

36

vosre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs életroniqueiens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 4 - 11 novembre 1965 - le numéro 1,60 F.

SUISSE 1,70 FS
BELGIQUE 23 FB
MAROC 1,85 Dh

ALGERIE 1,80 FA
TUNISIE 1,70 M
ALLEMAGNE 1,80 DM

GRANDE-BRETAGNE 3,5 sh
CANADA 50 cts
U.S.A. 50 cts

vosre Carrière

revue hebdomadaire

DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS: Editions CHIRON - 40, rue de Seine
Tél. 633.18-93 - Paris (6^e) - C.C.P. 53-35.



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

Directrice: *Mme Etienne Chiron.*
Secrétaire de rédaction: *J. Lavergne*

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.

France - 1 an (52 numéros) = 70 F;
6 mois (26 numéros) = 38 F. -
Etranger - 1 an = 90 F - Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire la somme de 1,20 F par numéro.

S'adresser aux Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris - C.C.P. 53-35.

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire (1.60 F).

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse.

S'adresser: Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris.

PUBLICITE

PUBLEDITEC - 13, Rue C. Lecocq
Tél. 250.88-04 et 88-05 - Paris, 15^e.

Cette Revue sera contrôlée par l' O. J. D.

DISTRIBUTION

Nouvelles Messageries de la Presse Parisienne - 11, Rue Réamur - Paris.

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 2^e trim. '65
Periodique N. 42 905 à la Commission Paritaire de la Presse.

Tous droits de reproduction, même partielle, réservés pour tous pays.

Sommaire

- ★ Courrier des lecteurs - Courrier technique page 2
- ★ La fabrication des condensateurs variables et des blocs d'accord U.H.F. » 3
- ★ L'amplification Basse Fréquence » 5
- ★ Construction d'un générateur Basse Fréquence - Description et construction » 14
- ★ Questions sur les 106^{ème} et 107^{ème} leçons » 23
- ★ Réponses aux questions du numéro précédent » 23
- ★ Construction d'un générateur Basse Fréquence - Essais et mise au point » 24
- ★ Correspondance entre les mesures Américaines de diamètre de vis à métaux et les valeurs décimales équivalentes » 28
- ★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique » 29

Courrier des lecteurs

AVIS - PETITES ANNONCES

"**Votre Carrière**" décide d'accepter désormais les **Petites Annonces**, brèves (maximum 4 lignes), pour les rubriques suivantes:

- offres d'emploi
- demandes d'emploi
- achat, vente et échange de matériel d'occasion
- offre de service, tels que dépannage, montage*, etc.

* à l'exclusion de la vente de matériel neuf, qui est réservée à nos pages de publicité.

TARIF: 6 F la ligne de 40 signes et espaces.

USAGE DES RELIURES DE "VOTRE CARRIERE"

La reliure type **D** ne pose pas de problèmes: c'est un système à pince qui serre les feuilles du Dictionnaire que vous devez séparer de la revue.

Dans la reliure type **A**, les pages du Cours séparées de la revue, sont placées à cheval sur les fils de nylon. Il ne faut pas mettre plus de 26 numéros par reliure. Par suite, il ne faut surtout pas utiliser tous les fils dans l'ordre, mais laisser un fil inemployé sur deux: en raison de l'épaisseur du Cours un fil libre doit rester entre chaque fascicule.

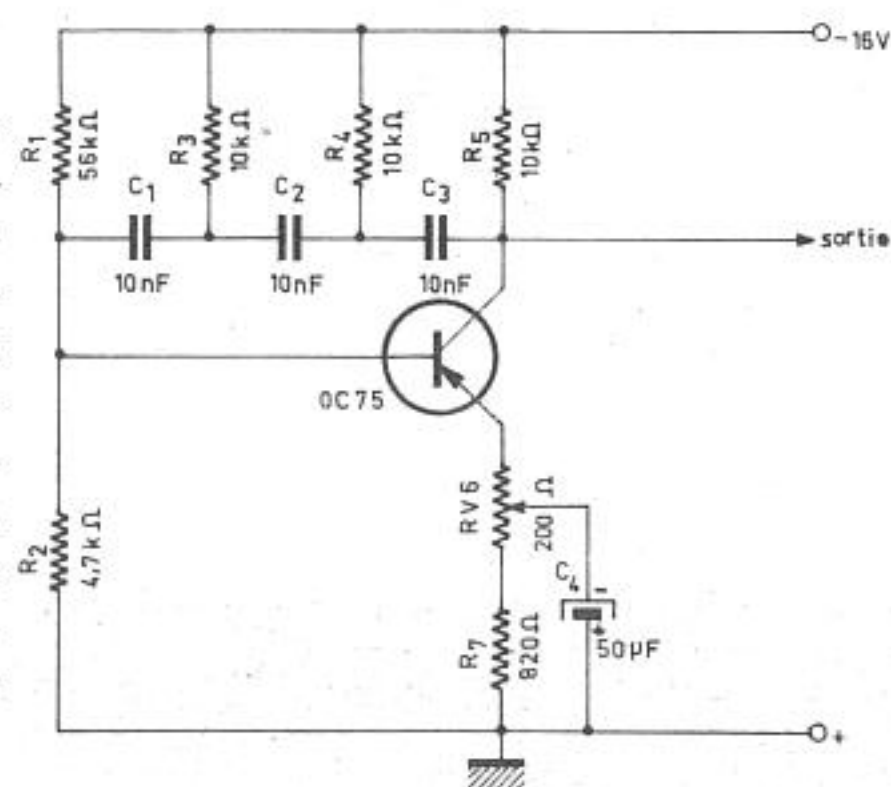
Courrier technique

Monsieur J. M. - Lyon (Rhône).

1^o) La modulation de votre émetteur en ondes entretenues pures nécessite l'adjonction d'un oscillateur auxiliaire à basse fréquence modulant la porteuse haute fréquence. On peut manipuler soit la modulation BF seule, soit la porteuse HF et la modulation BF simultanément. Dans ce dernier cas, le manipulateur doit être branché en série avec le modulateur audio fréquence vers l'enroulement de base de l'amplificateur haute fréquence.

La figure ci-jointe donne le schéma de l'oscillateur auxiliaire à 800 Hz.

2^o) Il n'existe pas, à notre connais-



sance d'ouvrage traitant uniquement de
(suite page 31)

Équipement et Composants



La fabrication des condensateurs variables et des blocs d'accord UHF

Réglages des TUNERS UHF
- Au fond, les chaînes de montage.

L'origine de la Société des Ateliers René HALFTER-MEYER remonte à 1922. Un démarrage difficile, mais rapidement couronné de succès, permet, dès 1929, une implantation de la Société à Montreuil, sur le terrain qu'elle occupe encore actuellement.

Consacrée, dès l'origine, à la fabrication industrielle des condensateurs Grand Public, la Société ne tarde pas à répandre la marque ARENA parmi les utilisateurs français et étrangers.

A la libération, la Société reprenant une activité normale, complète le département Grand Public, par un département Professionnel qui développe et fabrique des condensateurs variables et des ajustables standards et spéciaux. Le matériel destiné à l'Armée et aux grandes administrations est également exporté.

Un peu plus tard, au moment du démarrage du 819 lignes, un département Electronique se spécialise dans la réalisation des composants utilisés dans la construction des téléviseurs.

Le siège social de la Société demeure à Montreuil et conserve les fabrications de base (découpe, décolletage) ainsi que la majeure partie de la production des condensateurs variables tant « professionnels » que « Grand Public ».

C'est également à Montreuil que se font les études et la première stabilisation des chaînes de fabrication au voisinage des laboratoires, et que se trouvent tous les services administratifs, les magasins, les services « contrôle ».

Mais deux autres usines réservées uniquement à la fabrication sont venues s'adjoindre à celle de Montreuil. Champigny sur Marne a en charge les petites

fabrications et surtout les chaînes « pilote » de matériel Télévision qui y sont stabilisées avant leur implantation et leur multiplication dans la dernière usine en date, celle de Saint Aubin-les-Elbeuf.

Mise en route

Acquise en février 1961 pour la fabrication des sélecteurs U.H.F. en prévision de la mise en route du 2ème programme français, cette usine produisait son premier tuner quatre mois plus tard, en juin de la même année.

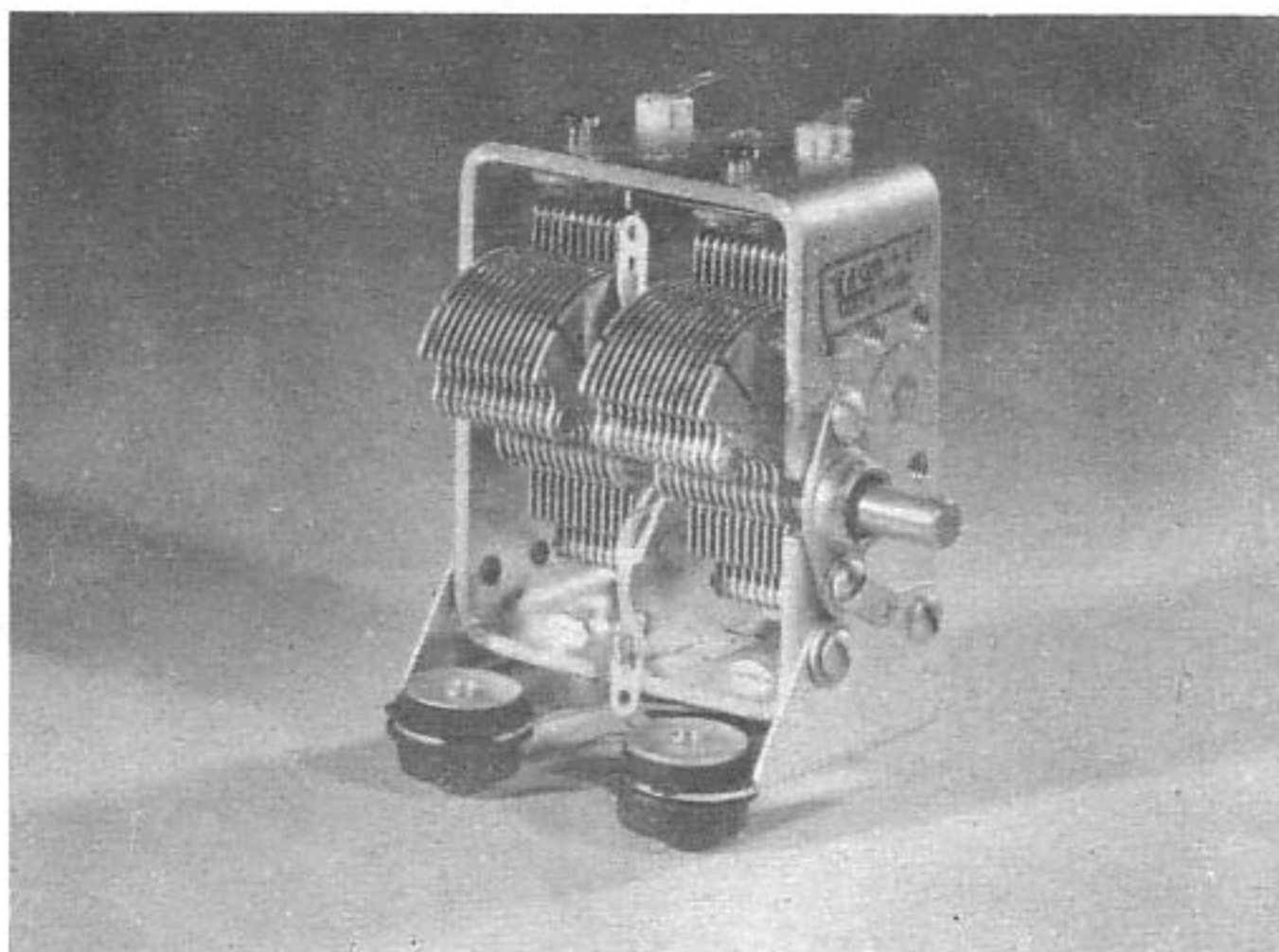
Main d'oeuvre

Depuis, sa production n'a fait que croître, grâce à un effectif moyen d'environ 500 personnes dont 30 mensuels. La main d'oeuvre, en majorité féminine, a apporté à cette entreprise des qualités héritées des traditions du textile: activité, soin adresse, qui trouvent leur application dans les fabrications délicates du matériel électronique.

Fabrication

La vocation de cette unité est la production, en grande série, du matériel industriellement stabilisé et le principal souci de la gestion est de la faire fonctionner à un débit aussi élevé et constant que possible, de la « saturer » en la protégeant des à-coups,

- dûs aux difficultés techniques, grâce à une préparation minutieuse de Montreuil et de Champigny,
- dûs aux fluctuations de la demande, ce qui im-



Un condensateur variable. Remarquer les fentes sur les lames du rotor qui permettent le réglage précis de la capacité.

plique une grande activité commerciale sur le marché national et hors de nos frontières, pour l'exportation.

Cette usine produit, ainsi, en masse :

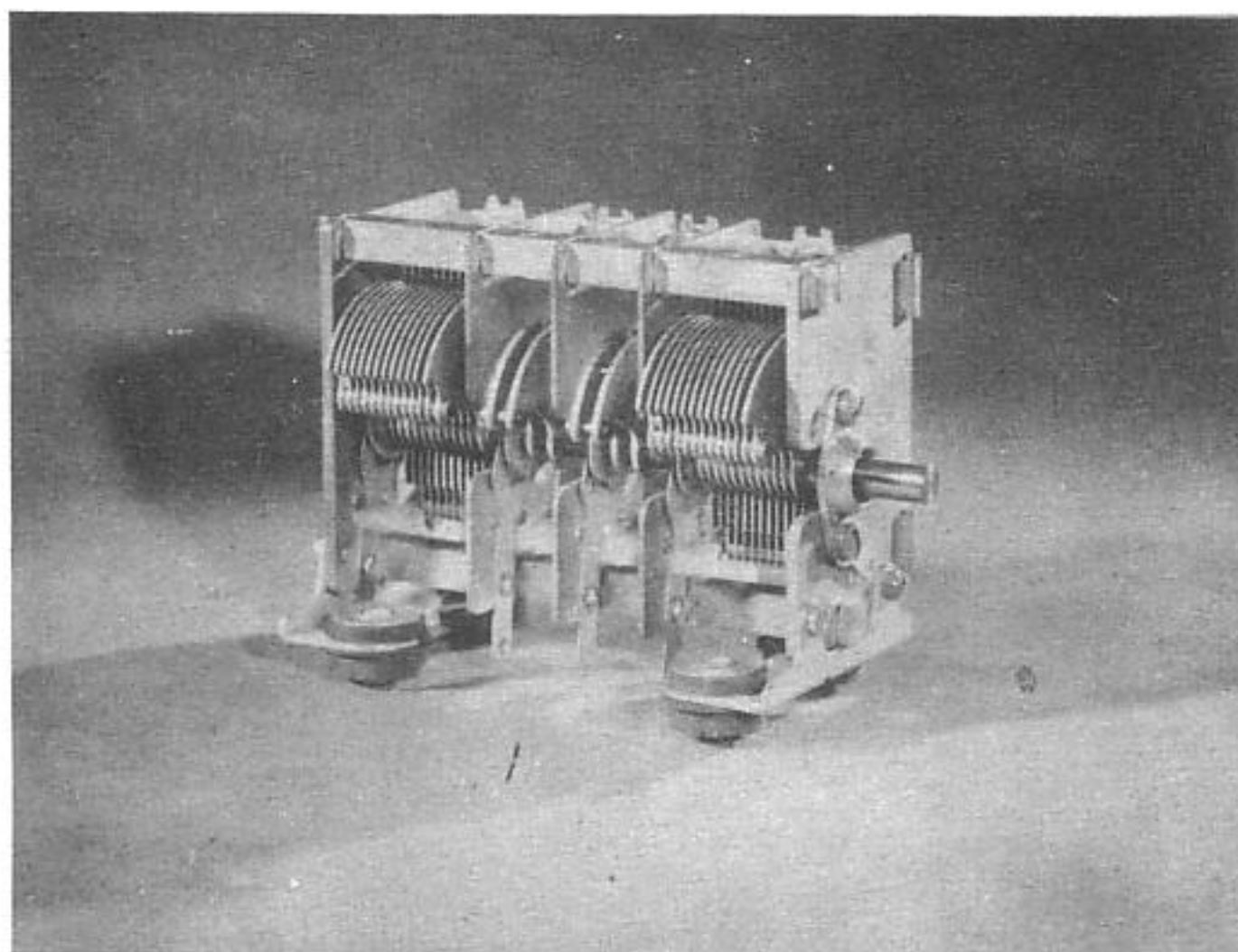
- des condensateurs variables « grand public » avec un potentiel journalier de 2 500 pièces (diélectrique air et diélectrique solide), ce qui ne représente, d'ailleurs qu'une partie de la production totale ARENA.
- des ajustables subminiatures, montés sur stéatite, à usage professionnel, particulièrement destinés à l'exportation, avec une possibilité journalière d'environ 2 500 pièces.
- des tuners U.H.F.

Ce dernier produit a été réalisé sous trois versions différentes.

A l'origine en 1962-63, sous forme de tuner demi-onde à tubes: environ 300 000 pièces fabriquées, dont 5% pour l'exportation.

1964 a vu l'apparition du transistor, et une reconversion rapide du premier modèle a permis de fabriquer 500 000 pièces, dont 15% ont été livrés hors frontières.

Enfin, 1965 verra la production d'environ 800 000 à



Un condensateur variable spécialement étudié pour la A.M. et la F.M.

1 000 000 de tuners quart d'onde à transistors dont 40% seront exportés, soit environ 3 000 unités par jour.

En 1965 l'effectif est de 400 à 480 personnes, par suite d'une montée importante de la production.

La capacité quotidienne actuelle, qui atteint 4 500 pièces sous forme de tuners terminés et de sous-ensembles « mécaniques » destinés à nos licenciés, est obtenue avec 6 chaînes principales de montage :

- 1 chaînes de tuners demi-onde (en voie de reconversion).
- 2 chaînes de « kits ».
- 3 chaînes de tuners quart d'onde.

A ceci s'ajoute la production d'une chaîne pilote de tuners quart d'onde implantée à Champigny.

Cycle de fabrication

Les pièces mécaniques sont fournies à Elbeuf par les ateliers de base de Montreuil (cage emboutie, condensateur variable en pièces détachées, lignes, démultiplication).

Cages

A la première opération, les cages reçoivent leurs cloisons, puis traversent un four à atmosphère réductrice qui permet, à 1 080°, la brasure au cuivre des cloisons, un petit brin de ce métal disposé le long de chaque cloison se répand sur tout le périmètre de cette cloison par capillarité.

A la sortie du four, l'acier des cages apparaît débarrassé de toute trace d'oxyde. Le métal mis ainsi à nu permettra, après taraudage des divers trous de fixation (procédé multibroche), d'obtenir un excellent traitement de surface et d'excellentes soudures.

Ce point a retenu particulièrement l'attention des laboratoires car l'objectif est d'obtenir les meilleures performances possibles et leur maintien dans le temps.

Or, aux fréquences utilisées, qui pour l'oscillateur peuvent dépasser 900 MHz, une bonne conductibilité superficielle est nécessaire (effet de peau). Le choix se porta sur l'argent par suite de son excellente conductibilité. On constate en fait qu'il amène un gain supérieur comparé à celui des métaux déposés habituellement (cadmium, étain...).

Le cycle est donc, après un dégraissage, un premier dépôt de cuivre de 6 microns, précédant une pré-argente rapide suivie d'une argente déposant environ 5 microns d'argent électrolytique. Tous ces bains successifs sont séparés par des rinçages et le cycle se termine par une protection du type « water-dip », qui, tout en protégeant la couche superficielle d'argent, permet une meilleure qualité de soudure lors des câblages.

Rotor stator

Parallèlement, une chaîne assure le montage des rotors et des stators du condensateur variable, qui sont également argentés pour les mêmes raisons électriques. Les lames des stators et rotors sont montées manuellement sur gabarit, serties et soudées par un processus analogue à celui des cloisons des cages, ce qui leur confère une grande solidité.

(suite dans le prochain numéro)

L'AMPLIFICATION BASSE FREQUENCE

Les tensions de basse fréquence délivrées par les microphones, les têtes de lecture de phonographes ou de magnétophones et les étages détecteurs des récepteurs de Radio sont très faibles. Elles sont de l'ordre de quelques millivolts en ce qui concerne les signaux issus d'un microphone et quelques centaines de millivolts pour ceux recueillis à la sortie de l'étage détecteur d'un récepteur. Les têtes de lecture pour disques phonographiques ou rubans magnétiques, fournissent des tensions BF assez variables selon les caractéristiques propres de ces éléments, mais qui ne sortent que très rarement des limites indiquées ci-dessus à propos des microphones et des adaptateurs radio. A ce sujet, précisons qu'on appelle adaptateur radio ou « Tuner », un appareil comprenant seulement les étages H.F., à fréquence intermédiaire et détecteur, à l'exclusion des amplificateurs B.F. et du haut-parleur.

Ces haut-parleurs, au moyen desquels les tensions B.F. sont reconverties en ondes sonores, demandent une puissance assez grande pour fonctionner correctement; d'où la nécessité de concevoir des dispositifs susceptibles de transformer les signaux basse fréquence provenant des sources citées au paragraphe précédent en des signaux de puissance suffisants pour actionner ces reproducteurs sonores. Tout cela est naturellement bien connu mais constitue une introduction nécessaire aux explications relatives aux réalisations de montage destinées à l'amplification de puissance.

La puissance à fournir dépend, du type de haut-parleur ou, d'une manière plus générale, du reproducteur sonore que l'on veut utiliser. Celui-ci, à son tour, est fonction des dimensions du local ou de la surface de la zone à sonoriser. Les reproducteurs sonores les plus courants sont les haut-parleurs, capables de transformer en énergie sonore des puissances comprises entre quelques milliwatts et plusieurs dizaines de watts. Pour des puissances plus faibles on utilise des écouteurs ou des casques tandis que pour des puissances supérieures à celles indiquées plus haut on emploie les haut-parleurs exponentiels à chambre de compression fonctionnant sous des puissances élevées, de l'ordre de quelques centaines de watts.

A titre indicatif, disons que la puissance suffisante pour obtenir un niveau sonore agréable dans un salon normal est de 3 watts environ; elle peut atteindre jusqu'à 8 ou 10 watts pour un local de grandes dimensions. Une puissance plus élevée est naturellement nécessaire pour sonoriser une salle de cinéma, elle varie selon

le volume de la salle entre 15 et 75 watts. Pour des sonorisations en plein air, il faut utiliser des puissances encore plus élevées, particulièrement si l'on veut que la « zone utile » d'écoute soit très étendue. C'est justement à cet effet que l'on a mis au point les haut-parleurs exponentiels à chambre de compression.

Ces reproducteurs sonores de grande puissance se caractérisent, entre autre, par une bande de fréquences reproduite plus étroite que celle d'un bon haut-parleur de construction classique. Mais si l'on tient compte du fait que les sonorisations en plein air consistent généralement en discours, informations ou publicités, on comprendra qu'une haute fidélité de reproduction ne soit pas particulièrement indispensable.

Les dispositifs permettant de fournir au haut-parleur la puissance nécessaire, à partir des faibles tensions recueillies à la sortie du détecteur, sont appelés des « amplificateurs basse fréquence ».

Dans cette leçon nous étudierons tout d'abord les caractéristiques générales de ces amplificateurs, nous réservant de traiter dans des leçons ultérieures tout ce qui concerne plus directement la qualité ou fidélité de reproduction, d'étudier les différents types de distorsions dont peut être affecté un amplificateur, de décrire les nombreux montages utilisés pour les réduire, c'est-à-dire les montages à contre-réaction et, en général, tous les montages particuliers propres aux amplificateurs du type « haute fidélité ». Dans la deuxième partie de cette leçon nous nous occuperons tout spécialement des étages de puissance en « push-pull » et de leurs caractéristiques propres.

CARACTERISTIQUES GENERALES des AMPLIFICATEURS BASSE FREQUENCE

Les amplificateurs BF peuvent être classés en deux catégories principales, selon que l'amplification du signal se fait au moyen d'un tube ou d'un transistor. Pour le moment, nous étudierons seulement les amplificateurs à tubes, ceux à transistors plus tard. La figure 1 donne le schéma synoptique d'un amplificateur basse fréquence de type classique.

Le circuit d'entrée a pour fonction d'adapter l'impédance du détecteur, du microphone ou des têtes de lecture à l'impédance d'entrée du premier étage amplificateur. Il peut donc comprendre plusieurs « entrées » distinctes, chacune d'elles présentant une impédance convenant à l'une de ces sources. En outre, comme nous l'avons dit plus haut, ces différentes sour-

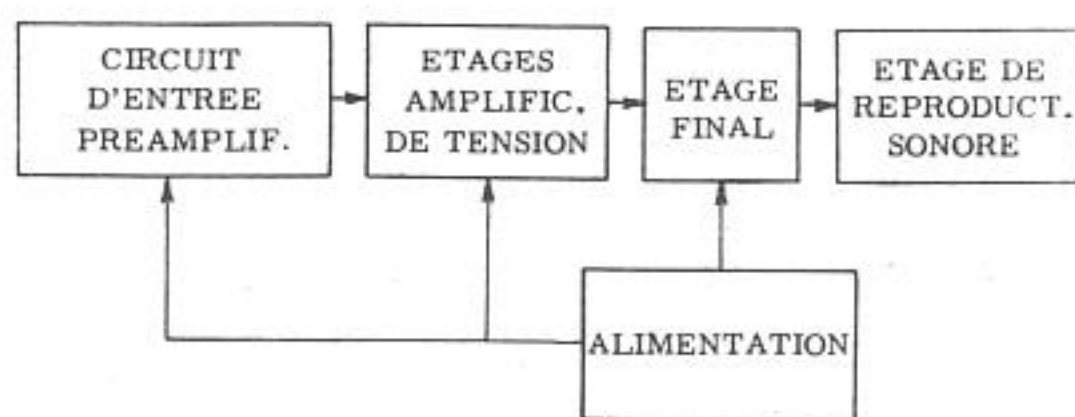


Fig. 1 - Schéma synoptique d'un amplificateur BF. Chacun des étages remplit une fonction déterminée. L'alimentation, commune à tous les étages, fournit toutes les tensions nécessaires au fonctionnement des tubes.

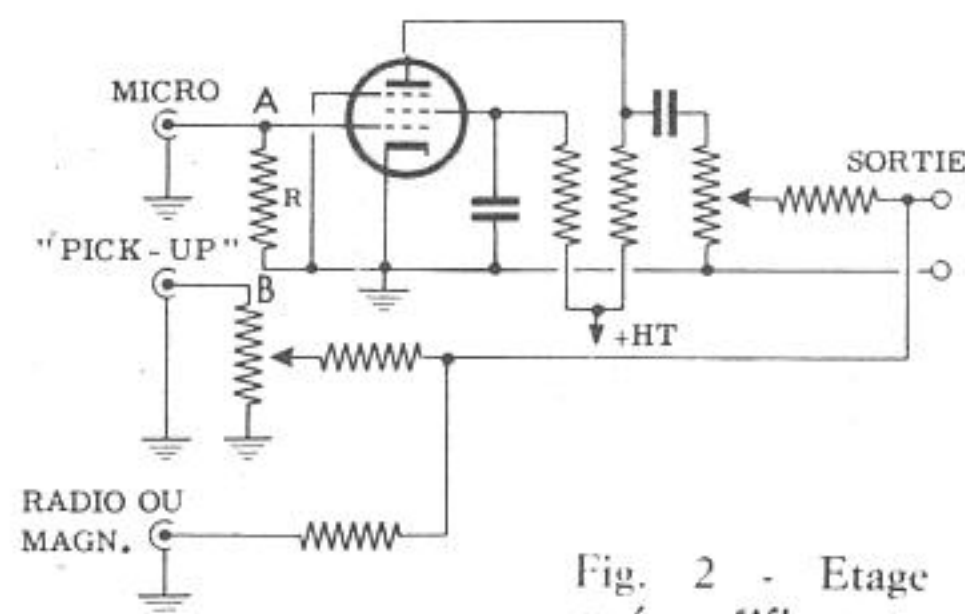


Fig. 2 - Etage préamplificateur pentode à trois entrées séparées. La valeur de R fixe l'impédance d'entrée entre A et B.

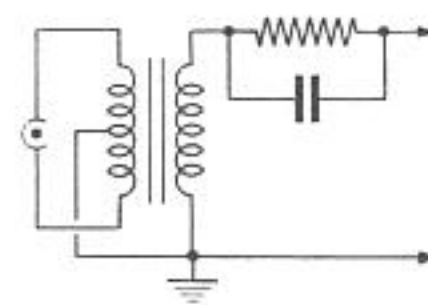


Fig. 3 - Adaptateur d'impédance d'entrée à transformateur, avec ligne de liaison au microphone équilibrée par rapport à la masse grâce à la prise médiane du primaire.

ces délivrent des tensions BF inégales entre-elles: le microphone donne une tension plus faible que les têtes de lecture qui, à leur tour, délivrent des signaux BF d'amplitude moins grande que ceux fournis par l'étage détecteur d'un récepteur radio. Il faut donc, pour obtenir la même puissance de sortie de l'étage final, que l'étage d'entrée fournisse une amplification différente dans chaque cas; c'est ainsi que dans les amplificateurs de qualité on trouve plusieurs étages pré-amplificateurs interposés entre les différentes prises d'entrée et le reste du montage, de telle sorte que le signal fourni aux étages suivants ait une tension moyenne constante quelle que soit la source utilisée.

L'**amplificateur de tension**, comprend généralement un ou plusieurs étages à tubes triode ou pentode à couplage RC, appelés étages intermédiaires. Dans certains cas on utilise un couplage direct qui permet une meilleure amplification de toutes les fréquences. Les étages intermédiaires à couplage par transformateur, très rarement utilisés, et cela tant pour des raisons de simplicité de montage qu'en raison de leur coût et de la moins bonne fidélité de reproduction qu'ils procurent.

Le couplage par transformateur était utilisé principalement en raison de l'amplification supplémentaire qu'il apportait (transformateur élévateur de tension), à une époque où l'on ne disposait que de tubes n'ayant qu'un coefficient d'amplification très modeste. Aujourd'hui le coefficient d'amplification des tubes est si grand que l'élévation de la tension du signal par un transformateur n'est plus nécessaire.

L'étage final, qui termine la série des étages amplificateurs BF, a pour fonction essentielle de fournir la **puissance** nécessaire au fonctionnement du ou des haut-parleurs. Il est donc conçu pour donner une amplification en puissance, bien plus qu'une amplification en tension. On peut donc affirmer que c'est cet étage qui assure le fonctionnement du haut-parleur à la puissance désirée et que tous les étages antérieurs ont objet principal de fournir une tension suffisante pour exciter convenablement l'étage final de puissance.

La dernière partie de l'amplificateur est constituée par le transformateur de sortie et le reproducteur élec-

tro-acoustique. Le rôle du transformateur de sortie consiste à adapter l'impédance de charge du tube final (qui est de l'ordre de quelques milliers d'ohms) à celle du haut-parleur qui n'est que de quelques ohms. L'étage final est sans doute le plus important au point de vue fidélité de reproduction de l'ensemble, car la qualité des éléments qui le composent influe d'une manière décisive sur la courbe de réponse globale. C'est ainsi que le transformateur de sortie est à ce point de vue un élément particulièrement important. La technique moderne s'oriente vers la réalisation d'étages amplificateurs de puissance ayant une impédance de sortie la plus faible possible et l'idéal serait de posséder des haut-parleurs ayant une impédance de l'ordre de 500 à 1 000 Ω ce qui permettrait d'utiliser directement leur bobine mobile comme impédance de charge anodique de l'étage final. On éliminerait ainsi le transformateur de sortie et toutes les distorsions qu'il introduit.

La partie alimentation a évidemment pour fonction de fournir les différentes tensions nécessaires au fonctionnement des étages amplificateurs proprement dits. En particulier elle doit délivrer une tension continue de l'ordre de 300 V (et parfois davantage, dans le cas d'amplificateurs de grande puissance) et la basse tension alternative nécessaire au chauffage des filaments; elle est généralement composée d'un transformateur d'alimentation, d'un redresseur à deux alternances et d'un système de filtrage de la tension anodique assez poussé.

Maintenant que nous connaissons — dans leurs grandes lignes — les fonctions des différents étages d'un amplificateur, examinons, pour chaque étage, les divers montages utilisés le plus fréquemment.

ETAGES D'ENTREE

Un schéma d'étage d'entrée pour un amplificateur de bonne qualité est donné sur la **figure 2**.

Trois entrées différentes ont été prévues: une pour un microphone à forte impédance, une pour les ten-

(1) Il existe actuellement des amplificateurs de puissance spéciaux, sans transformateur de sortie; ils utilisent le montage symétrique série.

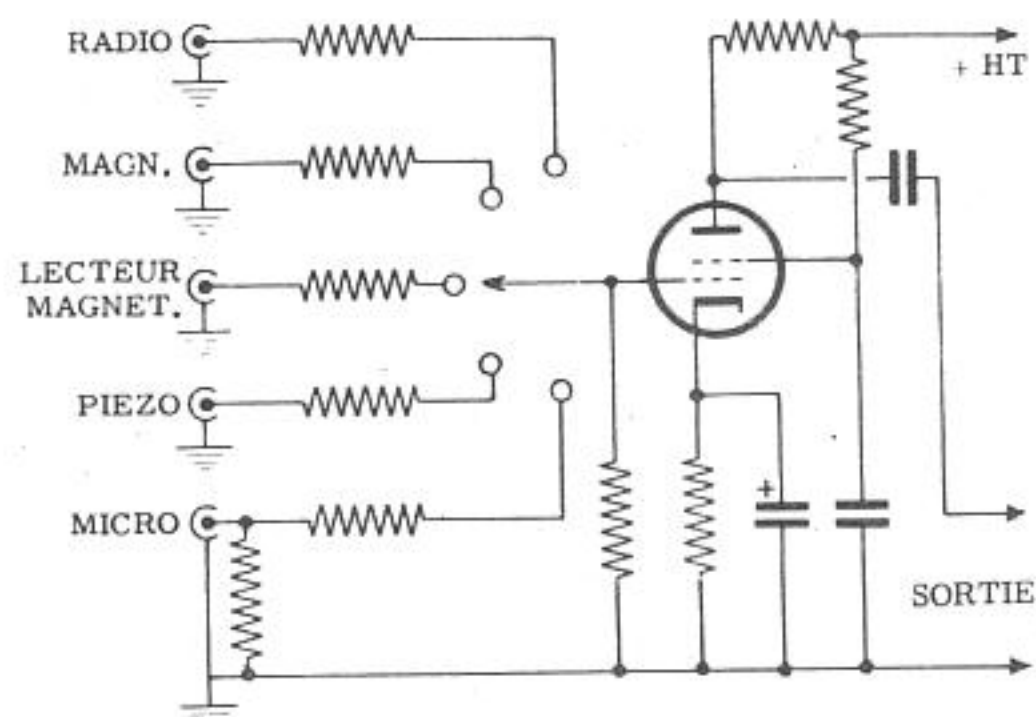


Fig. 4 - Etage préamplificateur comportant un contacteur qui permet de choisir cinq impédances d'entrée différentes selon l'utilisation prévue.

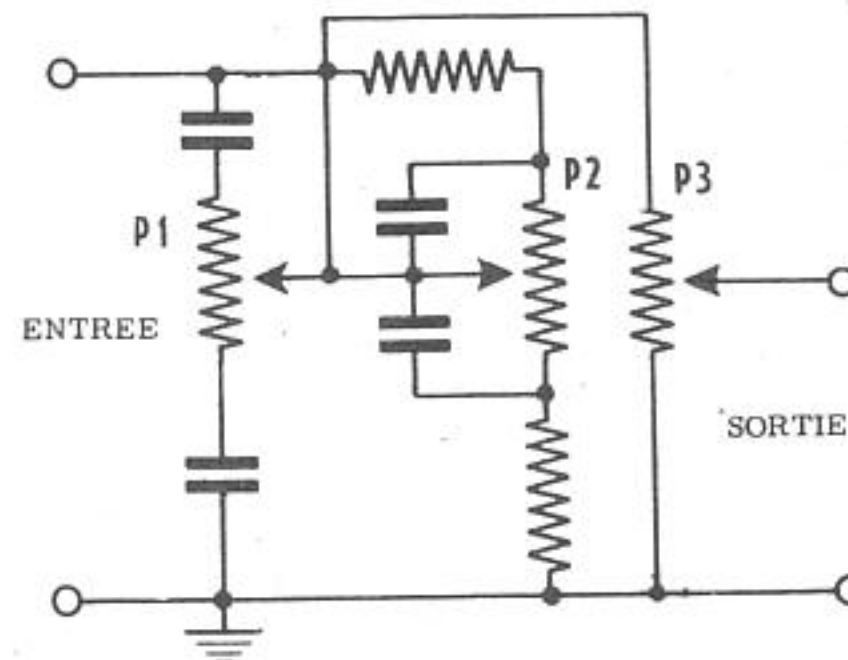


Fig. 5 - Schéma type de commande de volume (P3) et de correcteur de tonalité (P1 et P2) pour fréquences élevées et basses du spectre sonore, pouvant être intercalé entre les bornes d'entrée et la grille du premier étage.

sions fournies par un lecteur phonographique, ou « pick-up », une troisième pour celles provenant d'un détecteur radio ou d'une tête de lecture d'enregistreur magnétique. Il est également prévu un adaptateur permettant l'utilisation d'un microphone de basse impédance.

La caractéristique essentielle présentée par l'étage d'entrée réside dans le fait qu'il est équipé d'un tube amplificateur pentode à coefficient d'amplification élevé et à faible souffle (EF86 par exemple). Cet étage, appelé également préamplificateur microphonique, n'est utilisé que dans le cas d'un signal d'entrée très faible. Seule l'entrée prévue pour le microphone est reliée à la grille de la EF86, les deux autres entrées sont reliées directement à la sortie de ce premier étage. Ainsi les signaux provenant de l'étage détecteur d'un récepteur de radio, d'un lecteur phonographique ou d'un magnétophone ne subissent aucune préamplification tandis que les tensions plus faibles issues du microphone sont amplifiées par le tube EF 86, pour que leur amplitude devienne du même ordre de grandeur que les autres.

L'impédance de l'entrée « microphone » est déterminée par la valeur ohmique de la résistance R. Elle est prévue pour un microphone piézoélectrique (à cristal) et, étant donné qu'un tel microphone a une impédance surtout capacitive, de l'ordre 2 000 pF, il faut que la résistance R soit de valeur élevée pour éviter une forte atténuation des fréquences basses. Avec une résistance de 1,5 MΩ on aurait encore une atténuation de 30% à 100 Hz; on choisit donc, pour R, une valeur de 10 MΩ qui permet une bonne reproduction des fréquences basses. Si l'on veut employer un microphone à basse impédance on remplacera la résistance R par le circuit de la figure 3, dans lequel un transformateur élévateur de tension permet l'adaptation de l'impédance du microphone à celle d'entrée du tube (qui est beaucoup plus élevée). Les connexions reliant le secondaire de ce transformateur à la grille de la pentode devront être très courtes pour éviter l'introduction de ronflements et les pertes aux fréquences acoustiques élevées.

Un autre étage préamplificateur est représenté par la figure 4. Il comporte cinq entrées différentes, dont deux pour lecteurs phonographiques (magnétique et

piézoélectrique), une pour microphone à haute impédance, une pour magnétophone et une pour détecteur radio. Dans ce montage tous les signaux sont appliqués directement sur la grille de la pentode amplificatrice de tension (le choix du signal à amplifier se faisant par un contacteur à cinq positions) la seule différence entre les divers canaux résulte de la valeur de la résistance qui détermine l'impédance d'entrée.

Parfois l'étage d'entrée comporte également les dispositifs de contrôle de tonalité qui, dans d'autres cas, sont placés dans les étages amplificateurs de tension qui lui font suite. La figure 5 donne le schéma de principe d'un circuit d'entrée unique avec un double contrôle de tonalité. Le potentiomètre P1 dose l'amplification aux fréquences élevées du spectre sonore tandis que le potentiomètre P2 joue le même rôle pour les fréquences basses. Nous verrons plus loin comment fonctionnent les dispositifs de contrôle de tonalité de ce type. Le potentiomètre P3 règle la tension totale du signal appliqué sur la grille du premier tube et sert donc de commande de volume sonore.

L'AMPLIFICATION de TENSION

Au préamplificateur d'entrée succèdent divers étages qui fournissent une amplification de tension. Le nombre de ces étages dépend tant de la qualité de l'amplificateur, que de la sensibilité globale que l'on veut obtenir. En fait, avec les tubes récents, un seul étage permet déjà une amplification importante, suffisante parfois. Néanmoins, dans les amplificateurs basse fréquence de haute qualité, on préfère répartir l'amplification des tensions entre plusieurs étages, car, lorsque l'on veut réaliser une forte amplification avec un seul étage, on altère la fidélité de la reproduction en on favorise l'apparition de deux genres de distorsion.

La figure 6 donne le schéma d'un amplificateur de tension à trois étages, équipé de trois triodes montées en cascade. Un dispositif de contrôle de tonalité est inséré entre la première et la deuxième triode, il permet le réglage séparé des graves et des aigües. Le couplage entre ces deux étages se faisant au moyen de ce circuit est donc du type à résistance-capacité (RC).

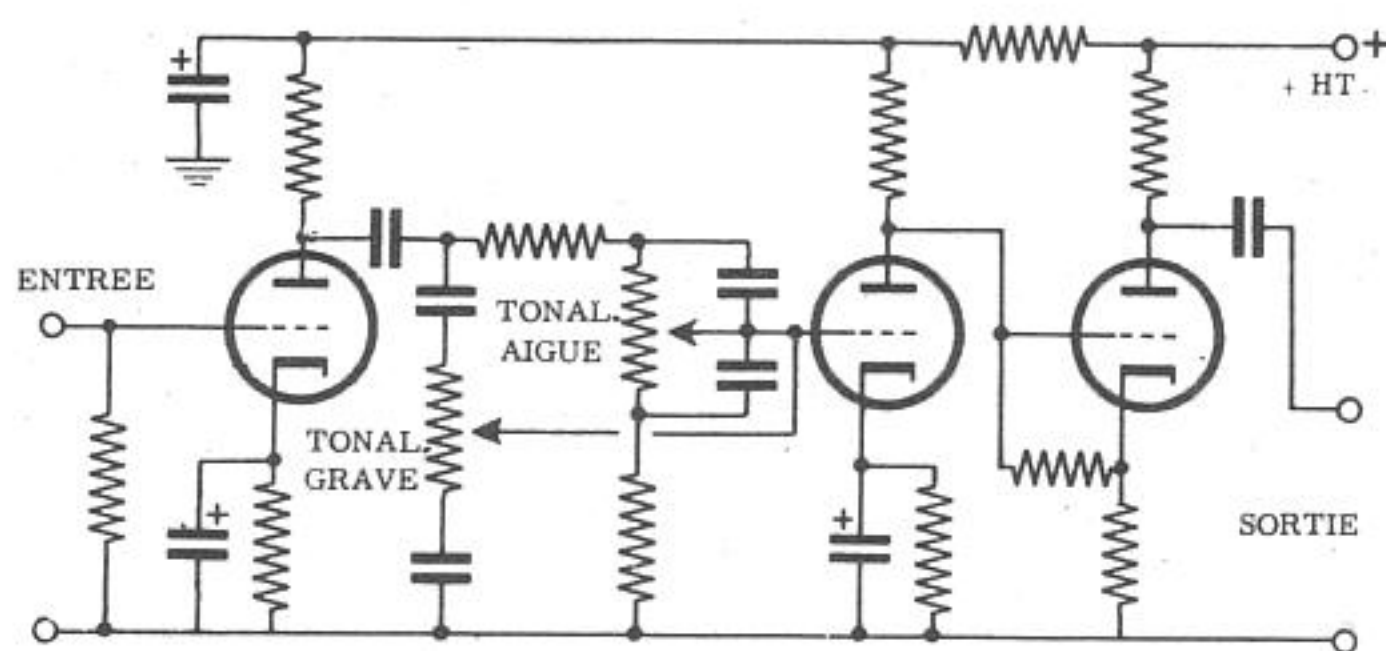


Fig. 6 - Préamplificateur basse fréquence à trois étages. Le correcteur double de tonalité est inséré entre le premier et le deuxième étage. Le couplage entre le deuxième et le troisième est du type direct (meilleure reproduction des fréquences basses).

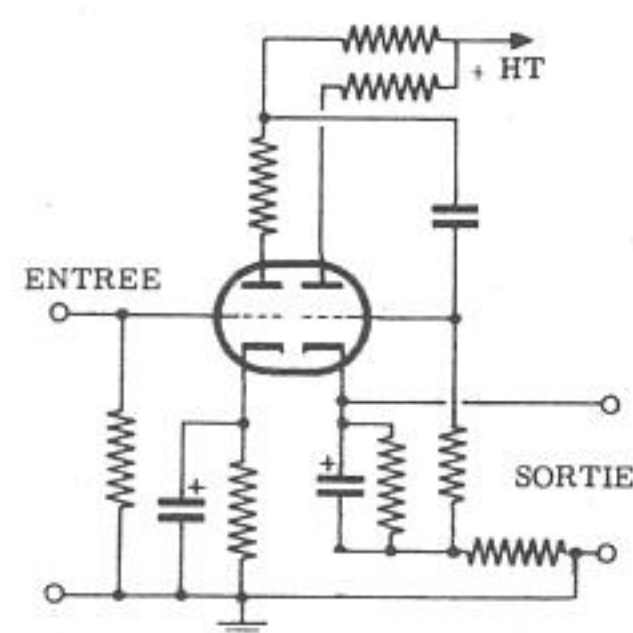


Fig. 7 - Etage préamplificateur à double triode, dans lequel la deuxième section triode est montée en cathode follower (étage cathodyne) ce qui donne une sortie à basse impédance. La résistance de polarisation fait partie de la charge de cathode.

Par contre, entre le deuxième et le troisième étage, le couplage est du type direct, ce qui permet d'obtenir une meilleure reproduction des fréquences basses.

Le montage de la figure 6 est destiné à être placé à la suite d'un étage d'entrée sans contrôle de tonalité, comme ceux des fig. 2 ou 4 par exemple. Si le préamplificateur d'entrée comporte déjà un dispositif de contrôle de tonalité, comme celui de la fig. 5, on montera l'amplificateur de tension plus simple de la figure 7.

Celui-ci ne comprend que deux étages amplificateurs utilisant les deux sections de la double triode ECC83 montées en cascade, à couplage RC. Il ne présente aucune particularité spéciale, si ce n'est que la sortie se fait sur la cathode de la deuxième triode, d'où une impédance de sortie très faible favorisant la qualité de reproduction, car les liaisons à haute impédance (de plaque à grille) produisent toujours une atténuation des fréquences élevées par suite des capacités parasites en parallèle sur la résistance de charge.

Dans ces amplificateurs, la composante capacitive de la résistance d'entrée des étages prend une importance particulière, principalement en ce qui concerne le préamplificateur et les premiers étages d'amplification de tension. Cette capacité est toujours égale à la somme des capacités internes du tube et de la capacité, par rapport à la masse, des connexions aboutissant à la grille de commande du tube. Ces capacités parasites, bien que relativement faibles, ont un effet néfaste (se traduisant par une atténuation des fréquences élevées) car elles sont en parallèle sur l'impédance d'entrée de l'étage, qui est généralement élevée.

Pour diminuer autant que possible les capacités parasites dues aux connexions, il faut que celles-ci soient très courtes et ne soient faites en fil blindé que lorsque cela est absolument indispensable. En effet, les fils blindés, présentent une assez forte capacité entre le fil conducteur interne et la tresse métallique reliée à la masse et forment de véritables petits condensateurs.

En ce qui concerne la capacité d'entrée (capacité interne) des tubes, il faut distinguer les triodes des pentodes. Pour une pentode, la capacité d'entrée est égale à la somme des capacités grille de commande-cathode

et grille de commande-grille écran; la grille de commande étant isolée de la plaque par la présence de la grille-écran, la capacité d'entrée d'une pentode n'est pas influencée par le circuit plaque et, en particulier, par son impédance. Par contre, dans une triode, la capacité d'entrée est égale à la somme des capacités grille-cathode et grille-plaque multipliée par $(1+A)$, A étant l'amplification en tension du tube c'est l'effet Miller. Cette somme est plus élevée que dans le cas des pentodes car la capacité grille-plaque triode est beaucoup plus élevée que la capacité grille-grille écran d'un tube pentode, du fait de l'effet Miller très important. Un tube triode amène des pertes plus importantes aux fréquences élevées qu'un tube pentode.

Pour ces raisons, le premier étage d'amplification, qu'il fasse partie du circuit d'entrée (préamplificateur) ou des étages amplificateurs de tension, est presque toujours équipé d'une pentode plutôt que d'une triode. Par contre, les étages d'amplification montés à la suite sont presque toujours équipés de tubes triodes (étages inverseur de phase et « driver » - conducteur).

Correcteurs de tonalité. - Les correcteurs de tonalité les plus employés à l'heure présente comportent deux branches séparées, l'une d'elle agissant seulement sur les fréquences basses du spectre sonore (les « graves ») et l'autre seulement sur les fréquences élevées (les « aiguës »). La fig. 8-A représente le schéma d'un circuit correcteur pour les fréquences basses; il consiste en un potentiomètre P1 monté en série avec deux résistances R1 et R2 et ayant en parallèle deux condensateurs C1 et C2 formant avec les deux côtés de la résistance variable, un circuit en pont. Les deux résistances fixes et les deux condensateurs sont entre eux dans le même rapport. Quand le curseur du potentiomètre est dans la position indiquée sur la fig. 8-B, on obtient la transmission maximale des fréquences basses, tandis que s'il est dans la position de la fig. 8-C, on a l'atténuation maximale. Cela devient clair si l'on dessine, à côté des fig. 8-B et 8-C, le circuit équivalent pour chacune des deux positions extrêmes du curseur du potentiomètre.

Effectivement, lorsque le curseur est en B, le condensateur C1 est éliminé et le condensateur C2 shunte

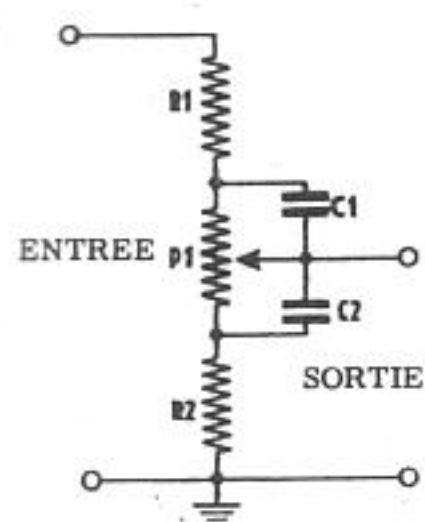


Fig. 8-A - Correcteur de tonalité pour fréquences basses. Les valeurs classiques sont: $R1 = 100\,000\ \Omega$; $P1 = 1\ M\Omega$; $R2 = 10\,000\ \Omega$; $C1 = 1\,000\ pF$; $C2 = 10\,000\ pF$.

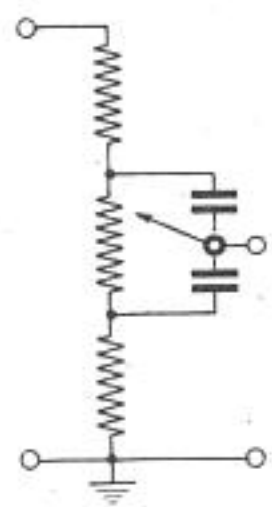


Fig. 8-B1 - Cette position du curseur donne la plus forte amplification des fréquences basses.

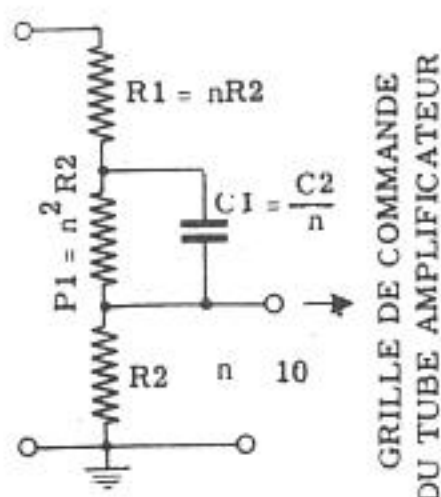


Fig. 8-B2 - Circuit équivalent à celui représenté par la figure 8-B1.

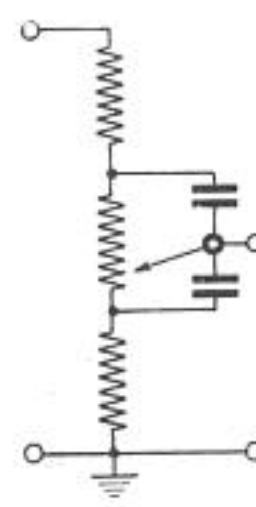


Fig. 8-C1 - Dans cette position les fréquences basses sont atténuées au maximum.

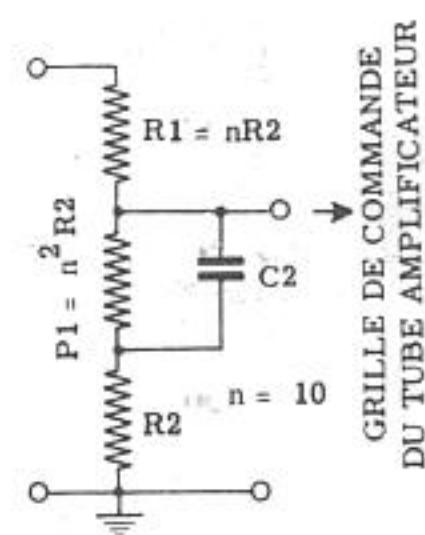


Fig. 8-C2 - Circuit équivalent à celui de la figure 8-C1.

le potentiomètre. C'est dans cette position que le renforcement des fréquences basses est maximum. Quand le curseur est en C, C2 est éliminé et C1 shunte le potentiomètre. C'est dans cette position que l'atténuation des fréquences basses est maximale.

Un circuit correcteur pour les fréquences élevées est représenté sur la fig. 9. La tension de sortie est recueillie sur le curseur du potentiomètre P2. Le condensateur C3, d'assez faible capacité, empêche le passage des fréquences basses dans le circuit ce qui fait que la position du curseur de P2 n'a pratiquement d'action que sur les fréquences les plus élevées. (2)

En combinant le circuit de la fig. 8-A avec celui de la fig. 9, on réalise la classique correcteur de tonalité à contrôle séparé des graves et des aiguës. Ce correcteur est utilisé dans de nombreux amplificateurs où il est incorporé à l'étage d'entrée (fig. 5).

Il existe de nombreux autres types de correcteurs, mais le principe de fonctionnement est toujours le même; ils sont tous basés sur l'utilisation de diviseurs de tension variables qui agissent, respectivement, sur l'une ou l'autre extrémité de la gamme des fréquences audibles. Un type différent de correcteur de tonalité peut être monté dans la boucle de contre-réaction, nous en parlerons dans la leçon consacrée à ce sujet.

L'ETAGE FINAL

C'est un des étages les plus importants des amplificateurs basse fréquence. Dans le cas d'amplificateurs de faible puissance, de moins de 5 watts, l'étage final est constitué par un seul tube amplificateur de puissance. C'est là le genre d'étage de puissance le plus couramment rencontré dans les récepteurs de radio, les électrophones portatifs et les magnétophones, particulièrement lorsqu'il s'agit d'appareils de grande série.

Dans les ensembles de classe supérieure, comme d'ailleurs dans la plupart des amplificateurs puissants, l'étage final comporte deux tubes amplificateurs montés en symétrique, ou push-pull. On obtient ainsi une puissance

modulée plus importante et une plus faible distorsion. Nous avons déjà vu, qu'un étage amplificateur push-pull nécessite la présence de deux tensions d'excitation déphasées entre-elles de 180° . Voyons maintenant comment on peut obtenir cette « inversion de phase ».

Etages inverseurs de phase. - Le moyen le plus simple pour obtenir cette inversion de phase réside dans l'utilisation d'un transformateur dans le primaire duquel ont fait passer le signal; le secondaire comporte une prise médiane et entre chaque extrémité et la prise médiane de cet enroulement on recueille deux tensions égales déphasées entre elles de 180° .

Ce premier moyen a été très utilisé dans le passé; il est presque complètement abandonné actuellement et on l'emploie seulement dans les cas où une forte puissance d'excitation doit être fournie à l'étage final.

On préfère, pour des raisons d'économie, de simplicité et de fidélité de reproduction, employer d'autres systèmes inverseurs de phase basés sur l'utilisation d'un tube électronique généralement une triode.

Parmi ces montages, le plus connu est le « déphaseur cathodyne » (figure 10). Pour comprendre le principe de fonctionnement d'un tel montage il faut se rappeler que, dans un tube électronique, le signal recueilli sur la plaque est en opposition de phase avec celui appliqué sur la grille de commande tandis que le signal recueilli sur la cathode est en phase avec celui appliqué sur cette même grille. Donc, si nous appliquons sur la grille de commande d'une triode le signal destiné à être amplifié par l'étage final, nous recueillerons sur sa plaque et sur sa cathode deux signaux déphasés de 180° l'un par rapport à l'autre.

Mais ceci n'est pas suffisant, car les deux tensions doivent être d'égale amplitude si l'on veut que le fonctionnement de l'étage final soit parfaitement symétrique. Pour que cette condition se réalise, il suffit de faire en sorte que la résistance de charge anodique et la résistance mise en série avec la cathode soient égales entre elles. De cette façon, étant donné qu'elles seront parcourues par des courants de même intensité, qui est le courant passant dans le tube, les tensions recueillies à leurs bornes seront égales.

(2) Nous reviendrons plus en détail, dans un article ultérieur, sur le fonctionnement de ce circuit.

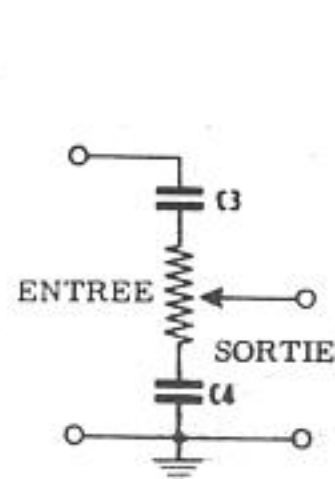


Fig. 9 - Correcteur de tonalité pour fréquences élevées. Il agit à la manière d'une commande de volume pour les seules fréquences supérieures à un seuil déterminé.

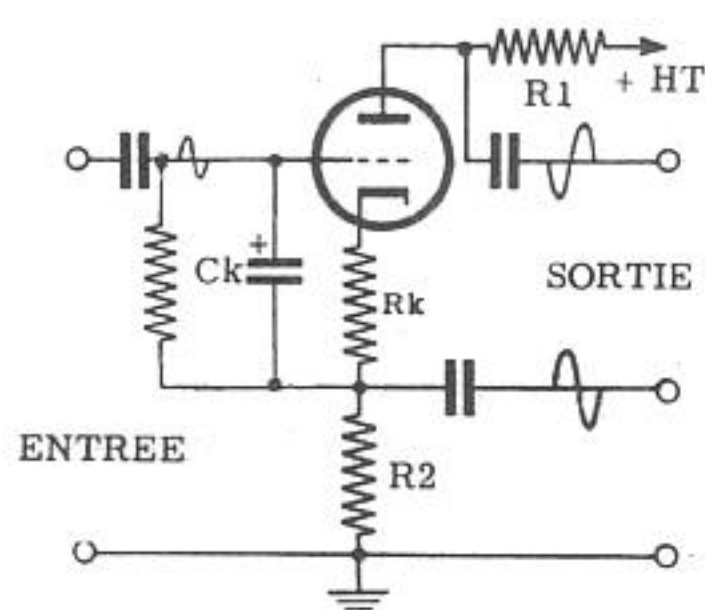


Fig. 10 - Etage inverseur de phase du type « cathodyne ». Les deux tensions déphasées de 180° sont prélevées respectivement sur la plaque et sur la cathode.

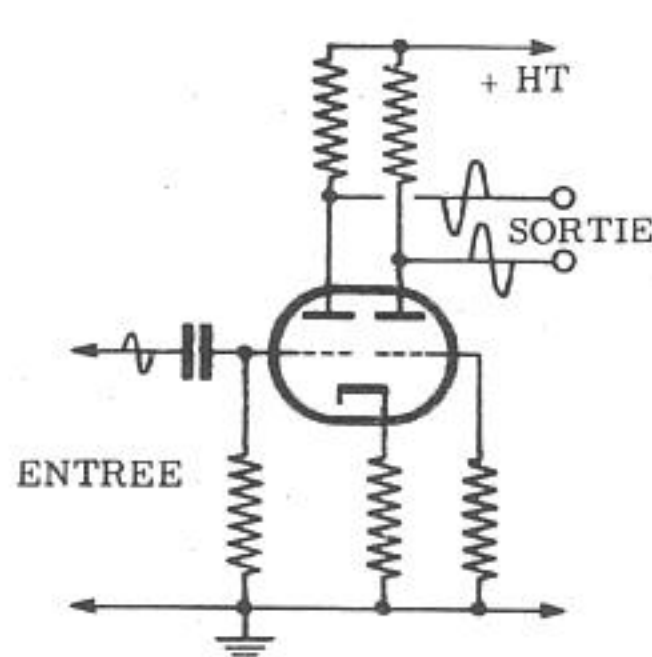


Fig. 11 - Etage déphaseur à double triode à couplage cathodique (inverseur de Schmitt). Les tensions BF recueillies sur les plaques sont déphasées entre-elles de 180° .

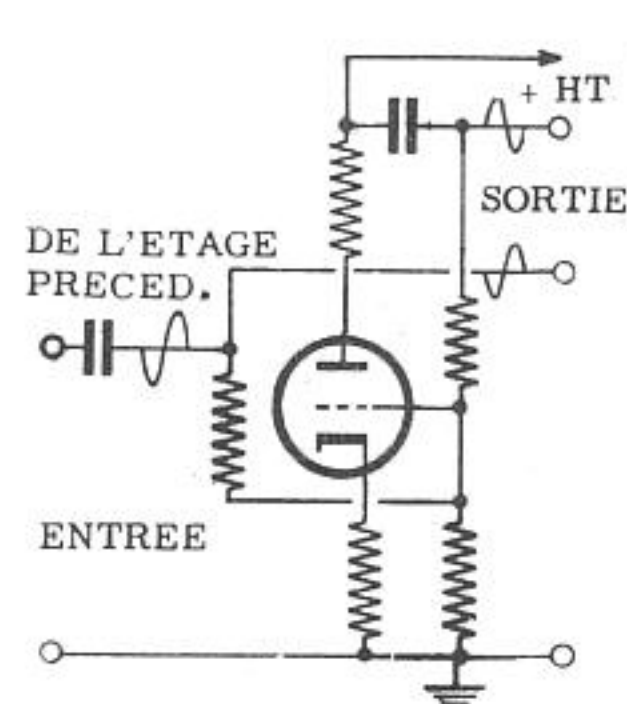


Fig. 12 - Etage inverseur de phase du type paraphase. La contre-réaction réduit le gain à l'unité; la tension recueillie sur la plaque est déphasée de 180° par rapport à celle recueillie sur la grille.

Sur la fig. 10, une autre résistance de valeur plus faible est en série avec la cathode. Cette résistance, R_k sert à fixer la tension de polarisation de la triode en rendant sa grille négative par rapport à la cathode. Elle doit être découplée par une capacité de valeur assez forte. Ainsi, sa présence n'influe nullement sur l'amplitude de la tension recueillie aux bornes de R_2 .

Un autre montage inverseur de phase est représenté sur la **figure 11**. Ce montage, appelé « inverseur à couplage cathodique », utilise une double triode, donc un tube de plus que le précédent, mais il joue le rôle d'un amplificateur en même temps que celui d'inverseur de phase. Le signal est appliqué sur la grille de la première triode tandis que la grille du second tube est pratiquement à la masse. Les tensions en opposition de phase sont recueillies et amplifiées sur les plaques des deux triodes. Remarquons que la cathode est commune aux deux sections du tube. Dans le cas où l'on utilise deux tubes séparés, les cathodes sont reliées entre elles et mises à la masse à travers une résistance commune.

Voyons quel en est le fonctionnement. Pour cela supposons qu'une alternance positive du signal soit appliquée à la grille de la première triode: nous recueillerons sur la plaque de cette triode une alternance négative, amplifiée. Cela en raison du fait que le signal sur la plaque est en opposition de phase par rapport à celui appliqué sur la grille. En même temps, nous trouvons sur la cathode du premier tube et sur celle du second, puisque la résistance de cathode est commune aux tubes, une alternance positive en phase avec celle de grille.

La deuxième triode fonctionne en amplificateur avec grille à la masse puisque le signal à amplifier est appliqué sur sa cathode. Dans un étage de ce type, lorsqu'on applique une tension positive sur la cathode tout se passe comme si une tension négative de même valeur était appliquée sur sa grille. En effet, l'alternance positive de cette électrode, donc la polarisation de la grille qui devient plus négative. Ainsi, on recueille sur la plaque de la deuxième triode un signal en opposition de phase avec celui appliqué sur la grille, c'est-à-dire une alternance positive.

Nous recueillerons donc, sur les deux anodes, deux tensions de phases opposées. Pour que ces tensions soient identiques, c'est-à-dire qu'elles aient la même amplitude, il faut que les résistances de charge anodique soient inégales et dans un rapport bien déterminé:

$$\frac{R_{a1}}{R_{a2}} = \frac{R_k (\mu + 1)}{\rho + R_{a2} + R_k (\mu + 1)}$$

μ étant le coefficient d'amplification et ρ la résistance interne de chaque section du tube double triode.

En effet, si les courants I_{a1} et I_{a2} des deux tubes sont égaux, leur résultante, qui circule dans la résistance de cathode commune, est nulle et il n'existe aucun couplage cathodique, le système ne fonctionne pas.

Un troisième montage inverseur de phase fréquemment rencontré dans les amplificateurs est celui de la **figure 12**. C'est l'inverseur paraphase. Son principe de fonctionnement est le suivant: une des tensions est prélevée directement à l'entrée de l'étage (voie directe) tandis que l'autre tension, déphasée de 180° , est recueillie sur la plaque d'une triode dont la grille est attaquée par la tension directe. En résumé, les deux signaux en opposition de phase sont prélevés, l'un directement à l'entrée, l'autre à la sortie (sur l'anode) d'un même tube; ils sont donc déphasés de 180° .

Il pourrait sembler a priori, étant donné que la triode procure une certaine amplification, que les signaux recueillis soient bien en opposition de phase, mais n'aient pas la même amplitude. En réalité ce montage comporte une forte contre-réaction, ce qui réduit considérablement l'amplification d'un étage, et il est possible de calculer judicieusement les éléments du schéma, en particulier le pont diviseur de tension relié à la grille, de manière à réduire l'amplification en tension à l'unité c'est-à-dire avoir un gain nul. Il existe de nombreuses variantes de ce montage de base.

Etages de puissance en push-pull. - Les amplificateurs basse fréquence doivent en général fournir une puissance importante, avec un faible taux de distortion. Ces deux exigences sont contradictoires, car dans un étage amplificateur, la distortion augmente norma-

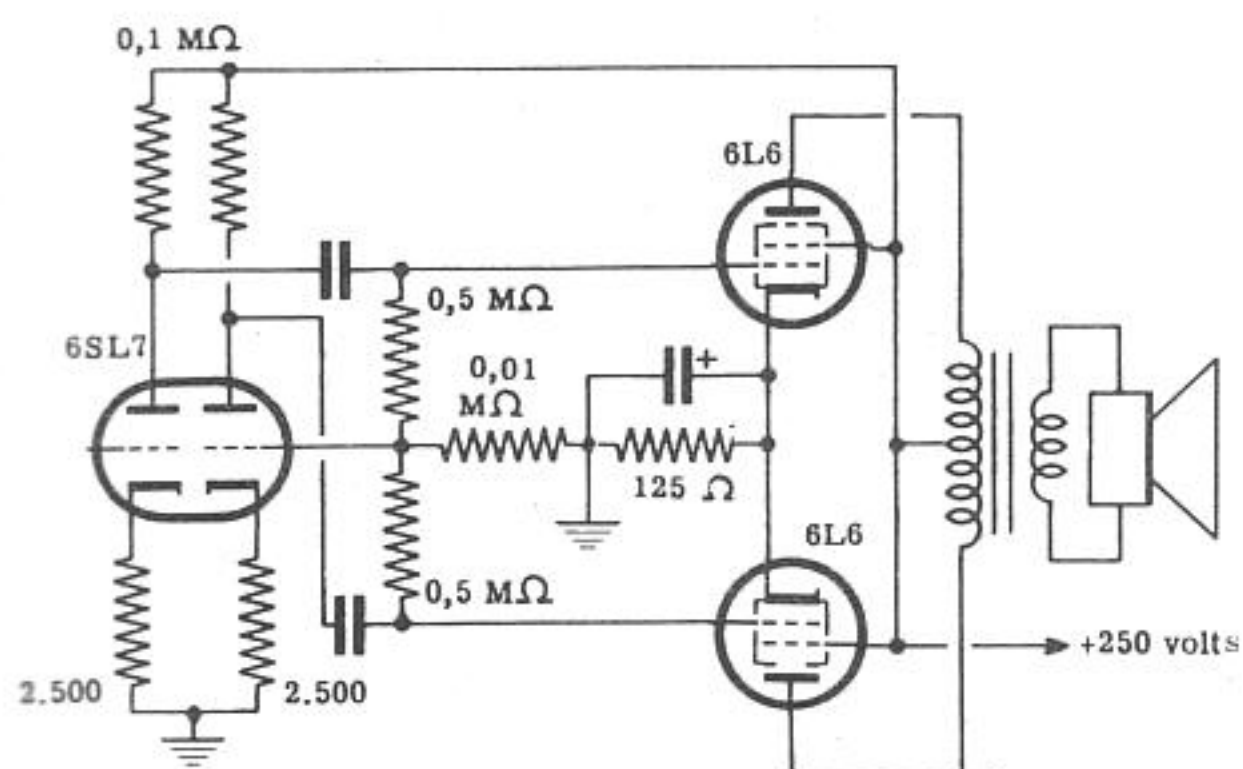


Fig. 13 - Amplificateur final de puissance symétrique classe A, précédé d'un étage pilote à double triode. La grille de la deuxième triode reçoit une partie du signal de la plaque de la première, convenablement réduit pour tenir compte de l'amplification apportée par le second tube. Les deux tensions BF appliquées sur les grilles des 6L6 sont donc égales et déphasées de 180°.

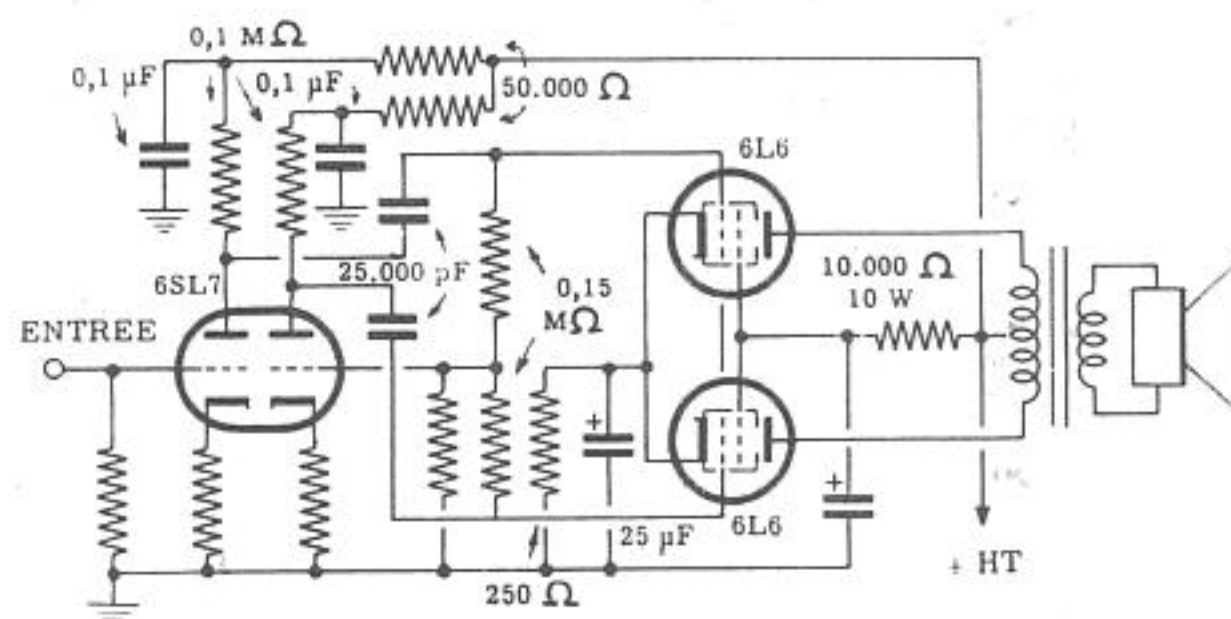


Fig. 14 - Amplificateur final de puissance symétrique classe AB1, précédé d'un étage pilote analogue au précédent. Il procure une plus grande puissance modulée grâce à sa tension anodique plus élevée. Des circuits de couplages sont insérés dans les alimentations HT de l'étage pilote et des grille-écrans.

lement avec la puissance fournie. Mais cette distorsion peut être considérablement réduite par l'utilisation d'un étage final symétrique ou push-pull. Ceci pour deux raisons que nous rappelons ci-dessous :

1) La puissance fournie par deux tubes montés en push-pull peut être supérieure au double de celle pouvant être obtenue d'un seul tube du même type. On peut donc faire fonctionner les deux tubes dans de meilleures conditions que celles correspondant à la puissance de sortie maximale.

2) A conditions de travail égales, la distorsion introduite par un étage final en push-pull est presque 5 fois moins grande que celle produite par un étage de puissance à un seul tube. Supposons, qu'un tube de puissance déterminé puisse fournir à lui seul une puissance modulée de 5 watts avec une distorsion de 10%. En montant deux tubes de ce type en push-pull, on obtient facilement une puissance modulée triple, soit 15 W environ avec un taux de distorsion de l'ordre de 2%.

Etudions en détail maintenant les différents avantages présentés par les étages amplificateurs de puissance symétriques, en examinant plus particulièrement les raisons techniques qui les motivent.

La puissance de sortie supérieure au double de celle fournie par un seul tube du même type, résulte du fait qu'avec le montage push-pull il est possible d'appliquer sur les grilles de commande des signaux d'une amplitude bien supérieure à celle permise pour rester dans la partie linéaire des caractéristiques du tube. Les étages push-pull fonctionnent généralement en classe AB.

La plus faible distorsion est due au fait que dans le transformateur de sortie les signaux issus des deux tubes s'ajoutent, de telle sorte que, étant donné leur déphasage, les distorsions de l'un sont compensées par celles de l'autre (3). De plus, un amplificateur symétrique procure une meilleure réponse aux fréquences basses du spectre sonore qu'un amplificateur à un seul tube. En effet, dans un montage symétrique les composantes continues du courant anodique des tubes cir-

culent en sens opposés dans l'enroulement primaire du transformateur de sortie et les flux magnétiques ainsi produits s'annulent réciproquement. Le circuit magnétique du transformateur de sortie travaille loin de sa saturation; l'inductance primaire reste donc élevée et de ce fait, les fréquences basses sont mieux amplifiées.

Par ailleurs, un ronflement résiduel à 100 Hz (provenant du redressement du secteur) est particulièrement gênant. Or, dans un amplificateur symétrique, la composante alternative encore présente dans la tension continue d'alimentation anodique produit moins de ronflement que dans les amplificateurs à tube unique. En effet, les deux tubes sont alimentés par la même tension continue appliquée à la prise médiane du primaire du transformateur de sortie. Les variations de flux produites par ces tensions résiduelles alternatives se produisent en sens opposé dans les deux moitiés du primaire et s'annulent; on ne retrouve plus aucune trace de ronflement dans le secondaire.

Classes d'amplification en push-pull. - Bien que nous ayons déjà traité ce sujet, il nous semble opportun de le revoir succinctement à propos de l'amplification de puissance basse fréquence.

Les régimes de fonctionnement les plus courants pour les étages push-pull sont le régime A et le régime AB. Rappelons que la différence essentielle entre ces deux régimes est: un amplificateur classe A, le signal appliqué sur la grille doit avoir une amplitude telle que le point fonctionnement du tube reste dans la partie rectiligne de sa caractéristique. Dans un amplificateur classe AB, l'amplitude du signal d'entrée peut dépasser les limites de la partie rectiligne. La classe AB se subdivise à son tour en classes AB1 et AB2; dans la première, le signal ne rend jamais la grille positive tandis que cela se produit dans la seconde.

Le choix de ces classes d'amplification dépend avant tout de la puissance de sortie que l'on désire obtenir et du taux de distorsion acceptable. Par exemple, en montant deux tubes 6L6 en push-pull classe A, on peut avoir une puissance de 15 watts modulés. Avec ces deux mêmes tubes en classe AB1, la puissance modulée atteint 30 watts. En classe AB2, cette puissance utile

(3) Il s'agit de distorsion par harmonique 2.

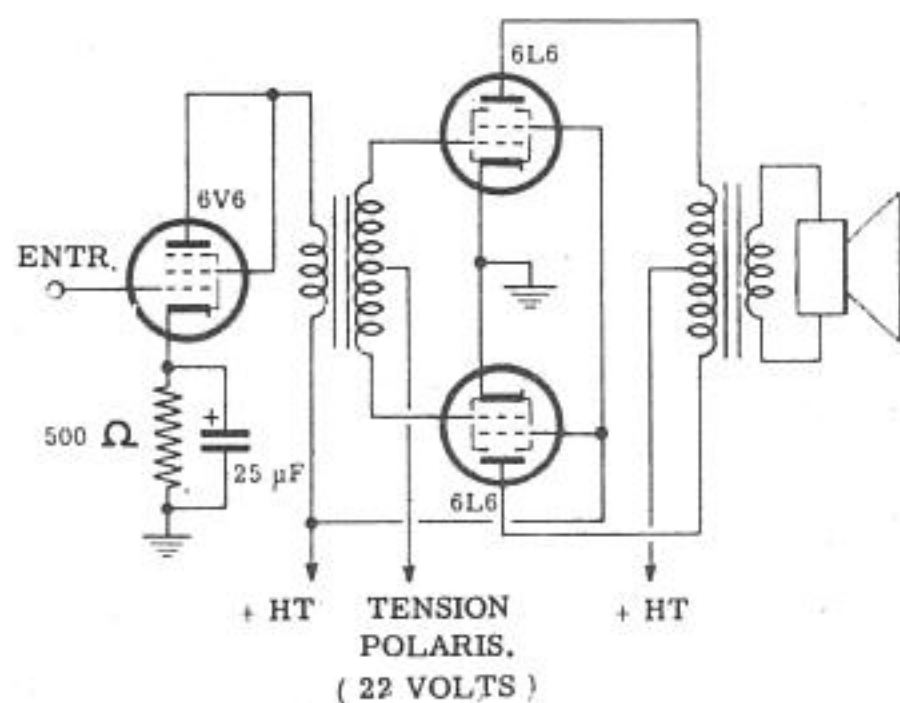


Fig. 15 - Amplificateur de puissance push-pull classe AB2, précédé d'un étage « driver » équipé d'une lampe de puissance. Le couplage se fait par un transformateur à secondaire à prise médiane. Cet amplificateur donne une puissance modulée importante.

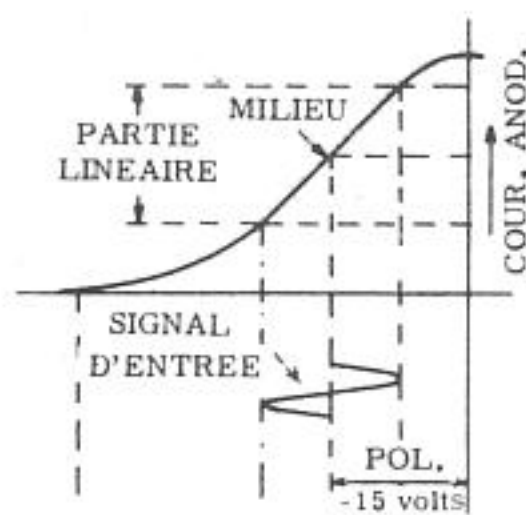


Fig. 16-A - Fonctionnement d'un étage de puissance classe A1 (faible polarisation, petite puissance modulée).

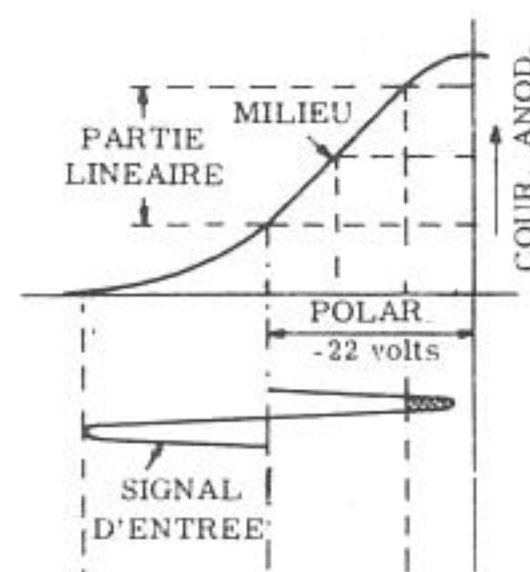


Fig. 16-B - Fonctionnement en classe AB1: la polarisation et la puissance de sortie ont des valeurs moyennes.

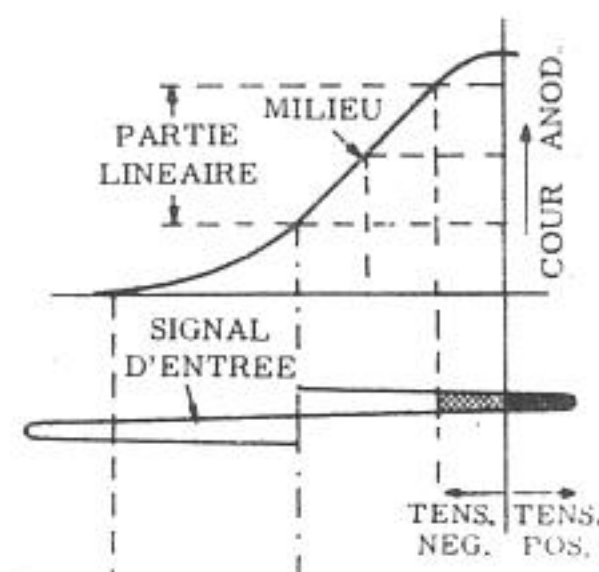


Fig. 16-C - Le fonctionnement en classe AB2 procure la puissance maximale, avec une forte polarisation.

augmente encore, jusqu'à 50 watt environ. Le taux de distorsion augmente dans les mêmes proportions.

La différence essentielle entre ces trois classes d'amplification en push-pull est déterminée par l'amplitude du signal appliqué sur les grilles. Il s'ensuit que, en raison des conditions différentes de fonctionnement, les tensions de polarisation, de grille-écran et de plaque ne sont pas identiques pour ces trois classes. Les figures 13, 14 et 15 donnent les schémas de trois montages amplificateurs BF de puissance dont les lampes finales sont deux 6L6 montées en symétrique. Les figures 16-A et C, montre le point de fonctionnement et l'amplitude du signal appliqué sur les grilles pour ces trois montages. En classe A la tension de polarisation des grilles est fixée à -15 volts, elle place le point de fonctionnement du tube au milieu de la partie rectiligne de la caractéristique $I_a = f(U_g)$. L'amplitude du signal BF appliqué sur les grilles est réglée de manière à ne jamais dépasser la partie rectiligne de cette caractéristique. Dans ces conditions, l'amplitude de la composante alternative du courant anodique des tubes a une faible valeur; il en est de même pour la composante alternative de la tension anodique.

L'amplification de puissance en classe A permet d'obtenir un très faible taux de distorsion. La puissance modulée n'est pas très élevée étant donné les faibles variations du courant de la tension anodique. Il en résulte que le rendement d'un tel étage est assez faible puisqu'une partie de la puissance fournie au tube est complètement inutilisée. Sur la fig. 13, la tension de la grille-écran est égale à la tension plaque, cela pour un amplificateur de la classe A.

En classe AB1, par contre, étant donné que la tension anodique est augmentée de 100 volts, pour éviter un courant plaque trop élevé qui provoquerait la saturation des tubes dans les pointes de modulation on met une résistance en série dans l'alimentation des grille-écrans pour abaisser d'une centaine de volts la tension qui leur est appliquée. La résistance de cathode est de valeur différente dans les deux cas; elle passe, en effet de 125Ω en classe A à 250Ω en classe B, augmentant ainsi la polarisation des grilles de commande.

Cette polarisation plus importante est rendue nécessaire par l'application d'un signal d'amplitude plus grande. En effet, la tension du signal d'entrée, bien que pouvant dépasser la partie rectiligne de la courbe caractéristique, ne doit jamais rendre positive la grille de commande. L'amplitude de crête à crête du signal que l'on peut appliquer à la grille, sans que celle-ci ne devienne positive, est un peu inférieure au double de la tension de polarisation. C'est ainsi que dans la fig. 16-B, la tension de polarisation pour la classe AB1 étant de -22 V, l'amplitude de crête à crête du signal est de 40 V au maximum.

Dans un amplificateur push-pull classe AB1 la distorsion produite est plus importante qu'avec le même amplificateur fonctionnant en classe A. Toutefois, comme les distorsions produites par les deux tubes s'annulent réciproquement en partie, on peut obtenir des taux de distorsion inférieurs à 3%.

Le fonctionnement d'un amplificateur BF de la classe AB2 est nettement différent des deux précédents. Sa caractéristique essentielle réside, (fig. 16-C), dans la très grande amplitude du signal d'entrée qui rend la grille positive pendant les crêtes des alternances positives de ce signal. Un courant grille prend donc naissance pendant une partie de la période. La présence d'un courant dans le circuit des grilles de commande signifie qu'une certaine puissance est dissipée dans le circuit d'entrée de l'étage push-pull et que cette puissance doit être fournie par l'étage précédent (pilote ou « driver ») équipé d'un tube de puissance. Dans le montage de la fig. 15, ce tube est un 6V6 monté en triode. Il peut délivrer une puissance modulée de 2 watts.

Étant donné la puissance élevée nécessaire à l'attaque des grilles d'un étage symétrique classe AB2, il n'est plus possible d'utiliser un étage inverseur de phase du type de ceux étudiés plus haut; il faut employer nécessairement un transformateur de couplage comportant un secondaire à prise médiane pour obtenir les tensions déphasées de 180° . En outre, la polarisation des grilles de commande est obtenue au moyen d'une tension négative, par rapport à la masse, délivrée par l'alimentation et non plus au moyen d'une

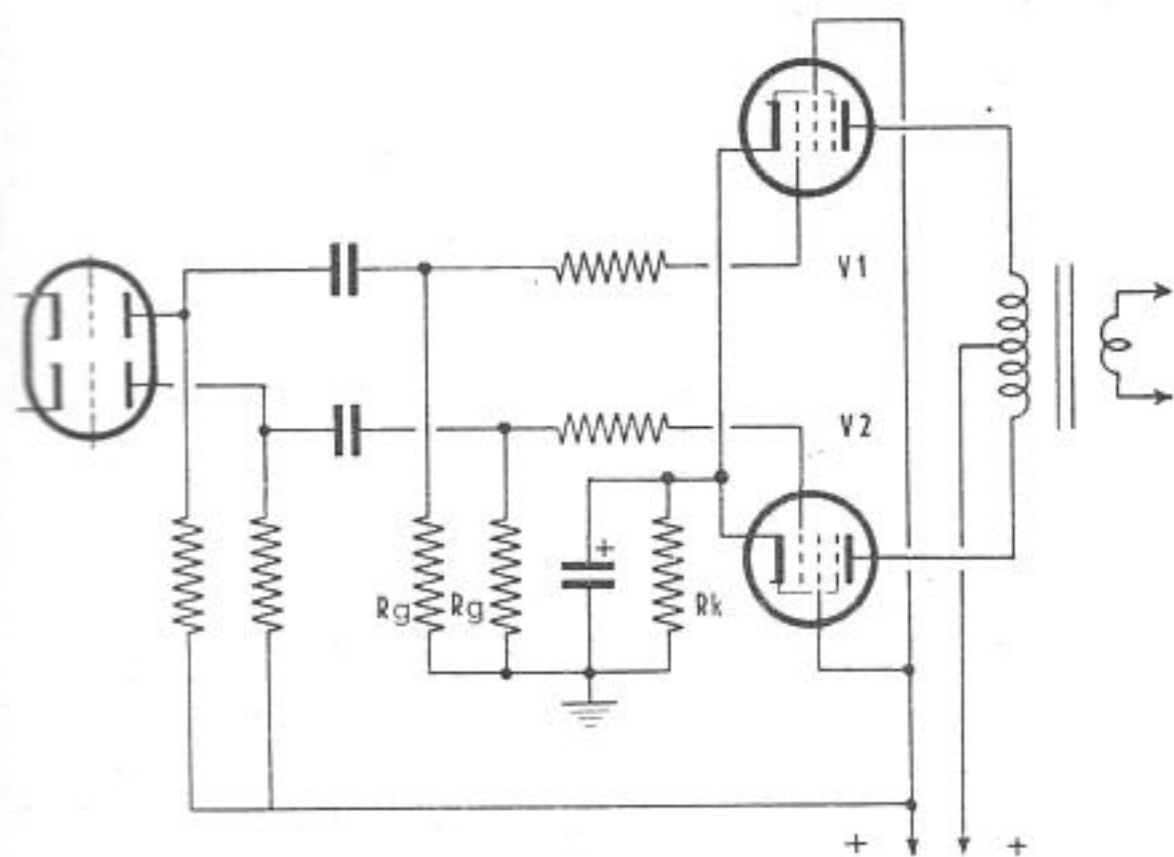


Fig. 17 - Etages de puissance sans équilibrage des tubes V1 et V2. Un déséquilibre des courants anodiques introduit des distorsions.

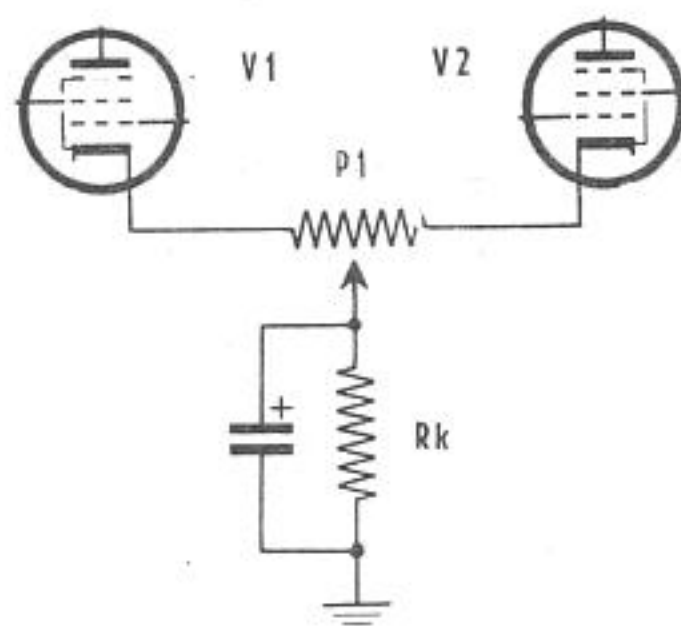


Fig. 18 - Méthode employée pour équilibrer les courants anodiques des tubes de puissance de la fig. 17 et compenser les différences éventuelles de leurs caractéristiques.

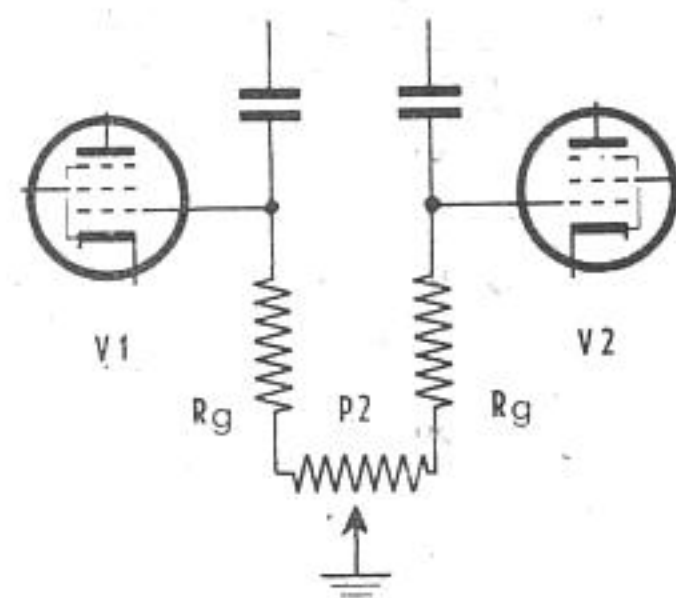


Fig. 19 - Méthode employée pour équilibrer les tensions BF appliquées sur les grilles d'un amplificateur symétrique (fig. 17) complétant l'équilibrage des courants anodiques.

résistance insérée dans les cathodes. Cette tension de polarisation fixe, étudiée en son temps dans ce Cours, est choisie d'une valeur suffisante pour permettre d'appliquer la tension maximale du signal sur les grilles. Dans le cas donné en exemple par les figures 15 et 16, elle est de -22 volts. Une tension encore plus négative serait nuisible car pendant les alternances négatives le tube serait complètement bloqué par le signal; il s'ensuivrait une forte distorsion et une diminution de la puissance de sortie.

—Équilibrage des étages de puissance symétriques. —

Considérons le schéma de la **figure 17**. Il représente un montage classique d'amplificateur de puissance symétrique équipé de tubes EL84, précédé d'un tube triode inverseur de phase. Pour obtenir les meilleurs résultats, il faut prendre certaines précautions, tant en ce qui concerne l'étude des circuits, que le choix des composants à utiliser. En effet, il est facile de comprendre que dans un tel montage les tubes doivent fonctionner d'une manière parfaitement symétrique, si l'on veut obtenir de bons résultats.

Même en supposant que les deux tubes EL84 soient parfaitement identiques, du point de vue de leurs caractéristiques propres, il est évident qu'une dissymétrie peut se produire soit des résistances de grille de valeurs inégales, soit d'un déséquilibre dans l'étage inverseur de phase. Pour éviter ces inconvénients et pour arriver à un parfait équilibrage des deux tubes du push-pull, on fait appel à un dispositif potentiométrique de correction.

Supposons que les deux lampes finales ne soient pas absolument identiques dans leurs caractéristiques et que les courants anodiques (et cathodiques) de ces deux tubes soient légèrement différents au repos (c'est-à-dire en l'absence de tout signal appliqué sur les grilles). Pour rétablir cet équilibre indispensable, on remplace la résistance de cathode commune aux deux tubes (R_k de la fig. 17) par un ensemble constitué par une résistance fixe et un potentiomètre, (**figure 18**). Le potentiomètre P1 doit être de très faible valeur ohmique (20Ω environ), de telle sorte que la valeur de R_k reste

inchangée. Pour équilibrer l'étage de puissance, il suffit alors de déplacer le curseur du potentiomètre vers la lampe dont le débit anodique est le plus faible. En procédant ainsi on diminue la valeur de sa résistance de cathode, ce qui augmente l'intensité de son courant anodique tandis qu'on augmente la résistance de cathode de l'autre tube, diminuant ainsi son courant anodique. En disposant deux milliampèremètres en série dans l'alimentation, des plaques de ces tubes, on pourra facilement trouver la position du curseur donnant des courants anodiques égaux.

L'étage final est donc équilibré statiquement (au repos) mais encore faut-il que les deux tensions en opposition de phases appliquées sur les grilles soient égales entre elles. Si cela n'est pas, d l'étage de puissance. On peut alors modifier le circuit de grille selon le schéma de la **figure 19**, en reliant les extrémités des résistances R_g de la fig. 17 à un potentiomètre P2 dont le curseur est mis à la masse. Là encore ce potentiomètre ne doit pas être de valeur très élevée; sa valeur ohmique optimale est égale au $1/10$ de celle de R_g .

Supposons par exemple que le signal sur la grille de V1 soit plus élevé; il suffit de déplacer le curseur de P2 vers ce tube pour rétablir l'équilibre. En procédant ainsi on diminue la résistance de grille et la tension du signal recueilli aux bornes du diviseur de tension constitué par le condensateur de couplage et cette résistance de grille diminue proportionnellement. En même temps, la résistance de grille de V2 augmente de valeur et l'amplitude du signal qu'elle reçoit devient plus grande. Il s'agit donc de régler la position du curseur de P2 de manière à avoir des tensions BF égales sur les deux grilles. Naturellement, pour faire convenablement ce réglage, il faut appliquer à l'entrée de l'étage déphaseur un signal provenant d'un générateur BF. Ce générateur peut être identique à celui que nous décrivons dans la leçon suivante

Précisons que pour le réglage du potentiomètre du circuit de cathode, on ne doit appliquer aucun signal à l'entrée de l'amplificateur puisqu'il s'agit d'équilibrer les courants de repos des deux lampes finales.

Leçon n° 107

CONSTRUCTION D'UN GENERATEUR BASSE FREQUENCE

1^{ère} PARTIE

DESCRIPTION

ET

CONSTRUCTION

Au cours de notre étude sur les divers montages susceptibles de produire des oscillations de basse fréquence (page 535), nous avons vu que — à l'exception des valeurs à donner aux composants — il est possible de produire de telles oscillations avec les mêmes montages que ceux destinés à la production d'oscillations Haute Fréquence. Nous avons en outre sommairement étudié le fonctionnement des oscillateurs à « pont de Wien » qui permettent d'obtenir une gamme de fréquences très étendue par le choix convenable des éléments R et C du circuit.

Le montage oscillateur à « pont de Wien » convenablement modifié, a permis la réalisation de nombreux types de générateurs basse fréquence dans lesquels aucune inductance n'est utilisée, ce qui simplifie considérablement la construction et la mise au point.

Nous avons signalé en son temps, l'importance particulière d'une résistance spéciale (en pratique, le filament d'une lampe à incandescence) dont le rôle consiste à maintenir une tension de sortie d'amplitude constante quelle que soit la fréquence produite par l'oscillateur. Cet effet de régulation est dû au phénomène bien connu : la résistance de certains filaments

varie en fonction de l'intensité du courant qui les traverse.

Il existe donc plusieurs types de circuits du genre « Pont de Wien », la plupart d'entre-eux permettant d'engendrer des oscillations dans différentes gammes dont les fréquences extrêmes sont généralement dans un rapport de 10, ces gammes pouvant être choisies au moyen d'un contacteur. La variation continue de la fréquence à l'intérieur de chaque gamme est obtenue au moyen d'un condensateur variable double, identique à celui employé dans les superhétérodynes pour l'accord des circuits oscillants, ou bien au moyen d'un double potentiomètre. Dans un cas on fait donc varier les capacités du circuit en pont, dans l'autre les résistances. Ces deux systèmes permettent de faire varier la fréquence d'une manière continue, à l'intérieur d'une gamme déterminée, par la simple rotation du condensateur variable ou du potentiomètre muni d'un cadran démultiplicateur approprié.

Toutefois, aussi séduisante soit-elle, cette possibilité de variation continue de la fréquence du signal présente un inconvénient. En effet, la lecture se faisant sur un cadran gradué unique au moyen d'une aiguille se déplaçant devant lui, il est fort probable que la

fréquence lue soit sensiblement différente de la fréquence exacte, tant en raison des défauts du système mécanique d'entraînement, que des erreurs de parallaxe. Si l'on ajoute à cela que les fréquences gravées sur le cadran sont elles-mêmes affectées d'un certain pourcentage d'erreur, l'erreur totale commise sur la fréquence exacte du signal est très souvent plus importante qu'on ne le croit.

Dans l'appareil que nous présentons ici — comme nous le verrons plus loin avec plus de détails — cet inconvénient a été éliminé du fait que le choix de la fréquence se fait uniquement par des contacteurs. Excepté cela, il convient de noter que ce générateur est semblable aux autres types, car l'alimentation, l'amplification, l'atténuateur de sortie sont conventionnels.

Les signaux BF produits par ce générateur ont une stabilité et une précision plus que suffisante pour les besoins normaux du technicien, particulièrement pour la mise au point des étages d'amplification basse fréquence, ainsi que pour le relevé de la courbe de réponse d'un étage déterminé ou de l'amplificateur tout entier.

Comme on le verra plus loin, dans le paragraphe consacré à l'utilisation de cet instrument, son maniement est fort simple. En effet, un signal BF d'une fréquence quelconque, comprise dans les limites des gammes prévues, peut être obtenue par la simple manoeuvre des deux boutons commandant les contacteurs. En outre, un atténuateur étalonné et un instrument de lecture directe de la tension du signal de sortie, permettent le relevé des courbes de réponse par la méthode dite « par points ».

Avec l'aide d'un distorsiomètre très simple qui — nous le verrons par la suite — peut être très facilement construit par nos lecteurs, il sera également possible de faire les mesures de distorsion.

Caractéristiques générales

Gammes de fréquence . . de 10 à 100 000 Hz.

Choix des fréquences . . . Par deux contacteurs: le premier donnant les deux chiffres significatifs de la fréquence et l'autre un facteur de multiplication.

Précision de la fréquence $\pm 5\%$.

De 0 à 10 volts (sur haute impédance: 10 000 Ω minimum).

De 0 à 3 volts (sur haute impédance: 10 000 Ω minimum).

De 0 à 1 volt

De 0 à 0,3 volt

De 0 à 0,1 volt

De 0 à 0,03 volt

De 0 à 0,01 volt

De 0 à 0,003 volt

sur basse
impédan.
600 Ω
environ

Impédance de la source . . Gamme 0-10 volts entre 0 et 1 000 Ω

Gamme 0-3 volts entre 800 et 1 000 Ω

Gamme 0-1 volt: 600 Ω (sur charge extérieure) et 290 Ω (sur charge interne).

Gammes en dB De -60 dB à +22 dB (de -10 à +2 dB sur le voltmètre et de -50 à +0 sur l'atténuateur par bonds de 10 dB.

Gamme en dBm (600 Ω sur charge extérieure) . . De -60 à +2 dBm (0 dBm = 1 mW sur une charge de 600 Ω).

Voltmètre de sortie Gradué en volts et dB

Précision de l'instrument . $\pm 5\%$ de la valeur, lue après tarage convenable.

Distorsion Inférieure à 0,1% de 20 Hz à 20 000 Hz.

Tubes 6X4, 6AU6 et 6CL6.

Alimentation 105-125 ou 220 V. 50 Hz. 40 W.

Dimensions du coffret . . 24 $\times$ 16,5 $\times$ 12,7 cm.

Poids 3,5 kg, environ.

Le Générateur Basse Fréquence **IG-72** est un appareil complet d'utilisation facile. Bien que de conception très simple et de réalisation aisée, cet appareil, monté avec soin, est d'un fonctionnement sûr, susceptible de satisfaire la majeure partie des besoins de l'atelier ou du laboratoire d'un radiotechnicien. La gamme des fréquences couvertes est très large et la tension de sortie étalonnée est affectée d'un faible taux de distorsion. On peut, par le jeu des atténuateurs, obtenir toutes les valeurs normalement rencontrées dans le domaine de l'amplification basse fréquence.

L'appareil est présenté dans un coffret métallique pratique et léger, et son esthétique est conforme à celle des appareils de laboratoire usuels.

Bien que l'étude de cet appareil ait été faite de manière à garantir les meilleurs résultats, ceux-ci ne pourront être obtenus que si toutes les précautions nécessaires — déjà connues de nos lecteurs — ont été prises lors de la construction qui doit être faite rationnellement, en suivant scrupuleusement les indications détaillées fournies par le constructeur. Nous savons déjà, pour l'avoir maintes fois répété, que des soudures mal faites, l'emploi de décapants corrosifs, un montage hâtif et peu soigné, peuvent être la cause d'un mauvais fonctionnement. Pour cette raison et bien qu'il soit très simple, il est recommandé de faire ce travail avec le maximum de soins et de précision.

ETUDE DU MONTAGE

Le schéma général de la **figure 1** montre que l'instrument peut se diviser en quatre sections: l'alimentation, l'oscillateur, l'atténuateur et le voltmètre mesurant la tension de sortie.

L'alimentation se compose d'un transformateur normal suivi d'un redresseur des deux alternances et d'une

cellule de filtrage constituée par deux condensateurs et une bobine de filtre.

L'oscillateur proprement dit est équipé d'un tube 6AU6 (pentode) amplificateur de tension et d'un tube 6CL6 monté en « cathode follower ».

La réaction positive entre la 6CL6 et la 6AU6 (liai-

son entre les deux cathodes) se fait à travers une lampe à filament de tungstène de faible puissance.

La contre-réaction est appliquée de la cathode de la 6CL6 à la grille de la 6AU6 à travers un circuit accordé, du type pont de Wien. La fréquence des oscillations obtenues est fonction des valeurs des éléments R et C de ce circuit et ces oscillations ne prennent naissance que sur la fréquence pour laquelle l'atténuation introduite par le circuit de contre-réaction est minimale et lorsque le déphasage est nul, comme le montre la **figure 2**.

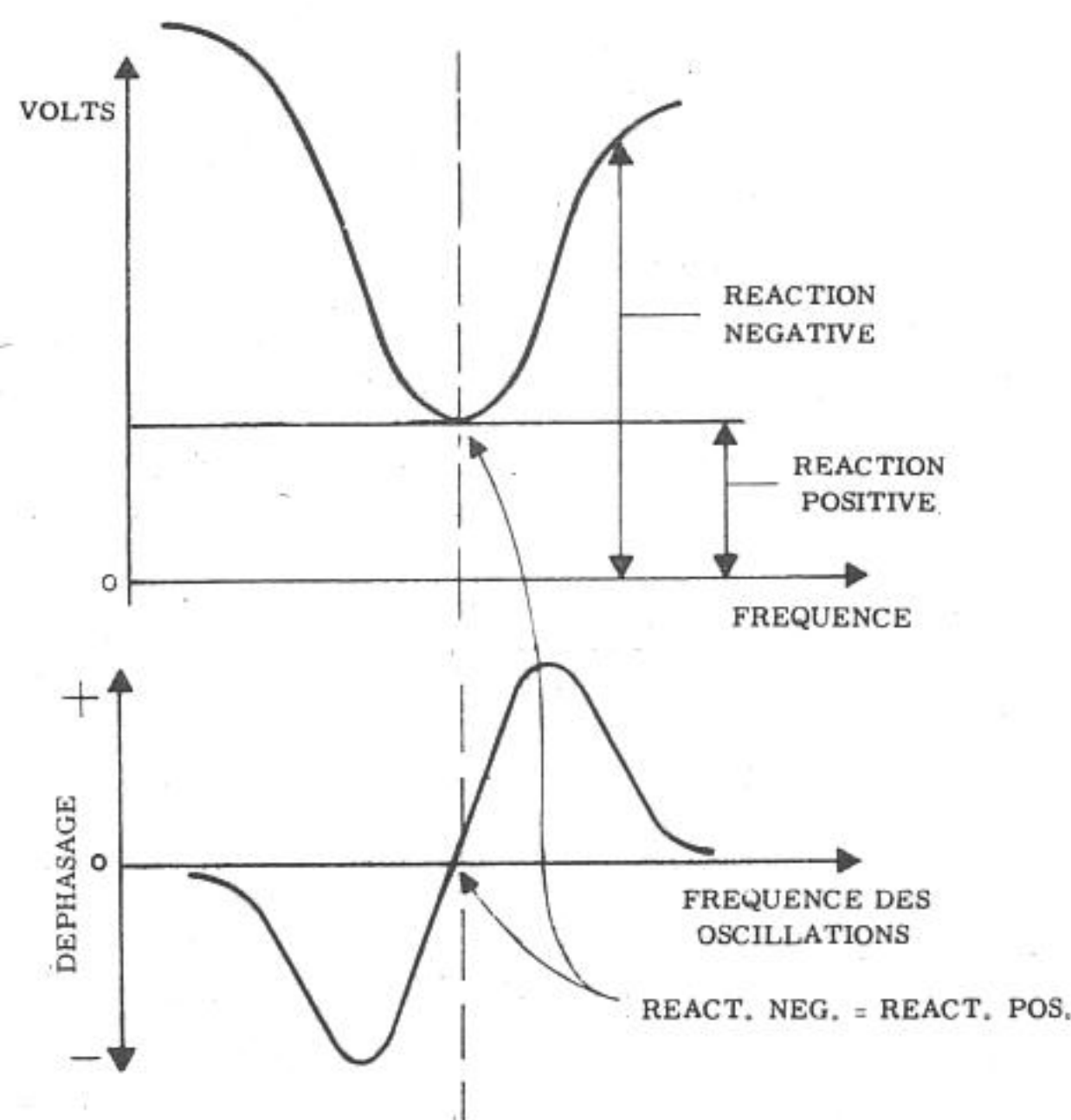


Fig. 2 - Représentation graphique des relations existant entre le signal (en bas) et la contre-réaction appliquée.

Ce circuit accordé, est un réseau en « T » avec une capacité en parallèle (voir **figure 3**). La fréquence des oscillations produites est donnée par la formule :

$$f = \frac{1}{2 \pi R C}$$

dans laquelle $C = \sqrt{C1 \times C2}$

L'amplitude des oscillations est maintenue sensiblement constante, quelle que soit la fréquence, par l'action de la lampe à filament de tungstène branchée en série dans la boucle de réaction. Cette réaction positive est appliquée à travers un diviseur de tension constitué par la lampe à filament de tungstène et le potentiomètre de 600 ohms. Toute augmentation de l'amplitude de la tension de sortie augmentera l'intensité du courant passant dans le filament de cette lampe et — en conséquence — fera croître sa température et sa résistance. Cela réduira automatiquement le taux de réaction appliquée sur la cathode de la 6AU6, donc l'amplitude de la tension de sortie.

On obtient ainsi une stabilisation automatique des conditions de fonctionnement de l'oscillateur. Le potentiomètre de 5 000 ohms sert à régler le niveau de la tension de sortie normale.

Le circuit accordé est composé essentiellement de deux résistances et de deux condensateurs. La formu-

le citée plus haut montre que toute diminution de la capacité de ces condensateurs entraîne une augmentation correspondante de la fréquence des oscillations produites. C'est ainsi que si l'on divise les valeurs des capacités par 10, la fréquence sera 10 fois plus élevée. En faisant C2 dix fois plus grand que C1, il est possible d'obtenir avec seulement cinq condensateurs, les mêmes gammes de fréquence qu'avec quatre paires, c'est-à-dire avec huit condensateurs. La gamme entière de fréquence couverte par cet appareil est divisée en quatre sous-gammes qui sont entre-elles dans le rapport de 1 à 10. Ces condensateurs sont reliés à un contacteur qui forme le « multiplicateur ».

A l'intérieur de ces sous-gammes, des fréquences déterminées peuvent être obtenues en faisant varier la valeur de R. Par exemple, avec le multiplicateur sur la position « xl », une valeur de R égale à 100 000 ohms produira une fréquence de 10 Hz. Comme f et R sont inversement proportionnels, pour obtenir une fréquence de 20 Hz double de la précédente, il faudra donc une résistance moitié de celle indiquée plus haut soit 50 000 ohms. De même, pour une fréquence trois fois plus élevée, 30 Hz, la résistance nécessaire sera égale au tiers, soit 33 333 ohms.

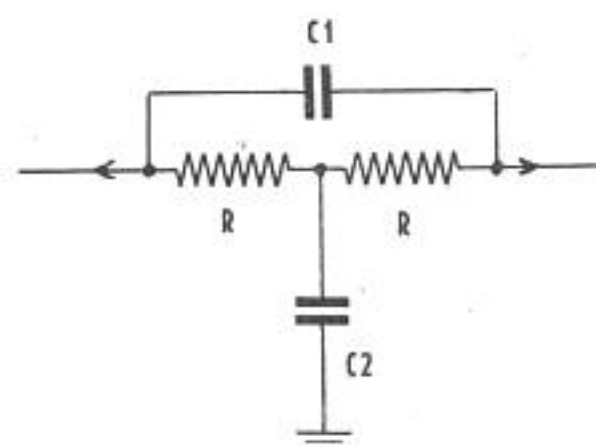


Fig. 3 - Circuit équivalent au réseau en « T » constitué par R1, R2, C1 et C2. Par la commutation des résistances on fait varier la fréquence à l'intérieur de chaque sous-gamme; par celle des capacités on détermine les différentes sous-gammes.

Pour couvrir la gamme comprise entre 0 et 100 Hz, il faut utiliser un contacteur à deux galettes, chacune d'elle commutant quatre résistances, à savoir: 100 000, 50 000, 33 300, 25 000 ohms. Par une judicieuse combinaison des contacts, on obtient, avec ces seules résistances d'autres valeurs ohmiques; c'est ainsi qu'en mettant en parallèle sur la résistance de 100 000 celle de 25 000 ohms on a une résistance totale de 20 000 ohms; 50 000 ohms en parallèle sur 25 000 = 16 700 ohms; 33 300 en parallèle sur 25 000 = 14 300 ohms; 100 000 en parallèle sur 33 300 et sur 25 000 = 12 500 ohms; 50 000 en parallèle sur 33 300 et sur 25 000 = 11 100 ohms; 100 000 en parallèle sur 50 000 et sur 33 300 = 16 650 ohms.

Toutes ces valeurs de résistance produisent des fréquences comprises entre 10 et 100 Hz, par bonds de 10 Hz. Comme nous l'avons indiqué plus haut, certaines de ces valeurs sont obtenues avec une seule résistance, d'autre par la combinaison de deux ou de trois résistances en parallèle.

Les variations de la fréquence entre ces limites de 10 Hz sont obtenues également au moyen d'un contacteur. On adopte le même montage que le précédent, mais les résistances sont dix fois plus fortes. Les deux contacteurs sont montés en parallèle et l'ensemble permet

d'obtenir une suite de fréquences espacées de 1 Hz.

L'atténuateur réduit la tension du signal de sortie recueilli sur la cathode de la 6CL6: il se compose de deux sections: un potentiomètre de 5 000 ohms et un atténuateur à décade. Cet atténuateur est conçu pour donner une impédance de sortie de 600 ohms jusqu'à 1 volt et une impédance plus forte sur les positions 3 et 10 volts.

Sur les positions correspondant à une impédance de sortie de 600 ohms, on peut mettre en circuit une charge interne lorsque l'entrée de l'amplificateur à mesurer est à haute impédance; cette charge peut être mise hors circuit lorsque l'impédance d'entrée du circuit à mesurer est de 600 ohms. Sur les positions 3 et 10 volts, la charge interne est automatiquement mise hors cir-

cuit. L'atténuateur fonctionne par bonds de 10 dB.

Le voltmètre de sortie mesure la tension BF recueillie directement à l'entrée de l'atténuateur. Une fraction de cette tension, déterminée par un potentiomètre servant au tarage de l'instrument, est redressée par deux diodes à cristal. La non-linéarité des diodes, pour des tensions faibles, est compensée par la présence d'une troisième diode mise en parallèle sur le micro-ampèremètre.

Le cadran de cet instrument porte trois échelles: 0 à 10 volts, 0 à 3 volts et -10 à $+2$ db. Quand le générateur est utilisé avec une charge convenable, les lectures faites sur le cadran, combinées avec les positions de l'atténuateur, indiquent la tension BF effectivement disponible aux bornes de sortie.

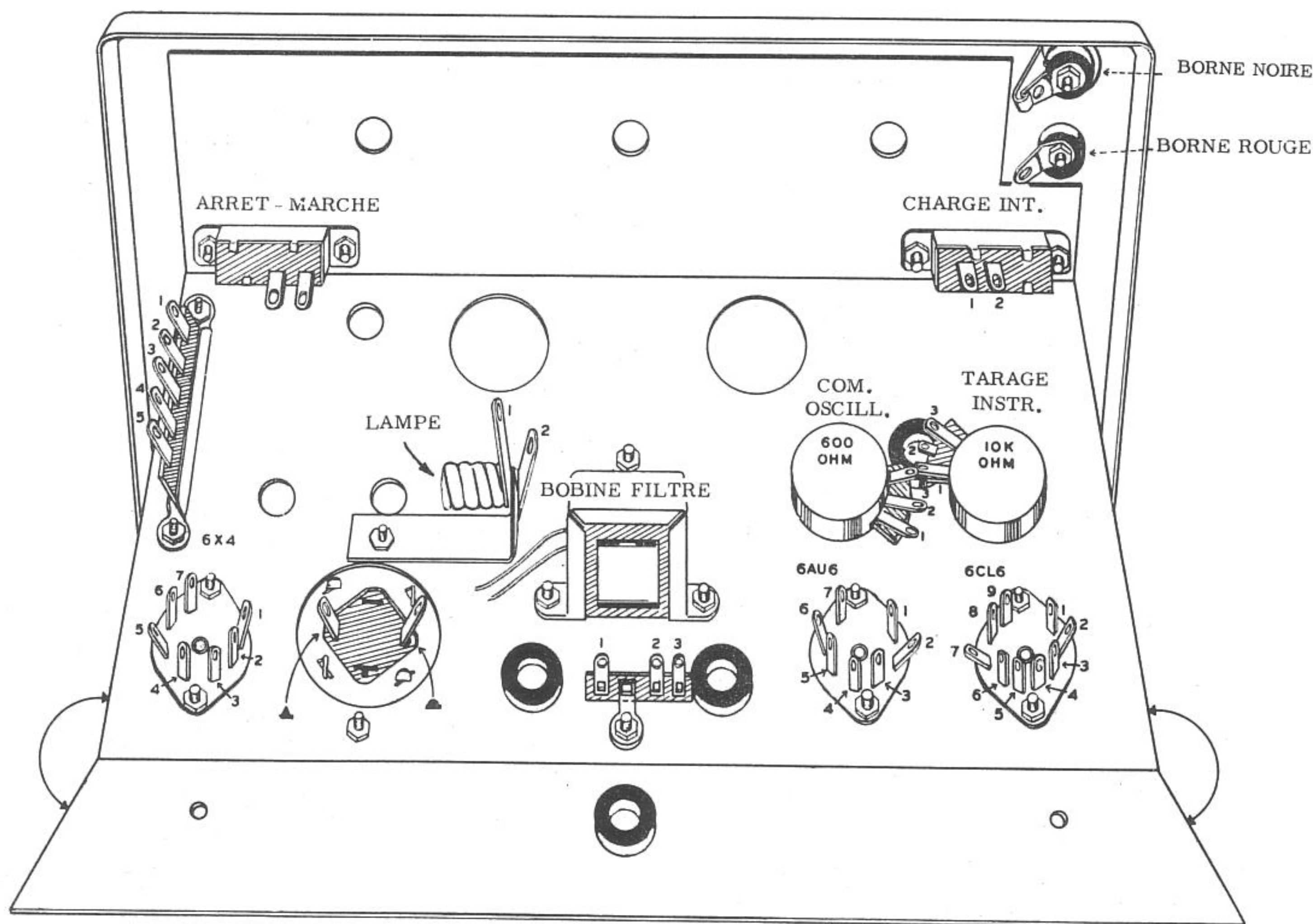


Fig. 4 - Vue inférieure du châssis après le montage mécanique et avant le câblage. On remarquera la position des deux interrupteurs (mise en marche et charge interne) fixés sur le panneau avant; la couleur des deux bornes de sortie (en haut, à droite) l'orientation des supports de tubes et l'emplacement du support de la lampe à filament de tungstène. Cette disposition du matériel ne doit pas être modifiée pour ne pas compromettre le câblage de l'ensemble de l'appareil.

MONTAGE MECANIQUE

Nous avons déjà présenté plusieurs réalisations basées sur des « ensembles prêts à câbler » ou « kits », il est donc inutile de revenir sur les conseils généraux déjà donnés. Comme dans les autres cas, les indications fournies par le constructeur et les nombreux plans de câblage suffisent à donner tous les renseignements nécessaires à la mise en place des divers composants.

La figure 4 représente le châssis vu par dessous. En

haut, à droite, sont fixées les deux bornes de sortie, la borne supérieure, de couleur noire, étant directement reliée à la masse. On doit remarquer — à ce propos — dans la description que nous faisons de l'emplacement des diverses pièces, que la figure 4 représente l'appareil retourné, l'arrière étant vers le lecteur; c'est pourquoi, en réalité, ainsi que le montre la photographie de l'appareil, ces bornes de sortie sont situées en bas

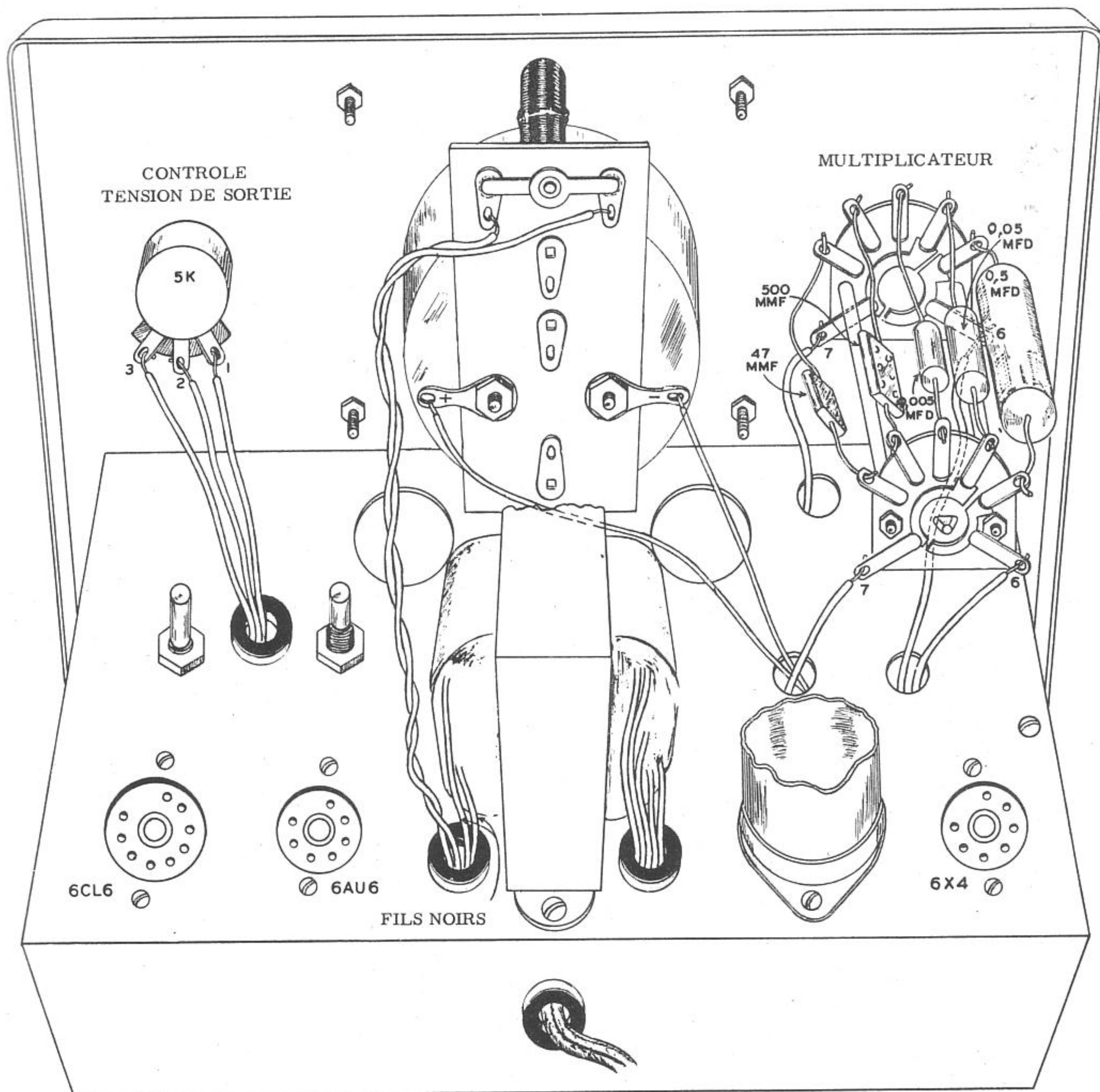


Fig. 5 - Vue supérieure du châssis et du panneau avant. On y voit la partie postérieure du microampère-mètre et la plaquette supportant l'ampoule d'éclairage du cadran. Le transformateur est fixé de manière que son circuit magnétique soit à 90° de celui de la bobine de filtre placée en dessous. Le boîtier du condensateur de filtrage a été sectionné pour montrer les connexions placées derrière lui. On voit également le contacteur de sous-gammes et le potentiomètre de sortie.

et à droite du panneau avant, lorsque l'appareil est dans sa position normale.

On notera la position de l'interrupteur de mise en marche et celle de l'interrupteur de mise hors service de la charge intérieure, respectivement placés à gauche et à droite, contre le plan du châssis. A gauche se trouvent: une barrette relais à 5 cosses et, immédiatement au dessous, le support de la redresseuse 6X4. En se déplaçant vers la droite on trouve le condensateur de filtrage double (40+40 μ F), suivi d'une barrette relais à trois cosses. De part et d'autre de celle-ci deux passe-fils en caoutchouc protègent les connexions passant de l'autre côté du châssis d'une éventuelle détérioration de leur isolant, par suite des frottements contre la tôle. Toujours vers la droite, on rencontre ensuite les deux

supports des tubes 6AU6 et 6CL6, dont il faut respecter l'orientation pour éviter que les connexions aboutissant aux cosses de ces supports ne suivent un parcours différent de celui prévu par le constructeur; ceci pour éliminer toutes oscillations parasites pouvant être provoquées par des couplages indésirables.

Immédiatement au dessus de ces supports se trouvent deux potentiomètres, l'un de 10 000 ohms, l'autre de 600 ohms. Ce sont des réglages à effectuer uniquement lors de la mise au point de l'appareil et il est donc inutile que leurs axes de commande soient accessibles de l'extérieur.

Au centre du châssis sont situés la bobine de filtrage de la haute tension et le support de la lampe réglant le taux de réaction.

Le passe-fil en caoutchouc visible sur le côté postérieur du châssis sert à isoler le cordon secteur de la tôle.

La figure 5 représente le châssis vu par dessus, de l'arrière de l'appareil. On notera la position du potentiomètre atténuateur de sortie, fixé sur le panneau avant à droite du microampèremètre. Sur ce dernier est montée une plaquette isolante à 7 cosses servant au branchement des divers composants. On remarquera également, vers la droite, le multiplicateur, ou sélecteur de sous-gammes, constitué par un contacteur à deux galettes.

Sur le plan horizontal du châssis, on retrouve les mêmes éléments que ceux de la figure 4: les deux axes des potentiomètres de tarage, de part et d'autre du passe-fil par lequel passent les connexions aboutis-

sant au potentiomètre réglant l'amplitude de la tension de sortie. Puis les deux supports (de la 6AU6 et de la 6LC6) avec, au centre, le transformateur d'alimentation, à la droite duquel sont le condensateur double de filtrage (coupé pour dégager la partie du câblage située derrière lui) et le support de la valve redresseuse (6X4).

Tous ces éléments sont fixés au moyen de vis. Il conviendra de s'assurer que le serrage de ces vis est convenablement fait afin d'éviter des liaisons intermittentes avec la masse, tant en ce qui concerne les connexions proprement dites que les parties métalliques servant de blindages.

Une fois fixés tous les composants (à l'exception des condensateurs et des résistances) on peut commencer les opérations de câblage.

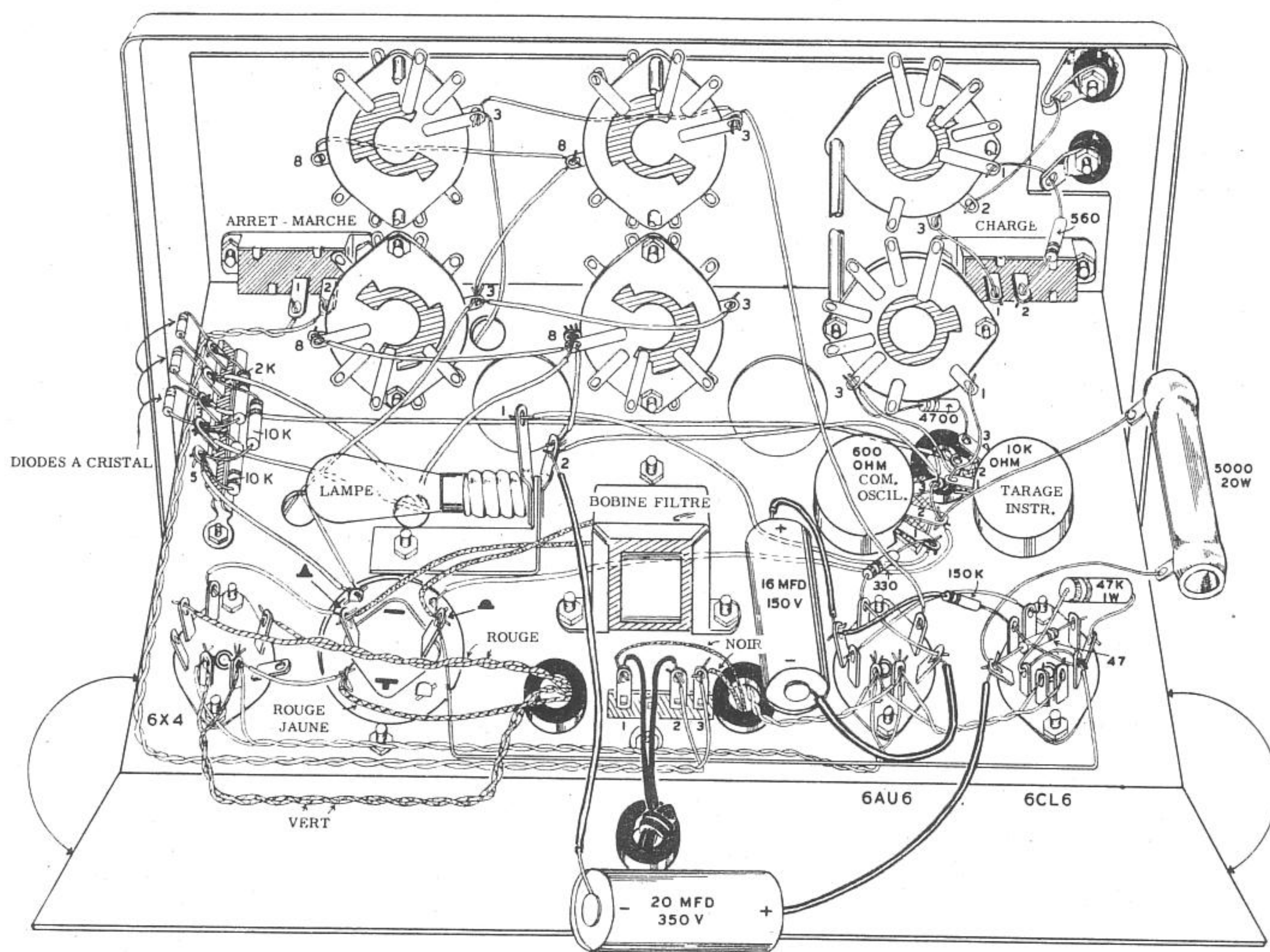


Fig. 6 - Vue intérieure du châssis et du panneau avant à peu près entièrement câblés. Rappelons que pour obtenir les résultats annoncés, on doit respecter les positions des différents éléments du montage. On remarquera le noeud fait sur le cordon secteur pour éviter une rupture des fils par suite de tractions. Les fils des trois diodes à cristal seront laissé suffisamment longs (3 cm) pour éviter un échauffement du cristal pendant les soudures. Les cosses du condensateur de filtrage sont repérées par des signes distinctifs.

LE CABLAGE ELECTRIQUE

Nous conseillons tout d'abord de rechercher tous les points devant être mis à la masse; ces points seront reliés entre-eux par un fil de cuivre étamé de 2 mm de diamètre et une extrémité de ce fil sera reliée à la masse du châssis.

Ensuite on passera au câblage des filaments des tubes (tous les trois en parallèle), aux connexions aboutissant aux plaques de la valve 6X4, au condensateur double de filtrage et au primaire du transformateur d'alimentation.

Ceci étant fait, on procédera aux branchements aboutissant aux cosses du support du tube 6CL6. On prendra garde de respecter la polarité du condensateur chimique de 20 μ F, dont le pôle positif doit être relié au point de jonction des deux résistances, 47 ohms et 5 000 ohms, 20 watts, en série avec la cathode de cette lampe; le pôle négatif sera relié à une cosse du support de la lampe à filament de tungstène.

Pour le reste du câblage on pourra, en principe, suivre l'ordre qui paraîtra le plus opportun, car il n'existe pas de règles précises concernant la succession des diverses opérations à effectuer.

Comme d'habitude, l'essentiel est de suivre attentivement le schéma et les différents plans et de s'efforcer de respecter l'orientation préconisée pour les composants du montage.

La figure 6 représente la plus grande partie des connexions situées sous le châssis, le câblage étant presque terminé. Il est évident que pour donner plus de clarté à ce plan et pour permettre de mieux suivre les connexions, certains composants ont été dessinés dans une position plus éloignée que celle qu'ils occupent effectivement et semblent être en dehors du châssis, mais cela n'est qu'un artifice.

Les cosses du condensateur de filtrage sont repérées

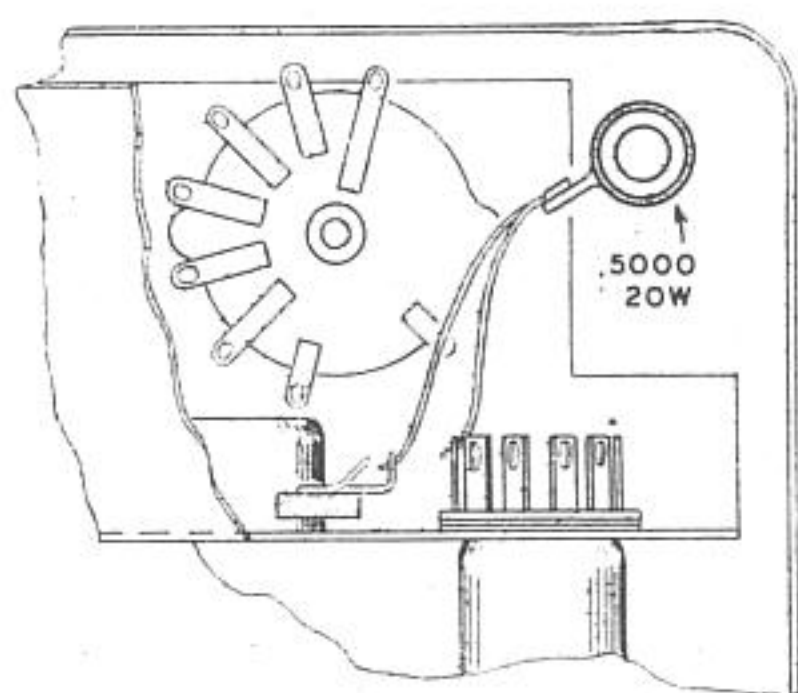


Fig. 7 - Fixation de la résistance de 5 000 Ω , 20 watts, en série dans la cathode de la lampe 6CL6, réalisée de manière à permettre une bonne dissipation de la chaleur.

au moyen de deux signes distinctifs — un triangle et un demi-cercle — elles correspondent au pôle positif de chacune des deux capacités de 40 μ F. Le pôle négatif commun est relié au boîtier d'aluminium qui se trouve en contact direct avec la masse du châssis.

Les connexions aboutissant aux cosses des supports de lampe et aux cosses relais ont été dessinées sur la figure 6 de manière que les extrémités dénudées des fils, c'est-à-dire la partie à souder, soient clairement visibles.

Les trois diodes à cristal formant le système redresseur qui, associé au microampèremètre, permet la lecture directe des tensions BF délivrées par le Générateur, sont soudées, en même temps que les deux résistances de 10 000 ohms et celle de 2 000 ohms, sur la barrette relais située à l'extrême gauche de la figure 6.

Pour éviter d'endommager les diodes lors des soudures, il est bon de laisser au moins 3 centimètres de fil à leurs extrémités.

En remplacement de l'habituelle lampe témoin et du

voyant placé généralement sur le panneau des instruments de mesure et pour permettre une lecture facile des tensions, même dans la pénombre (qui est quelquefois nécessaire lors des mesures faites à l'oscilloscope), il a été prévu une lampe pour illuminer le cadran du microampèremètre.

Cette lampe est vissée dans un support placé sur la plaquette isolante solidaire de l'appareil de mesure et son filament est branché en parallèle sur les filaments des autres tubes. La résistance de 50 000 ohms, 20 watts, qui dégage une certaine chaleur en fonctionnement, est fixée comme le montre la figure 7 pour lui permettre de dissiper cette cha-

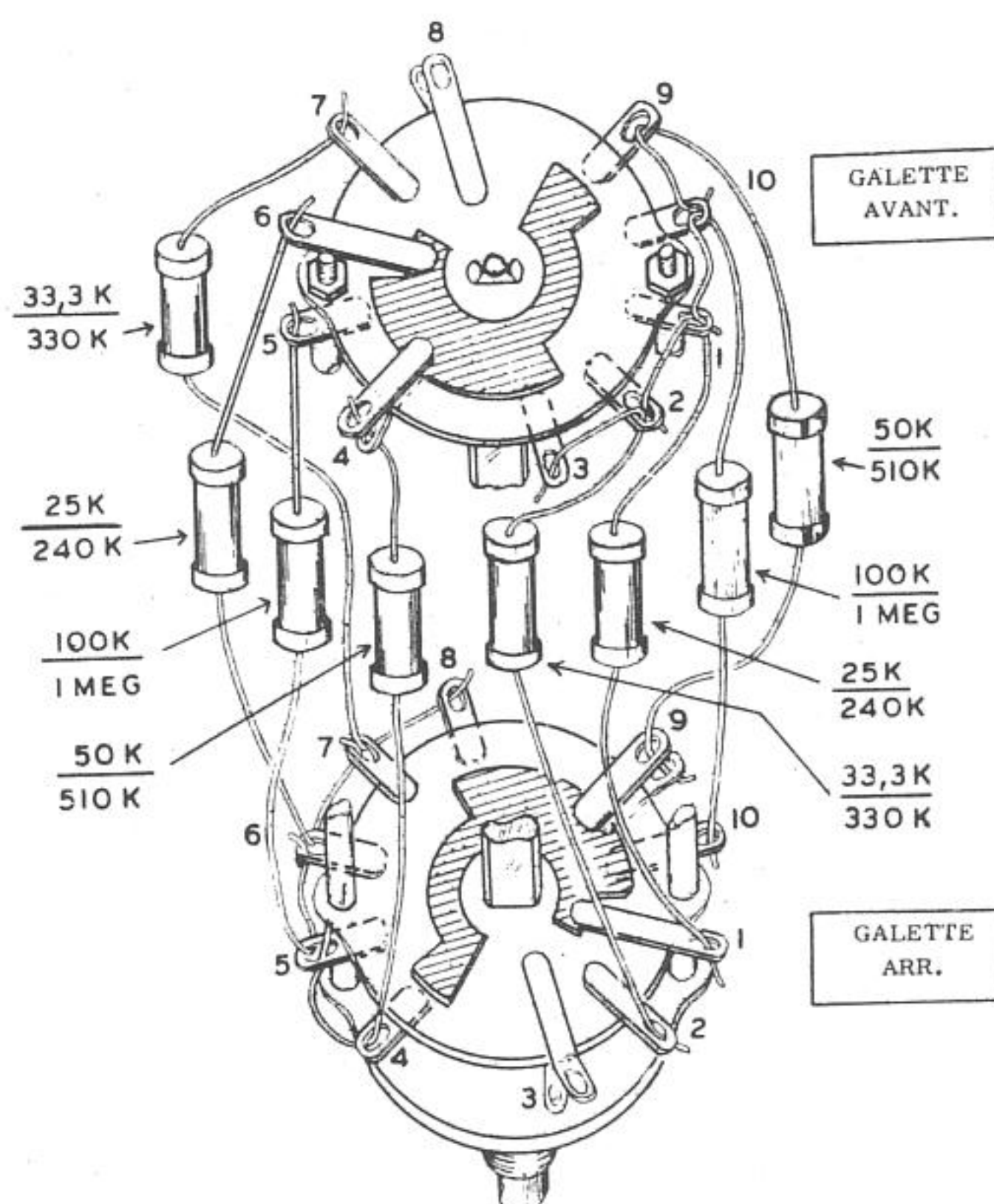


Fig. 8 - Câblage des deux contacteurs donnant le premier et le deuxième chiffre significatifs. Les valeurs des résistances indiquées au dessus de la barre de fraction se rapportent au premier chiffre, celles portées en dessous, au deuxième chiffre.

leur sans endommager les autres composants voisins.

Une fois installés tous les composants sur le châssis, on peut procéder au câblage des sélecteurs de fréquence — les deux contacteurs donnant les deux premiers chiffres de la fréquence produite et le contacteur donnant le facteur multiplication.

Les deux premiers sont câblés d'une manière identique, seules les valeurs des résistances sont différentes. La figure 8 montre le détail du câblage, la galette postérieure étant représentée vers le haut, celle de devant, vers le bas.

Les valeurs des résistances y sont indiquées deux à deux, séparées par une barre de fraction. Toutes les valeurs portées au-dessus de la barre de fraction, se rapportent à un des contacteurs, celles figurant sous la barre se rapportant à l'autre. C'est ainsi que, par exemple, dans un des contacteurs la première résistance, visible en haut et à gauche, aura une valeur ohmi-

que de 33 300 ohms tandis que la résistance correspondant à la même position dans l'autre contacteur sera de 330 000 ohms.

Le sélecteur donnant le premier chiffre significatif sera celui dont les résistances ont les plus faibles valeurs, par contre, le sélecteur donnant le deuxième chiffre sera ayant les résistances 10 fois plus élevées.

La figure 9 montre la disposition des cinq condensateurs devant être soudés aux cosses du sélecteur du facteur de multiplication; l'opération ne présente aucune difficulté.

Pour terminer le câblage des sous-ensembles séparés, il reste à monter le contacteur de l'atténuateur à

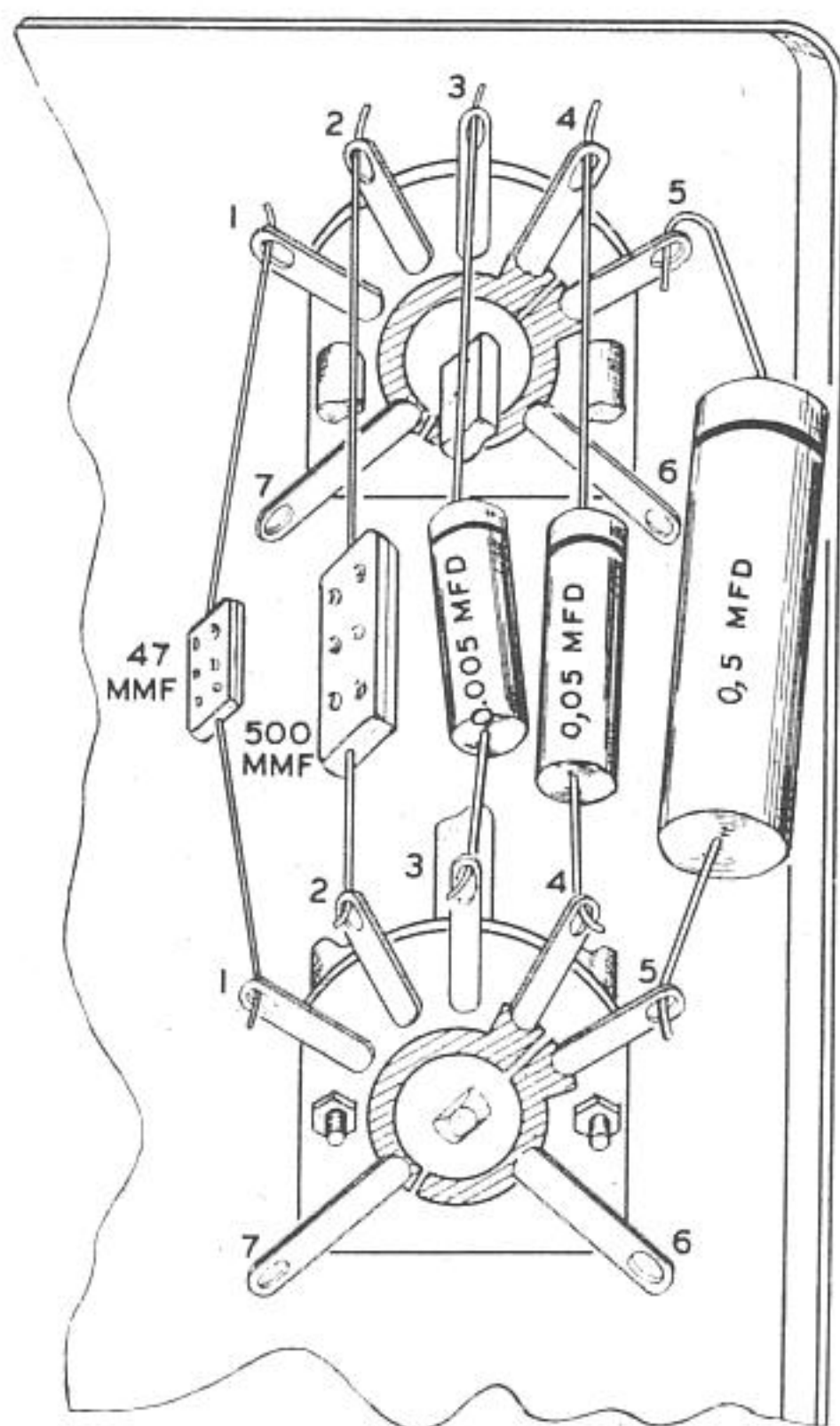


Fig. 9 - Câblage du contacteur de gammes. On notera les positions respectives des divers condensateurs par rapport aux contacts.

décades, comme le représente la figure 10. On y voit les galettes antérieure et postérieure ainsi que le blindage placé entre les deux; pour faciliter le câblage, les valeurs des différentes résistances ont été indiquées sur le dessin.

La précision de l'atténuateur, donc des tensions de sortie délivrées par ce générateur, dépend de la précision d'étalonnage des résistances qui le composent.

Ces résistances sont de valeur beaucoup plus précise que celles utilisées pour le reste du montage, aussi doivent-elles être manipulées avec précaution. En particulier il faut éviter de les exposer trop longtemps à la chaleur du fer à souder car — tout comme pour les diodes ou les transistors — la chaleur ainsi dégagée se

propage à l'intérieur de la résistance par les fils de connexion.

Il faut donc prendre les précautions indiquées à la page 62 (figure 15) concernant les diodes à cristal, c'est-à-dire faire les soudures le plus rapidement possible, en intercalant une pince de masse assez forte entre le fer et le corps de la résistance pour dissiper la chaleur.

Les sélecteurs étant entièrement câblés, ils seront mis en place de la façon suivante: le contacteur des facteurs de multiplication à droite du microampèremètre (en regardant de face le panneau avant); celui concernant le premier chiffre significatif, en bas et à gauche; celui concernant le second chiffre, en bas au centre et, enfin, l'atténuateur, à la droite de ce dernier.

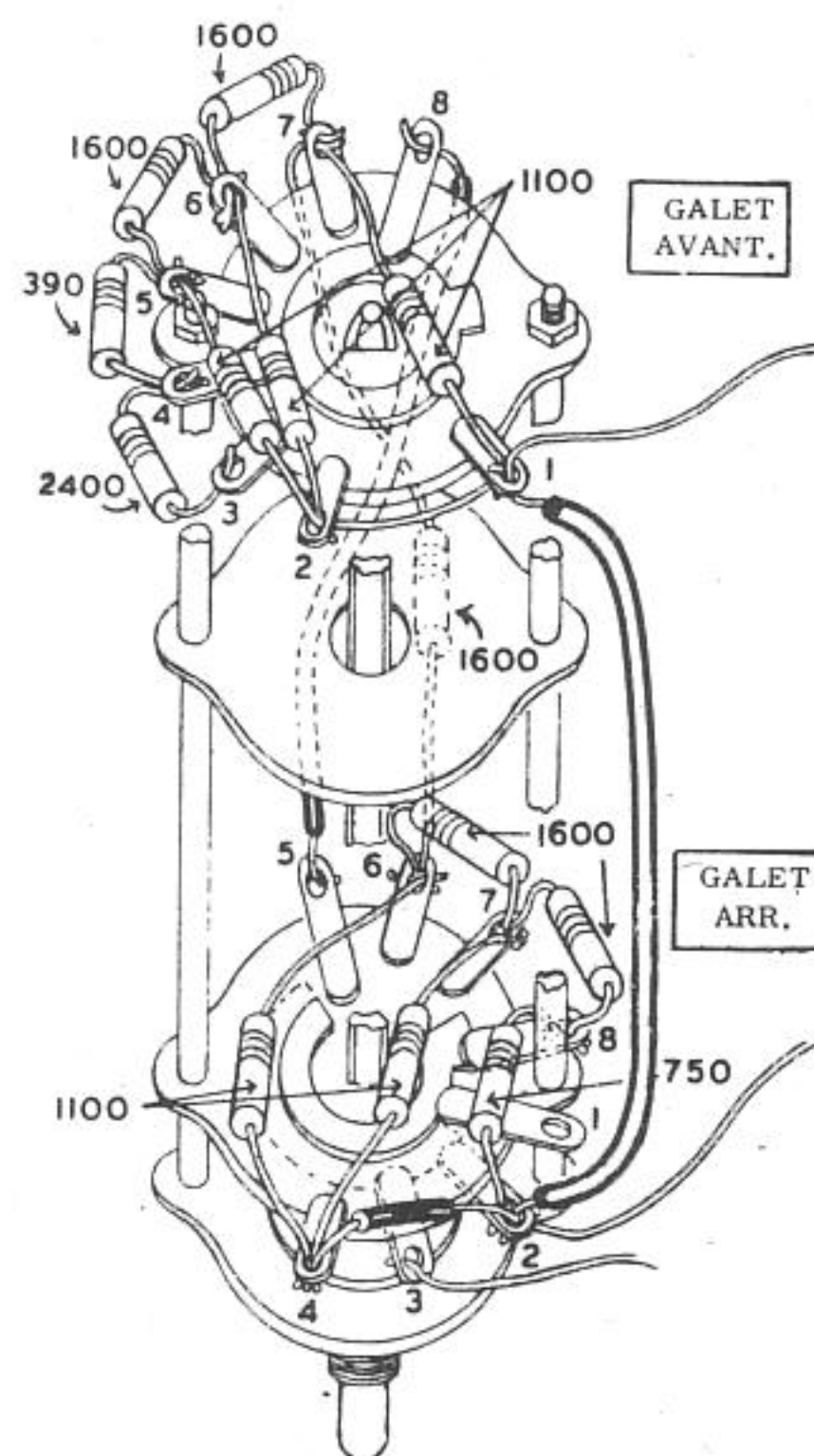


Fig. 10 - Câblage de l'atténuateur à décades. Les valeurs des différentes résistances sont indiquées. Les soudures devront être rapidement faites pour ne pas altérer la précision.

Pour éviter la rupture des connexions, par suite de vibrations subies pendant l'utilisation de cet appareil, il est bon d'effectuer toutes les connexions d'une certaine longueur en fils souples.

Ceci concerne en particulier les connexions réunissant les contacteurs, situés sur le panneau avant, au reste du montage.

Ces liaisons flexibles devront être parfaitement isolées par un revêtement de matière plastique ou par des gânes en souplisso, si cela est nécessaire.

Enfin, après avoir entièrement terminé le câblage, il ne reste plus qu'à passer aux opérations de vérification et de mise au point (dont nous parlerons dans la leçon suivante), non sans avoir, comme d'habitude, procédé à un contrôle sérieux des connexions et de la disposition des composants.

QUESTIONS sur les LEÇONS 106 et 107

N. 1 —

Quel est le rôle des étages amplificateurs de tension dans un amplificateur basse fréquence ?

N. 2 —

Quels sont les facteurs qui conditionnent la puissance devant être fournie par un amplificateur basse fréquence ?

N. 3 —

Pour quelle raison un tube préamplificateur pentode est-il généralement employé à l'entrée « Microphone » d'un amplificateur, alors que les entrées « Pick-up », « Radio » ou « Magnétophone » sont reliées après cet étage ?

N. 4 —

En quels points d'un amplificateur les dispositifs correcteurs de tonalité sont-ils généralement intercalés ?

N. 5 —

Comment peut-on contrôler séparément l'amplification des fréquences basses et des fréquences élevées ?

N. 6 —

Comment fonctionne la commande de volume sonore d'un amplificateur BF ?

N. 7 —

Par quels moyens peut-on inverser la phase d'une tension BF pour coupler un tube amplificateur unique aux deux grilles d'un étage final symétrique ?

N. 8 —

Pourquoi les montages inverseurs de phase à tubes sont-ils préférables à ceux à transformateurs ?

N. 9 —

Sur quel principe est basé le fonctionnement d'un étage déphaseur « cathodyne » ?

N. 10 —

Pour quelle raison la composante alternative résiduelle de la haute tension redressée est-elle moins gênante dans un étage final symétrique (push-pull) ?

N. 11 —

Dans le générateur basse fréquence décrit dans la 107ème leçon, quel est le rôle de la lampe à filament de tungstène branchée les cathodes de la 6AU6 et de la 6CL6 ?

N. 12 —

Pourquoi l'appareil de mesure placé sur le panneau avant est-il extrêmement utile ?

N. 13 —

De quelle façon la commande de l'oscillateur (potentiomètre de 600 Ω) agit-elle sur la forme d'onde du signal produit ?

N. 14 —

Dans quel cas doit-on mettre en circuit la charge interne prévue dans l'appareil ?

N. 15 —

Comment peut-on, avec ce générateur, relever la courbe de réponse « point par point » d'un amplificateur basse fréquence ?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 835

N. 1 — L'oscilloscope permet d'effectuer des mesures de tension, de courant, d'impédance, de capacité, d'inductance, de phase, d'amplification, de distorsion et de fréquence.

N. 2 — Selon la relation de phase existant entre les tensions horizontale et verticale on obtient un cercle ou une ellipse. On a un cercle lorsque les deux tensions sont égales et déphasées de 90°.

N. 3 — Oui, on peut employer la méthode dite du « cercle de déphasage » à la condition que le Whenelt ou la deuxième anode du tube cathodique soient accessibles par une borne extérieure.

N. 4 — Lorsque la fréquence étalon et la fréquence inconnue sont entre-elles dans un rapport très élevé, ce qui rendrait difficile la mesure par les procédés normaux.

N. 5 — Il faut que l'amplificateur vertical soit étalonné. En d'autres termes, il faut connaître la valeur exacte de la déviation correspondant à une tension déterminée appliquée à l'entrée de l'amplificateur.

N. 6 — En réglant l'amplitude de la fraction du signal de sortie renvoyée sur l'entrée; c'est-à-dire en faisant varier le taux de réaction entre le circuit de sortie et celui d'entrée.

N. 7 — La forme d'onde du signal tend à devenir rectangulaire, car le tube est saturé dans les crêtes du signal.

N. 8 — Les signaux engendrés sont de meilleure qualité, mais l'oscillateur a tendance à l'instabilité.

N. 9 — Il permet de régler le taux de réaction à sa valeur optimale par l'observation de la forme des signaux produits.

N. 10 — La capacité nécessaires pour engendrer des signaux d'une fréquence donnée et la valeur de la résistance de charge.

N. 11 — Le commutateur électronique sert à observer, en même temps, deux signaux différents sur l'écran d'un tube cathodique. Il fonctionne au moyen d'un multivibrateur qui fait alterner les deux images avec une fréquence de commutation donnée.

N. 12 — Le déplacement du curseur potentiomètre fait varier les tensions de polarisation des deux grilles des tubes pilotes, ce qui entraîne une variation de leurs courants anodiques. Les tensions anodiques deviennent donc inégales, ce qui provoque le déplacement des images.

N. 13 — Parce que, dans le cas contraire, on verrait le signal de commutation et non les deux images désirées.

N. 14 — En changeant la valeur de la capacité branchée entre les cathodes du tube oscillateur 12AU7.

N. 15 — Pour permettre le passage sans distorsion des tensions de fréquence très basse.

CONSTRUCTION D'UN GENERATEUR BASSE FREQUENCE

2^{ème} PARTIE

ESSAIS

Le lecteur étant désormais au courant de la méthode à suivre pour essayer un appareil nouvellement construit, il nous suffira de rappeler brièvement les différentes vérifications à effectuer pour être certain du bon fonctionnement de l'appareil.

On procédera, avant toute chose, à une vérification soignée du câblage en s'assurant à l'aide du schéma général et des différents plans, que les composants ont bien les valeurs indiquées et sont placés dans les positions et emplacements prévus par le constructeur. Il faudra vérifier, là où cela est nécessaire, que les polarités de certains d'entre-eux ont bien été respectées lors des branchements.

Ce contrôle général étant effectué, plutôt deux fois qu'une, on s'assurera à l'aide d'un ohmmètre, qu'il n'y a pas de court-circuit aux bornes du second condensateur électrolytique du filtre de la tension anodique. La résistance mesurée, après le lent retour de l'aiguille vers le début de l'échelle, doit être de l'ordre de 300 000 Ω au minimum.

Ensuite, sans mettre les tubes dans leurs supports, on branche l'appareil sur le secteur, en prenant soin d'intercaler un autotransformateur abaisseur de tension si la tension du secteur est supérieure à celle prévue pour le primaire du transformateur d'alimentation, qui est, rappelons-le, de 115 volts, 50 Hz.

L'interrupteur de mise en route étant sur la position « marche » (« on »), la lampe d'éclairage du cadran du microampèremètre doit s'éclairer normalement. Avec le multimètre sur la position « 500 volts alternatifs », on vérifie que la tension entre les cosses 1 et 6 du support

du 6X4 (redresseur) est bien de l'ordre de 320 volts. Puis après avoir placé le sélecteur du multimètre sur la position « 10 volts alternatifs », on s'assure que la tension entre les cosses filaments de chaque lampe est bien de 6 volts environ.

Si tout est en ordre, on débranche le secteur et on place les tubes dans les supports correspondants puis on rebranche le secteur. Après avoir constaté que les filaments s'allument normalement, on mesure la tension continue entre la cosse 7 du tube redresseur et la masse, qui doit être de 420 volts.

On mesure alors les tensions aux cosses des supports des tubes et on s'assure qu'elles correspondent bien à celles indiquées dans le tableau ci-contre. Ces tensions ont été relevées avec un voltmètre ayant une résistance de 20 000 Ω par volt et les tensions mesurées peuvent en différer de $\pm 10\%$, sans aucun inconvénient.

Ensuite, les potentiomètres placés à l'intérieur de l'appareil, sur le châssis (voir **figure 1**) sont réglés à moitié de leur course (le curseur se trouvant au milieu entre les deux extrémités). Le contacteur donnant le premier chiffre significatif doit être placé sur la position 10, ou plus. Si le générateur fonctionne, on devra constater une déviation de l'aiguille du microampèremètre en tournant le potentiomètre qui commande l'amplitude de la tension de sortie (bouton à droite de l'appareil sur le panneau avant). Cela indique que l'oscillateur fonctionne et qu'un signal BF dont la tension est fonction de la position de l'atténuateur à décades et du potentiomètre, est présent sur les bornes de sortie.

MISE AU POINT

Étalonnage du voltmètre. - Durant cette opération, il faut absolument éviter de laisser le potentiomètre commandant l'amplitude de la tension de sortie dans la position zéro, c'est-à-dire à fond vers la gauche, car dans ce cas il risquerait d'être gravement endommagé. L'étalonnage du voltmètre de sortie se fait de la manière suivante:

- 1) Placer les deux contacteurs des chiffres significatifs sur la position « zéro ».
- 2) Tourner vers le maximum (à fond vers la droite) le potentiomètre réglant le niveau de sortie.
- 3) Placer l'atténuateur à décades sur la position « 10 volts +20 dB ».
- 4) Brancher un filtre entre la borne de sortie rouge et une des cosses de la lampe d'éclairage du cadran, fixée sur la plaquette située à l'arrière du

microampèremètre, en choisissant la cosse qui n'est pas reliée à la masse.

- 5) Tourner le potentiomètre de 10 000 Ω (placé sur le châssis, à l'intérieur de l'appareil) servant au tarage du voltmètre, jusqu'à ce que l'aiguille de celui-ci indique une tension de 6,3 volts, sur l'échelle 10 volts.
- 6) Débrancher le fil ayant servi à l'étalonnage du voltmètre.

Cet étalonnage peut également se faire d'une autre manière en utilisant un voltmètre alternatif suffisamment précis, ayant une résistance interne supérieure à 500 Ω par volt.

- 1) Choisir une fréquence pouvant être mesurée avec ce voltmètre (généralement entre 50 et 3 000 Hz), en agissant sur les contacteurs donnant les deux

LAMPE	COSSE 1	COSSE 2	COSSE 3	COSSE 4	COSSE 5	COSSE 6	COSSE 7	COSSE 8	COSSE 9
6X4	320 CA	NC	X	X	NC	320 CA	420		
6AU6	1,5	4	X	X	200	140	4		
6CL6	210	200	410	X	X	410	210	410	200

Tableau des tensions, relevées aux différentes cosses des lampes avec un voltmètre de 20 000 Ω par volt.

chiffres significatifs et le facteur de multiplication

- 2) Relier le voltmètre alternatif aux bornes de sortie du générateur.
- 3) Agir sur le potentiomètre de tarage du voltmètre du générateur (potentiomètre de 10 000 Ω à l'intérieur, sur le châssis) pour que les lecteurs des deux voltmètres coïncident.

Étalonnage de l'oscillateur. - Pendant ces réglages, les bornes de sortie de l'appareil doivent rester libres, aucun fil ne doit y être relié. Le potentiomètre de l'atténuateur sera tourné à fond vers la droite. Les contacteurs relatifs aux deux chiffres significatifs devront indiquer une fréquence supérieure à 10 Hz. Tourner ensuite le potentiomètre de 600 Ω (placé sur le châssis, à l'intérieur du coffret) jusqu'à obtenir la déviation totale de l'aiguille du voltmètre vers la droite.

Contrôler la tension de sortie sur d'autres fréquences comprises entre 10 et 100 000 Hz et, si l'aiguille du

voltmètre tend à dépasser l'extrémité de l'échelle, retoucher le réglage du potentiomètre de 600 Ω pour la ramener exactement sur l'extrémité de cette échelle.

Eviter absolument que l'aiguille dépasse la limite de l'échelle, car la distorsion du signal produit serait plus grande que celle indiquée dans les caractéristiques générales de l'appareil.

Cette dernière opération termine la phase finale de la mise au point. Le générateur peut alors être placé dans son coffret et il est prêt à être utilisé.

Pour s'assurer que l'élévation de température interne, se produisant normalement pendant le fonctionnement de l'appareil, n'a pas influé sur l'étalonnage par suite de la variation de la valeur de certains composants, il faudra refaire les mesures ci-dessus après une ou deux heures de fonctionnement continu. En outre, une nouvelle vérification de cet étalonnage sera faite après quelques semaines d'utilisation du générateur, pour s'assurer la stabilité de l'appareil dans le temps.

EN CAS DE DIFFICULTES

Dans l'éventualité où, malgré tous les soins apportés à sa construction, l'appareil ne fonctionne pas comme il est spécifié, on devra procéder aux vérifications suivantes:

- 1) S'assurer à nouveau que le câblage a été correctement exécuté et que tous les composants du circuit ont bien été disposés comme il est indiqué sur les plans.
- 2) Mesurer toutes les tensions et après avoir débranché l'appareil du secteur, contrôler toutes les valeurs des résistances et l'isolement des conden-

sateurs au moyen d'un ohmmètre, après avoir dessoudé une de leurs extrémités. La vérification des condensateurs se fera avec l'ohmmètre placé sur la position « mesure des résistances élevées ». Si la capacité est assez grande, supérieure à 0,03 μ F, on notera un léger déplacement de l'aiguille qui retournera ensuite au zéro. Par contre, si la capacité est de très faible valeur on ne devra constater aucun déplacement de l'aiguille. Il est évident qu'un contrôle plus précis pourrait être effectué au moyen d'un capacimètre.

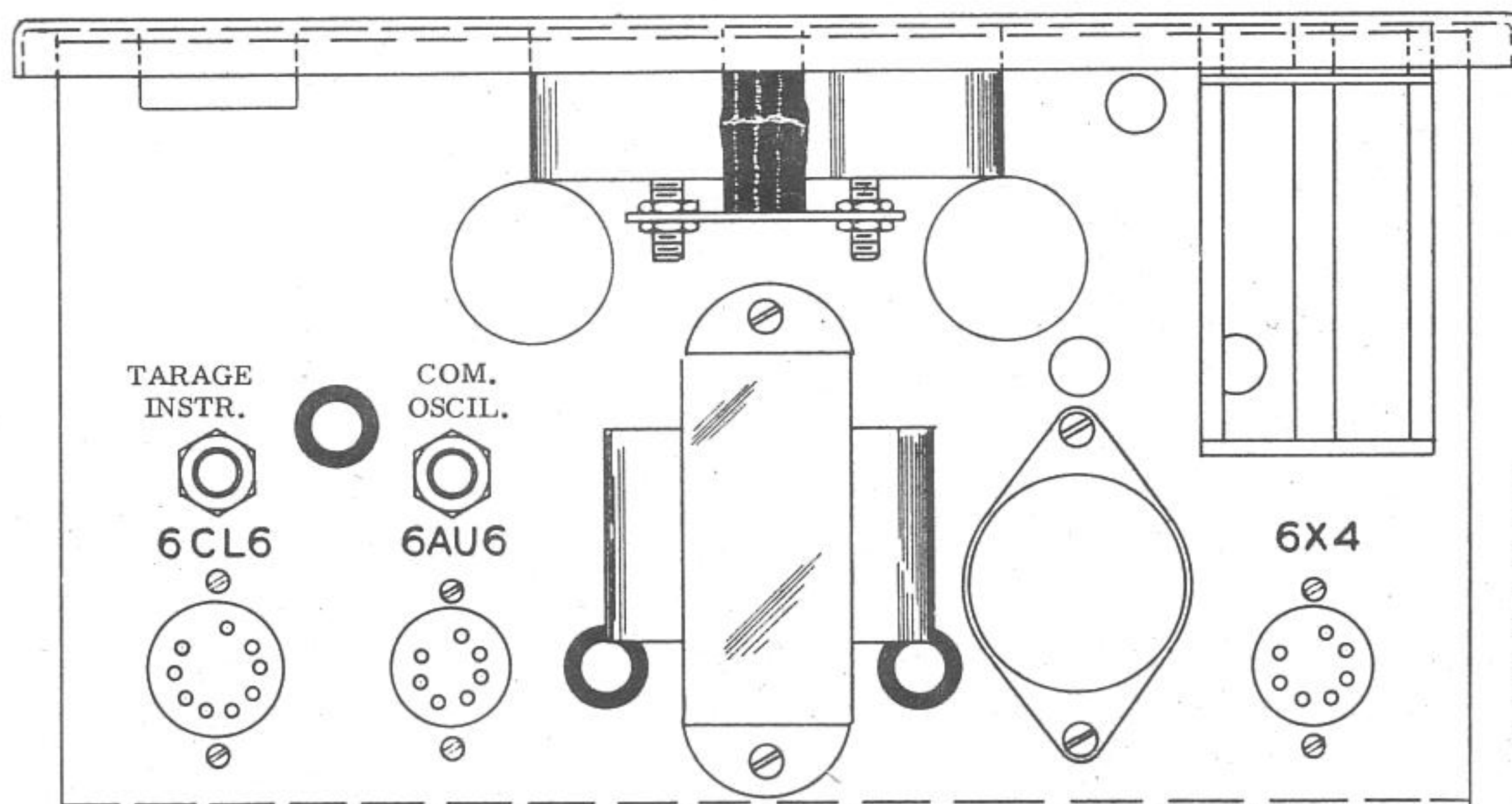


Fig. 1 - Représentation du châssis, vu de dessus. Sont visibles les pivots des potentiomètres à régler pendant les opérations de mise au point.

- 3) S'assurer que les paillettes, fixes et mobiles, des contacteurs ne sont pas tordues et que les contacts mobiles du rotor sont bien pincés par les contacts fixes.
- 4) Vérifier qu'aucune résistance ne chauffe exagérément, en observant la couleur de leur enrobage extérieur. En cas de chauffage exagéré, les résistances tendent à prendre une couleur marron

et émettent une odeur particulière.

- 5) L'appareil étant à peine branché, la tension anodique a une valeur relativement élevée qui diminue ensuite assez rapidement. Si cette baisse de tension ne se produit pas, cela signifie que la consommation de courant à haute tension est inférieure à la normale. Ce phénomène peut être imputé à un tube défectueux ou à la rupture d'une résistance de cathode.

UTILISATION DU GENERATEUR

En dehors de toutes les utilisations relatives aux mesures sur les amplificateurs basse fréquence, ce générateur peut être également employé pour les fonctions suivantes:

- 1) Pour fournir les tensions BF nécessaires au fonctionnement des ponts de mesure des inductances et capacités.
- 2) Comme source de signal pour la mesure des distorsions harmoniques.
- 3) Comme source de modulation extérieure d'un générateur haute fréquence, d'un type identique à celui décrit dans la 68ème leçon.

Mode d'utilisation. - Nous avons dit que ce générateur délivrait des signaux sinusoïdaux de fréquence et de tension variables, avec une très faible distorsion. Pour obtenir la fréquence désirée, il suffit de placer le premier contacteur, en bas et à gauche, sur le premier chiffre significatif de cette fréquence, le second contacteur, en bas au centre, sur le second chiffre et le multiplicateur sur la position désirée.

Par exemple, pour sortir la fréquence 35 Hz, placer le premier bouton sur 30, le second sur 5 et le multiplicateur sur la position « x1 ». Pour une fréquence de 72 000 Hz, le premier bouton sera mis sur 70, le second sur 2 et le multiplicateur sur « x 1 000 ».

Pour obtenir la tension BF désirée sur une charge de valeur élevée (10 000 Ω ou plus), mettre l'interrupteur de la charge incorporée à l'instrument sur « Int. » et l'atténuateur à décades sur la position immédiatement supérieure à la tension désirée. Cela fait, réduire la tension lue au voltmètre à la valeur désirée en agissant sur le potentiomètre placé à droite du microampèremètre. La tension du signal BF aux bornes du générateur est égale à la valeur lue sur le voltmètre, en tenant compte de la position de l'atténuateur.

Par exemple, si l'on veut obtenir une tension BF de 7,3 volts, on place l'atténuateur sur la position 10 volts et on règle le potentiomètre jusqu'à lire la tension 7,3 volts sur l'échelle 10 volts du voltmètre. De même, si l'on veut un signal BF de 0,025 volt (25 microvolts), on place l'atténuateur sur la position 0,03 volt et on règle le potentiomètre pour lire 2,5 volts sur l'échelle 3 volts du voltmètre.

Pour obtenir une tension BF de valeur déterminée sur une charge de 600 Ω (tension maximum 1 volt), mettre l'interrupteur de la charge incorporée à l'appareil sur « Ext. » et procéder comme ci-dessus.

Utilisation de l'échelle des décibels. - Nous savons déjà que le décibel exprime un rapport entre deux puissances et qu'il est utilisé comme mesure de comparaison. On peut également l'employer pour comparer des tensions, à la condition que les impédances d'entrée et de sortie soient égales. Le décibel peut, en outre indiquer une quantité par rapport à un niveau donné de tension ou de puissance, si l'autre niveau de référence est connu.

Dans ce générateur, l'échelle des décibels est établie selon un standard connu, à savoir:

$$0 \text{ dB} = 1 \text{ milliwatt dans } 600 \Omega$$

En conséquence, si le générateur débite sur une charge extérieur de 600 ohms, les indications de l'instrument de contrôle peuvent être lues en dBm, et le niveau de référence est ainsi connu.

Dans les cas où le générateur débite sur des charges différentes de 600 ohms, mais inférieures à 10 000 Ω , il est possible de calculer un facteur correctif relatif à la réduction de la tension aux bornes de l'atténuateur et au niveau résultant en dB.

Pour des charges plus élevées, le rapport entre deux niveaux du signal peut être exprimé au moyen d'une différence de dB.

Par exemple, supposons qu'un appareil électronique nécessite l'application d'un signal d'une tension de 0,61 volt à une entrée pour délivrer une puissance de sortie déterminée et qu'il nécessite un autre signal d'une tension de 0,012 volt sur une deuxième entrée pour délivrer la même puissance de sortie. La différence en dB entre les deux tensions d'entrée peut être ainsi calculée: 0,61 V correspond à -2 dB sur l'échelle du voltmètre ± 0 dB (sur l'atténuateur) = -2 dB. 0,012 V correspond à -6 dB (sur le voltmètre) - 30 dB (sur l'atténuateur) = -36 dB. La différence des niveaux est donc de (-2) - (-36) = + 34 dB.

En théorie, dans cet exemple, les deux impédances d'entrée doivent être égales. La méthode décrite est généralement plus utile que n'est le calcul des puissances correspondantes (en fonction de la tension et de l'impédance d'entrée) au moyen de la formule suivante:

$$\text{dB} = 10 \log \frac{P_1}{P_2} = 10 \log \frac{E_1^2 : R_1}{E_2^2 : R_2}$$

Si les deux impédances sont égales, la formule devient:

$$\text{dB} = 10 \log \frac{E_1^2}{E_2^2} = 20 \log \frac{E_1}{E_2}$$

Bien que cela soit exact en théorie, en réalité, pour des impédances très différentes, on introduit une erreur assez importante. Pour faire un calcul plus exact du niveau en dB dans le cas d'une charge différente de la charge standard normalisée, nous renvoyons le lecteur à ce qui a été dit dans la leçon 78.

Précision. - Etant donné qu'un signal de tension et de fréquence données est disponible à la sortie du générateur AG-9A, il est logique de prévoir que les valeurs indiquées pour chacune des positions des différentes commandes soient exactes entre certaines limites de tolérance.

Nous avons vu, lors de l'étude du schéma, que la fréquence des oscillations était déterminée par le circuit accordé constitué par les différentes valeurs de R et de C du système de commutation (chiffres significatifs et multiplicateur) et, en second lieu, par la précision des différents composants employés.

La tolérance nominale des résistances de précision est de 1%, celle des condensateurs d'accord de 2%. L'erreur introduite par la tolérance sur les valeurs des autres résistances du montage (celles servant à l'alimentation des électrodes des tubes), dont la tolérance nominale est de 5%, introduit un pourcentage de tolérance supplémentaire égal au dixième de celui introduit par les résistances à 1%. En conséquence, elles introduisent une erreur supplémentaire de 0,5% environ.

Considérons en outre les variations possibles introduites par les changements de température, par les capacités parasites des circuits ainsi que par les déphasages dans les étages amplificateurs aux fréquences limites; on trouve que l'erreur maximale commise sur la fréquence effective du signal de sortie par rapport aux indications lues sur les cadrans, n'excède pas 5%.

L'exactitude de la tension de sortie dépend de nombreux facteurs. L'étalonnage de ces tensions devra se faire, de préférence, en utilisant un voltmètre extérieur. A ce sujet, il convient de remarquer que les voltmètres à fer mobile sont sujets à erreurs selon la fréquence de la tension mesurée et qu'ils permettent rarement des lectures exactes sur des fréquences supérieures à 150 Hz. Les appareils à cadre mobile avec redresseurs, du genre multimètre, commencent à introduire des erreurs appréciables au-delà de 5 000 Hz.

De plus, la tension de sortie dépend également de la précision de l'atténuateur dans lequel des résistances ayant une tolérance de 5% sont utilisées. La précision de l'atténuateur dépend, enfin, de la valeur de la résistance de charge, particulièrement sur l'échelle 0,3 volt, où une résistance de 12 000 Ω employée comme charge diminue la sortie de 0,5 dB et une de 2 000 Ω détermine une erreur de 3 dB.

Si nous voulons effectuer un contrôle approximatif de l'étalonnage en fréquence du générateur construit au moyen de l'oscilloscope décrit dans les leçons pré-

cédentes sans pour cela disposer d'un autre générateur étalon, on pourra procéder de la manière suivante:

- 1) Brancher la sortie du générateur à l'entrée de l'amplificateur vertical de l'oscilloscope.
- 2) Placer le sélecteur de balayage de manière à se servir du secteur 50 Hz pour la déviation horizontale.
- 3) Régler les gains horizontal et vertical de manière obtenir des déviations d'amplitude convenable.
- 4) Faire varier la fréquence du signal du générateur en la portant successivement à 25, 50, 100, 150, 200 Hz et ainsi de suite par multiples de 50. La fréquence du secteur étant de 50 Hz, on obtiendra sur l'écran des images stables pour toutes ces fréquences. Par exemple, avec une fréquence de 25 Hz, on verra une image du type de celles des figures 5 et 8 (page 812), mais orientée verticalement (rapport 1:2). Avec une fréquence de 50 Hz, l'image ressemblera à l'une des figures 1, 2, 3 ou 4, et ainsi de suite selon le rapport entre la fréquence du signal et celle du secteur. Nous rappellerons que de légères différences peuvent intervenir en raison de l'inexactitude et des variations de la fréquence du secteur et que ce contrôle n'est possible que jusqu'à une fréquence maximale de 1 000 Hz. Pour des fréquences plus élevées, on adoptera la méthode décrite dans la 103ème leçon.

Sur les échelles 3 et 10 volts toutefois, l'application applique une charge de haute impédance, on trouve une tension de sortie double de celle indiquée (c'est-à-dire supérieure de 6 dB), si l'on ne commute pas la charge intérieure.

Sur les échelles 3 et 10 volts, toutefois, l'application de la charge, bien que réduisant la tension lue sur l'appareil n'introduit en réalité aucune erreur puisque le voltmètre indique directement la tension aux bornes de sortie.

Pour des charges inférieures à 10 000 ohms, on peut constater une augmentation de la distorsion et des charges très faibles constituent — pratiquement — un court-circuit aux bornes de la lampe 6CL6. Cela peut bloquer le circuit et amortir les oscillations quand le potentiomètre de sortie est dans sa position maximale (vers la droite).

Le voltmètre et les circuits qui lui sont associés ajoutent encore une inexactitude pour toutes les tensions qui diffèrent de celles pour lesquelles l'étalonnage a eu lieu.

Une erreur de 2% de la valeur à fond d'échelle peut se produire de ce fait.

Les diodes à cristal utilisées dans le circuit redresseur du voltmètre ne sont pas linéaires aux faibles tensions, toutefois l'erreur ainsi introduite est compensée par la diode mise en parallèle.

On peut conclure en disant que, compte tenu de tous ces facteurs, la précision des lectures de tensions est de l'ordre de 5%.

PH — Nomenclature de JAN pour appareils photographiques.

Phanotron — Diode à gaz à cathode chaude.

Phantastron — Circuit électronique multivibrateur du type monostable.

Phantom — Ensemble de circuits ayant les mêmes caractéristiques d'absorption des radiations que le tissu biologique.

Phantom antenna — Antenne artificielle ou fictive.

Phantom channel — Canal fantôme (dans quelques équipements de reproduction sonore stéréophonique on fait usage d'un haut-parleur central, auquel envoie les signaux des canaux de droite et de gauche mélangés électroniquement).

Phantom circuit — Circuit fantôme (circuit téléphonique ou télégraphique qui dérive de deux paires de conducteurs convenablement disposés, appelés circuits latéraux; chaque paire de conducteurs forme en soi un circuit et, en outre, elle fait, en même temps, office d'un conducteur du circuit fantôme).

Phantom-circuit loading coil — Bobine de charge de circuit fantôme.

Phantom-circuit repeat coil — Bobine de translation de circuit fantôme.

Phantom cable — Le câble utilisé pour un côté du circuit fantôme.

Phantom group — Groupe combinable (de quatre conducteurs à fils parallèles qui peuvent donner lieu à un circuit fantôme).

Phantom line — Ligne fantôme (circuit « invisible » au moyen duquel on peut transmettre des messages en télégraphie ou en téléphonie multiplex).

Phantom signal — Signal fantôme (qui apparaît sur l'écran d'un radar, et dont la cause ne peut pas être déterminée).

Phantom target — Cible fantôme (signal engendré, par exemple par un « echo box », pour contrôler le fonctionnement d'un équipe radar).

Phase — Phase (la position d'un point sur la forme d'onde d'une quantité périodique par rapport au commencement du cycle).

Phase advancer — Modificateur de phase.

Phase / amplitude distortion — Distorsion phase/amplitude (la non constance de la différence de phase entre le signal d'entrée et celui de sortie d'un système, pour différentes amplitudes du premier).

Phase angle — Angle de phase.

Phase-angle error — Erreur de déphasage.

Phase-angle factor — Facteur de déphasage.

Phase-angle meter — Phasemètre.

Phase angle of a condenser — Angle de phase d'un condensateur.

Phase-balance relay — Relais qui fonctionne par la différence de phase entre deux quantités.

Phase bandwidth — Plage de linéarité de phase.

Phase change coefficient — Constante de variation de phase.

Phase changer — Déphaseur.

Phase coefficient distortion — La différence entre le temps de transit maximum et celui minimum pour les fréquences comprises dans une bande déterminée.

Phase coincidence — Concordance de phase.

Phase compensation — Compensation de phase.

Phase compensator — Compensateur de phase.

Phase conductor — Conducteur de phase (tous les conducteurs d'un circuit polyphase, qui ne sont pas celui qui est neutre).

Phase constant — Constante de phase (la partie imaginaire de la constante de propagation).

Phase control — Réglage de phase.

Phase controller — Modificateur de phase.

Phase converter — Convertisseur de phase.

Phase-corrected horn — Trompe (élément de guide d'ondes) à correction de phase.

Phase correction — Correction de phase.

Phase corrector — Correcteur de phase.

Phased antenna — Antenne en phase.

Phase delay frequency characteristic — Caractéristique retard de phase-fréquence.

Phase detector — Détecteur de phase (circuit qui détecte soit l'amplitude soit le signal de l'angle de phase entre deux tensions ou courants sinusoïdaux).

Phase deviation — Déviation de phase.

Phase difference — Différence de phase.

Phase discriminator — Discriminateur de phase.

Phase displacement — Déphasage.

Phase distortion — Distorsion de phase.

Phase distortion characteristic — Caractéristique de distorsion de phase.

Phase distortion coefficient — Coefficient de distorsion de phase (différence entre le temps de transit maximum et minimum pour les fréquences comprises dans une certaine bande).

Phase distortion index — Rapport de distorsion de phase.

Phase equalization — Compensation de phase.

Phase equalizer — Compensateur de phase.

Phase focusing — Focalisation de phase dans un magnétron à plusieurs cavités.

Phase-frequency distortion — Distorsion de phase.

Phase indicator — Indicateur de phase.

Phase inversion — Inversion de phase.

Phase inverter — Déphaseur (circuit électronique qui fait varier la phase d'un signal de 180°).

Phase lag — Retard de phase.

Phase localizer — Faisceau localiseur à variation de phase (dans un système pour l'atterrissage aux d'instruments).

Phase-locked oscillator — Circuit résonnant où on fait varier l'inductance ou la capacité périodiquement à une fréquence égale à la moitié de celle de pilotage.

Phase-locked subharmonic oscillator — Voir « Phase-locked oscillator ».

Phasemeter — Phasemètre - instrument pour mesurer la différence de phase entre deux quantités alternatives de la même fréquence).

Phase modifier — Correcteur de phase.

Phase-modulated transmitter — Emetteur modulé de phase (où la modulation est obtenue en faisant varier la phase de la porteuse en accord avec le signal de modulation).

Phase-modulated wave — Onde modulée en phase.

Phase modulation — Modulation de phase.

Phase modulator — Modulateur de phase.

Phase monitor — Moniteur de phase.

Phase-propagation ratio — Constante de propagation de phase.

Phase quadrature — Quadrature de phase (déphasage de 190° entre deux tensions ou courants).

Phaser — Dispositif pour modifier la relation de phase entre deux valeurs; dispositif qui veille à la perfection de l'image reçue, dans un équipement fac-similé par rapport à l'image transmise.

Phase recovery time — Le temps nécessaire, dans un tube à gaz qui fait office d'interrupteur, pour que ce dernier puisse déioniser de façon à produire une variation spécifique de phase du signal H.F. transmis.

Phase relation — Relation de phase.

Phase relationship — Relation de phase.

Phase resonance — Résonance où le déphasage entre les composantes fondamentales de l'oscillation et l'action appliquée est de 90° degrés.

Phase reversal — Inversion de phase.

Phase-reversal switch — Dispositif, dans un amplificateur stéréophonique, pour relier le canal de gauche au haut-parleur de droite et vice versa.

Phase rotation — Rotation de phase.

Phase-rotation relay — Relais à rotation de phase.

Phase-sensing monopulse radar — Radar muni d'une antenne de réception ayant deux ou plusieurs lobes partiellement superposés, où les signaux qui arrivent sont comparés en phase pour obtenir avec une précision poussée l'indication de leur directionnalité.

Phase-sensitive amplifier — Amplificateur dont la polarité en phase du signal de sortie dépend de la relation de phase entre la tension d'entrée et une tension de référence.

Phase-sensitive detector — Détecteur sensible aux variations de phase.

Phase sequence — Séquence de phase.

Phase-sequence indicator — Indicateur de séquence de phase.

Phase-sequence relay — Relais à séquence de phase.

Phase-shaped antenna — Antenne de type universel.

Phase shift — Déphasage.

Phase-shift bridge — Pont de déphasage (pont à inductance mutuelle qui mesure le rapport entre deux tensions en amplitude et en phase).

Phase-shift circuit — Circuit de déphasage (il fournit une tension déphasée vis à vis d'une tension de référence).

Phase shift control — Contrôle de phase.

Phase-shift discriminator — Discriminateur déphasé (voir « Foster - Seeley discriminator »).

Phase-shift distortion meter — Instrument de mesure de la distorsion de phase.

Phase shifter — Déphaseur (dispositif pour alterner la phase d'une onde).

Phase-shift/frequency characteristic — Caractéristique déphasage/fréquence.

Phase shifting — Décalage de phase.

Phase-shifting transformer — Transformateur à déphasage variable.

Phase-shift microphone — Microphone qui emploie des réseaux de déphasages pour obtenir des caractéristiques directionnelles.

Phase-shift network — Réseau de déphasage.

Phase-shift omnidirectional radio range — Radiophare omnidirectionnel qui donne la position azimutale d'un avion au moyen de deux ondes porteuses, dont l'une varie continuellement de phase.

Phase-shift oscillator — Oscillateur à déphasage (oscillateur obtenu en reliant, entre la sortie et l'entrée d'un amplificateur, un réseau ayant un décalage de phase d'un multiple impair de 180° par étage, par rapport à la fréquence d'oscillation).

Phase space — Espace de phase.

Phase splitter — Séparateur de phase (circuit qui produit, en partant d'une seule onde qui entre, deux ou plusieurs ondes de sortie qui diffèrent entre elles de phase).

Phase splitting — Séparation ou division de phase.

Phase-splitting circuit — Circuit séparateur de phase (voir « Phase splitter »).

Phase swing — Variation de phase.

Phase-to-earth fault — Panne de phase à terre.

Phase-tuned tube — Tube à gaz, utilisé en tant qu'interrupteur H.F., où l'angle de phase du signal qui le traverse est contrôlé entre certaines limites.

Phase undervoltage relay — Relais qui fonctionne selon la réduction de tension dans une phase d'un circuit polyphase.

Phase velocity — Vitesse de phase (la vitesse un point, ayant une certaine phase dans une onde électromagnétique, possède en se déplaçant dans la direction de propagation).

Phase velocity of a sinusoidal wave — Vitesse de phase d'une onde sinusoïdale.

Phase versus frequency response characteristic — Caractéristique de réponse de phase en fonction de la fréquence.

Phase voltage — Tension de phase.

Phase voltage difference indicator — Comparateur de phase.

Phase wave — Onde de phase.

Phasing — Mise en phase, synchronisation.

Phasing capacitor — Condensateur de synchronisation (dans un circuit filtre à cristal pour neutraliser la capacité du pontier du cristal).

Phasing circuit — Circuit de mise en phase.

Phasing line — La partie d'une ligne d'écartement en fac-similé que l'on utilise pour le signal de mise en phase.

Phasing link — Ligne de retard employée pour faire en sorte que tous les signaux qui proviennent d'une antenne à plusieurs éléments puissent être en phase avec la ligne de transmission.

Phasing pulse — Impulsion de mise en phase (du récepteur avec l'émetteur dans une installation fac-similé).

Phasing signal — Signal de mise en phase.

Phasitron — Tube pour moduler en fréquence une porteuse HF.

Phenolic resin — Résine phénolique (matériel plastique).

Phenomenon — Phénomène.

Phillips screw — Vis à croix dentelée au lieu d'entaille.

Phi (φ) — Lettre grecque utilisée comme symbole pour le flux magnétique.

pH indicator — Indicateur du pH (instrument qui mesure la concentration d'ions d'hydrogène dans une solution).

Phon — Phon (unité de mesure du niveau d'intensité d'un son).

Phone — Abréviation de « Head-phone » (écouteur).

Phone jack — Jack téléphonique.

Phone plug — Fiche téléphonique.

Phone signal — Signal phonique.

Phonetic alphabet — Alphabet phonétique.

Le suivant est celui qui est préconisé par l'O.A.C.I. et mondialement utilisé.

A ALFA	N NOVEMBER
B BRAVO	O OSCAR
C CHARLIE	P PAPA
D DELTA	B QUEBEC
E ECHO	R ROMEO
G GOLF	S SIERRA
H HOTEL	T TANGO
I INDIA	U UNIFORM
J JULIETT	V VICTOR
K KILO	W WHISKEY
L LIMA	X X-RAY
M MIKE	Y YANKEE
	Z ZOULOU

Phonic — Phonique

Phonic drum — Roue phonique (voir « phonic wheel »).

Phonic motor — Moteur alimenté à courant phonique.

Phonic wheel — Roue phonique (moteur synchrone relié au moyen d'engrainages à un compte-tours, employé pour mesurer la fréquence du courant alternatif qui l'alimente).

Phono — Abréviation de « Phonograph » (Phonographe).

Phono adapter — Adaptateur pour la prise phono (dans un poste récepteur).

Phonocariogram — Phonocardiogramme (enregistreur graphique des sons du cœur).

Phono cartridge — Cartouche phonographique.

Phonodesk — Appareil qui enregistre phonographiquement la forme d'onde d'un son sur une pellicule en mouvement.

Phono-electric wire — Conducteur très résistant, constitué d'un alliage de cuivre.

Phonoelectrocardioscope — Phonoélectrocardioscope (instrument électronique pour mesurer les contractions du cœur).

Phonogram — Phonogramme (télégramme téléphonique).

Phonograph — Phonographe.

Phonograph amplifier — Amplificateur phonographique.

Phonograph connection — Prise phono (dans un poste récepteur).

Phonograph oscillator — Oscillateur H.F. qui peut être modulé par le signal de sortie d'un pick-up. Le signal H.F. résultant peut être appliqué entre la prise d'antenne et celle de terre d'un radiorécepteur; de telle façon le récepteur tout entier (plutôt que les seuls étages BF) puisse être utilisé pour amplifier et reproduire des disques phonographiques).

Phonograph pickup — Pick-up phonographique.

Phonograph record — Disque phonographique.

Phonograph recording — Enregistrement phonographique.

Phono jack — « Jack » phono (câbles blindés traversés par des signaux B.F.).

Phonometer — Phonomètre (instrument pour mesurer l'intensité des sons).

Phonon — Phonon (unité d'énergie thermique dans un réticule cristallin).

Phono pickup — Pick-up phonographique.

Phono plug — Fiche phono (pour les câbles blindés parcourus par des signaux B.F.).

Phonoscope — Phonoscope (instrument pour enregistrer les formes d'onde d'un son).

Phonosphone — Phonosphère (sensation visuelle qu'on a par le passage d'un courant électrique à travers l'œil).

Phosphor — Couche de matière luminescente appliquée sur la surface intérieure de l'écran d'un tube à rayons cathodiques, qui produit de la fluorescence pendant le bombardement des électrons et de la phosphorescence une fois que le bombardement a cessé.

Phosphor bronze — Bronze phosphoreux (alliage de cuivre étain et phosphore, employé pour les contacts d'interrupteurs et relais).

Phosphorescence — Phosphorescence (forme de luminescence où l'émission de lumière continue pour un certain temps après que l'excitation a cessé).

Phosphorescent — Phosphorescent.

Phosphorogen — Phosphorogène (substance qui provoque la phosphorescence dans une autre substance).

Phot — Phot (unité de mesure de l'illumination qui est égale à 1 lumen par centimètre carré).

Photocathode — Photocathode (cathode qui émet des électrons si on l'expose à la lumière ou à une autre énergie radiante).

Photocell — Photocellule ou cellule photoélectrique (dispositif solide photosensible dont la caractéristique courant-tension est fonction de la radiation incidente).

Photochemical — Photochimique (activité chimique produite par l'absorption d'énergie radiante).

Photochemical activity — Activité photochimique.

Photoconductive — Photoconductif.

Photoconductive cell — Cellule photoconductive où la résistance électrique varie inversement avec l'intensité de la lumière qui l'atteint.

Photoconductive detector — Détecteur photoconductif.

Photoconductive effect — Effet conductif interne ou photoconduction.

Photoconductivity — Photoconductivité (conductivité qui varie avec l'illumination).

Photoconductor — Photoconducteur (semiconducteur où la conductivité varie avec l'illumination).

Photocurrent — Courant photoélectrique (courant qui varie avec l'illumination).

Photodiode — Photodiode (diode semiconducteur dont le courant inverse augmente avec l'illumination).

Photodisintegration — Photodésintégration: désintégration d'un noyau atomique par l'action d'énergie radiante.

(voir page 2)

la modulation de phase; la modulation de phase n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de la modulation de fréquence.

3°) Tableau n° 53 de la page 310 (Votre Carrière n° 13). La dimension C n'est pas nécessairement égale au double de F. En effet prenons des tôles du type 1.

$$\begin{aligned} \text{On a: } A &= E + 2F \\ \text{et } B &= 2F + 2D + C \\ \text{D'où } C &= B - 2F - 2D \\ C &= B - 2(F + D) \end{aligned}$$

Soit, par exemple, des tôles de 37 (A) × 44 (B) mm. F = D = 7,5 mm. E = 22 mm.

On doit donc avoir:
 $C = 44 - 2(7,5 + 7,5) = 44 - (2 \times 15)$
 ce qui est bien la valeur indiquée dans le tableau.

D'autre part:

$$A = 22 + (2 \times 7,5) = 22 + 15 = 37 \text{ mm; ce qui est bien exact.}$$

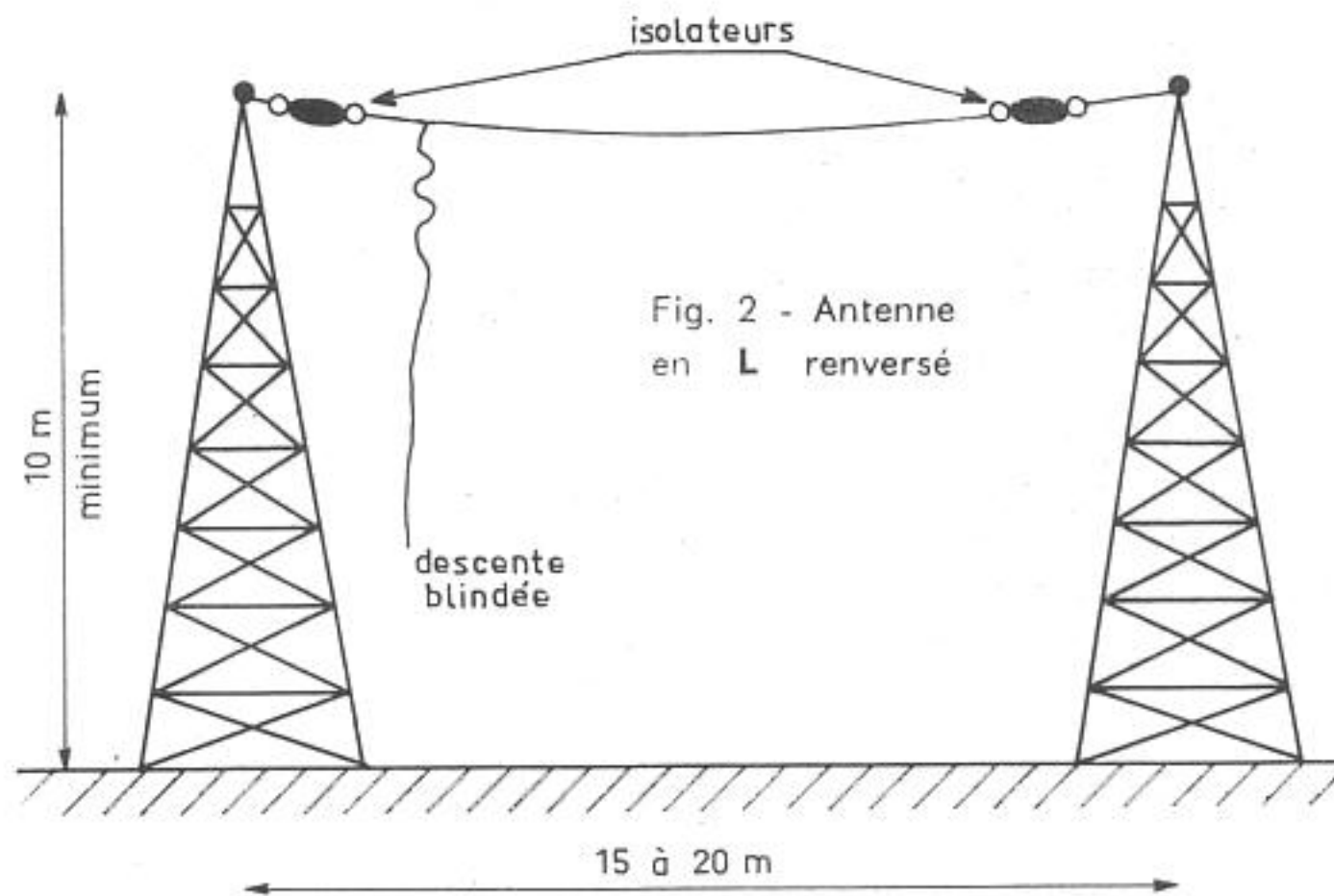
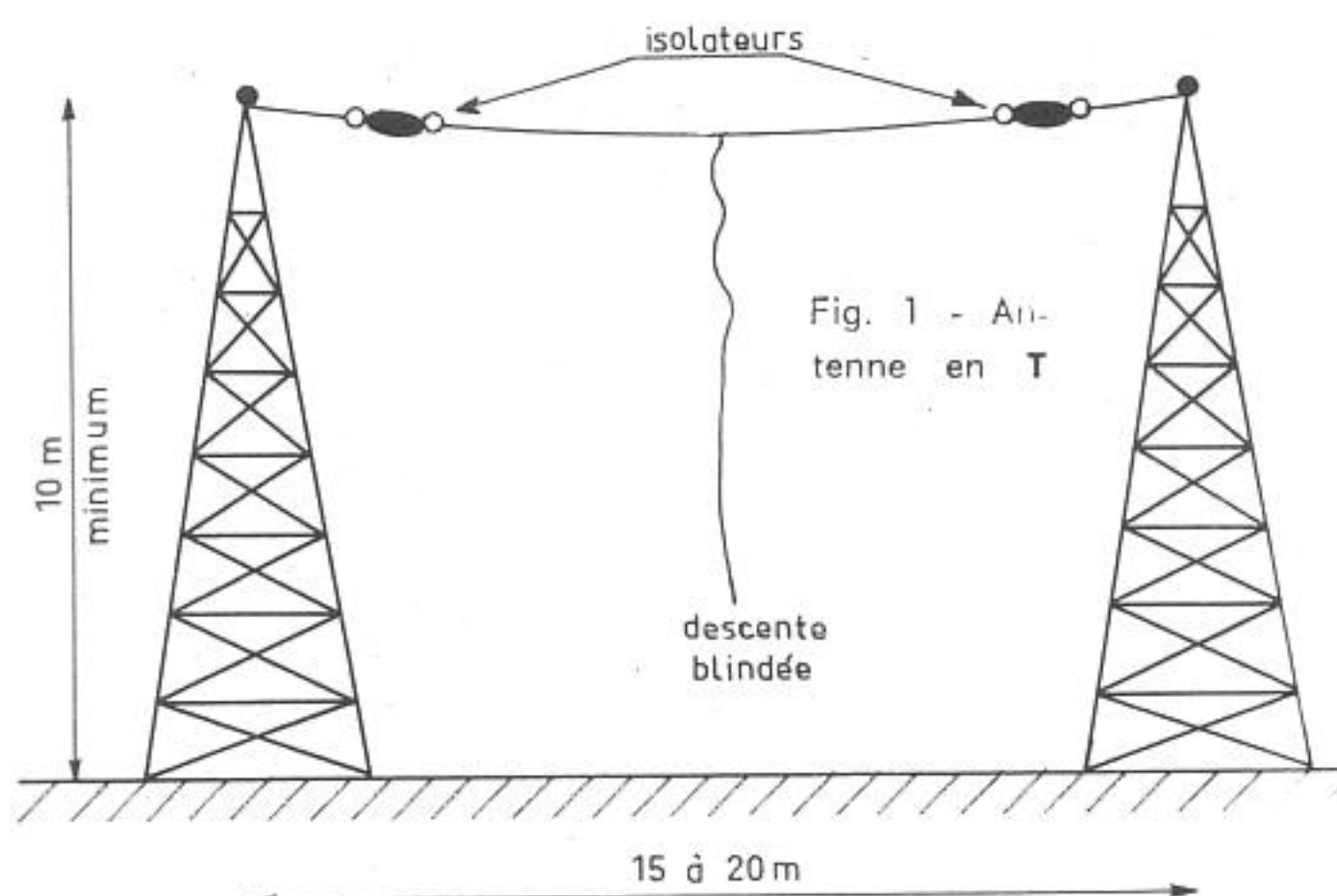
Monsieur P. M. - Bauffémont (Seine & Oise).

Nous nous excusons, tout d'abord, de ne pas vous avoir répondu plus tôt. Ce retard, croyez le bien, n'est pas dû à une mauvaise volonté de notre part, mais au courrier très abondant que nous recevons.

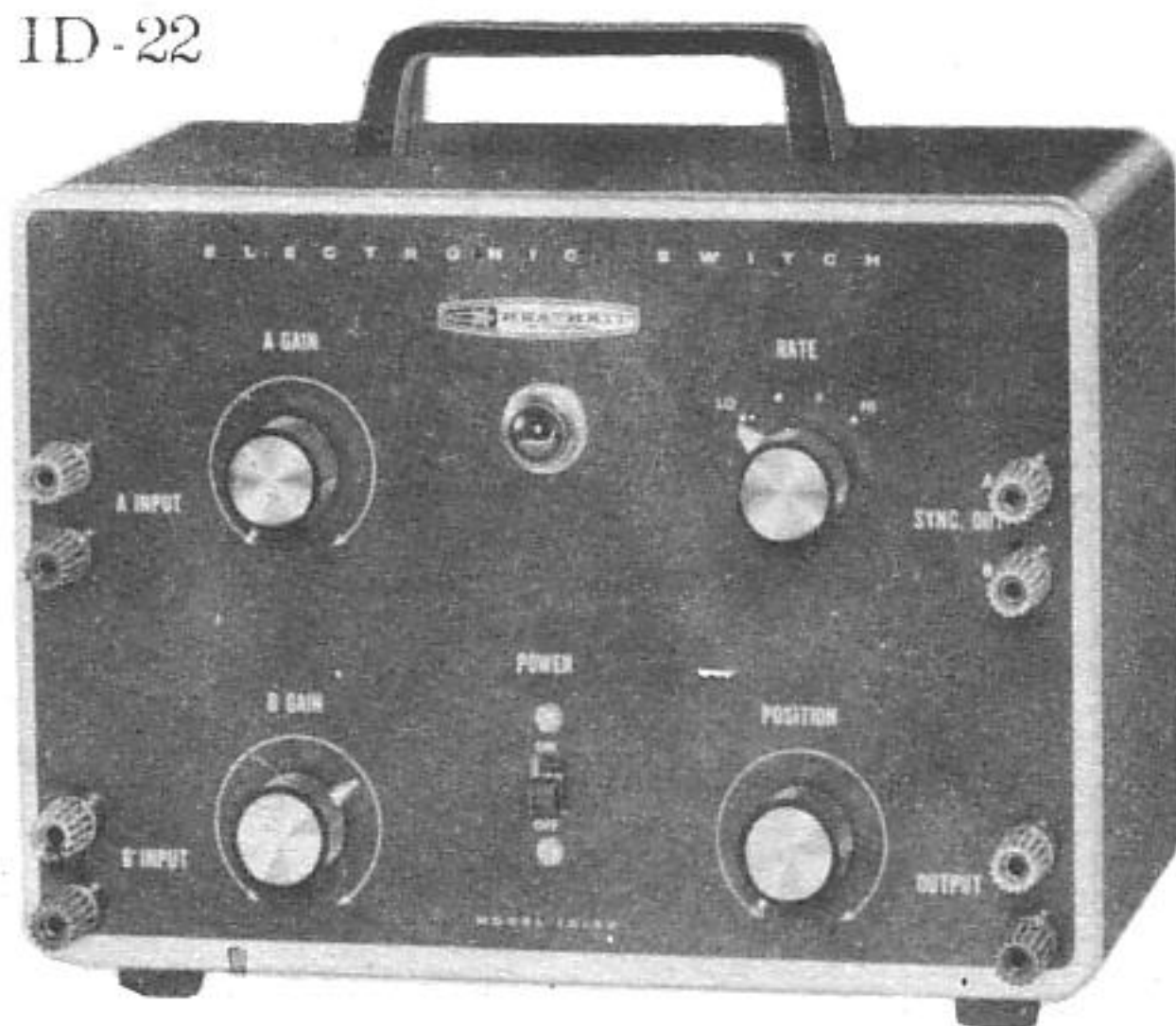
Votre antenne ressemble au carré omnidirectionnel constitué par quatre antennes demi-onde disposées selon les côtés d'un carré. Une telle antenne est destinée à la réception des ondes décimétriques et métriques.

Pour la réception des ondes longues et moyennes, il est préférable (et plus simple) d'utiliser une antenne en T (figure 1) ou en L (figure 2), avec câble de descente blindé, et située dans un endroit bien dégagé.

D'autre part, vous devez nécessairement employer, pour la réalisation des bobinages de votre récepteur, un fil émaillé de 0,2 mm de diamètre comme il est indiqué dans la légende de la figure 2, page 69 du numéro 3 de « Votre Carrière ».



ID-22



Ce commutateur électronique appartient à la vaste gamme des appareils HEATHKIT-250 modèles: livrables soit montés soit en kit: voir sa description détaillée dans le numéro précédent.



renseignement - démonstration et service après vente

tranchant électronique s.a.
 19, RUE MADAME DE SANZILLON - CLICHY (SEINE) • TEL. 270 22-55 et 270 26-10 • TELEX 29 529

POUR LA 1^{re} FOIS



au delà des ondes perdues

En plus d'un véritable musée iconographique
 ...25 témoignages autobiographiques de personnalités et pionniers de la Radio et l'Électronique vous permettent de suivre pas à pas

UNE DES PLUS PASSIONNANTES AVENTURES INDUSTRIELLES DE NOTRE SIECLE !

PRIX 60 F + PORT : 1,70 F
 ou 50 F PORT COMPRIS
 POUR LES ABONNÉS A
 "VOTRE CARRIÈRE"

aux ÉDITIONS CHIRON
 40, RUE DE SEINE - PARIS 6^e
 C. C. P. PARIS 53-35

TABEAU 93 — CORRESPONDANCE ENTRE les MESURES AMERICAINES de DIAMETRE de VIS à METAUX et les VALEURS DECIMALES EQUIVALENTES.

Continuant la série de nos tableaux de conversion, nous donnons ici les désignations adoptées aux USA pour les vis et boulons. Comme on le voit, ces désignations sont exprimées soit en fractions de pouce, soit par une lettre de l'alphabet, soit encore par des chiffres. Dans chaque cas, nous avons indiqué la valeur décimale en pouce, qui pourra, le cas échéant, être facilement convertie en millimètres en multipliant

ce nombre par le facteur constant 25.4.

Par exemple, une vis de type Q a un diamètre de 0,3320 pouce. Son diamètre en millimètre est donné par:
 $0,3320 \times 25,4 = 8,432 \text{ mm}$

De même une vis N° 5 a un diamètre de 0,2055 pouce, soit 5,219 mm. Au moyen de cette table on peut donc calculer le diamètre de ces vis dans notre système métrique.

MESURE	FRACTION DE POUCE EQUIVALENT	MESURE	FRACTION DE POUCE EQUIVALENT	MESURE	FRACTION DE POUCE EQUIVALENT
1/2.....	0,5000	C.....	0,2420	N° 30.....	0,1285
31/64.....	0,4844	B.....	0,2380	1/8.....	0,1250
15/32.....	0,4687	15/64.....	0,2344	N° 31.....	0,1200
29/64.....	0,4531	A.....	0,2340	N° 32.....	0,1160
7/16.....	0,4375	N° 1.....	0,2280	N° 33.....	0,1130
27/64.....	0,4219	N° 2.....	0,2280	N° 34.....	0,1110
Z.....	0,4130	7/32.....	0,2187	N° 35.....	0,1100
13/32.....	0,4062	N° 3.....	0,2130	7/64.....	0,1094
Y.....	0,4040	N° 4.....	0,2090	N° 36.....	0,1065
X.....	0,3970	N° 5.....	0,2055	N° 37.....	0,1040
25/64.....	0,3906	N° 6.....	0,2040	N° 38.....	0,1015
W.....	0,3860	13/64.....	0,2031	N° 39.....	0,0995
V.....	0,3770	N° 7.....	0,2010	N° 40.....	0,0980
3/8.....	0,3750	N° 8.....	0,1990	N° 41.....	0,0960
U.....	0,3680	N° 9.....	0,1960	3/32.....	0,0937
23/64.....	0,3594	N° 10.....	0,1935	N° 42.....	0,0935
T.....	0,3580	N° 11.....	0,1910	N° 43.....	0,0890
S.....	0,3480	N° 12.....	0,1890	N° 44.....	0,0860
11/32.....	0,3437	3/16.....	0,1875	N° 45.....	0,0820
R.....	0,3390	N° 13.....	0,1850	N° 46.....	0,0810
Q.....	0,3320	N° 14.....	0,1820	N° 47.....	0,0785
21/64.....	0,3281	N° 15.....	0,1800	5/64.....	0,0781
P.....	0,3230	N° 16.....	0,1770	N° 48.....	0,0760
O.....	0,3160	N° 17.....	0,1730	N° 49.....	0,0730
5/16.....	0,3125	11/64.....	0,1719	N° 50.....	0,0700
N.....	0,3020	N° 18.....	0,1695	N° 51.....	0,0670
19/64.....	0,2969	N° 19.....	0,1660	N° 52.....	0,0635
M.....	0,2950	N° 20.....	0,1610	1/16.....	0,0625
L.....	0,2900	N° 21.....	0,1590	N° 53.....	0,0595
9/32.....	0,2812	N° 22.....	0,1570	N° 54.....	0,0550
K.....	0,2810	5/32.....	0,1562	N° 55.....	0,0520
J.....	0,2770	N° 23.....	0,1540	3/64.....	0,0469
I.....	0,2720	N° 24.....	0,1520	N° 56.....	0,0465
H.....	0,2660	N° 25.....	0,1495	N° 57.....	0,0430
17/64.....	0,2656	N° 26.....	0,1470	N° 58.....	0,0420
G.....	0,2610	N° 27.....	0,1440	N° 59.....	0,0410
F.....	0,2570	9/64.....	0,1406	N° 60.....	0,0400
E-1/4.....	0,2500	N° 28.....	0,1405	—	—
D.....	0,2460	N° 29.....	0,1360	—	—

— LES FOURNISSEURS DE VOTRE MATERIEL —

ELECTRONIQUE MONTAGE

111, BD RICHARD LENOIR - PARIS XI°
(métro oberkampf)
SPÉCIALISTE MODULES RÉUSSITE COMPLÈTE
TOUS LES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
EXPÉDITION PROVINCE

Amateurs, Installateurs, Dépanneurs,
les valises de dépannage Radio TV Sptés
PAUL sont en vente dans toute la France.
5 modèles.
Adresse de nos Agents sur simple demande.
Spécialités Ch. PAUL - 28, rue Raymond Lefebvre
MONTREUIL (Seine) Tél. : 287-54-16

CIBOT RADIO

1 à 3, RUE DE REUILLY - PARIS 12°
TEL. : DID. 66-90
TOUT L'OUTILLAGE
POUR L'ÉLECTRONIQUE

Catalogue complet de pièces détachées : 5 F

Catalogue de Kit

Ensemble de pièces détachées

Du poste à galène au téléviseur

EXPÉDITION A LETTRE LUE PARIS-PROVINCE

RADIO-BEAUGRENELLE

6, RUE BEAUGRENELLE - PARIS 15°
Tél. : 828.58.30
TOUTE LA PIÈCE DÉTACHÉE RADIO
LAMPES-TRANSISTORS-TÉLÉVISION
EXPÉDITION PROVINCE
Envoi du tarif contre 3 timbres-lettre

MIEUX QU'UN CATALOGUE !
Tous ceux qui s'intéressent à la radio se doivent de posséder
le **MEMENTO ACER**
VÉRITABLE DIGEST DE L'ÉLECTRONIQUE
TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES
TOUTE UNE GAMME DE MONTAGE EN KIT
Envoi contre 6F pour frais
ACER 42bis, rue de Chabrol - PARIS 10°



80 PAGES contre 2.50 en timbres pour frais d'envoi
● HIFI (amplis - HP - tuners FM - enceintes
acoustiques) ● Grand choix de pièces
détachées ● Appareils de mesures ●
Outillage ● Appareils électriques ● De
nombreuses réalisations ● Sur place : un
choix énorme à des prix "champion".

Comptoirs CHAMPIONNET

14, RUE CHAMPIONNET - PARIS 18°
Tél. ORN. 52-08 - C.C.P. 12.358.30 Paris
Métro : Porte de Clignancourt et Simphon

RETEXKIT

CONSTRUISEZ-LE VOUS-MÊME
KIT POUR RADIO-AMATEURS
KIT D'APPAREILS ÉLECTRONIQUES

Demandez notre catalogue
sans engagement de votre part

TERA-LEC 51, RUE DE GERGOVIE
PARIS-14° - SEG. 09-00

MAGNETIC-FRANCE SPÉCIALISTE DU "KIT" PIÈCES DÉTACHÉES POUR :

Tuners, magnétophones, amplis, orgue élec-
tronique, chambre d'échos, réverbérateurs.

- Lampes
- Transistors

SERVICES ET CONSEILS TECHNIQUES
175, RUE DU TEMPLE - PARIS-3°
ARCHIVES 10-74 Métro : Temple, République

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES
Radio-Télévision ● Industrie ● Télécommande
Chaines Haute Fidélité ● Amplis ● Tuners FM

RADIO-VOLTAIRE
GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSO"
GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIO TECHNIQUE"
155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-11° ROQ. 98-64
R. C. 2086 178 2492 - Bureaux : 155, Avenue Ledru-Rollin - Paris 11° - C. P. 5608-71 PARIS

EMY-RADIO

Spécialiste des grandes marques d'importation
Téléviseurs - Récepteurs - Transistors - Magnétophones
Elect. phones - HI-FI - Enceintes acoustiques - Emetteurs
récepteurs - Interphones, etc...
Toutes expéditions en province. Catalogue de nos prix sur
simple demande - 19, rue de l'Ancienne Comédie
PARIS 6° Tél. : DAN. 63-05

POUR TOUS VOS BESOINS EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES ET ENSEMBLES A MONTER SOI-MÊME

AUX CONDITIONS LES PLUS AVANTAGEUSES GRACE A NOTRE FORMULE DE VENTE DIRECTE

Magasins pilotes :

3, RUE LA BOËTIE - PARIS-8°
9, BD ST-GERMAIN - PARIS-5°

COGEREL

Départements :
VENTE PAR CORRESPONDANCE
COGEREL - DIJON (cette adresse suffit)

DOCUMENTATION GRATUITE SUR DEMANDE :
Catalogue KITS - CTR 8-493 - Catalogue PD - CTR 9-492
(joindre 4 timbres pour frais d'envoi)

RÉALISEZ VOS
POSTES A TRANSISTORS
LAMPOMETRE
SIGNAL TRACER



CONTROLEUR
UNIVERSEL



Economie
Sécurité
Réussite
assurée

Pièces détachées, en ensembles
complets, ou séparées avec schéma
et plans très détaillés

Documentation CA - contre 1,20 F en timbres

TECHNIQUE SERVICE

fermé le lundi
Métro
Charonne

17, Passage Gustave-Lepeu, Paris-11 - Tél. : ROQ. 37-71

CENTRAL-RADIO

35, rue de Rome - PARIS 8°
522 12-00 et 12-01 CCP 728-45

Expédie dans toute la France toutes
les pièces détachées - Appareils de
mesure et l'outillage du Radio-
électricien.

CATALOGUE contre 4 timbres,
conseillers techniques à votre
disposition à nos magasins.

LE GRAND SPECIALISTE

des Petits Montages Récepteurs de Radio
et de la Radiocommande des Modèles Réduits.
- Ouvrages pour débutants -
Envoi du catalogue général contre 3 F
PERLOR-RADIO
16, R. Hérold, Paris (11°) - Tél. CEN. 65-50

POUR
RECTA REUSSIR RECTA
A
COUP SUR?
ESSAYEZ AVEC NOS
SCHEMAS
GRANDEUR
NATURE

MONTAGES FACILES

AMPLIS GUITARE 3 A 50 W
125 SCHÉMAS DE LAMPES
REMISE 25 à 30%
SUR LAMPES-MAGNÉTOPHONES

Documentation complète c. 4,50 TP
Soc. **RECTA**

37, Av. LEDRU-ROLLIN - PARIS-12°

NORD RADIO

TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES ET
ACCESSOIRES DES MEILLEURES MARQUES
A DES PRIX IMBATTABLES

TÉLÉVISEURS - RÉCEPTEURS à transistors
AMPLIS HI-FI - ELECTROPHONES
MAGNÉTOPHONES - INTERPHONES, etc...
Vendus en "KIT" et en ordre de marche.

139, RUE LA FAYETTE, PARIS-10°
Tél. TRUDAINE 89-44 - Autobus et Métro : GARE DU NORD

TOUS LES MAGNÉTOPHONES
(GRUNDIG, PHILIPS, etc.)
TÉLÉVISEURS - ENCEINTES ACOUSTIQUES
PLATINES TOURNE-DISQUES, etc. (Consultez-nous).