inductif dû à un montage trop rapproché des bobines d'accord). La fig. 47k donne un autre montage avec bande de fréquence constante. Ici on emploie un double couplage capacitif. Le couplage C1 est d'autant plus serré que ce condensateur est plus grand et que la fréquence est plus haute ; le condensateur C2, au contraire, couple d'autant plus lâchement que sa capacité est plus grande et que la fréquence est plus haute. Par un dimensionnement adéquat de C1 et de C2, les influences des deux condensateurs se compensent.

Du fait qu'un filtre de bande est fortement sensible à une variation de couplage, il est facile à comprendre que son insertion dans un schéma de réception ne va pas sans influence mutuelle. En effet, un filtre de bande est désaccordé par son raccordement à l'antenne, à la lampe ou par le couplage à réaction. La réaction surtout, peut rendre asymétrique la courbe d'un filtre de bande, qui, isolément serait uniforme, c'est-à-dire que les deux moitiés seraient inégales. Pour cette raison, l'antenne sera couplée lâchement par une capacité avec une prise sur la première bobine.

Comme une courbe de résonance étroite et haute ne convient pas, un filtre de bande donnera une réception plus faible qu'un circuit raide. L'amplification des lampes modernes compense cependant largement cet inconvénient. Quand on essaye d'obtenir une plus grande puissance en diminuant l'amortissement, l'affaissement de la courbe devient plus profond et les sons graves sont désavantagés. Une égali-

sation de cet affaissement, par réintroduction de l'amortissement, n'est pas non plus la solution idéale. Pour éviter ce dilemme, on emploie quelque fois un circuit « aigu ». Si le filtre de bande est, par exemple à l'entrée du poste, et que le circuit accordé soit à la sortie de l'amplificateur haute fréquence, on obtient une courbe représentée en pointillé sur la fig. 47 l.

Examinons maintenant la question de la largeur à donner à la bande passante du filtre. Suivant le plan de répartition des longueurs d'ondes, elle devrait être de 9 kHz. Il peut cependant arriver qu'un émetteur ne travaille pas précisément sur la longueur d'onde exacte qui lui est attribuée. D'autre part, certains émetteurs ne sont pas seulement modulés jusqu'à 4500 Hz, mais parfois jusqu'à 6000 Hz. Dans ce cas, il peut se produire des perturbations par un recouvrement mutuel des bandes latérales dans la zone de modulation de l'onde voisine. Pour recevoir sans perturbations malgré cela, nous sommes obligés de descendre la largeur de bande de notre filtre jusqu'à 6000 Hz. D'autre part, il serait fâcheux de couper les sons aigus lorsque nous recevons une onde largement modulée. Avec une largeur de bande plus grande, nous pourrions obtenir la reproduction dans tout son éclat. C'est pourquoi il est toujours bon de prévoir une largeur de bande réglable. Nous décrirons plus loin un filtre de moyenne fréquence réglable entre 3,5 et 14 kHz.

Les variations de la largeur de bande obtenues uniquement par modification du couplage inductif ou capacitif, produisent un désaccord des circuits de filtre. Celui-ci trouble le fonctionnement du monobouton et exige des précautions spéciales compensatoires. En outre, le réglage de la largeur de bande ne doit pas produire d'inégalité dans la courbe de résonance ce qui produirait des déformations. Le problème du réglage symétrique de la largeur de bande n'a été jusqu'ici résolu que pour des filtres de bande moyenne fréquence.

Les récepteurs modernes sont de plus en plus munis de réglage par boutons-poussoirs. Pour cela, l'accord d'un poste doit être aussi simple que possible. Au début, les boutons n'étaient que des interrupteurs par lesquels une capacité déterminée (trimmer) était connectée en parallèle avec la bobine d'accord ce qui accordait le circuit oscillant sur l'onde désirée. Cette méthode souffrait des variations introduites par l'influence de la température sur la bobine et le condensateur, par le vieillissement de la bobine ou par un changement de la longueur d'onde des émetteurs ; pour des appareils à circuits multiples, cette méthode d'accord pouvait difficilement être appliquée. Actuellement, le bouton-poussoir est, il est vrai, encore employé comme interrupteur ; on accorde les bobines du circuit présélecteur et de l'oscillateur en même temps avec des noyaux de fer placés sur une tige commune. La méthode purement mécanique est encore plus simple ; dans celle-ci, le condensateur d'accord est tourné au moyen du bouton de réglage (rotatif) sur un segment denté ou contre une butée. Ce réglage peut être facilement modifié lorsqu'on le désire. Les condensateurs d'accord mûs électriquement fonctionnent de la même façon. Ici, cependant, il est impossible d'éviter une certaine déviation du réglage à moins d'employer un dispositif supplémentaire comme un accouplement à friction etc.

Dans un appareil moderne dont on désire la meilleure reproduction et la plus stricte sélectivité, un dispositif supplémentaire pour le réglage exact est indispensable. C'est surtout le cas pour les appareils accordés électriquement car un erreur d'accord de 1 à 2 kHz dans un

appareil sélectif occasionne déjà une déformation appréciable. On a déjà imaginé plusieurs schémas pour l'accord automatique qui, pour la plupart, fonctionnent d'après le principe suivant : une tension de réglage obtenue dans l'appareil est employée pour corriger la fréquence de l'oscillateur par une lampe connectée en parallèle sur l'oscillateur.

Pour obtenir la tension de réglage, on emploie des diodes. Dans la fig. 48a, A est le dernier filtre de bande avant le détecteur ; celui-ci est accordé sur la moyenne fréquence de la manière bien connue. Deux

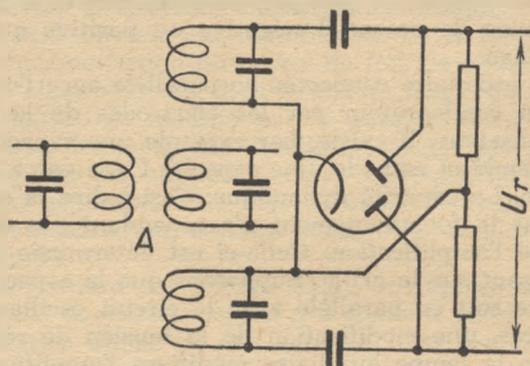


Fig. 48a

circuits supplémentaires sont couplés avec le circuit d'entrée ; le premier est accordé 4 kHz plus haut et l'autre 4 kHz plus bas. Au lieu du couplage inductif, on peut employer le couplage capacitif des deux circuits avec l'anode de la lampe moyenne fréquence. Chacun de ces deux circuits est connecté en parallèle avec une diode et une résistance de charge. Les deux circuits forment un schéma push-pull. Si le circuit de l'oscillateur est accordé exactement, la moyenne fréquence se trouve exactement dans la bande passante du filtre de bande ; les

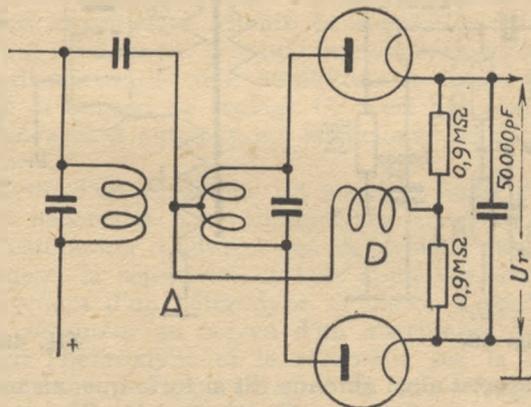


Fig. 48b

hautes fréquences qui se produisent dans les deux circuits sont de même amplitude et les tensions continues obtenues par la détection des diodes se détruisent mutuellement. Si l'accord n'est pas exact, il se produit deux tensions inégales du fait que la moyenne fréquence se trouve plus près du point de résonance de l'un des circuits. Il en résulte, après détection une différence de potentiel positive ou négative.

tive ; la tension de réglage U_r . Les difficultés qui accompagnent le réglage des deux circuits auxiliaires sont éliminées par le schéma simple de la fig. 48b. Le second circuit présente un couplage faiblement inductif avec le filtre de bande et, en même temps, un couplage capacitif avec l'anode de la lampe moyenne fréquence. Pour un accord exact, les deux circuits du filtre de bande sont en résonance ; les tensions à haute fréquence qui règnent sur les diodes sont égales, les tensions continues résultantes se détruisent mutuellement. Si l'oscillateur n'est pas exactement accordé, les circuits ne sont plus en résonance et le push-pull fournit une différence de potentiel négative ou positive qui constitue la tension de réglage.

Une lampe auxiliaire connectée en parallèle avec l'oscillateur peut agir comme un condensateur car les électrodes de la lampe constituent un condensateur. Il existe, par exemple une capacité $C_{g/k}$ entre grille de commande et cathode, une capacité $C_{g/a}$ entre grille de commande et anode. La capacité dynamique, c'est-à-dire la capacité qui se produit pendant le fonctionnement n'a cependant pas de valeur fixe mais dépend de l'amplification. Celle-ci est déterminée par la tension de réglage agissant sur la grille. Supposons que la capacité $C_{g/k}$ de la lampe auxiliaire soit en parallèle avec le circuit oscillant de l'oscillateur, dans ce cas, une modification de la tension de réglage agissant sur la grille de la lampe auxiliaire modifiera l'amplification, donc la capacité agissante $C_{g/k}$ et par suite l'accord du circuit oscillant. La

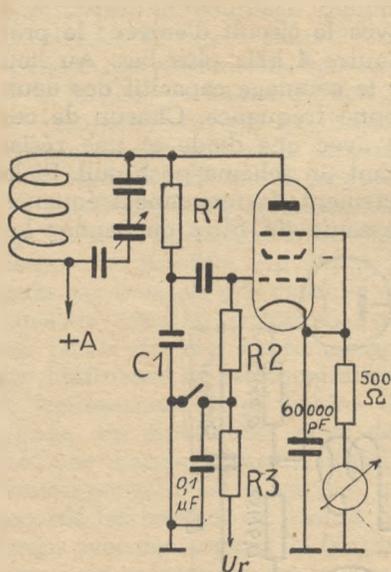


Fig. 48c

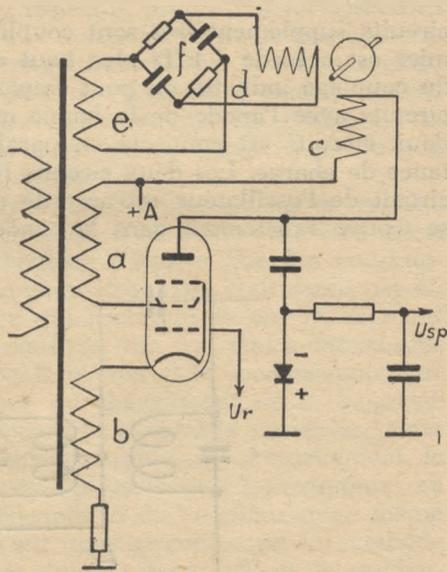


Fig. 48d

modification d'accord ainsi obtenue est si forte que, en tournant le bouton d'accord vers un autre poste très voisin, l'émetteur reçu reste entraîné. Si l'on veut recevoir, sans perturbation les deux émetteurs dont les fréquences ne diffèrent que de 9 kHz, il faudra limiter le réglage à 4500 Hz. Dans les appareils du commerce, on fait, pour cette raison, travailler la lampe auxiliaire de préférence comme self-induction (fig. 48c). L'anode de la lampe auxiliaire (généralement AF7) est reliée au circuit oscillant de l'oscillateur. La tension atteint la grille de la lampe par le potentiomètre R1/C1 avec un déphasage de $+90^\circ$.

Le déphasage existant entre la tension de grille et le courant alternatif d'anode étant de 180° , on obtient un déphasage total de $+270^\circ$ (ou -90°). Ceci correspond à l'effet d'une self-induction. Le point de travail de la pentode se trouve au milieu de la pente utilisable. Avec une polarisation positive, par exemple la pente deviendra plus raide, la self-induction plus petite, la fréquence plus haute. La variation est alors limitée par les valeurs de R_1 , C_1 et la pente. Les résistances R_2/R_3 forment circuit d'arrêt pour la haute fréquence. L'interrupteur sert à déconnecter le dispositif d'accord automatique.

On peut aussi obtenir une modification de la fréquence de l'oscillateur par prémagnétisation du noyau de fer. Ce noyau est placé entre les pôles d'un électro-aimant dont le champ magnétique est formé par un courant continu et modifié par le courant d'anode de la lampe auxiliaire. Toutes les méthodes décrites ci-dessus présentent le défaut de ne pas réajuster les circuits d'entrée éventuellement mal réglés et par conséquent générateurs de déformations. On peut cependant compenser ce défaut dans une certaine mesure en employant une grande largeur de bande.

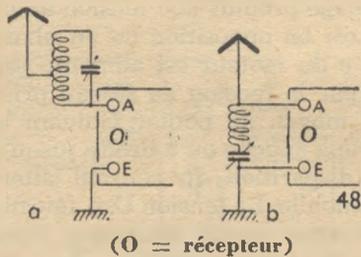
Alors que l'accord par moteur exige un réglage automatique très précis, la fig. 48d donne un dispositif qui combine les deux fonctions. Le moteur à induction utilisé est peu coûteux. Il ne faut que deux bobines de champ et un disque d'aluminium comme rotor; il est directement alimenté par la lampe de commande. La tension du réseau à 50 Hz de l'enroulement a modulé le courant d'anode de la lampe. La tension opposée de l'enroulement d supprime la modulation lorsque la tension de réglage est nulle.

Toute autre valeur de la tension de réglage produit une tension alternative qui, en ce qui concerne la phase, est en opposition ou en phase avec la tension du réseau. L'enroulement c du moteur est alimenté par cette tension. La bobine d est alimentée par la tension de réseau prise à l'enroulement e et déphasée de 90° au moyen du pont f. Suivant la phase du courant d'anode, le moteur tourne à gauche ou à droite jusqu'à ce que, l'accord exact étant atteint, la disparition du courant alternatif d'anode qui l'actionnait, le rende immobile. La tension U_{sp} fournie par le dispositif verrouille une amplificatrice basse fréquence aussi longtemps que la tension de réglage U_r n'est pas tombée à zéro; on obtient ainsi un accord automatique silencieux. Le détecteur employé est un « Sirutor ».

La sélectivité d'un récepteur est souvent jugée d'après la différence d'accord nécessaire pour éliminer un émetteur local. Ce genre de méthode d'estimation conduit à des conclusions inexactes. Pour déterminer le mieux la sélectivité, il faut appliquer une tension haute fréquence provenant d'un hétérodyne et mesurer l'énergie disponible à la sortie du récepteur au moyen d'un instrument à redresseur. On réglera d'abord l'hétérodyne et le récepteur sur la même longueur d'onde et on amènera à l'appareil assez de haute fréquence pour que l'outputmètre indique 50 mW (milliwatts). On notera la tension de haute fréquence nécessaire, U_1 . On recommence ensuite la même mesure en dérégulant l'hétérodyne de 9 kHz; appelons U_2 la tension de haute fréquence qui donne encore 50 mW dans ces conditions. La sélectivité de l'appareil s'exprimera par U_1/U_2 . C'est de cette manière que l'on obtient, dans l'industrie, des chiffres de comparaison des différents appareils.

Même avec une bonne sélectivité, il peut encore se faire qu'un

fort émetteur local transparaisse à côté de l'accord exact sur une grande partie de l'échelle. Ce phénomène peut avoir différentes causes. Souvent la double bobine de choc haute fréquence qui devrait se trouver dans la liaison avec le réseau manque ce qui permet l'introduction de haute fréquence par ce chemin, — la liaison avec le réseau jouant le rôle d'antenne. — Pour la même raison, les transformateurs d'alimentation modernes sont munis de ce qu'on appelle un écran électrostatique, c'est-à-dire un enroulement mis à la terre. Pour éviter la production d'un circuit d'antenne indésirable de ce genre, toutes les bobines et, si possible, le récepteur tout entier doivent être blindés. De cette façon, la haute fréquence ne peut pénétrer dans l'appareil que par le chemin qui lui est réservé. En insérant un circuit-bouchon dans la liaison d'antenne, nous pourrions affaiblir suffisamment ou même éliminer complètement l'émetteur local. Un circuit-bouchon est composé d'une bobine et d'un condensateur variable (fig 49a). Pour obtenir une courbe de résonance très raide, qui gêne le moins possible les émetteurs voisins, le circuit oscillant sera aussi exempt de perte que possible. Pour cette raison, on ne connecte à l'antenne que $1/6$ ou $1/10$ du nombre total de tours.* Le circuit interdit l'entrée du récepteur à l'onde sur laquelle il est accordé. Ce n'est que par l'emploi d'un circuit-bouchon qu'il est possible d'employer des récepteurs sélectifs avec un rendement convenable pour la réception de postes lointains. Le circuit-bouchon ne peut évidemment pas être couplé inductivement avec le premier circuit d'accord. Par suite, le circuit-bouchon sert à affaiblir l'émetteur local qui, sans cela suralimenterait les étages haute fréquence.



(O = récepteur)
Fig. 49

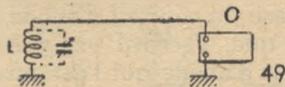


Fig. 49c

On obtiendrait un fonctionnement analogue avec un circuit série comme celui de la fig. 49b. Ici, la fréquence perturbatrice est dérivée hors du récepteur. Le premier circuit de réception peut alors extraire de ce qui reste l'onde de réception désirée. Ce schéma est souvent employé dans les supers pour éviter l'introduction d'une fréquence d'émetteurs égale à la moyenne fréquence (anti-Morse).

Parfois un circuit-bouchon est aussi un circuit sélecteur. Il est alors relié par un condensateur de couplage à l'antenne et à la borne de terre et accordé sur l'émetteur. Ce système augmente la sélectivité. De toute manière, il faut alors manier un bouton de plus. Le circuit sélecteur n'est d'ailleurs qu'un moyen de fortune pour améliorer un ancien appareil et ce n'est même pas le meilleur. Il vaut beaucoup mieux installer, dans un appareil démodé de nouveaux groupes de bobines à moins que l'appareil tout entier ne soit modifié pour pouvoir utiliser de nouvelles lampes.

Pour augmenter la sélectivité d'une installation, on peut faire usage d'une antenne directive. Sans aucun doute, l'antenne Beverage mérite à ce point de vue, une mention spéciale (fig. 49c). L'antenne

est tendue à une hauteur relativement basse, mais est deux fois plus longue que l'onde à recevoir, elle est fixée dans la direction du poste émetteur et reliée à la terre à l'extrémité libre, par une bobine L ou un circuit d'accord.

Une telle antenne absorbe beaucoup plus d'énergie de l'émetteur visé qu'une antenne ordinaire. En revanche, l'énergie captée des émetteurs situés dans d'autres directions est extrêmement faible.

Jadis, lorsque les récepteurs n'étaient pas sélectifs, on a essayé de séparer les émetteurs que d'autres moyens ne permettaient pas de séparer, en se servant du cadre. Comme cette méthode est encore actuellement le moyen de salut dans les cas difficiles, nous allons la décrire ci-dessous. Un cadre n'est, en principe rien d'autre qu'une grande bobine. Elle peut être bobinée plate ou en largeur. Le type le plus simple est constitué par un support en bois en forme de croix avec des lattes transversales aux extrémités sur lesquelles du fil de litze à haute fréquence ou du fil ordinaire est enroulé. (Nous donnerons plus de détails sur la réalisation d'un cadre dans le chapitre « Antenne »). Le cadre remplace, comme self-induction, la première bobine d'accord du récepteur et est accordé comme celle-ci ; sa self-induction doit donc être adaptée à la zone de réception.

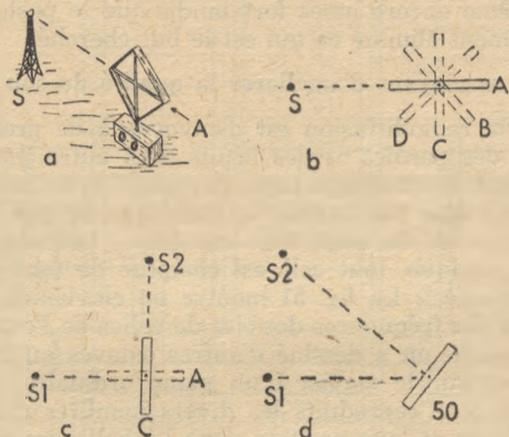


Fig. 50

Un cadre a la même sélectivité qu'un bon circuit d'accord. A cette sélectivité s'ajoute encore l'effet directionnel. En outre, le cadre remplace l'antenne avec une certaine déficience car l'énergie captée par le cadre est très faible et exige une forte amplification haute fréquence. Cela résulte du fait que le cadre ne travaille pas statiquement comme l'antenne mais magnétiquement. Avec de grands cadres, il se présente un effet statique indésirable, lorsque l'une des extrémités de l'enroulement est à la terre. On évitera donc de mettre le cadre à la terre pour utiliser au maximum l'effet directionnel. On améliorera celui-ci en ajoutant une petite bobine de couplage au circuit d'accord formé par le cadre et le condensateur d'accord et en couplant cette bobine inductivement à la bobine de grille non accordée de la première lampe haute fréquence. La fig. 50a montre comment le cadre doit être placé pour recevoir l'émetteur au maximum. Comme les dessins en perspective ne conviennent pas pour déterminer les directions sans aucun doute possible, nous supposerons pour les dessins suivants que le papier repré-

sente une carte à vol d'oiseau. La fig. 50b représente le cadre mobile à droite de l'émetteur ; nous n'en voyons que la partie supérieure. Dans la position A, lorsque le circuit est accordé exactement, nous recevons l'émetteurs avec la plus grande puissance. En tournant le cadre en position B, la réception devient plus faible jusqu'à ce que, en position C, elle disparaisse complètement. Si on tourne encore en position D, la puissance de l'émetteur augmente de nouveau jusqu'à ce que, en position A (après avoir tourné d'un demi-tour) on ait à nouveau atteint la puissance maximum. Nous utiliserons ce phénomène pour séparer deux émetteurs sur la même longueur d'onde ou des longueurs d'onde très voisines. Il suffit qu'ils occupent des positions différentes par rapport au récepteur. Dans la fig. 50c, nous avons dessiné deux émetteurs S1 et S2 qui se trouvent dans des directions perpendiculaires par rapport à l'emplacement du récepteur. Dans la position A, on n'entendra que l'émetteur S1 et dans la position C l'émetteur S2 en pleine puissance. En général, les émetteurs se trouvent, par rapport à la position du récepteur, suivant un angle aigu ou obtus (fig 50d). Il faudra alors tourner le cadre de façon à éliminer l'émetteur indésiré S2, c'est-à-dire de façon que la ligne qui joint le récepteur à S2 soit perpendiculaire au cadre. L'émetteur S1 ne sera pas alors reçu avec la puissance maximum, mais tout de même encore assez fort tandis que le poste perturbateur S2 est complètement éliminé ce qui est le but cherché.

Les moyens d'améliorer la qualité du son

Le but de la radiodiffusion est d'envoyer à de grandes distances de la musique, des paroles et des bruits sans autre moyen de transmission que l'onde électromagnétique rayonnée et de rendre l'émission assez bonne pour que l'on oublie la technique et que l'on considère l'exécution comme si elle était faite sur place. Les sons et les bruits la parole et la musique, tout cela est composé de tons particuliers de différentes fréquences. La fig. 51 montre un clavier de 9 1/2 octaves. Chaque octave a des fréquences doubles de celles de l'octave précédent. A droite et à gauche on a dessiné d'autres octaves qui ne se trouvent généralement pas sur le clavier d'un piano ordinaire. Au-dessus des diverses touches sont reproduits les divers nombres d'oscillations des tons correspondants et leur position dans l'échelle des notes. De cette façon, on peut mieux se rendre compte de la hauteur d'un ton par rapport aux autres. Dans la même figure, nous avons indiqué les portées fondamentales des divers instruments de musique et de la voix humaine. Il en résulte que les tons fondamentaux vont de 40 à 4000 Hz. Seuls de bonnes orgues peuvent donner des tons graves de 16Hz. Le ton de base bien connu A1 (la fondamental) correspond à une fréquence de 435 Hz.

Avec la reproduction de cette gamme de tons, la sonorité naturelle n'est cependant pas encore assurée. Le son de la plupart des instruments contient, outre le son fondamental, une série d'harmoniques très importantes qui donne à l'instrument sa caractéristique (formantes). Une harmonique est une oscillation dont la fréquence est un multiple du ton (ou de l'oscillation) fondamental.

Il existe donc des harmoniques double, triple etc. (2f, 3f etc). Leur gamme dépasse les 10.000 Hz. C'est, par exemple dans cette zone que se trouvent les tons qui déterminent la différence entre le son des cuivres et celui des cordes. Les sons fondamentaux de la flûte et du violon correspondent assez exactement, la différence entre ces deux

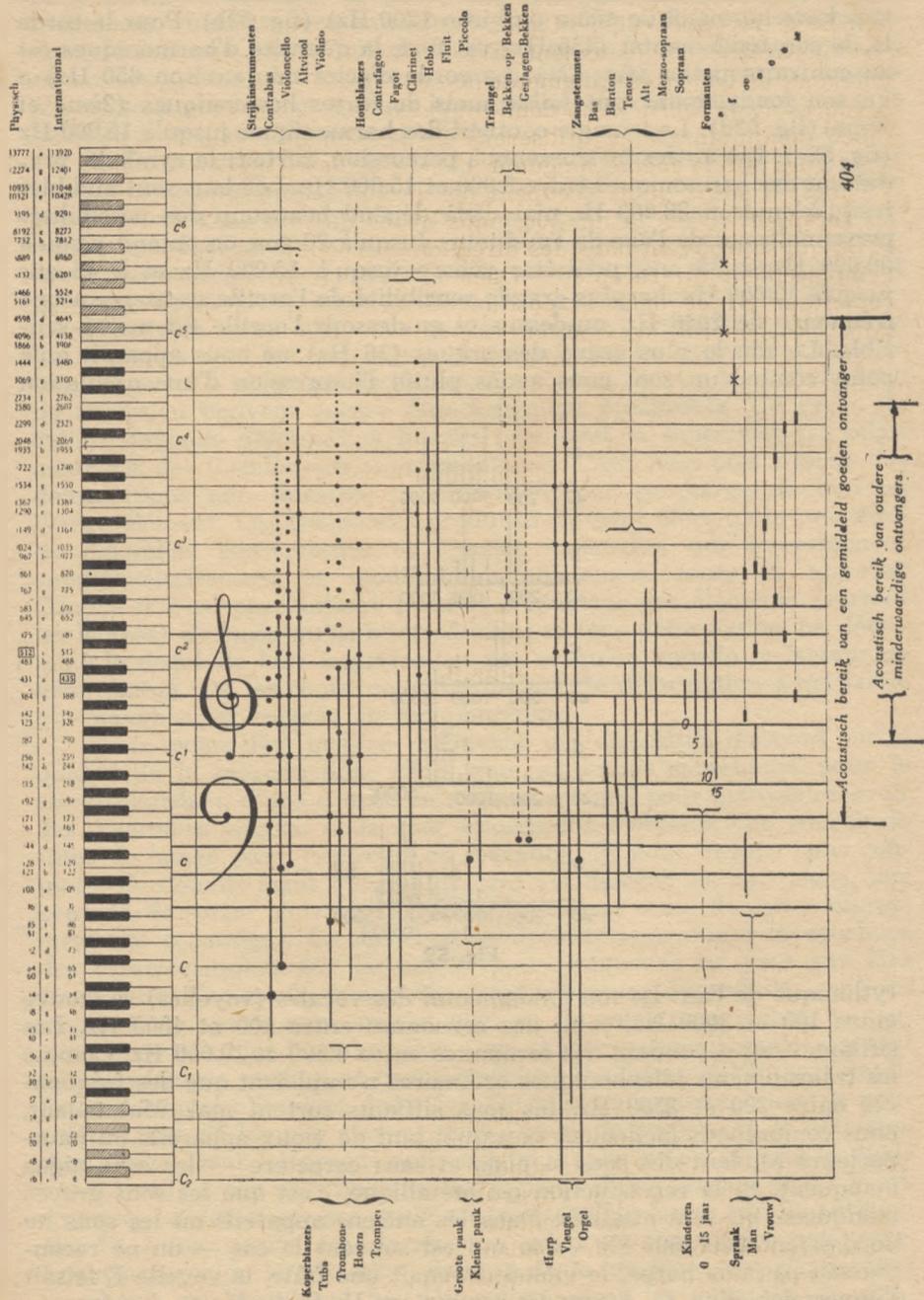


Fig. 51

instruments se trouve dans leurs harmoniques. La fig. 52 donne une idée de l'importance des formantes. La corde sol d'un violon donne un son fondamental très faible (environ 200 Hz) et, en revanche, de très fortes harmoniques (fig. 52a). La corde ré (environ 300 Hz) a une très forte harmonique 4ème (environ 1200 Hz) (fig. 52b). Pour la corde la, le son fondamental (435 Hz) est fort, la quantité d'harmoniques est au contraire petite (fig. 52c). La corde d'acier mi (environ 650 Hz) a un son fondamental très faible mais de fortes harmoniques (2ème et 5ème) (fig. 52d). Le triangle contient des harmoniques jusqu'à 15.000 Hz (fig. 52e). Les autres instruments à percussion, surtout la cymbale, produisent des harmoniques entre 5.000 et 15.000 Hz. Les tons sont audibles jusqu'à environ 20.000 Hz mais cela dépend beaucoup des possibilités personnelles et de l'âge de l'auditeur. Jusqu'à 20 ans, on entend jusqu'à 20.000 Hz, à 35 ans, peut-être encore jusqu'à 15.000 Hz et à 45 ans jusqu'à 13.000 Hz. La plus grande sensibilité de l'oreille se trouve à une fréquence de 2048 Hz, au-dessus et en-dessous l'oreille est moins sensible. Le son le plus grave des orgues (16 Hz) ne nous apparaît qu'à peine comme un son, nous avons plutôt l'impression d'une oscillation

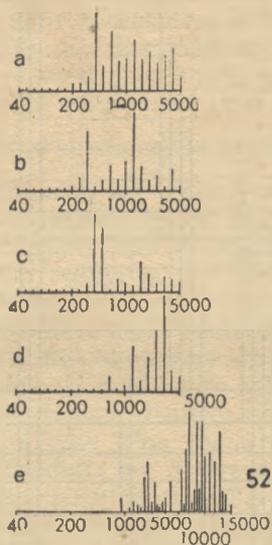


Fig. 52

rythmique de l'air. Le son fondamental des voyelles (voyelles) se trouve entre 100 et 3000 Hz, celui des consonnes entre 100 et 4000 Hz. Les sifflantes ont cependant des formantes entre 8.000 et 10.000 Hz. Comme les transmissions téléphoniques ordinaires n'emploient que des fréquences entre 300 et 3500 Hz, les sons sifflants sortent mal. Maintenant, nous comprenons facilement pourquoi tant de vieux appareils ou haut-parleurs rendent des sons si plats et sans caractère — les sons aigus manquent. Si la reproduction est métallique, c'est que les sons graves manquent, ou sont affaiblis. Dans les anciens appareils où les sons ne dépassaient pas 2500 Hz — ce qui est souvent le cas — on ne reconnaissait pas une harpe, le violon devenait une flûte, la voyelle E faisait l'impression d'un O, I sonnait comme un U. Si la limite des tons se trouve vers 4000 Hz, on entend à peine une différence entre les consonnes b, d, f, p, s, t, même avec 6.000 Hz, ch, f et s sonnent de la même façon. Comme ces lettres ne se présentent jamais séparément mais dans

le corps d'un mot, avec d'autres sons, cet inconvénient n'a pas tant d'importance. Notre cerveau complète le mot entendu partiellement. Notre oreille possède un grand pouvoir d'adaptation qui nous donne l'impression d'entendre un son grave que l'installation ne rend pas réellement. Nous croyons entendre le ton, même si la fréquence fondamentale manque par le fait de la présence de fortes harmoniques. Il en est tout autrement lorsque le son fondamental et quelques harmoniques sont rendues et qu'une harmonique importante manque — la sonorité en est complètement modifiée.

A l'importance de l'ensemble de la bande de fréquence, nous reconnaitrons aisément l'importance du problème de la reproduction naturelle. Il n'est pas un élément du schéma qui n'ait une influence sur la reproduction. Ce n'est que si les éléments du schéma sont exactement dimensionnés par rapport à la reproduction du son que nous pouvons espérer une reproduction approximativement naturelle.

Pour cela, il ne suffit pas que le récepteur reproduise également les sons graves et les sons aigus, il doit encore les reproduire dans le rapport exact à la gamme moyenne. A ce point de vue les installations de réception peuvent encore être fortement améliorées. Ce genre de défaut s'appelle déformation linéaire ; on peut la supprimer partiellement par des installations supplémentaires. C'est bien pire lorsque des déformations non linéaires se produisent par surcharge de l'un ou l'autre élément. Les fréquences produites forment alors toute une série de nouvelles harmoniques et d'ondes mélangées qui interviennent supplémentairement et modifient complètement toute la sonorité. Comme il n'est pas toujours possible d'exécuter des éléments (surtout les lampes) de façon qu'ils n'introduisent aucune déformation, on détermine le degré de leur imperfection par ce qu'on appelle le facteur de déformation. On les choisit avec un facteur de déformation aussi faible que possible par rapport au but poursuivi.

Nous avons déjà montré l'influence des dispositifs d'accord sur la qualité de la reproduction. Alors que nous nous contentons, pour le circuit-bouchon, d'une courbe de résonance aiguë pour pouvoir recevoir des émetteurs voisins, nous nous efforcerons d'obtenir une courbe de filtre de bande pour le circuit de réception. Si nous devons nous contenter de circuits aigus qui affaiblissent visiblement les tons aigus, une pentode de sortie nous offrira une solution par suite de son renforcement des sons aigus. La déformation de fréquence due à la courbure des caractéristiques des lampes à haute fréquence ne peut pas être compensée. Comme la forme des caractéristiques dépend des tensions employées, nous ne pouvons pas changer, de notre propre chef, les tensions prescrites par les fabricants. Ceci concerne aussi l'emploi prescrit pour les lampes, surtout en ce qui concerne le schéma et l'étage d'amplification auquel elles sont destinées. On fera un copieux usage de nouveaux types de lampes, surtout pour l'étage de mixage et de détection d'un super. Dans les grands appareils on emploiera en général la diode qui travaille à peu près linéairement à partir d'une tension de 0,3 V eff. d'entrée. La détectrice par grille est très sensible à une suralimentation (on dit, à tort surcharge) ; la réaction exige une manœuvre judicieuse. Les avantages de la détection diode et de la réaction sont réunis dans le schéma de Nestel qui fut déjà adopté dans les appareils du commerce (fig. 53) ; avec ce schéma on obtient un son riche et bien étoffé. En l'absence du condensateur fixe C, la tension continue fournie par la diode produit une variation de la polarisation de grille. Elle agit

dans le sens de l'A.V.C. De cette façon, l'amplification du désamortissement produit une plus large bande de fréquence. Cependant, le déplacement du point de travail peut produire des déformations. Le condensateur C empêche la variation de la polarisation par la diode. Lorsqu'il est connecté, le pick-up doit être remplacé par une résistance de fuite de 0,5 à 1 M Ω . Au lieu de la pentode haute fréquence, on peut utiliser une triode (AC2) (fig 53).

Un endroit du récepteur auquel on attache peu d'attention est l'organe de couplage entre la détectrice et l'étage basse fréquence. Il faut distinguer un couplage R-C (résistance-capacité), un couplage à transformateur et un couplage à bobine de choc. Après une lampe à forte résistance interne comme par exemple la pentode AF7, le couplage à transformateur est contre indiqué à cause de sa mauvaise adaptation. Si l'on emploie une pentode de sortie AL4, le couplage à bobine de choc après l'AF7 donnera encore une trop forte amplification; le couplage résistance-capacité restera donc le meilleur dans ce cas. Bien que le couplage à transformateur permette l'emploi intégral des tensions d'anode et des caractéristiques des lampes, le noyau de fer est une

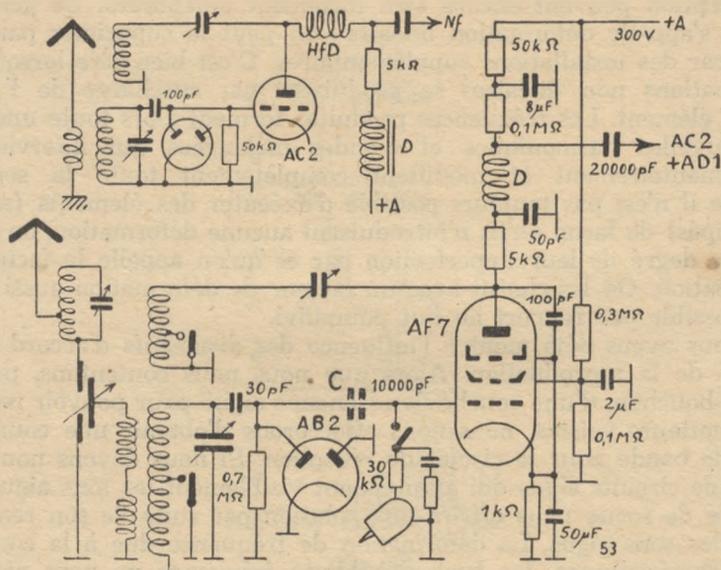


Fig. 53

cause de déformation. Le courant continu qui passe continuellement dans la bobine d'entrée magnétise le noyau si fortement que celui-ci n'est plus à même de transmettre de fortes oscillations. Ce cas se produit souvent dans les anciens modèles qui ne sont pas dimensionnés pour les intensités de courant des lampes modernes. On peut y remédier par un changement du schéma suivant la fig. 54a. Le fait de soulager l'enroulement «input» du courant continu a pour résultat une self-induction plus forte et par suite, une meilleure transmission des sons graves. Les nouveaux transformateurs fonctionnent aussi de cette façon avec une courbe de fréquence entièrement linéaire entre 30 en 10.000 Hz. On peut même en provoquant une résonance entre les enroulements et le condensateur de couplage, obtenir une amplification renforcée des sons graves ce qui entraîne, entre autres, un avantage dans la reproduction de disques dans lesquels, lors de l'enregistrement, les amplitudes des

sons graves ont été diminués ce qui fait qu'ils sont généralement mal rendus. On peut aussi faire sortir les sons graves avec un couplage à bobines de choc (fig. 54b) en produisant la résonance entre le condensateur de couplage et la bobine de grille dans la zone des sons graves. La perte des sons aigus évite la résonance produite par la self-induction et la capacité propre de la bobine d'anode qui n'est pas très accusée, il est vrai, mais quand même sensible. Le couplage R-C n'est lui-même pas exempt de déformation. Toutefois, lorsque le condensateur de couplage et la résistance de fuite de la lampe suivante sont assez grands, la déformation est faible. Dans toutes ces méthodes de couplage, la capacité du condensateur joue un rôle important car la résistance d'un condensateur dépend de la fréquence. Pour un condensateur de 5000 cm, la résistance pour $f = 50$ Hz s'élève à un demi million d'Ohms et pour $f = 10.000$ Hz, elle diminue jusqu'à environ 3000Ω . Avec une capacité quatre fois plus grande (20.000 cm) la résistance n'est plus que le quart, soit 143.000 et 700Ω . Pour la même raison, le condensateur connecté en parallèle avec la résistance de cathode, d'une lampe à chauffage indirect doit être assez grand pour éviter la production d'un écrêtement des sons graves. Depuis que les condensateurs électrolytiques ont permis l'introduction de grandes capacités dans des espaces restreints, nous sommes à même d'utiliser les grands condensateurs

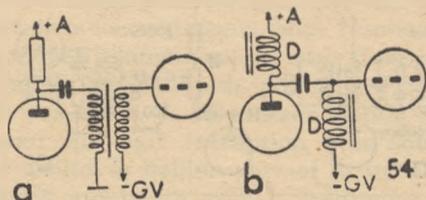


Fig. 54

exigés. Le condensateur de cathode d'une lampe amplificatrice à couplage R-C doit avoir, pour une perte de 2 % des plus basses fréquences (50 Hz), une capacité de $40 \mu\text{F}$ tandis que, pour un couplage à transformateur, il doit atteindre $300 \mu\text{F}$. Si l'on emploie, pour cet usage, des condensateurs plus petits, on augmentera la perte de sons graves. En outre, la polarisation diminue puisque la chute de tension alternative qui se produit dans la résistance de cathode diminue la tension de grille. Un condensateur de grande capacité diminue la résistance au courant alternatif et maintient les pertes plus faibles.

Sans un bon rendement de haut-parleur on ne peut pas obtenir de reproduction convenable car, pour la reproduction des sons graves, il faut de l'énergie de réserve. Il faut donc une forte lampe finale. Suivant la qualité de reproduction désirée, nous emploierons une triode ou une pentode. Une triode (par exemple AD1) amplifie la gamme des fréquences audibles d'une façon très uniforme, mais exige une plus grande tension alternative de grille et, par conséquent, un étage préamplificateur. Une pentode moderne (par exemple AL4) donne une énergie aussi grande avec une tension alternative de grille plus faible ce qui permet de supprimer l'étage préamplificateur, mais elle avantage les sons aigus. Quand le récepteur affaiblit les sons aigus, la pentode forme un bon compensateur ; dans les autres cas, il faut un correcteur de tonalité. En ce qui concerne la formation d'harmoniques, les deux types de lampes se conduisent différemment. La deuxième harmonique

produite par la pentode disparaît pour une valeur déterminée de résistance extérieure ; la troisième harmonique, il est vrai, intervient, mais elle ne gêne pas beaucoup. Avec une triode, la deuxième harmonique apparaît assez fort, on peut l'éliminer par un schéma push-pull. La troisième harmonique, en revanche, apparaît très faiblement.

C'est dans l'étage final que passent les plus forts courants de fréquence audible ; la présence d'éléments qui influent sur la fréquence y produit les plus forts effets. La nécessité d'une grande capacité en parallèle sur la résistance de cathode a déjà été signalée ci-dessus. Il reste le couplage entre la lampe finale et le haut-parleur. On ne peut employer le couplage à bobine de choc que pour le raccordement d'un haut-parleur magnétique à une triode. Un transformateur de sortie avec plusieurs prises convient toujours. Il doit posséder un large noyau de fer pour éviter la saturation. Avec le schéma-push-pull, ce danger n'est pas à craindre. Le choix judicieux de la liaison avec l'enroulement assure la moindre déformation.

La construction d'un récepteur pour la reproduction la plus naturelle coûte cher car la plupart des éléments doivent être dimensionnés largement en comparaison des dimensions habituelles des éléments normaux. Alors que l'industrie construit simplement plusieurs qualités pour des prix différents, nous devons souvent prendre ce qui

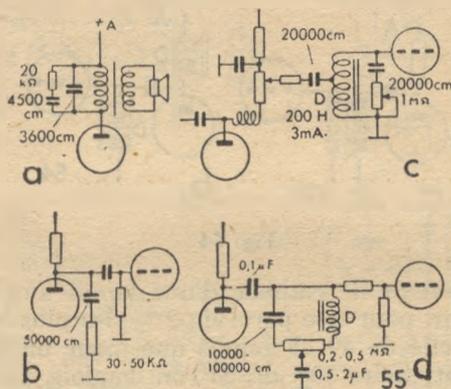


Fig. 55

est disponible. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner qu'un récepteur ne sonne pas comme il le devrait. Il est vrai que l'on peut, avec des moyens simples, rendre la reproduction plus aiguë ou plus grave. Il ne faut cependant utiliser ces moyens que lorsqu'on ne peut pas améliorer le rendement des fréquences d'une autre manière.

Nous avons déjà signalé la préférence des pentodes pour les sons aigus. On peut éviter cette tendance en insérant un condensateur de 3000 à 5000 cm construit pour une haute tension de perçage, entre l'anode et le chassis. Cette capacité forme un obstacle difficile à franchir pour les sons graves tandis que les sons aigus y trouvent un chemin de fuite facile. Il passe donc une partie des fréquences à travers ce condensateur et justement la partie qui était favorisée par la pentode. Si nous voulons régler la reproduction, comme il n'existe pas de condensateur variable d'une telle capacité, nous serons forcés de prévoir un commutateur qui permette de connecter plusieurs condensateurs de différentes capacités. Il est plus simple de chercher la capacité la plus adéquate et de l'insérer d'une façon permanente. Un réglage

assez couramment employé est possible avec une résistance ohmique (50 à 100 Ω) en série avec un condensateur de 5.000 à 10.000 cm. La fig. 55a montre le schéma de compensation pour une AL4 où le compensateur est en parallèle sur le transformateur de sortie. En réalité c'est un non-sens d'amplifier soigneusement la mauvaise bande de fréquence dans la lampe finale pour supprimer ensuite, à l'entrée du haut-parleur, une partie non négligeable de l'énergie disponible. Si l'on pouvait réaliser la correction avant la lampe finale, on pourrait raccorder le haut-parleur directement de façon que la lampe finale l'actionne en pleine puissance. Dans la fig. 55b, le régulateur de tonalité (tune-control) constitué par un condensateur et une résistance est relié entre l'anode de la lampe préamplificatrice et le châssis. La résistance est adaptée de façon à n'éliminer que la partie des hautes fréquences nécessaire pour compenser la pentode. Les données y indiquées se rapportent à une triode préamplificatrice. Si la tonalité doit être réglable, on prendra un potentiomètre logarithmique de 0,1 M Ω et un condensateur de 5.000 pF. Après une pentode à haute fréquence, le régulateur sera formé d'une résistance de 1 M Ω et d'un condensateur de 1000 à 2000 pF. Dans la fig. 55c, nous donnons un schéma où une bobine de grille intervient dans le régulateur de tonalité. Par l'intervention de cette bobine, on peut réaliser par un choix judicieux de la self-induction et de la capacité une résonance pour les sons graves qui conservera d'avantage ceux-ci. Même si nous négligeons cette résonance, on obtient avec la bobine un bon moyen d'améliorer le son. Connectée suivant la fig. 55d, elle permet, d'après la position du potentiomètre, un affaiblissement des sons graves ou des aigus. Si le contact mobile se trouve à gauche, c'est le condensateur qui agit (réception plus sourde), si le contact mobile se trouve à droite, la bobine permet la fuite des sons graves vu que son action d'arrêt augmente avec la fréquence (reproduction plus claire). Dans la position milieu, le réglage est inopérant. Ce genre de réglage double est surtout employé avec des triodes de sortie car, pour la parole, il est à désirer de renforcer les sifflantes tandis que pour la reproduction de disques, ce sont les sons graves qu'il faut favoriser. Les valeurs des éléments ne sont pas critiques. La bobine doit avoir au moins 5 Hy. Le mieux est de prendre ici une bonne bobine de couplage. L'augmentation du rendement du tune-control par l'emploi d'un potentiomètre ordinaire avec variation linéaire de la résistance ne correspond pas du tout à l'impression sonore. Si l'on veut un réglage convenable correspondant à l'impression sonore, la résistance du potentiomètre devrait avoir une variation logarithmique qui augmente d'une extrémité vers le milieu puis rediminue logarithmiquement du milieu vers l'autre extrémité, puisque la résistance de réglage sert également aux deux cellules filtrantes. On peut trouver ce genre de potentiomètre avec courbe S dans le commerce.

Dans la fig. 55c, nous avons combiné la bobine avec le volume-control. On peut réaliser une combinaison semblable avec un transformateur. La fig. 56 donne les courbes de fréquence obtenues avec un transformateur spécial et son régulateur. Entre les courbes limites «sourd» et «aigu» on peut obtenir toutes les formes y compris la droite horizontale.

Pour la reproduction de disques, le bruit d'aiguille est gênant. Sa fréquence se trouve entre 4000 et 7000 Hz. Si l'on emploie un condensateur, celui-ci coupe non seulement les fréquences du bruit d'aiguille, mais aussi tous les sons plus haut que celui-ci. Il en résulterait que

la reproduction en serait abîmée. Il nous faut un filtre qui, autant que possible, n'élimine que les fréquences gênantes. Nous avons vu quelque chose de semblable avec le circuit série au moyen duquel seules les hautes fréquences au voisinage de la moyenne fréquences sont soustraites au récepteur. Nous obtiendrons cet effet en connectant l'une après l'autre une self et une capacité. Comme le bruit d'aiguille est composé de fréquences plus basses, nous obtiendrons des valeurs plus grandes pour le circuit série. Avec une self-induction de 0,05 H et une capacité de 10.000 cm, la résonance atteindrait environ 7.000 Hz.

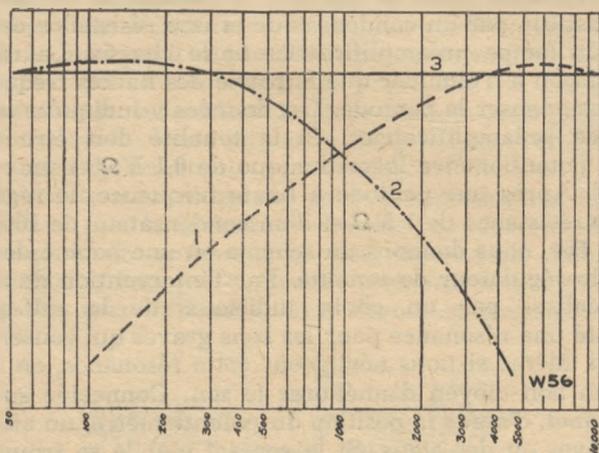


Fig. 56

1 = aigu. — 2 = sourd. — 3 = naturel.

Avec une bobine de 1 H et un condensateur variable (avec diélectrique solide) de 500 cm, deux condensateurs fixes de 500 et un de 1000 cm et un commutateur, on peut éliminer les fréquences entre les limites des condensateurs, de 4.000 à 10.000 Hz (fig. 57a). On fera usage d'une résonance d'environ 5500 Hz. La fig. 57b montre les courbes d'un filtre d'aiguille que l'on trouve dans le commerce pour les différentes positions du commutateur. En comparant la partie hachurée au-dessus de la ligne de fréquence qui correspond au bruit d'aiguille, il semble que

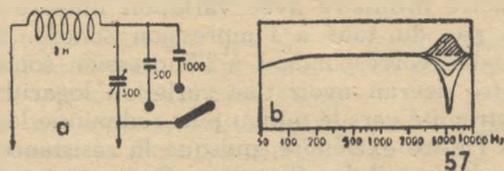


Fig. 57

la résonance soit juste. Le filtre dit 9 kHz est aussi un circuit série, composé d'une bobine et d'un condensateur. Il coupe les fréquences au-dessus de 9 kHz et rend les interférences inaudibles dans un super.

Les méthodes décrites ci-dessus ne conviennent que pour la compensation des déformations linéaires c'est-à-dire les fortes modifications de différents groupes de tons causés par d'autres parties de l'appareil. Il se produit aussi des déformations non-linéaires, c'est-à-dire qu'il se forme des harmoniques qui ne se trouvent pas dans l'émission originale et qui n'appartiennent absolument pas à la musique à recevoir. Ces déformations ne peuvent être réduites à un minimum que par l'emploi

de meilleurs éléments et par une stricte observance des conditions de travail prescrites pour la plus faible déformation. La forte augmentation du rendement des lampes modernes rend encore plus désirable une diminution convenable de la déformation. Pour cela on emploiera la contre-réaction.

Celle-ci est une sorte de réaction qui affaiblit au lieu de renforcer. La perte d'amplification qui en résulte est tellement considérable que nous aurons besoin de tensions alternatives de grille beaucoup plus fortes. La fig. 58a montre un schéma simple. Il s'agit ici d'un amplificateur à deux étages préalables et un étage final en push-pull. Une contre tension est prise à l'anode de la deuxième lampe et ramenée à la cathode de la première par un condensateur d'arrêt du courant continu et un potentiomètre R1-R2. R2 se trouve dans le circuit de la grille de la première lampe. Le réglage se fait donc sur les deux premiers étages et non sur l'étage final. Si nous prenons la connexion de la contre-réaction dans l'étage final push-pull, nous obtiendrons le schéma de la fig. 58b. Dans la fig. 58c, la seule lampe basse fréquence est une AL4. La connexion de la contre-réaction se fait comme sur la fig. 58a par C1-R1-R2. Comme la pentode favorise les sons aigus, on a employé le condensateur C2 qui dévie une partie des hautes fréquences avant la grille. On peut encore obtenir un affaiblissement supplémentaire des

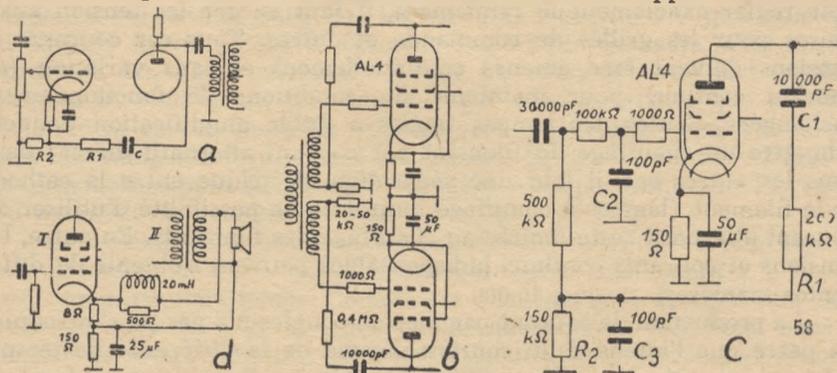


Fig. 58

sons aigus et, par conséquent, une amélioration des sons graves en insérant le condensateur C3. Si l'on peut disposer d'une lampe pré-amplificatrice et d'une lampe finale, on peut obtenir la contre-réaction en enroulant autour du transformateur de sortie quelques tours de fil isolé au coton et en reliant cet enroulement entre la cathode et la résistance de cathode de la première lampe basse fréquence. On peut prendre la contre-réaction à l'enroulement secondaire (côté haut-parleur) du transformateur de sortie (fig. 58d). La chute de tension dans la résistance de cathode de la préamplificatrice influence le circuit de grille. Plus cette résistance est grande, plus faible est le facteur de couplage. Dans cette connexion on a représenté un tune-control qui permet d'obtenir un renforcement ou un affaiblissement de certaines catégories de tonalités. La bobine de choc prévue affaiblit la contre-réaction dans les tons aigus. Pour ne pas éliminer totalement celle-ci, on a prévu une résistance en parallèle. L'affaiblissement de la contre-réaction dans les tons aigus augmente l'amplification de la lampe ce qui affaiblit les sons graves. On obtiendra un renforcement des sons graves en employant un condensateur comme régulateur de tonalité. Si l'on place, dans la connexion, une résistance dont la valeur dépend

de la charge (par exemple une lampe à incandescence), on obtient le régulateur de contraste dont question plus haut.

En ce qui concerne le schéma, la contre-réaction est en parallèle sur le haut-parleur ce qui modifie l'adaptation. Le rendement de la lampe finale en est influencé. C'est pourquoi nous n'emploierons la contre-réaction que si une certaine perte d'amplification est permise. Pour une reproduction naturelle, il faut un haut-parleur purement dynamique qui donne à chaque ton la force désirée. Une contre-réaction n'a de sens que si le haut-parleur utilisé est de première qualité sinon l'amélioration de ton obtenue n'est tout de même pas audible. Lorsque les moyens dont on dispose sont limités, on peut obtenir une amélioration de la sonorité sans contre-réaction en soignant le montage et en employant un régulateur de sonorité.

L'alimentation

Toutes les lampes doivent être alimentées par des sources de courant. La cathode doit être chauffée électriquement pour être à même d'émettre des électrons sans interruption. La nécessité d'un facteur d'amplification élevé exige de hautes tensions d'anode qui augmentent les courants d'anode, surtout dans la lampe finale. En outre, pour pouvoir régler exactement le rendement, il faut encore les tensions auxiliaires pour les grilles de commande et autres. Tous ces courants et tensions doivent être amenés continuellement et sans variation (en courant continu) pour maintenir les conditions de fonctionnement inchangées. Seules, les lampes finales à faible amplification peuvent admettre un chauffage du filament par courant alternatif direct ; dans tous les autres cas, il faut une séparation électrique entre la cathode et le filament (lampes à chauffage indirect). La possibilité d'utiliser du courant alternatif reste limitée au chauffage des filaments. En outre, les tensions et courants continus indispensables peuvent s'obtenir de différentes manières.

La production de courant par thermo-couples n'a pas pu s'introduire ici parce que l'intensité du courant dépend de la différence de température des points de soudure entre les extrémités des métaux. Il faudrait donc ici une source de chaleur, par exemple un brûleur à gaz. Le prix des installations serait trop élevé par rapport aux résultats obtenus. L'obtention de courants électriques par des éléments chimiques est plus simple. Le plus connu est l'élément Leclanché (à sel ammoniac) qui est encore utilisé parfois actuellement pour les installations de sonneries. Il est formé d'un vase en verre rempli d'une solution de sel ammoniac, et de deux électrodes, l'une en zinc et l'autre en charbon, l'électrode en charbon est un bâton dur entouré d'un mélange pulvérulent de graphite et de peroxyde de manganèse, le tout retenu dans un sac de toile. La solution chimique du zinc métallique rend celui-ci plus riche en électrons négatifs. Si nous relient les deux électrodes par un conducteur, l'excès d'électrons s'en ira vers le charbon ; on obtiendra donc un courant. En même temps, il se forme de l'hydrogène qui s'oppose au passage du courant. L'hydrogène est absorbé (combiné à l'oxygène) par le peroxyde de manganèse et l'élément retrouve sa puissance, il est régénéré. Ces éléments à liquides sont de bonnes sources de courant pour de petits appareils lorsqu'on dispose d'un nombre suffisant d'éléments. Il conviennent particulièrement bien pour être utilisés pendant un temps indéfini. Une demi-heure après l'introduction du sel ammoniac

l'élément fonctionne d'une façon stable et sans qu'il soit nécessaire d'y apporter une attention spéciale. Ce genre de pile est particulièrement désigné pour des installations d'alarme ou pour des installations dans des régions éloignées. Dans les régions plus peuplées, les piles sèches ont la préférence. Ils consistent en éléments humides dans lesquels l'électrolyte (solution de sel ammoniac ou de chlorure de magnésium) est immobilisé par épaissement (amidon) ou par liant (sciure de bois). Les différents éléments insérés dans une boîte en carton isolant et imperméabilisé en un nombre correspondant au but poursuivi, sont après remplissage enfermés avec de la masse isolante. Les connexions sont des bornes, des lames ou des broches.

On peut trouver des piles sèches pour tous les usages. Les combinaisons de piles de poche parfois indiquées pour l'obtention de courants d'une certaine intensité ne sont pas pratiques. Les méthodes de fabrication de piles sèches sont maintenant complètement au point pour l'obtention du rendement maximum et sont tellement raffinées qu'il n'est pas à conseiller d'utiliser une pile déterminée pour un autre usage que celui pour lequel elle est construite. Les piles de poche sont construites pour des consommations de courant relativement fortes, mais de courte durée avec des repos assez longs. L'exactitude de leur tension n'a pas grande importance car on emploie généralement des ampoules construites pour une tension plus basse de 1 V que celle que la batterie fournit. Pour le filament des lampes de radio, c'est tout le contraire, ici, non seulement, il faut un courant assez fort pendant longtemps, mais avant tout une tension aussi constante que possible. Pour cette raison, les piles spécialement construites pour l'alimentation des filaments contiennent de grandes électrodes de zinc. Dans les piles modernes pour filament, l'hydrogène n'est pas combiné à l'oxygène du peroxyde de manganèse, mais à l'oxygène de l'air.

Ces éléments à oxygène atmosphérique fournissent une tension primitivement de 1,5 V par élément qui tombe rapidement à 1 V et y reste un assez long temps. Comme ces éléments sont destinés aux nouvelles lampes de 2 V, la tension normale convient très bien, mais la tension de début abîmerait les lampes. Ce surplus de tension est absorbé dans une résistance bobiné de 1 à 1,3 Ω insérée dans la pile. Lorsque la tension diminue, les résistances sont retirées graduellement. Ainsi, on obtient une tension régulière dès le début. Dans un modèle récent, le réglage de la tension est même rendu automatiquement ; une résistance fer-hydrogène est insérée dans la pile. Sa résistance augmente lorsque le courant augmente, ce qui absorbe le surplus de tension. Depuis quelques temps on peut trouver des résistances en fer sous la forme de cartouches avec lesquelles un réglage automatique de la tension peut même être inséré par après dans le poste à batterie. On peut alors utiliser, sans danger de surcharge des filaments, des piles sèches pour l'alimentation.

Les batteries d'anode seront, suivant le courant exigé, composées d'éléments de petite ou moyenne dimension. Chaque élément fournit environ 1,5 V et une pile de 120 V contient donc 80 éléments en série. Généralement, on y ajoute quelques éléments pour que la batterie ne tombe pas trop vite en dessous de la tension nominale.

Lorsqu'on dispose d'un réseau, il est préférable d'assurer l'alimentation des filaments par des accumulateurs. Ceux-ci ne produisent pas de courant, ils en absorbent et le conservent jusqu'au moment où l'on veut s'en servir. L'accumulateur au plomb, le plus employé, fournit

une tension de 2 V environ par élément ; l'accumulateur habituel de 4 V est donc composé de deux éléments connectés en série (fig. 59). Chaque élément contient suivant l'énergie exigée (ce que l'on appelle sa capacité) une ou plusieurs séries de plaques de plomb de grandeur déterminée. Les plaques de plomb en forme de grilles sont remplies d'oxyde de plomb qui, pendant la formation est transformé en sulfate. Pour le remplissage, on emploie de l'acide sulfurique pur pour accumulateur dont le poids spécifique doit être de 1,24. Sous l'action du courant de charge, une des électrodes est transformée en plomb pur tandis que l'autre se couvre de peroxydes (dioxyde-bioxyde-peroxyde) et l'électrolyte devient plus acidulé et plus dense. La charge est terminée lorsque tout le sulfate de plomb est transformé et qu'il se produit un fort dégagement de gaz. La tension aux bornes est alors de 2,6 à 2,7 V par élément environ.

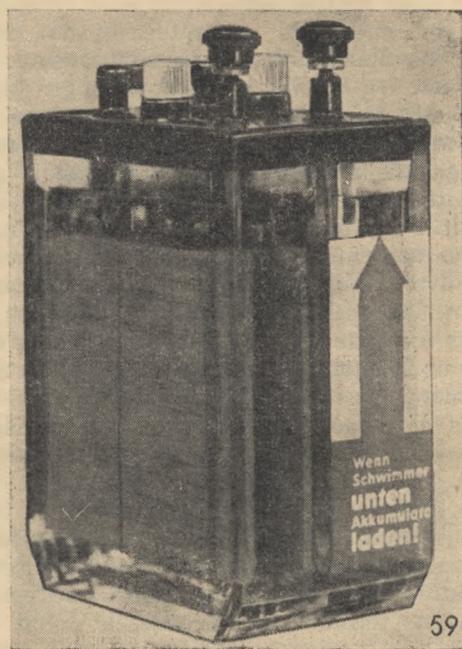


Fig. 59

Par la décharge, l'élément revient à sa situation originale. La teneur en acide diminue. Les plaques se couvrent d'une couche de sulfate de plomb. La décharge doit être arrêtée pour une densité de 1,16 pour que le sulfate de plomb ne se transforme pas en une écorce blanche qui augmenterait sensiblement la résistance de l'élément. Lorsqu'il se présente un sulfatage de ce genre par suite de décharges répétées trop prolongées, la capacité de l'accumulateur diminue et celui-ci est rapidement inutilisable. Dans certains accumulateurs modernes se trouvent des flotteurs (fig. 59) qui, en sortant du liquide ou en plongeant indiquent quand il faut charger ou décharger. L'acide des autres accumulateurs qui ne contiennent pas de flotteurs sera vérifié au moyen d'un pèse-acide ou densimètre.

On peut aussi employer des accumulateurs pour la tension

d'anode. Les accumulateurs d'anode consistent en plusieurs accumulateurs à une ou plusieurs cellules connectées en série. Comme la consommation de courant est beaucoup plus faible que celle des accumulateurs de chauffage, les plaques pourront être plus petites. On emploiera un accumulateur d'anode pour les postes qui fonctionnent pendant une longue période ou qui possèdent un grand nombre de lampes ou une forte lampe finale. L'alimentation avec des piles sèches couterait trop cher. Si l'on emploie des accumulateurs, il faudra veiller à ce que la charge en soit faite régulièrement.

Pour la prise de la polarisation de grille, on a fabriqué des piles sèches spéciales qui peuvent être conservées très longtemps. Comme elles n'ont à fournir qu'une tension et pas de courant, elles durent longtemps. Même dans les appareils alimentés sur réseau, on a longtemps gardé la pile de polarisation parce qu'elle travaille avec moins de perturbation. L'inconvénient de ces montages est que l'on oublie la pile jusqu'au moment où elle cesse de fonctionner. Si cela ne se produit pas brusquement on ne remarque généralement rien jusqu'à ce que la lampe finale, surchargée par suite de sa trop faible polarisation de grille, soit abîmée. Il en résulte que l'insertion d'une pile sèche dans une combinaison d'alimentation n'est pas à conseiller. Même dans

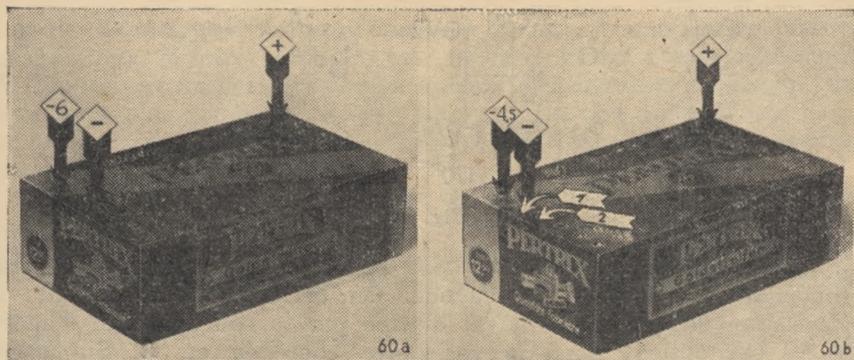


Fig. 60

une alimentation sur batteries, on fera bien de renoncer à l'emploi d'une batterie spéciale de polarisation et de confier la polarisation à la batterie d'anode. Pour éviter toute erreur dans le raccordement des batteries, nous allons examiner de plus près ce genre de schéma.

Supposons que nous possédions une batterie d'anode de 120 Volts. Nous placerons la fiche qui est reliée à l'anode de la lampe dans la broche marquée + 120 V, la fiche - dans la broche + 30 V et la fiche reliée à la grille dans la broche zéro. La batterie est donc divisée et fait office de batterie de polarisation pour 30 Volts et de batterie d'anode pour 90 Volts. Les deux piles sont reliées en série, exactement comme si elles étaient des piles séparées. Tous les éléments avant la fiche moins sont négatifs, les éléments qui suivent sont positifs. Il suffit de déplacer la fiche moins pour obtenir n'importe quelle tension de polarisation. Le fonctionnement en sera plus économique car une pile spéciale de polarisation de 15 ou 30 V est très rarement employée en entier. Si l'on connecte la batterie d'anode suivant la fig. 60a, on emploie tous les éléments.

Ce n'est que si l'on emploie des accumulateurs que les tensions

restent assez constantes pendant le fonctionnement. La tension des piles sèches, au contraire, est, au début 10 % plus haute que la valeur donnée et diminue ensuite graduellement et presque insensiblement, mais d'une façon continue jusqu'à 80 à 70 % de la valeur originale et même davantage si, entretemps, il ne se produit pas d'interruption interne dans les connections. Vu la vie limitée d'une lame de zinc, il est inutile de connecter la tension d'anode un peu plus bas, pour tenir quelques éléments en réserve. Il est préférable depuis le début d'utiliser la plus haute tension d'anode disponible sur la lampe finale et d'éviter un courant d'anode trop fort par une polarisation négative de grille un peu plus forte. Si la tension d'anode diminue ensuite, on diminuera un peu la polarisation (fig. 60b). Si la batterie d'anode est épuisée, la pile de polarisation sera renouvelée aussi.

Avec les prises prévues sur la pile, on peut régler les tensions par 1,5 V à la fois. Pour les lampes modernes à forte amplification, il faut parfois des tension intermédiaires. On n'a recours à une diminution de la polarisation de grille, qu'en cas de déformations. Un réglage automatique de la polarisation serait plus favorable. On y arrive en insérant deux résistances dans la connexion qui relie les bornes de l'accumulateur de chauffage et la pile d'anode (fig. 61a).

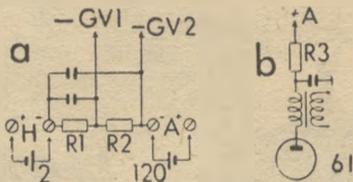


Fig. 61

La chute de tension diminue par ces résistances dans la même proportion que le courant d'anode. On la calcule comme suit: la polarisation désirée en volts est divisée par le courant total d'anode en A. On obtient ainsi la résistance cherchée en Ω . Supposons que nous avons un amplificateur de gramophone à deux lampes dont la préamplificatrice travaille avec une polarisation de grille de $-1,5$ V et un courant d'anode de 1 mA tandis que l'étage final doit avoir une polarisation de -6 V et un courant d'anode de 7 mA. Le courant d'anode total s'élève à $1 + 7 = 8$ mA = 0,008 A. Pour obtenir la plus grande polarisation $GV2 = -6$ V il faut donc une résistance de $6 : 0,008 = 750 \Omega$. La petite polarisation $GV1 = 1,5$ V n'exige que $1 : 0,008 = 125 \Omega$. Les résistances dessinées dans le schéma de la fig. 61a sont donc $R1 = 125 \Omega$ et $R2 = 750 - 125 = 625 \Omega$. La batterie de chauffage est reliée aux bornes de chauffage, tandis que la pile d'anode est reliée aux bornes d'anode. De ce fait, la tension entière de la pile n'est pas utilisable car il existe une chute de tension dans les résistances R1 et R2. A la borne +A il ne règne qu'une tension d'anode de $120 - 6 = +114$ Volts. En vue des courants de fréquence audible, il est utile de connecter les résistances avec de grands condensateurs en parallèle.

Les lampes sur batterie reçoivent, suivant leur mode de fonctionnement, une tension d'anode plus ou moins haute tandis que la lampe finale reçoit la plus haute tension. La batterie sera ainsi inégalement chargée. On peut éviter cela en ramenant la haute tension aux

valeurs voulues au moyen de résistances. Dans la fig 61b on a dessiné schématiquement une lampe dont l'anode reçoit une tension de 120 Volts à travers un transformateur basse fréquence. La résistance R3 sert à obtenir que l'anode ne reçoive, en réalité que + 80 volts. Le courant d'anode sera alors d'environ 1 mA. La résistance de l'enroulement primaire du transformateur est laissée de côté. La chute de tension désirée s'élève à $120 - 80 = 40$ V. Pour calculer la résistance, on divise la chute de tension en V par le courant d'anode en A et l'on obtient la résistance en Ω R3 sera donc $40 : 0,001 = 40 \text{ k}\Omega$ Si c'est nécessaire, on soustraira encore la résistance ohmique du primaire du transformateur. R3, à cause des courants alternatifs, doit être relié par un condensateur à la borne commune (chassis). L'avantage de l'emploi de résistances pour l'obtention des tensions de grille et d'anode se trouve dans la charge régulière de la batterie d'anode et dans la suppression de connexions spéciales avec l'appareil comme les cordelières de batterie et les fiches.

La vie d'une pile sèche dépend en grande partie de sa charge. Une pile composée de très petits éléments est complètement épuisée en peu de mois si elle fournit un courant continu de 15 mA tandis qu'une plus grande pile (avec de plus grands éléments) pourra tenir un an. Les petites batteries peuvent tout au plus supporter un courant de 12 mA, une batterie moyenne 20 mA et une grosse batterie au maximum 30 mA, pour que leur fonctionnement reste économique. En réalité, ces batteries peuvent fournir des courants beaucoup plus forts mais alors pour des durées plus courtes. La durée d'une batterie peut encore être visiblement augmentée par l'emploi de connexions économiques.

Comme nous l'avons établi lors de nos considérations sur les lampes amplificatrices basse fréquence, l'intensité du courant d'anode dépend de la tension de grille agissante. Dans la position de repos, c'est-à-dire en l'absence de tension alternative de grille, le courant d'anode est déterminé par la tension continue négative qui règne sur la grille. Nous avons représenté cela sur le diagramme par un point de travail sur la caractéristique statique de la lampe (fig. 5c). Si les tensions alternatives sont assez faibles pour ne pas sortir même approximativement de la partie droite utilisable de la caractéristique, nous pouvons sans danger reculer quelque peu le point de travail vers le bas. Tant qu'on n'est pas dans la partie courbe, il ne se produit pas de déformation ; nous obtiendrons cependant un courant d'anode beaucoup plus faible. Il serait à désirer de régler continuellement le courant d'anode de cette façon lorsque la tension alternative de grille diminue suffisamment. Le schéma économique Nestel (fig. 62) prend la polarisation négative de grille pour la lampe finale à la batterie d'anode. Ainsi, le point de travail se trouve assez près de la partie courbe de la caractéristique. La partie utilisable de la caractéristique est alors, il est vrai, très petite, mais le courant d'anode ne s'élève qu'à 2 ou 3 mA. La tension alternative de réglage est prise à l'anode et envoyée à travers un condensateur (arrêt des courants continus) et une résistance de limitation au redresseur oxymétal (sirutor). Le chemin de la grille est fermé par une cellule de découplage. La tension continue obtenue par le redressement produit une chute de tension dans la résistance en parallèle. Cette chute de tension travaille en sens inverse de la polarisation de grille ce qui diminue la tension agissant sur la grille. Il en résulte que le point de travail remonte, que l'espace de travail dispo-

nible augmente et que le courant d'anode monte, pour les grandes amplitudes jusqu'à 8 à 10 mA. Par cette commande automatique du courant d'anode, on n'emploie un fort courant d'anode que lorsque la puissance de son est forte. Le schéma ici représenté est celui du poste populaire VE 301 B II, dont l'étage final est relié par un couplage à résistance avec l'étage précédant. Les éléments de tension de grille sont connectés en parallèle avec une résistance pour ne pas devoir corriger la polarisation lorsque la tension d'anode diminue. La tension de ces éléments diminue à peu près dans les mêmes proportions par suite de la charge due au courant. Avec le couplage à transformateur, le condensateur de couplage et la résistance de fuite disparaissent; à leur place on raccorde le transformateur de couplage comme indiqué en pointillé sur la fig. 62 en haut à gauche. L'emploi d'un amplificateur classe B avec une lampe préamplificatrice KC3 et une double lampe finale KDD1 est aussi économique. Par suite de la liaison de la grille de commande avec le pôle on n'a qu'un courant d'anode au repos de 3 mA environ seulement, qui augmente avec la puissance de réception.

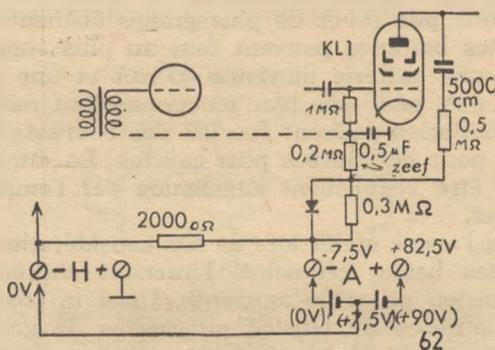


Fig. 62

Les fins filaments des lampes à batterie à chauffage direct sont très sensibles aux charges électriques ou mécaniques (incandescence, coups et chocs). Lorsque le filament brûle ou se brise, il y a danger que celui-ci vienne en contact avec l'anode ou la grille-écran. Il en résulte un court-circuit de la batterie d'anode sur tous les filaments ce qui fait claquer toutes les lampes. Il peut se produire un court-circuit semblable lorsque un haut-parleur ou une autre partie en connexion avec la tension d'anode vient en contact avec les bornes de chauffage ou un conducteur amenant le courant de chauffage. Pour protéger les lampes, nous placerons, entre —H et —A un fusible adéquat. Pour les plus grands appareils, il est à conseiller de protéger séparément chaque tension positive prise à la batterie d'anode. A cause des faibles courants, les fusibles doivent être extrêmement sensibles.

L'alimentation par batterie a toute une série d'avantages. Sans compter le fait que tous les auditeurs qui ne disposent pas d'un réseau de lumière sont obligés de recourir aux batteries, tous ceux qui ont besoin d'une installation transportable, ou qui veulent se libérer d'un réseau industriel empesté de parasites ou, enfin, ceux qui tendent vers une construction simplifiée, doivent bien utiliser des batteries. En effet, avec une alimentation sur batteries, il n'est pas nécessaire

de prévoir une combinaison d'alimentation et encore moins des circuits filtres ou égalisateurs et enfin, on ne doit pas tenir compte d'un tas de prescriptions qui doivent être suivies pour l'emploi d'une alimentation réseau. Les amateurs d'ondes courtes apprécieront surtout la constance des tensions pendant le fonctionnement et l'absence de perturbations. Sans ces deux propriétés, il serait impossible de capter et d'amplifier les signaux généralement faibles venant de contrées éloignées. C'est la raison pour laquelle, dans les grandes installations de réception, il est fait usage de batteries d'accumulateurs.

Les inconvénients de l'alimentation sur batteries sont : la nécessité de remplacer les piles épuisées et la recharge et le transport des accumulateurs. Si l'on dispose d'un raccordement au réseau, on prendra le courant nécessaire au récepteur directement du réseau et non par le détour des accumulateurs.

Les réseaux de force motrice et lumière appartiennent à diverses entreprises qui se sont fixé comme but principal la production de courants de force motrice électrique. Il en résulte que les réseaux de lumière fournissent des courants continus en certains endroits et alternatifs en d'autres, et de toutes sortes de tensions imaginables, par exemple 110, 125, 130, 150, 220 et même 240 Volts. Même dans la fréquence des courants alternatifs il existe des différences locales. La normalisation à 220 V alternatif 50 périodes vers laquelle on tend depuis des années n'est pas encore conclue et cela durera encore tout un temps à cause de l'étendue des interconnexions et des frais que cela entraînerait. Nous sommes donc provisoirement obligés de tenir compte, dans l'établissement de l'installation d'alimentation, de l'espèce de courant disponible.

Pour le raccordement d'un récepteur à un réseau de courant, il faut tenir compte de deux sortes de prescriptions. Le premier groupe se rapporte à la sécurité du réseau et du fonctionnement, le second tient compte de la sécurité des usagers.

La plus grande part des prescriptions du premier groupe est comprise dans le bulletin de normalisation VDE 0.100.

Des fusibles de protection doivent être insérés à tout endroit où le conducteur diminue de section. Ces fusibles ne sont prévus que pour protéger le réseau même et non l'appareil utilisé. Un court-circuit dans l'appareil peut donc occasionner de grands dommages.

Pour les récepteurs à courant continu et universels, il faut un fusible dans chaque connexion avec le réseau et pour un raccordement au courant alternatif, il faut un fusible dans une des connexions au moins. Le fusible doit être dimensionné pour tenir dans le cas d'une variation de la tension du réseau et contre l'extra-courant de fermeture mais pour fondre dans le cas d'une surintensité dans l'appareil. Ainsi, un fusible prévu pour une intensité nominale de 50 mA doit fondre pour un courant constant de 75 mA après environ une heure, pour 100 mA après deux minutes et pour des intensités plus élevées encore plus vite. Le plus fort courant de court-circuit n'a pas ainsi le temps d'échauffer d'autres parties à une température dangereuse et d'y produire des dégâts.

Les forts courants et les hautes tensions des réseaux électriques peuvent produire des incendies, la paralysie et la mort. Les récepteurs de radiodiffusion ne doivent donc pas être raccordés à des réseaux dont la tension dépasse 250 Volts. En outre, il est nécessaire de protéger les conducteurs et les appareils d'utilisation pour qu'il ne puisse pas

y circuler de courants indésirables. Si l'on veut raccorder un récepteur de radio au réseau de lumière, il faut respecter les prescriptions pour la protection des personnes.

Celles-ci sont publiées dans le bulletin de normalisation VDE 0,860/1932.

Elles se rapportent: 1° au comportement du matériel et des éléments; 2° à la construction de l'installation; 3° au choix des connexions. Nous parlerons plus loin des prescriptions reprises sous 1 et 3; nous allons nous occuper plus spécialement maintenant des prescriptions 2 pour pouvoir former le schéma en conséquence.

Les prescriptions concernant les récepteurs raccordés à des réseaux de courants forts peuvent se résumer comme suit: toutes les pièces métalliques en contact avec le réseau doivent être inaccessibles. Il en est de même pour les parties métalliques qui sont reliées à des tensions secondaires de plus de 42 Volts. Il ne peut être pris des courants de plus de 1 mA (en convention internationale 0,5 mA). Les points de contact ne peuvent fournir des tensions de plus de 350 V continu; un casque téléphonique ne doit pas être relié à la tension continue d'anode. Comme moyen d'isolement on admet: a) des transformateurs avec enroulements séparés et b) des condensateurs fixes avec diélectrique solide qui ne laissent passer que 1 mA (internationalement 0,5 mA) au maximum. Des espaces d'air ou de vide de moins de 3 mm ne peuvent être considérés comme une séparation suffisante. La base de ces prescriptions est que c'est le courant bien plus que la tension qui peut occasionner des dégâts. Les courants alternatifs de plus de 50 à 100 mA sont mortels; 10 mA produisent déjà des crampes; tandis que de 1 à 5 mA on en est quitte pour la peur. Les courants de 0,3 à 1 mA n'ont d'effet que sur des personnes particulièrement sensibles.

L'influence des prescriptions sur le schéma diffère suivant qu'il s'agit de connexion avec du courant alternatif ou continu, ou les deux.

D'un réseau à courant continu, nous pouvons extraire aussi bien le chauffage que celui d'anode ou bien le courant d'anode seul, le courant de chauffage étant alors fourni par des accumulateurs qui sont, à leur tour, rechargés par le réseau. On relie l'accumulateur déchargé au réseau à travers des lampes à incandescence qui diminuent la tension du réseau et on aura bien soin de vérifier la polarité. Bien entendu, l'accumulateur sera déconnecté aussitôt que la charge est terminée. On réalisera la charge de la façon la plus avantageuse en insérant l'accumulateur dans une conduite principale de la maison dans laquelle tout le courant consommé par l'installation d'éclairage circule constamment. L'alimentation des filaments par accumulateurs est spécialement exigée dans tous les endroits où les perturbations dues au réseau, par exemple par des redresseurs, des moteurs, des appareils Röntgen, des appareils médicaux etc., sont tellement puissants que les meilleurs dispositifs déparasiteurs n'atteignent pas le but désiré. Pour l'emploi de la tension d'anode seule venant du réseau, on peut employer n'importe quel appareil à batterie sans autre changement. L'accumulateur de chauffage doit cependant être enfermé dans une boîte isolante car il est en contact avec le réseau par suite du raccordement de l'appareil avec celui-ci. Avec le système habituel à trois fils, le fil neutre est, il est vrai, raccordé à la terre, mais, comme le pôle plus ou le pôle moins est raccordé à l'appareil, l'accumulateur peut recevoir la pleine tension du réseau par rapport à la terre. Nous

reviendrons encore à plusieurs occasions sur cette particularité des réseaux continus.

Le courant de réseau ne peut pas être employé tel qu'il sort de celui-ci pour l'alimentation des anodes. Le courant continu des réseaux n'est pas absolument régulier. Il est quelque peu ondulé car il est formé d'impulsions de courant successives. Si on le reliait directement (sans le filtrer) au récepteur, il se produirait par suite de la fréquence perturbatrice présente dans le courant continu, ce qu'on appelle un bruit de réseau ou bruit de fond, dans le haut-parleur. Il nous faut donc une installation de filtrage pour éliminer la fréquence gênante. Le filtrage du courant d'anode doit être d'autant plus parfait que le récepteur est plus amplifié pour que les oscillations perturbatrices ne soient plus sensibles même après amplification dans les différents étages. Dans la plupart des cas, on s'en tire avec une cellule filtrante (fig. 63a). Elle consiste en une bobine D avec noyau de fer et un

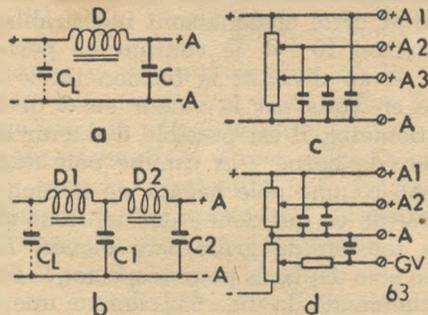


Fig. 63

condensateur C. La capacité considérable du réseau est représentée par C_L . La résistance au courant alternatif de toutes ces parties dépend de la fréquence. Celle de la bobine augmente tandis que celle du condensateur diminue avec la fréquence. Au courant continu, les enroulements de la bobine ne présentent qu'une faible résistance tandis que le condensateur oppose un barrage complet.

Pour les fréquences perturbatrices, au contraire, la situation est toute autre. La self-induction constitue une résistance presque infranchissable et la capacité une issue de fuite d'autant plus facile à emprunter qu'elle est plus grande. La bobine aura donc pour effet de faire dériver par la capacité C_L du réseau la plus grande partie de la fréquence. La faible partie qui arrive à passer à travers la bobine trouvera un chemin de dérivation dans le condensateur C.

Un réseau à courant continu fourni par des machines présente une très faible fréquence de plus de 100 Hz. Généralement, pour assurer la fourniture du courant pendant les heures de pointe, on emploie des accumulateurs qui restituent alors le courant qu'ils ont accumulé pendant les heures creuses ce qui affaiblit encore la partie alternative. Si, au contraire, le courant continu est produit par de puissants redresseurs à vapeur de mercure, les perturbations sont beaucoup plus fortes. Elles sont alors formées de puissantes impulsions de courant qui se produisent moins souvent de sorte que le courant lui-même a une forme pulsatoire; ce qui a pour résultat d'exiger des moyens de filtrage plus énergiques. Il faut alors au moins deux circuits filtrants comme dans la fig. 63b.

Le courant continu que nous utilisons dans le récepteur magnétise le noyau de la bobine ce qui en diminue la self-induction ; or, plus la self-induction reste élevée, malgré la charge, plus le condensateur pourra être petit, ou, pour une même capacité, plus l'égalisation sera efficace. Le condensateur doit, en tous cas, avoir une capacité de quelques μF . La self-induction de la bobine dépend de l'irrégularité du courant de réseau. Dans beaucoup de cas, 10 H suffisent, mais, quelquefois, il faudra 20 H.

La tension continue améliorée est prise entre — et + A. On obtiendra des tensions plus basses au moyen de résistances de charge ou d'un potentiomètre (fig. 63c). Pour cela on emploiera des résistances bobinées ou des bâtons de charbon avec prises sur collier déplaçables. Pour éviter les réactions mutuelles, chaque prise sera reliée à la borne — commune par un condensateur de 1 à 2 μF . Comme la résistance est insérée entre les bornes du réseau, elle consomme un certain courant. Ce courant constitue une perte car il est transformé en chaleur. Cette perte et cette chaleur sont indésirables. Si l'on emploie une résistance d'environ 10 l Ω le courant de perte sera faible ; on peut le calculer en A en divisant la tension totale aux bornes de la résistance exprimée en volts par la valeur en Ω de la résistance. Par l'emploi d'un potentiomètre, il est possible d'obtenir des tensions négatives. Nous prendrons la borne —A comme pôle négatif de la tension de grille, la borne A3 comme pôle négatif de tension d'anode et A1 et A2 comme pôles positifs ce qui donne des tensions anodiques d'autant plus basses que la tension de grille sera élevée. Les condensateurs devront, dans ce cas, être déplacés pour respecter le nouveau pôle négatif commun. Le schéma de la fig. 63d donne une tension de grille réglable. La chute de tension entre le pôle — du réseau et le contact mobile est perdue ; mais on a l'avantage qu'une modification de la tension de grille ne modifie pas toutes les autres tensions. La prise de la tension de grille au réseau présente le danger d'introduire les perturbations restantes qui deviennent audibles. On peut y remédier au moyen d'une cellule filtrante formée d'une résistance et d'un condensateur. Comme la polarisation négative de grille empêche la formation de courant de grille, il n'y passe pratiquement pas de courant et la résistance de filtrage peut être très forte. Pour la polarisation négative des lampes finales il faut avoir soin que la charge fournie à la grille par le condensateur soit assez rapidement complète lorsque de fortes tensions alternatives surmodulent la grille.

C'est la tension du réseau qui détermine en tout premier lieu jusqu'à quel point les schémas dont question ci-dessus peuvent être utilisés. Pour des réseaux à 110 Volts, à cause de la chute de tension dans la bobine, on ne peut compter que sur une tension totale utile de 100 V, et si l'on en déduit encore 10 V pour la tension de grille, il ne reste plus que 90 V pour la tension d'anode. On ne pourra plus alors employer une RE 134. Les lampes de la série K travaillent encore convenablement avec une tension d'anode de 90 Volts. Les schémas push-pull sont particulièrement recommandés car ils fonctionnent encore convenablement avec des courants de réseau mal filtrés. Avec des tensions de réseau plus élevées, on peut aussi prendre le courant de chauffage au réseau.

On peut connecter les lampes en parallèle ou en série (fig. 64a et b). L'utilisation du courant diffère comme on le voit sur la figure ; ou bien la tension est égale à la somme des différentes tensions de

filaments et le courant égal à celui d'une lampe, ou bien la tension est égale à celle d'une lampe et le courant égal à la somme des courants de chaque filament.

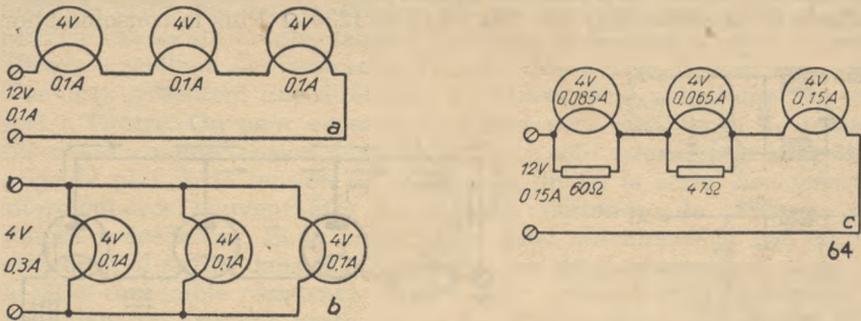


Fig. 64

Dans les schémas à courant continu, où les différentes tensions doivent être prises d'une façon ou d'une autre sur une résistance, la connexion en série est une nécessité absolue. Seul le raccordement en push-pull de lampes à chauffage direct exige la mise en parallèle des filaments. Chaque branche contiendra une résistance de charge pour éviter que le filament d'une lampe soit surchargé et brûle lorsque l'autre lampe présente une rupture de contact.

Si nous n'avons pas de lampes série de même consommation (100 mA) entre autres les anciennes lampes B à courant continu (180 mA), C, courant continu ou alternatif (200 mA, 13 V), V, courant continu ou alternatif (50 mA, 55 V) ou les lampes métal universelles (200 mA, 6,3 V resp. 100 mA, 120 V) mais que nous voulions utiliser de vieilles lampes batteries ou que nous voulions mettre en série des lampes de types différents, il faudra pour le calcul du circuit des filaments, compter sur la lampe qui a la plus forte consommation. Pour les lampes finales, par exemple il faut un courant de filament de 0,15 A. Le surplus de courant sera donc fourni en plus de celui des lampes à moindre consommation, par des résistances connectées en parallèle sur leur filament (fig. 64c). Si, par exemple une lampe consomme 0,085 A seulement, le courant à fournir par le by-pass sera de $0,150 - 0,085 = 0,065$ A. La résistance nécessaire, pour une tension de filament de 4 V, sera donc $4 : 0,065 = 60,15 \Omega$ ou environ 60Ω . On calculera le shunt de l'autre lampe de la même façon. En pratique, on peut connecter deux lampes en parallèle si le courant à fournir à l'une d'elles est exactement égal à celui de l'autre. De cette façon, on économise deux résistances et l'on diminue la consommation du circuit à 8 Volts 0,15 A. Si nous connectons ce circuit au réseau, nous devons insérer une résistance avant les lampes pour absorber le surplus de tension. Sur cette résistance, nous pourrions prendre les tensions d'anode (fig. 65a). Dans ce schéma figurent deux bobines haute fréquence qui écartent les perturbations à haute fréquence. Derrière ces deux bobines haute fréquence viennent deux condensateurs et une double bobine qui forment ensemble le dispositif de filtrage. L'ampèremètre permet de vérifier si le courant s'élève exactement à 0,15 A. Si les enroulements des bobines à noyau de fer ont une résistance de $2 \times 150 \Omega$ — nous pouvons négliger la résistance des bobines à haute fréquence — on y perd $2 \times 150 \times 0,15 = 45$ Volts.

Le circuit des filaments absorbe 12 Volts ; il reste donc, pour un réseau à 220 Volts $220 - 45 - 12 = 163$ Volts à absorber par la résistance d'anode. Cette tension suffit pour la plupart des lampes batterie. La résistance d'anode sera calculée grosso-modo (en négligeant le courant d'anode de la détectrice) par $163 : 0,15 = 1220 \Omega$ Plus la consommation

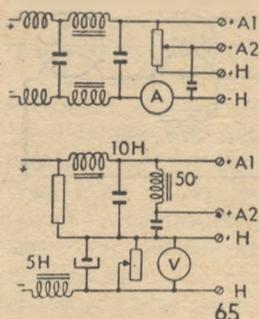


Fig. 65

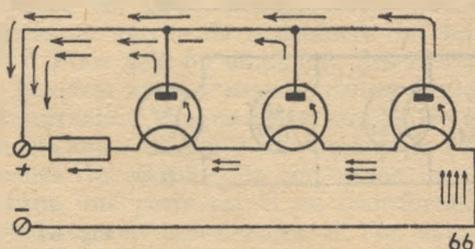


Fig. 66

des filaments est faible pour une même tension de réseau, plus grande sera la partie de tension restante et la résistance d'anode.

Jusqu'à présent, nous avons supposé que le courant de chauffage reste constant en tous les points du circuit. Ce n'est vrai que pour les lampes à chauffage indirect. Dans toutes les lampes à chauffage direct le courant d'anode passe aussi par les connexions du filament et surchauffe parfois le filament. Nous avons essayé de représenter cela dans la figure 66. Il faudra tenir compte de ce courant supplémentaire dans le calcul des résistances de shuntage.

Dans le schéma de la fig. 65a tout le courant passe par le circuit filtrant. La double bobine devra donc être assez largement dimensionnée. On obtient un meilleur résultat en filtrant séparément les courants de chauffage et les courants d'anode (fig. 65b). Le circuit des filaments contient une bobine de 5 à 8 H mais avec un enroulement à fil très gros pour que la perte de tension y soit minime. Le condensateur de filtrage électrolytique a une capacité de $3500 \mu\text{F}$. Au moyen d'une résistance de réglage et d'un voltmètre V, on peut régler avec précision la tension des filaments. Le reste de la tension du réseau est envoyée sur une résistance d'anode à laquelle un premier circuit égalisateur est connectée. En A1, on raccorde la tension d'anode convenablement filtrée pour la lampe finale. Pour celle-ci, un filtrage peu important suffit puisqu'il n'y a plus d'amplification subséquente. Les tensions d'anode + A2 des autres lampes seront filtrées dans un second circuit filtrant. Ce schéma offre l'avantage de permettre l'emploi d'une bobine bon marché. Une bobine à forte self-induction pour courants forts coûte beaucoup plus cher qu'une bobine pour courants faibles. En réalisant un filtrage sommaire mais suffisant du courant d'anode de la lampe de sortie, on peut obtenir une égalisation excellente des courants d'anode des autres lampes avec des moyens très limités.

Nous avons maintenant obtenu les tensions de filament et d'anode du réseau, il manque encore la tension de grille. Lorsque les lampes sont en série comme dans les schémas des fig. 64a et 66, la lampe qui exige la plus grande tension de grille se trouve à l'extrémité négative du circuit et même suivant la fig. 65a, directement au pôle négatif

du réseau. Là, il n'existe aucune résistance où l'on puisse prendre la tension de grille. On peut toujours connecter une pile de tension de grille avec son pôle positif à la borne négative du filament de la lampe finale. Les polarisations de grille des autres lampes ne peuvent pas être prises à cette batterie car les différentes lampes, par suite de la mise en série de leurs filtrage excellent des courants d'anode des autres lampes avec des filaments présentent une différence de tension de 4 volts l'une par rapport à l'autre. On peut cependant utiliser cette différence de tension elle-même comme tension de grille si l'on a soin de placer la lampe qui exige la plus forte tension de grille à la fin de la série. Les tensions intermédiaires peuvent être prises aux résistances de shuntage des lampes précédentes. Si la polarisation ainsi obtenue n'est pas encore suffisante, il suffit, dans la plupart des cas de connecter, au début de la série, une faible résistance. Nous allons expliquer cela plus spécialement dans un exemple pratique. La fig. 67a représente le schéma d'un amplificateur à deux lampes à chauffage direct 4 Volts V1 et V2. Le circuit des filaments comprend la résistance R1, le filament V1, avec

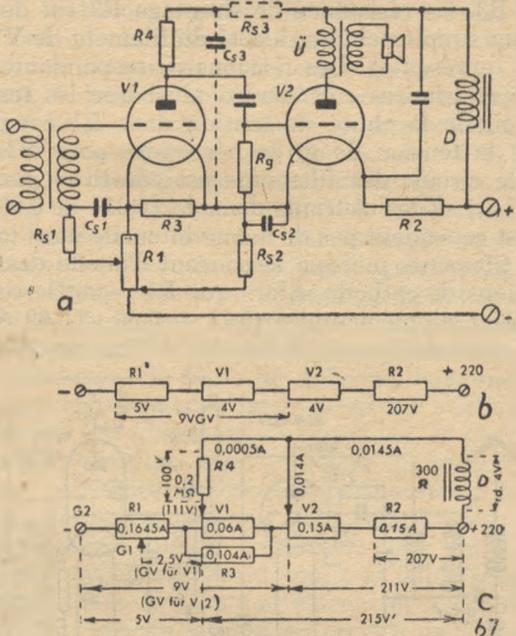


Fig. 67

son shunt R3, le filament V2 et la résistance R2 qui produit la chute de tension nécessaire pour la tension d'anode. La tension d'anode est obtenue à travers la bobine D et est envoyée à travers le transformateur U à l'anode de la lampe de sortie et à travers la résistance R4 à l'anode de V1. La tension de grille est prise sur la résistance R1; le circuit filtrant RS1/CS1 épure la tension de grille de la première lampe. La cellule filtrante RS2/CS2 celle de la deuxième lampe. Rg est la résistance de fuite habituelle. Parfois il sera utile d'insérer une troisième cellule filtrante RS3/CS3 dans le circuit d'anode de la première lampe. Pour ne pas compliquer inutilement le calcul des circuits, nous supposons que la cellule filtrante RS3/CS3 et une installation

de filtrage à l'entrée ne sont pas nécessaires. Pour la lampe V1 il faut : un courant de filament de 0,06 A, un courant d'anode de 0,5 mA, une tension de polarisation de grille de $-2,5$ V. Ra est égale à $R4 = 0,2 \text{ M}\Omega$; pour la lampe V2, le courant de filament est 0,15, le courant d'anode 14 mA, la tension de polarisation de grille -9 V, en supposant que la résistance du transformateur U au courant continu puisse être négligée. Comme le schéma est quelque peu difficile à suivre, nous dessinerons d'abord le circuit des filaments à part (fig. 67b). Aux bornes du circuit des quatre résistances en série, on applique la tension du réseau soit 220 V. Nous avons déjà donné les résistances des filaments des lampes V1 et V2; leur chute de tension s'élève à 4 Volts pour chacun. Pour obtenir la tension de polarisation de la seconde lampe, à savoir 9 Volts, il nous faut la résistance R1. Toutes les tensions seront calculées par rapport à l'extrémité négative des filaments, et non à partir de leur point milieu. Il faudra donc, dans la résistance R1 une chute de tension de 5 Volts. La résistance d'anode R2 supporte donc une tension de 207 Volts. Pour le calcul des résistances, il nous faut encore maintenant les intensités de courant. La fig. 67c contient les données nécessaires. Dans ce schéma, nous retrouvons les résistances R1, V1, V2 et R3. La résistance de shuntage R3 est destinée à laisser passer le courant supplémentaire à côté du filament de V1. La résistance R4 y est aussi représentée. Les tensions correspondantes sont inscrites en-dessous des résistances considérées ainsi que les tensions de grille des lampes. Comme la chute de tension dans R1 est de 5V, la prise médiane reçoit la tension de grille nécessaire pour V1 soit 2,5 V. Le courant dans le circuit des filaments est constitué par le courant de chauffage (0.15 A) et les courants d'anode ($0,014 + 0,005 = 0,0145$ A). Le courant n'est cependant pas de même intensité dans toutes les parties du circuit des filaments puisque le courant d'anode des lampes s'en va par les connexions de cathode. Alors que R1 reçoit le courant total, R3 n'a que le courant supplémentaire ($0,15 - 0,06 = 0,09$ A) et le courant d'anode de la seconde lampe (0,014 A). R2 ne reçoit que le courant

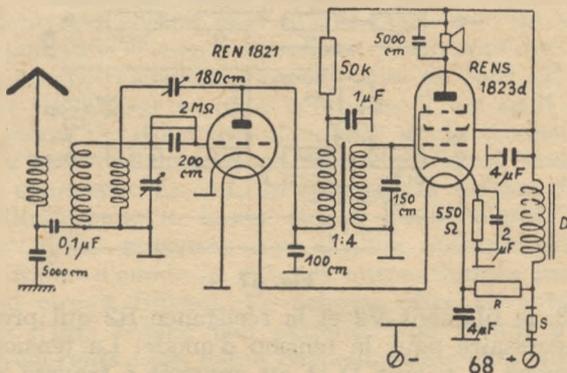


Fig. 68

de chauffage. Dans la résistance de la bobine D (300Ω) il se produit une chute de tension de 3 Volts environ. La tension d'anode de la lampe V1 s'élèverait donc, sans la résistance R4, à 211 Volts; mais, comme dans R4 qui présente une résistance de $0,2 \text{ M}\Omega$ et qui reçoit un courant d'anode de $0,5 \text{ mA} = 0,0005 \text{ A}$, il se produit une chute de tension de 100 Volts, il ne reste que 111 Volts pour l'anode. On peut calculer de la même façon tous les autres schémas à courant continu. Si

le courant de chauffage absorbe une trop forte partie de la tension du réseau, nous placerons deux circuits séparés, l'un pour le courant de chauffage et l'autre pour la tension d'anode. Dans la fig. 68 nous donnons le schéma de l'ancien récepteur populaire à courant continu. Le pôle négatif du réseau est relié au châssis. Le circuit des filaments passe par la résistance R dans laquelle le surplus de tension est absorbé puis par les filaments en série et, par le châssis, au réseau.

Il n'est pas nécessaire de prévoir un filtrage du courant de chauffage puisque les lampes employées sont à chauffage indirect. Dans ce genre de lampes, de faibles et rapides variations de courant n'ont aucune influence à cause de la forte inertie thermique de l'isolant qui entoure le filament. Le circuit du courant d'anode passe par la bobine D vers les lampes. Les cathodes sont reliées au châssis et la lampe finale reçoit une polarisation négative à travers une résistance de cathode. Les lampes V avec un courant de filament de 50 mA/55 Volts VC1 + VC2 peuvent être connectées à un réseau à 110 Volts sans résistance R. En ce qui concerne la connection des filaments, la succession des lampes en série est généralement déterminée par leur sensibilité au bruit de réseau. La lampe la plus sensible est la détectrice. Pour cette raison, elle sera reliée à la borne négative du réseau. L'ordre de succession sera alors, par exemple la détectrice, l'amplificatrice haute fréquence, l'amplificatrice basse fréquence et la lampe finale.

Pratiquement, la tension nominale du réseau ne reste pas inchangée, Il est vrai que les fortes variations de consommation dans le courant de la journée sont compensées autant que possible à la centrale, mais elles occasionnent des modifications de tension de courte durée. Pour prolonger la durée de vie des lampes, il est à recommander d'employer des régulateurs de tension. Lorsque, par exemple un voltmètre relié entre le récepteur et le réseau indique une augmentation de la tension, on peut, au moyen d'une résistance de réglage diminuer la tension trop élevée à l'entrée de l'appareil. Ce réglage à la main exige, toutefois, une surveillance continuelle. Cet inconvénient nous est épargné par les régulateurs automatiques. Un fil de fer enfermé dans une ampoule contenant de l'hydrogène (résistance fer-hydrogène) s'échauffe lorsque le courant augmente ce qui augmente sa résistance et par suite la chute de tension qu'elle provoque. Par un choix judicieux de la valeur ohmique de cette résistance, on peut donc maintenir la tension constante à la sortie. Cette résistance ne peut remplir cette fonction qu'à chaud. A froid, elle n'a qu'une résistance très faible. Comme les cathodes des lampes ont aussi, à froid, une très faible résistance, le rapport des résistances entre la situation à froid et à chaud est de 1/13. La pointe de courant, lors de la mise en service de l'appareil est donc un multiple du courant de fonctionnement normal. Il en résulte que les résistances faibles qui interviennent dans le circuit de chauffage, notamment les lampes de cadran, sont fortement surchargées ce qui a pour résultat ou de les faire claquer, ou de les abîmer dans le temps que dure le chauffage, qui peut s'élever à une minute. Cette pointe de courant de mise en marche est absorbée dans une résistance Urdox. Celle-ci a une forte résistance à froid, résistance qui diminue au fur et à mesure qu'elle s'échauffe. Les deux résistances adaptées l'une à l'autre sont montées dans un globe de verre et reliées à un socket y adapté. Sous cette forme, elles sont vendues dans le commerce sous le nom de résistance fer-urdox. Dans le choix de celles-ci, il faut avoir soin de les adapter au courant utilisé dans le circuit des filaments.

Comme cette résistance a une certaine valeur ohmique, elle peut remplacer une résistance du circuit destinée à absorber une partie de la tension du réseau. Cette résistance de réglage doit être choisie de façon que la tension restante soit à peu près dans les limites de tension fixées pour la résistance de réglage.

D'après les prescriptions du V D E, toutes les pièces métalliques reliées au réseau doivent être séparées de la terre par un condensateur ou un transformateur. L'exécution de cette mesure de sécurité dépend de la nature du réseau. Le réseau à courant continu habituel consiste en un conducteur extérieur positif, un conducteur de milieu mis à la terre (neutre) et un conducteur extérieur négatif. Le conducteur nul est soit nu, soit isolé ; dans le dernier cas, il peut se faire qu'il soit mis à la terre à la centrale, mais que, dans l'appareil il présente une certaine tension vis-à-vis de la terre (parfois même 40 Volts). En partant d'un réseau à trois conducteurs, on prend souvent, pour l'alimentation d'une maison par deux conducteurs, un des fils extérieurs et le conducteur neutre (fig. 69). Alors que la branche I est



Fig. 69

connectée d'une façon tout à fait normale, — avec le point neutre à la terre et une tension positive sur le conducteur extérieur — la situation est toute différente dans la branche II. Ici, c'est le pôle positif qui est à la terre, et toutes les parties qui sont reliées au fil extérieur comme pôle négatif, comme le châssis, les axes des condensateurs, les accumulateurs de chauffage etc, sont à la tension du réseau par rapport à la terre : les bornes d'antenne et de terre seront reliées au commutateur au moyen d'un condensateur de $1 \mu\text{F}$; Seul un couplage purement inductif avec le circuit de grille, sans contact avec la grille, rend ces précautions superflues. Souvent, la liaison à la terre est seule isolée car l'antenne est toujours isolée de la terre. Parfois une série de lampes est perdue parce que, pendant une tempête, une antenne voisine est tombée sur le fil aérien. Le circuit s'est fermé vers la terre par la bobine de détection du voisin. La capacité des condensateurs n'est pas critique. La mise à la terre peut avoir lieu au moyen de $0,1 \mu\text{F}$ et le couplage d'antenne avec 100 à 300 cm. De trop petites capacités dans l'entrée d'antenne influencent la sélectivité et diminuent l'intensité du son. De même, les écouteurs et haut-parleurs doivent être ainsi isolés lorsqu'ils ne sont pas raccordés par un transformateur.

Suivant le genre de production de courant, dans le réseau à courant continu, la fréquence et l'importance de ce qu'on appelle le bruit de réseau varie. Pour les réseaux à courant alternatif, il en va tout autrement. Ici, le courant change constamment de sens, généralement 50 fois par seconde. La fréquence du réseau est donc de 50 périodes ou, exprimé en unité normale, 50 Hz. Il faut alors un redresseur dont la fonction est de transformer le courant alternatif en courant continu. Nous arrivons ainsi à la même situation qu'avec un réseau à courant continu et nous pouvons utiliser les schémas déjà décrits, pour autant

qu'ils ne soient pas remplacés par d'autres plus nouveaux ou plus pratiques.

Le réseau à courant continu n'a qu'un inconvénient ; c'est qu'on est obligé de l'adapter à la tension désirable. Le courant alternatif peut être transformé à volonté en haute ou basse tension. Nous pouvons même produire en même temps plusieurs hautes tensions et, par suite atteindre différents buts. Un transformateur d'alimentation est donc constitué de plusieurs bobines enroulées sur un noyau formé de petites plaques (fig. 70a et b). L'enroulement de réseau N ou primaire a généralement différentes prises pour pouvoir employer le transformateur sur différentes tensions de réseau. Du côté secondaire, un transformateur prévu pour un redressement simple ne possède qu'un enroulement simple tandis qu'un transformateur pour double redressement contient, outre un enroulement d'anode A divisé en deux parties, l'enroulement de chauffage H1 pour la redresseuse et l'enroulement de chauffage H2 pour les lampes du récepteur. L'enroulement de chauffage fournit généralement une tension de 4 Volts. Seules les anciennes lampes E en verre, les lampes rouges et les lampes métal exigent une tension de 6,5 Volts. Les bons transformateurs ont un écran électrostatique S.

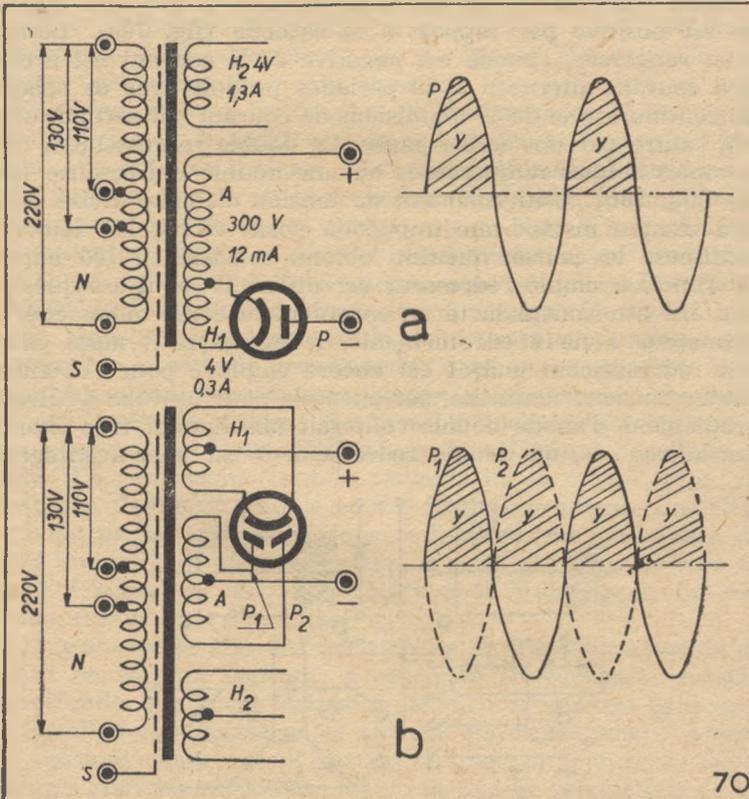


Fig. 70

Celui-ci est un enroulement qui travaille comme protection contre un court-circuit dans le transformateur, une surtension du réseau et, en même temps, détourne les perturbations à haute fréquence vers la terre. Comme, dans un transformateur, le noyau et les enroulements

sont calculés pour le passage d'une certaine énergie, les enroulements ne sont pas seulement destinés à fournir la tension, mais aussi les valeurs correspondantes du courant normal. Un transformateur avec les caractéristiques de la fig. 70a est employé dans les récepteurs populaires. Le double redressement rend inévitable un enroulement séparé ; l'enroulement de chauffage des lampes du récepteur est exécuté avec une prise médiane. Les lampes finales à chauffage direct, pour lesquelles une haute tension de polarisation est nécessaire, sont souvent alimentées par un enroulement séparé sinon la forte différence de potentiel entre filament et cathode des lampes à chauffage indirect précédentes peut conduire à des perturbations (voir fig. 28 et 29).

Un bon transformateur d'alimentation n'est pas bon marché. Il faudra donc essayer de l'utiliser pendant le plus long temps possible. Une source de danger se trouve dans la possibilité d'un court-circuit entre enroulements par suite d'une rupture dans le filament de la redresseuse ou du claquage de l'un ou l'autre condensateur. Le mieux est d'insérer, entre l'enroulement de tension d'anode et l'anode de la redresseuse un fusible de protection.

Le redressement proprement dit correspond au fonctionnement d'une diode. La redresseuse ne laisse passer le courant que quand l'anode est positive par rapport à la cathode (fig. 70a). Lorsque la phase est renversée, l'anode est négative et le courant est arrêté. Le réseau à courant alternatif à 50 périodes produit avec ce schéma un courant continu formé de 50 impulsions de courant par seconde séparées l'une de l'autre par une faible pause. Le double redressement contient deux simples lampes redresseuses ou une double redresseuse (à deux anodes) (fig. 70b). L'enroulement de tension d'anode, divisé en deux, assure à chaque instant une impulsion positive. Ici, les deux phases sont utilisées ; le courant continu obtenu consiste en 100 impulsions (= 100 Hz). Le simple redresseur est utilisé là où il est question de prix bas. Un transformateur à un enroulement coûte moins cher qu'un transformateur à deux enroulements, le noyau peut aussi être plus petit. Le redressement unique est encore employé pour l'obtention de très hautes tensions continues, par exemple pour un tube de Braun, où un enroulement d'anode double coûterait absolument trop cher. Dans tous les autres cas, un double redressement est plus avantageux car

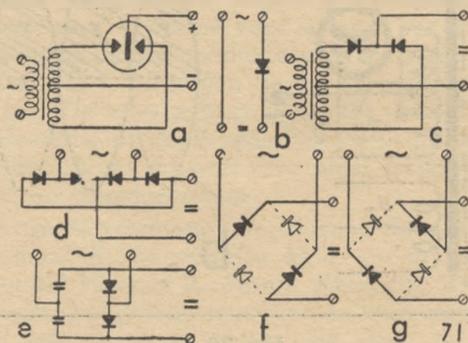


Fig. 71

100 Hz est plus facile à égaliser que 50 Hz. Comme redresseuse on emploie, en général, une lampe à vide poussé avec cathode à chauff-

fage direct. Les lampes à remplissage gazeux montrent une tendance à la production d'oscillations électroniques et ne sont guère employées que pour les chargeurs d'accus où elles rendent des services à cause des courants assez intenses qu'elles admettent. Les lampes à gaz (fig. 71a) n'exigent pas de courant de chauffage mais produisent une plus forte chute de tension qui ne peut être composée que par un enroulement plus grand. Ces lampes sont aussi remplies de gaz et peuvent provoquer des perturbations à haute fréquence. Pour cette raison, elles ne sont plus employées dans les appareils de radio comme redresseuses d'alimentation. Les redresseurs métal ou oxymétal sont réalisés par un métal en contact avec de l'oxyde de cuivre ou du sélénium. Cette combinaison admet le courant dans un sens tandis que, dans l'autre sens, le courant est arrêté. Le courant qui passe dans ce dernier cas est assez faible pour être négligé. Une difficulté technique se présente du fait de la faible charge admise par ces petits éléments, aussi bien en tension qu'en intensité. Il en résulte qu'il faut plusieurs éléments en série pour traiter une haute tension alternative. Pour un courant plus fort, il faut plusieurs éléments en parallèle ou des éléments plus grands. On en arrive ainsi à divers schémas connus sous le nom de simple (fig. 71b), double push-pull (fig. 71c), double Grätz (fig. 71d) ou double Greinacher ou Delon (fig. 71e). Le plus connu est le schéma Grätz. Son fonctionnement est expliqué par les figures 71 f et g. Un avantage particulier des redresseurs oxymétal est que l'on peut se passer de transformateur lorsque la tension de fonctionnement est égale à la tension du réseau. Il suffit que le redresseur soit exempt de charge lorsqu'il est relié au réseau. Les appareils utilisateurs de courant doivent toujours rester reliés au redresseur. Jadis, lorsque les redresseurs oxymétal n'étaient pas connus, on se servait principalement de redresseurs électrolytiques. Ceux-ci comprenaient, dans un pot en grès ou en verre, une anode d'aluminium, une cathode en fer, plomb ou charbon et un électrolyte, solution de bisphosphate de sodium ou d'ammonium. Dans ce genre de cellule, le courant n'est admis que dans la direction de la cathode vers l'anode ; dans le sens inverse, le courant forme une couche d'oxyde sur l'anode qui provoque une résistance élevée qui arrête le courant. La tension nécessaire pour une cellule s'élève à environ 30 Volts. Pour un schéma Grätz à 4 cellules, il faut 60 Volts. Le redresseur Tantale travaille de la même façon. Celle-ci contient une feuille de tantale et une plaque de plomb. Les électrodes se trouvent dans l'acide sulfurique ordinaire d'accumulateurs de densité 1,24 auquel sont ajoutées quelques gouttes de vitriol vert (sulfate ferreux). L'action de blocage s'élève à 40 Volts ; pour un réseau à 220 Volts, il faut donc 6 cellules.

Citons encore les moyens mécaniques de transformation de courant alternatif en courant continu ; à savoir le convertisseur rotatif et le vibreur. Tandis que le convertisseur est surtout employé dans les usines et les installations d'émission, le vibreur est utilisé pour l'obtention de hautes tensions continues en partant des accumulateurs de démarrage de voitures pour les récepteurs d'auto et comme producteur de courant alternatif dans les postes à courant alternatif alimentés sur un réseau continu. Il existe des vibreurs pour 2, 4, 6, 12, 24, 110 et 220 Volts de tension d'entrée, en schéma push-pull, avec ou sans redresseur. Il en existe aussi qui sont exécutés en changeurs de polarité. Les fabricants tiennent à la disposition des intéressés des prospectus de ce genre d'installations, où l'on peut trouver toutes leurs particularités ; nous nous

bornerons donc à donner les principes de leur fonctionnement. L'oscillateur électromagnétique ouvre et ferme des contacts avec une fréquence d'environ 100 Hz et divise ainsi les courants continus entrants en impulsions de courant de même direction qui provoquent, dans un transformateur des champs magnétiques variés qui induisent à la sortie des courants alternatifs. Ceux-ci peuvent, par exemple servir à l'alimentation d'un poste à courant alternatif. On peut aussi redresser ce courant alternatif au moyen d'une lampe ou d'un autre vibreur. Si nous supposons que les contacts du second vibreur sont attachés à l'armature oscillante du premier interrupteur, l'interruption et le redressement se feront absolument en même temps (synchroniquement). Pour amortir les bruits, les interrupteurs à basse tension sont montés sur caoutchouc et enfermés dans des boîtes de métal avec une enveloppe en caoutchouc. Les interrupteurs à haute tension sont enfermés dans des globes à remplissage gazeux, pour éviter que les contacts ne brûlent. Ce globe de verre est, à son tour, monté dans un support en métal avec un revêtement en caoutchouc mousse. L'alimentation des filaments d'un récepteur d'auto est assuré directement par la batterie de démarrage. Jadis, suivant la puissance de la batterie, on employait des lampes de la série ancienne E (6,3 Volts) ou C (13 Volts). Depuis l'apparition des nouvelles lampes métal antimicrophoniques (200 mA, 6,3 V) on n'en emploie plus d'autres. Pour l'alimentation sur un accumulateur de 12 Volts, on alimentera toujours deux lampes en série en un groupe de 12,6 V. Les groupes sont ensuite connectés en parallèle sur l'accumulateur.

Parmi les lampes redresseuses, on peut en distinguer une espèce qui permet la réalisation de schémas spéciaux, à savoir les « redresseuses à haut voltage ». Avec ces lampes, le transformateur d'alimentation est supprimé. Elles étaient alimentées par la pleine tension du réseau et ne commençaient à fonctionner qu'après une trentaine de secondes, lorsque les lampes du récepteur étaient chauffées, de cette façon il ne pouvait pas se produire de surtension dangereuse. Comme il existait une liaison directe avec le réseau, il était nécessaire comme pour les appareils à courant continu et universels d'insérer dans toutes les connexions avec la terre (prise de terre, chassis, antenne) des con-

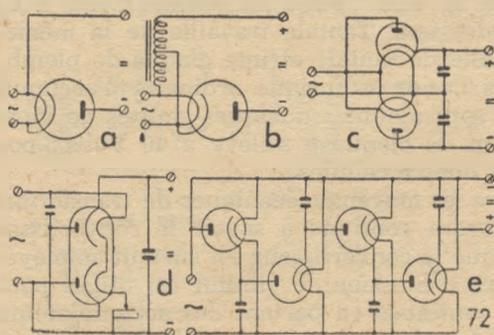


Fig. 72

densateurs de protection de 3000 à 20.000 cm et des fusibles dans les connexions directes avec le réseau. La fig. 72a montre comment on connecte ce genre de lampe pour un redressement simple. Si l'on ne dispose que d'un réseau à 110 Volts, la tension entre anode et cathode

doit être augmentée au moyen de ce qu'on appelle un auto-transformateur (transformateur à un seul enroulement) ce qui augmente ainsi la tension continue utilisable (fig. 72b). On peut encore obtenir une tension double avec les redresseurs doubles suivant le schéma Greinacher ou Delon avec deux simples redresseuses (fig. 72c). Pour l'alimentation de récepteurs universels par le courant alternatif, il existe des lampes doubles. Leur filaments sont raccordés comme ceux des lampes pour courant continu. La fig. 73d représente le schéma Delon avec la lampe Opta 26NG qui n'est d'ailleurs pas une lampe à haut voltage (40 V/0,18 A au filament). En l'absence de charge, la tension continue serait égale à 2,8 fois la tension du réseau. Par la combinaison de 4 lampes à haute tension, on peut même obtenir 5,6 fois la tension du réseau (fig. 72e). Pour une tension de réseau de 200 Volts, on obtiendrait même ainsi plus de 1200 Volts. Ce schéma exige un isolement extrêmement soigné entre cathode et filament ; il a donc un facteur de sécurité moindre que celui qu'il faut pour un récepteur de radio. Si un doubleur de tension peut encore être recommandé, le quadrupleur doit être limité à des expériences car, dans ce cas, un contact avec le réseau serait dangereux. La lampe à haute tension travaille cependant très avantageusement et est très pratique pour obtenir l'excitation de haut-parleurs électrodynamiques. Le schéma de la fig. 72a, par exemple fournit un courant d'excitation convenable après filtrage au moyen d'un simple condensateur de 4 μ F.

Dans la plupart des cas, les appareils à courant alternatif sont munis de transformateurs car ceux-ci constituent un bon isolement du réseau. La tension alternative fournie par le transformateur est transformée par la redresseuse en tension continue à laquelle se superpose une oscillation de la fréquence du réseau (redressement simple) ou double de celle du réseau (redressement double). Le premier filtrage de la tension continue brute est confié au condensateur de charge. Nous allons essayer d'expliquer son influence au moyen des figures 73 en 74. Dans tous les schémas de redressement, le transformateur fournit la tension alternative sous la forme représentée fig. 73a. L'espace de temps qui sépare deux impulsions de courant (fig. 73b) est assez grand, puisque chaque fois, une demi-onde reste inopérante.

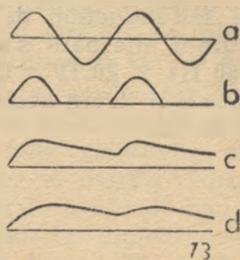


Fig. 73

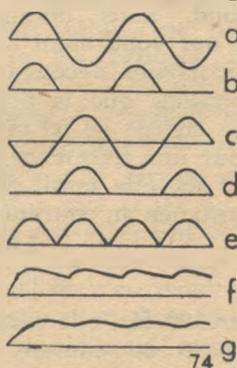


Fig. 74

Le condensateur est chargé pendant les impulsions de courant et restitue l'énergie accumulée (fig. 73c) pendant les pauses de charge ce qui diminue rapidement sa charge ; l'aspect ondulé de la tension n'est pas complètement éliminé même après la bobine de filtrage (fig. 73d).

Dans quelle mesure le double redressement est-il plus adéquat ? Ici, deux enroulements travaillent en push-pull. La tension alternative d'un enroulement est représentée fig. 74a ; la fig. 74b montre l'effet de courant redressé par ce système. La fig 74c donne la tension alternative du second enroulement et la fig. 74d le courant redressé qui en résulte. Les deux courants agissent ensemble et il en résulte une courbe de courant redressé suivant la fig. 74e. Le grand espace de temps entre les différentes impulsions de courant est donc plus ou moins rempli. Le condensateur de charge sera donc rechargé plus vite et ne sera déchargé que pendant un temps plus court ; il pourra donc fournir plus d'énergie et une tension moyenne plus haute (fig. 74f). Plus le condensateur sera grand, plus il pourra accumuler et rendre d'énergie. L'égalisation sera donc plus efficace, la valeur moyenne de la tension continue sera plus élevée. La fig. 74g montre la courbe de courant après la bobine.

Comme le condensateur de charge ne peut pas, à lui seul, éliminer la fréquence perturbatrice, il nous faut une installation de filtrage composée d'une bobine et d'un condensateur. La bobine aura suivant l'amplification du récepteur, une self-induction de 10 à 20 H. Par suite de la magnétisation préalable due au courant continu, il faudra avoir soin qu'elle ait la self-induction désirée même avec la pleine charge. Le condensateur sera pris aussi grand que possible et aura une capacité d'au moins 4 μ F. Au lieu de faire de longs calculs, nous allons montrer l'influence des valeurs sur le schéma. Un schéma de filtrage avec une self-induction et une capacité données a le même effet qu'un schéma avec une self-induction double et une capacité moitié moindre ou qu'un autre avec demi self et double capacité. Nous pouvons donc corriger le travail de filtrage d'une bobine trop petite par l'emploi d'un condensateur plus grand. Ceci ne s'applique que pour une fréquence déterminée. Si celle-ci est modifiée le travail de filtrage varie également. Une égalisation qui laisse encore passer une certaine quantité de tension alternative devient quatre fois meilleure avec une fréquence double, c'est-à-dire que la tension alternative restante n'est plus que le 1/4 de la valeur qu'elle avait avec la fréquence simple. Si, après le premier dispositif de filtrage, nous en connectons un second, nous obtiendrons un très bon filtrage. Pour les lecteurs qui voudraient absolument calculer, nous donnons ci-dessous les particularités nécessaires.

Supposons que la bobine ait encore une self-induction de 20 H avec une charge de 50 mA. La charge en courant alternatif s'élèvera donc, pour une fréquence de 50 Hz à $6,28 \times 50 \text{ Hz} \times 20 \text{ H} = 6280 \Omega$ Pour 100 Hz, elle serait de 12650 Ω Le condensateur devra avoir 8 μ F et sa résistance au courant alternatif sera pour 50 Hz :

$$\frac{1\ 000\ 000}{6\ 28 \times 50 \times 8} = 398 \Omega$$

Pour 100 Hz, elle serait de 199 Ω

Si nous considérons maintenant la bobine et le condensateur comme un potentiomètre, on peut estimer approximativement le travail de filtrage. Dans la fig. 75, D1 est la bobine et C1 le condensateur La tension perturbatrice U1 est appliquée entre les points A et E. La tension partielle U2 qui apparaît entre les points B et E dépend du rapport entre les résistances au courant alternatif des branches D1 et C1. Dans le cas ci-dessus, ce rapport est, pour 50 Hz, 6280 : 398 =

1/16 environ. Pour 100 Hz, U2 s'élèvera à $12560 : 199 = 1/63$ de U1 seulement. On voit donc que le filtrage, pour une fréquence double, s'élève au quadruple. On a ainsi démontré le grand avantage du double redressement. Un second filtrage D2, C2 avec les mêmes

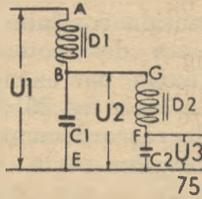


Fig. 75

valeurs, donnerait, entre les points F et E, pour 100 Hz une tension résiduelle de $1/4000$ de U1 seulement. Si nous déchargeons quelque peu la bobine D2 en prenant en G le courant destiné à l'amplification basse fréquence, par exemple D2, aura une self-induction plus grande et le filtrage en sera sensiblement augmenté.

Dans le filtrage, la bobine travaille comme une résistance au courant alternatif. On peut la remplacer par une résistance ohmique pure. Le filtrage n'en sera pas diminué. Cependant, tandis qu'une bonne bobine à noyau de fer n'a qu'une résistance au courant continu de 300Ω ce qui produit pour un courant de 50 mA une chute de tension de 15 Volts, une résistance ohmique agira, pour le courant continu, avec sa pleine valeur de 6000Ω par exemple et, avec un courant de 50 mA provoquera une chute de tension de 300 Volts. Pour une tension minimum de 200 Volts aux bornes de sortie, la redresseuse devrait donc fournir 500 Volts. Le remplacement de la bobine par une résistance ohmique pure ne peut donc avoir lieu que lorsque la perte de tension qui en résulte peut être admise par suite des faibles courants traversant, par exemple, dans les circuits de filtrage pour petits récepteurs à faible consommation ou dans les filtres séparés pour des lampes très sensibles. Les résistances de charge au moyen desquelles on prend du bloc d'alimentation les tensions continues nécessaires pour certaines lampes forment, avec les condensateurs qui les relie au chassis, des cellules de filtrage. Il n'est d'ailleurs pas toujours nécessaires que les cellules filtrantes soient toujours placées dans le bloc d'alimentation. Au contraire, les derniers circuits de filtrage sont plus efficaces à l'endroit précis de leur utilisation car ils évitent le danger de couplages indésirables.

Le raccordement d'un appareil alimenté par le réseau sera combiné de façon que la partie redresseuse choisie soit reliée au nombre de circuits égalisateurs prévus (pour le simple redressement voir fig. 36 et pour le double redressement voir fig. 28). Le schéma ne change pas qu'il s'agisse de haute ou de basse tension ; on n'en tiendra compte que dans les dimensions des grandeurs électriques et dans le choix de la redresseuse. C'est ainsi que, pour un chargeur d'accus, aucun dispositif filtrant n'est nécessaire et s'il fonctionne au moyen d'un redresseur oxymétal, il n'exige aucune surveillance. Avec une bobine de 2 à 3 H et un condensateur électrolytique de 1400 à 3500 μF , il pourra convenir pour l'alimentation directe des filaments de lampes batteries qui peuvent ainsi être utilisées. Il est cependant plus pratique de prendre le courant des filaments à l'accumulateur car alors sa ten-

sion reste invariable, tandis que, sur le réseau, elle est toujours ondulée. Un bloc d'alimentation pour excitation d'un haut parleur dynamique ne contient qu'un simple condensateur de charge. Lorsque le haut-parleur est inclus dans le meuble, sa bobine d'excitation peut servir de bobine de filtrage.

Pour la division de la tension continue dans les appareils à courant alternatif, on n'emploiera des potentiomètres que lorsque le fonctionnement des lampes l'exige, par exemple pour obtenir une tension de grille-écran bien stable (voir fig. 25, 29, 41, 53). Dans les autres cas, on évite de préférence le raccordement de potentiomètres car le courant qui y circule constitue une perte. Avec un réseau à courant continu, cette remarque n'intervient pas car on peut y prendre autant de courant qu'on veut sans que la tension varie. Dans un réseau à courant alternatif, il en va autrement car la tension diminue lorsqu'on prend plus de courant. La chute de tension augmente lorsque la résistance des enroulements du transformateur est plus haute. Pour cette raison, les bons transformateurs sont bobinés avec du fil à forte section et pèsent assez lourd.

Les lampes pour courant alternatif sont presque toutes à chauffage indirect, sinon la fréquence du courant de chauffage interviendrait comme son perturbateur. Une triode comme lampe finale n'a qu'une faible amplification c'est pourquoi son filament peut être à chauffage direct par courant alternatif. Avec des pentodes finales qui ont une beaucoup plus grande amplification, le bruit de réseau serait presque inévitable dans ce cas. La prise médiane pour l'obtention d'une connexion symétrique des enroulements de chauffage ne suffit généralement pas à éliminer le bruit de fond. Un petit potentiomètre de 50 Ω relié entre les bornes du filament est plus efficace et permet un réglage précis du point milieu électrique.

Ce genre de « débruiteurs » est représenté, notamment dans les fig. 28, 29 et 36.

La polarisation de grille est, obtenue, dans les appareils à courant alternatif, presque sans exception, sur une résistance insérée dans la connexion de cathode. La fig. 75 donne une idée des différentes façons dont cette prise peut être réalisée. La fig. 76a représente le cas de

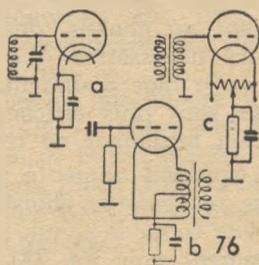


Fig. 76

lampes à chauffage indirect tandis que 76b et c se rapportent au cas du chauffage direct. Dans chaque cas, la grille est reliée au châssis. Dans la fig. 76a, la cathode est isolée du filament et reliée au châssis à travers la résistance de cathode. Le courant d'anode produit, dans cette résistance une chute de tension, la cathode est donc positive par rapport au châssis donc par rapport à la grille, ce qui revient à dire que la grille est négative par rapport à la cathode. On obtiendra la

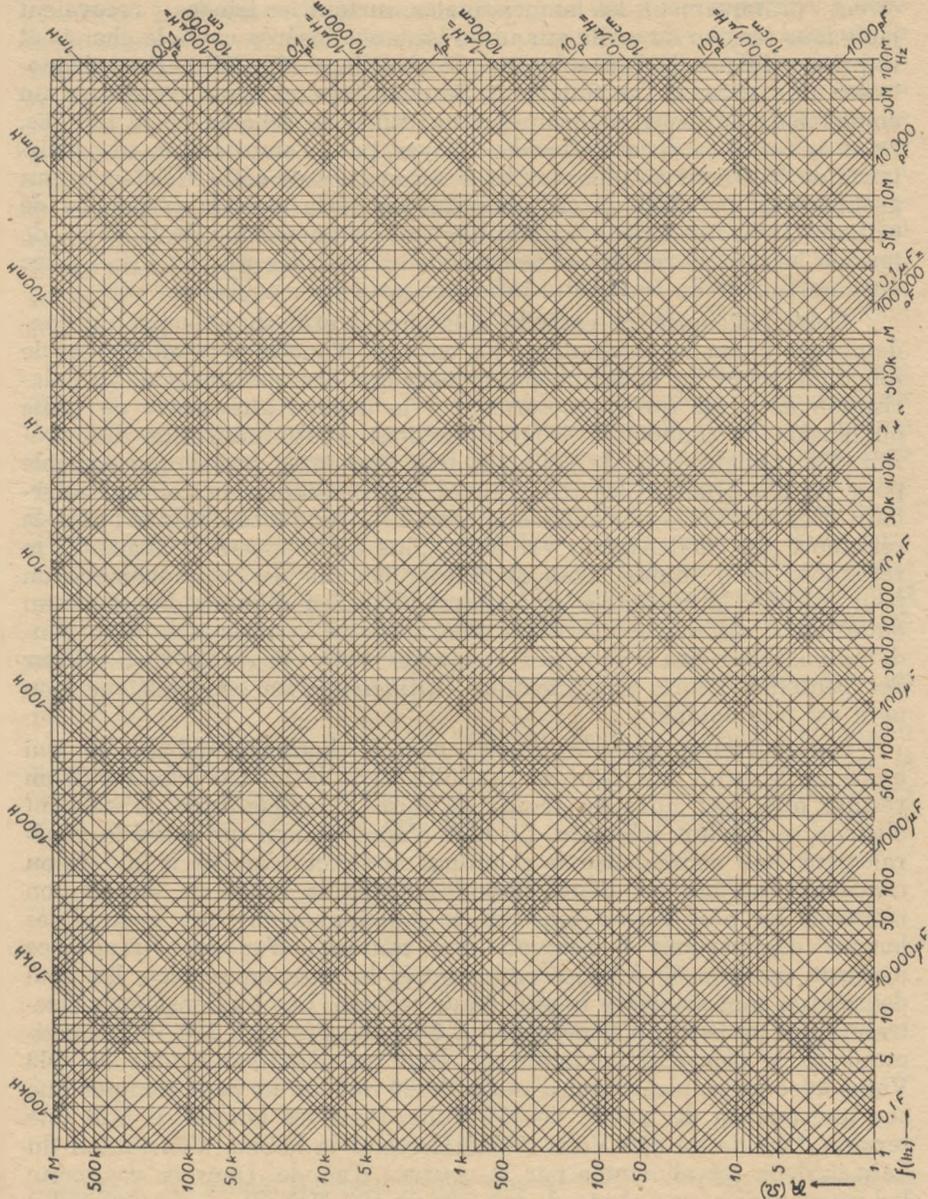
valeur de cette résistance en divisant la tension, de grille par le courant d'anode en ampères.

Il faudra y ajouter, éventuellement les courants de grilles auxiliaires, car ces courants passent dans la connexion de cathode et forment avec le courant d'anode, un courant de cathode. Les lampes à chauffage direct - pratiquement, les lampes finales, surtout les triodes - recevaient jadis leur tension de grille sur une résistance insérée entre le châssis et la prise médiane de l'enroulement de chauffage (fig. 76b). Pour économiser une prise à l'enroulement de chauffage et pour constituer un amortisseur de bruit (débruiteur) on utilise le schéma de la fig. 76c. Dans ce cas, il est à conseiller d'employer, pour l'amortisseur, une résistance de 50Ω tout au plus, car les deux moitiés de cette résistance sont groupées en parallèle et cet ensemble en série avec la résistance de cathode. Il pourrait donc en résulter une augmentation de la chute de tension lorsque la résistance de cathode est calculée un peu juste. Avec un amortisseur de 50Ω cette influence peut être négligée.

Cette résistance de cathode doit encore être shuntée par un condensateur sinon les oscillations du courant d'anode provoquées par le fonctionnement de la lampe provoqueraient des variations de la polarisation de grille qui s'opposeraient à la tension alternative de grille ou tension de commande (contre-réaction) et l'amplification diminuerait. Ce condensateur de shuntage doit être aussi grand que possible pour ne pas affaiblir les tons graves. La résistance au courant alternatif d'un condensateur augmente quand la fréquence diminue ; plus la résistance du condensateur est forte, plus difficilement il abaissera la résistance qu'il shunte. Pour se rendre compte de ce phénomène on peut calculer la résistance au courant alternatif d'un condensateur ou déterminer, au moyen du diagramme ci-joint la résistance d'un condensateur pour des fréquences comprises entre 40 et 10.000 Hz. Pour des pentodes à forte amplification, l'influence d'un condensateur trop petit est très notable.

Les nouvelles pentodes finales sont à chauffage indirect ce qui empêche le bruit qui peut se produire dans le circuit d'anode. Il en résulte que, par suite du temps de mise à température, le courant d'anode se produit très tard. Le bloc d'alimentation qui possède généralement une redresseuse à chauffage indirect n'arrive à la tension maximum qu'une ou deux secondes après la mise en service, on n'obtient les plus basses tensions de fonctionnement que lorsque les lampes commencent à recevoir des courants d'anode. Jusqu'à ce moment, environ 30 à 50 secondes après la mise en service, les condensateurs sont soumis à la plus haute tension. Les condensateurs électrolytiques ne peuvent généralement être chargés qu'à 500 Volts maximum. Si le bloc d'alimentation ne peut pas dépasser à vide les 500 Volts, avec un courant total d'anode de 60 mA, on ne peut compter que sur une tension de travail de 350 Volts. Pour les lampes, il faut une tension d'anode de 250 Volts. Généralement, la bobine d'excitation du haut-parleur est alimentée par le courant d'anode. Dans ce cas, cette bobine produira une chute de tension de 100 Volts, ce qui correspond à une absorption d'énergie de $100 \times 0,06 = 6 \text{ W}$. Le travail du haut-parleur peut être amélioré par une augmentation de l'absorption d'énergie. L'intensité du courant est déterminée par le courant d'anode des lampes. Une augmentation de l'énergie n'est donc possible qu'en faisant travailler la bobine d'excitation sur une tension plus élevée. Une aug-

mentation de cette tension de travail entraîne une augmentation de la tension à vide ce qui met les condensateurs électrolytiques en danger. Si l'on insère une résistance Urdox dans la connexion entre la borne positive d'un redresseur et le condensateur de charge, celle-ci provoquera, il est vrai, une perte de tension de 30 Volts, mais évitera une



trop haute tension à vide ce qui permettra de mieux utiliser le bloc d'alimentation. En effet, on peut alors employer une tension de fonctionnement de 470 Volts ce qui double la consommation de l'excitation du haut-parleur. En tous cas, cette augmentation ne peut s'obtenir, avec un haut-parleur existant qu'en changeant la bobine d'excitation ; on

peut cependant employer ce moyen sans rien changer en insérant un second haut-parleur en série. La résistance Urdox ne peut remplir ses fonctions que si le récepteur possède une petite consommation de courant quelque part, par exemple dans un potentiomètre. Sans courant, la résistance est inefficace.

Le bloc d'alimentation a la propriété de laisser passer plus ou moins les variations de courant du réseau dans la tension redressée. Pour la réception en ondes courtes, cela trouble la réaction et par conséquent la réception, dans les postes sur réseau, les résultats obtenus sont donc influencés. Dans tout appareil à courant alternatif, la tension varie aussi avec les variations de charge. Les résistances en fer ne peuvent pas beaucoup intervenir. Lorsqu'il faut que les tensions ou les conditions de travail des lampes restent constantes même pour des variations accidentelles de la consommation de courant, il est à recommander d'utiliser un potentiomètre au néon, appelé stabilisateur. Les réalisations que l'on peut se procurer dans le commerce possèdent une ou plusieurs bandes lumineuses. La fig. 77 montre le schéma des connexions d'une

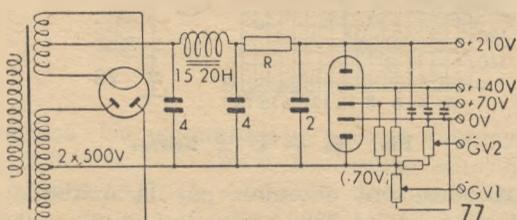


Fig. 77

tension anodique avec stabilisateur (STV 280/40) ; la résistance R, dans le second circuit d'égalisation constitue une protection contre une surcharge du tube à décharge. Les tubes à décharge ne peuvent jamais être raccordés à une source de tension sans l'insertion d'une résistance sinon ils seraient rapidement inutilisables. Le stabilisateur fonctionne, dans le schéma comme potentiomètre ; aux différents pôles (bornes) on peut prendre des tensions partielles. Comme la stabilité des tensions aux grilles des lampes est de première importance, on réserve une bande lumineuse pour les tensions de grille. Deux petits potentiomètres assurent le fin réglage, on peut ainsi obtenir des tensions de 0 à 70 V. Entre les bornes qui fournissent les tensions positives et la borne 0 on insère des condensateurs. Ils sont reliés au pôle négatif du redresseur par des résistances qui, même lorsque l'électrode considérée n'est pas chargée, permettent l'allumage. La lampe stabilisatrice la plus employée admet une charge de 12 Watts. Ceci se rapporte à l'énergie qu'elle peut absorber lorsque, par exemple la partie utilisant le courant est déconnectée. Pendant l'utilisation du courant, le courant dans la lampe à décharge diminue en proportion. Le courant total pris au réseau reste constant. Même des variations de consommation de courant entre 5 mA et la charge maximum ont une influence si faible sur la valeur des tensions prises aux autres bandes lumineuses qu'elles sont à peine perceptibles et restent en tous cas sans influence sur les résultats. On peut obtenir une augmentation de l'effet cherché avec une résistance en fer qui remplace la résistance R. Pour une consommation de plus de 20 mA celle-ci est spécialement recommandable. La stabilisation de tension

obtenue avec un stabilisateur est si grande qu'il est même possible d'alimenter les appareils qui en sont munis au moyen de générateurs actionnés par des moteurs à essence, par pédales ou à main.

La stabilisation des tensions partielles par des bandes lumineuses subdivisées rend la construction de l'appareil plus coûteuse. Dans les cas où cette dépense n'est pas récupérable, nous nous contenterons de stabiliser la plus haute tension fournie par le bloc d'alimentation. Pour cela il suffit d'une lampe à décharge simple et peu coûteuse. La fig. 78a montre un schéma avec la lampe stabilisatrice GR 150 A. Elle est connectée entre les pôles + et - ; la résistance R évite toute surcharge.

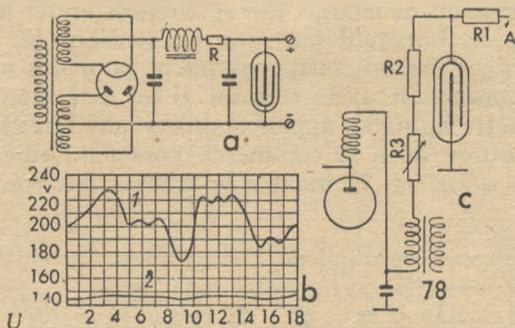


Fig. 78. — U = heures

Les tensions partielles sont obtenues par la méthode habituelle au moyen des résistances. La fig. 78b montre le fonctionnement de ce genre de combinaison. La courbe 1 montre les variations de la tension redressée avant l'introduction de la lampe ; elles varient entre 170 et 230 V. Par la stabilisation, la tension devient, il est vrai, quelque peu plus basse, mais elle reste si régulière que les variations sont à peine perceptibles (courbe 2). La plus grande consommation de courant du stabilisateur est de 60 mA. Lorsqu'il s'agit de ne maintenir constants que de faibles courants, la lampe stabilisatrice peut être raccordée à l'envers. Elle consomme alors beaucoup moins de courant. Ce genre de schéma est représenté fig. 78c. La lampe à décharge n'est employée que pour égaliser la tension d'anode d'un détecteur à ondes courtes. R1 est la résistance de protection. R2 limite la tension d'anode à la valeur à peu près nécessaire pour la détection. Le fin réglage est confié à la résistance variable. R3 qui sert, en même temps, au réglage précis de la réaction et ne peut pas dépendre de la fréquence. Dans ces derniers temps, on a construit de petites lampes très bon marché du type GR150K pour une consommation maximum de 15 mA qui conviennent très bien au but décrit.

Il existe un vieux « rêve », c'est l'appareil universel « économique » qui recevrait les postes locaux avec quelques lampes et les postes lointains avec plus de lampes. Avec l'alimentation sur batterie, il est possible de déconnecter des lampes, mais ce n'est pas le cas pour des postes à alimentation sur courant alternatif. La tension de chauffage pourrait, par la suppression de plusieurs lampes, devenir si élevée que les lampes restantes pourraient en être endommagées. De même, par la suppression de certains courants d'anode, la tension d'anode peut devenir trop élevée. La suppression de certains étages d'amplification s'obtient en maintenant le chauffage des filaments des lampes non utilisées mais

en leur supprimant la tension d'anode. L'augmentation de tension qui en résulte est, si c'est nécessaire, absorbée dans des résistances. De cette façon, on peut donner à un appareil deux sensibilités suivant qu'une grande ou une faible puissance de réception est désirée. La fig 79 montre le schéma d'un poste du commerce de ce type où un transformateur d'alimentation avec deux enroulements de chacun 300 V avec prises à

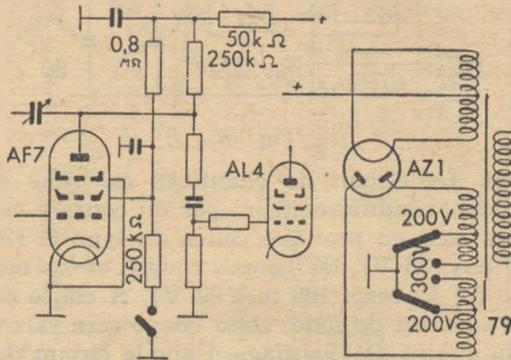


Fig. 79a

200 Volts est utilisé. Un commutateur permet d'envoyer à la redresseuse soit 2×300 , soit 2×200 V de tension alternative. L'appareil contient deux lampes (AF7 + AL4). La tension de grille-écran de la détectrice est prise sur la tension réduite, la liaison du potentiomètre avec le châssis est coupée. On ne peut effectuer la commutation que lorsque la connexion de l'appareil avec le réseau est coupée.

Dans les appareils à courant alternatif, les prescriptions du VDE sont plus faciles à observer. L'appareil est déjà isolé du réseau par le transformateur d'alimentation. Il en résulte que les autres appareils qui y sont raccordés comme le haut-parleur et le pick-up ne sont pas non plus reliés au réseau. En tous cas, les prises de courant ne peuvent pas fournir plus de 350 V ; on n'emploie d'ailleurs pas de tensions plus élevées pour la réception en haut-parleur. Pour les travaux de laboratoires, ces limites n'existent pas. Cependant, un technicien conscient de ses responsabilités et d'ailleurs aussi dans son propre intérêt, agira toujours autant que possible suivant les prescriptions du VDE qui régissent la sécurité des personnes et enfermera son tube de Braun avec le bloc d'alimentation s'y rapportant, même si le découplage et le blindage en sont plus compliqués.

Le principe même des récepteurs pour courant continu ou alternatif, rend impossible l'utilisation de l'appareil lorsque, par suite d'une commutation ou d'un déménagement, il doit être raccordé à une autre espèce de courant. Il est vrai que l'on peut insérer un appareil d'adaptation avant le récepteur mais est souvent coûteux et peu économique. Dans le cas où le changement d'adresse peut être une conséquence de la profession, le schéma alternatif-continu dit universel (W. G. en allemand où cela se dit Wechselstrom-gleichstrom) est à recommander. C'est une espèce de schéma pour courant continu adapté aux propriétés d'un réseau à courant alternatif et qui, sans trop de peine peut passer d'une sorte de courant à l'autre sans que l'appareil

doive subir de modification. La fig. 80 représente le schéma des circuits de chauffage et d'anode. Dans l'appareil, universel, on n'emploie que des lampes à chauffage indirect, le circuit de chauffage est indépendant du circuit d'anodes. Il est ainsi possible de traiter les deux cir-

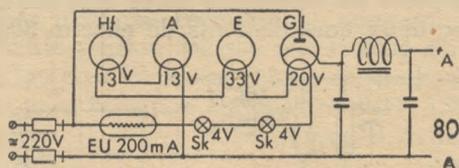


Fig. 80

cuits séparément. Le circuit de chauffage est relié directement au réseau et est alimenté indifféremment par du courant continu ou alternatif. Les lampes sont en pratique celles du type C (200 mA, 13 V), du type V (150 mA, 55 V), les lampes rouges et les nouvelles E et U métal (200 mA, 6,3 V, resp. 100 mA 20 V). A cause de la sensibilité de la détectrice au bruit de fond, cette lampe sera raccordée à l'extrémité négative du circuit de chauffage. Dans le circuit de chauffage, on insère aussi les lampes de cadran et une résistance fer-hydrogène ou mieux fer-urdox comme régulateur de courant. Comme cette dernière doit être strictement dimensionnée pour l'intensité du courant de chauffage, les lampes de cadran peuvent être choisies avec une intensité nominale un peu plus forte ; elles ne reçoivent, il est vrai, dans ce schéma, que le courant commun et leur lumière n'est plus si brillante, mais elles durent plus longtemps. La tension à éliminer par le régulateur de courant doit, autant que possible se trouver dans la moyenne de la gamme des tensions de la résistance de réglage. Dans l'exemple précédent, on a supposé une tension de réseau de 220 V et une chute de tension de 87 V dans les lampes et les lampes de cadran, de sorte qu'il reste 133 V pour la résistance ; pour une consommation des filaments de 0,2 A une résistance de réglage avec une gamme de tension de 85 à 170 Volts (EU X11) ou de 95 à 190 V (EU XX) convient. Le circuit d'anode contient la redresseuse qui est connectée comme la lampe à haute tension dont question ci-dessus. Pour le courant alternatif, elle ne laisse passer le courant que quand l'anode est positive, comme redresseuse simple. Pour le courant continu, l'anode est toujours positive puisqu'elle est reliée au pôle positif du réseau ; si l'on retourne la fiche de prise de courant, la lampe est bloquée et le poste ne fonctionne pas. Cependant, l'usure de la redresseuse sur un réseau continu n'est pas économique. Il est préférable de retirer la lampe et de la remplacer par un culot vide dont les contacts d'anode et de cathode sont reliés ; aux contacts du filament, on reliera une résistance bobinée de 20 V : 0,2 A = 100 Ω pour remplacer la charge du filament supprimé. Au besoin, on se contentera de relier aussi ces contacts entre eux. La tension à absorber par le régulateur est alors 20 Volts plus élevée, mais elle se trouve encore dans les limites permises. D'autre part, il y a danger d'endommager les condensateurs électrolytiques qui sont généralement polarisés par une inversion involontaire du sens du courant (en inversant la fiche de prise). Pour éviter ce danger, il est à conseiller d'employer des condensateurs non polarisés ou de bons condensateurs au papier. Il est très recommandable d'utiliser des bobines de choc haute fréquence à l'entrée du poste pour éliminer les per-

turbations à haute fréquence ou tout au moins les réduire sensiblement.

Dans la fig. 81, nous donnons le schéma complet d'un récepteur universel VE301GW. On y emploie des lampes V avec une consommation de 50 mA et 55 V de tension de filament. Le circuit de chauffage

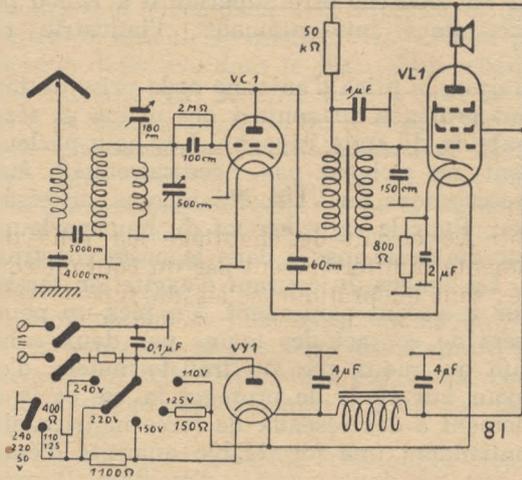


Fig. 81

contient deux commutateurs. Le premier forme un second circuit de chauffage pour la troisième lampe, pour les réseaux à 110 et 125 V sinon on n'atteindrait pas la tension désirée. L'autre commutateur introduit des résistances dans le circuit de chauffage pour absorber les surplus de tension pour les réseaux à tension élevée. Pour les réseaux continus, nous pouvons enlever la redresseuse en reliant les connexions d'anode et de cathode et en insérant au lieu du filament, une résistance de 100 Ω. Pour des tensions de réseau de 110 et 125 Volts, on peut supprimer la résistance de remplacement ; le second circuit de chauffage est alors inutilisé. Nous faisons ainsi une économie de courant de 5,5 à 6,25 W. Avec un réseau alternatif, on peut aussi économiser ce circuit de chauffage en employant un redresseur oxymétal. Dans les récepteurs à un plus grand nombre de lampes, les lampes des séries C, E, ou U sont plus avantageuses car elles peuvent être insérées dans un seul circuit. On peut réaliser une amélioration du schéma en remplaçant la simple résistance de charge par les lampes de cadran et un régulateur fer-urdox. Des redresseuses à deux anodes peuvent être utilisées comme redresseuses simples. Il reste encore la possibilité, avec des tensions de réseau plus basses, d'employer un doubleur de tension. Cela peut s'appliquer aussi au courant alternatif. Les différences qui en résultent dans les conditions de travail des lampes exigeraient cependant, pour le passage d'une sorte de courant à l'autre, une commutation compliquée qui est en contradiction avec la simplicité du schéma universel. Pour la même raison, l'emploi d'un transformateur pour augmenter le rendement lors du raccordement sur un réseau à basse tension n'est pas à recommander.

Dans les appareils universels, une des bornes du réseau est reliée au châssis, il faudra donc observer les prescriptions du VDE pour les appareils à courant continu. Alors que les condensateurs sont considérés comme isolants pour le courant continu, en courant alternatif, ils peuvent être considérés comme plus ou moins bons conducteurs. Dans les

appareils universels, on ne peut donc considérer les condensateurs comme appareils de protection contre un contact accidentel que s'ils ne laissent passer que des courants moindres que 1 mA (internationalement 0,5) et possèdent un diélectrique solide sans être variables. La capacité ne peut en tous cas être supérieure à 12.500 pF. Pour satisfaire aux prescriptions internationales, l'industrie n'emploie que 5000 pF.

Pour cette raison, la prise d'antenne et la prise de terre du schéma de la fig. 81 sont protégés du contact des mains et séparés du poste par des condensateurs de cette capacité. Les haut-parleurs et pick-ups couplés lâchement ne doivent pas nécessairement être isolés s'ils satisfont aux prescriptions du VDE. Néanmoins, on essayera d'obtenir ici une séparation. Pour le raccordement du haut-parleur, par exemple le transformateur de sortie inséré dans le poste constitue une protection convenable. Le danger du courant d'excitation tombe par l'emploi d'un haut-parleur à aimant permanent. Un pick-up peut être protégé contre les dangers de contact des mains par deux condensateurs de 10.000 cm chacun ou mieux par un transformateur d'entrée. Toutes ces règles ont pour but élevé de protéger la vie et la santé de tous. Dans le raccordement à des réseaux de force motrice, il faut toujours penser qu'ils contiennent une formidable quantité d'énergie qui n'est tenue en laisse que par toutes sortes d'artifices. Il serait donc, sans aucun doute, déraisonnable de ne pas tenir compte des prescriptions de sécurité.

Le choix du montage

Tout récepteur consiste en différents étages dont la lampe est presque toujours le noyau. Comme les lampes ne fonctionnent de la manière désirée que si leurs diverses bornes reçoivent exactement les tensions de fonctionnement prescrites, il faut toute une série de connexions pour leur alimentation. Dans les appareils alimentés sur réseau, la transformation et le filtrage des courants de réseau exigent des éléments particuliers et des connexions spéciales. Ce n'est qu'ainsi que l'on obtiendra des conditions de fonctionnement convenables pour la lampe.

L'antenne doit apporter dans l'appareil la tension haute fréquence captée, les circuits oscillants séparent les réceptions désirées des indésirables, les éléments de couplage assurent la transmission de l'énergie reçue et amplifiée ou transformée, jusqu'à ce qu'enfin, le haut-parleur la retransforme en énergie sonore. Les autres éléments servent à atténuer les défauts naturels de l'installation ou à satisfaire des désirs spéciaux de confort. Tout cela, rassemblé avec quelques lignes et signes secrets dans un seul schéma pourra effrayer quelque peu le débutant. Nous avons cependant appris à connaître, dans les paragraphes précédents, les formes principales des différents circuits d'étages et des principales variantes à considérer ainsi que les circuits auxiliaires et secondaires. Lorsque nous nous trouverons devant un schéma dont on nous dit qu'il est meilleur que tout ce qui existe jusque là, nous pourrons l'examiner avec un esprit critique car ce schéma est généralement un schéma classique qui a été modifié ou attifé d'une façon ou d'une autre. Nous commencerons par examiner le schéma d'une façon réfléchie en le comparant avec les schémas classiques précédemment décrits pour établir de quels étages l'appareil est composé, de cette façon, nous pourrons aussi nous faire une idée de l'appareil. Ce n'est que lorsque nous serons convaincus que ce nouveau schéma répond entièrement à nos désirs

que nous nous mettrons à le construire. Il est vain de vouloir construire des appareils du commerce. Le commerce doit répondre à tous les désirs non techniques des nouveaux auditeurs qui exigent du confort à tout prix. Pour cette raison, on introduit certaines lampes supplémentaires et toutes sortes de raffinements. L'auditeur paye la consommation plus élevée de courant et le remplacement subséquent des lampes. Nous désirons, au contraire, obtenir le meilleur travail aux plus bas prix.

Pour la décision définitive dans le choix d'un schéma, il intervient encore différents facteurs. En premier lieu, il faut savoir si l'appareil doit être utilisé à la maison, en auto, ou doit pouvoir être emporté en voyage. Le poste d'appartement a une place fixe dans la maison. Il est, au moins, protégé contre les intempéries. Il n'est pas nécessaire de tenir compte des dimensions, du poids ou de la consommation de courant. Tout cela a son importance dans la réalisation et son influence sur le schéma. Dans l'alimentation par batterie, l'économie de consommation est obligatoire, l'énergie du haut-parleur est limitée et il en résulte que l'on doit obtenir le plus haut rendement possible d'un tel appareil. Dans ces appareils, le couplage des amplificateurs basse fréquence, par exemple ne peut être réalisé par transformateur mais par résistance, car le couplage par résistance n'a qu'une faible consommation de courant d'anode.

Pour l'étage final, c'est le couplage économique Nestel qui entre en ligne de compte. Si l'on dispose d'un réseau de lumière, on peut l'utiliser pour l'alimentation du récepteur. On peut réaliser des économies par l'emploi de la bobine d'excitation du haut-parleur électrodynamique comme bobine de filtrage ou par l'emploi d'un haut-parleur à aimant permanent. Si l'on doit tenir compte d'un déménagement éventuel et si l'on ne sait pas de quel courant on pourra disposer ensuite, un appareil universel est préférable.

Les moyens dont on dispose sont souvent déterminants pour le choix du schéma. Si l'on manque d'éléments modernes, il faudra utiliser de vieilles lampes, de vieux condensateurs, etc. Dans ce cas, je me permets de conseiller de ne construire qu'un petit appareil suivant un schéma simple, comme par exemple, une détectrice à réaction et deux étages basse fréquence avec couplage à transformateurs ou, si l'on dispose des lampes adéquates, avec couplage à résistance.

Un schéma difficile, produit plus d'une déconvenue, par suite du faible rendement des lampes anciennes. Les lampes modernes ont toutefois un rendement tellement meilleur qu'un appareil à deux étages avec deux pentodes a un meilleur rendement qu'un appareil à trois ou quatre étages avec de vieilles lampes. En regard du bas prix des premières, on fera peut-être bien de calculer d'abord si l'emploi d'anciennes lampes vaut encore la peine. Il existe d'autres moyens d'utiliser de vieilles lampes, par exemple dans les appareils de mesure ou de contrôle, dans un amplificateur spécial de gramophone, ou dans un petit récepteur pour la station locale dans la petite maison de week-end ou pour l'usage journalier à la maison. Dans ce dernier cas, le grand poste avec nouvelles lampes sera moins utilisé et durera plus longtemps. Là l'économie est rationnelle. Si l'on ne peut disposer que d'un petit appareil, on peut fortement augmenter la portée de réception par une bonne antenne extérieure car une bonne antenne est encore le meilleur amplificateur haute fréquence.

La première chose exigée pour réussir une construction est l'habileté personnelle. Il est inutile de se consoler avec l'espoir que

tout ira bien. Il vaut mieux commencer à travailler avec un simple détecteur et un casque téléphonique, que de se lancer dans l'inconnu, pour la construction d'un super à trois lampes. Une déception ne s'efface pas tandis que l'heureuse réception avec le petit appareil donne courage et satisfaction et même augmente le savoir. Celui qui travaille pratiquement avec les yeux bien ouverts acquiert un sens de l'assemblage électrique intérieur que l'on peut difficilement recevoir par des considérations théoriques ou des calculs. En conséquence, il peut être fortement conseillé de commencer avec une détectrice à batterie (fig. 82). La lampe RE084 (A415 ou B424) est bon marché et peut

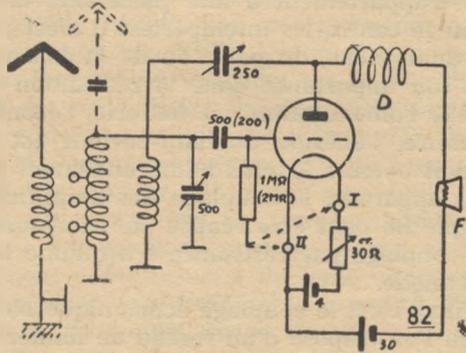


Fig. 82

encore être utilisée plus tard, soit dans un adaptateur à ondes courtes, soit dans un détecteur de contrôle ou un voltmètre à lampe ; comme source de tension d'anode, une pile sèche de 30 Volts formée de petits éléments suffira ; le courant d'anode s'élève au plus à 1 mA. Le courant de chauffage peut être fourni par deux accumulateurs de lampes de poche de chacun 2V/2AH ou par la mise en série de 3 grosses piles sèches ; celles-ci n'exigent aucun entretien et travaillent très économiquement. Les éléments du schéma peuvent être utilisés dans n'importe quel autre appareil construit ensuite, nous n'avons donc à nous préoccuper que des frais de fonctionnement. Le casque téléphonique n'est pas perdu, lorsque nous emploierons plus tard un autre appareil, il sera indispensable pour les mesures et les essais. Quels avantages nous donne maintenant le détecteur séparé ? Le principal avantage est la simplicité du schéma. L'état de la batterie est facile à contrôler et ne donne, même après un long emploi, aucune cause de perturbation. Par l'emploi du casque téléphonique, l'effet des modifications apportées est très facile à constater. Nous étudierons l'influence de la tension d'anode sur la puissance de réception — cette lampe travaille déjà très convenablement avec 10 Volts — et nous apprendrons une fois pour toutes à connaître la réaction dont la puissance est principalement réglée par la bobine et le condensateur, tandis que la façon dont le début et la fin de l'accrochage de la lampe sont influencés par les tensions de chauffage, d'anode et de grille nous apparaîtra clairement. Nous étudierons l'influence du raccordement de la résistance de fuite de grille à l'extrémité positive ou négative du filament ou nous y placerons un potentiomètre. Grâce à la faible tension anodique, nous éviterons la formation de fortes perturbations de réception par un manquement éventuellement inattentif de la réaction. Nous étudierons l'influence du couplage de l'antenne sur l'acuité de l'accord et la puissance de réception ; pour cela, on préverra des prises sur la bobine de grille. En remplaçant la

bobine, nous pourrions chercher des émetteurs dans toute la gamme des ondes. Avec une antenne extérieure, nous entendrions toute une série de postes émetteurs, surtout lorsque nous aurons appris à faire fonctionner la réaction doucement et à l'utiliser judicieusement.

Celui qui, ne possédant pas de raccordement à un réseau, est obligé d'utiliser une alimentation sur batterie, essaiera de se procurer un accumulateur et une grosse batterie d'anode et de construire un amplificateur à deux étages qui sera raccordé à la détectrice au lieu du casque téléphonique.

On obtient ainsi un appareil à un circuit à trois lampes pour haut-parleur. On y inclura un circuit-bouchon qui élimine l'émetteur local si celui-ci interfère dans la réception d'autres émetteurs. Dans le voisinage immédiat de l'émetteur la détectrice sera blindée. On emploiera un pick-up avec un tourne-disque et une installation de microphone pour les fêtes occasionnelles ou pour les jours orageux. Ce n'est qu'après avoir travaillé assez longtemps avec cet appareil comme base que l'on installera un amplificateur haute fréquence avant la détectrice.

Ceux qui disposent d'un raccordement avec un réseau feront bien aussi de commencer avec un petit poste sur batterie. Ce n'est qu'après avoir fait toutes les expériences que l'on entamera avec fruit la construction d'un appareil à un circuit accordé. Pour le raccordement sur courant alternatif, on emploiera un schéma avec une détectrice par grille AF7 et une lampe finale AL4 couplée par résistance mais sans ajoutes comme le régulateur différentiel d'antenne, le tune-control, le volume-control etc. Toutes ces choses seront ajoutées ensuite.

On peut facilement composer un montage en se servant des schémas donnés ci-dessus. Moins il y intervient d'éléments, mieux cela vaut car moins il se présentera de possibilités de perturbation. Une série de lampes formée des types AF7 et RES164 (B443) est d'un usage très économique ; comme redresseuse une RGN 354 (1802) conviendra très bien. Le bloc d'alimentation est, cependant, si faible qu'il ne peut pas convenir pour un appareil plus compliqué. Il est avantageux d'employer, dès le début, une AL4 comme lampe finale tandis qu'une redresseuse AZ1 permet une extension subséquante du schéma avec les lampes AH1 et AB2.

Une extension étage par étage vers un montage à amplification directe nous fera connaître progressivement tous les phénomènes possibles, avantageux et désavantageux, et nous apprendra à les combattre à leur source. Ce n'est que lorsque nous aurons construit avec succès notre montage à amplification directe jusqu'à l'appareil avec A.V.C., que nous pourrions caresser l'espoir de construire un super et de le régler de façon à en obtenir le meilleur rendement. Ici encore, il est préférable de commencer par un petit appareil plutôt que par un grand. Le mieux est de commencer par un adaptateur qui transforme notre amplification directe en super. Par un choix judicieux des lampes et éléments, on peut tout utiliser pour la construction finale d'un grand super avec A.V.C. de sorte que les frais de construction sont réduits au strict minimum. Nous aurons ainsi, par un travail méthodique, la certitude d'acquiescer, pour ainsi dire en jouant, une expérience qui ne s'acquiert pas dans les livres.

Pour chaque montage, il faut prévoir un couplage d'antenne multiple pour pouvoir travailler aussi bien avec des antennes intérieures qu'avec des antennes extérieures ; cela peut être très important pour un déménagement éventuel. L'antenne dite de réseau sera de préférence

écartée de l'appareil car elle laisse souvent passer des perturbations haute fréquence et du bruit de fond. Dans les grandes villes, l'antenne réseau n'est jamais un agrément par suite des nombreuses perturbations dues au maniement d'interrupteurs. La décision de prendre ou non les ondes courtes est aussi très importante. C'est certainement une agréable surprise, par un chaud soir d'été, lorsque même l'émetteur local est insupportable par suite des craquements et des roulements, de recevoir de la musique d'un émetteur lointain à ondes courtes, sans perturbation et puissamment, mais le domaine des ondes courtes forme, surtout pour les petits récepteurs, une très sérieuse extension du programme. De midi aux premières heures du jour, on peut prendre de nombreux postes à ondes courtes des pays lointains. En tous cas, avec une alimentation réseau, il faut absolument stabiliser la tension d'anode par une lampe stabilisatrice.

Un appareil pour auto ne diffère de l'appareil d'appartement que par le genre d'alimentation. Les lampes reçoivent le courant de chauffage de la batterie de démarrage. La tension d'anode est fournie, soit par une batterie d'anode, soit par un vibreur alimenté par la batterie de démarrage. A cause de la sélectivité nécessaire, il faut absolument un schéma super. Une amplificatrice avant la changeuse de fréquence diminue les bruits. Le fort amortissement du son par les parois de la voiture exige une forte lampe finale. L'antenne est généralement montée sur le toit, et, en tous cas, droite, haute et dégagée, et est reliée au poste par un câble blindé. Pour obtenir une réception convenable dans la voiture, il est nécessaire de prévoir un déparasitage adéquat de l'installation électrique.

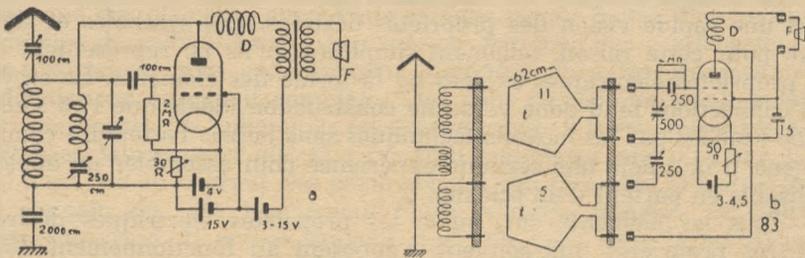
On ne dispose pas toujours d'une auto. La question se pose alors de savoir s'il est possible de prendre un appareil avec soi en voyage. Si la réponse est négative, la cause doit en être cherchée dans la disposition maladroitte de l'appareil et parfois dans le poids vraiment prohibitif de l'installation. Si l'on veut déterminer quel est l'appareil le plus adéquat à ce genre d'utilisation, il faut commencer par se fixer le poids maximum admissible. Le poids d'un récepteur portatif est le facteur le plus important car même le plus léger paquet devient fatigant après un voyage de plusieurs heures.

En ce qui concerne le poids, on peut diviser les appareils de radio en deux groupes. Dans le premier groupe, on rangera les postes-valises qui ne peuvent être transportés qu'à de courtes distances et qui, au surplus seront transportés comme bagages; l'autre groupe est formé des récepteurs de poche qui peuvent se mettre dans un sac au dos ou dans la poche d'un veston.

Pour tous les postes portatifs, il ne peut être question que d'alimentation sur batterie. Il ne faut cependant pas, pour gagner du poids, faire usage de batteries trop petites. Une vieille bigrille comme détectrice par grille à réaction et un casque téléphonique, alimentés par un accumulateur de lampe de poche qui donne quelques volts, la tension d'anode et de grille de charge spatiale fournie par une pile sèche, un appareil suffisamment sensible que l'on munit d'une antenne formée d'un morceau de fil jetée sur un arbre voisin, assurent une réception convenable.

La figure 83a donne un schéma passable d'une détectrice par grille qui travaille aussi convenablement dans le domaine des ondes courtes. Le schéma de la fig. 83b qui travaille avec un cadre est aussi simple. L'appareil peut être enfermé dans une boîte de $145 \times 73 \times 62$ cm.

Le cadre peut être replié. Avec des bobines à noyau de fer et une antenne de fortune, la réception est encore plus forte. Comme lampes, on peut employer la série suivante : RE074d, RE084 et KL1 (A441N, A415 et KL4). L'auditeur de radio qui est habitué à voir des récepteurs à 3 et 4 lampes ne craint pas à la possibilité d'une réception convenable avec des moyens aussi simples. Un essai avec le bon vieux détecteur



F = Ampli BF.

Fig. 83

est même intéressant. L'intensité de champ des émetteurs est actuellement si forte que, même dans de grands espaces, on peut encore entendre l'un ou l'autre. Avec une bonne détectrice, on peut pratiquement recevoir partout. Comme antenne, il suffit d'un fil de 10 m de long jeté sur un arbre ou dans les buissons. En pleine campagne, deux cannes peuvent servir de mât d'antenne. Le circuit d'antenne doit être muni d'une bobine d'allonge à prises multiples pour pouvoir faire un accord suffisant. S'il se présente des difficultés pour la prise de terre, il suffit d'un fil posé sur le sol comme contrepoids. On reçoit d'ailleurs déjà sans prise de terre.

Un appareil-valise donne plus de possibilité pour le transport de batteries plus grandes et l'emploi de lampes à plus forte amplification. On obtient un bon rendement avec, par exemple les lampes KF4 et KL1. Un appareil plus grand peut encore contenir une KF4 supplémentaire (fig. 84). On peut réaliser une économie importante de courant

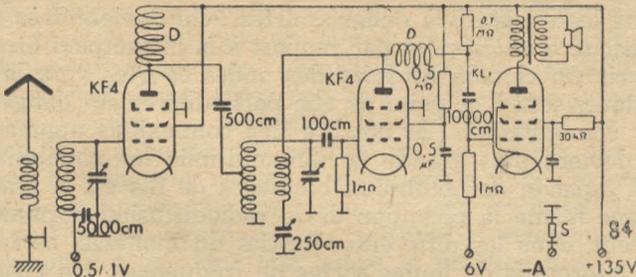


Fig. 84

avec le schéma Nestel. Pour un super à trois lampes, le schéma de la figure 36 transformé pour l'alimentation sur batterie convient très bien. Il ne faut pas envisager un plus grand nombre de lampes qui augmenterait trop le poids de la valise et l'usure des batteries. Le remplacement des piles serait alors trop coûteux. L'emploi du poste à la maison ne peut être considéré que pour des auditeurs habitant un endroit éloigné qui ne disposent pas de réseau et pour lesquels la charge de batteries présenterait de grandes difficultés. Le récepteur transportable ne doit pas être un appareil très raffiné, il n'a besoin que de recevoir les postes locaux et peut-être encore quelques autres; ceci

sera plus que richement réalisé avec trois pentodes, même pour la réception sur cadre. Pour ces raisons, il n'est pas à conseiller de relier au poste-valise un appareil d'alimentation.

Ce que le schéma ne dit pas

Le schéma composé de différentes petites images et de signes, donne une rapide vision des propriétés désirées. Les symboles et signes sont, pour cette raison, tellement simplifiés qu'ils ne représentent que les propriétés électriques exigées ou la forme des éléments. Le schéma des connexions tend donc vers une construction idéale que l'on s'efforce de réaliser par les moyens techniques sans jamais l'atteindre complètement. Il faut déjà une certaine expérience pour assembler un appareil utilisable en partant d'un schéma.

Tous les éléments ont, outre les propriétés électriques désirées, d'autres propriétés qui, souvent, s'opposent au fonctionnement désiré ou tout au moins le gênent. Ainsi, par exemple la bobine d'accord, outre la self-induction désirée, possède une capacité propre qui diminue la gamme d'accord et une résistance ohmique qui aplatit la courbe de résonance. On peut donc considérer tout élément d'un appareil comme un compromis entre les propriétés électriques et les desiderata. Même les connexions dans un poste ne sont pas idéales ; elles ont aussi une résistance, une self-induction et une capacité. On s'en aperçoit surtout dans la réception des ondes courtes. Avant de construire suivant un schéma, il faut connaître toutes les propriétés électriques des éléments disponibles ou tout au moins pouvoir les évaluer pour pouvoir bien juger de leur fonctionnement dans les différentes places du poste.

Dans presque toutes les connexions passent ensemble des courants de différentes espèces. Suivant leur espèce, on fait une distinction entre courant continu et alternatif, à basse ou haute fréquence, qui sont utilisés comme courant ou comme tension. La self-induction et la capacité dépendent de la fréquence ; la faible self-induction d'une connexion est de peu d'importance dans la zone habituelle de la radiodiffusion, mais, dans les appareils à ondes courtes, elle devient très notable ; la faible capacité d'un élément par rapport à la masse peut être suffisante pour ouvrir un chemin de fuite des ondes courtes vers la terre. Les commutateurs sont à ce point de vue particulièrement dangereux. Avec plusieurs commutations, le nombre des connexions augmente et leur capacité devient plus grande ce qui multiplie les possibilités de couplage. La capacité de nombreux blindages de fils est si grande qu'elle désavantage même la réception de la radiodiffusion normale.

Souvent, dans les différentes parties du montage, se trouvent des courants alternatifs de toutes sortes de fréquences. Un élément déterminé doit laisser passer l'une des fréquences et barrer la route aux autres. L'installation n'est bonne qu'à condition de répondre à toutes ces exigences. Il est évident que, dans ce cas, on est souvent fort éloigné du but idéal.

On peut faire les mêmes remarques pour les lampes. La capacité des électrodes entre elles influence la tendance à l'accrochage et la réaction des éléments y raccordés. La courbure de la caractéristique détermine la formation des harmoniques et limite l'amplification, donc le rendement. Les perfectionnements apportés aux lampes aux cours des temps ont tellement modifié leur propriétés qu'elles ne sont plus utilisables dans les anciens montages.

L'alimentation des lampes en différents courants ou tensions, char-

ge la source de courant. Dans l'alimentation sur réseau, la grandeur du bloc l'alimentation est en grande partie déterminée par la consommation totale du récepteur.

Nous voyons donc que les grandeurs électriques déterminent le rendement des différents étages du récepteur et, d'autre part, dépendent de la fréquence. Il en résulte qu'un appareil spécial pour ondes courtes renferme des éléments avec d'autres valeurs que celles d'un récepteur ordinaire de radiodiffusion. Les valeurs critiques des condensateurs et des résistances sont généralement indiquées dans les schémas ; cette indication est rarement complète. Les plans d'exécution contiennent, il est vrai, toutes les indications nécessaires, mais il y est souvent prescrit certaines fabrications que l'on pourrait remplacer par d'autres. Celui qui n'est pas au courant des particularités des éléments prescrits et qui ne connaît pas très exactement leurs relations internes est souvent très embarrassé. Il arrive souvent que l'on rate ainsi la construction d'un récepteur, cependant bien conçu, par l'introduction de ce qu'on appelle de petites modifications.

Sans une connaissance approfondie des principes de la science des schémas, nul ne peut s'écarter de sa propre autorité d'un schéma donné ni décider du remplacement des fabrications prescrites par des éléments disponibles.

Le rendement du récepteur

Pour la construction d'un appareil décrit dans un journal, il n'est pas nécessaire de se préoccuper des conditions de fonctionnement des lampes ; les éléments prescrits dans le schéma sont prévus pour les assurer par leurs grandeurs électriques. Chaque lampe reçoit donc la tension exacte lors de la mise en service. Vu les possibilités d'erreur d'écriture, de calcul ou d'impression, contre lesquelles on n'est jamais complètement garanti, il est bon de savoir au moins approximativement ce qui arrive ainsi dans le schéma d'une façon invisible. Que pouvons-nous savoir de la science du schéma si nous ne connaissons pas d'abord le fonctionnement de l'élément principal, la lampe ?

Avec les lampes des premières années, qui convenaient pour tous les usages, on ne pouvait obtenir qu'une très faible amplification. Le développement torrentueux des dernières années a résolu le problème des lampes et réalisé des types spéciaux pour chaque usage qui ont relégué dans l'ombre, les anciennes lampes, au point de vue prix, amplification et possibilités. On peut se rendre compte des avantages économiques qui en sont résultés en ne citant que l'exemple de la nouvelle pentode finale AL4 qui, pour un prix moindre, fournit plus du double de l'énergie alternative de la RE604 et économise, en outre, l'étage préamplificateur, donc une lampe et un dispositif de couplage.

Les fabricants fournissent les données nécessaires et les caractéristiques de leurs lampes. Si l'on s'en tient à ces données, on peut s'attendre à un fonctionnement convenable de la lampe. Quelquefois, nous sommes obligés d'employer des tensions plus basses parce que le bloc d'alimentation n'est pas assez puissant. Sans employer de calculs fatigants, nous allons essayer de donner une idée du fonctionnement pratique de la lampe ce qui pourra nous servir à l'occasion.

Lors de l'explication du principe général des lampes, nous avons étudié le fonctionnement d'une triode au moyen d'une caractéristique statique. Nous avons ainsi appris à connaître l'influence du déplacement du point de fonctionnement et de l'augmentation de la tension d'anode. Les données extraites de ce genre de caractéristiques suffisent

pour expliquer le fonctionnement de la lampe, mais ne peuvent s'appliquer à un schéma d'utilisation car cette espèce de caractéristique change complètement suivant les conditions de travail. Nous allons appuyer cette assertion immédiatement sur un exemple. La fig. 85 représente les caractéristiques statiques de la lampe AC2. Ces caractéristiques ont été dessinées pour différentes tensions d'anode, à savoir : 250, 200, 150, 100 et 50 Volts. Ces caractéristiques sont prises dans un montage représenté dans le coin supérieur gauche de la figure, mais, sans résistance de travail R_a donc, avec l'anode reliée directement au pôle positif de la batterie. Les caractéristiques statiques sont toujours établies avec ce montage dit « en court-circuit ». Dans un raccordement de réception, cependant, il se trouve toujours, dans le circuit d'anode, un élément de couplage A1 qui est représenté par R_a et qui, suivant la construction, modifie la caractéristique. Cette résistance ne fonctionne pas seulement comme résistance au courant continu, mais aussi comme

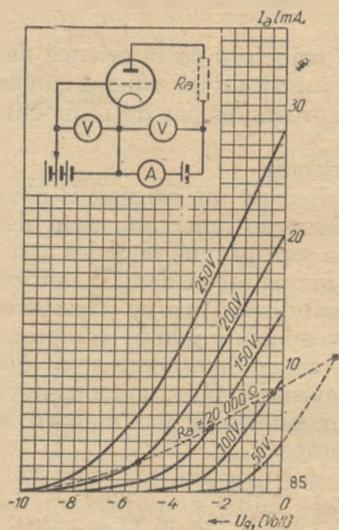


Fig. 85

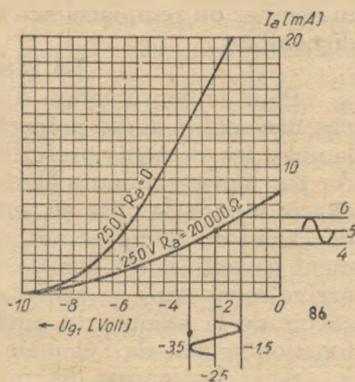


Fig. 86

résistance au courant alternatif ; elle peut même avoir une résistance différente pour chaque espèce de courant. Nous commencerons par la forme la plus simple et supposons qu'il se trouve, dans le circuit d'anode, une résistance ohmique pure de 20 k Ω . Dans cette résistance, des courants de 10, 7,5, 5 et 0 mA provoquent une chute de tension agissante, sur l'anode, que, respectivement de 200, 150, 100, 50 et 0 Volts, il ne reste donc plus, comme tension, 50, 100, 150, 200 et 250 V. Les points correspondants sont inscrits sur les différentes caractéristiques et reliés entre eux ; on obtient ainsi la droite de résistance correspondant à 250 Volts et $R_a = 20$ k Ω (en pointillé dans la fig. 85). Le point de départ se trouve sur la caractéristique pour 250 Volts pour courant nul. La caractéristique de travail (dynamique) est donc plus basse, comme on le voit ; il en résulte que l'amplification est aussi plus faible. Cela paraît encore plus clairement de la fig. 86 qui ne montre que la caractéristique statique pour 250 Volts et la caractéristique dynamique pour 20 k Ω . Comme tension de grille à vide, on a supposé -2,5 Volts. Ceci détermine un courant d'anode à vide de 5 mA. Amenons maintenant une tension alternative de 1V maximum à la

grille ; la tension agissante de la grille variera donc entre $-2,5 - 1 = -3,5$ V et $-2,5 + 1 = 1,5$ Volts. Il en résulte une variation du courant d'anode qui commence à osciller entre 4 et 6 mA. Nous obtenons par conséquent avec des variations de la tension de grille de 1 Volt, une variation du courant d'anode de 1 mA. Ce rapport entre tension de grille et courant d'anode s'appelle la pente, car il est visiblement en rapport avec la pente de la caractéristique par rapport à la ligne de base. Comme nous avons calculé ici la pente de la caractéristique dynamique pour $20\text{ k}\Omega$ nous appellerons cette pente « pente de travail » ou « dynamique ». On écrira, en résumé : SA (S = steilheit = pente et A = Arbeit = travail) = 1 mA/V (lire un milliampère par Volt).

Avec une variation de courant, nous ne sommes pas servis dans l'amplification de tension. Il faut savoir quelle tension nous obtenons à la sortie de la lampe. Avec un courant de repos de 5 mA passant dans la résistance de $20\text{ k}\Omega$ on perd une tension de 100 V ; il reste une tension de 150 V sur l'anode. Lors de l'affaiblissement du courant à 4mA, la chute de tension s'élève à 80 V, la tension d'anode à 170 V donc 20 V de plus que dans la position de repos. Par l'augmentation du courant à 6 mA, la perte de tension devient 120 V, la tension d'anode restante est encore de 130 V, donc 20 V de moins que dans la position de repos. La tension alternative de 1V agissant sur la grille produit donc à l'anode une tension alternative de 20 V ; l'amplification de tension est donc de 20.

La caractéristique de tension d'anode forme toujours une courbe dans les coordonnées courant d'anode-tension de grille utilisées jusqu'ici. On y trouve à peine une partie vraiment droite. Il en résulte que les caractéristiques dynamiques sont aussi des courbes. Ceci complique l'interprétation. Un autre système de coordonnées, sur lequel seront dessinés les courants et tensions d'anode convient mieux dans ce cas. Les caractéristiques dessinées représenteront alors les tensions de grille. Comme nous n'utilisons que leur intersection avec d'autres

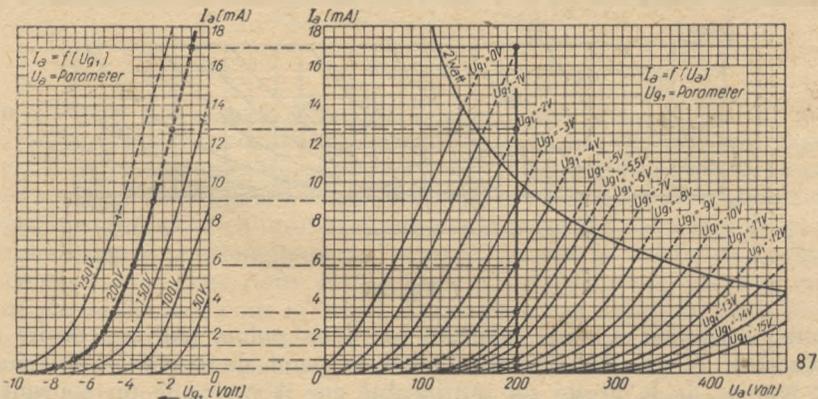


Fig. 87

lignes, leur courbure n'est pas un inconvénient. Au contraire, toutes les caractéristiques dynamiques sont des lignes droites ou peuvent être représentées par simplification par une droite. Pour l'ancienne caractéristique I_a-U_g , on emploie une tension d'anode fixe (U_a). La tension de grille est modifiée par paliers et les valeurs correspondantes sont notées ; on obtient ainsi la caractéristique de tension d'anode. Pour la

nouvelle caractéristique I_a-U_a , on emploie une tension de grille fixe (U_g), tandis que l'on fait varier la tension d'anode (U_a) et que l'on note les courants d'anode (I_a) correspondants; les points obtenus forment une caractéristique de tension de grille. Dans la fig. 87, les deux caractéristiques sont dessinées l'une en face de l'autre à la même échelle, elles appartiennent à la même lampe AC2. Par les points reliés entre eux, nous voyons immédiatement comment, de la caractéristique courbe U_a , dans les coordonnées I_a-U_g , nous obtenons une droite dans les coordonnées I_a-U_a . De cette façon, on peut passer à volonté d'un système de coordonnées à l'autre. Nous allons maintenant vérifier les avantages du nouveau système de coordonnées.

La lampe AC2 dont nous venons de relever les caractéristiques est particulièrement désignée pour l'amplification basse fréquence. En géné-

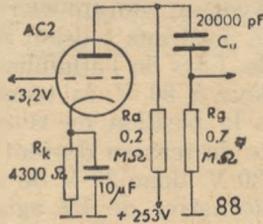


Fig. 88

ral, on emploie le couplage à résistance (fig. 88). Les fabricants conseillent pour cela une résistance extérieure R_a de $0,2 \text{ M}\Omega$. La figure 89 donne la partie intéressante de la caractéristique I_a-U_a à une plus grande échelle. Pour obtenir la ligne sur laquelle nous devons chercher le point de travail, nous pouvons tenir le même raisonnement que pour la fig. 85. Une résistance de $0,2 \text{ M}\Omega$ produit une chute de tension de 250 V pour $1,25 \text{ mA}$; avec un courant nul, il ne se produit pas de chute de tension et la pleine tension reste disponible. Nous chercherons la valeur du courant $1,25 \text{ mA}$ sur l'axe vertical et la valeur 250 V sur

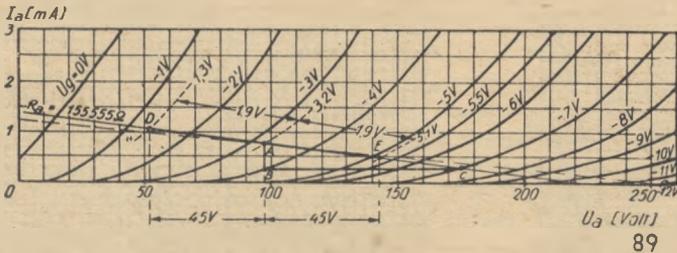


Fig. 89

l'axe horizontal et nous relierons les deux points par une droite (en pointillé). Nous déterminerons ainsi le point de travail. L'extrémité de gauche de la droite est inutilisable car il y circule un courant de grille. La limite varie d'une lampe à l'autre; alors que, pour les lampes K pour courant continu, il ne se produit de courant de grille qu'à partir de 0 Volts de tension de grille, pour les lampes à chauffage indirect pour courant alternatif, et pour les lampes à chauffage direct, il s'en produit déjà pour -2 Volts de tension de grille. Comme l'AC2 est à chauffage indirect, nous ne pouvons pas employer la zone à moins de $-1,3 \text{ Volts}$ de tension de grille. La ligne de tension de grille $-1,3 \text{ Volts}$ sera donc portée en pointillé sur le dessin. On obtient l'autre limite

par la courbure croissante des caractéristiques de tension de grille pour lesquelles les segments des lignes pointillées deviennent plus petits. Par une étude plus approfondie de la fig. 87, nous voyons que la courbure des lignes de tension de grille dans la figure de droite a un certain rapport avec la courbure des caractéristiques dans celle de gauche. On sait déjà que le travail dans la partie courbe de la caractéristique produit des déformations. Nous ne pouvons donc, dans notre exemple (fig. 89) descendre en dessous de -5 Volts. Si nous prenons $-5,1$ Volts comme limite, le point milieu du segment d'attaque ($3,8$ Volts) tombera sur la caractéristique de tension de grille de $3,2$ Volts. L'intersection avec notre droite $0,2 M\Omega$ est A, le point de travail choisi.

La droite dessinée n'est pas encore la vraie caractéristique de travail, car la résistance au courant alternatif correspondante n'est pas $0,2 M\Omega$. Comme nous pouvons le voir dans la fig. 88, le condensateur de couplage Cu et la résistance de fuite de grille de la lampe suivante sont, pour le courant alternatif, en parallèle avec la résistance d'anode. Comme Cu doit être pris grand, il ne forme pas de résistance notable pour le courant alternatif et peut être négligé. La résistance résultante produite par la mise en parallèle des deux résistances de $0,2$ et $0,7 M\Omega$ se déduira de :

$$\frac{0,2 \times 0,7}{0,2 + 0,7} = 0,15 M\Omega$$

Celui qui veut éviter le calcul peut obtenir le résultat par un graphique comme celui de la fig. 90. Sur l'axe horizontal on dessine, à

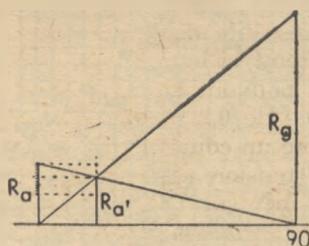


Fig. 90

une distance quelconque l'une de l'autre deux perpendiculaires dont les longueurs sont proportionnelles aux valeurs des résistances respectives. Si, par exemple $R_a = 0,2 M\Omega = 20$ mm, $R_g = 0,7 M\Omega$ devra avoir exactement 70 mm. Les sommets et les pieds des perpendiculaires seront ensuite reliés en croix. La perpendiculaire R_a' , abaissée du point d'intersection a une longueur qui exprime en mm la valeur de la résistance résultante. Dans notre cas, $15,5$ mm. Le graphique ici décrit ne convient pas seulement pour le calcul de la résistance totale de deux résistances en parallèle, mais aussi pour la détermination de la capacité résultant de deux condensateurs en série. De la même façon, on déterminerait la résistance d'anode qui donnerait avec une résistance de fuite donnée, la résistance résultante désirée. Cette méthode superficielle de détermination suffit pour la pratique ; le technicien tient compte de toutes les capacités, et self-inductions en série ou en parallèle et calcule la résistance totale pour les hautes et basses fréquences.

Jusqu'à présent, nous avons déterminé le point de travail A. La position de ce point correspond à un courant d'anode de $0,75$ mA. La tension de polarisation de grille nécessaire sera obtenue par une résistance de cathode de $3,2 V : 0,00075 A = 4300 \Omega$. La tension corres-

pondante à fournir par la source de tension anodique sera de $250 + 3 = 253$ V. Maintenant, nous pouvons dessiner la caractéristique dynamique. Elle passe par le point A. Sa pente s'élève, d'après la méthode suivant laquelle nous avons déterminé la droite de résistance pour $0,2 \text{ M}\Omega$ à $1 \text{ mA}/155 \text{ V}$ car il se produit une chute de tension de 155 V sur une résistance de $0,155 \text{ M}\Omega$ avec un courant de 1 mA . Dans notre système de coordonnées, il y a cependant peu de place, nous prendrons par exemple, l'échelle moitié moindre soit $0,5 \text{ mA}/77,8 \text{ Volts}$. Au point A, abaissons une verticale, plaçons-y le segment $0,5 \text{ mA}$ et nous obtenons le point B.

Par ce point, tirons une parallèle à l'horizontale, ce qui nous donne le point C. La ligne AC prolongée au delà de son extrémité est la caractéristique dynamique cherchée. Sa zone de contrôle DE vaut, suivant l'échelle, des tensions de grille, $2 \times 1,9 \text{ Volts}$. La plus haute tension alternative de grille s'élève donc, au maximum à $1,9 \text{ Volts}$, soit donc $1,3 \text{ V eff}$. Les verticales abaissées de D, A et E déterminent à l'échelle de la ligne horizontale, la tension alternative obtenue; elle s'élève à 45 V max . soit $31,5 \text{ V eff}$. L'amplification de tension est $1,9 : 45 = 1 : 23,68$ soit environ $1 : 24$; elle sera d'autant meilleure que la ligne de

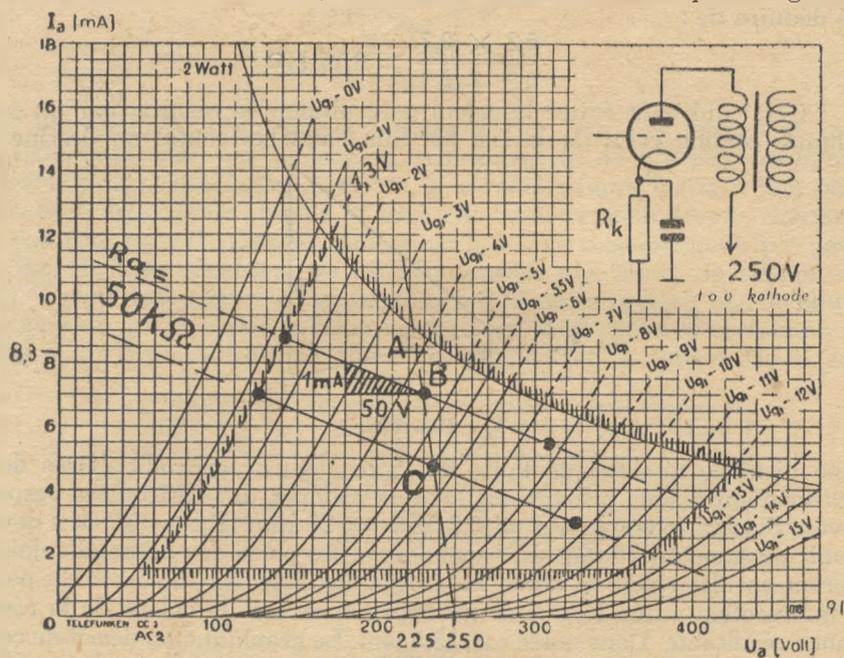


Fig. 91

travail sera plus plate, c'est-à-dire, que la résistance au courant alternatif R_a sera plus forte. Il en ressort aussi l'importance de la valeur de la résistance de cathode, celle-ci déterminant la position du point de travail. Une résistance de cathode mal appropriée déplace le point de travail et limite la zone de commande disponible.

Avec le couplage à résistance, les résistances pour le courant continu et pour le courant alternatif sont sensiblement les mêmes. Le condensateur de couplage est si grand qu'il n'atteint guère une résistance notable que pour les basses fréquences.

Lorsqu'il se trouve, dans le circuit d'anode, une bobine, un trans-

formateur ou même un circuit accordé, il en est autrement. Ici, la résistance au courant continu est beaucoup plus basse que la résistance au courant alternatif. A cause de la forte influence de la fréquence sur les éléments de couplage inductif, la caractéristique dynamique est généralement calculée pour $f = 800$ Hz. Si la situation doit être contrôlée pour plusieurs autres fréquences, par exemple 50, 800, 5000 Hz, il faudra déterminer, séparément pour chaque fréquence, la résistance au courant alternatif et la caractéristique dynamique. Ces différentes caractéristiques dynamiques passent toutes par le point de travail commun dans une direction correspondant à la résistance trouvée par le moyen connu. En outre, les caractéristiques dynamiques ont, par suite des déphasages qui se produisent le plus souvent, une forme elliptique que l'on représente pour plus de simplicité par une droite. Dans la fig. 91, un transformateur à basse fréquence est inséré dans le circuit d'anode, il a une résistance au courant continu de $3\text{ k}\Omega$ et, à 800 Hz, une résistance au courant alternatif de $50\text{ k}\Omega$. Par suite de la résistance au courant continu, il se produira, avec un courant anodique de 83 mA, une chute de tension de 250 Volts. Ce courant fort ne peut pas être représenté dans le système des coordonnées. Nous diminuerons donc les valeurs au 1/10 et obtiendrons 25 V et 8,3 mA. Verticalement au dessus de la tension d'anode agissante $250 - 25 = 225$ V nous obtenons, à la hauteur du courant 8,3 mA, le point A que nous relierons au point 250 V de l'horizontale. Sur cette ligne, nous cherchons le point de travail. L'espace utilisable du champ de la caractéristique est limité par les hachures. A gauche se trouve la région des courants de grille, au dessus, la ligne 2 Watts. Cette ligne ne peut pas être dépassée sinon l'anode serait surchargée. A droite se trouve la région des petites distances de tension de grille, la partie inférieure est la région des courbes des caractéristiques. De ce qui précède, on peut établir qu'il n'y a pas de point de travail convenable. Si l'on va vers le haut, par exemple dans le voisinage du point B, on ne dispose, d'après le dessin de la caractéristique dynamique, que d'une région de commande de 2,4 V max. Nous obtiendrons en tous cas une amplification avec très peu de déformation car les deux segments de commande limités par les points sont à peu près égaux. Si nous déplaçons le point de travail vers le bas, aux environs de C, nous pourrions travailler avec 4,2 Volts de tension alternative de grille et mieux utiliser la caractéristique dynamique. De cette façon, on arrive dans une région où les caractéristiques de tension de grille sont plus près l'une de l'autre.

Pour cette raison, les segments de la caractéristique dynamique seront plus inégaux. La fig. 92 montre comment le point de travail peut être maintenu en dehors des parties courbes. La tension de batterie sera augmentée pour que l'anode reçoive une tension agissante de 250 V. La chute de tension de l'enroulement d'entrée est compensée par l'augmentation de 25 Volts de la tension d'anode. La tension de la source de courant s'élève donc à 275 V par rapport à la cathode, soit 280,5 V par rapport à la masse. Ainsi le point de travail vient se loger sur la caractéristique de tension d'anode 250 Volts. Ce point de travail se trouve au point d'intersection avec la ligne de tension de grille —5,5 Volts donc en D. La tension de commande peut s'élever à 4,2 V max. et fournit à l'anode une amplification de tension 25. Ceci est l'amplification pure de la lampe, en outre, vient l'amplification du transformateur qui est égale au rapport de transformation moins quelques pertes.

Il est important de savoir quelle résistance la lampe possède au point de travail. On obtient la résistance au courant continu de la lampe en divisant la tension d'anode (250 V) par le courant d'anode (6mA). Le quotient est 47,7 k Ω . La résistance au courant alternatif sera calculée en divisant la variation de tension d'anode par la variation de courant. On trace deux points E et G qui se trouvent à peu près à la même distance du point de travail D sur la même caractéristique de tension de grille (voir fig. 92). On divise alors la variation de tension d'anode 275 — 225 = 50 V par la variation de courant 8 — 4 = 4 mA et l'on obtient 12,5 k Ω .

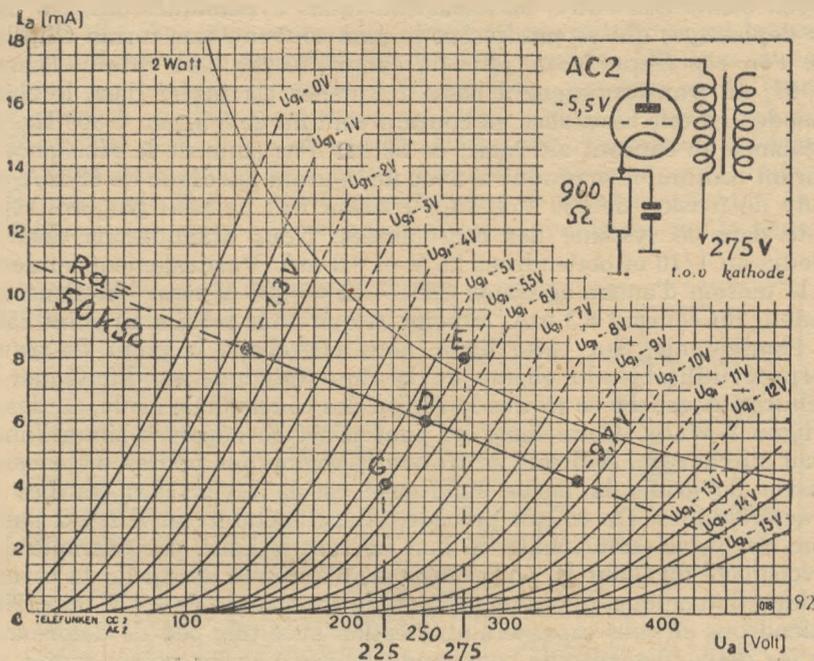


Fig. 92

Pour une amplification de tension, il faut de très fortes résistances au courant alternatif, qui produisent une caractéristique dynamique plate et, par conséquent une haute tension alternative d'anode. Dans l'étage final, la situation est cependant toute autre. La transformation des fréquences audibles en son exige une certaine puissance. L'étage final ne doit donc pas seulement recevoir des tensions mais aussi un certain courant, c.-à-d. qu'il doit absorber une énergie formée du produit de la tension par le courant (Watts). Il faut, par conséquent une lampe avec un fort courant d'anode. Dans le circuit d'anode se trouve ou bien le haut-parleur, ou bien un élément de couplage.

Parmi les haut-parleurs magnétiques on n'utilise plus que le type à oscillation libre; tous les modèles plus anciens sont périmés. A cause du prix, il est généralement inséré directement dans le circuit d'anode. Cette solution n'est pas l'idéal car la résistance au courant continu de la bobine du haut-parleur est assez élevée et prend une partie de la tension d'anode tandis que le courant d'anode produit une magnétisation de l'armature. Il est préférable de coupler le haut-parleur sur une bobine de choc ou un transformateur de sortie, ainsi, on obtient

une résistance plus petite pour le courant continu et plus grande pour le courant alternatif. Le couplage par bobine ne peut avoir lieu que si le haut-parleur a déjà une forte résistance au courant alternatif, l'ajustement du haut-parleur par prises sur la bobine n'est possible que dans des limites assez étroites. A cause de l'ajustement relativement simple de différents haut-parleurs à une lampe quelconque qu'il permet, on emploie, en général, actuellement plutôt le transformateur de sortie.

Par ajustement, on entend ici l'établissement d'un rapport convenable entre la résistance au courant alternatif R_a et la résistance intérieure de la lampe au courant alternatif R_i , pour lequel une reproduction fidèle peut être obtenue. Pour des triodes, R_a doit être égal à deux à trois fois R_i , pour des pentodes, $1/3$ à $1/5$ de R_i . En pratique, la résistance R_a la plus adéquate diffère pour chaque lampe. Pour cette raison, nous emploierons, autant que possible la résistance R_a spécifiée par le fabricant. Pour les nouvelles pentodes, on obtient la meilleure résistance extérieure (en Ω) en divisant la tension d'anode utile (en V) par le courant d'anode (en A). Nous pouvons toujours calculer au moyen du triangle (voir fig. 91) la résistance d'une caractéristique dynamique choisie.

La résistance au courant alternatif de la lampe est suffisamment constante pour toutes les fréquences, ce n'est pourtant pas le cas pour le haut-parleur. Ainsi, par exemple, la résistance d'un haut-parleur magnétique peut être de 150Ω pour 100 Hz et de $40 \text{ k}\Omega$ pour 10.000 Hz alors que sa résistance au courant continu est de 700Ω par exemple. Un haut-parleur dynamique dont la bobine mobile a une résistance au courant continu de $4,7 \Omega$ aura une résistance au courant alternatif de 5Ω pour 100 Hz et 275 et 25Ω pour 10.000 Hz. Les tons fondamentaux les plus importants se trouvent entre 200 et 1000 Hz ; la résistance du haut-parleur, dans cette gamme de fréquence, reste suffisamment stable pour être évaluée simplement à la résistance au courant continu augmentée de 20 %. Les fabricants donnent la résistance pour 800 Hz ; pour les haut-parleurs magnétiques, elle s'élève à 3000Ω pour les dynamiques 6Ω

La triode finale AD1 doit, dans les conditions normales, travailler avec une résistance extérieure $R_a = 2300 \Omega$ Le haut-parleur a une résistance au courant alternatif de 6Ω Il faut donc un transformateur d'adaptation. Celui-ci consiste en un enroulement d'entrée (primaire) et un enroulement de sortie (secondaire), le rapport entre les nombres de tours des deux enroulements est le rapport de transformation « u ». La résistance du haut-parleur insérée dans le secondaire RL travaille sur l'entrée dans le rapport $u : 1$, donc $R_a = R_l \times u \times u$. Nous calculerons d'abord le rapport des résistances $6 : 2300$ et obtiendrons $1/383$. Nous chercherons la racine carrée de 383; c'est 19,58 car ce nombre multiplié par lui-même reproduit le nombre original 383. Pour obtenir l'adaptation la meilleure à la lampe, le nombre de tours du secondaire doit être à celui du primaire comme 1 est à 19,58. Un transformateur disponible avec un rapport de transformation de $1/34$ ferait travailler la résistance du haut-parleur (6Ω) comme une résistance extérieure $R_a = 6 \times 34 \times 34 = 6939 \Omega$ Ce transformateur conviendrait bien pour être employé après une pentode AL4 pour laquelle il faut une résistance extérieure $R_a = 7000 \Omega$ Pour d'autres lampes et d'autres résistances de haut-parleur, il faut d'autres rapports de transformation. Il est cependant impossible de réaliser et de tenir en réserve un transformateur spécial pour toute combinaison imaginable.

Comme une mauvaise adaptation a une grande influence sur l'énergie et la sonorité, les fabricants de haut-parleurs donnent la préférence au montage d'un transformateur spécial sur le haut-parleur même. L'enroulement d'entrée est subdivisé en deux ou trois parties ce qui permet d'obtenir différentes valeurs du rapport de transformation pour plusieurs valeurs de R_a . Il est vrai que l'adaptation n'est pas si précise, mais on peut, sans remarquer de changement dans la qualité du son, insérer, à la place de la résistance exacte du haut-parleur, une autre

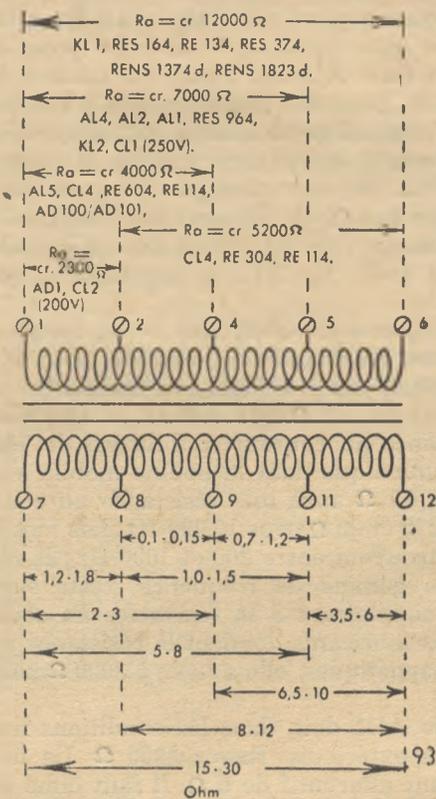


Fig. 93

résistance dont la valeur ne soit que la moitié ou soit le double de la résistance optimum. Cependant, la reproduction serait influencée par de plus grandes différences. Il en résulte que l'on devra tout de même tendre à réaliser le mieux possible l'adaptation exacte. C'est surtout pour cette raison que l'on a réalisé un transformateur de sortie universel dont les deux enroulements ont chacun 5 bornes de raccord et qui est bobiné suivant le schéma de la fig. 93. De cette façon, il peut, non seulement être employé derrière n'importe quelle lampe, mais aussi avant un haut-parleur quelconque. Ce genre de transformateur n'est jamais périmé. Le schéma permet d'éviter tout calcul pour son raccordement; pour de nouvelles lampes apparaissant dans l'avenir sur le marché, il faudra seulement comparer la résistance extérieure qu'elles exigent avec celle d'une ancienne lampe. En se basant là dessus, on pourra trouver le raccordement convenable.

Jusqu'à présent, nous n'avons parlé que du rapport de transfor-

mation « u » entre les enroulements primaire et secondaire. Ce rapport peut être obtenu avec des enroulements très différents, dont la self-induction du primaire détermine la limite inférieure de fréquence à laquelle les sons graves seront encore rendus d'une façon audible. Nous expérimentons pratiquement les différentes combinaisons donnant le même rapport de transformation « u », pour autant qu'elles puissent être formées avec notre transformateur et nous prendrons celle qui donne le meilleur résultat.

La résistance du haut-parleur augmente pour les hautes fréquences et pour la résonance dans la région des basses fréquences. Avec une triode cela a pour résultat une diminution de l'amplification car la différence entre R_a et R_i devient plus grande. Avec une pentode, on a le phénomène inverse: R_a se rapproche de R_i et l'amplification augmente. C'est la raison pour laquelle une triode sonne sourd et une pentode rend des sons aigus.

Le point de travail sera déterminé dans le faisceau de caractéristiques en prenant en considération la résistance au courant continu de l'enroulement d'entrée. Les bons fabricants donnent une chute de tension de 10 à 15 Volts seulement. Lorsqu'on dispose d'une tension anodique convenable, on peut compenser cette perte par une augmentation

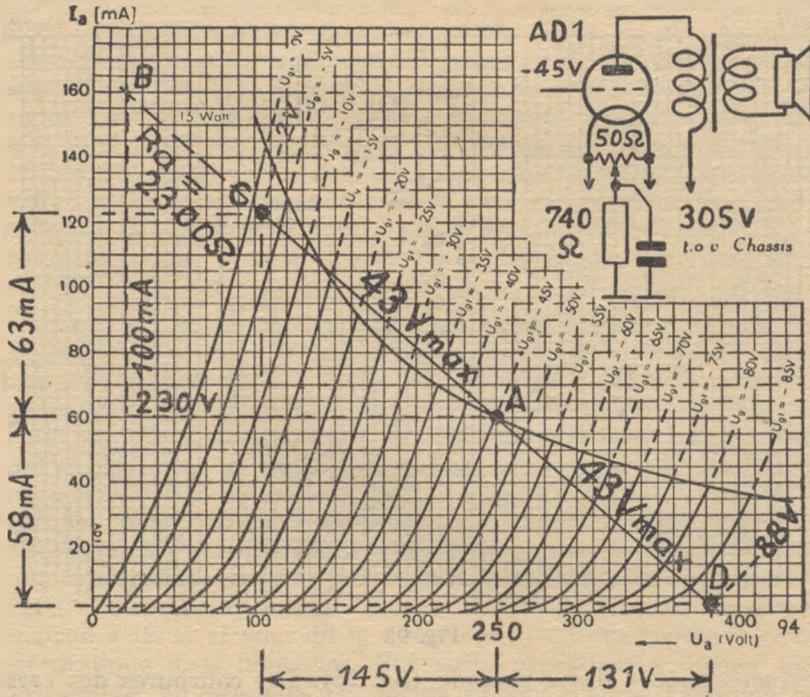


Fig. 94

de la tension fournie ce qui donne à l'anode la tension prévue. On ne peut pas obtenir l'énergie maximum par un autre moyen.

Dans la fig. 94 sont représentées les caractéristiques de la triode 15 Watts AD1. La tension d'anode s'élève à 305 Volts mesurée à partir du chassis; 45 Volts doivent en être retranchés pour la tension de grille, 10 Volts pour la perte dans le transformateur, de sorte qu'il reste 250 V agissant sur l'anode. Le point de travail se trouve sur la caracté-

téristique de tension de grille — 45 V et en même temps sur la limite de charge. Pour former la caractéristique dynamique avec $R_a = 2300 \Omega$ nous partons du point A, 230 Volts vers la gauche, puis 100 mA vers le haut. Le point extrême B ainsi trouvé, relié au point A, fournit la caractéristique dynamique. Comme la lampe utilisée est à chauffage direct, la région des courants de grille atteint — 2 V. Avec le point A, on dispose donc d'une tension alternative de grille de 43 V max. La région de commande s'étend de C à D (pour — 88 V). Il en résulte des oscillations dans le courant d'anode de 2 à 123 soit 121 mA et dans la tension d'anode de 105 à 381 = 276 Volts. L'énergie de sortie calculée super-

$$\text{ficiellement et en négligeant la déformation sera : } \frac{276 \times 0,121}{8} =$$

4,17 W. La dissipation d'anode s'élèvera à $250 \text{ V} \times 0,06 \text{ A} = 15 \text{ W}$. Par suite de l'étendue de la région de commande, l'inégalité d'amplification des deux demi tensions alternatives de grille C—A et A—D est très faible. C'est là dessus que repose le faible facteur de déformation de cette lampe. Toutes les triodes ont la même propriété et seront donc toujours utilisées lorsqu'on attache de l'importance à une bonne reproduction. On remarquera immédiatement la différence en plaçant à côté

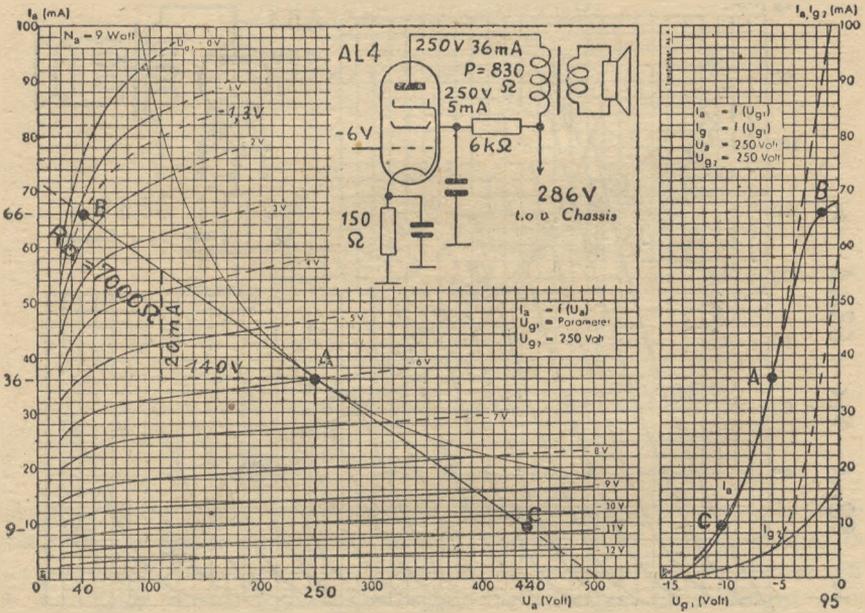


Fig. 95

les caractéristiques d'une pentode (fig. 95). Les courbures des caractéristiques de tension de grille montent très haut à gauche dans le diagramme ; les distances des caractéristiques entre elles deviennent de plus en plus petites vers le bas. Une limite supplémentaire est déterminée par la tension maximum d'anode (250 Volts).

La grille-écran est généralement reliée à la borne de batterie du transformateur de sortie. Lorsque le primaire a une forte résistance au courant continu, il existe une différence de tension notable entre l'anode et la grille-écran. Il en résulte que la grille-écran reçoit plus que la tension maximum admise. Dans le cas ci-dessus, le primaire a une résis-

tance de 830Ω La différence de potentiel s'élève à $830 \times 0,036 = 30 \text{ V}$. Si l'anode, pour utiliser la lampe au mieux possible, doit avoir la tension maximum de 250 Volts. La tension anodique employée doit être de $250 + 30 = 280 \text{ Volts}$ par rapport à la cathode ou 286 Volts par rapport au chassis. La grille-écran, en liaison directe avec le primaire, atteindra donc une tension de 280 Volts et sera, par conséquent surchargée. Nous insérerons une résistance qui produira une chute de tension de 30 Volts et la calculerons comme suit : $30 : 0,005 = 6 \text{ k}\Omega$ Le courant de grille-écran obtenu pour d'autres polarisations automatiques peut-être lu sur la caractéristique U_a-I_g (voir fig. 95 à droite, ligne I_g2 ; la caractéristique statique est en traits pleins et la caractéristique dynamique en pointillé). Les caractéristiques de l'AL4 représentées ne correspondent qu'à une tension de grille-écran de 250 V pour d'autres tensions elles prennent une autre position. Avec 250 V de tension d'anode et de grille-écran et -6 V de tension de grille, on obtient un courant d'anode de 36 mA et un courant de grille-écran de 5 mA. Le point de travail A se trouve au point d'intersection des caractéristiques 250 V 36 mA et -6 V de tension de grille. La caractéristique dynamique pour la résistance adéquate $R_a = 7000 \Omega$ consiste dans le triangle dont les dimensions sont 140 V/20 mA. La région de commande depuis A (-6V) jusqu'à B ($-1,3 \text{ V}$, chauffage indirect) détermine aussi l'autre point extrême C avec $-10,7 \text{ Volts}$. La plus haute tension alternative de grille atteint 4,6 V max $= 3,3 \text{ V eff}$. La dissipation d'anode est de 9 W. L'énergie basse fréquence obtenue est calculée approximativement (donc pas avec précision) par la variation de courant multipliée par la variation de tension divisée par 8. On obtient 2,85 Watts. On ne peut obtenir plus d'énergie qu'en augmentant la région de commande jusque dans la zone des courants de grille car, à cause de la tension maximum d'anode déjà atteinte, le point A ne peut pas être reculé vers la droite. Pour une bonne reproduction, il est préférable de ne pas dépasser la limite de $-1,3 \text{ Volts}$.

Plus les segments des caractéristiques dynamiques sont disposés irrégulièrement dans le faisceau des caractéristiques I_a-U_a , plus il se présente de déformations. Seuls les morceaux de caractéristiques dynamiques qui sont très également divisés travaillent sans déformation. Pour pouvoir juger du degré de déformation, on mesure les segments AB et AC avec un double décimètre (voir fig. 95 à gauche). Si ces segments sont de même longueur, et s'ils sont divisés en parties égales par les caractéristiques de tension de grille, la lampe travaille sans déformation. Pour des triodes, une déformation de 5% est admissible, cela correspond environ à un rapport de 11 à 9 pour les segments AB et AC. Pour des pentodes, le rapport de 5% de déformation correspond environ à 19/11 et pour 10% à environ 3/2. Cette méthode empirique est pratique mais imprécise. Elle suffit cependant à donner une vue d'ensemble. En pratique, on décide surtout d'après l'audition personnelle.

L'énergie finale calculée n'est obtenue, pour une commande totale, que pour le maximum de puissance de son. Elle se rapporte à la pleine tension d'anode et à la meilleure valeur de R_a . On n'a pas toujours à sa disposition un élément de couplage avec la résistance au courant alternatif désirée, souvent, la valeur obtenue est difficile à déterminer, par exemple, lorsque le rapport de transformation n'est pas connu. Si l'on emploie un courant d'anode plus faible ou une tension d'anode

plus basse, alors, non seulement la dissipation d'anode diminue, mais encore la région de commande et l'énergie sortante.

Dans les grandes villes où de nombreuses habitations sont réunies dans un espace restreint et où la séparation entre les différentes habitations ne consiste qu'en murs minces, on ne peut pas travailler à pleine puissance avec une AD1 ou une AL4. Il n'est pas utile de diminuer la tension alternative de grille pour diminuer la puissance de son car la haute dissipation d'anode reste inchangée. Un fonctionnement de ce genre devient, à la longue peu économique. Les mêmes considérations sont valables pour une diminution de la dissipation d'anode, car une économie de 20 % provoque une perte d'énergie de 50 %. Lorsque, donc, une puissance sonore constamment faible est nécessaire, on fera mieux d'employer de plus petites lampes, par exemple, la triode RE 134 ou B 409 (absorption 3 Watts, sortie 0,65 W) ou RE 304 ou C 405 (5 W/1,1 W) et les pentodes RES 164 ou 443 S (3,5 W/1,5 W) ou RES 374 ou C 443N ou E 443H (6,24 W/3,2 W). On obtient une bonne reproduction avec un étage final en push-pull où 2 RE134 (ou 2 B409) sont utilisées. En remplaçant ces lampes par des RE304 (C405) on obtient, il est vrai de meilleurs résultats mais le prix est plus élevé.

Nous ne voulons pas dire ici qu'il faut, à tout prix, économiser sur la lampe de sortie. Au contraire, pour une reproduction naturelle, des tons graves puissants sont nécessaires. Une plus grande réserve d'énergie dans une forte lampe finale assure la reproduction naturelle des fortissimi. En outre, la forte amplification d'une AL4 économise une lampe préamplificatrice. Le fait que les pentodes avantagent les sons aigus permet l'emploi de circuits très sélectifs dont la tendance à diminuer les fréquences aigues est ainsi compensée. On obtient ainsi une haute sélectivité. Par suite de la grande réserve d'énergie, on peut aussi dériver une bonne partie de l'énergie de sortie dans un tone-control bon marché avant le transformateur. La résistance du tone-control forme alors une partie de Ra. L'énergie restante est encore assez grande pour alimenter une contre-réaction. Le constructeur libre qui, en ce qui concerne le schéma, suit volontiers son goût personnel et donne la préférence à une amélioration du son du côté grille, fait une distinction entre les lampes finales suivant leur degré de déformation. A ce point de vue, les triodes l'emportent sur les pentodes; en revanche elles exigent une tension alternative beaucoup plus élevée à la grille. Il faut bien se rendre compte de ce que, pour obtenir une bonne reproduction, il faut généralement utiliser une série de dispositifs auxiliaires qui augmentent le prix de l'installation. Le choix de la lampe à employer pour un cas particulier est déterminé par le prix de la lampe, la dissipation d'anode, l'énergie finale, la tension de commande nécessaire, et les qualités de son exigées.

Les étages à haute fréquence sont des amplificateurs de tension. Les caractéristiques des pentodes haute fréquence montrent beaucoup de ressemblance avec celle des pentodes finales, seule la limite de charge manque car il n'est pas absorbé d'énergie. La tension de polarisation de grille sera prise juste assez haute pour ne pas arriver dans la zone des courants de grille; de cette façon le point de travail se trouve dans la partie la plus raide de la caractéristique. Dans la fig. 96 nous avons représenté les caractéristiques de la pentode haute fréquence AF7. La lampe peut être commandée jusqu'à — 1,3 Volts. Les distances entre caractéristiques de tension grille qui vont en diminuant indiquent une courbure de la caractéristique Ia-Ug. Cette lampe convient pour

les étages amplificateurs haute et basse fréquence. Les caractéristiques dynamiques représentées se rapportent à un circuit d'anode accordé ou à un transformateur haute fréquence dont la résistance au courant peut être négligée mais dont la résistance de résonance est très élevée.

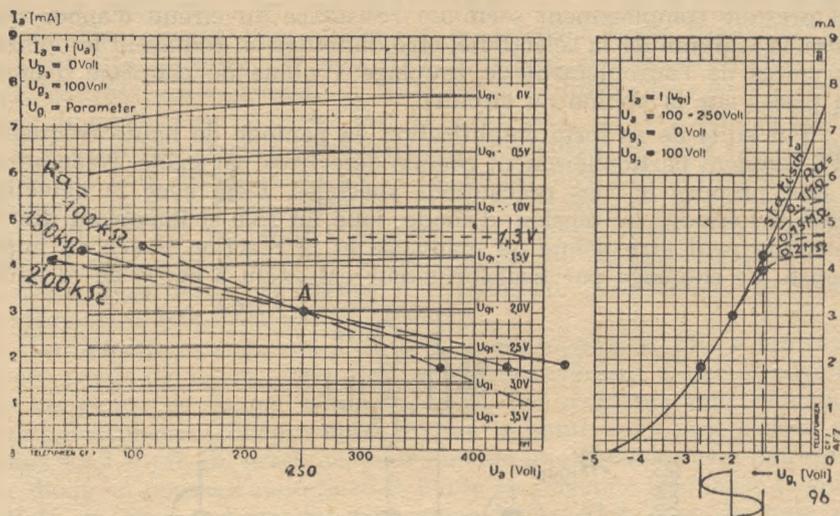


Fig. 96

Avec une bonne construction, il est possible d'obtenir, pour 1000 Hz (≈ 300 m) une valeur de $150\text{ k}\Omega$. Quand la bande de modulation peut être tronquée, on peut même atteindre une résistance au courant alternatif de plus de $200\text{ k}\Omega$. Des circuits construits simplement n'ont toutefois qu'une résistance de $100\text{ k}\Omega$. Pour donner une idée de l'amplification, à laquelle on peut s'attendre dans chaque cas, nous avons dessiné dans la fig. 96, les caractéristiques dynamiques de ces trois cas. Nous avons pris une polarisation de -2 V . La région de commande s'élève alors à 0.7 V max. ou 0.5 V eff. ($\approx 500\text{ mV}$ eff.).

Comme le montre la partie de droite de la figure, nous travaillons dans la partie la plus favorable de la caractéristique. En comparaison avec les lampes amplificatrices à basse fréquence la région de commande semble très petite quoique, pour les amplificateurs à haute fréquence, elle soit encore relativement grande. Les tensions de haute fréquence qui atteignent la grille d'entrée sont extrêmement petites. Pour la réception de postes lointains, nous n'avons certes pas à craindre la surcharge. Pour la réception d'un émetteur local, il en va tout autrement, surtout lorsque l'on fait usage d'une grande antenne ou lorsque l'émetteur est très rapproché. Une atténuation de l'antenne, un couplage réglable et un circuit-bouchon (circuit filtre) sont les auxiliaires qui nous permettront d'affaiblir l'émetteur local si c'est nécessaire.

La résistance de résonance d'un circuit oscillant n'est constante que dans une très petite zone de fréquence. Si la fréquence diminue, la résistance diminue aussi. Il en résulte que la caractéristique dynamique commence à tourner autour du point de travail. Ceci explique le manque de sensibilité de l'appareil à la limite de la zone de réception. Plus la caractéristique dynamique est plate, c'est-à-dire plus R_a est grand, plus la tension alternative fournie est haute. Ainsi, l'amplification de l'AF7 dans les conditions de travail supposées sera 187 pour $R_a = 0,1\text{ M}\Omega$, 267 pour $0,15\text{ M}\Omega$ et 323, pour $0,2\text{ M}\Omega$. Cette augmenta-

tion ne peut être poussée jusqu'à l'infini. Lorsque la résistance utile d'un circuit d'anode de lampe à haute fréquence qui possède un bon circuit de grille, dépasse une certaine valeur, la lampe commence à osciller ; cela arrive surtout lorsque le rotor du condensateur d'accord est presque complètement sorti. La résistance du circuit d'anode doit alors, sans diminuer la sélectivité, être diminuée en réduisant le nombre de spires de l'enroulement de couplage (bobine de couplage d'anode ou prises sur la bobine du circuit).

Par suite de sa forte amplification, la pentode de haute fréquence AF7 convient particulièrement comme détectrice par grille. Néanmoins, il faut prendre ici des précautions spéciales. Déjà avec la détection grille par triode, la tension d'anode joue un rôle si important que la détection peut être bonne ou mauvaise et la réaction douce ou impétueuse. Le couplage par transformateur est exclu à cause de la haute

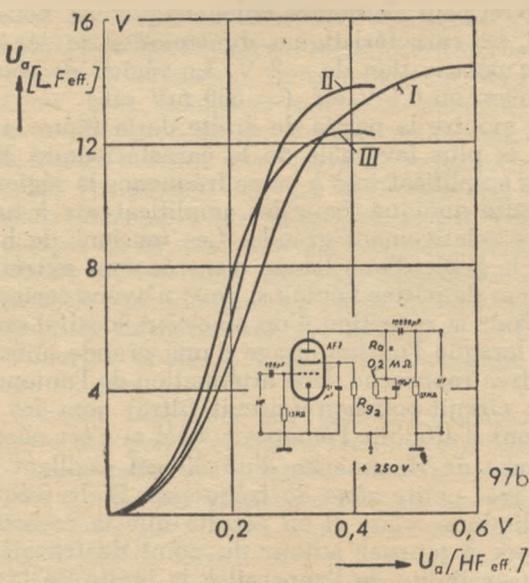
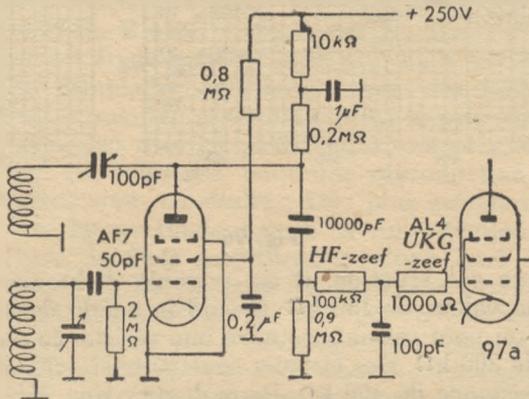


Fig. 97

résistance de travail. Le mieux est de prendre une bobine d'anode de 100 à 300 H qui permet avec une AF7, la plus grande amplification de détection. Une AL4 placée ensuite serait déjà surmodulée ; il faudrait

donc employer un régulateur de volume, de préférence du côté antenne. Dans la plupart des cas, un couplage à résistance suffit. La fig. 97a donne les valeurs des résistances, les courants et les tensions nécessaires pour l'emploi d'une AF7 comme détectrice par grille à réaction et couplage par résistance avec une AL4 suivante qui est ainsi complètement utilisée. Dans la fig. 97b, on trouve les tensions basse fréquence qui peuvent être fournies par une AF7 employée comme détectrice. Les trois courbes correspondent à trois valeurs différentes de la résistance de grille-écran ($I = 0,5 \text{ M}\Omega$ II = $0,8 \text{ M}\Omega$ III = $1 \text{ M}\Omega$). Comme on le voit sur ces courbes, pour produire une tension de 3,6 V eff., qui est nécessaire pour la commande de l'AL4, on n'utilise qu'une tension haute fréquence de 0,15 V eff. Avec 2 lampes seulement, on atteint, en partant de 0,15 V eff., en haute fréquence, une énergie de sortie de 4 Watts. Rien ne peut mieux montrer le progrès de ces derniers temps que le souvenir d'un passé pas encore si lointain où, pour obtenir le même rendement, il fallait au moins 4 lampes.

La détection par anode n'est plus guère employée. Elle a été remplacée par la détection diode. Celle-ci a l'inconvénient d'être insensible, car ce genre de lampe n'amplifie pas. On n'obtient une détection approximativement linéaire que lorsque la haute fréquence s'élève au moins à 0,3 V eff. En pratique, pour obtenir une détection non déformée par diode on pousse l'amplification haute et moyenne fréquence jusqu'à 1 Volt eff. Pour commander une lampe finale AL4, nous devons, ou bien amplifier la haute fréquence jusqu'à ce que la diode fournisse les

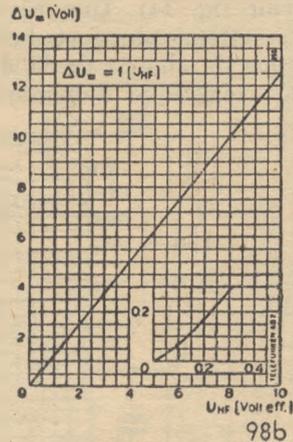
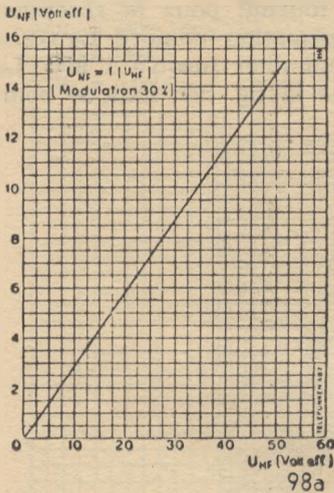


Fig. 98

3,6 V eff. nécessaires ; comme l'indique la fig. 98a ce serait le cas pour 12,5 V eff. en haute fréquence, ou bien il faudra une amplificatrice basse fréquence spéciale entre la diode et la lampe finale qui amènera la tension de basse fréquence fournie par la diode à la tension exigée par la lampe finale. Remarquons ici que l'AL4 est encore la lampe finale qui pose les exigences les plus raisonnables pour sa commande. Comme l'amplification des hautes fréquences avec des tensions élevées présente des difficultés — nous avons déjà attiré l'attention, dans la fig. 96, sur la région de commande limitée des pentodes de haute fréquence modernes — c'est généralement l'amplification basse fré-

quence subséquente qui est adoptée. Pour des lampes finales avec une tension de grille plus haute, c'est, pratiquement la seule solution. C'est la raison pour laquelle on a construit des lampes combinées spéciales (par exemple ABC1) avec deux systèmes diodes et un triode. La détection peut difficilement être représentée par une courbe car elle dépend de la profondeur de modulation de la haute fréquence, c'est-à-dire la quantité de fréquence audible dont la haute fréquence a été modulée dans l'émetteur. C'est précisément le rôle de la détectrice de séparer cette basse fréquence de la haute. Moins il y a de basse fréquence (faible profondeur de modulation) plus faible sera la tension basse fréquence fournie par la détectrice. Les caractéristiques de la duodiode AB2 représentées dans la fig. 98a se rapportent à une profondeur de modulation de 30 %. Si nous voulons déterminer les tensions de haute fréquence nécessaires pour d'autres profondeurs de modulations, nous devons interpoler. Si, par exemple la diode doit fournir, pour la commande entière de la lampe finale, une tension basse fréquence de 3,6 V eff., il faudra, suivant la courbe, 12,5 V eff. pour 30 %, $12,5 \times 2 = 25$ V eff. pour 15 %, mais seulement $12,5 \text{ V} : 2 = 6,25$ V eff. avec 60 % de profondeur de modulation. Ce calcul ne sert qu'à montrer la relation qui existe et à donner une idée de l'estimation de l'énergie que l'on peut obtenir ; il n'a pas d'autre valeur pratique car les émetteurs nationaux ou étrangers sont modulés à des profondeurs très diverses. Les caractéristiques dynamiques des fig. 98 se rapportent aussi à une résistance de charge de $0,5 \text{ M}\Omega$ et un condensateur de charge de 100 pF (voir fig. 14). Une résistance plus faible fournit, pour la réception d'émetteurs plus fortement modulés, une déformation moindre. La résistance de charge de la diode de réglage peut aller jusqu'à $1 \text{ M}\Omega$. La caractéristique dynamique représentée dans la fig. 98b indique com-

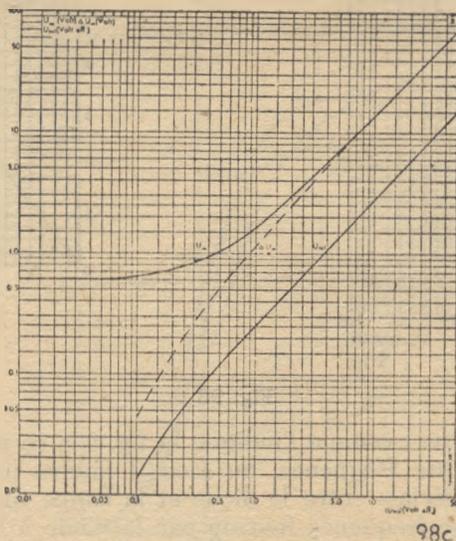


Fig. 98c

ment la tension continue augmente sous l'influence de la haute fréquence. De cette courbe on peut déduire quelle est la tension de haute fréquence nécessaire pour produire une tension de réglage déterminée ou quelle est la tension de réglage que l'on peut obtenir avec une tension de haute fréquence donnée. Les caractéristiques des fig. 98 a et b

sont simplifiées en vue de leur emploi pratique. Un diagramme logarithmique est plus précis (fig. 98c). La courbe inférieure U_{NF} correspond à celle de la fig. 98a, celle du milieu, en pointillé, à celle de la fig. 98b. La courbe supérieure $U =$ représente la tension totale de réglage formée de la tension entrante et de l'augmentation de la tension continue déduite de la fig. 98b.

La nécessité de compenser les variations très ennuyeuses de la puissance de réception des postes lointains, dites « fading », par un réglage automatique de l'amplification, a conduit à l'exécution de lampe à grille-écran à caractéristique exponentielle. Lorsque la lampe à grille-écran reçut encore une grille supprimeuse pour éviter l'émission secondaire, et devint ainsi une pentode haute fréquence, on fabriqua aussi des pentodes de réglage. Leurs caractéristiques ressemblent à celles de la fig. 96 mais la différence entre les distances des caractéristiques de tension de grille est plus grande. Nous en donnons les caractéristiques statiques fig. 99a (AF3). Sa forte courbure est utilisée pour reculer au moyen d'une tension de réglage le point de travail réglé par une tension principale, de la partie raide dans la partie plate de la caractéristique. Pour rendre visible l'effet de ce phénomène dans le diagramme, supposons d'abord que la caractéristique dynamique coïncide avec la statique. En réalité, la caractéristique dynamique s'écarte de la statique (voir fig.

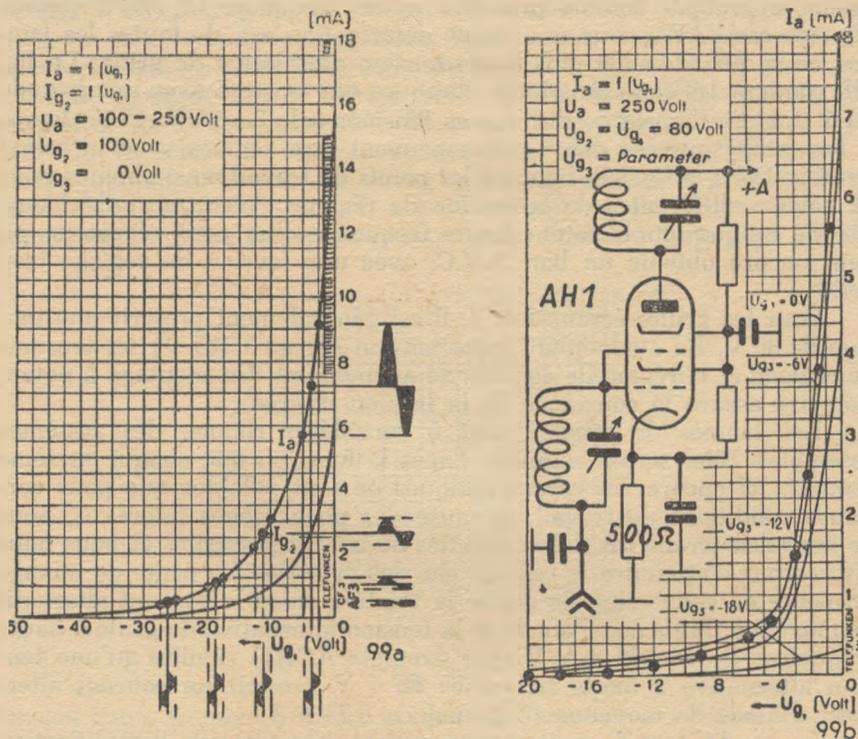


Fig. 99

95 et 96). Pour différents points de travail, on peut imaginer une tension alternative de grille qui produit une variation de la polarisation de grille de 2,5 V max. Nous voyons que les variations du courant d'anode qui produisent une variation de tension dans la résistance d'anode ne sont pas égales pour les divers points de travail. La valeur de la variation de cou-

rant pour 1 V de variation de tension de grille s'appelle la pente (S) de la lampe. Dans la fig. 99a, elle s'élève pour le point de travail supérieur à 3,5 mA pour 2,5 V soit 1,5 mA/V. Pour le premier point, elle n'est que 0,04 mA/V. Cet exemple fait aussi ressortir l'inégalité des deux demi-tensions alternatives.

La déformation qui en résulte persiste lorsque la lampe, en fonctionnement pratique, reçoit des tensions alternatives de grille beaucoup plus petites. Ce phénomène s'appelle déformation de modulation ; il provoque l'apparition de nouvelles fréquences qui donnent au son un autre caractère. Pour limiter cet effet, les tensions alternatives amenées à la grille doivent être aussi faibles que possible. La plus forte compensation du fading s'obtiendra donc dans l'étage d'entrée où l'énergie haute fréquence est la plus faible.

La tendance à la déformation de modulation des lampes de réglage (pentodes, hexodes, triodes-hexodes ch. de freq., octodes) diffère d'un type à l'autre. Pour qu'elle reste faible, la tension alternative de grille ne doit pas dépasser : pour les AK2 et les ACH1 avec plus de 10 V de polarisation = 1,2 à 1,5 V eff. ; pour les AH1 jusqu'à -5V de polarisation = 0,2 V eff. et pour -12 V = 1,2 V eff. et pour les AF3 avec -30 V = 2 V eff. pour -50 V = 0,7 V eff. Dans un appareil où deux étages doivent être réglés, nous emploierons les lampes des deux premiers groupes comme première haute fréquence et l'AF3 comme seconde car l'AF3, pour une même déformation est, de toutes les lampes, celle qui admet la plus haute tension alternative de grille. La fig. 99b contient les caractéristiques statiques qui existent avec une hexode AH1 sous l'influence de différentes tensions à la 3e grille. Cette lampe a l'avantage que les deux grilles peuvent être réglées avec la même tension. Dans la fig. 99b figurent les points de travail ainsi obtenus pour 12 valeurs différentes de la tension de réglage. Avec une telle lampe comme unique amplificateur haute fréquence d'un petit récepteur, on peut encore obtenir un bon A.V.C. avec une tension de réglage trop petite.

Pour les grilles-écrans 2 et 4, il est généralement prescrit une tension de 80 V. En augmentant cette tension (jusqu'à 125 V) les tensions de réglage et la région de commande augmentent. Un montage à potentiomètre assure la constance de la tension désirée.

Les lampes de mixage sont à considérer comme des systèmes assemblés. Elles seront estimées d'après la fonction que chaque système remplit. Ici encore, les caractéristiques ne sont valables que pour certaines conditions de travail. A cause des phénomènes imprévus, nous ne nous écarterons pas des constantes de travail prescrites et nous nous efforcerons d'atteindre le réglage par des mesures. La pente de mixage ou pente de conversion S_c donne la relation entre le courant alternatif de moyenne fréquence d'anode et la tension alternative de grille à haute fréquence. $S_c = 0,75 \text{ mA/V}$ (par exemple ACH1) signifie qu'une tension alternative à haute fréquence de 1 V produit un courant alternatif d'anode de moyenne fréquence de 0,75 mA.

Le rendement d'un récepteur entier s'obtient par l'amplification des différents étages. On commence le calcul par l'étage final car l'énergie sonore exigée par le haut-parleur rend nécessaire une énergie de sortie correspondante dans l'étage final. Le rendement du haut-parleur est, en général, très faible. Supposons que nous voulions employer une pentode AL4. Celle-ci exige une tension alternative de grille de 3,6 V eff. pour commander la lampe complètement. Avec la pentode haute

fréquence AF7, nous avons trouvé une lampe qui commande l'étage final en travaillant en détectrice par grille couplée par résistance avec une tension de haute fréquence moindre que 0,2 V eff. à la grille. De cette façon nous avons un appareil sensible à un circuit accordé. Si nous insérons, en avant, une AF7 comme amplificateur haute fréquence, avec une amplification de 200 à 300, suivant la qualité du circuit accordé (résistance de travail), nous diminuerons, par suite de la faible tension alternative de grille nécessaire pour l'obtention de 0,15 V eff., la région de travail encore beaucoup trop grande de la fig. 96 (0,7 V max. = 0,5 V eff.). Nous déplacerons, par exemple le point de travail de -2 V de tension grille à -1,75 V et ferons ainsi travailler la lampe dans une région qui présente encore moins de déformation. Nous aurons ainsi un récepteur à deux circuits simple et très sensible avec lequel nous pourrions recevoir des stations éloignées et où la tension d'entrée devra même être réduite pour la réception de nombreux émetteurs.

Si nous voulons sacrifier quelque peu à la bonne reproduction, nous prendrons la triode AD1 qui, suivant la fig. 94 fournit, avec 30 V eff. à la grille, une énergie B.F. de plus de 4 Watts. Le mieux est d'utiliser l'étage préamplificateur comme dans la fig. 7, par lequel, après l'AC2 suivant la fig. 89, nous obtenons avec une tension d'entrée de 1,24 V eff. à la grille, une tension de sortie de 30 V. Comme détectrice, on peut employer une diode. Maintenant, il n'est pas exact de calculer la partie haute fréquence de récepteur uniquement pour une sortie de diode de 1,25 V eff. La diode devrait, pour cela recevoir une tension de haute fréquence de 5 V suivant la fig. 98a. Cependant, il se présente rarement le cas où un récepteur fonctionne réellement à pleine puissance. Comme la diode ne fonctionne à peu près linéairement qu'à partir de 0,3 V, il est plus exact de s'arranger, par une bonne amplification haute fréquence, pour disposer d'une plus grande

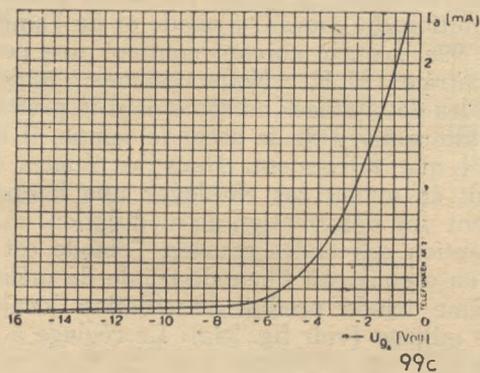


Fig. 99c

tension haute fréquence. Entre la diode et l'amplification basse fréquence on emploie un potentiomètre (régulateur de puissance ou volume control) auquel on prend la tension d'entrée de l'amplificateur comme on la désire. Ce gaspillage apparent d'énergie ne sera pas seulement compensé par une meilleure qualité du son, il constituera encore une excellente réserve de puissance. Lorsque l'émetteur sort faiblement et que, malgré l'amplification maximum, il est très difficilement audible, nous tournerons le bouton du volume-control et nous emploierons la

tension basse fréquence disponible dans son entièreté si c'est nécessaire. Il se produira alors sûrement une déformation, mais dans tous les autres cas, et ils sont nombreux, on pourra compter sur la meilleure reproduction.

Une diode connectée directement après le circuit d'antenne, suivant la fig. 53 ne peut servir qu'à la réception de l'émetteur local. Dans tous les autres cas, il faut un à deux étages amplificateurs haute fréquence que l'on pourra munir d'un A.V.C. La réponse à la question de savoir s'il est préférable d'employer un récepteur à amplification directe ou un super est donnée dans le paragraphe « choix du schéma ». La décision n'est pas seulement subordonnée à une question d'argent, elle dépend beaucoup aussi de l'habileté personnelle. Un super remplit des fonctions qui ne sont pas si simples et si faciles à comprendre que celle d'un poste à amplification directe, dans lequel on peut commencer par un étage et construire ensuite le reste.

Un récepteur moderne à amplification directe devrait avoir dans sa partie haute fréquence une AH1 comme première lampe et une AF3 comme seconde ; ces lampes devraient en outre être réglables. L'amplification haute fréquence obtenue serait déterminée par la qualité du circuit d'accord et, dans certaines limites par les lampes utilisées. L'amplification d'un étage haute fréquence peut se calculer d'après les caractéristiques. Elle est cependant fortement diminuée, dans certains cas, par l'A.V.C., tandis qu'elle ne sera complètement active que pour de très faibles émetteurs ou pour le cas où intervient le fading pour lequel elle est réellement prévue. C'est d'ailleurs aussi le cas dans un super. Ici, l'étage d'entrée est généralement constitué par une octode qui réalise à la fois l'oscillation auxiliaire et le mixage (voir fig. 4b). La fig. 99c montre la courbe de courant d'anode, lorsque la grille de commande du système de mélange (la 4^e grille) travaille sur une tension de repos de $-1,5$ V, le courant d'anode est de 1,6 mA. Par l'A.V.C., la tension de grille peut être déplacée jusqu'à -25 V. Il en résulte une diminution du courant d'anode et de l'amplification comme le montre la fig. 99a. L'étage suivant contient une pentode travaillant comme amplificatrice M.F. Nous pouvons maintenant décider si nous réglerons les deux étages ou seulement le premier. Par suite des hautes tensions alternatives de la seconde lampe, il est préférable de ne régler celle-ci que faiblement. Dans les étages qui ne sont pas réglés, il ne faut, en aucun cas employer une lampe de réglage car celles-ci produisent une déformation de modulation.

Pour la réception des ondes courtes, l'octode est moins indiquée. Pour cet usage, on a construit l'hexode-triode de mélange ACH1, dans laquelle le système triode produit l'oscillation locale et le système hexode assure le mixage (voir fig. 34a). Le réglage a lieu sur la grille de commande du système de mixage avec 20 Volts au plus. La courbe de courant d'anode est du genre de celle de la fig. 99c mais les courants sont deux fois plus forts.

Nous avons maintenant appris à connaître les principaux types de lampes à courant alternatif de la série A en verre et acquis une meilleure conception de leur raccordement. Les mêmes principes sont généralement valables pour les autres séries de lampes, même pour les nouvelles lampes métal. Les conditions de fonctionnement diffèrent cependant. Nous donnerons d'autres particularités sur les lampes plus loin.

Pour le moment, nous allons étudier l'influence du choix des diffé-

rents étages sur la sensibilité d'un récepteur et quel rôle y joue l'A.V.C. Dans la fig. 100, au-dessous, sont dessinées diverses courbes de sensibilité l'une près de l'autre; sur l'axe horizontal du diagramme sont

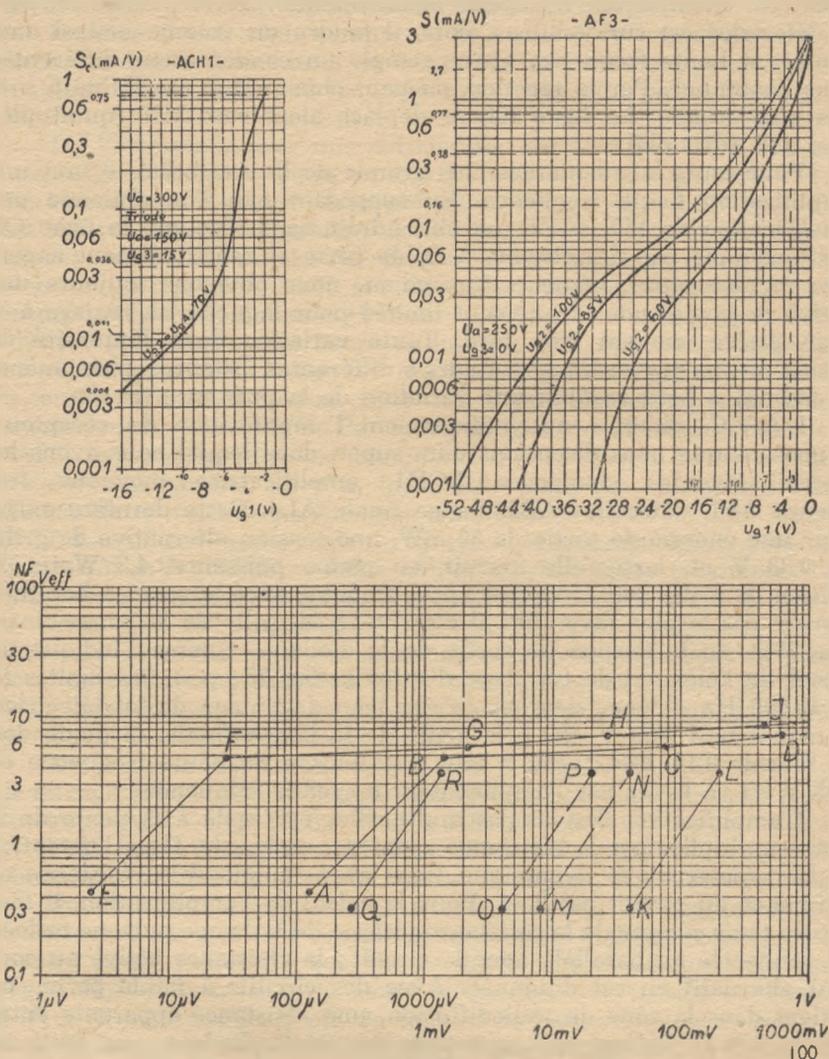


Fig. 100

dessinées les tensions de haute fréquence qui atteignent la grille de commande de la première lampe à travers le circuit d'entrée.

L'axe vertical indique les tensions de basse fréquence qui se produisent après la détectrice. La sensibilité de la pentode détectrice par grille AF7 dont il est question plus haut, avec couplage à résistance pour la lampe finale AL4 est représentée par la ligne KL. Ce schéma a, pour la production d'une énergie basse fréquence de 50 mW — 50 mW est généralement considéré comme la limite inférieure pour une réception intelligible — une tension de basse fréquence de 0,33 V eff. à la grille de la lampe finale et une haute fréquence de 40 mW eff. à la grille de la détectrice (point K. La commande totale (point L) exige

3,6 V eff. sur la lampe finale et 200 mV à la grille de la détectrice). Des tensions d'entrée de plus de 200 mV commandent la lampe trop fort et, dans ce cas, il faut un régulateur de puissance après la détectrice (par exemple une résistance logarithmique). Avec plus de 400 mV, la détectrice est surmodulée; alors, il faudra un volume-control dans l'entrée à haute fréquence (par exemple un condensateur différentiel dans l'antenne). Par la réaction, on peut obtenir une sensibilité 5 à 10 fois plus grande. La ligne KL se déplace alors vers MN (quintuple) resp. OP (décuple).

Pour toute augmentation plus grande de la sensibilité, il faut une amplification haute fréquence. En supposant que l'on obtienne une amplification de 150, (AF7) on obtiendrait, sans réaction, la ligne QR (par exemple par des circuits à faible perte et réaction) peut encore être reculée plus à gauche. Cependant, nous obtenons toujours une région de commande étroitement limitée pour laquelle un réglage à la main arrive souvent trop tard. Toute variation dans l'intensité de champ du signal entrant (émetteurs à différentes distances, phénomènes de fading) a pour résultat une variation de la puissance de son.

L'A.V.C. diminue automatiquement l'amplification du récepteur. Supposons que nous disposions d'un super, dans lequel nous avons les étages suivants: changeuse ACH1, amplificatrice moyenne fréquence AF1, détectrice AB2, lampe finale AL4. Cette dernière exige, pour une énergie de sortie de 50 mW, une tension alternative de grille de 0,33 V et, lorsqu'elle fournit, en pleine puissance, 4,3 Watts, la tension de grille doit atteindre 3,6 V. Comme, avec le schéma habituel, dans le cas le plus favorable, il n'arrive, à la grille de la lampe finale que 75 % de la tension de sortie de la diode — comme l'indique un calcul de l'élément de couplage d'après la fig. 75; pour les limites 50 et 10.000 Hz — nous devons exiger bien davantage de la détectrice. Lorsqu'il faut 0,33 V eff. à la grille de la lampe finale, la diode doit en fournir 0,44. Pour cela, il faut une tension de haute fréquence de 1,55 V eff., à livrer par l'amplificateur moyenne fréquence.

L'amplification des lampes multigrilles est égale à la pente de la lampe multipliée par la résistance apparente agissante. Pour l'obtention de la caractéristique dynamique, nous avons employé la résistance de résonance du circuit oscillant. Pour le calcul de l'amplification, il faut encore tenir compte de la résistance interne de la lampe puisque celle-ci est connectée en parallèle avec le circuit; la résistance active au courant alternatif en est diminuée. Avec des circuits à faible perte, on obtient dans la zone de radiodiffusion, une résistance apparente entre 150 et 300 Ω . L'étage qui se trouve devant la diode a, par suite de l'amortissement plus fort dû à la faible résistance de la détectrice, une valeur assez faible. Dans la gamme des ondes courtes, la résistance de résonance s'élève seulement à quelques $1\ \Omega$ (voir table page 106). Avec des circuits d'accord réglables, il faut encore penser que la résistance de résonance et avec elle la résistance apparente active diminue dans la gamme de réglage dans la même mesure que le rapport entre la self-induction et la capacité devient moins adéquat. L'intervention de capacités supplémentaires, résistances en parallèles (par exemple résistances de fuite) et autres éléments de schéma reste ici, par suite de la simplification, hors de considération nous ne comptons donc qu'avec des valeurs moyennes estimées.

La pente de la lampe au point de travail peut être déduite de la caractéristique. Les fabricants de lampes éditent, dans ce but, des

caractéristiques spéciales dont la pente, pour chaque tension de grille, peut être lue, sans plus. Ce genre de courbe est représenté dans la fig. 100 (au dessus) pour les lampes ACH1 et AF3. Les valeurs nécessaires pour l'exemple suivant sont notées en marge.

Ensuite, il faut tenir compte de la capacité de travail des moyens de transmission. Les filtres de bande de moyenne fréquence ont un couplage plutôt lâche ; on peut compter avec une perte d'énergie de 50 %.

L'AF3 travaille avec une polarisation négative de -3 V et a, avec une tension de grille-écran de 100 V, une pente de 1,7 mA/V (voir fig. 100 en haut à droite). L'amplification s'élève alors à $1,7$ (pente) \times 150 k Ω (résistance apparente) \times $0,5$ (capacité de travail du filtre de bande) = 127,5. Pour 1,5 V eff. à la diode, la lampe de réglage doit recevoir $1,5 : 127,5 = 11,76$ mV de tension de haute fréquence sur sa propre grille de commande (1 Volt = 1000 mV - millivolt), 1 mV = 1000 μ V (microvolts). La lampe de mixage AC1, dont la caractéristique est représentée dans la fig. 100 (en haut à gauche) est employée avec la tension donnée et montre, pour -2 V de polarisation, une pente de conversion de 0,75 mA/V. Par suite de la forte résistance interne de l'AF3, le premier filtre de bande est moins amorti de sorte que la résistance apparente est plus forte. Elle peut, par exemple atteindre 250 k Ω . Nous obtiendrons donc une amplification de $0,75 \times 250 \times 0,5 = 93,75$. La grille de commande du système de mélange devra donc recevoir $11,76$ mV : $93,75 = 135,5$ μ V de tension haute fréquence. Nous obtiendrons ainsi 0,44 V eff. de tension de basse fréquence à la sortie de la diode (fig. 100, en dessous, point A) et, par conséquent, 50 mW d'énergie de sortie avec un signal à haute fréquence dont la profondeur de modulation s'élève à 30 %. Nous avons déjà parlé de l'action de la modulation sur le rendement basse fréquence d'un détecteur à propos de la description de la diode.

De la même façon, nous calculerons la tension d'entrée de la lampe de mixage pour la pleine énergie basse fréquence. On obtient les chiffres suivants : AL4 — 4,3 W, 3,6 V eff. ; AB2 — 4,8 V eff. basse fréquence, 17 V eff. haute fréquence ; AF 3 — 133,3 mV ; ACH — 1,4 mV. Nous obtenons ainsi le point B de la courbe de réglage (fig. 100 en dessous).

Pour ne pas compliquer inutilement le calcul, on supposera que la deuxième diode, qui doit fournir la tension de réglage, reçoit la même tension haute fréquence que l'autre diode. Sur la diode de réglage, il règne déjà, sans tension de haute fréquence, une tension continue de 1 V environ. Avec 17 V eff. de tension de haute fréquence, cette tension de base est augmentée de 21 V donc atteint 22 V. La tension retardatrice doit être telle que l'appareil, en pleine commande, de la lampe finale, travaille sans inertie, c'est-à-dire, avec la pleine amplification. Par l'emploi d'un préamplificateur à basse fréquence, la diode n'a besoin que d'une faible tension de haute fréquence, elle fournit donc des tensions de réglage beaucoup plus faibles et l'on doit aussi prévoir une plus petite tension de retardement. Celle-ci peut être prise sur la résistance de cathode et la lampe finale ou de la préamplificatrice basse fréquence, ou encore sur un potentiomètre. De cette façon, la cathode de la diode devient positive et son anode de réglage négative. L'A.V.C. n'entre en action que lorsque la tension continue produite dépasse la tension de retardement. Ce surplus de tension est amené aux lampes de réglage qui, jusqu'ici n'ont travaillé qu'avec la tension de base qui est produite sur leur propre résistance de cathode.

Nous supposons également que l'énergie entrante devient plus forte jusqu'à ce que la diode soit soumise à une tension de haute fréquence de 20 V. La basse fréquence fournie par la diode s'élève jusqu'à 5,75 V. La tension de réglage jusqu'à 26 V, donc 4 V au-dessus de la tension de retardement. Il en résulte ce qui suit : AF3, tension de grille — 7 Volts, pente 0,77, amplification 57,75 ; ACH1 — 6 V, pente 0,036, amplification 4,5. La tension d'entrée s'élève à 77 mV (point C). de la même façon nous obtiendrons pour 24 V de tension haute fréquence, sur la diode, 7 Volts de tension basse fréquence et 30 V de tension continue ; AF3 — 11 V, $S = 0,38$ amplification 28,5 ; ACH1 — 10 V, $S_c = 0,011$, amplification 1,375, tension d'entrée 612,4 mV (point D). Comme les émetteurs locaux distants de quelques kilomètres ne fournissent qu'une intensité de champ de 100 mV par m, il est inutile de pousser le calcul de la courbe de réglage plus loin. L'intensité de champ de bons émetteurs éloignés s'élève habituellement de 2 à 5 mV/m. Ces chiffres ne servent que d'indication, en réalité, chaque émetteur possède une autre intensité de champ qui varie avec l'heure et la saison.

De la détectrice sortent, avec le réglage calculé dans l'exemple, des tensions de basse fréquence entre 4,8 et 7 V. L'action d'inertie des 2,2 V restants est obtenue avec le régulateur de volume à l'entrée de la lampe finale. Ce régulateur est nécessaire pour obtenir une réception plus douce si on le désire.

Les émetteurs qui n'amènent que 200 μ V de tension d'entrée à la première lampe ne sortent que faiblement avec cet appareil. Un rendement plus élevé exige une lampe supplémentaire. Il existe trois possibilités d'insérer cette lampe supplémentaire : comme préamplificatrice basse fréquence, comme deuxième amplificatrice moyenne fréquence et enfin, comme amplificatrice d'entrée avant la lampe de mixage. La dernière solution augmente la sélectivité et l'on évite l'intermodulation dans la lampe de mixage ; en revanche, il faut ici un ensemble supplémentaire de dispositif d'accord ce qui, non seulement rend l'appareil plus coûteux, mais encore, rend plus difficile le synchronisme ; en outre, ce schéma produit facilement une surmodulation des lampes. La première solution est actuellement employée, en général, dans l'industrie, et l'on emploie, pour cela, la lampe combinée ABC1. Au point de vue constructif, cette solution est la moins coûteuse ; la commande de la lampe finale peut même avoir lieu avec un pick-up qui ne produit que de faibles tensions ; en revanche, il y a l'inconvénient que la diode, dans la plus grande partie de sa région de travail non retardée travaille avec des tensions de haute fréquence plus faibles que 0,3 V. Nous savons bien que ce n'est qu'au-dessus de cette tension de haute fréquence que la détection est sensiblement linéaire. L'industrie emploie cependant la diode pour une tension triple et ne compte que sur un régulateur de volume réglé par 1/3 du courant traversant.

Même alors, la diode travaille au début de la courbe, avec une tension de haute fréquence de 0,17 V. Il semble plus avantageux de résoudre ce problème par la seconde méthode. La forte augmentation de l'amplification permet l'emploi de filtres de bande moyenne fréquence moins soigneusement construits, par exemple bobinés avec du fil ordinaire au lieu du fil de litze à haute fréquence. La courbe E - F - G - H - J représente le rendement d'un appareil de ce genre où la résistance apparente active s'élève à 150 k Ω pour les deux premières lampes et à 100 k Ω pour la troisième. Malgré cela, la limite de sensibilité

se trouve près de $2,46 \mu\text{V}$, donc dans le voisinage du bruit thermique de la changeuse de fréquence qui est d'environ $1 \mu\text{V}$. Cela ne gêne cependant pas car, pratiquement, on n'atteint jamais la plus haute sensibilité.

Le réglage commence déjà à $28 \mu\text{V}$, ce qui est très important pour la réception des ondes courtes où il se produit un fading très prononcé. La troisième lampe ne sera réglée que par la moitié de la tension de réglage de sorte que sa tension de grille reste encore en-dessous des valeurs limites prescrites pour une déformation de modulation de 1% ($-10 \text{ V}/1,2 \text{ V eff.}$; $-20 \text{ V}/2,2 \text{ V eff.}$; $-30 \text{ V}/2,5 \text{ V eff.}$; $-40 \text{ V}/2,3 \text{ V eff.}$; $-50 \text{ V}/1,2 \text{ V eff.}$ pour $U_{g2} = 100 \text{ V}$).

Par ces exemples, nous avons essayé de montrer l'influence de l'amplification sur le contrôle automatique de volume.

Pour la réception pratique d'émetteurs lointains le niveau des perturbations est fondamental. Une réception agréable n'est possible que si les perturbations restent loin en-dessous de la puissance entrante; dans le cas contraire, la réception serait accompagnée des perturbations dans l'amplification. Dans un champ de fortes perturbations, on peut essayer de la réception sur cadre.

Jusqu'à présent, nous n'avons parlé que du courant d'anode puisque l'amplification de tension et par suite l'énergie sortante sont déterminées par ses variations. Les lampes multigrille ont, en outre, un courant de grille-écran plus ou moins intense qui reste inutilisé. Pour les lampes de réglage, il n'est pas indifférent que la tension de grille-écran soit prise sur une résistance de charge ou sur un potentiomètre. Si nous réduisons la tension principale uniquement au moyen d'une résistance insérée pour obtenir la tension de grille-écran, le courant de grille-écran diminuera fortement pour une augmentation de la tension de réglage car la variation de tension de grille n'agit pas seulement sur le courant d'anode, mais aussi sur le courant de grille-écran. Un courant de grille-écran plus faible produira donc une chute de tension plus faible dans la résistance ce qui augmente la tension de grille-écran. L'augmentation d'amplification qui en résulte contrarie l'A.V.C. Pour les lampes de réglage, on prendra donc la tension de grille-écran sur un potentiomètre qui ne laisse pas monter la tension de grille-écran au dessus des limites permises, même pour une diminution du courant de grille-écran. Pour remplir cette condition, le courant dans le potentiomètre doit être deux à trois fois plus fort que le courant normal de grille-écran. Le courant dans le potentiomètre est, évidemment, une perte sèche et forme, dans les appareils à courant alternatif, une charge indésirable pour la redresseuse. Pour cette raison, dans les lampes de réglage de la nouvelle série métal, le potentiomètre est exclu et l'augmentation de tension de grille-écran qui se produit sous l'action du réglage est utilisée pour déplacer le point de fonctionnement (tension de grille-écran mobile). La fig. 101 représente la caractéristique I_a-U_{g2} de la lampe métal EF11. Il y est supposé que la tension d'anode est maintenue constante à 250 V .

Les caractéristiques de tension de grille-écran y sont partiellement dessinées pour diverses valeurs de la tension. Sous l'influence de la tension de réglage le point de fonctionnement se déplace le long de la ligne pointillée. La tension alternative de commande oscille alors autour du point de fonctionnement sur la caractéristique de tension de grille-écran. Comme la pente des caractéristiques de tension de grille-écran constitue une mesure de la tension de commande éventuel-

lement admissible, la diminution plus régulière de la pente des caractéristiques de tension de grille-écran des lampes métal est plus avantageuse que l'emploi d'une lampe de réglage AF3 dont la caractéristique de tension de grille-écran fixée à 100 V (en pointillé) présente des courbures par lesquelles la déformation augmente sensiblement. On a supposé ici que la tension de grille-écran était constante. En pratique, même lorsqu'on emploie un potentiomètre, la tension de grille-écran n'est pas constante parce que l'on s'efforce de diminuer la perte de

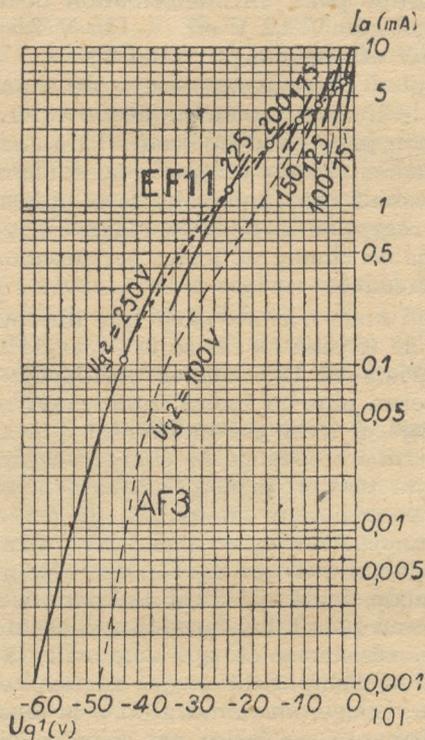


Fig. 101

courant dans le potentiomètre en prenant la résistance de ce potentiomètre trop haute. Toutefois, on dimensionnera cette résistance de façon que, pendant le fonctionnement normal de la lampe, la tension de grille-écran prévue pour 100 V ne puisse pas dépasser la plus haute valeur admissible de 125 V, même lors de la disparition du courant de grille-écran (pour le verrouillage complet). (Nous avons donné les indications pour le calcul sous le titre : résistances ohmiques). En conséquence, la courbure de la caractéristique dessinée en pointillé varie pendant la marche. Nous avons ici, dès le début, une tension de grille-écran mobile. Il se produit un déplacement analogue du point de fonctionnement sous l'action de la tension de grille-écran, dans une pentode de haute fréquence connectée comme détectrice, p.ex. par suite de l'amplification basse fréquence. C'est d'ailleurs une raison de l'introduction rapide de déformations par suite de surmodulation.

L'emploi judicieux des lampes semble très simple, mais, en réalité c'est toute une science. C'est pourquoi nous nous tiendrons aussi exactement que possible aux données des fabricants et mesurerons beaucoup. Ce n'est que de cette façon que nous nous ferons une idée

des relations des divers phénomènes entre eux et des bases du calcul graphique.

La consommation de courant.

Pour fonctionner, toute lampe a besoin de courant. Le courant de chauffage échauffe le filament et facilite la sortie des électrons ; dans les lampes à chauffage indirect le filament échauffe le petit tube cathodique recouvert d'une couche active ; entre le tube cathodique et le filament se trouve un petit tube isolant. Sous l'influence des tensions qui règnent à l'anode et aux grilles auxiliaires, il se produit d'autres courants. En outre, il passe du courant dans les potentiomètres et la bobine d'excitation d'un haut-parleur électrodynamique est un appareil qui consomme du courant et de la tension. Plus il est difficile et coûteux de se procurer de l'énergie électrique, mieux nous devons utiliser les lampes et plus nous devons être attentifs à éviter des consommations d'énergie inutiles.

Le rendement des batteries est limité. Comme de plus hautes tensions produisent des courants plus intenses, les lampes modernes à batterie sont construites pour donner déjà une bonne amplification avec une tension d'anode de 90 V. La tension d'anode maximum est de 135 V. Pour cette raison, on n'emploie pas de fortes lampes de sortie ; les pentodes finales pour batterie ne fournissent que 0,2 à 0,8 Watts. Seule la double triode KDD1 fournit en push-pull classe B environ 2 Watts d'énergie basse fréquence avec 10 % de déformation.

Dans les postes à batterie on peut facilement déterminer la consommation. On ajoute tous les courants de filaments ce qui fournit la charge totale de la source de courant de chauffage (pile ou accumulateur). La somme des courants d'anode et de grilles auxiliaires forme la charge totale de la source de courant d'anode (pile ou accumulateur). Un appareil à deux circuits accordés avec trois pentodes, consomme, dans les conditions normales, un courant d'anode de 12 mA sous 90 V ou 15 mA sous 135 V. Par l'emploi d'un schéma économique on peut diminuer de 4 à 5 mA le courant d'anode de la lampe finale au repos. Les batteries d'anode normales bon marché ne supportent généralement qu'une charge ininterrompue de 5 mA. Dans le cas ci-dessus, nous devrions, même pour un schéma économique, prendre une batterie plus puissante. Bien entendu, on combinera l'appareil de telle façon que l'étage amplificateur haute fréquence puisse être mis hors service pour ne pas consommer inutilement du courant pendant la réception de l'émetteur local. Comme courant de chauffage, sous 2 V, on consomme en tout 280 mA seulement ; un accumulateur de 54 Ampères-heures du type construit pour les petits récepteurs, suffit pour un fonctionnement de 150 à 180 heures et même un peu plus si l'on reçoit souvent l'émetteur local.

Pour les appareils alimentés sur le réseau, il n'est pas du tout nécessaire d'employer des mesures déterminées pour économiser le courant. On n'est pas limité en ce qui concerne le nombre d'étages amplificateurs, on peut employer n'importe quelle lampe finale et un haut-parleur électrodynamique. Il suffit que l'appareil d'alimentation soit dimensionné en conséquence. Les principes sur lesquels repose la consommation de courant ont déjà été énoncés dans un paragraphe précédent. Nous ne traiterons ici, en résumé de la consommation elle-même.

Si l'on dispose d'un réseau à courant continu, on montera les filaments en série. Dans ce cas il circule un courant de chauffage de

200 mA pour les lampes de la série C ; 180 mA pour les lampes de la série ancienne 1800 et, avec des lampes batterie, égal à la consommation de la lampe finale. Dans ce dernier cas, la partie du courant non utilisée par les lampes précédentes est absorbée par des résistances connectées en parallèle avec leurs filaments. Les chutes de tension des différentes lampes sont additionnées et la tension résiduelle est absorbée dans une résistance. La consommation des filaments en Watts est calculée en multipliant le courant de chauffage en A par la tension du réseau en V. Dans les petits appareils, la tension résiduelle sert de tension d'anode; il faut donc ajouter le courant d'anode au courant de chauffage. Dans ces derniers temps, les circuits de chauffage et d'anode ont été séparés ; même alors, nous ajouterons les deux courants et multiplierons la somme par la tension du réseau pour obtenir la consommation d'énergie de l'appareil en Watts. Après transformation en kW (1 kW = 1000 W) nous pourrons, connaissant le prix du kilowatt-heure, calculer le prix d'une heure de fonctionnement. Pour un réseau à courant alternatif, ce calcul ne peut pas être effectué si simplement car la redresseuse est une résistance, cause de perte et que le transformateur ne travaille pas absolument sans perte. Ce n'est qu'avec un wattmètre que nous pourrons déterminer la consommation exacte du poste. Cet instrument est gratuitement à notre disposition sous la forme du compteur d'énergie électrique de l'appartement .(En réalité, celui-ci n'est qu'un ampèremètre étalonné en Watts pour une tension constante).

Si l'on déconnecte tous les autres consommateurs de courant de l'habitation et que l'on connecte le récepteur, on peut lire sa consommation au compteur. Sur tous les compteurs se trouve une petite plaque qui indique le nombre total de tours que l'armature doit faire par kWh (kilowatt-heure). Supposons, p.ex. que 2400 tours de l'armature correspondent à 1 kWh, il nous suffit donc de compter le nombre de tours de disque, c-à-d le nombre de fois que la petite flèche rouge apparaît devant la petite fenêtre pendant un certain temps, p.ex. 2 minutes. Pour les petits récepteurs, il suffit de mesurer le temps nécessaire à un tour complet du disque. Si nous trouvons ainsi 1 min. 35 sec. = 95 sec. pour un tour, comme il y a $60 \times 60 = 3600$ secondes dans une heure, le disque fera donc en une heure $3600 : 95 = 37,9$ tours.

Comme 2400 tours correspondent à 1 kWh, la consommation s'élève à $2400 : 37,9 = 63,3$. En outre, 1 kW = 1000 W et $1000 : 63,3 = 15,8$ W. Le récepteur consomme donc par heure 15,8 W ou 1 kWh en 63,3 heures.

Si l'on construit un appareil suivant un plan tout fait et que l'on achète les éléments des marques prescrites, on est en droit de supposer que les courants et tensions indiqués dans l'appareil d'alimentation correspondront aux courants et tensions prescrites. Tel n'est pas le cas lorsqu'on fait soi-même le projet d'un appareil et que l'on réutilise une alimentation disponible. Dans ce cas, il faut relever la courbe de l'appareil d'alimentation. La méthode à employer est décrite dans le paragraphe traitant de l'élimination des pannes. On lira sur la courbe de charge les tensions maximum disponibles pour différentes intensités. La fig. 102 donne les caractéristiques de l'AZ1 pour une tension alternative du transformateur de 300, 400, et 500 V eff. Les courbes sont relevées directement à la sortie de la redresseuse, aux bornes du condensateur de charge (16 μ F), donc sans dispositif de filtrage ; elles conviennent aussi, avec un léger écart pour le condensateur habituel de 8 μ F. Au lieu d'une seule courbe, on a donné quatre caractéristiques

pour différentes valeurs de la résistance de l'enroulement du transformateur. La résistance active de l'enroulement du transformateur n'est pas seulement composée de la résistance de l'enroulement secondaire du transformateur, mais aussi du produit du carré du rapport de transformation par la résistance du primaire du transformateur. Nous avons déjà rencontré quelque chose de semblable dans nos considérations

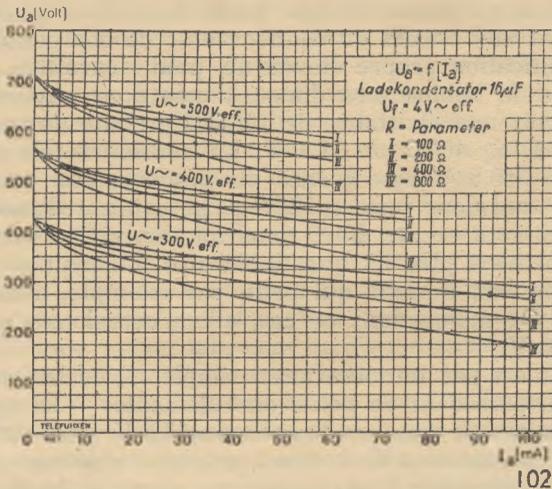


Fig. 102

sur les transformateurs de sortie. Nous ne considérerons ces courbes que comme des points de comparaison et, en pratique, chaque élément d'alimentation c-à-d le transformateur, la redresseuse et le condensateur de charge sera mesuré en charge ; ainsi nous saurons exactement à quoi nous pouvons nous attendre.

On ne dispose pas toujours d'un transformateur avec des enroulements pour 500 V_{eff}. Les anciens types fournissent 300 et même 250 V_{eff} et quelquefois moins encore. La tension disponible est donc également plus faible. Néanmoins, avec des courants jusqu'à 50 mA, il restera généralement encore 250 V. Comme les lampes de réception sont calculées pour des tensions d'anode maximum de 200 à 250 V nous additionnerons les courants d'anode et de grilles-auxiliaires de toutes les lampes de l'appareil et contrôlerons si ce courant total peut être fourni par l'appareil d'alimentation. On doit encore couvrir, au moins, la chute de tension de la bobine du filtrage. En supposant que la partie alimentation contienne un transformateur de moindre qualité, il donnera avec une AF1, la caractéristique 300 V_{eff} n° III (fig. 102, avant-dernière courbe). Les lampes de l'appareil à deux circuits consomment les courants suivants :

1^{er} étage :

| | | | | |
|-----|--------------|--------|------|-----|
| AF7 | anode | 3,0 mA | —2 V | pol |
| | grille-écran | 1,1 mA | | |

2^e étage :

| | | | | |
|-----|--------------|--------|-----|-----|
| AF7 | anode | 1,0 mA | 0 V | pol |
| | grille-écran | 0,3 mA | | |

3^e étage :

| | | | | |
|-----|--------------|---------|------|-----|
| AL4 | anode | 36,0 mA | —6 V | pol |
| | grille-écran | 5,0 mA | | |

| | | | | |
|---------|--|----------------|--|--|
| Total : | | <u>46,4 mA</u> | | |
|---------|--|----------------|--|--|

Suivant la courbe, il reste pour cette consommatoire de courant, 290 V après filtrage. La plus haute tension d'anode s'élève à 250 V. A cela s'ajoute la plus haute tension de polarisation de -6 V et une perte de tension dans le transformateur de sortie que nous pouvons estimer à 15 V ; cela fait ensemble 271 V. Nous devons encore, tenir compte de la perte de tension dans le self de filtrage.

Nous aurions pu alimenter une triode avec du courant non filtré, pris directement aux bornes du condensateur de charge ; une pentode, avec son amplification propre élevée ne peut travailler qu'avec des courants filtrés, la bobine sera dimensionnée pour environ 60 mA et pourra bien avoir une résistance de 400Ω . La chute de tension s'élève donc à $0,046 \text{ A} \times 400 \Omega = 18,5 \text{ V}$. La tension totale est donc de $271 + 18,5 = 289,5 \text{ V}$ aux bornes du condensateur de charge. Les 290 V calculés sont donc juste suffisants. Le courant d'anode des deux premiers étages sera encore filtré dans une deuxième bobine. Comme le courant total n'est plus ici que de 5.4 mA, on peut employer pour cela une bobine bon marché qui peut, par exemple, avoir une résistance de 1100Ω ; même dans ce cas, elle n'occasionne qu'une chute de tension de 6 V.

Le calcul n'est pas toujours aussi simple. Avec les anciens transformateurs, qui possèdent de petits enroulements — les anciens tubes avaient des limites de tension d'anode de 150 V — il arrive souvent que, avec la consommation de courant prévue, on ne puisse pas atteindre la tension convenable. Dans ce cas, on essaye d'abord de diminuer les pertes de tension dans la bobine et le transformateur de sortie en prenant des éléments avec une plus faible résistance au courant continu. On peut, par exemple trouver de bonnes bobines de 100Ω seulement. Si, après avoir diminué toutes les pertes, il ne reste qu'une tension d'anode filtrée de moins de 200 V, une pentode moderne ne pourra plus être bien utilisée et il vaut mieux acheter ou bobiner soi-même un nouveau transformateur. L'ancien transformateur pourra toujours servir pour un appareil plus petit ou pour un appareil de mesure ou de contrôle.

Le choix des éléments

Les propriétés électriques des éléments dont tout poste est construit sont à la base du succès. Dans le choix des éléments, il est d'abord nécessaire d'examiner jusqu'à quel point les exigences idéales du schéma théorique seront remplies par l'élément considéré. C'est la qualité, c.-à-d. la possibilité d'emploi dont le schéma qui doit décider de l'opportunité de l'emploi et non la forme, l'espace nécessaire au montage ou le prix, comme c'est, hélas, trop souvent le cas.

Dans cet ordre d'idées, nous restons souvent indécis devant les différentes réalisations d'objets semblables. Pouvons-nous employer au lieu de la marque prescrite dans le plan d'exécution un autre fabricant que nous possédons déjà mais dont le rendement est inférieur de quelques pourcents ? Ou bien, peut-on utiliser un des laissé-pour-compte si bon marché de l'industrie ou de vieux éléments ? Les paragraphes suivants donnent là-dessus des renseignements très précis et nous soulignerons chaque fois de quoi il s'agit pour que le lecteur puisse résoudre lui-même tous les problèmes qui lui sont posés. Les gravures et figures lui donneront une notion claire des différentes formes sous lesquelles l'élément se trouve dans le commerce. Malheureusement, nous sommes forcés par manque de place, de nous limiter

quelque peu. Comme souvent plusieurs firmes fabriquent un même élément sous une forme assez semblable, la reproduction d'un élément déterminé ne signifie pas que sa marque est précisément la meilleure et à notre préférence ; nous nous sommes simplement efforcés de ne représenter que des produits de première qualité.

Les plans d'exécution édités par les fabricants n'ont pour but que de développer leur chiffre d'affaires. Les revues professionnelles doivent par contre, dans la publication de plans de construction, énumérer des qualités électriques des divers éléments préconisés. Si les pièces employées dans un appareil sont désignées sur demande écrite à l'éditeur, l'absence de publicité du produit dans le journal a peu d'importance. Le problème serait mieux résolu en publiant les qualités électriques des éléments dans la liste des parties constitutives. Ainsi, tous les fabricants seraient obligés de donner les propriétés électriques de leurs produits. Ce serait d'ailleurs pour eux un stimulant les incitant à améliorer les qualités électriques de leurs pièces. Le choix de l'acheteur serait sans aucun doute plus facile si chaque pièce portait une étiquette avec toutes les valeurs qui interviennent dans le montage. A ma connaissance, aucun fabricant ne s'y est encore résolu.

En revanche, des firmes consciencieuses se décident de plus en plus à inclure dans leurs emballage une feuille avec les données d'utilisation. Ce perfectionnement n'est cependant encore que dans ses débuts ; toutes les variantes possibles se rencontrent, depuis la simple lettre de prospection jusqu'à la circulaire multicolore. Le lecteur fera bien de rassembler toutes ces prescriptions d'emploi et prospectus avec données techniques dans une farde. Il trouvera bien un jour l'occasion de s'en servir. Pour les mêmes raisons, il est à recommander de rassembler tous les prospectus que l'on aura recueilli à l'occasion de la visite d'une exposition.

L'effort fait par les fabricants pour arriver à un prix de revient plus bas par l'exécution de plus grandes séries d'éléments conduit à la fabrication dite « à la chaîne ». Il en résulte que la construction tend vers une normalisation. D'autre part, il arrive aussi que, pour diminuer le prix, on emploie des matières premières ou des procédés de construction qui ne correspondent pas à la meilleure qualité mais qui sont cependant encore utilisables. Ensuite, on est parfois obligé, pour des questions de brevet ou autres, de suivre de près certaines nouveautés même s'il s'avère par après que le succès de ces nouveautés est plutôt limité. La raison en est dans le développement rapide du domaine encore si jeune de la radio. Le développement n'est pas encore complet, loin s'en faut, et la connaissance des phénomènes qui se produisent dans l'appareil avance lentement mais sûrement et ouvre de nouvelles voies. Seuls ceux qui sont à la hauteur du progrès et qui n'ont pas peur de quelques expériences parfois coûteuses, peuvent se sentir les égaux du spécialiste et compter sur un travail rémunérateur.

La self-induction

Notions générales. — Lorsqu'on envoie un courant continu dans un fil en spirale, il s'y produit un champ magnétique qui augmente avec l'intensité du courant et le nombre de spires de la spirale. Si nous plaçons un noyau de fer dans la spirale, les lignes de force suivront le chemin plus facile du fer. Elles seront concentrées en un champ intense et l'on pourra les utiliser pour la production d'un travail mécanique (électro-amiant, moteur).

Le champ magnétique est créé par l'enclenchement du courant continu. Il restera inchangé jusqu'à ce que le courant soit à nouveau coupé. Toute variation du champ magnétique produit un nouveau courant dans un conducteur fermé. Ce phénomène est appelé induction et il en est fait usage dans les dynamos électriques et les transformateurs. Ce dernier a un enroulement d'entrée et un ou plusieurs enroulements de sortie sur un noyau de fer commun. Faisons passer un courant continu dans la bobine d'entrée, le champ magnétique s'établit et provoque une impulsion de courant dans le circuit de la bobine de sortie. Aussitôt que le champ magnétique a atteint sa pleine puissance, il reste inchangé aussi longtemps que le courant continu passe inchangé dans la bobine. Pendant tout ce temps, la bobine de sortie est sans courant. En coupant le courant continu, le champ magnétique disparaît instantanément ; une impulsion de courant en sens inverse naît dans la bobine de sortie et s'annule aussitôt. Si nous envoyons un courant alternatif dans la bobine d'entrée, nous obtiendrons, pour chaque variation de courant, une impulsion de courant dans le circuit de sortie. Les augmentations et les diminutions de champ ont pour effet des courants secondaires de sens contraires qui constituent un courant secondaire alternatif.

La cause de l'existence d'un courant alternatif secondaire est donc la variation du champ magnétique. Pour cela, il n'est pas absolument nécessaire d'avoir un secondaire séparé. Lorsqu'il n'y a qu'un enroulement, il produit, en lui-même, un courant secondaire (self-induction). Cet effet sera d'autant plus fort que les spires seront plus près les unes des autres et plus nombreuses.

C'est ainsi que l'on calculera la self-induction d'une bobine, comme nous le verrons plus loin. La self-induction se mesure en Henry (H). Le millième s'appelle millihenry (mH), le millionième, microhenry (μ H). Le millième de microhenry est le centimètre (cm). Deux self-inductions en série ont une self-induction résultante égale à la somme des deux. Deux self-inductions en parallèle ont une self-induction résultante plus petite que la plus petite. Comme ce cas n'arrive que rarement, nous ne nous y attarderons pas. Le principe du calcul est le même que pour des capacités en série ; dans le paragraphe « la capacité », nous donnerons des formules à ce destinées, dans lesquelles les capacités peuvent être remplacées par des self-inductions.

Le courant secondaire, circule en sens inverse du primaire et affaiblit donc celui-ci. La bobine a donc une résistance plus grande au courant alternatif qu'au courant continu. Par suite, nous ferons une différence entre la résistance au courant continu (ohmique) et la résistance inductive. Celle-ci augmente avec la self-induction de la bobine, car, pour un plus grand nombre de spires il se produit plus de lignes de force et celles-ci agissent sur un plus grand nombre de spires. La résistance inductive s'élève à environ $6,28 \times$ par le nombre de périodes (fréquence) \times la self-induction de la bobine en H ou $6,28 \times$ la fréquence en kHz \times la self-induction en mH ou encore $6280 \times$ la fréquence en MHz \times la self-induction en mH. Du diagramme de la page 106 on peut déduire directement, la résistance inductive pour des fréquences jusqu'à 100 MHz. On cherche le point d'intersection de la ligne de fréquence partant de la ligne de base avec la ligne de self-induction qui va du haut à droite au bas à gauche. La valeur lue à la même hauteur sur l'axe de gauche donne la résistance.

La résistance inductive empêche qu'une tension alternative et un courant alternatif atteignent leur maximum en même temps (avec la

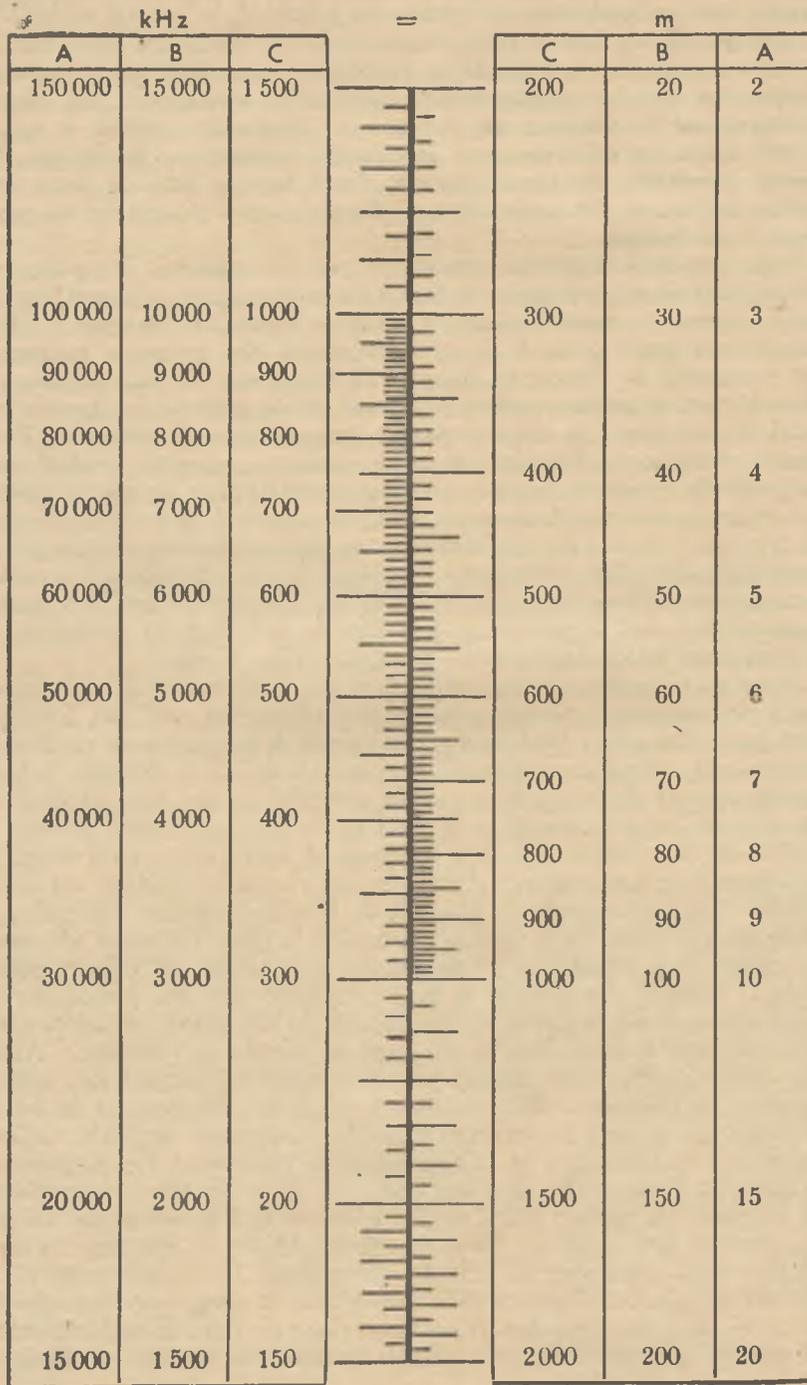
même phase). Dans une bobine, le courant n'atteint son maximum que lorsque la tension est déjà en train de décroître. Pour une inductance pure, le déphasage entre le courant et la tension s'élèverait à 90° , c.-à-d. que, pour le courant maximum, la tension serait nulle et pour la plus haute tension, le courant serait égal à zéro. Dans une résistance ohmique, par exemple une résistance au graphite, la tension et le courant sont en phase, c.-à-d. qu'ils augmentent ou diminuent ensemble. Si une bobine possède, en plus de sa résistance inductive, une résistance ohmique, ce qui est pratiquement inévitable, le courant est moins en retard sur la tension; on dit que le déphasage s'élève à moins que 90° . Dans un condensateur, le courant avance sur la tension. La capacité inévitable de l'enroulement d'une bobine possède donc une certaine influence. On parle alors de la résistance capacitive ou capacitance d'une bobine.

Dans une bobine ou un transformateur il se produit des pertes de différentes espèces. Les lignes de force magnétiques qui agissent sur les métaux voisins y produisent des courants de Foucault. Lorsque le fil de bobinage est assez gros, il se produit même des courants perturbateurs (courants de Foucault) dans le fil lui-même. Si l'on emploie un noyau de fer, le renversement continu de la polarité y absorbe un certain travail que l'on appelle pertes magnétiques (hystérésis). Pour les hautes fréquences, l'apparition de phénomènes capacitifs produit dans le corps de la bobine et dans le matériel isolant voisin de pertes diélectriques. Les hautes fréquences ont aussi la propriété de ne plus circuler dans la section entière du conducteur, mais principalement dans la partie superficielle. Cet effet pelliculaire (skineffect) conduit aussi à des pertes d'énergie. Ces différentes pertes qui se marquent surtout avec les hautes fréquences forment la résistance effective de la bobine et conduisent à une résistance totale (apparente) beaucoup plus faible.

Dans les récepteurs de radiodiffusion, une self-induction est souvent reliée à une capacité variable pour former un circuit oscillant. Lorsque la résistance inductive (inductance) est égale à la résistance capacitive (capacitance), on est en résonance. La capacité est alors chargée, puis se décharge ensuite dans la bobine puis se recharge de nouveau, et ainsi de suite. Comme la self-induction dépend de la fréquence tout comme la capacité, la résonance n'a lieu strictement que pour une fréquence bien déterminée. La longueur d'onde de résonance, en mètres, est égale à $0,0628 \times$ la racine carée du produit de la self-induction (en cm) par la capacité (en cm). Dans le diagramme de la page 116 nous trouvons la fréquence et la résistance de résonance pour toutes les valeurs possibles de L et de C. On cherche le point d'intersection des diagonales de self-induction et de capacité et, en partant du dit point, on trouve sur la ligne de base la fréquence et sur l'axe de gauche la résistance. Alors qu'un circuit oscillant ne répond pas ou répond faiblement aux autres fréquences, la fréquence de résonance produit immédiatement de fortes oscillations qui ne sont amorties que par les résistances de perte. Celles-ci diminuent la fréquence et la résistance de résonance. Le diagramme dont question ci-dessus ne convient donc que pour des circuits complètement exempts de pertes. Par l'emploi d'éléments à faible perte, l'écart est cependant peu sensible. Nous pouvons utiliser ce diagramme sans précautions spéciales pour un calcul approximatif. La résistance de résonance est en général d'autant plus petite que la résistance ohmique et la capacité sont plus grandes. Il convient donc de faire la self-induction aussi grande que possible, en rendant toutefois sa résistance ohmique aussi basse que possible.

On peut déduire du diagramme l'influence du rapport entre la self-induction et la capacité.

En principe, on peut obtenir n'importe quelle fréquence de résonance avec les valeurs les plus diverses de L et C, mais seule une grande self-induction fournit la forte résistance de résonance désirée en main-



tenant faibles les autres pertes à haute fréquence. L'amortissement causé par les pertes, non seulement diminue la résistance de résonance, mais donne au circuit oscillant une zone d'accord inutilement large. Un circuit d'accord sélectif qui ne doit répondre qu'à une étroite bande de fréquence, doit avoir un faible amortissement. La marche du phénomène se verra facilement par l'établissement de la courbe de résonance.

D'autre part, la transmission d'oscillations d'un circuit à un autre peut se faire de différentes façons : galvaniquement, capacitivement ou inductivement. Ces circuits oscillants réagissent l'un sur l'autre et forment des ondes de couplage (filtres de bande). Dans les transformateurs à haute fréquence, on réalise, pour cette raison, un couplage faible et le couplage désiré est, en général, fixe.

Bobines d'accord à haute fréquence. — Les exigences imposées à une bonne bobine d'accord diffèrent suivant la zone de réception. On distingue les grandes ondes de plus de 1000 m, les ondes moyennes ou de radiodiffusion entre 100 et 1000 m et les ondes courtes entre 10 et 100 m. Les ondes ultra-courtes se trouvent en dessous de 10 m. Pour la réception de radiodiffusion on utilise principalement les régions entre 200 et 545 m. (ondes moyennes dites de radiodiffusion) et entre 1340 et 1875 m. (grandes ondes). Un condensateur d'accord d'une capacité d'environ 500 cm couvre, avec une bobine de 0,18 à 0,2 mH et une bobine supplémentaire pour grandes ondes de 1,6 à 1,8 mH, toute la gamme de réception de 200 à 2000 m. Dans la région des ondes courtes, on trouve des émetteurs de radiodiffusion et d'amateurs groupés en bandes étroites entre 5 et 85 m. Les autres ondes de la gamme sont occupés par d'autres services (presse, radio côtière, radio-maritime, marine, armée, aviation, radioguidage, service météorologique, chemins de fer, police). Pour la plupart de ces services, il y a interdiction formelle de réception ou d'enregistrement.

Les différentes gammes d'ondes sont spécifiées, soit en longueurs d'onde, soit en fréquence en kHz ou en MHz. La conversion a lieu suivant la relation f (MHz) = 300 divisé par la longueur d'onde (m). Dans la liste de la page 154 nous donnons pour chaque fréquence la longueur d'onde correspondante.

Pour la réception des ondes courtes, il suffit d'un petit condensateur et d'une petite bobine ; pour les grandes ondes la capacité et la self-induction doivent être grandes. Les condensateurs d'accord ne sont cependant variables que dans des limites relativement étroites et sont réduits, par la normalisation, à peu de types. Nous considérerons donc le condensateur comme connu ou donné et chercherons la bobine qui s'y applique. Supposons qu'il s'agisse de recevoir une onde de 600 m avec un condensateur de 450 cm. La self-induction s'y rapportant, exprimée en cm s'élèvera à :

$$\left(\frac{100 \times 600}{6.283} \right)^2 : 450 = \frac{10.000 \times 360.000}{39,48 \times 450} = \sim 203.000 \text{ cm} = \sim 0,2 \text{ mH.}$$

La forme de construction la plus simple d'une self-induction est une spirale de fil ou bobine cylindrique à une couche, donc, par exemple, un tube isolant avec des spires de fil enroulées l'une près de l'autre. La self-induction peut être calculée, approximativement comme suite : $39,48 \times n \times n \times r \times r : l$ où n est le nombre de spires, r le rayon de la bobine en cm et l la longueur de l'enroulement en cm. Pour plus de précision, le résultat doit encore être multiplié par un facteur z qui

dépend du rapport du diamètre de la bobine ($2r$) à la longueur de l'enroulement (1).

| $\frac{2 \times r}{1} = z$ | | $\frac{2 \times r}{1} = z$ | | $\frac{2 \times r}{1} = z$ | |
|----------------------------|--------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|
| 4,00 | 0,3654 | 2,25 | 0,4972 | 0,8 | 0,7351 |
| 3,75 | 0,3743 | 2,00 | 0,5255 | 0,7 | 0,7609 |
| 3,50 | 0,3944 | 1,75 | 0,5579 | 0,6 | 0,7885 |
| 3,25 | 0,4111 | 1,50 | 0,5950 | 0,5 | 0,8181 |
| 3,00 | 0,4292 | 1,25 | 0,6381 | 0,4 | 0,8499 |
| 2,75 | 0,4545 | 1,00 | 0,6884 | 0,3 | 0,8838 |
| 2,50 | 0,4719 | 0,9 | 0,7110 | 0,2 | 0,9201 |
| | | | | 0,1 | 0,9588 |

Les valeurs intermédiaires peuvent facilement être déterminées par approximation. Il ne faut cependant pas oublier que le calcul des bobines est toujours plus ou moins imprécis. Seul la mesure est absolument précise.

La bobine cylindrique la plus courante est enroulée tour par tour

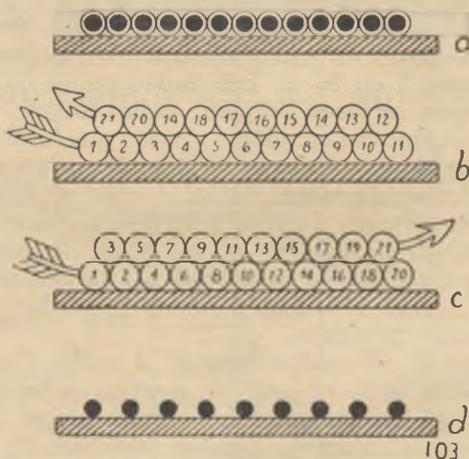


Fig. 103

comme fig. 103a. Pour gagner de la place, on peut exécuter les bobinages en plusieurs couches, mais on ne peut pas exécuter ceux-ci, de la façon habituellement employée pour le courant continu comme dans la fig. 103b sinon, surtout entre les spires d'entrée et de sortie, il se produit une différence de potentiel qui rend la capacité propre trop élevée. Un enroulement suivant la fig. 103c est beaucoup meilleur. On ne peut pas non plus imprégner les bobines terminées avec de la paraffine, de la cire, de la laque ou du vernis pour les protéger de l'humidité de l'air. Cela aurait pour effet de remplacer l'isolement par l'air par un autre diélectrique ce qui aurait pour inconvénient d'augmenter la capacité. La capacité propre de la bobine s'ajoute à la capacité du condensateur d'accord ce qui limite la zone d'accord. Cette influence est si forte que, dans la gamme des ondes courtes, où la bobine entière est composée de 2 à 5 spires, on doit enrouler ceux-ci à une certaine distance l'un de

l'autre (fig. 103d) pour maintenir la capacité perturbatrice très faible. Même dans les bobines ordinaires, la distance entre spires a une certaine influence. L'isolement par double couche de coton est plus épais que l'isolement sous soie et celui-ci est plus épais que l'isolement émail.

Dans un récepteur, les bobines sont souvent employées pour la transmission d'énergie inductive d'un circuit à un autre. Avec des bobines cylindriques, on ne peut obtenir un couplage serré qu'en bobinant les deux bobines sur le même cylindre. Il en est résulté l'apparition de bobines plates et en tout premier lieu le nid d'abeille. C'est une bobine à plusieurs couches avec une capacité propre encore assez haute et qui a comme inconvénient que l'humidité absorbée dans le tissu de fils peut s'y maintenir pendant un long temps.

Si les spires de ce genre de bobines sont enroulées plus loin l'une de l'autre, chaque couche ne contient que 4 tours au lieu de 10 à 20, la capacité propre et l'amortissement sont beaucoup plus petits. Les plus connues sont les bobines Ledion, à fond de panier, et en panier. Avec ces bobines, on peut obtenir un bon couplage même sur ondes courtes. La fig. 104 est une photo de ce genre de bobines et d'autres. De gauche à droite on a la bobine en panier, la bobine cylindrique, la bobine hexagonale, la bobine Ledion, en dévidoir, en fond de panier, en nid d'abeille (du commerce et faite à la main) et la bobine cylindrique.

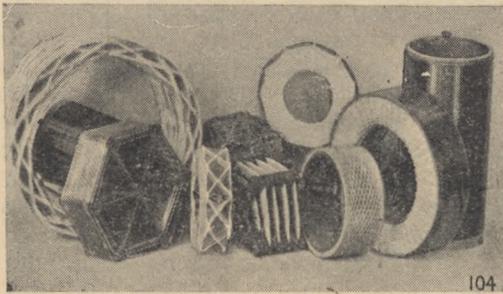


Fig. 104

Le diamètre du fil a aussi une influence sur la capacité propre car avec des enroulements en fil épais, les surfaces de métal en présence sont plus grandes qu'avec des fils fins. En revanche, des fils plus fins ont une résistance ohmique plus élevée ce qui amortit le pouvoir oscillant du circuit et aplatit la courbe de résonance. Pour cette raison, les bobines pour la réception des ondes courtes sont souvent faites de fils épais ou de bandes de métal. Comme la haute fréquence des ondes courtes ne circule que le long de la surface, l'oxydation forme une résistance sensible. On essaye d'éviter l'oxydation par une couche protectrice, par exemple de l'émail. L'argenture galvanoplastique est très efficace car l'argent est très conducteur et s'oxyde très lentement. Jadis on faisait usage de dorure galvanique ; l'or est, il est vrai, un peu moins bon conducteur, mais sa résistance à l'air compense fortement cette perte.

L'enroulement est exécuté de préférence sans support. Si l'on est obligé d'employer un support, on le choisira au moins dans le meilleur isolant et son diamètre ne devra pas être moindre que 5 cm pour réduire au minimum les pertes diélectriques. Un support en trolitule apporte dans la gamme de réception, une amélioration de 10 à 30 % par rapport à la bakélite ou au presspan. Le carton ordinaire est à écarter. Les

bobines à ondes courtes peuvent être enroulées en l'air, à moins que l'on n'emploie des supports en trolitule, aménite ou calite.

Les bobines avec prises ou à contact glissant originalement employées furent rapidement abandonnées par suite de l'enroulement mort qui absorbait de l'énergie et produisait un fort amortissement, la déconnection complète des parties inemployées des enroulements exi-

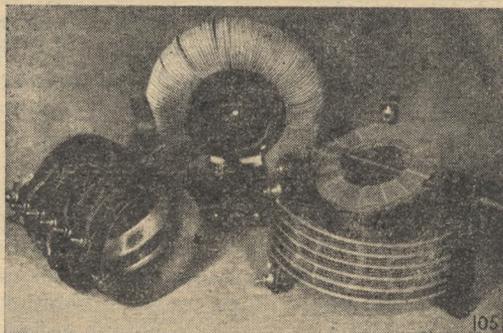


Fig. 105

geait une installation de commutation importante qui apportait, par la présence de pièces métalliques voisines l'un de l'autre, des capacités dans le raccordement. Le variomètre (fig. 105, à gauche) consistait en deux bobines connectées en série qui, suivant leur position mutuelle ajoutaient ou soustrayaient leurs self-induction. Cela rendait difficile le passage d'une gamme à l'autre. Au contraire, le vario-coupleur, dont la bobine de couplage était montée à l'intérieur de la bobine d'accord fut encore employé pendant longtemps. Le coupleur globalaire est une variante de celui-ci (fig. 105, à droite). A l'extérieur se trouve la bobine d'antenne en fil argenté, au centre, la bobine en panier du circuit accordé de grille et, au dessus, la bobine de réaction mobile. Pendant tout un temps les bobines à fiches furent des plus employées avec des supports amovibles. Par ce moyen on pouvait obtenir toutes sortes de combinaisons de couplage, gammes d'ondes, etc.

Toute variation du couplage réagit sur l'accord. Le couplage ne dépend pas seulement de la distance entre les bobines, mais aussi du nombre de spires, dont elles sont faites, de l'intensité, bref du nombre de lignes de force commune aux deux bobines. Cette remarque s'applique aussi à la réaction, à cause de la dépendance de leur circuit vis-à-vis de la fréquence; une nouvelle combinaison est nécessaire. Un couplage serré avec une petite bobine convient mieux qu'un couplage lâche avec une grande bobine qui peut produire facilement une résonance propre. Avec les anciens récepteurs encore très peu efficaces, le fin réglage du couplage était nécessaire pour obtenir le meilleur rendement.

Les perfectionnements subséquents dans tous les domaines permirent de laisser de côté le couplage inductif réglable et de le remplacer partout par un couplage fixe. C'est ainsi que l'on a pu construire des transformateurs haute fréquence et réaliser l'accord monobouton.

En s'efforçant de réduire les dimensions des appareils, on est arrivé à une construction plus ramassée ce qui a produit des couplages indésirables. Des bobines qui n'étaient pas destinées à réagir entre elles subirent une influence mutuelle. Les efforts faits pour éviter les possibilités de couplage par l'emploi de bobines à champ réduit exigeait

un plus grand espace. Ni la bobine jumelle — deux bobines cylindriques connectées en série et montées côte à côte comme des jumelles de théâtre (d'où son nom) — ni la bobine en 8 (chaque spire a la forme du chiffre 8), ni la bobine toroïde (fig. 105 au milieu) un enroulement cylindrique en forme d'anneau (de tore), n'ont pu résister. Actuellement, on construit des transformateurs à haute fréquence dans des boîtes de blindage en cuivre ou en aluminium et on réduit autant que possible les pertes inévitables par courant de Foucault en plaçant le blindage pas trop près de la bobine, surtout aux extrémités de celle-ci.

La résistance ohmique doit être faible pour toute bobine d'accord.



Fig. 106

Alors que, dans la gamme des grandes ondes, on peut employer du fil de cuivre plein, pour la gamme de radiodiffusion, le fil de litze à haute fréquence est préférable. Celui-ci est formé de nombreux fils de cuivre émaillés de 0,5 à 0,7 mm de diamètre qui sont torsadés comme une corde et sont tenus ensemble par une tresse de soie. Dans la fig. 106, nous avons représenté un agrandissement à 25 fois, d'un fil de litze à 30 conducteurs. Il est très important que, lors de la soudure d'un tel fil, tous les bouts fassent un bon contact car les bouts morts ne produisent que de l'amortissement. Ceux qui ne sont pas sûrs de réussir ce travail délicat emploieront du fil de litze de $3 \times 0,08$, $3 \times 0,07$ ou $5 \times 0,07$ fils émaillés. Dans le domaine des ondes courtes, donc en-dessous de 100 m, le fil plein est préférable car l'effet pelliculaire du litze produit alors plutôt un amortissement. Les résistances de résonance que l'on obtient avec de bonnes bobines cylindriques suffisent à assurer une bonne amplification avec des lampes à une grille. Une lampe à grille-

écran ou une pentode à haute fréquence exigent une plus forte résistance de travail si l'on veut obtenir de la lampe tout ce qu'il est possible d'en exiger. Cette exigence n'est remplie que dans certaines limites par la bobine cylindrique. On ne peut améliorer la qualité de la bobine qu'en diminuant les pertes. 80 % environ des résistances de perte d'une bobine proviennent du conducteur. Les pertes dans le cuivre doivent donc être réduites si l'on veut augmenter la self-induction de la bobine pour pouvoir réaliser une certaine valeur de la bobine avec une plus petite quantité de fil. On y arrive au moyen de noyaux de fer pour haute fréquence.

En électrotechnique, les noyaux de fer sont employés déjà depuis tout un temps pour augmenter le rendement des transformateurs et des bobines de choc. Pour éviter la formation des courants de Foucault nuisibles, le noyau employé pour la fréquence habituelle des réseaux soit 50 Hz, doit être constitué de tôles ou de fils.

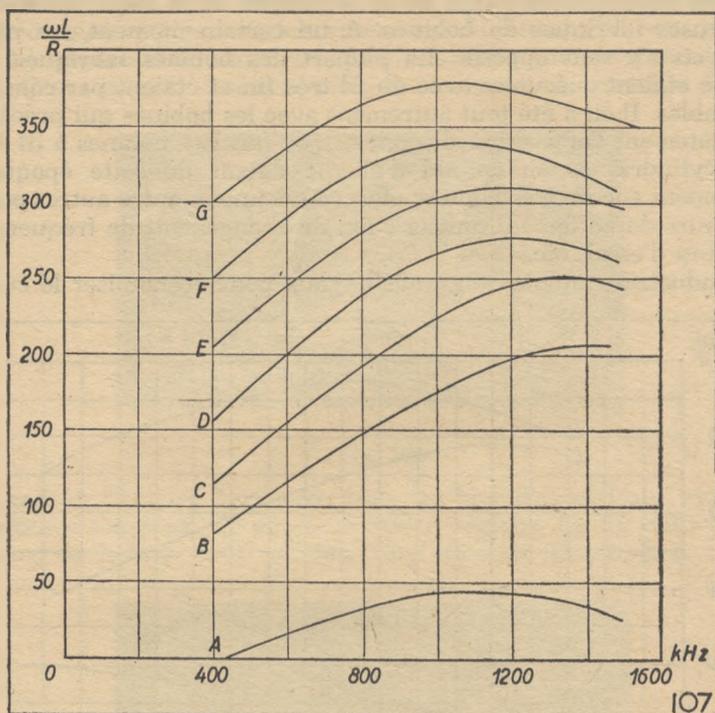
Pour les plus hautes fréquences, il faut une beaucoup plus grande subdivision du noyau si l'on veut maintenir les pertes par courants de Foucault assez faibles. La fabrication de tôles minces comme du papier rend le produit excessivement coûteux, c'est pourquoi les noyaux des bobines à haute fréquence sont constitués avec de la poudre de fer. Celle-ci peut être réalisée chimiquement. La grandeur des grains est de 1 à 5 μ (micron; 1000 microns = 1 mm). Cette finesse convient même pour le domaine des ondes courtes. La limaille de fer est beaucoup trop grossière pour les bobines de radio, quoique celle-ci puisse être utilisée pour les basses fréquences. Les premiers noyaux à haute fréquence de l'industrie consistaient en poudre de fer qui, après oxydation de la surface était pressée à sec dans de petits tubes de carton (Lorenz 1920) ou coulée avec de la résine, de la cire ou de la paraffine dans des formes. Les noyaux modernes ont été réalisés de façon que les pertes diélectriques du liant soient diminuées par le choix de produits plus adéquats (par exemple le polystyrol). La déformation que subissent les masses molles rendent souvent l'enrichissement nécessaire, ce n'est pas le cas avec des produits du genre bakélite qui sont beaucoup plus solides. Par suite de la forte teneur en fer, le noyau a une grande conductibilité capacitive ce qui produit un plus grand angle de perte. L'enroulement doit donc être éloigné du noyau d'au moins 1 mm. Une trop grande distance rendrait cependant l'installation inefficace.

Les noyaux de fer à haute fréquence augmentent tellement la self-induction que quelques tours seulement sont nécessaires ou que pour un même nombre de tours, il ne faut qu'un très petit support de bobine pour obtenir la même self-induction. Avec la bobine à noyau de fer, on emploie donc beaucoup moins de fil ce qui diminue les pertes en cuivre.

La fig. 107 contient d'autres données sur cette question. On peut en déduire la qualité de diverses bobines avec ou sans noyau de fer. Toutes les bobines sont bobinées avec du fil de litze haute fréquence de $20 \times 0,05$ mm et ont la même self-induction. La courbe de variomètre représentée pour la comparaison a rapport à une marque qui, en son temps, était considérée comme très convenable. On peut voir facilement l'amélioration introduite par un noyau de fer cylindrique dans une bobine; la bobine est encore meilleure lorsque l'enroulement se trouve sur un noyau cylindrique.

Dans ces derniers temps, les perfectionnements de ce genre de noyau sont encore allés plus loin et l'on a atteint des facteurs de qualité de 570 avec du Sirufer. Les noyaux Sirufer de fabrication courante ne sont

pas beaucoup moins bons ; le noyau en dévidoir Sirufer atteint pour 1000 Hz une qualité d'au moins 360, le noyau en H Sirufer une qualité de 340 sans blindage de cuivre et 250 avec blindage.



A = bobine variométrique. — B = bobine de bonne qualité sous blindage aluminium. — C = bonne bobine à noyau d'air. D = bobine à noyau sous blindage aluminium. — E = bobine avec noyau cylindrique de 13 mm. — F = bobine à noyau en forme de rouleau sous blindage aluminium. — G = bobine noyau en forme de rouleau.

Fig. 107

Pour les bobines à ondes courtes, on peut aussi employer des noyaux de fer. On enroule la bobine de préférence sur un corps épais en trolitule qui maintient l'enroulement à quelques mm de distance du noyau et l'on emploie un noyau de fer spécial fileté, par exemple du Sirufer 5.

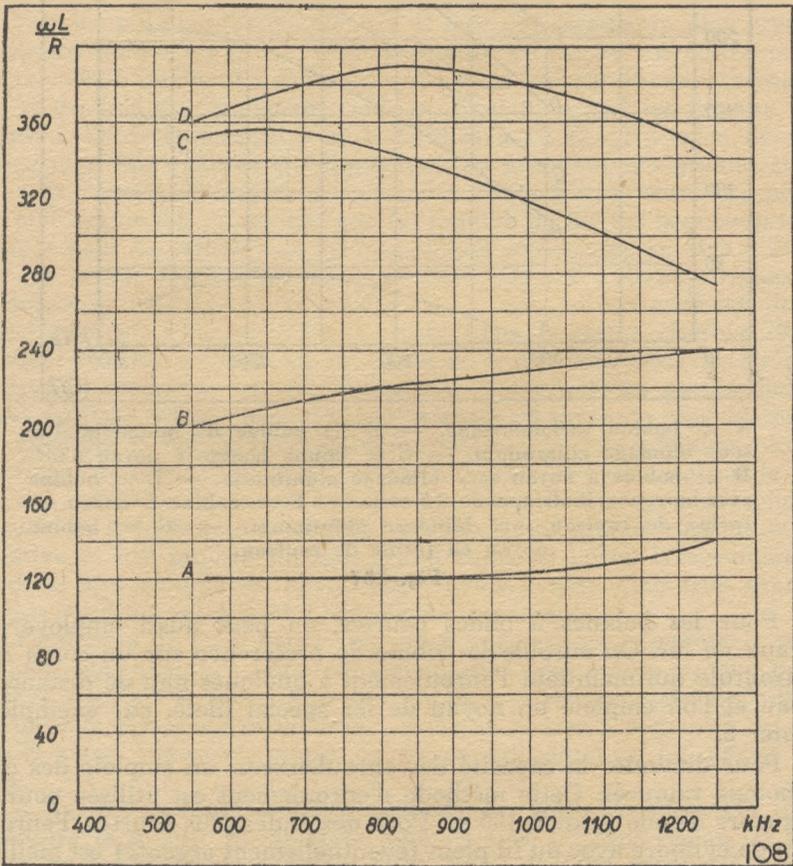
Pour diminuer la capacité des enroulements on emploie des corps de bobine rainurés. Cette méthode d'enroulement est utilisée pour des longueurs d'onde jusqu'à 100 m. Pour des ondes plus courtes, l'enroulement en cylindre avec du fil plein (éventuellement argenté) est meilleur.

La grosseur du fil a une grande influence dans les bobines à noyau de fer. La fig. 108 donne l'influence de différentes grosseurs de fil pour une bobine à noyau cylindrique de 0,2 mH destinée à la gamme de radiodiffusion. On voit que la qualité de la bobine est améliorée par l'emploi du fil de litze à haute fréquence à torons nombreux. Du fil de litze plus épais ne donne pas d'avantage appréciable. On peut encore obtenir une faible amélioration en argentant le fil de litze ; cette amélioration n'est cependant pas en rapport avec les frais supplémentaires que cela entraîne. Actuellement, l'enveloppe extérieure est réalisée en soie

naturelle ; la soie artificielle produit une perte d'environ 10 %. Il n'est pas impossible que, dans l'avenir, l'enveloppe puisse être réalisée en fil de polystyrol.

Dans les premiers temps de la technique de la radio, il existait de nombreuses fabriques de bobines. A un certain moment, les porteurs de brevets s'y sont opposés. La plupart des bobines fabriquées en ce temps-là étaient exécutées avec du fil très fin et étaient par conséquent inutilisables. Il en a été tout autrement avec les bobines qui précédèrent immédiatement l'apparition des noyaux de fer. Les bobines à fil de litze épais, cylindriques ou en nid d'abeille datant de cette époque sont actuellement encore très bonnes; elles conviennent, entre autres pour des oscillateurs de battement, des circuits de changement de fréquence, des détecteurs d'essai, etc.

L'industrie emploie de grands noyaux pour économiser le cuivre et



A = fil de cuivre 0,8 mm — B = litze 10×0,07

C = litze 20×0,07 — D = litze 30×0,07

Fig. 108

l'espace ou bien règle les grandes bobines avec de petits noyaux. Tant que les diverses usines construisent des bobines en utilisant les noyaux de fer du commerce, leurs produits ne présentent rien de neuf. Nous attacherons plus d'importance aux idées nouvelles de certains fabricants.

En premier lieu vient une firme mondialement connue qui s'est fixé comme but de fabriquer des blindages de première qualité pour les bobines, comme ceux qui sont employés dans les meilleurs appareils du commerce. Jusque-là, l'amateur devait se résigner à son triste résultat de ce que les éléments fabriqués pour lui étaient loin en retard sur ceux des appareils de commerce. Les nouvelles bobines exécutées avec les meilleurs noyaux forment, avec le condensateur variable approprié

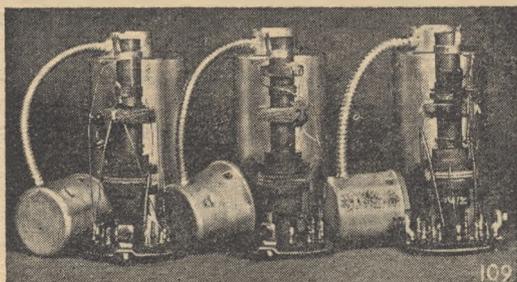


Fig. 109

et un cadran d'accord livré avec elles, un bloc d'accord qui, moyennant un montage soigneux, ne nécessite aucun réglage. La fig 109 représente ce genre de bobine pour un détecteur d'entrée (à gauche), un étage

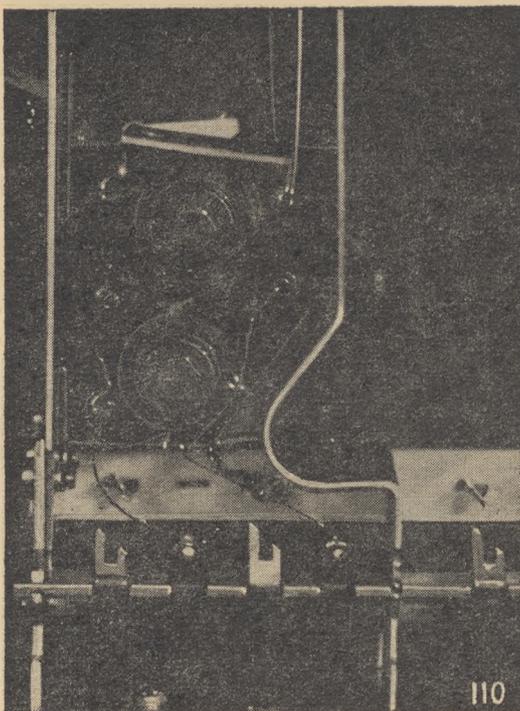


Fig. 110

haute fréquence (au milieu) et un détecteur suivant l'étage précédent (à droite). L'ensemble du circuit de grille contenant la résistance de

fuite ($1,5 \text{ M}\Omega$) et le condensateur de grille (condensateur 50 pF) y est inclus. Toutes les connexions se trouvent dans une couronne à la base du blindage ; elles sont munies de fils de connexion étamés de 20 cm de long et 0,8 mm d'épaisseur ; la connexion de grille sort à la partie supérieure du blindage. Cette connexion est soigneusement blindée et isolée et est en outre protégée dans un chapeau de blindage. Pour le raccordement avec des lampes métal, la connexion supérieure pour grille et son blindage est dessoudée et enlevée. Les bobines pour la gamme des ondes moyennes sont enroulées sur un noyau cylindrique épais, celles de la gamme des grandes ondes sont des bobines en nid d'abeille avec un noyau fileté. Si l'on ne dispose que d'une petite antenne, on connecte une petite bobine d'antenne (que l'on peut aussi acheter) qui permet un bon accord d'antenne et une réception plus puissante. La

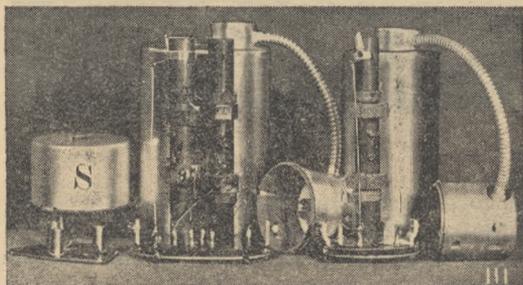


Fig. 111

bobine d'oscillation d'un super avec comme moyenne fréquence 468 kHz consiste en une bobine nid d'abeille avec bornes à vis et est généralement reliée à un commutateur d'onde pour gagner de la place. (fig. 110). Les condensateurs de réglage pour l'alignement d'un condensateur multiple sont également inclus. Le schéma est donné fig. 34a. Au milieu de la fig. 111 se trouve un filtre de bande d'entrée construit avec des noyaux filetés en Sirufer pour les grandes ondes et les ondes moyennes. Sur l'un des cylindres sont enroulées les bobines pour ondes moyennes et sur l'autre les bobines pour grandes ondes. Le couplage est inductif



Fig. 112

et réglé pour une largeur moyenne de 10 KHz. Un filtre de bande pour moyenne fréquence de 468 kHz n'a qu'un support de bobines (fig. 111 à droite). Les bobines nid d'abeille contiennent des noyaux filetés. Le

même type de bobine est aussi employé pour les circuits d'élimination (appelés aussi « antimorse » (fig. 111 à gauche) ; ceux-ci sont réglés pour une fréquence de 468 kHz et sont connectés en parallèle aux bornes d'entrée du récepteur pour éviter qu'un émetteur dont la longueur d'onde coïncide par hasard avec la moyenne fréquence n'entre dans le récepteur et n'y provoque des perturbations. Les filtres de bande à haute et moyenne fréquence sont généralement réglés sur une largeur de bande de 9 kHz. Pour une meilleure sélectivité, on exige parfois une bande plus étroite, tandis que pour une reproduction naturelle, il faut une bande plus large. Un filtre de bande idéal doit cependant être utilisable pour chaque but. La photo de la fig. 112 montre, à gauche, deux filtres moyenne fréquence dont la largeur de bande passante peut varier entre 3,5 et 14 kHz en variant le couplage inductif des bobines déplaçables). Le filtre d'entrée BR1 (à gauche) est fermé, le filtre de bande BR2 à employer pour la diode (au milieu) est représenté ouvert.

Les bobines à ondes courtes ne sont pas volontiers montés par les fabricants en transformateurs car elles compliquent le montage et le câblage. La raison principale en est le prix de fabrication élevé et le manque d'intérêt des acheteurs. Cependant, quand on a, avec un poste ordinaire, entendu une fois une réception convenable sur ondes courtes venant d'autres parties du monde, on ne veut plus manquer cette occasion car, en fin de compte, cela ne coûte pas tellement plus

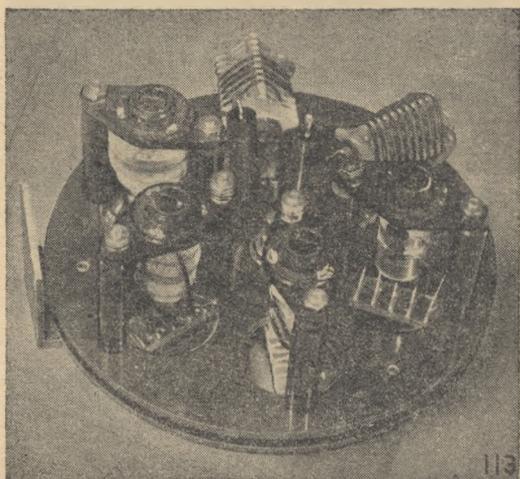


Fig. 113

cher. Un trou de plus dans le châssis, un support de lampe, et peut-être un condensateur de réglage avec une petite modification éventuelle du commutateur d'ondes suffisent pour insérer un transformateur à ondes courtes sur broches. Comme l'insertion des ondes courtes dans un super est quelquefois difficile — généralement le nombre de contacts du commutateur est insuffisant — la fig. 110 représente un commutateur construit avant la guerre avec 10 contacts pour la commutation sur pick-up, ondes courtes, moyennes et grandes ondes. Les bobines pour la gamme des ondes courtes étaient livrées à part; la fig. représente ces bobines pour les étages d'entrée et d'oscillation. L'enroulement est fixé solidement et indéplaçable sur un corps en calite rainuré dans lequel est monté un noyau fileté en Sirufer 5.

La base en calite porte les bornes et un trimmer en céramique d'environ 20 pF. Ces bobines à ondes courtes sont souvent fournies pour la transformation subséquente de vieux appareils ; les corps de bobine avec pied et trimmer peuvent être obtenus non bobinés et peuvent alors être utilisés pour l'enroulement de bobines pour d'autres gammes de réception. Pour les « chasseurs d'onde » il existe à l'instar du récepteur à ondes courtes Telefunken T 32 un montage revolver avec 6 gammes de réception : 10-21 m, 19-41 m, 39-75 m, 74-210 m, 200-600 m, 600-2000 m. (fig. 113). Les deux premiers groupes de bobines sont sans noyau et enroulés sur calite. Les quatre autres sont enroulés sur un tube de trolitule avec noyau de fer mobile. Le condensateur d'accord de 500 cm est diminué pour les trois premières gammes par un condensateur série inclus de respectivement 300, 300 et 200 cm. Chaque groupe de bobine contient une bobine de grille et une bobine de réaction. Les connexions sont faites sur des contacts argentés fixés sur des bases en trolitule et qui, par la rotation du tambour viennent en

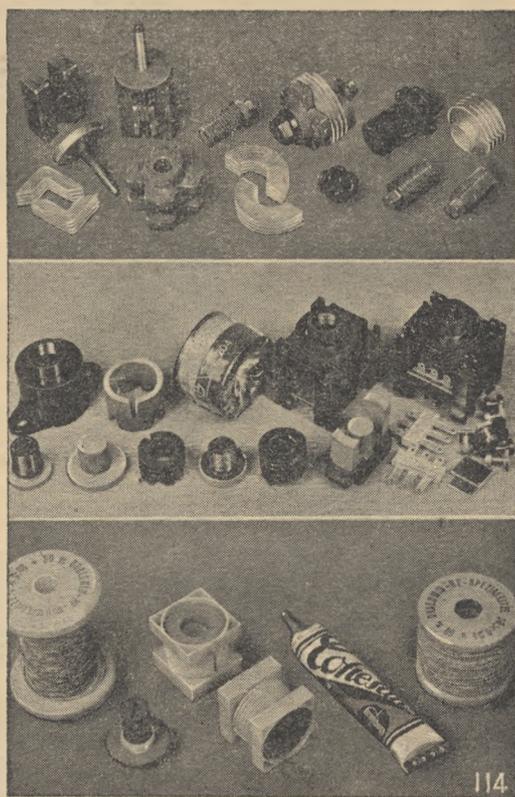
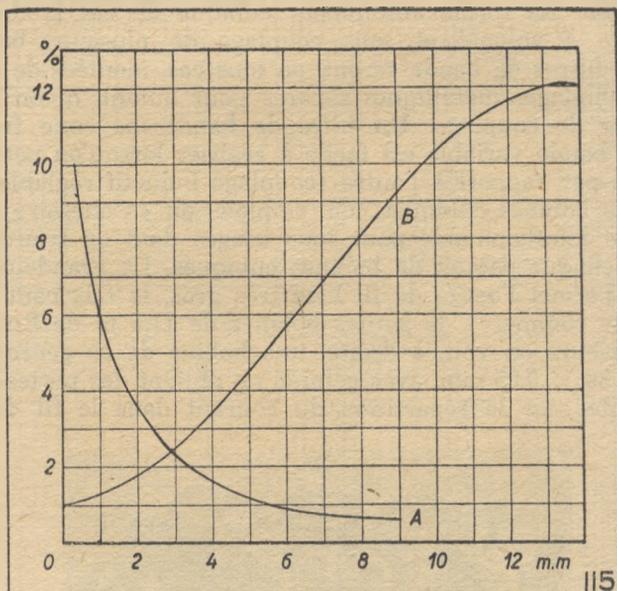


Fig. 114

contact avec des ressorts de prise de courant sur lesquels des contacts en argent sont montés. La position de contact exacte est assurée par trois petites billes d'acier. Le métal n'y est que très peu employé. Dans la gamme des ondes ultra-courtes, où l'accord est déjà modifié par de simples différences de température on utilise comme support de bobine des appareils d'étalonnage et de mesure, des corps en Tempa avec une

rainure spiralée dans laquelle une garniture métallique venue de moulage remplace l'enroulement.

La construction personnelle de bobines à noyau de fer n'est pas plus difficile que le bobinage de bobines sans noyau depuis que les noyaux et les corps de bobines peuvent s'obtenir dans les formes les plus diverses et à bon compte dans le commerce. Dans la fig. 114, nous avons représenté les types les plus connus de pièces de construction de bobines à noyau de fer pour amateur. Dans la partie supérieure gauche de la figure, on voit le noyau en H Sirufer bien connu dont les demi-corps de bobine en forme d'équerre sont tenues ensemble par le fil de bobinage. Un disque en fer haute-fréquence fileté au centre est placé en face du noyau et produit une augmentation de la self-induction de 10% lorsqu'il est rapproché du noyau (voir fig. 115). Une forme très pratique de noyau est le noyau en dévidoir Sirufer (fig. 114 en haut, au milieu).



A = noyau en forme de H — B = noyau en forme de dévidoir.

Fig. 115

Avec ce dernier on fournit deux demi-corps de bobine semi-circulaires, un noyau d'accord fileté et un boulon de fixation en bakélite. A l'arrière-plan on voit un noyau en dévidoir(1) tout monté. Le noyau fileté peut être entré par vis sur une profondeur de 13 mm environ. On obtient ainsi une augmentation de la self-induction de 12% (fig. 115). Le pas de la vis est de 1,25 mm ; on peut donc calculer en tours la profondeur dont le noyau doit être enfoncé. Dans la partie supérieure de la fig. 114 se trouvent, à droite, deux écrous de réglage en Sirufer avec un corps de bobine. Ils suffisent pour les circuits simples d'arrêt, de filtrage ou d'élimination où le noyau est nécessaire du fait qu'il permet une grande simplicité du réglage de la self-induction. La partie centrale de la fig. 114 montre, à gauche, le logement en bakélite et le noyau fileté d'une bobine en pot. A côté se trouve le noyau central s'y rapportant avec son couvercle en fer haute fréquence le

(1) = en croiv.

corps de bobine et l'enveloppe qui s'ajuste par dessus ne sont pas représentés. Une petite bobine de fil avec 15 m de litze $25 \times 0,05$ mm et 50 m de litze $5 \times 0,07$ mm constitue le matériel idéal pour le bobinage de ce genre de bobine et peut se trouver séparément dans le commerce. A droite se trouvent les éléments d'une enveloppe ; support en bakélite, plaque de réglage en fer haute fréquence, corps de bobine, plaque d'aménite avec languettes de soudure et plaquettes de pertinax. A l'arrière-plan se trouve un ensemble complet. L'assemblage de plusieurs unités est facilité par leur forme cubique ; quelques vis et écrous qui sont joints à l'emballage y suffisent. Dans la partie inférieure de la fig. 114, on voit la fameuse bobine cubique qui consiste en un noyau ajustable en forme de champignon et un corps de bobine très large en trolitule. Dans le corps sont prévues 7 rainures dans lesquelles on loge l'enroulement. En outre il y a un disque annulaire en fer haute fréquence. Le noyau fileté permet de varier de 18% la self-induction. La forme absolument cubique de ces bobines permet l'assemblage à volonté et sans couplage de plusieurs bobines. Les bobines de filtres de bande seront, en tous cas, montées de préférence dans des blindages métalliques séparés pour autant qu'on ne désire pas réaliser de couplage. Un filtre de bande moyenne fréquence à largeur de bande variable est facile à réaliser lorsqu'on peut déplacer une bobine par rapport à l'autre (couplage inductif réglable). Pour la fixation des bobines cubiques, on emploie du « Cohesan » une colle cellulosique ininflammable pour tous usages dont on trouve un petit tube dans chaque paquet de bobines cubiques. La grandeur du corps de bobine permet l'usage de fil litze très gros, le fabricant met, pour cela dans le commerce de petites bobines de 11,5 m de litze. Dans la partie inférieure on voit, à droite, une bobine de ce genre contenant du litze de $30 \times 0,05$ mm, avec celui-ci on obtient des pertes excessivement réduites car la répartition du courant dans le fil de litze est

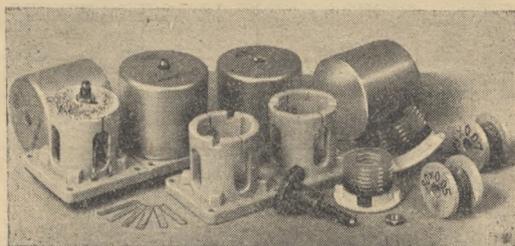
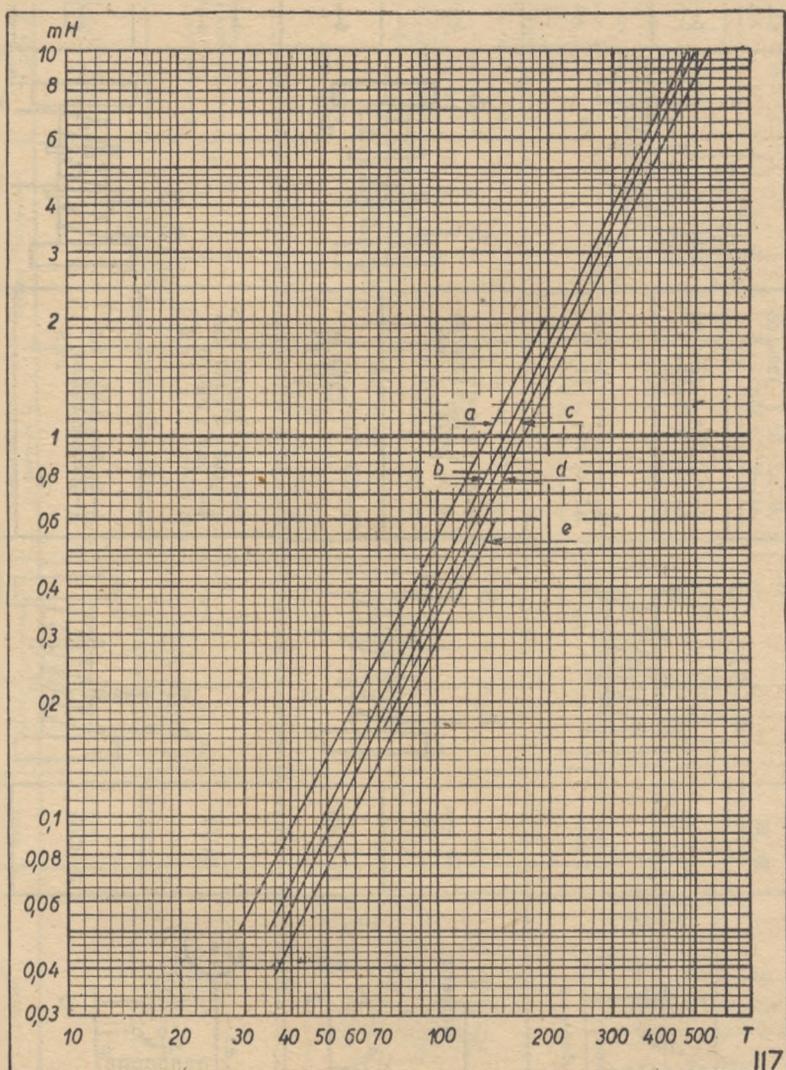


Fig. 116

favorablement influencée par un alliage magnétique. Dans la fig. 106 ce fil de litze est représenté fortement agrandi. La bobine représentée à gauche de la partie inférieure de la fig. 114 contient du litze de $3 \times 0,08$ mm que l'on emploie pour la gamme des grandes ondes. Pour terminer, signalons encore un ensemble de bobines récemment créé. Il consiste en un socle de fréquenta qui sépare les groupes de bobines des gammes d'ondes moyennes et de grandes ondes ce qui permet de les blinder séparément. Le noyau de fer est, comme pour les bobines cubiques constitué par un anneau et une partie en forme de champignon. Le corps de bobine en trolitule a cinq rainures. L'anneau et le corps de la bobine sont fixés dans le couvercle ; le noyau en champignon est vissé dans le côté du couvercle et déplaçable. Dans le milieu

de la fig. 116 on voit le socle en fréquenta qui peut être divisé en deux pour le montage de bobines séparées. A droite, en avant, se trouve un noyau dont la partie de réglage est sortie et en arrière un noyau préparé pour le montage. La socle contient 8 encoches dans lesquels sont fixées des languettes de soudure. A gauche on voit un bloc de bobine complètement terminé et réglé tel qu'il est livré dans le com-



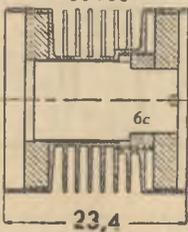
a = noyau en H $20 \times 0,05$ — b = pot fermé $25 \times 0,05$, $15 \times 0,07$ ou noyau en croix $3 \times 0,07$ — c = noyau fermé $25 \times 0,05$; $15 \times 0,07$
d = noyau cubique $3 \times 0,08$ ou 0,1 Cu — e = noyau cubique $30 \times 0,05$

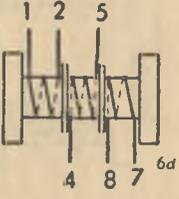
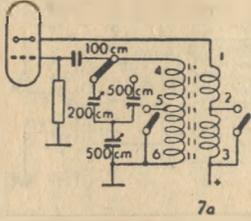
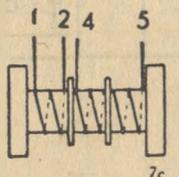
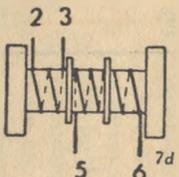
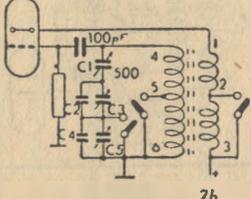
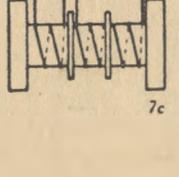
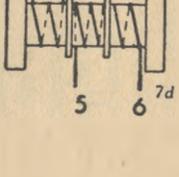
Fig. 117

merce. Ainsi l'acheteur qui, contre son attente, n'arrive pas à bobiner lui-même ne dépense pas inutilement son argent ; il ne risque pas d'abîmer le fil d'enroulement et peut se faire bobiner l'ensemble sur demande.

| N° | Genre de Bobinage | Schéma de principe | Type de noyau | 200—600 m | | 300—2000 m | |
|----|---------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|--|----------------------|---|
| | | | | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil |
| 1 | Circuit Bouchon. | | En H | | A—A1: 25 t } 20x0.05 A1—5: 2 x 25 t } 1 x S | | 5—A2: 100 t } 3 x 0.07 A2—6: 2x70 t } 2 x S |
| | | | En Croix | | 4—A1: 30 t } 20x0.05 A1—5: 2 x 30 t } 1 x S | | 5—A2: 120 t } 3 x 0.07 A2—6: 2x82 t } 2 x S |
| | | | Fermé F 201 | | 4—A1: 32 t } 25x0.05 A1—5: 46 t } 1 x S | | 5—A2: 100 t } 5 x 0.07 A2—6: 150 t } 2 x S |
| 2 | Circuit éliminateur | | En H | | 4—5: 1 x 19 t } 20x0.05 1 x 18 t } 1 x S 1 x 19 t } 1 x S | | 5—6: 3x65 t } 3 x 0.07 2 x S |
| | | | En Croix | | 4—5: 3 x 22 t } 20x0.05 1 x S | | 5—6: 3x75 t } 3 x 0.07 2 x S |
| 3 | Transformateur HF ou circuit d'entrée | | En H | | 1—2: 15 t 20x0.05 1 x S (20 t 3 x 0.07 2xS) 4—5: 2x28 t 20x0.05 1 x S | | 2—3: 60 t 3x0.07 1xS (45 t. 3x0.07) 2xS 3—6: 2x95 t 0.1 ES (2x85 t 3x0.07) 2xS |
| | | | En Croix | | 1—2: 24 t 3x0.07 2xS 4—5: 2x34 t 20x0.05 1 x S | | 2—3: 55 t 3x0.07 2xS 5—6: 2x100 t 3x0.07 2xS |
| | | | Fermé F 201 | | 1—2 (primaire 1): 23 t. 0.1 1 x S 4—5 (secondaire 2—4): 71 t. 25x0.05 1xS | | 2—3 (primaire): 50 t. 0.1 1xS 5—6 (secondaire 2—4): 225 t. 5x0.07 1xS |

| N° | Genre de bobinage | Schéma de principe | Type de noyau | 200—600 m | | 800—2000 m. | |
|----|--|--------------------|---------------|---|---|--|--|
| | | | | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil |
| 4 | Transformateur HF | | En H | | 1—2: 30 t. 3x0.07 2xS 4—5: 2x29 t. 20x0.05 1 x S | | 2—3: 80 t 3x0.07 2xS 5—6: 2x95 t 0.1 1xS |
| | | | Fermé F 201 | | 1—2 (primaire 1): 35 t 0.1 1 x S 4—5 (secondaire 2—4): 71 t 25x0.05 1 x S | | 2—3 (primaire): 115 t 0.1 1 x S 5—6 (secondaire): 225 t 5x0.07 1xS |
| 5 | Dérectrice à réaction après un étage HF, couplage par bobine de choc | | En H | | 4—A: 29 t } 1 x S A—5: 29 t } 20 x 0.05 (2x28 t. 20x0.05 1 x S) 7—8: 10 t 0.2 2xS (20 t 3x0.07 2xS) | | 5—6: 2x95 t 0.1 1xS 8—9: 40 t 0.2 2xS |
| | | | En Croix | | 4—5: 2x34 t 20x0.05 1 x S 7—8: 24 t 3x0.07 1 x S | | 5—6: 2x100 t 20x0.05 1 x S 8—9: 55 t 3x0.07 2xS |
| | id. couplage à transformateur | Fermé F 201 | | 1—2 (primaire) 35 t 0.1 1 x S 4—5 (secondaire): 71 t 25 x 0.05 1 x S 7—8 (réaction) au-dessus de 4—5: 8 t 0.1 2xS | | 2—3 (primaire): 115 t 0.1 1xS 5—6 (secondaire): 225 t 5 x 0.07 1 x S 8—9 (réaction) au-dessus de 5—6: 20 t 0.1 1xS | |
| 6 | Transformateur d'entrée pour détectrice à réaction | | En H | | 1—2: 15 t } 20 x 0.05 4—5: 2x29 t } 1 x S 7—8: 10 t 0.2 2xS ou 7 t 20x0.05 1xS | | 2—3: 60 t 3x0.07 2xS 5—6: 2x95 t 0.1 1xS 8—9: 40 t 0.2 2xS ou 2—3: 50 t } 3x0.07 5—6: 2x85 t } 1 x S 8—9: 15 t } |
| | | | En Croix | | 1—2: 18 t } 1 x S 4—5: 2x34 t } 20x0.05 7—8: 8 t } | | 1—3: 60 t } 3x0.07 7—8: 2x100 t } 2 x S 8—9: 18 t } |

| N° | Genre de bobinage | Schéma de principe | Type de noyau | 200—600 m | | 800 — 2000 m | |
|----|--|--------------------|-------------------|---|---|----------------------|---|
| | | | | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil |
| 6 | Transformateur d'entrée pour détectrice à réaction | | Cube |  | 1—2 (gorge 7): 8—12 t. 3x0,08 2xS (3x0,07) 2xS 4—5 (gorge 1—6) 6x13 t 30x0,05 1xS (20x0,05) 1xS 7—8 (gorge 1—6) par 4—5 6x2 t 3x0,08 2xS (3x0,07) 2xS | — | 2—3 (gorge 7) 20-30 t 3x0,08 2xS (3x0,07) 2xS 5—6 (gorge 1—6) 6 x 38 t 3x0,08 2xS (3x0,07) 2xS 8—9 (gorge 1—6) par dessus 5—6 6x6 t 3x0,08 2xS (3x0,07) 2xS |
| | | | en pot fermé F202 | — | 1—2 (gorge 1): 20 t 3x0,07 2xS 4—5 (gorge 2—4): 3x23 t 25x0,05 1xS 7—8 (gorge 1) par 1—2 20 t 0,1 1xS | — | 2—3 (gorge 1): 50 t 0,1 1xS 5—6 (gorge 2—4): 3x75 t 3x0,07 2xS 8—9 (gorge 1) par dessus 2—3: 60 t 0,1 1xS |
| | | | fermé F201 | — | 1—2 (gorge étroite 1): 23 t 3x0,07 2xS ou 0,1 1xS 4—5 (gorge 2—4): 71 t 25x0,05 1xS 7—8 (gorge 2) par 4—5 10 t. 0,1 1xS | — | 2—3 (gorge étroite 1): 50 t 0,1 1xS 5—6 (gorge 2—4): 225 t 3x0,07 2xS 8—9 (gorge 2) par dessus 5—6 25 t 0,1 2xS |
| | | | universel | — | 1—2 (gorge 5) par-dessus 7—8: 15 t 5x0,07 2xS ou avec prise 8 plus 16 t. 5x0,07 2xS 4—5 (gorge 1—4): 80 t 30x0,05 2xS 7—8 (gorge 5): 10 t. 5x0,07 2xS la gorge 5 se trouve sur le côté du cou- vertcle. | — | 2—3 (gorge 5) par dessus 8—9: 50 t 5x0,07 2xS 5—6 (gorge 1—4): 240 t 5x0,07 2xS 8—9 (gorge 5): 25 t 5x0,07 2xS |

| N° | Genre de bobinage | Schéma de principe | Type de noyau | 200—600 m | | 800—2000 m. | | |
|----|---|---|------------------|---|--|---|--|---|
| | | | | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil | Schéma d'enroulement | Nombre de tours et genre de fil | |
| 6 | Transformateur d'entrée pour détectrice à réaction OC | | E _n H |  | Gammes OC: 20 m 1—2: 3 t } 4—5: 5 t } 0,6 2xS 7—8: 4 t } | 40 m 5 t } 8 t } 0,6 2xS 4 t } | 80 m 7 t 0,6 2xS 17 t 3x0,1 2xS 5 t 0,3 2xS | Condensateur d'étalement de bande 100 cm (fixe) Condensateur d'accord 50 cm (variable) |
| 7 | Oscillateur pour MF 135 kHz |  | E _n H |  | 1—2: 10 t } 4—5 2x22 t } 20x0,05 1 x S |  | 2—3: 30 t } 5—6: 2x50 t } 3x0,07 2 x S | |
| | sd. pour MF 468 kHz |  | E _n H |  | 1—2: 7 t } 4—5 2x19 t } 20x0,05 1 x S |  | 2—3: 15 t } 5—6: 2x25 t } 20 x 0,05 1 x S | |

| N° | Genre de Bobinage | Schéma de principe | Type de noyau | Schéma d'enroulement | 200 — 600 m | 800—2000 m |
|----|-----------------------------|--------------------|---------------|----------------------|--|--|
| 7 | Oscillateur pour HF 465 kHz | | Cube | — | <p>Nombre de tours et genre de fil</p> <p>1—2 (gorge 7): 10 t 0,2 2xS 4—5 (gorge 1,6): 6x9 t 30x0,05 1xS (20x0,05) 1xS</p> | <p>Nombre de tours et genre de fil</p> <p>2—3 (gorge 7: 25 t 0,2 2xS 5—6 (gorge 1,6): 3x14 t 3x13 t 0,2 2xS</p> |
| 8 | Filtre de bande HF | | Cube | — | <p>Nombre de tours et genre de fil</p> <p>1—2 (gorge 1): 5 t (0,2 2xS 2—3 (gorge 2—4): 3x13 t (gorge 5—7): 3x13 t 30x0,05 2xS 8—9 (gorge 1,6): 6 t 14—15 (gorge 2,2): 15 t 11—12 (gorge 3—5): 3x15 t 30x0,05 2xS (gorge 6+7): 2x14 t 30x0,05 2xS</p> | <p>Nombre de tours et genre de fil</p> <p>3—4 (gorge 1): 50 t 0,2 2xS 6—7 (gorge 2—7): 6x42 t 3x0 08 2xS 9—10 (gorge 1): 30 t 15—16 (gorge 1): 28 t 0,2 2xS 12—13 (gorge 3 plus 4): 2x49 t 3x0,08 2xS (gorge 5—7): 3x48 t 3x0,08 2xS</p> |
| 9 | Trans-formateur MF | | En H | | <p>pour 135 kHz:</p> <p>1—2: 3x80 t / 3 x 0,07 3—4: 3x89 t / 2xS C = 350—360 cm fixe plus 80 cm Trimmer</p> | <p>pour 468 kHz</p> <p>1—2: 3x30 t / 20x0,05 3—4: 3x30 t / 1xS C : 250 cm fixe plus 80 cm Trimmer</p> |

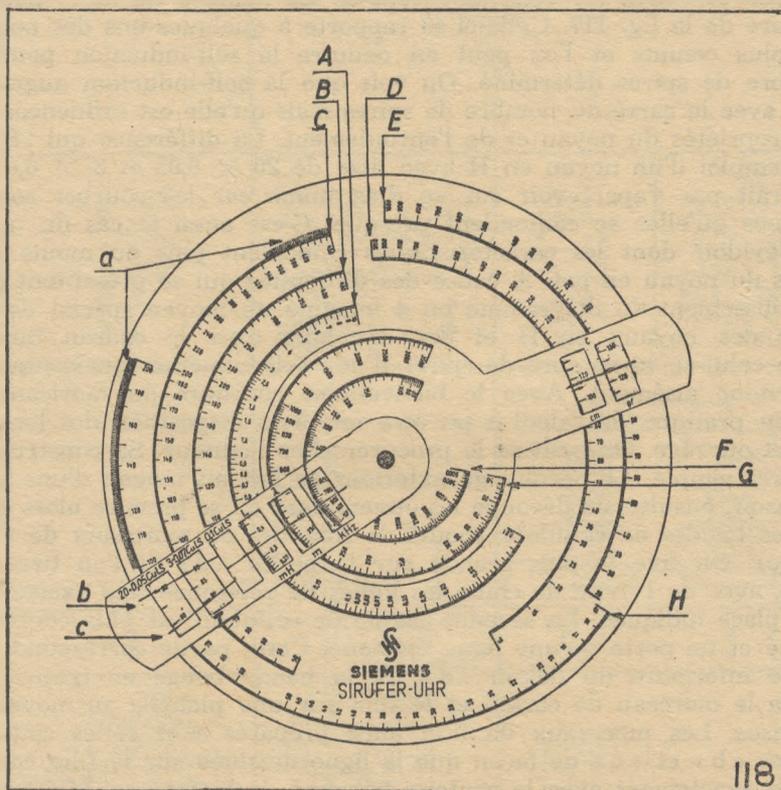
On peut munir de ces noyaux de fer toutes les bobines nécessaires dans un appareil de radio. En pratique, les différents noyaux ont un rendement différent suivant leurs dimensions, la distance des enroulements et la qualité du fer. Il en résulte que le nombre de spires nécessaire, varie d'une bobine à l'autre. Dans la table suivante sont réunies les données pour la construction de bobines d'arrêt et d'élimination, de transformateurs à haute fréquence, d'ensembles oscillateurs et de filtres de bande haute et moyenne fréquence. Ces données sont basées sur des publications de fabricants.

Dans cette table on n'a pris en considération que les gammes d'ondes de réception les plus importantes.

Pour d'autres gammes — suivant la capacité du condensateur d'accord, — d'autre self-inductions sont nécessaires. Nous avons déjà indiqué comment on détermine celle-ci. Le nombre de tours peut se déduire de la fig. 117. Celle-ci se rapporte à quelques-uns des noyaux les plus connus et l'on peut en déduire la self-induction pour un nombre de spires déterminé. On voit que la self-induction augmente bien avec le carré du nombre de spires mais qu'elle est influencée par les propriétés du noyau et de l'enroulement. La différence qui résulte de l'emploi d'un noyau en H avec litze de $20 \times 0,05$ et $3 \times 0,07$ ne pourrait pas s'apercevoir sur ce diagramme car les courbes sont si voisines qu'elles se confondent presque. C'est aussi le cas du noyau en dévidoir dont les caractéristiques coïncident plus ou moins avec celles du noyau en pot. A cause des difficultés qui se présentent dans l'établissement du diagramme on a imaginé un moyen spécial de calculer des noyaux en H et des dévidoirs; c'est le cadran Sirufer. Avec celui-ci, le nombre de spires d'une self-induction quelconque se détermine aisément. Avec le bienveillant concours du fabricant, ce moyen pratique de calcul a pu être mis à la disposition des lecteurs de cet ouvrage. On peut se le procurer chez l'éditeur. Sa construction est très simple. Le découpage extérieur se fait au moyen d'une lame de rasoir, ensuite, on découpe les ouvertures; on se procure alors deux petites bandes de celluloïd (bouts de film usé ou morceaux de verre mince). On fixe la plus grande sur la partie « d » et l'on tire à la règle, avec de l'encre de chine les lignes de référence très exactement à la place indiquée. La seconde bande de celluloïd est plus courte de moitié et ne porte qu'une ligne médiane. Cette partie correspond à la partie inférieure du dessin « d ». Si la bande bouge en traçant, on fixera le morceau de carton et le film sur une planche au moyen de punaises. Les morceaux de film ainsi préparés sont collés sous les parties « b » et « c » de façon que la ligne dessinée sur le film corresponde exactement avec le contour imprimé de la fenêtre. Maintenant nous n'avons plus qu'à percer le trou de rotation de chaque partie avec une aiguille à coudre. La précision avec laquelle cette opération est effectuée détermine l'exactitude des lectures. Ensuite, nous mettons une punaise dans le trou de la partie « c » et amenons derrière la partie « b » et ensuite la partie « a ». Celui qui sait travailler le fer peut placer derrière la partie « a » une plaque de métal et river la pointe de la punaise. Le cadran sirufer est alors prêt à l'usage. Que nous indique-t-il ?

La fig. 118 indique la signification des différentes échelles. Nous remarquerons d'abord l'échelle double des condensateurs, qui rend inutile la conversion des cm en pF et réciproquement; il suffit de porter la ligne de la partie « b » sur la valeur connue et de lire sur

l'échelle voisine la valeur cherchée. De la même façon, on peut transformer les longueurs d'onde en fréquences et réciproquement; la partie « b » porte, dans ce but, une échelle en mètres et une autre en kHz. Le curseur « c » sert à la lecture. Nous allons maintenant chercher quelle est la self-induction nécessaire pour obtenir la résonance sur une longueur d'onde déterminée avec une capacité donnée—problème qui revient constamment pour le calcul d'un circuit oscillant. Plaçons le trait du curseur « b » sur la valeur donnée de la capacité, maintenons la partie « b » fixe et tournons la partie « c » pour amener son trait de lecture sur la longueur d'onde désirée. Dans la fenêtre suivante, nous lirons, sous le trait, la valeur de la self-induction sur l'échelle correspondante. De cette façon, nous ne sommes encore qu'à moitié servis car nous voudrions bobiner nous-même la bobine et pour

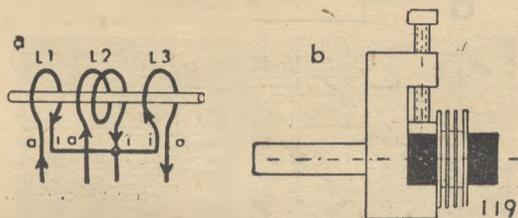


a = parties hachurées pour noyau en dévidoir. — b = noyau en dévidoir
 c = noyau en H — A = self en mH — B = nombre de tours 0,1 Cu ES —
 C = nombre de tours $3 \times 0,07$ Cu ES — D = capacité en cm —
 E = capacité en pF. — F = fréquence en kHz — G = longueur d'onde
 en m — H = $20 \times 0,05$ Cu ES.

Fig. 118

celà, nous devons avoir d'autres données encore. Celles-ci peuvent se lire, dans la même position, à travers les autres fenêtres de « c » et ce pour deux formes différentes de noyau (noyau en dévidoir Sirufer avec vis à moitié entrée et noyau en H sans disque) et, parfois pour trois différentes sortes de fil (lizte $20 \times 0,05$ CuES; $\times 0,07$ CuES et fil plein 0,1 CuES) (CuES signifie cuivre émaillé une couche de

soie) (CuLS dans la fig. 118). On ne peut réellement pas demander plus d'un auxiliaire si simple et cependant, il donne encore beaucoup plus. Si l'on veut, p.ex. savoir exactement la gamme de fréquence que l'on peut atteindre avec une bobine déterminée, on tient le curseur « c » sur les constantes d'enroulement ou sur la self-induction de la bobine. Si le condensateur d'accord imposé a une capacité maximum de 450 cm, on tourne le curseur « b » sur cette valeur et on lit dans la fenêtre kHz ou « mètres » du curseur « c » la résonance. C'est la limite maximum de la gamme. La limite minimum s'obtient avec une capacité de 50 cm environ. Il est inutile de compter sur une capacité plus petite car outre la capacité résiduelle du condensateur, on a encore celle des trimmers et les capacités inévitables des connexions qui influencent beaucoup plus la limite inférieure que la limite supérieure. L'erreur de calcul qui résulte du fait de négliger la capacité des trimmers et des connexions dans la limite supérieure est comprise dans les variations de la self-induction que l'on peut obtenir au moyen du disque ou de la vis de réglage. Pour le calcul d'un filtre de bande moyenne fréquence, nous supposons généralement un capacité fixe d'accord formée de la capacité d'un condensateur fixe et de la moitié de la capacité maximum du trimmer. On peut aussi lire la gamme de réglage pour les valeurs limites du trimmer. La partie hachurée de l'échelle des nombres de spires ne se rapporte qu'au noyau en dévidoir qui est plus grand et permet donc un plus grand nombre de spires. Pour le calcul de bobines d'accord pour des groupes de bobines avec commutateur, on tiendra compte du fait que la bobine employée pour les ondes moyennes doit se soustraire de la bobine pour grandes ondes car la bobine grandes ondes est généralement connectée en bobine supplémentaire et, par conséquent, n'est pas la seule self-induction. La perte de self-induction due aux blindages est beaucoup plus petite pour les bobines à noyau de fer. Un blindage d'un diamètre de 35 mm ne produit qu'une perte de self-induction d'environ 4%. Avec des blindages



n = antenne — c = grille — k = condensateur de réaction

Fig. 119

de 50 mm, l'influence est pratiquement sans importance. L'emploi de blindages plus petits est déjà nuisible car les connexions ne sont pas assez éloignées pour maintenir assez bas la capacité du câblage. Les dimensions de la bobine de réaction dépendent de plusieurs facteurs; on ne peut pas les calculer. Lorsqu'on emploie des lampes modernes, on peut employer la méthode empirique suivante: La bobine de réaction contient, pour des bobines d'accord de 10 à 80 spires environ un cinquième, pour des bobines de 80 à 300 spires, un quart du nombre de spires de la bobine d'accord.

Lorsque l'enroulement de réaction est enroulé sur une bobine d'antenne, il suffit de placer une couche de soie à coudre entre les

deux enroulements ; ainsi le couplage avec l'antenne n'est pas si serré ; les spires de l'enroulement de réaction des groupes de bobines décrits dans la table ci-dessus, ont seulement rapport au sens d'enroulement dessiné sur le schéma d'enroulement, si l'enroulement de réaction n'est pas juste, il faut intervertir les connexions. La fig. 119a montre comment les groupes de bobines doivent être enroulés. L1 est la bobine d'antenne, L2, la bobine de grille et L3 la bobine de réaction. Les extrémités de sortie et d'entrée de chaque bobine sont indiquées respectivement par « a » et « i ». Le sens exact d'enroulement est facile à voir en considérant la bobine de réaction comme le prolongement de la bobine de grille et en reliant, dans le schéma l'extrémité libre dans la direction de l'anode. Pour effectuer l'enroulement, on emploiera une petite foreuse fixée horizontalement dans un étau. Le corps de la bobine ou le noyau seront fixés sur une broche de bois ou sur un boulon. Le tout est serré dans la foreuse. Pour le noyau en H, nous construirons une pince avec broche suivant la fig. 119b. Les spires seront comptées séparément ou, avec un petit calcul du rapport des vitesses des axes de la foreuse, déterminé par le nombre de tours de la manivelle. Pour faire cette conversion, on trace un petit trait de craie sur l'engrenage. Si l'une des roues dentées possède, p.ex. 14 dents et l'autre 42, un tour complet de manivelle correspond à 3 tours de la bobine. Pour le calcul direct du nombre de tours de la bobine, on

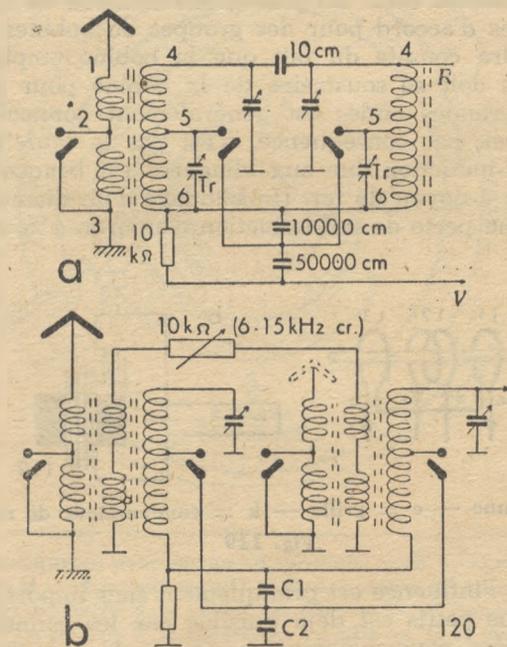


Fig. 120

R = grille. — V = chassis ou tension négative de grille

fera une marque sur le support de bobine, p.ex. un trait de craie. A chaque bout de fil, nous lierons un bout de laine de couleur différente qui est notée dans le schéma général. Au lieu d'un bout de laine, on peut aussi employer un bout de papier collant sur lequel est inscrit un chiffre et que l'on colle autour de l'extrémité du fil. Pour les

bobines terminés, on construira un petit logement sur lequel les noyaux seront vissés ou collés à moins qu'ils ne soient logés dans un creux ménagé dans le logement à cet effet. Pour ceux-ci, on peut employer des déchets de trolite ou d'ébonite. La trolite est encore préférable. Les vis de réglage seront autant que possible disposées au dessus pour être plus facilement accessible. Les boîtes de blindage doivent être assez grandes pour permettre une distance de 10 mm au moins entre les différents fils de connexion.

La réalisation de groupes de bobines à comutateur n'est pas difficile. Lorsqu'on travaille proprement, on peut même entreprendre la construction de toutes les bobines d'un super. Ici, deux circuits couplés doivent rester constamment en un synchronisme absolu pour toute position d'accord du récepteur. La principale difficulté réside dans l'obtention du premier synchronisme, donc dans le réglage lui-même. L'emploi parfois prescrit d'un trimmer jusqu'à ce que la réception la plus forte soit obtenue ne fournit pas la courbe de filtre de bande désirée. Celui qui n'est pas au courant des installations décrites plus loin pour la prise et l'observation des courbes de résonance fera mieux d'acheter des filtres de bande haute fréquence tout faits. Un filtre de bande peut aussi être constitué de deux bobines simples pour autant que celles-ci aient une même self-induction. La fig. 120 représente deux schémas qui conviennent au montage avec deux bobines. La fig. 120a correspond à peu près au schéma de la fig. 47k. Dans la fig. 120b, les enroulements de réaction sont reliés par une résistance réglable qui assure un couplage inductif des circuits à côté du couplage capacitif des condensateurs C1 et C2.

Les bobines pour ondes courtes peuvent aussi être enroulées sur des noyaux de fer à haute fréquence. Pour un essai avec noyau en H, la table ci-dessus contient quelques particularités. Il est cependant préférable d'employer les noyaux de fer spéciaux réalisés depuis quelques années (Sirufer 5, Ferrocart Z) ou un corps de bobine dont la distance au noyau de fer est grande si l'on ne renonce pas à l'emploi

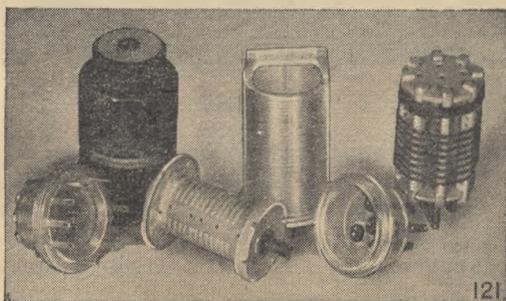


Fig. 121

d'un noyau de fer. Jusqu'à présent la plus grande amélioration de qualité que l'on puisse atteindre par l'emploi d'un noyau de fer dans la gamme des ondes courtes est encore très faible. La fig. 121 représente un noyau de fer spécialement exécuté pour les ondes courtes. Un corps de bobine avec de nombreuses rainures, en Aménite, contient un axe au moyen duquel un noyau de fer spécial peut être enfoncé ou sorti. La variation de self-induction ainsi obtenue est d'environ 30%. Après le bobinage du corps de bobine qui est construit

avec un soin tout spécial en vue des connexions et est un chef d'œuvre de la technique du moulage, on procède au raccordement avec le socket sans broche (à gauche) dans lequel des ressorts de contact sont fixés dans le moulage. Une enveloppe cylindrique protège le tout; au dessus de cette enveloppe on voit un anneau blanc sur lequel on peut inscrire les indications nécessaires. Le même corps de bobine est aussi fabriqué sans enveloppe ni socle, muni seulement d'un pied pour la fixation. Au milieu de la fig. 121 on voit un corps en trolitule avec un étrier au dessus et un socket à broches séparé. Le cylindre admet aussi les bobines plus grandes pour ondes courtes. Les trous de fixation des fils peuvent être percés en n'importe quel endroit avec une aiguille chauffée. Après avoir placé le cylindre dans le socket, la réserve prévue pour des enroulements plus grands peut servir de rainure pour la bobine de réaction. Le corps de bobine est collé dans le socket avec une goutte de benzol. Les extrémités des fils sortant à travers les broches sont soudées comme celà se faisait jadis avec les lampes à broches. Le même fabricant construit des corps de bobines pour ondes courtes. Ceux-ci consistent en un long cylindre de 10 cm dans lequel 4 rangées d'ouvertures sont prévues pour le passage des fils. Le côté supérieur porte un bord et la partie inférieure est fixée dans un socket à broches. Le corps de bobine est exécuté soit en trolitule, soit en fréquenta.

Dans le domaine des ondes courtes et ultra-courtes, pour éviter toutes pertes inutiles, on emploie, à côté de la trolitule et de l'aménite, des corps en céramique qui sont souvent à ailettes. Une bobine avec un support à ailettes fonctionne comme une bobine sans support. Dans

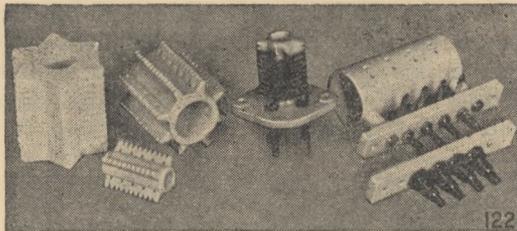


Fig. 122

la fig. 121 à droite se trouve un support à ailettes en fréquenta avec socket à broches et enroulements. Ce genre de corps de bobine peut être acheté sans enroulement. Dans les ailettes sont creusées des rainures et de nombreux trous pour la fixation des connexions. Un noyau de fer haute fréquence peut aussi être employé après coup dans ce genre de bobine.

La fig. 122 représente (à gauche) d'autres supports à ailettes de différents grandeurs et munis de trous de fixation. Au milieu de cette figure on voit un transformateur pour ondes courtes enroulé sur le plus petit des corps en calite susdits. Pour éviter les pertes par capacité propre, cette bobine est montée sur un support de lampe en calite. Ainsi complétée, elle forme un ensemble qui peut être placé dans une quelconque ouverture de lampe du chassis; on obtient ainsi, les connexions les plus courtes avec le commutateur d'ondes. La bobine de grille consiste en 9 spires de fil de 0,2 mm avec deux couches de soie. La capacité propre n'est que de 9 cm. Le support de bobine

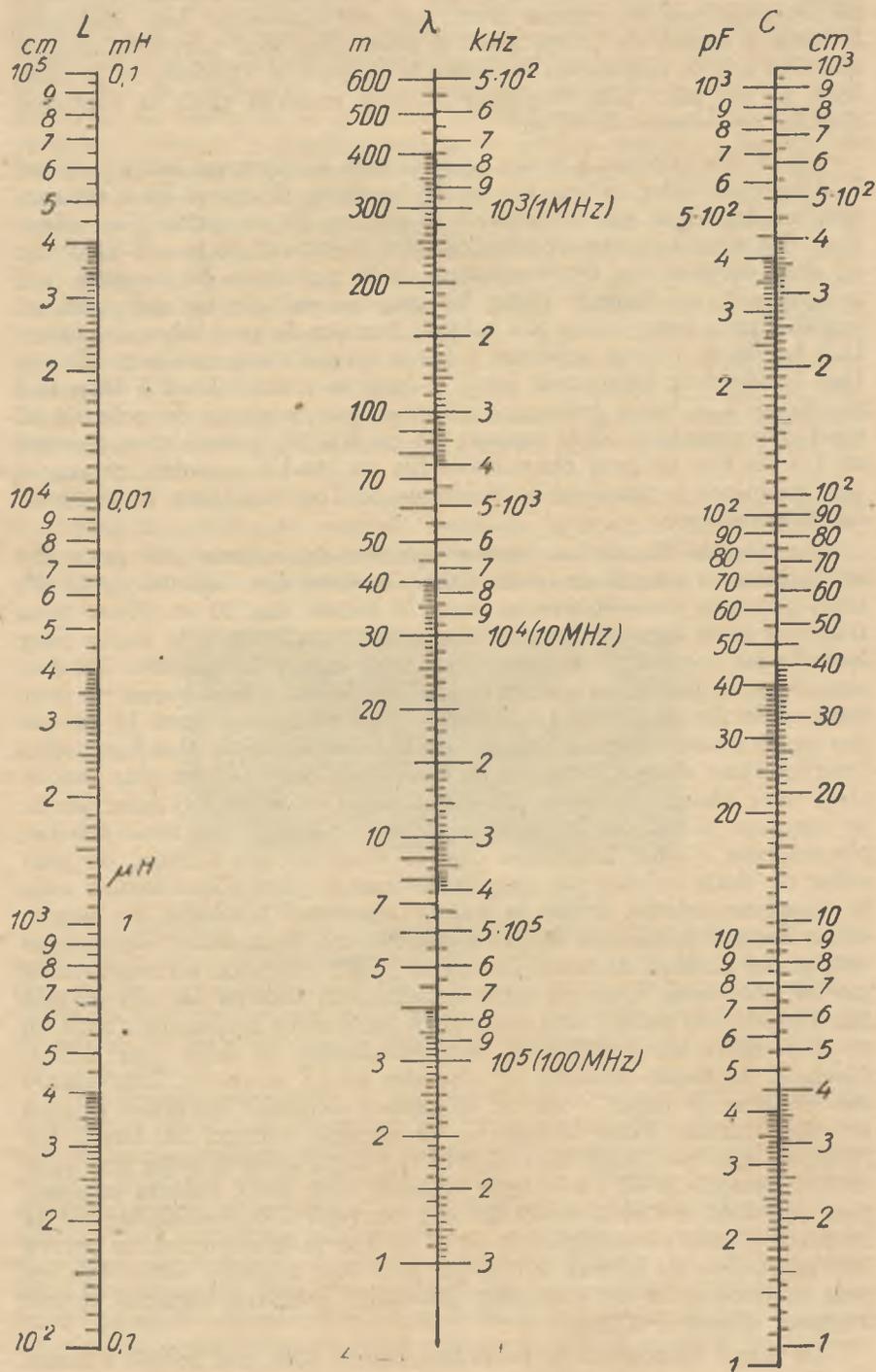
en calite représenté à droite avec porte-fiche et porte-douille en calite est destiné à une série de bobines pour la réception de toute la gamme des ondes courtes. Le support a une surface grainée sur laquelle les spires sont bien retenues. En plaçant et retirant la bobine, les doigts ne viennent pas en contact avec les enroulements. Les anciennes bobines à socket de lampe jadis si employées sont périmées. Depuis que l'on a à sa disposition la calite, le fréquenta, l'aménite et la trolite, on ne peut plus employer d'autre matériel pour la réception d'ondes en dessous de 40 m.

Avec des bobines à ondes courtes sans support, on court toujours le danger de déformations par le déplacement de spires dû à un contact accidentel ce qui modifierait la gamme de réception. Des vibrations des enroulements occasionnent des variations de la self-induction et, dans certains cas des variations de la puissance de réception qui ressemblent au fading. Dans les grandes stations de réception, on emploie, pour cette raison des bobines formées de gros tubes de cuivre. Une bande de cuivre argentée à bords arrondis est encore meilleure. Une bande dont l'épaisseur est à la largeur comme 1 est à 10 a une résistance à la haute fréquence qui n'est que la moitié de celle du fil rond correspondant. Si le rapport est de 1 à 30, la résistance descend au 1/4. Si l'on ne peut obtenir des fils ou bandes argentés, on argentera soi-même le matériel de bobinage ou l'on emploiera du matériel émaillé ordinaire.

Le cadran Sirufer ne donne des renseignements que pour des self-inductions jusqu'à au moins 0,01 mH. Avec une capacité de 70 pF, nous arrivons immédiatement dans la bande des 50 m. Nous nous trouvons ainsi dans le domaine des ondes courtes et à la limite pour laquelle les noyaux de fer ordinaires sont encore admissibles. En dessous de cette limite, on n'emploie que des bobines sans noyau ou avec noyaux de fer spéciaux. La self-induction nécessaire pour la gamme des ondes courtes peut se calculer de la façon indiquée plus haut, mais l'emploi d'une abaque du genre de celui de la page 182 est plus simple. Dans cette abaque, les éléments du calcul, à savoir la self-induction L, la longueur d'onde et la capacité C sont dessinés sur trois échelles placées côte à côte. Lorsqu'on connaît deux de ces valeurs, on peut relier ces deux valeurs par une droite dont le point d'intersection avec la troisième échelle donne la valeur cherchée. L'échelle de gauche donne les self-inductions de 100 à 100.000 cm. Pour éviter d'écrire un trop grand nombre de zéros, la valeur 10.000 cm, p.ex. est représentée par 10^4 . Du côté droit de cette échelle sont inscrits les μH et mH. Sur l'échelle du milieu sont inscrites à gauche les longueurs d'onde en m et à droite les fréquences correspondantes en kHz (ou MHz). L'échelle de droite contient les capacités en pF et en cm. Les valeurs sont choisies de façon à couvrir la gamme complète des ondes courtes et ultra courtes. Pour la lecture, on emploie soit un fil, tendu sur l'abaque, soit une bande de celluloïd sur laquelle on a tracé une ligne droite. Lorsque le fil ou la ligne coïncide avec deux valeurs connues, p.ex. $C = 45 \text{ cm}$ et $L = 20.000 \text{ cm}$, on peut lire immédiatement la longueur d'onde correspondante = 60 m. Par le calcul exact, on trouve 59,6 m. Erreur de lecture 0,6%, qui peut être négligée. De même, on peut déterminer la self-induction nécessaire pour une capacité et une longueur d'onde données.

Le calcul du nombre de tours nécessaires pour une bobine à ondes

courtes n'est possible que si les spires sont placées jointives. Pour des bobines avec une certaine distance entre les spires, ce calcul est très imprécis. Une difficulté supplémentaire surgit du fait que l'on ne con-



naît pas exactement d'avance la capacité du montage et des connexions. Pour des bobines à ondes courtes, des différentes gammes, il est préférable de bobiner des modèles d'essai le plus simplement possible et de les essayer. Lorsqu'une bobine à ondes ultra-courtes est constituée par un anneau ouvert, donc par une seule spire, on peut calculer sa self-induction comme suit. Il faut connaître le rayon de l'anneau R et le rayon r du fil dont il est constitué. On calcule d'abord le rapport R/r , ensuite on cherche le nombre ainsi obtenu sur la ligne de base de la fig. 123 et on lit sur la courbe le nombre F reporté sur l'axe vertical. On multiplie cette valeur par R et l'on obtient la self-induction en cm.

Dans la table de la page 184 on a reporté toutes les données de deux groupes de bobines. Par suite de la très grande influence des connexions, il faut, lors du montage, tenir compte de petites déviations dans la gamme d'onde. Le premier groupe de bobines est celui d'un appareil recommandé par le DASD ; il est constitué par quatre bobines

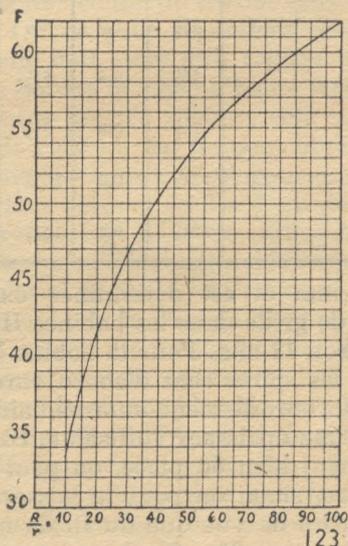


Fig. 123

pour une gamme de réception entre 6,98 et 107 m avec un condensateur, variable par palier, de 100 cm maximum (10 positions) et un condensateur de fin réglage de 20 cm. Comme détecteur par grille, on emploie la pentode haute fréquence AF7 avec réglage de la réaction par variation de la tension de grille-écran. La bobine de réaction est placée avec une extrémité à l'anode et l'autre d'une part sur le condensateur de réaction de 200 cm (réglage grossier) du châssis et d'autre part à travers une résistance de $10\text{ k}\Omega$ à la résistance d'anode et au condensateur de couplage de la lampe finale. Dans la région Id, la bobine de grille sera placée dans la bobine d'antenne pour obtenir un couplage assez serré.

Il est préférable d'employer un condensateur d'accord très petit. Le deuxième groupe de bobine est donc aussi dimensionné pour un condensateur variable de 50 cm et couvre la région de réception de 6,3 à 100 m. L'enroulement de réaction est éloigné d'environ 3 à 5 mm de la bobine de grille. Il est bobiné et calculé pour un condensateur de réglage de 50 cm. La distance entre les bobines d'antenne et de grille

| N ^o . | Bande | Bobine d'antenne | | Bobine de grille | | Bobine de réaction | | Mandrin | | |
|------------------|--------------------------------|------------------|-----|------------------|-----|--------------------|--------------|--|-----|-----|
| | | t | fil | t | fil | t | fil | | | |
| Ia | 6,98—14,25 m (43—21 MHz) | 1¼ | 0,8 | 3½ | 1,0 | 4½ | 0,5 | Bob. d'Ant. 35 mm Ø Bob. de grille et de réaction sur calite 20 mm Ø | | |
| Ib | 12,5—26,8 m (24—11,2 MHz) | 2½ | 0,8 | 4¼ | 0,8 | 3½ | 0,5 | | | |
| Ic | 24,6—54 m (12,2—5,6 MHz) | 4¾ | 0,8 | 10¾ | 0,8 | 3½ | 0,5 | Frequenta ou calit 35 mm Ø | | |
| Id | 48—107 m (6,2—2,8 MHz) | 7¼ | 0,5 | 28½ | 0,8 | 6½ | 0,5 | | | |
| IIa | 6,3—9 m (47,7-33,3 MHz) | 1 | 2,0 | 1½ | 1,5 | 2½ | 0,3 | Bob. de gr. et de réaction sur fre- quenta ou calite 30 mm Ø Antenne-Bobinage à air 38 mm Ø sur fiche pour pla- cer autour de la bobine de grille. | | |
| IIb | 7,6—10 m (39,5-30 MHz) | | | 2½ | 1,5 | 3½ | 0,3 | | | |
| IIc | 8,9—13,5 m (33,7-22,2 MHz) | | | 3½ | 1,5 | 4½ | 0,3 | | | |
| II d | 12,8—19,2 m (23,4-16,2 MHz) | | | 5½ | 0,8 | 6½ | 0,3 | | | |
| IIe | 18—27,5 m (16,7-10,9 MHz) | | | 7½ | 0,8 | 7½ | 0,3 | | | |
| II f | 27—40,5 m (11,1-7,4 MHz) | | | 2 | 2,0 | 12½ | 0,8 | | 10½ | 0,3 |
| IIg | 32—50 m (9,3—6 MHz) | | | | | 15½ | 0,8 (0,5) | | 12½ | 0,3 |

s'élève à environ 10 mm et est déterminée expérimentalement. Le bobinage de la bobine de grille dans les bobines II b, c, d, e, est étendu sur une largeur d'environ 12 mm. Pour la bobine II b c'est facile ; pour les bobines II c, d, e, les spires sont d'abord enroulées côte à côte et ensuite séparées par un enroulement intermédiaire de fil torsadé, soie à coudre, ou ficelle d'une épaisseur suffisante. Si l'on a fixé les spires de façon qu'elles tiennent bien en place, on peut ensuite enlever l'enroulement intermédiaire, sinon on peut le laisser sur la bobine. Il ne faut cependant pas perdre de vue que du fil de mauvaise qualité peut produire de grandes pertes. Du fil de soie naturelle ou du coton imprégné de trolitule ne présente pas de danger à ce sujet. On voit ainsi l'avantage des nouveaux corps de bobines spéciaux avec surface grainée, rainures, sillons ou ailettes qui rendent inutile une fixation spéciale des spires.

Bobines de choc à haute fréquence. — Les bobines ne sont pas seulement employées pour former des circuits oscillants mais aussi pour arrêter certaines fréquences (bobines de choc ou de filtrage). Elles sont construites suivant la fréquence à arrêter. Une petite self-induction, p. ex. verrouille la haute fréquence rapide mais laisse passer les fréquences audibles lentes et le courant continu. Une très grande bobine peut servir pour l'arrêt de basses fréquences ; généralement, elle a alors une capacité propre si élevée qu'elle n'agit plus pour l'arrêt des hautes fréquences. La capacité propre forme avec la self-induction un circuit oscillant qui présente une résonance d'autant plus aigue que la capacité est plus forte. Si, par hasard, l'oscillation à arrêter a sensiblement la même fréquence que la résonance de la bobine de choc, celle-ci oscillera. Par rapport aux oscillations dont la fréquence s'écarte

fortement de la résonance, la capacité d'une telle bobine agit comme un condensateur à travers lequel une partie de la haute fréquence s'échappe. Dans un montage de réception où le circuit de grille de la lampe est presque toujours accordé, la bobine de choc avec forte capacité insérée dans le circuit d'anode forme, en cas de résonance, un second circuit oscillant qui peut mettre la lampe en régime d'oscillation (montage d'émission). Le plus ennuyeux est que la résonance de la bobine de choc réagit, non seulement avec la résonance de l'onde elle-même, mais aussi avec ses harmoniques donc sur $1/2$, $1/3$, $1/4$ etc. de l'onde de résonance. Pour éviter l'accrochage dans la mesure du possible, la bobine de choc à haute fréquence sera bobinée en petites bobines séparées par des espaces intermédiaires (enroulements en disque à faible capacité) avec des nombres de tours différents (asymétrie). Les bobines de choc pour ondes courtes pour lesquelles il faut un petit nombre de spires, sont exécutées en bobines cylindriques de telle sorte que la distance entre deux spires consécutives devienne de plus en plus grande vers une extrémité. On ne peut cependant pas éviter ainsi complètement la résonance, elle doit alors être rejetée en dehors de la gamme de réglage. Pour une bobine de choc à haute fréquence qui doit travailler dans toute la gamme jusqu'à 2000 m, cela signifie que la résonance doit être au-dessus de 2000 m. On ne peut obtenir une telle bobine de choc qu'avec au moins 800 spires. C'est pourquoi les petites bobines de choc de la grosseur d'un doigt et de 3 à 4 cm de long (sans noyau) que l'on rencontre encore parfois ne sont utilisables que jusqu'à 600 m. La self-induction est, principalement, déterminée par le nombre de spires ; c'est ainsi qu'avec 50 spires, on fabrique une bobine pour ondes courtes, tandis que pour une bobine de choc pour moyennes fréquences il faut environ 2000 spires. La self-induction d'une bobine d'arrêt de couplage doit être extrêmement grande si l'on veut envoyer la haute fréquence existant dans le circuit d'anode vers le circuit de grille de la lampe suivante (voir fig. 38 et 39) car ici, la self-induction est en parallèle avec celle de la bobine de grille dont l'accord serait fortement influencé. Comme le courant d'anode des lampes à haute fréquence est très faible, la perte de tension dans la résistance ohmique de l'enroulement n'a pas d'importance ; on peut donc employer du fil fin et caser de nombreuses spires dans un petit espace. Les bobines haute fréquence qui sont reliées au réseau doivent seules être bobinées en fil de gros diamètre pour maintenir suffisamment faible la perte de tension qui résulte des fortes courants traversant. Il est regrettable que pour les bobines de choc à haute fréquence, on ne donne pas toujours la self-induction, la capacité propre et l'onde de résonance. En cas de doute, il ne reste alors que le contrôle au moyen du voltmètre à lampe etc.

Dans la fig. 124 à gauche se trouve la photographie d'une bobine de choc jumelle (bobine double) qui travaille sur toute l'étendue des ondes, courtes et grandes y comprises, pratiquement sans résonance. On ne constate de résonance qu'au delà des 2000 m. La division de l'enroulement en deux bobines dont les champs perturbateurs se détruisent mutuellement évite l'effet d'antenne et le couplage avec d'autres bobines ; la division en disques inégaux diminue la capacité et la tendance à l'accrochage. Au milieu de la fig. 124 se trouve un cylindre en matière isolante avec deux bobines de choc haute fréquence à enroulements croisés pour le verrouillage des connexions avec le réseau. Ce genre de bobine est connecté entre le réseau et le récepteur et, avec

deux condensateurs d'entrée évitent l'entrée de hautes fréquences ce qui permet d'éliminer l'émetteur local qui, parfois peut donner naissance à des bruits de fond particuliers si l'on ne prend pas ces précautions. A droite de la fig. 124 on voit une bobine de choc pour ondes courtes avec bobinage inégal en disques sur un support en calite. Cette bobine de choc ne présente pas de résonance dans la gamme entre 10 et 200 m. Dans les appareils employés pour la réception de toutes les ondes entre 10 et 2000 m, on insérera à partir de l'anode, d'abord la bobine de choc pour ondes courtes et ensuite la bobine de choc double ci-dessous décrite.

On peut aussi employer des noyaux de fer à haute fréquence pour les bobines de choc à haute fréquence. Même pour les bobines de choc pour grandes ondes, la magnétisation due au courant continu n'introduit que des variations de self-induction inférieures à 1 % donc pratiquement négligeables. Pour la construction personnelle, on peut, en principe, employer n'importe quel noyau. Un bloc spécial de construction pour bobines de choc à haute fréquence est représenté à droite de la fig. 124. Le noyau consiste en deux morceaux angulaires dont l'un porte le corps en trolitule. Une boîte en fréquentia protège la bobine de choc contre la poussière etc.

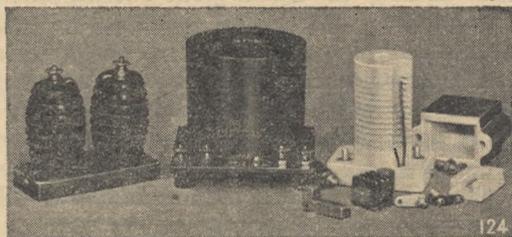
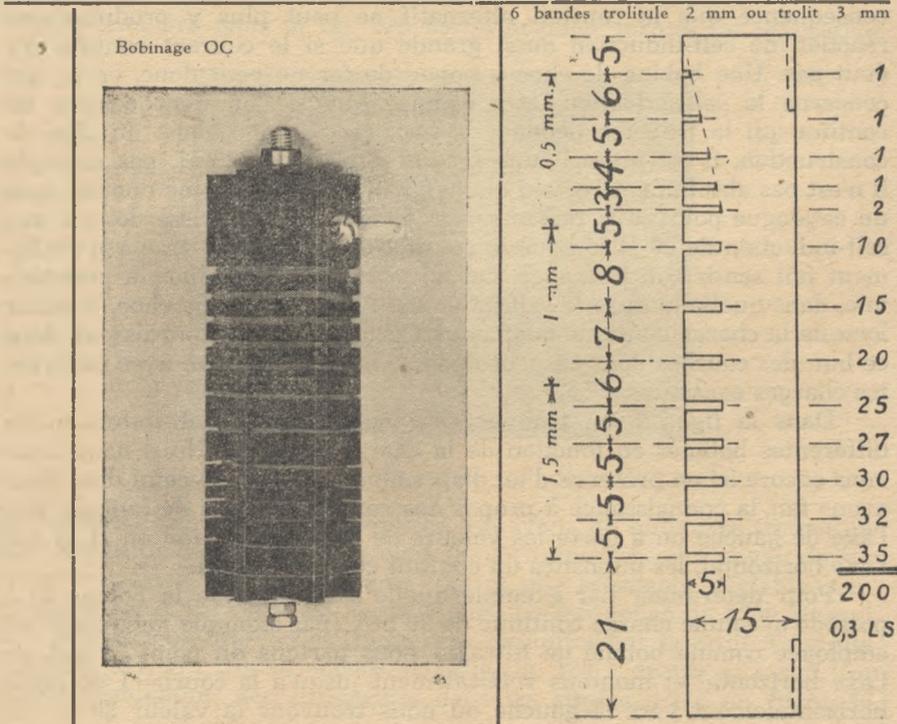
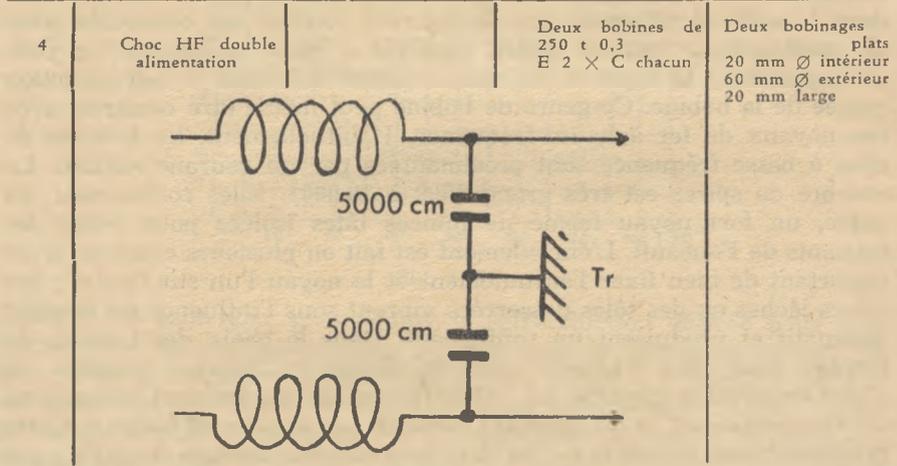


Fig. 124

La construction personnelle de bonnes bobines de choc à haute fréquence n'est pas difficile. Dans la table de la page 187 se trouvent les données relevées à une bobine de choc de radiodiffusion avec noyau de fer (1), à des bobines de choc à haute fréquence sans noyau (2 et 3) et à une bobine de choc double d'alimentation ainsi que sur une bobine de choc pour ondes courtes (5). Les corps de bobines pour les n^{os} 2 et 3 sont exécutés hors de plaque de trolitule. Les grands disques reçoivent une encoche radiale dans laquelle passe le fil qui relie une partie à l'autre. Le corps de bobine du n^o 5 est exécuté en trolite de 3 mm ou en trolitule de 2 mm d'épaisseur. Cette bobine de choc convient pour toute la gamme des ondes courtes. Si l'on a besoin d'une bobine de choc pour une gamme déterminée et qu'on puisse la faire interchangeable, on pourra encore mieux approprier son bobinage au but visé. Pour cela, on emploiera un support en calite de 25 mm de diamètre comme sur la fig. 122 à droite. On bobinera 10 spires pour 20 m ; 25 spires pour 40 m et 60 spires pour 80 m avec du fil de 0,25 mm avec double couche de soie. Pour la réception d'ondes ultra-courtes, le diamètre de la bobine de choc doit être plus petit pour maintenir le champ perturbateur aussi faible que possible.

Bobines de choc à basse fréquence. — Des self-inductions pour l'arrêt d'oscillations lentes sont souvent employées avec des condensa-

| N° | Nom | | Caractéristique du bobinage | Mandrin |
|----|---------------------------|--|---|---|
| 1 | Choc HF avec noyau en fer | | 3 × 100 t 0,1 ou 0,15 ES | Noyau en H |
| 2 | Choc HF normal sans noyau | | 7 × 300 t 0,1 ou 0,2 ES | 8 disques 30 mm Ø 7 disques 20 mm Ø Trolit 3 mm |
| 3 | Choc HF sans noyau 60 mH | | Rainures 1 et 6 chacune 750 t Rainures 2 à 5 chacune 1500 t 0,15 mm E | 6 disques de 40 mm Trolit 3 mm |



teurs pour l'égalisation des courants fournis par le réseau ; elles filtrent les fréquences de réseau ou les fréquences du courant redressée. On emploie aussi des bobines de choc à basse fréquence pour la modification du ton, pour le filtrage des basses fréquences dans les schémas réflex et comme couplage entre étages amplificateurs basse fréquence et avec les hauts-parleurs. La forte self-induction nécessaire peut être obtenue de différentes façons suivant le but à atteindre. En principe, on pourrait aussi employer des bobines sans noyau, mais celles-ci devraient être si grandes qu'il ne serait pas possible de les caser. Pour cette raison, on fait usage, en général de bobines à noyau de fer. Les bobines de choc à basse fréquence qui travaillent sans courant continu, peuvent être maintenues très petites par l'emploi de fil fin. Si une bobine de choc dans laquelle il ne passe pas de courant continu est connectée avec un condensateur comme circuit oscillant à basse fréquence, on peut en augmentant la capacité du condensateur, diminuer la self-induction exigée de la bobine. Ce genre de bobine peut même être construit avec des noyaux de fer à haute fréquence. Habituellement, les bobines de choc à basse fréquence sont préaimantées par un courant continu. Le nombre de spires est très grand (500 à 10 000). Elles contiennent, en outre, un fort noyau formé de minces tôles isolées pour éviter les courants de Foucault. L'enroulement est fait en plusieurs couches. Il est important de bien fixer l'enroulement et le noyau l'un sur l'autre ; des spires lâches ou des tôles desserrées vibrent sous l'influence du courant alternatif et produisent un ronflement. Dans le choix des bobines de filtrage pour bloc d'alimentation, la charge en courant continu est d'une importance capitale. La bobine et son noyau forment notamment un électro-aimant, le noyau étant aimanté par le courant continu. Cette préaimantation sature le noyau dans une certaine mesure ce qui a pour conséquence que le courant alternatif ne peut plus y produire une réaction de self-induction aussi grande que si le courant continu n'y était pas. Une bobine de choc à noyau de fer ne peut donc, en ce qui concerne la self-induction, être estimée que si l'on tient compte du continu qui la traverse pendant la mesure. Si donc, dans un plan de construction, il est prescrit une bobine de choc de 20 H, par exemple il n'est pas absolument certain que n'importe quelle bobine donnée dans un catalogue pour 20 H puisse servir. Il faut qu'elle puisse donner une self-induction de 20 H lorsque le courant continu qui la traverse réellement fait sentir son influence. On ne peut pas déterminer, à première vue, dans quelle mesure la self-induction d'une bobine de choc, diminue lorsque la charge continue augmente. Certaines firmes fournissent, dans ce but, des courbes dont on peut déduire la self-induction avec différentes charges continues.

Dans la fig. 125 on trouvera les valeurs de la self-induction de différentes bobines en fonction de la charge continue. Nous nous trouvons encore ici en présence d'un diagramme du genre de celui dont nous avons fait la connaissance à propos des caractéristiques de lampes. Sur l'axe de gauche on a porté les valeurs de la self-induction en H et sur l'axe horizontal, les intensités du courant continu en mA.

Pour déterminer par exemple quelle self-induction la bobine n° 1 possède avec une charge continue de 30 mA (par exemple lorsqu'elle est employée comme bobine de filtrage) nous partons du point 30 mA de l'axe horizontal et montons verticalement jusqu'à la courbe 1 et, de là horizontalement vers la gauche où nous trouvons la valeur 30 H sur

l'axe vertical. On peut aussi lire, en sens inverse, quel est le courant continu que la bobine peut encore supporter pour obtenir la self-induction désirée. Nous verrons ainsi que la bobine 1 qui doit avoir une self-induction de 20 H pour produire l'égalisation désirée, peut ainsi supporter, en outre, un courant continu de 40 mA environ.

Une bobine de choc qui a été calculée pour un courant continu assez

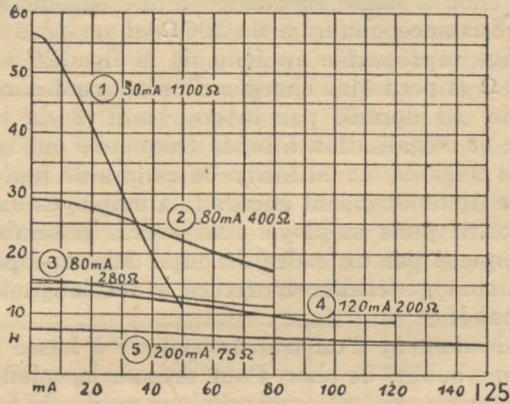


Fig. 125

faible et ne peut donc plus donner la self-induction désirée pour une charge plus élevée, pourra être utilisée dans le deuxième circuit de filtrage du bloc d'alimentation puisque, dans celui-ci, le courant continu est beaucoup plus faible. A côté de chaque courbe (fig. 125) on donne la charge continue maximum et la résistance ohmique; on peut en déduire la perte de tension qui se produit à travers la bobine.

On trouvera dans la fig. 126 les principales formes de réalisation

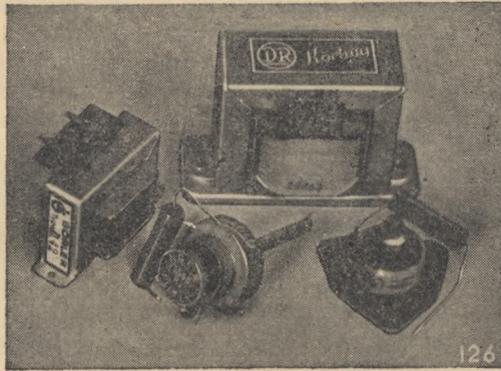


Fig. 126

des bobines de choc à basse fréquence. En avant, au milieu, se trouve un filtre d'aiguille de phonographe consistant en une bobine à noyau de fer haute fréquence, un condensateur fixe et une résistance réglable connectés en série. Ce filtre est accordé sur une fréquence de 5500 Hz qui est à peu près au milieu des fréquences produites par le bruit d'aiguille (voir fig. 57). On trouve encore, dans la fig. 126 à droite en avant, un filtre d'élimination des sifflements dans les supers, c'est un filtre de

9 kHz. Il est formé d'un condensateur fixe enroulé et d'une bobine à faible capacité avec noyau fileté en Sirufer, connectés en série. La plaque triangulaire en pertinax sert à la fabrication au chassis et cet élément peut être fixé sur n'importe quelle ouverture de support de lampe. Pour les régulateurs de tonalité suivant la fig. 55d, il faut généralement une plus forte self-induction. A gauche de la fig. 126 on voit une bobine de choc à basse fréquence d'une self-induction de 3,2 H qui offre une résistance ohmique de 500 Ω et ne pèse que 250 gr. La bobine de filtrage représentée au fond de la fig. 126 a une résistance ohmique de 400 Ω et peut être chargée d'un courant continu de 80 mA. Sa self-induction est donnée par la courbe n° 2 de la fig. 125. Les bobines de choc et d'égalisation à basse fréquence ont un noyau de fer formé de minces tôles de fer en forme de cadres de fenêtre  Ces noyaux en cadre de fenêtre sont encore fort employés dans ces derniers temps. Le dispositif jadis employé pour serrer ensemble les tôles du noyau a été remplacé par un cadre découpé dans une plaque de métal. Les connexions sont généralement fixées à des languettes attachées à des bandes de bakélite.

Parfois l'enroulement d'un transformateur à basse fréquence peut être utilisé comme bobine de choc. Pour estimer la valeur des anciennes bobines de filtrage, on peut se servir de leur poids, de la grosseur de la bobine, de leur résistance ohmique et de la grosseur du fil. Les bobines de choc pour forte charge continue devaient aussi, jadis avoir une faible résistance et, par conséquent être bobinées avec du gros fil. Les bobines d'anode et les bobines de filtrage sont généralement exécutées avec du fil de 0,2 à 0,3 mm d'épaisseur. Si l'on emploie du fil plus gros et un grand nombre de spires, on obtient des bobines plus grandes. Un grand noyau indique une bonne self-induction et une forte charge continue. Cependant, on ne peut pas considérer une grosse bobine de filtrage pour courant de chauffage comme une bonne bobine de courant d'anode. Une bobine pour courant de chauffage n'a qu'une résistance de quelques Ohms et est bobinée avec du fil épais (par exemple 0,8 - 1 mm). Pour une charge de 1 A, par exemple elle a une self-induction de 1 à 3 H. Bien que la self-induction augmente lorsque le courant continu diminue, elle ne s'élève encore qu'à 5 à 10 H avec un courant de 50 mA. L'augmentation de la self-induction n'est donc pas suffisante pour le courant d'anode. Cependant, on peut encore obtenir un filtrage convenable avec des bobines de choc dont la self-induction n'est pas suffisante par l'emploi de condensateurs plus grands. On peut facilement trouver ceux-ci dans le type électrolytique. L'industrie en fait de plus en plus usage.

La construction personnelle de bobines de choc à noyau de fer n'est intéressante que si l'on est équipé pour ce genre de travail et que l'on dispose du matériel nécessaire. Les données de la table suivante peuvent servir de guide en l'occurrence.

Transformateurs à basse fréquence. — Quoique le couplage par transformateur ait été remis à l'arrière plan dans ces derniers temps, par l'apparition des lampes multigrilles, il est encore assez souvent employé dans les schémas push-pull et dans les amplificateurs à triodes parce qu'il permet une meilleure utilisation de la tension d'anode disponible que le couplage à résistance.

Le couplage à transformateur est basé sur la transmission par induction. Les oscillations de tension appliquées à la bobine primaire

produisent par l'intermédiaires des lignes de force concentrées par le noyau de fer, de nouvelles tensions alternatives dans la bobine secondaire. Les tensions ainsi obtenues sont même plus hautes que celles du primaire si l'on a pris un transformateur avec un rapport de transformation convenable. Si, par exemple le primaire contient 10.000 spires et le secondaire 30.000, le rapport de transformation est de 1/3 et la tension de sortie sera environ 3 fois la tension d'entrée.

L'amplification d'une lampe dépend de la présence d'une forte résistance au courant alternatif (impédance) dans le circuit d'anode. En employant un grand nombre de spires, on peut amener facilement la bobine primaire à une forte impédance. Une grande bobine primaire limite l'influence des fréquences il y aura donc moins de perte dans les sons graves. Le nombre de spires n'est limité que par la résistance au courant continu qui augmente avec le nombre de tours et la capacité de la bobine. Tandis que la résistance ohmique produit une perte de tension, la capacité propre de la bobine constitue un court-circuit pour les sons aigus ce qui affaiblit la reproduction de ces derniers.

| N° | Nom | Schéma | Bobinage | Noyau et mandrin |
|----|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| 1 | Filtre | Fig. 57a | 8000 t 0,3 3ES | Bobinage plat 80 mm Ø extér. 20 mm Ø intér. 15 mm large sans noyau |
| 2 | Filtre 9 kHz | Bobine avec 3000 pF en série (entre anode et chassis) | raiture (1-7) 7 × 450 t 0,1 E | Noyau cubique |
| 3 | Self de filtrage 20 H/6 mA/160 Ω | — | 4000 t 0,3 E | Noyau feuilleté en fer Lamelles de 31 × 54 mm fenêtre 45 × 18 mm Section du noyau 18 × 18 mm |

En outre, la capacité de la bobine forme avec la self-induction un circuit oscillant qui produit de la résonance ce qui favorise certains groupes de sons. On peut encore obtenir une augmentation de la self-induction par l'emploi de noyaux de fer plus gros. Dans cet ordre d'idées, on atteint rapidement la limite maximum car les transformateurs deviennent vite extraordinairement lourds et encombrants. Les fabricants en sont arrivés, pour cette raison à l'emploi de qualités de fer présentant une haute perméabilité, par exemple le permalloy qui est un alliage de nickel et de fer. Lorsqu'on obtient une grande variation du champ magnétique avec une petite variation de la force magnétisante, il est possible d'atteindre une forte induction avec un petit noyau et un enroulement limité dont la résistance ohmique et la capacité propre sont de ce fait diminuées. Ce genre de transformateurs peut être employé comme toutes les oscillations entre 50 et 10.000 Hz ; la transmission est pratiquement égale pour tous ces tons. La tentative de renforcer l'effet par l'emploi de certains alliages magnétiques au lieu de cuivre pour l'enroulement semble devoir être très coûteuse.

La résistance du circuit secondaire (résistance interne de la lampe et résistance ohmique de l'enroulement) se fait sentir du côté de l'entrée dans le rapport du carré du rapport de transformation. Pour

cette raison, il est bon, derrière des lampes pour lesquelles il faut une haute résistance de sortie, de n'employer que des transformateurs avec un faible rapport de transformation. Derrière des lampes multigrilles (lampes à grille-écran et pentodes), on ne peut plus employer le couplage à transformateur car on n'atteint plus la valeur d'adaptation convenable, même approximativement. Par suite de la grande diversité des lampes, il faut des transformateurs avec différents bobinages d'entrée et différents rapports de transformation. Suivant leur emplacement dans l'appareil, on les appelle transformateurs d'entrée, de couplage ou de sortie. Pour la première espèce, le primaire est adapté à une détectrice, à un microphone ou à un pick-up ou encore à un détecteur à cristal ; les transformateurs de couplage sont employés pour la liaison entre le premier étage amplificateur basse fréquence et la lampe finale. Alors que les transformateurs d'entrée et de couplage travaillent en amplificateurs de tension sans avoir besoin de fournir du courant, le transformateur de sortie doit fournir une certaine énergie (tension \times courant). En outre, il sert de moyen d'adaptation du haut parleur à la lampe finale et comme protection des hauts-parleurs magnétiques éventuels contre des dommages possibles dus au courant d'anode. Dans les appareils alimentés sur réseau, surtout si c'est à courant continu, il constitue une protection contre les pointes de tension. Le noyau est généralement formé de fer ordinaire.

Le rapport de transformation des transformateurs d'entrée et de couplage diffère suivant le but poursuivi. Après une détectrice par grille, il s'élève à $1/3$ ou $1/5$; derrière un détecteur cristal, $1/9$ à $1/20$, après un pick-up ordinaire, $1/6$ à $1/10$ après un microphone (à batterie) $1/25$ à $1/50$. Entre deux étages d'amplification un rapport plus faible $1/3$ à $1/2$ suffit. Le rapport d'un transformateur de sortie est déterminé par la résistance du haut-parleur et la résistance interne de la lampe de sortie. Souvent, il est muni de prises supplémentaires au primaire et au secondaire pour obtenir un rapport de transformation adaptable. Dans les haut-parleurs modernes, le transformateur adéquat est fixé sur le bâti du haut-parleur lui-même. Cependant, le système le plus avantageux est l'emploi d'un transformateur universel à la sortie de l'appareil. Pour les transformateurs d'entrée et de couplage, il est vraiment difficile de juger si l'élément convient plus ou moins. En général, les transformateurs à faible rapport de transformation ont une bobine primaire qui présente une haute impédance et conviennent bien après une triode à forte résistance interne ; les transformateurs avec un grand rapport de transformation ont généralement une faible impédance et conviennent mieux pour une lampe à faible résistance interne. On ne peut cependant pas déterminer avec certitude, d'après le rapport de transformation, si la résistance du primaire et l'adaptation à une lampe déterminée seront exactement réalisées. On pourra prendre comme référence les données d'une firme connue et celles-ci se rapportent à des transformateurs avec noyaux en fer spécial ; avec un rapport de transformation de $1/3$, le primaire convient pour $10 - 25 \text{ k}\Omega$ avec un rapport $1/10$ pour $500-2000 \Omega$ avec un rapport $1/20$, pour 100 à 500Ω . Les transformateurs pour push-pull ont une prise médiane et leur nombre de spires total est le double de celui d'un transformateur ordinaire.

Tous les transformateurs doivent être raccordés au châssis pour éliminer les tensions qui prennent naissance dans le noyau ou dans le

blindage. Le blindage protège l'enroulement contre l'humidité et l'atteinte des outils ; il arrête le champ perturbateur local et celui des autres transformateurs et bobines de choc.

Les marques des bornes de connexion sont normalisées comme suit :

IP (extrémité intérieure du primaire) = blanc = pôle positif de la source.

OP (extrémité extérieure du primaire) = jaune = anode de la lampe.

IS (extrémité intérieure du secondaire) = rouge = pôle négatif de batterie de polarisation.

OS (extrémité extérieure du secondaire) = bleu = grille de la lampe.

Il existe encore d'anciens modèles qui ne sont pas marqués suivant cette méthode. Nous donnons ci-dessous un résumé des différentes marques :

| | Prim. int. | Prim. ext. | Sec. int. | Sec. ext. |
|---------|------------|------------|-----------|-----------|
| Görler | IP | OP | IS | OS |
| Ergo | PI | PO | SI | SO |
| Körting | PO | PI | SO | SI |
| Weilo | PO | PI | SO | SI |
| Nora | OP | IP | IS | OS |
| Ismet | P1 | P2 | S1 | S2 |
| Saba | P2 | P1 | S2 | S1 |
| DSW | PA | PE | SA | SE |
| Budich | + B | A | — V | G |
| Philips | + B | P | — C | G |

Si l'on achète un ancien modèle, il faut donc être très prudent lors de son emploi. Ils ont généralement un noyau trop petit et une mauvaise courbe de fréquence. Au contraire, les modèles appelés « concert » et « luxe » qui coûtaient jadis fort cher sont encore utilisables actuellement. Un amplificateur pour phonographe construit avec de pareils transformateurs est excellent, surtout lorsqu'on emploie les moyens modernes pour éviter la déformation linéaire (amplification inégale des différentes fréquences). Pour obtenir une bonne reproduction, il est toujours bon d'éliminer le courant continu du primaire d'après le schéma de la fig. 54a.

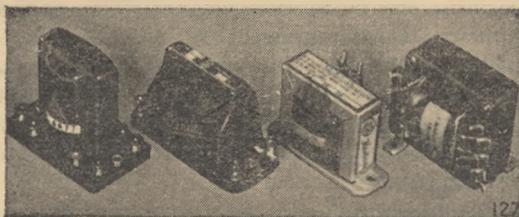


Fig. 127

La fig. 127 montre quelques transformateurs modernes. A gauche se trouve un transformateur d'entrée rapport 1/2, 3 avec noyau spécial en fer-nickel. Avec potentiomètre spécial livré avec le transformateur, on obtient, suivant l'installation, une des courbes de fréquence dessinées fig. 56 avec renforcement des tons graves et aigus ou une amplification

complètement régulière de toutes les fréquences. Par l'emploi de ce transformateur, on peut économiser un régulateur de tonalité séparé. Le transformateur suivant de la fig. 127 est un transformateur d'entrée ou de couplage avec noyau de fer spécial, dont le rapport de transformation est $1/3$. Il est très peu sensible aux perturbations, grâce à un double blindage (cuivre et fer-nickel). Le troisième transformateur est un transformateur de sortie et le quatrième est aussi un transformateur de sortie avec bobine horizontale et connexions latérales. C'est un transformateur universel qui peut être adapté à tous les haut-parleurs et à toutes les résistances de lampe finale qui se présentent en pratique. (voir fig. 93). Il peut aussi être utilisé comme transformateur pour obtenir rapidement n'importe quelle tension du réseau et ensuite dans toute la gamme audible ; on l'emploie même comme bobine variable dans le circuit oscillant d'un générateur d'ondes ultra-sonores (générateur à basse fréquence). Un amplificateur complet en push-pull est représenté fig. 128. A droite se trouve le transformateur d'entrée ($1/3$) de l'étage préamplificateur. Sur le transformateur de push-pull ($1/2$) se raccorde l'étage finale qui peut être exécuté au choix avec triodes ou pentodes de 3 à 9 Watts de dissipation d'anode. Le transformateur

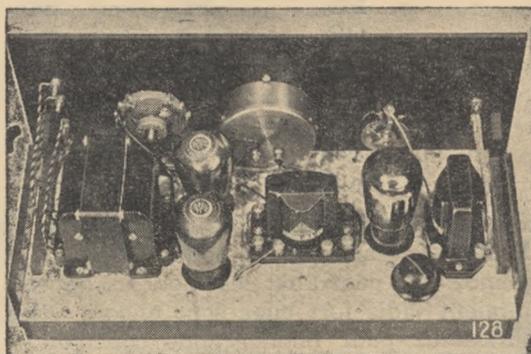


Fig. 128

de sortie est très largement dimensionné et a deux enroulements de sortie pour le raccordement de hauts-parleurs d'une impédance de 1500 à 4000Ω ou de 5 à 15Ω . A cause de l'interchangeabilité des lampes, la tension de polarisation est construite réglable ; les commutateurs et le milliampèremètre servent au contrôle du courant d'anode et pour la fixation du point de travail. En changeant les lampes, on peut adapter cet amplificateur d'essai à tous les cas. Les modèles ici représentés ne forment qu'un choix parmi les formes disponibles. Citons encore les transformateurs à basse fréquence enfermés dans une boîte de condensateur ou dans un boîte matière plastique.

La construction personnelle de transformateurs à basse fréquence est très difficile car les noyaux de fer-nickel nécessaires ne sont pas dans le commerce (cf M. Douriau « Calcul et construction de petits transformateurs »). Avec un noyau en fer ordinaire, le transformateur serait trop volumineux : pour l'enroulement, on devrait employer beaucoup trop de fil émaillé et l'on devrait enrouler la bobine dans 8 à 10 encoches pour abaisser suffisamment la capacité propre. Néanmoins, la transformation d'un transformateur d'entrée en transformateur d'adaptation d'un

microphone est très possible. Les enroulements primaire et secondaire restent inchangés, on enroulera un troisième enroulement d'environ 500 spires de fil émaillé 0,2 à 0,3 mm sur les deux autres avec une prise tous les 50 tours. Les anciens enroulements primaire et secondaire peuvent être utilisés comme secondaire et donnent avec le nouvel enroulement les rapports de transformation les plus divers. La fabrication personnelle d'un transformateur de sortie est plus facile à réaliser à cause de l'emploi possible d'un noyau de fer ordinaire.

Transformateurs d'alimentation. — Une espèce spéciale de transformateurs sert à prendre la force motrice au réseau alternatif. Le réseau alimente la bobine primaire et produit, dans le secondaire un nouveau courant alternatif. Par un rapport de transformation approprié, on peut obtenir d'un réseau à basse tension n'importe quelle tension secondaire. Dans un autre enroulement secondaire, on peut par transformation abaissant la tension, produire une tension plus basse mais avec un courant plus intense. Pour toute transformation, l'énergie absorbée est sensiblement égale à l'énergie restituée. Si, en partant d'un réseau à 110 Volts, on veut obtenir une tension de sortie de 330 V avec un courant secondaire de 50 mA, on prendra un transformateur avec un rapport 1/3 qui consommera au réseau environ 150 mA. En réalité, la consommation est un peu plus haute car la transformation s'accom-

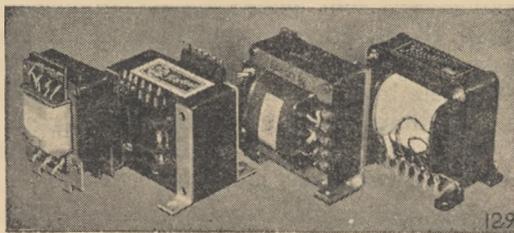


Fig. 129

pagne de quelques pertes, par exemple par la résistance ohmique, les courants de Foucault et le rayonnement. Les transformateurs modernes contiennent un enroulement primaire bobiné en plusieurs parties pour pouvoir adapter le transformateur à différentes tensions de réseau. L'enroulement secondaire contient un enroulement d'anode simple ou double, un enroulement de chauffage pour la redresseuse et un ou deux enroulements de chauffage pour les lampes de réception. Généralement il est encore prévu un enroulement de protection servant d'écran qui économise les bobines de choc dans la connection au réseau.

La fig. 129 représente différents transformateurs d'alimentation. La différence ne consiste pas seulement dans l'exécution, mais aussi dans la puissance. Ils sont tous montés sur un noyau en cadre de fenêtre et sont en outre caractérisés par la présence d'un enroulement de protection et l'absence de blindage extérieur qui empêcherait la dissipation de la chaleur. Le plus petit modèle fournit au secondaire 300 V 12 mA, 4 V/0,3 A et 4 V/1,3 A et est particulièrement prévu pour de petits appareils de contrôle ou de mesure et pour de petits récepteurs à ondes moyennes et courtes. Le transformateur suivant est remarquable par son noyau imposant, il fournit 2×280 V/50 mA, 2×2 V/1, 1 A et 2×2 V 5,5 A. Le transformateur suivant est construit sur le même

modèle mais fournit $2 \times 300 \text{ V}/60 \text{ mA}$. Du côté du réseau, les connexions se font sur des bornes à vis et du côté de la sortie, sur des languettes de soudure. Sur l'enroulement, en dessous d'une couche de matière transparente de protection, se trouve un schéma de connexion imprimé avec indication des intensités de courant que les différents enroulements peuvent supporter. Cette méthode est très utile car ainsi les données ne demandent aucune recherche. La même usine fournit un transformateur spécial avec un enroulement commutable de $2 \times 500 \text{ V}$ à $2 \times 300 \text{ V}$. A droite de la fig. 129 est représenté un transformateur d'alimentation de $2 \times 400 \text{ V}/60 \text{ mA}$ avec enroulement de chauffage $1 \times 4 \text{ V}/1,1 \text{ A}$, $2 \times 2 \text{ V}/3 \text{ A}$, $1 \times 4 \text{ V}/1 \text{ A}$. Le dernier enroulement est destiné à une lampe finale avec très haute polarisation de grille pour ne pas changer exagérément l'isolement entre filament et cathode des lampes précédentes (ronflement). Les bornes de connexion sont placées dans la direction du châssis pour obtenir des connexions courtes et éviter les possibilités de contact avec les mains. Les nouveaux transformateurs de chauffage ($4 \text{ V}/5 \text{ A}$ et $6,5 \text{ V}/2 \text{ A}$) pour l'emploi des lampes rouges et métal.

De bons transformateurs d'alimentation ne peuvent pas être bon marché, néanmoins, avant la guerre, leur prix a diminué de moitié. Parfois, on peut obtenir des modèles qui restent après que la fabrication d'un appareil du commerce est abandonnée. Les caractéristiques des enroulements sont généralement données sur une fiche adjointe à l'appareil. Si le transformateur a un noyau épais et un lourd enroulement, il est sûrement utilisable. On donnera la préférence à un transformateur un peu trop grand plutôt qu'à un transformateur un peu trop étroitement dimensionné car, lorsque l'on peut disposer d'une tension d'anode plus haute, on peut employer des bobines de filtrage moins chères avec une plus grande perte de tension.

Dans les appareils plus grands, on emploie généralement le double redressement. Le transformateur doit alors avoir un enroulement d'anode double, par exemple $2 \times 300 \text{ V}$. Il se peut que l'on dispose d'un ancien transformateur avec la même puissance mais pour une tension plus faible, par exemple $2 \times 165 \text{ V}$. Sera-t-on alors obligé d'acheter un autre transformateur ? Non, les deux enroulements d'anode peuvent être connectés en série et utilisés comme un enroulement simple dans un redressement simple. Les $2 \times 165 \text{ V}$ donneront $1 \times 330 \text{ V}$. La tension de sortie sera peut-être un peu plus vite diminuée que dans le double redressement, peut-être aussi faudra-t-il améliorer le filtrage, mais, en principe, ce genre de schéma fonctionne assez bien pour de petits récepteurs. Dans chaque cas, on peut employer de vieux transformateurs à faible tension de cette façon.

La fabrication personnelle de transformateurs d'alimentation n'est intéressante que si l'on dispose d'une provision de fil suffisante ou de plusieurs vieux transformateurs. Parfois, on peut se procurer à bon compte un transformateur endommagé chez l'un ou l'autre marchand. Les difficultés de la construction personnelle ne résident pas tant dans la recherche du matériel ni dans l'enroulement, mais bien plutôt dans la complication du calcul qui n'est simple que si l'on se contente d'approximations ce qui rend les résultants inexacts. Il en résulte que les tensions obtenues au fonctionnement s'écartent quelque peu de celles que l'on avait prévues. Un transformateur « home made » devra donc avant

son montage, être d'abord mesuré dans un montage d'essai. Dans le paragraphe sur la recherche des défauts, nous décrivons une installation de contrôle convenable.

Nous décrirons ci-dessous, en résumé, la fabrication personnelle des transformateurs d'alimentation.

En principe, on obtient le nombre de spire des enroulements de la fraction ci-dessous :

$$\frac{\text{tension (volts)} \times 100\,000\,000}{4,44 \times \text{fréquence réseau} \times \text{densité des lignes de force} \times \text{section du fer}}$$

Ici la fréquence du réseau sera remplacé par 50 Hz, la densité des lignes de force par cm^2 pour les tôles de transformateurs habituelles est posée égale à 10 000. Pour calculer plus aisément le résultat, nous supposons pour la tension et pour la section du fer, le nombre 1, on obtient alors :

$$\frac{1 \times 100\,000\,000}{4,44 \times 50 \times 10\,000 \times 1} = 45 \text{ spires}$$

par Volt et par cm^2 de section de fer.

Il en résulte que la section du noyau de fer a une grande influence sur le nombre de tours de l'enroulement. Pour calculer le noyau adéquat, il faut d'abord déterminer l'énergie traversante. Supposons, par exemple que l'appareil à alimenter soit un récepteur à 3 lampes (AF7, AF7, AL4) et une redresseuse AZ1. La plus haute tension anodique doit s'élever à environ 300 V avec une intensité de 50 mA environ. Suivant la fig. 102, il faut, avec une AZ1 environ 2×300 V de tension alternative. On peut donc calculer l'énergie à fournir par le transformateur en VA (volt-ampère)

- | | |
|--|------------|
| a) Enroulement d'anode 1×300 V/50 mA (il n'y a jamais qu'un enroulement qui travaille) | = 15,0 VA |
| b) Enroulement de chauffage de la redresseuse 1×4 V/1,1 A | = 4,4 VA |
| c) Enroulement de chauffage des lampes de réception (trois lampes, débruiteur 50Ω et 2 lampes de cadran) | |
| $0,65 + 0,65 + 1,75 + 0,08 + 0,6$ A = 1×4 V/3,73 A | = 14,92 VA |
| | 34,32 VA |
| donc environ | 34,4 VA |

De l'exemple précédent, on pourrait supprimer le débruiteur lorsque toutes les lampes sont à chauffage indirect. Pour la suppression de charges statiques, il suffit généralement de mettre à la terre la prise médiane ou une des extrémités de l'enroulement de chauffage. Si la lampe finale est à chauffage direct, le débruiteur est inévitable.

Un transformateur travaille toujours avec perte, le rendement s'élève à 75 à 80 %. Si l'on compte sur 80 % de rendement, on obtient pour l'énergie prise au réseau par le transformateur :

$$34,4 : 0,8 = 43 \text{ VA.}$$

La section du noyau sera alors égale à la racine carrée de 43 soit $6,557 \text{ cm}^2$.

Le noyau ne doit cependant pas être constitué de fer massif. Pour éviter les pertes par courants de Foucault, on emploie des tôles minces qui sont recouvertes de papier mince sur une des faces et laquées. Le

papier augmente naturellement peu la section, par conséquent, nous ne pouvons compter, dans ce noyau que sur une section de fer de 90 %. La section du noyau doit donc être augmentée à $6,557 : 0,9 = 7,285 \text{ cm}^2$. Cela correspond à un noyau dont la section est un carré de 2,7 cm de côté.

Les plaques qui constituent le noyau (fig. 130) peuvent être percées dans des mesures très différentes. On choisira de préférence des tôles dont le vide réservé à l'enroulement est assez long (fenêtre longue et étroite). Chaque tôle a une épaisseur de 0,5 mm et avec le papier 0,54 mm. Le facteur de remplissage du papier est donc de 8 %. En outre il faut tenir compte de la couche oxydée qui n'agit pas. On peut donc compter sur un facteur de remplissage total de 10 % ou 90 % de section de fer.

Avec une largeur de noyau de 3 cm on doit prendre un paquet de tôles de 2,43 cm ($2,43 \times 3 = 7,29$). Pour simplifier, nous prendrons 3 cm ce qui nous donne une section carrée plus facile à travailler. Il est vrai qu'on a alors une petite quantité de fil en plus mais cela constitue une bonne réserve comme on pourrait le constater en faisant le calcul en sens inverse. Nous pourrions ainsi, par exemple employer plus tard, au

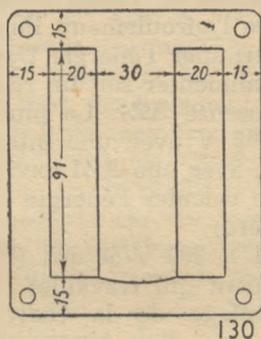


Fig. 130

lieu de l'AL4, une AD1 avec un préamplificateur AC2 (consommation supplémentaire 7 à 8 VA) ou transformer le schéma à amplification directe employé jusqu'ici en un super avec détection diode et plus forte amplification sans devoir changer le transformateur, moyennant peut-être une adaptation de l'enroulement de chauffage. Si l'on est certain de ne pas changer plus tard la charge, il n'y a aucun inconvénient à construire le transformateur avec un noyau minimum de $3 \times 2,5 \text{ cm}$; on ne descendra en tous cas pas en dessous de ces mesures.

De faibles écarts ne présentent pas d'inconvénient, mais un noyau plus petit augmente les pertes et le nombre de tours ; il faudra donc plus de fil et l'économie est alors illusoire. Comme nous devons décider des dimensions du noyau pour les calculs suivants, nous prendrons définitivement un noyau largement dimensionné de $3 \times 3 \text{ cm}$ de section. Ce noyau a donc, avec un facteur de remplissage de 10 % une section de fer effective de $8,1 \text{ cm}^2$ et pourrait, avec une consommation de 56,6 VA fournir environ 52,2 VA. Comme les transformateurs nécessaires pour les appareils moyens donnent environ entre 30 et 50 VA, les dimensions choisies dans l'exemple peuvent partiellement être employées sans changement. Une modification de l'enroulement peut être réalisée d'après ce qui suit. Même avec un enroulement entièrement

nouveau, le noyau est toujours utilisable.

Déterminons d'abord le nombre de spires des différents enroulements. La tension du réseau est de 220 V. Le noyau a, avec une section de 3×3 cm une section effective de $8,1 \text{ cm}^2$. Comme nous avons établi précédemment qu'il fallait 45 spires par volt et par cm^2 de fer, le nombre de tours du primaire sera :

$$\frac{220 \times 45}{8,1} = 1222 \text{ spires}$$

Pour un noyau de $3 \times 2,5 \text{ cm} = 6,75 \text{ cm}^2$ de fer, nous aurions obtenu 1467 spires et par suite n'aurions pas fait d'économie.

Pour les autres enroulements, nous pourrions de nouveau recalculer toute la fraction ; ce n'est cependant pas nécessaire, car le changement n'intervient que dans le numérateur, à savoir la tension. Nous calculerons donc d'abord le nombre de spires pour 1 Volt soit $1222 : 220 = 5,555$ et nous obtenons ainsi :

| | | | |
|---|-------------------|--------|--------|
| enroulement d'anode I | $300 \times 5,55$ | = 1667 | spires |
| enroulement d'anode II | $300 \times 5,55$ | = 1667 | » |
| enroulem. de chauffage p. la redresseuse | $4 \times 5,55$ | = 22,2 | » |
| enroul. de chauf. p. les lampes réceptrices | $4 \times 5,55$ | = 22,2 | » |

Ces nombres ne sont pas encore définitifs car il faut encore tenir compte de la perte de tension dans la résistance ohmique des conducteurs. La résistance d'un fil est d'autant plus faible que sa section est plus forte ; nous ne pouvons cependant pas aller dans ce sens aussi loin que nous le voudrions, car un gros fil a besoin de beaucoup de place. Il pourrait donc arriver que la bobine soit plus épaisse que ne le permet l'ouverture lui réservée dans les tôles. Il faudra donc éviter d'exagérer la dimension du fil, nous le prendrons seulement un peu plus gros qu'il n'est absolument nécessaire. La section minimum dépend du courant de charge. Celui-ci est connu pour les différents enroulements secondaires, mais pas pour le primaire. Le courant primaire peut cependant être facilement calculé en divisant la puissance absorbée par la tension du réseau il est donc :

$$43 \text{ VA} : 220 \text{ V} = 0,19545 \text{ A.}$$

Si le primaire est construit pour différentes tensions, p. ex. pour 110 et 220 Volts, il faut employer le fil plus gros nécessaire pour 110 V plutôt que celui qui convient à 220 V puisque l'intensité du courant pour l'enroulement à 110 V est plus forte.

En général, on compte sur une densité de courant de 2,5 A par mm^2 de section de fil. On calcule donc la section du fil nécessaire pour le primaire en divisant le courant de charge (A) par 2,5 ce qui donne $0,0782 \text{ mm}^2$. Avec cela nous pourrions commencer, mais nous devons connaître l'épaisseur du fil. La conversion est quelque peu embarrassante. Il faut diviser la section $0,0782$ par 3,14, extraire la racine carrée du quotient $0,0249$ soit $0,158$ et doubler celle-ci. Cela donne $0,316$ pour l'épaisseur du fil.

Pour éviter ce calcul, on peut utiliser la table des pages 220 et 221. Dans celle-ci on trouve l'épaisseur de fil à employer pour chaque courant de charge avec une densité de courant de 2,5 A ; ensuite, elle donne l'épaisseur de chaque espèce de fil pour différents isollements (émail, coton, soie en une et deux couches) et le poids du fil nu par km. Plus loin nous donnons encore, pour le fil émaillé de combien le diamètre

augmente avec un isolement complexe donc avec émail et couches textiles. Exemple : un fil de cuivre de 0,2 mm avec émail et double couche de soie (ESS) donne $0,27 + 0,02 = 0,29$ mm. Les données de la table correspondent aux normes de DIN.

Cette table simplifie le travail. Nous y lisons directement les épaisseurs de fil des différents enroulements.

Enroulement primaire = $0,19545 A = 0,32 = 0,35$ mm \varnothing

Enroulement d'anode = $0,05 A = 0,16 = 0,2$ mm \varnothing

Enroulement de chauffage pour la redresseuse = $1,1 A = 0,75 = 0,8$ mm \varnothing

Enroulement de chauffage pour les lampes réceptrices = $3,75 A = 1,4 = 1,5$ mm \varnothing

Les épaisseurs de fil de la troisième colonne sont des épaisseurs minimum. Nous prendrons la suivante ou une plus grande encore. Les épaisseurs choisies dans l'exemple sont en vente partout et peuvent supporter une charge quelque peu plus forte. Il est important de connaître le diamètre exact du fil disponible, car nous devons pouvoir calculer sa résistance ohmique d'après cette donnée. L'épaisseur du fil sera de préférence mesurée avec un micromètre (fig. 131). Un tour

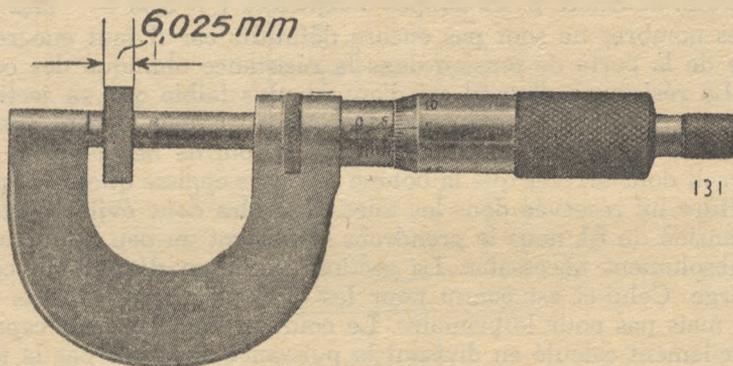


Fig. 131

du tambour marqué de 100 divisions correspond à une distance de 1 mm entre les mâchoires. Cet appareil de mesure indispensable est considéré comme très coûteux. Nous attirons cependant l'attention de nos lecteurs sur ce qu'on peut se procurer des micromètres avec une gamme de mesure de 100 mm à des prix raisonnables. On peut aussi, mais avec moins de précision, mesurer l'épaisseur du fil avec un compas à vernier (pied à coulisse) dont le vernier ne permet une lecture exacte qu'à 0,1 mm près. Si l'on ne dispose même pas de celui-ci, on peut enrouler un certain nombre de spires du fil disponible sur un crayon et mesurer la largeur de cet enroulement. Si l'on obtient p. ex. pour 40 spires de fil émaillé une largeur de l'enroulement de 21,5 mm, on a un fil de 0,535 mm d'épaisseur ce qui, suivant la table, correspond à un fil nu de 0,5 mm.

Maintenant, il faut examiner le genre d'isolement que nous devons employer. Avec l'isolement sous soie, l'enroulement est quelque peu plus épais et avec l'isolement au coton, il faut encore plus de place. Le fil émaillé tient le moins de place possible. Pour l'enroulement de chauffage on prend, de préférence, du fil avec double couche de coton,

pour les enroulements primaire et d'anode, le fil émaillé est préférable. Le fil émaillé avec simple couche de soie est très bon, avec celui-ci, il ne peut pas y avoir de court-circuit entre spires. En général, on emploiera toujours le fil émaillé avec simple couche de soie pour les fils minces jusqu'à 0,5 mm, pour le fil plus épais jusqu'à 1 mm on emploie le fil émaillé et pour des fils encore plus épais, les deux couches de coton. Le fil émaillé avec isolement sous soie coûte plus cher et l'enroulement est plus épais, mais le travail est plus facile. Le calcul précédent est basé sur du fil émaillé avec isolement sous soie puisqu'on a à sa disposition un espace suffisant pour l'enroulement. Quand le transformateur contient deux enroulements de chacun 400 ou 500 volts qui

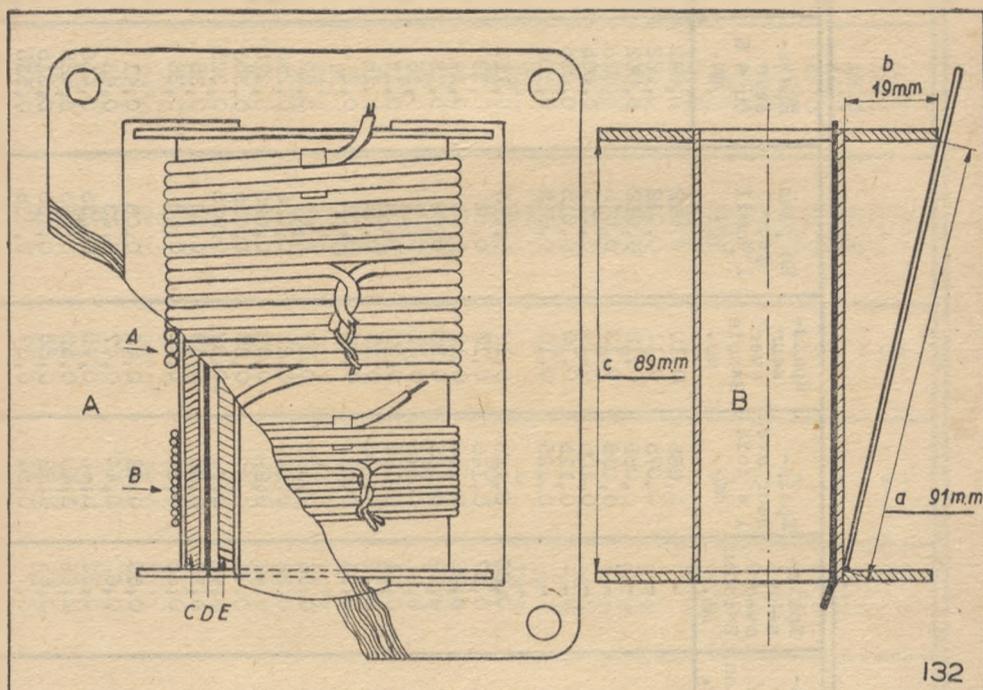


Fig. 132

- A = bobinage « filament » des lampes réceptrices
- B = bobinage « filament » de la redresseuse
- C = bobinage pour tension d'anode
- D = écran électrostatique
- E = bobinage primaire
- a = fenêtre b = hauteur des flasques
- c = largeur de la bobine.

doivent donner 50 VA, nous devons, avec les tôles prévues, abandonner l'isolement sous soie et prendre du fil simplement émaillé. On apportera les plus grands soins à l'enroulement et il est absolument nécessaire d'isoler chaque couche de la précédente par une couche de papier.

Jusqu'à présent, nous n'avons encore déterminé le nombre de spires qu'approximativement. Après avoir choisi l'épaisseur du fil, nous pouvons maintenant calculer les pertes dans le cuivre et compenser celles-ci par des spires supplémentaires. Auparavant, nous déterminerons approximativement les longueurs de fil. Dans la fig. 132A nous avons représenté le noyau avec la bobine. Le corps de bobine doit avoir au moins

| φ | Section mm ² | Epais- seur du fil nu mm. | Epais- seur avec 1×coton mm. | Epais- seur avec 2×coton mm. | Epais- seur avec 1 × soie mm. | Epais- seur avec 2×soie mm. | En plus pour l'émail mm. | Epais- seur Cu + E mm. | Résistan- ce par m. Ω | Poids du fil non isolé Kg. par Km. |
|---------|----------------------------|------------------------------------|--|--|--|---|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|
| 0,0018 | 0,00071 | 0,03 | - | - | 0,065 | 0,10 | 0,012 | 0,042 | 25,15 | 0,0063 |
| 0,00315 | 0,00126 | 0,04 | - | - | 0,075 | 0,11 | 0,012 | 0,052 | 14,2857 | 0,0112 |
| 0,005 | 0,00196 | 0,05 | - | - | 0,085 | 0,12 | 0,012 | 0,062 | 9,1 | 0,018 |
| 0,007 | 0,00283 | 0,06 | - | - | 0,095 | 0,13 | 0,015 | 0,075 | 6,31 | 0,025 |
| 0,0096 | 0,00385 | 0,07 | - | - | 0,105 | 0,14 | 0,015 | 0,085 | 4,64 | 0,034 |
| 0,0126 | 0,00503 | 0,08 | - | - | 0,115 | 0,15 | 0,015 | 0,095 | 3,55 | 0,045 |
| 0,0159 | 0,00636 | 0,09 | - | - | 0,125 | 0,16 | 0,015 | 0,105 | 2,809 | 0,057 |
| 0,0196 | 0,00785 | 0,1 | 0,2 | 0,26 | 0,135 | 0,17 | 0,015 | 0,115 | 2,275 | 0,070 |
| 0,024 | 0,0095 | 0,11 | 0,21 | 0,27 | 0,145 | 0,18 | 0,02 | 0,13 | 1,88 | 0,085 |
| 0,0283 | 0,01131 | 0,12 | 0,22 | 0,28 | 0,155 | 0,19 | 0,02 | 0,14 | 1,58 | 0,101 |
| 0,0332 | 0,01327 | 0,13 | 0,23 | 0,29 | 0,165 | 0,20 | 0,02 | 0,15 | 1,346 | 0,118 |
| 0,0385 | 0,01539 | 0,14 | 0,24 | 0,3 | 0,175 | 0,21 | 0,02 | 0,16 | 1,16 | 0,137 |
| 0,044 | 0,01767 | 0,15 | 0,25 | 0,31 | 0,185 | 0,22 | 0,02 | 0,17 | 1,01 | 0,157 |
| 0,05 | 0,02011 | 0,16 | 0,26 | 0,32 | 0,195 | 0,23 | 0,02 | 0,18 | 0,888 | 0,179 |
| 0,0635 | 0,02545 | 0,18 | 0,28 | 0,34 | 0,215 | 0,25 | 0,02 | 0,2 | 0,703 | 0,226 |
| 0,0786 | 0,03142 | 0,2 | 0,3 | 0,36 | 0,235 | 0,27 | 0,02 | 0,22 | 0,568 | 0,280 |
| 0,095 | 0,03801 | 0,22 | 0,32 | 0,38 | 0,26 | 0,29 | 0,025 | 0,245 | 0,47 | 0,338 |
| 0,123 | 0,04509 | 0,25 | 0,35 | 0,41 | 0,29 | 0,32 | 0,025 | 0,275 | 0,364 | 0,437 |
| 0,154 | 0,06158 | 0,28 | 0,38 | 0,44 | 0,32 | 0,35 | 0,025 | 0,305 | 0,29 | 0,548 |
| 0,177 | 0,07069 | 0,3 | 0,4 | 0,46 | 0,34 | 0,37 | 0,025 | 0,325 | 0,2525 | 0,629 |
| 0,201 | 0,08042 | 0,32 | 0,44 | 0,52 | 0,36 | 0,39 | 0,03 | 0,35 | 0,222 | 0,716 |
| 0,24 | 0,09621 | 0,35 | 0,47 | 0,55 | 0,39 | 0,42 | 0,03 | 0,38 | 0,186 | 0,856 |
| 0,284 | 0,1134 | 0,38 | 0,5 | 0,58 | 0,42 | 0,45 | 0,03 | 0,41 | 0,15748 | 1,01 |
| 0,314 | 0,1257 | 0,4 | 0,52 | 0,6 | 0,44 | 0,47 | 0,03 | 0,43 | 0,1422 | 1,12 |
| 0,346 | 0,1385 | 0,42 | 0,54 | 0,62 | 0,46 | 0,49 | 0,035 | 0,455 | 0,129 | 1,23 |
| 0,4 | 0,159 | 0,45 | 0,57 | 0,65 | 0,49 | 0,52 | 0,035 | 0,485 | 0,11236 | 1,42 |
| 0,45 | 0,181 | 0,48 | 0,6 | 0,68 | 0,52 | 0,55 | 0,035 | 0,515 | 0,0986 | 1,61 |
| 0,49 | 0,1964 | 0,5 | 0,62 | 0,7 | 0,54 | 0,57 | 0,035 | 0,535 | 0,091 | 1,75 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-------|
| 0,594 | 0,2376 | 0,55 | 0,67 | 0,77 | 0,59 | 0,63 | 0,04 | 0,59 | 0,0752 | 2,12 |
| 0,71 | 0,2827 | 0,6 | 0,72 | 0,82 | 0,64 | 0,68 | 0,04 | 0,64 | 0,0631 | 2,52 |
| 0,85 | 0,3318 | 0,65 | 0,77 | 0,87 | 0,69 | 0,73 | 0,04 | 0,69 | 0,05382 | 2,95 |
| 0,96 | 0,3848 | 0,7 | 0,82 | 0,92 | 0,74 | 0,78 | 0,04 | 0,74 | 0,0464 | 3,43 |
| 1,1 | 0,4418 | 0,75 | 0,87 | 0,97 | 0,79 | 0,83 | 0,05 | 0,8 | 0,0404 | 3,93 |
| 1,26 | 0,5027 | 0,8 | 0,92 | 1,02 | 0,84 | 0,88 | 0,05 | 0,85 | 0,0355 | 4,47 |
| 1,42 | 0,5675 | 0,85 | 0,97 | 1,07 | 0,89 | 0,93 | 0,05 | 0,9 | 0,03146 | 5,05 |
| 1,6 | 0,6362 | 0,9 | 1,02 | 1,12 | 0,94 | 0,98 | 0,05 | 0,95 | 0,0281 | 5,66 |
| 1,77 | 0,7088 | 0,95 | 1,07 | 1,17 | 0,99 | 1,03 | 0,05 | 1,0 | 0,02519 | 6,31 |
| 1,96 | 0,7854 | 1,0 | 1,12 | 1,22 | 1,04 | 1,08 | 0,05 | 1,05 | 0,02275 | 7,00 |
| 2,165 | 0,8659 | 1,05 | 1,17 | 1,27 | 1,09 | 1,13 | 0,06 | 1,11 | 0,02062 | 7,71 |
| 2,375 | 0,9503 | 1,1 | 1,22 | 1,32 | 1,15 | 1,18 | 0,06 | 1,16 | 0,0188 | 8,46 |
| 2,6 | 1,0387 | 1,15 | 1,27 | 1,37 | 1,19 | 1,23 | 0,06 | 1,21 | 0,01719 | 9,24 |
| 2,83 | 1,131 | 1,2 | 1,32 | 1,42 | 1,25 | 1,28 | 0,06 | 1,26 | 0,0158 | 10,07 |
| 3,07 | 1,227 | 1,25 | 1,37 | 1,47 | 1,29 | 1,33 | 0,06 | 1,31 | 0,01455 | 10,92 |
| 3,325 | 1,327 | 1,3 | 1,42 | 1,52 | 1,35 | 1,38 | 0,06 | 1,36 | 0,01344 | 11,81 |
| 3,58 | 1,431 | 1,35 | 1,47 | 1,57 | 1,39 | 1,43 | 0,06 | 1,41 | 0,01248 | 12,74 |
| 3,85 | 1,539 | 1,4 | 1,52 | 1,62 | 1,45 | 1,48 | 0,06 | 1,46 | 0,0116 | 13,70 |
| 4,13 | 1,651 | 1,45 | 1,57 | 1,67 | 1,49 | 1,53 | 0,06 | 1,51 | 0,0108 | 14,70 |
| 4,425 | 1,767 | 1,5 | 1,62 | 1,72 | 1,55 | 1,58 | 0,06 | 1,56 | 0,0101 | 15,73 |
| 4,72 | 1,887 | 1,55 | 1,7 | 1,81 | - | - | 0,06 | 1,61 | 0,00946 | 16,79 |
| 5,0 | 2,011 | 1,6 | 1,75 | 1,86 | - | - | 0,06 | 1,66 | 0,00888 | 17,90 |
| 5,345 | 2,138 | 1,65 | 1,8 | 1,91 | - | - | 0,06 | 1,71 | 0,00835 | 19,03 |
| 5,675 | 2,270 | 1,7 | 1,85 | 1,96 | - | - | 0,06 | 1,76 | 0,00787 | 20,2 |
| 6,0125 | 2,405 | 1,75 | 1,9 | 2,01 | - | - | 0,06 | 1,81 | 0,007424 | 21,4 |
| 6,35 | 2,545 | 1,8 | 1,95 | 2,06 | - | - | 0,06 | 1,86 | 0,00703 | 22,6 |
| 7,1 | 2,835 | 1,9 | 2,05 | 2,16 | - | - | 0,06 | 1,96 | 0,00629 | 25,2 |
| 7,86 | 3,142 | 2,0 | 2,15 | 2,26 | - | - | 0,06 | 2,06 | 0,00568 | 28,0 |
| 8,66 | 3,464 | 2,1 | 2,25 | 2,36 | - | - | 0,07 | 2,17 | 0,00515 | 30,8 |
| 9,5 | 3,801 | 2,2 | 2,35 | 2,46 | - | - | 0,07 | 2,27 | 0,0047 | 33,8 |
| 10,387 | 4,155 | 2,3 | 2,45 | 2,56 | - | - | 0,07 | 2,37 | 0,0043 | 37,0 |
| 11,31 | 4,524 | 2,4 | 2,55 | 2,66 | - | - | 0,07 | 2,47 | 0,00394 | 40,3 |
| 12,27 | 4,909 | 2,5 | 2,65 | 2,76 | - | - | 0,07 | 2,57 | 0,003637 | 43,7 |
| 13,27 | 5,309 | 2,6 | 2,75 | 2,86 | - | - | 0,07 | 2,67 | 0,003364 | 47,3 |
| 14,32 | 5,726 | 2,7 | 2,85 | 2,96 | - | - | 0,07 | 2,77 | 0,003125 | 51,0 |
| 15,4 | 6,158 | 2,8 | 2,95 | 3,06 | - | - | 0,07 | 2,87 | 0,0029 | 54,8 |
| 16,5 | 6,605 | 2,9 | 3,05 | 3,16 | - | - | 0,07 | 2,97 | 0,0027 | 58,8 |
| 17,67 | 7,069 | 3,0 | 3,15 | 3,26 | - | - | 0,07 | 3,07 | 0,00252 | 62,9 |

1 mm de jeu de chaque côté dans l'espace réservé à l'enroulement ; en longueur, il faut même davantage, car les tôles, pour leur introduction sur la bobine, doivent être pliées (fig. 132B). Pour pouvoir courber une tôle avec une ouverture pour l'enroulement (fenêtre) de 91 mm de long, sur un support de bobine de 19 mm de hauteur latérale, la longueur extérieure du corps de bobine ne doit pas avoir plus de 89 mm. Pour éviter des difficultés, nous prendrons une bobine de 88 mm de long et, si les flasques ont 1 mm d'épaisseur, il restera un espace libre de 86 mm pour l'enroulement. Pour éviter toute perte de matière, les tôles de transformateur sont actuellement estampées en forme d'E ou d'I. Ce genre de noyau n'a plus besoin d'être plié pour le montage sur la bobine et la longueur entière du noyau peut être utilisée. Le tube carré dont le noyau est entouré a une épaisseur de 1 mm et est recouvert d'une couche de ruban isolant ou de quelque chose d'analogue, puis vient l'enroulement primaire.

Le côté de la première spire est donc de 33 mm. Le fil émaillé sous soie de 0,35 mm du primaire, a, avec son isolement, une épaisseur de 0,42 mm. Dans une seule couche, on peut donc enrouler $86 : 0,42 = 204,8$ spires. Comme on ne peut cependant jamais réussir à placer les spires exactement jointives (surtout aux extrémités), on ne peut compter que sur une possibilité d'exécution de 85 %, on multipliera donc par 0,85 et l'on arrive à 174 spires par couche. Comme on a prévu 1222 spires, il faudra 7 couches (exactement 7,02). Chaque couche a pour épaisseur, celle du fil plus celle de la couche de papier. Avec 7 couches, on arrive à une épaisseur d'enroulement de 2,94 mm. Pour le papier, on ajoutera 20 % et l'on obtient 3,53 mm. L'enroulement extérieur aura, par conséquent, $33 + 7,1 = 40,1$ mm de diamètre. Le diamètre moyen de l'enroulement sera donc $33 + 3,53 = 36,53$ mm. La longueur d'un enroulement moyen avec un support carré sera donc $4 \times 36,53 = 146,1$ mm (avec un corps rond, il serait : $3,14 \times 36,53$). Pour l'enroulement entier, on emploiera donc :

$$1222 \times 146,1 = 178,53 \text{ m.}$$

Ce fil a une résistance de 0,186 Ω (voir table page 202) par m soit, en tout, 33,2 Ω . Pour le courant de charge, il se produit une perte de tension de $0,19545 \times 33,2 = 6,5$ Volts. Comme il nous faut 5,555 spires par volt, il faudra donc enrouler $5,555 \times 6,5 = 36$ spires supplémentaires. Le nombre exact de spires du primaire s'élève donc à $1222 + 36 = 1258$ spires. Pour placer celles-ci, il faut 7,2 couches. Nous compterons donc une couche de plus sinon nous devrions recalculer plus tard tous les enroulements suivants et nous n'en sortirions pas avec le fil. Le diamètre extérieur sera donc de 41,2 mm. Il faudra donc 6 m de fil de plus environ. La longueur totale du fil sera donc de 185 m. Si l'on n'a pas de fil d'avance, il faut en commander un peu plus, car il peut arriver que, par suite d'un enroulement un peu trop lâche ou d'un papier isolant plus épais, la longueur calculée ne soit pas suffisante. On ne remarquera pas cette influence dès la première couche, mais celle-ci se fera sentir de plus en plus avec chaque couche suivante.

Au-dessus du primaire, il vient une couche isolante de 1 mm d'épaisseur, au-dessus de laquelle on enroule une couche de fil émaillé de 0,2 mm avec une couche de coton. Une des extrémités reste libre et est soigneusement isolée et fixée dans la couche. L'autre extrémité est sortie pour être reliée plus tard au châssis. Ensuite, on place encore

une couche isolante de 1 mm d'épaisseur. Le diamètre de l'enroulement est donc devenu 45,9 mm. C'est le diamètre de la première couche de l'enroulement d'anode.

L'enroulement d'anode est double. Lorsque le transformateur est construit symétriquement, les deux moitiés doivent être entièrement égales, c'est-à-dire placées l'une à côté de l'autre. Pour cela, il faut un flasque supplémentaire au milieu. Il n'est pas intéressant de placer celui-ci sur la couche isolante. Sa fixation est très difficile. Si l'on veut bobiner ainsi le transformateur, le corps de la bobine lui-même doit porter ce flasque médian et le primaire doit aussi être partagé en deux. Pour faciliter le travail, nous bobinerons ici les deux enroulements d'anode l'un sur l'autre. Pour l'enroulement d'anode, on emploie du fil émaillé de 0,2 mm avec une couche de soie qui a une épaisseur totale de 0,255 mm. En une couche, on peut enrouler : $337,2 \times 0,85 = 287$ spires. Pour les deux enroulements, il faut donc $3334 : 287 = 11,6$ couches (2×6 couches). Avec une épaisseur de fil de 0,255 mm par couche et un facteur de remplissage de papier de 20 %, nous obtenons, pour les deux enroulements, une épaisseur totale de 3,7 mm. Le diamètre extérieur sera, par conséquent de 53,3 mm. Comme les deux enroulements reposent l'un sur l'autre, il faudra un fil plus long pour l'enroulement extérieur, il aura donc une plus grande résistance. Il faudra donc calculer les deux enroulements séparément. La bobine intérieure consiste en 6 couches et a, par conséquent, comme épaisseur la moitié de l'épaisseur totale, soit 1,85 mm. Cela donne comme diamètre extérieur 49,6 mm, le diamètre moyen d'une spire sera 47,75 mm et la longueur moyenne d'une spire 191 mm, la longueur totale du fil sera de $1667 \times 191 = 318,4$ m ; sa résistance sera de $318,4 \times 0,568 = 161 \Omega$; la perte de tension 8 V ce qui nous conduit à bobiner 45 spires supplémentaires. Le premier enroulement d'anode a donc définitivement 1712 spires. Cela nécessite 5,96 couches. Les 6 couches prévues conviennent donc exactement pour l'exécution de cet enroulement.

Pour le second enroulement d'anode, on obtient les chiffres suivants : diamètre moyen = 51,45 mm, longueur moyenne d'une spire = 205,8 mm ; longueur du fil 343 m ; résistance = 195Ω ; perte de tension 9,75 V, enroulement supplémentaire = 55 spires. Le second enroulement d'anode contient donc 1729 spires et remplit exactement les 6 couches.

Sur le second enroulement d'anode vient une couche isolante de 1 mm d'épaisseur ; là-dessus viennent les enroulements de chauffage. Le diamètre extérieur s'élève maintenant à 55,3 mm. L'enroulement de chauffage pour la redresseuse consiste en fil de cuivre de 0,8 mm sous double couche de coton qui donne au total une épaisseur de 1,02 mm. Pour les 22,2 spires il faut une largeur de bobinage de 28 mm. L'enroulement de chauffage des lampes réceptrices consiste en fil de cuivre de 1,5 mm avec double couche de coton. Ce fil isolé a une épaisseur de 1,72 mm et pour les 22,2 spires, exige une largeur d'enroulement de 48 mm. Les deux enroulements peuvent être placés en une seule couche l'un à côté de l'autre. Avec un noyau plus petit, cela n'aurait peut-être pas été possible. Dans ce cas, il aurait fallu placer les deux enroulements de chauffage l'un sur l'autre. On placera alors de préférence l'enroulement de chauffage des lampes réceptrices au-dessus, pour pouvoir le changer en cas de modification éventuelle des lampes du récepteur.

L'enroulement de chauffage de la redresseuse a, avec 22,2 spires et un diamètre d'enroulement de 55,3 mm, un diamètre moyen des spires de 56,32 mm, une longueur de fil de 5 m, une résistance de 0,178 Ω et une perte de tension de 0,2 V. Pour compenser celle-ci, il faut 1,1 spire de plus. On place 24 spires et l'on prévoit une prise médiane que l'on sort au milieu de l'enroulement, donc pas à travers le flasque. L'enroulement de chauffage des lampes réceptrices a, pour un diamètre de 57,02 mm et 5,06 m de longueur de fil, une résistance de 0,0511 Ω et 0,19 V de chute de tension ce qui exige aussi 1,1 spire de plus. Le nombre total de spires sera donc encore de 24. Cet enroulement est aussi exécuté avec prise médiane. Le transformateur est aussi terminé et son diamètre extérieur est de 59 mm.

Dans le cas où, faute de place, les deux enroulements de chauffage doivent être placés l'un sur l'autre, il est à craindre que les spires extrêmes de l'enroulement supérieur pour les lampes réceptrices ne débordent sur l'enroulement de chauffage de la redresseuse, car ce dernier est plus court par suite de la section moindre de son fil. Il faut alors remplir les vides à gauche et à droite de l'enroulement de la redresseuse avec du presspan ou du ruban isolant et placer sur le tout une couche formée de plusieurs tours de papier pertinax. On obtient ainsi une surface d'enroulement lisse et solide pour l'enroulement extérieur.

Vu la faible énergie à transformer, ce transformateur aurait pu être bobiné sur un noyau un peu plus petit. Cependant, la place réservée aux enroulements aurait aussi été plus petite. Il est toujours bon de prendre un espace d'enroulement plus grand, surtout avec un noyau en cadre de fenêtre, pour pouvoir y loger l'enroulement s'il se trouve être plus épais qu'on ne l'avait prévu. Dans ce cas, la consommation de fil augmente et l'enroulement de compensation ne suffit plus. Pour cette raison, on prendra l'habitude d'avoir toujours sous la main, pendant le bobinage, un pied à coulisse. Lorsqu'un enroulement est terminé, on ne coupe pas immédiatement le fil, on place d'abord une couche de papier par dessus et l'on mesure le diamètre atteint au moyen du pied à coulisse. Si ce diamètre est supérieur à celui que l'on avait prévu, on recalculera en partant du diamètre primitif précédemment mesuré et du diamètre extérieur que l'on vient de trouver, le véritable diamètre moyen et de là, la longueur du fil, sa résistance, la perte de tension et le nombre de spires de compensation. Généralement, on trouve comme résultat quelques spires de plus que ce que l'on avait prévu et on les enroule immédiatement. De cette façon, on peut corriger au moment le plus adéquat les petits écarts de construction.

Rien n'est plus agaçant qu'un doute qui surgit brusquement au milieu du travail ; l'isolement est-il suffisant ou faudrait-il mettre une couche de papier supplémentaire ?

On partira toujours de la différence de tension qui existe entre les deux points à isoler. Le fonctionnement normal est sans danger. Aux extrémités de l'enroulement d'anode I, par ex. règne une différence de potentiel de 300 V. L'enroulement est constitué de 6 couches et va de droite à gauche, ensuite, de gauche à droite, puis, de nouveau de droite à gauche, etc. On obtient ainsi à chaque extrémité de la bobine, des spires marginales entre lesquelles règne une différence de potentiel de 100 V. Pour celle-ci, l'isolement email-soie du fil, sans plus suffit déjà. Lors de la fermeture ou de l'ouverture des circuits, il se

produit toutefois des pointes de courant d'induction qui produisent une tension beaucoup plus élevée. Pour cela, on placera sur chaque couche une double couche de papier paraffiné ou imprégné de laque. Du papier mince pour machine à écrire trempé dans la paraffine fondue et refroidi ensuite, est un excellent isolant ; 10 feuilles de papier semblables n'ont qu'une épaisseur totale de 0,13 mm à peine. Le papier dit huilé ou laqué est, en réalité, verni et est encore plus facile à employer. Lorsque l'espace d'enroulement n'est pas trop grand et que le remplissage en isolant doit rester petit, on emploie le mince papier de condensateur en plaçant, après chaque deuxième couche, un isolement en toile huilée (Sterling). Lorsque nous ne savons pas de combien les couches isolantes vont augmenter le diamètre, nous placerons les feuilles à employer l'une sur l'autre, mesurerons l'épaisseur totale et la multiplierons par 2 si l'on n'emploie qu'une couche et par 4 si l'on en emploie deux. On obtient ainsi l'augmentation du diamètre. Voici encore quelques considérations sur la construction.

Les tôles du noyau sont découpées, laquées et recouvertes sur une des faces de papier mince. Le paquet de tôles sera formé de façon que

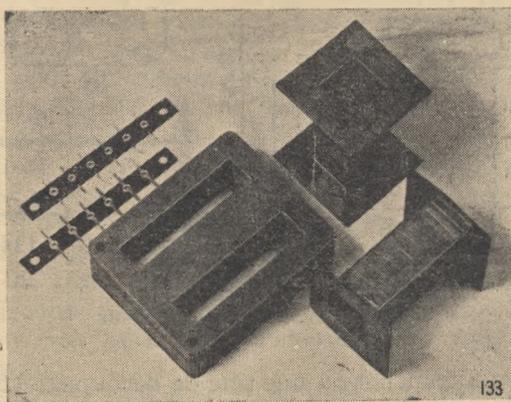


Fig. 133

toutes les couches de papier soient du même côté. Toutes les bavures seront enlevées, les tôles pliées seront redressées avec un maillet de bois. Avec de bons fabricats, on n'a pas à craindre ces défauts. Le corps de bobine n'est pas toujours livré avec le noyau. Si c'est nécessaire, nous devons le fabriquer nous-mêmes. On mesure d'abord le noyau. Supposons que ses dimensions soient exactement 30×30 mm. Comme le noyau est rarement facile à manipuler, nous fabriquerons un gabarit en bois de 30×30 mm. Le mieux est de construire ce gabarit en différents morceaux pour pouvoir facilement le retirer du support de bobine une fois terminé. La formation du gabarit en deux coins est très élégante mais difficile à bien réaliser. Le support de bobine est construit en presspan. La fig. 133 représente deux corps de bobines terminés. Celui qui est couché est formé de 4 bandes séparées de presspan de 1 mm d'épaisseur, collées ensemble. Pour éviter de coller ces bandes au gabarit de bois, celui-ci est recouvert d'une couche de staniol (papier d'étain). Le tube carré ainsi obtenu n'est pas très solide, car il n'est collé que sur les côtés. On collera encore deux couches de ruban de coton par dessus. Après avoir collé les deux flasques on renforcera les

joints intérieurs au moyen de bandes de coton. Avec de la colle de menuisier, on obtient une construction convenable. Le tube sera cependant encore enduit d'une double couche de vernis gomme-laque. Le corps de bobine représenté debout sur la fig. 133 est construit tout autrement. Le tube est formé d'une bande de presspan d'une pièce. Cette bande est découpée comme l'indique la fig. 134a; elle consiste en quatre cloisons a, b, c, d, et une bande supplémentaire e. En outre, on a laissé, à chaque côté, de petites bandes marquées de f à n. Les lignes suivant lesquelles le presspan devra être plié sont légèrement creusées en partie du côté interne, en partie du côté externe pour obtenir les rainures indiquées dans le dessin. Le tube est alors placé sur le gabarit en bois et fermé par le collage des surfaces a et e. On y enroulera une ficelle ou une bande de toile isolante pour laisser sécher convenablement les surfaces collées. Pendant qu'elles sèchent, nous découperons les deux flasques hors d'une plaque de presspan de 1 mm

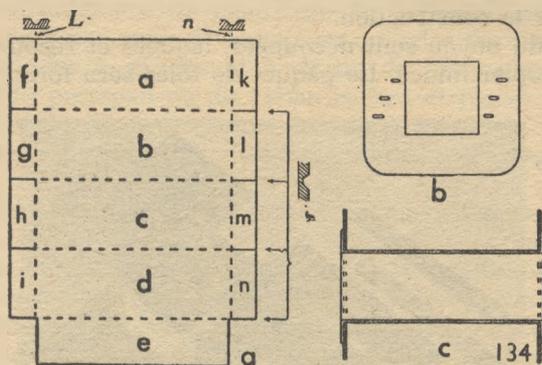


Fig. 134

Ln = creusé du côté extérieur
r = creusé du côté intérieur.

d'épaisseur avec un tranchet ou une scie de découpage (fig. 134b). Nous glisserons ensuite les flasques jusqu'à environ la moitié des bandes latérales, nous les enduirons de colle et glisserons les flasques à leur place. Ils doivent alors, vus de l'extérieur, se trouver un peu en arrière du pli. Après avoir enduit de colle la partie extérieure des parties à plier, nous les plierons et les placerons sur les parties extérieures des flasques. Nous les serrons ensuite au moyen d'un étau quelconque jusqu'à ce que tout soit sec. Dans la fig. 134c on voit une coupe longitudinale d'une bobine de ce genre. Les parois latérales ne doivent pas se décoller pendant le bobinage. Elles sont cependant deux fois plus épaisses et l'on perd, de ce fait, 2 mm de place pour l'enroulement. Si l'on craint que le tube ne se coupe lors de l'introduction du noyau, on peut, au lieu de la languette e, prévoir quatre bandes semblables. On obtient ainsi un double tube qui est particulièrement solide.

Si l'on emploie un corps de bobine avec des flasques simplement collés sur le tube, on fera le gabarit de bois exactement de la même longueur que le corps de bobine et l'on visse, après avoir placé les flasques, une planchette de triplex de chaque côté. Ces planchettes contiendront la pression longitudinale pendant le bobinage.

La sortie des fils constitue un problème important. Il n'est pas pratique de sortir les extrémités des fils le long des faces internes des

flasques, car celà présente des difficultés pour l'isolement des différentes couches avec du papier isolant. En outre, l'enroulement ne peut pas être mis bien à plat contre les flasques, il se produit des creux dans lesquels une spire peut facilement s'insinuer, venir se placer dans un enroulement situé plus bas et y produire des chances des courts-circuits. Il est préférable de sortir les extrémités par des ouvertures dans les flasques. Par suite des différences de grosseur des enroulements, il n'est pas possible de déternimer d'avance la place de ces ouvertures. D'autre part, il n'est pas à conseiller de faire ces trous pendant le bobinage, car on pourrait abîmer l'isolement des enroulements. Pour ces raisons, il vaut mieux de faire ces trous d'avance en leur donnant une forme allongée (fig. 134b). Là où les parties repliées du tube ont bouché ces trous, on les rouvrira avec une vieille lame de rasoir. Les fils minces se cassent facilement à l'endroit de leur sortie. L'emploi d'un tube isolant n'est qu'un moyen de fortune incertain ; il est préférable de souder les extrémités à un morceau de litze formé de torons nus et de sortir celui-ci dans un mince tube isolant. On obtient un morceau de litze très adéquat à cet usage en divisant un morceau de litze d'antenne ; on tordra ensemble 7 fils de 0,07 mm.

Avant de bobiner, on s'assurera que le corps de bobine complètement terminé s'ajuste bien au noyau, et, s'il s'agit de tôle en cadres de fenêtre, si on peut les glisser toutes sur la bobine etc. Ensuite, on remplacera le corps de bobine sur le gabarit de bois et l'on y vissera fermement les planchettes. On enroulera une couche de ruban isolant sur le tube. Ainsi, les angles sont quelque peu arrondis, la traction du fil est absorbée ce qui évite les ruptures et tient les premières spires bien en place. Il ne faut pas serrer la première couche de façon que le fil s'imprime dans la couche isolante si le fil pourrait casser lors de l'introduction du noyau ou par une dilatation du corps de la bobine. La matière du corps de bobine ne doit pas non plus être trop mince, pour la même raison, on emploiera des produits assez durs : presspan, colle, gomme-laque.

Le papier isolant doit être placé entre les différentes couches de telle sorte qu'il dépasse quelque peu le long des flasques. Si le papier est épais, on le coupera au bord au moyen de ciseaux. En tous cas, il faudra avoir soin de remplir tous les vides avec du papier de soie ou du fil de soie. Les enroulements inégaux ou ondulés seront rendus lisses en les entourant de papier pertinax (0,2 à 0,3 mm). Il est absolument nécessaire de bobiner couche par couche. Un bobinage en vrac présente des creux plus grands, est plus épais et produit facilement des ronflements et des courts-circuits.

Sur l'enroulement primaire, on place un isolement de 1 mm d'épaisseur. On le réalisera au moyen d'un couche de toile isolante et d'une couche de papier pertinax. D'autres couches isolantes de plus fortes épaisseurs pourront aussi se réaliser de la même façon.

Il peut arriver que le fil casse ou doit être soudé à un autre bout (prises intermédiaires). Les extrémités seront alors débarrassées de leur émail avec du papier de verre très fin. Elles seront tordues ensemble, les bouts inutiles coupés, la partie tordue sera placée sur un objet de métal ; on y dépose une solution de colophane et on étame le tout soigneusement sur un petit morceau de bois. Éventuellement, on aplatira les goutelettes de soudure superflues. Toute pointe ou bord coupant pourrait traverser le papier isolant et produire un court-circuit avec la

couche précédente ou suivante. La soudure sera placée dans un petit morceau de soie huilée plié en deux. Pour le bobinage subséquent, il faudra penser que le fil de cuivre qui a été chauffé au rouge (recuit) est devenu plus tendre et ne supporte plus la même tension qu'un fil étiré.

Assez souvent, dans les descriptions de construction, on donne le conseil d'imprégner la bobine terminée avec de la laque, de la cire ou du brais. Nous le déconseillons, car cela rend l'émail moins résistant. C'est l'émail rouge qui présente la plus grande résistance ; la tension de perçage est 10 % plus forte que celle de l'émail noir.

Les bouts d'un enroulement de chauffage, qui ne couvre pas toute la longueur de la bobine, seront fixés au moyen d'un fil de soie ou d'une mince ficelle. En tournant ce fil ou cette ficelle quelques fois autour du bout de fil de cuivre et deux ou trois tours autour de la bobine puis, en le liant solidement, l'enroulement ne se déroulera pas.

Les enroulements de chauffage très épais seront fixés par une boucle comme le montre la fig. 135. Un morceau de ruban de coton plié en deux est placé en-dessous de 4 à 5 tours de l'enroulement en question. On pousse le dernier tour dans la boucle et l'on tire l'extrémité b du ruban, en tenant le fil, jusqu'à ce que l'on ait amené le dernier



Fig. 135

tour contre les autres. De cette façon l'extrémité du fil ne peut plus se desserrer. De même, lorsqu'on commence le bobinage, on place le ruban autour du premier tour puis on bobine quelques spires dessus jusqu'à ce que l'on puisse tirer fortement sur l'extrémité b. Cette fixation au ruban est préférable à un nœud, à condition d'employer du ruban solide ; la toile isolante ne convient pas parce qu'elle ne glisse pas bien.

Le montage du noyau se fait en glissant alternativement les tôles à gauche et à droite. On couvre ainsi le joint. Lorsque le noyau semble entièrement rempli, il reste certainement encore quelques tôles. On les poussera doucement l'une après l'autre, parfois avec un maillet de bois. Pour cela, on essayera d'avoir des tôles à coins arrondis et au besoin on les arrondira à la lime fine. Le noyau doit être rempli très serré sinon les tôles ronflent pendant le fonctionnement. Cependant, les tôles ne doivent pas être poussées avec une force telle que le corps de bobine en soit abîmé.

Le noyau terminé sera serré avec des boulons émaillés ou isolés du noyau au moyen de toile huilée. En même temps, on fixera deux cornières de fixation à la partie inférieure et deux ou quatre cornières de support à la partie supérieure pour les plaques à bornes. Comme bornes de sortie, on emploiera des bornes à vis serrées dans un matériel isolant approprié (bakélite ou stéatite) et que l'on peut se procurer sous diverses formes. Des bandes de pertinax avec languettes de soudure serties (fig. 133) sont plus simples et moins coûteuses. Le transformateur d'alimentation est alors prêt à l'usage. Il doit cependant encore être soumis à un essai de charge et à une mesure des tensions.

Le bobinage à la main d'un grand nombre de spires est pratiquement impossible. On essaiera de construire une machine de fortune qui compte les tours pendant le bobinage. La fig. 136 représente une machine de ce genre. L'axe c est fileté sur la plus grande partie de sa longueur. La partie lisse repose dans deux paliers d et e qui sont fixés à un morceau de bois, fixé sur une planche par deux cornières h. La manivelle g est fixée par les écrous u1 et u2. L'écrou u3 empêche le déplacement longitudinal de l'axe ; au moyen d'un morceau de bois perforé ou de deux disques d'entraînement i, le corps de bobine sera fixé contre un quatrième écrou u4. Si c'est nécessaire, on emploiera encore un écrou supplémentaire. Après avoir fixé le corps de bobine, nous soutiendrons l'extrémité libre de l'axe dans une pièce de support f avec palier que nous fixerons au moyen d'un écrou à papillon p sur la cornière k. Les autres détails du dessin se rapportent au compteur de tours. On emploie un compteur de communications que l'on peut se procurer à bon compte chez les marchands qui liquident de vieilles installations téléphoniques. Le compteur contient un électro-aimant que nous n'utiliserons pas. Le bras d'armature y tourne autour d'un axe x. On le démonte et l'on soude sur la palette d'armature une plaquette épaisse en laiton r. On remonte ensuite l'armature et l'on fixe un ressort t au couvercle d'une part et d'autre part à la pièce r. Le comp-

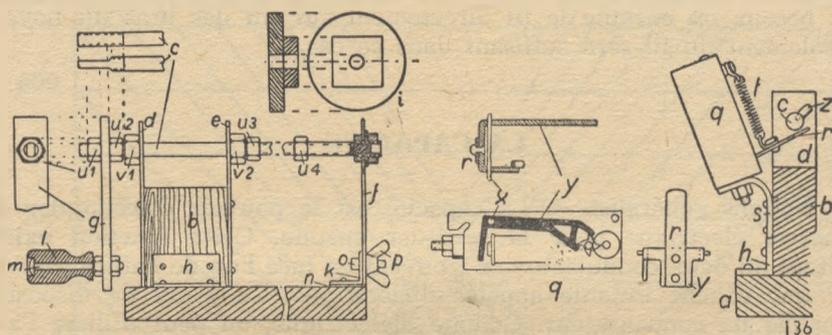


Fig. 136

teur est alors fixé au moyen du support s au bloc de bois b de façon que le bras r soit abaissé à chaque tour par la came z. De cette façon, le compteur marque une unité à chaque tour. Ainsi, on peut ramener le compteur à un nombre rond de début, voire même à zéro, sans devoir tourner longuement. Il suffit d'abaisser r avec le doigt et de le laisser revenir le nombre de fois voulu.

Pendant le bobinage d'une bobine avec flasque intermédiaire, celui-ci peut se déformer sous l'action de la pression latérale de la bobine. Si on ne le remarque pas à temps, l'espace d'enroulement de l'autre bobine sera devenu trop petit. Pour l'éviter, on fera bien, dès le commencement du bobinage, de fixer dans la partie inutilisée des morceaux de bois de longueur appropriée que l'on tiendra en place avec ficelle. Ainsi, le flasque intermédiaire sera soutenu et ne pourra plus être déformé.

On emploie parfois de petits transformateurs (transformateurs de sonnerie) pour lesquels il n'est pas nécessaire d'acheter un noyau spécial. On emploiera ici de petites tôles ordinaires de 0,3 à 0,5 mm que l'on enduira de laque après les avoir découpées et aplanies et sur

lesquelles on collera du papier mince. Du fil de fer recuit bien étiré droit et enduit d'émail peut très bien servir. Les bouts de fil ou les tôles doivent avoir au moins 30 cm de long car, après le bobinage, ils seront repliés autour du transformateur. Si l'on a employé du fil, on le repliera de tous les côtés sur la bobine de façon à former une espèce de cage. Entre les barreaux de cette cage, on sortira les extrémités de l'enroulement soigneusement protégées par un tube isolant. Il est très utile de lier ce manteau de fils avec de la toile isolante. Si le noyau est formé de tôles, on en plie la moitié à gauche et l'autre à droite en un anneau. Le noyau prend ainsi la forme d'un huit. Les extrémités des morceaux de noyau sont serrées ensemble dans une bague avec vis et écrou. Si l'on fait usage de fil de fer ordinaire, il faut augmenter les dimensions du noyau de 50 %. La raison en est que, avec cette espèce de fil de fer, on n'obtient pas une densité de lignes de force aussi élevée qu'avec les tôles de dynamo dont question plus haut.

Pour alimenter une lampe de signalisation ou de cadran, lorsqu'on ne dispose pas d'un transformateur ou lorsque celui-ci est déjà à sa pleine charge, il n'est pas nécessaire de démonter tout le transformateur pour y ajouter un enroulement supplémentaire. On tire le fil entre la partie extérieure du noyau et la bobine et l'on place assez de spires de fil avec double couche de coton pour que la lampe brûle assez clair. Au besoin, on enroule le fil directement sur un des bras du noyau. L'isolement du fil sera suffisant dans ce cas.

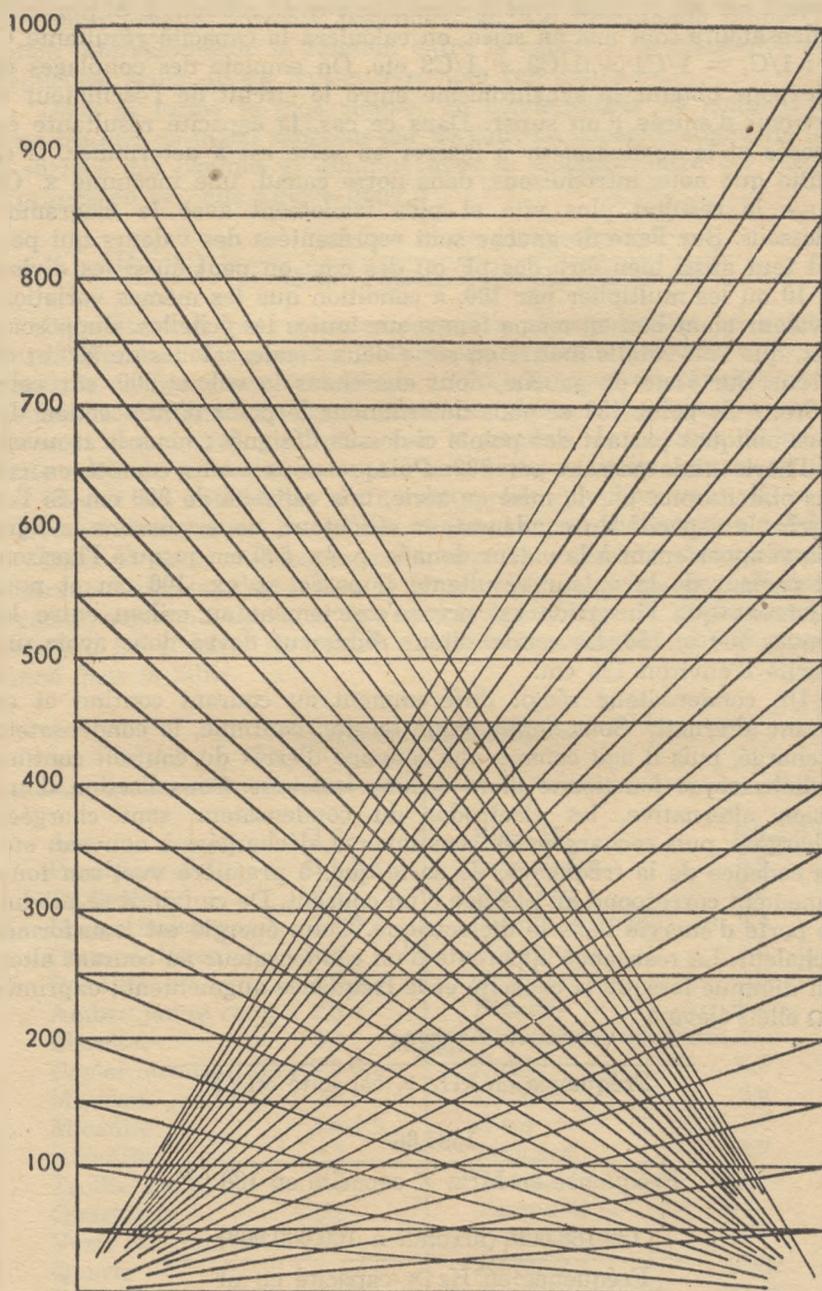
LA CAPACITE

Notions générales. — La capacité est le pouvoir d'accumuler de l'énergie électrique pour la restituer ensuite. Cette fonction existe partout où deux conducteurs se trouvent en face l'un de l'autre séparés par une couche isolante appelée diélectrique. Ce genre de dispositif s'appelle un condensateur. Comme diélectrique, on peut utiliser l'air, le mica, l'ébonite, le verre, la cire, le papier etc. Comme la terre peut généralement être considérée comme conducteur (humidité, minerais, charbon) tout corps métallique isolé possède une certaine capacité vis-à-vis de la terre. La capacité d'une sphère métallique de rayon égal à 1 cm est de 1 cm. Cette unité est encore utilisée actuellement ; cependant, le pF (picofarad) commence à s'introduire. L'unité réelle, le Farad, est beaucoup trop grande pour la pratique. Dans les récepteurs de radiodiffusion, on emploie souvent le μF (micro-farad), millionième de Farad.

Généralement, les capacités employées sont beaucoup plus petites. On les exprime en $\mu\mu\text{F}$ (micro-micro-Farad) ou pF, qui sont deux expressions équivalentes et représentent le millionième de 1 μF . A côté de cela existe l'ancienne unité, le cm. La conversion se fait sur la base suivante : $10 \text{ pF} (\mu\mu\text{F}) = 9 \text{ cm}$, $10 \text{ cm} = 11,1 \text{ pF}$.

Parfois, il est nécessaire de connecter ensemble des capacités pour obtenir des valeurs que l'on ne pourrait obtenir isolément. Des condensateurs en parallèle fournissent une capacité totale égale à la somme des capacités partielles utilisées. On peut, p. ex. obtenir une capacité de 800 cm en connectant en parallèle 3 condensateurs respectivement de 100, 300 et 400 cm. Si l'on connecte des condensateurs en série, on

obtient une capacité résultante plus petite que la plus petite des capacités partielles. Généralement, on n'emploie ainsi que deux condensateurs, p. ex lorsqu'il faut diminuer la capacité d'un condensateur d'accord pour la gamme des ondes courtes. En supposant un conden-



sateur variable de 500 cm et un condensateur fixe de réduction de 125 cm, on obtiendra la capacité résultante comme suit :

$$\frac{C1 \times C2}{C1 + C2} = \frac{500 \times 125}{500 + 125} = \frac{62500}{625} = 100 \text{ cm}$$

C'est la valeur maximum de la capacité du condensateur d'accord lorsqu'il est mis en série avec le condensateur de réduction. Si plusieurs condensateurs sont mis en série, on calculera la capacité résultante C_r par : $1/C_r = 1/C1 + 1/C2 + 1/C3$ etc. On emploie des couplages en série pour obtenir le synchronisme entre le circuit de l'oscillateur et le circuit d'entrée d'un super. Dans ce cas, la capacité résultante est imposée et le condensateur à insérer en série est à déterminer. Il en résulte que nous introduisons, dans notre calcul, une inconnue x . On trouve le résultat plus vite et plus facilement avec le diagramme ci-dessous. Sur l'axe de gauche sont représentées des valeurs qui peuvent tout aussi bien être des pF ou des cm ; on peut aussi les diviser par 10 ou les multiplier par 100, à condition que les mêmes variations de valeur aient lieu en même temps sur toutes les échelles. Supposons, p. ex. que l'on veuille mettre en série deux condensateurs de 900 et de 450 cm. Sur l'axe de gauche, nous cherchons la valeur 900, sur celui de droite, le point 450 et nous déterminons le point d'intersection des lignes obliques partant des points ci-dessus désignés ; nous le trouvons sur l'horizontale passant par 300. Puisque nous avons compté en cm, nous obtiendrons, par la mise en série, une capacité de 300 cm. Si l'on cherche la capacité du condensateur réducteur, nous suivrons la ligne oblique appartenant à la valeur donnée, p. ex. 500 cm jusqu'à l'horizontale partant de la valeur résultante imposée, p. ex. 100 cm et nous trouverons que l'insertion est presque exactement au milieu entre les obliques 100 et 150. Le condensateur réducteur devra donc avoir une capacité d'environ 125 cm.

Un condensateur réagit différemment au courant continu et au courant alternatif. Sous l'effet d'une tension continue, le condensateur est chargé, puis il agit comme une soupape d'arrêt du courant continu. Le diélectrique fonctionne alors comme isolateur. Sous l'action d'une tension alternative, les électrodes du condensateur sont chargées, déchargées, puis rechargées en sens inverse, déchargées à nouveau etc., à la cadence de la fréquence, de sorte que, à première vue, son fonctionnement correspond au passage d'un courant. De ce fait, il se produit une perte d'énergie dans le diélectrique. Cette énergie est transformée en chaleur. La résistance apparente d'un condensateur au courant alternatif diminue lorsque la capacité et la fréquence augmentent ; exprimée en Ω elle s'élève à :

$$159166$$

$$\text{Fréquence en kHz} \times \text{capacité en pF}$$

ou

$$1591,66$$

$$\text{Fréquence en MHz} \times \text{capacité en 100 pF}$$

ou

$$159.166.000 \text{ (arrondi à } 160.000.000)$$

$$\text{Fréquence en Hz} \times \text{capacité en pF}$$

Dans le diagramme de la page 106 on peut trouver la résistance au courant alternatif pour différentes capacités et fréquences. On cher-

che le point d'intersection entre les diagonales de capacité qui vont de droite à gauche et de bas en haut avec la ligne de fréquence verticale partant de la base ; on trouve la résistance sur l'axe de gauche à la hauteur du point d'intersection. Les valeurs y représentées comme celles qui résultent de la formule, ne se rapportent qu'à un condensateur sans perte ; elles peuvent cependant être utilisées sans plus pour le calcul de potentiomètres, circuits bouchons etc. Le diagramme donne une notion intéressante de la relation entre la capacité, la résistance et la fréquence, seule ou en liaison avec une self-induction.

Dans sa forme la plus simple, un condensateur ne contient que deux plaques de métal séparées par de l'air. La capacité augmente avec la surface des plaques et diminue avec la distance entre ces plaques exprimée en cm, elle s'élève donc à :

$$C \text{ (cm)} = \frac{\text{surface d'une plaque en cm}^2}{12,56 \times \text{distance des plaques en cm}}$$

On obtient de plus grandes capacités principalement en augmentant la grandeur des plaques. Celà présente parfois des difficultés pour placer le condensateur à l'endroit voulu. On peut atteindre le même résultat en augmentant le nombre de plaques. Le résultat obtenu ci-dessus est alors à multiplier par le nombre de plaques moins un. Cette méthode est aussi soumise à une certaine limite, car on ne peut pas choisir les intervalles d'air aussi petits que l'on veut. Il en est autrement lorsque, au lieu d'air, on emploie un diélectrique solide.

Dans la table ci-dessous, on trouve la constante diélectrique de différents isolants, c'est-à-dire le nombre qui exprime de combien la capacité augmente lorsque l'air est remplacé par le diélectrique en question. Le résultat du calcul est donc à multiplier par le nombre donné dans la table.

Constantes diélectriques

| | | | |
|-----------------------|---------|-----------------------|---------|
| Air | 1,0 | Sipa H | 5,0-5,5 |
| Paraffine | 2,1-2,2 | Porcelaine | 5,4 |
| Trolitule | 2,3 | Pertinax | 5,4 |
| Laque isolante | 2,3-3,2 | Trolite normale | 5,5 |
| Gomme laque | 2,6 | Fréquenta | 5,6 |
| Bakélite | 2,8-3,2 | Fréquentite | 5,9 |
| Ambre jaune compr. | 2,9 | Stéatite | 6,4 |
| Ebonite | 3,0 | Verre à base de plomb | 6,5 |
| Papier ou soie huilée | 3,0-5,0 | Calite | 6,5 |
| Mipolam | 3,4 | Calan | 6,6 |
| Micanite | 3,5-4,3 | Mica | 7,0 |
| Amenite | 3,5 | Mycalex | 8,2 |
| Trolite BC | 3,5 | Tempa N | 12,5 |
| Quartzgut | 3,9 | Tempa S | 14 |
| Verre de quartz | 4,2 | Diacond | 16 |
| Quartz | 4,7 | Kerafar | 18-88 |
| Trolitax I | 5,0 | Condensa N.F.C | 40-80 |

Coefficients de température

(variation de capacité en 10^{-6} pour 1° C entre 20 et 80° C)

| | | | |
|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Porcelaine | + 500 à + 600 | Tempa N | — 20 à — 40 |
| Calite-Calan | + 120 à + 160 | Condensa N | — 340 à — 380 |
| Fréquenta | + 100 | Kerafar T | — 400 |
| Mica | + 60 à + 100 | Kerafar S/U | — 600 |
| Diacond | + 50 | Kerafar R | — 700 |
| Tempa S | + 30 à + 50 | Condensa C/F | — 700 à — 740 |

L'expérience nous apprend que les isolants ne conviennent pas tous également. Comme les oscillations à haute fréquence agissent tout autrement que le courant continu, il arrive qu'un excellent isolant pour le courant continu ne convient pas pour la haute fréquence. D'autres produits ne conviennent que pour la haute fréquence. Entre ces deux cas extrêmes, il existe toute une série de produits qui conviennent bien pour les deux. Pour permettre une comparaison entre les produits, la perte dans le diélectrique est exprimée par un nombre. Dans la fig. 191 on trouve, pour chaque produit considéré, une courbe dont on peut déduire les pertes diélectriques pour des fréquences entre 1 et 50 MHz (300-6 m). Plus la courbe s'écarte de l'horizontale, plus les pertes sont élevées. De là, nous pouvons juger si un produit convient ou non pour être utilisé dans un appareil à ondes ultra-courtes.

Condensateurs variables à air. — Jusqu'ici, nous n'avons considéré qu'un condensateur dont la capacité reste invariable. Dans beaucoup de cas, il est cependant nécessaire de faire varier la capacité. On pourrait y arriver, par ex. avec un condensateur à deux électrodes, en faisant glisser latéralement l'une des plaques dans une paire de glissières. La capacité serait alors fonction des surfaces des plaques restées en face l'une de l'autre. Pour gagner de la place, les condensateurs sont, actuellement, généralement constitués de séries de plaques dont la capacité varie en faisant tourner un des groupes par rapport à l'autre.

Les condensateurs variables sont principalement employés dans les circuits à haute fréquence où ils servent à l'accord d'un circuit de résonance constitué avec une bobine. C'est en employant l'air comme diélectrique, qu'on obtient toujours les plus faibles pertes, c'est pourquoi les condensateurs d'accord sont presque toujours construits avec de l'air entre les plaques. Pour isoler le groupe de plaques fixe, on emploiera les meilleurs isolants car les pertes amortissent la résonance. La forme des plaques permet de déterminer l'augmentation de la capacité de la façon que l'on désire. Il n'est, en effet, pas indifférent de choisir cette augmentation quelconque.

Les plus anciens condensateurs variables étaient construits avec des plaques semi-circulaires (fig. 137 à gauche) et leur capacité augmentait donc linéairement, c'est-à-dire qu'elle augmentait proportionnellement à l'angle décrit. Si nous voulons, pour un circuit oscillant avec des plaques de condensateur demi-rondes, obtenir un diagramme sur papier millimétré qui soit une ligne droite, nous devons porter sur

l'axe horizontal (abscisses) les degrés de l'échelle (angle de rotation) et sur l'axe vertical de gauche (ordonnées) les carrés des longueurs d'onde. Si les longueurs d'onde étaient portées linéairement, la courbe serait une parabole. Les émetteurs répartis plus ou moins régulièrement sur la gamme des ondes, sembleraient donc, sur l'échelle d'accord d'un condensateur avec lames demi-rondes, être répartis très irrégulièrement. Pour régulariser le réglage de l'appareil, on a imaginé le condensateur à plaques rénales (fig. 137, deuxième à gauche).

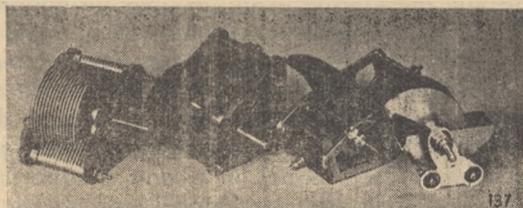


Fig. 137

Dans ces condensateurs, la capacité n'augmente pas proportionnellement à l'angle de rotation, mais suivant le carré de celui-ci. Dans ce cas, la courbe d'un circuit oscillant sera une ligne droite en portant sur l'axe des ordonnées les longueurs d'onde en m. La longueur d'onde de résonance varie donc proportionnellement à l'angle de rotation. En déterminant les points de la courbe correspondant à deux stations, et en les joignant par une ligne droite, on obtient la courbe et de là on peut déduire la position d'autres stations que l'on n'avait pas encore

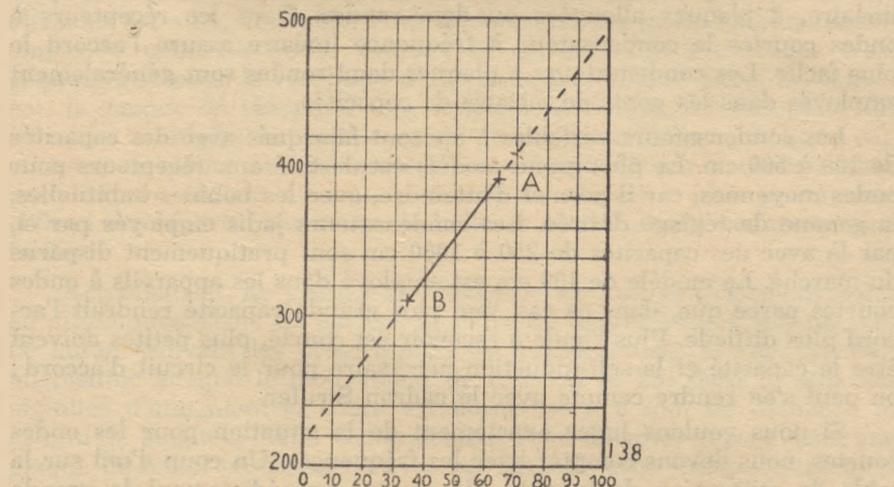


Fig. 138

reçues (fig. 138). Il suffit de dessiner les points déterminés et de les joindre par une ligne droite.

La répartition internationale des longueurs d'onde n'est pas basée sur la longueur d'onde en m, mais sur la fréquence en kHz. Il en est résulté la création du condensateur à courbe linéaire en fréquence (fig. 137, 3^e à partir de la gauche). La forme des plaques est choisie de façon que la courbe de résonance soit une ligne droite lorsqu'on

porte, sur l'axe des ordonnées, non pas la longueur d'onde, mais la fréquence. Ici encore, il suffit de connaître deux points pour déterminer la courbe.

La recherche de la simplicité de manœuvre conduisit au réglage monobouton ; on constata alors que le rendement d'un récepteur bien réglé pour un point situé au milieu de l'échelle devenait moins bon vers les extrémités. Cela montrait que le synchronisme ne se maintenait pas du côté électrique, malgré l'emploi de condensateurs bien synchronisés au point de vue mécanique et de groupes de bobines bien réglés. Ceci était dû à la capacité des connexions qui, malgré le montage le plus soigneux joue un rôle dans n'importe quel récepteur. Elle intervenait comme capacité en parallèle et était composée de la capacité propre de la lampe, du support de lampe, de la bobine, des connexions proprement dites et de la capacité inévitable du stator par rapport au châssis. Le condensateur dans lequel on a tenu compte de ces capacités supplémentaires s'appelle condensateur logarithmique (fig. 137 à droite). Avec ce genre de condensateur, la fréquence du circuit d'accord varie d'un même pourcentage avec l'angle de rotation. La courbe d'un circuit d'accord n'est plus une droite quand on porte les fréquences en ordonnées. En revanche, le synchronisme reste maintenu même pour d'autres bobines.

La principale différence des formes de plaques est la répartition des émetteurs sur l'échelle d'accord. Tandis que le réglage monobouton ou l'emploi d'une échelle lumineuse avec les stations écrites d'avance exige l'emploi de condensateurs logarithmiques, dans tous les autres cas, on peut employer des condensateurs disponibles à fréquence linéaire, à plaques allongées ou demi-rondes. Dans les récepteurs à ondes courtes le condensateur à fréquence linéaire assure l'accord le plus facile. Les condensateurs à plaques demi-rondes sont généralement employés dans les ponts de mesure de capacités.

Les condensateurs variables à air sont fabriqués avec des capacités de 100 à 500 cm. Le plus grand modèle est destiné aux récepteurs pour ondes moyennes, car il permet d'atteindre, avec les bobines habituelles, la gamme de réglage désirée. Les condensateurs jadis employés par ci, par là avec des capacités de 250 à 1000 cm sont pratiquement disparus du marché. Le modèle de 100 cm est employé dans les appareils à ondes courtes parce que, dans ce cas, une plus grande capacité rendrait l'accord plus difficile. Plus l'onde à recevoir est courte, plus petites doivent être la capacité et la self-induction nécessaire pour le circuit d'accord ; on peut s'en rendre compte avec le cadran Sirufer.

Si nous voulons juger exactement de la situation pour les ondes courtes, nous devons compter avec les fréquences. Un coup d'œil sur la table de conversion de la page 171 montre immédiatement la grande gamme de fréquences qui contient le domaine des ondes courtes. Si nous prenons la bobine à ondes courtes représentée au milieu de la fig. 122 et un condensateur de 500 cm, nous obtiendrons une zone de réception de 18 à 50 m environ, ce qui, à première vue, semble très petit, mais correspond, en réalité à une gamme de fréquence de 16 700 à 60 000 kHz soit 10 700 kHz, ce qui est beaucoup, en comparaison de la gamme de fréquence des ondes moyennes qui ne renferme que 1000 kHz. L'espace de l'échelle d'accord occupé pour un émetteur n'est donc plus que 1/11 de l'espace réservé à une station dans la gamme des ondes moyennes.

Il n'est donc pas étonnant que l'auditeur passe devant les émetteurs les plus faibles sans les entendre. On n'obtiendra des conditions de réglages convenables qu'en limitant la gamme de réglage. Comme la self-induction est invariable, on a donc été obligé de prendre la capacité aussi faible que possible. Pour cela, on peut employer deux méthodes. Ou bien on emploie un condensateur avec faible capacité, ou bien on diminue la capacité d'un condensateur normal de 500 cm en connectant en série un condensateur fixe. Comme la réception des ondes courtes ne sert que d'agrément supplémentaire, le condensateur de réduction est la meilleure solution. Au contraire, s'il s'agit de construire un poste spécial pour ondes courtes, on emploiera de préférence, un petit condensateur de bonne qualité. Dans le domaine des ondes courtes, une capacité de 50 cm suffira dans la plupart des cas ; pour la réception des ondes ultra-courtes, un trimmer de quelques cm de capacité suffira déjà.

Nous avons déjà dit plus haut que la capacité propre des connexions faisait sentir son influence dans le circuit d'accord. Cette capacité augmente celle du condensateur variable ; si, par exemple elle s'élève à 30 cm, avec un condensateur pour ondes courtes de 50 cm, on n'obtient pas une variation de capacité de 0 à 50 cm mais de 30 à 80 cm. On suppose ici que la capacité propre de la bobine et la capacité résiduelle du condensateur sont comprises dans les 30 cm. Dans la région des ondes moyennes, on recherche une faible capacité propre de tous les éléments pour ne pas troubler le synchronisme de l'accord et ne pas faire osciller les lampes multigrilles très sensibles. Dans les amplificateurs à haute fréquence pour ondes courtes, une capacité propre très faible des éléments est aussi désirable. Pour la détection par grille habituellement employée pour les ondes courtes, la capacité des connexions n'est gênante que pour la réception d'une onde très courte. Dans les autres cas, la gamme de réception sera simplement réduite. Le récepteur dit à bandes multiples fait même usage de cet inconvénient ; dans ce cas, on connecte même un condensateur fixe en parallèle sur le condensateur variable ; on obtient ainsi une gamme de réception plus petite mais celle-ci est répartie sur toute l'échelle et rend l'accord beaucoup plus facile.

Actuellement, les plaques de condensateur sont généralement faites en aluminium. Dans les anciens modèles on trouve encore des plaques de laiton. Suivant les prescriptions de normalisation, la capacité doit augmenter lorsque le mouvement de rotation se fait dans le sens des aiguilles d'une montre. L'axe est normalisé à 6 mm de diamètre et 25 mm de longueur libre. Généralement l'axe du rotor repose dans une plaque de métal en forme d'étrier sur laquelle sont fixées des plaques de céramique qui supportent le stator. Pour éviter que l'introduction de poussières dans les paliers de l'axe ne contrarie le passage du courant vers le rotor, on a presque sans exception prévu un second dispositif conducteur sous la forme d'un petit ressort spiral en argent neuf (maillechort) ou en cuivre. Les plaques extérieures du rotor sont fendues pour permettre, lorsque c'est nécessaire, d'obtenir une légère variation de la courbe de capacité. C'est notamment le cas dans les appareils à plusieurs circuits accordés où plusieurs condensateurs d'accord sont montés sur un axe unique pour obtenir le réglage monobouton. Beaucoup de condensateurs variables sont aussi construits de telle sorte que l'axe

puisse être sorti par le desserrage de deux vis. D'autres modèles ont des axes sortant des deux côtés.

Ceux-ci peuvent être accouplés au moyen de manchons d'accouplement (fig. 139). Ces manchons peuvent être rigides ou souples. Les manchons souples compensent de petits écarts de montage. Les vis de blocage doivent avoir une surface de contact pointue pour les axes en matière tendre et plate pour les axes en métal dur.

Des condensateurs séparés ainsi accouplés pour le réglage monobouton prennent beaucoup de place. On a construit des condensateurs multiples qui sont moins encombrants. Les différents compartiments qui correspondent à des condensateurs différents sont séparés par des cloisons intermédiaires et le tout est protégé par un capot contre la poussière de l'extérieur. Les plaques découpées par poinçonnage employées jusque là semblaient ne pas être assez raides. Pour éviter la tendance au ronflement, sans diminuer la précision de la courbe d'accord, on a imaginé une nouvelle méthode de fabrication. Les plaques du rotor et celles du stator sont actuellement reliées par moulage sous pression et fixées ensemble par de solides boulons ; le capot de protection a été réalisé en carton métallisé. Par suite de la faible distance entre les plaques (0,3 mm seulement) on économise beaucoup de place. Le synchronisme des différentes courbes de capacité est obtenu à l'usine en pliant légèrement les plaques extrêmes du rotor fendues à cet effet. Après

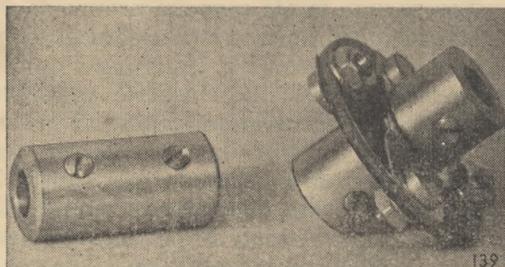


Fig. 139

leur montage dans l'appareil, le réglage à la partie inférieure de l'échelle s'obtient au moyen de trimmers supplémentaires rotatifs ou à pression, tandis qu'à l'extrémité supérieure de l'échelle, on règle par variation de la self-induction.

Il existe des condensateurs multiples avec axe en céramique. Les différents rotors sont ainsi isolés les uns des autres. Ceci est désirable dans les appareils avec A.V.C. et dans les schémas à circuits bouillons (avec circuit d'anode accordé). La plupart des modèles ont cependant un axe métallique commun. Avant d'utiliser ce genre de condensateur, il faudra donc vérifier dans le schéma si tous les rotors sont vérifiés au chassis. Si l'une des bobines d'accord se trouvait dans un circuit d'anode, cette liaison au chassis produirait un court-circuit de la tension d'anode. Dans ce cas, on insère dans la connexion entre la bobine et le rotor, un gros condensateur fixe avec isolement de première qualité ; si la capacité de ce condensateur fixe est assez grande (5000 à 10 000 cm) l'accord ne change pas malgré cette connexion en série.

Lorsque l'on emploie un condensateur variable dans un super, il faut prévoir une variation de la capacité d'accord. Tant que le circuit

d'entrée et le circuit d'oscillation sont accordés par des condensateurs séparés, l'écart des deux circuits n'intervient pas au premier plan. Au contraire, lorsque nous utilisons un condensateur multiple, avec lequel chaque capacité est obligé, par le fait de l'axe commun, de varier en synchronisme avec les autres, les deux circuits ne correspondent plus. L'emploi d'un condensateur avec une variation de capacité appropriée n'est pas possible, car un modèle de ce genre ne pourrait convenir que pour une bobine déterminée. C'est pourquoi on emploie, en général, un condensateur multiple ordinaire et l'on diminue la capacité du condensateur d'oscillation en lui adjoignant un condensateur fixe en série. Un trimmer est connecté en parallèle avec ce condensateur fixe pour avoir une certaine marge de réglage. Habituellement, la valeur de la capacité formée par le condensateur fixe et son trimmer est donné dans le schéma et souvent ces deux appareils sont montés sur la bobine d'oscillateur. Pour la calculer, on peut faire usage du cadran Sirufer. Après avoir déterminé la gamme d'accord du circuit oscillant par $f_0 + f_m = f_{osc}$, ainsi que le nombre de spires exigé de la bobine d'oscillation pour 50 cm environ, nous plaçons le curseur c sur ce nombre de spires et nous tournons le curseur b jusqu'à ce que l'autre limite de l'oscillateur apparaisse dans la fenêtre de c . Alors, le con-

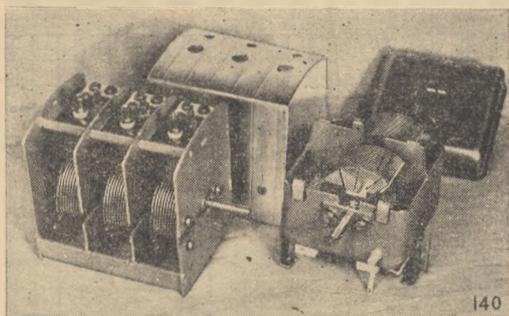


Fig. 140

densateur d'accord doit avoir une capacité maximum qui sera égale à celle que l'on lit dans la fenêtre de b . Comme la capacité est plus grande, on la diminuera par la méthode connue, c'est-à-dire en connectant en série une autre capacité. A cause du manque de précision du calcul, nous prenons un condensateur fixe avec un trimmer en parallèle. Le synchronisme restant à réaliser pour la formation de la moyenne fréquence peut être obtenu en pliant les plaques fendues extrêmes.

La fig. 140 représente des condensateurs d'accord modernes. A gauche, on voit un condensateur triple avec une capacité maximum de 3×530 pF. La gamme de réglage de chaque condensateur s'étend sur 511 pF, celle de chaque trimmer sur 40 pF. L'exactitude du synchronisme atteint $\pm 0,3$ %. L'isolement est fait au fréquenta. Les dimensions du châssis ne sont que de $108 \times 106 \times 83,5$ mm. Un nouveau type du même fabricant peut même être placé dans un espace de $101 \times 77,5 \times 61$ mm. Le modèle figuré à droite contient deux condensateurs réglables entre 25 et 523 pF. Ce type aussi a encore été réduit en dimensions. Les trimmers se trouvent à la partie inférieure. En employant ce condensateur avec le groupe de bobines réglées du même

constructeur, on peut réaliser l'accord sans plus avec les stations reprises sur l'échelle lumineuse construite pour cet ensemble. La fig. 141 montre à gauche un condensateur variable simple du type employé dans les récepteurs populaires. Il a une gamme de réglage de 544 pF et une capacité maximum de 558 pF. La précision de la courbe (fig.

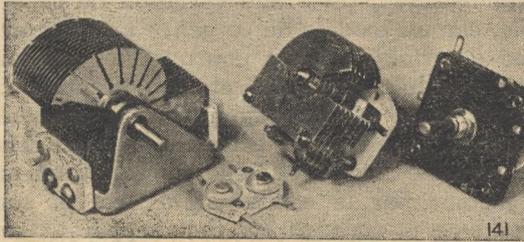
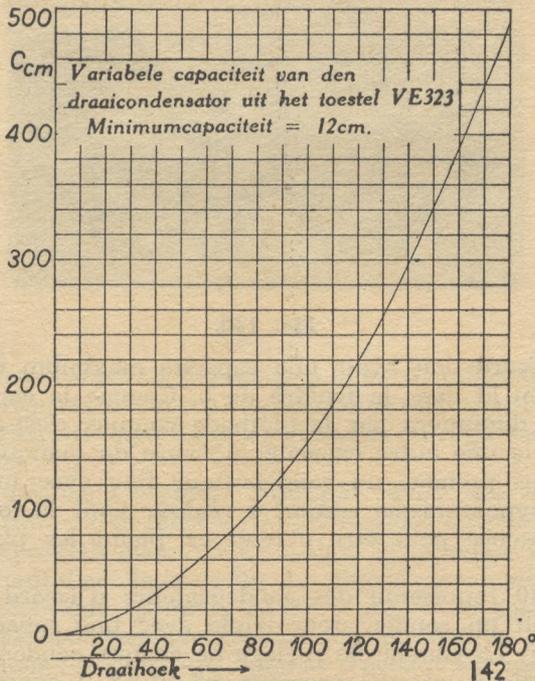


Fig. 141

142) s'élève à $\pm 1\%$. Ce type de condensateur bon marché, isolé au fréquenta convient très bien pour les appareils de mesures. Au milieu de la fig. 141 se trouve un condensateur variable pour ondes courtes avec plaques demi-rondes qui est divisé en deux groupes et peut donner une capacité finale de 25, 50 ou 75 cm suivant que les parties sont



Capacité variable du condensateur d'accord du VE 323
 $C_{min} = 12 \text{ cm.}$
Fig. 142

prises séparément ou ensemble. Il est ainsi possible d'adapter ce condensateur à n'importe quel usage pour ondes courtes. L'isolement est réalisé au moyen de calite.

Il n'est pas économique de construire soi-même des condensateurs

variables, car on a de nombreuses possibilités de s'en procurer à bon compte et de bonne qualité. Si l'on achète un condensateur d'occasion ayant déjà servi, il faut être prudent, car le réglage habituel de l'industrie qui consiste à plier les plaques extrêmes, peut avoir déformé la courbe d'une façon nuisible pour le but que nous poursuivons. Nous ne l'achèterons donc que si nous sommes capables de relever sa courbe et de la corriger. Parfois, nous pourrions vouloir remplacer l'isolant d'un vieux condensateur par un autre produit. Justement, les anciens condensateurs sont généralement assez bien construits pour mériter ce genre d'amélioration. Pour cela, il existe des pièces convenables

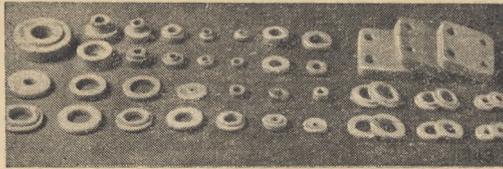


Fig. 143

faites avec le meilleur produit céramique. La fig. 143 à gauche montre des bagues en fréquenta et en calite, à droite, des bagues et des plaquettes en Ginorite. Les bagues ont différents diamètres et trous, et, en partie, un profil différent; elles peuvent aussi être fabriquées suivant une nouvelle forme. Au moyen de ces pièces détachées, on a rendu beaucoup meilleur le condensateur logarithmique de la fig. 144 et diminué ses pertes, en remplaçant les anciennes bagues en bakélite. Au montage, il faut bien veiller à ce que les plaques du stator n'aient pas bougé sinon la capacité finale peut être fortement modifiée. Un

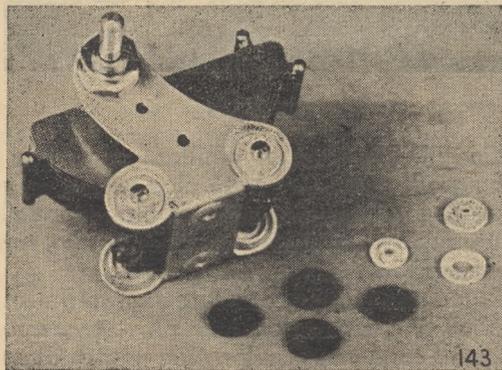


Fig. 144

autre produit pour l'amélioration de vieux condensateurs est la troilitule. Elle présente peu de perte et est facile à travailler. Cependant, comme elle est assez tendre et sensible aux hautes températures, elle est surtout employée pour la transformation de petits condensateurs pour la réception en ondes courtes et ultra-courtes. Le fait que la capacité est faible et que l'on n'est pas lié à une certaine courbe de capacité, puisqu'il n'est pas question de synchronisme, rend le travail plus facile.

Dans la gamme des ondes courtes, la résistance à la haute fréquence les pertes par diélectrique et les mauvais contacts se font sentir beaucoup plus fort que dans le domaine des ondes moyennes. Pour maintenir la résistance petite, on emploie du métal bon conducteur, p. ex. du laiton au lieu d'aluminium et, si c'est possible, on l'argente. L'ensemble des plaques doit être soudé, car les bagues intermédiaires d'un système de serrage à écrou ne serrent jamais assez pour éviter une oxydation avec le temps; les oxydes formés augmentent la résistance des conducteurs. On obtient de faibles pertes par diélectrique par l'emploi de matières isolantes convenables et en les plaçant aussi loin que possible des champs électrostatiques. Le contact entre le rotor et les bornes de connexion ne peut pas facilement être rendu exempt de perturbations. Les résistances supplémentaires formées par les oxydes varient continuellement pendant la rotation; ce qui produit un bruit de craquements. Un ressort spiral comme celui que l'on emploie dans la gamme des ondes moyennes, peut avoir une résistance sensible à la haute fréquence. Il est préférable d'employer un petit morceau de litze relié directement à l'axe. Il faudra aussi vérifier si l'axe ne passe pas un long palier (grande capacité résiduelle). Les paliers à billes et le mécanisme de manœuvre causent presque toujours des bruits. Pour cette raison, on préfère l'axe du condensateur à l'échelle de fin réglage au moyen d'une allonge isolante.



Fig. 145

Comme l'efficacité d'un circuit oscillant augmente lorsque la self-induction est plus grande et la capacité plus petite, on prendra la capacité finale juste suffisante pour atteindre la plus grande longueur d'onde désirée. La limite supérieure de la gamme d'onde sera d'autant plus grande que la capacité initiale est plus petite.

Dans le domaine des ondes ultra-courtes (en-dessous de 10 m), les remarques ci-dessus doivent encore être plus strictement observées. Il est bon de donner au condensateur les plus petites dimensions possibles pour rendre le champ électrostatique qui l'entoure aussi petit que possible. Par suite de leur faible capacité, les anciens condensateurs neutrodynes, peuvent encore être utilisés après transformation de l'isolement. Le détecteur à ondes ultra-courtes représenté fig. 209 contient des condensateurs neutrodynes montés sur plaques de trolitule.

Condensateurs variables à diélectrique solide. — En remplaçant l'air qui se trouve entre les plaques d'un condensateur par un diélectrique solide, on peut obtenir la même capacité avec des dimensions beaucoup plus petites. Ce genre de condensateurs peuvent servir pour le réglage du couplage d'antenne, de la neutralisation, pour l'accord

des circuits, des transformateurs moyenne fréquence ou pour les récepteurs portatifs et enfin comme trimmers. Comme diélectrique, on emploie le mica, l'ébonite ou la trolitule. Les trimmers modernes sont généralement construits en matière céramique avec insertion de métal ; ils sont aussi insensibles aux variations de température. Suivant leur grandeur, les trimmers ont une gamme de réglage de quelques cm à 80 cm ; les condensateurs variables sont fabriqués avec une capacité maximum de 250, 500 et 1000 cm. Comparés aux condensateurs variables à air, ils ne sont pas construits aussi solidement ; l'électrode mobile est réalisée en laiton élastique ou en tôle de cuivre et ils ne peuvent être étalonnés que très superficiellement. La forme des plaques est le plus souvent demi-ronde ou dépendante de la fréquence.

Cette dernière espèce a une capacité initiale très faible et convient particulièrement bien pour le couplage à réaction de lampes sensibles. La forme extérieure est plate et carrée. La liaison avec le rotor souvent isolée, a lieu au moyen d'un bout de litze ou d'un ressort spiral. Les trimmers ont un diamètre de 16 à 25 mm. Il est une nouvelle espèce de trimmers qui mérite une mention particulière et sert à compenser l'influence de la température sur des circuits étalonnés. On sait que la plupart des métaux et des isolants s'allongent par l'échauffement ce qui produit une variation de la self-induction ou de la capacité. L'influence de la chaleur des lampes ou des résistances sur les valeurs des mesures ou des étalons est inévitable, même avec un bon aérage. C'est pourquoi les ondemètres et les circuits étalons ne sont employés qu'après une demi-heure de fonctionnement pour que l'appareil soit bien échauffé et stabilisé. Il existe cependant, actuellement, des matières isolantes qui, par échauffement, produisent une diminution de la capacité au lieu d'une augmentation. Le Condensa, p. ex. se trouve parmi ces produits à coefficient de température négatif, comme le montre la table de la page 216. Un condensateur construit au moyen de ces produits, introduit dans un circuit comme capacité principale ou auxiliaire, peut compenser le coefficient de température positif de la bobine et des connexions. Pour être prêt à toute éventualité, on monte aussi, dans ces condensateurs, un disque en calite (à coefficient de température positif), de sorte que le réglage total s'étend d'une valeur positive à une valeur négative en passant par zéro. En réalité, ce genre de régulateur est un condensateur fixe dans lequel les capacités des disques de calite et de condensa sont connectées en parallèle. Par rotation, comme dans un condensateur différentiel, seules les parties des deux disques qui interviennent dans la capacité totale varient et par conséquent aussi, le coefficient de température, sans que la capacité totale change.

Dans la fig. 141 à droite, on voit un condensateur différentiel pour réglage de volume dans l'antenne. Son schéma est donné fig. 40g. Le rapport de réglage s'élève à environ 1/2000. La capacité de l'antenne est supposée de 200 cm.

Le condensateur est construit de telle sorte que la capacité entre l'antenne et le rotor est réglable jusqu'à environ 120 cm (pour d'autres types 240 et 360 cm), tandis que la capacité entre le rotor et la terre reste pratiquement constante pour compenser le dérèglement par la capacité antenne-terre. Si un autre circuit est encore inséré dans l'antenne, la capacité entre les séries de plaques doit encore rester constante ;

pour celà, on emploie une plaque rotorique de forme spéciale et qui présente un potentiel particulier vis-à-vis de la terre. La garniture métallique est en argent et par conséquent très stable. Le support est en calite, le disque en tempa C ou en tempa S. Les surfaces de contact sont très exactement dressées. Le double trimmer représenté fig. 141 à gauche en avant qui est construit de cette façon, montre, par comparaison avec les autres éléments, combien ces condensateurs sont petits.

Lors de l'achat de condensateurs variables à diélectrique solide d'occasion, il faut être très prudent, car l'aspect ne permet pas de juger de la qualité du diélectrique ni de la forme des plaques. Nous n'emploierons, autant que possible que des modèles avec augmentation lente de la capacité (fréquence linéaire) et avec les meilleurs isolants (mica ou trolitule).

Condensateurs fixes. — Par suite du grand encombrement d'un condensateur fixe à air, celui-ci est rapidement disparu du marché. La flexibilité du mica conduisit vite du condensateur à disque au bloc condensateur enroulé. Ces condensateurs fixes, enfermés dans de petits tubes, peuvent, par suite de leur faible poids et de leur encombrement réduit, être insérés sans plus dans les connexions. La trolitule en feuille est aussi employée comme diélectrique dans les condensateurs enroulés. Ces condensateurs se distinguent par leurs faibles pertes diélectriques. De la même façon, on a construit de petits condensateurs avec du papier comme diélectrique ; on les emploie lorsqu'il n'est pas nécessaire d'avoir des condensateurs à faible perte. Par suite de leur forte ressemblance avec d'autres condensateurs, il faudra avoir bien soin de ne pas confondre les différents types. Les condensateurs enroulés au papier sont fabriqués pour des capacités jusqu'à $1 \mu\text{F}$. Les condensateurs enroulés au mica peuvent être obtenus jusqu'à 10.000 pF ; ils sont en outre non inductifs et au-dessus de cette valeur ils sont encore montés avec une faible induction. Lorsque le condensateur est soumis à de hautes fréquences, il est absolument indispensable qu'il soit exempt de self-induction ; par conséquent, nous n'achèterons dans ce cas que des condensateurs non inductifs. Les condensateurs enroulés au papier sont communément fabriqués soit sans self-induction, soit ordinaires.

Les condensateurs fixes sont marqués, en ce qui concerne la capacité de façon très différente suivant leur provenance. La plupart portent la capacité en chiffres imprimés, certains portent des signes, anneaux, points etc. suivant leur fabricant.

On emploie aussi des plaquettes de mica, carrées ou rondes avec une couche d'argent de chaque côté et des languettes de soudure serties que l'on intercale dans les connexions. Ils sont réglables jusqu'à un certain point par le fait que l'on peut gratter une partie de la garniture. Certains ont la garniture métallique protégée par du mica, du carton ou un vernis spécial.

Dans ces derniers temps, les petits condensateurs céramiques sont de plus en plus appréciés parce que leur couche d'argent recuite ne s'altère pas avec le temps et qu'ils permettent d'économiser de la place à cause de leur forte constante diélectrique. La fig. 146 montre différentes formes de petits condensateurs céramiques. Dans tous ces condensateurs le produit céramique sert à la fois de support, de diélectrique et de protection sauf pour les deux derniers à droite. Ceux-ci contiennent des plaques de mica enfermées à l'abri de l'air et argentées.

La forme donne un moyen d'estimer la capacité car, dans la forme en disque (à gauche) on ne peut arriver, avec de la calite qu'à 3,5 pF, avec du Tempa S à 7 pF et avec du condensa N à 25 pF. Comme on ne peut pas reconnaître une matière céramique à sa propre couleur, on recouvre les condensateurs terminés d'une couche de laque colorée. On emploie le vert jusqu'au vert foncé pour la calite, le bleu jusqu'au bleu foncé pour le calan, le jaune foncé jusqu'au brun jaunâtre pour le condensa N, l'orangé plus ou moins foncé pour le condensa C, le

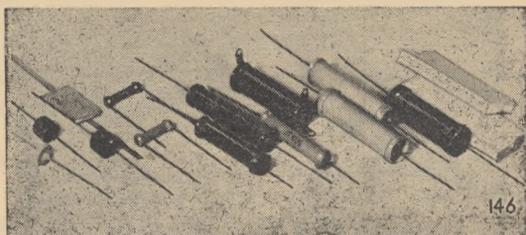


Fig. 146

jaune clair pour le tempa N, le gris argent jusqu'au gris foncé pour le tempa S et le vert clair pour les condensateurs enroulés au mica. Ces couleurs ne sont cependant pas encore bien standardisées et, précédemment, un autre fabricant a employé les couleurs suivantes :

Calite = jaune, Calan = blanc, Condensa = brun, Condensa C = noir. Les fils de connexion sont fixés pendant la fabrication.

La couche de laque colorée est un bon isolant et évite tout claquage ainsi que l'intrusion de l'humidité de l'air. Celle-ci modifierait le facteur de pertes diélectriques pour la haute fréquence et, par conséquent ferait varier la capacité. Pour l'emploi sous les tropiques où l'humidité de l'air atteint jusqu'à 80 %, les condensateurs sont montés dans des tubes de calite recouverts d'émail dont les extrémités sont rendues étanches par des capsules métalliques. L'émail éteint rapidement tout shuntage dû à l'humidité.

Les condensateurs montés en tubes de calite ne sont pas tous à diélectrique céramique ou au mica ; on emploie aussi le papier comme diélectrique surtout pour les grandes capacités. Ces condensateurs sont alors généralement remplis d'une masse isolante demi-liquide. De cette façon, on arrive à des dimensions très réduites. Un condensateur tropical de 1000 pF n'a qu'une longueur de 10 mm, un condensateur de 10.000 pF 17 mm seulement avec des capsules de 7 mm de diamètre.

L'achat de condensateurs céramiques ou au mica est toujours à conseiller. Cependant, nous mettons le lecteur en garde contre des fabricats de marque peu connue.

Condensateurs fixes à diélectrique en papier. — Pour que des condensateurs céramiques puissent rester maniables, il ne doivent pas avoir une capacité de plus de 1000 $\mu\mu\text{F}$. Les condensateurs au mica peuvent avoir une capacité 10 fois plus grande, mais alors ils deviennent très chers. Dans les récepteurs, on a besoin très souvent, de capacités de 0,1 à 10 μF et plus pour éliminer certaines fréquences dans les circuits de déparasitage et de filtrage. Pour ceux-ci, on emploie du papier imprégné de parafine comme diélectrique ; la qualité de cet

isolant, dans un endroit complètement abrité de l'air, est presque aussi bonne que celle du mica. En revanche, les pertes diélectriques sont assez grandes. Lorsque celles-ci doivent être évitées, on emploie des condensateurs enroulés en tube ou en forme de gobelet avec une feuille en matière artificielle (trolitule) comme diélectrique ; actuellement, ce genre de condensateurs est construit avec des capacités jusqu'à $0,5 \mu\text{F}$. La fig. 147 montre un condensateur au papier ouvert. On y remarque clairement les différentes couches — une feuille d'aluminium



Fig. 147

(électrode 1), deux feuilles de papier de condensateur (diélectrique), une feuille d'aluminium (électrode 2), deux couches de papier (isolant). Comme la dernière couche de papier vient, par suite de l'enroulement, en contact avec l'électrode 1, elle intervient aussi comme diélectrique de sorte que nous obtenons l'action de plusieurs électrodes. Le rouleau entier est enduit de paraffine et enfermé dans une boîte en tôle. Les bornes de connexion sont sorties soit sous forme de languettes, soit

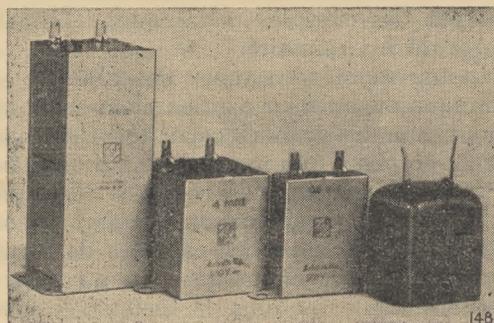


Fig. 148

sous forme de litze. La capacité et la tension de fonctionnement et d'essai sont imprimées sur chaque boîte. La dernière tension mentionnée doit être au moins égale à 3 fois la tension de fonctionnement surtout pour les blocs d'alimentation. Le claquage de l'isolement ne doit se produire que pour une tension égale à 8 à 10 fois la tension de fonctionnement.

Dans la fig. 148, on voit quelques condensateurs au papier de différentes valeurs. Les dimensions des boîtes sont normalisées, mais

le nombre de dimensions différentes est si grand qu'il n'est pas utile de les étudier spécialement. Le plan de construction ne pourra donc être établi qu'après achat de toutes les pièces détachées. Les condensateurs claqués peuvent être démontés et fournissent le papier qui est un isolant de première qualité que l'on peut utiliser pour le bobinage des bobines à basse fréquence et des transformateurs d'alimentation. Les grandes bandes d'aluminium peuvent servir d'antenne intérieure.

Condensateurs électrolytiques. — Les condensateurs enroulés ne peuvent être fabriqués sous une forme maniable que pour une capacité de quelques μF . Pour une reproduction naturelle, il faut des condensateurs de cathode dans la partie basse fréquence avec des capacités de 25 à plus de 100 μF . Pour une égalisation convenable du courant redressé pour le chauffage des filaments, il faut des condensateurs de plusieurs milliers de μF , car la bobine de choc a une très faible self-induction. Il n'est possible de réaliser de telles capacités dans un espace assez réduit qu'en employant des condensateurs électrolytiques. Dans ces condensateurs, on forme, par électrolyse, une couche diélectrique sur une électrode métallique. On distingue les condensateurs électrolytiques secs et d'autres à électrolyte liquide. Pour le type humide, l'une des électrodes est une spirale d'aluminium tandis que le récipient métallique forme, avec l'électrolyte liquide, l'autre électrode. Sous l'influence du courant électrique l'électrolyte forme une très mince couche d'oxyde d'aluminium sur l'électrode. Cet oxyde constitue le diélectrique et peut supporter une très haute tension. Si la couche d'oxyde est, par hasard, percée par une surtension subite, le condensateur n'est pas pour cela inutilisable. L'oxyde se reforme aussitôt que la surtension disparaît et l'élément redevient normal. Ce condensateur est polarisé, c'est-à-dire que son raccordement doit être réalisé dans un certain sens et ceci est un inconvénient. Les condensateurs électrolytiques disponibles dans le commerce sont généralement polarisés. Il existe cependant des condensateurs électrolytiques spéciaux pour appareils à courant continu où un condensateur électrolytique ordinaire serait détruit par une mauvaise position de la fiche de prise de courant. La boîte qui contient le condensateur électrolytique ne peut pas être étanche à cause de la production de gaz pendant la formation de la couche d'oxyde ; c'est un second inconvénient. Un condensateur à électrolyte liquide doit être monté verticalement, sinon il perd son électrolyte. Le type demi-sec est exécuté d'une façon quelque peu différente. Il consiste en deux bandes d'aluminium qui, après traitement électrolytique reçoivent une couche d'oxyde et sont enroulées avec une couche de papier absorbant l'humidité. Ce papier est imprégné d'électrolyte qui est ainsi maintenu fixe ; pour le montage d'éléments de ce genre, on a beaucoup plus de liberté.

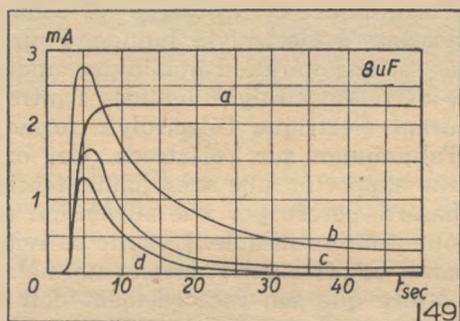
Dans les condensateurs électrolytiques, le diélectrique n'est formé que sous l'influence de la tension ; avec une tension croissante, il devient automatiquement plus épais ; pendant une longue pause, il redevient cependant moins épais et il est évident que cela a pour effet une certaine perte de courant.

On ne peut donc pas contrôler l'isolement d'un condensateur électrolytique comme celui d'un autre type. Si un condensateur électrolytique est resté longtemps sans courant, le courant de perte est, comme le montre la fig. 149, plus élevé immédiatement après sa mise en service

pour revenir progressivement à une valeur normale après une nouvelle formation. Pour le fonctionnement du récepteur, le courant de perte est sans importance ; il n'est que de 0,02 à 0,05 mA par μF pour 450 V.

Une autre particularité de ce type de condensateur est la dépendance de la capacité vis-à-vis de la tension. Lorsqu'on emploie un condensateur électrolytique pour une tension inférieure à la tension de service prévue, la couche d'oxyde devient plus mince et la capacité augmente. Lorsqu'on revient à la tension normale, le courant de perte augmente provisoirement jusqu'à ce que la couche d'oxyde ait repris son épaisseur normale sous l'effet de la production des gaz, ce qui rétablit son épaisseur normale. On ne peut cependant utiliser ces condensateurs sous une tension exagérée.

Les condensateurs électrolytiques sont toujours sensibles à l'influence de la température. L'électrolyte gèle à environ -10°C . Pour les appareils destinés à des expéditions ou les récepteurs qui doivent travailler en plein air dans des régions froides, on ne peut donc employer que des condensateurs au papier bien dimensionnés. Pour



a = 450 V — b = 6 semaines hors fonctionnement
c = deux semaines hors fonctionnement — d = après formation.

Fig. 149

des températures croissantes la capacité de charge d'un condensateur électrolytique diminue. Si donc on prévoit son emploi dans de hautes températures, il faut choisir un condensateur avec une haute limite de charge. Pour le montage, il faut un trou d'environ 19 mm de diamètre.

Les condensateurs électrolytiques ne peuvent pas être considérés, dans les appareils à courant continu et tous courants, comme un moyen de séparer les espèces de courants, car ils ne contiennent pas de diélectrique fixe. Ils ne conviennent pas non plus comme moyen d'éliminer les perturbations.

La fig. 150 représente deux condensateurs électrolytiques demi-secs pour haute tension et un électrolytique sec, dans un tube de carton, pour basses tensions. Le tube de gauche a une capacité de $8\ \mu\text{F}$ et est prévu pour une tension de service de 500 V. Le second a la même capacité mais est prévu pour une tension de service de 400 V. Dans les deux types, le pôle négatif est constitué par l'enveloppe et l'ouverture pour l'échappement des gaz est placée au-dessus du récipient. Le condensateur de droite a une capacité de $25\ \mu\text{F}$ sous une tension de service de 40 V et n'a pas de soupape.

Attention lors de l'achat ! Les condensateurs électrolytiques sont

encore relativement jeunes, leur développement n'est actuellement pas encore complet. Les anciens types pour hautes tensions de service sont remplis d'électrolyte liquide. Les types à basse tension des premières années ont une durée réduite ; leur résistance à la haute fréquence est d'environ 5Ω tandis que celle des éléments plus récents n'est que $1/10$ de cette valeur. Si un condensateur électrolytique est soumis à la haute fréquence, p. ex. dans des schémas réflex ou dans des amplificateurs

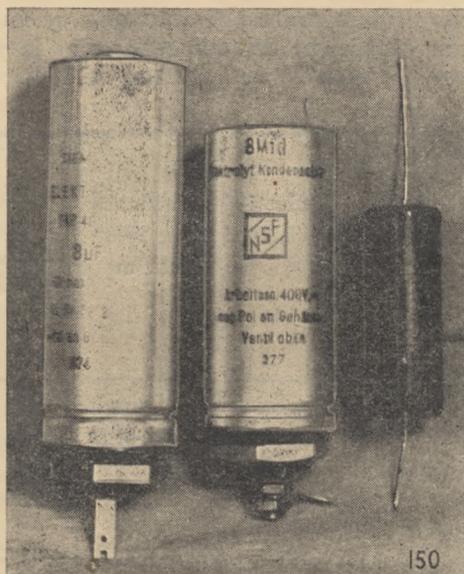


Fig. 150

haute fréquence ou moyenne fréquence qui servent en même temps de préamplificateurs basse fréquence pour pick-up, il est à recommander de connecter un gros condensateur au mica ($50\ 000\ \text{cm}$) en parallèle. Si, par raison d'économie, on est obligé d'acheter au prix le plus bas, il est préférable d'acheter des restants de l'industrie.

Résistances ohmiques et potentiomètres au néon

Les divers corps ont une conductibilité électrique très différente. Alors que quelques métaux conduisent très bien le courant, il existe d'autres corps qui ont une « valeur conductrice » tellement faible qu'on les a appelés isolants (ou conducteurs) et qu'on les emploie comme tels. Entre ces deux cas extrêmes, il existe une énorme quantité de corps qui conduisent plus ou moins bien le courant, ou, ce qui revient au même, présentent une plus ou moins grande résistance au passage du courant électrique. Il faut une « tension » pour vaincre cette résistance. Le travail ainsi produit est transformé en chaleur.

Nous employons des résistances pour obtenir à volonté des basses tensions d'une haute tension continue. Pour éviter un échauffement exagéré, les résistances doivent généralement posséder une grande section de passage du courant.

L'unité de résistance est l'Ohm (Ω). Il faut une tension de $1\ \text{V}$ pour produire un courant de $1\ \text{A}$ dans un circuit dont la résistance est

de 1Ω . Comme la résistance d'un conducteur dépend, non seulement de la matière employée, mais aussi de la température, on a déterminé la résistance spécifique de chaque produit pour 1 m de long, 1 mm² de section et 20° C. Au moyen de ce nombre caractéristique, on détermine la résistance d'un conducteur en le multipliant par la longueur (en m) et en le divisant par la section (en mm²). Pour des variations de température, il faut encore opérer une rectification au moyen du coefficient de température. Dans la table ci-dessous, nous avons réuni les principaux produits utilisés comme résistance avec leur conductibilité, leur résistance, leur coefficient de température et la variation de leur résistance pour une élévation de température de 100°.

| CONDUCTEUR | Conducti- bilité à 20° C m, $\Omega \times \text{mm}^2$ | Résistance $\Omega \times \text{mm}^2$ par m | Coefficient moyen de température de 0 à 100° | Variation de résist. en % pour une éléva- tion de tempér. de 20° à 100° C |
|--|---|--|---|--|
| Cuivre, doux | 58 | 0,17 | +0,0043 | |
| Cuivre, dur | 56 | 0,018 | +0,0038 | |
| Argentan (60 % Cu, 17 % Ni, 2 % Zn) | 3,3 | 0,3 | +0,00035 | +2,8 |
| Nickeline (67 % Cu, 31 % Ni 2 % Mn) | 2,5 | 0,4 | +0,000106 | +0,85 |
| Manganine (84 % Cu, 4 % Ni 12 % Mn) | 2,2 | 0,45 | +0,00002 | |
| Constantan (54 % Cu, 46 % Ni) | 2 | 0,5 | -0,00003 | -0,24 |
| Chrome-nickel (sans fer) (80 % Ni, 20 % Cr) | 0,94 | 1,06 | +0,000142 | +1,13 |
| Chrome-nickel (avec fer) (62 % Ni, 15 % Cr, 23 % Fe) | 0,89 | 1,12 | +0,000152 | +1,16 |
| Graphite | 0,05-0,01 | 20-100 | -0,0002 à | |
| Charbon de lampe à arc | 0,015 | 65 | -0,0007 | |

De cette table, il résulte que les corps ont une résistance très différente. Le chrome-nickel ferreux et le charbon sont employés dans la fabrication de résistances à haute valeur ohmique. Les résistances de mesure sont exécutées en constantan car le coefficient de température négatif de cet alliage rend le montage plus indépendant de la température. Dans les appareils de radio où tout échauffement inutile est indésirable, nous prenons des résistances admettant de fortes charges et maintenons la température assez basse en employant des surfaces de refroidissement et une circulation d'air bien étudiée. La variation de résistance ainsi obtenue est si petite qu'elle est pratiquement inopérante.

Le calcul des expressions :

courant = tension : résistance ou

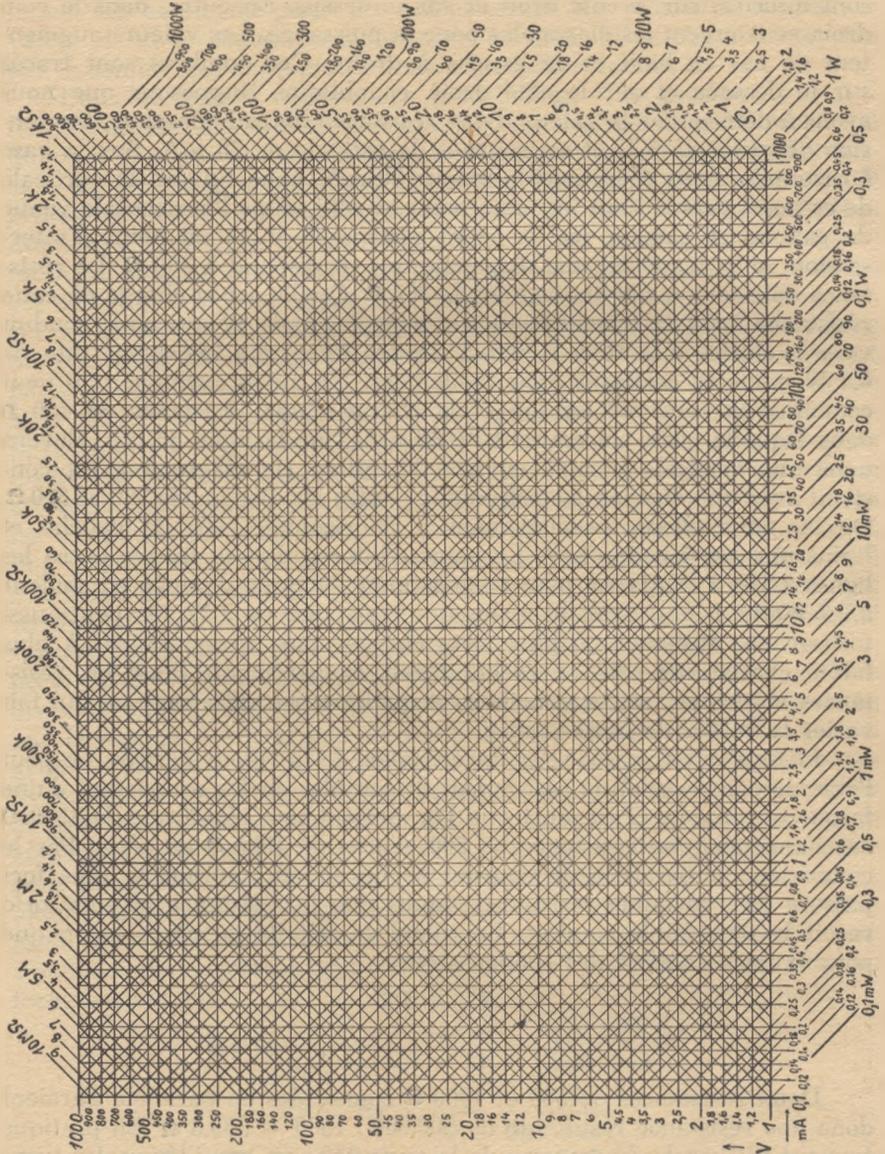
tension = courant \times résistance ou

résistance = tension : courant ou

puissance = courant \times tension ou

tension \times courant ou

tension \times tension : résistance



doit se faire avec des A, V, Ω ou W. Le calcul est rendu plus difficile par la présence de hautes tensions ou de faibles courants. Les relations les plus courantes entre courant, tension et résistance peuvent cependant être très facilement calculées mentalement en exprimant leurs valeurs en mA, kV et k Ω . Le calcul de la puissance peut aussi être simplifié ; on multiplie le nombre de V par le nombre de mA et l'on

divise le résultat par 1000 (en déplaçant la virgule). Généralement, un calcul très exact n'est pas nécessaire, nous lirons alors la valeur cherchée sur le diagramme ci-dessus. Sur l'axe horizontal on porte les intensités de courant en mA. L'axe de gauche porte les tensions. Dans le rectangle formé se trouvent les valeurs des résistances correspondantes en diagonales (lignes obliques) sur lesquelles les valeurs augmentent de bas en haut et de droite à gauche. Les valeurs des résistances sont inscrites sur le côté droit et sur le dessus. En outre, dans le coin droit, se trouvent les diagonales pour la puissance. Les valeurs augmentent de bas en haut et de gauche à droite. Ces nombres sont tracés sur le dessous et sur le côté droit, en oblique. Supposons que nous ayons à déterminer la valeur d'une résistance de cathode pour une tension de grille de 6 V et un courant de cathode de 20 mA. Sur la base horizontale, nous cherchons la valeur 20 mA, nous suivons la verticale de ce point vers le haut jusqu'au point où elle coupe l'horizontale venue de gauche et passant par le point marqué 6 V. A ce point d'intersection, nous trouvons une diagonale qui correspond à 300 Ω. La résistance doit donc avoir une valeur de 300 Ω. Quelle est la charge de cette résistance ? On la trouve aussi sur une diagonale W qui nous conduit vers le chiffre 0,12 vers le bas à droite. Avec une résistance dite de 0,5 W, nous en sortirons donc facilement. Un autre exemple : On veut connaître la perte de tension et la charge d'une résistance de 750 Ω dans laquelle passe un courant de 60 mA. Sur la ligne 60 mA élevons nous une verticale jusqu'à environ le milieu (le diagramme est construit avec une division logarithmique) entre les diagonales 700 et 800 Ω. De là, nous allons, parallèlement à l'horizontale vers la gauche et lisons une tension de 45 V. Le point d'intersection se trouve entre les lignes 2,5 et 3 Watts, on peut donc estimer l'énergie dissipée en chaleur à 2,7 Watts. Il faut donc au moins une résistance de 3 W. On peut aussi utiliser une résistance à plus forte charge, mais sûrement pas à plus faible charge car celle-ci s'échaufferait exagérément. Pour les résistances massives, la construction est quelque peu différente ce qui fait varier la valeur de la résistance.

Lorsqu'on ne possède pas la résistance de la valeur désirée, on peut l'obtenir par l'emploi de résistances disponibles en les connectant d'une façon convenable. C'est ainsi que l'on obtient une résistance de 1500 Ω en connectant une résistance de 500 et une de 1000 Ω en série. Par la connexion en parallèle, le courant se divise ; le courant le plus fort passera dans la faible résistance, tandis que la résistance la plus forte reçoit le plus faible courant. Le calcul se fait de la même façon que pour la mise en série des condensateurs.

$$R1 \times R2$$

$$R1 + R2$$

Deux résistances de 500 et 1000 Ω connectées en parallèle auraient donc une résistance résultante de $500 \cdot 1000 : 1500 = 333,3 \Omega$. En pratique on peut utiliser le diagramme de la page 213 ; on considérera les nombres de ce diagramme, suivant les cas, comme exprimés en Ω, kΩ ou MΩ. Les courants partiels sont en raison inverse des valeurs respectives des résistances. Si, par la connexion en parallèle, on obtient, par exemple une chute de tension de 5 V, le courant total sera $5 : 333 = 0,015 \text{ A} = 15 \text{ mA}$. Comme les courants partiels I_1 et I_2 sont entre eux

comme R2 est à R1, il passe à travers la résistance de 500 Ω un courant de 10 mA et dans la résistance de 1000 Ω , un courant de 5 mA.

Une simple résistance de charge insérée, par exemple entre une grille-écran et la tension maximum disponible, pour produire une chute de tension sous l'influence du courant de grille-écran et ainsi fournir une tension de grille-écran plus basse, sera calculée en divisant la chute de tension désirée par le courant de grille-écran. Si une résistance commune est employée pour les grilles-écrans de plusieurs lampes, la valeur de cette résistance s'obtiendra en divisant la chute de tension par la somme des courants de toutes les grilles-écrans.

Dans les lampes régulatrices (anti-fading) il se produit, sous l'influence du réglage, une forte diminution du courant de grille-écran qui diminue la chute de tension dans la résistance de grille-écran. La tension de grille-écran augmente donc. Ce glissement de la tension de grille-écran est exclu dans l'emploi de lampes métal. Avec des lampes des séries A et C, la tension de grille-écran est limitée à 125 V maximum ; il faudra donc alors un potentiomètre ou diviseur de tension est constitué d'une résistance R1 (entre la haute tension et la grille-écran) et une résistance de fuite R2 (entre la grille-écran et la cathode ou la masse). La tension de service des lampes est toujours mesurée à partir de la cathode ; si un potentiomètre est relié entre la haute tension et le châssis, la tension de grille-écran prescrite doit être augmentée de la tension qui règne entre la cathode et le châssis. Tout potentiomètre inséré sur la haute tension produit une perte de courant. Plus celle-ci est forte par rapport au courant de grille-écran, plus faibles seront les variations de grille-écran produites par les variations de courant. Par raison d'économie, la perte de courant est généralement limitée à 2 à 3 fois le courant de grille-écran. R2 est alors égal à la chute de tension nécessaire divisée par la perte de courant. La résistance R1 recevra cependant tout le courant du potentiomètre, soit la somme de la perte de courant et du courant de grille-écran ; on calcule donc R1 en divisant la différence entre la haute tension et la tension de grille-écran par la somme des courants de perte et de grille-écran. La tension de grille-écran prise au potentiomètre ne reste cependant que tant que le courant de grille-écran reste inchangé. L'affaiblissement du courant de grille-écran dû au réglage produit, dans le potentiomètre une augmentation de la tension de grille-écran. Un calcul subséquent du rapport pour les valeurs du courant de grille-écran réglées sur 0 d'autres valeurs, montre le moment où la limite de la tension de grille-écran est atteinte. Pour éviter de dépasser cette limite, il est bon de dimensionner convenablement le potentiomètre dès le début. Pour cela, on emploie les formules suivantes :

$$R1 = \frac{U}{I_{g2 \text{ norm}}} \times \left(1 - \frac{U_{g2 \text{ norm}}}{U_{g2 \text{ max}}}\right)$$

$$R2 = R1 \times \frac{U_{g2 \text{ max}}}{U - U_{g2 \text{ max}}}$$

dans lesquelles U est la haute tension, $I_{g2 \text{ norm}}$ le courant de grille-écran non réglé, $U_{g2 \text{ max}}$ le courant de grille-écran réglé (pour les valeurs limites prescrites ou même choisies). On peut ainsi calculer des potentiomètres avec tension de grille-écran fortement ou faiblement glissante.

Les résistances de faible valeur ou les résistances fortement char-

gées sont fabriquées avec du fil résistant ; il existe des résistances fixes et des résistances réglables. Les résistances fixes sont fabriquées au moyen d'un fil enroulé en spirale sur un corps isolant. Comme support, on emploie des tubes ou des plaques en céramique lisses ou striés. Le fil est nu ou recouvert d'un émail isolant dur. Des prises supplémentaires sont éventuellement réalisées par des bandes de métal entourant la résistance.

Les petites résistances bobinées sont généralement recouvertes d'une couche de laque recuite qui protège le mince fil des dégâts éventuels ; elles sont éventuellement munies de capsules, languettes de soudure ou fils de connexion.

Sur les résistances bobinées avec enroulement entièrement ou partiellement dénudé, on peut opérer un réglage approximatif en déplaçant une des prises ; toutefois, pour éviter d'abîmer le fin fil de résistance, il est nécessaire de desserrer largement la prise avant de la déplacer. Ce genre de réglage est en tous cas approximatif. Dans tous les cas où un réglage plus fin ou rapide est nécessaire, on emploiera des résistances réglables d'une exécution spéciale. Dans ces résistances, la prise est réalisée par le déplacement d'un ressort de contact sur une surface dite de contact. Pour cela, il faut un enroulement très serré sinon, le contact frottant entraînerait les spires trop lâches et les déplacerait latéralement dans son mouvement de rotation. Plus la charge est forte, plus la surface de contact doit être large pour maintenir la résistance de contact assez petite et éviter l'écroutissage. D'autre part, la pression du contact frottant ne peut pas être trop forte sinon les fils seraient rapidement usés. Pour les résistances bobinées d'une grande valeur ohmique, qui ne peuvent être bobinées qu'avec du fil très fin, pour qu'elles occupent un espace assez réduit, on a, dans ces derniers temps, intercalé une feuille de métal entre le contact frottant et le bobinage. Ce disque dit culbuteur fait ressort et ne vient en contact avec l'enroulement que lorsqu'il est abaissé par le contact mobile, en tout autre point, il reste éloigné du fil.

On a exécuté des résistances avec des produits contenant du carbone. Les résistances du début, formées de papier grainé recouvert d'encre de chine semblaient inutilisables. Les bâtons de silite recuite n'étaient pas non plus parfaits, ils produisaient des craquements. Le dépôt galvanique d'une mince couche métallique sur des bâtonnets de verre rendait nécessaire leur inclusion dans des cartouches de verre vides d'air et les résistances ainsi obtenues ne pouvaient être que très faiblement chargées. La recherche d'un produit invariable, exempt de bruit de fond, qui puisse être chargé à volonté et qui puisse être réalisé industriellement conduisit au carbone lisse actuellement universellement employé. Dans un four à vide on envoie un gaz hydrocarboné sur de petits tubes de porcelaine portés au rouge (1). Le carbone ainsi produit cristallise sur la surface de la porcelaine et forme une couche qui s'épaissit progressivement. Lorsqu'on a obtenu une couche de l'épaisseur désirée on laisse refroidir le four. On obtient ensuite la valeur désirée de la résistance en enlevant de la couche de carbone une bande en spirale. Comme les résistances en spirale présentent une self-induction appréciable pour les ondes courtes et ultra-courtes, la couche de carbone destinée à ce genre de réception sera exécutée sui-

(1) Voir A. Lucas — Etude et construction des résistances.

vant le système non inductif Chaperon. On divise ainsi la couche de carbone lisse et un conducteur plus ou moins long dont les extrémités sont enfermées dans des capsules métalliques. La valeur de la résistance est déterminée par le nombre et la largeur des spirales, l'épaisseur de la couche de carbone, le diamètre et la longueur du tube de porcelaine. Les dimensions du tube de porcelaine sont principalement déterminées par la charge désirée ; ce sont les différentes valeurs des autres facteurs qui déterminent surtout la valeur de la résistance. Une forte résistance exige donc une couche mince et une spirale serrée avec beaucoup de spires. Les résistances terminées sont émaillées pour les préserver de l'humidité et des griffes. Cet émail est durci dans des fours spéciaux, il ne se fendille pas et est inattaquable par les solvants habituels. Une normalisation des couleurs des émaills employés est à l'étude (1). Un fabricant emploie déjà l'émail brun pour les résistances bobinées en fil et une teinte grise pour les résistances massiques. Un autre emploie pour les résistances en carbone l'émail rouge et une couleur grise pour les résistances spéciales de mesure ; les résistances pour ondes courtes avec enroulement rétrograde sont colorées en bleu avec un anneau blanc. Les résistances réglables travaillent, soit avec un contact frottant sur une couche de charbon annulaire, soit avec un disque de contact, soit avec un contact frottant en charbon. Pour améliorer le contact, on a essayé d'employer une gouttelette de mercure ; l'ensemble doit alors être enfermé à l'abri de l'air. L'augmentation de la résistance est généralement linéaire, c'est-à-dire qu'elle augmente proportionnellement à l'angle de rotation. Ce genre de résistance s'appelle parfois aussi résistance arithmétique. Pour les régulateurs de volume, l'augmentation de la résistance doit être logarithmique c'est-à-dire quadratique. Pour faire agir exactement un volume contrôle il faut connecter un régulateur de tonalité à une prise. Le régulateur de volume ordinaire est logarithmique vers la droite tandis que le régulateur manuel dans la connexion de cathode d'une lampe de réglage (anti-fading) est logarithmique à gauche. Pour les régulateurs doubles de tonalité qui contrôlent les sons graves et les sons aigus au moyen d'une combinaison de bobine et de condensateur, on emploie des résistances avec courbes en S, qui règlent d'une façon logarithmique du milieu vers les deux extrémités.

Pour toutes les résistances, la valeur doit être appropriée. L'an-

(1) Depuis quelques années déjà, les américains ont standardisé ces couleurs de l'émail pour déterminer, par la couleur, la valeur de la résistance au carbone. Cette standardisation repose sur une convention très ingénieuse et facile à retenir. Chaque résistance porte trois couleurs : la couleur du corps de la résistance détermine le premier chiffre de la valeur, celle des extrémités détermine le second chiffre et celle d'un point ou d'un anneau au centre détermine le nombre de zéros qui suit. Ces couleurs sont réparties suivant les couleurs fondamentales de l'arc-en-ciel et dans l'ordre où elles se présentent dans celui-ci. Comme chaque couleur doit correspondre à un chiffre et qu'il n'y a que six couleurs bien différentes dans l'arc-en-ciel, il a fallu en ajouter quatre, on a pris le noir pour zéro (absence de couleur = 0), le blanc pour 9 (toutes les teintes donnent le chiffre maximum). Entre le noir et le rouge on a placé le brun, intermédiaire entre noir et rouge et entre le blanc et le violet, on a intercalé le gris, couleur intermédiaire. On obtient ainsi la correspondance suivante : noir = 0, brun = 1, rouge = 2, orangé = 3, jaune = 4, vert = 5, bleu = 6, violet = 7, gris = 8, blanc = 9.

Ainsi, une résistance dont le corps est vert, les extrémités bleues et qui porte une bande ou un point jaune aurait une valeur de 560.000 Ohms, une autre ayant le corps noir, les extrémités rouges et le centre orangé aurait une valeur de 02000 Ohms. (Note du traducteur.)

cienne norme de 45 mm de long pour les résistances de fuite de grille est périmée. Actuellement, on économise la place partout où c'est possible ; les résistances de fuite modernes ont une longueur de 30 mm. Prochainement on produira des résistances de 17 mm seulement qui pourront être placées dans le capuchon de blindage de grille. Les résistances variables pour usage extérieur doivent avoir un axe de 6 mm de diamètre et d'une longueur libre de 25 mm. En tournant le bouton dans le sens des aiguilles d'une montre, il doit se produire une augmentation de la résistance donc une augmentation de la tension. Les produits inflammables ne peuvent pas être employés pour la fabrication des résistances.

Les courants et tensions indiqués dans les schémas déterminent les valeurs et la capacité de charge des résistances à employer. Exception est faite pour les résistances incandescentes des récepteurs portables. Celle-ci doit être, par prudence, dimensionnée assez largement pour que le récepteur puisse être alimenté, si c'est nécessaire, par des piles de poche ou de bicyclette, que l'on peut obtenir dans les plus petits villages.

Les résistances ont toujours une très faible self-capacité qui n'agit pas désavantageusement dans la gamme des ondes moyennes, mais qui existe cependant. Une petite résistance à couche de carbone, a, par

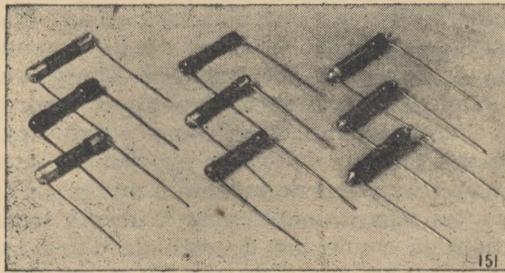


Fig. 151

exemple une capacité d'environ 0,5 pF. Cette capacité a, pour une longueur d'onde de 50 m une impédance de 31,8 k Ω et sur 3 m, 3180 Ω seulement. Par conséquent, l'emploi de hautes résistances dans le domaine des ondes ultra courtes n'a pas de sens. Actuellement, on fabrique des résistances spéciales pour les ondes ultra-courtes.

La fig. 151 représente de petites résistances de 30 mm de long et 5 mm de diamètre. Les faibles résistances sont en fils bobinés ; les fortes sont à couche de carbone spiralée. Les modèles représentés peuvent supporter des charges de 0,5 à 1 Watt. Leurs faibles dimensions et poids permettent ce qu'on appelle une connexion « volante ». Des modèles quelque peu plus grands sont construits pour des charges plus élevées. La fig. 152 représente des résistances variables. Le modèle n° 1 est une résistance en fil bobiné en forme de bâton, de 200 Ω et 3 Watts avec bornes d'extrémité si ingénieusement insérées dans de la bakélite que l'on peut réaliser la prise de contact au moyen d'un contact roulant. Ce mouvement de roulement protège le fil de l'usure. La résistance à glisseur n° 2 est construite avec enroulement de fil à haute capacité de charge, enroulé sur un support en stéatite avec refroidissement à air. Elle possède deux contacts frottants à ressort avec surface

cintrée entre lesquels la résistance est raccordée. Le support rectangulaire répartit la pression également sur les deux surfaces de contact. Ce genre de résistances convient, par exemple, à l'essai de charge d'un appareil d'alimentation. La résistance n° 3 est constituée par un fil enroulé sur tube de porcelaine et présente une capacité de charge de 10 Watts. Le contact se déplace sous l'action d'une vis et convient pour un réglage précis. Il peut être employé comme potentiomètre anti-hum et pour obtenir la polarisation de grille exacte dans les amplificateurs très sensibles. Le numéro 4 est ce qu'on appelle un débruiteur avec un enroulement en fil de $100\ \Omega$ sur une plaque isolante ; le bras de contact que l'on peut déplacer au moyen d'un tourne-vis décrit un demi cercle sur la surface de l'enroulement. Le numéro 5 est aussi un débruiteur. Ici, la bande isolante est courbée en cylindre ; le contact frottant partant du centre tourne sur le bord. C'est la forme très caractéristique d'un résistance à contact tournant ; le n° 6 est un type plus fort. L'axe peut être tourné au moyen d'un bouton. Le contact est un léger ressort. Le n° 7 est une résistance à très forte capacité de charge avec enroulement en fil sur support d'amiante. L'axe est isolé. Du fait de la grande surface de contact, la pression est répartie, le fil est protégé de l'usure de la résistance de contact diminuée. Ce modèle a une

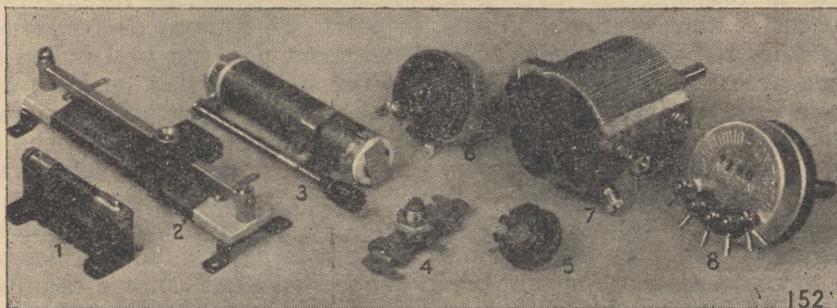


Fig. 152

résistance de $2000\ \Omega$ avec une capacité de charge de 50 W ; il convient, par exemple pour la production de la polarisation de grille dans les amplificateurs de puissance. Dans le même type, on construit des potentiomètres jusqu'à $5\ \text{k}\ \Omega$ pour 150 W de charge avec une large surface de contact, un contact frottant en charbon et un fil de résistance à moitié enfoui dans un support en céramique. Il existe aussi des potentiomètres de 300 W, mais alors la résistance est reliée à 14 plots d'un commutateur. La résistance blindée n° 8 ne contient pas de fil enroulé, elle est en carbone. La variation est logarithmique, la valeur maximum est de $0,2\ \text{M}\ \Omega$ avec une capacité de charge de 1,5 W, elle est employée comme mélangeur pour passer d'un pick-up à un autre ou à un microphone.

L'exécution est déconnectée lentement et sans bruit tandis que l'autre apparaît progressivement pour atteindre sa pleine force. Dans le même genre, on construit des régulateurs qui passent, sans zone de silence d'une émission à l'autre. Signalons encore un boîte de construction de régulateurs à haute résistance qui permet de construire des potentiomètres de différentes résistances ; on peut acheter à part chacune des pièces dont ils sont composés.

Etant donné l'innombrable choix que présente le commerce, la fabrication personnelle des résistances à l'exception de la boîte de construction ci-dessus, n'est pas intéressante. Comme on peut s'en rendre compte par la description des propriétés de quelques modèles très intéressants, la construction de ces éléments exige de l'expérience. Il faut se garder d'acheter d'anciennes résistances massives ou autres qui ne portent ni l'indication de la charge admissible ni la marque du fabricant ; elles ne sont pas exemptes de bruit de fond ou leur valeur ne correspond pas du tout à la valeur inscrite.

Les résistances décrites jusqu'ici doivent conserver leurs valeurs invariables après leur mise en service. On rencontre cependant des résistances dont la valeur change avec la charge : les résistances fer-hydrogène et Urdox. Les deux ont des propriétés inverses, mais, quand elles sont bien choisies, elles peuvent se compenser. La résistance fer-hydrogène évite les variations de courant par augmentation de la résistance (fort coefficient positif de température) ; elle sert de régulateur de courant de chauffage lorsque les variations de la tension du réseau doivent être amorties. Dans les chargeurs d'accus, elle compense les différences de charge. La résistance Urdox constituée jadis par du dioxyde d'urane, aujourd'hui par un spinel de magnésium-titane, complète la résistance fer-hydrogène et absorbe, dans les récepteurs à courant continu ou tous courants, la pointe de courant de fermeture. Les deux résistances sont placées séparément dans un seul ballon de verre avec culot de lampe. La fig. 153 montre à droite en haut une petite résistance fer-hydrogène qui sert à maintenir constant le courant de chauffage (280 mA) d'un récepteur alimenté par une pile sèche ou par un accumulateur ; elle compense des variations de tension de 0,5 à 1,5 V. La résistance Urdox représentée à l'extrême droite sert à absorber l'extra-courant de fermeture dans les récepteurs à courant alternatif lorsque la tension de la redresseuse, par suite du manque de consommation de courant de la lampe finale non encore chauffée, risque de dépasser la limite de charge du condensateur électrolytique. Leur insertion occasionne en tous cas une perte de tension constante d'environ 30 V. Les résistances fer-hydrogène, Urdox et fer-Urdox se trouvent dans le commerce et de nombreux modèles pour différentes intensités de courant et diverses gammes de réglage avec toutes sortes de culots, y compris déjà les culots de lampes métal. En outre, il existe encore des régulateurs de courant de chauffage en cuproxyde ou uranoxyde.

Dans certains cas, par exemple pour les appareils de mesure, il faut des tensions qui, malgré la présence de consommations variables ne doivent ni augmenter, ni diminuer. Malheureusement, on ne dispose généralement que d'un réseau alternatif. La tension continue disponible aux bornes de l'appareil d'alimentation est déjà, par elle-même fonction de la charge, et est encore influencée par toute variation de la tension du réseau. Pour obtenir, néanmoins, une tension continue constante tout en faisant varier le courant consommé dans des limites raisonnables, on emploie des lampes à décharge avec remplissage de gaz rares pour le réglage automatique de la compensation de charge. La lampe stabilisatrice représentée fig. 153 à gauche fonctionne pour une tension de service de 285 V et contient 4 sections de décharge de 70 V chacune. Cette lampe ne peut cependant pas être employée sans résistance de protection (résistance fer-hydrogène de 20-30 mA). Celle-ci doit absor-

ber la moitié de la tension du stabilisateur, par conséquent, le redresseur doit fournir une tension d'environ 420 V. Une variation de 10 % de la tension du réseau ne produit qu'une variation de 0,1 à 0,2 % de la tension de stabilisateur. Entre la marche à vide et la pleine charge, on n'obtient qu'une différence de tension de 1 à 2 %. On obtient ainsi, avec des réseaux dont la tension varie fortement, d'aussi bons résultats qu'avec une bonne batterie. La consommation de courant minimum du stabilisateur est de 10 mA et la charge maximum totale des électrodes s'élève à 12 Watts.

Lorsqu'une seule tension doit être maximum constante, la lampe stabilisatrice représentée fig. 152 en deuxième place suffira. Elle ne contient qu'un seul segment de décharge avec deux électrodes de dimensions différentes qui, si c'est nécessaire, peuvent être interchangées. Avec la plus petite plaque comme anode, on peut obtenir de ce stabilisateur un courant de 60 mA avec une tension jusqu'à 150 V lorsque la tension de service s'élève au moins à 200 V. Dans le cas où un faible courant suffit, par exemple pour un détecteur à ondes courtes, il suffit d'une plus petite lampe encore moins chère qui fonctionne pour une



Fig. 153

intensité de courant maximum de 15 mA avec toutes les autres propriétés. En plus, on fabrique encore différents types de lampes pour 30 et 60 mA de charge maximum et des tensions de 60, 80, 100, 280, 420, 560, 720, 860 V et environ 35 % de tension supplémentaire admissible.

Redresseurs à contact

Pour rendre audible une haute fréquence modulée par une basse fréquence, il faut un système de démodulation, c'est-à-dire en quelque sorte, un redressement. Pour cela, il n'est pas absolument nécessaire d'utiliser une lampe, un autre redresseur suffit lorsque sa capacité propre est assez faible. La self-capacité d'un redresseur détermine la gamme de fréquence dans laquelle il est utilisable. Pour les hautes fréquences, les détecteurs à cristal conviennent bien. Ils sont constitués par un cristal sur lequel repose une pointe métallique ou un autre cristal. Les produits en contact, leur acuité et la pression qui les serre l'un contre l'autre déterminent la résistance de passage et la sensibilité du détecteur. Il existe, par conséquent, de nombreuses combinaisons de différents métaux et cristaux. Une faible pression de contact

donne le maximum de son mais elle conduit aussi au maximum de perturbation pour la moindre oscillation.

Le cristal et la pointe seront donc enfermés dans de petites boîtes avec un support très solide. L'ancienne pratique qui consistait à inclure le cristal dans du métal fondu, était défectueuse, même avec le métal Wood facilement fusible ; dans les nouveaux détecteurs, on ne trouve plus que des fixations mécaniques. Un cristal ne doit jamais être touché avec les doigts.

Un des cristaux qui donne le plus fort son est la galène avec, comme métal, une spirale d'argent. Une autre combinaison assez bonne est la cuprite avec la blende comme pointe ; la blende doit être traitée avec douceur car elle est fragile. Ce détecteur est sensible aux troubles atmosphériques et est facilement hors de service. Le cristal de silicium est plus durable. Les cristaux à réglage critique ne sont pas à conseiller pour les récepteurs qui doivent être employés par des gens nerveux ou pour des schémas réflex. Le carborandum avec comme pointe un ressort d'acier est peu sensible aux chocs. Cependant, pour travailler utilement, il lui faut une tension d'au moins 0,3 à 0,8 V que l'on prendra aisément à une petite pile au moyen d'un potentiomètre.

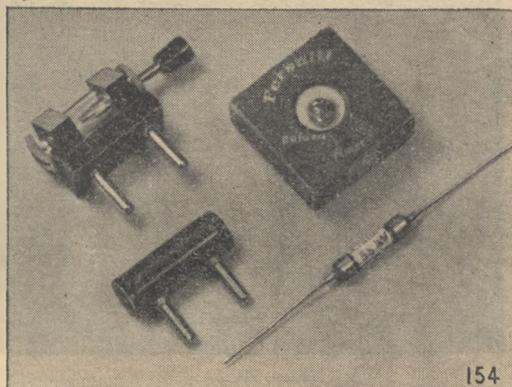


Fig. 154

La sensibilité du détecteur à carborandum est relativement faible, la pyrite avec une pointe d'acier ou un ressort plat donne un meilleur rendement.

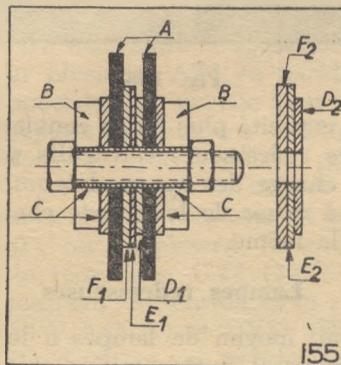
La fig. 154 montre à gauche un très beau détecteur avec spirale d'argent sur silicium. Le tout est enfermé dans un récipient transparent qui porte une borne à vis. Le tube de verre protège le détecteur contre la poussière et l'humidité. En dessous, à gauche, on voit un détecteur simple formé de deux cristaux, l'un de zincite l'autre de tellure qui sont légèrement pressés l'un sur l'autre et enfermés dans un tube protecteur. On obtient une variation du réglage en tapant doucement sur l'appareil avec le doigt. En haut, à droite, se trouve un enroulement original de la pyrite d'or américaine qui, avec un contact d'acier donne un détecteur très puissant et peu sensible aux chocs.

Les redresseurs oxymétal employés depuis quelques années sont en principe des imitations des redresseurs à cristal. Ils sont appelés, suivant le métal employés, cuproxyde ou fer-sélénium. Dans la fig. 155 à gauche on trouve une représentation de la composition d'un redres-

seur cuproxyde. L'électrode de cuivre recouverte d'une couche d'oxyde (que l'on forme en chauffant le cuivre au contact de l'air) est pressée fortement sur l'autre électrode nue (par exemple en plomb). De cette façon, un courant alternatif ne passe pratiquement pas de la couche d'oxyde vers la contre-électrode tandis que — dans l'autre sens, il passe sans obstacle. Le détecteur sélénium-fer est composé de la même façon sauf qu'ici, la pression n'est pas nécessaire. La fig. 155 à droite représente ce genre de redresseur.

Une couche de sélénium est déposée sur une plaque de fer nickelé. La contre-électrode est fixée contre cette couche. Chaque élément constitue donc un disque séparé. Le courant est arrêté dans la direction sélénium-fer. Pour assurer le contact, on serre une ou plusieurs cellules entre deux disques de laiton.

Ce genre de construction produit une forte capacité propre. Ces redresseurs ne sont donc utilisables que pour de basses fréquences, et en particulier comme redresseurs d'alimentation. Les efforts faits pour



- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| A = Plaques de refroidissement | E1 = Oxyde de cuivre |
| B = Plaque terminale | E2 = Couche de sélénium |
| C = Isolation | F1 = Plaque de cuivre |
| D1 = Contre-électrode | F2 = Plaque en fer nickelé |
| D2 = Contre-électrode | |

Fig. 155

construire des redresseurs oxymétal à faible capacité en diminuant la dimension des plaques et les rendre ainsi utilisables pour de hautes fréquences, conduisirent à des modèles intéressants pour les techniciens. Le redresseur cuproxyde mis dans le commerce sous le nom de Sirutor (ainsi que le Westector, Note du traducteur) est destiné aux hautes fréquences, contient, dans le type a des disques (pilules) de 1 mm de diamètre (avec une charge maximum de 0,15 mA) et, dans le type b de 2 mm de diamètre (pour une charge maximum de 0,25 mA). Ils sont enfermés dans un tube contenant de 1 à 15 pilules avec une tension maximum de 6 V par pilule. Le sirutor 5b représenté par la fig. 154 à droite en dessous contient 5 pilules de 2 mm de diamètre et présente sous 1 V et 1 MHz une capacité de 20 à 30 pF. Dans les supers, ce genre de redresseurs peut servir pour la détection des moyennes fréquences, dans un appareil à batterie, il assure la polarisation de la lampe finale (schéma économique Nestel). La tension maximum peut atteindre $5 \times 6 = 30$ V et l'intensité 0,25 mA. La meilleure tension de service est comprise entre 15 et 25 V. Il existe encore un type c avec

1 à 6 pilules de 3 mm de diamètre pour des charges de 0,5 mA et une tension de 3 V par pilule. Ces redresseurs ont une forme ovale. La fig. 156 montre deux petits redresseurs fer-sélénium pour appareils de mesure. En connectant l'un d'eux avec un instrument à bobine mobile, on peut mesurer des courants alternatifs. Le modèle représenté à gauche sert à la mesure de tensions de réseau (50 Hz) tandis que celui de

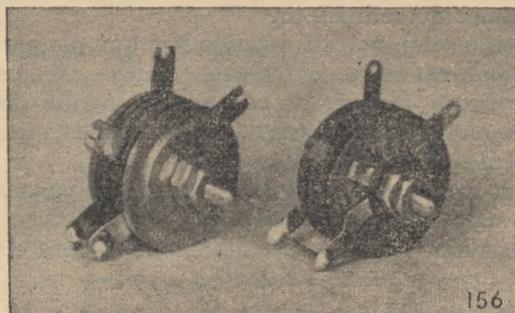


Fig. 156

droite, par suite de sa capacité plus faible convient pour des fréquences jusqu'à 10 000 Hz. Les redresseurs construits pour l'alimentation des récepteurs et pour la charge des accumulateurs, sont construits beaucoup plus solidement à cause de leur forte charge, mais, en principe, leur construction est la même.

Lampes redresseuses

Le redressement au moyen de lampes a le grand avantage d'un meilleur rendement, mais il faut sacrifier un certain courant pour porter la cathode de la lampe à sa température de fonctionnement. Les lampes redresseuses à gaz à cathode incandescente produisent facilement des perturbations en ondes courtes. Elles ne sont plus employées,

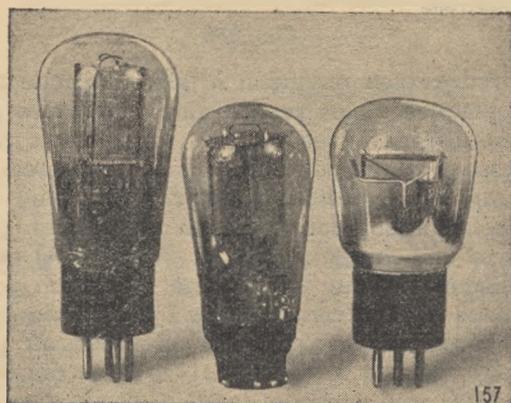


Fig. 157

de même que les lampes redresseuses sans filament, construites sur le principe des lampes à décharge.

Les lampes à vide poussé actuellement seules employées furent

introduites pour la plus grande sécurité de fonctionnement et leur construction est si bien exécutée qu'une normalisation est devenue possible. On peut considérer la lampe AZ1 comme la première redresseuse normalisée. (fig. 157 au milieu). Elle possède un culot sans broches et découle de la double redresseuse RGN 1064 (fig. 157 à gauche). Les constantes sont restées inchangées tension alternative maximum 2×50 V eff, intensité de courant continu maximum 100 mA sous 300 V eff, 75 mA sous 2×400 V eff et 60 mA sous 2×500 V eff. L'intensité de courant admise est doublée lorsque la lampe est utilisée comme redresseuse simple avec les anodes en parallèle. Nous avons représenté les courbes courant-tension de cette lampe fig. 102. La tension du filament est de 4 V, le courant de chauffage 1,1 A. La cathode en bande de nickel évite le danger de rupture du filament. Le prix de cette lampe standardisée est très bas de sorte que l'emploi d'un redresseur plus ancien avec une puissance égale ou plus petite ne présente pas d'avantage. Dans certains cas seulement, l'emploi de la RGN 2004 (2×300 V 160 mA) ou de l'AZ 12 (2×500 V 200 mA) avec culot de lampe métal peut être nécessaire. Cependant, la lampe RGN 2004 peut être remplacée par plusieurs AZ1 en parallèle.

La lampe AZ1 est spécialement prévue pour les appareils à courant alternatif. Pour les récepteurs d'auto, les modèles EZ1 (6,3 V/0,5 A) et FZ1 (13 V 0,4 A) de même que la double redresseuse à chauffage indirect EZ 11 (1,3 V/0,29 A, lampe métal) et EZ 12 (6,3 V/0,85 A lampe en verre avec culot métal) conviennent spécialement ; pour les appareils tous courants on emploiera le redresseur simple CV1 (20 V/0,2 A), le double redresseur CY2 (30 V/0,05 A) qui convient aussi pour le schéma doubleur de tension et le redresseur simple VY1 (55 V/0,05 A), VY2 (30 V/0,05 A) et UY11 (50 V/0,1 A). Parmi les schémas figurés à la fin du livre on trouve un schéma avec l'EZ11 comme double redresseuse dans un récepteur d'auto avec vibreur (n° 9) et avec l'UY11 comme redresseuse simple dans un super tous courants (n° 27).

La seule autre lampe redresseuse qui peut encore être utile quelquefois parce qu'elle travaille sans transformateur est la lampe dite à haut voltage (fig. 157 à droite). Le courant de chauffage est fourni directement par le réseau. Nous avons déjà parlé plus haut des possibilités de raccordement de ce type de lampe. Ce genre de lampe n'est plus fabriqué mais on peut encore en trouver dans le commerce.

Jadis, pour de petits récepteurs, on employait parfois une lampe finale vieillie comme redresseuse. Il est cependant préférable d'employer ce genre de lampe pour un autre but, par exemple dans un appareil auxiliaire et de munir le bloc d'alimentation d'une lampe neuve.

Lampes de réception

Les premières formes de réalisation des lampes à cathode incandescente étaient des modèles d'essai qui ne convenaient pas pour la pratique. A cette époque, la radiodiffusion n'existait pas encore ; la guerre mondiale posait ses exigences. La première exécution d'une construction utilisable fut le type A qui apparut en 1916 et fut employé pour l'écoute des conversations de l'adversaire. Elle consistait, comme les lampes américaines, en un filament de tungstène en U, une grille en forme de spirale plate et une plaquette métallique qui servait d'anode. (fig. 158). L'installation de longues lignes téléphoniques amena la construction d'am-

plificateurs et fournit en même temps un champ d'action pour la construction de lampes jusqu'à ce que la radiotéléphonie pose de nouvelles exigences aux lampes cathodiques.

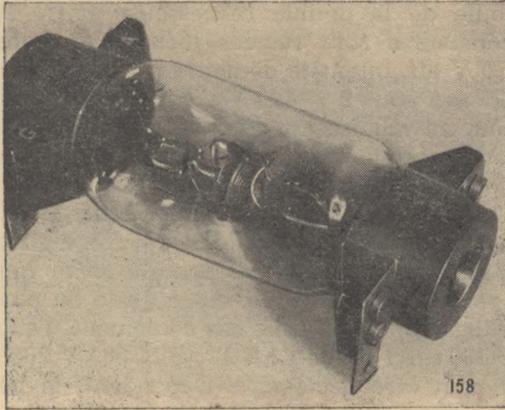


Fig. 158

La demande croissante de lampes rendit nécessaire une construction qui se prêtât à une fabrication en masse. C'est ainsi que parut la



Fig. 159

lampe cylindrique ainsi appelée à cause de l'anode cylindrique qui entoure le filament droit et la grille enroulée en cylindre autour de lui (fig. 159). Cette lampe est le véritable point de départ du développement de la radiodiffusion et des formes récentes des lampes.

Le rendement que l'on peut obtenir avec une lampe dépend avant tout de la qualité du filament. Les premières lampes contenaient un filament de tungstène qui, malgré le fort courant de chauffage (0,5 A) ne fournissait qu'une faible émission électronique et, par conséquent un faible courant d'anode. En revanche, ces lampes donnaient tellement de lumière que ce phénomène leur valut précisément ce nom de lampe. Pour augmenter l'émission on a ajouté ensuite du thorium au métal de la cathode. Ces nouveaux filaments employaient moins de courant (0,15 A), ils étaient cependant très sensibles à un surchauffage; ils perdaient alors leur pouvoir émissif et devenaient inutilisables. On reconnaissait ces lampes à la couleur jaune foncé de leur lumière.

Les filaments modernes, formés d'un fil de tungstène ou de platine iridié sont recouverts d'une couche active constituée de composés de métaux alcalino-ferreux, principalement le baryum, le calcium ou le strontium. Pour ce genre de lampe, il suffit d'un faible courant de chauffage (0,06 à 0,08 A), dans les anciens types, le filament brille encore au rouge sombre, dans les lampes modernes, il n'atteint pas une incandescence visible. On a ainsi atteint une limite avec ce type de filament. On ne pourrait obtenir un meilleur rendement qu'en augmentant le nombre ou la longueur des filaments. Avec un long filament, les variations de courant ne sont plus sensibles de sorte qu'il n'est plus nécessaire de prévoir une résistance régulatrice. Un long filament doit cependant être placé en zig-zag ce qui donne à la grille et à l'anode la forme d'une boîte allongée (voir fig. 3a où quatre filaments courts sont reliés deux à deux en parallèle et les deux groupes en série). Ainsi apparurent des lampes avec un courant anodique plus fort qui purent fournir l'énergie nécessaire au haut-parleur.

Pour le chauffage direct du filament, il fallait absolument un courant continu très pur. Avec du courant alternatif, il se produisait un fort roulement du fait que le courant du réseau changeait de sens continuellement et influençait la charge spatiale accumulée autour du filament et par suite le courant anodique. L'alimentation de lampes batterie par du courant alternatif n'est admissible que pour des lampes finales et dans les push-pull où les impulsions de courant se détruisent mutuellement.

L'emploi d'un filament court et gros (1V) ne fournit pas la solution désirée. On est ainsi arrivé à chauffer les cathodes indirectement. Dans les lampes à chauffage indirect, le filament ne sert qu'à chauffer et par conséquent à rendre active, une petite cathode en forme de tube. Ce tube est isolé du filament. Dans les premiers types de ces lampes, le filament en forme d'épingle à cheveux était introduit dans un tube de porcelaine sur lequel était glissé la cathode en nickel. Il fallait environ 50 secondes pour que le courant d'anode atteignit sa valeur normale. Le chauffage indirect fut ensuite utilisé pour les lampes à courant continu (lampes pour réseaux à courant continu). Actuellement, les lampes à chauffage indirect sont utilisées pour tous les genres d'alimentation, même pour l'alimentation sur batteries.

Le champ magnétique et le montage peu serré du filament produi-

sait parfois dans les lampes à forte amplification des bruits perturbateurs. Pour comprendre cet effet, il faut bien se rendre compte de ce que cette lampe est construite dans des dimensions restreintes. Dans la lampe REN 904 bien connue, la grille en spirale est faite d'un fil de 0,1 mm d'épaisseur. Les différentes spires ont entre elles une distance de 0,4 mm et ne sont séparées de la cathode que par un espace de 0,65 mm. Des oscillations mécaniques des éléments doivent avoir une influence sur les phénomènes électriques ; cette lampe est, en effet, assez sensible aux chocs et aux oscillations mécaniques. Le premier pas qui fut fait pour vaincre les perturbations dues à la cathode fut l'introduction de l'enroulement bifilaire du filament. Le filament est, dans ce cas, formé de deux spirales enroulées l'une dans l'autre. L'enroulement se fait sur un bâtonnet isolant, le tout monté dans un tube de porcelaine sur lequel la cathode en nickel est glissée. Il va de soi que l'on a essayé de réduire le temps de chauffage. Pour cela on a enduit la spirale chauffante d'une masse isolante et l'on a supprimé le tube de porcelaine entre le filament et la cathode en glissant celle-ci directement sur la masse isolante. Ce genre de lampes fonctionne après 20 secondes seulement et il ne faut plus que 2,5 Watts de courant de chauffage au lieu de 4 Watts exigés par les lampes précédentes. Après un perfectionnement subséquent, surtout par une construction plus ramassée, l'énergie exigée par les nouvelles lampes métal n'est plus que de 1,26 Watts. En revenant au chauffage direct moins exigeant, il a même été possible, dans la série métal, D, de réaliser certaines lampes avec un courant de chauffage de 0,03 W seulement.

Les hautes tensions de chauffage des lampes tous courants exigent un très long filament qui, même avec l'enroulement bifilaire ne peut plus être inséré dans un petit tube de porcelaine. Pour l'enrouler dans le tube, le filament est enroulé sur lui-même en une très fine spirale, le filament est alors spiralé deux fois, ou comme on dit doublement spiralé. Par cette méthode, il est possible d'introduire, dans une lampe moderne tous courants, de la série C un filament de 50 cm et même dans une lampe V, un filament de 1,7 m de long.

L'amélioration de la cathode ne forme, évidemment qu'une partie des perfectionnements apportés aux lampes de radio. Elle répondait cependant aux conditions qui étaient nécessaires pour augmenter le rendement de la lampe. La première difficulté consistait en l'enlèvement des restes de gaz. Il est notamment nécessaire de faire le vide dans le ballon de verre ; cependant, l'air est un des corps les plus tenaces et on n'arrive pas à l'enlever entièrement par un simple pompage. On dirait qu'il colle au verre, il se combine aux surfaces métalliques sous forme d'oxydes et ne peut en être extrait que par un chauffage et un pompage prolongé. Les restes d'air qui n'ont pas pu être éliminés par la pompe sont absorbés par une volatilisation électrique du « getter » (magnésium) enfermé dans la lampe dont les vapeurs se combinent très avidement avec les particules d'air. La vapeur de magnésium se condense contre les parois froides du verre et forme le miroir bien connu. La couleur noire que l'on remarque sur les nouvelles lampes provient d'une couche de graphite étendue à l'intérieur du verre au voisinage des électrodes pour éviter la formation d'électrons secondaires. La forte amplification des lampes modernes exige, en outre, un blindage. Pour cela, le verre est enduit d'une couche de zinc qui est ensuite vernie.

La fig. 160 représente quelques types de lampes qui permettent de suivre les perfectionnements successifs. En premier lieu, nous voyons la lampe A avec son anode en forme de disque. Ensuite viennent les anodes cylindriques. Toutes ces lampes ont des filaments de tungstène. La quatrième a un filament de thorium et le verre porte déjà un miroir métallique. C'est la bigrille REO 73d avec une tension de filament de 3 V à laquelle succéderont bientôt des types pour 2 et 4 V (5^e lampe). La bigrille est le commencement d'une nouvelle ère. Jusque là, il fallait des tensions relativement élevées (plus de 100 V) pour obtenir le rendement désiré parce que les électrons sortant de la cathode formaient un nuage d'électrons appelé charge spatiale. Dans la bigrille, on a introduit, entre la cathode et la grille de commande, une grille auxiliaire reliée à l'anode et qui agit comme telle en ce sens qu'elle dissipe le nuage d'électrons et attire quelques électrons pour son compte ce qui provoque un courant de grille auxiliaire. Cependant, comme cette grille est formée d'une spirale de fil très fin et à spires très éloignées les unes des autres, ce courant est très faible. Du fait de la dispersion du nuage d'électrons, il est plus facile maintenant à l'anode d'attirer les électrons de sorte que des tensions plus faibles suffisent

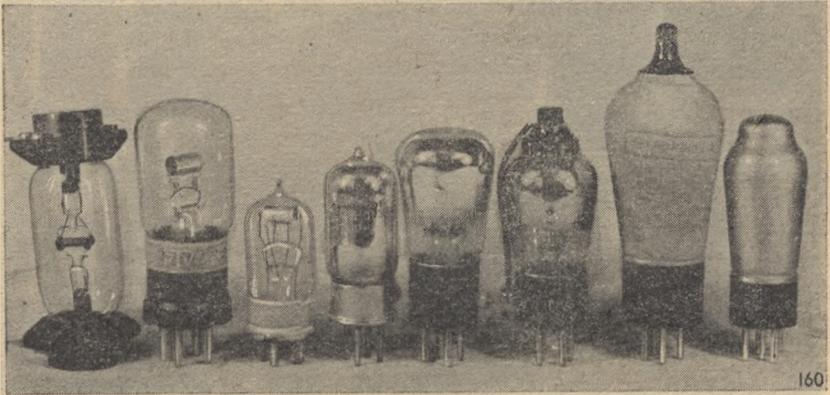


Fig. 160

pour obtenir le courant d'anode désiré. Une bigrille travaille avec des tensions d'anode et de grille auxiliaire de 4 à 15 V, elle est surtout employée dans les postes portatifs.

Dans les amplificateurs à haute fréquence, la capacité entre la grille et l'anode produit facilement l'accrochage. Pour diminuer cette capacité. L'anode fut, pour la première fois dans la lampe H 406 Sp (fig. 160 6^e lampe) reliée à une borne placée au dessus du verre. La capacité grille anode ainsi obtenue ne s'élevait qu'à 0,2 à 0,3 cm. Il devenait maintenant possible de construire des lampes avec grand facteur d'amplification. Une grille auxiliaire insérée entre la grille de commande et l'anode et reliée à une borne positive diminue le facteur de traversée de l'anode et augmente l'amplification. Elle constitue un écran entre anode et grille ce qui évite la réaction des oscillations de tension de l'anode sur la grille. Ce genre de lampe s'appelle, pour cette raison, lampe à grille-écran (fig. 160 7^e lampe, RENS 1264) et, avec des dimensions convenables des électrodes, elle peut être employée, non seulement pour l'amplification à haute fréquence, mais aussi pour

la basse fréquence, si les électrons qui atteignent l'anode n'en arrachent pas des électrons secondaires. Ceux-ci seraient attirés par la grille-écran et formeraient un courant en sens inverse du courant anodique lorsque l'anode et la grille-écran ont à peu près la même tension positive. Il en résulterait une bosse dans la caractéristique qui diminuerait fortement la zone utilisable. Cependant, si l'on insère une troisième grille entre l'anode et la grille-écran, et qu'on relie celle-ci à la cathode, la grille-écran positive ne peut plus attirer les électrons secondaires, la nouvelle grille auxiliaire freine le mouvement de ces électrons et les oblige à retourner à l'anode, supprimant ainsi le courant perturbateur (grille supresseuse = grille frein). Ce type de lampe contient cinq électrodes et s'appelle pentode. (Certains auteurs français disent pentaode). Elle possède une forte amplification, une faible capacité entre grille et anode et une caractéristique entièrement utilisable. La fig. 161 montre toutes les pièces d'une lampe de ce genre (AL4 destinée à



Fig. 161

servir de lampe finale. Au dessus de la figure, on voit le globe de verre avec la couche de graphite, en dessous, le pied de verre dans lequel sont serties les connexions des électrodes. Sur la rangée suivante, on voit, de gauche à droite, le support de mica de la série l'électrodes, le filament spiralé enduit d'isolant, la cathode en forme de tube de nickel enduit de matière active, la grille de commande, les deux grilles auxiliaires, et les deux demi-cylindres en toile métallique qui, mis ensemble constituent l'anode et qui permettent un meilleur refroidissement. Parfois, quelques électrons traversent les mailles de l'anode et atteignent le globe de verre, c'est pourquoi celui-ci est recouvert de graphite. A la partie inférieure, on voit encore quelques accessoires : deux bandes de mica pour le centrage, qui tiennent les électrodes à la distance voulue, deux plaques de refroidissement, des fils de connexion, un tube isolant, le support de getter pour la pilule de magnésium et le culot avec les contacts latéraux. A droite, en haut, on aperçoit la lampe complètement terminée.

Entre les culots des différentes lampes, il existait jadis de multiples différences. Il y avait le culot allemand Telefunken, le culot hollandais Philips, le culot Huth avec fiches banane, le culot américain. Progressivement, le culot Philips atteignit, en Europe, la prépondérance. Le culot de bakélite et le bout de verre dans lequel les connexions vers les électrodes passaient, présentaient une certaine self-capacité; les amateurs d'ondes courtes enlevèrent souvent le culot de leurs lampes pour pouvoir recevoir des ondes plus courtes. C'est pourquoi, en 1925, apparut un culot qui n'avait que 1/4 de la capacité d'un culot à broche (fig. 162). Ce culot sans broche fournit à la lampe moderne, d'abord un bon contact, une fixation ferme de la lampe dans son support et assura en plus une économie de place. La disposition des contacts sur le bord inférieur du culot diminua la self-capacité à un tel point que la masse de bakélite put être maintenue. Une autre amélioration fut le culot des nouvelles lampes métal avec des contacts très éloignés les uns des autres et qui peuvent même être blindés.

Les perfectionnements ne se sont pas arrêtés à la pentode. De nouvelles lampes furent réalisées par l'apport d'électrodes supplémentaires avec des fonctionnements spéciales. Ainsi, l'hexode (AH1) pos-



Fig. 162

sède une seconde grille de commande séparée de la première grille et de l'anode par des grilles-écrans. La commande par deux grilles augmente l'efficacité; cette lampe est surtout employée comme lampe d'entrée. Sous l'impulsion des efforts fait pour économiser, dans les récepteurs, la place et l'énergie de chauffage, on a réalisé des lampes avec des systèmes d'électrodes utilisant une cathode commune. C'est ainsi qu'apparut l'ACH1 qui contient un système hexode pour le changement de fréquence et un système triode pour la production de l'oscillation locale. D'autres lampes à systèmes multiples fonctionnent comme duodiodes (AB1-AB2) avec deux diodes, duo-diode-triode (ABC1) avec deux diodes et une triode basse fréquence, indicateur d'accord (AM2) avec une triode basse fréquence et un système à rayons cathodiques pour rendre l'accord visible. Cette dernière lampe particulièrement remarquable, mérite une mention particulière, car elle repose sur un principe qui, jusque là n'avait pas encore été appliqué en radio. La par-

tie inférieure de la lampe contient la cathode, la grille et l'anode d'un système amplificateur (fig. 163). A travers la plaque de centrage supérieure passent les tiges conductrices de l'anode et du mince point cathodique du système indicateur. Une grille indicatrice et un écran luminescent en forme d'entonnoir ainsi qu'une petite capsule de protection au milieu terminent le système indicateur. Les électrons sortant de la cathode forment sous l'influence de la grille de l'indicateur un nuage de charge spatiale qui protège la cathode. Les électrons qui vont vers l'écran luminescent (anode) subissent de la part de la grille de l'indicateur et des tiges conductrices de l'anode une concentration et suivant la différence de potentiel entre l'écran et les tiges, une déflexion, qui fait varier l'angle lumineux verdâtre qui apparaît sur l'écran. Dans la fig. 164, on a figuré les courbes donnant la relation entre l'angle lumineux (axe vertical) et les tensions agissant sur la tige et la grille de l'indicateur pour une tension constante d'écran de 250 V. Le faisceau de courbes de gauche se rapporte à différentes tensions de grille d'indicateur (U_{g1}) en fonction de la tension d'anode U_a (axe horizontal). La partie de droite de la figure contient les courbes de tension d'anode en



Fig. 163

fonction de la tension de grille d'indicateur U_{g1} . On trouvera les schémas convenant pour ce type de lampe fig. 44a, b et c. Comme, dans la fig. 44a, la grille d'indicateur est reliée à la cathode, donc a une tension 0, seules les variations de tension d'anode ont une influence. Dans la fig. 164 à gauche, on a dessiné la courbe pour $U_{g1} = 0V$. On y voit qu'une variation de la tension d'anode de 0 à 250 V produit une variation de l'angle lumineux de 95° à 150° . Ce n'est qu'avec les schémas des fig. 44b et c que l'on peut utiliser complètement toute la gamme de l'indicateur entre 5 et 170° . Dans la fig 44c, le système triode inclus est même employé pour l'amplification.

L'attribution de plusieurs fonctions différentes à une même lampe est devenu possible en montant plusieurs systèmes dans un même globe. Ceci exige, cependant, une répartition très soignée des différentes fonctions d'électrodes. Un des représentants les plus caractéristiques de cette espèce de lampes est l'octode (AK2). La fig. 165 représente un croquis de cette lampe en supposant l'anode coupée; à droite, se trouve la représentation schématique de la lampe. Le croquis montre

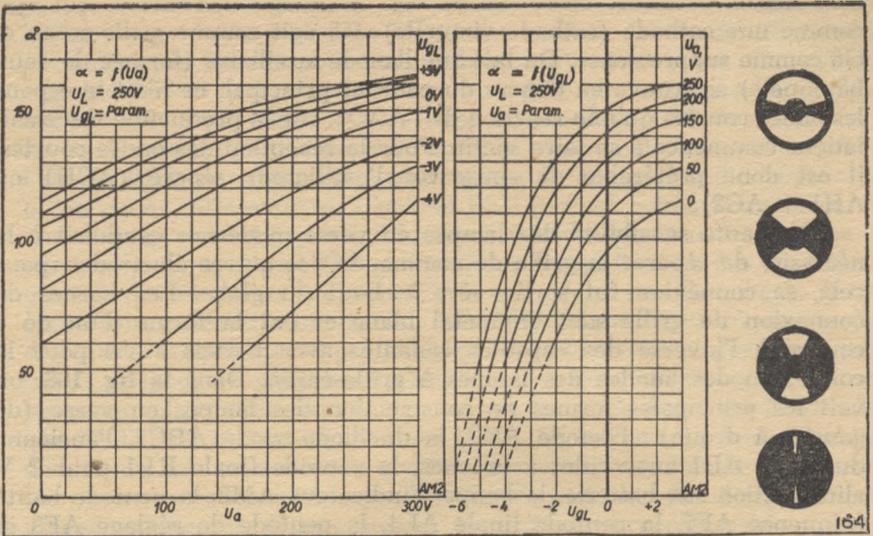
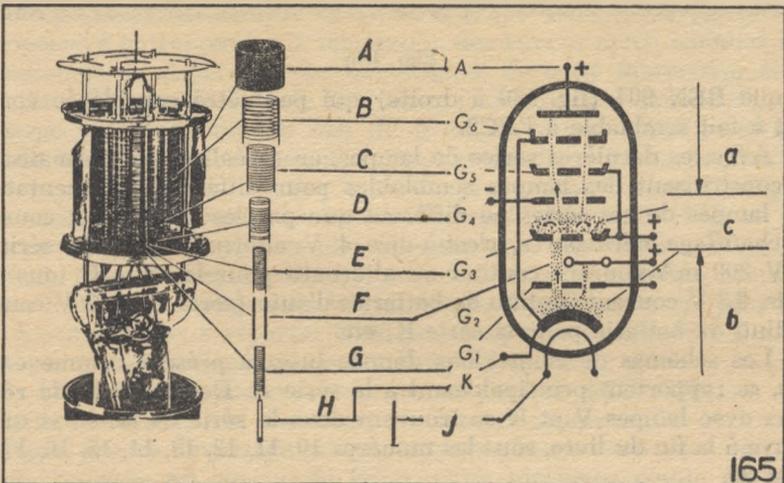


Fig. 164

clairement la construction et le montage ; les électrodes sont montées autour de la cathode concentriquement et avec des diamètres croissants en direction de l'anode. Ce système apparemment simple de lampe multigrille constitue une lampe de mixage réglable avec production des oscillations locales. Le système travaille donc en deux groupes. Le schéma le montre encore mieux. La cathode, la grille de commande G1 et l'anode auxiliaire G2 produisent l'oscillation locale. Sous la protection de la grille-écran G3, les grilles G4, G5 et G6 forment avec l'anode le système changeur. Dans celui-ci, G4 est la grille réglable. Sa ten-



- A = anode
- B = grille supresseuse
- C = 2° grille écran
- D = 2° grille de commande
- E = 1° grille écran
- F = anode auxiliaire

- G = 1° grille de commande
- H = cathode
- J = filament
- a = 2° partie
- b = 1° partie
- c = nuage électronique

Fig. 165

sion négative forme, entre G3 et G4 un nuage d'électrons qui agit comme une cathode (cathode virtuelle). G5 agit comme grille-écran et G6 comme supprimeuse. Du fait que l'anode auxiliaire (formée de deux bâtonnets) se trouve en dehors du courant principal, ce n'est que pour les ondes courtes qu'une réaction de l'A.V.C. sur la production des oscillations commence à se faire sentir. Pour la réception des ondes courtes, il est donc préférable de conserver l'oscillateur séparé (ACH1 ou AH1 + AC2).

La haute sensibilité des lampes en verre modernes conduisit à la nécessité de séparer la grille de commande des autres électrodes, pour cela, sa connexion fut sortie vers le haut du globe. Les bornes de connexion de grille sont en métal blanc et ont la forme d'un dé à coudre à l'inverse des capsules isolantes avec bornes à vis pour la connexion des anodes des lampes à grille-écran. Dans la fig. 166, on voit les principales formes de construction des lampes en verre (de gauche à droite) : l'octode AK2, la duodiode-triode ABC1, l'ancienne duodiode AB1 avec culot à broches, la pentode finale KL1 pour 2 V alimentation sur batterie, la lampe d'indicateur AM2, la pentode haute fréquence AF7, la pentode finale AL4, la pentode de réglage AF3 et l'hexode AH1. On peut comparer les grandeurs avec celle de la triode



Fig. 166

connue REN 904 (fig. 160 à droite) qui peut être considérée comme tout à fait semblable à l'AC2.

Avec les dernières séries de lampes, on a réalisé une normalisation en construisant des lampes semblables pour différentes alimentations. Les lampes de ces séries ne diffèrent que par les tensions et courants de chauffage nécessaires, c'est-à-dire 4 V alternatif pour la série A, 13 V 200 mA courant continu ou alternatif pour la série C tous courants, 6,3 V courant continu de batteries d'auto (série E) et 2 V courant continu de batterie pour la série K, etc.

Les schémas de connexions donnés jusqu'à présent comme exemples, se rapportent principalement à la série A. Des schémas de récepteurs avec lampes V et K se trouvent dans la série de schémas qui se trouve à la fin du livre, sous les numéros 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 20.

Quelques mots maintenant sur les lampes « rouges ». Celles-ci doivent leur nom à la métallisation rouge de leur globe extra-ordinairement petit qui est monté sur le culot sans broche habituel des autres lampes. Comme courant de chauffage, elles consomment 200 mA sous une tension de 6,3 V, donc 1,26 W seulement. De ce fait, ces lampes tiennent à l'AF3 et l'AF7. La pentode réglable EF8 est particulièrement

conviennent très bien pour les courants alternatifs, tous courants et l'alimentation batterie. Ce fut le premier essai de fabrication d'une série normalisée de lampes pour tous usages. La série contient une pentode réglable EF3 et une pentode redresseuse EF6 qui correspondent respectivement de bruit tandis que la lampe de réglage EF9 fait déjà usage de la tension de grille-écran variable récemment introduite. Avec l'octode EK2, on n'obtient le phénomène de déplacement de fréquence qu'en ondes ultra-courtes. L'octode EK3 permet même l'emploi de ces ondes et est en outre particulièrement silencieuse. Dans cette série, et particulièrement dans l'EF8 prévue pour l'amplification des hautes fréquences les électrons qui vont de la cathode à l'anode et à la grille-écran sont concentrés suivant les lois de l'optique électronique par une disposition convenable et par la charge des électrodes et par conséquent mieux dirigées, ce qui permet d'atteindre le même effet avec un courant beaucoup plus faible. Ainsi, le courant de grille-écran de l'EF8 n'est que de 0,2 mA contre 2,6 mA dans l'AF3. Dans l'octode, deux faisceaux d'électrons vont vers l'anode oscillatrice et deux vers l'anode de mixage. La concentration étroite ainsi que les dispositions des écrans permet une séparation des deux systèmes, libre d'influence réciproque et évite les perturbations d'accord en ondes courtes connues sous le nom de déplacement de fréquence.

Dans la série des lampes rouges, il existe encore un indicateur d'accord EM1 qui ne contient pas de système amplificateur comme la lampe ordinaire AM2, trois pentodes finales EL2, 3 et 5 avec 8, 9 et 18 Watts de dissipation d'anode (correspondant aux lampes AL4 et 5) une triple diode EAB1 pour A.V.C. et contre-réaction ainsi que diverses lampes combinées dans lesquelles des duodiodes avec une lampe de réglage moyenne fréquence (EBF2), une lampe préamplificatrice à basse fréquence (EBC3 qui correspond à l'ABC1) ou une pentode finale (EBL1, qui correspond à l'AB1 + AL4) sont réunies.

Le succès des lampes de la série rouge encouragea les fabricants européens à entreprendre la fabrication des lampes métal connues depuis longtemps en Amérique. Le but original de cette fabrication était de faciliter le rayonnement de la chaleur pour protéger l'anode d'une surcharge en employant, au lieu du globe de verre utilisé jusqu'ici, un globe métallique. On espérait ainsi arriver à des dimensions plus réduites et par conséquent, à des appareils plus petits. Comme l'ont prouvé des essais subséquents, les lampes à grande dissipation tout au moins ne purent pas être placées plus près les unes des autres car les lampes métal, plus petites, rayonnent leur chaleur à plus faible hauteur et plus fortement dans le sens latéral que les lampes en verre plus hautes et à chaleur mieux répartie. C'est pourquoi la nouvelle série E dans les lampes métal contient encore des lampes à globe de verre.

Les lampes métal consomment, en général, 6,3 V/300 mA = 1,26 Watts de courant de chauffage, les lampes finales et les redresseuses exigent encore davantage ce qui augmente la consommation en proportion. La série est conçue de façon qu'un récepteur d'auto puisse être muni de lampes métal dans tous les étages. Dans les récepteurs à courant alternatif toutes les lampes de la série métal sont alimentées en parallèle sur l'enroulement 6,3 V du transformateur d'alimentation. Pour ceux-ci, on a deux fortes lampes finales en verre avec culots de lampes métal. Pour les appareils tous courants où toutes les lampes sont connectées en série, il faut, à cause des forts courants de chauffage

des nouvelles lampes finales revenir à la série C. Pour le reste, les différents modèles de la série métal sont adaptés le mieux possible comme lampes spéciales, à l'étage pour lequel elles sont prévues. La série est composée comme suit :

- EF13 : pentode réglable à faible bruit, remplace l'AH1, est comme celle-ci accessoirement réglable par la grille supprimeuse ; spécialement prévue comme lampe d'entrée pour l'étage changeur de fréquence d'un super. Très bonne amplification sur ondes courtes.
- ECH11 : Hexode-triode de mixage remplace l'ACH1 et l'AK2 prévue comme lampe changeuse de fréquence. Pour les ondes courtes jusqu'à 5 m (super de télévision).
- EF11 : Pentode réglable, remplace l'AF3, bonne amplification, même pour ondes courtes.
- EF12 : Pentode haute fréquence, remplace l'AF7, comme détectrice par grille, pour l'amplification à basse et à haute fréquence, convient même pour les ondes courtes. Peut être utilisée comme triode en reliant la grille-écran à l'anode.
- EFM11 : pentode réglable à basse fréquence avec indicateur d'accord, comme l'AM2, mais avec système pentode qui peut servir pour l'amplification ; globe de verre.
- EM11 : Lampe indicatrice d'accord avec gamme d'indication, contient comme le trèfle d'accord deux paires de secteurs lumineux qui sont perpendiculaires l'un à l'autre et qui possèdent chacun un système amplificateur de sensibilité différente. La première gamme sert pour l'indication des postes faibles, l'autre pour les émetteurs puissants. Les systèmes ne sont pas utilisables pour l'amplification générale de la réception, globe en verre.
- EB11 : Duodiode, comme l'AB2 mais avec des cathodes complètement séparées et systèmes blindés entre eux. Pour détection et A.V.C. avec prise de tension sur différents circuits d'un filtre de bande moyenne fréquence où, précédemment, une AB1 devait être employée pour éviter un dérèglement du filtre de bande par la capacité de couplage de l'AB2 ; convient aussi pour l'accord automatique.
- EBF11 : Duodiode-pentode de réglage, remplace l'ensemble AF3+AB2.
- EBC11 : Duodiode-triode ; remplace ABC1.
- ECL11 : triode-tétrode, lampe combinée comme la VCL11 pour le pré-amplificateur et la lampe finale l'un amplificateur basse fréquence. Le système triode est à peu près équivalent à l'ABC1, il a cependant un facteur de traversée plus petit (plus forte amplification). Le système lampe finale est une tétrode, donc sans grille supprimeuse. L'émission secondaire est limitée autrement, par exemple par une distance plus grande entre la grille-écran et l'anode. En ce qui concerne le fonctionnement, cette lampe présente des analogies avec l'AL4 ou l'EL11. Globe en verre.
- ED11 : Double triode finale comme la KDD1 pour un étage final push-pull classe B avec attaque dans la région des courants de grille. Avec 200 V de tension d'anode et -6,3 V de tension de grille, le courant d'anode ne s'élève qu'à $2 \times 1,6$ mA. La pleine attaque fournit, avec une dissipation d'anode de 2×3 Watts, une puissance utile de 4,5 W ; avec 250 V de tension d'anode, celle-ci serait de 5,5 W.
- EL11 : pentode finale de 9 Watts, remplace l'AL4 avec 4,5 W de puissance de sortie modulée. Globe en verre.

EL12 : pentode finale de 18 Watts, remplace l'AL5, mais avec un penta double. Fournit avec 4,2 V eff à la grille, 9 Watts d'énergie modulée. Globe de verre.

La tension exigée pour l'A.V.C. des différentes lampes est mesurée de façon à être adaptée à chaque étage par la tension de réglage originale. Pour réaliser ce réglage harmonique, la lampe indicatrice travaillant comme préamplificatrice à basse fréquence, doit être aussi attaquée par l'A.V.C. Signalons comme nouveauté l'abandon déjà mentionné de la stabilisation de la tension de grille-écran pour les lampes de réglage qui, jusqu'ici exigeaient un potentiomètre avec une notable perte de courant. On obtient de nouveau la tension de grille-écran par une simple résistance de charge, on la laisse tranquillement varier et l'on se sert du déplacement du point de travail qui en résulte pour éviter des courbures désagréables de la caractéristique. Cette tension variable de la tension de grille-écran est utilisée dans toutes les lampes de réglage (EF13, ECH11, EF11, EFM11, EBF11). La production de nombreuses lampes combinées permet l'économie de place et de courant de chauffage.

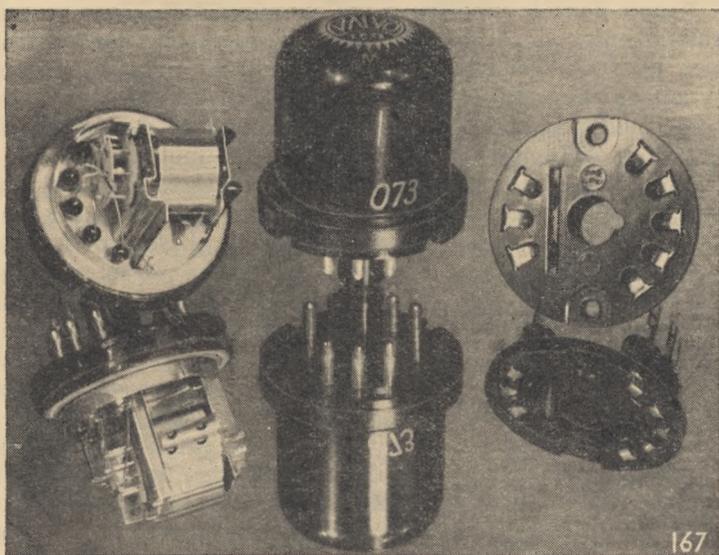


Fig. 167

Le système d'électrodes disposé horizontalement est suspendu dans des berceaux de mica fixés à deux supports profilés boulonnés sur la plaque de fond. Cette construction assure une solidité et une absence de vibrations extraordinaires. La disposition horizontale permet des connexions très courtes aux différentes extrémités du système. On arrive ainsi à supprimer les connexions employées jusqu'ici dans les lampes en verre ; toutes les électrodes sont ramenées au dehors dans un culot en bakélite avec huit broches. Le grand avantage de cette construction réside dans le raccourcissement des connexions et la diminution de leur capacité. Les connexions sont conduites à travers le corps métallique d'une façon intéressante. Dans la fig. 167 à gauche, on voit le système de la lampe combinée EBF11. Dans la plaque de base on a

prévu pour chaque connexion un tube de traversée en alliage de fer-nickel-cobalt dans lequel la connexion est fixée comme à travers un bouchon, dans une perle de verre fondue. Le verre de molybdène utilisé a le même coefficient de dilatation que le tube de fer, de sorte que la fermeture reste hermétique et permet de maintenir le vide. Au milieu de la base est serti le tube de pompage. Les lampes métal ne peuvent pas être placées dans des supports ordinaires ; on a construit des supports spéciaux qui peuvent recevoir des plaques de blindage pour séparer complètement entre elles les connexions sensibles. La fig. 167 montre, au milieu, une lampe métal complète et à droite, un support ad hoc. En réduisant les dimensions du système (et ceci se rapporte aussi à la distance entre les électrodes) et en plaçant convenablement les connexions, on est arrivé à réduire fortement la capacité nuisible entre grille et anode. Les lampes métal fonctionnent également bien dans n'importe quelle position.

Devant la perfection des nouvelles lampes, on évitera d'acheter les vieux types. Le seul obstacle à l'adoption des lampes métal est la tension de chauffage. La plupart des transformateurs d'alimentation des récepteurs à courant alternatif possèdent un secondaire de chauffage de 4 V. Il faut donc le modifier pour obtenir 6,3 V. Dans ce cas, il est préférable d'employer 4 lampes de la série A. Si, au contraire, on peut faire les frais d'acheter un transformateur avec un enroulement de 6,3 V ou de faire transformer, par le fabricant, son vieux transformateur — il suffit de faire modifier l'enroulement de chauffage — on emploiera de préférence les nouvelles lampes métal.

On trouvera des schémas pour lampes métal à la fin de cet ouvrage ; un préamplificateur qui peut servir d'étage d'entrée pour un super avec une EF 13 avec tension de grille-écran à glissement faible (n° 1) ou fort (n° 2) un étage changeur avec oscillateur et tension de grille-écran variable pour ECH11 (n° 3) ; un amplificateur réglable à basse fréquence avec indicateur d'accord pour EFM11 (n° 4) ; le schéma de principe pour l'obtention de la tension de réglage pour l'accord automatique avec une EB11 (n° 5) ; un amplificateur moyenne fréquence avec détecteur de réception, production de la tension de réglage (retardée en détachant la résistance de $2\text{ M}\Omega$ de la cathode et la reliant au châssis comme indiqué en pointillé) connexion du pick-up (T), du commutateur parole-musique (SM) et du volume-control (LR) pour EBF11 (n° 6) ; un étage final push-pull classe B avec lampe d'attaque, détecteur et tension de réglage retardée pour EBC11 et EDD11 (n° 7) ; un étage final avec contre-réaction sur l'étage préamplificateur EFM11, tune-control (KR) et filtre de 9 kHz pour EL12 (n° 8) ; un appareil à une lampe avec détection par grille et amplification finale pour ECL11 (n° 21) ; un amplificateur basse fréquence avec préamplificateur pour ECL11 (n° 22) ; connexion directe de la résistance extérieure à la tension de fonctionnement pour EM11 (n° 23). Pour les autres lampes métal, on peut appliquer les schémas de principe des lampes A correspondantes. Pour l'EF11, comme pour l'AF3 (le potentiomètre de grille-écran sera remplacé par une résistance de grille-écran) ; pour l'EF12 comme pour l'AF7, connectée comme triode (anode et grille-écran reliés ensemble), comme l'AC2 avec couplage à transformateur également ; pour l'EL11 comme l'AL4.

Les lampes ECH11, EBF11 et ECL11 suffisent pour constituer un bon petit super. Pour économiser encore plus de courant de chauffage,

ces lampes sont exécutées en série spéciale U avec cathode économique (0,1 A) pour tous courants. L'ensemble des lampes pour un réseau à 220 V, est connecté en série avec la redresseuse U, les lampes de cadran, et une résistance urdox, ce qui produit une consommation de 22 Watts seulement pour le circuit de chauffage; vis-à-vis des lampes E et C, on économise donc la moitié du courant de chauffage.

Pour un réseau à 110 V, on formera deux branches en parallèle. Les propriétés des lampes U permettent d'obtenir, avec un réseau à 220 V p. ex. la même énergie de réception qu'avec une tension anodique de 250 V dans un appareil à courant alternatif.

UCH11: hexode triode changeuse globe d'acier.

UBF11: duodiode-pentode réglable. Globe d'acier.

UCL11: triode-tétrode. Globe de verre.

Par suite du succès du petit super, on a ensuite fabriqué quatre autres types de lampes pour les grands supers tous courants. Ces lampes sont aussi munies de cathodes économiques de 0,1 A. Leurs propriétés correspondent à celles des types correspondantes de la série E.

UF11: pentode réglable de haute fréquence. Globe acier.

UFM11: pentode réglable basse fréquence avec indicateur d'accord. Globe de verre.

UM11: indicateur d'accord avec double sensibilité. Globe de verre.

UL12: tétrode finale. Globe de verre.

On en trouvera aussi les schémas dans le recueil de schémas à la fin de cet ouvrage; un étage de mixage anti-fading avec production de l'oscillation locale pour UCH11 (n° 24); un étage amplificateur moyenne fréquence anti-fading avec détecteur et AVC retardé par UBF11 (n° 25); un étage préamplificateur avec étage final et production de polarisation semi-automatique et contre-réaction pour UCL11 (n° 26).

Les trois nouvelles lampes U21 construites pour le récepteur allemand d'exportation appelé le super-nain, présentent encore, en comparaison avec la série U11 une petite économie avec 87,6 V contre 100 V de tension chauffage avec la même intensité (0,1 A). Le globe de ces lampes est en verre comprimé avec culot octal américain sur lequel huit broches sont insérées en cercle dans le corps de verre: une triode-heptode UCH21 dont la clé du culot est employée comme neuvième contact; une pentode réglable UF21; une duodiode avec pentode finale 11 Watts UBL21 donnant une puissance modulée de sortie de 5 W. Avec ces lampes, on peut employer un A.V.C sur deux étages et de nouveaux schémas; p. ex. une nouvelle UCH21 peut travailler dans la partie H comme amplificatrice moyenne fréquence, dans la partie C comme amplificateur basse fréquence ou même être utilisée pour l'amplification dual-channel et régulateur dynamique.

Enfin, il existe encore une série D-11. Ce sont des lampes métal qui sont construites pour être alimentées par une seule pile sèche et qui, à cause de leur chauffage direct et de leur filament extraordinairement mince (0,01 mm), n'utilisent qu'un courant de chauffage entre 25 et 100 mA sous une tension de 1,25 V. Un appareil complet à 5 lampes ne consomme que 1/3 Watts de courant de chauffage, c'est-à-dire 75 % d'économie par rapport à la série K. Ces lampes sont construites pour des tensions d'anode de 90 à 125 V. Jusqu'à présent, on peut obtenir les types suivants: la triode-hexode de mixage anti-fading DCH11, la pentode anti-fading haute et moyenne fréquence DF11, la

diode-pentode 8F anti-fading DAF11 ; la triode de commande DC11 ; l'amplificatrice B double triode finale DDD11 et la pentode finale DL11.

Ces lampes sont garanties par les fabricants de lampes contre tout défaut de fabrication pendant 6 mois (à dater de l'achat). Pour faire valoir son droit à cette garantie, tout acheteur reçoit un certificat d'achat. Le vendeur doit inscrire la date de l'achat à l'intérieur de la boîte et cacheter celle-ci. Il est évidemment à recommander de conserver cette partie de l'emballage jusqu'à l'expiration du délai de garantie et de signaler au vendeur les défauts qui peuvent se présenter par suite de défauts usagés des lampes, p. ex. lors du remplacement ou même avant. L'achat de lampes usagées n'est donc pas à conseiller, car il est difficile d'estimer l'état exact d'une lampe offerte. Une lampe dont le courant d'anode est descendu à 70 % de sa valeur normale n'a plus 70 % de sa valeur primitive; elle sera bientôt inutilisable. Après un long temps d'utilisation, n'importe quelle lampe consomme plus de courant qu'à l'état neuf ; la caractéristique est modifiée et exige des constantes de travail toutes différentes et la lampe est inutilisable pour de nombreux usages.

En principe, il faut choisir une lampe de telle sorte qu'elle traite sans déformation toute tension entrant à sa grille. Du fait des influences mutuelles des différents étages, les types de lampes doivent être choisis et prescrits dès l'exécution du montage. Dans la classification des étages de récepteurs, on distingue, en principe les amplificateurs de tension et de puissance. La conception très répandue que, dans une lampe finale, de faibles impulsions sont transformées en impulsions fortes repose sur une erreur. La caractéristique essentielle d'une lampe finale est son fort courant anodique qui transforme les variations de tension qui agissent sur la grille en fortes variations de la tension anodique et du courant d'anode. Les triodes finales n'ont qu'une faible amplification propre ; si la tension de grille leur fournie est trop petite, la lampe n'amènera aucun avantage ; seules les pentodes ont une bonne amplification propre qui permet l'économie de l'étage préamplificateur habituel.

Les propriétés des lampes sont déterminées en tout premier lieu par la pente (S) et par le « Durchgriff » (D). L'amplification peut être aussi exprimée par le rapport $1/D$; elle sera donc d'autant plus grande que le « Durchgriff » sera petit. Pour pouvoir juger exactement de l'influence du facteur de traversée et de la pente, il faut revoir les phénomènes qui se produisent dans la lampe. De la cathode chauffée s'échappent des électrons qui, sous l'influence de la tension d'anode se dirigent à travers la grille vers l'anode. La tension positive de l'anode attire les électrons tandis que la tension négative de la grille les repousse. Les électrons ne peuvent donc atteindre l'anode que si l'action de la tension d'anode surpasse celle de la tension de grille. Comme l'anode est située à une distance de la cathode plus grande que celle de la grille, sa tension doit être proportionnellement beaucoup plus grande. Le « Durchgriff » indique donc l'efficacité de la tension d'anode à travers la grille. Ce facteur correspond à l'augmentation de tension négative de grille qui serait nécessaire pour ramener à sa valeur primitive le courant anodique amplifié par une augmentation de 100 V de la tension d'anode. Un faisceau de caractéristiques nous fera mieux comprendre. Dans la fig. 168a, nous avons représenté les caractéristiques Ia-Ug de la triode RE134 pour des

tensions d'anode (U_a) de 100 et 200 V. Avec $U_a = 100$ V et $U_g = 0$ V, on obtient un courant d'anode (I_a) de 12 mA (point A). Si nous augmentons U_a jusqu'à 200 V, I_a montera à 36 mA et reviendra à 12 mA avec $U_g = -11$ V (point B). Il faut donc une variation de U_g de 11 V (point B). Il faut donc une variation de U_g de 11 V pour ramener le courant anodique à sa valeur primitive malgré une augmentation de la tension anodique de 100 V. Le rapport des variations est $11/100 = 11\%$. C'est le « Durchgriff » cherché. Lorsque nous admettons une variation de la tension anodique de 100 V, la variation de la tension de grille lue sur le diagramme lui correspond d'après le « Durchgriff ». Ainsi, les tensions d'anode 70 et 170 V appartenant, p. ex. au faisceau de caractéristiques I_a-U_a de la fig. 168b (points A et B) correspondant au courant anodique de 3 mA et aux tensions de grille 0 et -2 V; la différence des tensions anodiques est encore de 100 V.

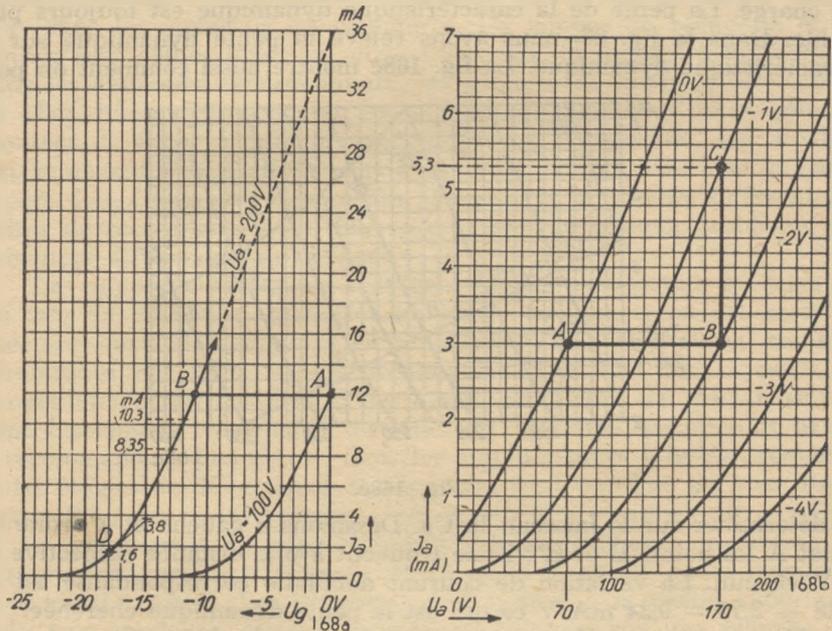


Fig. 168

La différence des tensions de grille n'est ici que de 2 V entre les points A et B; le « Durchgriff » s'élève donc à 2%. La tension d'anode ne doit pas nécessairement varier de 100 V pour déterminer ce facteur. Pour les lampes multigrilles, le « Durchgriff » est très faible, car les facteurs des différentes grilles doivent être multipliés l'un par l'autre. Comme chaque facteur est une fraction, plus petite que l'unité, on obtient un « Durchgriff » total plus petit.

La pente correspond à la variation de courant anodique qui se produit lorsque, avec une tension d'anode constante, la tension de grille subit une variation de 1 V. Dans la fig. 168a, pour $U_a = 200$ V et des tensions de grille respectivement de -12 et -13 V, la variation du courant d'anode s'élève à $10,3 - 8,35 = 1,95$ mA. La pente est donc de 1.95 mA. par Volt (en abrégé 1,95 mA/V). Dans la caractéristique I_a-U_a (fig. 168b) on obtient pour la pente, la valeur moyenne du segment BC. Supposons une tension d'anode de 170 V. Une variation de

tension de grille de -1 à -2 V produit une variation du courant d'anode de $5,3$ à $3 = 2,3$ mA. C'est la pente cherchée. Par suite de la disposition du faisceau de caractéristiques Ia-Ua, le nombre trouvé est une valeur moyenne. Les fabricants de lampes déterminent la pente à l'endroit le plus raide de la caractéristique Ia-Ug. Pour une courbure de la caractéristique, la pente diminue toujours. Pour trouver, p. ex. la pente au point D (fig. 168a) prolongeons, en ce point, la direction de la caractéristique jusqu'à la ligne de tension de grille suivante, ou, si la lecture ne pouvait se faire assez exactement, un peu plus loin. Dans l'exemple choisi, une variation de la tension de grille de 3 V correspond à une variation du courant d'anode de $3,8 - 1,6 = 2,2$ mA. La pente de la caractéristique au point D est donc de $2,2 : 3 = 0,73$ mA/V.

La pente obtenue au moyen de la caractéristique statique de la lampe s'appelle pente statique et se rapporte à la lampe sans résistance de charge. La pente de la caractéristique dynamique est toujours plus faible. Dans la fig. 86, nous avons relevé la pente dynamique sur la caractéristique dynamique. La fig. 168c montre aussi comment on peut

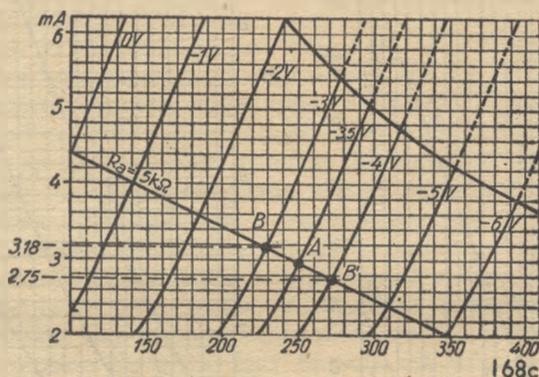


Fig. 168c.

la déterminer sur le faisceau Ia-Ua. Dessinons à gauche et à droite du point A les points B et B' ; ils se trouvent à une distance respective de 1 V chacun. La variation de courant anodique correspondante est de $3,18 - 2,75 = 0,42$ mA/V ce qui est la pente dynamique cherchée.

Une troisième valeur qui est parfois employée est la résistance interne. La résistance d'une lampe est différente pour le courant continu et le courant alternatif. Nous avons donné le calcul des deux valeurs dans l'explication de la fig. 92.

Lorsqu'on fait travailler ses lampes suivant les indications du fabricant, il n'y a pas lieu de se préoccuper des valeurs du facteur de traversée, de la pente ou de la résistance interne. Il suffit de savoir comment sont déterminées les caractéristiques des lampes et à quoi elles servent, pour pouvoir choisir dans chaque cas la lampe la plus adéquate ; ainsi, entre autres choses, la lampe accroche d'autant plus facilement que le « Durchgriff » est plus faible, la pente plus forte et la résistance interne plus haute pour la fréquence de réaction. Pour la comparaison des lampes, la connaissance de ces propriétés est de la plus haute importance.

Le grand nombre de lampes de fabrication nationale ou étrangère décourage l'amateur dans son choix, d'autant plus que la lampe de radio moderne se perfectionne de jour en jour ; il est donc nécessaire

de pouvoir juger de l'efficacité d'une lampe suivant les constantes techniques. Nous attirons donc l'attention du lecteur sur le « Vade-Mecum des lampes de T.S.F. », publié chaque année par l'éditeur du présent ouvrage et dans lequel on trouve une liste complète des types anciens et nouveaux des lampes du monde entier avec toutes leurs constantes et de nombreuses caractéristiques. Les données de cet annuaire sont très utiles pour le remplacement par d'autres types des lampes que l'on ne peut plus se procurer.

SUPPORTS DE LAMPES

Certaines parties d'un récepteur s'usent et doivent être remplacées. Pour pouvoir faire ce remplacement sans perte de temps, ces éléments doivent être placés dans des supports spéciaux dans lesquels se forment automatiquement les contacts voulus avec les fils de connexion. Tandis que, dans les appareils du commerce, les lampes de réception et de cadran sont seules, dans la plupart des cas, facilement remplaçables, dans les appareils expérimentaux, les groupes de bobines, les bobines de choc haute fréquence et les résistances ohmiques, sont souvent montées de façon à pouvoir facilement être remplacées. Les fusibles qui protègent l'appareil doivent aussi être montés dans des supports à part. Les différentes formes des éléments et le nombre différent des points de raccordement du schéma posent, pour chaque problème, des exigences différentes au support.

Les supports de lampes sont généralement construits en bakélite. En vue de diminuer les pertes en haute fréquence, on est arrivé à exécuter aussi des supports en polystyrol (trolitule) et en matières céramiques spéciales (calite, fréquenta). Tant que les supports de lampes étaient en bakélite, il n'y avait rien à dire de spécial concernant l'isolement convenable du culot de la lampe. Néanmoins, il est à recommander, d'employer, dans les amplificateurs à haute fréquence et les étages de détection le meilleur matériel que l'on ait à sa disposition. Pour les ondes courtes — et encore plus pour les ultra-courtes — le succès peut en dépendre. Les anciens supports de lampes en matière très ordinaire peuvent servir dans la partie basse fréquence et la partie réseau. Les supports, avec bornes à la partie supérieure jadis très employés, étaient destinés au montage sur une planche. Le châssis métallique actuellement universellement employé, avec les connexions en-dessous du châssis, exige des supports avec bornes de connexions en-dessous. Pour les appareils alimentés sur réseau, ces supports à bornes cachées sont imposés.

La disposition des ressorts de contact dans le support à lieu d'après le genre de support. Pour les lampes à broches, on distingue deux culots, à savoir le culot européen avec quatre ou cinq broches réparties en croix sur le culot et le culot spécial pour lampes multigrilles (culot d'hexode) avec 6 et 7 broches disposées en cercle. Les supports à broches existant dans le commerce ne conviennent que pour les lampes à broches. Les culots sans broches portent, à la partie inférieure une couronne de contacts. Pour assurer une bonne fixation de la lampe et diminuer l'espace occupé le support est muni de contacts plats inclus dans le support en forme de pot. Outre le support pour les lampes normales avec 8 contacts, on peut encore trouver un support plus petit pour 5 contacts (diodes etc.). Dans la fig. 169, on peut voir, de

gauche à droite, des supports pour lampes à broches en calite, pour lampes à contacts (en trolitul) avec bague métallique incluse pour éviter le bris et en calite avec deux ou trois trous de fixation. Comme le culot avec contacts latéraux est difficile à sortir du support, on

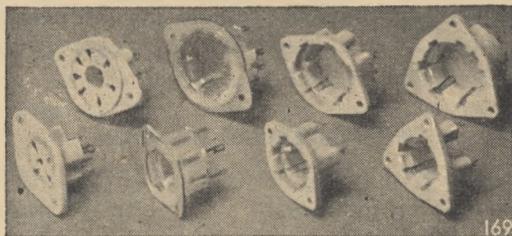


Fig. 169

donnera la préférence aux supports avec un trou au milieu de la partie inférieure. Une lampe qui tient trop solidement dans son support, peut alors être poussée dehors en introduisant une tige ou une tourne-vis dans le trou central. Les nouvelles lampes métal ont un culot assez large avec 8 broches et une broche centrale de forme spéciale (appelée clé).

Les supports pour ces lampes sont souvent en bakélite et rarement en trolitul. On est revenu à la bakélite parce que cette matière peut être moulée très exactement suivant les mesures désirées. La fig. 167 montre une lampe métal avec culot et support en matière moulée. Dans le support on remarque un sillon dans lequel vient se placer un découpage du culot (voir fig. 192c) ce qui protège les électrodes très sensibles (p. ex. la grille de commande) des perturbations possibles (p. ex. de l'anode). Dans la fig. 170 on voit des supports de lampes qui, outre leur emploi dans la radio sont encore utilisés dans d'autres

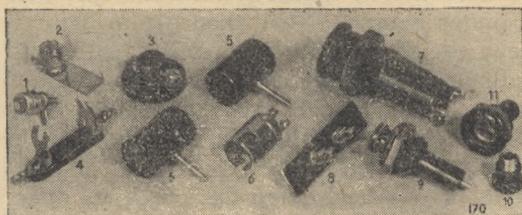


Fig. 170

applications. Les N^{os} 1 et 2 servent pour les lampes mignonnettes, notamment pour les lampes de cadran. Le n^o 3 est aussi un support de lampe mignonnette en bakélite pour montage sur planche. N^o 4 est un support à ressort pour les lampes de forme allongée ou lampes tubulaires ; il peut aussi servir pour la fixation de résistances. Les lampes de cadrans peuvent être fixées par deux capsules isolantes n^o 5. Pour les lampes indicatrices d'accord à décharge, avec culot Swan, il faut un culot à bayonnette n^o 6. Les lampes à gaz, à culot mignon, servant de signal, sont placées dans un culot protecteur en bakélite n^o 7 qui peut être facilement placé partout car, malgré ses faibles dimensions, il contient la lampe tout entière. Pour les fusibles, on emploie le sup-

port à bornes n° 8. Le bloc n° 9 est fermé de tous côtés. L'élément n° 10 en forme de bouton, se dévisse et est remis en place après introduction de la cartouche fusible, ce qui permet aussi le remplacement des cartouches ; le support n° 11 est en bakélite et est si petit qu'il peut être placé après coup dans n'importe quel endroit.

Boutons, échelles et appareils indicateurs

Presque tous les montages contiennent plusieurs circuits variables qui doivent être réglés suivant les cas. Les anciens systèmes de réglage par bobines à curseurs sont périmés ; on les a remplacés par des condensateurs variables avec boutons de réglage. Les boutons sont construits dans les formes, dimensions et couleurs les plus diverses. Pour un réglage très critique, le bouton ne doit pas être trop petit. Une surface molletée ou une forme polyédrique facilite la manœuvre. La forme, la grandeur et la couleur seront choisies suivant le meuble employé. Pour un meuble avec surfaces polies on ne peut pas employer de boutons de fantaisie de forme compliquée. La couleur est particulièrement délicate à choisir. L'emploi de couleurs criardes est une preuve de mauvais goût. Un assemblage de couleurs mal conçu peut gêner fortement l'impression générale. Lorsqu'on n'est pas assez sûr de soi, en cette matière, on choisira des boutons de la même couleur que le meuble. Cela convient toujours. Le meuble reçoit ainsi l'apparence calme et imposante qui convient à un instrument de musique.

Parfois, un seul bouton suffit. La position de l'axe est rendue visible par une pointe ou une flèche. Les dispositifs d'accord ont reçu de nombreux perfectionnements. Le petit bouton avec une échelle divisée en degrés employé jadis ne convient bientôt plus par suite de l'augmentation progressive du nombre d'émetteurs. Pour faciliter la lecture les boutons et échelles furent faits de plus en plus grands. Les premières échelles de fin réglage avaient un très grand disque de réglage avec un accouplement par frottement au bord extérieur qui transmettait le mouvement d'un petit bouton de réglage. Ensuite vinrent des échelles du même genre destinées à être insérées derrière la plaque avant du poste à l'intérieur du meuble ; seuls un petit bouton de manœuvre et une fenêtre avec une partie de l'échelle étaient visibles de l'extérieur. L'échelle était construite en celluloïd transparent et éclairée par derrière au moyen d'une petite lampe de poche. Peu de temps après, les condensateurs variables furent mus par un seul axe. Sur cet axe on monta une échelle en forme de tambour évitant ainsi le réglage séparé des différents circuits oscillants. Cette échelle était aussi visible à travers une fenêtre et éclairée par l'arrière. Parfois on employa des transmissions de mouvement par fil ou câbles (fig. 171).

Pour toutes les échelles d'accord dont il a été question jusqu'ici, il fallait une table ou une courbe d'étalonnage ou de conversion. La recherche ou l'accord d'un poste sur les émetteurs entraînait une perte de temps et, bientôt, les noms des stations furent imprimés sur les échelles mêmes. En très peu de temps, tous les anciens systèmes d'accord disparurent pour faire place aux cadrans avec noms des stations. Ceux-ci sont construits de façon que toute la surface de l'échelle est visible ce qui permet de voir à chaque instant la position de l'aiguille dans la gamme d'accord. Les cadrans « à flux lumineux » sont encore fort recherchés. Pour ces échelles, on emploie une plaque

de verre très épaisse éclairée par les côtés et sur laquelle sont peints les noms des stations et les points d'accord correspondants. La lumière

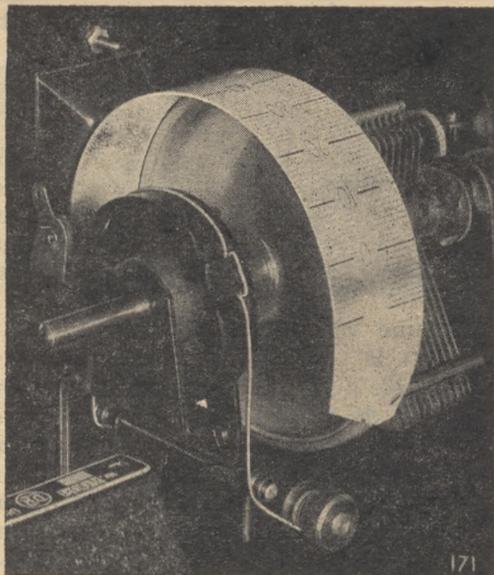


Fig. 171

réfléchi par les deux faces de la glace ne peut pas en sortir, mais les divisions peintes sur la glace apparaissent lumineuses sur un fond sombre.

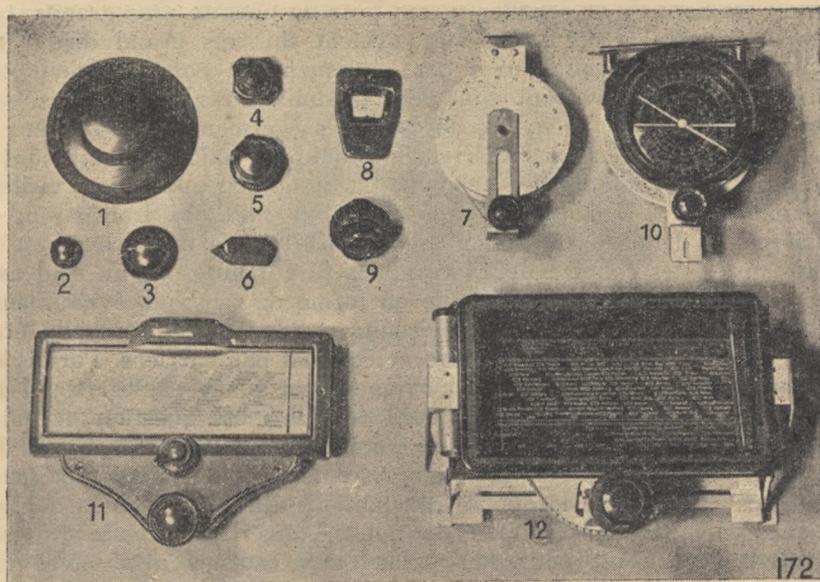


Fig. 172

Dans la fig. 172, on voit un ensemble d'échelles d'accord ; le n° 1 est un gros bouton d'accord avec divisions en degrés ; le n° 2 est un

petit bouton de commutateur; le n° 3 est un bouton molleté avec flèche; les n° 4 et 5 sont de boutons modernes respectivement carré et hexagonal; le n° 6 est un bouton spécial pour commutateur très ingénieusement construit pour indiquer sa position. Tous ces boutons contiennent un solide anneau de métal avec une vis pointue enfouie comme le prescrit la normalisation. Le n° 7 est un cadran interne avec vernier. Il fut spécialement construit pour la réception sur ondes courtes et possède une échelle argentée, le mouvement se produit sans point mort et à ce cadran correspond une fenêtre frontale (n° 8); le vernier permet la lecture à 1/10 de degré près; c'est un arc de circonférence portant dix divisions dont la longueur totale est égale à la distance entre 9 divisions successives du cadran. La fig. 173a montre une partie du cadran avec le vernier dessiné à une plus grande échelle. Le trait zéro du vernier reste le trait de lecture pour le nombre entier de degrés comme le zéro du vernier est exactement au-dessus du trait de division 11 du cadran, la position du cadran est donc de 11 divisions exactement.

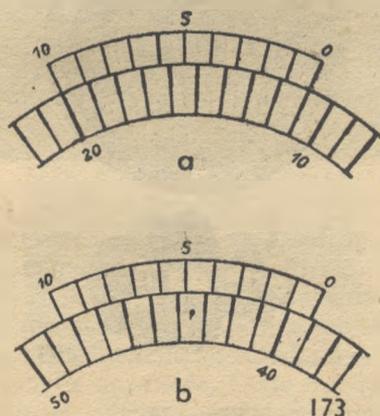


Fig. 173

Dans la fig. 173b, le cadran est tourné plus loin. Le trait zéro du vernier est un peu plus loin que le trait 38 de l'échelle, le trait n° 2 du vernier se trouve exactement en face d'un trait du cadran, à savoir le trait 41. Le second trait du vernier signifie 2/10, la position d'accord est donc exactement 39,2 degrés. Si le 7^e trait du vernier avait été en face d'une division du cadran, il aurait fallu ajouter 7/10 de degré.

La lecture précise, que permet l'emploi d'un vernier, produit souvent le désir d'améliorer un appareil disponible (ondes courtes, ondemètre, condensateur étalonné etc.) en y adjoignant un vernier. L'introduction d'une échelle interne est souvent difficile. Une échelle (fig. 174 au-dessus) est plus facile à réaliser. La boîte plate en bakélite protège l'échelle de la poussière, la manœuvre est facilitée par l'emploi d'un double bouton. Le grand bouton permet le premier réglage tandis que le petit bouton assure le fin réglage. On peut aussi obtenir ces doubles boutons séparément (fig. 172 n° 9); ils s'adaptent sur n'importe quel axe de 6 mm. Ils contiennent un mécanisme de transmission interne spécialement conçu (fig. 174 en-dessous). Ce dispositif est surtout utile pour la réception des ondes courtes. Dans la fig. 172 n° 10, on voit un très beau cadran du type horloge. Sous une glace bombée

circulaire se trouve une échelle multiple avec divisions en kHz et en degrés. Un étrier avec deux sockets permet l'éclairage du cadran par derrière. Les n° 11 et 12 sont deux grands cadrans d'accord modernes. Le n° 11 peut être monté tel quel sur n'importe quel appareil ; il suffit de le glisser et de le fixer sur l'axe du condensateur. La partie supérieure contient une niche avec un support pour une lampe tubulaire. Le n° 12 est un cadran à éclairage indirect dont l'axe est amovible. Il en résulte que ce cadran peut être employé dans les appareils dont le bouton d'accord ne se trouve pas exactement au milieu de l'échelle. Elle contient les noms des stations dans les gammes de 20-50, 200-600 et 800-2000 m. A côté de chaque nom de station se trouve un petit rectangle où apparaît le trait d'accord.

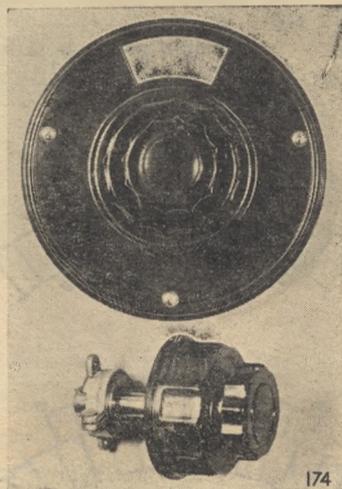


Fig. 174

Dans beaucoup de cas, il se présente des difficultés pour mettre l'échelle du cadran en correspondance exacte avec les circuits d'accord, surtout lorsque les bobines sont de fabrication personnelle. Une échelle sur laquelle les noms des stations sont inscrits d'avance, ne convient que si les valeurs de la capacité et de la self-induction ont été choisies lors de l'établissement même de l'échelle. En réalité, l'adaptation n'est pas si difficile, car les condensateurs d'accord sont déjà normalisés ; seule la capacité propre des connexions varie dans le cas de construction personnelle. Les bobines de la région des ondes moyennes ont généralement une self-induction de 0,18-0,2 mH, et les bobines pour grandes ondes 1,6-1,8 mH. Les bobines à noyau de fer, de fabrication personnelle, peuvent être réglées d'au moins 10 % par le déplacement du noyau. La plupart des irrégularités proviennent d'un choix inexact du nombre de spires. La non-correspondance des valeurs du circuit d'accord avec la normalisation de l'échelle produit un décalage et parfois un élargissement ou un rétrécissement de la bande des stations. La plupart des cadrans sont donc construits pour pouvoir être étalonnés après coup. Une correspondance parfaite ne peut cependant être obtenue que lorsque l'échelle a été construite en même temps que les bobines et le condensateur. Dans la fig. 175, on voit le cadran bien

connu à éclairage latéral et par pays, sur laquelle les stations sont imprimées en plusieurs rangées, chaque rangée contenant les stations d'un même pays. Ce cadran est construit pour être utilisé avec des condensateurs et des groupes de bobines du même fabricant et ce n'est qu'à cette condition que l'on obtient une correspondance parfaite. Le réglage subséquent n'est donc pas nécessaire.

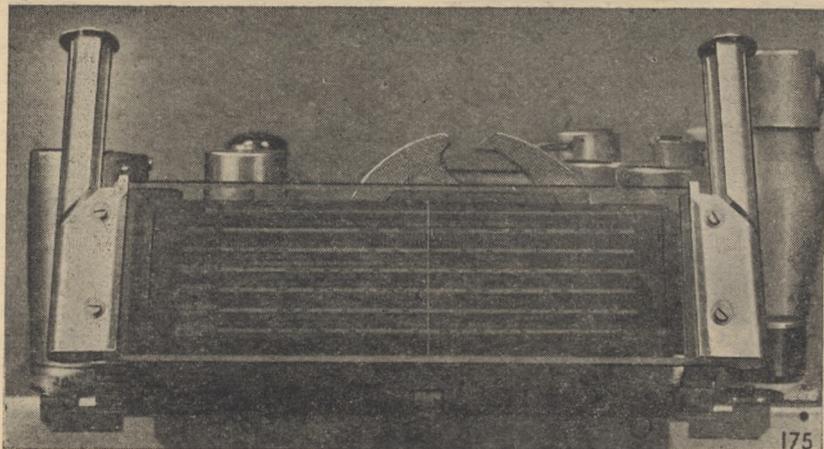


Fig. 175

Si l'on veut fabriquer soi-même son cadran d'accord, on peut y arriver au moyen de bandes imprimées contenant le nom des stations. Celles-ci peuvent être collées sur des tambours de celluloïd ou sur une glace. Il existe aussi des textes imprimés semblables pour boutons et bornes de connexion. Une échelle ainsi obtenue ne présente pas de différence avec une échelle imprimée. Cette méthode est le seul moyen de salut dans le cas où un cadran complet ne convient absolument pas,

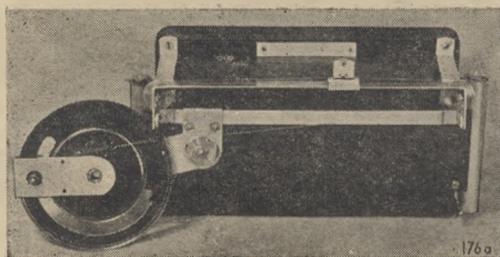


Fig. 176a

p. ex. dans le cas où l'accord d'un appareil à ondes courtes est réalisé avec bandes multiples. Pour chaque échelle, il suffit d'une ou deux lignes pour les stations d'une gamme. On peut monter, derrière le cadran, une caissette métallique avec de petites lampes d'éclairage séparées par de petites cloisons qui sont alimentées en passant par le commutateur d'ondes, ce qui permet de n'éclairer que la partie de l'échelle correspondante et évite toute erreur de réglage. On peut employer, au choix, une aiguille à déplacement, vertical ou horizontal. Celle-ci est commandée par un petit câble fixe d'une part à

une poulie à gorge fixée sur l'axe du condensateur d'accord et d'autre part à un coulisseau portant l'aiguille et qui glisse sur l'une ou l'autre coulisse métallique.

La construction personnelle est très simple lorsqu'on peut se procu-

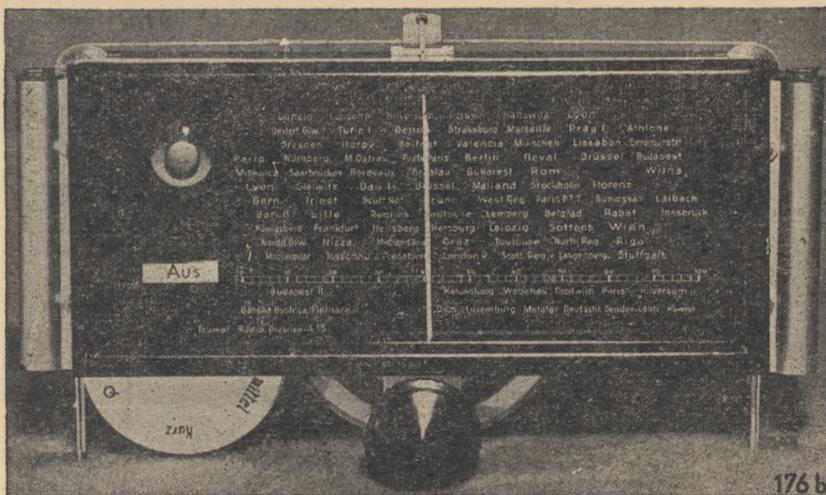


Fig. 176b

rer les pièces détachées toutes faites. Le cadran à éclairage indirect représenté fig. 176a est aussi fourni par le fabricant en pièces détachées; on peut donc se procurer ce cadran parties par parties ou, au moyen

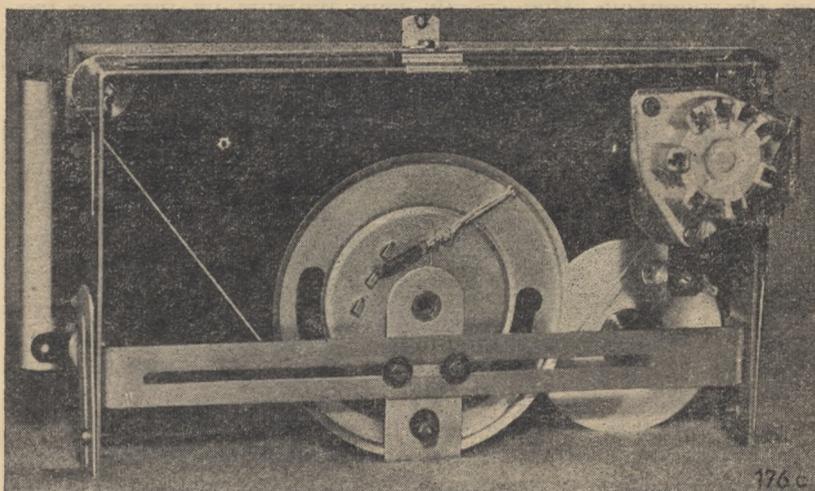


Fig. 176c

des pièces détachées, construire un cadran suivant sa propre conception. Ce cadran d'accord est réellement utilisable de nombreuses façons. Le cadre en bakélite contient une fenêtre pour l'insertion d'un indicateur d'accord. Le cadran contient les noms de 93 stations (fig. 176b) dans

les gammes des ondes moyennes et des grandes ondes et une échelle divisée en degrés de 0 à 100.

La transmission par câble passe sur des poulies et est très stable ; l'axe du bouton de réglage peut être placé au choix en-dessous du cadran ou à gauche ou à droite, ce qui est un avantage appréciable (fig. 176c). Le cadran peut être inséré horizontalement ou verticalement et si on le désire, le mécanisme de transmission peut être complètement séparé du cadran ce qui permet, avec un câble aussi long que l'on veut, une espèce de commande à distance. Un nouveau modèle de ce cadran (fig. 176 b/c) comporte un culot et une fenêtre pour indicateur d'accord et un indicateur de gamme de réception. Ce dernier tourne avec le commutateur d'ondes. Au moyen d'un commutateur qui peut avoir jusqu'à 12 contacts, l'appareil est construit de telle sorte que, après avoir réglé, par exemple sur le poste local, il puisse être commuté automatiquement de la réception directe en super. Pour les amateurs d'ondes courtes, il existe une plaque de cadran spéciale avec les noms des stations en grands caractères. L'étalonnage est réalisé en traçant après coup un petit point de couleur blanche. Dans un autre modèle, les points de fonctionnement sont marqués par une rangée de petites perles de verre. Chaque perle peut être glissée sur son fil de fixation et être fixée, après réglage, dans la position déterminée, en dessous du nom de la station.

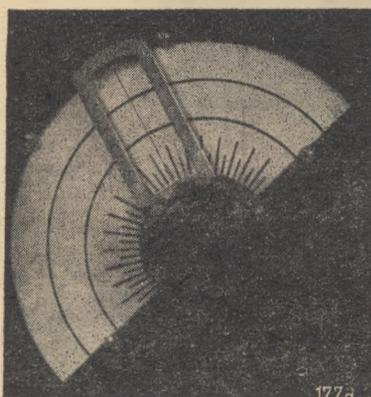


Fig. 177a

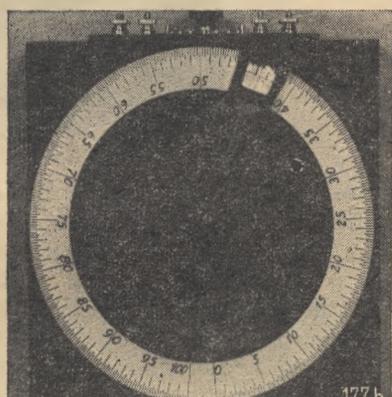


Fig. 177b

Pour les appareils de mesure et de contrôle, on a souvent besoin d'un système de commande avec un cadran vierge. La fig. 177a montre une échelle de fabrication personnelle avec aiguille encadrée. Un étrier en laiton découpé dans une plaque de 1 mm d'épaisseur est fixé au moyen de masse isolante dans un creux ménagé à la lime dans le bouton. Comme trait de lecture, on soude, en dessous de l'étrier un mince fil de cuivre (brin de cordelière) que l'on peut noircir ensuite. L'échelle consiste en une feuille de papier de dessin ou de carton bristol que l'on colle sur la plaque frontale de l'appareil et que l'on protège de la poussière et des souillures par un morceau de celluloid fixé par quatre vis. Les points d'étalonnage peuvent être dessinés n'importe où sur l'échelle. La fig. 177b montre encore un cadran de pont de résistances exécutée en carton Bristol. Le fil résistant à contact glissant est placé sur les bords d'un disque en matière isolante. L'échelle est constituée par une

graduation faite au moyen d'un rapporteur et dessinée d'abord au crayon puis repassée à l'encre de chine. La fenêtre du bras de réglage est munie d'une lentille carrée provenant d'un vieux viseur d'appareil photographique. Cette lentille possède une croix de fils qui permet la lecture précise. La précision de lecture est encore plus grande avec des cadrans du type décrit fig. 177c. Le condensateur d'accord contenu dans la boîte doit servir au relevé de courbes de résonance ; il en

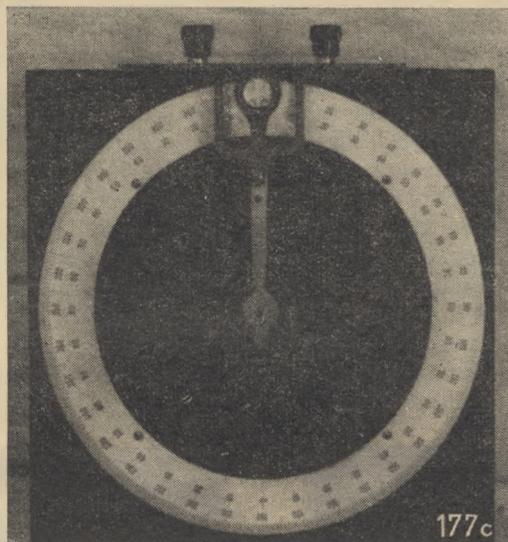


Fig. 177c

résulte que l'on doit pouvoir lire de petites différences de capacité. La première condition nécessaire est donc l'emploi d'un long bras de lecture. A l'avant, et un peu incliné vers l'extérieur, ce bras porte le curseur d'une règle à calcul dont la glace porte un trait très fin. Au-dessus de ce dispositif est montée une loupe.

Le curseur se déplace avec son côté extérieur tout contre l'échelle. A cause de la précision demandée, il est préférable de ne pas exécuter soi-même l'échelle, mais d'employer un cercle divisé d'avance. La

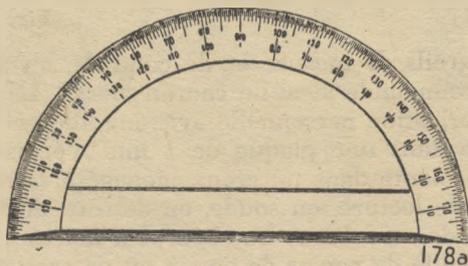
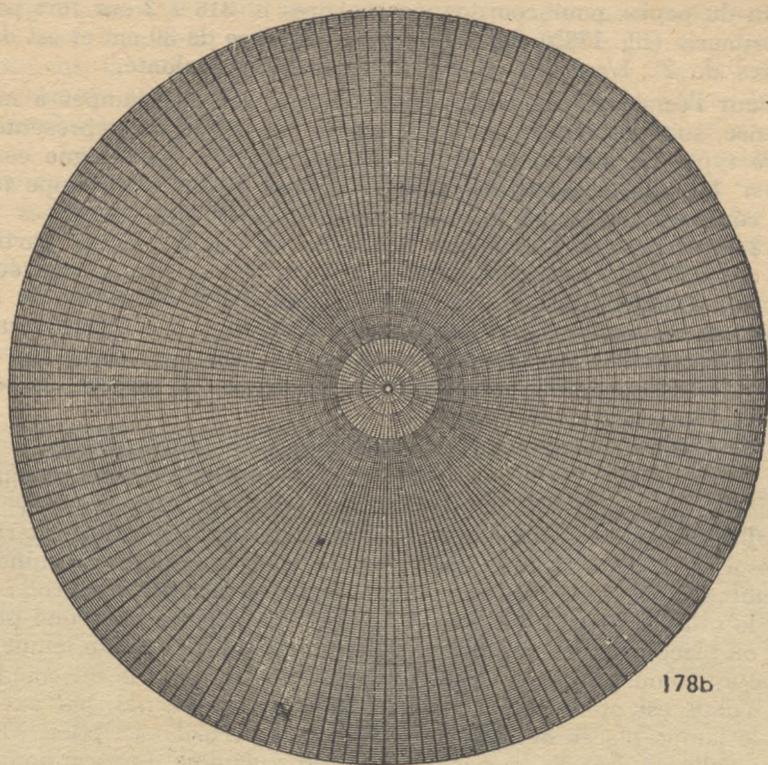


Fig. 178

loupe facilite la lecture et l'appréciation d'une fraction de division. Il faudra aussi veiller à diminuer le plus possible l'influence de l'angle de lecture (erreur de parallaxe). Le rapporteur circulaire de 24 cm de diamètre employé ici pour constituer l'échelle est assez coûteux. On pourrait aussi utiliser un rapporteur moins cher, semi-circulaire de



20 cm de diamètre (fig. 178a). Ceux-ci sont généralement en celluloid de 1,5 mm d'épaisseur et peuvent être obtenus avec diverses gradua-

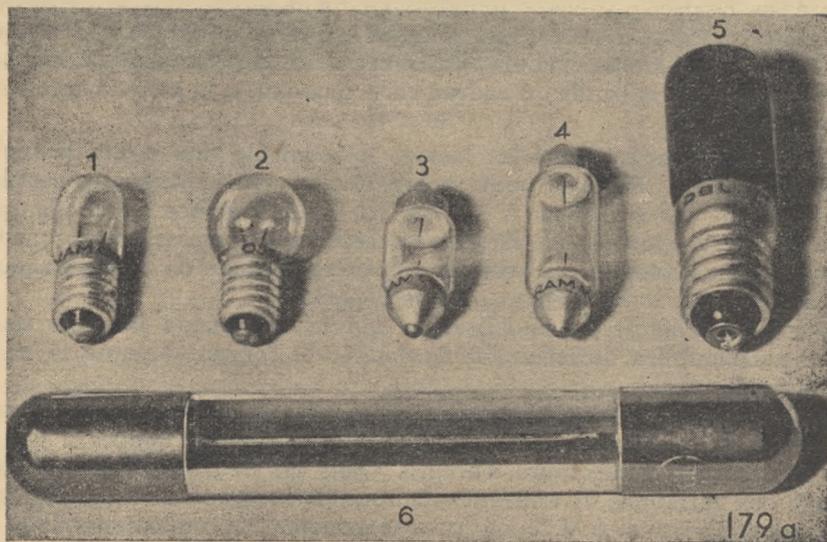


Fig. 179

tions. Si l'on veut absolument exécuter soi-même son échelle, on emploiera du papier pour coordonnées polaires n° 316 1/2 sur fort papier d'imprimerie (fig. 178b). Le cercle a un diamètre de 30 cm et est divisé en arcs de 2°. L'échelle peut être diminuée à volonté.

Pour l'éclairage des cadrans, on emploie soit des lampes à incandescence, soit des lampes à gaz. Dans la fig. 179 on a représenté les quatre types de lampes de cadran normalisés. On les désigne comme suit : n° 1 petite lampe cylindrique, n° 2 lampe boule, n° 3 lampe tubulaire courte, n° 4 lampe tubulaire longue. Elles sont exécutées pour 2 V, 2 A et pour 4 V avec des intensités de 0,1, 0,3, 0,6 et partiellement aussi 0,8 A. La lampe tubulaire à gaz n° 6 peut être alimentée par le réseau à 110 ou 220 V avec interposition d'une résistance de 3 ou de 30 k Ω respectivement. Le courant cathodique ne s'élève qu'à 6, respectivement 3 mA. La lumière douce et non aveuglante de cette lampe la rend particulièrement apte à l'éclairage des cadrans de récepteurs et d'instruments de mesure.

Elles sont aussi utilisables comme lampe de contrôle, par exemple pour indiquer sur quelle gamme de longueur d'onde on est commuté. On découpe quelques petites ouvertures dans la plaque, on y colle du celluloïd opalin par derrière et l'on écrit sur la partie postérieure de celui-ci le texte désiré. Ceci peut se faire à l'encre de chine sur un morceau de film photographique transparent que l'on colle derrière le celluloïd opalin ou bien, l'on découpe le texte dans une plaque que l'on place derrière la fenêtre. Chaque fenêtre à sa petite lampe connectée au commutateur d'ondes. Lorsque, par exemple le dit commutateur d'onde est placé sur la gamme des ondes moyennes, par exemple c'est la lampe placée derrière la fenêtre qui porte l'inscription 200-600 m qui s'allume. Lorsqu'on passe à une autre gamme de réception cette lampe est éteinte et une autre s'allume.

En recouvrant ainsi les fenêtres de celluloïd, toutes les fenêtres sont également sombres; l'écriture n'est pas visible de l'extérieur. Lorsque les fenêtres sont très près l'une de l'autre, on place des écrans entre les lampes jusqu'aux fenêtres. On peut aussi diviser un cadran à éclairage indirect en bandes longues en étroites et éclairer chaque bande par une lampe séparée; en commandant les lampes par le commutateur, seule la bande du cadran correspondant à la gamme employée est visible.

Classons encore dans les lampes de contrôle une petite lampe à gaz (fig. 179 n° 5) avec petit socket Edison qui peut être raccordée directement sur le réseau à 110 ou 220 V. Les globes de ces lampes peuvent être exécutés en différentes espèces de verres colorés; elles servent, par exemple au contrôle du raccordement de hauts-parleurs séparés montés sur un écran installé à part.

Par une lampe de signalisation, qui brûle lorsque le poste fonctionne, on oubliera difficilement de couper le courant lorsque le poste est hors de service.

Pour l'accord silencieux, il faut un moyen qui rende visible l'accord exact. Pour cela, nous avons, à notre disposition, les lampes à gaz et les instruments indicateurs d'accord. Dans les deux systèmes, on fait usage des variations du courant anodique de la lampe de réglage. Dans les appareils sans A.V.C. on peut connecter un indicateur dans la connexion de l'anode de la lampe détectrice. La fig. 180 n° 1 représente

un indicateur formé d'une lampe à décharge avec une cathode en forme de long filament et deux électrodes en forme d'anneau dont celle du dessus sert d'anode et celle du bas d'anode auxiliaire. Pendant le fonctionnement, la cathode est couverte du flux lumineux ; les résistances de réglage du schéma sont choisies de telle sorte que l'émetteur le plus fort produise précisément un recouvrement lumineux complet de la cathode. Le flux lumineux suit toutes les variations de l'intensité du champ ce qui permet de comparer les puissances agissantes de chaque poste à l'endroit exact de la réception correcte. Pour permettre à la lampe de fonctionner aussi pour les faibles courants, l'allumage est assuré par l'anode auxiliaire. La plus grande longueur du flux lumineux (63 mm) s'obtient pour 1,2 mA. L'allumage a lieu pour 190 V. La lampe est montée sur un petit culot à quatre broches ou avec un culot bayonnette (Swan). Le n° 2 est une autre forme de lampe à gaz indicatrice. Celle-ci appelée lampe de résonance est enduite d'un écran noir

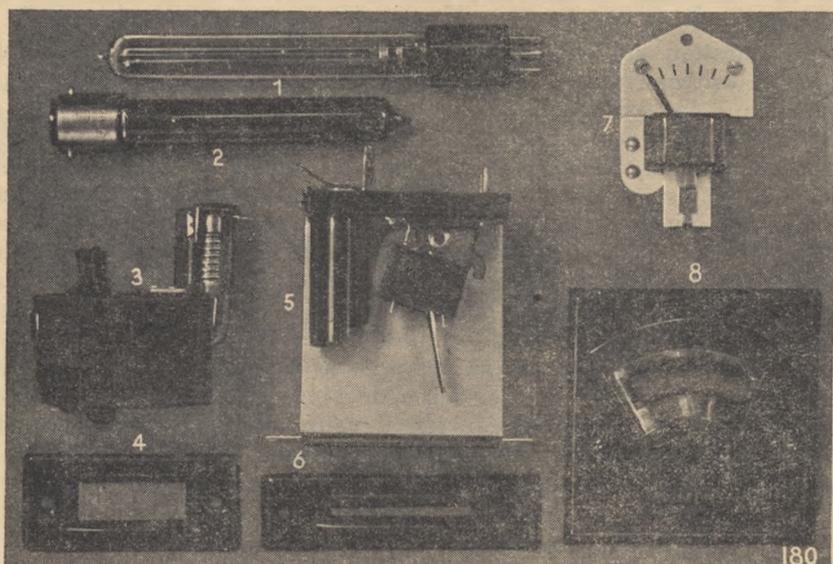


Fig. 180

avec une fente étroite à travers laquelle le flux lumineux est visible. L'allumage a lieu pour 175 V environ. On obtient le plus grand flux avec environ 2 mA.

Les instruments indicateurs ne sont rien d'autre que des instruments de mesure très légèrement construits. Comme le technicien est habitué à des instruments de mesure dont l'aiguille va de gauche à droite pour des valeurs croissantes de la valeur mesurée, les indicateurs des lampes de réglage sont construits de façon que l'aiguille se trouve entièrement à droite lorsque l'appareil n'est pas raccordé au réseau et qu'elle se trouve à gauche lors de l'allumage ; de cette façon l'aiguille va plus ou moins à droite suivant la puissance de la réception. La fig. 180 montre au milieu deux indicateurs d'accord avec aimant tournant polarisé. Le n° 3 montre la position de l'aiguille sous la forme d'une bande d'ombre sur l'échelle éclairée par une lampe à incandescence. Le n° 4 est le cadre de fenêtre y destiné. La boîte en fer empêche

l'influence magnétique du système sur les éléments du poste. Ce modèle AS70 a une résistance de $10\text{ k}\Omega$ et donne une élongation complète pour 3 mA. Le n° 5 est le type AL60 qui à la même résistance et utilise la même intensité de courant et qui donne, comme avec une lampe à gaz, une bande de lumière plus ou moins longue. Pour y arriver, on a imaginé une fenêtre étroite éclairée par une lampe à gaz et plus ou moins recouverte par l'armature tournante. La boîte est ici encore en fer pour le blindage et le n° 6 montre le cadre de fenêtre s'y rapportant. Les deux modèles sont aussi exécutés pour des intensités allant jusqu'à 15 mA. L'emploi du type le plus sensible est à recommander, car il n'est pas difficile d'en diminuer la sensibilité, si besoin en est, en insérant des résistances en parallèle — tandis qu'il n'est pas possible de rendre plus sensible un appareil qui ne l'est pas assez. Le n° 7 est un instrument à aimant tournant et aiguille libre pour 3 mA de charge maximum. Il est à recommander de recouvrir ce bel instrument de celluloid, de cellophane ou de verre pour le préserver de la poussière. Le n° 8 représente la plaque frontale de cet instrument.

La question souvent posée de savoir s'il faut employer une lampe à gaz ou un instrument comme indicateur ne peut être résolue que dans chaque cas particulier. Avec une lampe à gaz, on a l'avantage, de pouvoir suivre, grâce à la longue colonne lumineuse, de petites variations qui ne donneraient pas un petit instrument. L'inconvénient des lampes à gaz est qu'elles sont sujettes à l'usure. Elles produisent parfois des sifflements que l'on peut éviter en insérant un condensateur de $0,5\ \mu\text{F}$ entre l'anode et la masse. L'aimant tournant ne donne lieu à aucune perturbation puisqu'il est généralement enfermé dans une boîte de fer qui agit comme blindage, mais ces instruments réagissent lentement, tandis que la bande luminescente suit immédiatement toute variation du courant. Le rapport des prix de la lampe et de l'instrument est d'environ $3/5$. Pour l'observation de l'intensité du champ ou pour l'accord d'appareils à ondes courtes, il vaut mieux choisir éventuellement un instrument à aiguille tandis que pour l'accord courant dans la gamme des ondes moyennes, il suffit d'une lampe à décharge.

Interrupteurs et commutateurs à haute fréquence

Suivant une ancienne règle de conduite, il est à conseiller, surtout dans la partie haute fréquence, d'un récepteur, d'éviter l'emploi de tout interrupteur. Cette règle est le résultat d'une longue expérience qui a établi qu'un montage bien exécuté et bien conçu peut être complètement abîmé par l'insertion d'un interrupteur. Par la connexion avec un interrupteur, il se présente souvent une action indésirable entre conducteurs ainsi rapprochés qui, si l'interrupteur n'était pas là, seraient largement éloignés l'un de l'autre. Il en résulte un couplage capacitif qui produit une perte d'énergie et a pour effet une diminution de la sensibilité ou une tendance aux hurlements. C'est pourquoi tous les interrupteurs qui présentent une forte capacité, par exemple les interrupteurs à lames (du type jack) et les petits interrupteurs ne conviennent pas pour les circuits à haute fréquence. Un interrupteur qui doit relier en même temps plusieurs connexions à haute fréquence doit être construit très spacieux pour que toutes les connexions soient placées loin l'une de l'autre et, dans certains cas, un blindage de certains groupes entre eux est nécessaire.

Les sévères exigences qui sont actuellement imposées à un circuit oscillant nécessitent l'emploi de matières isolantes qui présentent les plus faibles pertes possibles. Comme les parties de l'interrupteur qui assurent le contact sont par le fait même incluses dans le circuit oscillant, il faudra donc y employer aussi le meilleur isolant, aussi, l'industrie construit-elle ses commutateurs haute fréquence presque exclusivement avec les isolants céramiques durs, calite et fréquenta.

Pour diminuer la capacité propre, il faut réduire autant que possible l'emploi de métal ; dans les commutateurs à haute fréquence, on trouvera donc généralement des ressorts de contact petits et étroits. Il en résulte qu'il faut un montage très soigné pour assurer quand même, dans ces conditions, un contact convenable et certain qui est absolument nécessaire pour un fonctionnement exempt de perturbations. Un contact mal serré produit un bruit de friture souvent difficile à localiser. La résistance de contact joue aussi un rôle spécial.

Par l'oxydation au contact de l'air, par la saleté ou la présence de poussière sur les surfaces de contact, cette résistance peut devenir si grande que l'interrupteur ne fonctionne plus du tout. Pour cette raison, les commutateurs haute fréquence ne doivent jamais être graissés. Les métaux facilement oxydables comme le fer, le zinc, l'aluminium pur ou le métal moulé sous pression ne peuvent pas être utilisés pour

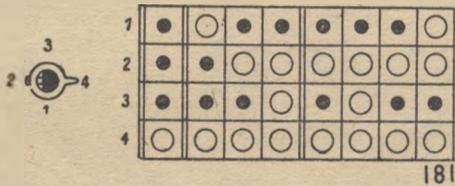


Fig. 181

ces appareils. On emploiera des métaux difficilement oxydables et l'on construira les interrupteurs de telle sorte que les contacts frottent l'un sur l'autre avant d'atteindre la position de repos (contacts à auto-nettoyage) ou bien on prend des métaux précieux qui coûtent cher mais conviennent bien (par exemple du platine ou de l'iridium).

La construction d'un dispositif de commutation dépend du nombre de contacts à assurer lequel dépend du nombre de combinaisons désirées. Chaque unité de contact consiste en deux pôles qui assurent le passage du courant par un contact mutuel. Les séries de ressorts reliés à des circuits et entre lesquels il peut se produire des phénomènes de couplage, devront, de préférence, être éloignés l'un de l'autre ou séparés par une plaque de blindage. Généralement, la self-induction d'un circuit oscillant est constituée par deux bobines connectées en série dont l'une sert pour la gamme des ondes moyennes et l'autre s'ajoute à la première pour la gamme des grandes ondes. Pour la réception des ondes moyennes, la bobine pour grandes ondes doit être court-circuitée. Pour la réception des grandes ondes, le contact doit être ouvert pour laisser agir la bobine supplémentaire. Dans les appareils de grandes dimensions, le commutateur d'onde assure la commutation de toute la partie haute fréquence et du détecteur, généralement pour trois ou quatre gammes de réception différentes ainsi que pour le pick-up. Pour ne pas commettre d'erreur dans le montage de cet appareil, il faut avoir sous la main, avant le raccordement, le croquis schématique préalablement

exécuté qui indique dans quelles positions chaque contact doit être fermé. La fig. 181 montre un schéma de ce genre. Pour chaque position du commutateur multiple, on emploie une ligne allant de gauche à droite et pour chaque contact, une colonne de haut en bas. Un contact fermé sera, par exemple, indiqué par un point noir. Une fois le schéma exécuté, il est facile de se procurer le commutateur adéquat ou de le construire.

Le commutateur à haute fréquence le plus simple consiste en douilles et fiches. Les douilles peuvent être facilement montés aux distances exigées ; les fiches assurent pendant longtemps un bon contact et sont faciles à remplacer. Les vieux commutateurs d'antenne à levier sur plaque de stéalite peuvent aussi être employés quoiqu'ils aient un aspect un peu singulier. Les commutateurs fabriqués dans l'industrie peuvent se classer en trois groupes, à savoir : 1° les commutateurs multiples avec un axe allongé et des éléments de contact très éloignés les uns des autres, 2° les commutateurs de forme circulaire avec contacts concentriques et 3° les commutateurs à poussoirs avec le mécanisme de commutation inséré dans une boîte. La fig. 182 en

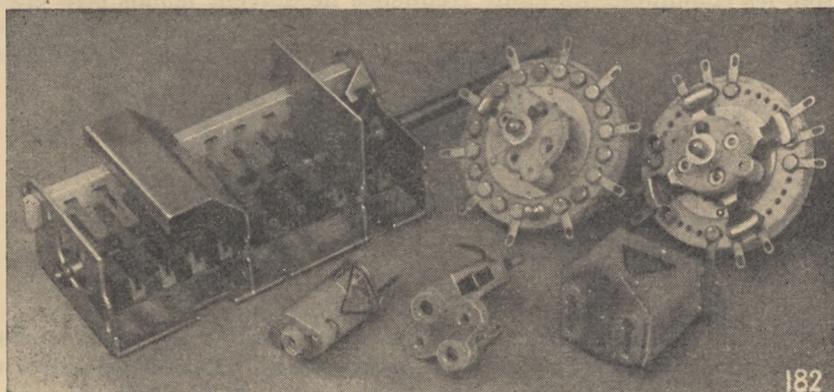


Fig. 182

donne quelques exemples. A gauche on trouve un commutateur du premier genre. Il contient 8 interrupteurs commandés par 8 broches réparties sur un seul axe. Une étoile à quatre branches fixée sur l'axe est maintenue dans chaque position par un double ressort d'acier. Les ressorts de contact sont montés sur une tige de pertinax. Les éléments de contact reliées avec les circuits oscillants sont fixés dans une bande de calite. Les surfaces de contact sont recouvertes de platine iridée. C'est le schéma de ce commutateur qui est représenté fig. 181. Comme ce commutateur peut être tourné dans un sens ou dans l'autre indifféremment et qu'il peut être inséré dans n'importe quelle position dans le chassis, on peut changer à volonté le commencement et la fin de l'ordre de commutation. Les commutateurs représentés au-dessus et à droite de la fig. 182 appartiennent au second groupe. Tous deux ont des contacts en argent neuf sur un disque de fréquenta, les ressorts de contact, en argent neuf aussi, sont fixés sur des morceaux de fréquenta. Le premier modèle est un commutateur à dix contacts. Entre deux contacts consécutifs se trouve un point de contact non raccordé (point mort) qui augmente la distance d'isolement. Le second commutateur assure la commutation simultanée de quatre circuits différents.

Les boîtes de commutation représentées fig. 182 en avant et au centre sont montées sur aménite. Elles contiennent aussi des ressorts de contact avec des surfaces recouvertes de métaux précieux. La petite douille unique (à gauche) ouvre le contact par l'introduction d'une fiche banane ; elle est destinée à servir de douille d'antenne. Les deux douilles doubles (à droite) servent avec une double fiche spéciale pour la commutation d'un contact.

Les types de commutateurs ci-dessus sont construits de façon invariable. Si l'on veut construire soi-même son commutateur, il faut les agrandir ou les diminuer. On trouve, dans le commerce, des boîtes de construction de commutateurs qui permettent de construire soi-même le commutateur désiré suivant les données exactes choisies. Ces boîtes peuvent être rangées dans le groupe 1 car l'axe est assez long pour permettre de monter un grand nombre de broches et de groupes de ressorts. Ces boîtes de construction doivent être, de première qualité pour assurer un bon contact et répondre aux exigences constructives.

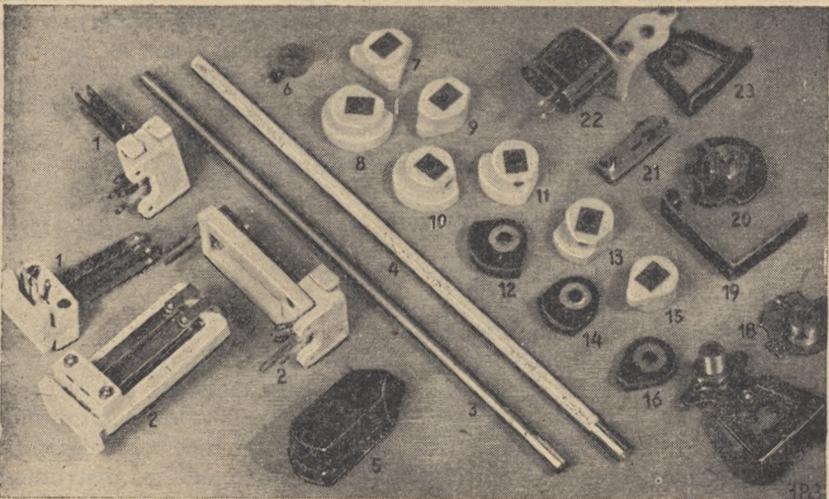


Fig. 183

Dans la fig. 183, on voit les différents éléments d'une boîte de ce genre pour amateurs. L'axe est en métal (3) ou en fréquenta (4), il repose dans deux paliers (n° 17 et 23) dont celui de devant porte un disque d'entraînement (n° 18) et celui de derrière un disque d'arrêt et trois plaques (n° 20) avec ressort d'arrêt (n° 19). Ces disques d'arrêt et d'entraînement sont exécutés pour un nombre de positions différentes pouvant aller de 2 à 6. A l'un des paliers on peut fixer, au moyen d'une cornière, un interrupteur de réseau (n° 22) commandé par un levier (n° 21) fixé sur l'axe. Sur la partie médiane de l'axe on fixe au moyen de vis d'acier des cames en galalithe (n° 12, 14, 16) ou en fréquenta (n° 7 à 11, 13, 15). Leur forme permet de les utiliser suivant le nombre de fois qu'un contact doit être fermé et l'ordre de succession des fermetures.

Chaque groupe de ressorts consiste généralement en 4 ressorts en bronze phosphoreux nickelé avec contacts en argentan montés dans un support en fréquenta, qui constituent deux contacts actifs (n° 1).

Un groupe de ressorts pour commutation contient deux contacts actifs et deux contacts en repos et parfois encore deux ressorts supplémentaires. (n° 2). A chaque emploi du commutateur, les ressorts sont quelque peu courbés et pendant ce temps, les contacts frottent l'un sur l'autre ce qui les maintient propres. Les groupes de ressort peuvent être montés d'un côté ou de l'autre de l'axe. Une bague de butée (n° 6) maintient l'axe longitudinalement dans la position désirée. Un bouton en forme de flèche (n° 5) avec une solide bague de serrage et deux vis pointues de fixation permet la manœuvre. Les cames en fréquenta sont seules recommandables. Au point de vue électrique, elles constituent un isolant de qualité et à cause de leur dureté, elles sont inusables. Les cames en galalithe peuvent être utilisées dans les commutateurs à basse fréquence.

On rencontre parfois des commutateurs haute fréquence offerts à des prix très bas. Ce matériel doit être soigneusement examiné pour s'assurer s'il convient bien aux exigences imposées (isolant, qualité des contacts, montage etc.) Les très anciens types avec bases en pertinax ou en bakélite ne conviennent pas pour les appareils modernes avec bobines à noyaux de fer et condensateurs en calite. Dans les appareils à ondes courtes, il vaut mieux éviter toute commutation. On y emploiera plutôt des bobines amovibles. Ce n'est que de cette façon que l'on peut maintenir la capacité des connexions suffisamment faible et qu'on pourra recevoir aussi dans le domaine des ultra-courtes.

Commutateurs pour basse fréquence, courants faibles et forts

Dans la partie basse fréquence, du récepteur, le danger de couplage par des connexions mal exécutées est beaucoup plus faible. Des commutateurs même très compliqués ne gênent pas le bon fonctionnement d'un amplificateur à la condition que les connexions d'anode et de grille soient bien tenues à distance et que les conditions obtenues par la commutation restent acceptables. La capacité propre du commutateur présente, même pour les fréquences correspondant aux sons aigus, une résistance telle qu'elle peut pratiquement être négligée. Les instruments de mesure à courant continu insérés dans les connexions d'anode seront, ainsi que leur interrupteur, shuntés par un condensateur (connecté en parallèle) qui laisse passer la fréquence audible. Il est toujours très important d'assurer un bon contact par une grande surface de contact et une puissante pression des ressorts. Des contacts en un seul point s'échauffent et brûlent sous l'action de courants intenses. Les commutateurs de mesure et les interrupteurs pour courants forts seront donc construits avec de forts ressorts et de bons blocs de contact.

Suivant leur usage, il existe différentes formes de commutateurs. Les principales sont : les « jacks », les commutateurs à disques, et les commutateurs à culbuteurs. On trouvera ces différentes variantes fig. 184. Les jacks peuvent être considérés comme périmés bien qu'ils soient encore utilisables dans une certaine mesure. Ils consistent en un cadre de laiton nickelé construit pour fixation centrale et portent généralement plusieurs ressorts de bronze phosphoreux nickelé avec contacts argentés. Les ressorts sont isolés les uns des autres par des disques en pertinax. Le jack n° 1 est actionné par un petit came isolant et le n° 2 par une fiche bipolaire (n° 3). Le n° 1 a deux contacts actifs et le n° 2 deux contacts actifs et deux contacts de repos. En outre, entre la pointe

et le corps de la fiche n° 3 d'une part et deux des ressorts d'autre part, il existe un contact utilisable. La broche porte deux bornes à douille qui permettent de fixer deux fiches bananes. Les petits contacts en métal précieux sont à self-nettoyage. Si l'on veut nettoyer encore supplémentaires ces contacts, il suffit d'introduire un morceau de papier entre les contacts et de le faire glisser tandis qu'on presse les contacts correspondants l'un sur l'autre. Les commutateurs tournants ont généralement de larges contacts et de forts ressorts. Le n° 5 est un commutateur double et le n° 6 un commutateur quadruple avec respectivement 2×3 et 4×3 contacts. Pour de très forts courants, ce genre de commutateurs peut être construit avec triples ressorts. Le commutateur n° 4 permet de réaliser successivement et simultanément la connexion d'un point avec 8 circuits ; ces commutateurs sont destinés au réglage de la tonalité par plusieurs condensateurs successivement insérés. Comme il permet de connecter des capacités en parallèle, il convient aussi pour les montages de mesure. Parmi les interrupteurs à bouton poussoir, on trouve aussi plusieurs variantes. Le n° 9 est un petit interrupteur pour faibles courants qui contient un contact actif et un contact de repos,

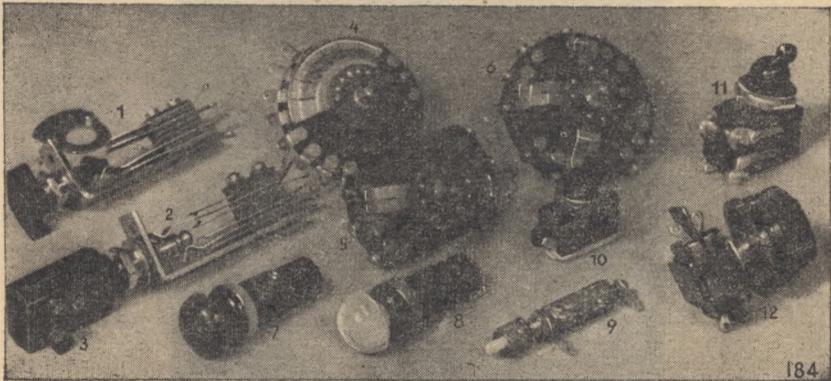


Fig. 184

Le bouton-poussoir et le tube sont en galalite. Les deux interrupteurs pour installation interne n° 7 et 8 conviennent pour tous usages, même pour les courants intenses. Le n° 7 est bipolaire et le n° 8 tripolaire (commutateurs). Toutes les pièces sous tension sont entourées de bakélite, les connexions mêmes sont enfouies. Malgré leurs solides contacts, ces interrupteurs sont petits et peuvent être insérés même dans de petits appareils. Les interrupteurs à bouton-poussoir ne donnent contact que lorsque le bouton est poussé, aussitôt que la pression cesse, les contacts sont replacés dans leur position primitive sous l'action d'un ressort.

Dans de nombreux cas, un interrupteur pour courants intenses est nécessaire. Les interrupteurs à culbuteurs (tumblers) conviennent particulièrement à cet usage, car ils évitent sûrement la formation de l'étincelle de rupture entre les contacts. L'interrupteur n° 10 consiste en une boîte en bakélite et une base en céramique fixées ensemble qui enferment complètement le mécanisme de l'interrupteur. Le n° 11 est un interrupteur bipolaire qui sépare complètement le poste du réseau, il est destiné aux récepteurs à courant continu et tous courants. Il est

d'ailleurs toujours bon de séparer complètement un récepteur du réseau pour éviter les dommages qui pourraient résulter d'une surtension ou d'un coup de foudre sur le réseau. Le n° 12 est entièrement en bakélite. Le mouvement de l'interrupteur relie soit la paire de contacts de gauche, soit celle de droite; ce genre d'interrupteur peut donc être employé pour le fonctionnement alternatif de deux appareils ou de deux circuits.

Pour diminuer le nombre de boutons de commande, l'interrupteur de réseau est généralement relié à un commutateur ou à un régulateur. Les fig. 182 et 183 contiennent des interrupteurs à ce destinés. Pour la liaison avec le régulateur de volume, il existe aussi un modèle où l'axe du potentiomètre est déplaçable et connecte ou déconnecte le réseau en poussant ou en tirant cet axe (interrupteurs push-pull). L'interrupteur de réseau le plus simple est la prise de courant fixée au

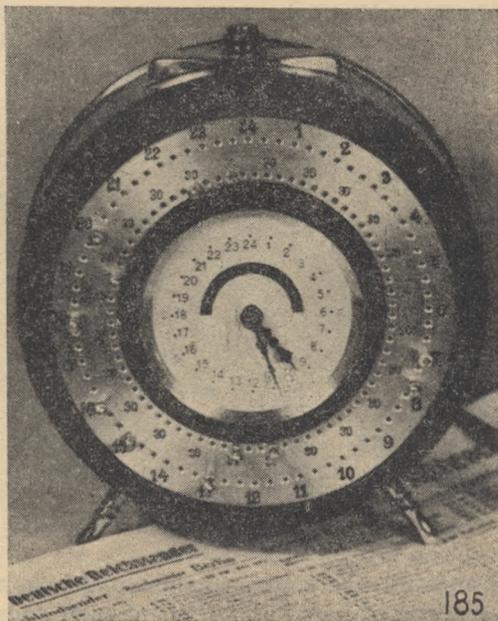


Fig. 185

mur. En retirant la fiche de prise de courant, l'appareil est isolé du réseau sans aucun doute possible.

On oublie assez facilement de mettre un récepteur en service à une heure déterminée, parce qu'on est occupé à une autre besogne ou que l'on pense à autre chose. Dans ce cas, un interrupteur à horloge peut être utile. L'horloge de contact représentée fig. 185 diffère des autres systèmes principalement par le fait qu'elle peut aussi être utilisée comme réveil et par le grand nombre de manœuvres de contact qu'elle peut opérer. Elle contient un vrai réveil avec cadran et sonnerie. En outre elle constitue un très bon dispositif de contact électrique.

L'exécution normale prévoit une charge de 250 V et 1 A pour le courant continu ou 2 A pour le courant alternatif. Avec une horloge de ce genre, on peut préparer d'avance tout le programme d'une journée.

Il suffit de placer les broches aux endroits où l'on désire connecter ou déconnecter le poste. Les positions marquées sur la fig. correspondent aux périodes de fonctionnement suivantes du récepteur : 7-7.40 ; 11.30-12.30 ; 13-15 ; 16-18 ; 19.10-20 ; 22.30-23.30. Après avoir réglé le récepteur sur le poste local, par exemple nous n'avons plus à nous occuper de rien, de toute la journée. Le récepteur sera automatiquement déconnecté, lorsque nous serons peut-être au lit et le matin, il nous réveillera (en musique). Si l'on dispose d'une liaison avec le réseau, on peut même y ajouter la mise en marche d'un réchaud électrique ou d'un percolateur pour réchauffer ou faire le café ou le thé matinal et pour plus de sûreté, régler le réveil pour dix minutes plus tard si l'on craint de ne pas être réveillé par la musique du récepteur. L'horloge est construite soit pour fonctionnement à ressort, soit pour fonctionnement électrique au réseau.

Fusibles

Suivant les prescriptions de normalisation, tout réseau électrique doit être protégé par des fusibles ou un interrupteur automatique. Les fusibles généraux du réseau ne fonctionnent cependant pas lorsqu'il se produit un court-circuit à l'intérieur de l'appareil. Pour cela, il est nécessaire de protéger l'appareil lui-même par des fusibles. Même les postes à batterie doivent être protégés car un court circuit entre la tension d'anode et les connexions des filaments pourrait avoir pour

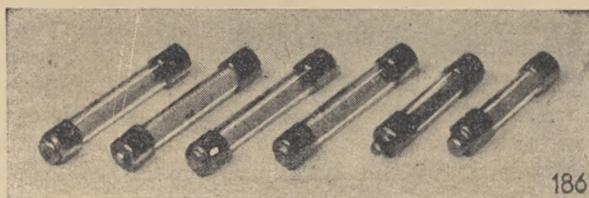


Fig. 186

résultat le claquage de toutes les lampes. Jadis on employait des lampes mignonettes comme fusibles. Elles n'éclairaient pas pendant le fonctionnement normal, mais, dès qu'il se produisait une perturbation qui se traduisait par une augmentation de l'intensité du courant, elles claquaient. La difficulté de choisir exactement la lampe qui assure la protection désirée et les inégalités de fabrication dues à ce que ces lampes n'étaient pas construites pour servir de fusible, conduisit à la fabrication de fusibles spéciaux pour récepteurs de radio. Suivant les prescriptions de la normalisation, les fusibles insérés dans les appareils doivent être entièrement enfermés c'est pourquoi ils sont fabriqués pour des valeurs nominales des intensités de courant de 25, 35, 50, 60, 80 et 100 mA. Ci-dessous, nous donnons les valeurs des courants de fusion (toutes les intensités sont données en mA).

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Courant nominal | 25 | 35 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 225 |
| Intensité admise pendant 1 heure | 37 | 52 | 75 | 90 | 120 | 160 | 190 | 240 | 300 | 340 |
| Courant de fusion après deux minutes | 53 | 74 | 100 | 125 | 170 | 200 | 260 | 330 | 420 | 470 |

En général, un fusible fonctionne dans les deux minutes lorsque le courant atteint 2,1 fois la valeur nominale. Pour des courants plus intenses, le fusible fond encore plus vite (voir A. Lucas « Etude et construction des résistances »). La différence relativement petite entre le courant nominal et le courant de claquage et la grande sensibilité même pour de faibles courants — il existe des fusibles de 10 mA qui coupent le circuit dans les deux minutes avec un courant de 21 mA — ne pouvait être atteintes que par une construction spéciale. Alors que de fortes différences de tension ou de courant peuvent porter un fil fin à l'incandescence, pour les coupe-circuits fusibles à faibles courants, la production de chaleur est limitée par la soudure de deux fils tendus entre les capsules du tube. Le premier fil est enroulé en spirale et forme un ressort tendu. Si la soudure se ramollit, la liaison est interrompue par la traction du ressort et le courant est coupé. Les fusibles pour des courants un peu plus intenses contiennent, outre la soudure, un petit morceau de fil fusible ce qui assure une rupture brusque et sans étincelle et, par conséquent une protection efficace du récepteur.

Bornes, douilles, fiches, souliers de câble, languettes de soudure

Tout récepteur doit être raccordé à l'antenne, à la terre, à la source de courant et au haut-parleur. Cette liaison doit être convenable assurer un bon contact, être à l'abri des courts-circuits, et, en outre, être facile à déconnecter. Pour les appareils de mesure et de contrôle, il est de toute nécessité d'avoir un excellent contact et un moyen de changer rapidement les connexions. Dans les montages des appareils mêmes, de nombreuses connexions doivent pouvoir être rapidement défaits et malgré cela assurer un bon contact. Ces deux conditions difficilement compatibles ont conduit à la conception de toute une quantité de petits éléments dont la qualité influe considérablement sur le rendement — Il suffit de penser aux perturbations que produit un seul mauvais contact.

Les bornes à vis qui dominaient jadis dans l'aspect des récepteurs (fig. 187 n° 1) disparurent complètement. Les appareils modernes ne sont plus munis de douilles de contact et encore à l'arrière seulement pour ne pas abîmer l'aspect de la face avant. Sur les appareils de contrôle, de mesure et d'essai, on emploie encore volontiers des bornes car ils ne doivent pas seulement recevoir des fiches bananes, mais aussi des souliers de câble et des bouts de fil nus voire même les deux ensemble. Une bonne borne doit être montée sur une tige de laiton de 4 mm d'épaisseur avec un solide écrou de fixation et de larges surfaces de contact (n° 2). Pour éviter les secousses électriques, par contact avec la main, le bouton isolant de la borne aura généralement une forme qui enveloppe toutes les parties métalliques nues. Le disque de contact denté reposant sur le panneau est fixé par ses dents dans l'isolant. Au-dessus de la borne se trouve une douille qui peut recevoir une fiche banane et dans laquelle, en outre, une perforation latérale est prévue pour éviter le sectionnement du fil lors du serrage. Lorsque les connexions sont toutes terminées par des fiches, la douille téléphonique, moins coûteuse, suffit (n° 3). Les douilles avec un trou de 3 mm pour la construction personnelle de sockets de lampes ne sont plus employées elles peuvent encore être utilisées comme commutateur avec des fiches d'anode. Les broches de 4 mm d'ouverture peuvent être utilisées avec

des fiches bananes ; elles sont généralement réalisées en laiton nickelé. Les douilles entièrement forées laissent tomber des poussières dans l'appareil ; les douilles fermées avec languettes de soudure conviennent mieux. Les connexions qui présentent par rapport à la terre ou au châssis une différence de potentiel de plus de 42 V doivent être protégés contre les contacts accidentels. On emploie alors les douilles isolées munies d'un capuchon isolant (n° 4).

Les douilles avec bornes au lieu d'un dispositif de soudure (n° 5) sont particulièrement destinées pour des connexions rapides et provisoires pour lesquelles la soudure demanderait trop de temps ou lorsque le câblage doit pouvoir être rapidement modifié. Dans les appareils qui doivent rester longtemps sans changement, il est préférable de n'employer que des douilles avec lamelles de soudure. Les connexions par bornes se relâchent après un certain temps. Le n° 6 représente une douille avec interrupteur inclus. Elle court-circuite les deux douilles du haut-parleur, par exemple lorsqu'on retire la fiche et évite ainsi une

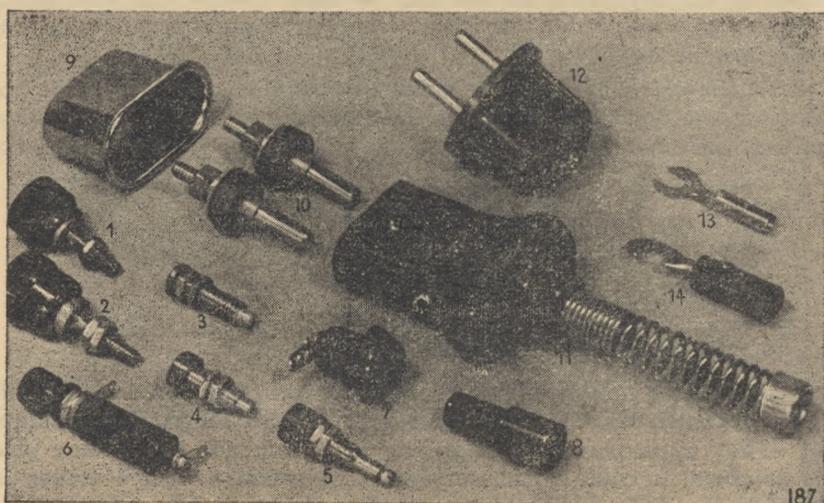


Fig. 187

interruption du circuit d'anode d'un pentode. Lorsque la connexion sort par deux fiches différentes, il faut munir chaque connexion d'une douille de contact.

Si l'on emploie des tensions plus élevées, il faut prendre des précautions plus sévères. Les dispositifs à fiches n° 7 et 8 sont destinés à ces cas spéciaux. Ici, la douille et la fiche sont changées de place. La fiche, formée d'une tige de laiton fendue, est montée dans un support solide avec des écrous de fixation exécutés tous deux en matière isolante (n° 7), tandis que, du côté de la connexion mobile, une douille bien isolée et utilisée (n° 8). La protection imposée aux appareils pour courant d'éclairage est réalisée de la même façon mais avec de plus grandes surfaces de contact (n° 9-11). Sur le châssis du récepteur sont montées deux fiches de laiton comme pour un fer à repasser, entourées d'une protection métallique (n° 9); elles sont isolées par des plaquettes de mica et des anneaux de stéatite (10). La cordelière consiste en un câble double sous caoutchouc qui sort d'une fiche femelle double

n° 11. A l'endroit où le câble entre dans la fiche, il est soutenu par un ressort en spirale, ce qui évite toute rupture de la connexion. Du côté du réseau, on emploie une fiche ordinaire de prise de courant n° 12. Celle-ci est construite de façon que l'âme métallique du câble ne subit pas d'effort de traction. Ainsi se trouve réalisée la liaison avec la prise de courant murale. Les fiches normalisées sont munies d'une expansion circulaire de la partie isolante qui évite tout contact avec les fiches pendant le fonctionnement. La distance entre les fiches est normalisée à 19 mm. Pour éviter toute erreur entre la fiche du haut-parleur et celle du réseau, la première est munie d'une troisième fiche morte de sorte qu'il est impossible de la placer sur une prise de courant réseau. Les souliers de câble n° 13 et 14 sont des morceaux de métal en forme de fourche ou de serpette qui servent à fixer les connexions sous les bornes qui ne contiennent ni douilles ni forage latéral pour le fil. C'est notamment le cas des bornes d'accumulateurs. Dans ce dernier cas, les souliers de câbles sont munis d'une douille isolante et d'une vis de connexion (n° 14). Avec les souliers de câble comportant une douille (n° 13) on peut raccorder une fiche banane avec une borne à vis qui ne possède pas de douille.

La fiche est le système de connexion le plus répandu et est normalisée à une épaisseur de 4 mm. Elle doit avoir une forme élastique assurant une douce pression et être inaltérable. La vis de fixation doit



Fig. 188

avoir au moins 3 mm de diamètre et porter un filet bien exécuté ; elle ne doit pas sortir de la douille isolante de la fiche. La partie métallique, pour éviter toute perte d'énergie par oxydation doit être d'une pièce sans soudure ni contact par serrage. L'industrie a essayé toutes les méthodes possibles de fabrication ; elle a fait des fiches fraisées, en fils soudés, etc. et est finalement revenue au type contenant une tige centrale avec des ressorts rivés, vraisemblablement parce que tous les autres procédés de fabrication coûtaient plus cher ou fournissaient un produit moins adéquat. Une fiche banane avec des plaques recourbées et faisant ressort qui s'appuyent fermement sur la douille, remplit en tous cas mieux son office qu'une fiche fendue qui ne remplit la douille que très imparfaitement. Le pied métallique enfermé dans la douille isolante contient une perforation dans laquelle le fil de connexion est introduit. Dans la plupart des fiches, la fixation du conducteur a lieu au moyen d'une vis de serrage latérale. Les torons seront de préférence d'abord soudés ensemble pour éviter que la vis ne les sépare. Il existe aussi des fiches dont l'un des ressorts est prolongé à l'intérieur jusqu'en-dessous de la vis de fixation (fig. 188). Ce prolongement agit comme une plaque de serrage et évite que le fil ou les torons soient repoussés de côté ou abîmés par la vis. La pression est en tous cas répartie sur toute la surface du ressort et l'on obtient une meilleure fixation. La vis de fixation est protégée des contacts manuels par la douille isolante.

La fig. 189 n° 1 montre une fiche banane avec fusible dans la douille isolante. Une petite fenêtre permet de voir si le fusible est en ordre. Le n° 2 est une fiche fendue avec ouverture latérale. Celle-ci est construite de façon que l'on ne puisse atteindre aucune partie métallique. La perforation latérale peut recevoir une autre fiche du même modèle, celle-ci peut encore en recevoir une autre et ainsi de suite ce qui facilite grandement les prises supplémentaires. Les fiches d'anode ordinaires se détachent facilement dans les appareils portatifs et peuvent occasionner des courts-circuits. Les n° 3 et 4 représentent des fiches avec dispositifs de pression. Une tige terminée par une sphère et reliée au bouton supérieur s'introduit sous l'action d'une vis entre les deux moitiés de la fiche qu'elle presse contre la paroi interne de la douille. La fiche n° 3 est fermée et le n° 4 est ouverte. Le fil torsadé est retenu automatiquement dans la fiche. Ces fiches à pression peuvent être obtenues en 3 et 4 mm de diamètre. Le n° 5 est un manchon d'accouplement

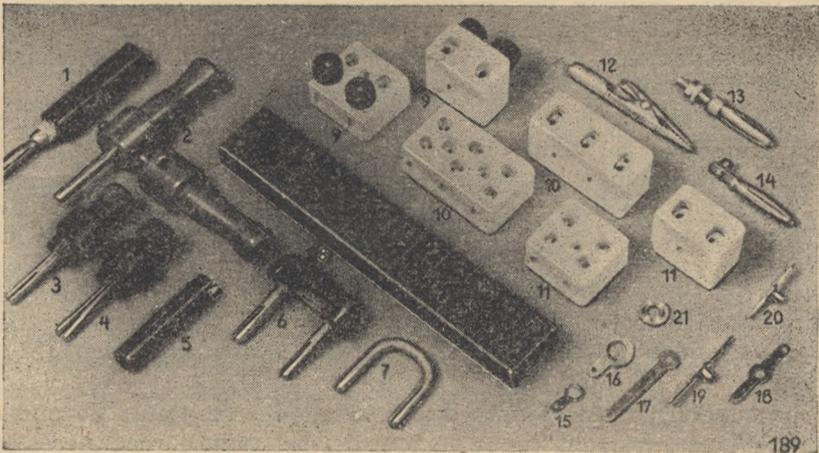


Fig. 189

destiné à relier deux morceaux de fil entre eux. C'est un tube de laiton isolé vers l'extérieur, dans lequel on peut introduire de chaque côté une fiche banane. La liaison de deux douilles peut se faire au moyen d'un fil avec deux fiches. Une fiche double dite « fer à cheval » est cependant plus simple. La distance entre les deux fiches est normalisée à 19 mm ; la distance entre les deux douilles doit donc être la même. La fiche de court-circuit, dans sa forme la plus simple est réalisée par un étrier de métal fendu à ses deux extrémités (n° 7), il peut être aussi exécuté avec une poignée isolante en bakélite (n° 6). Les douilles et fiches du court-circuit constituent le dispositif idéal pour les ponts de mesure car elles peuvent être employés partout et n'exigent aucune connexion supplémentaire.

Pour les liaisons par vis entre conducteurs qui sont parcourus par des courants intenses sous des tensions élevées, et qui, en outre, doivent être facilement déconnectés, il faut un isolement particulièrement soigné. Les bornes dites de lustres conviennent particulièrement bien pour cet usage. Le n° 8 est une latte de bakélite avec 12 bornes. Cette bande peut être découpée en n'importe quel endroit aux choix, au moyen d'un tourne-vis ; entre chaque couple de bornes se trouve un trou de fixation

qui permet de fixer la latte n'importe où. Ce genre de latte à bornes convient, par exemple pour le raccordement de transformateurs d'alimentation, de bobines de choc etc. Ce genre de bornes est aussi construit avec la stéatite comme isolant en groupes de 2 ou 3. Le n° 9 est une double borne avec têtes de vis isolées, les n° 10 et 11 sont des bornes respectivement doubles et triples en stéatite d'exécution normale avec trous de fixation. Ces séries de bornes peuvent facilement être fixées au transformateur au moyen d'une bande de métal ou d'une plaque isolante.

Dans les schémas de mesure ou d'essai, il peut être nécessaire de faire une prise en un point déterminé du montage. Pour cela on fait usage de prises ou pinces crocodiles (n° 12). L'exécution la plus pratique de celle-ci est celle qui contient une douille au moyen de laquelle on peut l'enfiler sur une fiche banane. Si l'on emploie ce genre de pince dans un raccordement dont les connexions sont en fil nu, il faut évidemment prendre garde de ne pas provoquer de court-circuit. Il existe, en outre, une borne de prise pour fiche banane et liaison par fil torsadé complètement isolée avec laquelle on peut travailler, même dans la haute tension sans danger de court-circuit.

Pour changer la gamme de réception des appareils à ondes courtes, il est préférable, au point de vue électrique, de changer simplement de groupes de bobines ; pour cela, les groupes de bobines seront montées sur des fiches spéciales. Le n° 13 représente une fiche banane avec écrou de fixation du fil et contre-écrou ; le n° 14 en est une autre avec vis latérale. En enlevant les douilles d'un support de lampe quintuple en calite et en les remplaçant par quatre fiches bananes, on obtiendra un beau socket pour corps de bobine en calite qui peut se placer dans n'importe quelle ouverture pour culot de lampe (voir fig. 122 au milieu).

La subdivision en groupes des éléments de récepteurs de plus en plus employée, formant ce qu'on appelle des unités, rend nécessaire l'exécution des montages partiels. Chaque groupe forme une unité presque indépendante. La constitution d'un montage se borne alors à la réalisation de liaisons extérieures entre les unités. Un groupe de bobines de fabrication personnelle peut aussi utilement être considéré comme une unité, toutes les extrémités des enroulements doivent être amenées à un dispositif de connexion. Les bornes et douilles prendraient trop de place. Pour cette raison, on emploie des lamelles de soudure ; le câblage en est grandement facilité. Sous les n° 15 et 18, on voit de petites et grandes languettes de soudure avec trous de 4,2 et 6,2 mm. Sur les produits qui sont très sensibles à la chaleur, comme, entre autre, le trolitule, on doit employer de très longues languettes de soudure pour éviter d'abîmer ou de fondre l'isolant par la chaleur du fer à souder. Avec des lamelles doubles on réalise de belles soudures ; elles doivent être vissées ou rivées. Dans le dernier cas, il est plus facile d'employer des lamelles de soudure avec tubulures de rivetage (n° 19 et 20). Un coup de pince à river sur la tubulure préalablement insérée dans le trou ad-hoc ménagé dans le support isolant et la lamelle est fixée solidement. Dans l'industrie, on utilise depuis longtemps cette méthode.

Enfin, les rondelles n° 21 méritent une mention spéciale. Dans les liaisons par bornes à vis, elles sont placées en-dessous de l'écrou pour éviter la rotation de la lamelle de soudure ou du soulier de câble, sous

l'action de l'écrou. Sans l'aide de ces rondelles, on n'arrive jamais à fixer deux souliers de câble sous le même écrou ; les crochets vont de travers et se chassent mutuellement dehors. Il suffit de placer une rondelle entre deux souliers de câble pour pouvoir placer autant de souliers de câbles que l'on veut en dessous d'un même écrou.

Fils, litze, câbles et gaines isolantes.

Pour les différents circuits de l'appareil, on emploiera des fils aussi bons conducteurs que possible pour diminuer le plus possible les pertes de tensions résultant de leur résistance ohmique. Cette condition a son importance, non seulement dans les connexions de filaments où, par suite d'une tension de chauffage trop faible, le bon fonctionnement des lampes serait compromis, mais aussi dans tous les montages, surtout dans les circuits oscillants où la résistance ohmique a pour effet un amortissement et un affaiblissement de la sélectivité. Le fil du transformateur d'accord et des bobines de choc fait aussi partie des connexions.

Comme conducteur, on emploie, en général, du cuivre électrolytique. Souvent, le fil a une section circulaire ; les fils carrés ne sont employés qu'exceptionnellement. Comme la résistance ohmique diminue lorsque le diamètre augmente, il n'est pas indifférent de choisir n'importe quelle section de fil. On trouvera les valeurs exactes des résistances des fils de différents diamètres dans la table de la page 220. Dans les transformateurs d'alimentation où l'on emploie du fil relativement mince à cause du manque de place, la perte de tension devra être compensée par l'enroulement d'un plus grand nombre de spires. Les pertes de tension qui se produisent dans l'enroulement d'entrée des transformateurs à basse fréquence sont compensées par l'emploi d'une tension plus élevée. L'amortissement produit par les bobines haute fréquence peut être évité par la réaction ; cependant, il n'y a pas toujours de réaction dans tous les circuits oscillants. Il est donc préférable d'exécuter les enroulements avec les meilleurs conducteurs.

Pour la construction des bobines, on emploie des fils de cuivre avec simple ou double couche de coton ou de soie. Comme ces isolants ont tous deux une tendance à absorber l'humidité de l'air, on emploie de plus en plus le fil émaillé. Un bon émail doit permettre n'importe quel pliage ; un fil émaillé jusqu'à 1 mm de diamètre doit, suivant la normalisation, pouvoir être enroulé sur un mandrin d'un diamètre triple de celui du fil nu sans qu'il se produise de visible dommage à l'émail. La couche d'émail prend beaucoup moins de place que les autres isolants ; on peut donc gagner de la place pour l'enroulement ou employer un fil plus gros. Le mieux est cependant le système mixte : un fil émaillé avec simple couche textile car ainsi, on évite certainement tout court-circuit provoqué par un dommage éventuel survenu à l'émail.

Dans la gamme de réception des ondes moyennes jusqu'à 100 m, comme nous l'avons déjà dit dans le paragraphe traitant de la construction des bobines, le meilleur conducteur à employer pour les bobines à haute fréquence est le fil de litze à haute fréquence. Il consiste en petits fils très minces émaillés et réunis en une torsade sous une tresse de soie. Dans le domaine des ondes moyennes, on emploie du litze avec 20, 25 ou 30 fils de 0,05 mm. La fig. 106 en représente une

microphotographie ($30 \times 0,05$). L'isolant est formé de deux couches de soie. Dans la gamme des grandes ondes, on est limité par le grand nombre de spires et le peu de place réservée à l'enroulement. On se contentera de 3 ou 5 fils de 0,07 ou 0,08 mm ou l'on prendra du simple fil émaillé de 0,1 mm avec simple couche de soie. En abrégé, nous appellerons ce fil 0,1 ES (= 0,1 mm émail-soie). De la même façon, on peut appeler le fil émaillé avec double couche de coton E.C.C. Pour la réception des ondes courtes, le fil de litze n'a plus d'avantage on emploiera là de nouveau du simple fil de préférence argenté en vue de l'effet pelliculaire. La conductibilité de l'argent est 62,5 tandis que celle du cuivre est de 56 seulement ; de plus, l'argent s'oxyde très lentement à l'air et l'oxyde d'argent est presque aussi bon conducteur que l'argent lui-même.

Pour le câblage de l'appareil, nous ne sommes pas limités par le manque de place. Nous pouvons donc prendre les conducteurs aussi gros que nous voulons. Une économie mal comprise ne convient pas ici. Le fil mince a, non seulement une grande résistance ohmique, mais aussi une faible raideur ; il se plie facilement et provoque aisément des couplages indésirables. Le diamètre du fil, pour les connexions fixes dans l'appareil, ne doit pas être en général moindre que 1 mm et pour

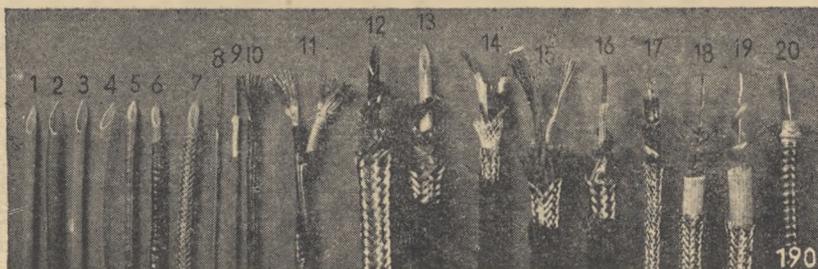


Fig. 190

les connexions longues, il doit même être d'au moins 1,5 mm. Bien que le fil de cuivre nu convienne généralement, on donnera la préférence au fil étamé qui se soude mieux. L'étain est, cependant, un très mauvais conducteur (conductibilité 7,7) ; dans le domaine des ondes courtes et ultra-courtes, où les courants de haute fréquence ne circulent que le long de la surface des conducteurs, nous utiliserons par conséquent — même et surtout pour les bobines — du fil argenté. Pendant la guerre, à cause de la rareté du cuivre, l'industrie dut se rabattre sur un « ersatz ». Du fil de fer étamé de 0,8 mm de diamètre fut trouvé utilisable. A cause de la forte résistance ohmique du fer, ce fil ne peut s'employer que là où la chute de tension ne présente pas d'inconvénient. Ce n'est pas le cas pour les connexions des filaments dans lesquelles passent des courants intenses. Le fil de fer ne convient pas non plus pour les connexions à haute fréquence ; par exemple les circuits oscillants. On évitera donc pour ces parties l'emploi du fer et l'on conservera plutôt soigneusement tout morceau de fil de cuivre en faisant les connexions au besoin avec du gros fil de bobinage.

Les connexions dans les circuits d'antenne et de la première grille doivent toujours être effectuées en fil nu pour éviter toute perte inutile par hystérésis diélectrique. Pour les autres connexions de l'appareil,

une couche isolante est, au contraire très utile car elle évite les courts-circuits entre connexions voisines et avec le châssis. La plus connue est la gaine isolante. (fig. 190 n° 1) C'est un tissu de coton enduit de vernis à l'huile. De même, la soie naturelle ou artificielle peut être utilisée pour la confection de la gaine isolante plus mince n° 2. Par suite de l'inflammabilité du vernis à l'huile, on a essayé de réaliser ce genre de gaines avec d'autres produits ; on a ainsi réalisé la gaine en mipolam n° 3 et 4. Le mipolam est une sorte de résine synthétique qui a une tension de perçage de 10 kV et une très grande flexibilité. Une de ces gaines peut être enroulée sur un mandrin de même diamètre que le diamètre intérieur de la gaine sans qu'il se présente le moindre dommage. Ces gaines sont fabriquées colorées, ou transparentes et incolores. Ce dernier fabricant s'appelle Isyntha. L'emploi de gaines colorées est à recommander car il permet de reconnaître facilement les différentes connexions. En normalisant ces couleurs on s'y retrouverait facilement dans n'importe quel appareil. On y arriverait avec peu de couleurs. La liste suivante suffirait déjà : grilles = jaune ; anodes et grilles-écrans = rouge ; plus filament = noir ; terre, moins filament, moins anode = bleu ; connexion spéciale = bigarré.

Les connexions d'anode et de grille sont souvent si près l'une de l'autre que l'on peut craindre des couplages et de l'instabilité. Dans ce cas, on emploiera une gaine isolante blindée. Le n° 5 est une gaine isolante sur laquelle on a enroulé une bande de cuivre étamé. La bonne conductibilité de ce blindage assure une bonne protection tandis que l'étamage permet la mise à la terre en n'importe quel point. Lorsqu'un isolement extérieur du câble blindé est désirable — par exemple dans les appareils à courant continu — une gaine comme celle du n° 6 convient. Un blindage constitué par une tresse de fils de cuivre étamés est plus souple (n° 7).

Généralement, on place ce fil comme suit : on coupe le fil à longueur voulue et l'on soude l'une de ses extrémités ; on glisse ensuite sur le fil un morceau adéquat de gaine isolante et l'on soude enfin l'autre extrémité du fil. Depuis que l'industrie fabrique du fil avec tresse laquée, c'est encore plus simple. Le fil de connexion étamé n° 8 a 0,8 mm de diamètre et est recouvert d'une couche de coton épaisse mais peu serrée recouverte d'une couche de laque difficilement inflammable que l'on peut facilement enlever. Le fil de connexion n° 9 est isolé de la même façon mais avec double couche. Dans ces derniers temps, on a muni les fils d'une couche de résine synthétique inflammable que l'on peut très facilement enlever. L'aspect de ce fil est le même que celui du n° 8. Le n° 10 est un fil de litze sous caoutchouc épais ; le n° 11 est formé de deux litze avec âme de caoutchouc avec isolement en caoutchouc également et blindage formé d'une bande de laiton.

Le blindage des gaines blindées, généralement mis à la terre, forme, avec le conducteur intérieur, un condensateur. Si l'on emploie de longues connexions blindées, cette capacité peut constituer une fuite sensible pour la haute fréquence. Ce n'est pas à craindre lorsqu'il y a déjà des condensateurs de fuite de haute fréquence vers le pôle négatif des filaments ou le pôle négatif des circuits d'anodes. Dans les circuits d'accord et dans les connexions de grille des lampes haute fréquence ou des détectrices, il en résulterait cependant une notable diminution de volume de son. Dans ce cas, il faudrait employer une connexion

blindée dont la distance entre le conducteur interne et le blindage est suffisamment grande. Les n° 12 et 13 représentent des gaines isolantes blindées de faible capacité connues sous le nom de « Minicapac » qui, sur la gaine isolante intérieurs, portent une spirale de papier, une double couche de papier huilé et enfin, le blindage tressé en fil de cuivre étamé. Le n° 13 a encore, en outre un seconde tresse en fil de fer. Le n° 14 est un câble blindé spécial pour pick-up qui est très souple et présente la plus faible épaisseur possible. Les deux conducteurs sont séparément blindés par des tresses de fil de fer, ensuite, ils sont entourés de coton sur lequel se trouvent successivement trois tresses, l'une en fil de fer, l'autre qui constitue la gaine de blindage et la troisième encore en fil de fer. Le câble n° 15 contient deux fils sous caoutchouc de 0,5 mm² chacun entourés de coton puis d'une tresse de cuivre et d'une tresse de clinquant. Le câble « Minicapac » n° 16 montre beaucoup de ressemblance avec le n° 13, il contient, au lieu de la gaine isolante intérieure, un fil conducteur de 1 mm de diamètre entouré de coton et de soie et verni. Par suite de l'épaisseur du fil, la capacité s'élève à 57 cm par m. La constitution d'autres fils blindés est aussi intéressante. Le câble connu dans le commerce sous le nom de Acefil (n° 17) contient quatre fils différents réunis en un câble et maintenus au milieu du câble par des spirales de fils en résine synthétique. Le tout est maintenu par des fils soyeux. Ensuite, sur une couche de papier maintenue par un enroulement de fil, se trouve la tresse de blindage en fil de cuivre. La capacité propre est de 45 cm par m. Le n° 18 est un peu plus simple ; il s'appelle Aerofil. Les quatre conducteurs sont tressés avec des fils de papier. La tresse ainsi formée est insérée dans une large gaine isolante sur laquelle est placée la tresse de blindage. Par suite du grand diamètre, on obtient une capacité de 30 cm par m seulement. Le câble « Monafil », encore plus épais (n° 19) n'a qu'une capacité de 24 cm par m. Son fil conducteur unique est mince et est maintenu par une épaisse spirale de résine synthétique qui se trouve dans une gaine isolante avec tresse de fil de cuivre. De même, on place maintenant le fil dit « push-back » isolé avec une matière synthétique dans une gaine de blindage, avec interposition d'une épaisse spirale de matière synthétique ce qui réalise un isolement par air qui maintient la capacité dans les limites convenables. Le câble Sinepert n° 20 est constitué d'une tout autre manière. Le conducteur étamé de 0,75 mm de diamètre est recouvert de petits tubes de fréquenta et est placé dans une gaine métallique souple en cuivre étamé. On l'achète au mètre et on le coupe à longueur au fur et à mesure des besoins. Le tube métallique est limé tout autour au moyen d'une lime triangulaire. Le tube de fréquenta qui en sort est cassé et remplacé par un bouchon de fréquenta fourni avec le fil. Celui-ci ne peut s'introduire que sous pression après quoi il tient très fortement.

Pour isoler les connexions pour hautes tensions, on emploie des gaines isolantes avec double épaisseur. Lorsqu'on ne dispose pas de ce genre de gaines, on peut tirer deux gaines de diamètre appropriés l'une sur l'autre. Pour de très hautes tensions, comme, par exemple pour un grand tube de Braun, on prendra du câble sous caoutchouc à un conducteur (fil de cordelière) sur lequel on tirera une gaine en caoutchouc Para. Pour le câblage ordinaire des appareils d'alimentation, le fil dit « Goudron » suffit ; c'est un fil de 1,5 mm de diamètre en cuivre étamé avec un isolement épais en caoutchouc surmonté d'une tresse noire cirée. La tension du réseau est amenée à l'appareil d'alimentation

au moyen d'une cordelière ordinaire formée de deux fils sous caoutchouc torsadé. Elle est aussi souvent employée pour les connexions des filaments en courant alternatif. Dans les grands appareils, cela peut présenter le danger d'introduire une résistance dans le circuit des filaments qui, par suite des courants intenses qui y circulent, pourrait produire une perte de tension. La section de la cordelière doit, pour une charge de 1,5 A par mm², atteindre au moins 3 mm² lorsque le courant de chauffage s'élève à 4,5 A, ce qui représente environ 2 mm de diamètre. Si nous ne pouvons pas nous procurer de la cordelière de cette dimension, nous pouvons utiliser du fil torsadé d'antenne dans une gaine isolante ou entouré d'une bande de toile isolante. Du fil de cuivre plein isolé de la même façon convient aussi mais il est un peu raide. Pour des appareillages très resserrés ou très sensibles, les connexions des filaments doivent être torsadées et blindées par une feuille de métal.

Nous avons déjà parlé des fils de résistance dans le paragraphe traitant des résistances.

Matières isolantes

Le plus grand soin mis à la conception, à la fabrication et au câblage d'un montage reste sans succès si les courants qui y circulent arrivent à s'écarter des voies qu'on a voulu leur imposer. Cela ne peut être évité que par l'emploi de bons isolants. La résistance d'un isolant n'est cependant pas constante comme celle d'un conducteur. Le courant à travers un isolant est composé du courant qui passe par la surface et de celui qui traverse la matière isolante elle-même. La conductibilité superficielle repose principalement sur le dépôt d'humidité de l'air qui forme une très mince couche d'eau sur l'isolant. C'est ainsi que les propriétés d'isolants normalement excellents comme, par exemple le verre, sont fortement diminuées et leur emploi fortement limité. L'ambre, la trolitule, et surtout la paraffine qui repousse l'eau sont, en revanche, à peu près exempts de courants superficiels. Suivant les recherches les plus récentes, le courant qui passe à travers les corps isolants repose pour la plus grande part sur un groupage de particules polarisées sous l'effet du champ électrique, qui, cependant, après un certain temps, prennent une position de repos; ce n'est qu'alors que le courant de perte correspondant à ce phénomène atteint une valeur constante. Pour une tension trop élevée, le courant augmente par suite de l'ionisation de choc. Malheureusement, l'observation de ces phénomènes est rendue difficile par le fait que les courants observés sont très faibles.

Les matières isolantes disponibles sont très nombreuses; elles montrent de grandes différences entre elles en ce qui concerne leur pouvoir isolant; elles doivent donc être choisies suivant les exigences posées par l'appareillage qui, évidemment, diffèrent suivant les cas. Pour pouvoir décider, il faut, avant tout, chercher quel rôle l'isolant doit remplir. Souvent, le produit ne sert que de support de certains éléments de la construction sans qu'il intervienne de courants ou de tensions. Dans ce cas, c'est la solidité qui importe. Dans la plupart des cas, cependant, il s'agit de circuits dans lesquels circule du courant continu. La charge de l'isolant peut ici être différente. Elle est beaucoup plus faible aux bornes d'un accumulateur de 4 V que dans un circuit d'anode où parfois des tensions de plus de 250 V interviennent.

Comme un mauvais isolement peut introduire, pour des tensions assez élevées, une perte de courant qui peut être décelée par des instruments suffisamment sensibles, l'isolement doit avoir une résistance aussi grande que possible ; si c'est nécessaire, on agrandira la distance d'isolement. La présence de tensions alternatives dans les récepteurs et les amplificateurs nous oblige à compter sur des tensions de perçage plus élevées car cette tension alternative s'ajoute à la tension continue déjà existante. Le danger de perçage de l'isolement existe surtout dans la partie alimentation d'un récepteur à courant alternatif où de grands condensateurs reçoivent de très hautes tensions ; la manœuvre brusque d'un interrupteur peut provoquer de très forts courants de fermeture ou de rupture qui peuvent détruire l'isolement par une surcharge momentanée. Lorsque la fréquence augmente, les pertes augmentent dans toute une série d'isolants qui étaient bons pour les fréquences plus basses. Ceux-ci ne peuvent donc pas être employés dans les circuits haute fréquence et surtout dans les appareils à ondes courtes ou ultra-courtes. La cause de ces pertes réside en ce que des champs électriques concentrés se produisent partout où des conducteurs de polarités différentes se trouvent dans le voisinage l'un de l'autre. Les pointes de tension les plus fortes se produisent aux extrémités des bobines, entre le stator et le rotor des condensateurs variables et entre la douille de grille et celle de la cathode du culot de lampe ; par conséquent, des produits à grand facteur de perte ne peuvent pas être employés comme support de stator ni comme support de bobine. Ils ne peuvent pas non plus être placés dans le voisinage immédiat de ces éléments car le champ électrique, surtout dans le domaine des ondes courtes, est assez susceptible de sortir de ses supports métalliques. Il se produit ici, dans l'isolant (diélectrique) une réaction qui produit une perte d'énergie ; elle repose sur l'hystérésis diélectrique et peut, dans une certaine mesure être comparée à l'hystérésis magnétique. On sait que le champ magnétique dans le fer est en retard sur le « travail de renversement ». Ces pertes augmentent avec la fréquence. Le facteur de perte diélectrique des isolants, exprimé par la tangente de l'angle de perte ($\tan \delta$) dépend de la fréquence de l'oscillation employée pour la mesure. Nous devons donc, lorsque nous voudrions commander un produit d'après un facteur de perte donné, tenir soigneusement compte de la fréquence correspondante. Cette notion est neuve pour l'électrotechnicien qui n'a l'habitude que des mesures en courant continu ou en courants alternatifs industriels. Les pertes par diélectrique ne sont cependant pas uniquement théoriques ; on doit aussi en tenir compte en pratique. Comme le montre la fig. 191, il existe entre isolants généralement considérés comme bons, de très visibles différences qui rendent certains d'entre eux inutilisables dans un champ à haute fréquence. Bien qu'il soit très difficile de se baser sur l'ordre dans lequel sont classés les isolants dans la fig. 191, pour se faire une idée exacte et absolue de la valeur des isolants, on peut voir nettement sur cette figure, la différence entre les anciens et les nouveaux types. En tous cas, l'amélioration d'un condensateur variable obtenu en y remplaçant les vieux disques de bakélite par des anneaux de calite est facile à constater. Ceci se marque aussi pour les bobines lorsque le support de bobine est en matériel de première qualité. Le but à poursuivre est de rendre la résistance de résonance des circuits oscillants à haute fréquence aussi haute que possible pour obtenir une meilleure adaptation

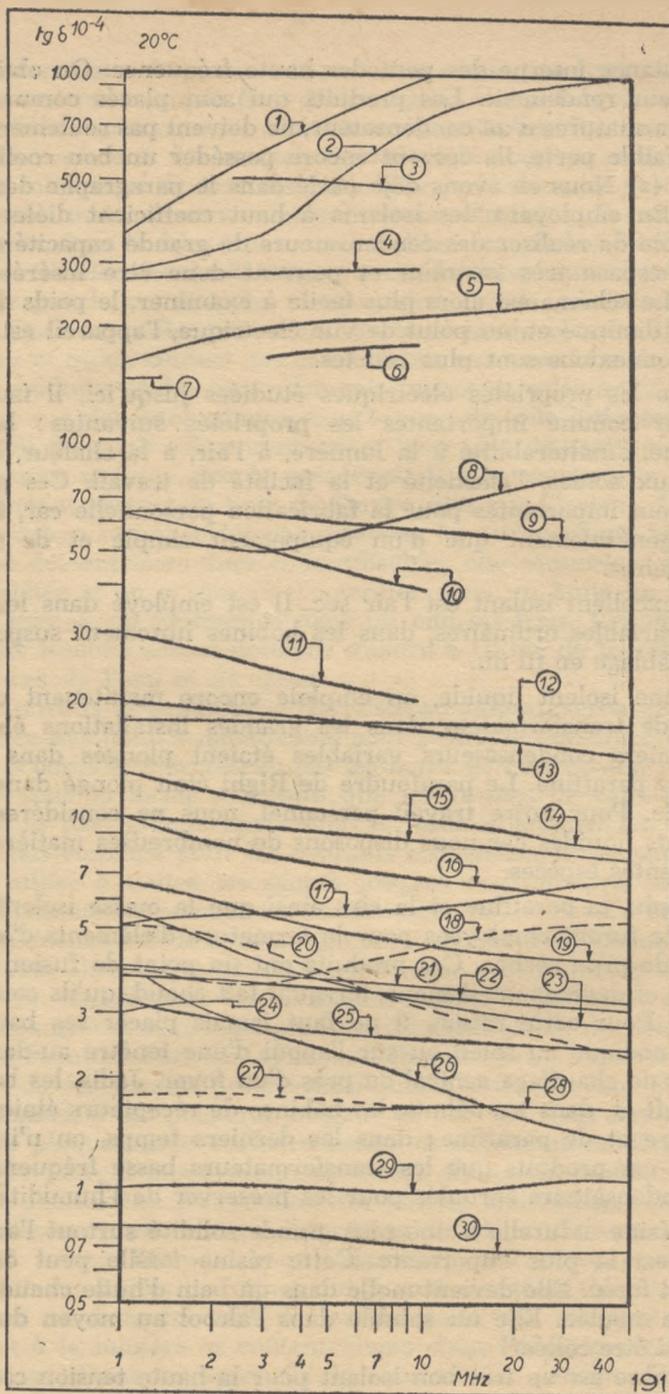


Fig. 191

- | | | |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. Fibre | 12. Micalex | 22. Calit |
| 2. Carton de Lyon | 13. Stéatite | 23. Condensa C |
| 3. Celluloïde | 14. Tempa N | 24. Trolitul (nouveau) |
| 4. Trolite | 15. Amenite | 25. Calan |
| 5. Bakélite | 16. Frequentite | 26. Frequentia D |
| 6. Ambre aggloméré | 17. Quartz fondu | 27. Verre de quartz |
| 7. Mipolam | 18. Trolitul (ancien) | 28. Mica |
| 8. Porcelaine | 19. Condensa N | 29. Quartz naturel |
| 9. Ebonite | 20. Frequentia Kerafar | 30. Tempa S |
| 10. Sipa H | 21. Condensa F | |
| 11. Stéatite naturelle (calcinée) | | |

à la résistance interne des pentodes haute fréquence. On obtient ainsi un meilleur rendement. Les produits qui sont placés comme isolants entre les armatures d'un condensateur, ne doivent pas seulement présenter une faible perte, ils doivent encore posséder un bon coefficient de capacité. (ϵ) Nous en avons déjà parlé dans le paragraphe des condensateurs. En employant des isolants à haut coefficient diélectrique, il est possible de réaliser des condensateurs de grande capacité qui occupent un espace très restreint et peuvent donc être insérée dans le câblage. Le schéma est alors plus facile à examiner, le poids de la construction diminue et, au point de vue électrique, l'appareil est meilleur car les connexions sont plus courtes.

Outre les propriétés électriques étudiées jusqu'ici, il faut encore considérer comme importantes les propriétés suivantes: la solidité mécanique, l'inaltérabilité à la lumière, à l'air, à la chaleur, à l'humidité et aux acides, l'élasticité et la facilité de travail. Ces propriétés sont surtout importantes pour la fabrication personnelle car, ici, on ne dispose généralement que d'un équipement simple et de méthodes rudimentaires.

Un excellent isolant est l'air sec. Il est employé dans les condensateurs variables ordinaires, dans les bobines librement suspendues et dans le câblage en fil nu.

Comme isolant liquide, on emploie encore maintenant une huile spéciale de transformateur dans les grandes installations électriques. Les premiers condensateurs variables étaient plongés dans un bain d'huile de paraffine. Le parafoudre de Righi était plongé dans un bain de pétrole. Pour notre travail personnel, nous ne considérerons plus les isolants liquides car nous disposons de nombreuses matières solides de différentes espèces.

La poix, la paraffine et la cire ainsi que la masse isolante qui en est formée furent employées pour la fermeture d'éléments d'accumulateurs et de piles sèches. Ces produits ont un point de fusion relativement bas et deviennent si mous, lorsqu'il fait chaud, qu'ils commencent à couler. Pour cette raison, il ne faut jamais placer ses batteries de tension anodique au soleil ou sur l'appui d'une fenêtre au-dessus d'un radiateur de chauffage central ou près d'un foyer. Jadis, les bobines de Rühmkorff et, dans les débuts, les bobines de récepteurs étaient enduites de cire et de paraffine; dans les derniers temps, on n'imprégnait guère de ces produits que les transformateurs basse fréquence blindé et les condensateurs enroulés pour les préserver de l'humidité.

La résine naturelle a une plus grande solidité surtout l'ambre fossile qui est la plus importante. Cette résine fossile peut être sciée, débitée et forée. Elle devient molle dans un bain d'huile chaude et peut ainsi être moulée. Elle est soluble dans l'alcool au moyen duquel elle peut aussi être collée.

L'ambre est un très bon isolant pour la haute tension continue et est notamment employée dans l'électroscope. Malheureusement, elle a un facteur de perte assez élevé. La gomme laque que l'on peut se procurer dans le commerce sous la forme de feuilles orangées se conduit de même; dissoute dans l'alcool, elle fournit le produit de polissage des meubles. Une solution un peu plus concentrée fournit une excellente laque isolante pour la tension continue et la basse fréquence. Elle convient particulièrement bien pour coller le verre, ou toute matière sem-

blable, aux métaux. La gomme-laque est quelque peu hygroscopique et ne peut pas être employée dans les circuits à haute fréquence.

Les résines gommeuses : **caoutchouc** et **gutta-percha** trouvent aussi un emploi important. Le caoutchouc vulcanisé avec du soufre perd sa propriété collante et devient insoluble. Par la chaleur, ce produit varie quelque peu mais conserve néanmoins son élasticité. Il est employé, entre autres, dans la fabrication de cordelières souples et de fil-goudron raide, pour l'isolement du fil litze et plein, lorsque ceux-ci doivent être parcourus par le courant du réseau. L'emploi de conducteurs isolés au caoutchouc est utile partout où des tensions de plus de 150 V sont appliquées et qu'un contact des conducteurs nus avec la main est possible. Les soudures et les raccordements nus sont isolés en y enroulant une bande caoutchoutée connue sous le nom de **toile isolante**. L'enroulement doit être fait soigneusement et bien plat de sorte que chaque tour recouvre quelque peu le précédent. Il doit commencer d'un côté sur l'isolement restant et finir de l'autre côté sur l'isolant. Les extrémités du ruban seront fortement pressées. La toile isolante sèche rapidement et devient alors dure et inutilisable ; elle conservera cependant ses propriétés si on a soin de l'enfermer dans un boîte en fer blanc et de la garder, de préférence dans un endroit frais. Les doigts salis par la toile isolante seront nettoyés d'abord à l'huile de thérbentine et ensuite avec de l'eau et du savon.

Des anneaux de caoutchouc (fig. 192b au milieu), seront placés pour la traversée des châssis métalliques pour éviter la déchirure de l'isolement de la cordelière de réseau par les bords de l'ouverture.

C'est sous la forme d'**ébonite** que les résines de caoutchouc ont rencontré la plus grande application en radiotechnique. Au début, ce produit était employé pour les courants industriels, mais, par la suite, il a été utilisé à toutes les sauces jusques et y compris les circuits oscillants à haute fréquence et les ondes ultra-courtes et n'a été détrôné que par la découverte de produits isolants à faibles coefficients de perte. L'ébonite est chère et, pour cette raison, on y introduit beaucoup de produits de remplissage. On a employé pour cela toutes sortes de produits : la gomme-laque, les produits du goudron, de minéraux et des déchets d'ébonite. Par ces ajoutes, l'ébonite perd malheureusement beaucoup de ses bonnes propriétés d'isolant. Aussi le bon ébonite est cher. A chaud, il est plastique et peut être moulé dans des presses et réalisé en plaques avec surfaces lisses ou ornementées. Exposé à la lumière du jour, il passe progressivement d'un noir profond au vert-olive. Ce phénomène d'oxydation est parfois très désagréable. Il est possible d'enlever cette couche d'oxyde qui d'ailleurs diminue le pouvoir isolant en lavant l'ébonite avec l'esprit de vin, mais, pour cela, il faut en enlever toutes les pièces qui y sont montées. Comme il existe maintenant des bons produits de remplacement qui résistent bien à la chaleur et à la lumière et coûtent moins cher, l'ébonite n'est presque plus employé. Dans les appareils de construction personnelle on peut encore employer du bon ébonite en tenant compte des exigences posées par le raccordement. Ce n'est que dans les circuits à haute fréquence de récepteurs sensibles et dans la gamme des ondes courtes que l'ébonite ne peut plus être employé.

Une autre matière isolante qui est disparue du marché est la **galalithe**. C'est une sorte de corne artificielle obtenue par réaction de formaldéhyde (acide formique) et de fromage. Lorsqu'on l'écrouit, elle

répand une odeur de cheveux brûlés. La galalithe ne peut être employée que pour des faibles courants et même alors, on ne s'en sert que dans de petits interrupteurs, comme douille isolante de fiches, capsules pour douilles de contacts au anneaux isolants. Sous l'influence de l'humidité de l'air, elle devient cassante.

Les **matières textiles** occupent une place importante dans la technique des isolants. Nous avons déjà parlé plus haut de l'isolement des fils. Souvent, un tissu n'est utilisé que comme support d'un bon vernis ou d'une bonne laque isolante. La toile isolante est elle-même constituée d'un ruban enduit d'une masse à base de caoutchouc. Le fil émaillé est à recommander dans tous les endroits où l'humidité de l'air peut abîmer les appareils (par exemple à la côte). Le fil push-back bien connu est recouvert d'un tresse de coton rendue moins sensible à l'humidité par trempage dans la paraffine ou la cire. C'est avec ce fil que nous avons, en 1923, construit les premières bobines à frotteurs pour les postes à galène. Maintenant, la tresse de coton est plutôt enduite de vernis à l'huile ou de laque; ce genre de fil ne peut cependant jamais être utilisé pour les circuits à haute fréquence. Pour l'imprégnation de fils isolés au coton ou à la soie qui doivent porter des courants sous hautes tensions, on recommande l'Electrolaque composée de colophane et de vernis à l'huile de lin. On obtiendra un produit encore meilleur en mélangeant, à une température de 80 à 120° C. 4 parties de cire, 1,2 parties de colophane et 0,3 parties de gutta-percha.

Les gaines isolantes tressées à la machine et imprégnées de vernis cellulósiques ont été abandonnées à cause de leur inflammabilité au contact des fers à souder. Les recherches faites pour diminuer l'inflammabilité du vernis à l'huile employé ensuite ont conduit à l'emploi de la laque moins inflammable puis à la gaine en résine artificielle complètement ininflammable et qui ne contient plus de matière textile.

Le **bois** est surtout employé comme matière de construction mais pas comme isolant. On a jadis essayé d'améliorer les propriétés du bois en le frottant avec une solution de cire ou de paraffine dans le benzol en le faisant bouillir dans la paraffine. Cela n'a pas donné de bons résultats. Ce genre de traitement peut, il est vrai, augmenter la résistance des surfaces, mais pas celle de l'intérieur car les matières d'imprégnation ne pénètrent que très imparfaitement et ne peuvent jamais supprimer les sels qui s'y trouvent. Le carton imprégné est encore moins indiqué comme isolant car sa masse principalement constituée de pâte de bois est fortement imprégnée de sels minéraux. Même les presspan, spécialement fabriqué pour l'isolement est encore hygroscopique et sera, de préférence écarté des appareils de radio.

Les recherches entreprises pour trouver une matière nouvelle, bon marché et de première qualité, ont conduit à la **résine synthétique** qui, au point de vue électrique, peut être comparée à l'ébonite. Les résines synthétiques sont mélangées à des produits de remplissage et chauffées. La chaleur les fait fondre et elles se figent en un produit dur comme le verre et infusible. Ce procédé convient particulièrement pour la fabrication de pièces moulées polies qui peuvent être chauffées. Les objets exécutés en résine synthétique ordinaire contiennent trois quarts de matières de remplissage dont le choix a une très grande influence sur les propriétés électriques du produit obtenu. Les masses pour moulage à la presse à base de résine synthétique modernes, comme par exemple les résines phénolées **bakélite** et **trolitan** et la résine car-

bamidée **Pollopas** sont employées pour les meubles et les pièces détachées à cause de leur forte résistance d'isolement et de leur faible facteur de perte. Sous la scie, la masse se brise facilement, on emploiera une scie à dents très fines. Cette masse peut être forée, filetée et débitée. Sous les outils, elle dégage une odeur d'iodoforme. Pour la coller, on emploie du vernis bakélite, avec chauffage subséquent. On peut aussi la coller avec une solution de gomme-laque. Ces résines synthétiques ne sont employées que comme produits entièrement finis. Pour exécuter certaines pièces, on préfère les feuilles de bakélite ou le papier bakéllisé. Ce sont des feuilles de papier pressées ensemble et enduites de résine au crésol. Les deux produits les plus connus de ce groupe sont la trolitax et la turbonite. Cette matière est présentée dans le commerce en plaques, en feuilles et en tubes de différentes épaisseurs. Elle convient très bien à divers usages. Pour l'emploi comme panneaux de récepteurs, une des faces est polie ; parfois, les plaques sont colorées de façon à donner l'aspect de bois précieux. Malgré leur faible épaisseur elles sont très solides et ne cassent pas même en les jetant à terre. On peut cependant les travailler avec des outils bien aiguisés.

Un autre groupe d'isolants est constitué par des textiles ayant subi une transformation chimique. La fibre n'est plus employée dans la construction d'appareils récepteurs et encore moins le **celluloïd** trop inflammable ni ses dérivés : le **verniss japon**, la **laque japon** et le **verniss cellulosique**. Malgré son origine semblable, la colle **cohesan H** n'est pas inflammable. Celui-ci est imperméable, incolore et peut être étendue ou enlevée au moyen d'acétone. Le **Cellon** (acétate de cellulose) a une composition semblable à la **trolite** qui, pendant longtemps fut le matériel le meilleur et le plus universel pour les amateurs. On l'obtient, comme le nitrate de cellulose (**celluloïd**) en plaques de différentes couleurs avec surfaces polie ou ornementée (par exemple fleurs, pyramides etc.) Elle est aussi fournie sous forme de tubes et de profils. La trolite devient malléable à la chaleur, elle peut être moulée et sert à la fabrication de nombreuses pièces détachées. Les grandes plaques de trolite se déforment si on les place en des endroits chauds. La trolite est absolument insensible à l'humidité et à la lumière. Par suite de sa texture homogène et douce, elle est facile à travailler.

Un produit qui, malgré son nom presque identique a une toute autre composition, à savoir le vinylbenzène polymérisé (**styrol**) est la **trolitule**. Les chimistes le connaissent sous le nom de polystrol. Les fils soyeux ou les bandes minces en trolitule se trouvent dans le commerce pour l'isolement des conducteurs torsadés. La trolitule est un parent de la paraffine et se trouve dans le commerce sous la forme de feuilles, de plaques ou de tubes transparents. Cette nouvelle matière est facile à travailler, ne prend pas l'eau et a, parmi tous les produits cités jusqu'ici, le plus faible facteur de perte dans les champs de condensateurs et de bobines. C'est pourquoi elle convient particulièrement comme isolant dans tous les cas où il est important d'obtenir les plus faibles pertes possibles. La trolitule commence à ramollir à 100° C. et convient au moulage sous pression pour la fabrication de très jolies pièces détachées, par exemple petits corps de bobines pour noyau de sirufer. On peut très bien la coller avec de la thérébentine ou du benzol ; une solution de trolitule dans ces liquides constitue un très bon vernis isolant. Par suite de sa grande facilité de travail et de son

excellente qualité, la trolitule est la matière idéale pour la fabrication personnelle.

L'**aménite** n'est rien d'autre qu'une variété de trolitule ; on l'obtient en ajoutant des matières minérales qui la rendent plus dure et élèvent son point de fusion. Elle est opaque comme le savon ou la stéarine et a un facteur de perte un peu plus élevé.

Le **mipolam** est du même genre ; c'est un mélange de produits de polymérisation de chlorure de vinyle et d'ester acrylique ou acrylate de méthyle. Il sert principalement à la fabrication de gaines isolantes de première qualité. Celles-ci sont aussi élastiques que du caoutchouc. On peut les plier, et courber ou élargir les bords. Des morceaux séparés peuvent après nettoyage au papier de verre ou au tétrachlorure de méthyle, être assemblés au moyen d'une colle spéciale. Le mipolam n'est attaqué ni par l'eau, ni par l'alcool, ni par la benzine, l'huile, les acides ou les bases même après plusieurs heures d'attaque. Il est en outre pratiquement ininflammable et ne présente aucun phénomène de vieillissement. Le seul inconvénient du mipolam est sa faible résistance à la chaleur. Lorsqu'on le travaille, surtout lorsqu'on soude des pièces isolées au mipolam, il est prudent de le refroidir au moyen d'un linge humide. Le facteur de perte diélectrique du mipolam est faible.

Le dernier groupe des isolants, à l'aide desquels, après de longs perfectionnements, on est arrivé à faire des isolateurs inégalables, contient les matériaux pierreux. Le **marbre blanc naturel** (carbonate de chaux) est employé depuis longtemps pour les tableaux des centrales électriques. Il peut être scié, foré, débité et poli au moyen de disques ou d'outils d'acier et de sable mouillé. On peut se procurer des plaques de marbre découpées à dimensions et polies, dans le commerce.

Un très bon isolant est le **mica**. On le trouve en blocs qui se clivent facilement en feuilles transparentes. Celles-ci sont flexibles, mais si fragiles qu'elles ne peuvent être découpées ou forées qu'avec les plus grandes précautions. Le mica a un faible facteur de perte et une constante diélectrique assez élevée ce qui le rend particulièrement apte à la construction des condensateurs. A cause de son prix élevé, il n'est cependant employé que pour les petits condensateurs variables et les capacités fixes jusqu'à 10.000 cm. Si l'on dispose de feuilles de dimensions suffisantes, on peut en faire des tubes de bobines à faible perte. On le colle au moyen d'une solution de gomme laque.

Le **quartz** (acide silicique) sert, dans sa forme la plus pure, le cristal de roche, pour la fabrication de dispositifs de stabilisation des oscillateurs pour émetteurs et celle des fils de quartz (pour les bougies d'allumage). Le sable de quartz, en revanche, est la matière première la plus importante pour la fabrication de verre et de nouvelles matières céramiques. Les espèces les plus courantes de verre à point de fusion relativement bas se trouvent dans le commerce, avec toutes sortes de variantes, depuis le simple verre à vitres jusqu'à la glace coulée, présentent tellement de différences en ce qui concerne leur composition qu'on ne peut les utiliser sans plus comme isolateurs ou comme support de connexion à haute fréquence. On peut en faire un contrôle électrique simple en touchant la sphère d'un électroscope chargé avec le morceau de verre d'essai bien nettoyé. Une décharge rapide indiquerait une certaine conductibilité électrique. En général, le verre dont la cassure

présente des teintes bleuâtres ou rougeâtres doit être considéré comme inutilisable pour l'isolement. Le verre de quartz fondu à très haute température est très bon mais très cher. Il n'a, jusqu'ici été employé qu'une seule fois dans un condensateur à ondes courtes. Un verre solide et à faible perte (**pyrex**) est employé pour la fabrication d'isolateurs d'antenne.

Malgré sa faible valeur d'utilisation, le verre ne pouvait pas être passé sous silence. Un succédané du verre facile à travailler est connu sous le nom de **plexiglas**. Cette résine synthétique (ester métacrylique ou métacrylate de méthyle polymérisé) résiste bien aux intempéries et est transparent comme le cristal. Il convient pour les fenêtres des cadrans d'accord et les curseurs de lecture, comme plaque de protection des tubes de Braun etc. On peut se le procurer auprès des firmes qui fabriquent du verre à vitre incassable et des vitres d'auto.

La **porcelaine** (kaolin) employée jadis empyriquement, est encore utilisée sous la forme d'isolateurs, surtout comme supports de bobines, d'antennes, de condensateurs ou d'interrupteurs, mais est, de plus en plus remplacée par les excellentes céramiques artificielles. Le premier de ces produits, la **steatite** a connu une grande vogue. Divers perfectionnements ont conduit à de nouveaux produits la **fréquentite** et le **fréquenta**. Les corps de bobines avec fiches, boutons d'interrupteurs, supports de ressorts de contact, axes de commutateurs et de condensateurs, supports de stators, tubes pour câbles blindés, douilles de traversée etc. sont des pièces exécutées en fréquenta. A côté de ces isolants de première qualité, se placent les produits appelés **calite** et **calan** qui ont permis d'atteindre la limite supérieure dans la lutte contre les pertes diélectriques, comme le montrent les courbes de la fig. 191. Outre ces produits, on a fabriqué toute une masse de matériaux d'une composition spéciale avec très haute constante diélectrique pour pouvoir construire de petits condensateurs à haute tension de perçage. Ces produits ont, dans le groupe **kerafar** des constantes entre 40 et 80 et pour le groupe **condensa** de 40 à 100. Par ce moyen, on obtient des condensateurs excessivement petits avec une très grande capacité. Le **condensa** a, à l'inverse des autres produits céramiques, un facteur de température négatif et est employé avec d'autres produits dont le facteur de température est positif pour obtenir des oscillations dont la fréquence reste constante lorsque la température ambiante varie.

Les nouvelles matières céramiques sont, au point de vue électrique ce qu'il y a de mieux dans le domaine des isolants. Pendant la fabrication, la matière est encore déformable; le produit final, après cuisson est dur comme la pierre. On ne peut plus en modifier la forme qu'en le sciant, le meulant ou le forant comme pour le marbre ou le verre. Nous n'avons d'ailleurs pas besoin de nous en préoccuper car l'industrie a réalisé un très grand nombre de produits et de pièces détachées demi-finies. Ces produits sont très employés pour la fabrication des éléments d'appareils. Avant peu, toute firme qui tient à sa réputation ne voudra plus travailler,, surtout pour les éléments destinés aux ondes courtes, qu'avec ces isolants de qualité qui permettent d'obtenir une économie d'énergie en même temps qu'ils constituent un produit indéformable qui, pour cette raison convient très bien au climat tropical. Lors de nos achats, nous aurons donc soin d'attacher beaucoup d'importance à la qualité des isolants employés.

Métaux

Dans un récepteur de radiodiffusion, il y a des courants électriques ou des oscillations sur presque toutes les pièces métalliques et ces courants sont maintenus dans les chemins prévus au moyen des isolants. Alors que les fonctions et le rôle des isolants sont relativement faciles à déterminer, le comportement des métaux nécessaires peut être très différent suivant qu'ils servent de conducteurs de courant continu, d'oscillations électriques ou de lignes de force magnétiques, qu'ils conduisent la lumière ou la chaleur ou servent de blindage. En outre, un métal peut encore être considéré comme support ou comme moyen de transmission de mouvement à grande ou petite vitesse. Ce sont les propriétés électriques qui déterminent généralement le choix du métal. Ensuite viennent le prix, la facilité avec laquelle ils se travaillent et la solidité. Alors que l'industrie, pour des questions d'ordre économique (frais de transport et droit de douane) doit s'attacher souvent davantage au prix et au poids, et par conséquent, dans certains cas admettre certains inconvénients, nous nous attacherons plus spécialement aux qualités électriques.

Au premier plan figure le problème de la conductibilité électrique. Les métaux ont des résistances très différentes au courant électrique ; celle-ci provoque toujours une perte de tension. Le meilleur conducteur, l'**argent**, a une résistance spécifique de $0,016 \Omega \times \text{mm}^2$ par m. Ce métal blanc très brillant résiste aussi bien à l'air sec qu'à l'air humide, on peut l'étirer en fils très fins et il se laisse facilement usiner ; seul son prix élevé empêche de l'employer plus généreusement. C'est notamment pourquoi l'argent massif n'est guère employé que pour les contacts des commutateurs à haute fréquence et, parfois même, on fait encore usage, dans ce but d'un des différents procédés d'argenteure connus. C'est ainsi que, entre autres, on peut cuire une solution d'argent sur un corps en céramique. La couche métallique ainsi obtenue est renforcée par électrolyse. Cette méthode permet d'obtenir des bobines et des condensateurs avec une valeur plus constante. Le **cuivre** est beaucoup moins cher (résistance spécifique 0,017 — cuivre électrolytique 0,018). On le vend en plaques, tubes, boîtes et fils. Lorsque, même avec une faible résistance, on arrive à des pertes de tension notables, ce qui est par exemple le cas pour des courants intenses, on doit s'efforcer d'améliorer les conditions en augmentant la section du conducteur. Comme nous avons déjà consacré un paragraphe au fils de cuivre, nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet.

Les plaques de condensateurs sont découpées dans du laiton ou de l'aluminium. Le **laiton** (0,07) consiste en 2 à 2,5 parties de cuivre pour 1 partie de zinc. Il a une belle couleur jaune et se laisse facilement usiner. Comme variante, on a le **Durana** et le **Tombac** (0,058). Les autres alliages du cuivre sont : le **bronze** (0,1 à 0,13) et le bronze phosphoreux (0,14 - 0,18). Le dernier nommé (85,97 % de cuivre, 3 - 15 % d'étain et 0,5 - 0,6 % de phosphore) est extraordinairement solide à la traction et résistant aux intempéries ; c'est pourquoi on l'emploie pour la fabrication du câble d'antenne.

L'**Aluminium** (0,029) est blanc, de la dureté de l'argent, très facile à travailler et garde, à l'état pur (99,5 %) son éclat à l'air. Dans l'industrie, on emploie de plus en plus l'aluminium qui est un produit

européen et qui, malgré sa grande solidité ne pèse que le quart du poids du cuivre. L'exploration du domaine des alliages d'aluminium ne fait que commencer. Comme on n'a pas encore trouvé de succédané du cuivre qui, en temps de guerre est en quantité limitée, l'aluminium avec couche de cuivre extérieure introduite par laminage (Cupal) aura sans doute bientôt une grande application en radiotechnique.

La dorure des plaques de condensateurs variables pour ondes courtes jadis fort employée montre combien la résistance d'une couche d'oxyde aux courants de haute fréquence est gênante pour l'emploi d'oscillation très rapides. L'Or (0,022) est, comparé au cuivre et au laiton, moins bon conducteur, mais il a le grand avantage, comme le platine et l'argent, de ne subir aucune influence de la part de l'air ; il n'est attaqué ni par l'hydrogène sulfuré (acide sulfhydrique) ni par les acides simples. A cause de son prix élevé, il n'est employé que comme mince couche protectrice formée par galvanisation sur une pièce de métal moins précieux. En radio-industrie, l'or n'est plus guère utilisé aujourd'hui que pour rendre conductrice une mince membrane de cellophane pour les microphones à condensateur. Les contacts sont actuellement exécutés en platine (0,11). Comme le **platine** est très cher, il est laminé avec l'iridium très dur qui en diminue l'usure. Dans les ressorts de contact en bronze, on fixe d'abord par laminage une plaque de nickel sur lequel on presse la feuille de platine irridié. C'est ainsi que l'on arrive à réaliser un commutateur à haute fréquence de première qualité à bas prix.

La propriété que possède une bobine à noyau de fer de mettre en mouvement une armature en fer est appliquée dans les moteurs de phonographes, les interrupteurs à distance (contacteurs), les instruments de mesure, et les indicateurs d'accord. Dans les haut-parleurs, les casques téléphoniques, les pick-up, les graveurs d'enregistrement, on emploie les champs magnétiques qui se produisent dans l'enroulement d'une bobine ; ils servent aussi au couplage et à la transformation de courants alternatifs et d'oscillations (transformateurs). Le fer est ici le milieu conducteur. Le fer (0,098) n'est pas employé à l'état chimiquement pur, il n'obtient ses propriétés spéciales que par alliage. On distingue la fonte (2-6 % de carbone), le fer forgé (0,04-0,062 % C.) et l'acier (0.06-2 % C.) L'acier sert à la fabrication des outils et des aimants permanents (acier au cobalt). Les aimants modernes en **Oerstitite** pour haut-parleurs sont un alliage de fer, nickel et aluminium. Le fil d'acier est employé pour les câbles de commande de certains cadrans d'accord. L'acier ne convient pas pour les noyaux de transformateurs car il retient, pour ainsi dire les lignes de force magnétiques ; un noyau de transformateur, au contraire, doit prendre et perdre rapidement son aimantation. C'est le fer avec 4 % de silicium qui répond le mieux à cette condition. Lorsqu'on veut obtenir une forte self-induction avec une faible capacité propre de la bobine (par exemple pour les bons transformateurs à basse fréquence), on emploie un fer spécial au nickel (**Permalloy**) qui peut absorber un grand nombre de lignes de force (grande perméabilité). Les efforts faits pour réaliser aussi des bobines à haute fréquence plus petites et par conséquent à plus faible perte au moyen de noyaux de fer, conduisirent aux noyaux à haute fréquence. Le fer est subdivisé en très petites particules réparties dans un liant qui isole pratiquement chaque particule (voir le paragraphe

self-induction). Les châssis en fer sont beaucoup moins chers que ceux que l'on fabrique en aluminium. Des plaques de zinc épais peuvent aussi servir à la fabrication des châssis. Le zinc (0,059) est quelque peu cassant et ramollit déjà à 130° C. Soumis à l'air libre, il résiste mieux que le fer et il fut jadis très employé pour les blindages et les plaques de condensateurs variables.

La propriété qui, pour les conducteurs, était si indésirable, à savoir, la résistance a été systématiquement utilisée pour les prises de tensions partielles (résistances de charge et de réglage), pour la production de chaleur (filaments des lampes) et de lumière (éclairage des cadrans). Seuls, les alliages de nickel spécialement utilisés pour les fils des résistances nous intéressent.

La résistance du nickel pur est encore relativement basse (0,118) mais celle-ci est augmentée par son alliage avec d'autres métaux. La collection des différents alliages est donnée dans la table de la page 232. Pour de faibles charges l'argentan suffit. La **nickeline** est inaltérable et résiste bien à la chaleur et aux acides. Elle convient pour les résistances courantes. Le **constantan** est employé pour les résistances de réglage, les fusibles, mais surtout pour les résistances de précision et de mesure, car sa résistance n'est que très faiblement modifiée par la chaleur. Ensuite viennent les **nickel-chromes** ferreux et non ferreux. Ils sont employés pour les résistances de chauffage qui peuvent atteindre des températures d'incandescence, par exemple dans les fers à repasser, les radiateurs etc. C'est aussi dans cet alliage que sont exécutées les nouvelles résistances fixes avec couche de vernis céramique cuite.

De même que le courant électrique peut produire de la chaleur, celle-ci peut produire du courant. Les couples thermo-électriques qui consistent en deux tiges soudées de métaux différents, ne donnent, par chauffage de la soudure, que des tensions de 1 à 100 μV (microvolts) par cellule. L'**Antimoine** et le **Bismuth** soudés à l'étain (facilement fusible) fournissent une tension double de celle des cellules fer-constantan qui doivent être soudées à l'argent et celles-ci sont deux fois meilleures que les cellules argentan-fer ou nickel-cuivre. Les thermo-éléments sont employés pour les mesures à haute fréquence ; le courant continu produit par la chaleur provenant du passage des courants à haute fréquence, actionne un instrument à cadre mobile et sert de mesure de la haute fréquence à laquelle il est proportionnel.

La résistance électrique du **selenium** cristallisé varie sous l'influence de la lumière. Le sélénium a servi d'organe de commande dans les premiers essais de télévision. Les soudures de métaux doivent encore être mentionnées comme redresseurs d'oscillations. Par là, il ne faut pas seulement entendre les redresseurs secs (sélénium-fer ou cuproxyde) qui sont employés comme source de courant de chauffage ou chargeurs d'accus en partant de réseaux alternatifs, mais aussi les types de petit modèle qui permettent de mesurer les courants à basse fréquence au moyen d'un simple appareil à cadre mobile. Le **sirotor**, qui appartient à la classe des redresseurs peut même servir à la démodulation de la moyenne fréquence dans les supers. Pour le redressement des hautes fréquences, on se sert de détecteurs à cristaux (galène, cuprite, blende, et autres minerais).

Les fabricants de pièces détachées de radio travaillent des produits

semi-finis (plaques, barres, tubes, fils) ; nous pouvons en faire autant si nous ne voulons pas donner la préférence à l'achat de pièces détachées toutes faites. Nous utiliserons les métaux comme conducteurs et comme blindages. Comme nous venons de donner les éléments nécessaires au choix des conducteurs, il nous suffit maintenant de donner une courte étude des blindages. L'ancienne construction ouverte devint impossible dès l'instant où l'amplification fortement poussée des lampes multigrilles rendit les appareils plus sensibles aux perturbations. Le blindage des bobines et des différents étages haute fréquence devenu nécessaire consista, au début en feuilles ou plaques de cuivre ; ensuite, des plaques d'aluminium d'épaisseurs croissantes (jusqu'à 2 à 3 mm) prirent la place du cuivre trop coûteux. Le châssis métallique, lui-même naquit de l'idée d'un blindage total.

Les châssis existant dans le commerce sont en aluminium (1-2 mm) en zinc (1-1,35 mm) ou en fer (0,8-1,2 mm) avec une hauteur de 70 mm, une largeur de 200, 220 ou 300 mm et une longueur de 200, 250, 300, 400 ou 500 mm.

A cause de sa dureté, le fer est difficile à travailler. Certains fabricants ont, par suite, eu l'idée d'imprimer, dans le châssis en fer, des empreintes circulaires. Il suffit alors de pousser dehors, avec un manche d'outil, le disque ainsi limité, pour obtenir une ouverture toute

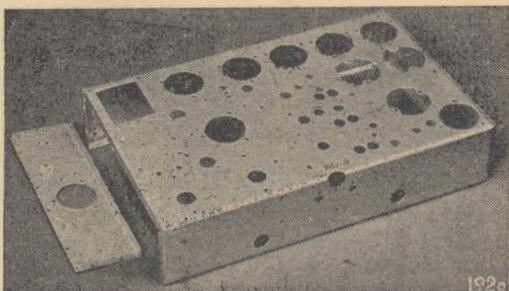


Fig. 192a

faite pour un socket de lampe ou une bobine. Certaines firmes acceptent aussi de livrer les châssis percés suivant le plan qu'on leur remet ; d'autres fournissent le châssis tout préparé pour le placement des pièces détachées qu'elles fournissent en même temps (fig. 192a). Dans certains cas, on peut très bien utiliser des châssis restant de fabrications en série, qui sont offerts à bon marché. Il faudra, évidemment, dans la construction du poste tenir compte de la position des trous percés d'avance, mais ils peuvent souvent convenir. Les ouvertures inutiles seront fermées par des petite plaques de fer blanc. Dans tous les cas, que le châssis soit en métal ou composé de plaques isolantes, on utilisera avantageusement des cornières métalliques (fig. 192b). Elles assureront une bonne perpendicularité et une grande solidité aux assemblages des faces avant et arrière ainsi que des côtés et de la plaque principale. Une stabilité insuffisante du châssis peut provoquer des perturbations si la plaque principale, trop mince, s'affaisse sous le poids des éléments et provoque de faux contacts. Un châssis qui n'est plié que sur deux côtés, peut, pour cette raison être renforcé par des plaques de métal reliant les deux replis. Ce sont les châssis en forme de boîte (à quatre pans rabattus)

qui sont les plus fermes (fig. 192a). Les plaques de blindage des lampes à haute fréquence peuvent être supprimées si les lampes ont leur propre blindage (sous forme d'enduit métallique sur le verre ou pour les lampes métal).

Pour assurer une transmission exempte de perturbation vers la connexion de grille de commande placée au-dessus du globe de cer-

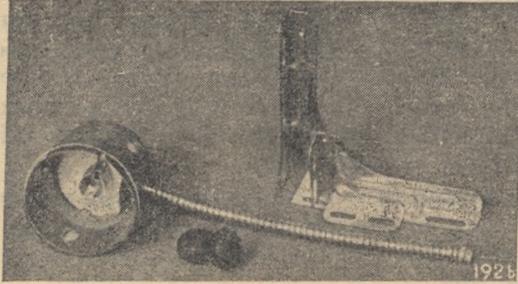


Fig. 192b

taines lampes, on emploie des capsules d'aluminium auxquelles sont fixées des gaines de blindage avec isolement de la connexion par une

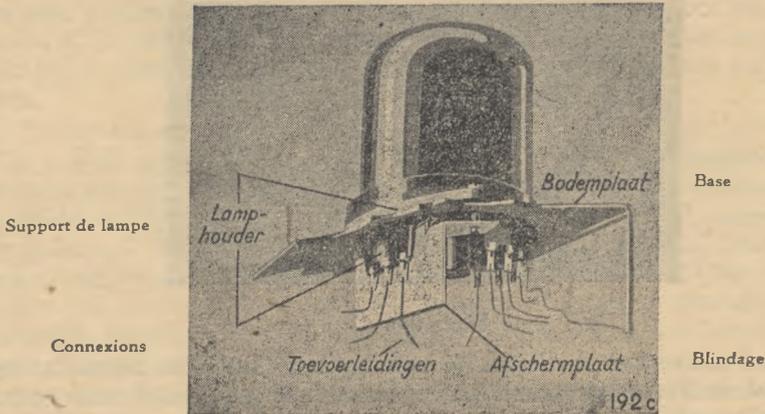


Fig. 192c

plaque de Calite (fig. 192b) à gauche. Dans les lampes métal, la connexion supérieure n'existe pas, c'est pourquoi le support est construit de façon à pouvoir y insérer un blindage en forme de plaque (fig. 192c).

LA CONSTRUCTION

Formes de construction

Vu l'étonnante rapidité avec laquelle les récepteurs actuels se sont développés en partant d'une technique d'amateurs, il peut être très instructif de jeter un regard en arrière. Nous distinguerons principalement deux genres d'influences ; à savoir : les perfectionnements et la mode. Les efforts faits pour obtenir, des montages électriques, une forte

amplification avec une sélectivité toujours croissante, une reproduction aussi fidèle que possible et une grande puissance de sortie compatible avec une sécurité de fonctionnement, ont bientôt éliminé des schémas et des éléments de la construction les fantaisies de la mode. Il en est tout autrement des meubles qui contiennent les appareils et qui sont encore considérés aujourd'hui comme de simples objets d'ameublement (ils portent d'ailleurs encore le nom de meubles). Les conditions qui leur sont imposées sont encore souvent en contradiction avec les prescriptions de la technique du son. La tendance à rendre les boutons de manœuvre petits et même invisibles complique le fin réglage et constitue une gêne par le déplacement du mécanisme de transmission de mouvement à l'intérieur de l'appareil ; le désir de réaliser un réglage plus facile complique le schéma par l'adjonction d'installations auxiliaires. Tandis que l'industrie est forcée de se plier aux exigences de la clientèle ; dans la construction de notre appareil personnel, nous pouvons ne considérer que le point de vue purement technique. Nous pouvons y ajouter des perfectionnements mais aussi les enlever quand nous le voudrions ; une fois pour toutes, nous sacrifions les formes dues à la mode au but poursuivi. Il n'est donc pas nécessaire de suivre à la lettre les formes de l'industrie. Le lecteur constructeur trouvera dans notre

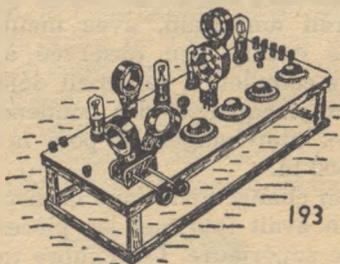


Fig. 193

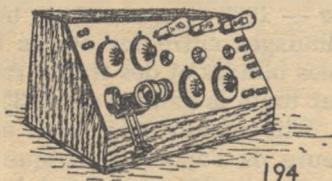


Fig. 194

exposé, un nombre suffisant de formes pour convenir à son propre projet. C'est dans ce but que nous avons réuni les exemples suivants qui datent de temps déjà révolu.

A l'origine, on fixait toutes les pièces détachées sur une plaque d'ébonite horizontale, placée sur un cadre en bois pour éviter de toucher la table avec les parties pendantes et les connexions en fil nu. (fig. 193). Ce genre de montage était très incommode ; l'emploi d'un appareil de ce genre produisait souvent des variations indésirables de la réaction lorsque la main venait au voisinage de bobines non blindées ou de condensateurs. La forme en pupitre (fig. 194) rendit la manœuvre plus facile. Son meuble de bois fermé protégeait les éléments contre la poussière et les courts-circuits accidentels.

Le fait que toutes les pièces se trouvaient sur la plaque de manœuvre exigeait d'assez longues connexions. D'ailleurs, les éléments n'ayant pas tous besoin d'être manipulés, il en est qui pouvaient, sans inconvénient, être éloignés du panneau. Les amateurs américains qui, à cette époque avaient une avance de plusieurs années sur les Européens furent les premiers à subdiviser le câblage. Seuls les éléments réglables et les connexions nécessaires furent placés sur le panneau, le reste du montage fut placé sur une planche horizontale de fond.

Dans la fig. 195, nous avons schématisé un appareil construit en 1925 suivant ce principe.

La difficulté de s'accorder sur des émetteurs faibles avec de simples boutons, fut supprimée par l'emploi de cadrans à commande indirecte. On abandonna bientôt la possibilité de modifier le schéma et l'on transporta les bornes de connexion à l'arrière de l'appareil où elles furent montées sur une bande isolante. Il fut ainsi possible de donner au meuble et au panneau, un aspect plus sobre (fig. 196). On essaya d'améliorer l'aspect par l'emploi de cadrans plus élégants et l'on fabriqua les cadrans à tambour qui utilisaient une fenêtre plus petite. C'est ainsi qu'un récepteur à 9 lampes avec 5 circuits accordés

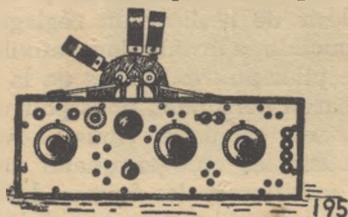


Fig. 195

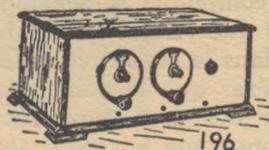


Fig. 196

(4 étages à haute fréquence et un détecteur) acquit un aspect plus ou moins plaisant (fig. 197). Cet appareil américain, avec meuble en aluminium répondait à une exigence encore peu observée à cette époque — 1927 — à savoir, le blindage complet. Il contenait déjà aussi des blindages entre les étages à haute fréquence, des condensateurs variables blindés et des transformateurs interchangeables pour la réception sur toute la gamme entre 35 et 3600 m.

A cette époque, se produit aussi un changement dans la disposition intérieure de l'appareil. Jusque là, on avait fabriqué les pièces détachées avec des bornes à vis à la partie supérieure. Le nombre toujours croissant des émetteurs exigeant une meilleure sélectivité conduisit à l'augmentation du nombre de circuits accordés ce qui accrût la tendance à l'accrochage. Le placement des connexions de grille et d'anode au-

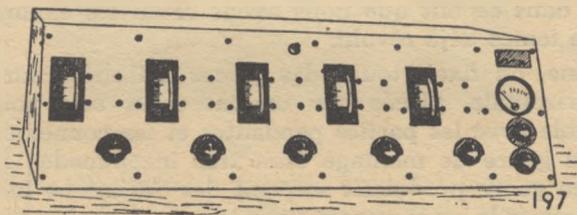


Fig. 197

dessus de la plaque de base produisait des accrochages imprévus par suite de couplages involontaires ce qui rendait l'appareil instable. Pour éviter cela, les lampes furent placées, d'abord, sur une sorte de banquette surélevée qui permettait les connexions en-dessous ; ce n'était cependant encore qu'un pis-aller. Pour séparer efficacement les connexions critiques, on a, depuis 1928, adopté le mode de montage encore actuellement utilisé qui consiste à placer la plaque de base assez haut pour effectuer les connexions, en partie au-dessus et en partie en-dessous de cette plaque. La distance plus grande et surtout la présence d'une plaque servant de blindage entre les connexions critiques permit

d'éviter tout couplage intempestif. Petit à petit les petits éléments furent placés sous la plaque ce qui diminua la longueur des connexions et par conséquent la place requise. Une nouvelle économie de place fut réalisée lorsque, pour simplifier la manœuvre, on introduisit le réglage à monobouton (fig. 198). Le blindage des groupes de bobines permit d'abandonner le blindage général et d'employer un coffret en bois qui, par l'emploi de bois précieux conduisit à plus d'élégance. L'ornementation du cadre de la fenêtre de cadran fut bientôt abandonnée pour faire place à un dispositif plus simple et plus rationnel (fig. 199). On



Fig. 198

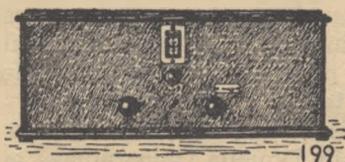


Fig. 199

ne vit plus, à l'avant, que trois boutons (commutateur d'ondes, accord et réaction) avec parfois un bouton de démultiplication pour le fin réglage de l'accord. A l'arrière on trouve les connexions pour l'antenne, la terre, le haut-parleur et les sources de courant.

Les règles de l'adaptation du haut-parleur à l'étage final étaient encore, à cette époque complètement inconnues des auditeurs et même de beaucoup d'amateurs. Les fabricants de haut-parleurs s'efforcèrent bien d'y parer le mieux possible en munissant la bobine mobile d'une ou deux prises supplémentaires, ce qui, vu le nombre toujours croissant de nouveaux types de lampes, était notoirement insuffisant. L'ac-

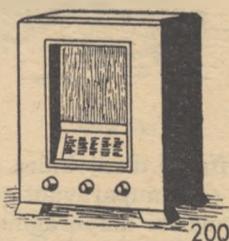


Fig. 200

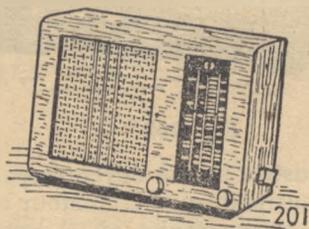


Fig. 201

croissement constant de l'énergie de sortie rendit nécessaire l'emploi d'un couplage à la sortie et le transformateur de sortie fit son apparition. Le haut-parleur dynamique prit aussi de plus en plus d'extension. Bientôt le châssis, le haut-parleur et l'alimentation ou les batteries furent montés dans un seul coffret (fig. 200). On ne vit plus de garnitures inutiles, rien que des lignes sobres et une forme rationnelle. Par suite du nombre toujours croissant des émetteurs, les anciens cadrans gradués en degrés disparaissent, l'auditeur donna la préférence aux cadrans linéaires sur lesquels il pouvait lire les noms des émetteurs cherchés. La forme surélevée ne convenait pas au style des ameublements et des habitations. La mode du style moderne introduisit donc la forme surbaissée (fig. 201) où le haut parleur n'est plus au-dessus du cadran mais à côté. Pour gagner de la place, le cadran prit la forme d'un rectangle étroit qui, à cause de sa ressemblance avec l'échelle des

températures s'appela échelle thermométrique. Le coffret en bois à coins arrondis avec contreplaqué de bois poli et des baguettes dorées pour le cadre du haut-parleur marque une tendance à un style personnel. Le lecteur peut aussi utiliser un coffret semblable depuis que des cadrans du type représenté fig. 176a peuvent être obtenus dans le commerce. La fig. 202 représente un coffret avec cadran horizontal à éclairage indirect. Cet objet est devenu aussi simple que possible, l'amateur le moins exercé peut construire ce coffre; il consiste en deux planches pour le dessus et le dessous et une bande de triplex fixée entre les deux. La face arrière est fermée par une plaque de métal perforé ou de pertinax ou au moyen d'une étoffe mince. Les barres de garniture pour le cadre du haut-parleur sont placées ici horizontalement pour ne pas détruire l'effet du cadran horizontal. Dans ces derniers temps, l'industrie tend de nouveau à introduire le châssis en matière isolante probablement pour économiser le métal. La plaque isolante sur laquelle l'appareillage est monté, se trouve placée perpendiculairement derrière la plaque avant du coffre pour permettre de placer les blindages des bobines et des lampes par l'arrière. L'aspect extérieur de ce genre d'appareil correspond encore à celui de la fig. 202.

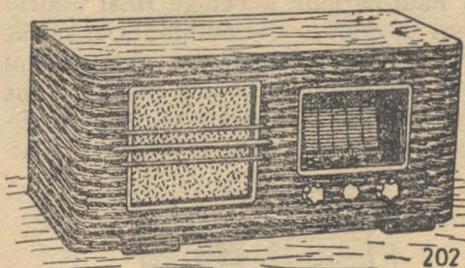


Fig. 202

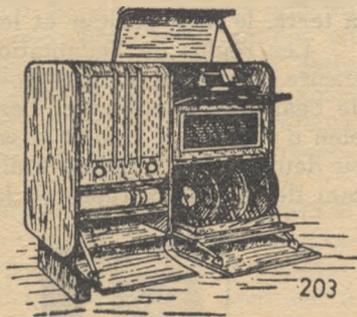


Fig. 203

L'industrie s'est à différentes reprises efforcé d'adjoindre au récepteur un tourne-disque. L'amateur employait déjà auparavant son ancien coffre de phonographe où il remplaçait l'ancien diaphragme par un pick-up avec amplificateur et haut-parleur. La transformation d'un coffre de phonographe en appareil de radio avec haut-parleur et tourne-disque ne donna cependant pas satisfaction, le haut-parleur étant placé trop bas. On ne peut obtenir une impression naturelle de reproduction que si la source sonore est située au moins à la hauteur de l'oreille et même plutôt un peu plus haut. Dans la fig. 203, nous en donnons un exemple. Le haut-parleur et le récepteur sont à gauche, le tourne-disque et le cadran, à droite. Une construction de ce genre n'a pu être possible qu'en employant une transmission par câble entre le cadran et les condensateurs variables. En effet, ce dispositif permet de placer ces deux éléments dans n'importe quelle position. La partie inférieure du coffre reste disponible pour y ranger les disques. Au lieu de portes s'ouvrant vers le bas, on peut, naturellement utiliser les portes ordinaires s'ouvrant vers le côté. Le coffre doit être construit en plaques de multiplex épais (pas moins de 10 mm). La caisse du haut-parleur doit être exécutée solidement pour éviter qu'elle ne vibre. La face

arrière sera fermée de préférence au moyen d'un tissu quelconque. Le récepteur ou l'amplificateur doit pouvoir être retiré facilement du coffre et y est monté sur caoutchouc. La connexion avec le pick-up doit être blindée. Les disques de phonographe se courbent facilement lorsqu'on les place verticalement. Les disques de valeur seront, de préférence conservés horizontalement ou mieux dans un album.

Pour les appareils d'essai, on construit le coffret de façon à pouvoir facilement remplacer certains éléments par d'autres. Le châssis métallique habituel ou le coffret métallique est trop coûteux et trop difficile à exécuter. Dans ce cas, on se trouvera bien d'un coffret en triplex comme celui que représente la fig. 204 (en haut). La caisse en plaques de triplex collées est ensuite découpée en diagonale avec une scie à denture très fine. Sur l'arête S on fixe une charnière à piano. La caisse est garnie intérieurement de plaques d'aluminium y compris les cloisons intermédiaires. Le joint des côtés de ce blindage dans les cloisons intermédiaires sera exécuté suivant le dessin du milieu de la fig. 204 pour assurer un recouvrement. Les organes de manœuvre sortent de la face avant. Chaque compartiment contient une plaque isolante séparée montée sur des lattes. Ce mode de construction semble un retour en

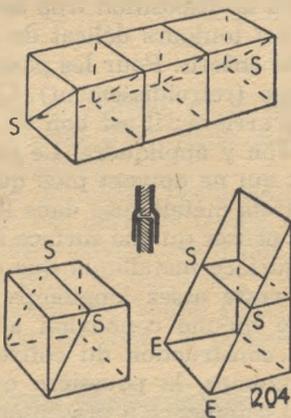


Fig. 204

arrière, mais il présente l'avantage de rendre le montage plus facile à surveiller et de permettre un gain de temps appréciable sans diminuer le rendement. Cela constitue aussi un moyen d'utiliser les restes de triplex, de plaques de blindage et de trolitax. Un coffret plus petit du même genre est schématisé fig. 204 en-dessous (fermé et ouvert). La charnière se trouve sur la ligne S-S. Ce coffret est destiné à un ondemètre qui peut y être inséré avec les boutons d'accord et les autres parties habituellement sorties, si le panneau est placé dans le plan E-S-S-E.

Le coffret et le châssis dépendant l'un de l'autre dans une certaine mesure. La répartition symétrique des boutons, qu'exige un aspect convenable du coffret, entraîne une disposition correspondante des éléments actionnés par ces boutons. Les dimensions et la forme du cadran ont une influence prépondérante. Si l'on fabrique soi-même son coffret, il faudra tenir compte de ces points pendant l'étude préliminaire. Ce n'est pas le cas de l'amateur peu familiarisé avec le travail du bois. Celui-ci préférera se procurer un coffret dans le commerce. Presque

toujours, il en résultera qu'il sera impossible de trouver un châssis et un cadran qui lui convienne. Evidemment, les coffrets fabriqués par l'industrie, avec toutes les ressources artistiques de la technique moderne du travail du bois, sont très attrayants, et c'est pourquoi on leur donne souvent la préférence, bien que cela fasse disparaître peu à peu le principe même de l'amateurisme, la création personnelle. Avant d'acheter un coffret tout fait, l'amateur devra soigneusement s'assurer s'il pourra se procurer un châssis et un cadran qui puissent y être adaptés et si le montage prévu pourra être inséré dans ce coffret. Dans presque tous les cas, le coffret sera un peu trop petit. Il ne faut pas oublier qu'un coffret sur le comptoir du magasin, entouré de petites pièces détachées, paraît beaucoup plus grand qu'il n'apparaît ensuite dans un grand appartement. Lorsqu'un coffret construit pour un poste de série dont la construction est forcément très ramassée, ne convient pas exactement pour un châssis d'amateur plus volumineux, le bricoleur qui l'utilise s'étonnera qu'après tout le mal qu'il s'est donné pour établir un câblage parfait, il n'obtient qu'un rendement tout à fait normal et non le haut rendement qu'il était en droit d'escompter. Il attribuera alors sa déconvenue à un défaut dans son raccordement alors que la faute n'est due qu'à la disposition trop serrée des éléments dans un coffret trop étroit. Il est toujours délicat de choisir un petit coffret et par conséquent un petit châssis. Pour les postes réseau, il faut avant tout assurer un bon aérage (refroidissement). Généralement, le coffret est vendu sans fermeture arrière ; il est bon de penser, dès l'achat, au genre de fermeture que l'on y appliquera. Le marchand a souvent des plaques arrière perforées qui ne doivent plus qu'être coupées à dimensions. Pour les petits coffrets métalliques dans lesquels on veut monter un poste réseau, il faudra penser qu'une surface noire rayonne beaucoup plus de chaleur qu'une surface métallique nue ou polie.

Parfois un appareil reste assez longtemps ouvert sous forme de châssis monté, soit parce qu'une connexion auxiliaire est encore en projet, soit parce que la construction du coffret dure plus longtemps qu'il n'était prévu. Entretemps, la poussière entre dans l'appareil. Il prend un aspect sale et il commence à présenter des défauts dus à une accumulation de poussière. Il est alors à conseiller de lui fabriquer un coffret provisoire en carton. Les morceaux de carton sont facilement et rapidement découpés à dimensions et assemblés avec des bandes de papier collant. Recouvert de papier coloré, p. ex. du papier de chocolat ou de tapisserie, il fera bonne impression et protégera le poste contre la poussière pendant longtemps.

Pour un poste portatif, il faut adopter une toute autre méthode de montage. Il en résulte que l'aspect extérieur est aussi tout différent. Les considérations esthétiques sont ici complètement abandonnées. On tendra uniquement vers une forme pratique.

Les principales qualités d'un appareil portatif sont : faible poids et solidité, une grande résistance aux chocs accidentels et en outre, une protection efficace contre l'intrusion de la poussière et les influences des intempéries. Le montage ouvert des premiers temps, dans une petite valise présentait le grand inconvénient que tout le contenu se trouvait à l'air libre par l'ouverture du couvercle. Il vaut encore mieux d'utiliser une charpente garnie de carton et de tissus imperméable sur laquelle le récepteur est monté et que l'on insère dans la valise, ce qui le protège des coups, de l'humidité de la poussière et de la chaleur.

Le meilleur système est un coffret léger en triplex auquel on fixe des courroies qui permettent de le porter à l'épaule et d'avoir les mains libres.

La forme du coffret est importante. Un coffret sera d'autant moins pratique qu'il se rapprochera davantage de la forme d'un cube. Nous donnerons donc la préférence à des coffrets plats. Le couvercle peut être fermé par des serrures de valise, pour les parois qui s'ouvrent rarement, on se contentera de vis. On fermera hermétiquement les ouvertures qui existent toujours dans un coffret, au moyen de petits tubes ou de bandes de caoutchouc. Au lieu d'un beau polissage, on

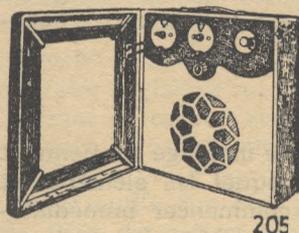


Fig. 205

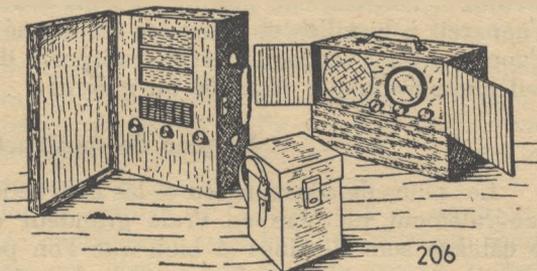


Fig. 206

emploiera plutôt du vernis de bateau, de la toile à voile ou du tissu imperméable (p. ex. provenant d'un vieux manteau) pour assurer la protection contre les intempéries.

La fig. 205 représente un ancien poste-valise avec cadre de réception et haut-parleur. Dans ces derniers temps, on a plutôt employé les formes représentées fig. 206 à gauche et à droite. Une place est réservée en-dessous du récepteur pour les batteries. Le centre de gravité est ainsi placé très bas et assure une bonne stabilité. Cependant, pour le transport du modèle de gauche (dont la poignée est sur la face allon-

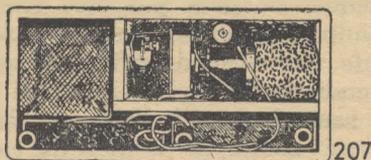


Fig. 207

gée) cela présente un certain inconvénient. Pour ce type d'appareil, il serait préférable de placer la poignée sur le petit côté supérieur. L'énergie exigée du haut-parleur de cet appareil est relativement grande et par conséquent, il lui faut une source de courant assez puissante qui ne peut pas être légère. Ce genre d'appareil ne peut donc pas être transporté sur de longs parcours. Ils conviennent mieux comme appareils pour bateaux ou voitures. Un appareil facilement transportable ne peut pas contenir plus de deux lampes. Dans le voisinage immédiat d'un émetteur puissant et lorsqu'on se contente de la réception au casque, une seule lampe suffit. La fig. 207 représente un petit appareil de ce genre. Le coffret mesure, extérieurement $240 \times 115 \times 100$ mm. Il est exécuté en bois de 8 mm d'épaisseur avec renforts des coins en zinc. Pour assurer un fonctionnement sûr, il est prévu un comparti-

ment séparé pour les batteries. La plaque qui contient les axes de manœuvre est placée 17 mm plus bas que le couvercle de sorte que les boutons ne sortent pas du coffret. L'espace réservé à l'appareillage n'est que de 145 × 62 × 73 mm. L'appareil contient une batterie de chauffage et deux batteries dites de polarisation de chacune 7,5 V qui forment ensemble une batterie d'anode de 15 V, une lampe avec support et enveloppe en caoutchouc-mousse, deux condensateurs variables et les autres éléments nécessaires pour un étage de détection à réaction. Si l'on emploie des bobines à noyau de fer pour haute fréquence, il reste de la place disponible à gauche pour une deuxième lampe surtout si l'on emploie une lampe sans broche. Le schéma de ce genre d'appareil à bigrilles et à triodes est donné dans la fig. 83b. Ce genre d'appareil peut facilement être transporté dans un sac en cuir d'appareil photographique (fig. 206 au milieu).

Le plan de construction

Les plans de construction et les instructions de montage contiennent généralement un plan en vraie grandeur sur lequel les éléments et le câblage sont dessinés si bien que l'on peut commencer immédiatement le montage lorsqu'on possède les pièces détachées figurant sur la liste y jointe. Si l'on veut utiliser des pièces disponibles d'anciens appareils (provenant d'autres firmes) il faudra voir si la forme, les dimensions et la position des connexions de ces pièces conviendront exactement, ou s'il n'y a pas lieu de placer l'une ou l'autre pièce d'une autre façon ou à une autre place. Généralement, cela équivaut à devoir tracer un nouveau plan. Même si l'on n'y apporte pas de changement, il sera bon de s'assurer si celui-ci a été exécuté exactement en ce qui concerne les dimensions. Souvent, lors de l'impression, il se produit des variations dans les dimensions du papier qui peuvent modifier les distances.

Parfois, on ne dispose que du schéma simplifié, appelé schéma de principe. Le raccordement ne peut pas être exécuté en plaçant les différents éléments n'importe comment sur une plaque, ce n'est qu'en tenant compte de toute une série de principes que l'on obtiendra le résultat désiré. Les conditions d'un bon montage s'appliquent surtout à un fonctionnement sans danger, à l'absence de perturbation, et à la facilité de manœuvre ; ensuite, la position du cadran et des boutons a encore une grande influence sur la disposition du châssis. Evidemment, un panneau sur lequel les boutons sont placés à des distances bien symétriques, présente bien. Dans aucun cas, cependant, cela ne doit provoquer la nécessité d'allonger des connexions critiques ce qui aurait pour conséquence de faire travailler moins bien l'appareillage. Le principal est l'appareillage lui-même et cela ne doit jamais être perdu de vue lorsqu'on fait le plan du panneau. En tâtonnant, on trouvera toujours une solution. Au besoin, on pourra manœuvrer l'une ou l'autre pièce à distance. L'axe de rallonge habituellement utilisé pour actionner un élément placé assez loin en arrière du panneau exige un montage dans l'axe. Si l'élément est sur le côté, nous devons employer deux roues dentées, une sur l'axe de l'élément, et l'autre sur l'axe du bouton. Parfois, les deux roues seront reliées par une chaîne de transmission. On peut faire tourner deux axes perpendiculaires l'un à l'autre au moyen de deux roues dentées coniques. Si un élément à axe vertical

se trouve dans le voisinage du panneau, il suffit d'employer un simple levier. Un appareil avec très peu de boutons sur le panneau fait la meilleure impression. Nous prendrons donc, comme règle générale de ne mettre sur le panneau que les boutons absolument indispensables (accord, volume-control, réaction). Le commutateur d'ondes était, jusqu'à présent monté à l'avant ou sur le côté gauche de l'appareil ; dans ces derniers temps, celui-ci a aussi souvent été placé du côté droit. Les organes à manœuvrer moins souvent (circuits-bouchons, régulateurs de tonalité), sont montés à l'arrière. Les éléments qui ne doivent être réglés qu'une fois pour toutes (résistance de cathodes et d'anode, trimmers, vis de réglage) restent dans l'intérieur de l'appareil mais doivent être placées de façon à être accessibles de l'extérieur.

Si l'on dispose déjà d'un coffret terminé avec les ouvertures pour le cadran et les axes de commande, il ne reste plus d'autre moyen que de faire le châssis sur les mesures du coffret et d'y marquer les positions exactes du cadran et des éléments de commande. On établit un calibre suivant le coffret en un morceau de papier fort contre le panneau à l'intérieur et en marquant les ouvertures de l'extérieur avec un crayon. Cette feuille doit être placée exactement avec le bord inférieur contre le fond du coffret pour pouvoir être placée ensuite contre le bord inférieur du châssis.

Lorsque le coffret n'est exécuté que d'après les dimensions du châssis, on sera bien plus libre dans le choix de celles-ci et l'on pourra satisfaire à toutes les conditions techniques.

On partira du schéma de principe dans lequel les valeurs des principaux éléments sont indiquées. Après avoir contrôlé les différents chemins parcourus par les courants, nous préparerons les pièces détachées sur la table. Ensuite, nous prendrons une feuille de papier d'emballage sur laquelle nous disposerons les éléments aux distances optima l'un de l'autre. Nous prendrons d'abord les éléments qui sont montés sur la face supérieure du châssis. Ils ne doivent pas être trop près l'un de l'autre sinon l'espace restant serait trop petit. Une distance trop grande fait perdre de la place. Les pièces qui sont soumises à l'usure ou qui peuvent se détériorer (régulateur de volume, condensateurs au papier ou électrolytiques, fusibles) doivent aussi être accessibles après l'exécution du câblage complet. Rien n'est plus agaçant que de devoir démonter la moitié de l'appareillage pour atteindre l'élément abîmé. Il est aussi à recommander de faire les trous destinés à d'anciens culots de lampes assez grands pour prévoir le remplacement éventuel du culot par un autre destiné à des lampes à contacts latéraux ou à des lampes métal sans devoir repercer le châssis. Ces nouveaux culots sont un peu plus larges et ce serait une grande difficulté de devoir, dans la suite, recouper une partie de la plaque d'un châssis tout monté par suite des dommages que pourraient causer les particules de métal projetées par la scie ou la lime. Si c'est nécessaire, on recouvrira les trous provisoirement trop grands par un anneau plat.

Pendant le montage, on travaillera méthodiquement d'après le schéma. La fig. 208 expliquera cela par un exemple. Dans la fig. 208a, on trouve le schéma de principe d'un appareillage simple à amplification directe. Il contient trois lampes, deux transformateurs à haute fréquence L1 et L2 avec commutateur d'ondes, deux condensateurs d'accord C1 et C2 avec cadran, un condensateur de réaction et un

couplage RC. Les autres éléments sont laissés de côté pour la simplicité. Dans la fig. 208b, nous trouvons la disposition des éléments pour les anciens appareils avec source de courant séparée. Dans l'ordre du schéma, on commence à gauche, en arrière, par le transformateur d'antenne L1 ; devant, se trouve le condensateur correspondant C1. Au milieu se trouve le cadran à tambour Sk, derrière lequel se trouve la lampe amplificatrice à haute fréquence V1. Ensuite vient le second circuit. A droite se trouve la détectrice V2, devant laquelle on place le couplage RC (sous la plaque) et la lampe finale V3. Le commutateur d'ondes se trouve à gauche et aussi près que possible en-dessous du groupe de bobines. A l'avant, à gauche, près du cadran, se trouve une tige de réglage du stator d'un des condensateurs pour l'accord démultiplié des condensateurs, à droite se trouve l'axe du condensateur de réaction. Le condensateur de réaction lui-même doit être monté derrière la lampe V2, contre la partie postérieure du châssis. La fig. 208c est le châssis du même appareillage mais pour alimentation sur réseau. Le bloc d'alimentation est prévu pour être inséré dans le châssis. Pour maintenir le cadran à peu près au milieu du panneau, les deux con-

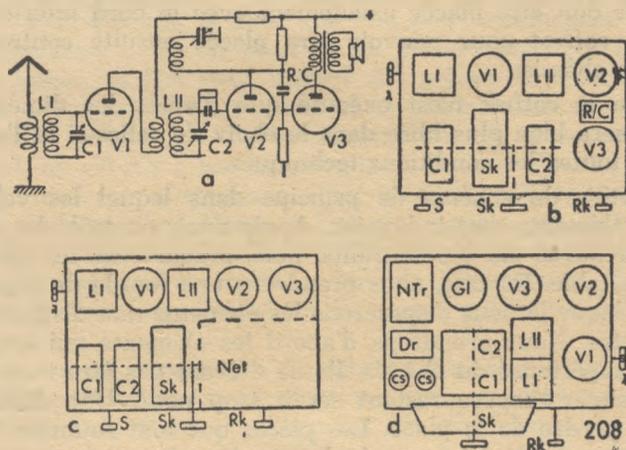


Fig. 208

densateurs sont montés à gauche de ce cadran. A droite se trouve le bloc d'alimentation, derrière lequel se trouvent la détectrice et la lampe finale. De cette façon, la partie haute fréquence si sensible aux perturbations est placée aussi loin que possible de l'alimentation.

L'emploi de cadrans avec une autre direction de l'axe exige aussi une autre disposition du châssis. Les premiers appareils à circuits multiples étaient construits sur des châssis dont la largeur était plus grande que la longueur ; le long du côté gauche se trouvaient les bobines et les lampes ; au milieu se trouvait la longue rangée des condensateurs d'accord, à droite se trouvaient la partie basse fréquence et l'alimentation. Les nouveaux appareils avec de très petits condensateurs multiples, furent construits suivant la fig. 208d. Le commutateur d'ondes et la partie haute fréquence sont à droite, l'alimentation à gauche. Cette forme de construction convient particulièrement pour des coffrets dans lesquels le haut-parleur est monté à gauche près du châssis. Malheureusement l'entrée d'antenne est assez longue, ce qui exige un blindage de celle-ci.

Dans l'étude de la disposition des pièces, il faudra constamment veiller à ce que le cadran et les boutons de manœuvre ne dérangent pas la symétrie du panneau, à ce que la succession des organes soit logique et à ce que les connexions restent courtes. Lorsqu'on aura ainsi déterminé approximativement le contour du châssis, on dessinera ses dimensions sur un morceau de papier calque. C'est ce papier qui constituera le plan de montage. On dessinera au crayon et l'on commencera par le dessin des trous pour le cadran et les boutons de manœuvre que l'on reportera sur le calibre du coffret. On montera alors les éléments comme spécifié sur le papier dans les positions que nous leur avons choisies et l'on dessinera leur contour et leurs connexions. On tournera alors chaque élément de façon que les connexions soient les plus courtes possibles. Les points de raccordement seront marqués par des chiffres ou des lettres pour pouvoir faire plus tard les connexions exactes. Lorsque tous les organes sont dessinés à la place qui leur convient, il faut déterminer les connexions d'après le schéma de principe. Généralement, il faudra encore modifier quelque peu certains points, parce que, p. ex. des connexions ne peuvent pas être exécutées ou seraient trop longues. Le dessin sera, en ces endroits, effacé et corrigé. Jusque là, on peut encore sans grande peine y apporter toutes sortes de changements. La perte de temps ne serait même pas très grande s'il fallait recommencer tout. Le démontage d'un récepteur complètement terminé et qui fonctionne mal, est une bien plus grande perte de travail, de temps et de matériel.

C'est la nécessité éventuelle d'un blindage qui décidera si le châssis doit être en métal ou en matière isolante. Un appareil à un seul circuit ou un amplificateur à basse fréquence peut, en général, être exécuté sans blindage ; une plaque isolante aura alors le grand avantage d'être plus facile à travailler. Dans les récepteurs modernes, un blindage soigné est le seul moyen d'obtenir le meilleur rendement. Dans ce cas, le montage sur un châssis métallique ne suffit même pas, contrairement à ce que l'on suppose parfois ; il est bien important de blinder les organes critiques et leurs connexions. Si ces conditions sont remplies, on peut même encore faire usage d'une plaque de support isolante. Comme les organes sensibles sont toujours fournis dans le commerce avec blindage, il ne nous reste pratiquement qu'à assurer le blindage des connexions, c'est-à-dire à les effectuer avec du fil convenablement blindé.

La question de savoir si le châssis sera en aluminium, en fer ou en zinc n'est qu'une question de prix d'achat. Le fer est bon marché, mais dur, l'aluminium est tendre mais cher. Pour chaque cas, nous prendrons un châssis de 50 mm au moins, ou mieux, de 70 mm de haut. On peut ainsi placer les éléments plus près l'un de l'autre sans que le câblage soit impossible à suivre. Dans le grand espace réservé en-dessous de la plaque de montage, on pourra placer tous les petits éléments et même plusieurs grands (bobine de filtrage, commutateur d'ondes, condensateurs de découplage). Pour pouvoir exécuter convenablement le blindage, il faut en connaître les raisons et la nécessité. En principe, on distinguera les influences électromagnétiques (inductives) et les influences électrostatiques (capacitives).

De forts champs magnétiques perturbateurs sont produits par les moteurs de phono, les haut-parleurs dynamiques, les transformateurs

d'alimentation et les bobines de filtrage. Lorsque ces appareils agissent sur un transformateur à basse fréquence, sur une bobine de couplage, ou sur la bobine de choc d'une détectrice à grille-écran, il en résulte un bruit de réseau. On obtient un bon découplage en employant un châssis métallique et en plaçant la partie perturbatrice (p. ex. le transformateur d'alimentation) au-dessus et la partie influencée (p. ex. la bobine de choc de détectrice) en-dessous de la plaque de montage. Le bloc d'alimentation doit toujours être fortement éloigné de la partie haute fréquence. Pour les résistances fer hydrogène et fer-urdox qui sont montées dans le voisinage d'un fort champ magnétique, on emploie toujours un blindage en fer. Sans cela, les filaments commencent à vibrer et se brisent prématurément par suite de la fatigue du fer.

Certains transformateurs à basse fréquence présentent des phénomènes de couplage mutuel même à des distances de 80 cm. On peut l'éviter en montant ces transformateurs de façon que leurs axes d'enroulement soient perpendiculaires l'un à l'autre en mettant à la terre les noyaux de fer et en blindant les transformateurs ou même tout l'étage amplificateur. Les bobines d'accord sont sujettes, aussi bien à des couplages mutuels qu'à des couplages avec les bobines de choc à haute fréquence. Les bobines non blindées qui ne doivent pas être couplées, devront être montées avec leurs axes perpendiculaires et à grande distance l'une de l'autre. Les bobines modernes du commerce sont livrées avec boîtes de blindage, ce qui évite aussi l'absorption d'énergie du poste local (effet d'antenne). Les bobines de construction personnelle doivent aussi être blindées. Pour les bobines cylindriques sans noyau, le blindage doit être éloigné d'au moins 20 mm de la surface des enroulements et 50 mm des faces du cylindre. Pour les petites bobines, on peut se contenter de la moitié de ces distances. Pour les bobines avec noyau de fer à haute fréquence ouvert, la distance du blindage doit être de 10 à 15 mm. Les bobines à noyau en forme de pot sont déjà blindées par l'enveloppe du noyau. Comme la self-induction d'une bobine diminue par la présence de métal dans le voisinage de son champ magnétique à haute fréquence, le cadre de réception d'un appareil portatif qui est, en somme, une bobine, doit être placé dans le couvercle. Pendant la réception, le cadre sera placé vers le haut pour échapper à l'action du métal de l'appareillage. Un condensateur variable monté trop près de la bobine produit aussi un amortissement.

L'épaisseur du blindage à employer dans chaque cas dépend de l'intensité du rayonnement perturbateur; on emploie le cuivre, l'aluminium, le laiton ou le fer sous la forme de plaques, feuilles ou tubes. Pour le blindage du bloc d'alimentation, on peut employer des plaques de tôle de pœlier de 1 mm d'épaisseur. Si le bloc d'alimentation est monté sur un châssis près d'un amplificateur à transformateurs, la tôle de fer ne suffira pas — elle devrait avoir plusieurs centimètres! — Il faut de meilleurs conducteurs pour transformer le champ magnétique perturbateur en courants de Foucault et ainsi éliminer son action.

Le blindage est alors réalisé avec une tôle d'aluminium de 2 mm d'épaisseur. Si l'on emploie un amplificateur à résistances, on peut, par une disposition rationnelle des organes, supprimer le blindage de l'alimentation. Pour le blindage contre les hautes fréquences, de minces tôles suffisent.

Les champs électrostatiques se produisent par l'existence parfois imprévue de condensateurs formés par le voisinage de deux masses métalliques soumises à des tensions différentes. Il se produit ainsi un couplage capacitif. Le mieux est alors de monter les parties de circuits ou d'étages différents assez loin les unes des autres et de mettre à la terre tous les blindages. Si, par suite du manque de place qui existe toujours dans les châssis modernes, on ne peut pas éviter le voisinage de conducteur et, par conséquent, le danger de couplage capacitif, on emploiera alors des gaines blindées ou (pour les connexions de grilles) du câble blindé à faible capacité.

Toutes les connexions doivent être aussi courtes que possible, surtout les connexions de grille. Les connexions d'anode ou de grille ne doivent pas se croiser à moins de 20 mm ou se trouver plus ou moins parallèles à moins de 50 mm. Un câblage avec angles droits comme on le pratiquait jadis en imitant la technique des courants faibles doit être évitée; toutes les connexions doivent suivre le chemin le plus court. L'emploi d'un châssis de 50 à 70 mm de haut permet la réalisation d'un câblage en plusieurs couches. Les petits condensateurs et les résistances seront directement suspendus dans le câblage. Les plaques de montage habituellement employées dans la construction industrielle qui ont une raison d'être du point de vue constructif, sont à écarter dans la construction personnelle, car elles exigent des connexions plus longues.

C'est surtout dans les connexions à haute fréquence que cette règle de la plus courte distance doit être strictement observée. Dans les appareils à ondes courtes, où les circuits oscillants sont amortis par les fils de connexion, ceux-ci doivent être considérés comme faisant partie du circuit. Il ne faut pas relier directement les extrémités d'une bobine aux bornes du condensateur et de là conduire un fil vers la grille ou le condensateur de grille, mais plutôt relier directement par des fils courts, les extrémités de la bobine et les bornes du condensateur à la grille ou au condensateur de grille. De même, on raccourcira le plus possible les connexions à haute fréquence entre l'anode d'une part et la bobine ou le condensateur d'autre part. Les connexions se trouvent alors dans le circuit oscillant lui-même et si elles n'augmentent que très faiblement la gamme d'accord, elles n'amortissent pas le circuit. Pour les récepteurs à ondes ultra-courtes, on supprimera impitoyablement tout centimètre inutile de connexion de grille. Nous placerons donc la bobine immédiatement aux bornes du condensateur et placerons le circuit ainsi constitué aussi près que possible de la lampe pour n'avoir qu'une connexion très courte. Il faut employer aussi peu de métal que possible mais du gros fil argenté, et très peu d'isolant mais avec des pertes aussi faibles que possible. Le blindage devra se trouver à grande distance sinon il absorbe de l'énergie. Dans ces conditions, le montage pour ultra-courtes présente un aspect tout autre (fig. 209). Le schéma en est donné à la partie supérieure de la figure. Les lampes avec prise de grille au sommet sont, à ce point de vue très pratiques, car elles permettent le montage de petits appareils très simples. Les autres lampes doivent parfois être montées la tête en bas (suspendues) ou sur un support surélevé. Le montage horizontal des lampes multigrilles modernes est déconseillé par les fabricants. En revanche, les lampes métal travaillent bien dans n'importe quelle position.

Les prescriptions de sécurité pour les appareils d'alimentation sont très importantes. D'après ces prescriptions, les bornes du réseau doivent être au moins à 20 mm des autres bornes de connexion. Un espace de moins de 3 mm de long n'est pas considéré comme isolant. L'appareil d'alimentation et l'appareil qui l'utilise doivent être montés ensemble ou fixés dans leurs coffrets de telle sorte que les connexions soient protégées des contacts accidentels. Les barres de connexion employées jadis sont interdites. La température du coffret ne peut pas dépasser les 50° C. Il convient de ne pas placer les condensateurs au papier trop près des lampes ou des résistances de charge, car la paraffine pourrait fondre et le condensateur claquer rapidement. Les condensateurs électrolytiques doivent aussi être protégés de la chaleur pour qu'ils ne sèchent pas et deviennent ainsi inutilisables. Les batteries sont inutiles dans un appareil alimenté sur réseau. Beaucoup d'auditeurs conservent la batterie de chauffage et n'alimentent que le cou-

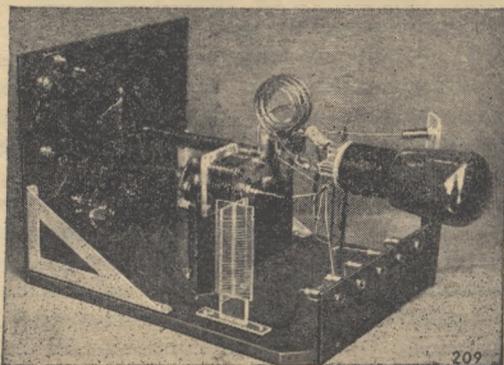
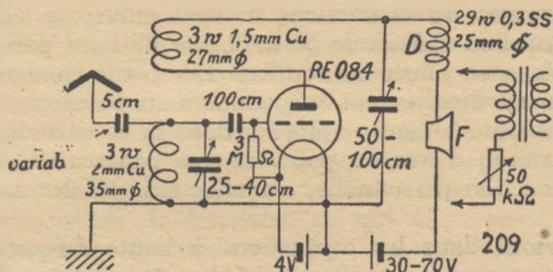


Fig. 209

rant d'anode par le réseau à courant continu. Dans les appareils à courant continu ou tous courants, la batterie doit être isolée dans le coffret de telle sorte que l'isolement ne soit pas diminué par l'humidité. Les liaisons avec le réseau doivent être protégées contre la traction et contre la déchirure due aux bords des trous de la caisse (par des anneaux de caoutchouc). Les appareils doivent être construits de façon que la liaison avec le réseau soit interrompue lorsqu'on les ouvre, ainsi, toutes les parties accessibles sont sans courant.

Ces prescriptions du V.D.E. se rapportent à tous les appareils qui peuvent être utilisés par d'autres personnes, p. ex. les membres de la famille. Seul, le technicien a le droit, pour des recherches ou des expériences, de négliger, à ses risques et périls, les prescriptions tou-

jours plus ou moins gênantes. Cependant, il est rare que l'on construise un appareil pour son usage exclusif ; généralement, il se trouve aussi à la disposition de la famille. Le technicien fera donc bien d'observer les prescriptions du V.D.E., car ainsi, non seulement il met sa famille hors de danger, mais il se protège lui-même. Si un choc électrique n'est pas toujours un danger de mort par lui-même, il peut avoir dans ces circonstances malheureuses de graves conséquences dues à la frayeur.

Entretemps, notre plan de construction sur papier-calque est terminé. Les connexions seront dessinées au crayon de couleur suivant le code de couleurs indiqué plus haut pour les grilles, anodes etc. Comme, souvent, une partie des connexions se trouve au-dessus du châssis, il est pratique de pouvoir suivre sur le papier le circuit complet en-dessous et au-dessus de la plaque de base. Si la plaque est isolante et non blindée, nous trouverons ainsi facilement les endroits où des couplages indésirables peuvent se produire au travers de la plaque. On contrôlera aussi si les vis de fixation des pièces montées sur le dessus de la plaque ne gênent pas le placement des pièces du dessous, si des pièces du panneau ne viennent pas toucher ou s'appuyer sur des pièces du châssis ou bien si, p. ex. les condensateurs variables ont assez de place pour permettre la sortie complète de leur rotor. Lorsque le plan de câblage a ainsi été reconnu bon sous tous les rapports, nous pouvons déterminer les ouvertures à pratiquer dans le châssis. Les trous à forer pour la fixation des bobines, blindages, transformateurs d'alimentation et d'amplificateurs à basse fréquence, ne sont pas toujours exactement placés à angle droit. On placera plutôt ces pièces sur le papier et l'on tracera les trous en y introduisant la pointe d'un crayon et en tournant un peu celle-ci. Comme un crayon ordinaire est généralement trop gros pour permettre ce travail, nous utiliserons une mine séparée entourée de quelques tours de papier collant. On obtient ainsi un crayon miniature que l'on peut introduire dans les plus petits trous.

A côté de chaque trou, on inscrira son diamètre. Pour les pièces qui n'ont pas de gabarit de montage, nous en fabriquerons un. Supposons un condensateur variable avec trois pattes de fixation réparties inégalement. Nous placerons une feuille de papier avec un trou de 6 mm pour l'axe du condensateur, contre la paroi latérale de celui-ci, après avoir enlevé les écrous de fixation ; nous plions ce papier nettement le long des côtés jusqu'à ce que la surface du papier se trouve bien à plat sur la surface de fixation et nous dessinerons les trous des vis de fixation en frottant dessus avec le bout non taillé du crayon.

Lorsque nous aurons terminé notre plan de montage qui est à la fois un plan et un dessin du câblage, nous pouvons commencer l'exécution du châssis. Il est cependant à conseiller de repasser les dessins des trous et ouvertures à l'encre pour ne pas en oublier. Il est très ennuyeux de devoir refaire un trou oublié après coup dans un châssis déjà presque monté ; la projection de particules métalliques est alors presque inévitable.

Le travail du bois

Le bois est un matériel très utilisé. On l'emploie pour les coffrets de récepteurs et de haut-parleurs, les meubles de phonographe, les écrans sonores (baffles) et les coffres à outils. Il existe une espèce de

bois pour chaque usage. Parfois, le prix d'achat importe, nous prendrons alors le bois de sapin ou de pin, qui ne coûte pas cher. On achète les planches coupées à dimensions et on les fait raboter à la machine tout d'un coup. Cela se fait généralement gratuitement et facilite singulièrement notre travail subséquent. Le bois de caisse est moins cher mais il est rarement vraiment utilisable. Les caisses sont généralement faites de bois d'été artificiellement séché ou de bois de surface avec de nombreux nœuds. Le premier est généralement courbé par le séchage, se fend et se casse facilement, tandis que l'autre peut difficilement être raboté et peut être considéré en grande partie comme déchet.

Si l'on ne veut dépenser que peu d'argent, on trouvera quelquefois chez les ébénistes des chutes de planches intéressantes ; on a toujours, dans ce cas, une planche provenant d'un tronc abattu en hiver et séché lentement à l'air, donc du bois solide qui travaille peu.

Le bois sans nœud est préférable mais coûte plus cher. Si les objets que l'on exécute avec ce bois doivent être peints, les nœuds n'ont pas d'importance. Pour la peinture à l'huile, le sapin lisse convient bien tandis que le bois de pin, convient mieux pour un travail où il doit conserver sa couleur naturelle. La couleur naturelle d'autres espèces de bois peuvent encore donner de plus beaux effets par le mordantage et le polissage. Ces espèces de bois — le noyer notamment est très recherché — sont cependant très coûteux, surtout les beaux morceaux flammés ; le travail du bois massif n'est donc pas à considérer. Tout au plus pourrait-on employer des planches d'érable de 5 à 6 mm d'épaisseur. Cette espèce de bois est très solide, elle est facile à polir et présente un beau dessin que l'on conserve l'aspect naturel ou que l'on polisse le bois après ponçage. Le chêne convient aussi très bien, au point de vue prix et qualité. Vu sa grande solidité, il peut déjà être rangé dans les bois durs, il ne se déforme pas. Par suite de sa grande porosité, il ne supporte pas le polissage ; après mordantage, il est ciré ou verni.

Les bois précieux avec leurs beaux dessins sont très recherchés malgré leur prix élevé et leur forte tendance à se déformer. Pour cela il sont découpés en minces couches et collés ou incrustés sur des bois moins chers. Les couches de bois sont collées de façon que leurs veines se croisent artistiquement. Ces bois contreplaqués ne se déforment pas si facilement sous l'influence de l'humidité de l'air. Le triplex (ou multiplex) fabriqué industriellement suivant ce procédé consiste en plusieurs couches d'un bois bon marché recouvertes sur une ou sur les deux faces d'une plaque de bois précieux. Il est ainsi possible, malgré le prix élevé du bois précieux, de fournir des plaques de triplex à bon marché qui ont l'aspect de bois précieux et qui ne présentent pas le danger de déformation. Le bois fraîchement coupé a besoin de plusieurs années pour sécher complètement. Pendant le séchage, le bois se courbe. Il est donc toujours mauvais de fabriquer un meuble avec du bois trop jeune. Pour éviter les déformations par des moyens constructifs (p. ex. l'ajustage au lieu du collage) il faut beaucoup d'expérience, il pourrait arriver qu'une surface que l'on a polie avec beaucoup de peine se fende sur toute sa longueur après quelques temps. Même les ébénistes de métier emploient, pour cela, de plus en plus le triplex. Les différentes couches de ce bois sont visibles sur la tranche, mais on peut y remédier en recouvrant les bords de moulures. Ce n'est d'ailleurs pas

un inconvénient, car un coffret uni n'est pas toujours très beau. Il peut gagner beaucoup par l'emploi sans exagération de moulures parallèles, de tiges ornementales et de cadres (fig. 210). Le triplex mince appelé feuille de bois, est facile à employer. On peut en faire des surfaces courbées. Pour être complet, nous signalons encore une espèce spéciale de triplex appelée bois de blindage. Sur la face interne, on y a collé une mince feuille de zinc ou de cuivre. Un coffret exécuté avec ce genre de bois se présente intérieurement comme une caisse métallique tout en gardant tous les avantages d'un meuble en bois.

Lorsque nous aurons choisi le bois d'après le but poursuivi et les moyens dont nous disposons, nous devons déterminer le mode de construction, notamment l'assemblage et le recouvrement des côtés,

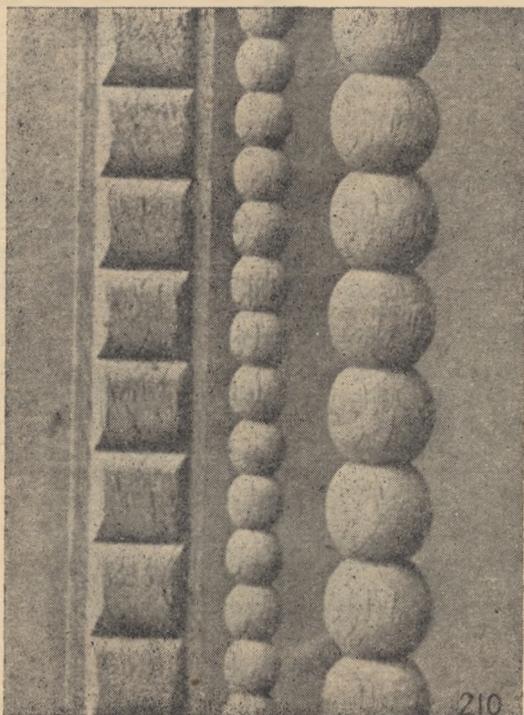


Fig. 210

car les dimensions des différentes pièces en dépendent. Il n'est, p. ex. pas indifférent de savoir comment les différents côtés seront assemblés, car la solidité en dépend. Le plus simple est de coller les planches l'une sur l'autre en employant un des côtés supérieurs comme surface de collage (fig. 211a). Ce genre d'assemblage n'est pas fameux. Il se défait facilement ; pour la même raison, on ne collera jamais deux planches bord à bord. La solidité de l'assemblage peut être renforcée en y insérant une barre prismatique (fig. 211b carrée, c triangulaire). L'assemblage en queue d'hirondelle est encore meilleur (fig. 211d). Dans cette méthode, les deux planches à assembler s'accrochent l'une à l'autre par les dents y découpées, comme les doigts de deux mains jointes. Par le collage, ce genre d'assemblage est si solide qu'il ne peut être défait que par un choc violent qui, souvent casse même le bois

à côté de l'assemblage. Toutefois, le découpage des queues d'hirondelle est un travail de précision. S'il n'est pas exécuté avec soin, il se forme des vides. On n'arrive pas à grand chose en remplissant ces vides avec de la colle ou la sciure. Pour faciliter le travail aux hommes qui ne sont pas du métier, nous n'avons représenté que les pattes rectangulaires ; les ébénistes emploient généralement des pattes trapézoïdales (dont la forme évoque la queue d'une hirondelle, d'où leur nom).

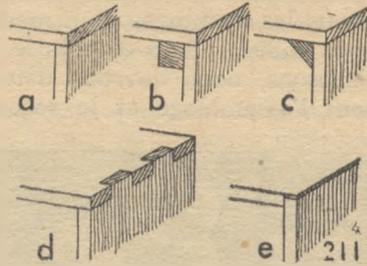


Fig. 211

Dans toutes ces méthodes d'assemblage, la tranche du bois reste visible ; il faudra au moins la cacher sous des moulures. Dans l'industrie des récepteurs, où l'on pense avant tout à simplifier les méthodes de fabrication, on rend la tranche presque invisible en l'entaillant profondément pour y introduire l'autre partie (fig. 211e). Ce travail n'est possible qu'au moyen d'un rabot spécial. Par un assemblage convenable des différents côtés du coffret, on peut cacher la tranche du bois en grande partie. Les coffrets prismatiques habituels consistent en un couvercle, un fond, la face arrière et deux côtés ; le châssis complété par un panneau facial peut y être introduit (fig. 212). Dans ce cas, on

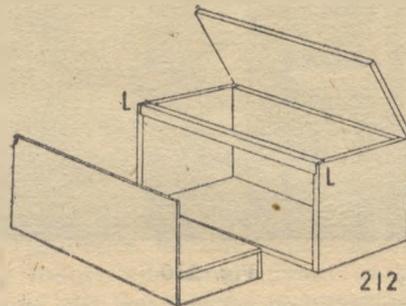


Fig. 212

placerait les côtés contre le fond de façon que les tranches soient recouvertes. Les tranches supérieures des côtés seront cachées par le couvercle. Il reste encore la tranche du couvercle ; ce n'est pas bien grave ; on peut la cacher par de petites lattes. Le couvercle peut être ouvert en partie ou complètement. Si l'on emploie des planches minces, il peut arriver que les côtés se déforment et que les tranches du haut se courbent vers l'intérieur ; le coffret ne ferme plus bien et la poussière peut y pénétrer. Pour l'éviter, on collera une latte de section carrée dans des trous ménagés à cet effet dans les coins supérieurs (fig. 212 LL). Cette latte constitue un support pour le panneau et ferme le contact entre le couvercle et le panneau.

Le triplex se travaille de la même façon. Les plaques minces seront renforcées par des lattes dans les coins. Les grandes surfaces seront fixées sur un cadre de lattes solides. Il n'est pas nécessaire d'assembler le triplex par rainures, il suffit de coller une mince latte plate sur les côtés. Là où des charnières doivent être placées, le triplex doit être renforcé de la même façon, car les vis ne tiennent pas dans le triplex. Sous le coffret, on fixe quatre petits pieds de feutre ou de caoutchouc. Le triplex est lisse et plat, il peut être scié et travaillé sans traitement supplémentaire. Avec des planches ordinaires, c'est rarement le cas, à moins qu'on ne les ait fait raboter d'avance. Une planche brute avec une surface rude doit d'abord être soigneusement examinée, car elle pourrait contenir des restes de clous qui pourraient abîmer le tranchant du rabot. Tout accrocs dans la lame du rabot laisse une trace sur la surface rabotée. L'enlèvement de celle-ci demande un double travail. Ensuite, on vérifiera si la planche est bien droite. Par un séchage inégal, il arrive que la planche s'est courbée. Si elle n'est pas trop épaisse, nous pouvons la redresser en chauffant la face qui bombe et en mouillant la face creuse. Si on n'y arrive pas, on devra utiliser cette planche en minces lattes où la courbure n'a pas d'importance ou l'employer en des endroits où sa courbure ne gêne pas. Lorsque c'est possible, on fixera quelques lattes solides du côté en creux ; cette méthode est souvent employée lorsqu'on travaille du bois trop jeune pour éviter les déformations subséquentes.

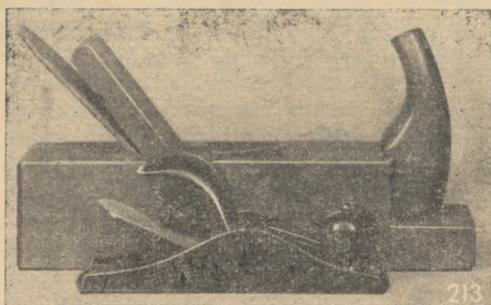


Fig. 213

Pour égaliser les planches brutes, on se sert du rabot ; c'est un bloc de bois muni d'une poignée dans lequel est ménagé une sorte de canal pour la fixation de la lame. Le rabot a une surface inférieure parfaitement plane et lisse que l'on appelle la semelle. Le tranchant de la lame dépasse quelque peu la semelle et est tenu dans la bonne position au moyen d'un coin (que l'on appelle aussi clé ou cheville). Lorsqu'on déplace, avec une légère pression un rabot sur une planche, dans la direction des fibres du bois, la lame enlève un copeau de la surface de la planche. L'épaisseur du copeau dépend de la position de la lame du rabot. Si la planche est très inégale, il faut enlever un copeau épais ; si ce n'est pas le cas, il faudra rentrer le bec du rabot, c'est-à-dire la partie sortante de la lame, pour enlever un copeau plus mince. Le menuisier ou l'ébéniste qui ne peut pas à chaque instant de son travail ajuster sa lame, dispose de plusieurs rabots pour chaque cas. Pour notre travail, un simple rabot dégrossisseur (fig. 213 arrière) suffit avec, en outre, un double rabot avec lame de marche arrière.

Le rabot peut aussi être fait entièrement en métal ; c'est ce qu'on appelle le rabot américain (fig. 213 avant). Comme sa lame est très couchée, on obtient, même avec une très faible pression, un beau copeau lisse. La lame repose dans un logement spécial avec des vis qui permettent de régler la lame sans outil auxiliaire. Pour dégager et fixer le coin d'un rabot ordinaire, il faut un marteau. Comme un marteau de fer laisserait des traces sur le rabot, on emploie de préférence un maillet de bois. On dégage d'abord le coin par quelques petits coups sur le dos du rabot. La lame est alors complètement libérée. On tourne alors le rabot de façon à présenter la semelle à la lumière. En visant le long de la semelle, on peut voir de combien la lame doit être sortie pour qu'on voie le tranchant sur une large ligne. Dans cette position, on poussera le coin avec la main pour le fixer. Si la lame n'a pas bougé pendant cette opération, on calera le coin par un petit coup de maillet. Plus on fixera soigneusement la lame, plus la surface de bois travaillée sera belle. L'efficacité du rabot sera améliorée si, après avoir enlevé la lame, on enduit le rabot, et surtout la semelle, de vernis. Le rabot sera ainsi plus solide et plus lisse.

Lorsqu'on rabote, la pièce à travailler doit être fixée convenablement. Si l'on ne dispose pas d'un banc de menuisier, on fixera la planche d'une façon ou d'une autre sur la table. On rabotera d'abord une extrémité puis l'autre. Si l'on dispose d'une vieille table, on y plantera quelques clous que l'on coupera courts. La planche à raboter sera appuyée contre ces bouts de clou. Si les clous ne dépassent pas la moitié de la planche, on pourra la raboter partout sans risquer d'abîmer l'outil. La planche peut être fixée de la même façon des deux côtés. (voir fig. 214).



Fig. 214

On rabote toujours dans la direction des fibres montantes (avec le « fil » du bois (fig. 214). Le bois le plus facile à raboter est celui qui a poussé bien également. Les planches avec des nœuds présentent toujours des difficultés ; on ne peut les travailler qu'avec des rabots avec lames arrières ; de cette façon, les nœuds ne sortent pas si facilement du bois. Le rabotage se fait en longs traits pour lesquels il importe peu d'exercer une forte pression mais plutôt de le conduire convenablement, trait après trait. La main gauche guide le rabot par l'avant tandis que la main droite le pousse en avant (fig. 215). Les copeaux obtenus doivent sortir du canal en un mince ruban ; on soufflera continuellement dans ce canal. Dès qu'un copeau dépasse en dessous du rabot, la lame ne mord plus ; le rabot glisse bas de la planche.

C'est sur un banc de menuisier que l'on travaillera le mieux. La planche est fixée entre deux crochets de fixation — un sur le banc et un derrière. En outre, il y a un étau pour le rabotage des côtés. Si l'on veut faire une grande surface composée de plusieurs petites planchettes, on placera celles-ci l'une près de l'autre et les côtés à assembler seront marqués du même chiffre. On serrera ensuite les planches deux par deux dans l'étau de façon que les côtés qui doivent

être collés ensemble se trouvent côte à côte. De cette façon, on les rabotera en même temps pour les rendre rigoureusement égaux. Avec un petit rabot, il est difficile de raboter parfaitement droit de grandes surfaces. Le menuisier dispose pour cela d'un rabot trois fois plus grand appelé varlope. On peut le considérer comme une règle dans laquelle se trouve insérée une lame de rabot. Pour des morceaux de moins de 1 m de long, on peut se passer de la varlope, un rabot suffit. Il faudra



Fig. 215

cependant employer la règle et l'équerre à plusieurs reprises. Lorsque les tranches rabotées sont placées à côté l'une de l'autre sur la table, elles doivent coïncider exactement et s'aligner complètement l'une sur l'autre sinon les planches ne seront pas dans le même plan et le collage se verra.

Les côtés suivant le fil du bois peuvent facilement être rabotés, le rabot doit cependant être tenu bien droit sinon les côtés de la planche seraient obliques. La partie perpendiculaire aux fibres doit être rabotée avec précaution sinon des échardes peuvent se détacher des coins. La planche doit être fixée solidement dans l'étau. En rabotant, il faut lever le rabot de la planche un peu avant d'atteindre le bord. On retournera alors la planche et l'on rabotera le coin resté brut de la même façon.

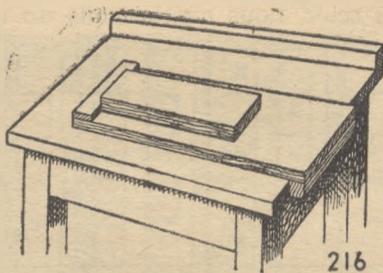


Fig. 216

Un grand banc de menuisier n'est pas bon marché. Pour notre travail, un banc de table suffira. (fig. 215) Il est fixé à la table de cuisine par deux cavaliers de fer et possède, malgré ses petites dimensions tous les raffinements d'un grand banc de menuisier, notamment l'étau et les crochets (varlets). Si nous n'en avons pas — dans la vie, il y a tant de désirs insatisfaits — nous pouvons réaliser une planche de rabotage comme celle que représente la fig. 216. On prend pour cela une planche rabotée à la machine à l'épaisseur d'un pouce et de 75 à 100 cm de long sur une largeur de 25 cm. A l'une des extrémités, on colle une latte de $25 \times 2 \times 0,5$ cm comme le montre le dessin. On

place l'objet à raboter sur la planche de façon que sa partie antérieure s'appuie sur la latte en question ; une autre latte de $25 \times 3 \times 3$ cm est collée à l'autre extrémité de la planche et à la partie inférieure. Celle-ci sert d'appui contre le bord de la table pour empêcher la planche de glisser pendant le travail. Les deux faces de la planche à raboter seront marquées A et B. Le côté A sera utilisé pour raboter et le côté B comme planche de travail pour un autre usage.

Pour le finissage des planches rabotées, nous emploierons, à défaut de fin rabot, notre rabot double à lame arrière qui est constitué de telle

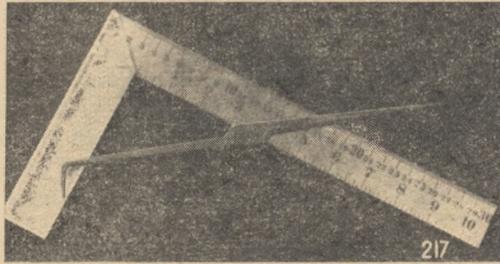


Fig. 217

sorte que le copeau enlevé soit très fin ce qui enlève les traces de rabotage. La lame arrière doit être fixée très près de la semelle du côté du tranchant.

Il faut encore signaler le rabot à rainure qui permet de faire des rainures sur les parois du coffret. La lame est la même que celle de tout autre rabot, mais sa fixation est différente de sorte que la rainure garde toujours la même largeur ; en outre, ce rabot a encore une petite lame latérale qui coupe les fibres et assure un glissement sûr et égal du rabot.

Après le rabotage, les planches sont sciées à longueur. Pour marquer les morceaux à scier, nous emploierons un crayon tendre. Si le

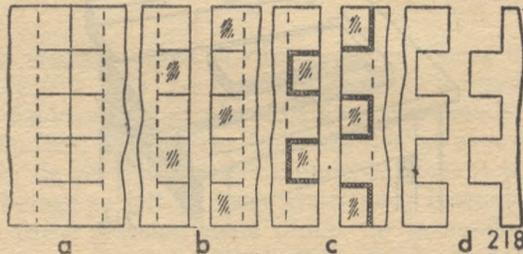


Fig. 218

trait de scie doit être très juste, on emploiera une pointe à tracer (fig. 217) surtout pour les bois durs et foncés). Pour le traçage, on emploie une règle, une équerre et un compas et on tiendra compte des chutes inévitables. La largeur du trait de scie diffère aussi suivant la largeur des dents de la scie. La surface sciée est rude et doit être rabotée. Là encore, il y a perte de bois. Dans le traçage du bois, il faut donc tenir compte d'une perte de quelques millimètres de chaque côté. Pour le découpage de queues d'hironde, on n'a à tenir compte que des pertes dues au trait de scie. Pour cette raison, on tracera les côtés correspondants en même temps (fig. 218a). Après avoir séparé les deux

morceaux, on marquera les parties à enlever (fig. 218b) et on passera la scie le long de la ligne tracée à l'intérieur du morceau à enlever (fig. 218c). Si l'on travaille proprement avec une scie pas trop épaisse, on obtient des morceaux qui se raccordent bien (fig. 218d).

Pour le découpage de petites pièces, on fait intervenir la scie à découper (fig. 219). Dans l'étrier, on peut tendre différentes petites lames. Dans la fig. 220, nous voyons, de gauche à droite, à environ le double de la grandeur naturelle, deux petites scies à bois, qui peuvent

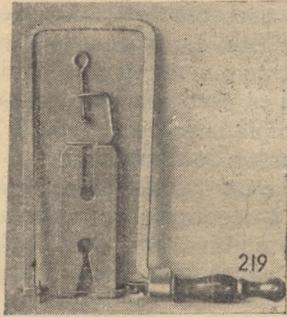


Fig. 219

être fournies en six épaisseurs différentes ; deux autres pour bois très épais, deux scies rapides avec grandes dents, une scie avec dents très éloignées pour bois très épais et deux scies pour machines ; enfin une scie très mince mais très large pour le sciage d'épais morceaux de métal. La section sera d'autant plus lisse que les dents seront plus fines. Pour ne pas scier dans la table, on travaille sur une petite planche spéciale pour scie à découper qui n'est rien d'autre qu'une planche avec des ouvertures en forme de V et qui peut être fixée sur la table par un cavalier (fig. 219). Cette planche est

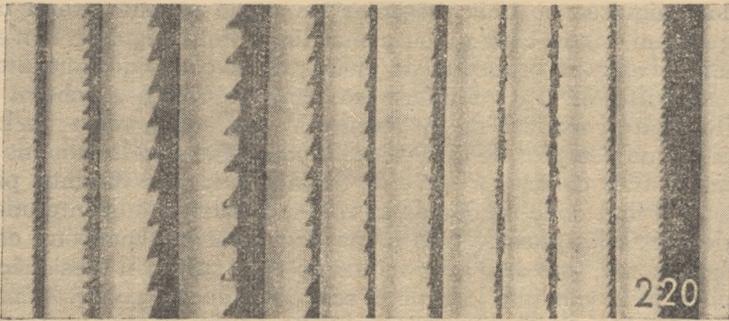


Fig. 220

fixée à la table avec la fourche en avant. La scie est manœuvrée de haut en bas dans l'ouverture en forme de fourche. Avec la scie à découper, on peut scier des planches jusqu'à 10 mm d'épaisseur. Une scie ordinaire n'est nécessaire que pour ceux qui veulent réaliser de grands coffres et qui ne veulent pas faire scier les morceaux nécessaires sur mesure chez un menuisier. Au contraire, un dispositif pour le découpage à longueur des pièces de cadre et des moulures est beaucoup plus

employé. Pour faire un cadre d'une moulure la section doit faire un angle de 45° avec la longueur. Pour cela il nous faut un gabarit (fig. 221) et une scie fine avec une lame large munie de petites dents que l'on appelle scie à cadres. Une scie à lames interchangeable est très pratique (fig. 222, en-dessous et au-dessus) car ce genre de scie peut aussi être employée pour les métaux. Pour le sciage d'ouvertures pour haut-parleurs, il faut une scie dite égohïne. C'est une scie longue, étroite et finissant en pointe (fig. 222 au milieu).

Dans les scies à cadre, égohïnes ou à vis, les dents coupent quand on pousse. Dans la scie à découper, au contraire, la lame est montée de façon à couper lorsqu'on tire. Le sciage doit être fait très calmement. Cela n'a aucun sens de pousser sur la scie pour la faire mieux couper. On n'arrive ainsi qu'à faire sortir la scie du bon chemin et à scier de travers. La scie doit simplement reposer sur le bois par son propre poids et être tirée et poussée doucement.

Si elle ne coupe pas c'est qu'elle doit être aiguisée si c'est une scie à grosse dents. Une scie à découper sera simplement remplacée car elle ne coûte pas cher. Pour aiguiser une scie, on emploie une lime dit à scie. On lime simplement avec cette lime, le tranchant de chaque dent.

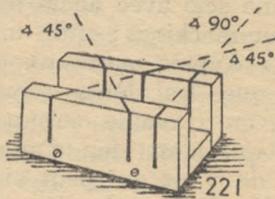


Fig. 221

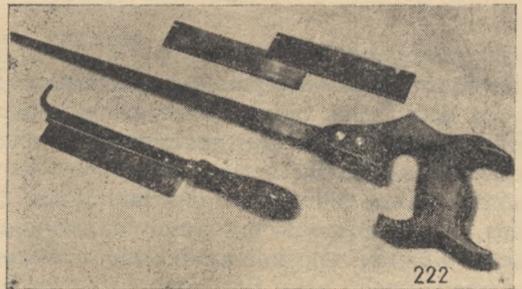


Fig. 222

Une dent aiguisée ne doit présenter un angle ni plus grand ni plus petit qu'avant, sinon c'est qu'on a mal limé. Pour aiguiser il n'est pas nécessaire d'enlever beaucoup de métal ; deux coups de lime à chaque tranchant suffisent. Il y a toujours une dent qui sort à gauche et l'autre à droite. Cette courbure de la denture s'appelle la « voie » de la scie ; cela enlève un peu plus de bois ce qui a pour effet que la lame ne coince pas dans le trait de scie. A force de travailler, la voie diminue progressivement. Il faut donc rendre de la voie à la scie au moyen d'une pince spéciale. Les scies pour le bois jeune doivent avoir beaucoup de voie ; pour le bois sec, une scie avec moins de voie suffit ; il n'est nécessaire de rendre de la voie que lorsque la scie commence à coller. Même alors on essaiera d'abord d'enduire la lame de thérébentine, car il est possible que le collage soit dû à la présence, sur la scie, de restes de résine du bois.

Lorsqu'on travaille avec une scie de menuisier, il faut toujours avoir soin que la lame soit exactement perpendiculaire à la direction de découpage. Elle ne doit être tordue ni à gauche ni à droite. Souvent une scie montre une tendance à s'écarter au premier coup, surtout sur des fibres dures. On placera alors la scie sur la ligne dessinée et on la tirera en arrière, en tenant la lame en place avec le pouce gauche au-dessus des dents. La scie ne coupe pas dans ce sens, mais elle trace un

sillon relativement profond qui servira de guide pour le trait utile suivant. Pour de longs traits de scie, le cadre gêne ; on peut alors relâcher un peu l'écrou de tension et faire tourner la lame et les poignées de façon que le cadre fasse un angle droit avec la direction de coupure. Les scies habituelles large d'un pouce tiennent elles-mêmes, pendant le travail, la direction dans laquelle elles ont été placées. Elles ne conviennent donc pas pour des découpages en courbe. Pour cela on emploie des scies très étroites. Les trous ronds s'obtiennent au moyen de la scie égohïne. On perce un trou au bord du morceau à découper et l'on y introduit la pointe de la scie puis on commence à scier obliquement pour rejoindre la ligne courbe à suivre. Pour des découpages à angle droit, on commence par deux traits de directions différentes mais se dirigeant vers le même coin, pour avoir la place nécessaire pour pouvoir commencer le découpage droit. On travaillera de la même façon avec la scie à découper. La lame est d'abord détachée de la branche avant de l'étrier (fig. 223). On en introduit la pointe dans le trou fait dans l'objet à découper et on rattache la lame à l'étrier ce qui a pour effet de la tendre de nouveau. On serrera l'écrou à papillon avec la main droite pendant que l'on soutiendra l'objet à découper de

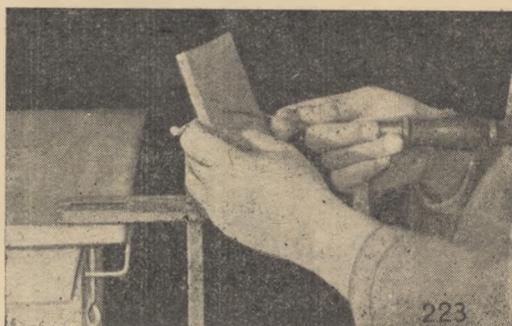


Fig. 223

la main gauche pour ne pas casser la lame. On serrera l'étrier entre la poitrine d'une part et le fond de la fourche de la planche de découpage d'autre part. La lame sera fixée avec les dents dans la direction de la poignée. On remettra alors le travail sur la fourche, en le tenant avec la main gauche et on manœuvra la scie en haut et en bas avec la main droite. La scie se trace un chemin dans le bois et accumule devant elle de la fine sciure qu'il faut souffler de temps en temps. La scie doit toujours être tenue exactement sur la ligne à scier. Si elle s'en va vers la gauche, nous la tiendrons plus fort vers la droite d'où après quelques oscillations, nous arriverons à revenir sur le bon chemin. Pour scier suivant des lignes courbes, on manœuvre la scie haut et bas et l'on tourne ou déplace l'objet à scier sur la fourche au fur et à mesure de l'avancement de la scie. Le triplex mince doit être travaillé avec précautions ; de petites pointes se cassent facilement. Plus le bois est dur et épais, plus il faudra scier avec soin et précaution pour ne pas trop échauffer l'outil. Il est inutile de vouloir accélérer le travail en poussant sur la lame, celle-ci se courbe, coupe irrégulièrement et finit par se briser. Les scies à dents fines coupent plus lentement que les scies à grosses dents, en revanche, elles prennent moins de bois, ne détachent

pas d'échardes aux côtés de la ligne de sciage et produisent des surfaces lisses. Les deux côtés de la coupure seront rabotés ou égalisés à la râpe et au papier de verre. Auparavant, on rendra les surfaces des planchettes, lattes et moulures parfaitement lisses au moyen du grattoir ou lissoir.

Un lissoir est si bon marché et si pratique que personne ne devrait s'en passer. Son remplacement par un morceau de verre est une économie mal comprise car il n'est pas question de raboter encore le bois mais d'obtenir une surface bien lisse. Le lissoir est un morceau de plaque d'acier rectangulaire dont les côtés sont très droits et très égaux, et doivent encore être aiguisés. Pour cela, on place le lissoir sur le côté de la table (fig. 224 au-dessus) et l'on frotte avec un affiloir triangulaire sous forte pression sur la face, comme le fait le tailleur qui aiguisse ses ciseaux. On fixe ensuite la plaque verticalement dans l'étau (fig. 224 en-dessous) et on frotte la tranche à plusieurs reprises en pressant avec l'affiloir bien horizontal, jusqu'à ce que l'on sente, avec le

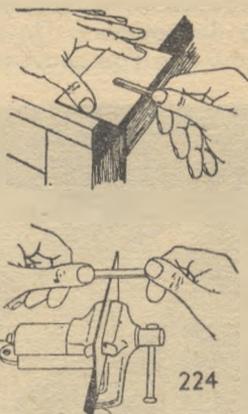


Fig. 224

pouce, des deux côtés de la plaque, des arêtes bien vives. L'autre face de la plaque sera traitée de la même façon. Après l'avoir aiguisé, on prendra le lissoir solidement à deux mains et on le placera de façon que la plaque d'acier fasse un angle de 40 à 50° avec la surface à lisser. Dans cette position, on tire sous faible pression sur toute la surface, dans la direction du corps. Lorsque le lissoir est bien aiguisé, il enlève ainsi un mince copeau de bois qui présente une certaine ressemblance avec du papier de soie. On travaille ainsi toute la surface de la planche. Comme ce travail présente une grande analogie avec le rabotage, il doit aussi être exécuté dans la direction du fil du bois. Si, après un long usage, on ne peut plus aiguiser le lissoir de la façon ci-dessus décrite, on la serre entre deux épais morceaux de bois rectangulaires et on meule les arêtes d'acier avec le bois en ayant soin de meuler bien droit et bien perpendiculairement. Ensuite le lissoir sera de nouveau aiguisé de la manière ci-dessus.

Pour le forage, les vrilles généralement employées dans le ménage ne conviennent pas car elles fendent les planches minces et les plaques et les bords des trous obtenus ne sont pas nets. En outre, elles ne peuvent pas être utilisées pour du bois dur ; elles sont plutôt destinées au bois tendre et épais. Le triplex ne peut être foré qu'avec des mèches spirales. Les trous pour la scie à découper se font avec une petite

foreuse appelée « va-et-vient » (fig. 225 à droite). Les grands trous sont découpés à la scie. Les trous plus petits sont obtenus avec des mèches centrées et un vilbrequin (fig. 225 à gauche). Les mèches centrées peuvent avoir des formes très différentes. Les trois de gauche de la fig. 225 forment un trou bien fait et net, mais les bords peuvent être facilement arrachés. Les mèches serpentine ou torses travaillent plus nettement ; elles sont plus chères, il est vrai, car elles sont munies de deux petits couteaux de prédécoupage. Les deux dernières mèches de la fig. 225 sont de ce type. Les deux mèches du milieu sont des mèches en spirales dites américaines. La plus intéressante est la mèche centrée avec, comme centre, une pointe filetée (fig. 226b) elle travaille comme une mèche serpentine mais n'est ni si grande ni si coûteuse. Par comparaison, on a figuré en a une mèche centrée ordinaire. Il ne faut jamais forer jusqu'à l'autre face du bois sinon le bord du trou s'éraille. On forera jusqu'à ce que la pointe apparaisse de l'autre côté et l'on

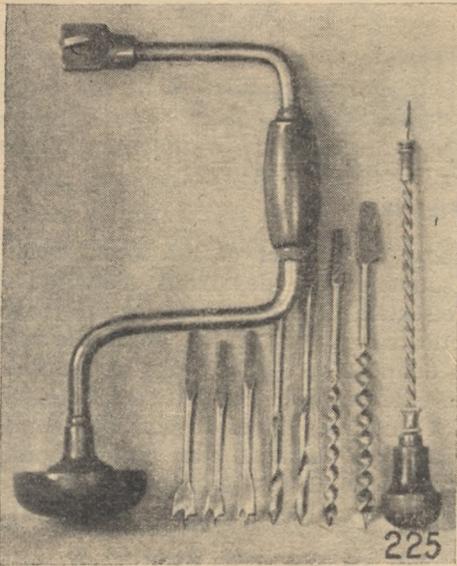


Fig. 225

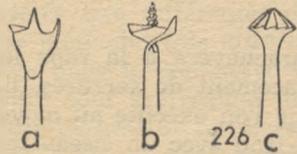


Fig. 226

retournera le bois pour forer de l'autre côté en mettant la pointe dans le même trou. Pour faire les trous coniques correspondant aux vis à tête noyée, on emploie une couronne (fig. 226c) de 14 cm de diamètre. Elle possède 7 à 8 tranchants de forme conique partant du sommet et travaille comme une fraise.

Parfois des morceaux de bois doivent être assemblés en un cadre solide. La fig. 227a montre comment les deux extrémités doivent être entamées dans ce but. Avec la scie, on enlève facilement trop de bois. On sciera la surface S mais on enlèvera le bois jusqu'en T avec un ciseau. Cette surface sera parachevée à la râpe (fig. 232 au centre) ou à la lime à bois. On exécutera de la même façon une rainure au milieu d'une latte pour y insérer une autre latte (fig. 227b). Les deux surfaces latérales sont coupées à la scie et le centre est enlevé au ciseau. On travaillera tout autrement lorsqu'une pièce de bois devra être assemblée par tenon et mortaise (le tenon est un bout plus étroit et la mortaise

est le trou correspondant) (fig. 227c). La mortaise peut être borgne (avec un fond) ou complètement ouverte. On fore deux trous à la profondeur voulue et l'on enlève le reste au ciseau. Le tenon sera ajusté pour la mortaise. La surface correspondant à la face S de la fig. 227a est sciée, les autres surfaces seront enlevées au ciseau et ajustées. Pour hacher au ciseau dans les sens des fibres du bois, il faut être très attentif sinon on pourrait enlever trop de bois et le morceau serait abîmé. Dans le bois tendre, on sciera de préférence un peu trop peu et l'on

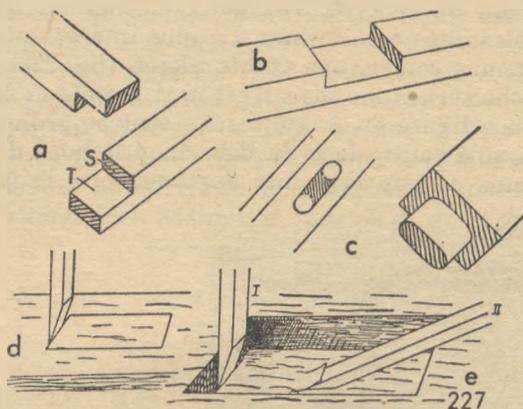


Fig. 227

parachèvera à la rape les surfaces de contact et les côtés. Pour le placement de serrures, il faut souvent faire des trous rectangulaires que l'on exécute au moyen du ciseau à mortaises. On dessine d'abord le trou avec un ciseau tenu verticalement (fig. 227d). Pour bien marquer la coupure dans le bois, on donnera de légers coups de maillet de bois sur le manche du ciseau. On enlèvera alors de petits copeaux plats avec le ciseau placé obliquement. Comme les fibres du bois sont coupées le long de la périphérie, on obtient des surfaces bien nettes. Lorsque tout le bois est enlevé jusqu'à la profondeur des saignées, on recoupera le bord plus bas et l'on enlèvera une nouvelle couche (fig. 227e). Il

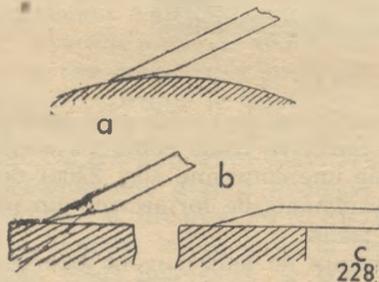


Fig. 228

est inutile de vouloir enlever d'épais copeaux pour aller plus vite. C'est en n'enlevant que des couches de 2 mm à la fois que l'on ira le plus vite.

Les ciseaux et les lames de rabot seront aiguisés sur une fine meule à aiguiser jusqu'à ce qu'on obtienne un bon tranchant bien droit (fig. 228a). On les passera ensuite sur une pierre à l'huile ou à l'eau, d'abord du côté oblique dans une position un peu aiguë (fig.

228b) et l'on polira ensuite la partie droite en plaçant la lame à plat sur la pierre et en la frottant de ci de là. (fig. 228c).

Les trous de vis doivent être préalablement forés. Si une charnière se met de travers à cause d'un trou mal foré, la vis se remettant toujours dans l'ancien trou, nous boucherons ce trou au moyen d'une petite broche en bois et reforerons un trou au bon endroit avec une petite mèche spirale. En forant d'avance les trous de vis, on évite de fendre le bois, ou, dans le bois dur, de briser la tête de la vis. Pour le bois tendre, le trou pourra être d'un diamètre de 70 % de celui de la vis, pour le bois dur, 90 %. On enduira la vis de cire ce qui l'empêche de rouiller. La largeur du tourne-vis devra être plus petite que la longueur de la fente de la vis ; si la lame du tourne-vis débordé de la fente, on abîme la surface de la planche en fixant la vis. Le tourne-vis ne doit pas être trop tranchant sinon il ne tient pas bien dans la fente de la vis, saute facilement dehors et fait des griffes dans le bois. Un tourne-vis doit être coupé droit et plat et remplir exactement la fente de la vis.

Si l'on doit clouer, on emploiera de petits clous très minces. Les plaques de métal peuvent être fixées avec des vis à têtes rondes, avec de petits clous de cuivre ou avec des punaises. Les assemblages sans métal s'obtiennent au moyen de broches de bois ou par collage.

Les morceaux collés avec soin tiennent si solidement que le bois se brise plutôt à côté du collage. Les propriétés très différentes des diverses sortes de colles nécessitent l'emploi de méthodes très différentes. La colle de menuisier ordinaire se trouve dans le commerce en plaques ou en perles ; les plaques transparentes sont préférables aux plaques troubles ou opaques. Suivant la quantité nécessaire, on placera une poignée de perles de colle dans le pot à colle et on les recouvrira d'eau froide. Après une heure elles sont fortement gonflées et peuvent être fondues au bain-marie. La colle en plaque ne peut pas être traitée aussi facilement. On la met dans un morceau de papier d'emballage et on la réduit en morceaux sur une plaque de fer au moyen d'un marteau en fer. Une table de bois serait abîmée par les arêtes vives de la colle. Comme les morceaux obtenus sont beaucoup plus grands que les perles, ils doivent être trempés plus longtemps. Si l'on ne dispose pas d'un pot à colle spécial, on peut faire de la colle dans une vieille boîte à conserves que l'on placera dans une autre vieille boîte à conserves plus grande remplie d'eau ; la première ne doit pas atteindre le fond de la seconde ; le bain-marie a pour but d'éviter de faire bouillir ou brûler la colle. La colle de menuisier doit être employée chaude. Elle doit s'étendre très également au moyen d'un pinceau rond et se figer en petite billes si on la laisse tomber sur un tôle de cuisinière froide. La colle trop épaisse sèche avant de pénétrer dans les fibres du bois à coller. Si la colle est trop liquide, le bois devient humide, il gonfle et ne colle pas. Comme la colle de menuisier se gâte facilement, il ne faut la préparer qu'au moment de s'en servir. Si on doit en conserver une assez grande quantité pendant un certain temps, on en enlève le pinceau et on la laisse au bain marie assez longtemps pour qu'il s'y forme une peau. Tant que cette peau n'est pas abîmée, elle s'oppose à l'entrée des ferments. Le pinceau sera lavé à l'eau tiède et séché. La colle à froid sera mélangée d'eau froide ; elle est prête à l'emploi après une demi-heure. On n'en préparera que la quantité nécessaire. Il n'est pas

nécessaire d'employer un pinceau ou une brosse. On peut étendre la colle avec un morceau de bois que l'on jette après usage.

Pour le travail avec la colle de menuisier, il est nécessaire de chauffer préalablement les morceaux de bois à coller. Avec la colle à froid, ce n'est pas nécessaire. Tous les endroits à coller devront être pressés après assemblage jusqu'à ce que la colle surabondante sorte en petites gouttelettes. Cette pression ne doit pas être diminuée jusqu'à ce que la colle soit complètement sèche. Pour cela on emploiera des « serre-joints » ou des poids ou même de petits clous. Pour fixer les moulures de cadre ou les rangées de perles, on y enfoncera quelques petits clous jusqu'à ce qu'ils sortent un peu vers l'arrière ; on presse ensuite la moulure légèrement sur la planche pour y marquer la position de la moulure par de petits trous. Lorsque la colle de menuisier est étendue, il faut agir vite sinon la colle refroidit et ne colle plus. En marquant ainsi notre emplacement, nous n'avons plus à hésiter pour placer la moulure, il suffit de placer les pointes des clous dans les trous correspondants et de fixer la moulure par quelques coups de marteau. L'emploi de colle à froid est moins compliqué. On coupera les têtes des clous ou on enlèvera les clous après séchage de la colle. Les trous de clous seront bouchés au ciment. Comme des moulures minces se fendillent facilement lorsqu'on y plante des clous, on forera préalablement les trous.

On construira les coffrets de la même façon. Les collages seront cloués au besoin ou le coffret tout entier sera entouré d'une corde que l'on tendra en y introduisant une planchette et en tordant. Il est très important de vérifier constamment les coins au moyen de l'équerre.

Après séchage, un coffret fait de travers ne peut plus être redressé. Les nœuds finissent toujours par sortir du bois après un certain temps. Il vaut donc mieux de les chasser dehors avant l'assemblage des planches ; on les enduit de colle et on les remet en place. Le meilleur moyen consiste cependant à extraire ou mieux à forer les nœuds hors du bois avant le rabotage et à coller à leur place un morceau de bois bien ajusté et placé de façon que le fil du bois corresponde.

Les coffrets modernes sont souvent arrondis. Les petites formes peuvent être exécutées en collant des lattes de bois ensemble et en les rabotant en rond ; les grandes surfaces s'obtiennent au moyen de mince triplex que l'on courbe sur du bois plein et que l'on colle ensuite. Ce genre de coffret est généralement exécuté sur un châssis qui a été scié suivant la courbure exacte. Le triplex y est tendu après avoir été mouillé et enduit de colle aux endroits adéquats. Sur les lattes servant de châssis, on place ensuite un morceau de carton coupé à dimensions au dessus du triplex et le tout est fixé au châssis avec de petits clous. Après séchage, on enlève le carton et les clous.

Pour pouvoir enlever facilement les clous sans compromettre la solidité du collage, on les enfonce dans le bois à travers de petits morceaux de carton. Un clou ainsi placé peut être enfoncé puis retiré avec sécurité.

Les taches de colle doivent être soigneusement évitées. Les gouttes de colle à froid s'enlèvent lorsqu'elles sont encore humides en les frottant avec un linge ; la colle de menuisier doit d'abord être séchée puis enlevée au canif. Après séchage complet, on enlèvera les restes de colle avec la râpe. La râpe rude sert à arrondir les coins du coffret et pour

le premier stade de l'égalisation des assemblages à queue d'hironde. Les queues d'hironde doivent être exécutées de façon que, après collage, il dépasse encore un peu de bois. En enlevant ce bois, on obtient une surface bien plane et lisse. Les râpes salies par les particules de bois peuvent être facilement nettoyées à l'eau chaude.

Les déchirures et les fentes seront bouchées au moyen de ciment formé de colle et de fine sciure de bois ou de plâtre ou de craie. Les bords de la fente doivent être légèrement enduits de colle sinon le ciment pourrait en sortir lors du ponçage. Pour introduire le ciment dans la fente, on se servira d'un canif ou d'un tourne-vis. Pour les boiseries qui doivent être peintes à l'huile, on peut aussi se servir de mastic de vitrier. Signalons encore pour terminer le ciment cohesan H qui sert surtout pour les réparations. On peut s'en servir pour coller le bois, la pierre, la porcelaine, le celluloïd, le cuir et le carton. Il n'est pas soluble dans l'eau et est incolore, clair et ininflammable. Il est aussi isolant. Les surfaces à assembler seront nettoyées (la graisse sera grattée et lavée à la benzine), on les rendra plus ou moins graineuses et après avoir étendu le cohesan, on les laissera sécher quelques minutes. On placera encore une mince couche de cohesan et l'on pressera vivement les surfaces que l'on maintiendra pendant quelques minutes immobiles et sous forte pression jusqu'à ce qu'elles soient bien collées.

Après le séchage des pièces de bois collées, on commencera leur polissage. On placera un morceau de papier de verre sur un morceau de bois ou de bouchon et on frottera toute la surface du bois dans la direction des fibres. Le morceau de bois plat assurera une pression égale sur le papier et, par conséquent aussi sur la surface à polir ; de cette façon, le bois tendre ne se creusera pas entre les lignes de résine plus dures, ce qui serait le cas si l'on travaillait avec la main nue. On emploiera d'abord du papier rude (n° 2), puis l'espèce la plus fine (n° 00). On travaillera de la même façon les moulures et les arrondis. Après en avoir enlevé la poussière, l'objet travaillé ne peut plus être touché avec les doigts s'il doit être ensuite traité au mordant.

On doit alors décider si l'on emploiera la couleur à l'huile ou la laque, ou si l'on conservera au bois sa couleur naturelle, ou si l'on procédera au mordantage suivi d'un vernissage ou d'un polissage. S'il s'agit simplement de protéger le bois ou d'éviter qu'il travaille, on emploiera du vernis à l'huile de lin. Les veines de résine et les nœuds seront d'abord enduits d'une solution de gomme-laque sinon le vernis n'y sécherait jamais. Si le bois doit être peint, on mélangera l'une ou l'autre peinture avec de l'huile de lin et l'on obtiendra une peinture à l'huile bien fluide. Cette peinture de fond sera bien sèche après un ou deux jours et sera frottée doucement avec du papier de verre très fin, toujours dans le sens des fibres du bois. Après enlèvement de la poussière, on procédera à la peinture définitive avec de la peinture à l'huile qui contient beaucoup de peinture et peu d'huile et à laquelle on ajoutera un fort pourcentage de thérébentine pour pouvoir étendre la peinture plus facilement. Le pinceau doit être très doux. La peinture sera d'abord étendue dans la direction des fibres du bois, puis on l'étendra dans l'autre sens puis une troisième fois dans la direction des fibres. Parfois, la peinture s'accumule sur les côtés. On enlèvera ces accumulations avec un pinceau presque complètement exprimé. On traitera de la même façon les coins difficiles à atteindre avec un pinceau étroit. Si la peinture s'épaissit trop en l'étendant, on l'éclaircira avec de

la thérébentine. Cette couche de peinture est généralement sèche le jour suivant. On peut alors mettre une seconde couche si la première ne couvre pas suffisamment, ce qui arrive surtout avec les peintures claires.

Une couche de peinture à l'huile sèche est mate. Pour cette raison, on fera la dernière couche avec de la laque. Le mieux est de se procurer, dans le commerce, des laques émail toutes préparées qui contiennent autant de laque que de peinture et qui peuvent être, pour l'emploi, éclaircies à volonté avec de la thérébentine. On peut aussi recouvrir une couche de peinture mate avec du vernis copal incolore ou de la laque ambrée. Si l'on veut conserver la couleur naturelle du bois, on emploiera un vernis composé de beaucoup d'huile et de thérébentine et d'un peu de laque ; au besoin, on ajoutera un peu de bleu provenant de peinture que l'on étendra directement sur la couche de fond. On peut encore mettre une seconde couche, mais il est important d'assurer un bon séchage entre chaque couche. Pour le laquage final, on frotera avec du papier de verre très fin pour enlever toutes les particules de vernis et les inégalités qui, après application de la laque, apparaîtraient inévitablement. La laque elle-même doit être éclaircie avec de la thérébentine si elle s'étend trop difficilement. La laque dite à polir est très demandée. Elle n'est pas si difficile à employer que le polissage de meuble si fragile. Sur le bois bisé, on applique une couche de laque émail. Après séchage, on bise au papier de verre pas trop fin (n° 1). Suit une deuxième couche de laque émail ; on frotte alors au papier très fin. Des couches et bisages successifs produisent l'éclat désiré ; il faut pour cela 6 à 8 couches de laque ; le temps de séchage devient plus long après chaque couche.

De bons pinceaux ont une grande valeur et doivent être bien nettoyés après chaque usage. Après les avoir frottés sur un papier de journal, on pendra les pinceaux qui ont été employés pour de la peinture à l'huile seulement, sans addition de laque, dans un pot d'eau. L'eau doit être renouvelée de temps en temps. Après avoir été pressé et frotté, un pinceau ainsi conservé est immédiatement prêt à un nouvel usage. Les pinceaux qui ont été employés pour la couleur émail ou la laque seront placés, après avoir été frottés, dans un verre à demi rempli de thérébentine. Celui-ci sera fermé par un couvercle percé pour laisser passer le manche du pinceau. Ce couvercle empêche l'entrée de la poussière et de l'humidité ; le pinceau est ainsi disponible à tout moment et la thérébentine colorée par la peinture peut encore être employée comme dissolvant pour éclaircir la peinture de la même couleur. Si l'on ne doit plus peindre pendant un temps plus ou moins long, on lavera le pinceau, après un séjour de quelques jours dans la thérébentine, avec de l'eau tiède savonneuse, on rincera à l'eau et séchera suspendu pour le conserver après l'avoir protégé contre les mites. Un jour avant l'emploi on le trempera encore dans un bain de thérébentine ; en essayant de radoucir un pinceau en le pressant, on peut briser les poils et la ligature. Toutes ces précautions pour la conservation des pinceaux peuvent paraître exagérées, mais on ne peut obtenir une peinture lisse ou une bonne couche de vernis sans un pinceau doux. L'éclat du vernis n'est pas toujours désirable ; il y a des bois qui sont plus beaux mats, par exemple le chêne. La couleur brun-jaunâtre du chêne peut, avec de l'ammoniaque, être transformée en la teinte « vieux chêne » plus foncée

en moins d'une demi-journée. Comme la vapeur d'ammoniaque est désagréable, cette opération aura lieu en plein air. L'objet à attaquer est placé avec une assiette de solution d'ammoniaque, dans une caisse bien fermée. Les ouvertures seront rendues étanches avec du papier. L'attaque par la vapeur a, sur l'attaque par le liquide, l'avantage d'éviter le gonflement du bois. On cirera ensuite le meuble avec une solution de cire dans la thérébentine. Dans le commerce on trouve de la cire contenant de l'ammoniaque qui fait les deux opérations en même temps. On frotte la cire avec un chiffon doux sur la surface du bois chauffé (attention au danger d'incendie) jusqu'à ce que tous les pores soient bien bouchés. Après évaporation du solvant, on polit le bois avec une brosse à cirer bien propre, dans la direction des fibres. La cire retient facilement la poussière et devient ainsi grisâtre après un certain temps, c'est pourquoi, on étendra une mince couche de solution de gomme laque sur les surfaces cirées.

Le bois veiné est plus beau poli. On y arrivera par les opérations suivantes : 1) le dégrossissage ; 2) le mordantage ; 3) le remplissage des pores (ponçage) ; 4) le polissage et glaçage alternés. Les bois qui doivent être polis ne peuvent jamais, pendant le dégrossissage au papier de verre, être frottés en cercle ou dans un sens différent de celui des fibres, car tous les traits se verraient après le mordantage et le polissage. Le papier de verre doit toujours être employé avec le tampon de bois ou de liège pour obtenir une surface dégrossie uniformément.

Les produits mordants pour le mordantage sont des poudres solubles dans l'eau ou l'alcool ; on ne peut employer que des mordants légers. Le mordant ne doit pas être employé trop liquide sinon le bois devient trop humide, il gonfle et les collages se dissolvent. Comme les mordants à l'eau laissent visibles toutes les taches de doigt et n'influencent pas les veines de résine, il est préférable d'employer les mordants à l'alcool. Dans le bois fortement veiné où les veines dures et tendres se succèdent, il n'est pas possible d'éviter le gonflement. Dans ce cas, on rendra de nouveau la surface lisse, après séchage du mordant, au moyen de très fin papier de verre. Parfois, on arrive ainsi de nouveau au bois pur ; on recommencera alors complètement le mordantage. On préférera toujours le mordant à l'alcool à cause de son effet plus profond. On l'étend avec une éponge fixée au bout d'un manche de pinceau (une éponge ne perd pas ses poils). Pour le mordantage, on travaille par régions, et l'on repasse chaque surface à nouveau avec une éponge presque sèche alors que la surface est encore humide.

Pour le bouchage des pores, on frotera la surface séchée avec un chiffon de flanelle enduit d'huile de lin bouillie. On frotera en tournant ou dans une direction oblique aux fibres du bois. En outre, on emploie aussi la pierre ponce en poudre très fine. Le chiffon de flanelle est plié sur un morceau de liège. On peut aussi boucher les pores au moyen d'une première couche de vernis laque. Une couche de colle est à déconseiller.

Ensuite on préparera la solution de gomme-laque. On remplit une bouteille à 1/3 de petites écailles orangées de laque, puis on remplit le reste d'esprit de vin. La bouteille est ensuite bouchée et secouée à plusieurs reprises. Après quelques jours, la laque est complètement dissoute ; nous tordrons alors un vieux morceau de rideau ou de gaze pour en faire un bouchon poreux avec lequel nous fermerons la bouteille.

Celle-ci est placée dans un endroit chaud pour dissoudre complètement les dernières traces de gomme laque. Il faut éviter cependant de l'approcher d'un feu ouvert à cause de l'inflammabilité des vapeurs d'alcool. Il sera d'ailleurs prudent de ne pas faire le polissage au voisinage d'un tel foyer. Après deux jours, on remplit la bouteille à nouveau d'esprit de vin on la secoue convenablement et on filtre à travers un linge dans une bouteille propre. Le produit à polir doit être assez liquide. Le linge qui a servi de filtre peut être immédiatement employé pour un premier polissage, en plaçant le côté propre en dehors ; ainsi le résidu ne vient pas en contact avec le bois. Le linge sera enroulé sur un autre linge ou un tampon d'ouate roulé en forme de boule. Ce tampon de polissage sera frotté en cercle sans arrêt sur la surface à polir. Il ne faut jamais revenir sur une place que l'on vient de frotter. Le tampon de polissage doit être alternativement soulevé et remis sur le bois pendant la traversée du cercle sinon il se produit des taches. De temps en temps, on humectera le tampon intérieur de produit à polir, on replacera le linge extérieur dessus et on continuera le polissage.

Après le premier polissage, on frottera avec un peu d'huile et de fine poudre de pierre ponce, comme si on polissait. Ainsi disparaissent les petits inégalités qui restaient encore et les pores sont bouchés. Ensuite, on nettoie toute la surface et on polit avec un tampon imbibé d'alcool seulement ce qui enlève les dernières traces d'huile.

Pendant le deuxième polissage on travaillera la surface si longtemps qu'elle deviendra complètement luisante. Pour faciliter le polissage, on peut mettre une goutte d'huile de stéarine sur l'extérieur du tampon. Au commencement d'un troisième polissage éventuel, on emploiera une goutte d'huile de polissage. De même un quatrième polissage suivra avec la solution de laque éclaircie sans huile et un cinquième avec de l'alcool pur, sans laque. Ainsi, il ne peut pas se produire de nuage d'huile. Cette méthode peut sembler quelque peu compliquée ; elle a cependant été soigneusement calculée et assure un polissage glacé de toute beauté. Il faut, évidemment, beaucoup de patience pour l'appliquer. On obtiendra un plus beau poli en frottant le polissage complètement sec avec un morceau d'ouate sec et de la craie finement broyée.

Si l'on veut aller plus vite, on emploiera la première couche de laque comme remplissage des pores, en frottant une ou deux fois une solution épaisse de laque et en la laissant sécher convenablement. Ensuite, on frottera avec une feuille de papier de verre très fin, d'abord à sec, puis avec un peu d'huile. Après avoir frotté avec un chiffon, on polit au tampon, puis sans laque, avec de l'alcool seul. Ces deux opérations peuvent aussi être remplacées par une simple couche de solution de laque mélangée de produit à polir russe mais il n'y a plus de raison de considérer cette couche de laque comme un polissage.

Les bois durs n'absorbent pas les mordants habituels, à l'eau ou à l'alcool. On emploiera la cire-mordant. Le bois sera alors brossé et frotté avec le produit à polir, sans passer deux fois à la même place. Après le second polissage, on peut frotter au papier de verre et continuer à polir à la laque ou au produit de polissage. Sur les surfaces noircies par le mordant, la laque brune donne un reflet gênant ; pour l'éviter, on ajoutera au produit à polir un peu de mordant à l'alcool. Pour la couleur naturelle du bois ou pour des bois légèrement attaqués par le mordant, on emploiera la laque très claire, presque blanche ou une solution de copal.

Les vieilles planches qui sont réutilisées, nécessitent une préparation. Les restes de peinture ou de vernis sont enlevés. Il existe pour cela des produits tout préparés. Le plus simple est l'ammoniaque. Avec un vieux pinceau, on enduira d'ammoniaque en solution les parties peintes et la vieille peinture est enlevée avec un vieux couteau ou tout autre objet pas trop aiguisé. Lorsque tous les restes de vieille peinture sont enlevés, on frotte le bois avec de la thérébentine. Si l'on emploie d'autres solvants, les parties nettoyées doivent être convenablement lavées car les restes du solvant qui se trouvent encore dans les veines du bois pourraient dissoudre aussi la nouvelle peinture et rendre celle-ci gluante, après séchage. Les morceaux de bois peints qui doivent être repeints peuvent être traités à la lampe à alcool. La peinture fondant sous la chaleur de la lampe est enlevée à la spatule. Ensuite, on lisse le bois au papier de verre et l'on peut immédiatement placer la couche de fond.

Parfois, il faut rafraîchir des objets peints ou polis. Le bois poli se nettoie avec un chiffon humide et peut être, après séchage, repoli avec une solution claire de laque. Si la couche supérieure est crevassée ou bosselée, on la frottera d'abord au papier pour obtenir une surface bien lisse. Le bois peint sera traité à la spatule pour en enlever la couleur qui s'écaille ou se fendille. Aux endroits où le bois apparaît à travers la peinture, on mettra deux couches de peinture à l'huile. Après avoir frotté au papier de verre, on y déposera une couche de laque-émail. La résine, qui a percé aux endroits des veines de résine ou des nœuds, est enlevée à la spatule puis on traite l'endroit considéré une ou deux fois avec une solution de gomme laque. La peinture à l'huile tient alors très bien.

Travail des isolants

Les isolants peuvent se trouver, dans le commerce, soit complètement finis et prêts à être montés, soit sous la forme appelée produits demi-finis (plaques, tubes, tiges). En démontant de vieux récepteurs, on obtient du vieux matériel ; avant de le réutiliser, il doit être soigneusement nettoyé. Pour cela, il est nécessaire de bien connaître les propriétés des différents produits. En général, les isolants tendres seront traités comme le bois et les durs comme les métaux. Nous emploierons donc l'outillage du travail du bois ou des métaux ; ces outillages sont décrits dans les paragraphes correspondants. Les outils spéciaux pour le travail des isolants ne sont utilisés que dans l'industrie.

Les plaques d'isolants peuvent être obtenues dans le commerce découpées à n'importe quelles dimensions. Si, toutefois, nous avons en vue un travail très précis, nous achèterons de grandes plaques et en découperons nous-mêmes les morceaux désirés. Pour le traçage des lignes à découper, on se servira de la pointe à tracer. Au besoin, on se servira d'une aiguille à bas ou d'une aiguille de phonographe insérée dans la mâchoire d'une foreuse. En aucun cas, il ne faut se servir de crayon, car les lignes de graphite sont conductrices de l'électricité. On ne tracera que les contours, car le traçage des trous à forer et des ouvertures à découper, avec le mètre et l'équerre, serait trop compliqué. Pour cela on emploiera le plan de construction dont on plie le côté le long du côté que l'on vient de scier. On placera alors le pointeau au point où se croisent les deux axes qui déterminent le

trou et, en tenant cet outil bien droit, on donne un léger coup de marteau sur le bout. La pointe du pointeau traverse le papier du plan de construction et laisse dans la plaque, une trace en forme d'entonnoir dans laquelle la mèche se fixe sans glisser de côté. Tous les moyens de fortune comme les aiguilles à bas, les pointes de compas ou les clous d'acier ne possèdent pas cette propriété. Autour des tubes, nous placerons une feuille de papier avec un bord bien droit pour servir de guide à la pointe à tracer. Le travail proprement dit dépend des propriétés de l'isolant.

Le carton bakélite ou trolitax, fort employé actuellement, sera découpé à la scie à découper les métaux. Les plaques épaisses et les bâtons sont coupés avec la scie à étrier ou la scie fine. Si la scie a une tendance à coincer, on la graissera avec un peu d'huile ou de cire. Les côtés peuvent être limés lisses et rendus obliques au rabot. Après avoir frotté les surfaces coupées avec du papier de verre très fin, on peut recouvrir ces surfaces de laque de bakélite, de gomme-laque ou de laque japon, pour éviter l'introduction d'humidité dans les fibres du papier. En le travaillant, on a forcément abîmé la couche de vernis protectrice que la fabrique y avait mise, celle-ci sera donc remplacée par une nouvelle couche de laque ou de vernis. Pour cimenter ou coller, on recommande une solution de résine synthétique pour laquelle les fentes à cimenter ou les pièces à coller doivent être tenues pendant 15 minutes à une température de 150° ou pendant quelques heures à 100°. Il est plus simple de râper les endroits à coller, de les enduire de « Klebol » et de les laisser sécher pendant une heure à 80° C. Le Cohe-san H colle sans chauffer et est déjà sec après quelques minutes.

Le forage se fera uniquement avec des mèches spirales très bien aiguillées et ne tournant pas trop vite. Pour le forage de trous profonds, il faut retirer la mèche plusieurs fois du trou et souffler les copeaux dehors. Ceci est nécessaire pour ne pas caler la mèche. Au besoin, on peut graisser à l'huile ou à la cire. Pendant le forage, la plaque doit être pressée sur une planche placée en-dessous ; on obtient ainsi des trous lisses surtout si, à la fin, on fait tourner la mèche avec une très faible pression mais à grande vitesse. Forées de cette façon, même de minces plaques ne se déchirent pas. Lorsqu'un trou est trop étroit, on l'agrandira avec une lime ronde. La bavure produite par le forage ou par la sortie de la mèche peut être enlevée avec des coups de marteau à plat ou avec la couronne. L'intérieur des trous sera verni au moyen d'un petit pinceau. Pour les grands trous, on peut employer une mèche centrée, mais il faut alors percer des deux côtés comme dit plus haut pour le bois pour ne pas abîmer les bords. Comme le trolitax est formé de plusieurs couches, les vis n'y tiennent que si elles sont perpendiculaires à la surface de la plaque. On peut fileter les trous en graissant avec de la cire d'abeilles.

Les tubes et les bâtons peuvent être travaillés au tour. Il faut seulement prendre garde que la matière ne chauffe pas trop. Le lissage au papier de verre et le polissage se font comme pour le bois. Les plaques jusqu'à 1 mm d'épaisseur peuvent être courbées en corps ronds après un chauffage préalable sans qu'il se produise de fêlure ; la plaque doit être fixée, car elle fait ressort. Des séparations et des textes peuvent être peints avec des mélanges de laque japon et de peintures terreuses. Le plus simple est de se servir de lettres en caoutchouc. On

étend la peinture de laque mince sur du carton, dont on l'enlève avec la lettre de caoutchouc et on la transporte ainsi avec faible pression sur la plaque isolante.

On a parfois encore des restes d'ébonite ou de trolite qui doivent être réutilisés. Les deux produits seront découpés avec la scie à découper les métaux. Pour les morceaux épais, on graissera avec de la thérébentine (pour l'ébonite) ou de la cire d'abeille (pour la trolite). Les bords de découpages de trolite peuvent être rabotés ; pour l'ébonite, ils seront limés avec une vieille lime. Après avoir raboté les surfaces, on polit les côtés avec de la thérébentine (ébonite) ou de l'acétone (trolite). Les ouvertures rondes seront obtenues avec une mèche mobile ou un coupe-disque (fig. 252 à droite). On perce un trou au centre du découpage avec une mèche spirale de 5 mm, puis on termine le travail avec le coupe-disque, en appliquant de l'autre côté le contre-disque. En tournant la poignée, le couteau réglé pour l'ouverture désirée découpe une rainure circulaire. Lorsque le couteau est arrivé à la moitié de l'épaisseur, on retourne la plaque et l'on travaille de l'autre côté jusqu'à ce que le morceau central tombe. Les petits trous sont forés avec des mèches spirales sous faible pression. Immédiatement avant de percer, on ralentit la foreuse en diminuant encore la pression pour obtenir un trou avec des bords bien nets. Lorsque la plaque est placée sur un morceau de bois dur, la mèche va sans qu'on s'en aperçoive jusque dans le bois et coupe des bords nets au trou. Les trous de moyenne grandeur s'obtiennent avec des mèches centrées.

Pour les vis à tête noyée, on fait un trou conique avec la mèche en couronne après avoir foré le trou avec une mèche américaine. Si l'on a plusieurs trous à faire, on comptera le nombre de tours à faire pour que la vis soit exactement enfouie. Avec le même nombre de tours et la même pression, on obtiendra le même creux aux autres places.

Pour le forage, on graissera comme pour le sciage de gros morceaux. L'objet à travailler ne peut pas être mis sans protection dans l'étau, celui-ci laisse toujours des traces. Pour le travail de l'ébonite au tour, la vitesse et l'avance de l'outil ne doivent pas être trop grandes sinon l'outil s'échauffe et peut se briser. Pour la même raison, le lissage de l'ébonite sur le tour au moyen de papier de verre ne peut pas se faire avec la main ; on emploiera un bloc de bois que l'on éloignera souvent de la pièce. Pour frotter l'ébonite tachée ou verdie, on emploie de l'huile et de la craie très fine ou de la poudre de pierre ponce ultra-fine. Après essuyage, on polit avec de la craie moulue très fin et de l'alcool sur un chiffon de laine.

Tandis que l'ébonite ne peut être collée qu'avec de la gomme laque ou de la dissolution de caoutchouc, la trolite se colle plus facilement. Comme colle, on emploie une solution de chutes de trolite dans l'acétone. Cette solution doit être épaisse ; on peut ainsi construire hors de différents petits morceaux, de petites boîtes, des corps de bobines, des carcasses pour noyaux de fer etc., sans faire intervenir la moindre vis. Les pièces métalliques ou autres qui doivent être assemblées à la trolite, sont enduites de laque japon sur la face à coller et pressées à demi-séchées contre la surface de trolite enduite d'acétone. Des signes ou marques peuvent être inscrits sur la trolite ou le trolitax au moyen de terre colorantes, d'acide borique ou de magnésie calcinée mélangée

à de la laque japon. La surface de la trolite ne peut pas être nettoyée à l'alcool. L'eau et l'huile abiment aussi le polissage. Les traces de doigts gras doivent être enlevées au moyen d'un chiffon de laine propre.

La **trolitule** doit être coupée lentement avec une scie à découper à grosses dents en refroidissant avec de l'eau sinon la scie se cale et casse. Si cela se présente, on soulèvera l'objet de 1/2 cm environ au-dessus de la planche de sciage et on tirera la scie vers le bas par un petit choc. La traction subite qui se produit par le choc de la pièce sur la planche dégage la scie. De cette façon, on évite le bris de la lame. Avec un mouvement aller et retour de la scie par seconde et même en une demi-seconde, on n'a pas à craindre de difficulté avec le refroidissement par eau. Le forage se fera à la mèche spirale, lentement et avec refroidissement par eau. On n'emploiera que des limes rudes, sinon elles se boucheraient. Les trous dans les feuilles de trolitule se font à l'emporte-pièce. On conservera soigneusement toutes les chutes qui, dissoutes dans le benzol ou la thérébentine fournissent une colle de première qualité et un vernis avec un facteur de perte extrêmement petit et une constante diélectrique assez faible, qui convient très bien pour la fixation des fils de bobinage, pour le collage des noyaux à haute fréquence — et aussi pour les réparer en cas d'accident — et pour l'assemblage de corps de bobine et de petites boîtes en trolitule. On peut ainsi faire, par exemple, de deux vieux sockets d'hexodes en trolitule, après en avoir enlevé les ressorts de contact, un beau corps de bobine pour ondes courtes. Le récepteur pour ondes courtes représenté fig. 209 est constitué de pièces détachées qui étaient primitivement isolées à l'ébonite et ont été remontées sur trolitule.

En regard de la série d'avantages qui font de la trolitule un matériau de première qualité pour la haute fréquence, il y a à signaler deux inconvénients : sa fragilité et sa sensibilité à la chaleur. Si la trolitule est soumise à une forte pression sans support suffisant, il se formera, à partir du point où la pression est appliquée, des fissures radiales. On peut cimenter ces fissures avec une goutte de benzol ; si la pression revient, les fissures se reproduiront. On ne peut y remédier qu'en employant un morceau de trolitule plus épais ou en plaçant un support en-dessous du point où la pression s'exerce. Les vis de fixation ne seront serrées que modérément, mais, sous chaque écrou, nous introduirons une solution épaisse de trolitule pour coller l'écrou. Par ce ciment, la vis est aussi fermement fixée que si l'écrou était fortement serré, mais les fissures sont évitées. Le bas point de fusion de la trolitule exige certaines précautions pour le montage dans l'appareil de radio. La trolitule ne peut, entre autres, jamais être placée au-dessus ou près du globe de la lampe ou dans le voisinage de résistances susceptibles de chauffer. Bien que la trolitule ne fonde pas encore à 100° C, un objet en trolitule à parois minces subit une forte déformation dans l'eau bouillante.

L'**Amenite** ne se trouve pas dans le commerce en produits demi-finis. Comme on peut employer les pièces en aménite comme celles en trolitule, nous donnerons ci-dessous les différences des propriétés des deux produits. Dans l'aménite, la scie à découper s'échauffe encore plus ; si elle n'est pas refroidie par de l'eau, la sciure reste à la partie inférieure du trait de scie sous forme de pâte noirâtre. Même avec une vitesse de coupe normale, le trait de scie se recolle de lui-même. Au

moindre arrêt, la scie se cale et on ne peut plus la dégager. On ne sciera donc qu'avec une scie « rapide » dont les dents sont très éloignées l'une de l'autre et on refroidit continuellement avec de l'eau en travaillant très lentement.

L'aménite peut être collée comme la trolitule.

Le **marbre** est vendu coupé à dimensions et poli. On doit encore le forer ; pour cela, la plaque doit être couchée. La mèche doit être constamment humectée pour ne pas faire sauter la plaque. Des taches mates dans le polissage s'enlèvent avec de la poudre de pierre ponce très fine. On obtient un polissage glacé avec de la cire dure ou de la paraffine.

Le **verre** n'est, il est vrai, pas utilisé dans les appareils de radio ; cependant, on peut avoir besoin d'un logement transparent pour pouvoir contrôler continuellement certains phénomènes. Le verre se coupe au diamant ou à la molette d'acier. Les petits trous sont forés avec une ancienne mèche spiralee à l'envers dont le bout est trempé à la dureté du verre (chauffage au blanc puis refroidissement dans l'eau ou dans une solution saturée de sel de cuisine). Pour le graissage, on emploie la thérébentine avec du camphre. On forera les grands trous avec un tube de cuivre fixé dans la foreuse et sous une faible pression et l'on ajoute de la poudre d'éméri et de l'eau. Dans ce cas il s'agit plutôt d'un meulage que d'un forage. La plaque doit, pour cela être fixée sur la table entre des lattes. Pour ne pas laisser dévier la mèche, on cloue sur les lattes, au-dessus de la plaque de verre, une planche percée d'un trou par où la mèche passe. On ne fore que jusqu'à mi-épaisseur et l'on reprend de l'autre côté. Le verre se ternit sous l'influence de l'humidité de l'air et doit être continuellement nettoyé. Un bon produit de nettoyage est la craie finement broyée avec de l'alcool ou la magnésie calcinée avec de la benzine.

Le **Plexiglas** est le succédané moderne du verre. C'est un produit de résine artificielle et, comme tel, facile à travailler, malgré sa grande solidité. Pour le découper, on emploie une scie à métaux, pour le forage, les mèches spiralees ordinaires. Comme colle, l'huile de machine peut servir. Le produit est relativement tendre et il lui faut un support assez mou pour le forage sinon il se produit des éraflures. Il est vrai qu'on peut éviter celles-ci au moyen d'un produit spécial de polissage. Avec une colle spéciale, on peut assembler des morceaux ou les coller à des métaux. Le plexiglas est attaqué par l'alcool, l'acétone et le benzol, mais pas par la benzine.

La dureté des nouveaux isolants céramiques qui dépasse la dureté du marbre et du verre, rend leur travail tellement difficile qu'il vaut mieux ne pas l'envisager. Il est préférable de constituer l'appareil avec des pièces détachées offertes dans le commerce pour la construction personnelle.

Le travail des métaux

L'état de présentation des produits à travailler nécessite dans la plupart des cas, un traitement préalable qui consiste surtout en un nettoyage c'est-à-dire l'enlèvement des saletés et des oxydes, et la préparation du travail subséquent. Les plaques, fils ou tiges pliées sont redressées, les points gênants sont coupés, les endroits déformés sont aplanis au marteau. La saleté est enlevée avec de l'eau de savon, la

couleur et le vernis avec de l'eau chaude et de la soude. Le papier de verre fin ne convient pas ici car il produit des griffes. Le cuivre est nettoyé avec de l'acide sulfurique dilué puis avec de l'eau et du sel de soude ; le laiton est nettoyé avec de l'eau vinaigrée et ensuite poli avec un produit à récurer. L'aluminium est nettoyé avec une lessive de soude — ce travail aura lieu, de préférence, sur les pièces finies. Le polissage convient surtout pour les plaques, le nettoyage de pièces entières est plus facile à faire. Le fer est chauffé au rouge et lentement refroidi avant d'être travaillé. L'acier est chauffé au rouge et plongé dans un bain d'huile chaude puis lentement refroidi avec l'huile. En général, on peut éviter le travail de l'acier en utilisant d'autres métaux. Pour aiguiser les ciseaux et les mêches, l'acier ne doit pas être détrem-pé ; si l'on dispose d'une meule dure, on ne s'en servira que si la pointe d'un crochet de tour est cassée.

Le pliage, le redressement et le martelage dépendent de l'élasticité du métal et de son épaisseur. Les fils de cuivre sont plus facile à plier que les fils de bronze. Le martelage et le planage au marteau n'interviennent que pour les plaques. Le matériel sera forgé à froid et le travail repose sur le fait que les surfaces travaillées au marteau subissent un déplacement de la masse. Le martelage est une technique très difficile par laquelle on obtient des vases bombés et ornements, des plats repoussés etc, en martelant une plaque tendre sur un support encore plus tendre (p. ex. du plomb). Pour nous, rien qu'à cause du bruit de gong très ennuyeux, ce travail n'entre pas en considération. Il ne nous arrivera que de devoir aplanir par quelques coups de maillet de bois, des plaques gondolées. On fera cela sur une plaque dure et bien plane. Si l'on n'arrive pas au résultat avec un maillet de bois, on emploiera un marteau de fer avec la tête aussi plate que possible. On peut employer aussi ce qu'on appelle une chasse plate.

Une petite enclume en acier de 1 kg (fig. 239) peut s'obtenir à bon compte et suffira comme chasse plate. Les bosses de la plaque seront aplanies en frappant autour. Après un travail répété alternativement des deux côtés, si le travail a été soigné, on ne trouve plus trace de la bosse. Si l'on ne dispose pas d'un marteau spécial et qu'il y ait des chances de laisser des traces de coup sur la plaque, on mettra un morceau de journal sur la plaque. Le cuivre devient plus dur et plus fragile sous le marteau, en le recuisant, il redevient plus tendre. Les tiges et les gros fils sont redressés de la même façon. On les place sur l'enclume avec la courbure vers le haut et on les frappe au marteau. De cette façon, on enlèvera les plis un à un. Les coups de marteau doivent être légers pour ne pas laisser de trace. On peut s'assurer si la courbure est complètement disparue en plaçant l'objet contre une règle. Le fil nu peut être redressé en l'étirant. On attache l'un des bouts à la clenche de la porte, p. ex. et l'on tire sur l'autre bout par petites secousses ; le fil est alors complètement redressé et peut être débité en longueurs convenables. Pour conserver les fils ainsi découpés, les rouleaux de cartons comme on en emploie pour l'envoi de dessins, diplômes etc., conviennent très bien. Les fils enroulés sont fixés à la clenche d'une porte. On prend ensuite le fil avec la main droite gantée de cuir et l'on recule en faisant passer le fil entre le pouce d'une part et l'index et le majeur d'autre part. La position des doigts courbe le fil en plusieurs points en sens inverse de sa courbure première qui disparaît ainsi complètement. Les fils doivent toujours

être conservés sur des bobines et non en rouleaux libres qui amènent des difficultés de dévidage (boucles). Les bobines de fil de connexion doivent avoir au moins 15 cm de diamètre et être construites comme des tambours de câble.

Pour le traçage exact, il est utile d'avoir une règle en acier, on pourra cependant s'en tirer avec l'indispensable équerre en fer. Pour tirer les lignes, il faut une pointe à tracer. Cette pointe sera tenue un peu oblique et on fera glisser la pointe aussi près que possible de la latte ; ainsi, les erreurs de dessin seront des plus réduites. Pour le zinc, on n'emploie pas de pointe d'acier mais une épingle en laiton. Les circonférences sont tracées avec un compas à pointes sèches. Il est préférable d'employer, pour cela un compas spécial en fer fondu, car les compas ordinaires ont rapidement les pointes abîmées. Les tubes, surtout les tubes épais, seront entourés d'une bande de papier dont le côté très droit peut servir de ligne de coupe.

Pour la mesure et le contrôle des pièces en cours de travail, il faut absolument un pied à coulisse. Le pied à coulisse standard (fig. 229) est pratique et pas cher. Il permet de mesurer les dimensions

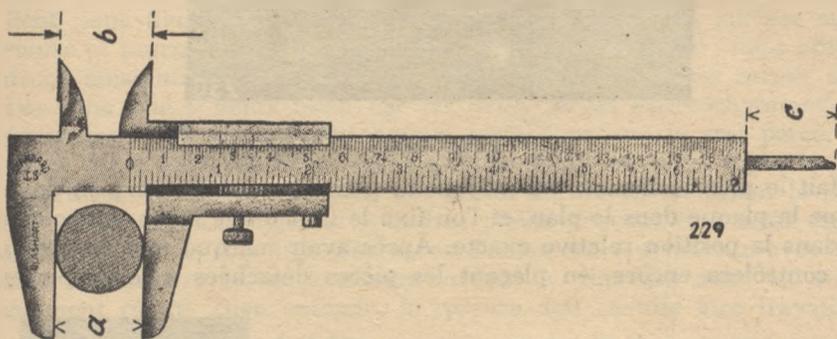


Fig. 229

extérieures (a), les dimensions intérieures, (b) et les profondeurs (c) et ce, à 1/10 mm près au moyen d'un vernier. Sur un vernier, il y a dix divisions sur une longueur correspondant à la distance qui sépare 9 divisions de l'échelle principale (voir fig. 173). Si, lors de la lecture, ce n'est pas la première, mais, p. ex. la sixième division du vernier qui se trouve exactement en face d'une division de l'échelle, cela veut dire que l'on doit ajouter 6/10 mm à la lecture correspondant à la première division (immédiatement avant celle-ci). Dans la fig. 230, on a représenté, en agrandi, le vernier d'un pied à coulisse (Colombus); celui-ci est exactement sur 10,6. Avec un peu d'exercice, il est possible d'estimer le demi-dixième, donc 0,05 mm ; ce n'est cependant plus possible si le pied à coulisse est légèrement courbé ce qui peut arriver si l'instrument est tombé de la table. Pour des mesures précises, le pied à coulisse doit d'abord être entièrement refermé pour contrôler si la lecture O correspond bien à l'épaisseur O ; les surfaces de contact doivent alors, tenues contre la lumière, être parfaitement en contact. Le pied à coulisse ne doit jamais être utilisé pour tracer des mesures, les pointes de mesure en souffriraient. Pour la mesure de fils fins, on emploie le micromètre (fig. 131).

Le traçage des trous se fait au moyen du pointeau ; c'est une tige d'acier avec une pointe conique (fig. 231 n° 4). Il est placé à la place

vou'ue et imprimé dans le métal par un coup de marteau. Pour les plaques minces, il faut les mettre sur une pièce de métal dur sinon la plaque se défonce. Généralement les plaques auront au moins 2 mm d'épaisseur ; il suffit alors de les poser sur la table. Le tracé des trous

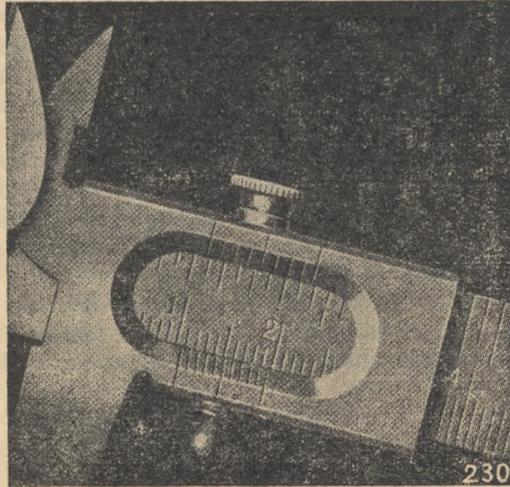


Fig. 230

se fait le plus facilement au moyen du plan de construction ; on enveloppe la plaque dans le plan, et l'on fixe le tout d'une façon inamovible et dans la position relative exacte. Après avoir marqué tous les trous, on contrôlera encore, en plaçant les pièces détachées à leurs places,

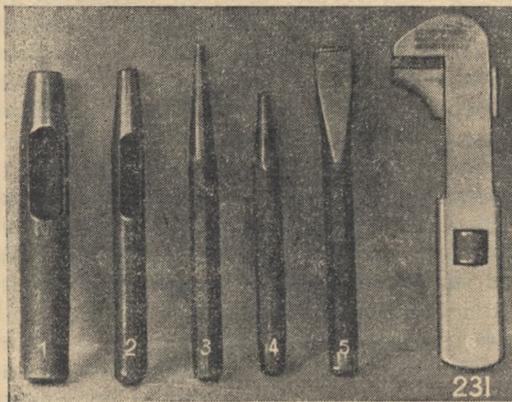


Fig. 231

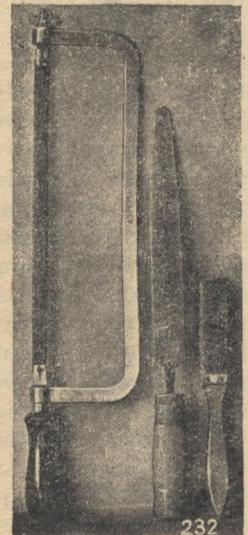


Fig. 232

si la position des trous est bonne. Un traçage inexact du pointeau peut encore être corrigé par quelques coups de marteau ; un trou mal foré reste.

Pour le sciage, on emploie une scie à métaux, tendue sur un arc (fig. 232 à gauche) et la scie à découper avec des lames spéciales. Cette dernière est plus spécialement destinée au travail des plaques tandis que la scie sur arc permet le découpage de pièces massives, tiges et tubes. On emploie aussi pour cela des scies avec des dents plus rudes ; les scies à dents fines font des copeaux dans les pièces épaisses. L'arc est construit de telle sorte que la lame peut être mise dans deux positions perpendiculaires l'une à l'autre par rapport à l'arc, cela permet de faire des traits de scie plus longs que dans la position normale où l'arc pourrait gêner. La scie est tenue à deux mains ; une à la poignée et l'autre en avant sur l'arc et elle sera tirée sur toute sa longueur dans la matière. La main gauche reposant en avant sur l'arc règle aussi la pression qui doit être juste ce qu'il faut pour que les dents mordent.

Le placement de la lame de scie à angle vif, ne convient pas pour le métal, les dents se brisent sur une face trop aigue. Il faut scier plat, en faisant un angle très faible avec la surface supérieure de la pièce. Si nous craignons de faire un trait de scie qui ne soit pas bien droit, nous pouvons marquer le trait à suivre avec une lime demi-ronde dont nous tiendrons la face plate perpendiculaire à la surface supérieure et tournée du côté de la pièce qui doit être utilisé ; nous obtiendrons ainsi une coupure nette. Les tubes et les plaques seront sciés avec une scie à dents fines, car les dents larges s'accrocheraient. On sciera les tubes en tournant autour jusqu'à ce que la scie perce. En sciant droit, dans les tubes comme on le ferait dans les tiges, la scie s'accroche. On évitera de scier des arêtes aigues en modifiant la position de la scie. Les tiges et cylindres pleins peuvent être sciés droit ; on ne sciera pas une tige d'acier, on l'entamera tout autour avec une lime triangulaire et on la cassera lorsque le diamètre aura été suffisamment réduit. Bien entendu, la cassure doit ensuite être travaillée.

La scie à métaux doit être montée avec les dents en avant. La scie ne coupe donc que lorsque l'on pousse, dans le mouvement de retour, elle glisse à vide. Le laiton se scie à sec, le fer sera graissé avec un peu d'huile et l'aluminium avec du pétrole. Les plaques minces seront sciées à la scie à découper si la cisaille ne convient pas. Cette méthode convient surtout lorsqu'il s'agit de petits morceaux ou lorsqu'il s'agit de couper des crans ou de petites découpures intérieures. Dans ce dernier cas, on fore un trou près de la ligne à découper et l'on y introduit la lame que l'on retend ensuite. La scie à découper doit être montée avec les dents vers le bas pour couper dans le mouvement de haut en bas. On sciera les tôles très minces entre deux plaques de triplex que l'on fixera ensemble avec de petits clous et l'on sciera le tout comme s'il n'y avait que du triplex. On évite ainsi le bruit assourdissant que provoque le sciage de plaques minces. On sciera de la même façon d'un seul coup les pièces qui doivent avoir la même forme. Tous les morceaux de même grandeurs seront donc fixés entre deux planches de triplex.

Pour couper des formes simples de plaques, la cisaille est toute désignée (fig. 233) ; elle donne des sections droites et nettes. En la manœuvrant maladroitement, on peut facilement se blesser (la main se pince facilement entre les branches). On tiendra donc la cisaille comme l'indique la figure. Les tôles très minces peuvent se couper avec de vieux ciseaux de ménage. Il ne faut cependant pas y sacrifier

une bonne paire de ciseaux, car elle s'abîme rapidement. Si les vieux ciseaux ont une tendance à coincer, on placera la tête de la vis sur une pierre et l'on frappera avec un marteau sur le bout de la vis. Une tôle coupée à la machine reste plate ; si l'on emploie la cisaille à main, la tôle reste dans le chemin de la cisaille et il la faut la courber vers le haut d'un côté et vers le bas de l'autre pour permettre à la cisaille de continuer son travail. Cette courbure de la plaque peut être facilement enlevée avec un maillet de bois. Si l'on ne dispose pas d'une cisaille à main et que les ciseaux de ménage ne soient pas assez forts, on peut couper une tôle de métal tendre (zinc, cuivre, aluminium) en l'entamant fortement au moyen d'une forte pointe à tracer en acier ou d'une lame de canif cassée le long d'une règle d'acier et en la cassant ensuite par plusieurs pliages alternés. Les côtés doivent alors, en tous cas, être retravaillés à la lime. Les pinces à couper et les coupe-fils travaillent comme des ciseaux. La plupart des pinces d'électriciens ou pinces combinées ont, sur le côté des mâchoires éoupantes pour couper les bouts de fil. Comme, dans la construction des récepteurs, nous n'avons affaire qu'à des fils très tendres, ce genre de pince nous suffira tandis que pour des fils en métal dur, il faut des pinces avec



Fig. 233

des mâchoires particulièrement solides. Si l'on voulait couper un fil de ce genre avec une pince ordinaire, on risquerait de briser la pince ou d'abîmer le tranchant de cisaille. Pour la même raison, il ne faut jamais aider la pince en frappant dessus avec un marteau lorsqu'elle n'arrive pas à couper ; on n'arriverait qu'à plier ou à fausser la pince.

Lorsqu'un morceau de métal ne peut pas être coupé par l'un des moyens énoncés ci-dessus, on peut encore employer le burin (fig. 231 n° 5). Les burins en acier au chrome-vanadium ont un très bon rendement ; cet acier est aussi employé pour les pointeaux.

Le tranchant du burin est enfoncé au marteau dans le métal à couper, mais seulement jusqu'à ce qu'il reste encore une faible épaisseur qui peut être cassée par le pliage ; on évite ainsi de faire venir le tranchant du burin en contact avec l'enclume ce qui l'abîmerait. Pour ce genre de travail, il faut un appui très solide et très lourd. En-dessous des endroits à couper, on placera un épais morceau de métal pour que, à chaque coup de marteau, le tranchant du burin s'enfonce réellement dans le métal. On pourra souvent éviter ce travail en faisant couper les pièces à dimensions lors de leur achat. Les profilés et les cornières sont enmagasinés en grandes longueurs. Le marchand en coupe des

morceaux sur demande en se servant le plus souvent d'une grande cisaille à levier, facile à manœuvrer, de sorte qu'il est indifférent au marchand de s'en servir à plusieurs reprises. Cela nous aidera donc dans une grande mesure. Le burin peut aussi être utilisé pour plier les coins. Pour les boîtes de blindage, il faudra surtout veiller à réaliser une bonne fermeture des côtés. Comme le blindage doit souvent pouvoir être enlevé en défaisant quelques vis, il faudra prévoir, pour une bonne fermeture des côtés un rebord de 10 à 15 mm, à moins qu'on ne préfère construire une charpente en cornières sur laquelle on fixera les parois du blindage. Le pliage des côtés se fait en deux opérations. On place d'abord la plaque avec le futur côté interne vers le haut, sur une planche de bois. Sur une des extrémités de la ligne de pliage préalablement tracée, nous placerons le tranchant du burin et y donnerons un léger coup de marteau. La tôle se pliera alors légèrement. On place alors le burin un peu plus loin sur la ligne et l'on frappe de nouveau et ainsi jusqu'au bout de la ligne et l'on revient en faisant de même, car le pliage en une fois est trop difficile. Nous placerons ensuite la tôle sur le bord d'une forte plaque de métal (une taque de cuisinière, p. ex.) coupée bien droite et nous plierons notre tôle par de légers coups de maillet de bois sur toute la longueur jusqu'à ce que nous obtenions une face bien nette et bien perpendiculaire. La

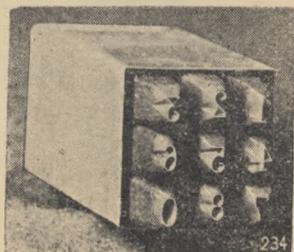


Fig. 234

plaque de métal ou la taque de cuisinière qui soutient notre travail doit avoir un côté bien net et être placée sur une base solide qui supporte les coups de marteau. Au besoin, on vissera un morceau de cornière d'environ $2 \times 20 \times 20$ mm sur le bord de la table de travail (visser avec des vis à tête noyée).

Parmi les burins, on peut ranger les chiffres et lettres qui impriment leur marque dans le métal ou dans les plaques isolantes en les frappant au marteau. On peut employer un jeu de chiffres (fig. 234) pour frapper des nombres à côté des grandes divisions des échelles.

Les emporte-pièces et les poinçons avec lesquels on fait des trous dans les tôles et les bandes ont une certaine parenté avec les burins. L'emporte-pièce (fig. 231 n° 1 et 2) a une section annulaire. Il est placé sur la tôle et y est enfoncé par quelques coups de marteau jusqu'à ce qu'il en tombe un petit disque circulaire. Sous la tôle, on mettra une plaque de plomb, de zinc ou de carton dur. Les bords du trou sont ainsi un peu recourbés et seront redressés au marteau. Une autre méthode de perçage des trous est l'emploi du poinçon (fig. 231 n° 3). La pièce à percer est placée sur un écrou et le poinçon est placé sur la dessus de la tôle. On enfonce ensuite le poinçon d'un seul coup de marteau énergique. Si l'ouverture de l'écrou est exactement du diamètre du trou à percer, on obtient une découpe aussi nette qu'avec une perceuse.

Pour le forage des métaux, on fait tourner les mèches américaines très vite ; pour cela, on emploie la foreuse à main souvent appelée « chignole » (fig. 235, à droite). Elle tourne sur roulements à billes et contient deux rapports de vitesses différents ainsi qu'un petit volant qui assure un mouvement régulier. Le mécanisme est complètement enfermé pour le protéger des poussières et des limailles. Comme mèches, il nous faut principalement : 2,5 mm pour le passage des fils, 3,25 à 3,5 mm pour les vis de montage de 3 mm, 4,5 mm pour les bornes, 6 mm pour les douilles et les axes, 7 et 10 mm pour les pièces détachées à fixation centrale et 13 mm pour les anneaux isolants. Si l'on emploie des vis de montage sans écrou, il faut encore une mèche de 2,4 mm pour les trous filetés à 3 mm. Généralement, on pourra y arriver aussi avec la mèche de 2,5 mm. Pour le filetage de trous de 4 mm, il faut une mèche de 3,2 mm. Pour fileter des trous destinés à des broches ou des douilles de 6 mm filetées, la mèche de 4,5 mm ci-dessus mentionnée est trop mince, on devra aléser quelque peu le trou ou employer une mèche de 4,8 mm. Le trou destiné à recevoir une vis doit être foré avec une mèche dont le diamètre est de 0,1 à 0,2 mm plus gros que le fond du filet de la vis.

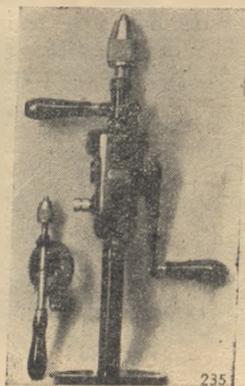


Fig. 235

Ceci s'applique à tous les filets. L'achat d'une foreuse capable de forer jusqu'à 13 mm n'est pas à portée de toutes les bourses. On peut aussi se servir d'une petite foreuse (fig. 235 à gauche) qui peut forer jusqu'à 6 mm. Les trous plus grands devront alors être sciés ce qui donne des trous plus nets qu'à la lime. Lors du forage, on tiendra la foreuse bien perpendiculaire à la surface de la plaque. Si l'on tient la foreuse de travers, les vis de montage se placeront en oblique et pourront facilement se briser sous l'effort des écrous. On vérifiera facilement la position de la foreuse au moyen d'un miroir perforé que l'on place en-dessous de la foreuse ou au moyen d'un miroir de poche placé à côté de la foreuse et qui permet de voir la position de celle-ci de différents côtés. La mèche est bien placée lorsqu'elle forme une ligne droite avec son image. Pour ne pas faire glisser la pointe de la mèche, le trou à forer doit être bien marqué. Les grands trous seront d'abord percés avec une petite mèche pour guider la grosse mèche et éviter qu'elle ne glisse sur la pièce à travailler. Pour ces grosses mèches, le simple marquage au pointeau ne suffit pas. Le laiton se fore à sec, le fer et le nickel doivent être graissés à l'eau de savon, le cuivre avec de la

thérébentine, qui est d'ailleurs fort utile pour le laiton aussi, le zinc est graissé à l'alcool et l'aluminium au pétrole. Pour les métaux tendres, on n'appuyera pas trop fort sur la mèche. Les derniers tours de la mèche avant le perçage doivent être faits lentement et sans pression pour éviter de briser la mèche qui, souvent s'accroche. Si le bout de la mèche est déjà sorti mais s'est accroché, on tournera à l'envers ce qui permettra souvent de détacher les restes de métal qui accrochent. Il faut être très prudent pour le forage des plaques. Si la plaque n'est pas bien fixée, au moment où la mèche s'accroche, elle entraîne la plaque avec elle et celle-ci, en tournant peut occasionner de graves blessures aux mains. Lors du forage de l'aluminium et du zinc, il se produit souvent des bavures à la partie inférieure du trou. En plaçant sous l'objet à forer un morceau de zinc, et en forant convenablement la plaque, on obtient des trous bien nets; on peut aussi enlever la bavure avec la mèche en couronne.

Il peut arriver que l'on doive forer un trou pour lequel on ne possède pas la mèche voulue. On forera alors le trou aussi grand que possible en-dessous du diamètre voulu et on l'amènera à la dimension désirée au moyen de l'alésoir (fig. 236). Celui-ci est un morceau d'acier

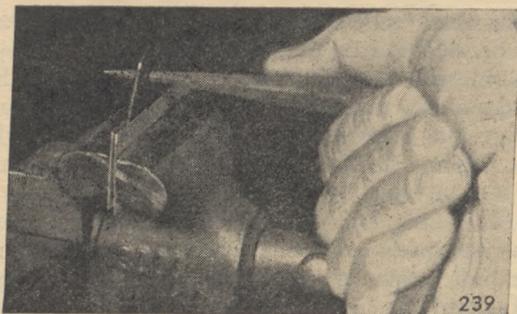


Fig. 236

plié en équerre qui est carré à une extrémité et hexagonal à l'autre et pointu pour arriver à une épaisseur de 12 mm. Au besoin, on se servira d'une lime ronde. Dans ces cas, il faudra bien veiller à ce que le trou reste rond. On peut aussi employer les mèches américaines pour percer une ouverture après coup dans un blindage métallique terminé, ce qu'on pourrait généralement pas faire à la scie. On forera ainsi une série de trous le long de la ligne périphérique jusqu'à ce que l'on puisse enlever le morceau du centre. Les bords dentelés qui en résultent seront ensuite limés droit.

On ne peut forer ou limer convenablement que lorsque la pièce est fixée fortement. Pour cela, on la placera dans l'étau. On n'emploiera qu'un étau parallèle dont la vis de serrage se déplace dans un logement qui la protège des limailles et des copeaux. Il existe des étaux qui peuvent être vissés sur l'établi et d'autres qui sont fixés par des griffes à vis (cavaliers) et peuvent être enlevés instantanément au besoin. La première espèce tient mieux sur l'établi. Si l'on ne dispose pas d'un établi, on peut le remplacer par une planche épaisse fixée à l'appui de fenêtre au moyen de deux cavaliers à vis. De cette façon, l'appui de fenêtre n'est pas endommagé et nous pouvons travailler sans difficulté à un établi qui, après emploi peut être remis dans un

coin où il ne gêne personne. Seuls les morceaux de métal brut peuvent être serrés directement dans l'étau car, pour eux, il importe peu que les mors de l'étau y laissent des marques. Au fur et à mesure de l'avancement du travail, nous emploierons des morceaux de carton (fig. 236) des plaques de plomb ou un morceau de bois pour protéger les surfaces déjà travaillées. L'objet à travailler doit toujours être fixé au-dessus de la vis et non sur le côté pour éviter d'abîmer l'étau par une charge unilatérale. Si l'on veut limer des côtés en oblique, on ne placera pas l'objet directement sur le côté dans l'étau, mais entre deux blocs de bois convenablement préparés. On évitera ainsi que la pièce saute hors de l'étau pendant le travail.

Les limes diffèrent par leur grandeur, leur forme et leur taille. Elles sont plates, triangulaires, rondes ou demi-rondes, depuis les fines limes d'horloger jusqu'aux grosses limes de serrurier. D'après la taille, on distingue les limes grosses, bâtardes et douces. Les limes grosses servent à enlever une couche de plus de 0,5 mm d'épaisseur tandis que les limes douces n'enlèvent que des couches plus minces que 0,2 mm. Elles sont employées pour le finissage des pièces et pour l'ébavurage. Pour les petits objets que nous aurons à travailler, il suffit d'une série de limes pour serrures qui ont une taille douce et ne coûtent pas cher, ainsi qu'une lime plate, une demi-ronde et deux rondes bâtardes de différentes dimensions.

Il est impossible de faire du bon travail avec une lime qui n'est pas bien ferme dans son manche. Il n'est pas nécessaire de placer la tige à chaud dans le manche. On tire carrément la lime hors du manche et on la replace, la lime dirigée vers le haut. On frappe alors avec le manche sur la table ou sur l'enclume et la lime se fixe d'elle-même. La lime doit être enfoncée profondément et bien droite dans le manche sinon nous prendrons l'habitude néfaste de limer de travers. Le travail à la lime plate exige un certain exercice, car la surface limée devient facilement courbe lorsque la lime n'est pas très bien guidée. On tient le manche bien fermement de la main droite, le pouce au-dessus, on place la lime à plat sur la surface horizontale bien fixée dans l'étau ; la main gauche repose sur la pointe avant de la lime et pousse légèrement pendant le travail. Pour les grandes limes, on repose la main gauche tout entière sur la lime, pour les limes de moyenne grandeur on guide avec le pouce et l'index de la main gauche. Les petites limes n'ont pas besoin d'être guidées on les prend seulement de la main droite (index vers le haut). Pendant qu'on lime, on place le pied gauche en avant pour faciliter le mouvement du haut du corps. C'est de cette façon que l'on enseigne le maniement de la lime dans les ateliers. Si l'on n'arrive pas ainsi à un bon résultat, on peut former un arc au-dessus de la lime avec la main gauche, le pouce vers le manche, l'index et le majeur vers la pointe. Dans cette position, toute variation du mouvement de la lime produit une rotation dans le poignet, tandis que dans la position enseignée dans les ateliers, la rotation a lieu dans le bras. Le moindre mouvement dans le poignet se remarque immédiatement, car le levier double formé par les deux doigts travaille dans les deux sens. Si l'on se destine à une épreuve technique, il faut évidemment s'exercer à la première méthode.

Il est inutile d'exercer une pression sur la lime dans le mouvement de retour, car la lime ne travaille que lorsqu'elle est poussée en avant. Il est important, lorsqu'on lime plat, que la lime ne quitte pas la

surface à limer. Le finissage a lieu avec des limes douces. Pour parachever le fer très lisse, on emploie un peu d'huile à la fin du travail. On fixe ainsi les fines limailles dans les raies de la lime qui ne travaille plus que par les fines pointes des dents. La lime doit évidemment être nettoyée ensuite. On peut obtenir un travail du même genre en tenant la lime à deux mains et en la tirant obliquement sur la surface à finir. On changera de temps en temps de direction pour juger par la différence des ombres et des lumières si la surface est bien plane. Pour limer plat, il ne faut pas employer une lime absolument plane. Il faut, pour celà, une lime dont la surface soit un peu courbée comme p. ex. une lime triangulaire. On peut même ainsi limer des surfaces creuses. Pour le laiton, il faut des limes bien aiguës, on n'emploiera que des limes neuves pour le laiton et réservera les limes usagées pour le fer, puis ensuite pour les métaux tendres (cuivre, zinc, plomb, aluminium). Pour ne pas employer une lime qui ne convient pas pour le métal travaillé, on peut marquer sur le manche le côté réservé au laiton, au métal dur (fer) ou dans le cas d'une vieille lime, pour les métaux tendres. Pour aiguiser les scies, on emploie une lime spéciale, la lame de scie étant trempée rendrait rapidement une lime ordinaire inutilisable.

Pour éviter la fixation de la limaille, on enduit la lime de craie ; on peut toujours alors nettoyer la lime avec une brosse à lime (fig. 232 à droite). Surtout pour le travail de biais (finissage), la lime doit être bien brossée sinon les limailles feraient des stries qui abîmeraient le polissage. La brosse en fils de fer (brosse à lime) ne peut être maniée que dans le sens des lignes de la lime sinon les pointes de fer abîmeraient les arêtes. Pour l'aluminium, il est préférable de ne pas employer de lime, car les limailles seraient presque entièrement absorbées par la lime. Il existe pour ce métal des limes fraisées avec des dents entaillées que l'on pourrait aussi appeler râpes. Si on ne dispose pas d'une lime de ce genre, on peut employer une lime grosse à simples rainures. Si l'on n'arrive pas à nettoyer la lime avec la brosse, on frottera les rainures avec le côté aigu d'un morceau de laiton ce qui poussera la limaille dehors. Les limes peuvent aussi être nettoyées par un procédé chimique. La lime est placée dans un bain qui dissout la limaille. Pour le fer, on prend une solution diluée de sulfate de cuivre, pour le zinc l'acide sulfurique dilué, pour l'aluminium une solution de lessive de soude. Les autres métaux peuvent être éliminés par un bain composé de 1 partie d'acide nitrique, 3 parties d'acide sulfurique et 7 parties d'eau.

On n'obtient jamais de surface parfaitement lisse à la lime ; on peut terminer par un polissage. Pour celà, on plie un morceau de toile émeri sur une lime plate et on frotte le métal pour le polir. L'aluminium est poli à l'eau. La poussière de zinc et des métaux légers produite par le polissage est, à sec, extraordinairement inflammable. L'aluminium non poli n'est pas beau ; par le polissage il acquiert l'aspect d'argent mat. Les plaques sont placées sur une planche et frottées avec un chiffon de laine, de l'eau et de la pierre ponce en poudre ou une poudre à récurer, toujours dans la même direction sur toute la surface, d'une extrémité à l'autre ; si c'est nécessaire, on ajoutera encore un peu de poudre à récurer. Pour parachever, on n'ajoute plus de poudre et l'on continue à frotter avec la poudre déjà employée qui rend la surface encore plus polie. On rince alors et on frotte la plaque

avec un chiffon de lin propre jusqu'à ce qu'elle devienne chaude et sèche. On terminera avec de la craie finement broyée ou de la chaux de Vienne. Le métal sera frotté à sec avec ce produit qui lui donne une surface polie gris argent.

Si l'on dispose d'une installation de tournage (tour, machine à coudre, moteur, foreuse etc.) on peut employer un disque à polir. C'est un disque de carton de 2 mm d'épaisseur environ avec de l'émeri collé sur le bord. On peut fabriquer quelque chose de semblable avec un disque de bois tourné dont le bord porte une bande de toile émeri très fine ou a été enduit de colle et ensuite parsemé de poudre d'émeri. Pour polir, on fait tourner le disque très vite, puis on met l'objet à travailler en contact avec lui. La manœuvre est bien connue, car n'importe quel repasseur de ciseaux possède un disque de ce genre. Les disques de polissage prennent peu de métal et ne conviennent pas pour un travail continu. Pour cela il existe des meules, c'est-à-dire des corps formés de poudre d'émeri comprimée. Dans toutes les machines à meuler se trouvent des meules artificielles de ce genre ; elles consistent en particules très dures rassemblées sous pression par un liant approprié. Pour l'acier fondu, le laiton, l'aluminium, le cuivre et

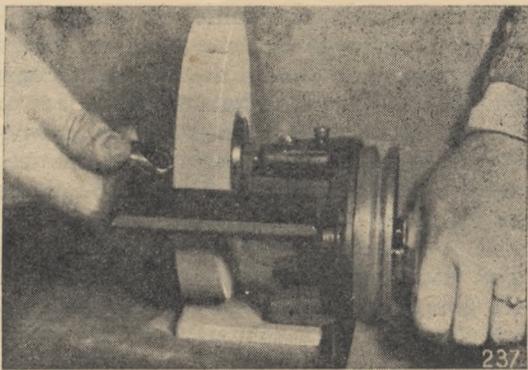


Fig. 237

aussi pour l'ébonite, la porcelaine, le marbre et le bois, on emploie le carbure de silicium (carborandum) tandis que pour l'acier, le fer forgé et le bronze, on emploie plutôt l'électro-corindon.

Le meulage et l'ajustage des outils émoussés appartiennent aussi au travail des métaux. Le plus simple de ces travaux est le repassage des couteaux et ciseaux avec le « fusil ». C'est une longue tige ronde avec des rainures longitudinales avec laquelle on frotte alternativement les deux côtés de la lame. Les limailles ainsi produites sont retenues par la tige qui est aimantée et que l'on nettoie ensuite avec un linge. Les lames de rabot, les ciseaux à bois, les ciseaux à mortaises sont meulés sur des pierres à eau ou à huile. Nous avons décrit la méthode dans le paragraphe du travail du bois. En meulant avec la pierre à eau ou à huile, on n'enlève que peu de métal ; si le tranchant est cassé, le travail risque d'être long. Dans ce cas, on emploiera une meule plus active ; celle-ci peut s'obtenir dans le commerce toute préparée et montée sur la machine motrice. Au besoin on peut fixer une meule sur la foreuse au moyen d'un boulon et d'un écrou. Il est cependant préférable d'employer une machine à meuler spéciale avec support qui

permet de placer aisément les objets à meuler dans la position voulue. Le tranchant des outils est d'abord meulé lisse et droit et ensuite parachevé à la pierre à eau ou à huile qui enlève les bavures et polit le tranchant. Dans la table de la machine à meuler se trouve généralement un creux oblique pour le meulage des mèches (fig. 237). Si ce perfectionnement n'existe pas, on en construira un, car sans lui, il est impossible d'apprendre à meuler les mèches. Un bloc de bois avec une rainure dans laquelle la mèche peut être insérée suffira déjà. L'inclinaison entre la meule et cette rainure doit être d'environ 58° .

L'affûtage des mèches américaines a lieu suivant une technique spéciale. Une mèche américaine n'a pas, à proprement parler, de pointe conique, les deux surfaces qui servent de tranchant sont meulées obliquement à la pointe (fig. 238). Ce n'est que par ces deux faces obliques que les deux tranchants doivent appuyer sur le métal. Si elles se trouvaient à la même hauteur que les surfaces enlevées, celles-ci appuyeraient sur le métal, les tranchants frotteraient sur le métal à forer sans attaquer celui-ci. Le petit couteau formé par la pointe de



Fig. 238

la mèche et qui est bien visible dans la fig. 238 sur la première et la dernière mèche, doit se trouver exactement dans le milieu de la mèche sinon la mèche est mal affûtée et vibre. Les tranchants obliques doivent former avec les deux sections latérales un angle de 55° environ. L'angle du cône est normalement de 116° , et de 130° pour les matériaux durs, 80° pour les matériaux tendres. Dans la plupart des cas, on se sert de l'angle normal. Lors de l'affûtage, on comparera de temps en temps la mèche affûtée avec une mèche neuve. Pendant l'affûtage, la mèche ne doit pas chauffer trop fort, sinon elle perd sa dureté et ne coupe plus. Les mèches doivent être conservées dans un bloc de bois spécial pour ne pas abîmer l'affûtage.

L'adoucissement de l'acier, en le chauffant à blanc et en le refroidissant ensuite dans un bain d'huile chaude jusqu'à ce que l'huile et l'acier soient refroidis, ne doit être entrepris que pour des pièces qui doivent être re forgées. Le morceau d'acier terminé sera chauffé jusqu'à une teinte jaune puis refroidi dans l'eau froide. La dureté sera obtenue par une trempe dans une solution saturée de sel de cuisine après chauffage au blanc. Comme l'acier trempé dur est trop

fragile pour divers travaux, il faudra souvent le détremper partiellement. Pour cela, on tiendra la pointe d'une mèche, p. ex. dans une flamme ardente (bec Bunsen) et l'on attendra d'avoir atteint la couleur jaune clair, après quoi on plonge la mèche dans l'eau froide. On traitera de la même façon les pointes à tracer, les pointeaux et les poinçons. Les tourne-vis restent plus longtemps dans la flamme jusqu'à ce que toute la gamme de couleurs jaune-orangé-vert-violet-bleu-gris soit arrivée au violet-bleu foncé, après quoi on trempe. Le durcissage et la trempe ne doivent être pratiqués que lorsque l'outil a dû être préalablement détrempé, ce sera donc le cas lorsque le tranchant ou la pointe a été cassée. Le cuivre et le bronze ne sont pas durcis par la trempe mais au contraire, deviennent plus malléables et plus faciles à travailler.

Le polissage est un meulage avec des produits à grains plus fins ; le polissage à l'agate n'est employé que par les orfèvres. Les produits à polir sont le rouge à polir (tête morte, oxyde de fer) avec de l'huile ou de l'eau ou bien de la craie finement broyée, mélangée de graisse. On peut se procurer la pâte toute préparée dans le commerce. On polit en frottant fortement avec un chiffon de laine ou au moyen de disques de feutre tournants sur lesquels on emploie la pâte à polir. On peut fabriquer un disque à polir avec de vieux chiffons dont on place plusieurs couches l'une sur l'autre et que l'on coud solidement ensemble. On les découpe ensuite en disques. Le disque ainsi obtenu doit avoir un diamètre de 15 à 20 cm et une épaisseur de 1 à 2 cm. La pâte à polir est placée sur le bord du disque. Pour parachever le polissage, on emploie de la chaux de Vienne ou du blanc à polir. On le met dans un sac de coton et l'on en saupoudre le bord du disque. Si l'on ne dispose pas de disque à polir, on polira avec un chiffon. Le polissage comme le meulage se fait toujours dans la même direction.

On peut donner une couleur spéciale au métal par des mordants. On noircira le fer par une solution dans 50 parties d'eau d'une partie de chlorure de bismuth, 6 parties d'acide chlorhydrique (esprit de sel) et 5 parties d'alcool. Pour le laiton, on emploiera un mélange de deux parties d'acide sulfurique dilué et une partie d'acide nitrique. Dans un bain composé de 6 parties d'hyposulfite de soude, 2 parties d'acétate de plomb et 100 parties d'eau, le laiton passe par toutes les teintes du spectre suivant : gris-rouge-violet-bleu-noir. L'aluminium est attaqué par la lessive de soude. L'objet est plongé dans la lessive et retiré de temps en temps pour juger de l'attaque, le travail est arrêté quand l'objet est d'un blanc mat. Tous les objets soumis à un mordant doivent être ensuite soigneusement rincés et séchés dans la sciure de bois ou fortement frottés avec un chiffon. L'aluminium malpropre qui présente des taches au mordançage doit être trempé dans l'acide nitrique dilué. Pour les plaques d'aluminium, on conseille aussi une lessive de soude chaude à 10 % saturée avec du sel de cuisine. Le récipient qui contient le mordant doit être mis au bain-marie et manœuvré avec une sorte de crochet pour ne pas abîmer la peau ou les vêtements. Il est aussi prudent de porter des lunettes protectrices pour préserver les yeux. Les projections désagréables peuvent être évitées en plaçant un morceau de bois dans le récipient. Un bon moyen de combattre les effets de la soude est le vinaigre que l'on tiendra à portée de la main pendant toute l'opération. Le mordançage se fera de préférence à l'air libre ou dans la buanderie.

La gravure de divisions ou de textes sur du métal mérite aussi une mention spéciale. On enduira la surface de métal poli d'une couche protectrice composé de parties égales de poix, d'asphalte et de cire d'abeille. Les lignes et chiffres seront tracés dans la masse avec une pointe à tracer. On atteint ainsi le métal aux endroits où la pointe a tracé. On y met ensuite le liquide de gravure. Pour le laiton, il consiste en 8 parties d'acide nitrique, 3 parties de chlorure de potassium et 130 parties d'eau. Après la gravure, on enlève la couche protectrice. Au lieu du liquide de gravure, on peut employer un mordant colorant ; il est encore préférable d'employer ce mordant colorant après la gravure — le dessin apparaît alors en couleurs, il est plus profond et ne s'en va pas si facilement.

L'argent est un excellent conducteur et ne subit pas l'influence de l'air. Comme il est trop cher pour l'employer massif, on utilise de minces couches qui, le plus souvent, sont déposées sur le métal par galvanoplastie. Les produits d'argenterie à base de chlorures d'argent, par exemple l'Argan Braun sont très faciles à employer. Celui-ci convient pour tous les métaux à base de cuivre, mais pas pour le fer, l'aluminium, le plomb, l'étain et leurs alliages. Un nettoyage préalable d'objets déjà argentés n'est pas nécessaire. Les pièces très sales ou vernies doivent être nettoyées à l'alcool, avec une solution de soude, de la chaux éteinte ou de la craie, ou avec un des nombreux produits à nettoyer les métaux.

Après rinçage, et séchage, on frotte la surface à argenter avec l'Argan dissous dans un peu d'eau. On emploiera pour cela un chiffon ou une vieille brosse à dents. Il ne faut pas laisser sécher, mais, après un certain temps, rincer à l'eau. On sèche ensuite et l'on polit avec un chiffon de laine. On peut épaissir la couche d'argent en répétant plusieurs fois le procédé ci-dessous. On peut aussi fabriquer soi-même un produit d'argenterie. Pour cela, on dissout du nitrate d'argent dans l'eau distillée et on y ajoute un peu d'acide chlorhydrique ; il se forme un précipité blanc floconneux de chlorure d'argent. Après avoir décanté le liquide clair qui surnage, on y ajoute de l'eau et l'on attend que le précipité se soit de nouveau déposé au fond. On décante à nouveau et l'on rajoute de l'eau, puis on laisse reposer. On enlève ainsi l'acide. Le chlorure d'argent doit se conserver à l'abri de la lumière sinon il devient noir. Après le lavage, on ajoute un peu d'hyposulfite de soude et au besoin un peu d'eau jusqu'à ce qu'on obtienne une solution claire. Enfin, on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique. On frotte cette solution avec un chiffon de laine sur la surface bien propre de laiton ou de cuivre jusqu'à ce qu'il se forme une bonne couche d'argent. On peut employer de la même façon un vieux bain de fixage qui contient assez bien d'argent. L'argenterie dure cependant plus longtemps car la concentration d'argent est plus faible. On frotte l'objet assez longtemps pour qu'il se forme une couche d'argent bien régulière après quoi on plonge l'objet dans le bain. On peut ainsi argenter toutes les parties d'un circuit pour ondes courtes. Le fil argenté est employé aussi frais que possible et est ensuite protégé par un vernis à la trolitule ; même pour de très hautes fréquences, les pertes restent ainsi très basses.

Les métaux non-précieux qui, avec le temps, s'altéreraient au contact de l'air, doivent être vernis ou laqués. Les vieux restes de vernis ou de laque seront enlevés avec de l'acide chlorhydrique. Pour revernir, on emploiera de préférence, du vernis cellulosique incolore ou du vernis à l'alcool jaune d'or. On l'étend avec une brosse douce en couches

bien adjacentes sur l'objet porté à la chaleur de la main. On évitera soigneusement de repasser avec la brosse sur des parties déjà vernies sinon le vernis qui sèche très vite marquerait des stries. Les boîtes en fer blanc peintes en blanc ou en noir peuvent être ornées de vernis craquelé. Pour cela on chauffe modérément le métal à traiter puis on l'enduit bien régulièrement d'une couche pas trop épaisse de laque cristallisée, après quoi l'objet est placé dans un four modérément chaud (par exemple un four à rôti). Les fleurs de craquelage se forment alors et, après deux jours de séchage à l'air libre, la laque atteint sa dureté normale. La « Warneckol-Schrumpflack » peut même servir pour des plaques tachées et produit un très beau fini. Le métal doit être débarrassé de la rouille et bien dégraissé. Cette laque devient très dure après une ou deux heures de séchage à 100° C.

On remplira les divisions des échelles, les chiffres etc. tracés de préférence dans une épaisse plaque de laiton poli, avec une pâte formée de suie, de cire et de thérébentine. La crème pour chaussures a généralement une composition analogue. Le surplus est enlevé, après séchage en frottant avec de la pierre ponce après quoi on polira enfin avec du fusain.

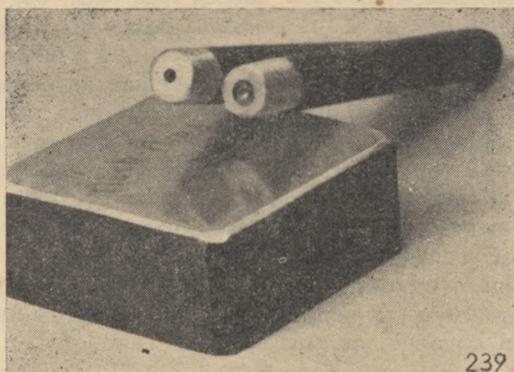


Fig. 239

On peut réaliser un assemblage fixe entre deux pièces de métal de différentes manières. Les minces plaques de blindage sont collées sur bois. On fait gonfler modérément de la colle de menuisier, après quoi on la fait fondre en y ajoutant un peu de glycérine et ensuite on y mélange de la craie finement broyée jusqu'à obtenir une masse épaisse mais coulante. Les plaques enduites de colle sont placées l'une sur l'autre entre deux feuilles de carton ou de papier. Le tout est chargé d'un poids ou pressé de toute autre façon jusqu'à séchage complet. On peut aussi assembler deux tôles par pliage. Pour cela, on plie les bords des tôles, on les accroche l'une dans l'autre et on les assemble en plissant les plis, au besoin en doublant le pli.

Pour le rivetage, il faut un outillage spécial (fig. 239). Le tire-rivet (à gauche) sert à serrer les plaques à river sur le rivet. La bouterolle (à droite) sert à former la tête du rivet (voir fig. 240). Par cette méthode, on peut construire des châssis très solides avec des plaques de métal séparées. Pour éviter des phénomènes électrolytiques de contact, les rivets seront choisis dans le même métal que les plaques à assembler. Les rivets en cuivre et en aluminium ont l'avantage de pou-

voir se river à froid. Le corps cylindrique du rivet doit remplir exactement le trou ; pour un rivet de 4 mm, nous emploierons donc une mèche de 4 mm. La longueur du rivet doit être adaptée à chaque but. Lorsque le rivet est en place, il doit dépasser de 1,6 à 1,8 fois son diamètre. Le mieux est d'acheter des rivets assez longs et d'en couper le surplus avec une bonne pince coupante. Les deux parties à river seront placées de façon à se recouvrir de 5 à 10 mm et forées ensemble au milieu de cette bande de recouvrement (fig. 240a). On pousse alors un rivet dans le double trou (fig. 240b). On introduit le bout du rivet dans une ouverture convenable d'un outil trempé et l'on pousse, par un coup de marteau sur ce tire-rivet (à gauche, fig. 239) les deux plaques fortement l'une sur l'autre (fig. 240c). On aplatira ainsi, éventuellement la bravure due ou forage. On aplatit alors l'extrémité libre du rivet préalablement coupé à longueur, par de petits coups de marteau (fig. 240d) jusqu'à ce que cette extrémité prenne la forme d'un petit champignon conique. Pendant cette opération, les deux plaques à river ne doivent pas se séparer. Lorsque la tête du rivet est ainsi bien préparée, on emploie la bouterolle qui porte un creux demi-sphérique et l'on frappe au marteau jusqu'à ce que le rivet ait une belle tête demi-ronde (fig. 240e et f). Pour obtenir une bonne rivure, il faut que les deux têtes soient bien serrées contre le métal et forment un bon assemblage. Sans

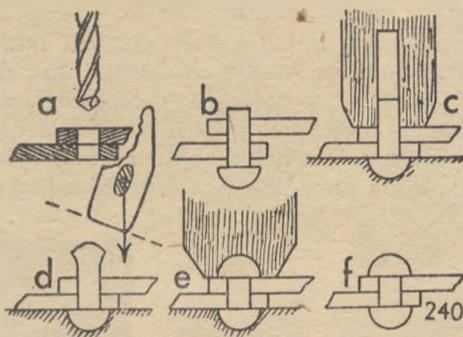


Fig. 240

l'outillage de rivetage, on ne peut pas obtenir une belle tête ronde au rivet. Une tête plate n'a pas d'inconvénient, mais elle n'est pas belle. Les têtes des rivets peuvent aussi être noyées dans une ouverture conique ménagée à la fraise dans la tôle supérieure. Il ne faut pas employer la partie aplatie de la tête du marteau pour river sinon le métal devient dur et cassant par places.

Pour notre genre de travaux, des rivets de 2 et 3 mm suffisent. On peut ainsi réutiliser un vieux châssis en y rivant une nouvelle plaque de base. Bien que le rivetage soit déjà assez simple, il est encore plus facile d'employer des rivets creux. On place un petit cylindre de métal avec une tête annulaire dans le trou foré et de l'autre côté, on l'ouvre et on l'aplatit avec une pointe conique. Ce n'est évidemment pas aussi solide que le placement du rivet creux au moyen d'une pince à river. La fig. 241 montre trois pinces à river bon marché, au moyen desquelles on a réalisé les plaquettes de contact de la fig. 133. Les languettes de soudure avec rivets creux (fig. 189 n^{os} 19 et 20) sont placées dans la pince (fig. 242a), on y glisse la bande de pertinax forée (fig. 242b) et l'on serre la pincé (fig 242c, d et e). La languette de soudure est alors fermement fixée sur la bande (fig. 242f).

Les rivures peuvent être défaites en limant ou en coupant au burin la tête des rivets. Si l'on désire un assemblage facilement démontable, on emploiera les boulons. Pour chaque assemblage par boulon, il faut un boulon et un écrou. Pour des plaques de 1 mm d'épaisseur et plus, on peut économiser l'écrou en taillant un filet dans la plaque. Pour cela, on emploiera des tarauds (fig. 243). Sur chaque taraud, se trouve



Fig. 241

indiqué le genre de filet. Le filet métrique est marqué SI (système international) ou M (métrique). Le chiffre qui suit donne le diamètre de la vis en mm. Outre le pas métrique ordinaire, il existe encore trois autres genres de filets métriques plus fins, c'est le numéro 3 qui nous intéresse pour la construction des récepteurs l'abréviation $M 18 \times 1,5$ signifie, par exemple un diamètre de vis de 18 mm avec un pas de 1,5

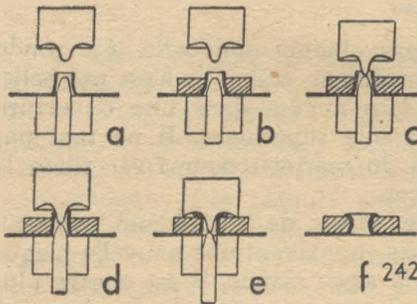


Fig. 242

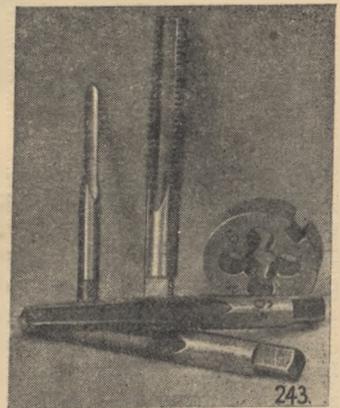


Fig. 243

mm. Outre ce filet métrique, on emploie encore quelquefois le filet Withworth. Comme le montage par vis habituel est normalisé au filet métrique de 3 mm, on doit forer le trou avec une mèche de 2,34 à 2,4 mm. Dans un métal épais, on peut même employer une mèche de 2,5 mm. Pour chaque filetage, on emploie trois tarauds. Le premier est assez fortement conique et n'est pas profondément taillé. Dans le second, les dents sont plus profondes et il est moins conique. Le troi-

sième est absolument cylindrique et ses entailles sont très profondes. On n'emploie les trois tarauds que dans des pièces très épaisses. Des plaques minces peuvent être filetées en une fois au moyen du dernier taraud. Le trou sera un peu évasé avec une mèche en couronne lorsque la pièce est assez épaisse cela permet d'obtenir un filet plus long. On peut fileter avec la foreuse, il est cependant préférable d'employer une poignée dite « tourne-à-gauche » (fig. 244). On sent mieux, ainsi, lorsque le taraud serre. On place le taraud dans la bonne position avec la main jusqu'à ce qu'il soit droit et ferme dans le trou, on travaille alors avec le tourne-à-gauche, en tournant constamment un demi-tour en avant et un quart de tour en arrière. On élimine ainsi régulièrement les copeaux et l'on évite de caler les limailles entre le taraud et la pièce ce qui abîmerait celle-ci. Néanmoins, il est bon de ne pas passer le taraud en une fois à travers la pièce mais de le retirer au moins une

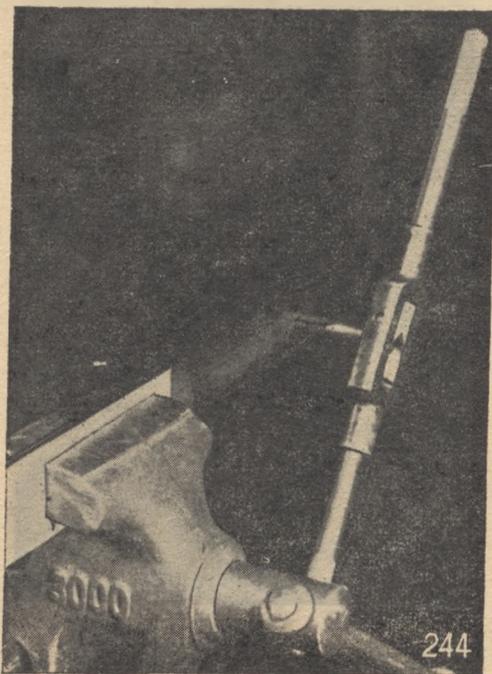


Fig. 244

fois pour le nettoyer. Lorsqu'on travaille pour la première fois avec un taraud, il faut bien veiller à ce que la pièce soit fixée dans l'étau de façon que le trou soit bien vertical. On amène alors dans le trou le taraud, fixé dans son tourne-à-gauche, jusqu'à ce qu'il reste fixé, sans que l'on ait commencé à tourner et l'on vérifie la position des bras du tourne-à-gauche dans deux directions, par exemple nord-sud et est-ouest. Dans les deux cas, les bras doivent être horizontaux, sinon le taraud est de travers et doit être retiré et remis en bonne position. Pendant le taraudage, il faut se servir des deux mains sinon on risque de briser le taraud. On graissera avec de l'huile, de la graisse ou de la vaseline, pour l'aluminium on emploie de la thérébentine ; le fer et les alliages de cuivre peuvent aussi être traités avec de l'eau savonneuse ou

avec de l'huile minérale rendue savonneuse par une solution sodique ; la fonte se traite par un mélange de graisse et de cire. L'huile épaisse de machine ne convient pas. La remise en place du taraud après nettoyage se fera de préférence à la main parce que l'on sent mieux, ainsi, si il est bien remis dans le filet déjà creusé. Si le tranchant n'est pas replacé exactement, il entame le filet déjà taillé et l'enlève partiellement.

Parfois, on devra fileter un boulon dans un tige ronde. Pour cela on emploie un coussinet de filière. Si l'on prévoit de devoir faire plusieurs filets de dimensions déterminées, on peut employer plusieurs coussinets (fig. 243 à droite) sinon, l'achat d'une seule filière pour différentes dimensions est plus avantageux (fig. 245). La manœuvre de ces

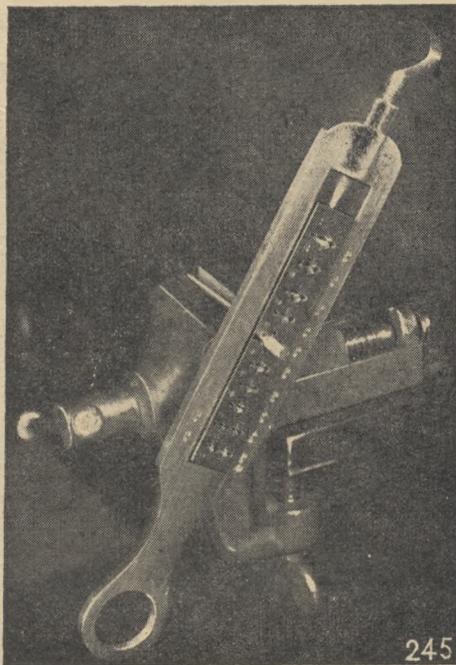


Fig. 245

deux outils n'est pas la même. Le coussinet de filière est un très bon écrou rond en acier trempé dur dont le filet est interrompu par quatre canaux. Ces canaux permettent l'évacuation des copeaux. Ces coussinets sont placés dans un levier spécial appelé cadre de filière et qui ressemble beaucoup au tourne-à-gauche ci-dessus décrit. Le taillage du filet peut avoir lieu en une fois par un mouvement saccadé comme décrit ci-dessus. Un bon graissage et de fréquents nettoyages sont vivement à recommander. Toutes les filières de la fig. 245 sont réunies dans le cadre commun. On peut amener la filière désirée à l'épaisseur exacte au moyen de la vis à papillon placée sur le côté étroit du cadre. Par conséquent, on peut fileter très lentement et progressivement. On dévisse la vis assez fort pour pouvoir emmancher librement la filière sur le boulon à fileter. On serre ensuite la vis jusqu'à ce que la filière enlève un mince copeau du métal. On fait alors le filet en une fois sur toute la longueur à fileter après quoi on nettoie la filière. On remet

ensuite la filière en place de façon qu'elle prenne exactement dans le filet déjà entamé, on serre un peu plus la vis et l'on taille de nouveau toute la longueur sans arrêt (fig. 246). En filetant ainsi par passes successives, l'effort nécessaire est moindre, les copeaux formés plus petits, le contrôle plus facile et le résultat très sûr. En tous cas, il n'est pas possible, par ce moyen, de tailler un filet de travers ce qui peut arriver avec un coussinet de filière ordinaire si on le place de travers au début. Si la filière crisse, c'est qu'un copeau y est fixé ; on desserre alors la vis, on retire la filière et on la nettoie. On vérifiera si le filet est bien fait en y plaçant l'écrou correspondant.

De longs bouts de boulons qui sortent à l'arrière d'une plaque de montage font une mauvaise impression. Si l'on scie les boulons avant le montage, on ne peut plus y entrer l'écrou correspondant car le filet est abîmé par la scie et il s'est formé une bavure. On peut éviter cette difficulté en plaçant sur le boulon, avant de scier, deux écrous qu'on

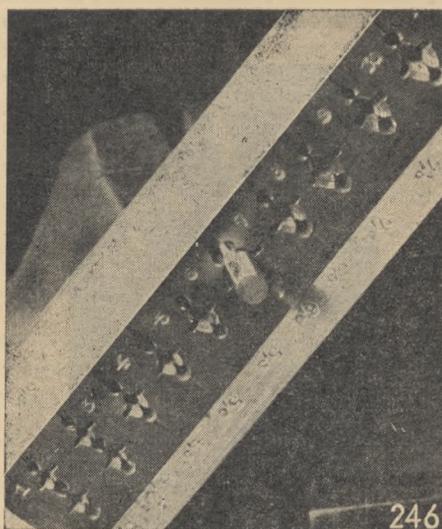


Fig. 246

serre ensemble dans l'étau et en sciant le bout du boulon qui dépasse puis en enlevant la bavure avec une lime. On enlèvera alors les écrous qui nettoient le filet du boulon en sortant.

En serrant une vis, il arrive que la tête se casse. Il n'est pas toujours simple d'enlever le bout de vis resté dans le trou. On doit limer latéralement des plats sur le bout de vis qui sort, la saisir avec une pince plate et la dévisser. Si la vis est brisée à l'intérieur du trou fileté et ne peut pas être poussée dehors par l'introduction d'une autre vis de l'autre côté, on fore, avec une petite mèche américaine un trou dans l'axe de la vis. Dans ce trou, on enfonce un tire boulon (fig. 247 à gauche) ; par comparaison on a représenté sur la même figure une mèche américaine. Le filet de tire-boulon est fait en sens inverse de celui de la vis, aussitôt que la vis est prise par l'outil, elle tourne dans le sens voulu pour sortir du trou. A défaut de tire-boulon, on peut au besoin, employer un alésoir de serrurier ou la queue d'une lime que l'on cale par un coup de marteau dans le trou foré. Si la matière dont

est faite la vis est plus tendre que celle de la pièce ou elle est vissée, on peut l'enlever avec un chasse-clou. Le filet de la vis est alors arraché, on peut le retirer du trou avec une vis limée plate ou avec un taraud de dimensions convenables.

Très souvent, on assemble les métaux par soudure ou brasage. Dans la soudure dite « autogène » on place les deux côtés l'un contre l'autre et on les chauffe avec une flamme très chaude en faisant couler du métal entre les deux parties ce qui relie solidement les deux morceaux de métal. Le métal employé pour le brasage contient un alliage plus fusible que le métal à souder pour qu'il fonde avant celui-ci. Contrairement à ce qui se passe dans le brasage, la soudure à l'étain évite la surchauffe des pièces à souder. Le métal employé pour la soudure a un point de fusion beaucoup plus bas et, pour une soudure de ce genre, le métal d'assemblage ne contient même plus de trace du métal à assembler. Cependant, pour cette soudure, il faut encore chauffer pour faire couler la soudure et obtenir une liaison intime avec les faces des pièces à souder. Les soudures à froid ne sont, en réalité que des ciments.



Fig. 247

Par la soudure à point de fusion bas, on peut assembler les métaux suivants : le laiton, le cuivre, le zinc, le fer et le nickel. La soudure est un alliage de plomb et d'étain ; le prix et la qualité du produit dépendent de sa teneur en étain. Le point de fusion en est d'ailleurs influencé. Ceci a de l'importance lorsqu'il s'agit de ne porter les pièces à souder qu'à la plus basse température possible. La soudure à 30 % d'étain fond à 260° C., à 40 % 240° C., à 50 % 220° C., à 67 % 180° C. et à 90 % 215° C. et l'étain pur à 232° C. Par l'addition de bismuth, on obtient une soudure rapide avec un point de fusion un peu supérieur à 110° C. Le métal Wood employé jadis pour la fixation des détecteurs à cristal fond déjà à 70°. Pour des raisons de prix d'achat, on ne peut pas éliminer complètement le plomb de la soudure. Pour le zinc et le fer blanc, la soudure de plombier avec une teneur en étain de 33 à 40 % suffit. La soudure ainsi obtenue perd sa surface brillante assez vite et se couvre d'une couche mate d'oxyde. Pour la haute fréquence, cette couche

d'oxyde forme une très forte résistance ; pour la soudure de connexions pour des récepteurs de radiodiffusion, on emploiera donc uniquement de la soudure à 70 % d'étain. Pendant la guerre, cette soudure ne pouvait s'obtenir qu'avec l'autorisation de la centrale des métaux non-ferreux. Actuellement, l'industrie travaille avec de la soudure ordinaire. La soudure avec forte teneur en étain laisse entendre, quand on la plie, un bruit particulier (cri de l'étain) produit par le frottement des cristaux d'étain y inclus. La soudure existe dans le commerce sous la forme de bâtons ou de fil plein. La soudure en fil est la plus économique.

Pour la soudure, les métaux doivent avoir une surface bien exempte d'oxydation. Si la surface est recouverte d'une couche quelconque ou a été peinte ou vernie, elle doit d'abord être soigneusement nettoyée. Le plus rapide et le plus simple est de la gratter, au besoin avec un canif ou avec du papier d'émeri. Le métal nu serait facilement oxydé pendant le chauffage inévitable et empêcherait ainsi toute liaison convenable entre la soudure et le métal. Pour éviter cela, il faut un décapant qui enlève les faibles restes d'oxydes et empêche l'oxydation du métal pendant la soudure. Les plombiers emploient l'acide chlorhydrique (esprit de sel) dilué pour la soudure du zinc ; une solution de chlorure de cadmium est préférable parce qu'elle rend la soudure plus facilement fusible. Pour le zinc, le fer-blanc et la soudure ordinaire, une solution non acidulée de chlorure de zinc-ammonium (sel à souder) est mieux appropriée. On peut la fabriquer soi-même en dissolvant dans l'acide chlorhydrique dilué autant de zinc que possible et en y ajoutant de l'ammoniaque jusqu'à ce que la solution soit neutralisée. Pour la soudure dans des récepteurs, on ne peut employer que des décapants qui ne contiennent ni acide minéral ni chlore car les traces inévitables attaquent l'assemblage après un certain temps. Pour éviter les effets néfastes d'une graisse à souder inconnue, il est recommandé, après soudure, de laver les endroits soudés à l'alcool ou au benzol.

L'emploi de la colophane est bien plus simple ; sa surface dure et vitreuse forme une couche très protectrice et, contrairement aux autres produits, ses traces ne mangent pas le métal. Le principal avantage de la colophane est de ne pas contenir la moindre trace d'acide minéral ; il est donc impossible que les fils fins soient attaqués. Le faible pourcentage d'acides végétaux qu'elle contient s'évapore à la soudure et n'a aucune influence sur la résine même. La colophane forme donc l'élément principal des différents décapants. Mélangée à de la graisse, elle forme une pâte appelée graisse à souder. On peut en fabriquer soi-même en mélangeant et fondant 95 parties de colophane avec 5 parties d'huile de lin ; on agite continuellement et on ajoute de la thérébentine jusqu'à ce qu'on obtienne une bouillie claire. A cause de l'inflammabilité de la thérébentine, on fera cette opération avec précaution et en plein air. On obtient un décapant liquide épais par dissolution de poudre de résine dans l'alcool à brûler. On peut mélanger une solution de colophane avec de la poudre d'étain ; cela s'appelle pâte soudante ou soudure rapide. Enfin, la résine a aussi été introduite dans de minces tubes de soudure à l'étain (appelé fil résiné). Tandis que la graisse à souder et la pâte à souder sont plutôt destinées à la soudure dans la flamme, le fil résiné convient mieux pour la soudure au fer. Pour des soudures importantes comme celles des appareils récepteurs, il existe des décapants spéciaux qui atteignent mieux le métal que la colophane

qui travaille quelque peu difficilement et qui, néanmoins, ne sont pas oxydants.

Le décapant « fludor », par exemple ne contient aucun acide minéral et 7 fois moins d'acide végétal que la colophane pure. Il n'est donc pas nécessaire d'enlever les restes de ce décapant. Le fil de soudure de 1 ou 2 mm de diamètre est particulièrement économique à employer. La colophane et les décapants qui en découlent peuvent être employés pour la soudure de l'argent, du cuivre, du laiton, du zinc, mais l'oxyde de nickel n'est pas dissout par eux. Si donc, on veut souder des surfaces nickelées, il faudra enlever la couche de nickel au grattoir. Le laiton qui se trouve en dessous peut alors être facilement soudé.

Pour la soudure, il faut donc, en principe, trois choses : la soudure, le décapant et la chaleur. Le chauffage du métal peut être fait au moyen d'une flamme exempte de suie. Souvent, il suffit de chauffer les endroits à souder. L'emploi d'une lampe à naphte n'est à recommander qu'aux gens de métier.

Une lampe à alcool n'est pas si dangereuse, mais elle donne moins de chaleur. Si l'on dispose de gaz, on peut employer un bec Bunsen ; il existe même des pistolets de soudure qui emploient automatique-

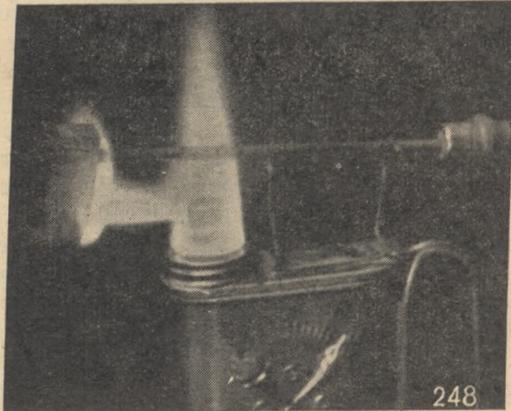


Fig. 248

ment moins de gaz lorsqu'ils ne sont pas en service. Quelle que soit le genre de flamme employé, on s'efforcera de l'appliquer en dessous ou près de la soudure, sinon le décapant disparaîtrait trop vite. Pour maintenir les deux pièces à souder en contact dans la position voulue jusqu'à complet refroidissement, elles seront serrées l'une contre l'autre par exemple avec quelques clous, entre deux clames, ou avec une pince etc. De préférence, on placera les pièces à souder sur une pierre ou sur une plaque d'amiante. Il n'est pas possible de réaliser ainsi la soudure à l'intérieur d'un récepteur. Il faut, pour cela, un fer à souder. Dans son bloc de cuivre, on accumule la chaleur de la flamme qui est ensuite amenée sur l'endroit à souder ; le fer à souder sert en même temps à transporter la soudure. Il existe des fers à souder pointus et d'autres en forme de marteau. Les plombiers chauffaient jadis leurs fers à souder sur un feu de charbon de bois où il ne se produit pas de vapeur sulfureuse et par lequel le cuivre du fer à souder n'est donc pas attaqué. On peut aussi chauffer un fer à souder sur une flamme de gaz ; on le

place de façon que la partie avec laquelle on soude ne soit pas dans la flamme. Si l'on emploie un bec Bunsen, on règle l'admission d'air de façon que la flamme ne soit pas éclairante et que le sommet du cône bleu intérieur arrive sur le bloc de cuivre. On obtient aussi une flamme assez chaude avec un brûleur à alcool, la lampe à souder radio (fig. 248). Elle n'est pas plus dangereuse qu'un réchaud à alcool et donne cependant une flamme longue et très chaude. Pour travailler économiquement, on descend la mèche ronde vers le bas, au moyen d'un morceau de fil de fer jusqu'à ce que la flamme verticale arrive juste au-dessus du cylindre central. Le fer à souder est alors placé sur le support de façon que sa surface chauffante arrive exactement contre le cône intérieur de la flamme horizontale ; la pointe de la flamme est alors écrasée et recouvre toute la surface du fer.

Les fers à souder électriques sont aujourd'hui très employés, car ils sont extrêmement pratiques, ne salissent pas et limitent au minimum le danger d'incendie. La fig. 249 représente un fer de ce genre. La disposition intérieure est très simple. La cordelière arrive dans un corps chauffant qui chauffe continuellement la tige sortante. Pour les fers à souder électriques, il n'est donc pas nécessaire d'avoir de grosses masses de cuivre. Lorsque le fer n'est pas employé, on le dépose sur un petit

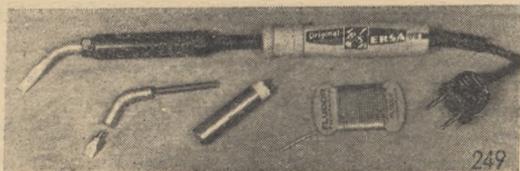


Fig. 249

châssis en fil de fer. Le claquage de la cartouche chauffante n'est pas à craindre, vu la faible charge dont nous avons besoin. La résistance chauffante ne peut guère brûler que par de fortes variations de la tension du réseau ou par des surcharges répétées. Elle peut alors être remplacée par une autre (fig. 249 au milieu, en dessous) sans grand frais et pratiquement sans perte de temps. La pointe en cuivre peut aussi être remplacée facilement ; on peut, en outre, s'en procurer de formes diverses. Une pointe courbe s'emploie pour souder dans les coins ou dans des places difficiles à atteindre. La consommation de courant dépend du travail que l'on veut exécuter ; pour un travail ordinaire de radio, un fer de 100 Watts suffit. Il y a déjà des fers de 50 et de 80 Watts ; il n'est cependant pas à conseiller de faire là une économie exagérée surtout si l'on désire travailler avec un fer convenable.

Le fer doit amener la soudure fondue à l'endroit à souder. S'il est recouvert d'une couche d'oxyde, le fer ne prend plus la soudure. Il faut de nouveau un décapant. Pour un travail ordinaire de plombier, on peut employer le sel ammoniac. Ce sel est fourni dans le commerce en blocs comprimés ; dans l'air humide, il devient quelque peu gras. Les traces de sel adhérant aux doigts produisent sur les métaux des taches de rouille ou de vert de gris. Les pierres de sel ammoniac sont, pour cette raison entourées d'un feuille de plomb ou d'une couche protectrice de paraffine.

Le fer à souder ne doit pas être porté à l'incandescence. On verra

s'il est assez chaud en le frottant sur la pierre de sel ammoniac, il doit se produire une vapeur blanche. On frotte alors le côté du fer ainsi nettoyé sur le bâton de soudure ; le fer fait fondre un petit peu du métal dont le fer est aussitôt recouvert. Les endroits non recouverts de soudure sont à nouveau frottés sur la pierre d'ammoniac jusqu'à ce qu'on obtienne une couche d'étain ininterrompue d'un blanc d'argent. Si le fer devient entretemps trop froid, il faudra le réchauffer. On peut alors commencer à souder. Le fer est à nouveau frotté sur la pierre pour être certain qu'il est bien propre, on prend une gouttelette de soudure du bâton et on la porte sur la surface à souder. Pour l'exécution d'un travail fin, comme les connexions d'un récepteur, le fer à souder ne peut pas être nettoyé avec le sel ammoniac, parce qu'il pourrait s'en déposer une trace qu'on ne remarquerait pas, sur la partie à souder. Le fer sera nettoyé à la lime et étamé avec du fil résiné. Si l'on ne surchauffe pas le fer, son étamage peut durer très longtemps.

Le meilleur décapant peut devenir une cause d'ennuis s'il en tombe une goutte ou s'il éclabousse une pièce isolante. Les gouttelettes forment alors un conducteur qui diminue l'isolement et gêne la réception. Il faudra donc prendre l'habitude de placer un morceau de papier d'emballage ou de journal en-dessous de la soudure. S'il y a un fil dans le chemin, par exemple lorsqu'en partant de la soudure, il va directement vers le bas, et que l'on veuille éviter que le décapant ne coule le long du fil, on coupera une fente dans le papier et on le glissera sur le fil en dessous de la soudure. On ramènera alors le décapant sur la soudure au moyen d'un morceau de bois ou d'un pinceau.

La soudure elle-même a lieu instantanément. Le fer chaud, propre et étamé est tenu pendant un court instant seulement contre la partie à souder ; en un clin d'œil, celle-ci est chauffée, en même temps, le décapant fait son effet et s'évapore. L'étain coule du fer dans les fentes de la soudure et recouvre le métal dans tous les endroits où le décapant a fait son effet ; pour cela, il doit être employé modérément. Avec la soudure résinée, on doit prendre des précautions particulières pour éviter les éclaboussures de gouttelettes. Le fer étamé doit être tenu d'un côté contre l'endroit à souder (par exemple en dessous). Un peu après, on amène le fil résiné de l'autre côté (au-dessus). L'endroit à souder étant chaud, la résine fond et coule hors de la soudure, la surface du métal en est recouverte et nettoyée ; en même temps, il coule un peu de soudure qui assure l'assemblage. Tout le travail est fait en moins d'une seconde. Le plus souvent, cependant — et c'est ainsi que les soudures sont ratées — on met la soudure résinée contre le fer alors que le fil et le fer sont encore froids ou tout au moins n'ont pas encore atteint la température de fusion de la soudure ; alors la résine s'évapore en une fumée bleue sans faire son office de nettoyage de sorte que la soudure colle sans effectuer l'assemblage désiré. C'est la forme typique de ce qu'on appelle une soudure trop froide. Il faut chauffer assez fort l'endroit où doit se faire la soudure ; sa température doit être suffisante pour que la colophane fonde et prépare le chemin à la soudure qui la suit. Cela n'a aucun sens de tenir le fer longtemps contre l'endroit à souder lorsque la soudure ne veut pas prendre ; si cela se produit, il y a une raison et il faut recourir à un autre moyen. Un chauffage prolongé de l'endroit à souder n'a d'autre effet que d'abîmer l'isolant. Les petits condensateurs et les languettes de soudure fixées dans des produits très sensibles à une élévation de température (trotlitle), ne

supportent pas un chauffage élevé pour la soudure. Il faut alors souder vite et employer de la soudure à bas point de fusion (soudure rapide ou métal Wood) et refroidir la soudure en soufflant dessus aussitôt que la soudure a coulé.

Pour les tubes on donnera la préférence à de longs points de soudure et on les étamera préalablement pour pouvoir réaliser l'assemblage par un seul passage du fer.

La résistance ohmique de la soudure est 10 fois plus élevée que celle du cuivre ; on aura donc soin de serrer les parties à souder aussi près que possible l'une de l'autre pour que le film de soudure soit aussi mince que possible et que la soudure soit aussi solide mécaniquement et aussi parfaite électriquement que possible. Les films minces seront tordus et les gros fils seront tenus parallèlement avec une pince plate. On obtient de solides assemblages en enroulant une des extrémités de fil sur l'autre. Si la soudure doit être ensuite défaire, par exemple dans des appareils d'essai, on pliera l'une des extrémités en crochet et on la soudera à l'autre. Le fil émaillé ne peut pas être soudé tel quel, l'isolement doit être d'abord enlevé avec du papier de verre ou un grattoir. Pour le fil de litze à haute fréquence qui est constitué par un grand nombre de fils émaillés très minces, il faut un traitement spécial. Pour une espèce d'émail, il faut frotter avec de l'acétone, pour une autre espèce, une solution saturée de bichromate de potassium dans l'acide sulfurique concentré agit mieux, pour d'autres, le tétrachlorure de carbone est préférable ; après cette attaque le litze sera rincé dans une solution sodique. En mettant une bouillie épaisse de cristaux de soude et d'eau sur le litze, on attendra l'émail suffisamment pour pouvoir l'enlever en le frottant. Pour chaque cas, il faudra établir quel est le meilleur moyen d'enlever l'isolant. On peut toujours brûler l'isolant. Le litze est maintenu dans une flamme d'alcool et porté au rouge. Il ne peut cependant pas rester longtemps dans la flamme sinon le fil brûlerait aussi. Immédiatement après que le fil a rougi, on plonge la partie incandescente dans une petite écuelle d'alcool. Cette écuelle doit se trouver sur une plaque de métal et on doit avoir un couvercle à portée de la main pour pouvoir couvrir l'écuelle si l'alcool venait à s'enflammer. Après avoir brûlé le vernis, on peut facilement enlever la saleté qui en résulte en frottant. Si l'on travaille souvent du fil de litze, on peut utiliser la résistance du fer à souder comme moyen de chauffage ou brûler le vernis dans l'étain fondu et ensuite le plonger dans l'alcool. Les gros fils torsadés doivent d'abord être étamés et leurs torons soudés ensemble avant de les fixer dans des fiches ou des bornes pour éviter que les brins ne s'étalent. On étend de la pâte à souder sur l'extrémité dispersée en éventail. On tord ensuite les brins ensemble, on y introduit une goutte de soudure, et on laisse refroidir sur une planchette de bois. L'extrémité d'un fil torsadé ainsi traitée devient aussi ferme qu'un fil plein et on peut en faire un œillet. L'étamage se fait encore plus rapidement en plongeant l'extrémité du fil torsadé, après l'avoir enduit de graisse à souder, dans une louche contenant de la soudure en fusion. Un dé à coudre convient très bien pour ce genre d'opération.

Pour souder deux plaques ensemble, celles-ci doivent se recouvrir de 5 à 10 mm. Les surfaces de contact sont enduites de décapant, on les presse l'une sur l'autre et l'on fait glisser le fer le long des côtés

en ajoutant par ci, par là un peu de soudure. L'étain coule alors entre les plaques. Pour les plaques de zinc, le fer ne doit pas être trop chaud sinon on y fait des trous de brûlure.

On rate souvent la soudure sur un écrou parce que la soudure coule dans le filet. On peut éviter cet ennui en vissant l'écrou, avant l'opération sur un morceau de bois rond. On soude alors le fil à l'écrou puis on enlève le morceau de bois.

La durée de vie et la propreté d'un fer à souder dépend de la façon dont il est traité. Quand on achète un fer neuf et qu'on l'examine, on remarque, sur sa surface, toutes sortes de coups de marteau et de traces de lime. Si on emploie le fer tel quel, on n'atteindra la pierre ammoniacale de nettoyage que par la surface qui ressort, l'oxyde qui se trouve dans les creux est resté et sera en grande partie recouvert par l'étamage subséquent. Après quelques temps, il y aura des places où la soudure ne prendra pas et l'on constatera que la surface de soudure et les surfaces avoisinantes présentent de profonds nids d'oxydation. Ce phénomène se présente surtout avec des fers en cuivre insuffisamment raffiné. Il faudra alors le limer ce qui enlève beaucoup de cuivre et rapetisse le fer déjà pas trop grand. Il en résulte qu'il est prudent de faire subir, à un fer neuf, un travail préparatoire. Les surfaces du fer seront passées à la lime très fine et si possible usagée. Lorsque les inégalités les plus grosses seront disparues, on le traitera avec du papier de verre le plus fin possible et par l'étamage, on s'efforcera d'obtenir une couche parfaitement lisse sans trou qui, au besoin seront bouchés en y introduisant un peu de soudure.

Si le fer à souder est soumis à une trop forte température, ou si la partie soudante est mise dans la flamme, cette partie devient trop chaude et le cuivre est attaqué par la soudure. Il se forme alors un alliage reconnaissable à sa couleur d'un brun sale qui, plus tard se dissout dans la soudure y amenée ce qui donne à la tranche de soudure une forme irrégulière avec laquelle il est difficile de travailler. Un fer pointu est particulièrement sensible à ce phénomène. Les fers électriques doivent aussi être nettoyés. Après un certain temps, on enlèvera la tête de la résistance pour en enlever l'oxyde avec du papier de verre. Un point de la tranche qui s'est mangé sera nettoyé à la lime et réétamé. On s'efforcera de réaliser un étamage aussi bon que possible qui protège le fer de l'action de l'air et forme une bonne protection contre l'oxydation. Depuis quelques temps, on peut se procurer des fers à souder qui ne s'oxydent pas (fig. 249 à gauche en bas). La tige qui plonge dans la résistance n'est pas en cuivre mais en métal léger qui conduit la chaleur aussi bien que le cuivre mais ne s'use pas aussi facilement. La pointe qui y est vissée consiste en un alliage de cuivre qui ne présente que peu d'usure et qu'on peut facilement remplacer. La pointe peut être nettoyée au moyen d'un chiffon avec un peu de graisse à souder. Par suite de la conductibilité calorifique un peu inférieure du métal léger on prendra un fer d'au moins 100 Watts et on n'emploiera la pointe inoxydable que lorsque c'est absolument nécessaire, par exemple lorsque le fer doit être constamment prêt à souder et par conséquent reste sous tension. Pour des périodes de travail plus courtes, on préférera la pointe en cuivre plus rapidement chauffée.

Avec un fer électrique, on peut travailler proprement et facilement. Cette méthode n'est cependant qu'un moyen détourné. Le plus simple serait de produire la chaleur à l'endroit même de la soudure.

On obtient un résultat de ce genre par la soudure électrique en amenant deux pièces de métal entre deux points de contact. Le courant très fort mais de courte durée échauffe les deux métaux à leur point de contact au point qu'ils fondent ensemble sous la pression. On peut employer un procédé de ce genre pour la soudure de fils de connexion dans les appareils de radio. On emploie pour cela un transformateur qui puisse fournir au secondaire un courant de 2 à 6 A sous 6 à 8 V. La tension et le courant n'ont pas une importance capitale, mais plus le courant est fort, plus la soudure est rapide. L'une des bornes de cet enroulement de chauffage est amenée à une pince crocodile fixée à un des fils au voisinage de l'endroit à souder (fig. 250). Si les fils à souder sont de sections différentes, on placera cette pince sur le plus gros. L'autre borne de l'enroulement de chauffage est reliée à un crayon de lampe à arc. On peut aussi employer le bâton de carbone d'une vieille pile de poche. Le contact avec le charbon sera obtenu par une spirale de gros fil de cuivre dans laquelle le charbon est serré. Si l'on veut travailler par ce procédé d'une façon continue, on fera bien de fabriquer une pince spéciale pour le charbon avec borne de raccordement. Le fil de connexion doit être très gros c'est-à-dire avoir une grosse section de cuivre. Au besoin on peut réunir plusieurs bouts de fil torsadé et glisser le câble ainsi formé dans une gaine isolante. La soudure elle-même est très simple.

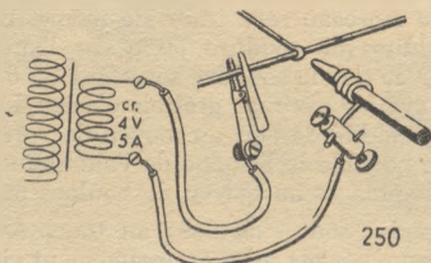


Fig. 250

L'endroit à souder est enduit de graisse à souder et de poudre soudante. On rapprochera les deux extrémités du circuit chauffant à plusieurs reprises et immédiatement, la soudure fond et l'assemblage est fait. Le courant amené par le charbon est si fort que la place où la soudure doit être faite devient immédiatement assez chaude pour produire la fusion de la soudure. Les courts-circuits de faible durée n'ont aucune influence néfaste sur l'enroulement du transformateur. Il suffit d'avoir soin que le fil qui relie les enroulements à l'endroit à souder soit assez fort pour transporter le courant sans s'échauffer sinon les soudures déjà faites se déferaient. Des fils fins pourraient être brûlés par ce procédé. Si le fil est assez fin et que nous craignons qu'il ne supporte pas la charge, on placera sous la pince crocodile, une petite plaque d'aluminium jusqu'à près de la soudure. Lorsqu'on appuie ensuite le charbon contre l'endroit à souder, le courant ne passe que par l'aluminium et le charbon et ne chauffe que l'endroit à souder voisin, sans que la soudure adhère à l'aluminium.

Pour l'exécution de soudures, on emploie encore parfois la soudure à l'argent ou au laiton (brasage). Ces métaux durs ont un haut point de fusion qu'on ne peut pas atteindre avec le fer à souder. Les pièces à assembler doivent être chauffées avec une flamme en forme de dard.

Comme décapant, on emploie une bouillie de borax et d'eau ou des poudres ou pâtes spéciales qui ne laissent pas de résidus comme le borax ordinaire. Cette soudure de brasage se vend sous forme de balles, de bâtons ou de bandes. On peut souder de cette façon le fer, l'acier, les lames de scie, le bronze, le laiton, la fonte. Ce genre de brasage ne nous intéresse pas beaucoup puisque nous pouvons réaliser la plupart de nos assemblages avec de la soudure ordinaire.

Une exception est faite, cependant en faveur de l'aluminium. Celui-ci ne prend pas la soudure ordinaire, mais, en revanche, il peut être brasé. Il existe, entre autres, un brasage d'aluminium qui fond à 540° C. environ. Le décapant correspondant, une poudre blanche contenant du béryllium, est mélangée à de l'eau ou à de l'alcool et amené sous forme d'une bouillie claire sur la pièce à souder chauffée dans le dard. Dans ces derniers temps est apparu un brasage d'aluminium « Fludor » qui fond déjà à environ 400° C. et convient donc particulièrement pour l'assemblage de minces plaques et aussi pour le brasage du cuivre, du laiton et du fer. On gratte les surfaces à braser. On chauffe d'abord l'une des surfaces avec une lampe à souder ou un bec Bunsen, on place quelques morceaux de soudure sur l'objet à souder et l'on chauffe jusqu'à ce que la soudure coule, puis on répand un petit bâton de soudure sur toute la surface jusqu'à ce que celle-ci soit uniformément recouverte. L'autre morceau sera traité de même. Ensuite, on met les deux surfaces enduites de soudure l'une sur l'autre et l'on chauffe de nouveau jusqu'à ce que la soudure sorte le long du joint ; la soudure ainsi expulsée est grattée avec un grattoir d'acier. Le joint doit ensuite être protégé de l'humidité de l'air au moyen de vernis cellulosique. On évitera autant que possible le brasage de l'aluminium en effectuant, de préférence, les assemblages au moyen de boulons ou de rivets.

Les pièces rondes sont exécutées au tour. Avec cette machine-outils la pièce à travailler est mise en mouvement circulaire. On enlève des copeaux avec un crochet poussé contre la pièce. On peut déjà se procurer des tours simples pour une somme relativement modique et les résultats que l'on peut en attendre sont si alléchants que nous ne résisterons pas au désir d'en donner un peu plus de détails. Un tour de grande précision ne peut naturellement pas être bon marché. Si nous ne disposons que de moyens limités, nous n'achèterons que les parties les plus importantes, les outils supplémentaires peuvent toujours s'acquérir ensuite séparément. Dans la fig. 251, on voit la photo d'un bon petit tour, qui, peut être ensuite muni de parties et d'outils supplémentaires. La partie principale est formée par la tête ou poupée fixe, un palier solide avec roulements à billes dans lequel l'axe tourne. Dans cet axe creux, on peut introduire des pièces jusqu'à 11 mm de diamètre. A l'extrémité extérieure de l'axe se trouve une clé B pour la fixation de la pointe de centrage ou de la mâchoire, un disque de meulage C pour l'affûtage des crochets de tour, et une poulie de transmission L. Pour mettre la pièce à travailler en mouvement, on dispose d'un disque G ou d'une mâchoire automatique. Les pièces courtes ne seront fixées que d'un côté. Les pièces plus longues doivent être soutenues à leur extrémité libre pour ne pas se courber ou se briser, cette extrémité sera forée et son centre est placée sur la pointe de centrage incluse dans la tête ou poupée mobile (contre-pointe) D. La poupée mobile glisse sur la glissière E constituée par une tige ronde polie munie d'une rainure.

Dans la tête mobile on peut fixer une mâchoire de foreuse. En outre, ce tour peut encore être complété par le dispositif F appelé « chariot ». Le tournage à la main exige beaucoup d'habileté et est rarement appliqué au travail des métaux. On emploie de préférence le support en croix S qui consiste en deux glissières montées en croix qui peuvent être mues par des vis. Ce dispositif porte, au-dessus un porte crochet dans lequel on fixe les crochets de tour. La glissière longitudinale se meut parallèlement à l'axe du tour et l'autre glissière (transversale) perpendiculairement à la première. Au moyen d'un échelle angulaire, on peut aussi tourner des objets coniques.

Une longue pièce qui ne peut pas être serrée dans une mâchoire sera forée aux deux extrémités exactement dans l'axe. On y visse un toc d'entraînement et on la serre entre les deux pointes de la poupée fixe et de la poupée mobile; la broche du disque G vient alors en contact avec le toc et fait tourner la pièce. Pour charger le moins possible les pointes du tour et faire marcher la machine aussi correcte-

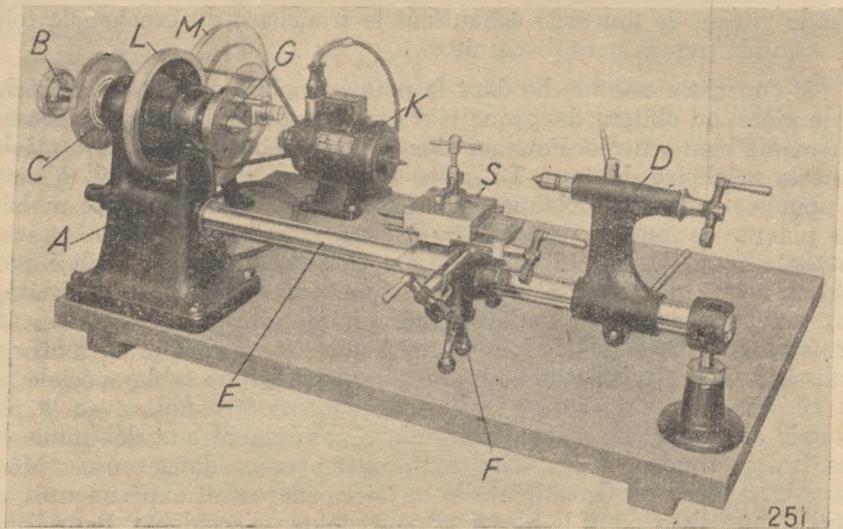


Fig. 251

ment que possible, le forage de la pièce devra être fait très soigneusement. Les trous doivent être tracés très exactement et doivent être bien nettement marqué au pointeau; on fore ensuite avec une mèche américaine de 2 mm un trou de quelques mm et on rend ce trou conique ou moyen d'une mèche plus forte affûtée à 60°. Il existe des mèches centrées qui effectuent ce travail en une fois, elles ont un capuchon en forme d'entonnoir qui facilite le centrage des tiges rondes. Une petite pièce avec trou axial peut être emmanchée sur une tige forcée aux deux extrémités et fixée par celle-ci sur le tour.

La qualité du travail dépend de la forme du crochet, de la profondeur de coupe, de la façon dont le tournage a lieu ainsi que de la vitesse de tournage et de la dureté de la pièce. Les matières tendres comme le cuivre et le laiton peuvent être tournées à une vitesse beaucoup plus grande que le fer. Le crochet de tour à pointe triangulaire sert à tourner dans le sens de l'axe. Le crochet est amené, dans la direction de la

glissière transversale contre la pièce en rotation et sa pointe s'y enfonce jusqu'à ce qu'un mince copeau apparaisse, on le fait alors se déplacer le long de la pièce parallèlement à l'axe avec la glissière longitudinale. Pour tourner des surfaces planes, on fixe le crochet à 45° environ. On obtient la profondeur de coupe avec la glissière longitudinale et le crochet est déplacé le long de la surface au moyen de la glissière transversale. Le tranchant des crochets de découpage est plus large que le corps. On peut pénétrer, avec ce tranchant, dans la pièce à tourner. Le crochet est généralement déplacé par la glissière transversale et est employé pour creuser des rainures avec faces en forme de disques et des noyaux cylindriques. Si le crochet est déplacé obliquement, on obtient des formes coniques. Il est bon de préparer deux crochets l'un avec un tranchant aigü pour les métaux durs et l'autre avec un tranchant moins aigü pour les métaux tendres comme le laiton. Lorsqu'on tourne, on doit être extrêmement calme et travailler avec beaucoup d'attention sinon la pièce est facilement gâtée. Plus le copeau enlevé est fin mieux cela vaut. Une coupe profonde, de gros copeaux, et une grande vitesse de tournage échauffent le tranchant du crochet de telle sorte que la trempe peut disparaître.

Si l'on place une mèche dans la poupée mobile et qu'on l'approche de la pièce, on obtient des trous très exactement centrés si la pièce est elle-même bien centrée. Pour de plus grosses pièces, on fixera la mèche dans la mâchoire du tour. La pièce sera tenue dans un étai à main et appuyée contre une plaque de forage montée dans la poupée mobile. La plaque de forage portera un fraisage prismatique pour pouvoir soutenir aussi des pièces rondes. Le tour peut aussi être utilisé pour fraiser, scier, meuler et polir. On emploie alors une broche de fraisage sur laquelle on fixera une fraise circulaire, une scie circulaire, une brosse à fils d'acier ou de laiton, une meule ou un disque en feutre de polissage. Pour le fraisage et le sciage, on place une table spéciale sur la glissière F. Le sciage et le fraisage doivent être faits avec la plus grande attention ; nous les déconseillons absolument aux débutants car les fraises rondes et les scies sont extrêmement dangereuses. Même dans les ateliers où travaillent des ouvriers exercés et expérimentés, ces outils ont, à leur actif, le plus fort pourcentage d'accidents. Pour l'amateur qui ne travaille pas avec les dispositifs de sécurité habituelle, le danger de blessure est encore bien plus grand. On préférera donc recourir à d'autres outils moins dangereux.

Le tour ne peut être animé d'un mouvement régulier qu'avec un moteur électrique. En outre, on peut, avec celui-ci, régler la vitesse dans une mesure suffisante. L'entraînement du tour à la main ou au pied a toujours pour résultat une marche irrégulière. Le tour de la fig. 251 est donc actionné par un moteur universel de 1/8 de cheval environ. La poulie double du moteur actionne par une courroie triangulaire l'axe intermédiaire à trois poulies M qui transmet la puissance par une seconde courroie à la poulie triple L sur l'axe du tour. Par un choix judicieux des gorges dans lesquelles on place les courroies, on peut imprimer au tour le nombre de tours désiré. Ceci est très important pour le meulage ou le polissage pour lesquels, comme on le sait, il faut une vitesse quatre fois plus grande que pour le tournage. Le moteur peut aussi être relié à une transmission flexible (par câble Bowden) munie d'une mâchoire de foreuse pour forer à main libre

ou même fraiser, meuler ou polir. Le tour et son mécanisme moteur doivent être montés sur un support amortisseur de bruit en liège, feutre ou caoutchouc pour éviter la transmission de bruits désagréables dans tout le bâtiment.

Le montage des éléments

Les ouvertures et les trous pour vis de fixation dans le châssis sont maintenant exécutés exactement suivant le plan de montage. On en déduira généralement que le montage des éléments est très simple. Très souvent cependant, on se trouvera devant des cas où une nouvelle décision devra être prise. Il peut arriver, entre autres, que, malgré toutes les précautions prises, il apparaisse brusquement que certains éléments sont beaucoup trop près l'un de l'autre et se gênent mutuellement. On fera donc bien, avant tout, de placer toutes les pièces détachées à leur place sur le châssis. On obtient ainsi une bonne vue d'ensemble et l'on a entretemps la possibilité de corriger le plan de montage.

Les pièces détachées de l'industrie sont généralement munies de languettes qui sont introduites dans des fentes ménagées dans le châssis puis repliées. Les pièces détachées pour amateurs, au contraire, sont munies de trous de boulons ou de broches. Nous n'aurons donc à nous

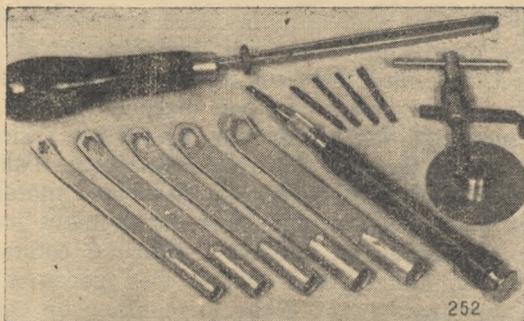


Fig. 252

occuper que de fixation par vis. Pour cela on fait principalement usage de petits boulons de 3 mm avec écrous hexagonaux en laiton nickelé. Le filet est métrique. On place la pièce à monter sur le châssis de façon que les trous de boulons se trouvent exactement en face des trous ménagés dans la plaque de base. On enfle alors les boulons et l'on tourne les écrous à la partie inférieure. Comme on n'arrive jamais à serrer les écrous assez fort avec la main, pour que les pièces ne se déserrant pas par la suite, on emploiera des clés pour le serrage des écrous. La pince plate, trop souvent employée, ne convient pas du tout pour ce travail. La position oblique des faces de la pince n'assure pas un serrage convenable et la pince échappe souvent en produisant des bavures sur l'écrou. Il existe des clés à mouffle bon marché et pratiques. Le mieux est d'en acheter en une fois une série pour écrous de 5 à 9 mm. Parfois, on pourra aussi employer des clés plates. La série de clés représentée fig. 252 à gauche est exécutée en métal inattaquable (ne rouillant pas). La clé plate qui se trouve dans le manche permet

d'atteindre les écrous qui se trouvent dans des endroits difficilement accessibles. Dans les cas les plus difficiles, on peut maintenir l'écrou avec la clé plate et serrer la vis d'autre part avec un tourne-vis. Sans tournevis, on ne peut pas faire grand chose dans le montage d'un récepteur. Il en faut au moins deux très longs, un de 3 et l'autre de 6 mm de large. La pointe doit être mousse et remplir exactement la fente de la vis, afin que le tourne-vis ne puisse pas sauter de la vis et abîmer ou casser la tête de celle-ci. Un tourne-vis à recommander est le modèle avec pincettes qui permet de caler convenablement la lame dans la fente de la vis (fig. 252 au-dessus). Il permet aussi de placer une vis dans un endroit inaccessible avec la main. Pour le placement de vis pointues dans les manchons d'accouplement, les boutons et les cadrans, il faut un tourne-vis d'horloger (fig. 252 à droite). Le modèle représenté a un manche isolé solide qui facilite le travail et qui permet de travailler sous tension. La mâchoire d'acier est constituée de façon à permettre l'emploi de tourne-vis de différentes largeurs. Pour les grands écrous de fixation centrale il n'y a généralement pas de clé disponible. On peut alors employer une clé à fourche ou une clé anglaise ou une clé de bicyclette ou d'auto (fig. 231 n° 6).

Suivant la grandeur et la forme du trou, les vis peuvent être à tête cylindrique ou conique (tête fraisée). Une tête cylindrique se fixe mieux sur une plaque et convient particulièrement pour les plaques minces. Les vis avec tête conique ne se placent que dans des trous fraisés en cône où elles sont enfouies. Ces vis conviennent particulièrement pour les panneaux de face où les têtes de vis apparentes ne font pas bel effet. Les vis à têtes coniques sont fabriquées à la machine automatique et sont devenues très bon marché. On les emploie volontiers pour le montage des pièces sur le châssis. Elles conviennent, entre autres, pour la fixation des transformateurs d'alimentation, des bobines d'égalisation etc., qui possèdent des bases métalliques épaisses avec de grands trous de fixation; elles conviennent moins bien pour d'autres pièces détachées en produit comprimé comme les supports de lampe qu'elles font facilement éclater. Des pièces en trolitulite et en céramiques éclatent facilement. Pour le montage de celles-ci, on enfilera plutôt un anneau de carton, un disque de métal de ressort ondulé ou un anneau fendu (rondelle Grower) sur le boulon avant d'y placer l'écrou. Le disque à ressort intermédiaire empêche un serrage exagéré et dangereux, et assure une bonne fixation; sous la plaque de montage, on ne le voit pas. Pour le montage de petits potentiomètres etc., avec fixation centrale, l'emploi d'une rondelle de presspahn est aussi très utile. Le tube qui constitue l'axe est assez fortement affaibli par le filet de la vis et lorsque l'écrou est trop fortement serré, le filet peut être abîmé. La rondelle de carton fait ressort et se fixe avec une pression plus faible. Dans les appareils avec haut-parleur inséré, le condensateur d'accord sera monté sur caoutchouc pour éviter tout couplage acoustique par le châssis. Chaque boulon portera ainsi les différentes parties suivantes dans l'ordre indiqué: pied du condensateur, rondelle de caoutchouc, plaque du châssis, rondelle de caoutchouc, rondelle de métal, écrou de fixation. On montera de la même façon un support de lampe avec rondelle de caoutchouc ou de feutre lorsque la lampe a une tendance à la formation d'un son de cloche (son microphonique) (fig. 252a).

Pour le montage sur bois, il faut placer une rondelle en métal

en-dessous de l'écrou sinon celui-ci entrerait dans le bois et abîmerait la plaque sans assurer une bonne fixation. Pour monter des pièces qui doivent être isolées d'une plaque métallique, on emploie des rondelles isolantes. Celles-ci doivent être faites de la meilleure matière isolante. Les rondelles avec tubulure n'ont pas besoin d'être centrées spécialement. La fig. 253 montre les différentes manières dont les douilles de

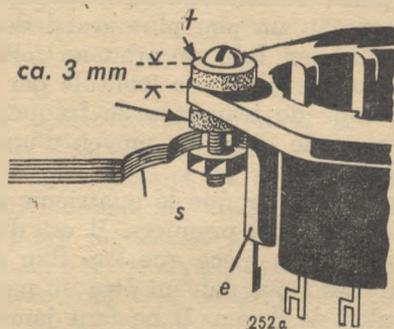


Fig. 252a

t = feutre mou — s = chassis — e = support de lampe

contact peuvent être isolées. Si la plaque est très épaisse, on placera des deux côtés des rondelles avec la tubulure dans le trou (fig. 253a). Dans une plaque plus mince, où les deux rondelles s'appuieraient l'une contre l'autre dans le trou, ce qui laisserait du jeu à la douille, la rondelle du dessous est mise à l'envers (fig. 253b). Au lieu de la

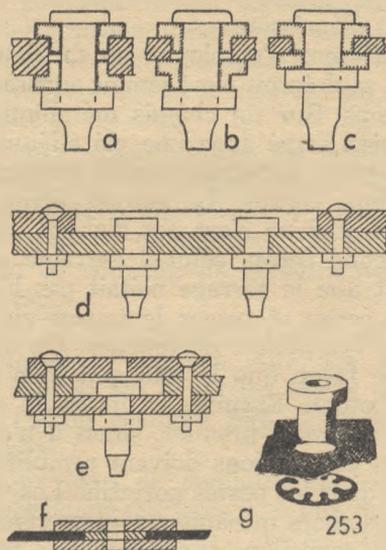


Fig. 253

seconde rondelle à flasque, on peut alors employer une rondelle plate (fig. 253c). Si l'on n'a pas de rondelles isolantes sous la main, on emploiera des bandes isolantes que l'on fixera avec des vis derrière une ouverture de la plaque de métal. Les douilles sont alors montées directement sur l'isolant (fig. 253d). Avec ce système, la capacité entre

les douilles et la plaque est très faible. En montant au-dessus une deuxième plaque isolante avec un trou par lequel la broche seule peut passer, on obtient une protection contre un contact accidentel avec la douille (fig. 253e); ceci est très important pour les douilles à très haute tension. On peut réaliser de la même manière les connexions à haute fréquence à travers les parois des blindages (fig. 253f). Dans l'ouverture du blindage, on place un morceau de trolitule sur lequel on colle de chaque côté un morceau un peu plus grand de la même matière. Après séchage du ciment, on fore un trou au milieu. Pour des connexions d'anode, on peut remplacer la trolitule par de la trolite moins chère. L'emploi d'un tube de traversée de fréquenta (fig. 253g) que l'on fixe contre la plaque de métal au moyen d'une rondelle à ressort est encore plus rapide.

Au montage, il peut arriver que le quatrième boulon ne passe pas alors que l'on a placé les trois premiers. Il est d'ailleurs à conseiller de ne serrer les écrous d'une pièce que l'on fixe qu'après qu'ils aient été tous mis en place. Les trous doivent être un peu trop grands, p. ex. 3,5 mm pour un boulon de 3 mm. Il ne faut jamais forcer le passage d'une vis dans un trou. Si elle ne pénètre pas facilement, c'est qu'elle est entrée de travers et en forçant on risque de plier. Au besoin on alèsera le trou avec une mèche ou un alésoir. Les vis trop longues qui sortent trop fort du côté opposé et peuvent gêner d'autres pièces, seront raccourcies à la scie comme nous l'avons dit dans le paragraphe relatif au travail des métaux. Il y est aussi décrit comment on fait un filet dans la plaque de base lorsqu'on veut visser directement les vis dans la plaque. On économise ainsi les écrous. Ce n'est qu'ainsi qu'on obtiendra une plaque unie en-dessous. Le filetage n'est possible qu'avec des plaques de 2 à 3 mm d'épaisseur.

Il n'est pas indifférent d'employer un ou deux écrous. Pour des plaques isolantes, un seul écrou n'est jamais suffisant, car il se desserre après un certain temps. Sur un châssis métallique, un écrou suffit à la condition d'être bien serré avec une clé adéquate. Il est cependant préférable, au moins pour les endroits difficilement accessibles dans la suite, d'employer deux écrous. Le second écrou ne sera cependant d'aucune utilité si le premier n'est pas d'abord parfaitement serré. Si, au placement du second écrou, celui-ci entraîne encore le premier de quelques tours, c'est que le serrage n'était pas bien fait. Il faut alors desserrer le second écrou et placer le tourne-vis dans la fente de la tête du boulon pour l'empêcher de tourner. On serra alors le premier écrou avec la clé de façon que le tout soit bien fermement fixé sans toutefois tordre le boulon. Ensuite, on fixera le second écrou. Il doit, évidemment serrer contre le premier, sinon il n'est d'aucune utilité.

Les assemblages par boulons doivent remplir des conditions particulièrement sévères dans les postes portatifs. Les variations continues de température et les chocs mécaniques desserrent les écrous les mieux ajustés. Ici, un bon conseil est précieux, car où trouver en chemin l'outillage nécessaire à une réparation? Il vaut mieux, dès le début, de coller les écrous avec une goutte de cohesan ou de laque. Les boulons fendus donnent une sécurité absolue. On coupe l'extrémité libre du boulon dans le sens de la longueur avec une scie à découper et l'on écarte les deux moitiés du boulon après serrage de l'écrou de façon que celui-ci ne puisse plus sortir.

Lors de la fixation de broches fendues (p. ex. dans un support de

bobine), il se peut que les deux parties soient écartées par le tourne-vis. Il est alors préférable de glisser sur la broche une douille de 3 ou 4 mm avant de placer le tourne-vis dans la fente. Ainsi la broche est maintenue par la douille et ses deux parties ne peuvent pas s'écarter.

Les bornes tournent facilement avec l'écrou lors de la fixation de celui-ci. On mettra un clou dans la perforation transversale de la borne pour tenir celle-ci pendant que l'on tourne l'écrou. On empêchera une douille de jack de tourner en y enfonçant la pointe d'une lime triangulaire ou d'un alésoir que l'on tiendra fermement pendant le serrage de l'écrou.

Le montage de pièces détachées n'est pas difficile, car celles-ci sont construites pour leur fixation sur métal. Les anciennes pièces détachées du temps où la plaque de base était isolante doivent être examinées avant leur montage sur châssis métallique, pour déterminer si l'une ou l'autre pièce métallique sous tension n'est pas placée de façon à venir en contact avec le châssis. Les sockets de lampes à monter au-dessus de la plaque sont très dangereux à cet égard ; ils doivent toujours être fixés sur une plaquette isolante sinon les broches de la lampe pourraient atteindre le métal du châssis. Pour les amplificateurs à haute fréquence et les détectrices par grille, surtout pour ceux qui sont destinés à la réception des ondes courtes, les supports de lampes modernes sont à recommander, car seuls ceux-ci assurent le minimum de capacité entre le support et le châssis. Le blindage des lampes est parfois relié à la cathode, il ne peut par conséquent pas être en contact avec le châssis, sinon la résistance de cathode qui donne la polarisation de grille serait court-circuitée. Pour monter les indicateurs d'accord derrière le panneau, il faut un dispositif spécial de montage. Il existe pour cela des supports séparés qui peuvent être montés directement sur le panneau et dans lesquels il suffit de placer la lampe indicatrice. Par ce moyen, on peut monter un œil magique à tout moment et notamment après coup.

Les transformateurs d'alimentation ne peuvent pas être montés sur un châssis métallique au moyen d'une bande métallique qui entoure le noyau, car cette bande formerait, avec le châssis une spire en court-circuit qui absorbe de l'énergie. Il en résulterait une plus grande consommation de courant, un échauffement plus grand et un rendement plus mauvais.

Les condensateurs en boîte manquent souvent de pattes de fixation ou celles-ci sont placées du mauvais côté. On les fixera au moyen d'un petit étrier en tôle de fer et on les fixera suspendus en-dessous du châssis. Lorsque l'étrier est bien fixé, le condensateur est attaché d'une manière immuable.

Les rallonges pour axes de commutateurs ou de condensateurs variables sont découpées dans des tiges de 6 mm de diamètre et montées au moyen de manchons élastiques sur l'axe de l'appareil à commander. Ces axes métalliques ne présentent pas l'inconvénient d'un fonctionnement élastique et serrant qui caractérise les axes en trolite ou en ébonite. Si l'on est cependant obligé d'employer une allonge en ébonite, on prendra un tube d'ébonite de 6 mm d'ouverture et d'environ 10 mm de diamètre extérieur. Aux deux extrémités, on y introduit des tiges rondes en laiton de 6 mm de diamètre et d'environ 60 mm de long, que l'on fixe dans le tube d'ébonite avec de petits boulons latéraux de

façon que des bouts de 20 mm environ sortent du tube. Par l'emploi de manchons d'accouplement élastique, on compense toutes les petites imperfections de montage des pièces dans la direction de l'axe. Une douille de jack constitue le coussinet idéal pour un axe de 4 mm.

L'ordre dans lequel les pièces détachées doivent être montées sur le châssis n'est, en générale, pas déterminé. On commencera cependant généralement par les petites pièces comme les douilles, les commutateurs, les sockets de lampes, les potentiomètres ; ensuite, on montera les bobines et les condensateurs et, en dernier lieu, le cadran souvent très volumineux. Toutes les petites pièces qui sont suspendues dans le câblage (condensateurs en tubes, résistances) seront placées dans une petite boîte. Les pièces dont les bornes se trouvent placées si profondément qu'elles seraient difficilement accessibles après le montage, seront munies d'avance de très longs bouts de fil qui seront coupés à la longueur voulue lors du câblage. Les boutons de manœuvre seront provisoirement laissés de côté. Ils pourraient être abîmés pendant le travail. On ne les placera qu'après achèvement de l'appareil, lors des premiers essais. Les vis de fixation des boutons d'appareils à courant continu ou tous courants seront alors enfoncées profondément et recouvertes de cire ou de caoutchouc.

Le câblage

Dans la réalisation des connexions d'un récepteur, le fil de cuivre est, ou serré dans une borne, ou soudé à une languette métallique. Une connexion par borne doit présenter une très large surface de contact ; pour cela, le fil sera plié à son extrémité de façon à faire un œillet qui puisse s'enfiler exactement sur le boulon de la borne. On considère à tort l'exécution de ces œillets comme difficile. Ce travail

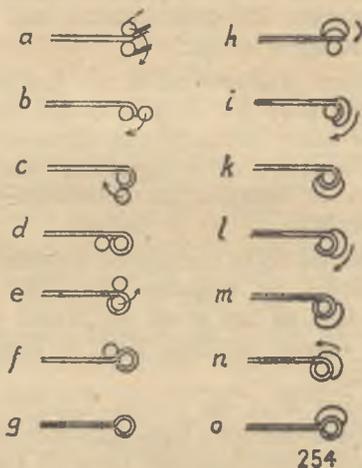


Fig. 254

est très facile à réaliser avec une pince ronde. La fig. 254 représente de a à f les différentes opérations à effectuer dans ce but. On prend l'extrémité du fil dans la pince (a), on serre doucement la pince et on lui fait faire trois quarts de tour (b-c-d), en tirant fortement sur le fil ou en le laissant glisser dans la main et en le serrant doucement

sur la pince avec le pouce. On ouvre alors la pince et on la ramène à sa position initiale. L'œillet à moitié terminé est alors plié en sens inverse. Une faible rotation amène l'œillet qui, jusqu'ici était sur le côté, dans le prolongement du fil (f) pour obtenir la forme désirée (g). Il existe des pinces spéciales pour plier les œillets (fig. 255 n° 1) qui facilitent encore le travail, car elles exécutent toutes les opérations d'un coup et présentent encore l'avantage de former plus sûrement un œillet bien rond et de faire le pli final plus serré. Le travail avec cette pince est schématisé dans la fig. 254 de h à o. Pour tirer les fils droit ou les plier à angle droit, il faut une pince plate. La meilleure est la pince longue (fig. 255 n° 3) qui permet d'atteindre tous les coins. En outre, il faut une pince coupante avec tranchant latéral (fig. 255 n° 2) pour couper les fils. Ces pinces rendent de grands services pour l'entretien et la réparation des appareils. Pour le câblage, le coupe-fils qui se trouve dans beaucoup de pinces (p. ex. dans la pince longue) suffira dans la plupart des cas. Les trois pinces décrites ci-dessus peuvent être remplacées par une pince combinée (fig. 255 n° 4). Elle travaille comme pince ronde et comme pince plate, elle sert de pince de pliage, de pince coupante, pour l'enlèvement de l'isolement et a un manche isolé. Lorsqu'on choisit une pince universelle de ce genre, on fera bien d'acheter

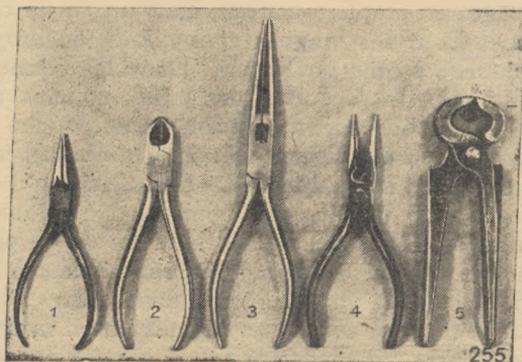


Fig. 255

aussi une pince plate bon marché, car il arrive que l'on doive travailler, surtout pour les petits objets, avec une pince dans chaque main. La tenaille généralement employée dans les ménages (fig. 255 n° 5) ne doit pas être employée pour le câblage, même pas comme coupe-fil, car elle est généralement abîmée par le travail rude (enlèvement de clous de fer) qu'elle a effectué. Toutes les pinces et tous les outils sur lesquels on doit frapper ne peuvent pas être en fonte, mais bien en acier ou en fer forgé. Les pinces bon marché doivent être examinées à la lumière lors de l'achat pour voir si les mâchoires se touchent bien sur toute leur longueur. S'il passe de la lumière entre les mors ou les tranchants, on ne pourra pas tenir, avec ces pinces, des tôles ou des fils minces, ces pinces ne conviennent pas non plus pour un travail de précision.

Pour assurer une très grande surface de contact entre les œillets et les écrous de fixation, on presse l'œillet avec une pince plate. Le fil argenté peut être aplati par quelques coups de marteau sur une enclume pour éviter d'abîmer l'argenture avec les mors de la pince.

Pour les connexions par bornes, on placera un écrou en-dessous et un autre au-dessus de l'œillet ; si l'on plaçait directement l'œillet sur la matière isolante ou sur une mince plaque de métal, le support élastique se déformerait progressivement et il en résulterait une connexion mal serrée. Ceux qui ont démonté d'anciens récepteurs se rappellent combien les écrous étaient mal serrés et comme les œillets étaient profondément marqués dans l'ébonite. Le serrage de l'écrou ne se fait pas en une fois, mais par petits coups pour égaliser les petites irrégularités de l'œillet. Plusieurs œillets ne seront jamais placés l'un contre l'autre sur la même borne, mais devront être séparés par des rondelles. Sur l'écrou inférieur, on place d'abord un œillet, puis une rondelle, puis un autre œillet, puis une rondelle etc., jusqu'à ce que l'on ait placé tous les fils sur le boulon, après quoi l'on serre le tout avec un simple écrou. Pour les fils minces qui tournent facilement sous l'écrou, on placera encore une rondelle avant le dernier écrou. L'écrou tourne alors sur la rondelle et ne risque pas d'entraîner le fil. La direction de courbure de l'œillet doit être la même que celle de la rotation de l'écrou sinon l'écrou ouvrirait l'œillet lors du serrage. Quelquefois ainsi l'œillet est si fortement ouvert que le fil ne tient plus que par un point. Une telle connexion n'est pas viable.

Pour le câblage, on emploie couramment du fil de cuivre de 0,8 à 1 mm de diamètre. Pour les longues connexions, on emploie du fil de 1,5 mm qui se courbe moins facilement. Dans les connexions à haute fréquence, surtout pour la réception des ondes courtes, on emploie du fil argenté que l'on enduit, après soudure, d'une couche d'une solution de trolitulite pour éviter l'oxydation. Lorsque le châssis ne convient pas pour servir de pôle négatif de masse — p. ex. lorsqu'il est en matière isolante ou en fer — on placera une connexion commune circulaire le long du bord inférieur du châssis pour laquelle on emploiera un fil de cuivre de 2 mm de diamètre. Toutes les connexions à la terre seront soudées à ce fil. Dans les appareils à ondes courtes, il est préférable de réunir en un seul point toutes les connexions à la terre d'un même étage haute fréquence. La disposition des connexions est traitée plus en détail dans le paragraphe « plan de montage ».

Les connexions d'antenne resteront nues jusqu'à la grille de la première lampe. Toutes les autres connexions seront exécutées en fil isolé ou avec du fil nu avec gaine isolante. Nous avons déjà dit plus haut qu'il était utile d'exécuter les connexions avec des fils de couleurs différentes. Nous renvoyons, à ce propos au paragraphe « fils etc. ». Il ne doit pas exister de contact entre fils même bien isolés, car il peut s'y produire des courants de fuite et des bruits perturbateurs. Les connexions sensibles seront exécutées avec gaines blindées. Ainsi, les connexions de grille ou d'anode d'un étage amplificateur vers un œil magique inséré dans le cadran, p. ex. devront être blindées. Pour les connexions des amplificateurs à basse fréquence, la gaine blindée ordinaire suffit, pour les connexions à haute fréquence, on n'emploiera que du câble à faible capacité. Cette exigence est d'autant plus importante que la fréquence à recevoir est plus élevée. Lorsqu'il y a doute sur le fait de savoir si la capacité d'un câble blindé est gênante, on peut estimer la valeur de la capacité d'après la longueur du blindage ; la capacité par mètre est généralement connue, et l'on contrôlera sur le schéma de principe si les caractéristiques du circuit peuvent être

influencées par cette capacité, donc, p. ex. si de la haute fréquence peut être inutilement envoyée vers la terre. Si la capacité vis-à-vis de la terre due au blindage nous paraît douteuse, nous blinderons les autres connexions perturbatrices ou perturbées.

Le blindage des fils doit être mis à la terre. Par rapport aux connexions voisines, un câble blindé doit être considéré comme une prise de terre. Les connexions amovibles, p. ex. les cordelières de batteries doivent être munies d'une étiquette. On peut, entre autre, découper des morceaux de carton bristol (cartes de visite) de 30 mm sur 10 mm et y percer un petit trou à chaque bout. On glissera le câble dans ces deux trous (fig. 256 à gauche). On écrira à l'encre de Chine sur chaque bout de carton l'indicatif de la connexion ou sa tension. Cette inscription peut être vernie. On peut aussi placer autour du câble de petites étiquettes d'aluminium ; dans la fig. 256 à droite, on voit le découpage nécessaire. Pour les connexions au réseau, il est prescrit d'employer des fils ou câbles isolés au caoutchouc.

L'emploi de câbles torsadés isolés au caoutchouc est quelque peu ennuyeux, car il est assez difficile d'enlever la couche de caoutchouc sans abîmer les torons du câble. L'isolement est coupé tout autour

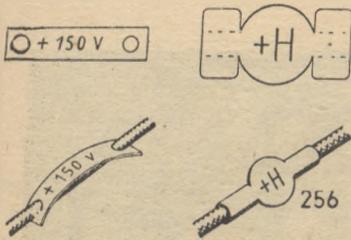


Fig. 256

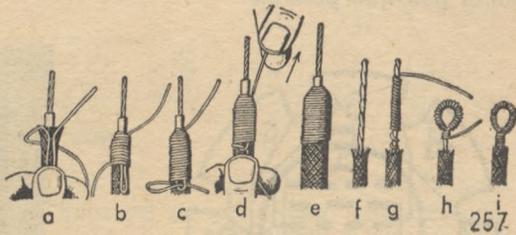


Fig. 257

avec un couteau bien aiguisé. Pour enlever le caoutchouc, on emploie un couteau spécial. Dans le tranchant d'un canif, on lime avec une lime triangulaire une encoche en forme de V ; on y place le câble caoutchouté, on presse le câble avec le pouce contre l'encoche et on le tire avec l'autre main. On enlève ainsi la couche de caoutchouc sans abîmer les brins du câble. Le couche de caoutchouc peut aussi être fendue en longueur et enlevée au couteau. La gaine extérieure a alors un aspect peu séduisant. Il faut la lier. Pour cela, on forme une boucle (fig. 257a) avec du fil à coudre et on enroule le fil sur la gaine (b), on enfle le bout du fil à coudre dans la bouche (c) et l'on tire l'autre extrémité (d) jusqu'à ce que la boucle avec l'extrémité qui y passe disparaisse en-dessous de l'enroulement, puis on coupe le fil (e). Les torons sont étamés et traités comme un fil plein. Les fils souples de haut-parleurs et de téléphone ne contiennent généralement pas de brins, mais des rubans enroulés sur un noyau (fil lametta) (f) ; ceux-ci doivent être renforcés en les enveloppant avec du fin fil de cuivre nu (g), on en formera un œillet (h) que l'on fermera en enroulant le bout autour de la base (i). Si un câble doit sortir à travers une plaque à bords coupants, on munira le trou d'une rondelle en caoutchouc. Pour les connexions de chauffage, nous avons donné de plus amples explications dans le paragraphe « fils etc. ».

Le placement des connexions doit avoir lieu avec le plus grand soin. Sans compter les dégâts que peut occasionner une erreur de rac-

cordement, on peut perdre beaucoup de temps à la rechercher. Les erreurs peuvent facilement se produire lorsque, pendant le travail, on ne suit pas exactement le plan de câblage. Nous prendrons donc l'habitude de marquer sur le plan de câblage, avec un crayon de couleur, chaque connexion, immédiatement après son placement et d'y dessiner aussitôt tout changement apporté au cours de l'exécution. Les principales fautes de raccordement se produisent aux supports de lampes. Les anciens supports européens ne posent pas d'énigme, mais dans les nouvelles lampes multigrilles, les connexions du culot ont parfois des fonctions très différentes. L'emploi d'un gabarit spécial placé pendant le câblage d'un support entre les languettes de celui-ci (fig. 258) est très agréable, car il ne laisse aucun doute sur les électrodes raccordées aux différentes languettes.

Lors de la soudure de connexions à des condensateurs de découplage ou en tube, il faut aller vite pour ne pas fondre la masse isolante ; l'humidité de l'air qui pourrait entrer diminuerait les qualités isolantes du papier. La trolitule et la gaine isolante sont aussi très sensibles à la chaleur. Les bouts de fil qui sortent des résistances se détachent facilement des capsules auxquelles ils sont soudés ; on les raccourcira aussi peu que possible.

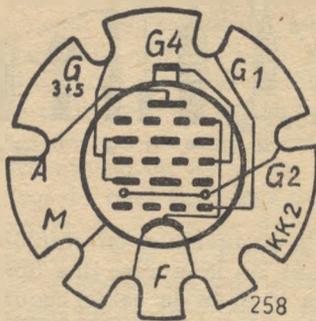


Fig. 258



Fig. 259

Dans les récepteurs modernes, la plus grande partie sinon tout le câblage se trouve sous le châssis. Pour y effectuer les connexions, il faut retourner le châssis avec toutes les pièces y fixées ou le reposer sur un de ses côtés. Il en résulte le danger de faire tomber le châssis et d'abîmer les pièces qui s'y trouvent. On peut l'éviter partiellement en plaçant le châssis sur un paquet de livres ou sur des blocs de bois. Ce n'est cependant pas encore assez sûr et il vaut mieux utiliser, quand on en dispose, un cadre dans lequel le châssis peut être fixé. Ce cadre s'appelle un porte-châssis. Les porte-châssis du commerce sont plutôt chers. Il n'est pas absolument nécessaire que le châssis puisse être tourné de tous les côtés. Pour notre usage, un porte-châssis en forme de pupitre suffit. La fig. 259 montre un porte-châssis en fers profilés. Celui-ci est construit avec des cornières de 14×3 mm ; en outre, on emploie des chutes de tôles d'aluminium de 2 à 3 mm d'épaisseur, des rivets d'aluminium de 4 mm et des boulons de fer avec écrous papillons, donc tout matériel bon marché. La fig. 260 donne le plan de toutes les pièces nécessaires avec les dimensions exactes. Dans la fig.

261 on voit un croquis latéral du support. La base de l'appareil est formée de deux cornières f. A gauche elles sont munies de deux rainures allongées qui permettent de reculer le côté gauche de 30 mm de

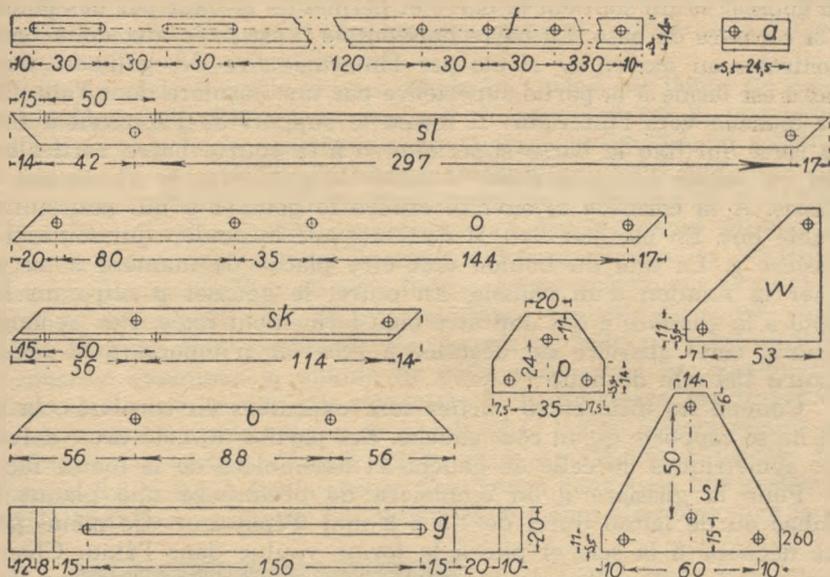


Fig. 260

part ou d'autre. A droite on a foré des trous à des distances de 30 mm l'un de l'autre. Le côté droit de l'appareil ne peut donc être déplacé que par sauts de 30 mm. Par la combinaison des deux dispositifs, on

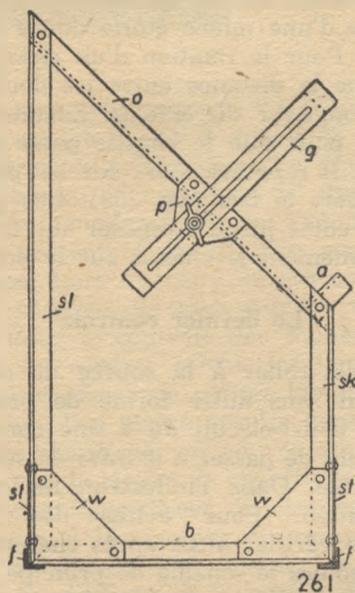


Fig. 261

peut, pratiquement soutenir n'importe quel châssis jusqu'à 520 mm de long.

Chaque côté se compose d'une barre inférieure b, d'une barre verticale courte sk, d'une longue barre verticale sl et d'une barre supérieure o. A la partie inférieure de chaque barre verticale, se trouve un gousset st qui soutient la barre et permet de la fixer par des boulons à la cornière de base. La barre horizontale b est fixée aux deux barres verticales au moyen de rivets par l'intermédiaire des goussets w. Le cadre est fermé à la partie supérieure par une cornière dont l'aile libre est tournée vers l'intérieur. Il forme le support de l'appareil à fixer. Le rivet qui fixe la barre supérieure o à la courte barre verticale sk sert en même temps à fixer la butée a qui évite le glissement du châssis. A la cornière o, on fixe encore le gousset p qui poursuit un double but. En premier lieu, il doit recevoir le boulon qui soutient la glissière g. La tête du boulon doit être placée de manière à ne pas gêner la fixation d'un châssis. En outre, le gousset p offre un bon appui à la glissière g qui doit être bien fermement fixée. Par sa longue rainure, cette glissière est destinée à recevoir n'importe quel châssis jusqu'à 150 mm de haut.

Comme les différentes parties sont exécutées en cornières, la fig. 261 ne se rapporte qu'au côté gauche. Les parties du côté droit doivent être symétriques de celle de gauche et assemblées de la même façon.

Pour la glissière g on emploiera de préférence une plaque de tombac ou de laiton durci de 1,5 à 2 mm d'épaisseur. Ce métal peut être découpé à la scie et plié à la forme voulue dans l'étau. Chaque glissière a la forme d'un double crochet en forme d'S. A l'un des côtés elle sert pour les châssis avec côtés lisses et de l'autre côté pour les châssis avec côtés rapportés jusqu'à 18 mm de large. Suivant les nécessités, on retourne la glissière en desserrant l'écrou papillon. En insérant une large rondelle entre l'écrou et la glissière, on assure une bonne fixation. Après achèvement de cet appareil, on recouvre les côtés intérieurs des cornières o d'une mince étoffe douce pour ne pas faire de griffes sur le châssis. Pour la fixation d'un châssis, on place le cadre de droite de façon que la distance entre les deux cadres soit un peu plus grande que la longueur du châssis. Ensuite, on recule le cadre de gauche assez près pour que le châssis passe exactement entre les cornières supérieures. Il reposera alors sur les pièces de support avec la partie supérieure vers le bas (fig. 259). Les glissières seront alors déplacées le long des côtés jusqu'à reposer sur la partie inférieure du châssis pour fixer fermement le châssis sur le porte-châssis.

Le dernier contrôle

On ne peut jamais relier à la source de courant un récepteur nouvellement construit sans autre forme de procès. On s'exposerait ainsi au danger d'un court-circuit dû à une connexion erronée ou à brûler les lampes. Avant de passer à la mise en service, on soumet tout l'appareil à un contrôle. Dans l'industrie, un contrôle est pratiqué après chaque opération. Pour éviter des retours en arrière inutiles, il est utile de vérifier aussi après chaque travail si celui-ci a été bien fait. On contrôlera le schéma de principe avant de commencer le plan de montage ; après le perçage du châssis, on vérifiera si toutes les pièces sont bien placées, et alors seulement, on procédera au montage et au câblage. Nous avons vu aussi que l'on contrôle toutes les connexions par une confrontation avec le plan de câblage. Le dernier

contrôle qui reste à faire s'étend à la continuité des différentes parties du raccordement, il contient donc les pièces détachées, les contacts, les soudures et les conducteurs. Comme l'isolement n'est important que pour les condensateurs seulement, nous pouvons exécuter tout le contrôle comme une mesure de résistance au courant continu. Les moyens employés diffèrent suivant les cas.

L'appareil de contrôle le plus simple est certes une lampe de poche ou de cadran (fig. 262). Avec une pile de poche de 4,5 V, une lampe de 3,5 V et trois fils connectés comme l'indique la fig. 263, on constitue un circuit qui permet de vérifier le passage du courant dans une connexion pour autant que la résistance ohmique de celle-ci soit faible. Si l'on place les deux pointes marquées par des flèches dans deux points du raccordement qui, suivant le schéma, doivent être reliés électriquement, on pourra vérifier si cette liaison existe réellement, auquel cas la lampe devra s'allumer. Si une résistance réglable de faible valeur intervient dans cette connexion, on pourra au moyen de ce dispositif de contrôle examiner la qualité de cette résistance ; en manœuvrant celle-ci, la lampe ne doit pas clignoter. Si la résistance est trop forte, elle absorbera toute la tension de la pile et la lampe restera éteinte. La sensibilité des lampes dépend du courant de chauffage utilisé. Une lampe de 3,5 V, 0,3 A brille encore d'un rouge clair avec une résistance de 25 à 27 Ω dans le circuit. On obtiendra le même effet avec une lampe

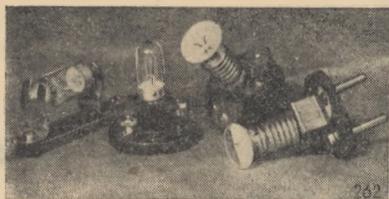


Fig. 262

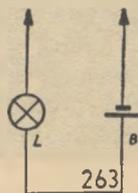


Fig. 263

de 0,2 A pour 47 Ω et avec une lampe de 0,1 A pour 77 Ω environ. C'est donc avec une lampe de 3,5 V, 0,1 A que nous aurons la plus grande gamme de contrôle. Avec ce même dispositif, nous pouvons vérifier les contacts des commutateurs et nous assurer que les bobines ont une résistance faible et les condensateurs un fort isolement. Les condensateurs variables qui présentent des contacts accidentels entre plaques feront briller la lampe. Lors du contrôle des condensateurs, il faudra toujours penser que, souvent, ils sont shuntés par une bobine ou une résistance ohmique. Pour le contrôle des connexions de filaments, on amènera les pointes de contact contre les lamelles de filament sur des supports. On peut aussi placer de petites lampes à incandescence sur des culots de lampe que l'on insère ensuite dans les supports ; en connectant le courant de chauffage, on pourra ainsi suivre le travail de la résistance insérée dans le circuit de chauffage (voir fig. 262 à droite). Dans les appareils à chauffage direct, on raccordera aussi la source de tension d'anode comme si les lampes du récepteur étaient en place. Les petites lampes ne doivent pas claquer, sinon il y a un court-circuit entre la tension anodique et le circuit de chauffage-défaut qui peut arriver dans un poste-batteries et qui coûterait la vie des lampes. L'enroulement de chauffage d'un transformateur d'alimentation et les connexions de filaments qui y sont raccordées peuvent aussi être

essayés avec de petites lampes dans les supports ; il faudra seulement tenir compte de ce que la tension fournie par le transformateur augmente lorsque la consommation diminue. On n'emploiera donc que des lampes avec une consommation presque égale à celle des lampes de récepteur à employer et au besoin, on raccordera plusieurs lampes en parallèle.

La limite d'indication de 75Ω admissible avec des lampes est très faible. La résistance des bobines de choc, des transformateurs, des résistances fixes et réglables est généralement plus haute. On emploiera alors un indicateur téléphonique (fig. 264). A gauche on voit un instrument de ce genre sans courant, au milieu, le même sous courant (reconnaisable par la présence d'une croix blanche). Cet appareil s'appelle aussi indicateur à croix. Il consiste (fig. 264 à droite) en un électro-aimant à deux branches avec armature tournante découpée dans une tôle mince. A cette armature est fixée la croix blanche qui, au repos disparaît derrière l'écran noir (voir la fig. à gauche). L'armature est maintenue par un ressort dans la position de repos jusqu'au moment où l'électro-aimant excité par un courant, fait tourner l'armature et rend la croix blanche visible (au milieu). Cet appareil de contrôle est facile à acquérir à bon marché car de nombreuses anciennes installations téléphoniques où ces appareils sont généralement employés, sont actuelle-

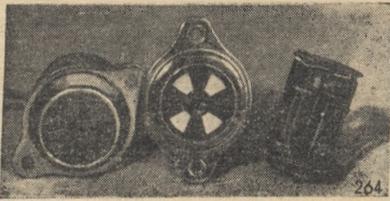


Fig. 264

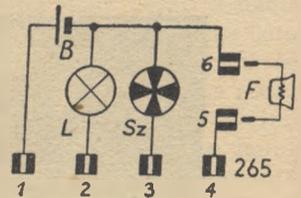


Fig. 265

ment remplacées par de nouvelles. La résistance des indicateurs à croix s'élève à 25, 100 ou 500Ω . Avec une pile de 4 V la limite d'indication de ces appareils est respectivement de 360, 600 et 1000Ω ; l'indicateur à croix de 500Ω est donc celui qui convient le mieux dans notre cas. On le monte avec une petite lampe et une pile dans une boîte. La fig. 265 en donne le schéma. Entre les douilles 1 et 2 la petite lampe et la pile sont en série, entre les douilles 1 et 3, la pile et l'indicateur sont en série et entre les douilles 1 et 4 on trouve la pile et un casque téléphonique. Le casque téléphonique à insérer entre les douilles 5 et 6 est un excellent moyen de contrôle pour les contacts frottants à très haute résistance. Là où l'indicateur n'est pas suffisant, la fermeture et l'ouverture du circuit s'entend encore sous forme de craquements dans le téléphone. Une indication nettement visible est cependant toujours préférable. C'est sur ce principe que reposent aussi la plupart des instruments de mesure. Pour notre usage, il suffira généralement de réaliser un montage très simple avec des pièces qui se trouvent toujours à portée de la main — une bobine avec 300 à 500 spires (par exemple une bobine à nid d'abeille), une boussole de poche, une petite pile sèche et un peu de fil émaillé (fig. 266). Même dans les câblages les plus compliqués, on travaillera avec sécurité avec deux tiges isolées jusqu'à la pointe (celle-ci non comprise) (fig. 266 en-dessous). La boussole est placée sur une boîte d'allumettes de façon à se trouver au centre de la

bobine. La bobine sera placée de telle sorte que l'aiguille de la boussole et la bobine soient dans la même direction (voir fig. 266). Dès qu'on atteint l'objet à essayer avec les tiges d'essai, l'aiguille est déviée de sa position Nord-Sud. La déviation dépend du nombre de spires de la

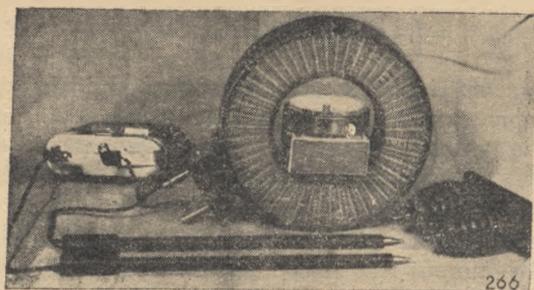


Fig. 266

bobine, de sa distance à l'aiguille et de l'intensité du courant. Comme les deux premières grandeurs sont invariables, la déviation sera directement proportionnelle à l'intensité du courant et, par conséquent pour une tension constante, à la résistance de la connexion à contrôler. Si nous voulons contrôler très exactement la résistance dans l'appareil

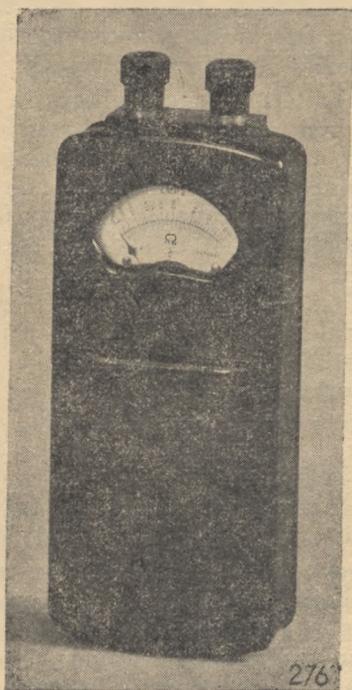


Fig. 267

il nous faut un instrument très sensible à bobine mobile. L'appareil de contrôle représenté fig. 267 contient une pile et un ohmmètre dans une caissette élégante ; la valeur de la résistance mesurée peut être lue directement. Avec les dispositifs décrits, nous pouvons nous faire une

idée juste du montage convenable des appareils, dans les limites ci-dessus indiquées. Toutes les connexions trouvées bonnes sont marquées sur le schéma. De cette façon, nous pouvons aussi vérifier si le schéma a été appliqué exactement dans le plan de câblage.

La première réception

Nous sommes enfin arrivés au moment où l'appareil peut être mis en service. Il s'agit, surtout maintenant de ne pas être nerveux ! Sinon il peut arriver que l'on commence à transpirer parce que l'appareil reste muet pour s'apercevoir, après avoir un peu cherché, que la fiche du haut-parleur est restée à côté de sa douille !

Il vaut mieux d'abord de débarrasser la table et d'éloigner tout ce qui n'est pas absolument nécessaire. Le premier essai pratique se fera sur le châssis nu, donc sans coffre. Si le haut-parleur est inséré dans le coffret, nous placerons celui-ci sur la table, derrière le châssis et nous raccorderons le câble du haut-parleur puis nous connecterons les fils de terre et d'antenne. Ensuite, on vérifiera si le commutateur d'antenne est dans la bonne position pour la réception. Tout cela semble évident — mais c'est justement dans les choses évidentes que les erreurs se commettent le plus facilement. Nous placerons ensuite les lampes et vérifierons si les autres pièces amovibles du raccordement (bobines, condensateurs à fiches, résistances, fusibles) sont toutes présentes et à leurs places respectives. Les autres manœuvres diffèrent suivant qu'il s'agit d'un poste à batteries ou d'un poste réseau.

Dans un poste à batteries, la cordelière du circuit de chauffage sera raccordée dans le bon sens (ne pas inverser les pôles). Si l'on veut travailler prudemment, on peut mettre de petites lampes d'éclairage dans les supports de lampes au lieu des lampes de réception et s'assurer si la résistance de réglage du courant de chauffage est en ordre. On raccorde les petites lampes d'éclairage continuent à brûler calmes nécessaires suivant les données du plan. Si, après avoir fait ces raccordements, les petites lampes d'éclairage continuent à brûler calmement, on peut les enlever et les remplacer par les lampes de réception. Dans cette opération, on aura soin de bien placer les différentes lampes dans les supports qui leur sont destinés et de ne pas oublier les connexions supplémentaires (borne d'anode, capuchon de grille ou borne latérale) lorsqu'il y en a. Encore un coup d'œil rapide pour voir si le haut-parleur et le transformateur de sortie sont bien reliés à la lampe finale, si le régulateur de volume est ouvert et le couplage de réaction découplé, puis on rétablira le courant de chauffage.

Supposons d'abord que nous ayons affaire à un petit poste à un seul circuit. Tout d'abord, nous nous occuperons de la détectrice. Un casque téléphonique sera raccordé d'une part à l'élément de couplage entre l'anode et la basse fréquence à travers un condensateur de $1 \mu F$ environ et d'autre part au châssis de l'appareil. On tournera ensuite le bouton d'accord jusqu'à ce qu'on ait trouvé le poste émetteur local ou un autre émetteur puissant. Ne commettons pas maintenant l'erreur de nous mettre tout de suite à la chasse aux émetteurs. Il y a encore de nombreuses corrections à faire avant que l'appareil soit fin prêt. Il vaut mieux remettre ce travail à plus tard car il va de soi que la réception de stations éloignées est impossible avec un détectrice seule-

ment et l'émetteur local est reçu assez faiblement pour permettre l'essai de la réaction. Tout émetteur a, à certaines heures de la journée, des pauses d'émission pour permettre l'entretien du poste. Environ un quart d'heure avant la reprise de l'émission, l'émetteur est de nouveau mis en service mais sans parole. C'est ce moment qui est le plus utile pour permettre d'essayer la réaction sans déranger les voisins. Nous laisserons l'accord du récepteur inchangé et tournerons la réaction, on s'assurera que la réaction fonctionne assez doucement ; si la réaction travaille brutalement et brusquement, c'est généralement parce que la tension d'anode (triode) ou de grille-écran (pentode) est trop élevée. Une bonne réaction doit, en tournant le condensateur de réaction dans le sens de l'augmentation de sa capacité, donner une augmentation progressive de l'intensité du son de réception qui aboutit à un hurlement lorsque le condensateur est presque complètement fermé. D'où vient ce hurlement ? L'oscillation produite dans la lampe par un couplage trop serré de la réaction, a une fréquence qui dépend du circuit d'accord et qui interfère avec l'oscillation reçue dans l'antenne. Comme nous n'arrivons jamais, à l'oreille, à accorder avec une exactitude mathématique un circuit sur une onde de réception déterminée, la fréquence du circuit d'accord présentera toujours une petite déviation par rapport à celle de l'onde reçue. La différence de fréquence produite par l'interférence est relativement basse et tombe dans la gamme des fréquences audibles. C'est pourquoi il se produit, lors de l'accord d'un récepteur dont la détectrice oscille, un son qui peut varier depuis les sons les plus aigus que notre oreille puisse saisir jusqu'à un ronflement très grave que l'on peut reproduire en sens inverse en tournant le condensateur d'accord. Le hurlement du récepteur prouve qu'il oscille. Si la détectrice, comme c'est le cas dans notre récepteur, est couplée à l'antenne, celle-ci oscille aussi et interfère avec la réception des installations voisines. La réaction ne peut donc pas être serrée au point que l'appareil commence à hurler. Avec un ou deux hurlements, la réaction est vérifiée. Si l'on doit encore faire un contrôle supplémentaire, on le fera sur un poste lointain. En tous cas, on évitera de troubler la réception du poste local. Une réaction peu serrée est, par contre, très utile pour la réception des émetteurs faibles ou lointains, car elle diminue l'amortissement du circuit oscillant et de l'antenne ; diminue leurs pertes et les rend plus sélectifs. Pour rendre un récepteur à un seul circuit aussi sélectif que possible et obtenir, malgré cela une bonne puissance de réception, il faut, après avoir trouvé l'émetteur cherché, rendre le couplage à l'antenne aussi lâche que possible. La réception deviendra ainsi plus faible. On accordera alors avec plus de précision et l'émetteur sortira plus puissamment. En resserrant alors le couplage de réaction, l'émetteur sortira très fort. Par un faible réglage supplémentaire de l'échelle d'accord, on obtient alors la meilleure réception possible. Après avoir contrôlé la gamme de réception, on peut enlever le casque téléphonique et raccorder l'amplificateur basse fréquence. Avec cet amplificateur, l'appareil doit fonctionner sans perturbation. Si le poste commence à siffler ou à hurler, on peut être sûr qu'il se produit une réaction à basse fréquence. Il peut aussi arriver que la haute fréquence atteigne la grille de l'étage basse fréquence.

Parfois, on n'atteint pas les meilleurs résultats avec la polarisation calculée. De petites variations de la polarisation de grille ne gênent pas la reproduction. Il faut cependant toujours penser qu'une dimi-

nution de la polarisation de grille augmente le courant d'anode et use plus rapidement la batterie. Si l'on emploie des lampes neuves dans les conditions prescrites par le fabricant, on peut être sûr que les lampes travaillent dans les meilleures conditions.

La réception avec un appareil alimenté par le réseau est plus simple. Ici, il n'y a pas de source de courant à raccorder ni de tension à prendre sur un potentiomètre. Tous les courants et toutes les tensions sont calculés d'avance et sont obtenus par des résistances fixes (ou du moins il devrait en être ainsi). Dans l'exécution pratique, il arrive parfois que le rendement du transformateur d'alimentation s'écarte quelque peu des prescriptions. A ce point de vue, les lampes modernes sont toutefois calculées beaucoup plus largement. Elles sont peu sensibles aux faibles variations de tension. La polarisation de grille est obtenue automatiquement (par une chute de tension sur une résistance de cathode). Nous n'avons donc, en fait, rien d'autre à faire que de raccorder l'antenne, la terre, le haut-parleur et le réseau au poste et ensuite à manipuler le régulateur de volume, le commutateur d'ondes, le cadran d'accord et la réaction. Le remplacement de lampes sous tension est à éviter, car, en enlevant une lampe et en remplaçant une autre, on provoque de fortes pointes de tension.

Le bruit de réseau (souvent appelé erronément bruit de fond) se produit par l'emploi de courant alternatif ou de courant continu non filtré comme courant de chauffage pour des lampes à chauffage direct, ou par réaction des connexions en courant alternatif des filaments à chauffage indirect sur les connexions de grille, par filtrage insuffisant du courant d'anode, par couplage magnétique entre la partie réseau et la partie basse fréquence ou par influence des connexions de réseau sur de longues connexions de haut-parleur. La cause la plus courante est cependant le fait que, jusqu'à présent, nous n'avons pas encore réglé le « débruiteur », c'est-à-dire le potentiomètre relié aux bornes du filament et dont le point neutre central est relié à la masse (pour une lampe finale à chauffage direct) à travers une résistance de cathode.

On ne s'est pas encore occupé jusqu'à présent du cadran d'accord, car il n'a rien à voir avec la réception proprement dite. Ce n'est, en somme qu'un moyen pratique pour faciliter la recherche quotidienne des émetteurs. Pour satisfaire à cette exigence, il doit être étalonné, c'est-à-dire que les indications de l'aiguille doivent correspondre aux diverses positions du condensateur d'accord. Ce but est atteint, avec les cadrans du commerce de façons très différentes ; sa réalisation ne dépend pas seulement du cadran lui-même, mais aussi des constantes électriques du circuit oscillant. Les variations de capacité du condensateur sont réparties sur un angle de 180° ; il importe cependant beaucoup de savoir comment ces variations sont réparties sur cet angle. Cette répartition dépend des capacités initiale et finale ainsi que de la forme des plaques. Les limites de la gamme de réception sont déterminées par la grandeur de la bobine, du moins pour le condensateur employé. Pour un cadran d'accord avec les noms des stations imprimés d'avance, il faut un circuit d'accord avec des constantes normales. Cependant, un écart normal de valeur de la bobine de 0,02 mH produit une déviation de la gamme de réception de 5 % et, dans le cas le plus défavorable — bobine trop petite de 0,02 mH et condensateur trop petit de 50 cm — environ 7 %.

Une capacité d'accord trop petite ne peut pas être augmentée, mais la self-induction de la bobine peut facilement être renforcée par l'addition de quelques spires, le serrage plus fort des spires ou encore en enfonçant davantage le noyau de fer. Le moyen le plus simple de mettre le cadran en concordance avec le circuit d'accord est le déplacement du cadran. On essaye de recevoir un émetteur qui se trouve à peu près au milieu de l'échelle, on accorde très exactement, on desserre l'accouplement mécanique de l'axe et l'on place l'aiguille sur le nom du poste reçu, puis on resserre l'accouplement avec l'axe du condensateur. D'autres cadrans peuvent être réglés par le déplacement de la glissière qui supporte l'aiguille ou du cadran lui-même. Il n'est pas nécessaire, dans ce cas, de défaire l'accouplement de l'axe. Dans les cadrans avec arrêts de l'aiguille aux deux extrémités, la gamme de lecture est limitée. Si cette particularité existe sans qu'il y ait le jeu habituel aux extrémités, ou tout autre dispositif d'adaptation, il peut arriver que, en réglant l'aiguille par décalage de l'accouplement on perde une partie de la gamme de réglage. Dans ce cas, il est préférable de modifier les constantes du circuit d'accord. Comme le condensateur peut être considéré comme normalisé, ce n'est que la self-induction qui sera modifiée. La gamme de réglage des bobines modernes à noyau de fer répond aux exigences les plus courantes. Le cadran et le condensateur seront accouplés de façon que la gamme de réglage du condensateur corresponde aux extrémités de l'échelle après quoi on règlera sur l'émetteur local. Si celui-ci ne se trouve pas à l'endroit indiqué sur le cadran, mais, p. ex. plus près de l'extrémité des ondes les plus courtes, c'est que la self-induction est trop petite ; il faudra donc enfoncer davantage le noyau de fer. Si l'aiguille indique une onde plus grande, la self-induction est trop grande. La self-induction sera donc modifiée jusqu'à ce que le poste émetteur se trouve au point préalablement déterminé.

Si le circuit accordé possède une bobine blindée du commerce, on peut admettre que celle-ci est exactement dimensionnée. Dans ce cas, la capacité totale formée par la lampe, le support, la connexion et le condensateur peut ne pas être juste. Si l'émetteur arrive trop bas, on reliera un trimmer en parallèle avec le condensateur d'accord et au moyen de ce trimmer, on règlera de façon que l'émetteur arrive à la place voulue.

Le réglage sur l'émetteur local est peu précis à cause de la grande puissance de la réception. S'il existe un circuit bouchon dans l'antenne, on accordera celui-ci sur l'émetteur local ce qui permet de diminuer la réception ; l'accord sur le poste local est alors plus net, du moins en apparence. A cause de la variation visible de l'accord d'un circuit par l'antenne qui y est raccordée, il n'y a pas lieu d'employer une antenne intérieure pour le réglage si, dans la suite, on emploie exclusivement une antenne extérieure.

Après avoir mis le cadran et le circuit d'accord à peu près en concordance, on essayera de recevoir des émetteurs dans le voisinage des extrémités de l'échelle. D'après l'endroit où ils se présentent, nous pourrons juger immédiatement si, oui ou non, il y a un défaut d'indication. Si tous les émetteurs semblent être déplacés vers l'extrémité correspondant aux plus courtes ondes, c'est que la bobine est encore trop grande. Si nous avons fait la correction pour une onde moyenne de la gamme de réglage, l'erreur d'indication aux extrémités est diminuée de moitié et sera donc à peine visible. Sur un cadran fabriqué

par nous-mêmes, nous marquerons les noms des postes au moment de leur réception et naturellement au bon endroit.

Le cadran d'accord d'un poste à un seul circuit est très simple, car cet appareil est trop faible pour la réception d'émetteurs éloignés. On ne peut compter que sur la réception régulière des grands émetteurs des pays voisins et encore avec des appareils très bien conçus et une bonne antenne extérieure. Avec des antennes plus petites, on ne reçoit que les émetteurs les plus proches avec une puissance suffisante. Il n'y a, par conséquent, aucun inconvénient à employer un ancien cadran à disque ou à tambour avec des divisions au lieu des noms de stations. La recherche des émetteurs en sera seulement un peu plus compliquée, car on oublie facilement les chiffres correspondants. On peut, ou bien dessiner une courbe d'étalonnage, ou bien inscrire les noms des stations sur le cadran. Pour la courbe, il suffit d'avoir une feuille de papier millimétré. On inscrit les divisions du cadran le long de l'axe horizontal et l'on portera les longueurs d'onde sur l'axe vertical. Les points d'étalonnage obtenus pendant la réception sont dessinés sur le réseau millimétré et, réunis par une courbe, ils fournissent la courbe d'étalonnage d'où l'on déduira la position sur le cadran de postes non encore reçus. La question de savoir si cette courbe sera une ligne droite et dans quelles conditions ce cas se présente est traitée dans le paragraphe « capacité ».

Lorsque, pendant les nuits d'hiver, de nombreux émetteurs inattendus sortent puissamment, la sélectivité n'est plus suffisante ou, si elle suffit, le poste local interfère presque partout. C'est ici que le circuit bouchon sera d'un grand secours. On accorde le récepteur très exactement sans réaction sur l'émetteur local. On règle alors le circuit bouchon. Si l'on dispose d'une ancienne échelle de fin réglage on peut l'employer pour le circuit-bouchon, sinon, on le tournera vers la « zone de silence ». Un trimmer en parallèle sur le condensateur du circuit-bouchon permettra aussi un réglage facile. Plus le circuit-bouchon est couplé lâchement avec l'antenne, c'est-à-dire moins, il a de spires dans le circuit d'antenne, plus l'accord sera précis. Toute position du condensateur ainsi obtenue ne convient plus si l'on touche au couplage avec l'antenne. Celui-ci doit donc être réglé d'abord et ne plus changer.

Si l'on est arrivé à éliminer l'émetteur local ou tout au moins à le diminuer autant que possible, on peut alors s'accorder sur d'autres émetteurs. Ce n'est que dans ces conditions que l'on peut juger de la véritable sélectivité du récepteur. Néanmoins, on peut, entretemps, recevoir l'émetteur local à volonté sans devoir désaccorder le circuit-bouchon ; il suffit de changer le couplage dudit circuit en changeant la connexion d'antenne ce qui fait varier l'accord du circuit-bouchon et diminue son effet de freinage.

Il reste encore maintenant à faire le contrôle de la qualité du son. La bonne sonorité est une question de construction. Il n'est pas facile de déterminer si notre récepteur sonne parfaitement bien, car chaque auditeur a ses exigences particulières suivant ses tendances, son sens musical et ses habitudes. Pour se faire une idée du bon fonctionnement de notre récepteur, nous emploierons quelques bons disques de phonographe avec un pick-up et les ferons amplifier par notre poste pour les écouter au haut-parleur. Néanmoins, l'influence du circuit d'entrée n'entre pas ici en ligne de compte. La réception d'émetteurs éloignés

ne convient pas pour juger de la qualité de l'appareil. Si une déformation intervient dans l'émission ou si l'on reçoit en même temps que la musique, un bourdonnement alors qu'un autre poste sort très pur, il n'y a pas de défaut à notre appareil mais simplement interférence avec une autre onde. Il n'y a alors rien d'autre à faire que de s'abstenir de recevoir le poste ainsi déformé. Si l'on reçoit un émetteur avec un fort couplage de la réaction et qu'il disparaisse aussitôt que l'on relâche quelque peu la réaction, on n'en retire aucun agrément. C'est notamment le cas lorsqu'il se produit du « fading » ; on est toujours tenté de renforcer par un couplage plus serré la réception la plus faible et lorsque, après un court instant, la réception normale revient, le poste se met à hurler, car, généralement, la diminution de réaction nécessaire est disparue. Un appareil à un seul circuit est trop faible pour assurer une réception réellement convenable. Pour obtenir une réception satisfaisante d'émetteurs lointains, il faut un amplificateur à haute fréquence. De ce fait l'appareil contient deux circuits accordés (le filtre de bande formé par les deux circuits n'est pas pris actuellement en considération).

Dans un appareil à deux circuits accordés composé d'un amplificateur à haute fréquence et d'une détectrice avec réglages séparés, les deux circuits peuvent être traités séparément comme ceux d'un appareil à un seul circuit. L'antenne sera d'abord reliée à l'anode de la lampe à haute fréquence ou à l'extrémité correspondant à la grille de la bobine d'accord du circuit de détection, à travers un condensateur au mica de 100 à 1000 cm. Lorsque la détection et l'amplification à basse fréquence auront été trouvée bons, on reliera l'antenne au premier circuit comme elle l'était originellement. Par suite de l'influence de l'antenne sur l'accord, l'échelle du premier circuit ne correspondra pas exactement avec celle du second. On pourra constater la différence de position des deux aiguilles lors de la réception de l'émetteur local. Nous retiendrons cette valeur pour l'accord subséquent sur d'autres émetteurs. On tourne alors la première aiguille d'un angle égal à 5 divisions de l'échelle et on fait varier la seconde aiguille lentement et à plusieurs reprises autour du point d'accord présumé. Aussitôt qu'on entend un émetteur, on règle la seconde échelle aussi exactement que possible après quoi on tourne le premier bouton de réglage jusqu'à ce que le poste sorte avec le maximum de puissance. On notera alors la position des deux aiguilles et celle du bouton de réglage de la réaction, car la réaction n'est pas sans influence sur l'accord.

Les condensateurs d'accord avec plaques de forme logarithmique peuvent être montés sur un axe commun et tournés en même temps. Comme les deux circuits ne sont pas électriquement synchronisés, il faut un réglage supplémentaire que l'on obtiendra le plus simplement possible en faisant tourner un des stators. En raccordant un trimmer en parallèle avec le condensateur d'accord de chaque circuit, on peut, même avec des bobines fixes obtenir un bon accord monobouton. On s'efforcera d'obtenir le synchronisme des circuits dans la partie la plus importante, à savoir dans la gamme des ondes moyennes. On cherche un émetteur à l'extrémité de l'échelle, du côté des ondes les plus grandes et l'on desserre l'accouplement entre le cadran et l'axe, on tourne ce dernier jusqu'à ce que l'émetteur arrive au point exact de l'échelle et l'on resserre l'accouplement. Ensuite, on desserre la vis de fixation du rotor du condensateur d'accord du circuit de détection et on le

tourne jusqu'à ce qu'on obtienne la plus grande puissance de son. On resserre ensuite la vis de fixation du rotor. On essaye alors de recevoir un émetteur à l'extrémité de l'échelle correspondant aux ondes les plus courtes en réglant le trimmer pour recevoir la plus grande puissance de son. Ces deux réglages seront répétés alternativement plusieurs fois. Si, par suite du remplacement subséquent d'une lampe, le rapport des capacités varie, il faudra recommencer à régler le trimmer. Dans la gamme des grandes ondes, il faut renoncer à un nouveau réglage par suite du manque d'éléments de réglage disponible ; ni les rotors, ni le trimmer ne peuvent plus être déplacés. Si l'on emploie des bobines réglées, le défaut d'accord sera très faible. Au besoin, on insérera un trimmer en parallèle avec la bobine des grandes ondes qui sera connecté et déconnecté en même temps que celle-ci.

En déplaçant le rotor, on limite l'angle de rotation utilisable. Le réglage des bobines par variation de la self-induction est plus agréable. Dans ces derniers temps, on a réalisé ce réglage au moyen de noyaux mobiles à vis etc. Il est ainsi possible de réunir les différents condensateurs avec leurs trimmers dans un petit blindage en un condensateur multiple réglé d'avance. Les bobines sont réglées au moyen des noyaux lorsque les condensateurs sont complètement fermés et les trimmers des condensateurs lorsque ceux-ci sont complètement ouverts. Avant de commencer le réglage, nous mettrons les trimmers et les noyaux à vis dans leur position moyenne afin de pouvoir les régler aussi facilement dans un sens que dans l'autre. On commence par le réglage dans la gamme des ondes moyennes. On cherche d'abord un émetteur puissant dans la région extrême de l'échelle, entre 500 et 550 m et l'on enfonce le noyau de la bobine de la détectrice jusqu'à ce que l'aiguille se trouve au point exact du cadran. Sans toucher au bouton d'accord, on règle la self-induction de la bobine de grille de la lampe à haute fréquence jusqu'à ce que l'on obtienne la plus grande puissance de son possible. On passe ensuite à l'autre extrémité de l'échelle, sur une onde entre 220 et 250 m et l'on règle successivement les trimmers aux condensateurs de détection et de l'amplification à haute fréquence pour obtenir la bonne position de l'aiguille et la plus grande puissance de son. On s'accorde de nouveau sur le premier émetteur et l'on améliore encore l'intensité du son par un réglage supplémentaire des bobines, toujours à la détectrice d'abord et ensuite à l'étage haute fréquence. On va ainsi plusieurs fois d'un bout à l'autre de l'échelle ce qui permet de régler la capacité et la self-induction jusqu'à ce qu'aucune amélioration ne soit plus possible.

Parfois, il est recommandé de commencer par le réglage des trimmers puis de passer à celui des bobines. Comme le réglage des capacités et des self-inductions doit être répété alternativement et successivement, on peut arriver à un bon résultat avec n'importe laquelle des deux méthodes. Il est bon de répartir ce travail sur plusieurs soirées, car le nouvel appareil n'est pas toujours manœuvré avec une précision égale dans les premiers temps. Pour l'étalonnage, le rotor du condensateur de réaction doit être complètement sorti et le régulateur de volume complètement ouvert ; s'il existe un couplage d'antenne réglable, il devra se trouver dans la position où il est le plus employé. Après le réglage sur les ondes moyennes, on passera au réglage sur les grandes ondes. L'appareil sera accordé sur une longueur d'onde de 1875 m par exemple, et l'on réglera le noyau à vis de la bobine des grandes ondes

jusqu'à ce qu'on obtienne la plus grande puissance de son sur le point correspondant de l'échelle. Les trimmers des condensateurs ne peuvent plus être touchés. Le « trimmage » des condensateurs ne peut avoir lieu sur la gamme des grandes ondes que si l'on considère celle-ci comme la gamme principale et qu'on n'attache qu'une importance secondaire à l'exactitude du réglage dans la gamme des ondes moyennes.

D'autre part, il est possible, et c'est notamment le cas dans de nombreux montages modernes, de connecter des trimmers sur les bobines de grandes ondes. Dans ce cas, nous travaillerons avec les trimmers sur des longueurs d'onde de 1154 ou 1250 m, tandis que les noyaux à vis seront réglés sur 1875 m. Si l'on n'arrive pas ainsi à un synchronisme convenable, il est probable que les bobines et les condensateurs ne conviennent pas pour le réglage. On fera bien, dans ce cas, de mesurer les bobines et de contrôler le synchronisme des variations de capacité des condensateurs. Surtout lorsqu'on achète de vieux condensateurs, il peut arriver que certaines plaques soient pliées ce qui rend les condensateurs inutilisables.

En employant un tourne-vis ordinaire en métal, on produit facilement une variation de l'accord ce qui rend un réglage précis plus difficile. Pour le réglage des noyaux à vis avec fente, on emploie une lame de trolitax ou de pertinax de 2 à 3 mm d'épaisseur et de 10 mm de large que l'on rétrécit à une des extrémités jusqu'à 5 à 6 mm. On l'aigüise ensuite comme un bon tourne-vis étroit. En enduisant le côté aigüisé d'une solution de laque écaille, il devient plus solide et tient mieux dans la fente. On peut aussi fabriquer une clé pour les noyaux à vis avec tête hexagonale. On découpe un morceau de bois de façon à lui donner les six pans aux dimensions de la tête du noyau. On y enroule ensuite une feuille d'étain et on y colle plusieurs couches de papier avec de la colle de menuisier. Après séchage, on retire le morceau de bois et la feuille d'étain et on enduit à plusieurs reprises le petit tube ainsi obtenu de laque écaille. On peut aussi se procurer dans le commerce une clé en bakélite construite spécialement pour noyaux en Sirufer.

Plus un émetteur sort puissamment, plus le réglage est difficile. En revanche, les émetteurs faibles conviennent moins bien pour ce travail, car le fading conduit souvent à des résultats médiocres. On donnera donc la préférence aux émetteurs rapprochés. Lorsque la réception est puissante, la sensibilité logarithmique de l'oreille est un inconvénient ; il est, en effet, impossible, pour une forte réception, de distinguer le point où celle-ci est maximum. Lorsqu'on veut régler avec précision, on emploiera un indicateur s'accord (instrument de mesure, lampe à décharge, etc.). Dans les appareils de la meilleure qualité, surtout lorsqu'ils possèdent un réglage automatique de volume, il y a un indicateur inséré ; on l'emploiera donc aussi pour le trimmage et le réglage. On interrompra la connexion de l'A.V.C. pour conserver à l'appareil sa pleine sensibilité et pour pouvoir l'accorder très nettement. On y arrivera facilement en shuntant avec un bout de fil le condensateur entre la bobine de grille et le châssis à l'extrémité de la connexion. La réaction ne doit pas être utilisée au maximum et, dans chaque cas, ne doit pas être plus serrée qu'elle ne l'est en général pour la réception normale.

Le réglage d'un filtre de bande à haute fréquence est plus difficile, car le premier circuit est amorti par le couplage avec l'antenne.

Le plus simple est encore d'amortir complètement le premier circuit en connectant un condensateur (de 200 cm p. ex.) en parallèle et de régler le second circuit, ensuite, on amortit le second circuit au moyen du condensateur en parallèle et l'on règle le premier circuit. Pendant cet essai, l'antenne doit, quand même, être couplée de la façon prévue pour la réception. Il n'est pas possible de déterminer la courbe du filtre de bande pendant ce réglage. Pour la déterminer, il existe d'autres moyens dont nous parlerons dans le paragraphe consacré au dépistage des pannes.

Alors que, dans un récepteur à amplification directe, il arrive que tous les circuits soient réglés sur la même fréquence, dans un super, le synchronisme entre les circuits de réception et d'oscillation locale doit être tel que, à tout moment, on obtienne la même différence entre leurs deux fréquences, à savoir, la moyenne fréquence choisie. En outre, les filtres de bande de moyenne fréquence doivent être tous réglés sur cette moyenne fréquence. Pour réaliser la meilleure sélectivité du super, il faut un réglage excessivement fin qui ne peut être obtenu que par la réception de stations éloignées et à la condition d'utiliser des groupes de bobines complètement préparées et réglées d'avance. Les bobines pour super, livrées par l'industrie, sont actuellement toujours blindées et les organes de réglage de ces bobines sont toujours immobilisés par des sceaux de cire; pour un raccordement normal, on peut considérer les filtres de bande de moyenne fréquence comme exactement réglés. Nous n'avons donc à nous occuper que du synchronisme entre les circuits de réception et le circuit d'oscillation. Si l'on emploie, pour ces circuits de bonnes bobines du commerce, il ne reste plus que le réglage des trimmers, c'est-à-dire l'adaptation des différents condensateurs. Le circuit d'oscillation contient généralement deux petits condensateurs différents, à savoir, un trimmer ordinaire, en parallèle avec le condensateur d'accord et un condensateur atténuateur (padding) en série avec le condensateur d'accord. On commence encore par la gamme des ondes moyennes. On cherche l'émetteur de Vienne (Wien 507 m) ou Prague (Praha 470 m), et on l'amène au point exact de l'échelle au moyen du noyau à vis de la bobine de l'oscillateur ou du condensateur padding — en améliorant l'accord — et l'on modifie la self-induction de la bobine d'entrée jusqu'à ce que l'on obtienne la plus grande puissance de son. On cherche ensuite un émetteur dans la région de 240 à 260 m. On s'arrange au moyen du trimmer de l'oscillateur pour que l'émetteur choisi se place au point de l'échelle qui lui est réservé, puis on règle le trimmer du circuit à haute fréquence. Ce réglage sera répété à plusieurs reprises. Dans la gamme des grandes ondes on accorde sur Hilversum (1875 m) pour le réglage de la self-induction au moyen du noyau ou du trimmer en parallèle sur la bobine des grandes ondes, puis on règle le noyau de la bobine des grandes ondes de l'étage haute fréquence. Pour plus de facilité, on placera, lors du montage de l'appareil, toutes les pièces à régler de façon qu'elles soient facilement accessibles pour le trimmage et le réglage.

Le réglage des appareils très sélectifs, même si l'on dispose d'indicateurs d'accord, ne peut pas être réalisé, avec les émetteurs seuls, avec autant de précision que si l'on dispose d'un oscillateur à haute fréquence (signal-generator). Un vibreur ou ondemètre à interférence suffira déjà pour ce travail. Le vibreur doit, en tous cas, être couplé

très lâchement avec le circuit oscillant de l'ondemètre sinon celui-ci rayonne une bande de fréquence trop large. Un ondemètre à lampe aura en tous cas la préférence. On déterminera à volonté les deux ondes d'étalonnage de la gamme des ondes moyennes sur les échelles et on les marquera avec des pointes d'arrêt ; il suffira alors de tourner le bouton d'accord jusqu'à ce que l'aiguille touche la pointe d'arrêt. L'industrie travaille d'une manière encore plus élégante — elle règle l'émetteur de mesure, p. ex. une seule fois sur l'onde étalon de 638 kHz pour le réglage des bobines et emploie l'harmonique $2 \times 638 = 1276$ kHz pour le trimmage des condensateurs. Dans la gamme des grandes ondes, on emploiera de la même façon les fréquences de 200 et 400 kHz. Au moyen d'un générateur d'ondes indépendant, on peut régler les filtres de bande moyenne fréquence exactement sur l'onde désirée. Avec des bobines de super de fabrication personnelle et sans émetteur auxiliaire, il est impossible de régler exactement la moyenne fréquence, car les émetteurs lointains ne peuvent pas être utilisés à cause du grand danger de sifflements. Sans émetteur de mesure, il ne reste qu'un moyen, à savoir, régler les filtres de bande de la moyenne fréquence sur la fréquence fournie par la lampe de mixage sans se préoccuper de la longueur d'onde de celle-ci.

Le couplage du générateur d'ondes peut se faire par un câble blindé, mais on doit pouvoir le régler convenablement. On ne peut pas diminuer suffisamment la tension de haute fréquence avec des moyens simples. Si l'on travaille p. ex. avec un ondemètre à vibreur, on placera la descente d'antenne normale près d'un petit cadre ouvert (une spire) et l'on couple celui-ci avec la bobine de couplage du circuit oscillant du vibreur suffisamment éloigné du récepteur. On peut aussi relier les bornes de la bobine du circuit oscillant avec un fil d'antenne rectiligne et placer celui-ci parallèlement et à une certaine distance de la connexion antenne-terre du récepteur. Le vibreur rayonne l'énergie à haute fréquence qui sera captée par la descente d'antenne. Dans un émetteur de mesure à lampes, il existe généralement un dispositif qui permet la prise d'une faible tension à haute fréquence et, comme l'émetteur de mesure est bien blindé, on peut le relier simplement avec le récepteur par un câble blindé. Pour pouvoir bien observer le réglage du filtre moyenne fréquence nous nous en tiendrons, en principe, à l'énergie à haute fréquence sortant de l'appareil. Comme indicateur, on prendra un voltmètre à lampes ou un instrument de mesure avec redresseur oxymétal ; une lampe à gaz mesurant l'amplitude peut aussi convenir. L'A.V.C. sera mis hors service par court-circuitage. On commencera par le réglage du filtre moyenne fréquence. Le premier pôle du générateur d'oscillations est mis à la terre, l'autre est relié à la grille de la lampe de mixage par un condensateur de 20.000 cm environ. L'antenne normale est enlevée. Lorsqu'il n'entre pas d'onde de radio-diffusion dans le circuit d'entrée, l'oscillateur local de l'appareil ne peut pas former de moyenne fréquence perturbatrice. Dans le cas où il peut y avoir danger de production d'onde perturbatrice, il n'y a aucun inconvénient à couper le circuit oscillant de l'oscillateur local momentanément en l'un quelconque de ses points. La moyenne fréquence produite par le générateur arrive à travers la lampe de mixage dans l'amplificateur de moyenne fréquence. On s'occupe d'abord du filtre de bande de l'étage de détection. On amortit le premier circuit de ce filtre de bande en connectant en parallèle un condensateur (200 à

500 cm), une résistance (20 k Ω) ou un raccordement relié au châssis (20 k Ω et 0,1 μ F en série) puis l'on règle le second circuit. On amortit ensuite le second circuit et l'on règle le premier. Ce filtre de bande est alors en ordre. On agit de la même façon sur les autres filtres de bande de moyenne fréquence. Le réglage proprement dit diffère suivant le genre de filtre.

Les anciens filtres de bande sont formés de bobines fixes et sont accordés par des trimmers en parallèle. Les nouveaux filtres contiennent généralement des condensateurs fixes et sont réglés au moyen des noyaux de fer des bobines. On retire ensuite la connexion entre le générateur et la grille de la lampe de mixage et on connecte le générateur à l'entrée du récepteur en couplant lâchement l'émetteur de mesure à l'antenne remise en place. On règle alors les circuits de réception avant la lampe de mixage. Le circuit oscillant local est coupé pour éviter les perturbations. L'amplificateur à moyenne fréquence et tous les filtres de bande sont court-circuités par un petit condensateur et on lit l'énergie à la sortie du récepteur ou bien l'on connecte un voltmètre à lampe ou une détectrice sur une petite capacité (50 cm) à l'anode de la lampe de mixage et on détermine ainsi la résonance. On réglera les étages amplificateurs avant la lampe de mixage comme un récepteur à amplification directe sur environ 600 kHz avec les noyaux et autour de 1200 kHz avec les trimmers. Les circuits d'un filtre de bande à haute fréquence éventuel seront réglés comme il est dit plus haut, en amortissant les circuits inutiles. Il ne reste plus maintenant qu'à régler l'oscillateur. Toutes les connexions provisoires sont enlevées, on reforme le raccordement de réception complet et l'on raccorde à nouveau l'instrument de mesure aux bornes de sortie. On envoie ensuite la fréquence de 600 kHz puis celle de 1200 kHz (harmonique) dans le circuit d'antenne et l'on accorde le récepteur sur 1200 kHz puis on règle le trimmer du circuit oscillateur.

Après avoir réglé l'échelle d'accord exactement sur 600 kHz, on règle le padding ou si celui-ci n'est pas accessible, le noyau de la bobine. Généralement il en résulte que le réglage sur 1200 kHz sera modifié. Le trimmer sera rectifié, puis réglé à nouveau sur 600 kHz jusqu'à ce que le réglage dans la gamme des ondes moyennes soit tout à fait terminé. On continue alors dans la gamme des grandes ondes. On règle la self-induction sur 200 kHz et le trimmer spécial sur 400 kHz.

Suivant le schéma du circuit oscillant, il peut se faire que les opérations se fassent dans un autre ordre ; en général, cependant, elles sont toujours les mêmes. Lorsqu'on dispose de condensateurs bien faits avec des courbes de capacité précises et un synchronisme presque parfait — les fabricats de certaines firmes ne présentent que des écarts de 0,3 % — et des bobines du commerce bien réglées, on peut atteindre le synchronisme (on dit parfois aussi l'alignement) des circuits par le réglage de quelques trimmers en une quinzaine de minutes. Il est bon d'adapter les bobines de fabrication personnelle entre elles avant leur montage pour faciliter le réglage de l'appareil. Ce n'est que si l'alignement des circuits, disparaît au milieu de l'échelle d'accord, malgré un réglage précis aux extrémités de la gamme, que l'on peut se risquer à courber légèrement les segments des plaques externes du rotor, en dedans ou en dehors, jusqu'à ce que l'on obtienne un meilleur synchronisme des capacités et un accord plus exact. On fera pour cela

usage d'un petit outil spécial que l'on peut réaliser soi-même en rivant ensemble deux petites bandes de pertinax. Il n'est cependant pas bon de courber inutilement les segments. Le déplacement des segments n'est d'ailleurs efficace que si, lorsque le condensateur est complètement sorti, le segment correspondant se trouve encore devant une plaque de stator. En rapprochant les plaques, on augmente la capacité et on la diminue en écartant les plaques. S'il y a dix segments dans la plaque externe du rotor il faudra étalonner l'échelle d'accord en dix endroits et corriger les dix segments, si possible, toujours lorsque la moitié du segment est recouverte par le stator (position moyenne du segment). Cela n'est pas nécessaire avec des condensateurs multiples blindés venant directement de l'usine. Toutefois, il est possible qu'un condensateur enlevé d'un appareil du commerce doive être plié pour l'alignement lorsqu'il a été réglé par déviation de ses segments sur l'appareil dont il provient. Il s'agit, dans ce cas de rétablir le synchronisme des capacités. Ce travail de longue haleine se fera de préférence avant de monter le condensateur dans l'appareil et si c'est possible, il vaut mieux de le faire faire par le fabricant.

La réception elle-même, avec un appareil bien réglé n'est pas difficile. L'accord exact peut être un peu compliqué lorsque la largeur de bande de la partie haute fréquence est réglable.

Si nous voulons accorder un appareil avec large bande, il pourrait arriver que l'indicateur d'accord (lampe à décharge, indicateur à ombre ou instrument de mesure) indique les deux bosses de la courbe du filtre de bande par une déviation plus forte. Par habitude, on accordera l'appareil sur la plus forte déviation de l'indicateur et l'on se placera ainsi à côté de l'accord exact au lieu de se placer, comme il se devrait, dans le creux entre les deux sommets de la courbe du filtre. Il faut donc prendre l'habitude d'accorder l'appareil lorsque la largeur de bande est plus étroite. Comme notre oreille est plus sensible aux variations de puissance de son lorsque celui-ci est assez faible, on accordera sur l'intensité la plus faible possible. Comme un appareil sélectif indique un accord inexact par un son plus aigu et l'accord juste par un son plus grave, on placera le régulateur de tonalité sur le « grave » pendant l'accord pour mieux saisir cette différence.

En Été, la réception de postes lointains est plus difficile, pendant les longues journées, qu'en hiver ; en outre, il intervient souvent des parasites atmosphériques. C'est alors que la réception sur ondes courtes est précieuse. Il est alors possible de recevoir, toute la journée, des émetteurs à ondes courtes très lointains, avec une forte intensité et sans perturbation, tandis que des émetteurs rapprochés sont noyés dans les craquements et les grognements des atmosphériques. Il faut cependant avoir soin de rendre l'accord assez facile. Le condensateur de 500 cm habituel est beaucoup trop grand et doit être diminué. On y arrive facilement en employant une petite capacité de réglage surtout que le nombre d'émetteurs à onde courte a fortement augmenté dans ces derniers temps. On les trouve dans les régions suivantes : 13,9 — 14 ; 16,25 — 16,9 ; 19,51 — 20,13 ; 22 — 38 ; 44 — 52 m. Les ondes en-dessous de 25 m sont souvent appelées ondes de jour, elles sortent plus facilement que les autres lorsque la distance entre émetteur et récepteur s'élève à plus de 2000 km et est éclairée par le soleil. Les ondes aux environ de 50 m sont appelées ondes de nuit ; la distance la plus favo-

rable est de plus de 1500 km. La manœuvre de la réaction est quelque peu plus difficile car, dans la gamme des ondes courtes, elle est exposée à des variations. La réaction sera réglée sur indicateur visuel et non au son. Un milliampèremètre inséré dans le circuit d'anode de la détectrice montre l'augmentation progressive de la réaction jusqu'au point où l'appareil est prêt à osciller. On peut ainsi déterminer, par les variations du courant anodique toutes les places où l'appareil n'oscille pas. Si ces taches « mortes » se trouvent à l'endroit d'un accord, on changera le couplage d'antenne en intercalant, par exemple un petit condensateur, la tache morte se déplace vers un autre endroit de l'échelle ou même en dehors de la gamme d'accord. Un couplage lâche d'antenne et une augmentation de la tension d'anode diminuent les risques d'absence de réaction. Il est facile de surveiller la réaction pendant l'accord lorsqu'on cherche un poste en tournant le bouton du condensateur. Dans les ondes courtes, la reproduction musicale est meilleure avec une réaction peu poussée ; les moyens de manœuvre limités de la plupart des émetteurs à ondes courtes ne permettent généralement pas d'atteindre une haute qualité de son. En revanche, on peut attendre une reproduction réellement parfaite des émetteurs de télévision à ondes ultra-courtes. Ceux-ci ne peuvent, malheureusement être reçus qu'à de courtes distances.

La réception des ondes ultra-courtes se produit ou disparaît suivant la position de la réaction. Sans réaction, l'émetteur de son (6,667 m = 45 MHz) ne peut être reçu avec l'appareil représenté fig. 209 que dans le voisinage immédiat de l'émetteur et l'émetteur d'images perce en même temps (6,276 = 47,8 MHz). Une réaction même faible fait sortir les deux postes séparément et sans perturbation et assure en outre une puissance de son beaucoup plus grande et une meilleure qualité sonore. On ne peut cependant atteindre l'oscillation des lampes que si le couplage d'antenne est suffisamment lâche. Pour un couplage inductif, la bobine d'antenne (une spire) doit être montée à quelques centimètres de la bobine de grille sinon le couplage capacitif entre les deux bobines produit un effet surabondant. Un couplage purement capacitif (sur un petit condensateur d'antenne) est par essence même beaucoup plus serré et devrait être beaucoup plus faible qu'on ne l'admet d'habitude. Dans le schéma donné fig. 209, le condensateur d'antenne, aussi réglable que possible, devrait être réglé sur sa valeur minimum et, si sa capacité résiduelle est encore trop forte, celle-ci devra être diminuée par l'insertion en série d'une capacité de même faible grandeur, jusqu'à ce que la réaction devienne possible.

LES ACCESSOIRES

Le haut-parleur

Si indispensable que soit le casque téléphonique dans les endroits empestés de parasites pour la réception de faibles émetteurs, son emploi n'en est pas moins désagréable. Il presse la tête et il empêche les mouvements, et tout cela ne conduit pas à une jouissance complète d'une exécution artistique. Avant tout, le haut-parleur permet de jouir de la radiodiffusion musicale comme le mérite un art véritable. Il est vrai que les exigences des auditeurs sont très diverses, mais, en ce qui concerne une reproduction fidèle, ils se rejoignent tous. Même le

débutant qui s'est longtemps contenté d'une reproduction médiocre devient bientôt plus exigeant au fur et à mesure que son oreille s'éduque et essaye d'améliorer autant que possible la reproduction de son poste en tendant vers des perfectionnements de plus en plus grands ; le vieux haut-parleur, qui lui semblait bon jusque-là, déplaît tout à coup. Cette tendance vers la perfection a amené dans la fabrication des haut-parleurs d'incessants développements dont l'étude sera très instructive, car elle nous permettra de juger des possibilités des différents systèmes et de déduire de leur fonctionnement des indications pour leur construction.

Le premier haut-parleur consistait en un groupe de récepteurs téléphoniques particulièrement puissants. En 1925 on commença à utiliser le pavillon auquel on adaptait un écouteur ordinaire. Comme les écouteurs ordinaires étaient trop petits pour donner de grandes puissances de son, on commença à construire des écouteurs spéciaux pour haut-parleurs. Ils servaient de support à un pavillon en col de cygne ou transformaient, en utilisant le coffret acoustique comme amplificateur du son, un phonographe en haut-parleur. L'écouteur Seibt n'utilisait qu'un petit pavillon étant muni d'une membrane conique grande comme la main qui produisait elle-même le rayonnement sonore. Vint ensuite la séparation nette entre le système vibrant qu'on pourrait appeler le moteur et le dispositif rayonnant le son ce qui conduisit à étudier séparément le perfectionnement de chacune de ces parties, dans son domaine particulier.

Les premières têtes de haut-parleurs étaient construites dans toutes leurs parties d'après les casques téléphoniques, en augmentant simplement leurs dimensions. Ce système téléphonique contenait un aimant d'acier avec pôles rapportés en fer doux sur lesquels étaient enroulées de petites bobines. Les pôles devaient être en fer doux car seule cette matière peut suivre assez fidèlement les rapides variations de direction et d'intensité de champ des forces magnétiques produites par les bobines sous l'influence des fréquences audibles. En face des pôles se trouvait à une distance fixe ou réglable, une membrane en tôle de fer qui, sous l'influence de l'aimant permanent était constamment tendue et n'était déplacée que sous l'influence des variations rapides (affaiblissant ou renforçant la tension de la plaque) dues à la basse fréquence. La tension de la membrane ainsi modifiée y produit une flexion plus ou moins forte qui met en mouvement l'air ambiant. Comme ces oscillations ont la même fréquence que le son à reproduire, celui-ci devient audible. Musique, parole, bruit ou mélange de sons, leur reproduction est basée sur le même principe.

Si l'aimant permanent n'assurait pas, par une tension constante de la membrane, un mouvement unilatéral de celle-ci, produit par un renforcement de la tension dans un sens et une diminution dans l'autre sens, la membrane serait attirée à chaque variation et chaque son serait rendu avec une fréquence double. L'aimant doit donc toujours être assez fort pour que son action dépasse celle de la tension alternative de son. Le système de téléphone électromagnétique est très sensible mais ne peut donner que des sons relativement faibles, le son produit doit être amplifié par un pavillon pour être plus facilement entendu. Les petites membranes désavantagent les sons graves et avantagent les aigus ; les têtes de haut parleur avec grande membrane donnent, en liaison avec un bon pavillon, une reproduction suffisamment claire de la parole et de la musique.

Le passage du pavillon au cône permit de construire le système électromagnétique avec un plus grand rendement. La membrane métallique tendue disparut et fut remplacée par l'armature en barre. (fig. 268). Elle était exécutée en forte tôle de fer et portait au centre une tige sur laquelle le cône était fixé. La raideur de l'armature exigeait une force assez grande pour obtenir des mouvements relativement faibles alors que la grande surface conique aurait pu utiliser une plus grande puissance de mouvement. On obtint une meilleure sensibi-

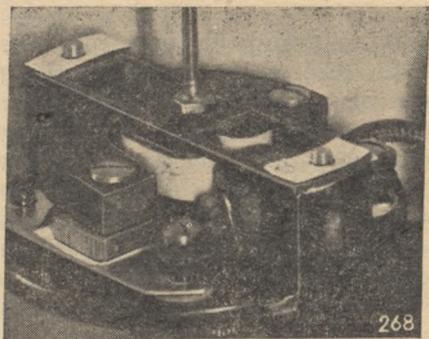


Fig. 268

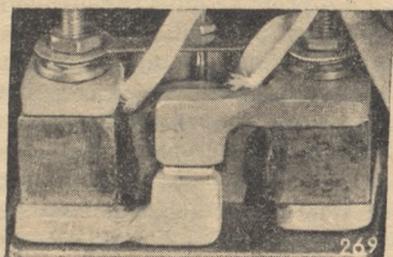


Fig. 269

lité avec l'armature oscillante. Un petit morceau de fer doux est fixé par un ressort sur une base solide et pend librement dans une bobine. Il se termine entre les pôles en fer doux (dans l'entrefer) ; pour cette raison ce système est appelé bipolaire (fig. 269). Au repos, les forces d'attraction de l'aimant permanent agissant sur l'armature se détruisent ; le courant à basse fréquence détruit cet équilibre en renforçant l'une et affaiblissant l'autre ce qui permet une plus grande sensibilité.

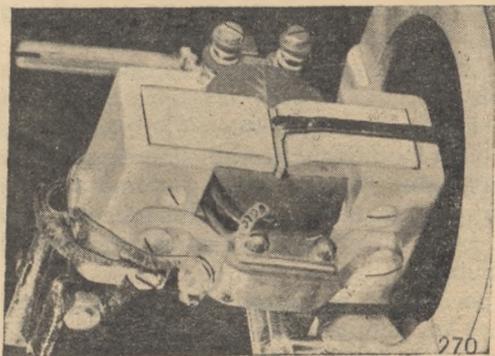


Fig. 270

Ce dispositif fonctionne bien et donne des puissances de son suffisantes pour une chambre de dimensions normales. Le ressort doit être assez fort pour éviter que l'armature touche les pôles et empêche les oscillations propres.

Le désir de doubler le rendement des pôles et de diminuer autant que possible la perte d'énergie due au ressort conduisit au système tétrapolaire (fig. 270). Nous en donnons la représentation schématique

dans la fig. 271a. L'armature a repose par un faible ressort dans le palier b entre les doubles paires de pôles. Comme des pôles de noms contraire s'attirent toujours, l'armature aimantée par la bobine i pendant le passage de la fréquence audible, oscille entre les pôles. Son mouvement est transmis par la tige n à un levier h qui actionne le cône.

Si l'on raccorde directement le haut-parleur à la lampe de sortie, le courant continu d'anode aimantera l'armature d'une façon continue et détruira l'équilibre magnétique. Pour pouvoir actionner convenablement le système, l'armature est mise à même de résister à cette force due à la préaimantation par une vis qui agit sur la fixation du ressort. On tournera cette vis jusqu'à ce que la force de préaimantation soit complètement compensée. Cette vis est visible fig. 270 en haut à gauche.

Tous les systèmes électromagnétiques ne peuvent être chargés que jusqu'à une certaine limite, sinon l'armature touche les pôles. Cet inconvénient est évité par le système dit à oscillation libre. La fig. 271b montre le principe de son fonctionnement. L'armature a ne pèse que

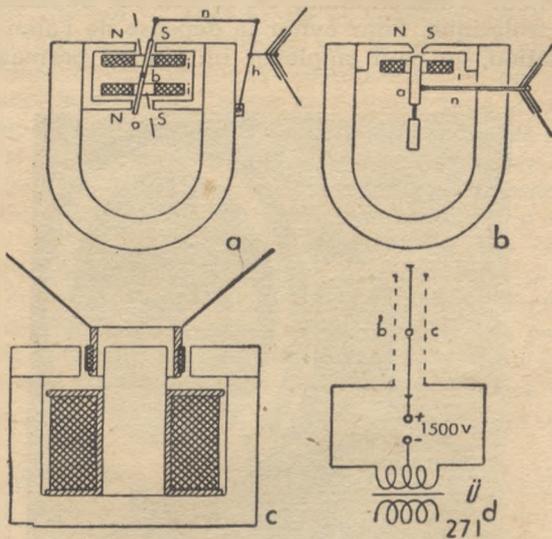


Fig. 271

quelques grammes et est tenue librement devant les pôles de l'aimant par le champ magnétique; de cette façon, l'armature peut exécuter des mouvements illimités. Les variations du champ magnétique par les courants alternatifs audibles font se mouvoir l'armature qui maintient néanmoins sa distance de 0,05 mm des pôles. Cette distance excessivement faible permet un haut rendement tandis que l'impossibilité de toucher les pôles permet d'utiliser les plus grandes amplitudes. Les récepteurs populaires sont encore munis de ce système.

La conversion de la fréquence audible en variations de pôles magnétiques de l'armature et la transmission de mouvement de ses oscillations mécaniques par un système de leviers à la membrane qui doit faire vibrer l'air, produit non seulement une importante perte d'énergie mais aussi des résonances qui faussent le son. Le téléphone électrodynamique déjà connu bien avant l'apparition de la radiodiffusion parut plus adéquat par suite de son fonctionnement simple. Il fut ensuite si bien perfectionné qu'il domine aujourd'hui tout le marché.

Son fonctionnement est schématisé sur la fig. 271c. Un pot de fer contient un électro-aimant dont la bobine (bobine d'excitation) est parcourue par un courant continu constant. Il se produit ainsi, entre le noyau central et l'enveloppe extérieure, dans l'entrefer annulaire supérieur, un très fort champ magnétique. Dans cet entrefer se trouve, librement suspendue, une petite bobine qui est directement collée au cône. Les forces magnétiques produites dans cette bobine par la fréquence audible cherchent, suivant leur direction soit à faire sortir soit à faire rentrer la bobine. Plus le champ magnétique fixe est fort, plus l'action de ces forces magnétiques sera grande. Pour un bon rendement sonore, il faut aussi un fort courant de déplacement. Comme il exige du courant continu et que l'alimentation des récepteurs pour courant alternatif n'est généralement pas en mesure de fournir ce courant supplémentaire ou de supporter la chute de tension due à la résistance de la bobine d'excitation, le haut-parleur électrodynamique contient souvent son propre redresseur. Dans la fig. 272 on voit un ancien type de ce genre avec son transformateur d'alimentation, un redresseur oxymétal et un condensateur électrolytique. Pour éviter la dépense de l'alimentation de la bobine d'excitation, on peut employer un aimant permanent ; ce n'est

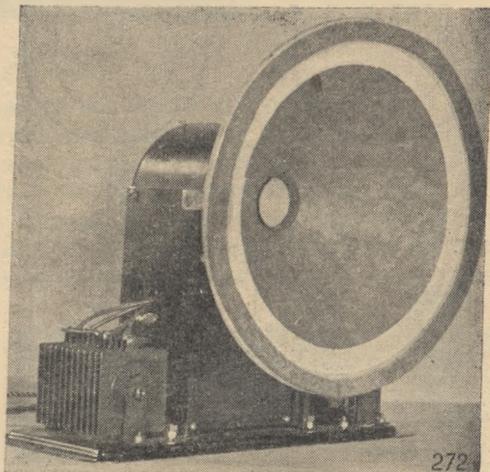


Fig. 272

cependant que dans ces derniers temps que l'on est arrivé à réaliser des aimants permanents à forte intensité magnétique sous un faible volume.

Dans la recherche du haut-parleur idéal, on a aussi essayé le principe électrostatique et on l'a réalisé. Il n'a cependant pas pu réussir à se créer une place convenable et a fini par disparaître progressivement. Il utilise les forces d'attraction élémentaires de l'électricité statique. Le principe de son fonctionnement est exposé fig. 271d. Le pôle positif d'une haute tension continue est relié à la membrane d'aluminium a de l'épaisseur d'une feuille de papier. Celle-ci est tendue entre deux électrodes en forme de grille constituées par de la bakélite métallisée à la face interne. Au repos, les actions des électrodes se font équilibrer. Dès que la fréquence audible vient troubler cet équilibre en passant par le transformateur U, la membrane est attirée alternativement par l'une et l'autre électrode.

De ces différentes réalisations, c'est aujourd'hui le haut-parleur électrodynamique à aimant permanent qui reste presque seul utilisé. Son prix élevé vis-à-vis du haut parleur électrodynamique à excitation séparée est bientôt amorti par l'économie qu'il fait réaliser (alimentation de plus petites dimensions, consommation de courant réduite). Les électrodynamiques permanents « GPM » qui sont fournis par les fabricants pour tous les récepteurs sont particulièrement avantageux. D'après les données des fabricants nous établirons facilement, suivant les possibilités de charge et le rapport de transformation, quel est le type qui convient le mieux à notre récepteur.

L'amateur dont les ressources sont limitées peut faire de bonnes occasions en haut-parleur dynamique dans les restes de l'industrie ou se contentera d'un haut-parleur à oscillation libre. Les anciens hauts-parleurs magnétiques à oscillation libre avec grand aimant double furent d'abord très chers et ont un son tellement bon qu'on pouvait à peine les distinguer d'un électrodynamique de la même époque.

Le diffuseur de son — membrane et pavillon, cône et écran ou coffre — a une influence considérable sur le son. Le temps est passé où l'on pouvait dissimuler une mauvaise reproduction par des résonances. La membrane, la boîte ou l'écran ne peuvent plus aujourd'hui rien faire d'autre que d'assurer une diffusion fidèle des ondes sonores dans l'espace. Un haut-parleur moderne n'a plus à « orner » sa sonorité au moyen de dispositifs de résonance. Une résonance consiste en ce qu'un corps oscille en synchronisme avec un ton déterminé ; on a alors l'impression que ce ton domine toute la reproduction. On sait que tout corps a une fréquence propre d'oscillation plus ou moins prononcée qui dépend de son épaisseur. Cette propriété est utilisée dans les instruments de musique pour colorer et renforcer le son. C'est pour cela que deux instruments différents peuvent donner le même ton et cependant sonner différemment. La sensibilité de l'oreille arrive même à distinguer et à reconnaître deux instruments de même espèce, par exemple un violon d'étude et un violon de maître.

C'est cette résonance pour certains groupes de tons qui donne à la membrane de tôle des récepteurs téléphoniques ce son métallique qui la caractérise. Le diffuseur en forme de pavillon est aussi très riche en résonances. A la tôle de zinc originellement employée pour leur fabrication, on a essayé, au cours des temps, de substituer le bois, le carton et les pâtes pressées pour éviter la résonance. On a aussi essayé de diviser le pavillon en plusieurs parties reliées entre elles par des manchons de caoutchouc. Dans le pavillon, non seulement la paroi mais aussi l'air qu'il renferme est mis en vibration. Un bon diffuseur doit posséder un amortissement égal pour tous les tons. Cette condition exige une augmentation lente de la section — le pavillon en sera considérablement allongé. Cela ne gêne cependant pas si le pavillon, pour gagner de la place, est enroulé dans sa partie étroite. Il doit avoir une grande ouverture et être construit en une matière insonore. Un pavillon de ce genre ne garde plus aucune trace de la reproduction bien connue de anciens phonographes. La construction personnelle d'un pavillon de ce genre exige beaucoup d'habileté car il ne peut être exécuté que dans du carton ou de la fibre de bois d'une espèce assez dure. Après avoir courbé les parties de pavillon humides sur une forme adéquate et les avoir séchées, on doit les assembler avec de la colle et des planchettes

comme manchon ou au moyen de toile isolante et vernir soigneusement l'intérieur.

Dans la plupart des cas, on emploiera un système plus moderne. On peut facilement construire un excellent ensemble à oscillations libres avec les pièces d'une vieille magnéto de téléphone. La fig. 273 montre la coupe et les parties d'un modèle de ce genre de fabrication personnelle. La magnéto consiste en deux bons aimants principaux *m* et une série de pôles. La partie tournante, l'axe et l'induit ainsi que le collecteur sont enlevés, les paliers sont sciés. Comme les aimants sont originellement serrés les uns contre les autres et qu'il faut une espace pour le passage de la tige de transmission *n*, on forera de nouveaux trous filetés dans les pièces polaires ; en outre on percera un trou de 10 mm de diamètre pour le passage de la tige et deux petites fenêtres pour observer la distance entre l'armature et les plaques *p* recouvrant les pièces polaires. Ensuite on meulera avec précision les anciennes plaques polaires et les pôles de l'aimant car il importe beaucoup que toutes les pièces soient bien ajustées. La figure supérieure du milieu montre l'aimant vu du côté des pièces polaires. Les quatre vis noyées qui servaient à l'origine à fixer l'inducteur sur la plaque de base sont raccourcies ; elles fixeront

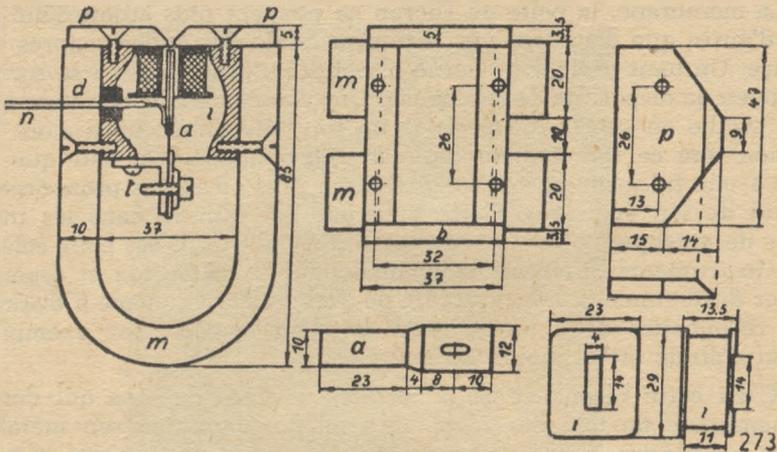


Fig. 273

les deux plaques polaires *p*. Celles-ci, comme le montre la figure supérieure de droite, sont découpées dans un tôle d'acier forgé de 3 mm, puis recuites, limées et affûtées. Pour concentrer le champ magnétique dans la direction de l'entrefer, elles sont taillées presque en pointe dans cette direction tandis qu'elles reposent par toute leur largeur sur les pôles de l'aimant. Comme il est difficile de réaliser ces pièces de façon que l'entrefer soit rigoureusement égal à la largeur de l'armature mobile, on fera les plaques un peu plus larges. Après ajustage des trous de vis, on les limera pour obtenir un côté étroit et la largeur de l'entrefer sera d'environ 10 mm. Lorsque les plaques sont mises en place pour les affûter, elles doivent se toucher à l'endroit de l'entrefer. La fente sera exécutée avec soin au moyen d'une fine lime. Elle doit être rigoureusement au milieu de l'espace entre les deux pôles et présenter une épaisseur bien régulière (de 1,5 mm). L'armature *a* (fig. inférieure au milieu et supérieure à gauche) a 10 mm de large et 1 mm d'épaisseur. Le plus simple est de la réaliser par deux plaques de tôle noire recuite

soudées ensemble entre lesquelles on insère dans des rainures faites à la lime, un morceau de mince lame de ressort en laiton (ressort de contact d'une pile de poche). A l'autre extrémité du ressort, on soude encore un morceau de plaque de laiton de 1 mm d'épaisseur pour raidir le ressort et éviter les résonances. Ce genre de déformations se produisent surtout lorsque la partie du ressort qui se courbe est trop grande. On les éliminera donc en renforçant l'armature et le ressort. Pour ne pas trop limiter l'effet du ressort et par conséquent la puissance de son, on enlèvera soigneusement toute trace de soudure qui aurait coulé dans l'étroite partie vibrante du ressort. Pour la même raison, on amincira la partie de l'armature qui se trouve près de l'entrefer afin de diminuer l'absorption inutile d'énergie dans les fréquences élevées. La partie supérieure de l'armature sera polie bien plane et bien rectangulaire, sinon on n'arrivera pas, plus tard, à l'ajuster exactement à une distance très faible des pièces polaires sans qu'il se produise de broutement.

L'aiguille de transmission est soudée à l'armature au moyen d'une petite cornière faisant ressort (0,3 mm environ). On obtient ainsi une sorte d'articulation qui facilite l'ajustage de la commande par levier de la membrane conique par l'armature. Comme support de l'armature, on emploiera un morceau de laiton *t* en forme d'*L* fixé à la partie inférieure d'une pièce polaire et muni d'une forte vis à tête cylindrique avec rondelle. On supposera, dans la figure de gauche, que les vis de fixation de l'aimant sont dans le même plan que la vis du support *t*. L'excitation de l'armature a lieu par la bobine *i* (figure de droite en-dessous) dont l'ouverture intérieure doit être assez grande pour que l'armature puisse vibrer avec son amplitude maximum sans toucher les parois du tube de support. Elle porte 7000 spires de fil émaillé de 0,1 mm. On peut se procurer des bobines toutes faites sous le nom de bobines pour oscillateur libre dans le commerce. Les bobines ordinaires des écouteurs téléphoniques ne conviennent pas. Après avoir enlevé à la lime les aspérités qui dépassent des côtés, la bobine est collée directement sur les pièces polaires au moyen d'une solution de gomme laque. Pour le montage de l'armature et des aimants, il faut en enlever soigneusement toutes les limailles qui pourraient y adhérer ; on y arrivera rapidement au moyen de Plastiline ou d'un des nombreux produits bien connus utilisés pour le nettoyage des caractères de machines à écrire.

On glisse ensuite une bande de 8 mm de large d'une feuille de cuivre très-mince (clinquant) dans la fente qui existe entre les pièces polaires et la bobine. Du papier fort peut aussi être utilisé mais il doit cependant être très mince. L'armature fixée jusque là assez lâchement sur son support *t* est alors poussée contre les pièces polaires de façon qu'il ne reste entre elle et celles-ci que la bande de cuivre, puis on serre la vis de fixation de l'armature. En enlevant ensuite la bande de cuivre, l'armature ne sera plus séparée des pôles que par une fente très étroite.

Il est bon de pouvoir vérifier à chaque instant cet entrefer car il peut arriver, pendant le fonctionnement que des limailles de fer oubliées s'y insèrent. Comme la bobine est fixée aux plaques polaires par deux petites bandes étroites (fig. de droite en-dessous) on peut voir l'entrefer à travers la fente qu'elles ménagent. Il suffira pour cela de limer à égale distance des deux pôles une rainure de 1 mm de profondeur dans la partie supérieure des deux anciennes pièces polaires placées

sur les côtés, on pourra alors, après montage de tout le système, regarder l'entrefer dans la direction de l'aiguille de transmission. On vérifiera cet entrefer à la loupe. La lumière doit y apparaître en une ligne très fine et d'épaisseur égale ; tout le succès du montage en dépend. Plus l'armature se trouve près des plaques polaires et plus la réception est forte ainsi que la sensibilité de tout le système ; le danger de broutement par suite de la présence de poussière dans l'entrefer est évidemment d'autant plus grand. Dès que des limailles s'y introduisent, le fonctionnement en est fortement influencé ; elles devront être éliminées en enlevant les aimants. C'est un grand avantage de la construction ci-dessus décrite que de pouvoir faire tout le montage en l'absence des aimants ce qui permet facilement cette élimination des limailles. C'est particulièrement agréable car l'ajustage des plaques polaires p doit être très soigneusement exécuté et nécessite plusieurs serrages et desserrage des vis. Comme nous l'avons déjà répété, tout le succès dépend d'un ajustage rigoureux. L'aiguille n est assez longue et pourrait, dans certaines circonstances, entrer en résonance avec les sons graves ; pour cette raison, on place la rondelle de caoutchouc d qui limite ses déplace-

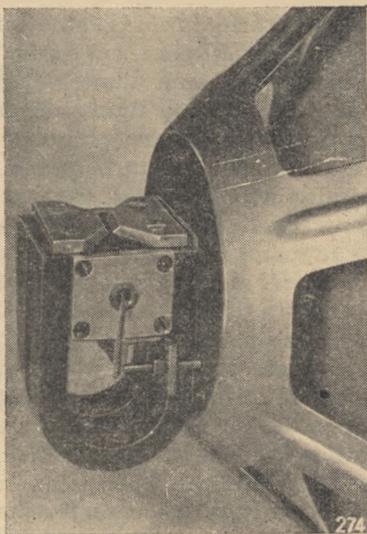


Fig. 274

ments latéraux. Son déplacement longitudinal ne devra pas en être affecté. La fig. 274 montre l'appareil complètement terminé. Cet oscillateur libre travaille convenablement avec une membrane de 27 cm (dans une enveloppe de 32 cm) lorsqu'il est alimenté par un étage final en push-pull formé de 2 RE 134. On obtient ainsi une puissance extraordinaire avec une reproduction remarquablement fidèle. En Allemagne, ce haut-parleur est construit à de nombreux exemplaires.

La fabrication personnelle d'une membrane conique est relativement facile. Il faut toutefois distinguer s'il s'agit d'un cône pour un système électromagnétique faible ou puissant, pour un oscillateur libre ou pour un haut-parleur dynamique. En général, une petite membrane donne une répartition plus uniforme des fréquences. Plus l'angle du cône est aigu, plus l'effet directionnel est apparent pour les sons aigus.

Plus l'angle est ouvert, plus le papier doit être épais pour assurer la rigidité nécessaire. Une membrane mince montre une tendance à vibrer partiellement au lieu de secouer l'air à la façon d'un piston. Cette tendance augmente avec les dimensions de la membrane surtout dans les sons aigus. Au besoin, on collera des renforts pour éviter que la membrane ne se courbe dans les fréquences élevées. Le genre de papier utilisé a une influence sur la tonalité. Tandis que le papier fort rend un son doux et riche dans les notes graves, le papier de dessin mince avantage les notes aiguës. On obtient un bon rendement moyen avec du papier fort d'environ 45 à 50 kilogs par rame. On dessine sur une feuille, une circonférence de 270 mm de diamètre. Au centre, on découpe un trou de 3 mm et un secteur de 58° environ. Lors du découpage, on laisse, sur l'un des côtés du secteur, une bande de 8 mm environ que l'on collera au côté opposé au moyen de laque écaïlle ou de cohesan. Pour obtenir un oscillateur libre pour de grandes et puissantes amplitudes, il faut une membrane grande, légère et solide, par exemple, en mince papier d'aquarelle ou en trolitax. Le cône devra avoir, suivant la puissance du système, un diamètre de 25 à 35 cm et un angle d'ouverture de 110° environ. Le haut-parleur du système dynamique permet le rayonnement des fréquences élevées et exige, par suite de la faible force motrice disponible, une membrane très légère et assez petite, ce genre de cône sera découpé dans un papier de dessin de 0,15 mm d'épaisseur et est très solide avec un angle au sommet de 90°. La membrane *Nawi*, bien connue, ne peut pas être constituée d'un morceau de papier à cause de sa forme d'entonnoir courbe. Pour fabriquer soi-même ce genre de membrane, il faut construire d'abord une forme en plâtre ou en bois qui sera polie et paraffinée. Sur cette forme, on collera des bandes de papier trempées dans de la colle de menuisier légère. On peut ainsi obtenir des membranes sans couture de n'importe quelle forme ; de la même façon, on peut obtenir des membranes coniques dont les parois s'épaississent vers le centre.

Avec un cône et un système électromagnétique ou à oscillations libres, on peut obtenir une bonne reproduction, mais, par la faible raideur du produit employé, il se produit facilement des vibrations gênantes au bord. En outre, les sons graves ne sont pas bien rayonnés parce qu'il se courbe au bord du haut parleur. C'est pourquoi la membrane sera fixée par un cercle élastique à un écran sonore ; ou, lorsqu'un haut-parleur inclus dans un poste doit constituer une pièce séparée, on fixe le cône sur un support constitué par une petite planche de bois avec une ouverture circulaire ; on peut alors fixer ce haut-parleur sur n'importe quel écran sonore ou l'insérer dans un coffret. La fixation de la membrane se fait au moyen d'une bande de flanelle, de cuir brut, de peau de chamois ou de chevreau glacé. Le tissu caoutchouté ne convient pas car il marque vite des traces de vieillissement. Au collage, il faut veiller à ne pas laisser couler la colle sur les parties qui doivent rester libres pour éviter de leur donner une raideur qui leur ferait perdre leur élasticité. Le cône sera alors collé dans l'ouverture de l'écran par l'intermédiaire de cette étoffe ou de ce cuir ce qui lui permet de se mouvoir longitudinalement comme un piston. Au montage, il faudra avoir soin que ni la membrane, ni l'armature ne subisse un effort quelconque d'attraction ou de pression dans n'importe quelle direction. Ce n'est que lorsque le mouvement libre de la membrane est assuré que l'on fixe le système moteur. La liaison entre l'aiguille de

transmission et la membrane doit être aussi ferme que possible sinon le haut parleur commencera à brouter, à gratter ou à donner des craquements. Généralement, on serre la pointe du cône entre deux petites pièces coniques en métal qui sont fixées entre deux écrous sur la tige de transmission. On peut aussi réaliser cette liaison plus facilement au moyen de cohesan.

Une membrane de papier est très sensible à l'humidité de l'air. Si l'on craint qu'elle ne se courbe, (dans la cuisine ou à la mer) on enduira la membrane de vernis japon. Elle est quelque peu raidie par le vernis mais une couche de vernis trop épaisse rend le son aigu et criard. On peut aussi peindre la membrane en l'aspergeant au vaporisateur avec de la couleur d'aquarelle avant de la vernir ou en mélangeant un colorant au vernis. La liaison élastique elle-même ne peut pas être vernie.

Au point de vue sonorité, l'écran sonore est et reste ce qu'il y a de mieux (fig. 275). Ses dimensions déterminent jusqu'à quel son grave

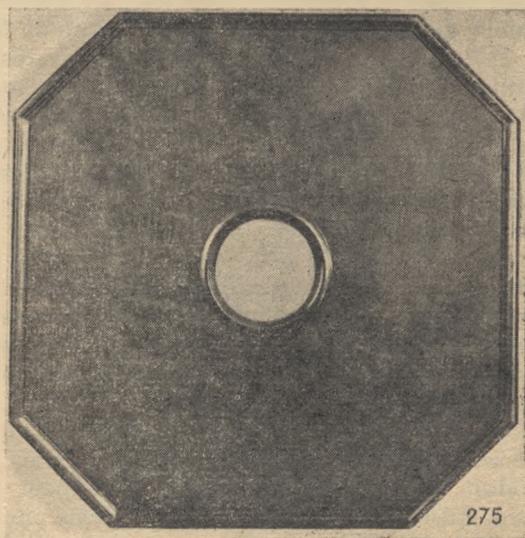


Fig. 275

on peut rayonner. On divise le nombre 330 par le quadruple du diamètre de l'écran (exprimé en mètres) et l'on obtient la plus basse fréquence. Pour un écran d'un mètre de diamètre, la plus basse fréquence est égale à 83 Hz. Il est très avantageux de pouvoir insérer le haut-parleur dans une ouverture pratiquée dans le mur de façon que l'ouverture du cône sonore se trouve sur le plan même du mur. En plaçant l'écran sonore dans un coin de la chambre, on peut utiliser une partie du mur comme cloison de rayonnement. Bien que les amplificateurs et les haut-parleurs ne descendent guère, en pratique, en-dessous de 100 Hz, il est à recommander de ne pas construire d'écran sonore (baffle) de moins de 75 cm ou un coffret pour haut-parleur de moins de 40 cm de côté. Un coffret de haut-parleur peut être considéré comme une baffle avec côtés repliés ; il en résulte que toutes les exigences posées pour la construction des écrans s'appliquent aussi à celle des coffrets. D'autre part, nous pouvons aussi considérer un coffret comme un pavillon en le

retournant car la membrane rayonne aussi le son vers l'arrière. Il faudra donc y combattre les résonances et les réflexions du son. Un coffret de haut-parleur sera exécuté en triplex et l'intérieur en sera tapissé de flanelle ou de tout autre produit absorbant. Les tissus qui peuvent être attaqués par les mites seront brossés avec une décoction de bois de Panama.

L'arrière du coffret doit rester ouvert ou tout au moins porter de larges ouvertures. L'existence du redoutable « effet de caisse » sera fortement diminuée par une grande surface et une faible profondeur (voir R. De Schepper : « Amplification du Son »). Si le coffret doit être profond pour une cause indépendante, on placera dans l'ouverture une sorte d'entonnoir et l'on montera le haut parleur dans le fond du coffre derrière cet entonnoir. Bien entendu, les alentours de cet entonnoir doivent être bien garnis d'ouate. Néanmoins, il est possible que des parois de bois mince se mettent à résonner. On peut le constater en y semant du sable sec ou de la sciure. Si les particules se déplacent et forment des anneaux, des lignes ou des figures c'est que la paroi résonne. On collera alors de grosses lattes de bois à l'intérieur. Un écran sonore peut aussi résonner ; on le construira en triplex de 10 mm d'épaisseur au moins et on le renforcera au besoin avec des lattes épaisses.

L'ouverture à l'avant, avec sa forme ronde et unie, ne fait pas bel effet. Une membrane peu jolie ou un système dynamique sensible à la poussière sera recouverte d'un morceau de soie ornementale artistiquement choisie. Aucune étoffe n'est ici spécialement désignée ; on choisira de préférence la soie vieil-or ou soie de haut-parleur, tissus constitué par des mailles rudes, fort éloignées, très perméable à l'air. Un morceau de rideau de fenêtre est aussi très bien indiqué. Le tissu a une grande influence sur le son. Si l'étoffe est trop épaisse ou trop lourde, elle absorbera surtout les sons aigus ce qui provoque une reproduction sourde. En outre l'air enfermé dans le coffret se met à résonner (tremblement). Une étoffe trop tendue résonne elle-même (claquement). Le même raisonnement peut s'appliquer au tissu qui forme l'arrière du coffret contre la poussière. Lorsque le haut parleur est fixé directement sur l'écran ou placé derrière sur une console, on le protégera contre la poussière au moyen d'un morceau d'étoffe caoutchoutée ou de toile cirée.

Si l'ouverture ronde d'un baffle présente encore un aspect assez seyant par l'emploi d'une soie ornementale, on désire, généralement pour un coffret, une ornementation plus vivante. On y arrive en premier lieu par le choix d'une teinte harmonieuse pour l'étoffe mais, bien souvent, on agrémentera l'ouverture d'un découpage artistique. Ce sera surtout nécessaire lorsque, pour une raison ou pour une autre, on désire renforcer le son en supprimant l'interposition du tissu. On réalisera cette garniture suivant son goût personnel. Il n'est cependant pas indifférent de réaliser ces découpages comme ouvertures de passage du son de n'importe quelle manière. Plus ces grilles sont artistiques, plus elles gênent, en général le rayonnement du son. Les garnitures qui, avec peu de lignes réalisent cependant un aspect artistique et qui laissent un espace relativement grand au bord (sons graves) et au milieu (rayonnement principal) méritent la préférence. Nous donnons fig. 276 quelques modèles faciles à réaliser et qui, certainement, satisferont les goûts

les plus difficiles. Dans la fig. 277, on voit deux appareils terminés qui montrent qu'avec des lignes simples croisées et des arcs de cercle on arrive à réaliser un bonne adaptation à une ouverture ronde comme à un carré.

La construction personnelle d'un haut-parleur dynamique ne peut être envisagée que si l'on dispose d'un bon tour de précision car le noyau magnétique et l'anneau polaire doivent être parfaitement tournés et bien centrés. Ce travail est ennuyeux et peu économique. On peut

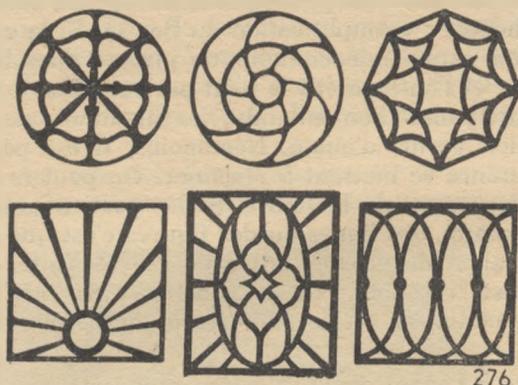


Fig. 276

facilement se procurer dans le commerce, à bon compte, un bon haut-parleur provenant de restes de l'industrie. Des haut-parleurs abîmés, nous entendons par là, avec membrane trouée ou défoncée ou bobine brûlée peuvent se trouver très aisément. Avec ce genre de matériel, l'amateur peut satisfaire son goût du « bricolage » pour essayer de ressusciter cette « victime ».

Les bobines d'excitation qui présentent une rupture doivent être débobinées et rebobinées. La tendance à employer une autre source

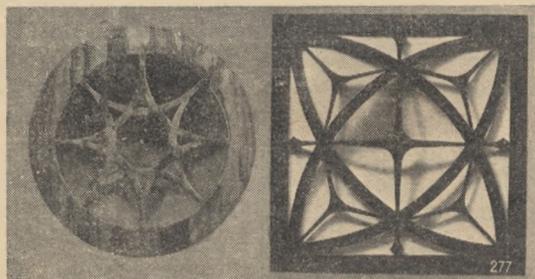


Fig. 277

d'alimentation exige l'achat de nouveau fil qui provoque une dépense si élevée que cela n'en vaut pas la peine. Le calcul en est très simple. On mesure l'espace disponible pour l'enroulement et on essaye ensuite de déterminer en connaissant l'intensité du courant et la chute de tension, la résistance de l'enroulement. Dans la table des fils (page 220) on cherche alors un fil qui puisse remplir l'espace disponible en présentant la résistance désirée.

Dans certaines circonstances, il faudra prévoir des prises inter-

médiaires. Pour nous y retrouver plus facilement, nous étudierons la construction interne d'un électro-dynamique sur une coupe (fig. 278). Le noyau *k* se trouve au milieu du pot *t* et porte la bobine d'excitation *e*. La partie supérieure du pot est fermée par un anneau polaire en fer (*d*). Le support de membrane *o* soutient le bord de la membrane *m*. A cette membrane est fixée la bobine mobile *s* de façon à osciller librement dans l'espace annulaire compris entre le noyau et l'anneau polaire. Cette espace annulaire est l'entrefer. Pour éviter le frottement de la bobine mobile contre le noyau ou l'anneau polaire, elle est maintenue dans la position exacte au moyen d'un pièce de centrage *z*. La pièce de centrage employée dans notre exemple est fixée en deux points extérieurs. Les figures de côté I et II en montrent deux modèles utilisables. Généralement, on obtient une action élastique plus douce par le centrage intérieur anciennement utilisé d'après les figures III et IV. Le centrage intérieur s'obtient au moyen d'une seule vis de fixation au milieu du sommet du noyau.

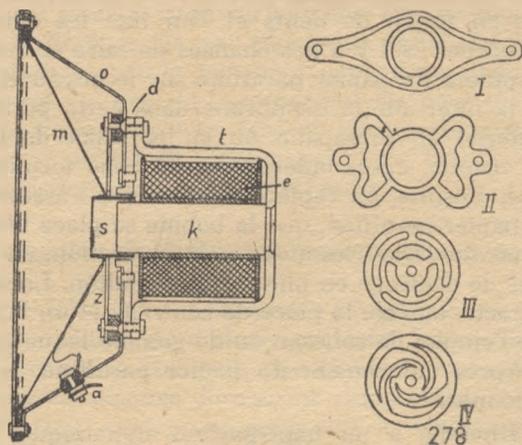


Fig. 278

Les extrémités de la bobine mobile sont collées contre le cône et conduites ensuite, en une courbe lâche vers deux bornes latérales fixées au support de cône. Le démontage se fait en détachant ces deux fils des bornes et en enlevant la membrane. On n'enlèvera pas la pièce de centrage car il y a généralement un peu de jeu à la vis de fixation ce qui rend très difficile sa remise en place exacte après enlèvement. Si la construction rend indispensable ce démontage de la pièce de centrage, pour pouvoir réparer la bobine d'excitation, ou bien on fabriquera, en vue du remontage, un anneau de laiton de section conique ou l'on enroulera assez de bandes de papier autour du noyau pour que l'anneau polaire s'y insère exactement. Après avoir à nouveau fixé le couvercle polaire, on enlèvera les bandes de papier. Si cela ne va pas facilement, on peut d'abord enrouler sur le noyau une couche de fil à coudre et au-dessus, la bande de papier. Lorsqu'on tire le fil, le papier a assez de jeu pour pouvoir être retiré facilement. Il est très important que le noyau et l'anneau polaire aient exactement le même centre ; l'entrefer doit être partout de la même largeur.

La construction d'une bonne membrane conique n'est pas difficile suivant la méthode donnée ci-dessus. Elle doit avoir un bord très souple et un angle de 90° , elle ne peut cependant pas dépasser le poids de 10

grammes. La bobine mobile ne doit, si possible peser que la moitié. Elle est bobinée sur une forme de papier mince faite au tour et collée avec de la gomme laque ou de la bakélite. Elle consiste en deux couches de fil. Pour une bobine qui doit être raccordée à un secondaire de transformateur de 10Ω il faut une résistance au courant continu de 6 à 7Ω ; on emploiera pour cela environ 15 m de fil émaillé de 0,25 mm d'épaisseur. Pour d'autres résistances, on emploiera d'autres épaisseurs de fil jusqu'à ce que le fil employé ait la résistance désirée mais sans dépasser la limite de poids de la bobine. Pour obtenir un rayonnement approximativement régulier de toutes les fréquences, le poids de la membrane doit être à celui de la bobine dans le rapport 2 à 1. Dans la plupart des cas, il s'agira de remplacer une bobine endommagée; on comptera alors les tours de l'ancienne bobine et l'on emploiera du fil de la même épaisseur.

La bobine bien vernie sera d'abord enlevée du noyau de bobinage paraffiné lorsqu'elle est bien sèche. On la colle ensuite contre la membrane découpée en forme de dents et l'on fixe les extrémités de la bobine sous les bornes. S'il y a des chances de faire ce travail de façon inexacte, on enroulera du papier paraffiné sur le noyau et on y glissera la bobine pour la fixer sur la membrane dans cette position. La pièce de centrage externe en presspahn ou en pertinax de 0,3 à 0,5 mm d'épaisseur est, ensuite, après enlèvement du cône terminé, glissée sur la bobine mobile. Ensuite, on replace le cône. On s'assure de nouveau, par l'emploi de papier paraffiné, que la bobine se place bien exactement au milieu de l'entrefer. Dans les ateliers de réparation, on emploie, pour cela, des calibres de centrage en mince tôle de laiton. Lorsque la bobine est à sa place exacte, on fixe la pièce de centrage et on la colle au cône. On y arrive par l'emploi de cohesan ou de gomme laque au moyen d'un petit pinceau. Après enlèvement du papier paraffiné, le haut-parleur est prêt à fonctionner.

Lorsqu'on travaille à un haut-parleur dynamique, on fera bien d'éloigner sa montre car le fort champ magnétique vagabond de l'aimant permanent ou de la bobine d'excitation peut aimanter le ressort de l'échappement. La montre retardera alors et devra généralement aller chez l'horloger. Seules, les montres antimagnétiques sont insensibles à cette action.

Devant les possibilités d'emploi de fortes lampes de sortie et de haut-parleurs à forte capacité de charge, on a souvent l'impression qu'une puissance de sortie de 4 Watts est nécessaire pour des récepteurs destinés à fonctionner dans une chambre. Ce n'est cependant nullement le cas. Les systèmes électromagnétiques sont tellement sensibles qu'ils travaillent très bien avec bien moins qu'un Watt. Pour les dispositifs dynamiques, il faut un peu plus de puissance, mais, même dans de grandes chambres, on emploiera rarement plus d'un Watt. Pour une grande salle, 3 à 5 Watts suffiront toujours. C'est pour la reproduction des sons graves qu'il faut le plus d'énergie, mais, il est à noter que, dans les dernières places d'une salle de concert, on entend moins les basses et qu'on ne s'en aperçoit même pas. Il n'est donc pas nécessaire de rendre la reproduction du haut-parleur aussi forte que la musique même, dans tous les coins; il ne nous viendrait tout de même jamais à l'esprit de faire jouer un orchestre de 60 exécutants dans notre chambre. Par un emploi rationnel de l'énergie, on peut épargner beau-

coup d'argent car les amplificateurs de puissance absorbent beaucoup de courant et les lampes utilisées ne sont généralement pas bon marché. Par une limitation raisonnable, on peut aussi s'installer avec des haut-parleurs plus petits. Un haut-parleur dynamique ne peut donner son meilleur rendement qu'à partir de la moitié de sa puissance nominale et conserve ensuite celui-ci jusqu'à la pleine puissance. Pour une réception faible, moindre que $1/3$ de la puissance nominale, la reproduction est plus mauvaise qu'avec un haut-parleur plus petit pour lequel l'énergie fournie serait supérieure à la moitié de la puissance nominale.

Avec un bon haut-parleur, les déformations provenant d'un amplificateur défectueux apparaissent plus nettement qu'avec les anciens haut-parleurs dans lesquels, souvent, toutes les fréquences au-dessus de 3.000 Hz étaient coupées. Il est donc dérisoire de vouloir rajeunir un vieux poste en y adaptant un nouveau haut-parleur. L'essai de sonorité ne doit aussi avoir lieu que sur l'écran sonore ou dans le coffret approprié. Pendant cet essai, le haut-parleur doit être au moins au niveau de l'oreille et de préférence, un peu plus haut. Dans une chambre fermée, l'impression produite par la réception dépend aussi de la direction du son. La meilleure position du haut-parleur est dans un coin (en diagonale) car un mur placé juste en face du haut-parleur agit toujours plus ou moins comme un miroir réfléchissant. Au besoin, on amortira les surfaces réfléchissantes au moyen de tentures.

Reproduction de disques et enregistrement personnel

Malgré la variété des programmes radiophoniques, on éprouve parfois le désir d'entendre une mélodie préférée. Lorsqu'on a des amis en visite et que l'on désire être gai, une émission dramatique n'est guère de mise. Quelques disques formeront rapidement le programme du concert désiré. Nous utiliserons pour cela le récepteur de radio pour reproduire les disques de phonographe aussi purement et aussi puissamment qu'il le faut pour donner l'impression de la présence d'un orchestre complet. Le pick-up sera simplement raccordé entre la grille et la cathode d'une lampe travaillant en amplificatrice B.F. Généralement, on emploiera pour cela la détectrice elle-même.

Dans les anciens phonographes acoustiques, l'aiguille se trouve dans un levier dont l'autre extrémité s'appuie au centre d'une membrane en mica. Les disques modernes portent la gravure dite Berlinoise ou latérale dans laquelle les oscillations sonores sont enregistrées dans une direction perpendiculaire à la rainure. Lorsque le disque est entraîné par un moteur, les parois de la rainure obligent l'aiguille qui s'y trouve à suivre toutes les sinuosités. Les vibrations de l'aiguille qui en résultent sont transmises à la membrane et celle-ci ébranle l'air dans le même rythme ce qui produit le son. Si nous voulons reproduire le disque électriquement, le dispositif de prise de son devra être constitué de telle sorte que les oscillations de l'aiguille produisent un courant alternatif de fréquence audible. Cette basse fréquence est alors amplifiée et transformée en son dans le haut-parleur.

En reliant deux écouteurs téléphoniques par une longue ligne — les anciens écouteurs à grands aimants en fer à cheval conviennent particulièrement bien pour ce but — on peut tenir une conversation en duo sans le secours d'aucune batterie ou autre moyen séparé. Si l'on

parle devant un des écouteurs, sa membrane vibrera sous l'action des vibrations de l'air, ce qui fera varier le champ magnétique qui contient les bobines, et y produit des courants induits qui atteignent les bobines de l'autre écouteur à travers la longue ligne, y font varier le champ magnétique, et y produisent des vibrations de la membrane. Il en résulte la production des mêmes sons que l'on a produit à l'autre bout dans l'écouteur devenu provisoirement microphone. Le système de téléphone électromagnétique ne convient donc non seulement pour transformer une fréquence audible en son, mais aussi, pour transformer le son en fréquence audible. Si nous supposons que la membrane n'est plus mise en mouvement par l'air (parole) mais par un moyen mécanique, la transformation aura lieu de la même façon. Le système téléphonique n'est d'ailleurs pas le seul utilisable pour ce faire, tous les systèmes que nous avons étudiés sous le nom de transformateurs de son peuvent être utilisées à cette fin. Parmi les dispositifs de prise de son, nous trouverons donc aussi les dispositifs bipolaires, les dispositifs à oscillation libre et les dispositifs dynamiques à aimant permanent. Ils ont, évidemment une forme un peu différente dans cette nouvelle fonction. Pour le choix d'un système déterminé, on placera au premier rang des exigences une reproduction aussi égale que possible de toutes les fréquences. Un nouveau principe a été utilisé dans le pick-up à cristal (qui, d'ailleurs, commence aussi à s'introduire dans le domaine des haut-parleurs). Des plaques minces découpées dans des cristaux artificiellement développés de sel de Seignette (tartrate sodico-potassique) suivant une direction déterminée en rapport avec les axes cristallins, sont assemblées par paires avec interposition de feuilles d'étain. Des électrodes collées sur les faces extérieures forment le second pôle. Les plaques de cristal sont courbées par le mouvement de l'aiguille ce qui produit une tension électrique entre les électrodes, tension qui est ensuite amplifiée. Les pick-ups à cristal sont très sensibles et extrêmement légers ; ils produisent des tensions atteignant 10 Volts. Pour éviter des couplages acoustiques, le pick-up doit être placé hors du champ sonore du haut-parleur. Le cristal ne peut pas être exposé pendant un temps trop long à une haute température (par exemple au soleil). Chargé par une résistance de $0,5 \text{ M}\Omega$, il renforce les sons graves qui, comme on le sait, sont désavantagés à l'enregistrement. Si le potentiomètre est mise sur environ $0,1 \text{ M}\Omega$ la courbe de fréquence du pick-up est presque rectiligne.

L'aiguille est fixée dans le pick-up par une vis ou une pince ; le remplacement de l'aiguille est facilité par un dispositif qui permet de soulever ou de retourner le pick-up. Le poids des pick-up est très différent d'un type à l'autre et varie entre 35 et 200 grammes ; pour obtenir une forte reproduction avec des moyens réduits, il faut que le pick-up fournisse une assez forte tension. Celle-ci dépend, principalement de la grandeur de l'aimant permanent. Une fixation très légère de l'armature est très importante pour lui permettre de suivre les oscillations de l'aiguille. L'enrobage en caoutchouc généralement employé durcit à la longue et doit être renouvelé. Si l'on ne procède pas à ce remplacement, les déformations deviennent inévitables. Un pick-up lourd reste dans la rainure même si le disque est un peu déformé tandis qu'un pick-up trop léger peut être rejeté hors de la rainure par des sons graves très puissants.

Le genre d'aiguille utilisé a une grande influence sur le son. La

pointe doit être arrondie et juste assez grosse pour remplir exactement la rainure après quelques tours de disque. Ce n'est évidemment qu'à cette condition qu'elle pourra transmettre fidèlement les oscillations latérales de la rainure à l'armature. Une fine aiguille pour reproduction douce, se plie pour les grandes amplitudes et les hautes fréquences. Il en résulte que l'énergie qui agit sur la pointe de l'aiguille est en partie absorbée dans l'aiguille elle-même. Les mouvements qui n'atteignent pas l'armature ne peuvent pas produire de tension alternative. Une grosse aiguille pour reproduction puissante, ne repose que sur les bords supérieurs de la rainure. Les forces qui naissent du mouvement du disque se produisent surtout sur les bords supérieurs de la rainure ; ceux-ci sont donc fortement chargés et s'usent vite. Les endroits où ils sont minces (tons aigus) disparaissent bientôt et le disque est usé. L'aiguille s'use aussi car le disque travaille comme une meule. La pointe de l'aiguille disparaît après quelques tours d'un disque. Pour conserver longtemps un bon disque, on est forcé d'employer des aiguilles relativement tendres. Cependant, une aiguille trop tendre présente tout de suite une bavure qui agit comme une fraise et abîme la rainure. Une aiguille trop dure, en revanche, use trop fortement le disque. Dans les

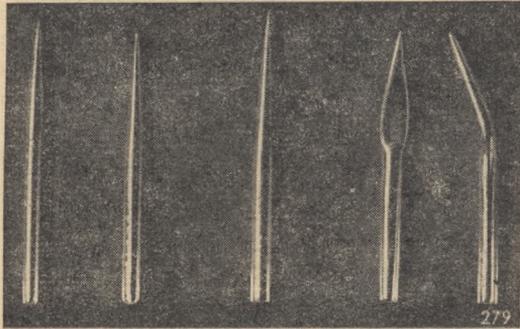


Fig. 279

fabriques d'aiguilles, on a longtemps cherché la juste position entre ces deux extrêmes. Les aiguilles sont aiguisées pour remplir la rainure dès le début. La fig. 279 représente trois aiguilles pour pick-up et une aiguille courbe, de face et de côté, pour la reproduction de disques d'enregistrement personnel.

L'emploi d'aiguille dites inusables qui pourraient être utilisées pour 100 et mêmes 1000 faces de disques n'est pas à conseiller. Si l'on prend une nouvelle aiguille pour chaque disque on est certain que la pointe de l'aiguille est bien arrondie et que l'on sera dans les meilleures conditions de reproduction pour la durée de son emploi, et surtout, on ménage le disque. On jettera ensuite l'aiguille car après une reproduction, la pointe est usée et l'aiguille porte une facette oblique à bords tranchants. On peut encore utiliser une aiguille déjà employée dont la pointe est ainsi affûtée pour jouer quelques disques de danse de moindre valeur mais à la condition de ne pas la sortir de son support. Dès qu'une aiguille usée est sortie du pick-up, on ne doit plus l'employer en aucun cas. L'aiguille usée agit comme un crochet de tour et découpe un copeau dans le disque car on n'arrive jamais à la remettre dans sa position primitive. Dans ce cas, tous les détails sont irrémédiablement enlevés

de la rainure. Les aiguilles de longue durée (inusables !) consistent généralement en un fil central entouré de carbone. Le fil central ne sort que faiblement du carbone. Pendant la reproduction, l'enduit de carbone s'use dans la même proportion que le fil. Il existe ici encore un danger d'abîmer le disque si l'aiguille se desserre ou qu'elle tourne quelque peu dans son support. Il existe de nouveaux pick-up avec aiguilles en saphir avec lesquels on peut jouer 10.000 disques de 30 cm de diamètre sans que la pointe ne marque de modification visible. L'aiguille de saphir à une forme spéciale qui, avec le poids réduit du pick-up (environ 30 gr.) charge le disque extrêmement peu. Avec ce dispositif, il est possible aussi de jouer des disques de gélatine d'enregistrement personnel sans réduire sensiblement leur durée de vie. Les amortisseurs en caoutchouc ou en un autre produit susceptible de devenir inutilisable avec le temps ont été soigneusement écartés de la fabri-



Fig. 280

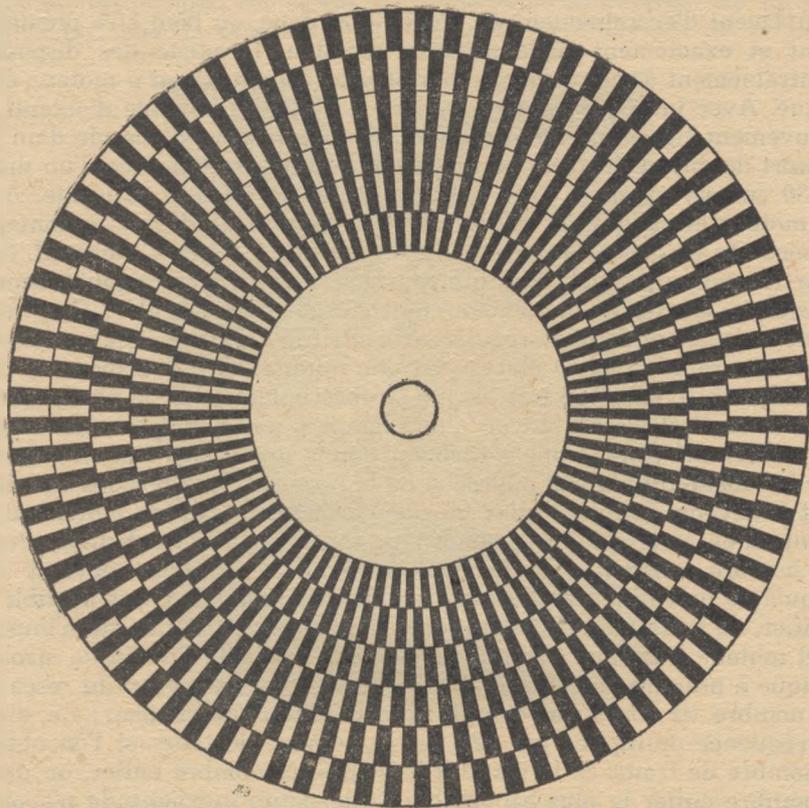
cation de ce pick-up et remplacés par des ressorts en bronze. Il donne une reproduction rigoureusement constante de toutes les fréquences de 40 à 10.000 Hz. Son principal avantage est la charge extrêmement réduite du disque qui évite presque complètement la déformation des rainures et prolonge considérablement la vie des disques. La fig. 280 montre ce pick-up ouvert (au-dessus) et, dans la partie inférieure, le même pick-up prêt à fonctionner. Le dispositif est représenté sorti du bras pour permettre d'en étudier la construction. Le ressort de bronze *b* est fixé d'un côté à l'armature et de l'autre porte la pointe de saphir *s*. Comme l'aiguille de saphir très coûteuse pourrait être abîmée par une manœuvre peu délicate, le pick-up porte un rouleau excentrique *w* qui, lorsqu'on pose le bras sur le disque vient d'abord en contact avec celui-ci. Par la rotation du disque, le rouleau se retire et le pick-up descend

ce qui introduit lentement l'aiguille dans la rainure. Lorsqu'on relève le pick-up, le rouleau reprend sa place originale de sorte que l'aiguille est protégée dans le cas où, par accident, on laisserait tomber le pick-up. Pour soulager encore le disque, le pick-up est muni d'un ressort d'allègement. Lorsque l'appareil n'est pas en service, on y glisse encore avec précaution un capot métallique. Pour les appareils tous courants et les appareils à courant alternatif pour lesquels la tension produite par le pick-up ne suffit pas, pour alimenter convenablement l'amplificateur, on fournit un transformateur blindé qui s'applique à ce pick-up.

Les disques de phonographe doivent tourner à une vitesse de 78 tours par minute. Ce n'est qu'à cette vitesse qu'on obtient une reproduction fidèle. Si le disque tourne plus lentement, tous les sons seront trop bas, s'il tourne trop vite, toute la reproduction est trop aiguë. Le mouvement d'entraînement du disque doit donc, ou bien être préalablement et exactement réglé ou être réglable. Il existe des dispositifs d'entraînement à mouvement d'horlogerie (à ressort) ou à moteur électrique. Avec un mouvement à ressort, il n'est pas possible d'obtenir un mouvement rigoureusement régulier, mais la réserve d'énergie d'un bon ressort double suffit pour permettre de reproduire une face d'un disque de 30 cm par exemple avec une régularité de vitesse suffisante. Avec un moteur électrique de phono, on évite l'ennui de devoir remonter le ressort. On emploie, de préférence, un moteur à courant alternatif. Sauf pour les moteurs synchrones qui tournent à une vitesse rigoureusement constante, la vitesse du plateau tournant doit être réglée. Pour cela, le mécanisme contient un régulateur centrifuge réglable. On peut compter les tours faits par le plateau en une minute. Si l'on dispose de courant alternatif, on place une disque stroboscopique sur le plateau tournant et on l'éclaire au moyen d'une lampe à gaz alimentée par le courant alternatif (une lampe à filament donne une image floue). Aussitôt que la vitesse du plateau approche de la normale, les divisions commencent à devenir visibles ; elles tournent cependant encore lentement en avant ou en arrière. Plus le nombre de-tours par minute devient proche du nombre normal, plus le déplacement des divisions devient lent jusqu'à ce qu'enfin, les divisions semblent immobiles. Il est possible de vérifier, de cette façon la stabilité de la vitesse de rotation de n'importe quel moteur à chaque instant. Le nombre de traits du disque stroboscopique à prendre en considération dépend de la fréquence du réseau et du nombre de tours par minute que doit faire le plateau ; on divise la fréquence multipliée par 120 par le nombre de tours et l'on obtient le nombre de traits. Si le résultat n'est pas un nombre entier, on prend le nombre entier le plus rapproché. Cette petite inexactitude n'a pratiquement pas d'importance. Pour 78 tours, à 50 Hz, il faudrait exactement 76,923 traits. On prend 77 traits, soit 77 bandes noires et 77 bandes blanches. On obtient ainsi, à 50 Hz, exactement 77,92 tours par minute. L'erreur n'est donc que de 0,1%. Le disque stroboscopique ci-joint est construit pour une fréquence de 50 Hz et (de l'extérieur vers l'intérieur) pour 75, 77, 78, 79, 80 et 82 tours par minute. L'éditeur de cet ouvrage tient à la disposition des lecteurs un disque de ce genre imprimé sur carton solide. Celui-ci est envoyé sans frais sur demande. Ce disque de carton doit être découpé et percé au centre d'un trou de 7 mm comme l'indique le cercle y dessiné.

Le montage d'un tourne-disque électrique doit être fait avec soin. La plupart des défauts proviennent d'un choix non judicieux du centre

de rotation du bras de pick-up. L'armature du pick-up doit suivre les déplacements latéraux de la rainure. L'aiguille doit donc toujours se mouvoir suivant un rayon du disque. On ne pourrait réellement y arriver que si le pick-up était muni d'un coulisseau qui glisserait sur une glissière radiale. La plupart des tourne-disques n'ont qu'un bras de pick-up avec axe de rotation fixe autour duquel se meuvent le bras et le pick-up proprement dit. L'aiguille décrit donc un arc de cercle. Par tâtonnements (en dessinant sur du papier) on peut trouver une position du point de rotation pour lequel l'écart reste faible pour toute la largeur du disque. Ce n'est cependant possible que si le pick-up proprement dit est oblique par rapport au bras. Lorsque la longueur du bras (entre le point de rotation et la pointe de l'aiguille) est de



200 mm, la distance entre le point de rotation et l'axe du disque M (fig. 281) doit être de 179 mm tandis que l'angle en A doit être de 30° . Dans ce cas, la position de l'aiguille par rapport au disque est exacte aux points A et B. Avec un autre angle, il faudra changer les mesures jusqu'à ce que l'angle s'élève à $90^\circ - \alpha$. Le point de rotation du pick-up spécial à aiguille en saphir doit se trouver à 190 mm du centre de l'axe M. La face inférieure de la boîte du pick-up doit être parallèle à la face où se trouve le disque tournant ; au besoin, le pick-up sera surélevé au moyen de rondelles insérées entre la plaque de montage et le bras de pick-up. Lors de l'achat d'un pick-up on s'efforcera toujours d'obtenir le croquis de montage s'y rapportant. L'angle dont question ci-dessous

ne doit pas être confondu avec l'angle d'inclinaison, qui est, réellement l'angle que fait le pick-up avec la verticale, angle suivant lequel l'aiguille attaque la rainure. Cet angle peut être lu au moyen d'un rapporteur. L'aiguille en saphir n'est pas montée inclinée, elle se place perpendiculairement au disque.

Le bruit d'aiguille sort d'autant plus dans la reproduction que la bande de fréquence du pick-up est plus étendue. En fait, c'est donc un signe de qualité car un mauvais pick-up coupe toutes les fréquences au-dessus de 3.000 Hz. Avec les nouveaux disques de phonographe, le bruit d'aiguille est toujours faible, et lorsqu'ils sont bien traités, il reste longtemps écarté. Avec l'usure, le bruit d'aiguille augmente jusqu'à ce que les passages doux (pianissimo) disparaissent complètement. C'est, entre autres, le cas, lorsque le disque a été joué une cinquantaine de fois. On peut éviter, dans une certaine mesure cet ennuyeux phénomène au moyen d'un filtre. Il est très bon d'épousseter de temps en temps les disques au moyen d'un chiffon doux ou de velours. Il ne faut pas frotter trop fort sinon le disque se charge d'électricité et attire les particules

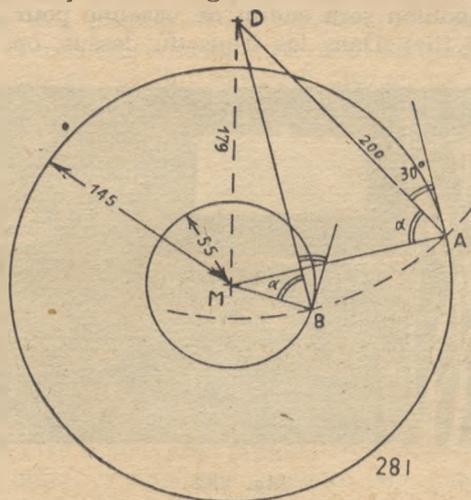


Fig. 281

légères et les poussières. Les très vieux disques et les disques très sales doivent être lavés. Après avoir revernissé l'étiquette avec de la laque Japon, on lave le disque avec de l'eau froide et du savon à la glycérine, on rince à l'eau froide et l'on sèche avec un linge qui ne laisse pas de filoches. On laisse ensuite sécher le disque à l'air. Ensuite, on l'enduit d'une très fine poudre de graphite que l'on étend avec un petit tampon d'ouate. Un disque ainsi traité donnera beaucoup moins de bruits qu'avant.

Pour le réglage de la puissance de son, on connecte une résistance variable de 50 à 100 k Ω en parallèle avec la bobine du pick-up, et l'on prend la tension à amener à l'amplificateur entre une des extrémités et le contact mobile de cette résistance. Par ce raccordement, on obtient un réglage de la puissance qui est suffisamment indépendant de la fréquence. Pour un pick-up à cristal à haute résistance, il faut un potentiomètre de 0,5 M Ω pour obtenir une reproduction convenable des sons graves. Dans la plupart des pick-up, le régulateur de puissance est inclus.

On obtient un effet spécial en permettant à l'opérateur qui manipule les disques de les annoncer dans le haut-parleur. Dans les fêtes, on peut ainsi diffuser des discours et des annonces. Pour cela, il suffit d'avoir un microphone. La capsule microphonique d'un téléphone ordinaire (alimentée par une batterie) est évidemment peu coûteuse, mais la reproduction est tout ce qu'on veut sauf présentable, et il arrive rarement que la voix du speaker soit reconnaissable. Néanmoins, le microphone à granule a, sur tous les autres systèmes l'avantage de donner, de loin la plus forte tension alternative. On arrive déjà à de bons résultats avec un amplificateur très ordinaire. La fig. 282 montre les accessoires avec lesquels on peut construire un excellent microphone à charbon. Dans un bloc de marbre massif (n° 1) un trou est creusé d'avance pour y loger le microphone proprement dit. Il y a encore quelques trous à forer. A gauche et à droite, on insère les morceaux de laiton qui serviront à la fixation des boulons de fixation du cadre frontal. On remplit les trous d'un ciment formé de deux parties de plâtre et une partie de gomme arabique (le plâtre avec de la glace forme aussi un bon ciment). Le boulon sera enduit de vaseline pour qu'il n'entre pas de plâtre dans le filet. Dans les trous du dessus, on fixe les boulons

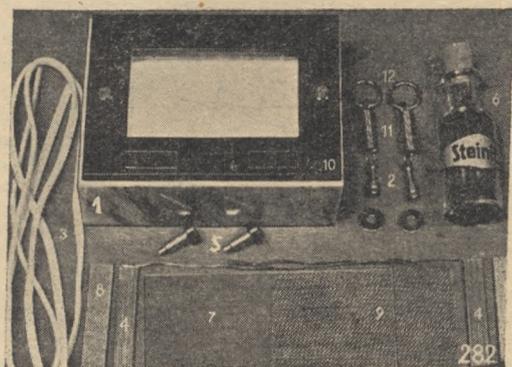


Fig. 282

de suspension (n° 2). Après avoir collé deux bandes de feutre tout le long (n° 3) on place les électrodes ondulées et fortement dorées (n° 4) dans le creux et on les maintient à distance par deux autres feutres. Après avoir soudé les extrémités des fils aux douilles (n° 5), celles-ci sont également cimentées. La poudre de charbon (n° 6) est ensuite versée dans le trou du microphone et comprimée en-dessous des électrodes jusqu'à ce que celles-ci reposent bien dessus, après quoi on remplit tout l'espace de poudre de charbon jusqu'à la hauteur des électrodes. Ensuite, on place la membrane de mica (n° 7) sur l'ouverture, puis, au-dessus, un cadre en matière isolante (n° 8) puis une bande de feutre, la toile métallique de protection (n° 9), un second cadre de feutre, et, enfin, le cadre supérieur en tôle perforée (n° 10) que l'on fixe convenablement au moyen d'écrous. Le microphone est ainsi prêt à l'emploi et peut être suspendu par deux ressorts (n° 11) et deux anneaux (n° 12). Pour cela, un pied d'appareil photographique avec tube de rallonge convient très bien. Sur le dessus de la boîte, on soude un cadre de laiton (15 × 2 mm). A la partie supérieure de ce cadre sont fixés deux petits œillets pour la suspension des anneaux.

Le microphone a une courbe de fréquence presque linéaire et convient, non seulement pour la parole, mais aussi pour la musique. La résistance interne est d'environ 125Ω . La fig. 283 montre le schéma de raccordement de ce genre de microphone. Le tension de la batterie B ne doit pas dépasser 18 Volts ; généralement, une tension de 2 à 4 V suffit. Il n'est pas à conseiller de renforcer la puissance de son en augmentant la tension car alors, le bruit de fond du microphone augmente. Comme source de courant, on choisira de préférence un accumulateur. Une vieille pile sèche donne toujours un bruit de fond. On peut parfois y parer complètement en connectant un condensateur c (1 à 4 μF) en parallèle. Pour ne connecter la batterie que lors de l'emploi du microphone, on y ajoute un interrupteur a et une petite lampe L. Le transformateur U possède un rapport de transformation de 1/25. Nous avons déjà expliqué, dans le paragraphe « self-induction », comment on peut réaliser ce genre de transformateur au moyen d'un vieux transformateur basse fréquence.

Avec un bon microphone, il est même possible, à l'occasion, d'enregistrer soi-même des disques. Une réception de radio remarquable (reportage d'un événement sensationnel) peut être enregistrée, un film étroit peut être changé en film sonore à disque, un essai de musique

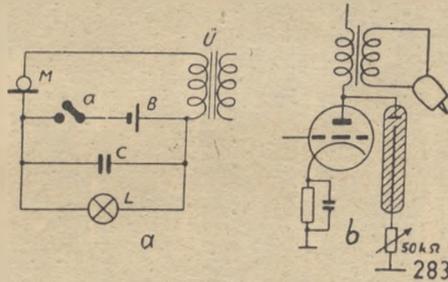


Fig. 283

ou de parole peut être répété sans fatigue. Une lettre parlante peut être envoyée par la poste et apporter souvent une joie plus grande au destinataire éloigné de chez lui.

La méthode de fabrication des disques du commerce ne peut pas être réalisée chez soi. De même qu'on peut réaliser un nombre quelconque de copies en plâtre d'une statuette originale, les disques industriels sont des reproductions en résine artificielle, de formes métalliques qui proviennent d'enregistrements originaux sur cire. Il nous faut pour l'enregistrement occasionnel un produit qui puisse être gravé sans une trop grande dépense d'énergie et qui soit cependant assez dur pour pouvoir être joué ensuite plusieurs fois. Le produit idéal serait celui qui, tendre pendant l'enregistrement, pourrait ensuite être durci. On a cherché à réaliser un produit de ce genre de différentes façons. Les résultats obtenus jusqu'à présent ne doivent pas être considérés comme définitifs. Suivant le genre de produit, on peut les classer en feuilles souples de gélatine, de celluloid, de laque, de métal ou de papier. Par suite des propriétés très diverses de ces différents produits, le traitement en est très différent. Les feuilles de métal consistent en plaques d'aluminium nu et ne sont pas gravées mais imprimées, c'est-à-dire que l'aiguille n'enlève pas de copeau mais repousse le métal de côté. Pour cela, l'aiguille a une pointe arrondie et polie. Lorsque le disque est,

avant l'enregistrement, enduit d'une mince couche de cire, on obtient une rainure polie de section demi-ronde qui doit être reprise avec une aiguille de bois. Les aiguilles de bois (Electrocolor) ne rendent cependant pas bien les sons aigus et ne vont pas dans tous les pick-ups (elles sont triangulaires).

La plaque en gélatine souple est dure et, par conséquent, difficile à graver. Sa sensibilité à l'humidité est très ennuyeuse. L'aiguille à deux arêtes de coupe et, lorsqu'elle est bien affûtée, on obtient un copeau continu. La rainure a une section plate triangulaire. Après l'avoir graissée à la vaseline, on reproduit au moyen d'une aiguille courbe (fig. 279. à droite). Dans ces derniers temps, on a beaucoup employé une matière artificielle (Decelithe). Elle a beaucoup d'avenir dans les lettres parlantes à cause de sa flexibilité et de sa légèreté. Elle est insensible à l'humidité, ne présente pas de phénomène de vieillissement, mais ne peut pas être exposée à des échauffements irréguliers (soleil, corps chauffants, etc.). La feuille en est ininflammable et incassable. L'homogénéité interne de cette matière assure une coupe bien nette. Par suite de ces propriétés, les disques en matière synthétique sont meilleurs que les disques en gélatine.



Fig. 234

Les essais faits en vue d'enregistrer sur des disques de métal tendre (aluminium ou zinc) enduit de laque ont, jusqu'ici, échoué à cause du manque d'homogénéité de la laque et de son manque d'adhérence à la plaque de métal. Cependant, on est arrivé à recouvrir une plaque d'aluminium d'une couche de celluloid de 0,3 mm d'épaisseur.

L'enregistrement avec des pierres précieuses (diamant ou saphir) ne peut pas être envisagé en général, à cause de leur prix élevé. En outre, ce genre d'aiguille est très fragile. Les aiguilles en saphir sont déjà émoussées après enregistrement de 25 disques. Les plus économiques sont les aiguilles en acier (fig. 284). On voit, de gauche à droite, le graveur droit n° 20 vue de côté, ensuite vient une vue de face et une vue de côté de l'aiguille à ailettes n° 45 (Rheinische Nadelfabriken). L'aiguille n° 3 est la moins chère et peut être utilisée pour tous les buts. Il est vrai qu'on ne peut enregistrer qu'un grand disque ou deux petits disques avec une seule aiguille, mais on peut affûter celles-ci. Le tranchant doit simplement être tenu un instant contre une très fine meule en rotation. Si on l'affûte soigneusement, une aiguille peut être utilisée pour l'enregistrement de deux douzaines de disques.

Si le copeau se brise continuellement ou frise, c'est l'indice d'une mauvaise position de l'aiguille. Celle-ci doit être placée à environ 20°

vers l'intérieur. L'inclinaison de l'axe de l'aiguille sur la surface du disque varie d'un type de disque à l'autre. Généralement, elle s'élève à 75 à 80°, pour la cellulose et l'aluminium 80 à 85°, et pour la Decelithe 87 à 89°. L'aiguille s'émousse pendant l'enregistrement. Il en résulte que l'on obtient difficilement les tons aigus dans les sillons intérieurs, où les oscillations sont serrées sur une plus courte distance. Si l'on commençait au milieu pour finir près du bord, la longueur de la rainure au bord du disque compenserait l'usure de l'aiguille. Malheureusement, comme il y a encore beaucoup de moteurs de phonographes à ressorts, on a dû conserver le sens d'enroulement de la rainure de l'extérieur vers l'intérieur. En effet, la force du ressort diminue pendant l'exécution et il se produirait de très notables déformations du son si le freinage dû à l'aiguille ne diminuait pas progressivement.

La gravure se fait à raison de 4 rainures par mm. On y arrive au moyen d'un guidage forcé. Le principe de celui-ci est l'emploi d'une vis qui déplace le bras d'enregistrement latéralement ou qui fait se mouvoir le système graveur le long d'une glissière radiale. Cette vis est actionnée par engrenages. Le plus souvent, ce mouvement latéral du graveur est obtenu par engrenages coniques ou par un axe souple actionné par l'axe du plateau lui-même; on emploie rarement un moteur séparé pour ce mouvement.

La largeur de la rainure doit être égale à l'espace existant entre deux rainures. La profondeur de coupe dépend de la dureté de la feuille et du poids du graveur. Pour la decelithe, 100 gr suffisent. On déterminera les meilleures conditions par expérience. Dans les disques tendres, les rainures ne doivent pas être gravées trop profondément ni trop étroites, sinon chaque rainure s'imprime quelque peu dans la précédente et produit un écho désagréable.

L'amplitude des oscillations de l'aiguille du graveur n'est pas identique dans toute la gamme de fréquence. Les sons de même puissance doivent être tracés avec la même amplitude-vitesse. Cette grandeur est déterminée par le produit de l'amplitude d'oscillation par la fréquence. Pour une même puissance de son, l'amplitude d'oscillation de tons situés un octave plus bas est 4 fois plus grande que celle du son primitif. Il en résulte que pour les sons graves, il faut une rainure beaucoup plus large que pour les sons aigus. Dans ces conditions, on ne pourrait pas enregistrer grand chose sur un disque. C'est pourquoi toutes les fréquences en-dessous de 200 Hz sont fortement affaiblies par un régulateur de volume pendant l'enregistrement pour éviter que les rainures ne s'interpénètrent. On peut encore employer un régulateur de volume qui resserre les différences de puissance de son d'un morceau de musique dans le rapport de 1 à 10. Ainsi les passages faibles sont plus fortement amplifiés et les passages puissants diminués. Comme l'écoute de l'amplificateur n'est pas toujours possible, un indicateur d'amplitude sera très utile. On insérera un voltmètre à basse fréquence en parallèle sur le graveur — on peut compter sur des tensions de l'ordre de 15 à 20 Volts efficaces — ou une lampe à gaz d'indicateur d'accord avec une résistance réglable de 50 k Ω en série entre l'anode de la lampe finale et le châssis (fig. 283b).

Pour les disques tendres, on peut employer comme graveur un pick-up ordinaire, ce n'est cependant pas le cas pour la gélatine durcie. Celà tient à ce que le pick-up doit avoir une armature très légère et très mobile alors que, pour la gravure, il faut un dispositif très puissant

et susceptible d'une forte charge. Il faut des courants déjà assez forts pour déplacer la pointe de gravure avec la vitesse nécessaire dans la masse de l'enduit. Pour cela, l'amplificateur doit pouvoir fournir au moins 1 Watt et si possible encore davantage ; cependant il est parfois possible de graver un enduit normal avec 0,5 Watts. Une adaptation soignée du graveur à la lampe de sortie est avantageuse tant au point de vue du rendement qu'au point de vue pureté du son. En pratique, on ne peut envisager ici qu'un transformateur de sortie universel, car les graveurs sont exécutés avec une résistance intérieure élevée ou faible suivant les cas et ne portent généralement aucune indication à ce sujet.

La gravure de différences aussi faibles que celles qui sont nécessaires dans une rainure de disque ne peut se faire que sur un plateau parfaitement plat. Le recouvrement en velours habituel est précisément le contraire de ce qu'il faut pour la gravure. Le plateau tournant doit être dur et très bien dressé. Un plateau recouvert d'étoffe ou percé de trous doit donc être recouvert d'une épaisse plaque de métal. L'accroissement de poids du plateau qui en résulte n'est pas un inconvénient. Il agit comme volant et régularise les variations de vitesse du plateau. Il est très important que le disque tourne toujours à la même hauteur. Malheureusement, le trou ménagé dans les plateaux pour le passage de l'axe est si mal percé que le plateau tangué généralement. On cherchera donc un plateau à peu près convenable et on le fera ensuite dresser exactement au tour. Alors que le tangage d'un disque ne présente aucun inconvénient pour la reproduction, il produit pour la gravure des variations très gênantes de la hauteur du son. Il ne faut pas confondre ce phénomène avec les oscillations propres qui se produisent dans le graveur du fait d'une pression de coupe trop faible et qui se marquent par une sorte de moire sur le disque. Ces dernières déformations sont évidemment apparentes aussi dans la reproduction. Il se produit des défauts du même genre par un mouvement irrégulier du moteur ou par l'emploi d'un plateau percé de trous sans plaque de couverture.

Avec un moteur ordinaire de phonographe, on ne peut exécuter que des enregistrements très limités. En effet, pour la reproduction, le moteur n'a qu'à déplacer le disque sous l'aiguille ; celle-ci est lisse et ne présente que peu de résistance. Une aiguille de gravure, au contraire, s'enfonce dans la masse et y découpe un copeau. L'aiguille n'est mue latéralement que par le dispositif graveur qui détermine l'amplitude des oscillations tandis que la profondeur de gravure est déterminée par le poids du graveur ; la plus grande partie du travail est donc fournie par le moteur. Même avec un fort ressort ou avec un moteur ordinaire, on ne peut graver, dans les cas les plus favorables que les disques les plus tendres de petit diamètre. La gravure d'un disque de 15 cm de diamètre constitue déjà l'extrême limite. Le grand danger réside dans le fait que la résistance de freinage de l'aiguille n'est pas uniforme. Si l'on ne dispose pas d'une réserve de puissance suffisante, le disque ralentit par moment et accélère lorsque le freinage diminue. Pendant la reproduction à vitesse constante, la hauteur du son ne reste pas constante, elle baisse et hausse alternativement, c'est ce qu'on appelle piauler (ou jaouler à l'instar des Tyroliens). Si donc nous voulons graver des disques, le moteur doit être très puissant. La puissance est généralement donnée en gr-cm. Alors que, pour le reproduc-

tion, 500 gr-cm suffisent, il faut, pour la gravure d'un disque tendre de petites dimensions, au moins 2000 gr-cm. Avec cette puissance, on peut aussi graver de petits disques d'aluminium. La gravure de disques en gélatine ou en métal recouvert de gélatine exige au moins 3000 gr-cm pour un diamètre maximum de disque de 25 cm et 4000 gr-cm pour des disques plus grands. Il est toujours bon de posséder une réserve de puissance et un moteur de 5000 à 6000 gr-cm peut servir dans tous les cas.

Un tel travail ne peut pas être fourni par un ressort ; on emploiera donc un moteur électrique. Les différents types de moteur ont cependant des propriétés différentes qui peuvent les rendre impropres à cet usage. Comme un collecteur peut amener des perturbations par la formation d'étincelles, un moteur sans collecteur conviendra mieux pour le but poursuivi. Ceux-ci ne peuvent être envisagés que si l'on dispose de courant alternatif. Le représentant le plus important de ce groupe est le moteur synchrone monophasé. Sa vitesse de rotation est constante pour autant que la fréquence du réseau soit constante aussi. Comme cette fréquence est constamment contrôlée, le moteur synchrone peut être considéré comme le dispositif d'entraînement le plus régulier pour l'enregistrement de disques. Cependant, il ne se met pas en marche de lui-même ; il doit être lancé à la main. A cause de l'intensité de courant qu'il absorbe, on ne met le courant que lorsque le moteur est en mouvement. Aussitôt que le moteur a atteint sa vitesse normale, il continue à tourner et peut même vaincre une assez forte résistance mécanique. Ce n'est que par suite d'une forte surcharge qu'il décroche et s'arrête. Le moteur asynchrone est un moteur à induction avec induit en court-circuit sans collecteur qui se met en marche de lui-même. Comparé au moteur synchrone à 78 tours par minute, c'est une machine à grande vitesse dont la vitesse doit être diminuée par un dispositif à vis sans fin. La roue hélicoïdale fixée sur l'axe du plateau est, depuis quelques temps exécutée en résine synthétique et fixée sur l'axe par une âme en laiton ; de cette façon, l'appareil tourne très silencieusement. Le réglage à la vitesse voulue se fait au moyen d'un régulateur centrifuge. Parmi les moteurs à collecteur, c'est le moteur universel qui est le plus répandu ; il peut être utilisé sur tous les courants, continu ou alternatif. En moteur série, il a un couple de démarrage élevé mais sa vitesse varie assez fort suivant la charge. Pour éviter une trop forte augmentation de vitesse (emballement) il faut un régulateur centrifuge. Le moteur shunt a une vitesse plus régulière.

Lors du montage d'un moteur électrique dans un tourne-disque, il faut prendre certaines précautions pour éviter des perturbations. Le moteur doit être monté élastiquement sur des bagues en caoutchouc. Le plateau de gravure ne doit pas vibrer, on prendra un plateau de fer épais ou un plateau de bois avec des traverses collées. Le logement du moteur sera parfois amorti avec des courroies de cuir sans toutefois entraver le refroidissement. La résonance éventuelle du coffret sera supprimée en y collant de l'ouate ou de la laine de verre. La connexion du graveur doit être blindée et éloignée de la liaison au réseau.

Lorsqu'un microphone à charbon est amené d'une place froide dans une place chauffée, il faut le laisser sécher pendant un certain temps avant de l'utiliser. On le placera de préférence dans un coin. Si on le place contre un grand mur dans une place non meublée, l'enregistrement sera incompréhensible du fait de la réverbération du son. Dans

un coin de la chambre, au contraire, on peut facilement garnir les murs et éviter toute réverbération. Un peu avant de connecter le microphone, on le mettra sur le dos et l'on tapera doucement sur les côtés. Ainsi, les granules de charbon qui ont pu s'agglomérer pendant un long repos, sont libérés et le microphone devient beaucoup plus sensible. Le speaker ou l'exécutant se tiendra à 50 cm au moins du microphone, sinon le bruit de sa respiration serait enregistré. Il vaut mieux d'augmenter l'amplification que de renforcer le son en s'approchant davantage du microphone. Un préamplificateur avec une AC2 ou un amplificateur avec des lampes AF7, AC2 et AD1 donneront la puissance de son désirée.

Des capsules microphoniques de téléphone ordinaire, ou tout autre moyen primitif, qui peut servir pour la reproduction de disques, ne conviennent pas du tout pour l'enregistrement. Un bloc de plâtre enduit de paraffine est aussi insensible au son et aussi bien isolé qu'un bloc de marbre, des bouts de bretelles en caoutchouc sont aussi élastiques que des ressorts nickelés, mais, ce n'est pas avec des moyens pareils qu'on réalise un bon microphone. Il faut ici, avant tout, une courbe de fréquence aussi rectiligne que possible, c.à.d. une sensibilité aussi constante que possible pour les sons graves comme pour les aigus. Pour cela, il faut un mélange convenable de particules de carbone, constitué par

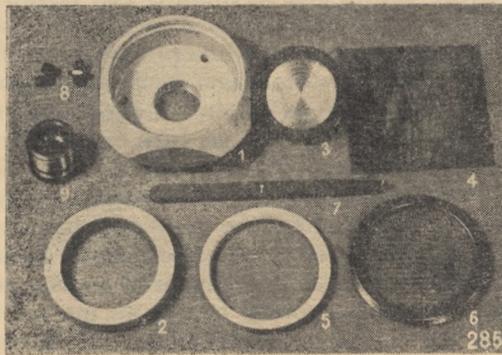


Fig. 285

des granules à arêtes vives de différentes grosseurs, un contact convenable avec les électrodes, contact qui ne s'abîme pas avec le temps, et une membrane aussi dépourvue de résonance que possible, qui puisse être maintenue à une tension constante. L'amateur trouvera là un champ d'activité où il pourra appliquer des méthodes expérimentales qui peuvent donner des résultats étonnants. C'est le microphone à condensateur qui donnera les meilleurs effets. La différence entre les deux types de microphones ne se montre pas tellement dans l'enregistrement de la parole mais apparaît surtout dans l'enregistrement de la musique. Cela tient à ce que notre oreille cherche tout naturellement à reconnaître les tonalités des instruments tandis qu'une lettre que l'on n'entend pas sera automatiquement devinée par le restant du mot. Si l'on attache une certaine importance à la qualité de la reproduction, il faut employer un microphone à condensateur.

Si l'on achète un microphone à condensateur tout fait, on ne sera pas en mesure de le réparer en cas d'accident. Les pièces détachées représentées fig. 285 sont vendues comme boîte de construction. Avec

un peu de soin, on peut en faire un microphone aussi bon qu'un appareil du commerce. Celui-ci est conçu d'une façon tellement soignée et stable que l'on peut en retirer la capsule et la remettre autant de fois que l'on veut. On peut aussi s'en servir pour étudier l'influence de différentes membranes. Ce microphone consiste en une boîte polygonale en aluminium insensible aux vibrations sonores (n° 1) dans laquelle on place successivement l'anneau (n° 2), le corps en ébonite (n° 3) auquel l'électrode est fixée, la membrane coupée en disque (n° 4), l'anneau de fermeture (n° 5) et la grille de protection (n° 6). La clé (n° 7) facilite le serrage. Après avoir fixé la membrane par trois vis (n° 8) à la face arrière de la capsule et avoir convenablement serré les anneaux de fixation, le porte-électrode est soulevé au moyen de la vis annulaire (n° 9) et pressé sur la membrane. La membrane est tendue par le bord d'ébonite jusqu'à ce que sa résonance propre se trouve au-dessus de la gamme des sons audibles. L'électrode se trouve un peu enfoncée de sorte que la faible distance nécessaire pour assurer l'isolement des deux armatures du condensateur (électrode et membrane) se trouve réalisé automatiquement. Toutes les pièces détachées doivent être dégraissées à la benzine et débarrassées de toute poussière avant le montage. La présence de poussières entre les électrodes produit un bruit de roulement ou de souffle.

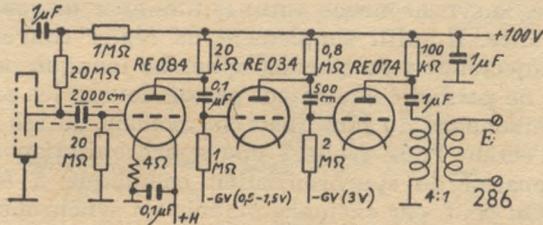


Fig. 286
E = Sortie

Les ondes sonores qui atteignent le microphone font vibrer la membrane ce qui fait varier la distance entre la membrane et l'électrode fixe, à la fréquence des oscillations reçues. Les variations de capacité qui en résultent produisent, sous l'influence de la tension qui règne aux bornes (100 Volts) des variations de tension dans une résistance. Ces variations de tensions sont envoyées à la grille de la lampe amplificatrice. Comme ces variations de tension sont très faibles, il n'est pas possible d'employer ici un amplificateur ordinaire. Il faut un préamplificateur, qui amplifie la tension fournie par le microphone de telle façon que celle-ci devienne suffisante pour actionner l'amplificateur principal. A cause de la grande sensibilité de cette installation — toute perturbation intervenant dans la liaison entre le microphone et le préamplificateur serait aussi amplifiée — il est nécessaire de monter au moins le premier étage du préamplificateur dans le voisinage immédiat du microphone. La capsule microphonique est, soit montée directement sur la boîte de blindage de ce préampli, soit reliée à celle-ci par un tube métallique. Ce tube aura au moins 10 mm de diamètre intérieur pour que la liaison puisse avoir lieu par un câble à faible capacité enfermé dans ce tube. Il est inutile de prévoir une suspension élastique du microphone. La fig. 286 montre le schéma d'un préamplificateur construit avec de vieilles lampes pour batteries. On obtiendra un rendement équivalent avec deux étages amplificateurs à résistance

utilisant des lampes modernes, p. ex. une KF4 dans le premier étage et une KC1 dans le second.

Pour transformer un film muet de 16 mm en film sonore, il faut réaliser certaines conditions qui sont plutôt des limitations si l'on ne veut pas laisser prendre à l'installation un développement exagéré. Généralement, on en sortira avec un bon microphone et un tourne-disque spécial. Il ne faut plus qu'une table de mélange avec double régulateur de volume (fig. 152 n° 8) qui permet de passer sans bruit du microphone au disque et qui peut servir d'installation de mixage lorsqu'on veut mélanger la parole avec une faible musique d'accompagnement. Ces régulateurs de volume existent en deux types différents. Avec le premier type, on peut diminuer la puissance du premier genre de son jusqu'à l'éliminer complètement après quoi on augmente progressivement le second son. Dans l'autre exécution, on obtient d'abord le premier son à pleine puissance, puis on commence à y ajouter le second. Dans la position médiane du régulateur, on entend les deux sons en même temps et avec sensiblement la même puissance. Si l'on continue à tourner le bouton de réglage, on diminue la puissance du premier son jusqu'à ce que, dans la position finale, seul le second son reste audible.

Si l'on ne veut produire qu'un texte explicatif, avec une musique accompagnante, le synchronisme entre le film et le disque n'a pas beaucoup d'importance. Il suffit simplement de régler convenablement les vitesses du projecteur et du phonographe. Le manque de précision de cette méthode ne permet évidemment pas de donner les paroles prononcées par un personnage du film, juste au moment où ses lèvres en font le geste sur l'écran. Pour réaliser une synchronisation aussi poussée, il faut un appareil de synchronisation compliqué à fonctionnement automatique. On peut, par exemple, obtenir un synchronisme parfait en perçant un trou dans le bord du film à travers lequel un interrupteur peut mettre le disque en mouvement. Pour le fonctionnement continu du film et du disque en synchronisme, il faut encore des moteurs synchrones ou des machines couplées. Toute réparation du film trouble alors le synchronisme à moins d'insérer, dans le film, un morceau noir. L'amateur préférera cependant investir son argent dans l'achat de films plutôt que dans l'achat d'installations de synchronisation ; d'ailleurs, avec un simple accompagnement de disques on obtient généralement un résultat satisfaisant.

L'antenne

Le haut rendement des lampes modernes nous permet de recevoir déjà quelques émetteurs sur quelques centimètres de fil reliés à la douille d'antenne. En reliant celle-ci à un ressort de lit, au châssis d'un piano, à une tringle de rideau ou à quelque chose de ce genre, on peut recevoir, le soir, lorsque les conditions de réception sont favorables, un grand nombre d'émetteurs. On en déduit souvent qu'une antenne de fortune de ce genre suffit et qu'il est superflu d'installer une antenne sur le toit. C'est malheureusement une opinion très répandue chez les propriétaires. Elle est d'ailleurs entretenue par la publicité des fabricants de récepteurs. Les ennuis provenant de l'installation d'une antenne ont souvent empêché les acheteurs de décider de l'acquisition d'un poste. L'industrie fut donc bien obligée de construire ses appareils

assez puissants pour qu'ils puissent fonctionner avec la plus mauvaise antenne possible. Ainsi, l'acheteur est satisfait, mais il ne sait pas qu'avec une bonne antenne et un appareil beaucoup plus petit il pouvait obtenir le même résultat. La publicité ne lui dit pas qu'il aurait pu, de cette façon, économiser beaucoup d'argent. Il ne sait rien des éléments coûteux qu'il a fallu pour maintenir dans des limites raisonnables, les perturbations qui se produisent par suite de la formidable amplification.

Nous, qui nous efforçons d'obtenir le meilleur rendement au meilleur marché possible, nous connaissons la valeur d'une antenne extérieure. Lorsque les conditions locales constituent un obstacle à l'installation d'une antenne extérieure, on peut employer la meilleure antenne intérieure. Par une bonne construction, on obtiendra la plus forte tension d'antenne possible et comme on ne devra employer qu'une amplification relativement faible, la meilleure qualité de son.

Une antenne extérieure est d'autant meilleure qu'elle est plus haute. Ce n'est qu'en pleine campagne, loin des hautes maisons ou des tours, que sa hauteur électrique est égale à sa distance à la terre. La terre, imprégnée d'humidité contenant des sels en solution et, par conséquent, plus ou moins bonne conductrice, est le pied, et par conséquent aussi le second pôle du circuit d'antenne. Si de bons conducteurs vont du sol aux différents étages d'une maison — et c'est le cas pour les

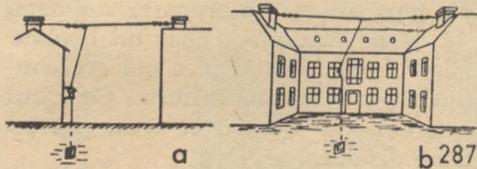


Fig. 287

conduites d'eau et de gaz — le niveau de la terre y est ainsi élevé. L'antenne tendue sur le toit, malgré sa hauteur apparente, est donc encore relativement basse au point de vue électrique et le rendement reste petit. C'est la raison pour laquelle le fil aérien doit être tendu au-dessus du jardin plutôt qu'au-dessus du toit. Presque toujours, une antenne unifilaire suffit. Si l'endroit d'où part le fil de descente d'antenne se trouve à une des extrémités, on a une antenne en L (fig. 287a) dans les autres cas, on choisit l'antenne en T (fig. 287b). Le fil de descente doit être fixé exactement à l'extrémité ou au milieu. Au lieu des cheminées, on peut employer un haut mât, un arbre ou même une hampe de drapeau ; la hauteur efficace détermine seule le résultat qui sera d'autant meilleur que la terre sera plus basse. Si les circonstances locales ne permettent pas de fixer l'aérien à une maison voisine ou de planter un mât, il ne restera plus que la ressource du toit. Sur un grand toit avec plusieurs cheminées ou autres points de fixation, il est souvent possible de placer deux bâtons comme support. Si le toit est petit, il ne reste pratiquement plus que l'antenne verticale.

Une antenne placée en dehors de l'habitation est exposée aux intempéries et au vent. En tombant, elle peut produire des accidents. Il existe d'ailleurs des prescriptions pour limiter les chances de production de ces accidents et protéger la maison de la foudre. En effet, l'antenne est transformée en une sorte de paratonnerre. L'effet d'un coup de foudre n'est que le résultat de l'accumulation de forces élec-

triques qui agissent pendant un temps presque infiniment petit. En quelques millièmes de seconde, il se produit plusieurs sortes de courant de 30 à 40.000 ampères sous une tension de 1/2 à 3 millions de Volts qui induisent de forts courants dans l'antenne et dans les environs immédiats. Même la neige et la grêle produisent des charges électriques déjà élevées dans l'antenne. La protection de l'antenne doit répondre à toutes ces conditions et il doit en être tenu compte dans sa construction. Elle n'est évidemment pas à même de résister à un coup de foudre direct, elle ne sert qu'à éviter l'intervention de dommages plus graves.

On ne peut pas tendre d'antenne au-dessus de toits de paille ou de chaume ni d'autre construction facilement inflammable. Au-dessus de places publiques, de rues, de chemins, de voies de chemin de fer ou de conducteurs électriques, on ne peut en placer qu'avec l'autorisation des autorités compétentes et ce placement doit être fait par un homme de métier. Sur un toit recouvert en matériaux durs, l'antenne ne doit mettre en danger, ni le ramoneur de cheminée, ni aucun autre travailleur. Pour cela, il faut, lorsque l'antenne passe au-dessus d'une partie mobile du toit, qu'elle soit à 2 mètres au moins au-dessus du toit. Si l'on monte l'antenne soi-même, on fera bien de se munir d'une solide ceinture de cuir, d'une double corde à linge et de pantouffles et de s'attacher solidement pour ne pas tomber dans le vide par suite d'un faux mouvement. Le plus sûr est de préparer soi-même l'antenne dans toutes ses parties et de la faire placer par un homme de métier. Des prescriptions spéciales visent les antennes qui croisent les fils téléphoniques et les conducteurs de courants forts. Ce genre de croisement est à éviter de préférence et lorsque ce n'est pas possible, il faudra respecter une certaine distance.

Le point d'attache de l'aérien doit être assez solide pour supporter la traction du fil et la surcharge due au vent.

Une cheminée en maçonnerie constitue le meilleur point d'attache. Les tuyaux de cheminée en terre cuite ou en éternit ne conviennent pas pour la fixation d'une antenne. Les hampes de drapeau et autres parties saillantes de la construction sont bien assez fortes pour la fixation d'une antenne unifilaire. Les mâts légers seront placés, de préférence contre une cheminée. Si on les place en un autre endroit, ils devront être haubannés; cela ne peut se faire que suivant certaines prescriptions communes, au moyen de fil de bronze ou de corde goudronnée. Le haubannage est toujours assez ennuyeux à cause des ancrages nécessaires qui doivent sortir de la couverture du toit et doivent donc être rendus imperméables.

On ne peut pas enfoncer de crochet dans une cheminée, car la liaison entre les briques peut en être compromise; en outre, le crochet peut se détacher. Pour la fixation d'une légère antenne unifilaire on place un gros fil de fer fortement galvanisé autour de la cheminée dont les coins seront protégés au moyen de cornières en fer galvanisé (fig. 288a); ainsi, le fil n'enlève pas le ciment. C'est à cet anneau de fil que l'on fixe le fil de tension de l'antenne. Les antennes verticales doivent être fixées solidement à la cheminée. On emploiera deux fortes bandes d'acier avec cornières de protection et ferrures de mise à distance (fig. 288b).

Les perches à mettre sur le toit seront, de préférence, en bambou.

Pour éviter que l'eau de pluie ne ruisselle le long du sommet, on y vissera un chapeau en matière moulée (fig. 289 n° 1). La longueur du bambou ne devra pas dépasser 3 mètres, car tout support isolant de plus de 3 mètres de long doit être muni d'un fil de mise à terre de protection contre la foudre de 3 mm de diamètre (d'après les prescriptions du V.D.E.). Les supports métalliques doivent toujours être mis à la terre, cependant, on peut utiliser pour cela les parties métalliques du bâtiment (conduites d'eau ou de chauffage central).

Celui qui possède un jardin se trouve dans les meilleures conditions. Lorsque le jardin n'est pas trop encombré d'arbres, le plan de la mise à la terre est assez bas pour donner un bon rendement avec une installation d'antenne de 4 à 5 m de haut. Les mâts de plus de 5 m de haut plantés en pleine terre doivent être munis d'un paratonnerre de 3 mm de diamètre. Suivant la fermeté du sol, il faut compter sur une profondeur d'enfouissement du mât de 1 m à 1,5 m, de sorte que la longueur totale s'élèvera à environ 6,5 m. Le mât sera taillé en pointe au sommet. L'extrémité enterrée sera enduite de plusieurs couches de carbolineum sur une longueur de 2 m. Au sommet, on clouera un morceau de tôle de zinc ou on enduira le bois de carbolineum. On

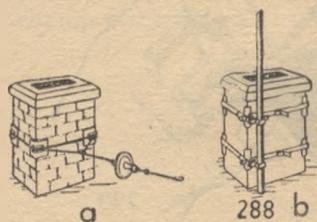


Fig. 288

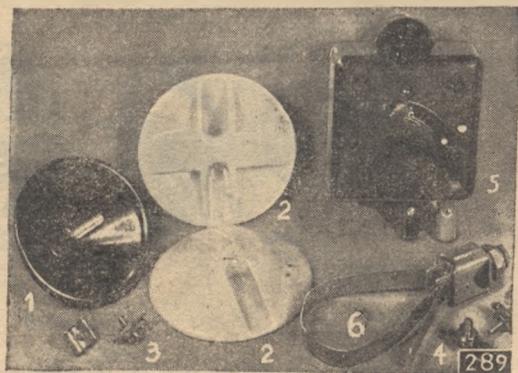


Fig. 289

évitera ainsi qu'il ne s'abîme du fait des insectes ou d'une putréfaction prématurée. L'antenne doit être fixée au mât avant que celui-ci ne soit dressé si l'on ne dispose pas d'une installation spéciale pour monter et descendre l'antenne comme on le ferait d'un drapeau. Un câble d'acier est plus durable qu'une corde goudronnée. On creusera le trou dans la terre en forme d'escalier de façon que le mât s'appuie dans la direction de la traction, contre la terre non remuée (fig. 292a).

Comme conducteur aérien, le matériel le plus adéquat est le câble toronné de bronze phosphoreux étiré et durci qui joint à une excellente conductibilité, une haute résistance à la traction. Comme ce câble n'est pas facile à trouver actuellement, on peut employer du câble d'aluminium. Dans ces derniers temps, on en a fabriqué qui était renforcé par une âme en acier galvanisé. Une antenne en câble d'acier Nirosta est encore meilleure. Ce fil d'un blanc presque argenté reste bon pendant un temps presque illimité et, par suite de son faible diamètre (0,7 mm) est presque invisible et tellement léger que son point de fixation n'en est pour ainsi dire pas chargé. Le fabricant de ce produit l'a comparé aux autres espèces de fil et est arrivé à la conclusion qu'un fil Krupp-

Nirosta de 0,5 mm de diamètre assure une réception aussi bonne qu'un câble de cuivre durci composé de 19 brins de 0,35 mm de diamètre. Celui qui dispose encore d'un rouleau de câble d'antenne en cuivre peut combattre efficacement les influences des intempéries en enduisant ce câble d'émail d'isolement.

Le fil aérien reçoit les hautes fréquences et doit être très bien isolé. Les anciennes fixations constituées par des isolateurs en forme d'œuf sont actuellement remplacées par des isolateurs présentant de meilleures propriétés ; ils ont la forme de bâtons, de disque et de plateaux (fig. 289 n° 2). Un isolateur à chaque bout est suffisant, ce n'est que dans les régions industrielles qu'il est utile d'en employer deux à chaque extrémité.

Le câble doit être fixé dans l'isolateur sans courbure à faible rayon. On évitera toute difficulté avec les clames d'antenne (fig. 289 n° 3 et 4). Elles consistent en deux plaquettes de métal qui s'agrippent l'une dans l'autre et peuvent être serrées par une vis après que le câble y a été introduit.

Pour toutes les ligatures qui sont exposées aux intempéries il ne faut jamais mettre deux métaux différents en contact, car il peut s'y introduire un électrolyte qui forme un élément de pile. En plein air,

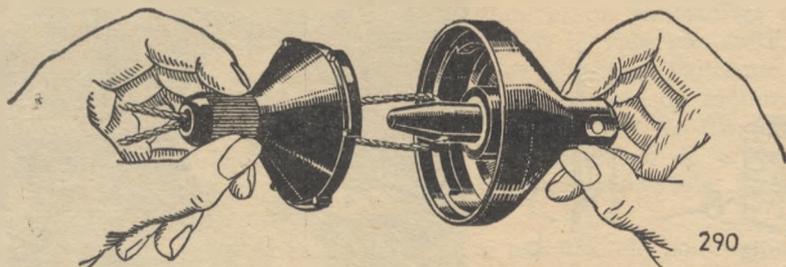


Fig. 290

la pluie et les impuretés qui se trouvent dans l'air (poussières, gaz, fumées) forment le milieu qui, lentement, mais sûrement, produit la destruction électrolytique de toute ligature de deux métaux différents. Seul le cadmium sur d'autres métaux résiste aux intempéries, aussi l'emploie-t-on pour recouvrir les pièces de fer ou d'aluminium. On n'emploiera donc pas les clames de cuivre pour un câble d'aluminium sans avoir, au préalable recouvert les clames et si possible le câble de cadmium. Il existe un nouveau type d'isolateur en bakélite muni d'un dispositif automatique de fixation du câble (fig. 290). La figure montre comment le câble passe à travers le trou de la partie de gauche pour atteindre la pince de la partie de droite et repasser ensuite à travers la partie de gauche. En rejoignant les deux parties et en tournant la fermeture à bayonnette, le fil aérien est solidement fixé. L'aérien et le fil de descente peuvent ainsi être constitués d'une seule pièce sans devoir couper le câble. En ouvrant l'isolateur, on peut, sans abîmer le câble le retendre à volonté.

L'aérien et le câble de descente constituent l'installation d'antenne complète. Pour obtenir un rapport convenable entre la puissance de son et la sélectivité, la longueur de l'antenne, pour la réception des ondes moyennes doit être de 50 à 20 m tandis que, pour les grandes ondes, une antenne de 30 à 50 m convient mieux. Dans la gamme des

ondes courtes, le fil doit être beaucoup plus court. Cependant, il sera souvent difficile de monter plusieurs antennes. Ce n'est d'ailleurs pas nécessaire. On peut, notamment, raccourcir électriquement une grande antenne en la mettant en série avec un condensateur (50 à 500 cm). Si nous donnons la préférence aux ondes moyennes, ce qui est généralement le cas, on emploiera une antenne d'environ 25 m pour la réception de n'importe quelle longueur d'onde. Si le fil est trop court, on pourra, au besoin, insérer une petite bobine comme prolongement de l'antenne, entre celle-ci et le récepteur.

Le fil de descente est constitué généralement du même matériel que l'aérien, si possible sans coupure, donc d'une seule pièce. Avec une antenne en L on peut y arriver en tournant le fil plusieurs fois dans l'ouverture de l'isolateur et en le fixant par un nœud. La soudure d'un fil ou d'un câble constitue toujours un danger de corrosion de la ligature, et, par suite, de mauvaise réception qui ne s'améliore que temporairement pendant les périodes de pluie.

Un inconvénient des fils ordinaires de descente est la possibilité d'y récolter des perturbations. Si l'action des perturbations électriques est pratiquement nulle à la hauteur du toit ou au-dessus du jardin, dans les étages inférieurs où se trouvent souvent des magasins et des ateliers, elle est plus importante. Même sans sources industrielles de parasites, il reste, dans une grande maison équipée électriquement, un champ électrique alternatif perturbateur alimenté par les interrupteurs,

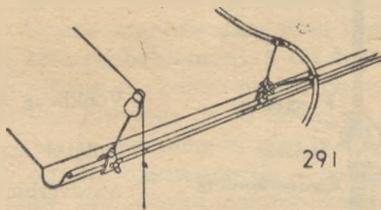


Fig. 291

les sonneries, les lampes défectueuses ou mal vissées, les fers à repasser, les coussins chauffants, les ventilateurs, les aspirateurs de poussière, etc. Un moyen d'éviter ce champ perturbateur consiste à éloigner suffisamment du toit les isolateurs de l'antenne et d'amener le fil de descente en oblique vers la fenêtre. Un bon blindage est encore la meilleure protection. On peut encore monter l'antenne comme d'habitude à quelques mètres de la cheminée ou l'amener vers la fenêtre en employant alors un câble à faible capacité. Ce câble se distingue des autres câbles dont nous avons parlé au paragraphe fils, etc., par son enveloppe extérieure le protégeant contre les intempéries. Pour éviter de laisser la pluie pénétrer dans le câble, on emploiera une pièce de liaison et de fermeture en matière moulée.

La gouttière constitue, pour le montage de l'antenne, un inconvénient, en ce que le contact même imparfait du fil de descente avec cette pièce mise à la terre absorberait les hautes fréquences. Pour un câble blindé, la gouttière peut être dangereuse, car elle constitue une arête coupante et frottante. Il existe des isolateurs ou des supports spéciaux de gouttière (fig. 291) qui évitent ces inconvénients.

Pour des antennes en fil, il faut toujours un certain espace. Si celui-ci fait défaut, on emploiera une antenne verticale. Un tube ou une

tige d'aluminium ou de cuivre placée avec un isolateur sur un bambou et fixé à la cheminée forme une antenne très convenable. Elle est bien suffisante si on la prend de plus de 3 m de long. Pour une hauteur plus faible, on peut augmenter la capacité, pour obtenir un bon rendement, en y ajoutant une sphère métallique ou quelque chose de semblable. La réalisation la plus facile est une antenne consistant en un morceau de bambou dont la partie supérieure contient l'un ou l'autre objet en fil d'aluminium ou en tiges ou bandes présentant une grande surface. La forme n'a pas d'importance, elle n'intervient que pour augmenter la capacité. Une toile métallique ou un dispositif en fils avec de très gran-

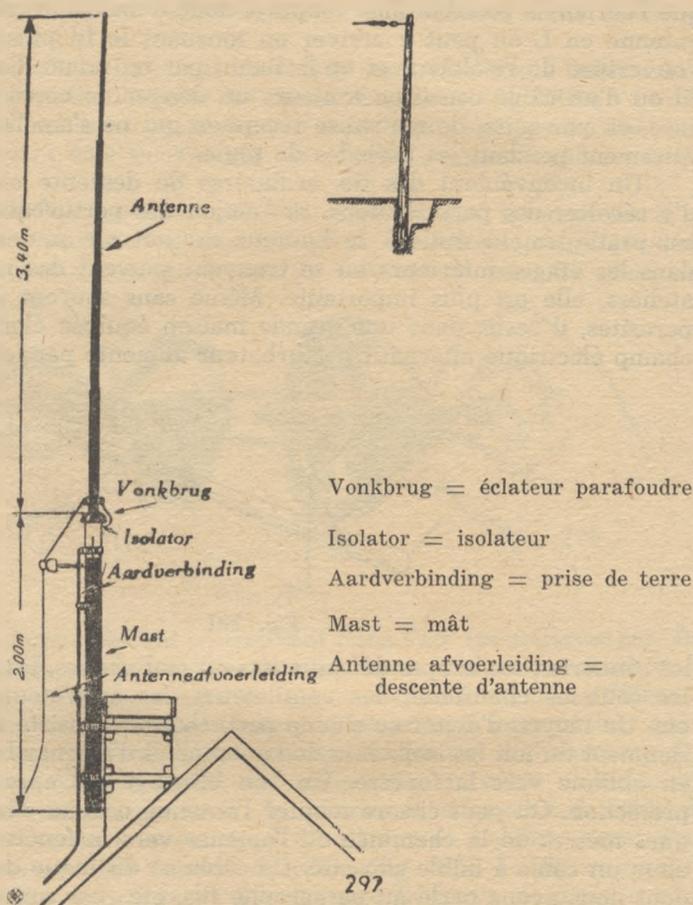


Fig. 292

des ouvertures qui laissent passer le vent et maintient ainsi la charge du support assez faible suffit amplement. Ce genre d'antenne n'est cependant pas très beau et gêne le paysage. L'antenne droite et lisse méritera donc la préférence. Pour les antennes en forme de tige montées sur des mâts en matière non conductrice, on doit prévoir un paratonnerre qui sera placé à 30 mm au moins de la tige-antenne. Un support métallique doit toujours, comme nous l'avons déjà dit, être mis à la terre par principe.

La situation est très différente si nous n'occupons que le rez de chaussée d'une maison ou si nous ne sommes qu'un locataire parmi tant d'autres. Dans ce dernier cas, nous oserions à peine penser à réaliser nous-mêmes une longue antenne verticale, car nous n'avons aucune expérience dans le calcul de sa stabilité. Lorsqu'une antenne verticale de fabrication personnelle se brise dans une tempête et tombe, dans la rue, du toit d'une maison de quatre étages, il peut en résulter les pires catastrophes. Dans ce cas, nous préférons acheter une antenne complètement préparée et la fixer à la cheminée. La fig. 292b montre comment est réalisée une antenne verticale souvent utilisée. Elle consiste en trois morceaux de 2 m de long qu'il suffit d'enfiler l'un sur l'autre. L'antenne proprement dite, formée d'un tube d'aluminium de 3,40 m de long, repose sur un isolateur avec dispositif de protection contre la foudre. Un solide mât de bois imprégné sert du support.

Par le placement de l'antenne au milieu du toit, le fil de descente se trouve entièrement dans le milieu perturbateur. Pour un étage supérieur ce n'est pas encore bien grave, mais pour les habitants du rez de chaussée, il n'est pas possible d'obtenir une réception convenable de cette façon. Dans ces conditions, il faut absolument employer un fil de descente blindé. Malheureusement, ce long câble blindé amène un autre inconvénient. La capacité entre l'âme du câble (descente d'antenne) et le blindage augmente avec la longueur du câble et cela suffit pour détourner vers la terre une notable partie de l'énergie de réception. Evidemment, on peut améliorer cet inconvénient par l'emploi d'un meilleur récepteur avec une amplification plus forte, mais la réception des ondes courtes ira, très probablement, à un échec, car la capacité de la descente blindée constitue un court-circuit pour ces hautes fréquences. On détachera alors le blindage de la terre, on enlèvera la descente d'antenne du poste et on la remplacera par le blindage lui-même que l'on reliera donc à la douille d'antenne du récepteur. Dans ce dernier cas, la capacité du câble blindé agit comme un condensateur de raccourcissement d'antenne. Pour les installations où l'on ne désire pas recevoir les ondes courtes mais au contraire où l'on désire une bonne réception des ondes moyennes, on peut, en insérant des transformateurs, diminuer l'influence de la capacité du blindage (fig. 293). (1)

Dans les grandes maisons de rapport avec toits pointus on ne peut placer qu'un nombre limité d'antennes ; les derniers arrivés rencontrent

(1) Note du traducteur. — Certains de nos lecteurs peuvent ne pas être familiarisés avec cet emploi spécial des transformateurs. Je crois donc utile de donner ici quelques détails. Le transformateur ou auto-transformateur inséré entre l'antenne et le fil de descente est un abaisseur de tension. La tension induite entre l'antenne et la terre par l'onde reçue, est appliquée au primaire du transformateur et induit dans le secondaire, une tension beaucoup plus faible. La tension entre le fil de descente et le blindage (qui est mis à la terre) est donc très faible de sorte que l'impédance de la capacité du fil de descente blindé est sollicitée par une tension à haute fréquence très faible ce qui réduit fortement les pertes d'énergie à haute fréquence.

Cette faible tension ne suffit généralement pas pour actionner la première lampe du récepteur aussi intercale-t-on un second transformateur, élévateur de tension, celui-ci, entre le fil de descente et le récepteur. Le primaire de ce transformateur (fig. 293) est relié entre le fil de descente et la terre tandis que la tension induite dans le secondaire, tension que l'on calcule au moins égale à celle qui règne entre l'antenne et la terre et que l'on peut faire plus grande, est appliquée entre les prises d'antenne et de terre du récepteur. Ce dispositif est vendu, dans le commerce, en Belgique, sous le nom de «réjectostat».

beaucoup de difficultés. Il existe encore un bon moyen d'en sortir en la plaçant au grenier. Sur les poutres qui constituent la charpente du toit, on peut fixer de manière invisible un fil assez long. Cette solution du problème de l'antenne est surtout utile aux habitants des étages supérieurs, car la descente d'antenne peut difficilement s'imaginer à travers le plancher du grenier et le plafond des chambres. En tous cas, une antenne de grenier doit aussi être pourvue d'un paratonnerre.

Entre les fenêtres d'un appartement on peut encore fixer une antenne ; elle est, en tous cas, meilleure que l'antenne dite de balcon puisqu'elle est plus grande. On prendra de préférence, comme points de support, les fenêtres les plus éloignées l'une de l'autre. Pour respecter les prescriptions de police des bâtiments et les intérêts du propriétaire, on travaillera généralement sur la partie arrière de la maison. On fixera deux supports d'antenne aux cadres des fenêtres (fig. 294). Ces supports atteignent environ 1 m à l'extérieur et portent le câble d'antenne. Une antenne de ce genre travaille encore assez bien, puisque les perturbations provenant du réseau se font surtout sentir dans l'habitation.

Le fil de descente d'antenne ne peut pas être introduit sans plus dans l'appartement. Dans le voisinage de l'endroit où cette descente

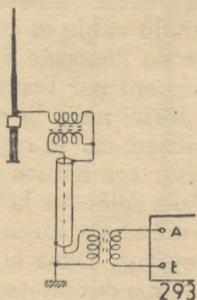


Fig. 293

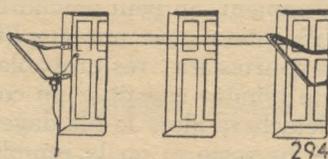


Fig. 294

doit entrer, on montera, de préférence à l'extérieur, un commutateur au moyen duquel l'antenne peut, à chaque instant, être détachée du récepteur et reliée directement à une mise à la terre de protection contre la foudre. La distance entre l'antenne et la liaison au récepteur dans le commutateur doit être d'au moins 30 mm. Avec une descente blindée, le blindage doit aussi pouvoir être mis à la terre. Pour le commutateur lui-même, il faut de bons contacts, une exécution solide et une poignée isolante. Il ne suffit d'ailleurs pas de détacher le récepteur de l'antenne, mais aussi la prise de terre et, éventuellement la connexion au réseau pour éviter les pointes de courant industriel dues à la foudre.

Le commutateur antenne-terre protège le récepteur contre un orage éventuel. Au contraire, ce commutateur ne protège pas le récepteur contre une charge statique de l'antenne pendant la réception comme il s'en produit par temps humide, par la grêle et la chute de neige. Pour cela il faut une installation qui conduise automatiquement à la terre les surtensions qui pourraient se produire dans l'antenne. Ce genre de protection contre les surtensions consiste généralement en une cloche isolante dans laquelle il est prévu une gorge servant d'éclateur et une cartouche à gaz noble qui fonctionnent déjà pour une

tension de 100 Volts. La forme représentée fig. 295a se distingué par le fait que la cloche possède un œillet latéral qui forme un dispositif de traction idéal. L'eau de pluie qui coule le long de la descente d'antenne abîme très vite le bon contact des bornes supérieures. Si on laisse pendre le fil de descente pour que l'eau s'égoutte avant d'atteindre la cloche, le fil balance à chaque coup de vent et produit des variations dans la réception des ondes courtes. Au moyen de l'œillet fixé à la cloche, on peut de nouveau tendre le fil de descente.

Entre l'antenne et la borne de terre du parafoudre, donc, entre l'éclateur et la cartouche à gaz il existe une capacité. Pour la réception des ondes moyennes, cela n'a pas d'importance, mais la capacité de la descente est assez grande pour affaiblir la réception dans le domaine des ondes courtes. L'amateur d'ondes courtes donnera donc la préférence à un parafoudre à faible capacité (fig. 295b). Ici, l'éclateur n'est pas formé de plaquettes dentelées mais consiste en quelques pointes.

Le dispositif de parasurtension conduit à la terre les tensions dangereuses mais la mise à la terre de l'antenne n'est pas automatique. Le commutateur de mise à terre n'est donc pas rendu inutile du fait de l'installation d'un parasurtension. Ce commutateur d'antenne à main ne peut cependant pas protéger le récepteur lorsque le possesseur de l'appareil ne voit pas venir l'orage ou lorsque, avant son absence, il a oublié de déconnecter l'appareil ou la prise de terre.

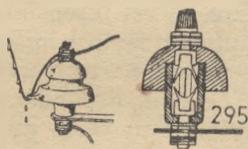


Fig. 295

Le commutateur représenté fig. 289 n° 5 effectue ce travail d'une façon complètement automatique aussitôt qu'une tension anormale se produit dans l'antenne. Celui-ci est relié à l'antenne et à la ligne de terre extérieure ; en outre, à environ 3 m au-dessus du commutateur, on fixe un isolateur en forme d'œuf à la descente d'antenne et de là on tend comme antenne auxiliaire, une connexion isolée. Si maintenant, il se produit entre l'antenne auxiliaire et la terre — p. ex. par l'arrivée d'un nuage d'orage — une haute tension, deux petites plaques de condensateur très légères situées à l'intérieur du coffret sont attirées l'une vers l'autre ce qui libère un petit marteau. Celui-ci frappe un bras de contact qui relie alors l'antenne à la terre et en même temps, libère deux fiches coniques fixées à la partie inférieure du coffret. La connexion d'antenne et la connexion de mise à la terre du récepteur sont reliées à ces fiches coniques. Comme le commutateur est généralement fixé à hauteur d'homme dans le châssis de fenêtre, les cordons de ces fiches tombent par terre. Ce genre de déclenchement ne peut pas s'obtenir avec un autre interrupteur. Pour reprendre la réception, il faut remettre le petit marteau et le bras de contact à leurs places originelles et les fiches dans leurs douilles. La sensibilité de cette installation est si grande qu'un bâton d'ébonite électrisé par frottement avec un chiffon de laine produit le déclenchement à une distance déjà appréciable.

Ce déclencheur automatique est très sensible aux intempéries et doit donc être monté à l'intérieur de la fenêtre alors que le parasur-

tension et le commutateur d'antenne ordinaire sont fixés à l'extérieur. Pour ne pas amener la descente d'antenne trop près du mur, humide en période de pluies, on installe le parasurtension sur un long crochet métallique. Le commutateur d'antenne est alors fixé sur le châssis extérieur de la fenêtre où il est mieux à l'abri de la pluie et de l'humidité. En tous cas, la commutation ne peut avoir lieu qu'en ouvrant la fenêtre ! En hiver, c'est désagréable. Il existe aussi des commutateurs qui peuvent être maniés de l'intérieur. Le mieux est un commutateur automatique qui évite complètement les distractions.

Pour l'entrée de la descente d'antenne, on peut employer différents moyens. Le plus simple est de pincer le câble entre la fenêtre et son cadre. L'isolement n'est cependant pas suffisant. Il vaut mieux installer une entrée isolante. Lorsqu'on peut percer le bois de la fenêtre, on peut employer un mince tube en céramique ou une tige isolée par de la céramique. La connexion entre le commutateur d'antenne et le parasurtension doit être droite et courte. Il faut alors une prise de terre spéciale pour les parafoudres. Comme connexion, un fil d'acier galvanisé de 3 mm suffit, mais celui-ci n'est permis que jusqu'à 1,5 m au-dessus du sol. A partir de cette hauteur, la connexion à la terre doit être assez forte pour ne pas se ronger trop vite. Pour le fil d'acier, un diamètre de 8 mm est prescrit. Une bande de fer galvanisé de 3 mm d'épaisseur convient très bien. Des diamètres de fil de 3 mm sont toutefois admis si la matière en est insensible à l'humidité. Les canalisations d'égoût ou de chauffage central mises à la terre, les conduites d'eau et les connexions de paratonnerre peuvent être utilisées ; La prise de terre des parafoudres ne peut cependant pas être introduite dans l'habitation pour servir de prise de terre du récepteur.

Le genre de mise à la terre dépend de la hauteur du niveau d'eau dans la surface du sol considéré. Dans une propriété personnelle, l'espace n'est pas limité et l'on peut si l'on ne dispose pas d'un puits, former une bonne prise de terre. On creuse une fosse jusqu'à ce qu'on atteigne le niveau des eaux. On y enfouit une plaque de fer fortement galvanisée à laquelle la connexion de prise de terre est soudée. La soudure est recouverte de goudron ou de poix, puis l'on referme la fosse. Au lieu de cela, on peut planter dans le sol un tube à gaz forgé en pointe du côté du sol. Sauf sur une longueur de 1 m environ du côté inférieur, le tube sera enduit de goudron d'asphalte. La partie nue doit être placée entièrement dans la partie du sol où se trouvent les eaux. Si le niveau des eaux est si bas qu'on ne puisse l'atteindre que difficilement, on creusera une fosse plus profonde d'environ 1,5 m de profondeur — plus profonde si possible — et on y dépose une couche de coke de 25 cm. Sur cette couche on dépose plusieurs grands morceaux de fil de fer galvanisé et on y ajoute encore une couche de coke. Ensuite, on ferme la fosse. Le coke maintient l'humidité et agit comme un bon conducteur de la même façon qu'une grande plaque de terre. Les extrémités des fils conduites vers l'extérieur sont reliées à la prise de terre des parafoudres.

Comme locataire dans une grande ville, on peut ne pas se donner toute cette peine. Lorsqu'il n'existe pas de mise à la terre disponible, on peut enfoncer un long tube à gaz dans le sol ou une tige métallique ou l'on emploiera une terre chimique. Celle-ci consiste en une caisse en matière isolante rempli de sel gemme etc. que l'on enterre à une profondeur de 60 à 75 cm. Le sel est progressivement dissout par l'hu-

midité du sol et se répand dans la terre jusqu'au niveau des eaux ce qui assure une bonne terre pour une durée de deux ans environ, après quoi il doit être renouvelé.

La fixation des commutateurs et de leurs connexions aux murs extérieurs ou intérieurs est un travail qui se présente rarement comme on le voudrait. On peut éviter de hacher des trous avec le perce-mur et de plâtrer des blochets de bois dur en employant des broches d'acier (fig. 296). Ces broches en acier trempé ont une forme annulaire fermée ou fendue. Intérieurement, elles sont filetées. La première forme (n° 1) est destinée à la fixation dans le ciment ou les briques dans lesquelles le corps quelque peu pointu se fixe sans faire éclater les briques et évite ainsi l'émiettement du mur si redouté. La forme fendue (n° 2) occupe un peu plus de la brique, car elle s'ouvre lorsqu'on y introduit la vis ce qui la fixe plus fermement dans le mur ; on emploiera aussi cette fixation pour les parties plus tendres du mur (plâtre ou mortier). On pourrait s'imaginer que l'introduction d'un corps en acier de cette espèce dans des pierres dures exige une certaine force. En réalité, il suffit d'une série de petits coups rapides, légers, mais secs avec un

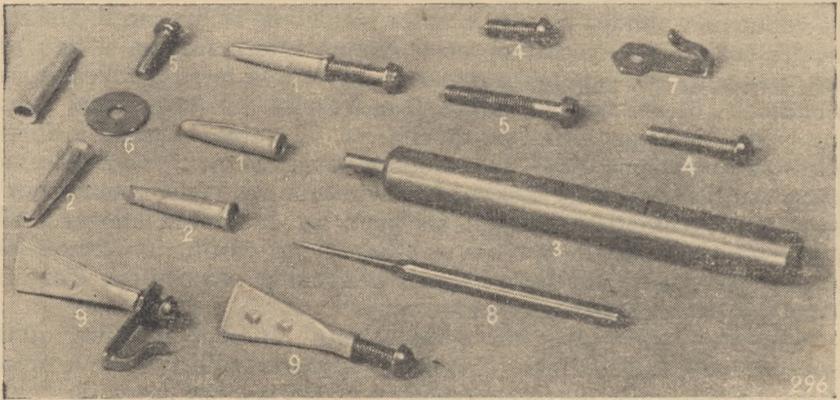


Fig. 296

marteau de 500 gr sur le fer spécial à ce destiné (n° 3). Grâce à celui-ci, on tiendra plus facilement la broche d'acier bien droite, l'entrée du filet est bien protégée ce qui évite de l'abîmer. Pour la fixation on dispose de vis de 4 mm avec têtes demi-rondes (n° 4) ou cylindriques (n° 5) de différentes longueurs, de rondelles (n° 6) et de crochets (n° 7). Avec une longue aiguille en acier trempé (n° 8) on peut faire un contrôle invisible de la dureté des murs aux endroits douteux. On évitera ainsi de fendiller le revêtement de mortier des murs recouverts de stuc.

Les trous de crochet agrandis et éclatés peuvent généralement être utilisés en les agrandissant et en y plâtrant un morceau de bois dur. On peut aussi y plâtrer une broche d'acier triangulaire (n° 9). Celle-ci peut être introduite sans plus dans un trou de crochet sans qu'il soit nécessaire d'y insérer un morceau de bois. Pour les travaux d'extérieur, on graissera la vis avec de la cire pour la préserver de la rouille. La fixation ci-dessus décrite est assez solide pour y suspendre un haut-parleur avec son écran ou une console de support d'un récepteur. Le récepteur doit être placé aussi près que possible de l'endroit par où

entre le fil de descente d'antenne. Il vaut mieux alimenter le haut-parleur par une longue ligne (éventuellement blindée) que de transporter la haute fréquence « fuyante » au loin à travers l'habitation. Ce n'est cependant pas toujours possible, car on préfère toujours avoir le récepteur dans le living-room. Si la descente d'antenne est blindée, c'est surtout dans son trajet à travers l'appartement qu'elle doit être convenablement blindée, car c'est là surtout que le champ perturbateur est le plus fort. Si la descente d'antenne n'a pas besoin d'être blindée parce qu'il n'y a pas de parasites aux environs, il faudra, pour le placement de sa partie intérieure, examiner soigneusement le long de quel mur passent les canalisations électriques de lumière. On peut les identifier par l'emplacement des interrupteurs, prises de courant, lampes et boîtes de dérivation (couvercles ronds à la partie supérieure du mur). Dans cette recherche, il ne faut pas oublier que tout mur a deux faces et qu'une canalisation électrique située de l'autre côté du mur peut aussi amener des perturbations. Si nous trouvons un mur sans canalisation, nous le choisirons pour y fixer la descente d'antenne non blindée. Le câble peut aussi être amené au travers de la chambre. Si aucune de ces solutions ne peut être appliquée, il faudra employer une connexion blindée au moins entre la fenêtre et l'appareil. On comprendra maintenant pourquoi une antenne intérieure est si peu efficace ; par suite des nombreuses pièces mises à la terre qui l'entourent, sa hauteur efficace est très faible. Il en résulte qu'elle ne rend qu'une tension de réception infime et qu'elle est, en outre, exposée à de très fortes perturbations. Seul un émetteur puissant peut s'entendre au-dessus des perturbations. Les antennes intérieures conviennent pour la réception de l'émetteur local, mais pour les émetteurs éloignés, elles ne peuvent que rarement être utilisées. Il en résulte un fait à bien retenir, c'est que, pour une réception convenable de stations éloignées, il faut une bonne antenne extérieure.

Que doit faire alors un auditeur qui ne peut installer qu'une antenne intérieure ? Il doit chercher comment celle-ci sera le mieux placée. La puissance de réception varie d'un étage à l'autre. Si l'intensité de champ utile existant au-dessus du toit d'une maison à deux étages est représentée par 100 %, elle s'élève à 80 % peut-être, dans le grenier, à 50 % au second étage, à 20 % au premier, à 5 % au rez de chaussée et à 3 % dans la cave. En s'appuyant sur ces chiffres, on peut déterminer ce que l'on peut s'attendre à recevoir dans son appartement. Evidemment, l'intensité de champ varie dans les différentes parties de la ville ; de grandes constructions métalliques peuvent éliminer complètement la réception dans tout le voisinage. Il faudra toujours chercher à capter le plus d'énergie possible. Le plafond de l'habitation est le moins indiqué à cause des nombreuses canalisations électriques qu'il contient ; souvent, il est en outre faradisé par les fils de fer de petits murs en béton armé, etc. L'endroit le plus indiqué est encore un mur sans canalisation ; généralement, c'est le mur extérieur. Dans une longue chambre, on tendra un fil au-dessus de la fenêtre pour autant qu'il n'y ait pas de radiateur ou de conduite d'eau qui rende cet endroit indésirable. Dans ce cas, il ne reste plus que l'espace libre. On fixe une cordelière de soie d'environ 25 cm de long au moyen d'un crochet, dans chaque coin de la chambre et on y attache un mince câble. En tendant et en fixant les extrémités du câble, on tend également les cordelières de fixation et l'antenne sera presque invisible. Les

isolateurs sont inutiles. Une extrémité du câble sera amenée au récepteur. L'avantage de ce genre d'installation est son éloignement relativement grand entre les conducteurs et les murs ; en ne fermant pas l'antenne en anneau mais en séparant électriquement les extrémités par un morceau de cordelière de soie, son rendement est encore meilleur. On obtient le meilleur rendement en tirant le fil à travers plusieurs chambres.

Dans la recherche des moyens de rendre l'antenne intérieure invisible, on en est venu à employer des fils trop fins. Il y a même eu un temps où de fins fils isolés à la soie ou au coton furent fixés directement contre le papier peint et recouverts ensuite d'une peinture assortie. Dans la même période, on a trouvé le moyen de placer des cimaises en bois creux avec le fil d'antenne à l'intérieur ou de les constituer de feuilles d'aluminium collées au mur. Toutes ces antennes présentaient les mêmes défauts, à savoir un fort amortissement par suite du voisinage du mur et un couplage serré avec les sources de perturbations.

Une antenne intérieure devient plus efficace par l'emploi de plusieurs fils tendus à une grande distance l'un de l'autre ou par une grande surface du conducteur employé. Mais, surtout dans ce cas, il faut rester à une grande distance des murs. Une bande d'aluminium d'un pouce de large a une réception deux fois plus forte qu'un bon câble. Le montage est facilité par des isolateurs fixés par des crochets d'acier. On peut en trouver de toutes les formes et de toutes les couleurs.

Il est bon de ne pas s'accrocher à une antenne déterminée mais plutôt d'examiner toutes les possibilités. Pendant cet examen, on peut même essayer les conduites à gaz pour se faire une idée exacte de la situation. On enroulera sur le tube à gaz qui est généralement sale, une feuille d'étain et, par dessus, un fil de cuivre bien dénudé en un long enroulement en spirale dont on tord les extrémités. La grande surface d'étain forme un condensateur avec le tuyau à gaz. Cette capacité est assez grande pour former un bon chemin d'accès à la haute fréquence, pour autant que l'on puisse parler de transport de haute fréquence avec une conduite de gaz. Le raccordement à une ligne téléphonique est interdit. En revanche, il est possible d'employer le réseau de lumière lui-même comme antenne. Il suffit de relier la douille d'antenne du récepteur à une borne du réseau à travers un petit condensateur (50 à 100 cm, tension d'essai 1500 V). Plus le condensateur est petit, plus les perturbations à basse fréquence seront faibles. Il restera cependant assez de perturbations haute fréquence pour rendre la réception peu agréable à la longue. L'antenne sur réseau ne doit donc être utilisée que pour un essai rapide de l'appareil. Il n'est pas, en tous cas, à recommander de l'inclure dans la construction de l'appareil, sous forme de douille de connexion (jack) qui, en retirant la fiche d'antenne connecte le réseau. La courte distance entre les connexions forme toujours un couplage capacitif suffisant pour rendre possible le rayonnement des perturbations.

Comme prise de terre du récepteur, on emploiera la conduite d'eau. La soudure sur un tuyau de plomb ne peut se faire qu'avec beaucoup d'expérience et peut souvent conduire à une détérioration de la conduite avec les désagréments et les frais qui en résultent. Si l'on désire absolument une liaison métallique, on peut souder un morceau de fil de cuivre épais à une pièce de rallonge du robinet. Celle-ci consiste en

un anneau de laiton de la largeur d'un doigt que l'on peut se procurer chez n'importe quel plombier et que l'on peut visser entre le robinet et la conduite d'eau. Il suffit alors de relier le fil ainsi soudé à la connexion de prise de terre de l'appareil ou à la conduite de rallonge qui sert de prise de terre dans la chambre au moyen d'un simple raccord de lustre. Comme prise de terre, on emploiera un fil de cuivre de 2 mm ou un câble d'aluminium épais que l'on fixe à la plinthe avec des crampons.

Le chauffage central constitue aussi une bonne terre. Il est cependant difficile d'y faire une bonne ligature. On nettoie la tuyauterie à un endroit déterminé avec du papier de verre jusqu'à ce qu'elle soit dénudée complètement et on y fixe une borne de terre (fig. 289 n° 6). En serrant l'écrou, la bande cadmiée est serrée sur le tuyau. Une douille pour fiche banane est prévue pour y raccorder le fil. La borne de terre convient aussi pour la fixation sur une conduite d'eau; la couche de cadmium qui recouvre toutes les parties, évite toute corrosion. Par l'emploi de ce genre de borne on peut aussi réaliser une connexion à une conduite d'eau sans avoir besoin d'y faire la moindre soudure; on emploiera pour cela des bandes de 40 cm de long.

Les oscillations perturbatrices ne viennent pas toujours par l'antenne, elles peuvent aussi venir par la prise de terre. On peut alors

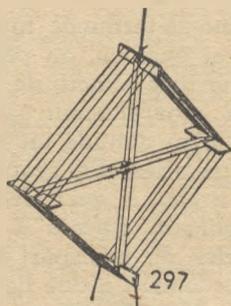


Fig. 297

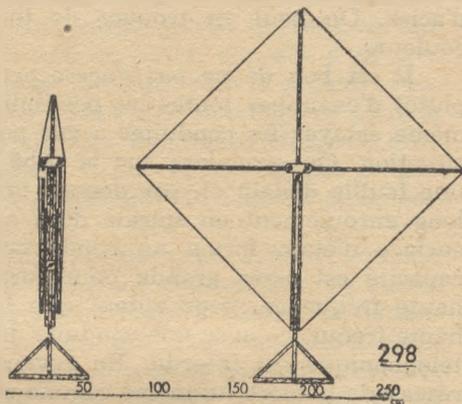


Fig. 298

essayer d'un contrepoids. Celui-ci consiste en un fil aussi long que l'antenne et qui est suspendu isolé. Il forme l'image de l'antenne. Comme contre-poids, on peut employer n'importe quelle grande masse métallique, mais il faut d'abord l'essayer. En plein air on installe le contrepoids sur de petits piquets en-dessous et dans la direction de l'antenne. Avec un contre-poids, on peut améliorer extraordinairement la réception des ondes courtes.

Les antennes ci-dessus décrites correspondent à la composante électrique de l'onde de l'émetteur. Un cadre, au contraire, est en réalité une bobine et réagit inductivement aux influences magnétiques. On s'en servira principalement dans les cas où il règne des perturbations statiques. Nous avons déjà parlé des propriétés directionnelles du cadre. Le plus simple à construire est le cadre carré. Deux lattes de bois assemblées en croix forment une charpente à laquelle on fixera quatre lattes transversales comme supports de l'enroulement (fig. 297). Ce

cadre peut être suspendu au plafond ou placé sur un pied. Pour l'enroulement, du fil émaillé suffit. Les spires seront enroulées avec de larges intervalles sur toute la largeur leur réservée (longueur des traverses). Si l'on emploie du bois bien sec, il n'y a pas d'inconvénient à employer du fil nu au lieu de fil isolé. En principe, il vaut mieux munir les traverses d'isolant (p. ex. de petites bandes d'ébonite) et faire l'enroulement en gros câble d'aluminium. Le rendement du cadre dépend de ses dimensions. Celles-ci, à leur tour, dépendent de la chambre où le cadre doit être placé, la longueur des côtés ne doit cependant pas descendre en-dessous d'un mètre. Un cadre de 25 cm de côté ne rend plus que 1/30 de l'énergie d'une antenne ordinaire tandis qu'un cadre de 1 m de côté rend encore 10 % de cette énergie.

Si la place disponible est limitée, on construira le cadre de façon à pouvoir le replier. Il convient cependant de ne pas employer, dans la construction du cadre, d'autre métal que celui des enroulements. Il vaut mieux de ne pas employer de clou ou de vis et de les remplacer par d'autre moyen de fixation (chevilles, etc.).

Dans la fig. 298, on voit une construction qui, malgré ses grandes dimensions tient cependant peu de place. Le cadre a une longueur de côté de 1,53 m et une longueur diagonale de 2,15 m. En arrondissant les coins, ces dimensions subissent une petite modification sans que la longueur de l'enroulement change. La hauteur du pied est de 35 cm.

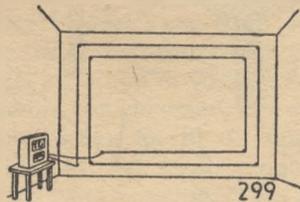


Fig. 299

La hauteur totale de la construction s'élève à 2,50 m. Avec une distance entre spires de 1 cm, il faut 6 spires pour recevoir l'émetteur de Berlin et 22 spires pour Königswusterhausen. On sait que la réception devient d'autant plus forte que la self-induction du circuit est plus grande. Pour les réceptions habituelles, on s'en tire souvent avec moins de spires. Avec une distance entre spires de 0,5 cm et un condensateur variable de 500 cm, on obtient les gammes de réception suivantes pour les nombres de spires indiqués :

| | |
|----------------------|------------------------|
| 100—275 m = 1 spire | 350— 800 m = 6 spires |
| 180—340 m = 2 spires | 440—1000 m = 8 spires |
| 250—450 m = 3 spires | 600—1300 m = 12 spires |
| 280—560 m = 4 spires | 750—1900 m = 16 spires |
| 320—700 m = 5 spires | |

Le fil de litze à haute fréquence n'est plus efficace que du fil plein de 1 mm que lorsqu'il est formé de 60 brins. Il existe du litze jusqu'à 270 brins.

Si l'un des murs de la chambre se trouve à peu près dans la direction des réceptions désirées, on peut employer de petits isolateurs cylindriques fixés par des clous sur lesquels on tend le fil (fig. 299). Il vaut encore mieux de tendre l'antenne avec deux cordelières tendues en croix. Si nous supposons que la forme soit exactement carrée (par-

fois rectangulaire), on obtient à peu près les nombres de spires suivants pour les gammes des ondes moyennes (0) et celle des grandes ondes (L).

2 m de longueur de côté, 0 = 4, L = 14 spires. Distance entre spires 1 cm.

3 m de longueur de côté, 0 = 3, L = 10 spires. Distances entre spires 2 cm.

4,5 m de longueur de côté, 0 = 2, L = 6 spires. Distance entre spires 3 cm.

Toutes ces données ne sont exactes qu'approximativement, car la self-induction dépend de la distance entre spires. On ne peut donc les considérer que comme bases de comparaison. Le nombre exact de spires ne peut se déterminer que par expérience.

Les cadres sont souvent employés pour les petits appareils portatifs parce qu'ils rendent ceux-ci plus indépendants. Malheureusement, la faible énergie qu'ils captent exige une augmentation de l'amplification.

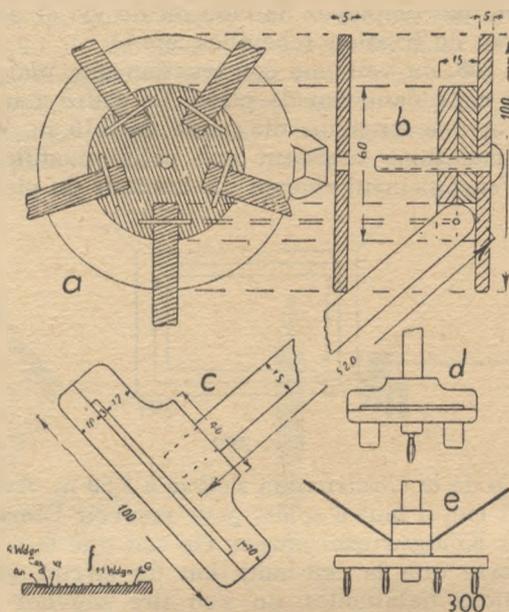


Fig. 300

Pour augmenter le rendement, il vaudrait mieux, au lieu du petit cadre habituel, d'employer un grand cadre repliable. Ce genre de cadre peut être utilisé avec un appareil à une lampe du genre de ceux que représentent les fig. 83b et 207. La fig. 300 donne les renseignements nécessaires et les dimensions pour sa construction. La charpente peut être repliée comme un parapluie et remise dans un sac sans toucher aux enroulements, en desserrant l'écrou à papillon. Le cadre ouvert est pentagonal et repose sur un sommet.

La réception sur cadre avec une seule lampe peut aller, mais la puissance de réception est faible. Une grande antenne donne de meilleurs résultats. Un isolateur en forme d'œuf ou un morceau de branche noué à l'extrémité d'un rouleau de fil émaillé ou de câble d'antenne et jeté dans un arbre voisin fournit, en pleine campagne, la plus belle antenne. Une longueur de 15 à 20 m est déjà suffisante. Le fil est préférable, car le câble forme facilement des boucles et s'abîme facilement.

Dans les endroits où il n'y a pas d'arbre, on peut placer l'antenne sur des buissons et si ceux-ci sont également introuvables, deux mâts de tente ou deux cannes peuvent servir de mât. Un morceau de fil nu d'égale longueur étendu sur le sol forme contre-poids ou prise de terre. Là où il y a de l'eau, p. ex. à la mer ou au bord d'un ruisseau, on y jettera la prise de terre. Si on ne peut pas tendre une antenne, on jettera le fil d'antenne par terre et l'on écoutera sans prise de terre.

Un cerf-volant est un excellent moyen d'obtenir une antenne élevée. Ce dispositif est cependant assez dangereux car, pendant un beau jour d'été, le fil peut prendre une forte charge qui peut suffire pour donner un sérieux choc à un être humain. On peut rendre l'expérience moins dangereuse en installant un parasurtension relié à une bonne terre, p. ex. un puits auquel le câble du cerf-volant est fixé par un petit piquet enfoui. Il est en tous cas à conseiller de ne pas utiliser toute la hauteur de vol du cerf-volant mais de se limiter à une quarantaine de mètres.

Dans un bateau sans mât, l'antenne peut être placée assez haut sur un mât de tente. Si l'on ne dispose pas d'un tel mât, on fixera l'antenne aux parties les plus élevées du bateau. Comme prise de terre, on prendra un bout de fil trempant dans l'eau.

Si l'on possède une auto, on voudra aussi recevoir pendant la marche. Pour cela, il faudra prévoir une antenne sur la voiture. Comme prise de terre, le châssis de la voiture peut servir. Le montage le plus simple est celui d'un tube métallique droit ou courbé. Il sera fixé sur le côté ou sur le devant de la voiture et bien isolé et, si possible, ramené vers l'arrière par dessus le toit de la voiture de façon à épouser la forme de la voiture. Si l'antenne est chromée, elle ne dépare pas l'aspect. On peut aussi installer un réseau de fil ou une bande isolée en zig-zag dans le toit de la voiture et s'en servir comme antenne. Cette antenne a la plus grande hauteur utile possible. Il est inutile d'installer un poste dans une voiture si celle-ci n'a pas d'abord été soigneusement déparasitée. Pour cela, il convient de placer d'abord l'antenne aussi loin que possible du châssis et de blinder complètement la descente d'antenne.

LA CONSERVATION DE L'APPAREIL.

L'entretien.

Après un certain temps, le rendement d'un récepteur ne reste bon que si les conditions électriques sont maintenues inchangées ce qui n'est pas toujours le cas. Un des plus dangereux ennemis des récepteurs est la poussière. Elle se met entre les plaques des condensateurs variables et produit des crachements; entre les bornes de contact et les conducteurs, elle forme des dérivations à haute résistance qui détournent la haute fréquence. S'il se trouve en outre des traces de graisse à souder étendue sur une plaque isolante, des courants notables peuvent s'en échapper. La réception en souffrira. Il convient donc de nettoyer convenablement l'appareil au moins une fois par an. La poussière qui colle sera détachée avec un pinceau doux et enlevée ensuite au moyen d'un soufflet, d'une pompe de bicyclette ou d'un aspirateur. Avec l'aspirateur, on emploiera de préférence le bout spécial pour petits coins. Si le récepteur a été placé pendant longtemps dans un local froid ou humide, on le laissera sécher dans un local chauffé avant

de le nettoyer, on enlèvera ainsi plus facilement la poussière. Si un condensateur variable très ramassé ne peut pas être nettoyé de la sorte, on le prendra hors de l'appareil et on versera entre les plaques, une certaine quantité d'alcool à brûler. L'alcool dissoudra toutes les saletés et les emportera ; le condensateur sèchera presque immédiatement. Parfois on fera bien de placer le condensateur dans une enveloppe protectrice en celluloid. Lors du nettoyage, on vérifiera tous les écrous et les vis pour s'assurer que, par le travail de la matière, ils ne sont pas desserrés. Au besoin, on les resserrera. Les connexions mobiles attireront particulièrement notre attention. Toutes les cordelières libres seront examinées pour voir si l'isolement en caoutchouc n'est pas devenu dur et cassant, dans ce cas, elles devront être remplacées. Toutes les vis de serrage des broches seront resserrées pour éviter la formation de mauvais contacts. Les ressorts de contact des fiches bananes et les branches des fiches fendues seront recourbés dans leur position originale s'ils ont été aplatis par l'usage.

Les coffrets du récepteur et du haut-parleur sont toujours plus ou moins abîmés au cours des temps, il s'y trouve des taches et des griffes. Des gouttes d'eau, la transpiration, des poussières grasses ou des coups de brosse y ont laissé des traces. Pour cela, il faut un produit de nettoyage. Frotter avec un linge humide est parfois utile, mais souvent, cela cause de plus grands dommages encore. Le produit de polissage à la gomme-laque exige un traitement très soigneux et ne peut être employé que dans une certaine mesure. Certains produits de nettoyage liquide, entre autre le « Möbeldoktor » (médecin des meubles) peuvent être d'un grand secours. Le produit ci-dessus peut s'obtenir en deux espèces pour les meubles en bois poli ou pour la bakélite et également pour les meubles mordancés. Ce produit n'est pas inflammable et il est souvent employé par les commerçants en radio pour le nettoyage des meubles.

Pour le nettoyage des lampes à blindage métallique, pour les boîtes d'aluminium oxydées, les blindages et les panneaux, on emploiera l'« Hexobinol ». Le métal n'en sera pas attaqué. Disons encore que ce produit peut aussi être employé pour le nettoyage des contacts dans les interrupteurs pour courants forts ou faibles et qu'un produit analogue, sous le nom de « Kollektol » peut être employé pour le nettoyage des collecteurs.

En même temps que le récepteur, les sources de courant doivent aussi être entretenues. L'accumulateur au plomb usuel est très sensible à un traitement négligé. S'il est souvent déchargé à fond ou maintenu longtemps déchargé, les plaques se sulfatent. L'accumulateur absorbera alors de moins en moins d'énergie jusqu'à ce qu'il devienne complètement inutilisable. Un accumulateur ne doit jamais être complètement déchargé ; même quand il n'est pas utilisé, il doit rester chargé et, au moins tous les deux mois, il devra être rechargé. La couleur des plaques est un moyen assez efficace de vérifier l'état de charge de l'accumulateur ; le pèse-acide est cependant plus sûr. Il contient un flotteur dont le poids est tel qu'il plonge dans un liquide de densité 1,16 tandis qu'il commence à flotter aussitôt que la densité devient plus forte. Aussitôt que le flotteur commence à s'enfoncer il est temps de recharger.

Les indications déduites de la position du flotteur ne sont exactes que si l'acide a la composition prescrite. Pour le remplissage, on em-

ploiera de l'acide sulfurique pour accumulateurs chimiquement pur d'un poids spécifique de 1,24 (= 28° Baumé). Cette densité doit se retrouver à la fin de chaque charge. Le niveau du liquide doit toujours se trouver à 10 à 15 mm au-dessus des plaques. Pendant la décharge, la densité du liquide diminue. Pour une densité de 1,16, l'accumulateur n'est pas complètement déchargé, cependant, pour la bonne conservation de l'accumulateur, il est désirable de procéder à une nouvelle charge. Pendant la charge, surtout à la fin, on constate un fort dégagement de gaz, ce qui produit une perte d'eau. Si, p. ex. le poids spécifique est de 1,26 (= 30° Baumé). L'acide est trop concentré et il faut le diluer jusqu'à 1,24 avec de l'eau distillée. Pour mesurer la densité de l'acide, on emploie un densimètre ordinaire monté dans une pipette spéciale. La pointe de la pipette qui porte un tube de caoutchouc est

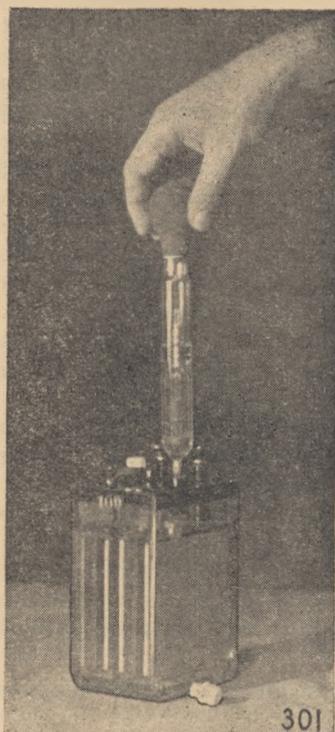


Fig. 301

enfoncée dans l'accumulateur jusqu'au liquide et on pompe, avec la poire de caoutchouc, un peu d'acide dans la pipette (fig. 301). Le petit aéromètre cylindrique plonge dans l'acide et l'on peut lire directement la densité de l'acide. Pour cela, une petite échelle graduée se trouve aux environs du niveau du liquide. Après la lecture, on presse la poire de caoutchouc pour renvoyer l'acide dans l'accumulateur. Après usage, on rincera la pipette avec de l'eau pure. Après un certain temps, il se forme une couche blanchâtre à l'intérieur de la pipette, on peut l'enlever avec du vinaigre dilué ou de l'alcool à brûler. La pipette offre l'avantage d'éviter de toucher l'acide pendant la mesure de la densité.

Les piles sèches ne sont, en réalité pas sèches du tout. Pour qu'il y ait de l'électrolyte dans l'élément, il faut toujours une certaine quan-

tité de liquide. Pour celà, la batterie d'anode, p. ex. ne peut jamais être exposée au soleil ni placée sur un radiateur de chauffage central, ni dans le voisinage d'un poêle, car toutes ces conditions produisent le séchage complet de la batterie.

Pour l'entretien de l'outillage, il faut avant tout un certain ordre. Rien n'abîme plus les outils que de les jeter pêle-mêle dans une caisse après usage. Le meilleur outillage peut être très vite hors d'usage s'il est mal traité. Pour la conservation des outils, on emploiera de préférence un coffre pendu au mur. Si l'on ne veut pas faire les frais d'un coffre, on emploiera une caisse plate dont on fixera le couvercle avec des charnières et que l'on pendra au mur avec des crochets de fer. Dans un atelier, on fixe au mur une planche avec une courroie clouée en travers et l'on glisse les outils derrière la courroie.

Le plus dangereux ennemi de l'outillage est la rouille. Celle-ci se produit par l'humidité. Les instruments de précision seront graissés avec de l'huile d'armurier et les outils tranchants avec de l'huile de machine à coudre. Pour les outils de grandes dimensions, on emploie une graisse consistante. Celle-ci ne doit évidemment être étendue que sur des surfaces bien propres. Les taches de rouille doivent auparavant être enlevées au pétrole ; avec du papier émeri, on obtient de nouveau un bel aspect. Les scies doivent aussi être graissées. Les limes ne doivent jamais être graissées, on les conserve à sec. De temps en temps, on les nettoie avec une brosse à lime. Les mèches peuvent être huilées ; elles doivent toujours être conservées dans un bloc à mèches, pour maintenir le tranchant en bon état. Le bon entretien de l'outillage comprend aussi l'affûtage de temps à autre car, avec des outils émoussés, on ne peut pas faire de bon travail.

L'antenne ne doit pas être oubliée et, au moins une fois par an, on doit en faire un examen approfondi. Si c'est possible, on la remplacera provisoirement par une antenne intérieure. Les isolateurs sont à nettoyer, les contacts et les écrous de serrage seront vérifiés et au besoin nettoyés et resserrés. Le rétablissement d'un bon contact peut décupler la réception. La prise de terre doit aussi être vérifiée. Il peut arriver qu'elle soit rouillée à l'endroit de la soudure ou qu'elle soit devenue inopérante par suite de l'accumulation de poussière.

Transformation des récepteurs

L'auditeur dont le poste du commerce ne répond plus aux exigences modernes ne possède aucun moyen d'améliorer le schéma de son récepteur. Il est obligé d'acheter un nouvel appareil et ne peut compter que sur une petite diminution du prix contre livraison de son ancien poste. Si l'on construit son récepteur soi-même, la situation est meilleure. On construit suivant ses moyens, et l'on modernise de temps en temps sans même attendre que l'appareil soit complètement démodé. Nous n'essayerons même pas d'introduire une nouvelle pièce détachée dans un vieil appareil, car nous savons très bien que ce n'est que demi-mesure. Nous connaissons toujours les relations entre les différentes parties et nous savons, à un cheveu près, comment celles-ci peuvent s'adapter l'une à l'autre. Pour les lampes finales modernes, il faut presque toujours un courant d'anode plus fort et celui-ci est rarement fourni par un ancien bloc d'alimentation. Les autres lampes ne peuvent

pas non plus être placées sans plus dans le raccordement. Le support de forme différente n'est, dans ce cas, que la moindre difficulté. Au contraire, l'amplification plus forte provoquera souvent une plus grande sensibilité aux perturbations ; un découplage insuffisant est aussi très gênant. En outre, un couplage mal fait peut produire des accrochages. De plus, on ne doit jamais perdre de vue que toute lampe doit être à même d'amplifier sans déformation la tension alternative qui lui est fournie par la lampe précédente. Il est, par conséquent inutile de renforcer sensiblement l'amplification haute fréquence si l'on emploie une détectrice par grille. Il est beaucoup plus intelligent de démonter complètement l'ancien appareil et d'en construire un entièrement nouveau. Par cette méthode, on a, en outre, l'occasion de vérifier toutes les pièces détachées en ce qui concerne leur efficacité. D'abord, toutes les pièces seront nettoyées. La poussière sera enlevée à la brosse, et les pièces seront frottées avec un chiffon, on lavera les environs des soudures pour autant que le matériel le supporte, avec de l'alcool ou de la benzine, on resserrera les écrous et les vis et l'on réparera éventuellement les petits dégâts. Par un contrôle électrique subséquent, on s'assurera si la pièce est encore utilisable ; il peut arriver que l'on découvre ainsi la cause d'une panne inutilement recherchée jadis. En tout cas, ce contrôle constitue une sélection sans laquelle aucune ancienne pièce ne peut être utilisée dans le nouveau schéma. Une vieille lampe dont le courant d'anode est visiblement affaibli doit être considérée comme usée. Il est inutile de créer un nouvel emploi de cette lampe dans le nouveau schéma si, lorsque la lampe sera complètement finie, il faut tout recommencer. Il serait aussi stupide d'acheter une lampe d'ancien modèle correspondant au nouveau schéma alors qu'une lampe moderne coûte moins cher et travaille mieux. Presque tous les anciens groupes de bobines, sans noyau de fer à haute fréquence doivent être considérés comme démodés. Les condensateurs des circuits à haute fréquence seront, si possible, remplacés par d'autre avec isolement de première qualité. Les condensateurs variables peuvent être parfois transformés au moyen de disques de calite. Il ne faut cependant pas essayer ce système avec un condensateur multiple, car il dérèglera généralement le synchronisme.

Les conditions de fonctionnement d'un schéma ne seront obtenues qu'avec des tensions qui se trouvent dans un certain rapport entre-elles. Une modification dans la fourniture de courant aura presque toujours pour conséquence un changement dans le schéma. Il est parfois possible d'alimenter un récepteur à batteries sur un réseau à courant continu ou alternatif par un appareil d'alimentation intercalé et l'on peut aussi alimenter un appareil à courant continu sur un réseau alternatif ; ces dispositifs auxiliaires ne sont cependant économiques, ni lors de la construction, ni dans leur fonctionnement. Si l'on prévoit un déménagement possible, on fera bien de construire un appareil tous courants qui peut être alimenté sur le courant continu ou sur l'alternatif sans modification importante à l'installation.

Le dépistage des pannes et les moyens employés pour les corriger -

Les différences de construction, de schéma, de fonctionnement, le grand nombre de pièces et de connexions, les actions néfastes impré-

visibles des couplages et résonances, les possibilités d'emploi limitées des instruments de mesure disponibles rendent impossible le dépistage des pannes suivant un plan uniforme. Celui qui veut trouver les pannes doit savoir mesurer. Pour cela, il doit d'abord savoir quelles modifications l'insertion d'un appareil de mesure peut apporter dans le schéma. Comme il n'a pas encore été possible jusqu'à présent de décider les fabricants de pièces détachées à donner toutes les caractéristiques techniques de leurs fabricats, l'amateur ou l'homme de métier sont entièrement abandonnés à leur expérience pour pouvoir décider si les résultats de mesure obtenus indiquent un défaut ou au contraire disent que la pièce examinée est en bon ordre de marche. Cela ne peut être quelque peu facilité que par comparaison avec des données qui se trouvent dans des prospectus, des catalogues ou des modes d'emploi ; il est encore à conseiller de relire ceux-ci soigneusement. L'emploi d'un carnet de notes où l'on inscrira les résultats des mesures et contrôles est aussi très utile. Tant que des pièces détachées restent montées dans un appareil de radio, il est bon de tenir une fiche de chaque pièce avec schéma des connexions (connexions, constantes de fonctionnement, rendement et prescriptions de manœuvre).

L'industrie dispose d'appareils de contrôle et de mesure très coûteux ; elle y est obligée pour tenir tête à la concurrence. Pour nous, l'acquisition d'un unique ampèremètre représente déjà une très grosse dépense. Il en résulte que nous nous efforcerons de faire le plus possible avec les moyens les plus réduits et nous nous contenterons de méthodes moins précises. Le principal est de pouvoir se rendre compte approximativement de la situation, les valeurs précises ont moins d'importance.

Une table de travail spéciale sera rarement disponible ; on peut très bien travailler sur n'importe quelle table ; il est bon, toutefois, de la recouvrir d'un tapis de linoléum. De cette façon la table sera protégée des griffes. Ce recouvrement est élastique mais assez solide et, en outre isolant. Un porte-châssis (fig. 259) facilite le travail d'exécution des connexions. Outre l'appareil de mesure et l'outillage de soudure on emploiera encore l'outillage habituel de montage. Pour le travail sous tension la partie métallique du tourne-vis sera recouverte d'un tube de caoutchouc, d'un tube isolant de fil ou de toile isolante jusqu'à la pointe, afin d'éviter des courts-circuits. Une brosse métallique destinée à enlever les particules de poussière et de métal sera isolée de la même manière. Les pinces crocodiles indispensables pour la prise des tensions seront vernies avec plusieurs couches de vernis Japon après quoi on dénudera les dents qui ont été ainsi isolées. Un petit miroir de dentiste servira à voir dans les coins inaccessibles. Un tourne-vis de trimmer en pertinax et une clé à moufle en bakélite pour les noyaux à vis compléteront la série des outils nécessaires.

La pièce essentielle de tout schéma est la lampe. Pour toute lampe, il faut plusieurs tensions de fonctionnement avec des tolérances d'autant plus sévères que l'amplification est forte. Les lampes multi-grilles modernes sont, à ce sujet, particulièrement sensibles. La première chose à faire à un récepteur qui fonctionne mal ou pas du tout, est donc le contrôle des tensions. Pour cela, il faut des instruments de mesure. Suivant leur exécution, ceux-ci ne peuvent être utilisés que dans certaines limites et, pour obtenir des mesures fidèles, il faut tenir compte de toutes sortes de faits. Pour nous en rendre compte, nous allons examiner successivement les diverses possibilités, étudier leur

fonctionnement et leurs aptitudes pour essayer de résoudre le problème du dépannage.

L'instrument de mesure le moins cher est le compteur électrique. Il permet de mesurer la consommation, donc le produit de la tension par le courant. Lorsqu'un récepteur alimenté sur le réseau est muet, notre première investigation sera donc de voir ce qu'il consomme en Watts. Si possible, on mettra tous les autres appareils électriques hors de service et l'on comptera, d'après le nombre de tours du compteur (nous supposerons qu'on dispose d'un réseau à courant alternatif) l'énergie fournie par le réseau comme nous l'avons indiqué au paragraphe concernant la consommation de courant. La valeur ainsi obtenue sera comparée à la consommation normale. Si la consommation est trop élevée, cela indique un court-circuit (généralement un condensateur de filtrage claqué). Une consommation trop faible est l'indice d'une rupture dans l'alimentation. Si la consommation est nulle, cela indique une rupture dans la cordelière de raccordement au réseau, ou dans un fusible, ou dans le primaire du transformateur d'alimentation. En général, les lampes de cadran donnent aussi une indication dans ce sens.

Dans les appareils nécessaires aux mesures dans le récepteur, on fait usage de l'action électromotrice des courants électriques. Un courant produit, dans une bobine, un champ magnétique, qui fera dévier un aimant permanent (instruments à aimant mobile) ou la bobine elle-même sous l'influence d'un champ magnétique immobile (instruments à bobine mobile). Ces deux espèces d'instruments sont polarisés par la présence d'un aimant à pôles fixes, c'est-à-dire qu'ils ne conviennent que pour le courant continu. Dans les instruments électromagnétiques (à fer doux) on utilise la propriété qu'ont deux morceaux de fer, aimantés par une bobine, de se repousser mutuellement s'ils se présentent leurs pôles de mêmes noms. Ce genre d'appareils convient aussi pour le courant alternatif. Le champ magnétique qui varie constamment à la cadence de la fréquence du courant alternatif fait varier dans la même fréquence les pôles des morceaux de fer, mais ceux-ci restent quand même toujours de même nom, donc se repoussent constamment. Les mesures en courant alternatif peuvent aussi avoir lieu au moyen d'un appareil à bobine mobile si le courant alternatif est transformé en courant continu au moyen d'un redresseur (instruments à redresseurs).

Pour le galvanoscope de fabrication personnelle (fig. 267) nous avons déjà utilisé la déviation d'une aiguille aimantée sous l'action d'un courant et nous emploierons cet instrument pour le contrôle des connexions et pour l'examen des circuits. La fig. 302 montre un galvanomètre beaucoup plus sensible; le corps de la bobine est découpé hors d'une plaque de laiton de 1 mm d'épaisseur. Il a une longueur totale de 92 mm, une hauteur de 77 mm et une largeur de 15 mm. Il possède, en outre, une ouverture ovale de 55 mm de long sur 13 mm de large. Dans cette ouverture se trouve une planchette dans laquelle une punaise en laiton est enfoncée qui servira de pivot à une aiguille de boussole sur laquelle on colle une aiguille en Cellon dans une direction perpendiculaire à la direction normale de l'aiguille aimantée. L'échelle est formée de deux rapporteurs demi-circulaires en carton que l'on peut se procurer pour quelques francs chez un papetier. Immédiatement en-dessous de l'aiguille aimantée se trouve sur un disque de carton, une feuille d'aluminium ou de cuivre dans laquelle se produisent des

courants de Foucault qui freinent les oscillations possibles de l'aiguille. Dans des œillets à ce destinés, ménagés dans un des flasques de la bobine, on montera des bornes de raccordement isolées. La bobine elle-même consiste en 11.000 tours de fil (isolé sous soie) de 0,14 mm. La sensibilité est si grande que des résistances de 1 et 2 M Ω font encore dévier l'aiguille d'un angle de 4, respectivement 2 degrés sous une tension de 4 V. Comme la respiration de l'opérateur suffit pour produire une déviation de l'aiguille, on placera l'instrument sous une cloche de verre ou un boîtier transparent. Même après plusieurs surcharges, l'instrument est encore utilisable. Il convient pour le contrôle rapide de toutes les bobines ou résistances qui pourraient être abîmées par une tension d'essai assez élevée. Si l'on emploie toujours la même source de tension (tension constante), on peut déduire de la déviation de l'aiguille la valeur approximative de la résistance. Cet instrument ne convient cependant pas pour des mesures directes.

Les débutants croient souvent pouvoir s'en tirer avec un instrument à fer doux bon marché ; ils s'aperçoivent trop tard que sa forte consommation en limite fortement l'usage. Pour des mesures dans le

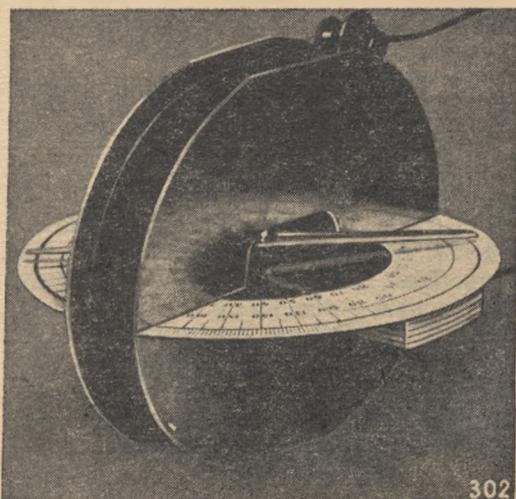


Fig. 302

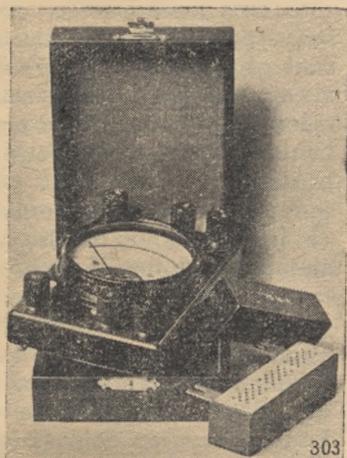


Fig. 303

circuit du réseau ou de l'accumulateur de chauffage des filaments, une consommation de l'instrument de 10 à 20 mA n'a pas d'importance. Dans la partie alimentation d'un petit récepteur qui ne prend que 12 à 25 mA, au contraire, la charge supplémentaire résultant de l'emploi d'un appareil de ce genre donnerait une lecture inexacte et aurait, en outre pour conséquence une surcharge de la redresseuse. Il vaut donc mieux, dès le début de dépenser un peu plus d'argent et d'acheter un instrument vraiment utilisable dans tous les cas, qui ne peut être qu'un instrument à bobine mobile.

La fig. 303 montre un instrument très répandu dans les milieux techniques sous le nom de « Mavomètre ». Le système et l'échelle sont représentés plus clairement fig. 304. Entre les pôles découpés d'un aimant permanent tourne une bobine en forme de cadre enroulée sur un noyau de fer et reposant dans des supports en pierre précieuse. Le noyau de fer assure un champ magnétique d'intensité constante. Le

courant est amené à la bobine par deux minces ressorts spirals qui ramènent la bobine à sa position primitive dès que le courant est interrompu. L'aiguille indicatrice se déplace devant une double échelle divisée en 75, respectivement 50 parties très régulièrement réparties et disposées des deux côtés d'un petit miroir qui permet une lecture très précise. On regarde l'instrument en fermant un œil et l'on déplace la tête jusqu'à ce que l'on voie disparaître l'image de l'aiguille dans le miroir, derrière l'aiguille elle-même. C'est dans cette position que l'on fait la lecture. On peut alors facilement estimer une subdivision d'une division de l'échelle. L'aiguille parcourt toute l'échelle pour 2 mA sous 0,1 V. Pour des courants plus intenses ou des tensions plus élevées, on intercale des résistances. Si, p. ex. on doit augmenter la gamme de mesure jusqu'à 100 V, on devra insérer en série une résistance qui

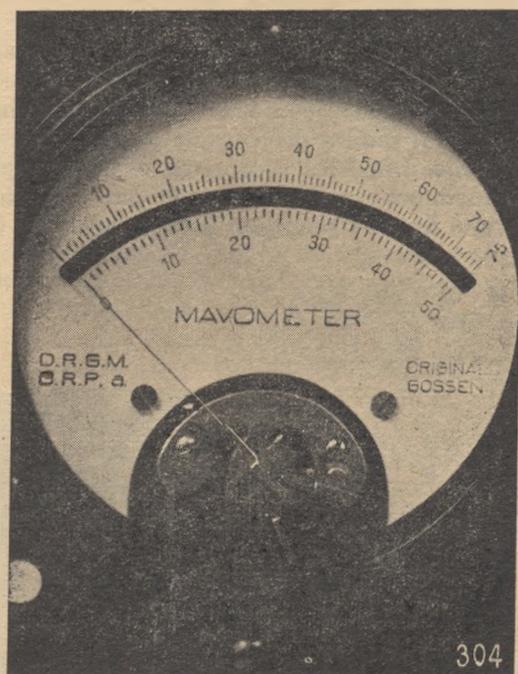


Fig. 304

produise une chute de tension de 99,9 V (avec un courant de 2 mA) pour ne produire qu'une chute de tension de 0,1 V dans l'instrument. La valeur de cette résistance sera donc de $99,9 \text{ V} : 0,002 \text{ A} = 49.950 \Omega$. Cette résistance doit être connectée en série (fig. 305 à gauche) et s'appelle résistance additionnelle. Si, au contraire, la gamme de mesure doit être élevée à 50 mA, on absorbera l'excès de courant de 48 mA dans une résistance en parallèle (avec une chute de tension de 0,1 V) pour que seule l'intensité de 2 mA passe dans l'instrument. Cette résistance sera de $0,1 \text{ V} : 0,048 \text{ A} = 2,08 \Omega$ et doit donc être connectée en parallèle avec l'instrument (fig. 305 à droite); elle s'appelle résistance parallèle ou de dérivation; souvent, on l'appelle du nom anglais de « shunt ». Pour éviter les erreurs, les résistances additionnelles et shunt du Mavomètre ont des longueurs différentes ce qui permet de ne les connecter qu'aux bornes correspondantes (voir fig. 303).

Les fabricants de voltmètres donnent généralement la résistance propre de leurs instruments par rapport à un volt (en Ohms par volt = Ω/V). Le Mavomètre, p. ex. a une résistance de 50 Ω pour 0,1 V soit 500 Ω/V . Cette donnée est pratique. Si l'on veut, p. ex. déterminer le nombre d'Ohms que l'instrument avec sa résistance additionnelle doit avoir pour une gamme de mesure de 100 V, on calculera très

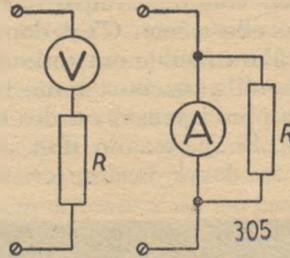


Fig. 305

rapidement comme suit : $100 \times 500 = 50.000 \Omega$. Plus le nombre d'Ohms par Volt est élevé, moins il faudra de courant pour obtenir une élévation complète de l'aiguille. Dans les récepteurs pour courant alternatif, la tension varie évidemment aussitôt que la consommation de courant présente une variation ; c'est pourquoi il faut employer des instruments

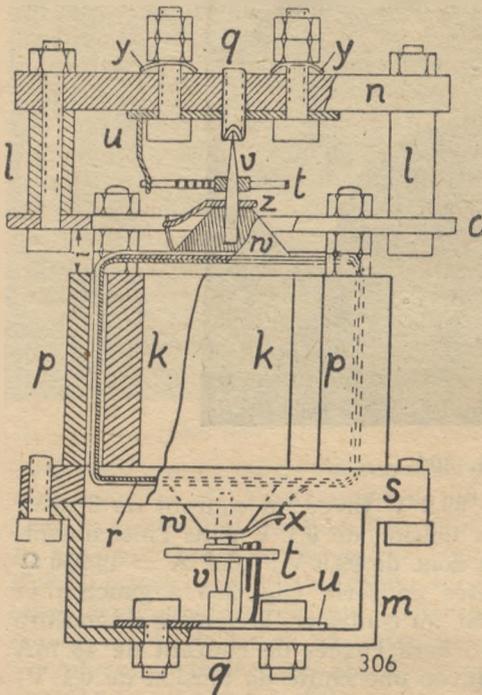


Fig. 306

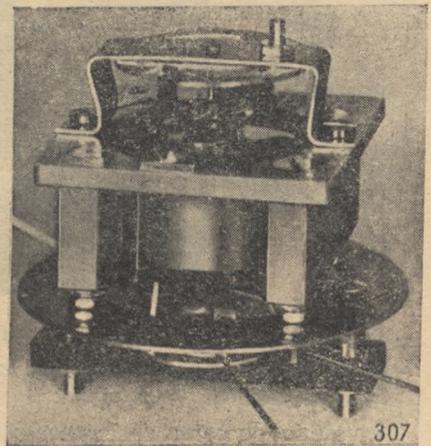


Fig. 307

qui absorbent le moins possible de courant. Un instrument de mesure de 100 Ω/V comme beaucoup d'installateurs en emploient encore, absorbe $1 V : 100 = 0,01 A = 10 \text{ mA}$. C'est beaucoup trop pour une mesure dans l'alimentation. Si nous ne pouvons nous payer qu'un seul voltmètre, nous nous efforcerons toujours de trouver un instrument

avec une résistance par Volts aussi élevée que possible. Les instruments universels qui doivent fonctionner comme mesureurs de courant, tension et résistance, ont généralement des résistances de 500 à 1000 Ω/V . La consommation de courant est alors de 2, respectivement 1 mA pour une élévation complète de l'aiguille. Une résistance par volt plus élevée rendrait la fabrication de l'instrument plus difficile et augmenterait sa sensibilité aux chocs.

Si l'on est adroit, on peut construire deux instruments à cadre mobile très sensibles avec une vieille magnéto de téléphone. L'armature et l'axe de la manivelle sont enlevés. On sciera la caisse contenant les pôles de façon que chaque moitié contienne une demi-pièce polaire et un ou deux aimants. La fig. 306 est le plan d'un dispositif à un seul aimant. Le modèle terminé est représenté fig. 307. Les morceaux de pièces polaires sont soutenus par le flasque S coupé en cercle. Sur les pièces polaires, on fixe au moyen de boulons, un anneau o qui supporte la traverse isolante n au moyen de pièces d'écartement l. Sur celle-ci se fixe un palier u, au moyen de boulons et de rondelles Grower y; le bras de ce palier est soudé au ressort spiral t au moyen d'une goutte de soudure. Ce ressort spiral est relié d'autre part par la pointe v (aiguille de phonographe) et la lamelle de soudure de l'aiguille z à une des extrémités de la bobine. De la même façon, à l'autre extrémité du dispositif, la traverse m fixée au flasque s est munie d'un palier u qui, par le ressort t, la pointe v et la lamelle de soudure x est relié à l'autre extrémité de la bobine. Les deux aiguilles v sont cimentées dans deux petits supports isolants w et fixées par ceux-ci au cadre de la bobine. Les pointes des aiguilles reposent dans des paliers en saphir. Le cadre est formé d'une mince feuille d'aluminium et porte un enroulement de fil sous soie verni au vernis Japon. Pour renforcer le champ magnétique, ce qui augmentera la sensibilité, et assurera une échelle à divisions égales, on monte à l'intérieur de la bobine, un morceau de tube à gaz k. La bobine tourne dans l'étrémité formé entre le noyau k et les faces des pièces polaires p. Le moyeu de l'aiguille z porte, non seulement une lamelle de soudure, mais aussi une mince aiguille indicatrice et deux petits bouts de fil qui servent de contrepoids. La sensibilité des deux appareils s'élève pour le système à un aimant à 1,2 mA/0,63 V et pour le système à deux aimants, à 0,8 mA/0,14 V. Ceci correspond respectivement à 833 et 1250 Ω/V . L'enroulement consiste en 510 spires isolées au coton en fil de cuivre de 0,05 mm ou en 300 spires de fil isolé sous soie de 0,07 mm.

L'étalonnage d'un appareil de fabrication personnelle ou réparé se fait par comparaison avec un appareil étalonné. Pour des voltmètres, on les connecte en parallèle entre eux et avec un diviseur de tension R (fig. 308a). On prend les tensions disponibles et on inscrit sur J1 les tensions obtenues en J2. Les ampèremètres seront connectés en série et l'on règle le courant à mesurer au moyen de la résistance R comme l'indique la fig. 308b. Les résistances nécessaires pour l'élargissement de la gamme de mesure peuvent être bobinées avec du fil de résistance. La valeur exacte de la résistance sera déterminée par mesure. Si l'on ne dispose pas d'un appareil spécial de mesure des résistances (ohmmètre ou pont de mesure), on mesurera avec précision la tension U d'un accumulateur avec le voltmètre (p. ex. 3,9 V), on insérera la résistance dans la connexion et on lira à nouveau la tension (p. ex. 3,0 V). On déterminera ensuite quelle résistance présente le voltmètre

pour sa gamme de mesure — p. ex. un instrument de $500 \Omega/V$ a, pour la gamme de mesure de $5 V$ une résistance de $500 : 5 = 2500 \Omega$ — et l'on calculera :

$$R_x = R \times \frac{U - U_1}{U_1}$$

dans ce cas :

$$2500 \times \frac{3,9 - 3,0}{3,0} = 2500 \times 0,3 = 750 \Omega$$

Pour la mesure de très hautes résistances, il faut aussi une très haute tension de mesure ; l'instrument doit donc avoir une gamme de mesure plus étendue. Les faibles résistances seront déterminées comme suit : On connecte une résistance quelconque R_s avec la source de courant et l'ampèremètre. La résistance R_s sera prise assez grande pour que l'aiguille de l'instrument atteigne presque son élongation complète. A cause de la forte charge, on ne peut utiliser qu'un accumulateur comme source de courant pour que la tension U de $4 V$ p. ex. reste inchangée pendant toute la mesure. On lit alors l'intensité du courant I_1 qui s'élève, p. ex. à $0,4 A$ et l'on connecte la résistance R_x en série avec le circuit. L'instrument indique maintenant une intensité

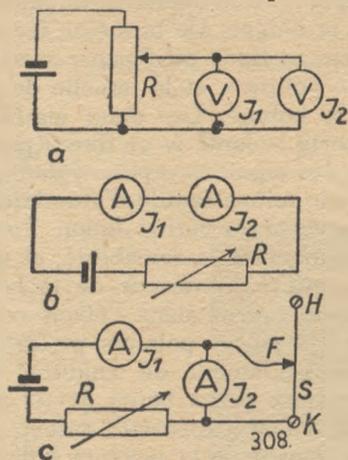


Fig. 308

plus petite I_2 , p. ex. $0,32 A$. On trouve alors la résistance cherchée comme suit :

$$R_x = \frac{U}{I_2} - \frac{U}{I_1}$$

Dans notre cas, donc :

$$\frac{4}{0,32} - \frac{4}{0,4} = 12,5 - 10 = 2,5 \Omega$$

Plus la gamme de mesure d'un instrument doit devenir grande par le raccordement en parallèle d'une résistance, plus la valeur de cette résistance doit être faible. La détermination directe de la valeur exacte de cette résistance par mesure est ennuyeuse et peu précise. Avec un raccordement comme celui de la fig. 308c, la résistance sera réglée à sa juste valeur. On tend le fil de résistance S entre deux vis K et H sur une planche et l'on glisse la pince crocodile F jusqu'à ce que l'instrument J_2 donne la même indication que l'instrument J_1 . Au

moyen de R, on peut ainsi régler le courant de façon que l'aiguille reste sur n'importe quelle division du cadran. Lorsque les aiguilles des deux instruments marquent la même mesure, le fil KF est la résistance shunt cherchée. Les fils de connexion de ce raccordement doivent être très gros ou consister en bandes de laiton sinon ils influencent le résultat des mesures. Les résistances additionnelles pour les gammes de tension plus grandes des instruments de mesure atteignent des valeurs démesurées. Si on les exécute en fil de résistance, elles seront très précises mais coûteront fort cher. La construction personnelle est difficile car, souvent, on ne dispose pas de l'instrument de précision nécessaire et il en résulte des erreurs appréciables. Il est plus simple de calculer les résistances nécessaires et d'employer une résistance en carbone pour appareil de mesure (exécution précise) qui ne coûte pas cher. Ces résistances sont formées d'une couche de carbone cuite sur

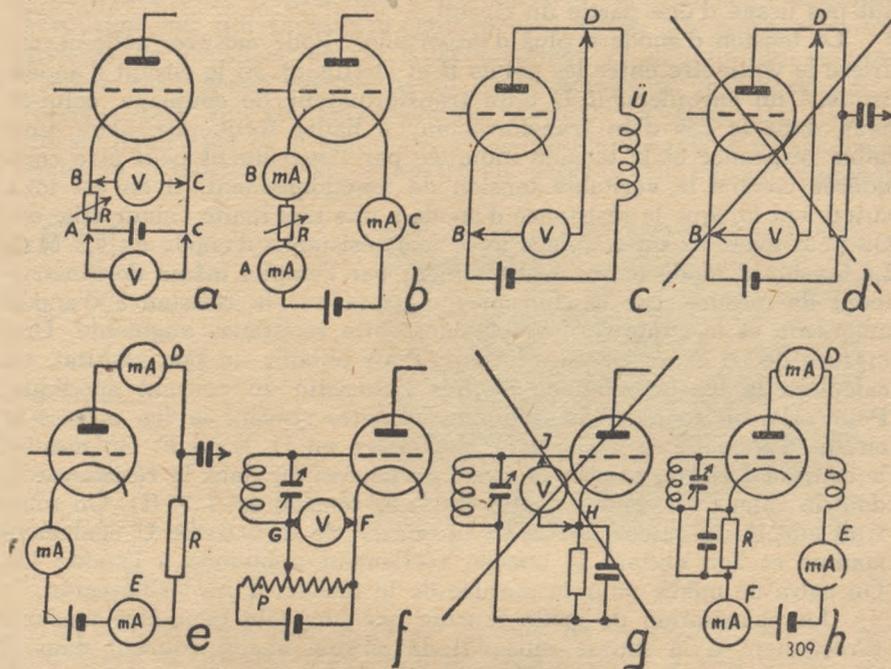


Fig. 309

un petit tube de produit céramique. Elles sont pratiquement indestructibles et peuvent être fournies avec des tolérances de 1 % (la résistance ordinaire peut présenter des écarts de 10 %).

Comment doivent être placés les instruments de mesure dans le raccordement ? En principe, un voltmètre doit être raccordé entre les points dont on doit déterminer la différence de potentiel. L'ampèremètre doit être inséré quelque part dans le circuit. Pour le surplus, le schéma détermine l'erreur de mesure qui en résulte. Dans la fig. 309, on a schématisé quelques cas pratiques. La fig. a montre un voltmètre dans le circuit de chauffage. Entre les points A et C il indiquera la tension de fonctionnement qui n'est pas la tension de chauffage de la lampe, puisque, dans la résistance R, il se produit une chute de tension. Seul le raccordement aux points B et C donnera la tension exacte qui règne aux extrémités du filament tant que l'instrument restera raccordé

entre ces points. Le voltmètre est, en effet, une résistance connectée en parallèle sur le filament. La résistance totale formée par le filament et le voltmètre est plus basse que celle du filament seul, le courant absorbé augmente et la chute de tension en R augmente également. Si, p. ex. nous réglons R pour atteindre la pleine tension de chauffage, le fait d'enlever le voltmètre produira une surtension. Dans les anciens postes à batterie, cela avait une certaine importance ; les lampes modernes sont, à ce point de vue, tellement insensibles qu'une résistance de réglage du filament n'est plus nécessaire. Seules les fortes variations de tension des piles sèches seront combattues par une résistance réglable par paliers ou par une résistance fer-hydrogène auto-régulatrice. Pour la mesure du courant de chauffage on connecte l'ampèremètre dans une des connexions du filament (fig. b). Il est indifférent que l'instrument soit raccordé en A, B ou C, tant qu'un autre courant ne fait pas usage d'une partie du circuit.

La tension d'anode a plus d'importance. Pour mesurer celle-ci, on insère le voltmètre entre les points B et D (fig. c). Si le circuit d'anode contient un enroulement U d'un transformateur de couplage, celui-ci peut, dans le cas d'un transformateur à haute fréquence, avoir une faible résistance et la tension indiquée par l'instrument peut être considérée comme la véritable tension de fonctionnement. Il en est tout autrement lorsque la résistance d'anode a une très haute valeur (fig. d). On peut avoir ici un couplage avec une résistance d'anode de $0,2 \text{ M}\Omega$. La tension d'anode tombe brusquement par l'emploi même de l'instrument de mesure, car le courant qui passe par la résistance d'anode augmente et la chute de tension dans cette résistance augmente. Une mesure de ce genre est sans valeur. Pour obtenir un bon résultat, on calculera la tension d'anode d'après l'intensité du courant anodique. Pour cela, on connecte un milliampèremètre suivant la fig. e dans le circuit d'anode. Peu importe qu'on l'insère en D, E ou F. On mesure le courant I et l'on calcule la chute de tension U_r dans la résistance R, dont la valeur est connue (cette chute de tension est $I \times R$). On soustrait ensuite la valeur de U_r de la tension de la batterie U également connue et l'on obtient la tension réellement appliquée à l'anode U_a . On agira de même pour la mesure de la tension d'une grille-écran.

La polarisation de grille fournie par une pile peut être mesurée directement à la source puisqu'il ne circule aucun courant dans le chemin de la source à la grille et qu'il ne s'y produit aucune chute de tension. La polarisation de grille d'une lampe finale prise sur un potentiomètre se mesure en insérant le voltmètre entre les points F et G (fig. f). Pour les lampes à chauffage indirect, cette méthode ne peut pas être appliquée, car ici la polarisation de grille est obtenue par une chute de tension sur la résistance de cathode (fig. g). Si nous insérons le voltmètre entre les points I et H, la résistance de l'appareil serait connectée en parallèle sur la résistance de cathode ce qui changerait la résistance utile et par conséquent la polarisation. On peut calculer la chute de tension produite dans la résistance de cathode en partant de la valeur du courant d'anode (point D, E ou F) (fig. h) et de la valeur de la résistance R.

Dans les ateliers de réparation, on n'a pas le temps de calculer les tensions réelles des électrodes des lampes. Pour cette raison, l'industrie, dans ses schémas de réparation ne donne pas les tensions réelles, mais les valeurs mesurées que l'on peut lire en insérant un instrument déter-

miné aux points indiqués. Souvent, ces valeurs se rapportent à un instrument de mesure de 500 ou 1000 Ω/V qui, pour les hautes tensions, est mis sur la gamme de 500 resp. 300 V et, pour les basses tensions, sur la gamme de 15 V. Le schéma de mesure correspond à la fig. 309c, d et g. Si donc, on construit un appareil de mesure suivant un schéma de réparation, les chiffres obtenus ne peuvent pas être considérés comme les tensions de fonctionnement réelles pour calculer les résistances de charge.

Pour calculer une chute de tension en partant d'un courant d'anode, il est nécessaire de connaître la valeur de la résistance et pour la mesure du courant d'anode souvent faible, il faut un instrument de mesure extrêmement sensible. Il existe une méthode plus simple, à savoir la mesure par comparaison (fig. 310). Le montage du dessus est relié aux deux points entre lesquels on veut mesurer la tension. Le galvanomètre à courant nul qui indique à gauche et à droite du point zéro une division de l'échelle, bouge immédiatement et indique un courant. Prenons maintenant, au moyen du potentiomètre R, une tension à la batterie, telle que le galvanomètre revienne au zéro. Dès lors la tension extérieure et la tension de compensation de même polarité sont égales et la valeur lue au voltmètre correspond à la tension cherchée.

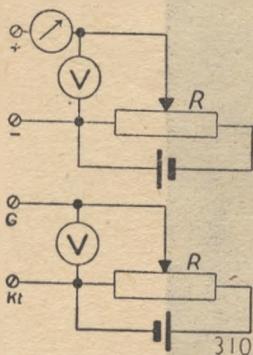


Fig. 310

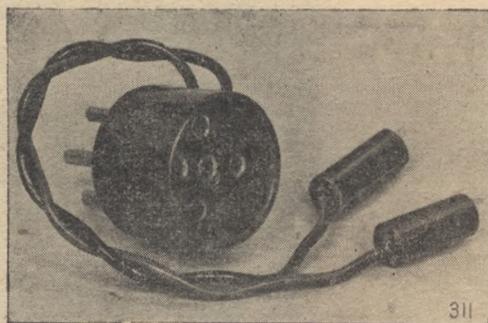


Fig. 311

Si l'on dispose d'une pile sèche convenable, on peut aussi mesurer de cette façon la tension d'anode d'un amplificateur à résistances. Le montage du dessous de la fig. 310 est conçu pour la détermination de la tension de grille. Le courant d'anode de la lampe à examiner sera d'abord mesuré et noté. Ensuite on déconnecte la grille et on relie le montage de mesure entre la grille et la cathode. On rétablit ensuite la valeur primitive du courant d'anode par une prise de tension sur R ; on lit ensuite sur le voltmètre la tension utile de grille.

Dans les appareils complètement terminés, ces connexions ne sont pas toujours facile à atteindre. L'insertion d'un ampèremètre dans le circuit d'anode n'est pas possible sans défaire une connexion. Il est plus simple d'employer un culot de mesure. Dans la fig. 311 on voit une photographie d'un appareil de ce genre pour lampes avec culot à broches. Des culots de mesure pour les lampes modernes seront bientôt dans le commerce. La construction en partant d'un culot de lampe et d'un socket de lampe en bakélite n'est pas difficile ; la lampe est simplement tirée de son socket et remplacée après interposition du culot de mesure. On insère l'ampèremètre au moyen des fils de mesure. Si

toutes les tensions et tous les courants d'un étage doivent être mesurés en même temps, ou rapidement l'un après l'autre, il faudra un « analyseur » (fig. 312). La lampe est prise hors de l'appareil et placée dans l'appareil de contrôle ; au lieu de la lampe dans l'appareil on enfonce un culot de mesure qui relie tout l'étage d'amplification à l'appareil de contrôle par un câble à faible capacité. L'instrument du dessus mesure la tension de chauffage, l'ampèremètre de dessous donne les courants d'anode et de grille-écran et possède deux gammes de mesure que l'on peut commuter ; le voltmètre adjoint à droite sert à mesurer les tensions. Bien qu'une mesure de tension soit, dans beaucoup de cas, incertaine et inexacte, elle donne cependant, pour un contrôle général, comme celui décrit ci-dessus, une indication plus ou moins précieuse. L'interrupteur placé en haut à droite permet d'insérer une résistance de $10\text{ M}\Omega$ dans le circuit de grille ce qui indique, par la variation du courant d'anode qu'il existe un courant de grille ; cette

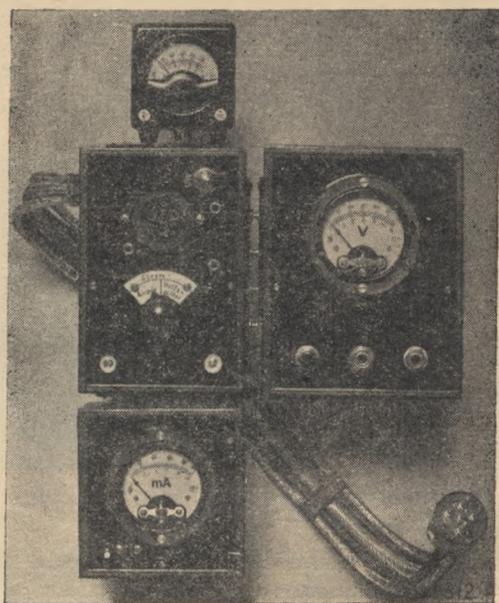


Fig. 312

résistance est court-circuitée pendant les autres mesures. Dans la fig. 313, nous donnons le schéma de raccordement de cet appareil. S est la borne de connexion d'une prise latérale ou supérieure pour anode lorsque celle-ci existe. Les différentes douilles sont prévues pour pouvoir connecter exactement le voltmètre. La mesure simultanée du courant et de la tension dans une seule et même connexion doit être évitée autant que possible, car la consommation propre du voltmètre sera ajoutée à l'indication de l'ampèremètre. On mesurera donc d'abord le courant, puis on déconnectera l'ampèremètre et l'on déterminera la tension. Si l'on désire absolument mesurer les deux valeurs simultanément, le pôle + du voltmètre devra être relié au pôle + de l'ampèremètre.

Cet appareil, construit pour lampes à broches, peut, sans grande

peine être adapté pour la mesure des lampes modernes. Toute la partie basse fréquence peut être mesurée au moyen de cet appareil et contrôlée en marche ; dans la partie haute fréquence, la capacité du câble de liaison et de l'appareil de contrôle lui-même produit un amortissement qui diminue la réception. Un amplificateur haute fréquence ou un étage détecteur pourrait même accrocher. Le courant d'anode pourrait en être diminué ce qui donnerait une erreur de mesure. On peut éviter cet accrochage en connectant une plus grande capacité en parallèle sur le circuit d'accord. L'épreuve du doigt, bien connue — en touchant la grille d'une lampe qui accroche, le courant d'anode augmente — repose, elle aussi, sur un court-circuitage à haute fréquence du circuit de grille ce qui a pour conséquence d'arrêter les oscillations. Pour les lampes oscillatrices ou de mixage, qui doivent être contrôlées alors qu'elles oscillent, on peut établir de la même façon si cet étage continue à osciller pendant la mesure. Si ce n'est pas le cas, lorsque l'instrument de contrôle est connecté, on mesurera le courant d'anode avec un culot de mesure et l'on prendra les tensions directement dans le montage.

Il est toujours dangereux de placer directement une lampe défectueuse dans l'appareil de contrôle. Il se peut qu'une des électrodes soit

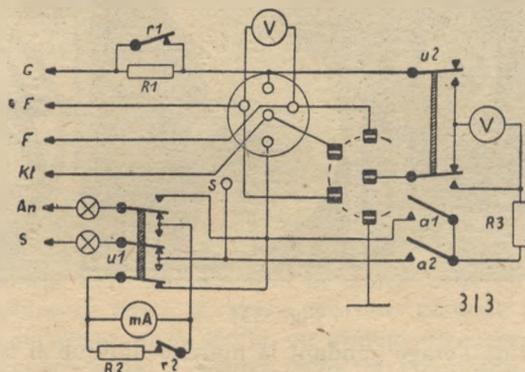


Fig. 313

interrompue ou qu'il existe un court-circuit dans la lampe, ce qui pourrait abîmer l'appareil. On essaiera donc d'abord la lampe dans un appareil de contrôle des lampes (fig. 314). Une petite source de courant dont la tension est plus faible que la tension de filament de la lampe est connectée à l'appareil et reliée à l'instrument de mesure dans la première position du commutateur. Dans la deuxième position du commutateur on obtient une déviation de l'aiguille de l'instrument lorsque le filament n'est pas rompu. En tournant davantage le commutateur, l'instrument doit rester sans courant, sinon il y a quelque part un contact entre électrodes. La fig. 315 montre le schéma de cet appareil. On peut facilement l'étendre aux autres types de culot et il peut, en outre, être relié à un montage de contrôle à lampe à gaz. En principe, on peut aussi effectuer toutes les mesures qui se font ici par la manœuvre du commutateur, en touchant l'une après l'autre toutes les broches qui sortent du socket avec les deux fiches de contrôle. On peut aussi contrôler les lampes au point de vue interruption du filament et contact des électrodes avec l'appareil de contrôle de poche à lampe à gaz.

Le court culot des lampes sans broches ne sort que très peu du support. Il faut éviter de toucher le globe de la lampe avec les mains pour éviter de le détacher du culot. Il vaut mieux d'introduire la lame d'un tourne-vis entre le culot et le ressort du socket et de soulever la lampe en appuyant avec précaution sur le tourne-vis. Pendant ce travail, le récepteur doit être déconnecté.

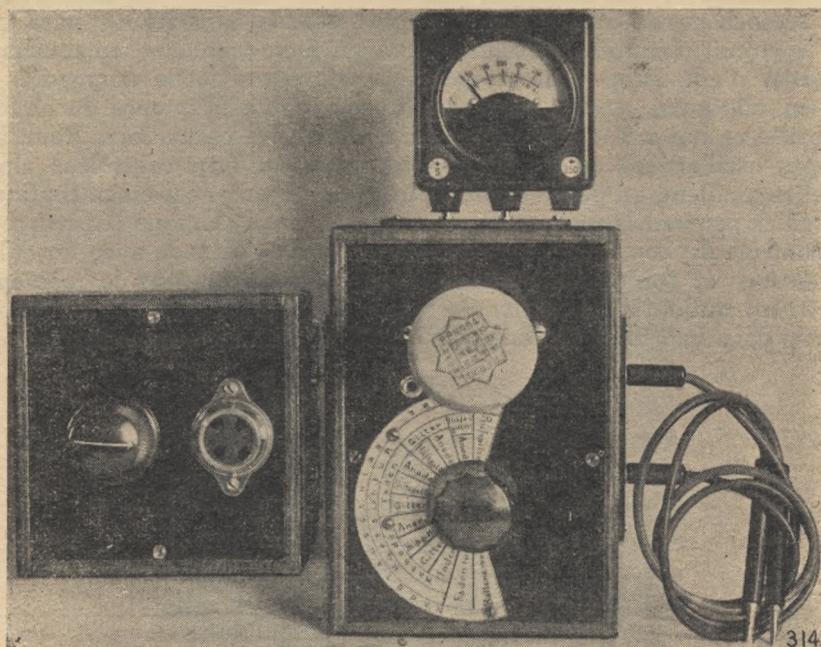


Fig. 314

Le contrôle de l'étage pendant la marche indique si la lampe reçoit les tensions qui lui conviennent. L'étage à contrôler d'abord dépend du fait de savoir si l'appareil marche ou non. Dans le dernier cas, on examine d'abord l'amplificateur à basse fréquence et après le contrôle

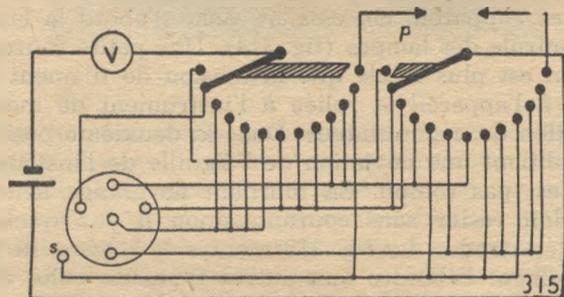


Fig. 315

P = Pointes d'essai

des tensions continues on couple une source de courant à basse fréquence (magnéto de téléphone, moteur synchrone tourné à la main, buzzer ou pick-up) aux bornes d'entrée. Si l'on obtient ainsi un son ou un bruit, on examine le détecteur et pour cela on relie l'antenne

par un petit condensateur à la borne d'entrée de cet étage. La détection est contrôlée en connectant un casque téléphonique entre l'anode et l'élément de couplage de l'étage amplificateur suivant; ensuite, on y ajoute l'amplificateur basse fréquence. On peut capter rapidement l'émission en n'importe quel point situé après le détecteur ou l'amplificateur en reliant une des bornes du casque au châssis et l'autre, par une grande capacité (10.000 cm à 1 μ F) à l'anode de l'étage à examiner. Lorsque nous observons la lampe finale qui est la plus exposée à une surcharge du courant d'anode, nous verrons nettement osciller l'aiguille de l'instrument lorsque la reproduction est affaiblie ou amortie. Cela indique une surcharge. On élèvera la tension d'anode jusqu'à sa plus haute valeur permise et l'on changera la polarisation négative de grille jusqu'à ce que l'aiguille reste immobile. La direction que prend l'aiguille indiquera si la surcharge provient d'une polarisation trop haute ou trop faible. Avec une trop haute tension de polarisation, l'aiguille saute toujours dans la direction des courants plus forts tandis que, avec une polarisation trop faible, l'aiguille tend à marquer un courant plus faible. Ce phénomène peut cependant ne pas se produire avec les pentodes modernes, car la forte amplification et même l'inégalité de l'amplification due à la courbure de la caractéristique se marque par des oscillations de l'aiguille. Il peut aussi se faire que les mouvements de l'aiguille se fassent dans tous les cas surtout avec un puissant orchestre. Dans ce cas, l'étage final est trop faible pour pouvoir amplifier linéairement la tension alternative y appliquée. Si la lampe est assez grande, mais néanmoins surchargée, on ne peut que diminuer l'énergie entrante (en mettant la réaction à zéro, en relâchant le couplage d'antenne, etc.) On peut contrôler rapidement la zone de fonctionnement de la lampe en notant le courant d'anode normal et en diminuant légèrement la polarisation de grille (d'environ 2 Volts). Si le courant d'anode augmente, cela indique que la lampe peut être attaquée; en divisant la différence entre les deux courants d'anode par la variation de tension de polarisation de grille, on obtient directement la pente en mA/V. On mesurera de la même façon la possibilité d'attaque dans l'autre direction en augmentant la polarisation. On voit ainsi si le point de fonctionnement est exactement placé. A chaque interruption du circuit de grille, p. ex. pendant que l'on enlève et déplace la fiche de polarisation, le courant d'anode monte immédiatement jusqu'à la saturation ou jusqu'au courant maximum que peut fournir la batterie. La lampe, la batterie et l'instrument peuvent en être gravement endommagés; dans un appareil alimenté sur réseau, la lampe finale peut être en danger par l'ouverture du circuit de grille. Pour éviter cela, on déconnectera le circuit de chauffage pendant le changement de polarisation. Dans un détecteur par anode le courant d'anode augmente lors de la production des oscillations de réaction. Dans une détectrice par grille, le courant diminue dans ce cas. Une diode peut difficilement être contrôlée par une mesure, car il n'y a pas de tension d'anode et par suite il ne se produit pas de courant d'anode à vide. Ce n'est que sous l'influence de tensions alternatives d'anode à haute fréquence que des impulsions de courant synchrones se produisent. On aura rarement à portée de la main des instruments suffisamment sensibles et adéquats. Le plus simple est, comme nous l'avons déjà dit plus haut, d'introduire l'amplificateur à basse fréquence dans la mesure et d'écouter avec celui-ci le fonctionnement de la diode. Pour cela, l'antenne

sera reliée au circuit connecté avant la diode ou on relie un ondemètre modulé ou un émetteur d'essai aux bornes d'entrée de la diode.

Un étage amplificateur H.F. qui fonctionne convenablement ne doit donner aucune écoute audible dans un écouteur téléphonique inséré dans le circuit d'anode, sinon c'est qu'il existe une détection indésirable (déformation). Comme un étage amplificateur à haute fréquence ne diffère principalement d'un étage basse fréquence que par le genre de couplage, dans la plupart des cas, il est possible d'attaquer un étage haute fréquence par une fréquence audible à la grille et d'écouter le fonctionnement de l'amplificateur dans le circuit d'anode. Avec des lampes à forte amplification propre, la tension basse fréquence doit être très faible si l'on ne veut pas charger la lampe trop fort (déformation). Aussitôt que le détecteur y est ajouté, il ne peut plus être question que d'une attaque par une haute fréquence modulée provenant de l'antenne ou de l'émetteur de contrôle.

Les récepteurs alimentés sur réseau sont souvent construits après un calcul préalable dans lequel il est supposé que le rendement de la partie alimentation a une valeur déterminée. Il peut alors arriver que, à cause des tolérances de fabrication, des transformateurs d'alimentation et des redresseuses, ne fournissent pas l'énergie désirée d'où il résulte

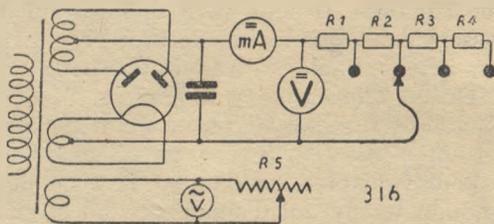


Fig. 316

que les tensions fournies ne sont pas exactes. Il vaut mieux de construire d'abord la partie alimentation avant le montage de l'appareil et d'en relever la courbe de rendement. Dans la fig. 316, nous donnons un schéma simple pour effectuer cette mesure. Pour la mesure, le transformateur d'alimentation, la redresseuse et le premier condensateur d'égalisation suffisent. On connecte un ampèremètre et un voltmètre avec ces appareils tandis que R1 à R4 représente une chaîne de résistances en fil bobiné capables de subir de fortes charges. Ces résistances servent à absorber la tension fournie par la redresseuse. Elles permettent d'obtenir différentes intensités de courant. Comme les enroulements d'un transformateur d'alimentation s'influencent mutuellement, il est nécessaire de charger l'enroulement de chauffage par une résistance R5 de façon que le voltmètre y raccordé n'indique que la tension prescrite. Comme le courant de chauffage est un courant alternatif, c'est évidemment un voltmètre à courant alternatif qu'il faudra y placer. De cette façon, on pourra, en même temps, contrôler le rendement de l'enroulement de chauffage. On raccorde plusieurs lampes de 4 V consommant chacune 0,3, 0,6 ou 0,8 A en parallèle jusqu'à ce que l'on atteigne la consommation calculée du poste (y compris celle des lampes de cadran); on lira alors sur le voltmètre si la tension de chauffage est encore suffisante. On économise ainsi un ampèremètre. On peut vérifier de la même façon l'enroulement de chauffage de 6,3 V pour lampes en métal avec des lampes de 6 V. Maintenant, nous pouvons considérer

le rapport d'intensité et tension dans la partie redresseuse comme correspondant aux conditions de fonctionnement. Par des charges différentes (R_1 , $R_1 + R_2$, $R_1 + R_2 + R_3$, etc.) on obtiendra des intensités différentes et l'on pourra lire sur les instruments les courants et les tensions correspondantes. En reportant les résultats de ces différentes mesures sur un système d'axes de coordonnées, on obtiendra une courbe semblable à celle de la fig. 102. Le paragraphe « consommation de courant » donne des détails sur l'interprétation de cette courbe.

Bien qu'un récepteur soit finalement alimenté par du courant continu, il produit et fournit des tensions alternatives. Pour les contrôler au moyen d'instruments à courant continu, nous devons relever des caractéristiques et effectuer des calculs. Avec des appareils de mesure à courant alternatif, nous pourrions avoir immédiatement et sans calcul, une idée de la situation. Il y a toutefois une difficulté. La haute fréquence existant dans l'appareil et la basse fréquence non amplifiée sont si faibles qu'elles ne peuvent être mesurées que par des instruments très sensibles qui coûtent très cher.

Le plus simple est de mesurer de fortes tensions à basse fréquence. Les tensions alternatives seront transformées en tensions continues au moyen d'un redresseur oxymétal et, pour mesurer celles-ci, on emploie un instrument à cadre mobile. Le redresseur fer-sélénium représenté à droite de la fig. 156 dans le montage Graetz, peut très bien servir dans ce but, car, par suite de sa construction à faible capacité, il convient pour toutes les fréquences audibles. Un courant alternatif de 2,4 mA à une fréquence jusqu'à 1500 Hz provoque, dans un Mavomètre une indication à courant continu de 2 mA. Au-dessus de 1500 Hz, le courant mesuré diminue quelque peu à cause de la capacité du redresseur. L'erreur de mesure s'élève à 10 % jusqu'à 3000 Hz, 25 % jusqu'à 3500 Hz et 35 % jusqu'à 7000 Hz. Ces chiffres varient si l'instrument de mesure est employé avec une autre résistance propre ou si les courants à mesurer varient, mais ils donnent une idée claire de l'exactitude que l'on peut atteindre. L'erreur de mesure n'apparaît nettement que lorsque l'on veut mesurer des fréquences pures, p. ex. lorsqu'on veut relever la courbe de fréquence d'un amplificateur et que, pour cela, on applique aux bornes d'entrée de l'amplificateur des fréquences fixes successives croissant progressivement. Dans la mesure des basses fréquences provenant d'émissions, p. ex. de musique, on a affaire à des mélanges de tons qui varient constamment. Les tons fondamentaux puissants des instruments de musique se trouvent dans le domaine compris entre 50 et 3000 Hz. Comme il ne se produit pratiquement aucune erreur en-dessous de 1500 Hz et que l'erreur n'est que de 10 % jusqu'à 3000 Hz, on peut généralement les négliger. Pour des mesures aux amplificateurs, on emploie des fréquences de 800 ou 1000 Hz.

Pour l'exécution pratique d'un appareil à connecter sur le courant alternatif, nous ferons usage du schéma de la fig. 317. Les résistances R_1 , R_2 et R_3 permettent différentes gammes de mesure pour les tensions qui doivent être raccordées d'une part à la borne 0 et d'autre part aux bornes V_I , V_{II} ou V_{III} . Pour la mesure des courants, on emploie les bornes 0 et A. A la capacité de charge du redresseur, on peut mesurer des courants jusqu'à 100 mA. Comme il est à recommander d'employer un instrument à cadre mobile très sensible, on peut lui adjoindre une résistance en parallèle ce qui augmente la gamme de mesure en proportion. La fig. 318 montre l'intérieur d'un appareil de

ce type. Il est conçu pour 8 gammes de tensions et une gamme de courants alternatifs. Comme résistances on employait précédemment des potentiomètres bobinés sur tubes de stéatite. Pour pouvoir séparer

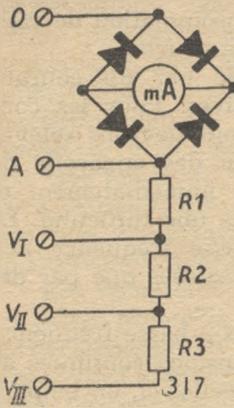


Fig. 317

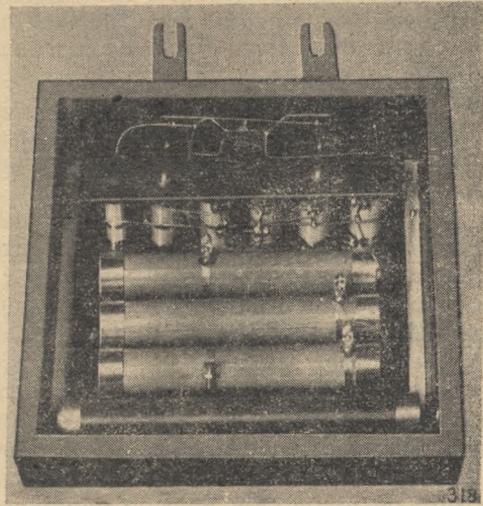


Fig. 318

à tout instant l'appareil d'adaptation de l'instrument à courant continu, minations subséquentes des tensions déduites de la courbe sont quelque peu ennuyeuses, on la réduit à une échelle linéaire (fig. 319 en-

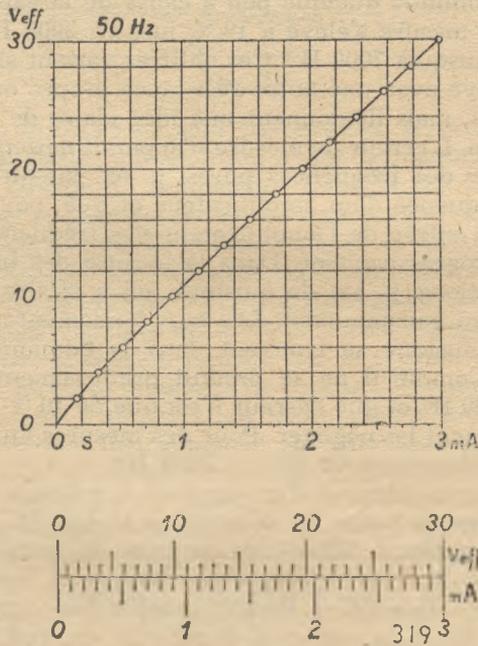


Fig. 319

il est muni de broches de contact fendues. Pour l'étalonnage il faut un instrument de comparaison. La courbe d'étalonnage prise à 50 Hz pour la gamme de 30 V est représentée fig. 319 au-dessus. Comme les détec-

dessous). Il suffit alors de chercher sur l'échelle inférieure l'élongation de l'aiguille relevée sur l'instrument, et l'on trouve, au-dessus, la tension cherchée.

Pour la mesure de tension alternatives, il se peut que l'on raccorde l'instrument à redresseur entre des points où, outre la tension alternative, il règne aussi une tension continue, p. ex. lorsque nous l'appliquons entre l'enroulement primaire d'un transformateur de sortie et le châssis, dans ce cas, on écartera la tension continue par un condensateur de 2 à 4 μF .

Le redresseur fer-sélénium ne peut être employé que dans la gamme des basses fréquences. Sa capacité est beaucoup trop grande pour redresser de hautes fréquences. Au contraire, les très petits redresseurs oxymétal comme ceux qui sont employés dans le «Sirutor» ou dans le «Westector» conviennent parfaitement. Les faibles courants alternatifs qui interviennent dans un récepteur ne produisent que de faibles courants continus. Dans la fig. 320 en haut à gauche, on trouve le schéma d'un «Sirutor». Il peut être employé pour des mesures jusqu'à 350 m de longueur d'onde. Le condensateur C a, pour la mesure de hautes fréquences, de 5.000 à 10.000 cm. La résistance R doit être d'au moins 0,5 M Ω . Dans ces conditions on peut obtenir, avec une

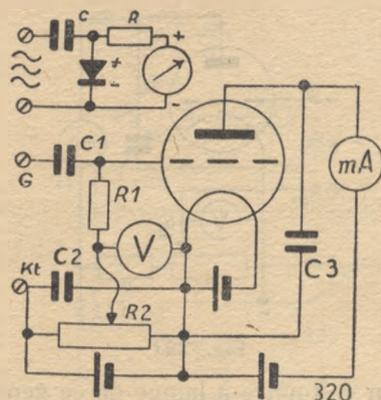


Fig. 320

tension alternative de 10 V un courant continu de 0,02 mA. L'instrument ne peut donc avoir qu'une gamme de mesure de 0,1 mA au plus. Si l'on ne peut pas disposer d'un instrument aussi coûteux, il ne faut pas construire ce montage. Un détecteur à cristal ne peut pas être employé comme redresseur, car, même des exécutions stables comme le carborandum avec ressort d'acier forment un contact trop incertain et rendent l'étalonnage illusoire. Il nous faut une installation de mesure sensible qui ne charge pas le circuit de mesure par une consommation de courant et dont l'étalonnage reste constant pendant un long temps, tout en étant constitué des pièces les plus simples. On trouvera une installation de ce genre dans un voltmètre à lampe (fig. 320 en-dessous). La tension de haute fréquence appliquée entre les bornes G/Kt agit, à travers les condensateurs C1 et C2 destinés à arrêter les courants continus, sur la grille et la cathode de la lampe. Lorsque l'appareil est employé pour la haute et la basse fréquence, C1 et C2 ont chacun une capacité de 10.000 cm. Pour les mesures à haute fréquence 1000 cm seulement. La polarisation de grille est prise d'une batterie sur un

potentiomètre R2 et est envoyée à la grille à travers le filtre haute fréquence R1 ($5\text{ M}\Omega$), la lampe travaille comme détectrice d'anode. Le condensateur C3 (environ $0,1\ \mu\text{F}$) est connecté en parallèle avec l'ampèremètre. Pour la mesure, on ajustera la polarisation pour que le courant d'anode diminue fortement (point de travail sur la courbe inférieure de la caractéristique). Après avoir relevé la courbe d'étalonnage, nous reviendrons toujours à ce point de travail. L'application de la tension à mesurer augmente le courant d'anode. Nous cherchons, sur la courbe d'étalonnage l'augmentation de courant lue sur l'instrument et nous lisons la tension correspondante. La gamme de mesure s'étend jusqu'à 15 à 20 V. Des tensions plus élevées seront mesurées directement au voltmètre. Nous réglerons à nouveau au point de départ (faible courant d'anode) mais nous noterons la tension lue au voltmètre. Après application de la tension à mesurer on diminue le courant d'anode en augmentant la polarisation négative de façon que l'instrument indique à nouveau le courant initial. De la tension lue alors au voltmètre, on retire la valeur initiale notée et la différence est alors égale à la tension maximum (amplitude). Comme on a l'habitude de calculer avec la tension efficace (V_{eff}) valeur moyenne, on multipliera la tension maximum par le nombre 0,71 pour obtenir la tension alternative

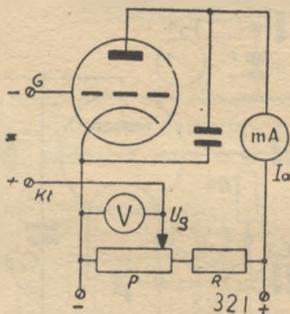


Fig. 321

cherchée en V_{eff} . Un voltmètre à lampe de ce genre est plus ou moins indispensable et devrait se trouver dans tous les laboratoires. Les instruments de mesure sont souvent disponibles ; même de vieux instruments de tableau peuvent être utilisés pourvu qu'ils aient la gamme de mesure désirée. Un appareil de ce genre construit avec une vieille triode et de petites piles est extrêmement peu coûteux. Si l'on emploie une bigrille ou une pentode, on peut se contenter de faibles tensions d'anode. En enlevant les condensateurs C1 et C2 et la connexion entre Kt et la borne négative du filament, on peut aussi mesurer sans perte les tensions continues. Dans la fig. 321 nous donnons un schéma de ce genre pour lampes à chauffage direct ou indirect dont la tension de compensation est obtenue par la tension d'anode. Le rapport entre P et R détermine la gamme de réglage de P. La résistance ohmique du raccordement série $P + R$ peut être assez élevée, car une consommation de courant n'est pas désirable. En général, cependant, nous déduisons les tensions continues du courant et de la résistance de sorte que l'on peut laisser de côté un schéma spécial de voltmètre à lampe pour ces tensions. De cette façon, nous pourrions monter le voltmètre à lampe dès le début exclusivement pour la mesure de courants alternatifs et l'étalonner avec précision.

L'étalonnage est établi avec le courant du réseau à 50 Hz et est alors valable sans plus pour toutes les basses fréquences et aussi suffisamment précis pour les hautes fréquences. Des tensions plus hautes seront prises sur un diviseur de tension (potentiomètre) raccordé au réseau suivant la fig. 308a. Les différentes mesures seront comparées aux indications du voltmètre à courant alternatif J1. L'étalonnage de voltmètres à lampes sensibles (p. ex. avec une lampe à grille-écran ou à deux étages) est plus difficile parce que l'instrument de mesure nécessaire pour l'étalonnage n'est pas facile à trouver. Celui qui dispose d'un tel instrument ne le prête pas volontiers. On s'en tirera alors avec le schéma de la fig. 322 où l'on n'a besoin que d'un simple voltmètre, une deuxième lampe avec un ampèremètre dans le circuit d'anode et un transformateur de chauffage. Le commutateur *du* est d'abord connecté à droite de sorte que la tension de chauffage, prise à l'accumulateur soit réglée exactement sur 4 V au moyen de la résistance *R1*. La résistance *R2* s'élève de 50 à 100 Ω et est nécessaire pour le chauffage à courant alternatif subséquent. La prise en est réglée exactement au milieu. La polarisation négative et la tension d'anode sont

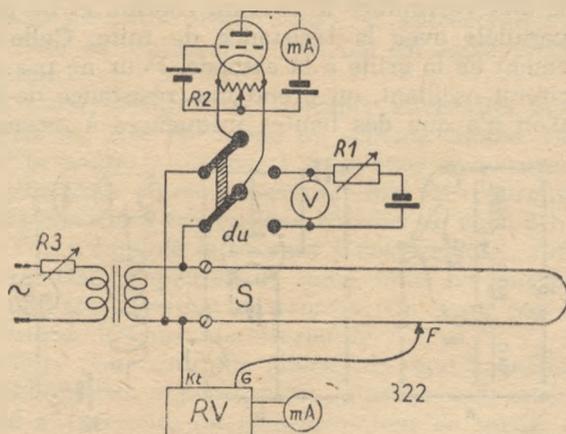


Fig. 322

déterminées de façon que ni la lampe, ni le milliampèremètre, ni la source de courant d'anode ne soient surchargés. Dès que l'on aura réglé la tension de chauffage aussi exactement que possible sur 4 V, on lira le courant d'anode et on le notera, puis on tournera le commutateur vers la gauche. Le filament est maintenant relié à l'enroulement secondaire du transformateur de chauffage. Le courant de chauffage est fourni par le réseau. En même temps que le filament, une boucle de fil *S* est reliée au transformateur. Au moyen de la résistance à forte puissance *R3*, on règle la tension du réseau jusqu'à ce que le mA-mètre indique l'intensité notée. Alors, la tension appliquée au filament ainsi qu'à la boucle *S* est alternative et exactement égale à 4 V eff. La boucle *S* est construite en fil de résistance (Nickeline, Rhéotan, etc.) provenant, p. ex., d'une vieille résistance bobinée. On tend un morceau d'environ 2 m de long et environ 30 Ω de résistance sur une planche de 1,10 m de long. Ce fil est tiré sur 4 rouleaux de porcelaine de telle sorte que la longueur du fil entre les deux bornes de contact soit exactement de 2 m. Comme la tension de 4 V est répartie uniformément sur cette longueur, 5 cm de fil correspondant à 0,1 V eff de tension alter-

native. Le voltmètre à lampe RV est relié par la borne de cathode Kt à l'une des bornes du fil. La borne de grille G est reliée par un fil de cordelière d'éclairage à la pince crocodile F reliée à la boucle S et qui sera ensuite déplacée par bonds successifs de 5 cm. Les résultats de mesure relevés au voltmètre à lampe après chaque déplacement sont notés. On porte les résultats notés sur un système d'axes de coordonnées et l'on obtient la courbe d'étalonnage.

L'étendue de la gamme de mesure des tensions alternatives dépend de la pente de la lampe employée et du schéma. Une détectrice ordinaire est toujours moins sensible qu'une détectrice à grille. Tandis que la lampe RE 084, p. ex., connectée comme détecteur d'anode fournit, avec une haute tension d'anode, une gamme de mesure de 2 à 18 V eff. on obtient, avec la même lampe, connectée en détectrice par grille avec 80 V de tension d'anode, une gamme de mesure de 0,1 à 4 V eff. Dans le premier cas on a besoin d'un milliampèremètre avec une gamme de mesure de 2,5 à 3 mA, tandis que, dans le second cas, on devra employer un instrument pour 4 mA. Comme la tension alternative est généralement superposée à une tension continue, le condensateur de grille doit verrouiller le courant continu et ne peut pas être connecté en parallèle avec la résistance de fuite. Celle-ci doit être insérée directement de la grille à la cathode. Pour ne pas amortir trop fortement le circuit oscillant, on prend une résistance de fuite de 3 à 5 M Ω . Lorsqu'on n'a que des hautes fréquences à mesurer, on peut

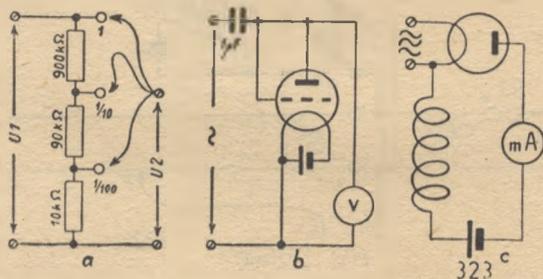


Fig. 323

employer un condensateur de grille de 250 cm; si, au contraire, on doit aussi mesurer la basse fréquence, la capacité doit s'élever au moins à 10.000 cm et le diélectrique doit être de la meilleure qualité. L'anode est reliée à la borne négative de la source de courant de chauffage à travers un condensateur de 0,1 μ F (connecté en parallèle avec l'instrument de mesure et la batterie d'anode).

La détectrice d'un récepteur avec un ampèremètre mesurant le courant d'anode constitue un voltmètre à lampe. On peut, p. ex. déduire l'intensité de champ de l'émetteur de l'intensité du courant d'anode. Pour relever une courbe de résonance, il manque toujours le fin réglage nécessaire dans la plupart des cas. Nous pouvons éviter cet inconvénient en laissant le réglage du récepteur inchangé et en employant un émetteur d'étalonnage. On ne peut pas alors se passer du voltmètre à lampe. On en a besoin pour les différentes recherches.

Evidemment, nous voudrions bien posséder un voltmètre à lampe très sensible. Pour pouvoir éventuellement mesurer de temps en temps des tensions élevées, on emploiera un diviseur de tension (fig. 323a). Suivant la prise utilisée, on applique aux bornes du voltmètre à lampe

1/100, 1/10 de la tension ou la tension entière. Les résistances dont le potentiomètre est composé doivent être sans capacité ni self-induction (résistance massiques). Les très hautes tensions alternatives (réseau, transformateur d'alimentation ou tension de sortie d'un amplificateur) peuvent être mesurées plus simplement. Une vieille lampe de sortie (p. ex. RE 114 ou RE 134) travaille comme redresseuse diode (fig. 323b); la tension continue obtenue est lue sur un voltmètre avec une gamme de mesure suffisante. Pour cela il faudra tenir compte de ce qu'une tension alternative donne une tension continue 1,4 fois plus grande environ, car la redresseuse travaille ici presque sans charge. Lorsqu'on ne dispose pas d'instrument étalon au moyen duquel on puisse lire la tension prise à un potentiomètre, on peut, s'en tirer sans instrument. A un moment où la tension du réseau n'est pas soumise à des variations, on la relie aux bornes de mesure du voltmètre à lampe et on lit la valeur du courant continu correspondant. Dans un système d'axes coordonnés on dessine le point d'étalonnage ainsi obtenu et on le relie au point zéro par une ligne droite. Pour autant que la gamme de mesure de l'instrument et la tension de chauffage ne change pas, on peut trouver sur cette droite toutes les autres valeurs des tensions alternatives. Pour la pratique, ce système est assez précis, l'erreur de mesure est faible.

On peut aussi mesurer les courants alternatifs avec une lampe redresseuse. La fig 323c en donne un schéma simple. Le filament est chauffé avec la haute ou la basse fréquence à mesurer et on lit le courant d'anode. Pour pouvoir mesurer aussi des courants plus faibles, le filament est chauffé à travers des bobines de choc à haute ou basse fréquence et l'on n'emploie le courant à mesurer que comme chauffage supplémentaire. Dans l'appareil de radio, nous n'avons presque jamais affaire qu'à une amplification de tension. On peut, par conséquent se passer de mesures de courants alternatifs.

Un voltmètre pour courants alternatifs rend beaucoup de services pendant le réglage d'un appareil à plusieurs circuits accordés. L'instrument est relié au primaire du transformateur de sortie. On peut ainsi lire l'augmentation de tension obtenue par la correction du synchronisme des circuits accordés. L'instrument n'a même pas besoin d'être étalonné, car la seule chose qui importe est l'élongation maximum. Si l'instrument est d'abord raccordé à l'entrée, puis à la sortie de l'amplificateur, on obtient des différences de tensions dont on peut déduire l'amplification. On peut aussi relever la relation entre la fréquence et l'énergie de sortie et former ce qu'on appelle une courbe de fréquence. Pour cela il faut cependant un instrument qui puisse produire un ton sinusoïdal très pur. Pour le but poursuivi, un bon pick-up et une série de disques de fréquences suffiront. On peut se procurer l'un et les autres à un prix raisonnable. On trouve, dans le commerce, les disques de fréquences suivants :

H. M. V N° 62 687/25 cm avec $f = 60 - 10.000$ Hz. Vitesse de rotation 80 tours par minute.

N° 62 688/25 cm avec $f = 30, 40, 60, 100, 150, 200$ Hz constante. $f = 200, 300, 400, 500, 750, 1000$ Hz constante. Vitesse de rotation 80 tours par minute.

N° 62 689/25 cm avec $f = 1.000, 1.500, 2.000, 3.000, 4.500, 5000$ Hz constante, $f = 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000, 10.000$ Hz constante. Vitesse de rotation 80 tours par minute.

Telefunken N° E 1358/30 cm avec $f = 6.000, 5.000, 4.000, 3.000, 2.500, 2.000, 1.500, 1.000$ Hz tons hurlés, $f = 800, 400, 300, 200, 150, 100, 80, 60$ Hz tons hurlés. Vitesse de rotation 78 tours par minute.

Comme nous l'avons déjà dit dans le paragraphe sur la reproduction de disques, les tons graves ne peuvent pas être gravés avec la même puissance de son (amplitude vitesse), car le graveur couperait trop loin. On diminuera donc aussi l'intensité de son des tons graves.

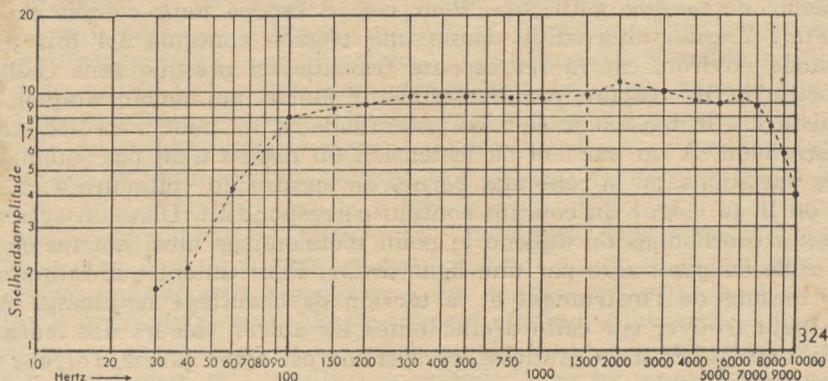


Fig. 324

Snelheidsamplitude = Amplitude de la vitesse

On le constate sur la fig. 324 où sont relevés les 21 tons différents des disques H. M. V. N°s 62 688 et 62 689. Pour le disque Telefunken, l'amplitude-vitesse reste toujours 75 mm/seconde; pour les fréquences de 150 à 60 Hz, elle n'est cependant que de 19 mm/seconde. Ces 16 tons différents ne sont cependant pas purs, leur fréquence oscille d'environ 15 Hz au-dessus et en-dessous; on les appelle tons hurlés. En outre, il

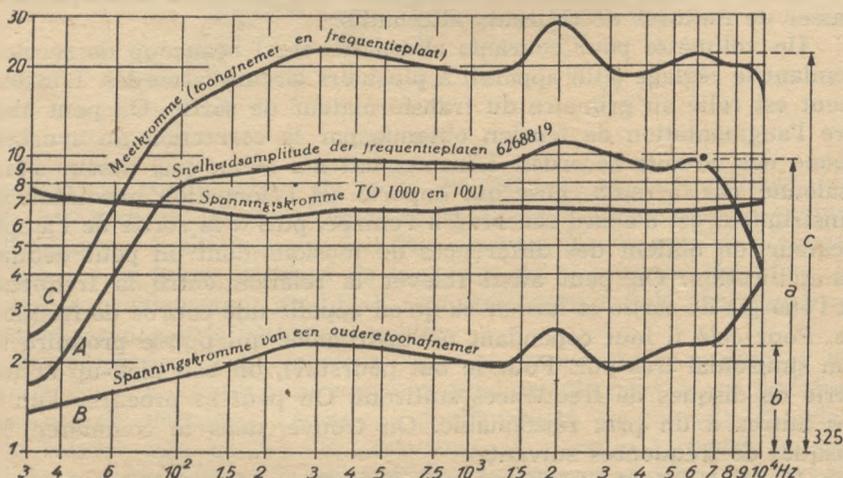


Fig. 325

(toonafnemer en freq. plaat) = Pick-up et disque à fréquences
Snelheidsamplitude = Amplitude des vitesses des disques de fréquence 62688/9.
oudere toonafnemer = Courbe des tensions d'un vieux pick-up.

faut noter que les disques H. M. V. doivent tourner à 80 tours par minute, tandis que le disque Telefunken doit être pris à 78 tours par minute. Le disque stroboscopique que nos lecteurs peuvent recevoir sur demande, est prévu pour ces deux vitesses (et d'autres encore).

Voyons maintenant à quoi cela peut servir. Supposons que nous ayons mis un disque avec des tons fixes sur le tourne-disques et que les bornes du pick-up soient reliées à un voltmètre à lampe. On lit l'indication de l'instrument pour chaque fréquence et on les note soigneusement. Après avoir agi ainsi pour tous les tons, on porte les résultats obtenus sur un échelle de coordonnées logarithmiques. En reliant les points ainsi obtenus, on obtient la courbe C (fig. 325). Cette courbe semble tout autre que la courbe A (reprise de la fig. 324). Cet écart ne peut provenir que des caractéristiques des éléments qui se trouvent entre le disque et l'appareil de mesure, c'est-à-dire l'aiguille, le pick-up et le régulateur de volume. Pour pouvoir contrôler exactement ces parties, il faut d'abord éliminer de la courbe C l'influence du disque. Les différentes mesures dont sont formés les points de la courbe C seront divisées par les valeurs correspondantes de la courbe A. On formera avec les quotients, une troisième courbe B. Au lieu de diviser les valeurs l'une par l'autre, on peut déterminer les différents segments avec une règle construite d'après l'échelle logarithmique ; une division pouvant être remplacée par la soustraction de deux logarithmes. Cette méthode est indiquée au côté droit de la fig. 325 pour le point correspondant à 6000 Hz ; le segment c diminué du segment a donné immédiatement le segment b. On peut ainsi obtenir rapidement la courbe B tout entière. Que représente maintenant cette courbe ? Les tons aigus semblent être meilleurs dans la courbe C que dans la courbe A, ils sortent plus fort. La cause en est dans la montée de la courbe B dans cette région. Des influences contraires s'annulent donc dans la mesure de leur intensité. Pour 2000 Hz, la courbe A présente une faible résonance ; dans la courbe C, celle-ci sort beaucoup plus fort. Ceci est dû au fait que le pick-up a précisément une résonance pour cette fréquence aussi. Des résonances dans le même sens se renforcent donc. Les tons graves, qui, visiblement, sont affaiblis sur le disque, sont encore plus affaiblis sur la courbe C ; la courbe du pick-up B diminue aussi à cet endroit. Des affaiblissements et des chutes de tensions dans le même sens se renforcent. La courbe de pick-up B a été choisie parce que c'est la courbe d'un ancien type de pick-up, pour en montrer les différentes influences ; elle ne peut pas être prise, même approximativement comme courbe type d'un pick-up. Les courbes des différents fabricats présentent de telles différences qu'il est nécessaire d'en faire la mesure dans chaque cas.

La courbe d'un pick-up subit, outre l'influence du système dans laquelle l'armature a la plus grande part dans la résonance, des influences de la part de l'aiguille et du régulateur de volume ou résistance de charge (généralement 100 k Ω). En relevant la courbe avec différentes aiguilles, il est possible, en se basant sur les écarts mutuels de déduire des différentes courbes, l'influence de l'aiguille ou les propriétés fondamentales du système. C'est très instructif surtout pour celui qui veut essayer de construire des pick-up.

Pour le relevé de la courbe d'amplification on relie le pick-up aux bornes d'entrée de l'ampli et l'on relève la courbe aux bornes de sortie. Cette courbe subit toutes les influences de l'installation. S'il existe un régulateur de tonalité, il faudra prendre plusieurs courbes avec ce régulateur dans la position initiale, moyenne et finale, p. ex. Par conversion (division par la courbe de pick-up C) on obtient la courbe d'amplification. Cette méthode est peu précise puisque le pick-up est

chargé autrement à l'entrée de l'ampli que pendant la mesure séparée. La courbe obtenue donne cependant toujours une bonne vue d'ensemble de la situation. Pour obtenir une courbe exacte, il faut mesurer en même temps la tension d'entrée et la tension de sortie. Pour cela, il faut disposer d'un voltmètre à lampe à l'entrée et travailler à la sortie avec un instrument à cadre mobile à redresseur. En divisant les tensions de sortie par les tensions d'entrée correspondantes, on obtient les éléments de la courbe propre de l'amplificateur.

Il importe qu'un amplificateur de phonographe renforce davantage les tons graves que le disque et le pick-up désavantagent. Si l'on relève trois courbes avec le régulateur de tonalité, on peut facilement déterminer les limites entre lesquelles la forme de la courbe peut être influencée. Il est aussi très instructif d'étudier de cette façon l'effet d'un petit ou d'un grand condensateur de cathode, (p. ex. à la lampe finale) d'un transformateur basse fréquence ancien ou récent, d'un autre élément ou d'un autre rapport de couplage. Si l'on dispose d'un émetteur de mesure (hétérodyne) dont la haute fréquence peut être modulée par des fréquences audibles de 30 à 10.000 Hz, on peut relever la courbe de fréquence d'un récepteur complet donc y compris l'amplificateur haute fréquence et l'étage détecteur.

La courbe s'obtient ici point par point. Strictement parlant, nous devrions employer un ton glissant, c'est-à-dire croissant graduellement pour pouvoir relever tous les points de la courbe. Il faudrait pour cela un voltmètre à lampe enregistreur. Nous nous contenterons d'une vue générale en plaçant les points de mesure suffisamment près l'un de l'autre.

La courbe irrégulière du disque présente une certaine difficulté, mais celle-ci n'est pas si grande que celle qui provient de l'irrégularité d'un pick-up ordinaire. Seuls quelques pick-up modernes ont une courbe de fréquence plate (voir fig. 325 courbe TO 1001). Avec un pick-up de ce genre, on peut considérer la courbe de fréquence du disque comme linéaire entre 100 et 6000 Hz dans la région audible; la courbe de l'amplificateur est alors utilisable telle quelle. Avec un disque Telefunken, l'allure droite de la courbe est garantie sur toute la gamme de fréquence, seuls les tons graves de 150 à 60 Hz gravés avec une amplitude réduite, doivent être portés à une échelle 3,95 fois plus grande que les tensions mesurées.

On pourrait en déduire que, avec cette méthode, la valeur des mesures est diminuée. C'est, en effet, le cas pour des mesures qui ont pour but de déterminer le rendement maximum. Il faut cependant essayer d'avoir une base solide dans un domaine où, jusqu'à présent, on a plutôt travaillé empiriquement et où, souvent, on a agi avec hardiesse plutôt qu'avec fidélité. C'est la première raison pour laquelle une mesure très simple et superficielle nous suffira. La seconde raison est que l'installation de réception comprend encore une autre partie qui subit, dans une forte mesure, l'influence de la fréquence, à savoir, le haut-parleur. L'irrégularité de sa courbe de réponse est souvent telle que les défauts des autres parties en sont réduits à néant. On ne peut même pas relever la courbe de fréquence du haut-parleur, car celui-ci ne donne pas de tension électrique mais du son.

Il est cependant possible de mesurer l'intensité du son amené à l'ampli par le pick-up avec un microphone à condensateur placé en face du haut-parleur et suivi d'un amplificateur et d'un voltmètre à

lampe. Au besoin, un bon microphone à charbon (p. ex. comme celui de la fig. 282) connecté suivant la fig. 283a suffira. Les bornes de sortie du transformateur seront reliées à un voltmètre à courant alternatif sensible (p. ex. un instrument à redresseur). De la courbe ainsi obtenue nous pouvons tracer, de la façon connue (par division par la courbe du pick-up) la courbe de fréquence du haut-parleur. Eventuellement, il faudra tenir compte d'une correction des défauts de l'installation de mesure. La courbe du haut-parleur ne donne alors que l'allure de la courbe de fréquence, mais ne fournit aucune indication sur l'introduction de déformations non linéaires, c'est-à-dire de nouveaux tons qui s'ajoutent lors de l'affaiblissement de la courbe et sont produits par les harmoniques. Un haut parleur en est précisément particulièrement riche. Une oreille musicale sensible reconnaît immédiatement ces défauts. C'est pourquoi il vaut encore mieux de contrôler le haut parleur par l'écoute. Lorsqu'on emploie un disque à tons glissants (dont la fréquence augmente ou diminue progressivement), on reconnaît les tons avantagés ou désavantagés à une reproduction particulièrement forte ou faible. Ici, il faudra tenir compte de ce que la sensibilité de l'oreille humaine est le plus grande pour les tons moyens et diminue progressivement dans la direction des limites d'audibilité. Dans les salles qui résonnent, on emploiera des tons hurlants pour éviter la formation d'ondes stationnaires. Pour le contrôle d'un haut-parleur au point de vue déformations non linéaires, on emploie de la musique. Comme les émissions radiophoniques contiennent rarement toutes les fréquences, il est plus simple d'employer des disques de phonographe disponibles, un pick-up avec courbe de fréquence droite et un amplificateur avec amplification des contrastes. En renforçant les tons graves qui sont toujours gravés avec de plus faibles amplitudes sur les disques, on obtiendra une courbe de fréquence presque linéaire de l'installation aux bornes du haut-parleur. S'il se présente alors des déformations non linéaires dans le haut-parleur, on pourra les reconnaître à l'augmentation ou à la diminution de certains tons ; une déformation non linéaire se marque par une reproduction peu naturelle du timbre. Pour le contrôle, on emploiera des disques qui contiennent aussi bien les tons aigus que les tons graves comme sons clairs d'instruments et non sous la forme d'un mélange de tons méconnaissables. Les disques d'amateurs bon marché ne peuvent pas être employés dans ce but car, sur ces disques, la partition est souvent resserrée et mélangée par l'effet d'écho. Ce genre de disque rendra encore agréablement, même avec le plus mauvais pick-up et une mauvaise reproduction, mais ne possède aucun ton aigu ou grave. Généralement l'ensemble des tons se trouve entre 100 et 4000 Hz et, dans certains cas 5000 Hz.

Les tons entre 40 et 100 Hz sont gravés plus doucement ; les fréquences au-dessus de 5000 Hz manquent presque complètement. Un disque qui convient bien est, p. ex. « Teddybear's picnic » (Telefunken A 1976). On obtient le meilleur contrôle de la tonalité avec les soli d'instruments. A cause de la faible région de tons des différents instruments, il nous faut un plus grand nombre d'instruments que l'on trouve réunis sur les disques dits d'étude d'instruments. En voici quelques uns :

Le disque Telefunken n° E 1291/30 cm avec : violon, flageolet, trombone, celesta, piano, petite flûte, cor, clarinette, timbale et orchestre.

Elektrola n° EH 77/30 cm avec orchestre à corde: violon, alto, violon-

celle, contrebasse ; bois : petite et grande flûte, hautbois, cor anglais, clarinette, flageolet et un groupe d'instruments à vent.

Elektrola n° EH 78/30 cm avec : instruments à vent : cor, trompette, trombone ténor, trombone basse, tuba, un groupe d'instruments à vent ; batterie : timbale, petite caisse, cymbales, tambourin, castagnettes, carillon, vibraphone, celesta, harpe.

Avec ce genre de disque on peut facilement vérifier l'ampleur de tonalité et les résonances des haut-parleurs. Lorsqu'un haut-parleur ne rend pas les tons graves ou aigus, on ne peut rien y changer, même avec le meilleur amplificateur. En écoutant la sonorité des différents instruments et essayant de les reconnaître, nous pouvons obtenir une bonne appréciation de la qualité d'un haut-parleur. Le grattement ou le broutement d'un haut-parleur peut être décelé en le touchant avec un morceau de fil de laiton ou quelque chose de semblable. Les mouvements seront alors sensibles à la main et seront plus fortement audibles lorsque la tige de métal touche le cône vibrant. Ce genre de bruit se produit avec le haut-parleur magnétique lorsque l'aiguille est trop mince ou trop longue ou lorsque l'armature est trop lourde. Les limailles de fer entre l'armature et les pôles produisent un bruit semblable mais plus fortement porté vers le crachement. Dans le haut-parleur dynamique la déformation de la bobine mobile et son frottement contre le noyau constitue une cause très courante de troubles.

Comme source de basses fréquences bien déterminées, le pick-up est indispensable. Nous apprendrons plus loin à connaître d'autres dispositifs pour la production d'oscillations à basse fréquence. Avant cela, nous examinerons comment on produit des oscillations à haute fréquence pour pouvoir vérifier la partie haute fréquence du récepteur. Le dispositif le plus simple est l'ondemètre à vibreur. Il consiste en un circuit oscillant constamment excité par un interrupteur vibrant. Le vibreur ouvre et ferme le circuit à la cadence d'une basse fréquence. Chaque ouverture et fermeture provoque un extra-courant qui provoque une tension induite dans la bobine de self-induction qui charge le condensateur d'accord. Par suite de sa faible capacité, cette charge est rapidement complète. La tension induite ne se produit cependant qu'au moment des commutations. L'inertie de l'armature du vibreur produit, en comparaison de la rapidité de mouvement des électrons, des pauses successives pendant lesquelles le courant continu ne subit ni augmentation ni diminution, donc ne produit pas de phénomène d'induction. Le condensateur a donc le temps de se décharger dans la bobine. Ce déplacement d'énergie est déterminé par la self-induction et la capacité et est, par conséquent, à haute fréquence ; il diminue très vite par suite des pertes dans le circuit. La haute fréquence produite n'est pas, comme dans une détectrice à réaction (principe des émetteurs) un rayonnement uniforme mais un rassemblement d'impulsions d'énergie qui sortent parfois fortement mais diminuent rapidement en puissance. Ce fort amortissement des oscillations est retardé par l'amortissement des résistances de perte. En connectant, le vibreur en parallèle avec la batterie, le circuit oscillant est amorti, c'est pourquoi il est bon de ne connecter que $1/3$ ou $1/4$ de la bobine dans le circuit du vibreur. La fig. 326 représente un montage de ce genre. Au moyen d'un commutateur, on peut détacher les vibreurs du circuit oscillant et connecter à sa place un détecteur pour l'écoute. Comme circuit oscillant on peut employer un vieux condensateur variable de 1000 cm

avec une série de bobines Ledion. Avec 4 bobines on peut couvrir la gamme de 150 à 6000 m. Dans la table ci-dessous, nous avons réuni d'autres données.

| | Intérieur | extérieur | largeur | spires | fil | prises | gamme |
|----------------|-----------|-----------|---------|---------|--------|---------------------------------------|-------------|
| fond de panier | 60 | 85 | 30 | 20+ 10 | 1,5 CC | 13 | 150- 500 m |
| fond de panier | 60 | 85 | 40 | 50+ 30 | 0,8 CC | 13 | 300-1000 m |
| nid d'abeille | 50 | 100 | 25 | 120+ 90 | 0,5 CC | 2X19 | 800-2000 m |
| nid d'abeille | 50 | 120 | 35 | 250+190 | 0,5 CC | 10t=1 couche 2X19 20 t=1 couche | 2000-6000 m |

Les bobines sont montées dans une petite caisse de bois pour qu'elles ne changent pas de forme et de self-induction. On peut aussi travailler avec des bobines plates. Deux plaques de pertinax seront collées sur un petit disque de pertinax de façon à former un petit corps de bobine que l'on bobinera avec du fil isolé au coton de 0,3 à 0,5 mm jusqu'à ce qu'on puisse couvrir la gamme n° 1. Pour les autres gammes on prend des disques de pertinax plus grands avec des disques centraux trois ou quatre fois plus épais. Par suite de l'enroulement serré, la self-induction et la gamme d'accord augmentent, mais aussi la capacité parasite. Chaque bobine doit être munie de broches et reliée

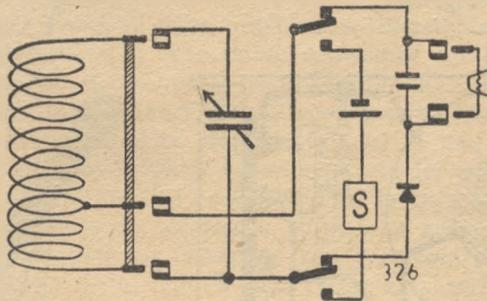


Fig. 326

par une connexion souple à trois fils à l'ondemètre. Le vibreur doit produire un ton aussi aigu que possible, et non un tremblement ; l'ondemètre sera ainsi plus facile à accorder. Le vibreur avec ses connexions est enfermé dans un petit coffret garni intérieurement de feutre et de cellon pour éviter que le bourdonnement du vibreur ne gêne l'accord.

L'ondemètre à vibreur est un émetteur excessivement faible qui ne présente plus aucune action à une certaine distance. Il en résulte qu'il faut amener la bobine de l'ondemètre aussi près que possible de la bobine du circuit oscillant, on entend alors dans le récepteur l'onde produite dans le circuit du vibreur. De cette façon, on peut déterminer si le récepteur fonctionne et s'il peut être accordé dans la gamme d'ondes désirée. La gamme d'onde d'une bobine que l'on vient de faire peut être déterminée par l'onde de résonance, d'abord avec une capacité de 50 cm et ensuite avec une capacité fixe de 500 cm dans le circuit (fig. 327). A gauche est représenté l'ondemètre à vibreur. Sa bobine est couplée inductivement avec la bobine à mesurer. Celle-ci est connectée à une capacité fixe connue en un circuit oscillant. Le circuit d'écoute est couplé inductivement de l'autre côté. Celui-ci consiste en une bobine non accordée de 600 spires et plus, en un détecteur (blende-

cuprite) insensible aux chocs et en un casque téléphonique relié en parallèle à un condensateur de 2000 cm. La fig. 328 donne une représentation schématique de la réalisation d'un appareil de ce genre. Le dispositif est monté sur une plaquette a qui est elle-même fixée sur une latte b au moyen de laquelle elle est placée sur la table. Sur les cornières c sont montées les bandes isolées f-g avec les douilles pour le casque et le détecteur. La bobine en nid d'abeille sans support est fixée par une plaquette ronde et une latte transversale. Pour l'écoute, n'importe quel casque sensible convient. Pour le technicien qui ne peut rester au travail que rarement sans être dérangé, un simple écouteur téléphonique convient mieux (fig. 329). L'écouteur de précision a une résistance de 4000 Ω et une membrane réglable qui permet de

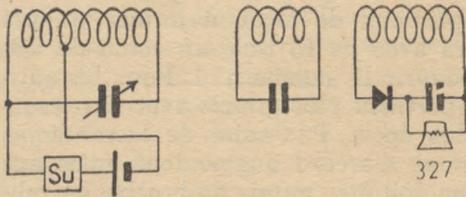


Fig. 327

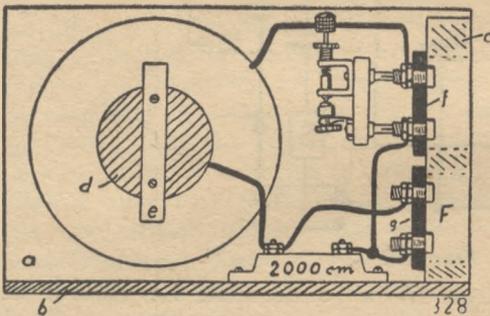


Fig. 328

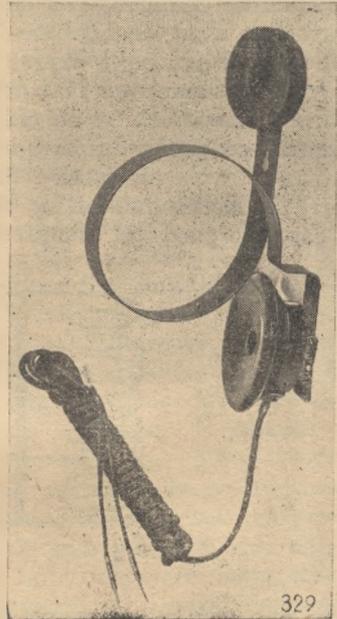


Fig. 329

rendre l'écouteur aussi sensible que possible. Suivant que l'on applique plus ou moins complètement le coussin de feutre sur l'oreille libre, on s'isole plus ou moins de l'entourage. De cette façon, on peut éliminer les bruits du dehors assez fortement pour qu'ils ne gênent pas pendant le travail tout en étant à même d'entendre encore la sonnerie de la porte d'entrée. Dans le même but, un double casque ne sera posé que partiellement sur les oreilles, mais, après un certain temps, il deviendra insupportable; avec le casque à un écouteur, on peut placer celui-ci entièrement contre l'oreille tandis que le coussin de feutre n'exerce aucune pression fatigante dans n'importe quelle position.

La mesure a lieu comme suit : Le condensateur d'accord de l'onde-mètre est tourné jusqu'à ce que le ton du vibreur soit audible. La résonance est d'autant plus sélective que la bobine du vibreur se trouve plus loin. Le circuit d'écoute peut être placé près du circuit à examiner. Après lecture de l'onde de résonance, on exécute la même mesure avec un autre condensateur fixe dans le circuit. On peut évidemment aussi

insérer, au lieu des condensateurs fixes, un condensateur variable et mesurer une fois avec le condensateur complètement ouvert, puis avec le condensateur complètement fermé. Il faut cependant toujours penser, que la capacité de connexion de l'appareil insérée ensuite modifiera quelque peu la gamme de réception. Avec ce dispositif, on peut mesurer les capacités et les self-inductions. On connecte, p. ex. une bobine de self-induction inconnue avec un condensateur de capacité connue et l'on mesure l'onde de résonance. Dans ce cas, la self-induction en cm s'élève à :

$$\frac{254 \times \text{longueur d'onde en m} \times \text{longueur d'onde en m}}{\text{capacité en cm.}}$$

De même, on déterminera une capacité inconnue en la connectant à une bobine dont la self-induction est connue. La capacité en cm s'élève alors à :

$$\frac{254 \times \text{longueur d'onde en m} \times \text{longueur d'onde en m}}{\text{self-induction en cm.}}$$

Le cadran Sirufer permet d'obtenir une valeur approximative par un calcul très court.

Les bobines de choc à haute fréquence sont des bobines spéciales. Elles doivent avoir une très forte impédance (résistance au courant de haute fréquence) avec une très faible résistance au courant continu (résistance ohmique), et, en outre, ne présenter aucune résonance sensible. On éliminera la résonance autant que possible en employant des enroulements à faible capacité, des fils minces et une répartition des enroulements en groupes inégaux ou en séparant les spires d'un enroulement cylindrique à l'une des extrémités de la bobine. Néanmoins, il reste toujours des traces de résonance. Pour leur emploi, il faut savoir jusqu'à quel point il peut se faire que l'on y envoie l'onde propre de la bobine. Une borne de la bobine sera reliée à la grille du voltmètre à lampe. Il en résulte que la bobine sera alimentée inductivement par l'ondemètre. En tournant le condensateur d'accord l'aiguille du voltmètre à lampe marque brusquement. Pour trouver ce point avec des bobines de choc bien aperiodiques, il est parfois nécessaire de fournir plus d'énergie (p. ex. d'un oscillateur de super, car c'est aussi un petit émetteur à zone d'influence limitée). L'onde propre déterminée doit être autant que possible en dehors de la zone de fonctionnement pour ne pas glisser dans la gamme de réception par suite de la capacité des connexions. La détectrice à réaction est particulièrement sensible aux résonances des bobines de choc. On connecte la bobine à examiner dans le circuit d'anode et l'on fait accrocher la détectrice en serrant le couplage de réaction (sans antenne). En tournant le condensateur d'accord, on mesure le courant d'anode avec un mA-mètre. Toute tendance à la résonance se marque par un déplacement brusque de l'aiguille (chocs). En comparant les longueurs d'onde notées avec le résultat de la mesure de l'onde propre et de la capacité de connexion probable, on verra si la cause en est l'onde fondamentale ou une harmonique.

On choisira ainsi la meilleure bobine de choc d'un ensemble. Comme gamme d'accord on prendra évidemment toujours la gamme d'ondes pour laquelle la bobine devra être utilisée.

Quand on connaît l'onde propre (onde I), p. ex. 200 m, on peut déterminer la capacité propre C_x par une mesure supplémentaire. On connecte la bobine en parallèle avec une capacité fixe C_n (p. ex. 400 cm) et on la relie, cette fois des deux bornes, avec le voltmètre à lampe. La résonance qui se produit alors (onde II) est, p. ex. 600 m et l'on fera alors le calcul suivant :

$$\frac{\text{Onde II}}{\text{Onde I}} \times \frac{\text{Onde II}}{\text{Onde I}} \times C_x = C_x + C_n$$

Il en résulte que :

$$\frac{600}{200} \times \frac{600}{200} \times C_x = C_x + 400$$

$$3 \times 3 \times C_x = C_x + 400$$

$$9 C_x = C_x + 400$$

$$8 C_x = 400$$

$$C_x = \frac{400}{8} = 50 \text{ cm.}$$

Avec l'ondemètre à vibreur, on ne peut pas toujours trouver la longueur d'onde propre. On suivra alors une autre méthode. On forme avec la bobine et un condensateur variable ou fixe étalonné un circuit oscillant et l'on détermine pour différentes valeurs de la capacité (p. ex. pour 50 et 400 cm), les longueurs d'ondes correspondantes. Celles-ci sont portées dans un système d'axes coordonnés en portant, sur l'axe verti-

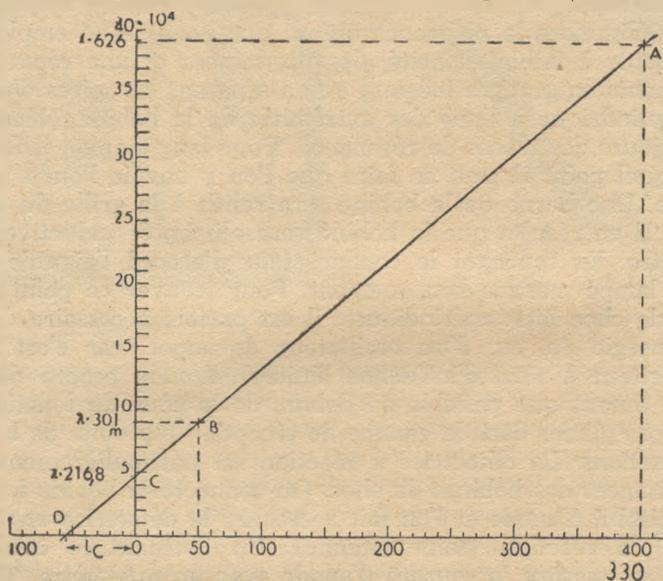


Fig. 330

cal, les carrés des longueurs d'onde et sur l'axe horizontal les capacités (fig. 330). La droite déterminée par les points A et B ainsi trouvés sera prolongée jusqu'à son point d'intersection avec l'axe horizontal. Le segment entre D et l'origine correspond alors (en unités de l'axe horizontal) à la capacité propre L_c , dans l'exemple ci-dessus, elle est de 35 cm. La longueur d'onde de 216,8 m correspondant au point C est l'onde propre de la bobine.

Dans les petits récepteurs, on peut, en accordant le circuit d'antenne obtenir une amélioration très sensible de l'intensité de réception. Dans d'autres cas, il est utile aussi de connaître la fréquence propre et la capacité de l'antenne. Pour s'assurer si l'antenne oscille, on mesurera toute l'installation d'antenne, constituée par l'aérien, la descente, le condensateur de raccourcissement, la bobine de couplage et la connexion à la terre. On anime l'antenne d'après la fig. 331a avec un vibreur (Su) et on détermine l'onde propre au moyen de l'ondemètre connecté pour l'écoute. On peut aussi coupler l'ondemètre à vibreur à la bobine d'antenne et écouter la résonance. Pour écouter réellement l'onde d'antenne et non le vibreur, il est préférable de former une boucle dans la connexion de terre et d'y coupler l'ondemètre (fig. 331b). La résonance sera entendue au circuit de détection apériodique couplé avec la bobine d'antenne. La capacité propre de l'aérien par rapport à la terre ou à un contrepoids sera mesurée au moyen d'un pont de capacités à moins qu'elle ne soit déterminée au moyen du vibreur par une mesure comparative avec un condensateur variable étalonné. On formera un circuit avec une bobine quelconque,

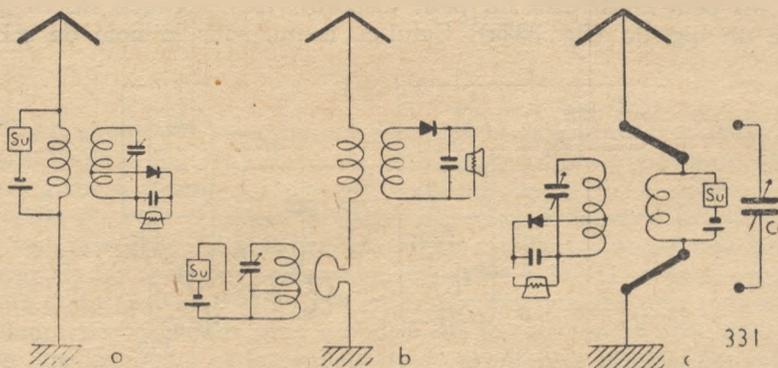


Fig. 331

un vibreur et une source de courant d'après la fig. 331c. Ensuite, on connecte l'antenne et la terre. L'onde de résonance déterminée par le circuit de détection sera notée. Après avoir déconnecté l'antenne et la terre, on raccorde le condensateur variable étalonné C_n au circuit de vibreur et on le règle de façon à obtenir la plus grande puissance de son à l'ondemètre à détecteur. Il va sans dire que celui-ci n'aura pas été modifié entre les deux connexions. Ce n'est qu'à cette condition que l'on obtient la même onde et que la capacité lue sur C_n est égale à celle qui existe entre l'antenne et la terre.

Le schéma de la fig. 331b peut aussi convenir pour le contrôle et l'alignement d'un récepteur. Celui-ci sera alors connecté au lieu du circuit détecteur. On évite, de cette façon, la difficulté qui pourrait se présenter pour le couplage de bobines blindées. L'inconvénient de ce schéma est le danger de perturbations dues à des émissions extérieures. On couplera donc le circuit du vibreur très lâchement et l'on fera le contrôle à un moment où les émetteurs ne fonctionnent pas.

Comme on le voit par les exemples d'application ci-dessus, un ondemètre à vibreur est très utile. Il permet d'obtenir une vision claire du comportement des circuits oscillants. Seule l'instabilité du vibreur est parfois désagréable; il se produit notamment des battements dans

le ressort de l'armature qui produisent des variations dans l'intensité du son. Il vaut donc mieux avoir la patience de déterminer la résonance au moyen d'un voltmètre à lampe qui l'indiquera plus nettement qu'à l'écoute. Le système par écoute est particulièrement imprécis pour les grandes ondes. Il est possible de connecter, dans le circuit de détection, un instrument de mesure au lieu du casque d'écoute, mais, même avec un instrument d'une sensibilité de 1 mA, il faut, dans la gamme de la radiodiffusion, un couplage du circuit de vibreur assez serré qui est indésirable pour d'autres raisons (production d'ondes de couplage). La plus importante application de l'ondemètre à vibreur, la mesure de l'onde de réception pour l'étalonnage du récepteur est devenue périmée du fait que les récepteurs modernes sont beaucoup plus sélectifs que le circuit du vibreur lui-même. Si l'on dispose d'un bon vibreur à ton aigu ou si l'on peut en acheter un à bon compte, on y trouvera un auxiliaire précieux et toujours prêt à intervenir, mais l'achat d'un vibreur coûteux n'est plus rentable actuellement. On construira plutôt un montage à lampe ; c'est ce qu'on appelle un émetteur d'essai ou de contrôle ou un hétérodyne.

On peut construire un petit dispositif très pratique de ce genre avec un bigrille (fig. 332a). Celui-ci, connu sous le nom de schéma

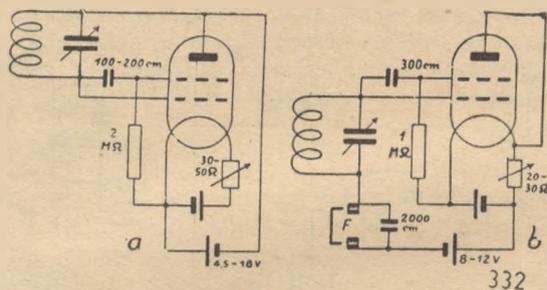


Fig. 332

Négadyne Numans a l'avantage de travailler avec une bobine sans prises supplémentaires et avec une faible tension d'anode. Le potentiomètre de chauffage doit être muni d'un réglage aussi fin que possible, car la lampe est très sensible aux variations de la tension de chauffage. Elle commence déjà à accrocher sans modulation à une très faible température. Avec une tension de chauffage plus élevée, le rayonnement augmente quelque peu et arrive finalement à une oscillation modulée par un ton. On obtient alors une oscillation à haute fréquence interrompue au rythme d'une basse fréquence. Le schéma original publié en 1925 par Philips est reproduit dans la fig. 332b. Seule la connexion avec l'anode diffère.

Pour faciliter le réglage, il est prévu une connexion F pour casque téléphonique qui est court-circuitée lorsqu'elle n'est pas utilisée. Si le circuit oscillant est formé d'une bobine à noyau de fer et d'une capacité plus grande, on obtient des oscillations à basse fréquence. Si l'on se sert d'une grande bobine de filtrage, il faudra une série de condensateurs fixes dont la valeur varie de 5000 cm à quelques μF pour parcourir tout la gamme des basses fréquences. Avec un commutateur, on atteindra les différentes gammes correspondantes.

Le schéma Hartley est, parmi les schémas de réaction celui qui

produit le plus facilement la génération ; comme lampe, une vieille détectrice par grille suffit déjà (p. ex. une RE 084). Dans la fig. 333a, nous en donnons un schéma pratique. La prise intermédiaire de la bobine se trouve à environ $1/3$ à $1/5$ du nombre total de spires de la bobine en commençant par la grille la meilleure position se détermine par expérience. Avec une faible tension de chauffage ce dispositif oscille sans modulation, pour une tension de chauffage plus élevée, l'oscillation est modulée. Dans la fig. 333b, nous donnons le raccordement d'une pentode moderne KL1.

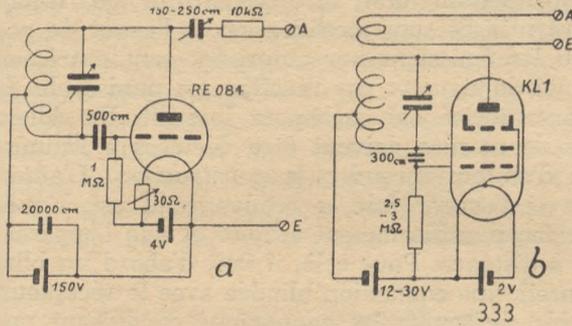


Fig. 333

Il est préférable de produire séparément la haute et la basse fréquence. Dans la fig. 334 on voit en a un étage d'interférence avec détectrice à grille à réaction. Si cet étage est employé seul, le point m doit être relié au pôle + de la batterie. La basse fréquence est produite dans un autre étage (fig. 334b). Le circuit oscillant contient une bobine à noyau de fer avec un self induction de 200 à 300 H et deux condensateurs C de chacun 1000 à 2000 cm. Avec des bobines plus petites, on emploiera des capacités plus grandes. Le ton deviendra d'autant plus grave que la bobine et le condensateur seront plus grands. On reliera

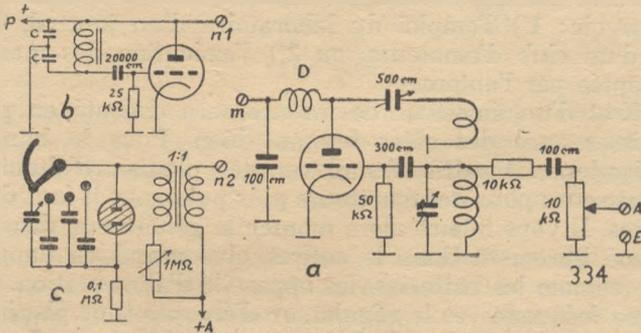


Fig. 334

le point m au point n1. Le point p sera relié à la borne + commune aux tensions d'anode. Si l'on veut faire l'économie de la lampe pour la production des basses fréquences, on emploiera le schéma de la fig. 334c. Les points m et n2 seront reliés ensemble. La fréquence audible engendrée par l'oscillateur à lampe à gaz est superposé au courant d'anode par le transformateur à basse fréquence. Plus les condensateurs sont grands, plus le ton est grave. Les valeurs de 2000, 4000 et 10.000 cm conviennent bien.

La méthode la plus simple pour prendre de l'énergie est le couplage inductif. Si le générateur en fonctionnement est posé quelque part sur la table en circuit ouvert, sa bobine rayonne un champ magnétique qui produit des oscillations dans les bobines et les circuits oscillants qui se trouvent dans le voisinage. Ce genre de transmission d'énergie est cependant incontrôlable ; l'énergie rayonnée atteint aussi bien les connexions voisines que le réseau et les connexions d'antenne ce qui amène des résultats de mesure erronnés quand il ne s'y mêle pas en outre des perturbations. Celles-ci doivent absolument être évitées. En outre, l'installation doit être construite de façon qu'elle ne puisse pas être utilisée sans modification, à l'envoi de nouvelles, etc. ; les lois contre les émissions non-autorisées sont extrêmement sévères et même l'envoi de signaux par réaction est punissable. L'emploi d'un oscillateur non-autorisé est également interdit. En Allemagne, même les émetteurs de mesure doivent être déclarés à l'administration des postes avant d'en entreprendre la construction. L'autorisation n'est accordée que si l'utilisateur fait la preuve qu'il est à même d'utiliser celui-ci d'une façon suffisamment adroite et que l'appareil ne peut pas être entendu à distance. Pour cela, il faut d'abord un blindage efficace de tout l'appareil, une connexion blindée avec le récepteur, une protection convenable de toutes les connexions conduisant vers l'extérieur (p. ex. avec le réseau) et un schéma qui exclut totalement un emploi interdit. Pour l'emploi d'énergies plus intenses pour l'ondemètre à ondes courtes, il est exigé, outre le blindage de l'appareil lui-même, un blindage de la chambre de travail (cage de Faraday). Un solliciteur qui ne pourrait donner la garantie d'un emploi professionnel de l'hétérodyne, notamment celui qui ne pourrait exciper des connaissances techniques indispensables, ne pourrait que difficilement obtenir l'autorisation d'employer un émetteur de mesure de grande puissance. Il est donc à conseiller de ne pas pousser trop loin ses ambitions et de se contenter d'un petit appareil, p. ex. avec un étage négadyne blindé. Si l'on n'obtient même pas cette autorisation, il reste encore deux possibilités, à savoir : 1°) l'emploi du laboratoire d'un journal, d'un marchand ou d'un club d'amateurs, ou 2°) l'exécution des mesures avec l'énergie captée par l'antenne.

Le coffret d'un émetteur de mesure sera exécuté en plaques de métal épaisses avec des côtés fermant bien. Pour le blindage d'un schéma négadyne, il suffit d'employer des plaques d'aluminium de 1 mm d'épaisseur ; pour des émetteurs plus puissants, il faut des plaques plus épaisses. Il vaut mieux alors monter le générateur dans un coffre spécial placé librement dans le coffret plus grand de l'appareil. Les accessoires comme les batteries, les appareils d'alimentation, le générateur à basse fréquence et le régulateur d'énergie sont placés entre les deux coffrets et séparés l'un de l'autre par des blindages. La connexion avec le réseau doit toujours contenir des bobines à haute fréquence et des condensateurs connectés de façon qu'aucune haute fréquence ne puisse être envoyée dans le réseau. La haute fréquence absorbée est envoyée au récepteur par un câble blindé avec une capacité aussi faible que possible et avec une fiche blindée (p. ex. celle d'une connexion d'antenne blindée).

La façon dont l'énergie du générateur est captée a une très grande influence sur le fonctionnement. Le blindage des bobines de récepteurs actuellement généralisé rend impossible le couplage inductif jadis fort

employé entre le générateur et le circuit de mesure. La haute fréquence d'un générateur faible sera prise à travers une petite bobine de couplage (voir fig. 333b) ou un condensateur variable (voir fig. 333a). L'emploi d'une bobine de couplage peut amener des difficultés puisque dans ce cas, une bobine de couplage est nécessaire dans le poste ; pour d'autres raisons aussi, cette solution n'est pas à recommander. La prise par condensateur est plus simple et meilleure.

Les dimensions des pièces employées sont déterminées par les limites de réglage, c'est-à-dire par l'énergie produite par le générateur. En principe, nous nous contenterons de la plus faible énergie possible pour diminuer la réaction sur le circuit de génération. Alors, que, pour des mesureurs de fréquence simples qui ne produisent que peu d'énergie, un condensateur de couplage de 10 à 15 cm suffit, un appareil plus puissant sera muni d'une résistance d'atténuation après le condensateur de réglage (voir fig. 333a), ou bien l'on prendra la tension de haute fréquence à un potentiomètre non inductif (fig. 334a). Dans tous les schémas, A et E représentent respectivement les bornes d'antenne et de terre. Dans la fig. 335 on voit d'autres réalisations d'atténuateurs.

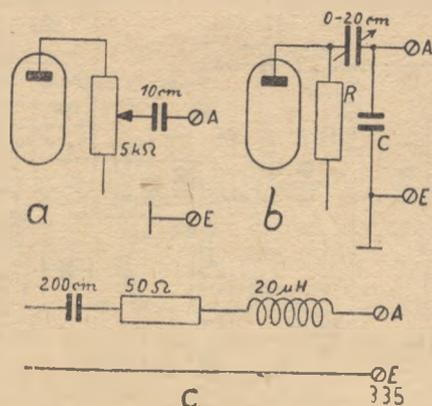


Fig. 335

En a, le potentiomètre est employé en même temps comme résistance d'anode ; ce système de prise convient, p. ex. pour le schéma de la fig. 332a. En b le même schéma est reproduit avec un potentiomètre capacitif. Si l'on supprime C on a un régulateur simple qui peut être employé partout.

Les résistances intervenant dans le conducteur d'énergie doivent d'une part empêcher la réaction du récepteur sur le générateur et, d'autre part, éviter de charger l'entrée du récepteur plus fortement qu'avec une réception normale par antenne. Pour que l'action sur le récepteur corresponde à peu près à celle d'une antenne normale, on réalisera la liaison suivant la fig. 335c. La self-induction nécessaire correspond à celle d'une bobine d'environ 30 spires de fil émaillé de 0,6 mm sur un tube de 10 mm de diamètre. Ce genre de liaison s'appelle une antenne artificielle.

Dans tous les montages décrits jusqu'ici, la fréquence des oscillations produites dépend des variations de la charge, c'est-à-dire de la prise d'énergie ou de l'adaptation. On devra donc maintenir la charge constante pendant toute la mesure. Cette réaction sur la fréquence

ne peut être évitée que par une séparation électrique, c'est-à-dire avec un étage intermédiaire ou au moins, avec une grille-écran. La fig. 336a donne un schéma du raccordement recommandé par le D. A. S. D. d'une mesureur de fréquence à couplage électronique (electron-coupled) avec une lampe à grille-écran sur batterie (p. ex. R.E.R. 094). L'originalité du couplage électronique réside dans la bobine de réaction reliée à la cathode (voir A. Planès-Py « Hétérodynes ») Comme, ici, le filament est en même temps la cathode, les deux connexions du filament sont enroulées parallèlement à environ 5 mm de la dernière spire de la bobine d'accord pour former une bobine de réaction. Le nombre de spires est d'environ 2/5 de celui de la bobine d'accord. Le couplage est simplifié par l'emploi d'une lampe à chauffage indirect ; il suffit alors d'employer une prise sur la bobine d'accord (fig. 336b) ou une simple bobine de couplage à réaction (fig. 336c). Ces schémas ne diffèrent que par le genre d'alimentation. La grille-écran, mise à terre pour la haute fréquence, sépare l'anode du circuit de grille qui détermine la fréquence. L'intervention de fortes harmoniques facilite l'étalonnage. Si ce genre de générateur est influencé du dehors par une autre oscillation, on entend un son d'interférence dans l'écouteur.

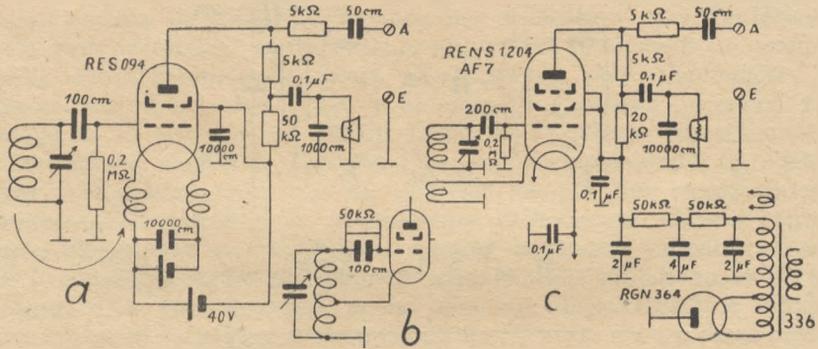


Fig. 336

Tous les émetteurs de mesure simples ne produisent pas seulement les fréquences fondamentales désirées, mais aussi les harmoniques. Les mesureurs à couplage électronique sont particulièrement riches en harmoniques. L'onde fondamentale est cependant la plus forte, tandis que les harmoniques deviennent progressivement plus faibles. Pour l'étalonnage, on peut les employer utilement, car, comme l'onde fondamentale, elles produisent aussi des interférences. Si, p. ex. l'onde fondamentale est de 1000 m ($= 300 \text{ kHz}$) la seconde harmonique $1000 : 2 = 500 \text{ m}$ ($= 300 \times 2 = 600 \text{ kHz}$), la troisième $1000 : 3 = 333.3 \text{ m}$ ($= 300 \times 3 = 900 \text{ kHz}$), etc., la huitième harmonique est alors $1000 : 8 = 125 \text{ m}$ ($= 300 \times 8 = 2,4 \text{ MHz}$). Si nous prenons la fréquence 1500 kHz ($= 200 \text{ m}$) comme onde fondamentale, nous arriverons, avec la dixième harmonique sur 20 m ($= 15 \text{ MHz}$). Le travail avec les harmoniques a pour avantage de ne pas avoir besoin de remplacer la bobine. Avec une bobine ordinaire pour ondes moyennes, nous pouvons produire des interférences à ondes courtes et nous pourrions effectuer des mesures sur les ondes courtes lorsque l'échelle est convenablement étalonnée. De même, on peut produire des ondes moyennes avec la bobine des grandes ondes, etc. Bien qu'il soit, en principe possible, de

produire toutes les harmoniques jusqu'à dans la gamme des ondes courtes, avec une seule bobine au générateur, il est cependant difficile, en pratique, de déterminer exactement les harmoniques dans la gamme des ondes courtes parce qu'elles sont trop près l'une de l'autre. Comme les espaces entre les harmoniques sont égaux à la fréquence fondamentale, ceux-ci seront d'autant plus grands que la fréquence fondamentale est plus haute. Il est donc nécessaire de prévoir plusieurs gammes d'oscillation.

Le blindage de l'anode par rapport au circuit oscillant au moyen d'une octode est particulièrement efficace puisque, dans ce cas, il n'y a pas moins de quatre grilles entre les deux circuits (fig. 337). Le schéma contient un générateur à lampe au néon. La tension continue prise au réseau est stabilisée par une lampe au néon égalisatrice. Une

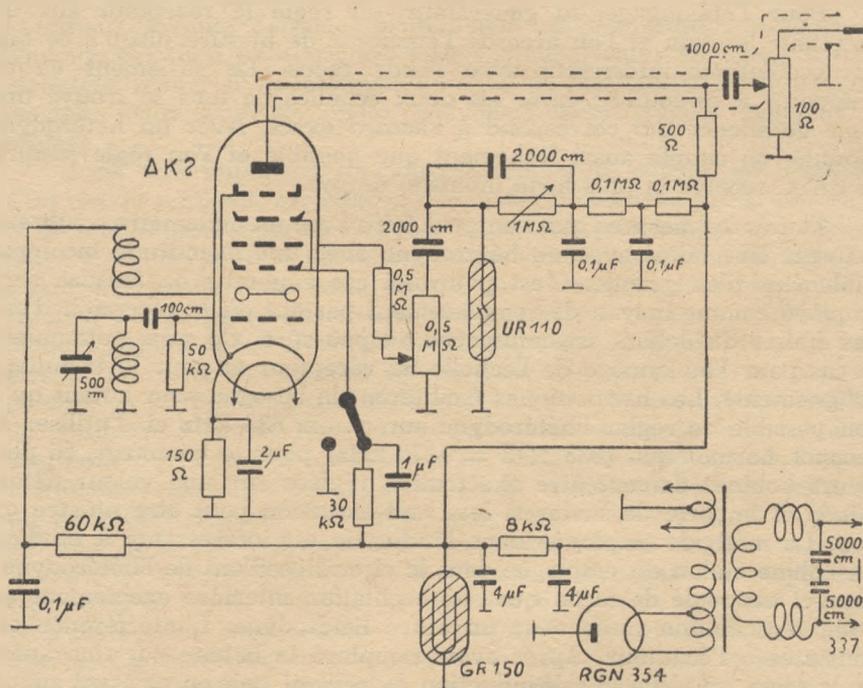


Fig. 337

description complète de ce montage sera donné par n'importe quel fabricant de pièces détachées de sorte qu'il est superflu d'en dire davantage ici.

Le blindage de la connexion de liaison sera aussi employée comme ligne de terre. Comme condensateur d'accord on peut employer n'importe quel bon condensateur variable pourvu qu'il soit solidement construit et exécuté avec des plaques bien rigides. Il ne doit pas y avoir de jeu dans les coussinets. Pour des mesures de sélectivité, on donnera la préférence à des condensateurs à fréquence proportionnelle et pour des mesures d'amortissement à des condensateurs logarithmiques à ligne médiane (en S).

Le mieux est d'employer, outre la grande capacité de réglage de 500 à 1000 cm, un petit condensateur de 25 à 50 cm qui est placé sur

la position médiane pour le fonctionnement ordinaire et n'est employé que pour le relevé des courbes de résonance. D'autre part on emploie souvent encore un condensateur variable étalonné monté dans une petite boîte de bois doublée d'une plaque d'aluminium et muni d'une très grande échelle. Comme condensateur, le modèle V.E. peu coûteux convient bien, car la courbe correspondante bien connue (fig. 142) en facilite l'étalonnage.

On ne peut pas voir si la lampe du générateur produit des oscillations. La production et la constance des oscillations dépend, en grande partie des conditions de fonctionnement, mais aussi des propriétés de la lampe elle-même. On connecte un ampèremètre dans la connexion d'anode et l'on touche la connexion de grille ; si le courant augmente fortement c'est que la lampe oscille.

Pour l'étalonnage du générateur, on règle le récepteur sur un émetteur lointain et l'on accorde l'émetteur de mesure jusqu'à ce que ses oscillations interfèrent avec l'onde reçue. Le sifflement va de « iouou » à « ououi » ; entre les deux échelles de tons se trouve une zone de silence qui correspond à l'accord exact. Avec un hétérodyne modulé, on couple aussi lâchement que possible et l'on règle jusqu'à ce qu'on reçoive la plus forte intensité de son.

Toutes les mesures que l'on peut faire avec un ondemètre à vibreur peuvent être faites avec un hétérodyne avec une exactitude incomparablement plus grande. C'est pourquoi cet émetteur de mesure sera employé comme moyen de remplacement partout où la réception d'ondes émises du dehors est ennuyeuse ou peu sûre. Ce sera, notamment le cas pour l'étalonnage de l'échelle du récepteur et pour le trimmage (alignement). Les harmoniques faciliteront la besogne pour autant qu'il soit possible de régler l'hétérodyne sur, p. ex. 638 kHz et d'utiliser la seconde harmonique ($638 \times 2 = 1276$ kHz) pour le trimmage. Si plusieurs bobines doivent être exactement réglées sur une valeur déterminée, il importe de savoir si leur self-induction peut être ajustée ou non. La méthode employée dans l'industrie est intéressante à étudier. La bobine étalon est employée dans le circuit oscillant de l'hétérodyne ; celui-ci est réglé de façon que son oscillation interfère exactement au point d'oscillation nulle avec un autre hétérodyne. L'interférence est constatée à l'écouteur. Après avoir remplacé la bobine par une autre de la série, on règle la self-induction de celle-ci, soit en agissant sur le noyau de fer, soit en déplaçant ou en déroulant une partie des spires jusqu'à ce que l'interférence soit de nouveau obtenue. Comme nous ne disposons ni de l'installation nécessaire, ni de la cage de Faraday utilisée par l'industrie pour ce genre de mesure, nous devons employer une autre méthode. Le plus simple est d'employer la bobine dans le raccordement d'un voltmètre à lampe comme bobine d'accord préalable. Le condensateur d'accord doit être connecté en parallèle avec un petit condensateur (50 cm) muni d'un grand cadran. Après un réglage approximatif sur le poste local au moyen du condensateur principal, on réglera avec précision la réception au moyen du petit condensateur dont le grand cadran nous fournira un moyen pratique de relever les plus petits écarts des autres bobines. Le grand condensateur ne doit pas être manié pendant le réglage des bobines. L'énergie de l'émetteur local doit être diminuée par un couplage lâche, p. ex. par un condensateur de 10 cm pour obtenir une résonance claire et nette.

Les condensateurs variables multiples qui proviennent de vieux appareils du commerce, ont souvent perdu leur synchronisme. Pour les remettre en ordre, on emploie aussi, dans l'industrie, une méthode d'interférence. Un condensateur normal avec la même forme de plaques est employé comme condensateur d'accord de l'hétérodyne et est accouplé mécaniquement à l'axe du condensateur multiple à régler. Chaque section du condensateur multiple est successivement employée comme capacité d'accord dans le circuit oscillant d'un second hétérodyne. Les deux hétérodynes sont munis de bobines rigoureusement identiques pour que leurs circuits d'accord oscillent toujours sur les mêmes fréquences si leurs capacités sont les mêmes. L'axe est tourné de 10° à la fois ; dans les condensateurs dont les plaques extrêmes sont fendues, on les tournera du milieu d'un segment au milieu du suivant ; à chaque fois les plaques extrêmes ou les segments seront pliés jusqu'à ce que l'écouteur indique l'absence d'oscillation. Malheureusement, nous ne pouvons pas, non plus, utiliser cette méthode. Nous réglerons dans le récepteur même si nous disposons d'un nombre suffisant d'émetteurs éloignés pour pouvoir régler convenablement chaque segment de réglage.

Il est très important de pouvoir relever la courbe de résonance d'un circuit oscillant, car celle-ci donne des indications sur la sélectivité et de fidélité de l'appareil. Si l'on n'a que quelques bobines à comparer entre elles, on peut se contenter de les déterminer avec le voltmètre à lampe et un émetteur local comme générateur. Le moment le mieux choisi est la pause pendant laquelle l'émetteur n'est pas modulé ou est modulé par un réveil. Avec la bobine à examiner et un très bon condensateur variable étalonné et muni d'une échelle de lecture très précise, on forme un circuit oscillant que l'on relie aux bornes d'entrée du voltmètre à lampe. Pour toutes les bobines à comparer, le couplage d'antenne devra être le même sinon on obtiendra des résultats inégaux. L'antenne sera reliée à l'extrémité de la bobine reliée à la grille par un petit condensateur fixe tandis que l'autre extrémité de la bobine est mise à la terre. En tournant le condensateur, on peut se rendre compte de la position du point de résonance. Si celui-ci n'est pas assez éloigné de la fin de l'échelle, on diminuera l'énergie entrante en ajoutant un second condensateur de couplage. On peut alors relever la courbe. Le condensateur d'accord est tourné par sauts égaux et l'on note pour chaque position l'élongation de l'aiguille du voltmètre à lampe. Après avoir fait la mesure, nous déterminerons les valeurs efficaces des tensions correspondant aux indications du voltmètre à lampe et à la courbe d'étalonnage. (Veff). Les résultats ainsi obtenus sont portés sur un système d'axes coordonnés dont les axes sont gradués en tension de haute fréquence et en divisions de l'échelle du condensateur (fig. 338). La bande de fréquence est déterminée à la moitié de la hauteur de la résonance. On dessine, pour chaque bobine examinée (toujours à la même échelle) une courbe de résonance ce qui permet de comparer les différentes bandes de fréquence. La bobine qui présente la plus petite bande de fréquence a la plus haute sélectivité, mais aussi la plus faible reproduction des tons aigus.

Il ne faut cependant pas croire que l'on obtient la même courbe de résonance en montant la bobine examinée dans un récepteur. En effet, le couplage d'antenne y est souvent tout autre et le circuit de lampe contient peut-être d'autres éléments d'amortissement ce qui pro-

duit généralement une autre courbe. La courbe finale sera donc relevée avec l'appareil complet. La détectrice sert alors de voltmètre à lampe et il suffit de connecter un instrument de mesure dans le circuit d'anode. Le récepteur reste accordé sur une onde de valeur moyenne et l'on ne changera que l'accord de l'hétérodyne. Pour obtenir un accord très précis, on emploiera, dans l'hétérodyne, un grand condensateur principal et un petit condensateur en parallèle. Le grand condensateur sert à régler sur l'onde d'accord du récepteur ; le petit condensateur doit alors se trouver dans la position moyenne. Le grand condensateur sera réglé jusqu'à ce que l'on obtienne la plus grande élévation au voltmètre à lampe. On commence alors le relevé de la courbe de sélectivité en tournant par secteurs le petit condensateur, d'abord dans une direction, ensuite dans l'autre. Pour chaque position du petit condensateur, on relève l'indication du voltmètre à lampe. Comme les variations de fréquence intervenant au petit condensateur se déduisent de l'étalonnage de l'hétérodyne, il n'est pas difficile de déduire la valeur exacte de la bande de fréquence en kHz de la courbe. Il est très intéressant

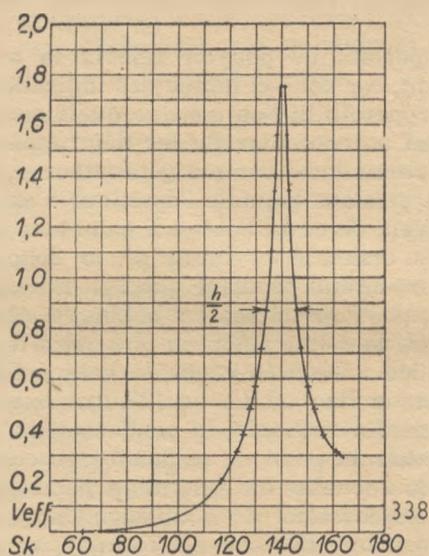


Fig. 338

de relever ce genre de courbe sur un appareil à circuits multiples, car elle indique la collaboration des différents circuits. On peut aussi améliorer la courbe totale d'un récepteur par l'introduction d'un filtre de bande à haute fréquence. Les insuccès qui se produisent souvent dans la construction de filtres de bande par des débutants sont généralement causés par l'existence de couplages nuisibles. La courbe indique immédiatement où se trouve le défaut. L'influence sur la fréquence diffère d'un couplage à l'autre. Il en résulte que la courbe de résonance n'a pas la même largeur à l'une des extrémités de la gamme de réception qu'à l'autre. Cette influence ne peut même pas être évitée par des couplages mixtes, car il n'est pas possible de construire les différentes parties avec assez de précision. On n'en sort pas. On veut construire son filtre de bande comme ceci ou comme celà, mais comment le mesurer ? Nous prendrons la courbe de résonance au début,

au milieu et à la fin de la gamme de réception et nous déduirons des différences constatées les propriétés du couplage et l'utilisation possible du montage au point de vue de la sélectivité. On peut aussi introduire des couplages réglables, et l'on relèvera les courbes pour chaque position du commutateur, une fois au début et une fois à la fin de la gamme de réception. Ce n'est que quand nous nous serons fait une idée de la façon dont fonctionne la pièce construite que nous pourrons utilement l'employer ou l'améliorer.

Le relevé de la courbe de résonance complète est très intéressant, mais prend beaucoup de temps. Si l'on ne veut connaître que la largeur de bande le travail peut aller plus vite. On détermine d'abord exactement la tension de résonance et on la divise par 2. On déplace ensuite la fréquence de l'hétérodyne à gauche et à droite jusqu'à ce que l'indicateur de résonance indique la demi-valeur ainsi obtenue. La différence des fréquences lues sur l'hétérodyne est la largeur de bande cherchée.

Si l'on ne dispose pas d'un hétérodyne, on peut aussi se servir de l'émission du poste local. Cependant, on dispose ici de moins de liberté de mouvement. Comme la longueur d'onde est invariable on doit désaccorder le récepteur. Vu la présence éventuelle de plusieurs circuits on ne dispose que de la possibilité de placer un vernier sur l'axe du condensateur ou sur l'échelle d'accord ou un autre dispositif pour la lecture précise après quoi on peut tourner les condensateurs. La valeur de la variation s'obtient en tournant le condensateur jusqu'à la réception du

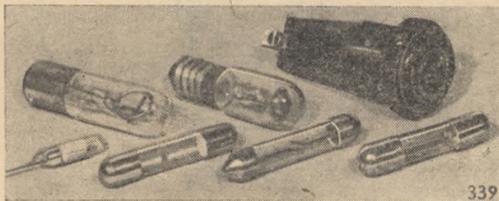


Fig. 339

poste lointain le plus voisin dont la fréquence est bien connue, en calculant la différence de fréquence entre les positions d'accord du poste local et du poste lointain et en faisant le rapport de cette différence à l'écart de l'échelle. C'est quelque peu ennuyeux, mais cela va et le résultat obtenu est suffisamment exact lorsque le dispositif de lecture est assez grand et ne présente pas de course morte.

Les lampes à gaz forment un moyen de contrôle et de mesure très sensible, peu coûteux et à usages multiples. Du fait de leur construction simple, elles sont facile à manipuler. Elles sont toujours composées d'un globe de verre avec un remplissage gazeux raréfié qui commence à briller lorsqu'un courant le traverse. Le fait que ces lampes sont parfois utilisées pour produire une décharge rapide d'un condensateur leur a fait parfois donner le nom de lampe à décharge. La couleur de la lueur donnée dépend du gaz qui constitue le remplissage. Ces lampes ne diffèrent des tubes utilisés pour la publicité lumineuse que par leur construction adaptée à leur emploi, en principe, les deux espèces de lampes sont semblables. Même pour des emplois techniques, il existe différents types de lampes à gaz qui diffèrent principalement entre eux par la forme des électrodes et par la consommation de courant. La fig.

399 montre quelques petites lampes à gaz. Dans la table ci-jointe, on trouve des renseignements sur leur fabrication.

La lampe universelle est la plus employée. Outre les lampes spéciales qui ne fonctionnent que sur le courant alternatif ou pour de hautes fréquences, d'autres lampes à gaz peuvent encore être plus ou moins bien employées. La seule chose importante est qu'elles indiquent assez facilement (faible tension d'allumage, faible courant de consommation). Un essai facile permettra de s'en assurer.

N'importe quelle lampe à gaz constitue un isolateur jusqu'à ce que la tension y appliquée devienne égale à sa tension d'allumage. Il se forme alors une décharge lumineuse qui transforme le gaz en un bon conducteur. La conductibilité devient si forte que la lampe en serait détruite si l'on n'insérait pas une résistance de protection qui limite le courant. Cette résistance de protection se trouve rarement dans le culot de la lampe elle-même ; dans la plupart des cas, elle doit être placée dans la connexion (fig. 340). Avec ce dispositif simple, on peut vérifier toutes les connexions et pièces détachées, sans se préoccuper si elle contiennent ou non des résistances ohmiques. Si une lampe à gaz fonctionne avec du courant continu, la luminescence se produit toujours

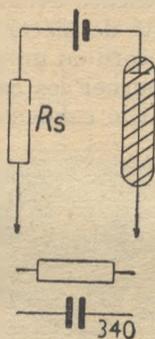


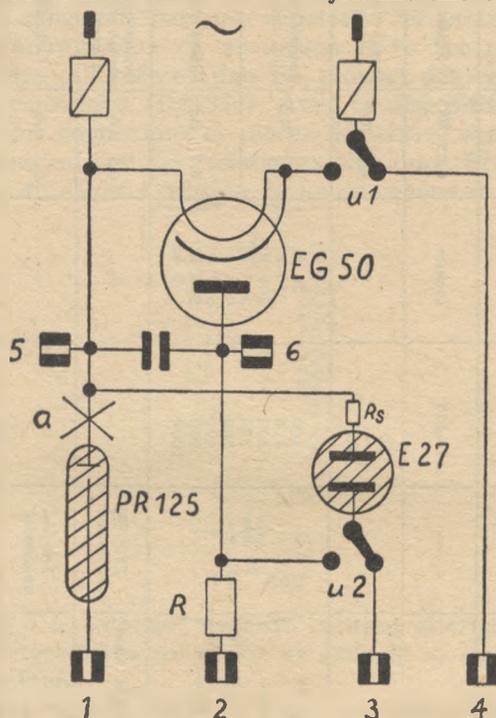
Fig. 340

au pôle négatif, à la cathode ; avec du courant alternatif, chaque électrode devient alternativement anode et cathode et les deux électrodes semblent s'illuminer.

L'expérience suivante effectuée sur un réseau alternatif à 220 V prouve combien une lampe à gaz peut être sensible. Une PR 125/U 110 avec une résistance de protection de 100 à 200 k Ω devient complètement lumineuse et avec une résistance de 500 k Ω , la tache lumineuse est réduite à la moitié tandis qu'avec 2 M Ω , on peut encore découvrir une trace de luminosité. Ceci démontre que même des résistances élevées peuvent être contrôlées avec ce genre de lampe. Le type MR 00 est le plus sensible ; la lumière de cette petite lampe (25 \times 7 mm) n'est que peu affaiblie par une résistance de 10 M Ω ce qui permet de contrôler même des traits de crayon utilisés comme résistance. Il est très curieux de constater que cette lampe donne déjà de la lumière lorsque l'un de ses pôles seulement est relié au réseau. Pour l'emploi général, on donnera la préférence au type PR 125/U 110 dont la variation de luminosité s'étend de la pleine lumière à une petite pointe lumineuse. La conductance d'un condensateur (pour des tensions alternatives) augmente avec la fréquence et la capacité. Comme les réseaux publics alternatifs fonctionnent avec une fréquence constante (50 Hz) et une

| Nom | Culot | Nombre et forme des électrodes | Tension d'allumage Volts | Tension de fonctionnement Volts | Résistance de prot. nécess. Ω | Consom. à pl. charge | Usage | Représentié |
|--------------------------|-------------------|--|--------------------------------|--|--|----------------------|---|---|
| Cherche pôle | Swan | 1 anneau 1 croix | — | 110-750 | 20 k 100 k | — | Recherche des pôles | fig. 339 en haut à gauche |
| Lampe signal Ed 14 | Mignon | 1 anneau 1 disque | — | 110-115 | incluse | 0,25 W | Signal | 339 dessus milieu |
| Lampe sign. FRM | Mignon | 1 anneau 1 disque | — | 110 220 | — | 0,35 mA | Signal (perte colorée) | 339 dessus droite (incluse) |
| Cherche pôle PR 125 | 2 capsules rondes | 1 long fil de cathode 1 petit disque | 90 \approx 63 \approx | 100 110 200 220 300 400 600 800 1000 | 20 k 50 k 200 k 225 k 400 k 600 k 800 k 2 M | 0,5 mA | Recherche des pôles, amplitude | 339 dessous droite |
| Univers. UR 110 | 2 capsules rondes | 2 fils de même longueur | \times | 500 1000 | — | 0,5 mA | Relaxation | 339 dessous 2 ^e de droite |
| Lampe HF HR OO | 2 capsules rondes | Deux blindages extérieurs | 250 \approx seulement | — | — | 0,1 mA | Recherche de pertur. HF et d'interf. | 339 dessous 2 ^e de gauche |
| Microlampe MR OO | sans | 1 fil 1 blind. ext. | 100 \approx seulement | — | — | 0,1 mA | Contrôle | 339 dessous gauche |
| Lampe d'amplitude AR 200 | 2 capsules rondes | 1 long fil de cathode 1 disque | 175 \approx 125 \approx | 200 220 300 400 500 1000 | 5 k 10 k 20 k 40 k 60 k 100 k | 5 mA | Contrôle de l'amplitude et de l'attaque | 343 gauche |
| Tube oscilloscope O.R.B. | Swan | 1 long fil de cathode 1 anode 1 anode auxil. | 180 \approx | — | A1 5 k H1 2 M | 3 mA | Oscilloscope photo (lumière bleue) | 343 droite |

tension constante, on pourra déduire la capacité d'un condensateur de la lueur obtenue. Ainsi, une PR 125/ U 110 sera lumineuse sur toute la longueur de la cathode avec tout condensateur dont la capacité atteint au moins 10.000 cm. Avec un condensateur de 1000 cm, la moitié de la cathode est encore lumineuse, tandis qu'avec une capacité de 100 cm il ne se produit plus qu'un petit point lumineux. Avec 8 cm on peut encore apercevoir nettement une trace de luminosité. Sur un condensateur variable de 1000 cm, la diminution de la capacité obtenue en tournant le bouton de réglage, est déjà visible par la diminution de l'étendue de la tache lumineuse. La variation s'étend jusqu'à la moitié de la cathode. Avec une MR 00, on peut encore obtenir une augmentation visible de l'intensité lumineuse en ajoutant une capacité de 2 cm.



341

bornes 3 et 4 : alternatif

Fig. 341

Les condensateurs électrolytiques ne peuvent pas être mesurés au moyen de cette méthode simple.

La grande sensibilité des lampes à gaz les rendent particulièrement aptes au contrôle de l'isolement puisque un très faible courant suffit déjà à produire une luminosité visible. Les condensateurs qui doivent être soumis à de hautes tensions doivent avoir un isolement particulièrement élevé. Cet isolement est principalement obtenu par le diélectrique, mais, en outre, il faut tenir compte des produits de remplissage, de l'imprégnation et de la fermeture. Comme les condensateurs électrolytiques ne sont pas construits avec isolement solide, on ne peut pas non plus vérifier l'isolement de cette façon.

Pour ce contrôle, une tension continue est nécessaire ; elle peut

être fournie par une batterie, un réseau continu ou un redresseur. La construction d'un petit appareil de contrôle avec une lampe à haute tension EG 50 (fig. 341) ne coûte pas cher. Le raccordement contient deux fusibles de 100 mA chacun. La tension du réseau redressée est filtrée par un condensateur de 4 à 8 μF et une lampe à gaz E 27. Elle est disponible aux bornes 5 et 6. La lampe pour le contrôle de l'isolement PR 125 est reliée à la douille 1, tandis que sa résistance de protection R est reliée à la douille 2. Le commutateur à 2×2 contacts (U1, U2) met la redresseuse hors circuit et la lampe à gaz E 27 en circuit ; le réseau alternatif est alors relié aux douilles 3 et 4. Dans cette position, on peut contrôler la capacité de condensateurs. Au lieu de la lampe E 27 qui est une ancienne lampe à nid d'abeille, on peut évidemment employer n'importe quel autre type, mais alors, il faut insérer une résistance de protection supplémentaire R_s dans la connexion, résistance qui existe dans le culot même de la lampe E 27.

Le contrôle de résistances ohmiques avec des tensions continues ne diffère du contrôle sur courant alternatif que par le fait que la luminosité ne se produit qu'à la cathode alors que, avec le courant alternatif, les deux électrodes sont lumineuses. Les lampes avec électrodes différentes doivent donc être exactement raccordées. Il existe cependant toujours une certaine luminosité. Dans le contrôle d'isolement des condensateurs, il en est autrement puisque la tension appliquée charge le condensateur. Le phénomène est donc alors en deux phases. D'abord, la lampe brille brusquement, cela correspond à l'impulsion de courant de charge. La durée et l'intensité de la lumière dépend de la capacité. Avec une PR125/U110, une capacité de 50 cm s'indique encore par une luminosité faible et spontanée. Après la charge, la lampe doit s'éteindre complètement. Souvent, elle clignote encore de temps en temps ou elle reste constamment plus ou moins lumineuse. Lorsque la luminosité est forte, cela indique un court-circuit intérieur dans le condensateur ; cette pièce est alors inutilisable. La disparition temporaire répétée de la lumière est causée par une rupture dans la connexion.

Un condensateur de grande capacité chargé à travers une lampe à gaz sera laissé en repos pendant une minute, puis on y appliquera les fiches de contrôle. Si son isolement est bon, le condensateur aura alors reçu sa charge normale ce qui s'indique par une très forte luminosité de la lampe à gaz. Pour éviter les chocs au toucher, on déchargera le condensateur avant de le reprendre, en connectant aux bornes, une résistance de décharge de 5 k Ω .

L'extinction complète de la lampe après la charge ne s'obtient qu'avec un isolement de première qualité (air ou mica). Avec de bons condensateurs au mica, neufs, et aussi avec des condensateurs au papier, on obtient parfois de temps en temps une luminosité à de grands intervalles de temps, p. ex. toutes les 10 minutes. Cela prouve que, entretemps, une partie de la charge, par suite de la très faible conductibilité du diélectrique, s'est perdue par la masse de remplissage ou de fermeture. La nouvelle impulsion de courant détectée par la lampe à gaz rétablit alors la charge. Plus la résistance interne d'isolement est faible, plus il faudra de ces charges supplémentaires. Si la lampe à gaz devient lumineuse toutes les secondes, la résistance est déjà très faible ; un condensateur de ce genre est alors inutilisable pour de nombreuses applications (p. ex. pour le couplage par résistance-capacité).

Une luminosité ininterrompue indique encore un plus mauvais isolement.

Cependant, on ne peut pas toujours déduire, d'une faible luminosité, même continue, que la pièce est inutilisable. Pour les condensateurs de plusieurs μF , il peut très bien se présenter un courant de perte qui fasse briller continuellement une lampe à gaz très sensible. On n'emploiera cependant ce genre de condensateurs que là où la tension de charge est faible (p. ex. comme condensateur de découplage sur une résistance de cathode). Plus la différence de potentiel aux bornes du condensateur est faible, plus faible sera le courant de perte.

Avec une lampe à gaz très sensible, on peut vérifier directement des conducteurs sous tension. Un petit appareil de contrôle avec lampe à gaz (fig. 342) peut déjà rendre de grands services dans ce sens. Il est à peine aussi grand qu'un porte-plume réservoir, il contient une pointe de contact, une résistance de protection et, comme lampe à gaz, la lampe UR 110 très sensible. En outre, il est muni d'une attache pour éviter de le perdre. La sensibilité de la lampe est si grande que l'on peut déjà effectuer un contrôle en touchant la douille du capot avec l'index. Le courant extrêmement faible, et absolument inoffensif pour le corps humain, qui passe à travers la pointe de contact, la résistance

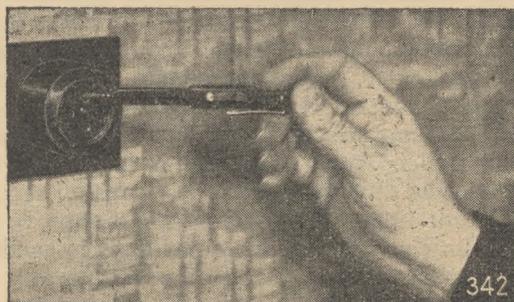


Fig. 342

de protection, la lampe, la douille, l'index, le bras et le corps, vers la terre, suffit pour indiquer par une luminosité, la présence d'une tension, le genre de courant et sa direction. Si l'on touche la douille, non pas directement avec le doigt, mais à travers un petit fusible tenu en main, la lampe ne deviendra lumineuse que si le fusible est en bon état. On peut vérifier de la même façon les lampes à incandescence et les tubes de radio et s'assurer si le filament n'est pas endommagé ou s'il n'y a pas de contact entre les électrodes. En employant des conducteurs avec fiches bananes on peut exécuter n'importe quel contrôle.

Comme la luminosité suit toutes les variations de tension sans la moindre inertie, on emploie volontiers la lampe à gaz pour le contrôle de circuits à basse fréquence. La tache lumineuse produite par la tension continue oscille alors avec les basses fréquences. Comme les petites lampes à gaz ne conviennent guère pour observer ce phénomène, on a, pour cela, exécuté des types plus grands (fig. 343). Pour les cas généraux, on se sert de la lampe d'amplitude AR 220 représentée à gauche. Elle a une cathode en forme de tige et un espace visible de 60 mm de long. Les constantes de cette lampe sont données dans le tableau de la page 499. La fig. 344 donne quelques exemples de raccor-

dements qui montrent comment ces lampes peuvent être employées. La lampe se trouve soumise à une tension continue et un courant alternatif lui est superposé. La tension de pointe est donnée par la longueur de la bande lumineuse. Par suite de la résistance interne de l'amplificateur, la résistance de protection peut être supprimée en a ; en b elle est utile et en c indispensable.

Le condensateur d'arrêt du courant continu C de 0,01 à 0,1 μF , ne sert que pour le passage des basses fréquences. Par la longueur de la bande lumineuse de la cathode, on ne peut que juger du degré d'attaque

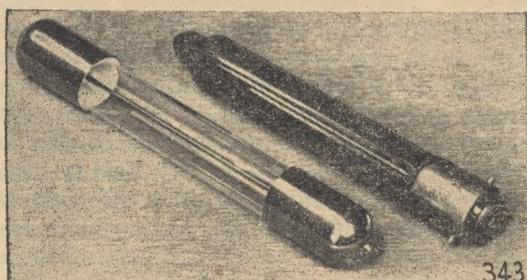


Fig. 343

de l'étage ; les variations de courant à basse fréquence elles-mêmes ne sont visibles qu'en plaçant la lampe à gaz verticale et en la regardant dans un miroir tournant (p. ex. dans un petit miroir de poche monté verticalement sur un moteur de phonographe en mouvement). La rotation du miroir transforme l'image de la bande lumineuse en une image dentelée. Une tension alternative pure de valeur suffisante, p. ex. du réseau ou du transformateur d'alimentation fait briller la lampe d'elle-même. Il ne faut pas alors de tension continue. Dans un miroir tournant, une UR 110 montre très bien les différentes impulsions de tension dans des directions opposées. Les fréquences relativement élevées sont

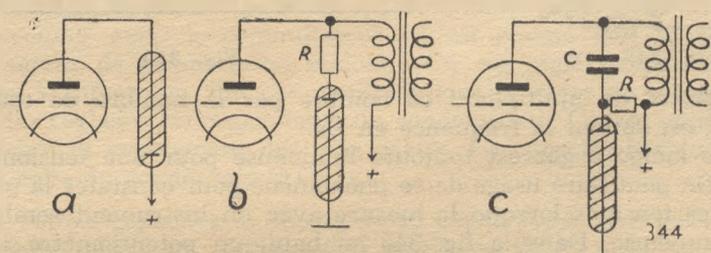


Fig. 344

difficiles à suivre à cause de la rotation lente du moteur de phonographe ; on emploiera alors un moteur à grande vitesse avec un miroir plan monté sur l'axe. Un miroir à quatre ou à six faces vaut cependant mieux, si les différentes images des miroirs apparaissent à la même hauteur. L'image ne doit pas « danser ». On y arrive en montant les miroirs séparément. Ainsi, p. ex. le troisième miroir ne sera fixé que lorsque le second aura été monté de façon à projeter un point assez éloigné à la même hauteur que celle où ce même point arrive avec le premier. La méthode des miroirs a l'inconvénient de ne pas permettre de photographier les phénomènes visibles. Il existe une meilleure mé-

thode. Ce n'est plus un miroir, mais la lampe elle-même qui est mise en mouvement de rotation par un moteur. Tout mécanisme tournant, qu'il soit mû par un moteur ou à la main peut être utilisé. Il suffit d'un très petit moteur et l'on choisira de préférence un moteur sans collecteur qui ne produit pas de parasite. Sur l'axe, on montera trois bagues auxquelles on raccordera les connexions de la lampe. Celle-ci est montée dans une pince sur un bras tournant. Un contrepoids évite les effets de la force centrifuge sur l'axe (effet de balourd). Comme lampe à gaz, on emploie une lampe d'amplitude ou d'accord. Si l'on veut photographier les oscillations lumineuses obtenues, on emploiera, au lieu du néon qui donne une lumière orangée, une lampe qui donne une lumière plus actinique. Le tube oscilloscope ORB fabriqué dans ce but (fig. 343 à droite) donne une lumière bleu foncé. Comme construction, il ressemble beaucoup à l'AR 220, mais il est muni d'un culot Swan et possède une anode auxiliaire qui n'est pas raccordée ou bien est mise sous tension à travers une résistance de 1 à 2 M Ω . Cette anode auxiliaire a pour but de faciliter l'allumage pour que les oscillations puissent être représentées sans déformation. Pour éviter les réflexions, le cylindre de verre est recouvert à moitié d'un enduit noir. Si la fréquence étudiée est un multiple du nombre de tours, l'image lumineuse semblera immobile. En comptant les figures obtenues dans le cercle

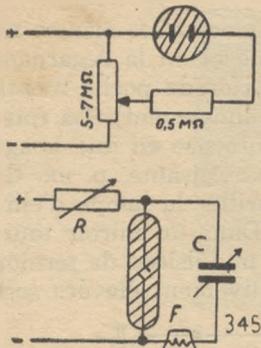


Fig. 345

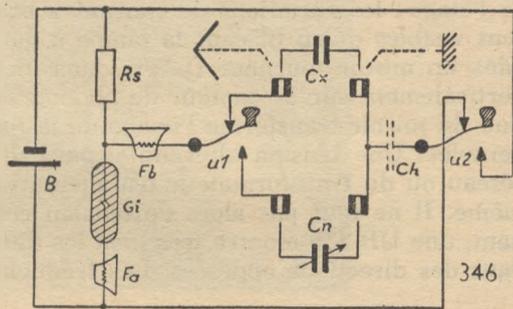


Fig. 346

lumineux, et en multipliant ce nombre par le nombre de tours par seconde, on obtient la fréquence en Hz.

Une lampe à gaz est toujours lumineuse pour une tension déterminée. On peut faire usage de ce phénomène pour constater la présence de hautes tensions lorsque la mesure avec un instrument semble être trop ennuyeuse. Dans la fig. 345 en haut, un potentiomètre à haute résistance est connecté sur la haute tension à mesurer. La tension partielle prise par le contact mobile est amenée à la lampe à gaz à travers la résistance de protection. L'échelle du bouton du potentiomètre peut, au besoin, être étalonnée. Au lieu du potentiomètre à réglage continu, on peut employer une série de résistances fixes. Bien entendu, avec un potentiomètre à réglage continu, on travaillera avec plus de précision. La mesure proprement dite est très simple ; on tourne lentement le bouton sur l'échelle et l'on prend garde à l'allumage de la lampe. L'extinction de la lampe n'est pas utilisable pour la mesure, car elle se produit pour une tension d'environ 20 V plus basse que la tension d'allumage.

Cette propriété des lampes à gaz de ne s'allumer que pour une

tension déterminée et de s'éteindre pour une tension plus basse est utilisée pour la production d'oscillations de relaxation. Un condensateur de 100 à 1000 cm est chargé par une tension continue à travers une résistance de 0,1 à 1 M Ω suivant le schéma de la fig. 345 (en-dessous), p. ex. Aussitôt que la tension d'allumage de la lampe (UR 110) est atteinte, celle-ci devient lumineuse et le condensateur se décharge brusquement à travers la lampe. La chute de tension qui en résulte produit l'extinction de la lampe et la tension extérieure recommence à charger le condensateur. Par un choix judicieux de la résistance et de la capacité, on peut régler la succession des décharges, en commençant par un clignotement lent jusqu'aux hautes fréquences. Les oscillations de relaxation peuvent être entendues dans l'écouteur F. Ainsi connectée, la lampe à gaz est un générateur de son. Si l'on remplace l'écouteur par l'enroulement primaire d'un transformateur à basse fréquence, on peut prendre les oscillations audibles produites et les utiliser pour le contrôle d'un amplificateur ou d'un haut-parleur. A cause de la forme inadéquate des oscillations produites, on ne peut cependant pas les employer pour le contrôle de la qualité de reproduction d'une installation de réception.

La méthode de mesure avec ce qu'on appelle le pont à lampe à gaz (fig. 346) repose également sur le fait que la fréquence dépend de la résistance et de la capacité. Cette méthode est employée pour le contrôle et la mesure des condensateurs. Dans ce schéma, la lampe à gaz est raccordée à travers l'écouteur F et la résistance de protection RS à une haute tension fournie par une batterie ou un appareil d'alimentation. Par le commutateur u_1 , il est possible de mettre la capacité Cx à la place de la capacité connue Cn. Dans le schéma, la capacité Cx est connectée en parallèle avec la lampe à gaz. C'est, par conséquent, le schéma principal donné dans la fig. 345. L'écouteur peut être connecté indifféremment en Fa ou en Fb. Il est bien plus important d'obtenir un ton bien nettement audible que l'on peut rendre plus haut en augmentant la tension et plus bas en diminuant la tension. La mesure a lieu comme suit: le commutateur u_1 est poussé vers le bas et le condensateur de comparaison étalonné Cn est réglé jusqu'à ce qu'on obtienne le même ton. Par des manipulations répétées du commutateur u_1 , et des réglages correspondants du condensateur Cn, on peut obtenir rapidement et exactement des tons égaux. La capacité lue sur Cn est égale à celle du condensateur Cx.

De petites capacités de moins de 10 cm peuvent être mesurées en étalonnant d'abord un condensateur auxiliaire de 20 à 50 cm et en le connectant en parallèle avec la capacité à mesurer. La capacité totale ainsi obtenue, diminuée de la capacité auxiliaire donne la valeur du petit condensateur.

La gamme de mesure du condensateur de référence Cn est limitée. On peut l'élargir par l'emploi de condensateurs fixes connectés en parallèle, mais, tôt ou tard, on atteint la limite de la gamme. Il faut alors procéder autrement. Par un choix judicieux de la tension on produit une succession lente des décharges; on compte (avec Cx) les oscillations fx qui se produisent en une minute et l'on commute sur Cn. Le condensateur étalon doit être, autant que possible, de même ordre de grandeur que le condensateur à mesurer. On compte à nouveau les

décharges produites en une minute avec ce condensateur étalon (fn). La capacité cherchée sera alors :

$$C_x = C_n \times \frac{fn}{fx}$$

Jusqu'ici, nous n'avons pas travaillé avec le commutateur u2. Celui-ci sert au contrôle de l'isolement du condensateur. S'il se produit une variation du son en abaissant la clé de u2, c'est que l'isolement n'est pas de première qualité. La différence de ton provient de la conductibilité au courant continu. Si un condensateur a une certaine conductibilité — ceci arrive notamment dans les antennes — on ajoutera un condensateur d'appoint à bon isolement Ch à peu près de la même grandeur, dans le circuit.

Dans le pont de mesure des capacités ci-dessus décrit, nous avons employé l'influence des variations de capacité sur la hauteur du ton. Comme cette hauteur du ton dépend aussi de la résistance ohmique,

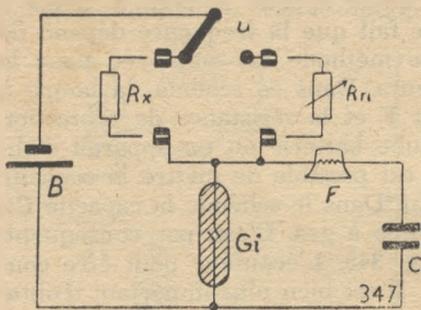


Fig. 347

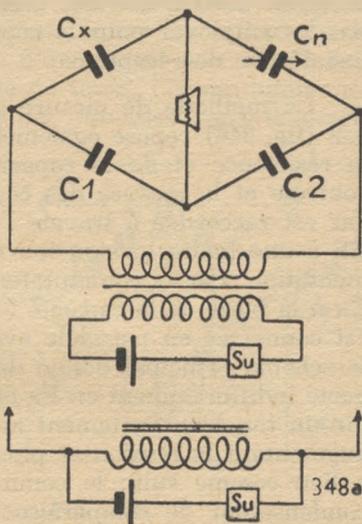


Fig. 348

il est possible de construire aussi un pont de mesure des résistances suivant ce principe. Le schéma en est donné fig. 347. On détermine d'abord le ton donné par Rx (comme l'indique la fig.). Puis, on commute « u » et l'on essaye, en réglant Rn d'obtenir le même ton. Lorsque les deux tons sont identiques, la valeur de Rn est égale à celle de Rx.

Les condensateurs électrolytiques ne peuvent pas être mesurés avec ce genre de dispositif ; pour ceux-ci, il faut un montage spécial. Le fait que la capacité d'un condensateur électrolytique n'est pas constante mais dépend de la tension appliquée complique la mesure. Faute de condensateur étalon adéquat, on renonce à la mesure de la capacité et l'on se contente de la mesure du courant de perte. La tension de fonctionnement est appliquée au condensateur à travers une résistance. Le courant de formation d'abord intense diminue d'autant plus que le condensateur reste plus longtemps sous tension. Le courant de fuite augmente quelque peu lorsque le condensateur a été laissé un assez long temps sans fonctionner. La fig. 149 donne une

idée de ce phénomène. Un bon condensateur électrolytique réagit vite ; presque immédiatement après l'avoir connecté, le courant résiduel diminue rapidement ; après un long fonctionnement, ce courant devient à peine mesurable. Pour les ponts de mesure à lampe à gaz, il faut une haute tension sinon la lampe ne fonctionne pas. Bien que les petites lampes très sensibles dont la consommation maximum est de 0,5 mA ne risquent pas d'abîmer une batterie d'anode, on peut désirer construire un dispositif de mesure des capacités n'utilisant pas de lampe à gaz. Dans la fig. 348a, on voit un schéma avec vibreur. Le transformateur doit avoir un enroulement d'entrée à faible résistance pour ne pas provoquer une forte chute de tension. Un transformateur de sortie convient très bien pour cet usage en utilisant comme primaire l'enroulement à faible résistance destiné au circuit de la bobine mobile du haut parleur dynamique. Au besoin, on peut supprimer le transformateur et employer une bobine de filtrage pour courant de chauffage (à faible résistance) comme l'indique la partie inférieure de la figure. La basse fréquence appliquée au pont de mesure se divise en deux branches d'une part C1/C2, d'autre part Cx/ Cn. L'écouteur est relié entre ces deux branches et sera sans courant lorsque le rapport entre Cx et Cn est égal au rapport de C1 à C2. Ceci est le principe de la mesure. Par un choix judicieux de C1 et C2, nous pouvons obtenir n'importe quel rapport. Expliquons-nous davantage par quelques exemples : Si C1 et C2 sont des condensateurs de 1000 cm chacun, le rapport

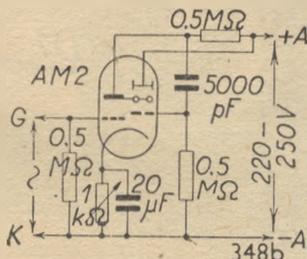


Fig. 348b

sera 1/1. Si l'on emploie alors pour Cn un condensateur étalon de 500 cm, si Cx est, p. ex. de 500 cm, l'écouteur sera sans courant lorsqu'on tournera Cn sur la valeur 500, car, à ce moment, la seconde branche aura aussi un rapport 1/1. Le son du vibreur n'est donc plus audible dans l'écouteur. Si l'on prend pour C1 10.000 cm et pour C2 1000 cm, le rapport sera 10/1, et l'on pourra avec un condensateur variable Cn de 500 cm, mesurer une capacité Cx jusqu'à 5.000 cm ($5000 : 500 = 10/1$) ; 300 cm sur le condensateur étalon correspond donc à une valeur de 3000 cm pour Cx. En commutant simplement quelques condensateurs fixes de différentes valeurs, on peut faire varier à volonté le rapport C1/C2 et obtenir avec un même condensateur étalon, n'importe quelle gamme de mesure.

La tension de mesure peut aussi être prise au réseau à travers un transformateur de sonnerie ou par l'enroulement de chauffage d'un transformateur d'alimentation. On peut d'ailleurs alimenter ainsi d'autres ponts, p. ex. pour la mesure de résistances ohmiques ou inductives. L'écoute de la position d'équilibre du pont n'est pas toujours très précise. Comme on dispose rarement d'un instrument de mesure assez sensible, on se rabattra sur la lampe indicatrice d'accord qui, avec un

raccordement extrêmement simple (fig. 348b) permet une lecture très précise. Les bornes d'entrée G et K du système amplificateur seront reliées au pont au lieu de l'écouteur. La tension alternative contrôle la surface illuminée de l'écran et réduit l'angle lumineux à son minimum lorsque le pont est en équilibre. L'appareil peut aussi être employé pour le trimmage des récepteurs.

La lampe indicatrice d'accord contient un système à rayon cathodique qui ne sert qu'à obtenir une surface lumineuse plus ou moins étendue. Le tube de Braun trouve un champ d'application beaucoup plus grand, car il permet de matérialiser des diagrammes. Tant que ces tubes étaient chers, et exigeaient des tensions anodiques de 1000 V, leur champ d'application restait limité aux grands laboratoires. Depuis que de petits tubes à rayon cathodique sont en vente au prix d'une bonne lampe finale, plus personne n'est tenu de se passer de leur emploi

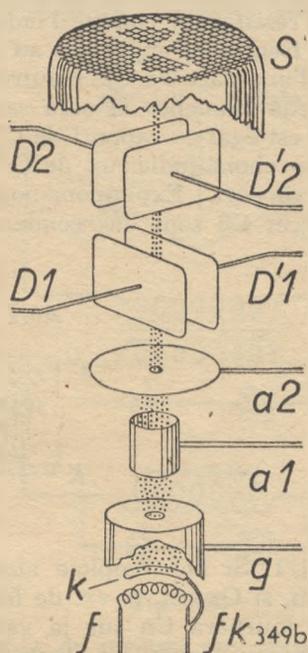
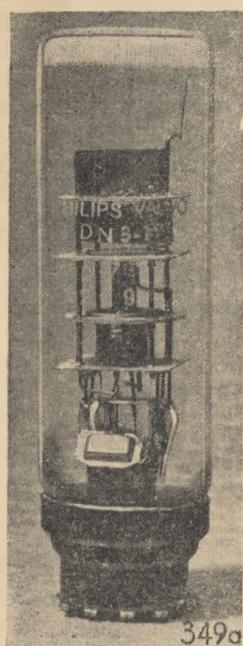


Fig. 349

d'autant moins que ceux-ci se contentent de tension d'anode de 500 V. Le tube à rayon cathodique DG 3-2 (fig. 349a) a une longueur totale de 120 mm et un écran de 33 mm. La fig. 349b indique schématiquement la disposition des diverses électrodes. La cathode k est à chauffage indirect pour courant alternatif (6,3 V/0,65 A) par le filament f-fk et émet sous l'influence de l'anode principale a2 un flux d'électrons représenté par de petits points. Pour protéger la cathode des ions positifs dus à l'ionisation des rares molécules de gaz restantes, elle est presque complètement enfermée dans le cylindre de Wehnelt chargé négativement g ; la tension de ce cylindre contrôle le flux d'électrons de la même manière que la tension de grille dans un tube ordinaire d'amplification. La lentille électronique a1 munie d'un diaphragme et portée à une tension positive, concentre le flux électronique en un

faisceau pointu dont le foyer se trouve sur l'écran S (optique électronique). Le rayon lui-même est invisible, mais, sur le verre, on a déposé un produit qui devient luminescent à l'endroit où les électrons atteignent l'écran. La grandeur de la tache lumineuse est réglée par la tension de a1 tandis que son intensité lumineuse est obtenue en réglant la tension de g. Avec $U_{a2} = 500 \text{ V}$, $U_{a1} = 130 \text{ V}$ et $U_g = -45 \text{ V}$, les images obtenues sur l'écran sont très claires. Pour la bonne conservation de la cathode, il est recommandé de se contenter d'images moins claires en employant des tensions U_g un peu plus élevées (dans le sens négatif) que celles qui sont prescrites.

Pour obtenir une déflexion sans inertie du rayon, on emploie des champs électrostatiques, appliqués aux plaques de condensateur D1/D'1 et D2/D'2. Les distances entre ces plaques sont prévues de façon que toute la surface de l'écran puisse être utilisée. Pour mieux observer les phénomènes étudiés, une grande image est préférable, mais, pour cela, il faut un tube avec un écran plus grand qui coûte plus cher, exige des tensions plus élevées aux électrodes et un bon amplificateur de mesure. Si, pour le but poursuivi le tube DG 3-2 ne suffit pas, on peut

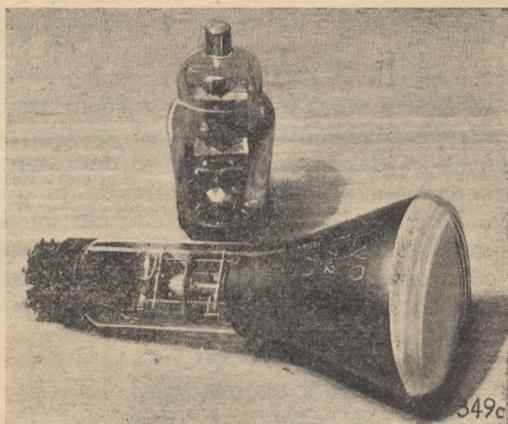


Fig. 349c

employer le numéro suivant DG 7-2 (fig. 349c). Il est construit de la même façon que le premier et a le même culot, sa longueur est de 165 mm et le diamètre de l'écran est de 75 mm. Comme, à l'exception du circuit de chauffage (4 V/1 A) il fonctionne avec des tensions sensiblement les mêmes à savoir $U_{a2} = 800 \text{ V}$, $U_{a1} = 200 \text{ V}$ et $U_g = -30 \text{ V}$, il est possible d'utiliser les deux tubes sur un même appareil en commutant les connexions du filament.

Pour interpréter convenablement l'image reçue sur l'écran, il est nécessaire de savoir exactement comment se produisent ces images. Le rayon non dévié ne fait qu'une tache lumineuse au milieu de l'écran. En appliquant une tension continue à une des paires de plaques, le rayon électronique est dévié dans la direction de la plaque positive alors que le circuit de mesure n'est parcouru par aucun courant. On peut mesurer en mm la déviation de la tache lumineuse obtenue sur l'écran par une tension connue et en déduire — à conditions de fonctionnement égales — toute autre tension inconnue. Les fabricants donnent la déviation du rayon pour 1 V de tension continue. Cette donnée

est indiquée en mm par V (mm/V). Le tube DG 3-2 a ainsi, pour une tension $U_{a2} = 500$ V, une sensibilité de 0,1 mm/V aux plaques de mesure ; dans le tube DG 7-2, celle-ci s'élève pour $U_{a2} = 800$ V, à 0,22 mm/V, pour $V_{a2} 500$ V 0,32 mm/V.

Si l'on applique une tension alternative aux plaques D1/D'1, le point lumineux se meut sur une ligne droite qui peut être considérée comme reliant les deux plaques. La tache lumineuse se déplace constamment de haut en bas et vice-versa (fig. 349d). La longueur de la ligne lumineuse est proportionnelle au double de la tension de déflexion

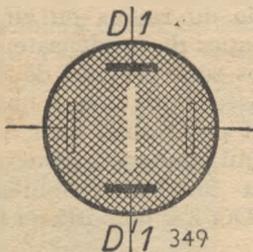


Fig. 349d

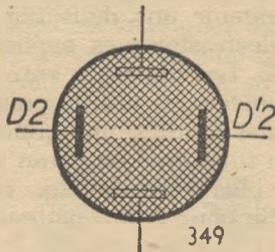


Fig. 349e

maximum. Si les oscillations sont superposées à une tension continue, celle-ci ne doit pas agir sur les plaques et la séparation de ces tensions se fera par un couplage capacitif ou inductif. Si l'on ne pratiquait pas ainsi, on obtiendrait un déplacement général de l'image. On peut produire les mêmes phénomènes avec la paire de plaques D2/D'2 (fig. 349e). On ne constate une charge du circuit de mesure que dans le domaine des ondes courtes et elle est la conséquence des propriétés électriques des connexions, de la capacité des plaques (3 pF) et de la résistance de mise à la terre (elles sont généralement mises à la terre

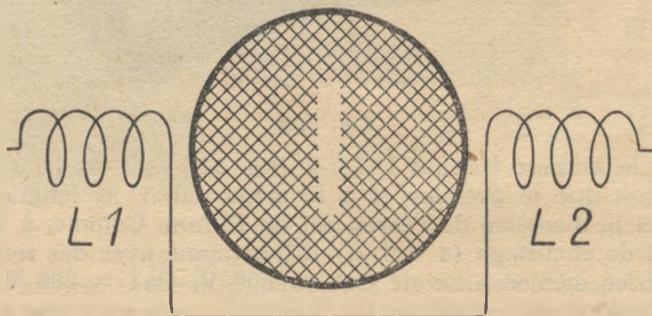


Fig. 349f

à travers des résistances de plusieurs M Ω). Si l'on veut étudier l'allure d'un courant électrique, on peut y arriver facilement en envoyant ce courant dans une résistance ; la tension qui se produit aux extrémités de cette résistance sera alors directement envoyée aux plaques. On peut aussi envoyer le courant dans deux bobines enroulées dans le même sens et montées très près de la partie cylindrique du tube — à peu près entre les deux paires de plaques (fig. 349f). Ces bobines ne contiennent aucun noyau de fer. De vieilles bobines en nid d'abeille conviennent très bien pour cela. Une déflexion électromagnétique de

ce genre est employée, p. ex. en télévision (voir Günther et Richter « L'école du radiotechnicien »).

Les deux paires de plaques sont montées de façon à faire un angle de 90° l'une par rapport à l'autre ce qui produit deux déflexions du rayon dans deux directions perpendiculaires. La position et le mouvement de la tache lumineuse sont, à chaque instant, fonctions des forces agissant dans les deux paires de plaques. Avec des tensions alternatives, la tache lumineuse décrit une figure qui donne tous les renseignements désirés sur l'intensité, la fréquence et la phase des deux tensions.

La paire de plaques D1/D'1 placée du côté de la cathode, que l'on appelle aussi les plaques verticales ou axe des y, est réservée à la tension de mesure. La tension appliquée doit être symétrique pour éviter toute déformation de l'image. Le trait lumineux obtenu par une tension alternative ne permet de reconnaître que la valeur maximum. Il n'est possible de suivre des yeux le déplacement de la tache lumineuse que pour des fréquences en-dessous de 20 Hz. Il en est autrement si l'on observe le trait lumineux dans un miroir qui tourne autour d'un axe parallèle au trait. On voit alors dans le miroir une courbe sinusoïdale. Cette méthode est presque complètement abandonnée à cause des défauts qu'elle présente. Actuellement, on emploie exclusivement la déflexion électrostatique. Pour cela, on utilise une tension électrique auxiliaire qui agit sur les plaques D2/D'2 et fait dévier le rayon dans une direction perpendiculaire à la ligne de déplacement originale. Cette paire de plaques s'appelle alors l'axe des x et très souvent la base de temps. Cette dernière expression s'explique si l'on considère que la tension auxiliaire doit dévier le rayon à des distances égales pendant des temps égaux si l'on veut que la courbe de la fréquence à mesurer se dessine sans déformation. La tension auxiliaire doit donc, en commençant par sa plus petite valeur, croître régulièrement et d'une façon linéaire jusqu'à sa valeur maximum, pour revenir ensuite, dans un temps aussi court que possible à sa valeur minimum de départ. Ce retour rapide est nécessaire pour éviter la production d'images doubles. Ce retour s'appelle aussi souvent relaxation. Comme nous le verrons plus loin, une tension de relaxation d'allure idéale n'est pas simple à obtenir. Elle est en tous cas nécessaire si l'on veut exécuter des mesures exactes. La plus grande partie des recherches étant plutôt directionnelles peut cependant être faite avec des oscillations de relaxation moins parfaites et souvent même on pourra employer une tension purement sinusoïdale. Celle-ci peut s'obtenir le plus facilement du monde d'un transformateur d'alimentation après en avoir amélioré la courbe en connectant un condensateur de 5.000 à 10.000 cm en parallèle. Pour faciliter le travail, la deuxième paire de plaques des tubes ci-dessus désignés est montée de façon que l'on puisse l'utiliser aussi pour des tensions asymétriques.

En tous cas, l'utilisateur doit bien connaître les modifications que l'emploi d'oscillations de relaxation sinusoïdales ou imparfaites peut produire dans l'aspect de l'image. Une tension sinusoïdale de la même amplitude appliquée aux deux paires de plaques produit sur l'écran un trait suivant la diagonale des axes et ce, dans une direction déterminée si les phases sont égales et dans une direction perpendiculaire si les phases diffèrent de 180° . Avec des déphasages de 90° ou 270° , la tache lumineuse décrit une circonférence. Avec des déphasages compris entre

ces limites, on obtient des ellipses dont le grand axe est oblique par rapport aux axes. La fig. 350a explique la formation d'une figure de ce genre sur l'écran. A droite se trouve la courbe sinusoïdale de la tension à mesurer et en-dessous la tension de relaxation sinusoïdale déphasée par rapport à la tension à mesurer. Les circonférences divisées en

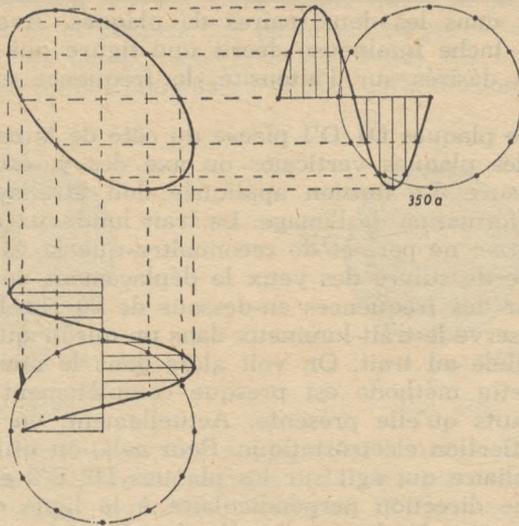


Fig. 350a

angles de 30° montrent comment on obtient les images des courbes sinusoïdales. Les points d'intersection des lignes pointillées déterminent l'image à obtenir, en l'occurrence, une ellipse. On peut utilement s'exercer à tracer de la même façon les images obtenues avec d'autres déphasages ; une distance de 30° entre les différents points suffit. On

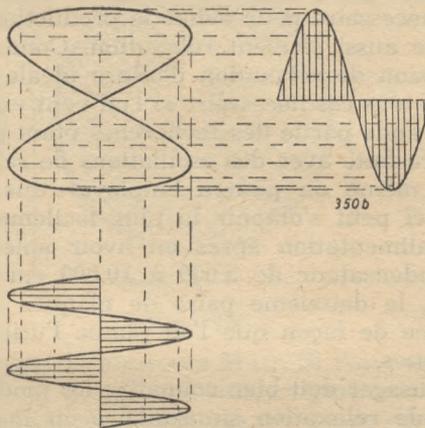


Fig. 350b

déterminera ensuite les images correspondant au cas où une des oscillations a une fréquence double ou triple de l'autre ; dans ces cas on pourra aussi envisager différents déphasages. Dans la fig. 350b, les oscillations appliquées à la deuxième paire de plaques ont une fréquence

double de celle des oscillations de la première paire. On voit immédiatement que l'image consiste principalement en deux diagonales croisées; lorsqu'une des deux fréquences est ainsi un multiple de l'autre, l'image est ainsi formée d'une série de dessins de ce genre.

L'interprétation des images d'un oscilloscope est relativement simple tant qu'il ne s'agit que d'oscillations purement sinusoïdales dont les fréquences ne diffèrent pas trop; pour tous les autres cas, la méthode graphique ne peut plus être employée. Il faut donc agir autrement. On se souviendra que, sur l'écran, on peut obtenir une circonférence. Pour réserver les plaques de mesure à la tension à mesurer, on produira la circonférence par une combinaison de déflexions électrostatique et magnétique suivant la fig. 351a. Les bobines employées sont sans noyau de fer et consistent en 2 à 300 spires de fil de 0,2 à 0,3 mm. Elles seront placées aussi près que possible contre le col du tube. Le condensateur a une capacité de 5.000 à 10.000 cm. Au moyen de la résistance de réglage, on fera apparaître sur l'écran une image circulaire. Si l'on fait ensuite agir sur la paire de plaques restée libre, une tension à mesurer, la courbe se dessinera le long de la circonférence et, avec un rapport de fréquence de 1 à 13, p. ex. on obtient la fig. 351b.

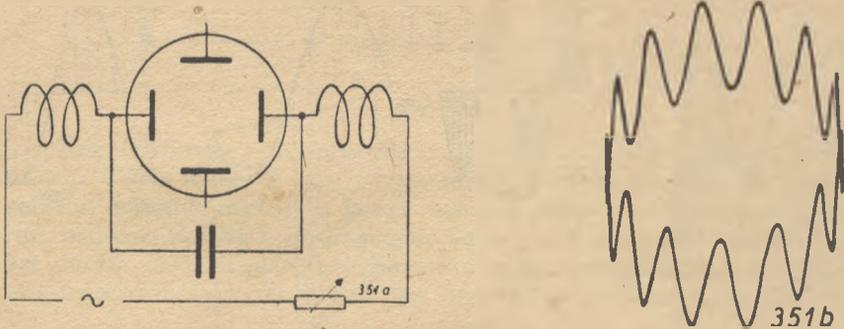


Fig. 351

Dans la partie médiane de l'image, on reconnaît très bien la forme sinusoïdale de la fréquence de mesure. Evidemment, la représentation approximative de la réalité serait encore meilleure avec une image de base elliptique; pour celà, l'action des bobines est augmentée en diminuant la résistance de réglage. L'ellipse ainsi obtenue se présente avec ses extrémités hors de l'écran et seules les parties médianes apparaissent sur l'image. De cette façon on peut même analyser un mélange de fréquences.

La déflexion latérale avec une tension sinusoïdale est simple lorsqu'on emploie, pour celà, le courant du secteur à 50 Hz. Malheureusement, avec 50 Hz comme base de temps et un rapport de fréquence de 1/10 avec la fréquence à mesurer, l'image obtenue sera peu claire. Avec l'ellipse que l'on peut obtenir au moyen du montage de la fig. 351a, on peut tout juste étudier le domaine des fréquences audibles. Pour des fréquences plus élevées, il faut employer d'autres moyens. En général, les oscillations de relaxation en dents de scie conviennent particulièrement bien, car celles-ci peuvent avoir n'importe quelle fréquence et, par suite de leur forme à peu près linéaire, elle reproduisent assez fidèlement la courbe de la tension mesurée. Evidemment, ces

exigences seront plus ou moins bien remplies suivant la construction de l'appareil de relaxation.

Une oscillation de relaxation s'obtient par la charge d'un condensateur qui se décharge brusquement ensuite par l'allumage d'une lampe à gaz connectée en parallèle (voir schéma fig. 345 en-dessous). L'amplitude de la tension de relaxation dépend de la différence entre les tensions d'allumage et d'extinction de la lampe à décharge utilisée, en outre, elle est déterminée par le temps de charge du condensateur. Les lampes à gaz habituelles ne fournissent généralement que de petites amplitudes qui diminuent encore pour des fréquences croissantes. Elles ne suffisent pas pour l'attaque d'un tube oscillographe. Un autre inconvénient est que la courbe de charge d'un condensateur n'est pas une droite mais une courbe. Si on l'emploie comme base de temps avec une tension sinusoïdale aux plaques de mesure, l'onde de la fréquence de mesure se présente sur l'écran avec un côté comprimé (fig. 352a). Pour obtenir la courbe de fréquence dans sa forme naturelle, l'oscillation de relaxation doit être linéaire comme le montre la fig. 352b.

La tension aux bornes d'un condensateur dans le cas d'un simple raccordement avec une lampe à gaz ne répond donc pas aux conditions

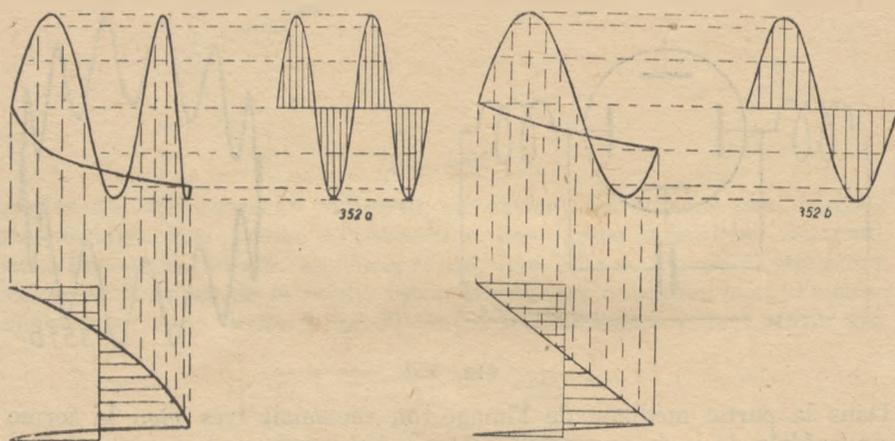


Fig. 352

requises. On peut se rapprocher quelque peu du but poursuivi en n'utilisant qu'une partie peu courbée de la courbe de charge et en amplifiant la tension au moyen d'un amplificateur dans lequel on peut faire usage de la courbure de la caractéristique de lampe en sens inverse, pour corriger la courbe originale. La fig. 353a donne un schéma adéquat. Le commutateur permet d'insérer différentes capacités entre 2000 pF et 0,2 μ F (pour obtenir des changements de fréquence grosso modo des oscillations de relaxation). Le fin réglage s'obtient par la résistance de réglage R1 (= 1 M Ω). La résistance R2 sert à éviter une surcharge de la lampe amplificatrice (p. ex. REN 904/AC2). La tension de relaxation peut être prise aux bornes Ut.

Les lampes à gaz ordinaires ne fonctionnent que pour des fréquences jusqu'à 4 ou 5 kHz. Avec des lampes spéciales, p. ex. un relais à gaz on arrive jusqu'à environ 12 kHz. La fig. 353b en donne le schéma. La résistance intérieure de la lampe W1 peut varier entre 1000 Ω et 1000 M Ω en faisant varier le courant de chauffage. Elle agit comme

la résistance R1 de la fig. 353a. Le condensateur inséré est chargé à travers cette lampe qui est ensuite déchargé de la façon bien connue à travers la lampe à gaz (KR 300). Le courant de charge constant fourni par W1 donne une tension de relaxation assez linéaire. Un appareil adapté au réseau contient un transformateur d'alimentation pour 500 V de tension secondaire et une RGN 1064 ou une AZ1.

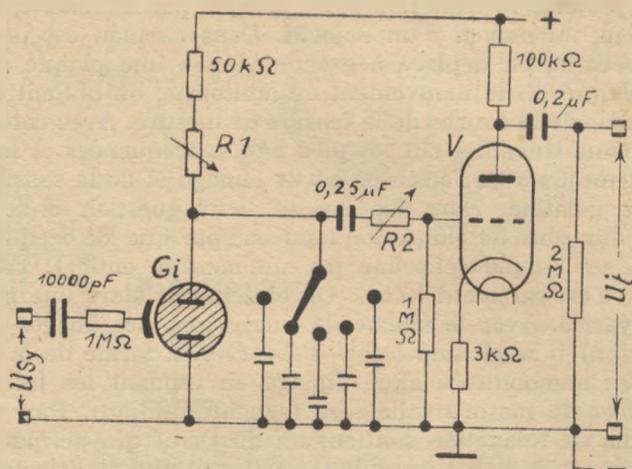


Fig. 353a

Les fréquences de relaxation jusqu'à 150 kHz s'obtiennent au moyen d'une triode à gaz (thyatron). Dans la fig. 354, on voit un schéma complet avec une lampe spéciale 4690 (fig. 349c derrière) et une pentode H.F.EF5. Pour gagner de la place, l'appareil de relaxation est monté dans l'appareil d'alimentation du tube à rayon cathodique. Au transformateur d'alimentation on trouvera donc, outre l'enroule-

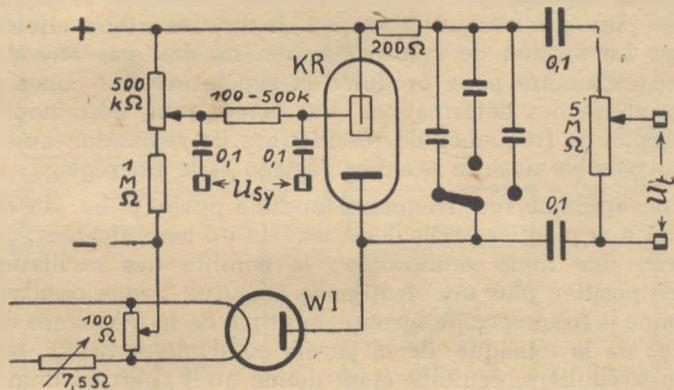


Fig. 353b

ment de tension d'anode divisé en deux, quatre enroulements de chauffage séparés. Le premier réglage de la fréquence des oscillations se fait avec le commutateur de capacités, le fin réglage par la tension de grille-écran de la lampe de charge; l'amplitude est réglée par la tension de l'électrode d'allumage (potentiomètre 1 MΩ). La lampe EF5 travaille sur un point de sa caractéristique où les oscillations de la tension d'anode ne produisent aucune variation de courant. Les oscil-

lations produites sont bien linéaires. Avec des lampes à vide poussé, on peut obtenir des oscillations de relaxation jusqu'à 2000 kHz, mais les moyens auxiliaires nécessaires sont encore plus complexes. Ce genre de dispositifs n'est nécessaire que pour l'étude de la forme des courbes d'oscillations très rapides (dans le domaine des ondes courtes).

On désire parfois aussi prendre des photographies des courbes obtenues. On projette le trait lumineux produit par la tension de mesure sur un plan, au moyen d'un objectif. Dans ce plan est une fente et derrière celle-ci, on déplace à grande vitesse une plaque ou un film photographique. Si le mouvement est uniforme, on obtient une reproduction fidèle de la courbe de la tension de mesure. Avec cette méthode, on peut même travailler sur les plus hautes fréquences et les résultats dépendent toujours de l'éclairage de l'image et de la sensibilité de la couche de gélatine. Dans les images dont question ci-dessus, nous n'avons, pour plus de simplicité tenu compte que de fréquences dont le rapport est simple (exprimé par un nombre entier). En pratique, cependant, c'est rarement le cas. On obtiendrait alors une image constamment variée. Avec la vitesse de successions des images (fréquence de relaxation) il serait impossible d'observer la forme de la tension de mesure. On immobilisera alors l'image en rendant les fréquences de relaxation et de mesure solidaires (synchronisation). Par conséquent tout schéma de relaxation contient un dispositif qui permet de superposer la fréquence de mesure à la tension continue de l'électrode d'allumage. Ceci peut être réalisé par couplage galvanique (fig. 354), capacitif (fig. 353b) ou inductif. La tension de mesure est, pour cela envoyée aux bornes *Usy*. Si la lampe à gaz n'a pas d'électrode auxiliaire comme dans la fig. 353a, on colle, sur la lampe, un blindage en feuille d'étain. En amenant la fréquence de relaxation à peu près à une valeur en un rapport simple avec la fréquence de mesure, l'allumage aura lieu chaque fois que les pointes des deux tensions coïncideront. L'image qui, jusque là se déplaçait encore sur l'écran, s'arrêtera brusquement et ne variera plus que lorsque la tension de mesure subira elle-même des variations. La tension de synchronisation ne doit pas être plus forte qu'il n'est nécessaire pour produire la synchronisation sinon, il pourrait se produire des déformations. Par conséquent, nous nous efforçons de régler la fréquence des oscillations de relaxation aussi exactement que possible avec le premier réglage et le fin réglage.

Si l'on applique une fréquence audible pure (p. ex. un disque de fréquence) aux plaques verticales à travers un amplificateur, on obtient sur l'écran une ligne sinusoïdale; le nombre des oscillations (une demi-onde positive plus une demi-onde négative = une oscillation complète) donne la fréquence de mesure, multiple de la fréquence de relaxation. Avec de la musique, de la parole ou d'autres bruits, on obtient une ligne irrégulière, dentelée étant donné qu'il s'agit ici d'un mélange de fréquences. L'étude de la parole et du chant enregistré par un microphone et envoyé à travers un amplificateur aux plaques verticales est très instructive. Pour le travail pratique, on tirera beaucoup d'enseignements de la prise de tensions aux différents étages d'un récepteur; on trouvera partout une image différente, très caractéristique de l'étage considéré. Malheureusement, la place nous manque pour décrire les nombreuses observations que l'oscillographe rend possibles. La pratique et l'expérience sont ici les meilleurs professeurs, du moment

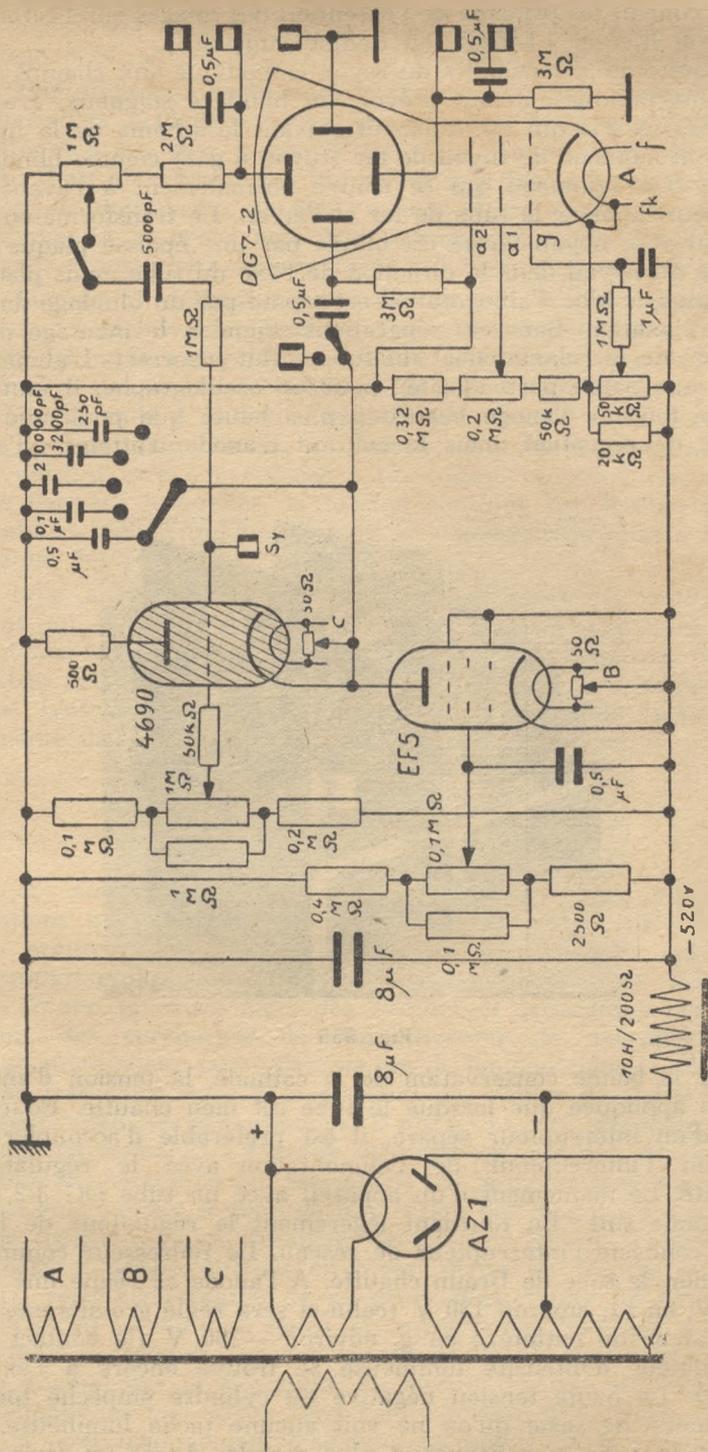


Fig. 354

que l'on connaît les principe de l'obtention des images sur l'écran (voir Günther et Richter « L'Ecole du Radiotechnicien »).

Par suite de la sensibilité du rayon cathodique aux champs électriques et magnétiques, il faut prévoir un blindage soigneux. L'appareil représenté fig. 355 qui est construit suivant le schéma de la fig. 353b contient un morceau de tuyau de fer (tuyau à gaz) comme blindage du tube DG 3-2. L'anneau qui se trouve normalement à l'avant a été enlevé pour montrer le tube de fer et l'écran. Le transformateur d'alimentation avec noyau fermé est blindé par une épaisse plaque de fer et a l'axe du noyau dans la direction de l'axe du tube, mais placé plus bas. De plus, le bloc d'alimentation est séparé par un blindage du dispositif de relaxation. Sans ces séparations soignées, le montage de l'alimentation, de la relaxation et du tube serait incorrect. L'alimentation contient une petite particularité ; pour un oscillographe, il faut, il est vrai, une tension d'anode beaucoup plus haute que pour une lampe ordinaire de réception, mais le courant d'anode n'atteint qu'environ 0,1 mA.

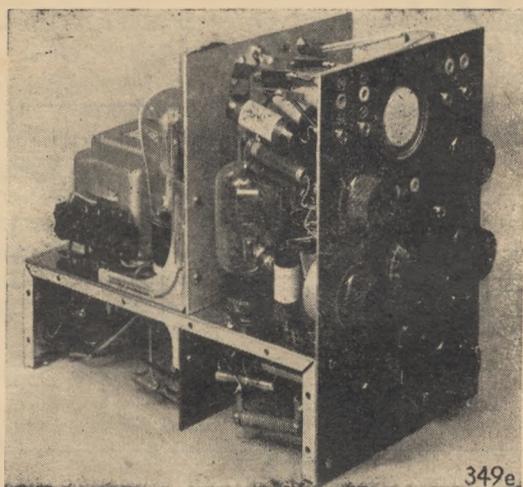


Fig. 355

Pour la bonne conservation de la cathode, la tension d'anode ne doit être appliquée que lorsque le tube est bien chauffé. Pour éviter l'ennui d'un interrupteur séparé, il est préférable d'accoupler mécaniquement l'interrupteur de l'alimentation avec le régulateur de luminosité. Le maniement d'un appareil avec un tube DG 3-2 se fera donc comme suit : En tournant légèrement le régulateur de luminosité, on connecte l'interrupteur de réseau. Le redresseur commence à fonctionner, le tube de Braun chauffe. A l'anode a2 règne une tension de 500 V, en a1, environ 130 V (celui-ci sera réglé grossièrement avec le régulateur de netteté) ; en g, environ -100 V (le contact mobile du régulateur d'intensité lumineuse se trouve encore à l'extrémité négative). La haute tension négative du cylindre empêche tout courant d'anode de sorte qu'on ne voit aucune tache lumineuse. Ainsi, la durée du tube sera beaucoup plus grande. Après un temps d'une minute environ, la cathode est bien chauffée et prête à l'usage. On peut alors amener le régulateur de luminosité sur environ -35 V,

ce qui donne une tache lumineuse claire dont on peut régler les dimensions et la netteté au moyen du régulateur de netteté.

Le point lumineux reste encore absolument fixe. Comme l'écran en souffrirait à la longue, nous travaillerons avec une très faible luminosité (tension très négative en g) et avec une tension de déflexion. C'est alors une ligne lumineuse que l'on a à régler. Comme régulateur de luminosité, il vaut mieux prendre un potentiomètre logarithmique et le relier avec son extrémité à faible résistance au pôle négatif (connexions suivant fk).

Les plaques de déflexion inutilisées doivent être mises à la terre pendant le fonctionnement pour qu'elles n'acquièrent pas une charge qui ferait dévier le rayon. Pour réaliser cela d'une façon simple, on ne connectera pas, comme d'habitude, le pôle négatif (souvent appelé pour cela pôle nul) à la terre, mais le pôle positif de la tension de marche. Pour la même raison, on prévoit, pour les tensions alternatives qui doivent être superposées à un courant continu, des douilles spéciales derrière lesquelles, la tension continue est arrêtée par des condensateurs inclus. Des douilles de jack assurent la mise à la terre automatique des plaques.

Le tube à rayon cathodique est un appareil de contrôle très important qui, — sans charger le circuit de mesure — montre instantanément une image que l'on n'obtiendrait qu'avec beaucoup de peine par d'autres moyens. Les possibilités d'application en sont pratiquement illimitées. L'oscillographe cathodique sera bientôt, sans aucun doute et ce jusque dans le plus petit atelier, à la place d'honneur qui lui revient.

DEPARASITAGE

Par des mesures faites sur un appareil, on ne peut dépister des perturbations que lorsque leur cause est dans l'appareil même. Ce sont les perturbations internes. Parmi les perturbations extérieures nous trouverons les déformations dans les installations d'émission dont on trouve la cause dans des surcharges passagères des étages d'émission, des surcharges de l'amplificateur de microphone, des défauts au microphone ou — dans le cas de longues lignes — des limitations de fréquence dues à la capacité des câbles de liaison et des couplages. Contre ces perturbations, il n'y a, du côté réception d'autre moyen que de renoncer à l'écoute du poste en question. Il en est de même pour des émetteurs qui travaillent sur la même longueur d'onde; il est vrai que, suivant le plan de répartition des longueurs d'onde, ces postes se trouvent à des distances de 600 km l'un de l'autre, mais, malgré cela, il arrive, surtout en hiver, qu'on les reçoive en même temps. La réception séparée de ce genre d'émetteurs ne peut guère avoir lieu qu'au moyen d'un cadre. En outre, le son flûté qui se produit lorsque deux émetteurs ont des longueurs d'onde très voisines sera évité en augmentant la sélectivité du circuit d'entrée des récepteurs ou en coupant les tons aigus dans l'amplificateur B.F. Cette dernière méthode a pour inconvénient d'abaisser la qualité de la reproduction. Les parasites atmosphériques, claquements, ronflements ou craquements, lorsqu'ils sont produits à l'endroit même de la réception, ne peuvent être diminués que par la réception sur cadre. Si l'orage est

situé assez loin, on peut éliminer ces perturbations en écoutant des émetteurs situés dans une autre direction. Pour cela, l'emploi d'un cadre sera aussi très utile. Le phénomène de « fading » qui se produit parfois ne peut être amélioré dans le récepteur que si celui-ci possède un bon A.V.C.. Cependant l'obtention d'une puissance de son uniforme dépend beaucoup de la réserve d'amplification. Avec de petits appareils, la réserve de puissance est vite épuisée. Les périodes de réception avec disparition complète de l'onde émise ne peuvent pas être compensées, même dans les appareils les plus puissants.

Toutes les perturbations énumérées jusqu'ici trouvent leur cause dans l'imperfection de la technique ; les organismes d'émission font tout ce qu'ils peuvent pour rayonner leur programme aussi parfaitement que possible. S'il arrive qu'un émetteur présente une perturbation, on s'accordera simplement sur un autre. La question est tout autre quand on a un voisin malveillant qui possède un appareil à réaction. Il s'amuse parfois à chercher sur toute l'échelle d'accord et il se peut que nous retrouvions sa présence malsonnante même en changeant de poste émetteur. Heureusement tout de même que l'interférence n'est apparente que sur la longueur d'onde pour laquelle il est accordé ; on ne constatera donc pas son activité lorsque, par hasard, elle s'exerce dans une autre partie de la gamme, en revanche, d'autres auditeurs qui écoutent dans le domaine qu'il explore en seront incommodés. L'emploi croissant d'étages amplificateurs H.F. empêche ce rayonnement d'oscillations ce qui diminue fortement cette ennuyeuse perturbation jadis trop courante. En revanche, les perturbations dues aux supers augmentent. Un étage oscillateur rayonne, en effet beaucoup plus fort qu'une détectrice à réaction et parfois même beaucoup plus fort que l'onde d'émission reçue ; les oscillations produites atteignent facilement l'antenne et le réseau. Si cette perturbation nous arrive, c'est certainement par une liaison commune avec le perturbateur (réseau, terre) ou par couplage (antenne intérieure).

Les perturbateurs les plus ennuyeux sont les appareils et les machines électriques qui, exceptionnellement ou continuellement, produisent des interruptions de courant. Il en résulte généralement la production d'étincelles ; les enroulements (self-inductions) et les masses métalliques (capacités) forment des circuits oscillants qui, étant amortis, rayonnent de larges bandes de fréquences. Le déplacement de l'antenne vers une région moins troublée très haut sur le toit, peut améliorer fortement la situation. En outre, une descente blindée, un récepteur blindé et l'emploi d'un contrepoids au lieu de la terre peut supprimer complètement cette perturbation. Le blindage de la descente d'antenne peut d'ailleurs servir de contrepoids. Dans le raccordement au réseau du bloc d'alimentation, on peut employer des bobines de choc et des condensateurs pour barrer le chemin à la haute fréquence. Un bon filtre à haute fréquence peut éliminer beaucoup de perturbations. Le moyen le plus radical est, toutefois, le déparasitage de l'appareil perturbateur lui-même. Dans une ville à population dense, il est difficile d'identifier avec certitude le perturbateur, surtout si l'on ne connaît même pas le genre de perturbation en cause. Si les perturbations se produisent pendant la réception ordinaire, on s'efforcera de noter à quel moment ces perturbations se produisent, leur durée, et, éventuellement l'intensité et la forme sous laquelle elles se présentent ; la recherche officielle des perturbations en sera grandement facilitée.

Heureusement, les différentes sources de parasites produisent des bruits différents de sorte qu'il est possible de reconnaître la source probable des perturbations reçues. Comme il est rare que l'on ait, en l'occurrence, l'occasion d'acquiescer toute l'expérience désirable, signalons l'existence d'un disque de gramophone (Telefunken n° E 1430) sur lequel sont enregistrés les parasites les plus courants. Elle contient les perturbateurs suivants : Réaction, sèche-cheveux, aspirateurs de poussière, machines à coudre, ascenseurs et autres moteurs, mauvais contacts, horloges électriques, appareils rayonnant de la haute fréquence, thermostats (coussins chauffants) interrupteurs, trams électriques. Si l'on arrive à déterminer le groupe dans lequel se trouvent les parasites que l'on reçoit, il sera plus facile de chercher le perturbateur dans le voisinage. Une suppression complète des oscillations perturbatrices à l'appareil perturbateur lui-même est presque impossible car leur existence est généralement due aux propriétés de l'installation elle-même. La propagation des oscillations peut cependant être évitée en les concentrant dans un circuit déterminé. Le moyen le plus employé dans ce but est le condensateur. Plus la capacité est grande, mieux il agit. D'autre part, d'après le V.D.E., elle ne doit pas laisser passer plus de 1 mA (en convention internationale 0,5 mA) lorsqu'elle est reliée au réseau alternatif, pour éviter les chocs par contact accidentel. D'autre part, une forte tension de perçage est imposée pour éviter les courts-circuits.

Comme les condensateurs peuvent être rarement inclus dans l'intérieur même de l'appareil, ils doivent être blindés. Les connexions doivent être faites au moyen de câble sous caoutchouc. Si un condensateur ne suffit pas, on barrera le chemin par une bobine de choc à haute fréquence. Pour cela, il suffit d'une bobine cylindrique ou plate de 100 à 300 spires. Par suite des courants intenses, le fil, bien isolé, doit avoir une section suffisante (jusqu'à 6 A, 1 mm²; jusqu'à 10 A, 1,5 mm²; jusqu'à 15 A, 2,5 mm²; jusqu'à 20 A, 4 mm²; jusqu'à 25 A, 6 mm², etc.). Si l'on ne connaît pas l'intensité du courant, on la calculera d'après la tension du réseau et l'énergie absorbée. Si celle-ci s'élève, p.ex. à 400 W on obtient, avec une tension de réseau de 220 V une intensité de $400 : 220 = 1,8$ A. Des bobines de choc pour courant intenses (pour moteurs) seront, en vue d'un meilleur refroidissement, bobinées sur les bords d'un corps de bobine rainuré que l'on peut construire en pertinax.

L'action des ondes perturbatrices diffère suivant qu'il s'agit d'oscillations rapides et faibles ou d'interruptions lentes de fortes intensités. Dans le premier cas, il se produit des étincelles, dans le second cas ce sont des arcs. La formation d'un arc voltaïque produit une grande énergie à haute fréquence dont on ne peut éviter le rayonnement que par l'emploi de grands condensateurs. En outre, une résistance doit être insérée dans le circuit pour transformer l'énergie en chaleur. On déterminera la valeur et les dimensions de la résistance par expérience; une petite résistance ne supprime pas l'énergie perturbatrice, une forte résistance verrouille le passage et augmente le rayonnement. Les perturbateurs les plus courants dans ce genre sont les interrupteurs et les sonneries électriques (fig. 356a et b). Un interrupteur de lumière sera déparasité avec $0,1 \mu\text{F} + 50 \Omega$. Pour les rhéostats de démarrage et les interrupteurs rotatifs pour des courants plus intenses, il faudra des condensateurs de 0,5 à 1 μF . Une sonnerie électrique

sera déparasitée avec $1 \mu\text{F} + 50 \Omega$. Autant que possible, on emploiera le raccordement de la fig. 356c. Les bobines des électro-aimants de la sonnerie fonctionnent alors comme bobines de choc. Dans les moteurs, il se produit des parasites par la production d'étincelles au collecteur. On obtiendra parfois un meilleur résultat en reliant un des balais à la masse de la machine par un second condensateur. Deux capacités égales sont employées dans la fig. 356e; le point milieu peut être reliée directement à la masse si celle-ci est à la terre. Sinon, — notamment pour le courant alternatif — on prévoit un condensateur de protection dans la connexion (fig. 356f). Les capacités indiquées dans la figure sont prévues pour de petits moteurs jusqu'à environ $1/3 \text{ CV}$; pour de plus grands moteurs, on emploiera des condensateurs de $0,5$ à $1 \mu\text{F}$ chacun. Les moteurs qui ne sont pas encore complètement déparasités par ce moyen et les transformateurs seront munis, aux bornes d'entrée, d'un raccordement suivant la fig. 356g. Dans les schémas à courant

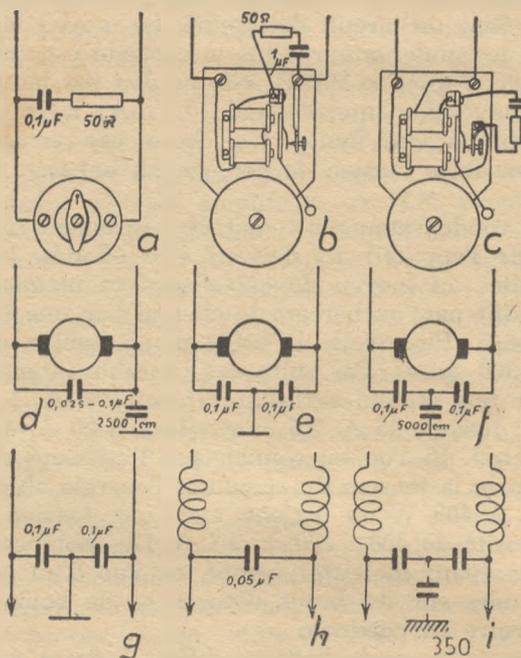
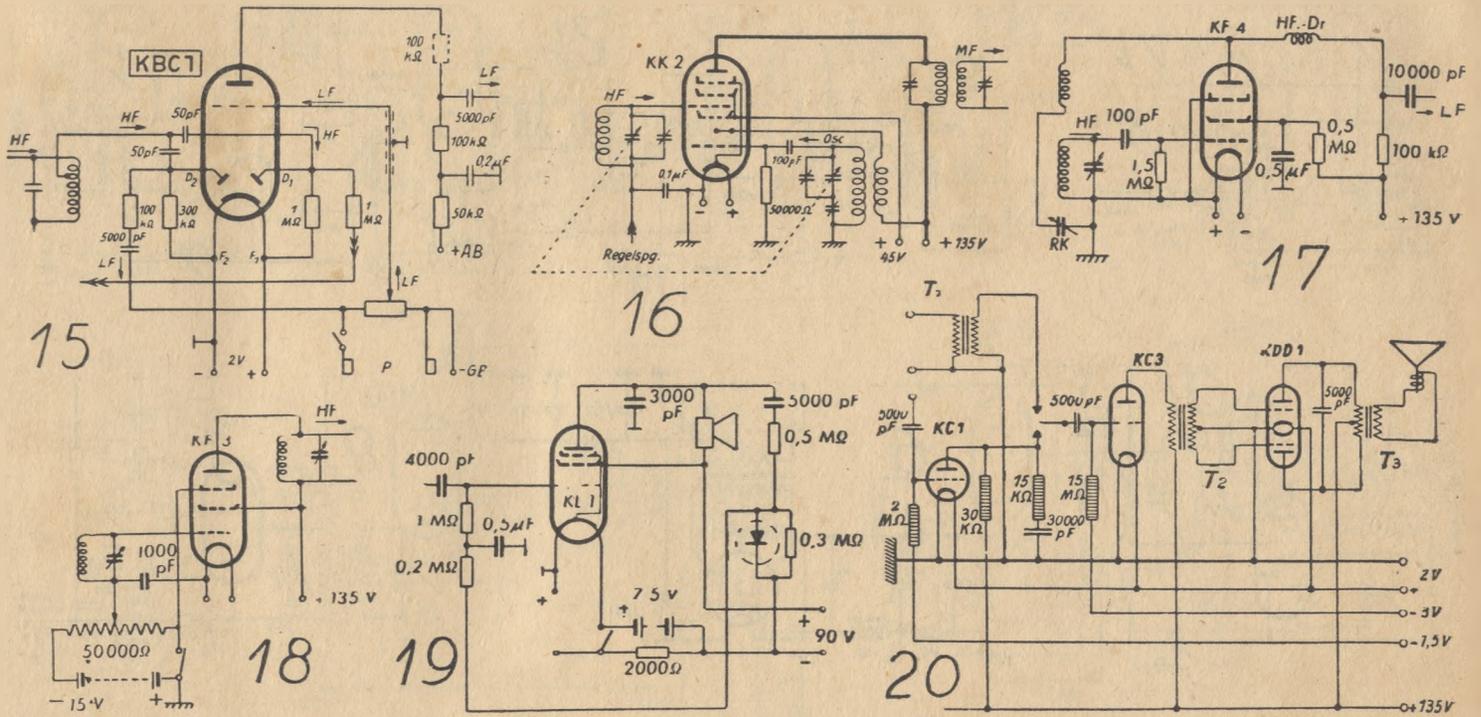


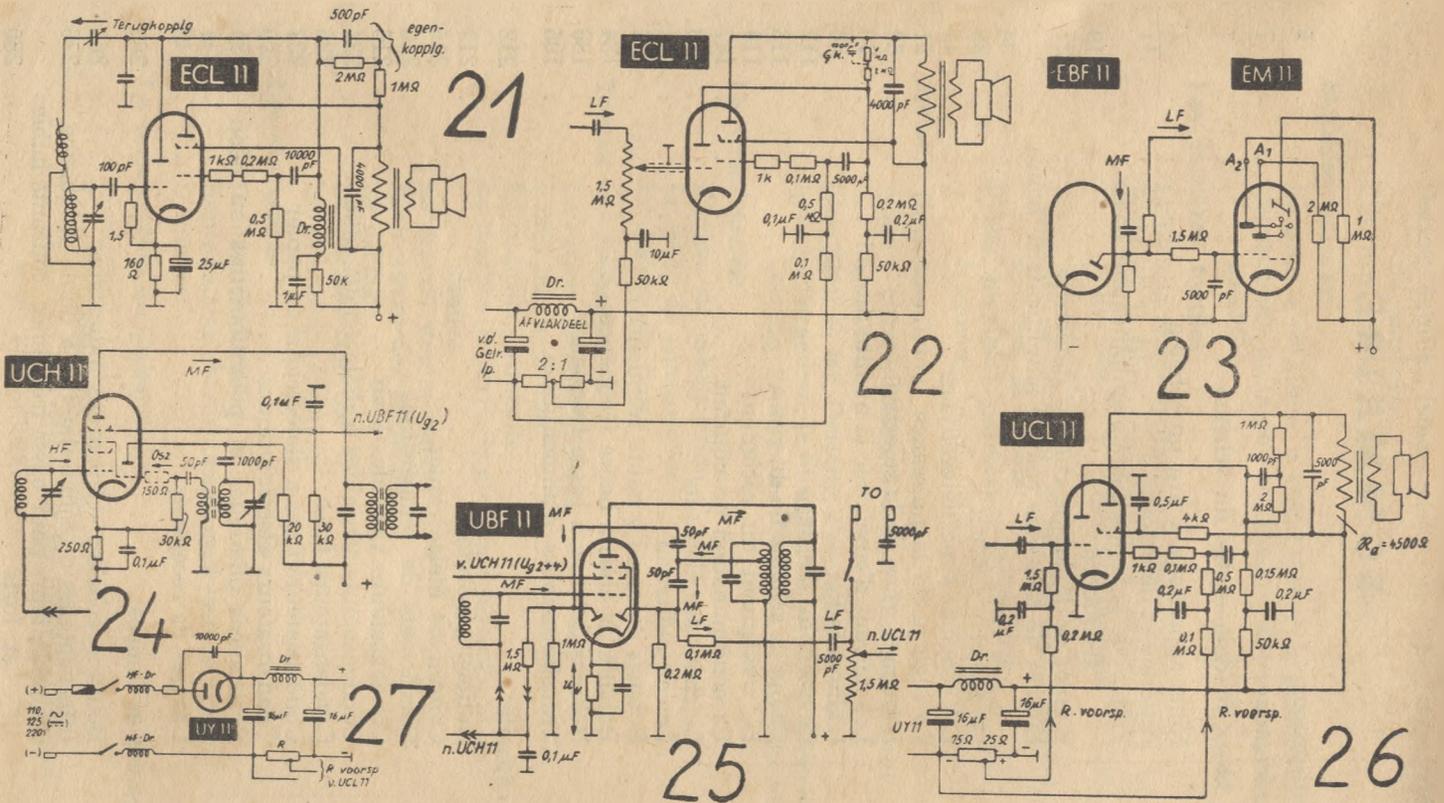
Fig. 356

alternatif, il faut tenir compte de ce que les condensateurs absorbent un certain courant; cette perte pourrait, par l'emploi de fortes capacités, devenir inutilement élevée. On prendra donc de préférence de petites capacités et l'on connectera des bobines de choc dans le raccordement au réseau (fig. 356h). Pour une petite dépense supplémentaire, on aura le schéma (fig. 356i) plus efficace encore. Il convient aussi pour le déparasitage d'un appareil rayonnant de la haute fréquence; il suffit alors de blinder la connexion au réseau et de recouvrir la poignée du transformateur d'un couvercle métallique de blindage. On reliera ce blindage à une prise médiane de la connexion des condensateurs. On peut, par une application raisonnée des méthodes ci-dessus décrites, déparasiter tous les autres appareils ou machines (voir aussi Günther et Richter « L'Ecole du Radiotechnicien »).

Un cas spécial se présente dans le déparasitage d'une auto. Dans chaque connexion de bougie on insère une résistance de 20 k Ω et entre la bobine d'allumage et le distributeur, une résistance de 50 k Ω . Le primaire de la bobine d'allumage est connecté en parallèle avec un condensateur de 0,1 μ F. Souvent, la bobine d'allumage, le distributeur, les bougies et les connexions devront être blindées. Entre la masse et la borne isolée de la dynamo d'éclairage, on insère un condensateur de 0,5 à 1 μ F. L'essuie-glace, le c'ignoteur et les interrupteurs seront déparasités en y connectant 0,1 à 1 μ F avec les contacts d'interruption. Pour rendre le déparasitage plus efficace, on montera l'antenne aussi loin que possible du champ perturbateur et on blindera la descente d'antenne et le récepteur.



Regelsp. = Tension de réglage

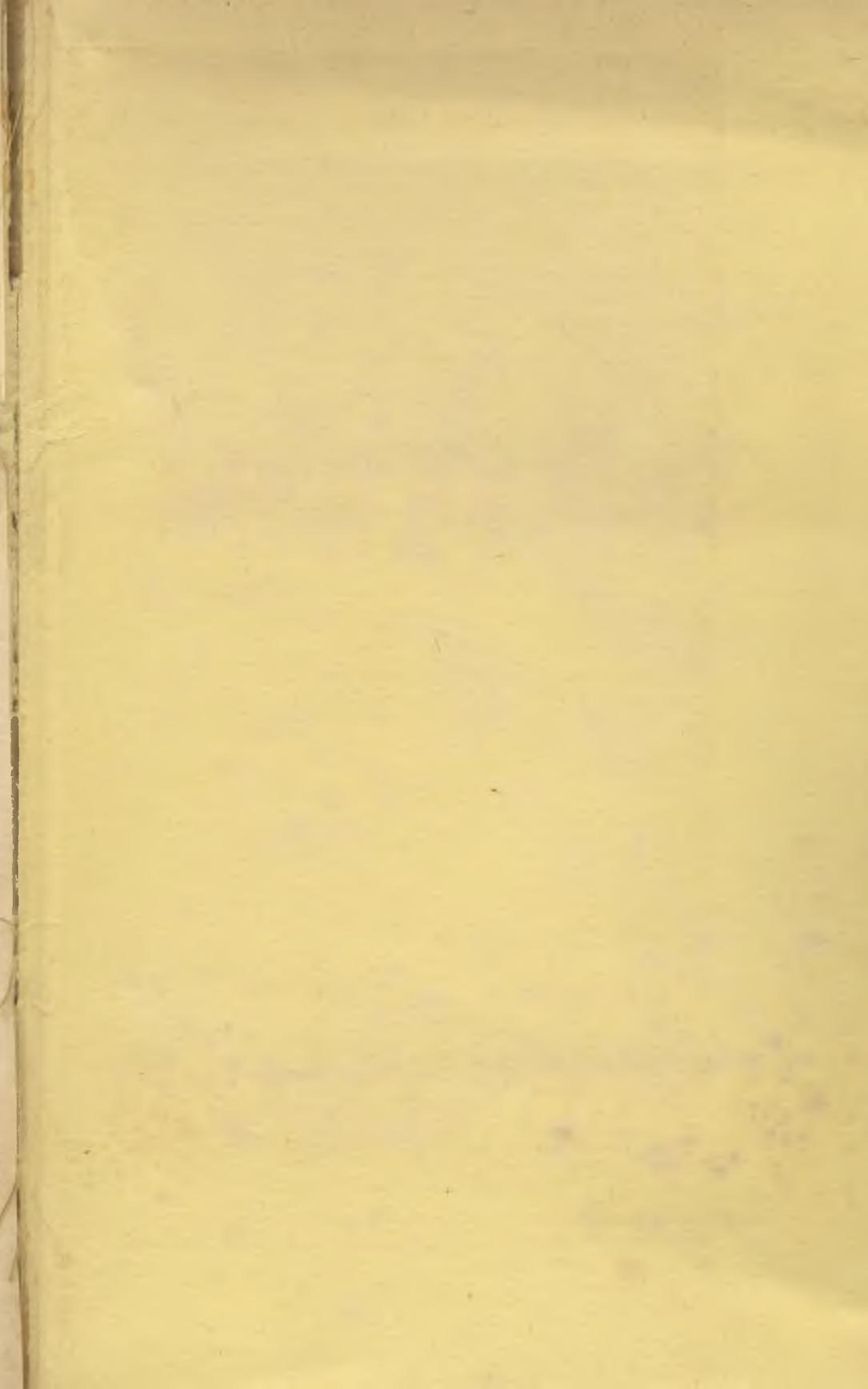


Terugkoppeling = Réaction
 Tegenkoppeling = contre-réaction
 Aflakdeel = circuit de filtrage

SOMMAIRE

| | |
|---|------------|
| Avant-propos | 5 |
| Le récepteur | 7 |
| Les bases fondamentales du schéma | 7 |
| Nous apprenons à lire un schéma | 7 |
| Antenne et détecteur | 17 |
| Emploi de la lampe comme amplificateur basse fréquence | 19 |
| Emploi de la lampe comme détectrice | 27 |
| Emploi de la lampe comme amplificatrice haute fréquence | 34 |
| Le schéma « réflex » | 38 |
| Les schémas superhétérodynes | 41 |
| Le réglage de la puissance (volume-control) | 51 |
| L'augmentation de la sélectivité | 60 |
| Les moyens d'améliorer la qualité du son | 70 |
| L'alimentation | 80 |
| Le choix du montage | 112 |
| Ce que le schéma ne dit pas | 118 |
| Le rendement du récepteur | 119 |
| La consommation de courant | 147 |
| Le choix des éléments | 150 |
| La self-induction | 151 |
| Bobines d'accord à haute fréquence | 155 |
| Bobines de choc à haute fréquence | 184 |
| Bobines de choc à basse fréquence | 186 |
| Transformateurs d'alimentation | 195 |
| La capacité | 212 |
| Notions générales | 212 |
| Constantes diélectriques | 215 |
| Coefficients de température | 216 |
| Condensateurs variables à air | 216 |
| Condensateurs variables à diélectrique solide | 224 |
| Condensateurs fixes | 226 |
| Condensateurs fixes à diélectrique en papier | 227 |
| Condensateurs électrolytiques | 229 |
| Résistances ohmiques et potentiomètres au néon | 231 |
| Redresseurs à contact | 241 |
| Lampes de réception | 245 |
| Supports de lampes | 263 |
| Boutons, échelles et appareils indicateurs | 265 |
| Interrupteurs et commutateurs à haute fréquence | 276 |
| Commutateurs pour basse fréquence, courants faibles et forts | 280 |

| | |
|--|------------|
| Fusibles | 283 |
| Bornes, douilles, fiches, soulers de câble, languettes de soudure | 284 |
| Fils, litze, câbles et gaines isolantes | 289 |
| Matières isolantes | 293 |
| La poix, la paraffine, la cire, l'ambre, la gomme laque | 296 |
| Caoutchouc, guita-percha, toi'e-isolante, ébonite, galalithe | 297 |
| Les matières textiles | 298 |
| Le bois, la résine synthétique, bakélite, trolitan | 298 |
| Pollopas, la fibre, le celluloid, le vernis japon, la laque japon, le vernis cellulosique, le Cel- lon, la trolitule | 299 |
| L'aménite, le mipolam, la marbre blanc naturel, le mica, le quartz | 300 |
| Pyrex, plexiglas, porcelaine, steatite, fréquentite, fréquenta, clatie, calan, kerafar, condensa | 301 |
| Métaux | 302 |
| Argent, cuivre, laiton, Durana, Tombac, bronze, aluminium | 302 |
| L'or, platine, fer, Oerstitute, Permalloy | 303 |
| Le zinc, l'argentan, la nickeline, constantan, nickel- chrome, l'Antimoine, Bismuth et le selenium | 304 |
| La Construction | 306 |
| Formes de construction | 306 |
| Le plan de construction | 314 |
| Le travail du bois | 321 |
| Travail des isolants | 341 |
| Le carton bakélite, trolitax | 342 |
| L'ébonite, le trolite | 343 |
| La trolitule, l'Aménite | 344 |
| Le marbre ,le verre, le plexiglas, les isolants céra- miques | 345 |
| Le travail des métaux | 345 |
| Le montage des éléments | 377 |
| Le câblage | 382 |
| Le dernier contrôle | 388 |
| La première réception | 392 |
| Les accessoires | 404 |
| Le haut-parleur | 404 |
| Reproduction de disques et enregistrement personnel | 419 |
| L'antenne | 434 |
| La conservation de l'appareil | 451 |
| L'entretien | 451 |
| Transformation des récepteurs | 454 |
| Le dépistage des pannes et les moyens employés pour les corriger | 455 |
| Deparasitage | 519 |



Votre métier exige l'emploi de

GENERATEURS H.F.
PONTS DE MESURE
INSTRUMENTS DE
MESURE UNIVERSELS
OSCILLOGRAPHES
CONTROLEURS DE LAMPES

Les fabriquer c'est **notre métier**

Laboratoires VANDAMME

28, RUE DU PRINCE LEOPOLD
ANVERS (BORGERHOUT) - Tél. 560.29

