

22

vosre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 29 juillet - 4 août '65 - 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

*vo*tre *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 technique	page 2
★ Reconnaissance électronique du langage	» 3
★ Repérage d'un satellite au moyen d'un LASER	» 3
★ Emetteur S.H.F. pour emploi universel	» 4
★ La formation professionnelle des adultes et la reconversion des agriculteurs	» 4
★ Lampes multiples et spéciales	» 5
★ Récepteur de radio à lampes	» 14
★ Symboles - Abréviations	» 23
★ Symboles schématiques	» 23
★ Questions sur les 64 ^{ème} et 65 ^{ème} leçons	» 23
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 24
★ Récepteur à deux lampes	» 24
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 29

Courrier technique

M. JEAN C. - Paris, nous demande 1°) comment adapter son casque sur son magnétophone dont les impédances ne correspondent pas, 2°) des précisions sur le n° 12.

1°) Il vous faut utiliser un casque « 600 μ V sur 15k Ω ». Ces 15 k Ω correspondent effectivement à l'impédance du casque. Si vous employez un casque d'impédance différente, vous modifierez la valeur de charge de l'étage dans lequel il est branché, amenant ainsi une distorsion importante.

La solution serait d'utiliser un transformateur de liaisons primaire pour l'impédance de votre casque, secondaire 15 k Ω , mais vous risquez fort d'introduire un ronflement. Une adaptation par transistor est possible, mais coûteuse et elle demande une pile.

Vous pouvez certainement trouver un tel casque dans le commerce (voir nos annonceurs).

2°) « votre Carrière » n° 12 page 211, 1ère colonne.

Il faut lire, en réalité: « La figure 11 donne la représentation graphique du courant, de la tension et de la puissance instantanée dans le cas général d'un cir-

cuit alternatif dont l'impédance amène un déphasage φ quelconque ». Il faut bien entendu, modifier la légende de la figure 11 dans le même sens.

3°) page 270 - 2ème colonne.

Il faut lire: « L'angle de phase représente le retard de la tension sur le courant, ou, ce qui revient au même l'avance du courant sur la tension ». Il s'agit, en effet, d'un circuit à prépondérance capacitive, I_c étant supérieur à I_L .

A l'intention de **M. GILLES C.** Lamorlaye (Oise), rectification de la formule de conversion des degrés Fahrenheit en degrés centigrades.

La formule de conversion des degrés F en degrés C est bien:

$$F = \frac{9}{5} C + 32$$

et non celle qui figure page 120.

Par contre, pour la conversion inverse, la formule:

$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

est exacte.

COMMUNIQUE VACANCES

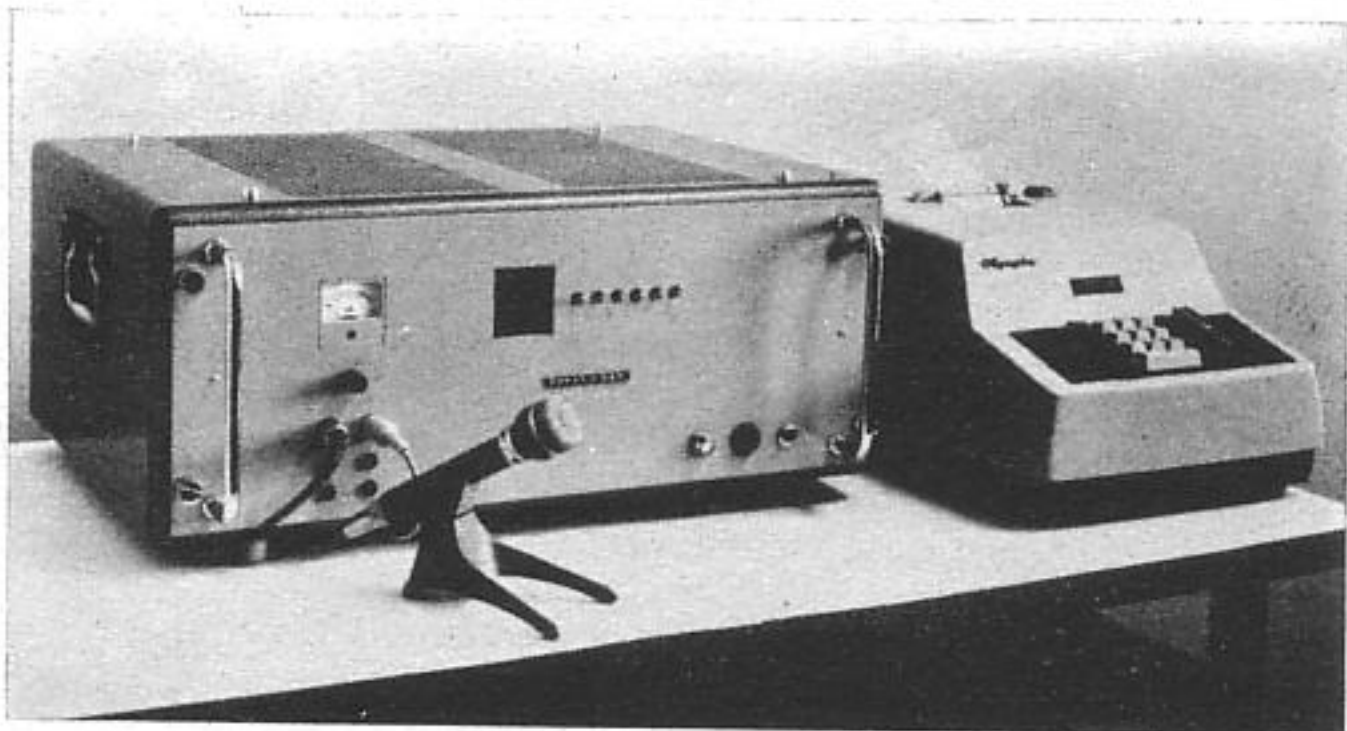
" VOTRE CARRIERE " CONTINUE A PARAÎTRE PENDANT LES VACANCES. AVEZ-VOUS PENSE AU MOYEN DE VOUS PROCURER LA REVUE DURANT CETTE PERIODE? PRENEZ DES AUJOURD'HUI VOS DISPOSITIONS POUR QUE VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX VOUS LA RESERVE OU BIEN CHERCHEZ-LA DANS LA LOCALITE OU VOUS VOUS RENDREZ ET SUGGEREZ AU REVENDEUR LOCAL DE LA DEMANDER AUX " NOUVELLES MESSAGERIES DE LA PRESSE PARISIENNE ".

RECONNAISSANCE ELECTRONIQUE DU LANGAGE



Jusqu'alors, malgré tous les progrès techniques, l'homme n'avait pas encore réussi à réaliser directement, c'est-à-dire, sans l'intermédiaire de ses membres, ses pensées modelées par le langage. Toutes les tentatives pour mettre en pratique de telles machines capables de « comprendre » un vocabulaire étendu de mots parlés, n'avaient jamais donné de bons résultats; jusqu'ici on n'avait trouvé, en effet, aucun système qui ait apporté une solution satisfaisante. Récemment, Telefunken a pu présenter au public un appareil d'essai permettant d'étudier les problèmes de l'analyse du langage auxquels s'intéresse, en ce moment, le laboratoire de recherche de l'entreprise, dans le domaine de la reconnaissance du langage.

Il s'agit, ici, d'un appareil à l'aide duquel on démontre un nouveau système de reconnaissance, trouvé par Heinz Kusch, qui « comprend » actuellement les chiffres 1, 2 ... 9, 0. Les chiffres parlés sont indiqués par des chiffres lumineux. On peut aussi les écrire à la machine. De plus, il est à remarquer que cet appareil reconnaît les chiffres, non seulement quand ils sont prononcés par des voix d'hommes, mais aussi quand ils sont prononcés par des voix de femmes.



Expérience française de REPERAGE D'UN SATELLITE au moyen d'un LASER

Le service d'Aéronomie du Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.) a réussi, pour la première fois en dehors des Etats-Unis, à recevoir au sol un écho laser réfléchi par un satellite, le satellite américain S-66, ou EXPLORER XXII, le 24 janvier 1965 à 17.50 h TU. L'expérience a eu lieu à l'Observatoire de Haute Provence.

Le satellite dans sa révolution 1462 culminait à une hauteur apparente de 50° à 17.48 h TU. à l'Ouest de l'Observatoire.

Bien que la phase du satellite ait été très défavorable puisque sa magnitude lumineuse était estimée de l'ordre de 10, le satellite a été aperçu après culmination avec quelques secondes de retard sur les prévisions établies par le CNES. Sur 16 tirs effectués, deux ou trois au plus peuvent avoir atteint le satellite. Il semble certain que l'un des coups, non seulement a permis de l'atteindre, mais en plus a permis d'obtenir un écho enregistré.

Ce coup au but obtenu à 17.50.09 h TU. a permis de mesurer la distance du laser au satellite avec une précision de 5.10^{-6} , c'est-à-dire comme le satellite se trouvait à 1571.994 kilomètres, avec une précision absolue de 8 mètres. L'erreur provient pour plus de la moitié de l'imprécision sur la célérité de la lumière et correspond à une erreur systématique. La précision sur l'instant du tir est d'une nanoseconde.

Le but de l'expérience était de s'assurer que l'ordre de grandeur de tous les paramètres des différents appareils utilisés dans l'expérience était suffisant pour qu'un écho puisse être obtenu.

Le satellite S-66, ou EXPLORER XXII, a été lancé le 9 octobre 1964 et placé sur une orbite quasi-circulaire très inclinée sur l'équateur (80 degrés).

Une première tentative pour obtenir des échos avait eu lieu au mois de novembre 1964 avec les mêmes appareils, mais le mauvais temps avait empêché sa réussite. En effet, la phase relative du satellite par rapport à l'Observatoire n'est favorable que quelques jours tous les deux mois. Il est nécessaire que le ciel soit sans nuage pendant les quelques moments critiques de visibilité.

Le satellite S-66 est muni d'une série de réflecteurs de quartz (360 prismes) qui constitue une sorte de cercle d'environ 50 cm et réfléchit ainsi tout rayon lumineux provenant du sol vers le sol avec un angle entre le rayon réfléchi et le rayon incident de 10^{-4} radians. La difficulté de l'expérience consiste à trouver dans le ciel cette cible de 50 cm de diamètre se déplaçant à une distance de 1500 km avec une vitesse de l'ordre de 7 km/s, à envoyer un faisceau lumineux suffisamment intense pour, après un aller et retour, être encore détecté au sol et défini d'une façon suffisamment brutale pour que le temps qui s'écoule entre le moment départ et le moment arrivée soit mesuré avec une précision supérieure à 10^{-6} .

L'ensemble du matériel employé pour l'expérience est de fabrication française. Le laser a été fabriqué par la C.S.F. - Compagnie Générale d'Electricité (C.G.E), le télescope et sa tourelle mis sur un dispositif de poursuite hydraulique, ont été fabriqués et prêtés par la Direction des Etudes et Fabrications d'Armement (DEFA). L'ensemble du programme financé par un contrat du CNES a été mis en oeuvre par le Service d'Aéronomie du C.N.R.S. Les expériences ont été effectuées par R. BIVAS sous la direction des Professeurs BLAMONT et MOREL. La même expérience avait été réussie aux Etats-Unis quelques jours après le lancement du satellite en octobre 1964.

EMETTEUR S. H. F. POUR EMPLOI UNIVERSEL



La Rhode & Schwarz de Munich a construit cet émetteur de puissance qui permet une sortie de 3 watts sur de très hautes fréquences (S.H.F.), c'est-à-dire dans la gamme comprise entre 2,3 et 7 GHz. Il peut être modulé par impulsions et peut varier sa fréquence. Il est surtout indiqué dans le domaine des recherches sur les micro-ondes, pour les liaisons radio et pour les radars.

LA FORMATION PROFESSIONNELLE DES ADULTES et la reconversion des agriculteurs

Chaque année, un grand nombre de travailleurs actifs doivent quitter la terre et sont placés, pour la plupart, devant la nécessité d'une complète mutation professionnelle. Pour harmoniser cet important exode rural on a créé, au Ministère de l'Agriculture, un Fonds d'Action Sociale pour l'Aménagement des Structures Agricoles (F.A.S.A.S.A.) et mis en place des organismes tels que l'Association Nationale pour les Mutations Professionnelles en Agriculture (A.M.P.R.A.). Dans le même temps, divers organismes de Formation Professionnelle étaient pressentis, et notamment la Formation Professionnelle des Adultes relevant du Ministère du Travail. En effet, avec la centaine de Centres répartis sur l'ensemble du territoire national et une capacité annuelle d'accueil de plus de 35 000 stagiaires, la F.P.A. peut contribuer pour une part importante à la reconversion des travailleurs d'origine rurale.

Programme de la F.P.A. en faveur des agriculteurs

Elle y contribuait déjà dans le passé et a accueilli, de tout temps, de nombreux agriculteurs parmi ses sta-

giaires, admis au même titre que les autres candidats. C'est ainsi qu'en 1963, avant la mise en application des dispositions particulières les concernant, ils étaient déjà plus de 4 000 dans les Centres de F.P.A.

L'exode rural s'amplifiant d'année en année, le nombre d'agriculteurs qui s'adressent à la F.P.A. pour apprendre un métier ne cesse d'augmenter. La création de 520 sections représentant plus de 13 000 postes de formation nouveaux, a été en partie décidée pour répondre à l'accroissement prévisible du recrutement de la F.P.A. en milieu rural.

Les sections « F.A.S.A.S.A. »

En outre, dans le cadre de cette expansion, un programme spécial a été prévu en faveur des agriculteurs : dans 180 sections — dont certaines existaient déjà et les autres restaient à créer — les agriculteurs et les travailleurs agricoles bénéficiaires du F.A.S.A.S.A. jouiront, pour leur entrée en stage, d'un **droit de priorité absolu**. Bien entendu, ces sections accueilleront, dans la mesure des places disponibles, les stagiaires agriculteurs non bénéficiaires du F.A.S.A.S.A. Leur répartition géographique a été faite en tenant compte des régions où l'exode rural est le plus fort.

58% d'entre elles se situent dans l'Ouest de la FRANCE: Bretagne, Basse Normandie, Deux-Sèvres, Val de Loire;

26% dans le Sud-Ouest: Aquitaine, Charente, Midi-Pyrénées;

10% dans le Centre

L'ouverture de ces sections à recrutement privilégié a pour but d'accélérer l'entrée en stage des agriculteurs pour certaines spécialités qui offrent, au plan national comme aux plans régionaux, les meilleures garanties de placement immédiat et de stabilité d'emploi.

Bilan 1964 et perspectives

En 1964, 4 790 stagiaires — soit 15,4% de l'ensemble des candidats entrés dans les Centres de F.P.A. — étaient d'origine rurale et représentaient

17,7% des stagiaires apprenant un métier du Bâtiment,

13,3% de ceux s'orientant vers la Métallurgie,

6 % de ceux s'orientant vers les industries diverses,

et 2,4% de ceux recevant une formation de **Techniciens**.

Il est prévisible que dans les années à venir une place encore plus large sera faite aux agriculteurs dans les Centres de F.P.A.

En réservant, en effet, aux travailleurs d'origine rurale la priorité d'admission dans le nombreux stages, en leur offrant une gamme très étendue de métiers (131 au 31 janvier 1965), différents niveaux de qualification professionnelle (ouvrier qualifié, agent de maîtrise, **technicien**), un salaire souvent supérieur au S.M.I.G. et des conditions de séjour en tous points avantageuses, la F.P.A. est en mesure d'assurer, dans une proportion croissante, le rôle qui lui a été confié dans la reconversion des agriculteurs.

LAMPES MULTIPLES ET SPECIALES

Nous nous sommes occupés, jusqu'à présent, de tubes électroniques relativement simples. C'est ainsi que nous avons étudié successivement les diodes, les triodes, les tétrodes et les pentodes, aussi bien à chauffage direct qu'à chauffage indirect.

Ces types de lampes sont pas les seuls existant. La technique de l'Electronique au cours de son développement progressif, a conduit à la réalisation de lampes diverses, plus complexes, dont nous dirons quelques mots dans cette leçon.

Nous avons vu qu'en dehors de l'influence prépondérante de la grille de commande, les autres grilles conditionnaient également le comportement du tube, suivant les tensions qui leur étaient appliquées. Ce même principe a été généralisé et a permis la création de lampes plus complexes que les pentodes.

En outre, la technique moderne tend à réduire le prix des appareils, ainsi que leurs dimensions. C'est pourquoi on a imaginé de réunir plusieurs lampes dans une même ampoule, créant ainsi les lampes multiples qui ne sont autre chose que l'assemblage de types déjà connus (triode-pentode, diode-triode ou pentode, etc...). Ces tubes multiples peuvent être composés de deux unités, ou plus, pouvant avoir des fonctions complémentaires entre-elles, ou bien complètement indépendantes les unes des autres.

Les lampes multiples présentent avant tout l'avantage de ne nécessiter qu'un seul support pour les liaisons extérieures. Les broches auxquelles aboutissent les électrodes — naturellement en plus grand nombre que pour une lampe simple — sont disposées de manière à permettre des connexions de courte longueur, ce qui élimine les couplages parasites avec les autres composants du circuit. En un mot, l'utilisation rationnelle des lampes multiples permet de construire des appareils plus compacts et d'un meilleur fonctionnement.

Il existe encore d'autres types de lampes que nous pouvons inclure dans cette leçon consacrée aux tubes spéciaux: ce sont celles prévues pour fonctionner sur des fréquences très élevées; ce sont également les tubes indicateurs (comme le classique « oeil magique ») destinés à fournir des indications visuelles sur le comportement de certains circuits.

Nous citerons enfin les valves à gaz qui trouvent un vaste domaine d'application dans le secteur particulier de l'Electronique industrielle.

Etudions, maintenant, quelques uns des types mentionnés plus haut.

LAMPES MULTIGRILLES

Les lampes **multigrilles** sont les lampes comportant plus d'une grille. Le tube électronique le plus complexe analysé jusqu'à présent est la pentode, qui comporte cinq électrodes: une cathode, trois grilles et une plaque. En ajoutant une grille à la pentode, on obtient l'**hexode** (figure 1) qui n'est plus employée actuellement. L'adjonction d'une cinquième grille permet d'obtenir l'**heptode** (fig. 2) qui est encore employée et permet de convertir facilement la fréquence d'un signal en une autre sans altérer les caractéristiques de modulation. Elle permet également de réaliser dans les circuits Basse Fréquence des dispositifs de compression et d'expansion du signal employés dans les installations d'enregistrement et de reproduction du son. L'**octode** (figure 3) est également utilisée pour la conversion de fréquences dans les récepteurs superhétérodynes.

Pour individualiser facilement les grilles dans un circuit, on les numérote en partant de la cathode. Ainsi dans une pentode, la première grille (G1) est la grille de commande, la deuxième grille (G2), la grille-écran, la troisième grille (G3), la grille de suppression. La troisième grille d'une pentode peut être utilisée pour d'autres fonctions lorsqu'elle n'est pas reliée à la cathode à l'intérieur du tube mais elle sera toujours désignée par G3. Ainsi dans une octode, les grilles 1, 2, 3, 4, 5, 6 ont des rôles différents suivant les caractéristiques du circuit dans lequel cette lampe est employée.

LAMPES MULTIPLES

La **double-diode**, employée dans les montages redresseurs à deux alternances, renferme dans une même ampoule deux diodes séparées. Elle est construite de manière différente, pour fonctionner sous des tensions et des courants très faibles, avec des capacités interélectrodes négligeables, et est utilisée dans les circuits haute fréquence comme détecteur ou démodulateur ou pour d'autres usages.

Examinons maintenant les solutions adoptées pour l'alimentation des filaments. La lampe double peut avoir deux filaments identiques, reliés en série et permettant le chauffage des deux cathodes séparées (figure 4-A). La tension de chauffage est appliquée aux deux broches filament comme dans un tube ordinaire.

La figure 4-B montre comment deux filaments montés en série — et absolument identiques, aussi bien en ce qui concerne la tension que l'intensité du courant de

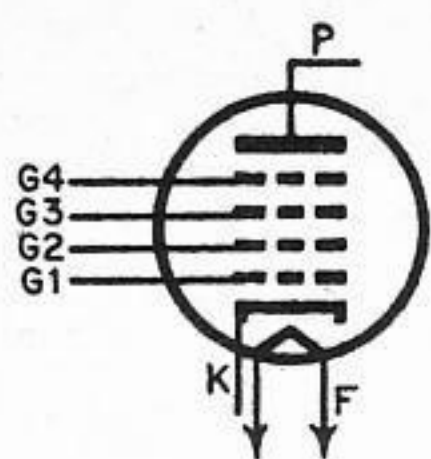


Fig. 1 - Symbole schématique de l'hexode ou lampe à six électrodes à chauffage indirect, lequel est identifiable par la présence de la cathode (K) et du filament (F).

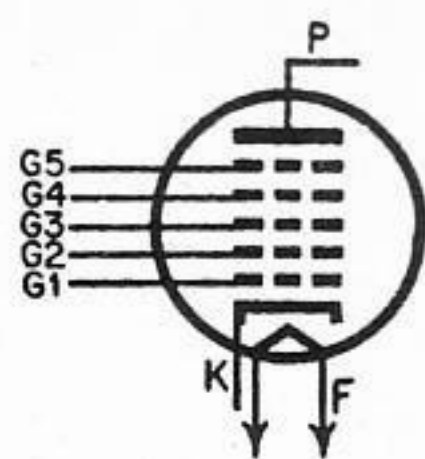


Fig. 2 - Symbole schématique de l'heptode ou lampe à sept électrodes, à chauffage indirect. Cette lampe est généralement employée comme convertisseur de fréquence dans les récepteurs radio.

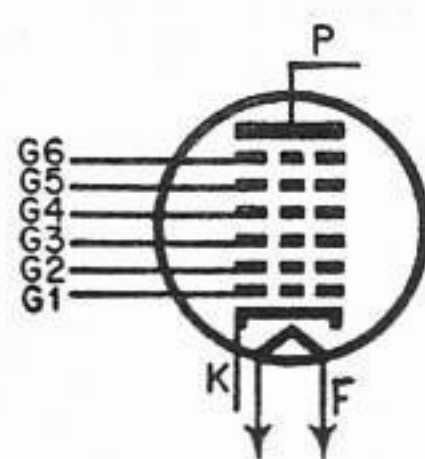


Fig. 3 - Symbole schématique de l'octode à chauffage indirect; ce type de lampe contient huit électrodes et son emploi est analogue à celui de l'heptode.

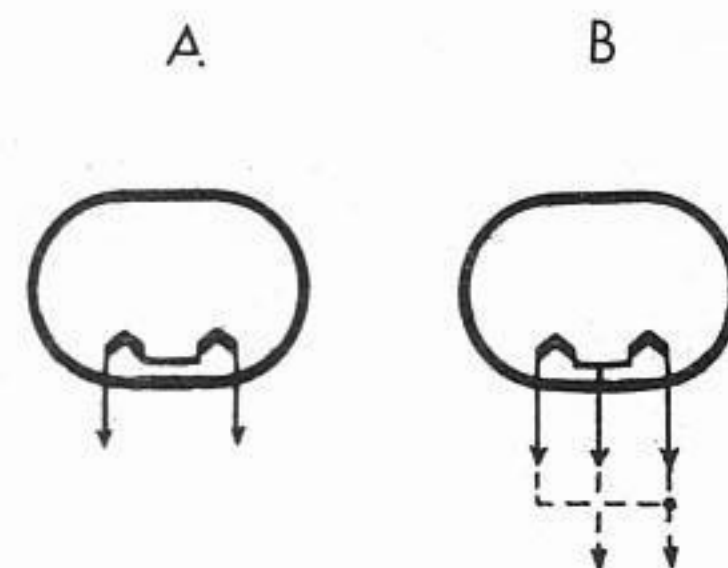


Fig. 4 - En A, est illustré le branchement en série des deux filaments dans une lampe multiple en général. En B, est représenté le branchement en parallèle des deux filaments. Toutes les lampes multiples à filaments séparés permettent une telle versatilité.

chauffage — peuvent être branchés soit en série, soit en parallèle. Dans le premier cas, la broche reliée au point commun des deux filaments est inutilisée et l'on obtient le même montage que celui de la figure 4-A. Si, par exemple, chaque filament demande une tension de 6 volts sous 100 milliampères pour son chauffage, on devra appliquer entre les deux broches une tension de 12 volts (6x2) et l'intensité du courant restera égale à 100 milliampères. Dans le second cas, branchement en parallèle, les deux extrémités sont réunies et forment un des points d'application de la tension, le deuxième étant constitué par la broche reliée au point commun aux deux filaments. Les filaments sont donc bien en parallèle et leur chauffage nécessitera une tension de 6 volts et une intensité double, soit 200 milliampères.

Les lampes multiples peuvent avoir une seule cathode commune aux éléments contenus dans l'ampoule, ou bien avoir deux cathodes séparées, ou plus. Dans le premier cas, les grilles pourront, soit être portées au même potentiel si la polarisation se fait selon le schéma de la figure 5-A, soit à des potentiels différents si le montage est celui de la figure 5-B. Naturellement, si les cathodes sont séparées, les polarisations sont indépendantes.

Il existe un nombre si élevé de lampes multiples qu'il n'est pas possible d'en donner la liste complète. La figure 6 illustre les types les plus courants. On remarquera que pour plusieurs d'entre eux (voir, par exemple, la triode-hexode), certaines électrodes sont communes aux deux sections, étant reliées à l'intérieur du tube lui-même. Cependant l'utilisation de ces lampes ne peut entraîner de difficultés spéciales puisque chaque élément peut être considéré comme un tube séparé et fonctionnant comme tel.

TUBES A GAZ

Pendant la fabrication des tubes électroniques à vide poussé, il est indispensable de chasser de l'intérieur de l'ampoule la plus grande partie de l'air qui s'y trouve. Le vide étant un très bon isolant, il est possible

de faire fonctionner ce tube avec une importante d.d.p. entre plaque et cathode, sans craindre que des arcs ne se produisent à l'intérieur de la lampe. Toutefois, le tube à vide poussé présente un inconvénient: son courant anodique est relativement faible du fait que la seule source d'électrons est la cathode, dont le pouvoir émissif est forcément limité. Lorsque de forts courants sont nécessaires, il faut employer des tubes contenant un gaz.

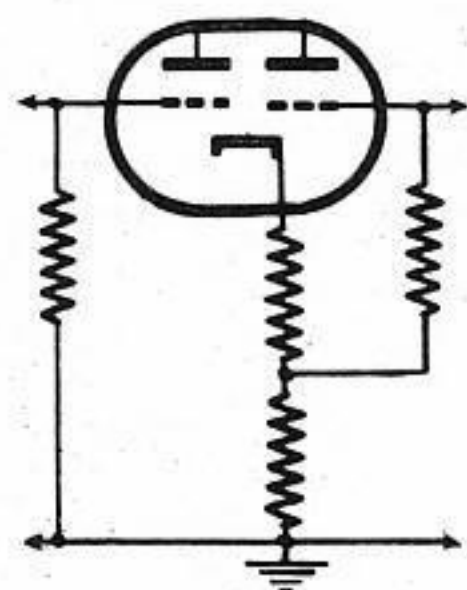
Un tube à gaz est un tube électronique ordinaire à l'intérieur duquel on a introduit une faible quantité d'un gaz rare, généralement du néon ou de l'argon, ou de la vapeur de mercure. La présence de ce gaz, même en quantité infinitésimale, produit des modifications profondes dans le fonctionnement du tube. En effet, tandis que dans un tube à vide la grille de commande contrôle d'une manière absolue le courant anodique, dans un tube à gaz ce contrôle disparaît dès que le gaz, devient conducteur.

La figure 7 donne la représentation schématique de certains types de tubes à gaz. La présence de ce dernier est indiquée par le point placé à l'intérieur du cercle entourant les électrodes.

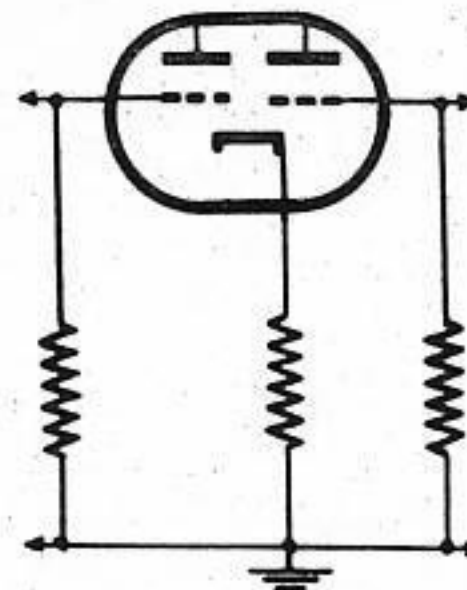
La conduction électrique dans les tubes à gaz

Les électrons qui dans un tube à gaz vont de la cathode vers la plaque se heurtent aux molécules du gaz contenu dans l'ampoule; lorsque le choc se produit avec une vitesse suffisante, les molécules heurtées perdent un ou plusieurs électrons. Ceux-ci se joignent au flot d'électrons provenant de la cathode et produisent d'autres collisions, ce qui augmente progressivement le courant électronique total. Les molécules qui ont perdu leurs électrons deviennent des ions positifs et le phénomène ayant provoqué la perte des électrons d'une molécule s'appelle l'ionisation. Un tube à gaz ionisé contient donc, à l'intérieur de son ampoule, des molécules, des ions et des électrons.

Le flot des électrons, considérablement augmenté par le phénomène de l'ionisation, est attiré par la plaque vers laquelle il se dirige à grande vitesse.



A



B

Fig. 5 - Dans les lampes multiples, il peut y avoir soit une seule cathode commune pour les unités contenues dans l'ampoule, soit deux ou plusieurs cathodes séparées. Dans le premier cas, les grilles des différentes sections pourront avoir le même potentiel si elles sont polarisées comme indiqué en A, ou des potentiels différents si elles sont polarisées comme en B. Si les cathodes sont séparées, leur polarisation est indépendante car c'est comme si l'on avait des lampes distinctes.

Les ions positifs, plus lourds, se déplacent plus lentement vers la cathode (négative); arrivés à proximité de celle-ci, ils neutralisent la charge spatiale négative, ce qui a pour effet de favoriser l'émission électronique, puisque les électrons peuvent quitter la cathode avec plus de facilité n'étant plus repoussés partiellement par la charge spatiale négative. Dans ces conditions, le courant de saturation est rapidement atteint. En un mot, dès que l'ionisation du gaz se produit, la cathode émet tous les électrons qu'elle est capable de fournir et tous ces électrons peuvent atteindre la plaque sans encombre. En conséquence, la résistance interne sera très faible.

Potentiel d'ionisation

Pour pouvoir détacher les électrons d'une molécule d'un gaz, il faut que celle-ci soit heurtée par des électrons ayant une vitesse considérable. C'est le potentiel existant entre plaque et cathode qui accélère les électrons, émis par cette dernière, jusqu'à la vitesse requise. Il faut donc que ce potentiel atteigne un certain niveau avant que le phénomène d'ionisation ne se produise. Le potentiel minimal nécessaire est appelé **potentiel d'ionisation** ou tension d'amorçage. Dès que l'ionisation se produit, on obtient un courant anodique d'une intensité considérable avec une tension relativement faible.

Potentiel d'extinction

L'ionisation une fois déclenchée, (elle produit une sorte d'incandescence du gaz), persiste même si l'on réduit le potentiel de la plaque en dessous de la valeur nécessaire à l'amorçage. L'ionisation cesse et le courant cesse de passer dans le tube si ce potentiel descend au-dessous d'une certaine limite appelée **potentiel d'extinction**. Grâce à ce phénomène, on peut employer un tube à gaz comme interrupteur électronique: à partir d'une certaine tension anodique, le tube laisse passer le courant, devient conducteur, et tout se passe comme si l'on fermait un circuit par un interrupteur; tandis que pour une tension plus faible, le courant ne passe plus, tout comme si l'interrupteur était ouvert. Un tube à gaz a une résistance interne très faible lorsqu'il est io-

nisé (conducteur) et très élevée lorsqu'il ne l'est pas; c'est donc un excellent interrupteur électronique.

Tension inverse

Dans un tube électronique, il est de règle que le courant ne puisse passer que de la cathode vers la plaque. Nous avons vu que quand la lampe est employée en redresseuse, une tension alternative est appliquée à sa plaque, rendant celle-ci tour à tour positive ou négative par rapport à la cathode. Dans le premier cas le tube laisse passer un courant, dans le cas contraire le courant ne passe pas.

Lorsqu'on utilise un tube à gaz, il faut toujours éviter d'appliquer une tension alternative excessive sur sa plaque. Le gaz à basse pression n'est pas un aussi bon isolant que le vide: une tension trop forte peut ioniser le gaz et déterminer le passage d'un courant même si la plaque est négative par rapport à la cathode. Ceci se produit lorsque les ions positifs résiduels présents dans le tube sont attirés par la plaque portée à un potentiel négatif; se faisant, ils heurtent les molécules du gaz, produisant la formation de nouveaux ions. Si la tension négative est trop élevée, il peut en résulter le passage d'un fort courant de la plaque à la cathode.

La tension de crête maximale que l'on peut appliquer sur la plaque d'un tube à gaz sans que se produise le passage d'un courant inverse est dite **tension inverse maximale** et elle est indiquée par le constructeur avec les autres caractéristiques du tube. Il faut éviter d'appliquer des tensions supérieures à celle indiquée, particulièrement dans le cas d'une valve redresseuse à gaz, car le courant inverse peut l'endommager irrémédiablement.

La tension inverse maximale applicable à une lampe donnée diminue de valeur lorsque la fréquence du courant alternatif qui lui est appliqué augmente. Si la fréquence est élevée, les ions disposent d'un temps moins long pour se recombiner avec les électrons pendant les intervalles séparant les crêtes de tension.

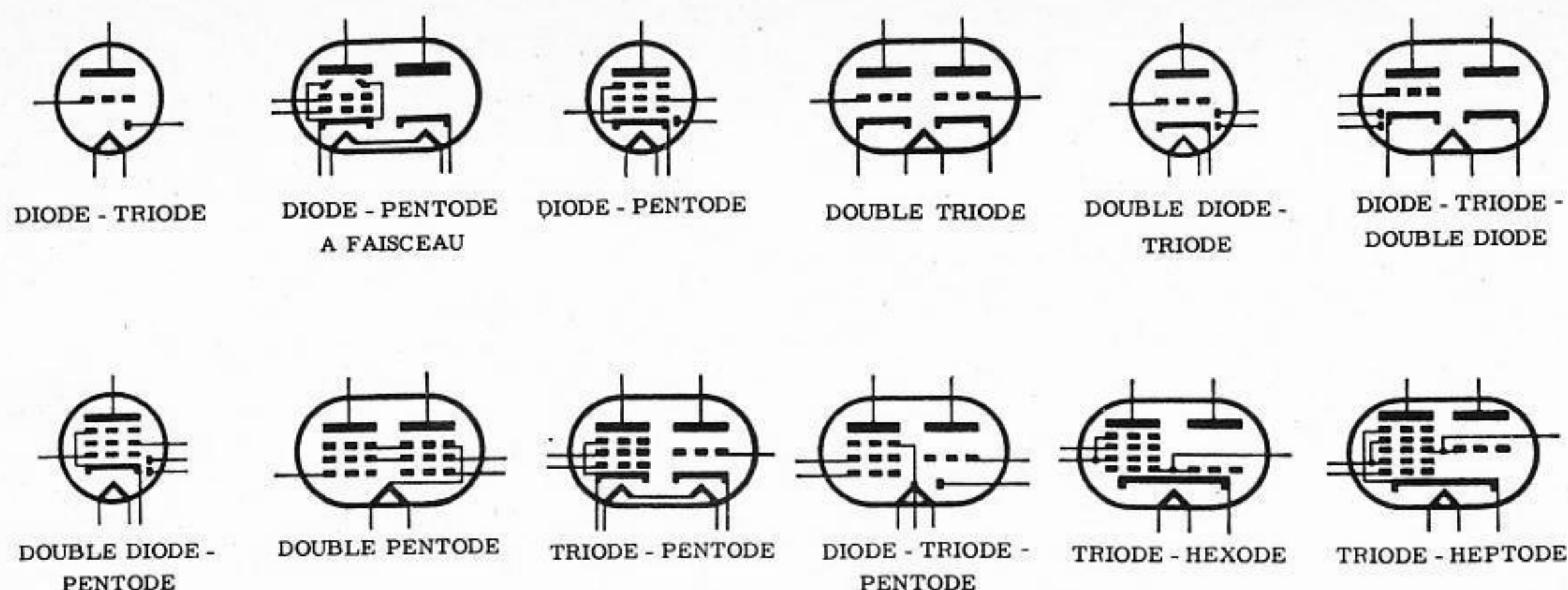


Fig. 6 - Symboles schématiques des lampes multiples les plus courantes. Les combinaisons possibles sont encore plus nombreuses. Comme on peut le remarquer, la dénomination de ces tubes se réfère uniquement aux éléments distincts qui y sont contenus.

DIODES A GAZ

Type à cathode froide

Le classique tube au néon (**figure 8**), constitue un exemple de diode à gaz à cathode froide. Lorsque la cathode et l'anode ont la même forme et les mêmes dimensions, le tube est conducteur dans les deux directions en fonction du seul potentiel, puisque les deux électrodes sont toutes les deux bonnes émettrices d'électrons. Par contre, lorsqu'une des électrode a une surface beaucoup plus grande que l'autre, l'électrode de plus grande dimension devient la cathode (puisque'elle peut émettre plus d'électrons); dans ce cas, le tube ne peut conduire que dans une seule direction.

Etant donné que dans cette lampe la cathode n'est pas chauffée, l'ionisation ne peut être déclenchée par une émission d'électrons provenant de celle-ci. L'ionisation est rendue possible par la présence de quelques ions et électrons produits par les rayons cosmiques et autres phénomènes ionisants. Comme il y a très peu d'électrons, la tension d'amorçage est plus élevée que dans les types à cathode chaude. Ainsi, le classique tube au néon a un fonctionnement assez irrégulier car sa tension d'amorçage varie continuellement, suivant l'intensité des radiations ionisantes, la température ambiante, etc...

Lorsqu'un tube au néon est traversé par le courant, il produit une certaine luminescence qui est provoquée par la combinaison des ions positifs avec les électrons émis. La couleur de la lumière, normalement rouge-orangée, dépend de la nature du ou des gaz. La luminescence ne se produit qu'à proximité de la cathode, c'est-à-dire de l'électrode négative. Toutefois, si l'on applique une tension alternative au tube, la luminescence se produit autour des deux électrodes, puisque toutes deux assument alternativement le rôle de cathode.

Un champ électromagnétique haute fréquence peut provoquer l'ionisation du gaz contenu dans un tube à gaz; c'est pourquoi on peut employer un tube au néon pour déceler la présence d'un courant haute

fréquence. Pour cela, il suffit de placer le tube dans un support isolant et de le placer aussi près que possible de l'antenne rayonnant le courant HF dont on désire constater le fonctionnement. Le support isolant évite le contact direct de la main avec le circuit; il faut toujours se rappeler que dans les circuits HF de puissance notable, il existe généralement des tensions anodiques élevées dangereuses pour l'opérateur.

Les tubes à gaz ont également une autre utilisation importante, (voir 50^{ème} leçon), servant de stabilisateurs de tension. En effet, lorsqu'un gaz est ionisé, la chute de tension se produisant entre les deux électrodes du tube garde une valeur constante, même si l'intensité du courant varie. Les tubes à gaz, au néon en particulier, sont donc fréquemment employés comme stabilisateurs de tension, dans tous les cas où on exige une alimentation à tension constante indépendante du débit.

Type à cathode chaude

Un autre type de diode à gaz employée uniquement comme redresseuse, est la diode à cathode chaude qui contient généralement de l'argon ou de la vapeur de mercure.

La **figure 9** montre un de ces types de valve. Il est principalement utilisé dans les chargeurs d'accumulateurs, car il permet de redresser des courants de plus fortes intensités que celles qui pourraient être obtenues au moyen de valves à vide. La diode à gaz à cathode chaude peut être montée en redresseur à une alternance, et on peut naturellement en monter deux pour le redressement simultané des deux alternances.

Dans la diode à cathode chaude, l'ionisation est provoquée par la présence des électrons émis par le filament, ou la cathode, et l'amorçage se produit pour des tensions plaques inférieures à celles qui sont nécessaires pour la diode à cathode froide.

Les valves redresseuses à vapeur de mercure contiennent une gouttelette de mercure liquide à l'intérieur

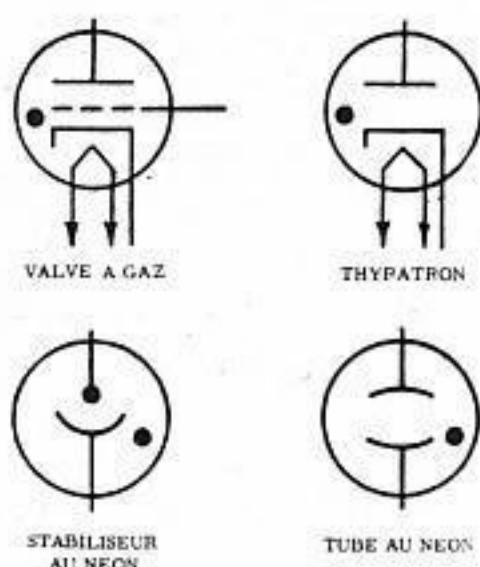


Fig. 7 - Voici la représentation schématisée de quelques types de lampes à gaz. La présence de ce dernier dans l'ampoule est habituellement symbolisée par un point contenu dans le cercle qui délimite la représentation graphique.

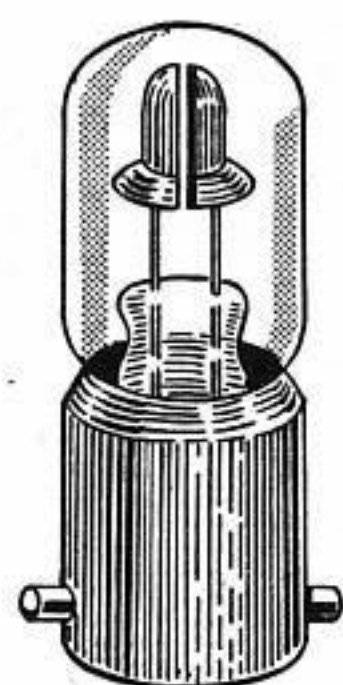


Fig. 8 - Aspect extérieur d'un tube à gaz, à cathode froide.

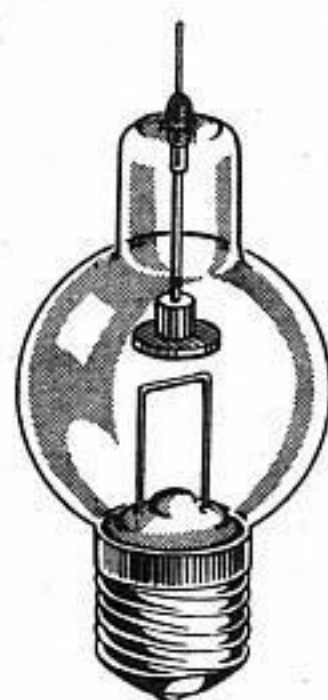


Fig. 9 - Tube redresseur à gaz à cathode chaude.

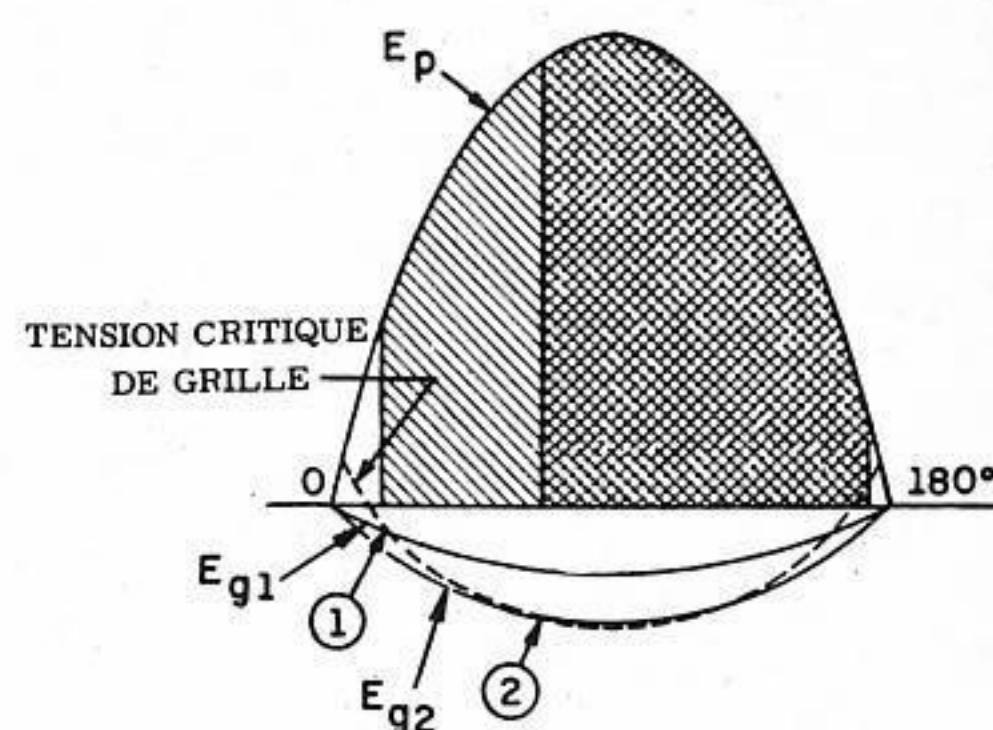


Fig. 10 - Graphique montrant l'influence de la tension de grille sur le point d'amorçage dans un thyatron.

de leur bulbe. Le gaz, ou vapeur de mercure, se forme dès qu'une petite quantité de ce mercure s'évapore sous l'effet de la chaleur produite par le filament. Le fonctionnement du tube ne peut donc avoir lieu avant que le mercure ne se soit évaporé. C'est pourquoi il faut laisser chauffer le filament pendant 30 à 60 secondes avant d'appliquer la tension à la plaque.

TRIODES A GAZ

Les triodes à gaz comportent une grille qui contrôle la tension d'amorçage; on désigne ce type de tube sous le nom de « thyatron ». Nous avons vu que dans un tube à gaz, l'ionisation est déclenchée par un faible courant qui prend naissance dès que le potentiel d'ionisation est atteint. Dans le thyatron, la grille, placée près de la cathode, peut contrôler ce courant d'amorçage.

Supposons que la grille d'un thyatron soit portée à un potentiel négatif supérieur à celui qui est nécessaire pour interdire le passage du courant anodique; puis réduisons graduellement cette tension de polarisation négative. Quand le courant anodique commence à passer, son intensité atteint très rapidement le courant de saturation du tube. C'est pourquoi, dès que le courant anodique prend naissance, la grille perd son pouvoir de contrôle. Elle peut alors être portée à un potentiel négatif très élevée, au-delà du cut-off, sans influencer l'intensité du courant anodique. Pour arrêter le passage de ce courant, pour bloquer le tube, il faudra réduire la tension plaque à une valeur inférieure au potentiel d'extinction.

Ce phénomène est dû au fait qu'aussitôt que le courant anodique commence à passer, il y a production d'ions positifs résultant des collisions entre les électrons et les molécules du gaz. Certains de ces ions sont attirés par la cathode tandis que d'autres se dirigent vers la grille. Ces derniers rendent la grille positive, neutralisant ainsi l'effet du potentiel négatif qui lui est appliqué; en même temps, les ions at-

tirés par la cathode neutralisent la charge spatiale. En conséquence, lorsque l'ionisation se produit, il n'y a plus de charge spatiale qui limite le courant et la grille n'a plus rien à contrôler. Un courant d'intensité maximale (courant de saturation) passe dans le tube.

Les thyatrons sont généralement utilisés comme redresseurs à débit contrôlé. On applique une tension alternative sur leur plaque: pendant l'alternance positive, le tube est conducteur, tandis que pendant l'alternance négative, le courant anodique cesse de passer car le gaz n'est plus ionisé. La tension de la grille détermine le point où l'amorçage se produit et en conséquence, la durée du temps pendant lequel la valve est conductrice pendant l'alternance positive. Le graphique de la **figure 10** montre comment la tension grille d'un thyatron influe sur le point où le courant anodique se déclenche. Quand la tension de grille est très faible (V_{g1}), l'ionisation se produit au point 1 et le tube laisse passer le courant pendant la plus grande partie de l'alternance positive. Si l'on augmente la polarisation, jusqu'à la valeur V_{g2} par exemple, l'ionisation (et donc le passage du courant anodique) ne se produit qu'à partir du point 2.

La **figure 11** montre la valeur de la polarisation de grille qui est nécessaire pour produire le courant d'ionisation dans un thyatron typique. Les points à droite de la courbe représentent la phase pendant laquelle le tube conduit; et ceux à gauche, la phase pendant laquelle il ne conduit pas. Dans cette figure, on peut également déterminer la valeur de la polarisation critique, c'est-à-dire celle à partir de laquelle l'ionisation se produit.

Le thyatron est également employé comme relais ou comme interrupteur (trigger) dans de nombreuses applications telles que la production des oscillations « en dents de scie », nécessaire au fonctionnement des oscilloscopes cathodiques. Les thyatrons servent également dans de nombreux dispositifs électroniques de caractère industriel (interrupteurs électroniques, contrôle de la vitesse des moteurs...), où leurs propriétés

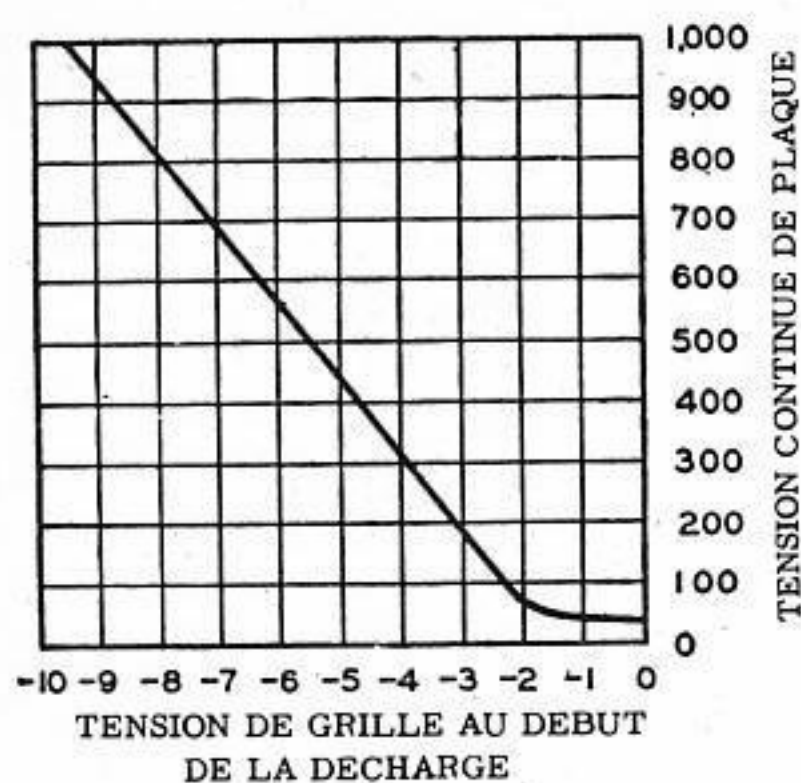


Fig. 11 - Courbe caractéristique d'un thyatron montrant la relation entre les tensions de grille et de plaque.

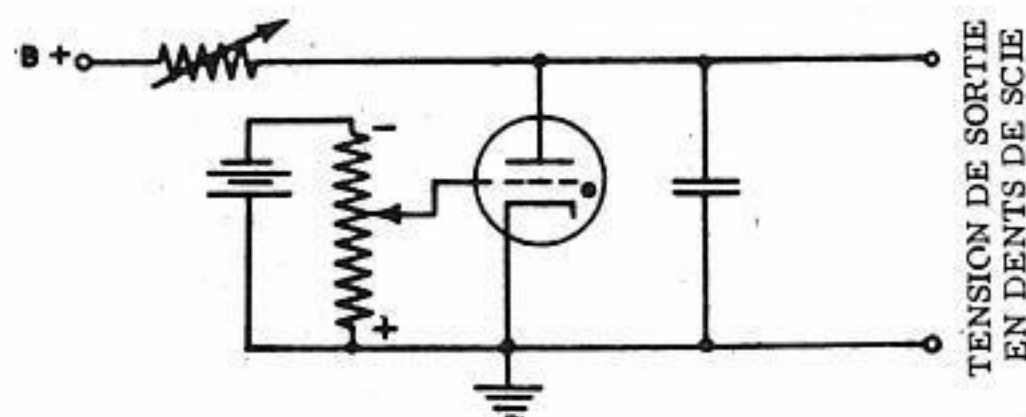


Fig. 12 - Schéma de principe d'un thyatron monté en oscillateur en dents de scie (ainsi appelé en raison de la forme caractéristique des tensions produites). Ce circuit a eu une grande diffusion et a été employé dans les oscillographes.

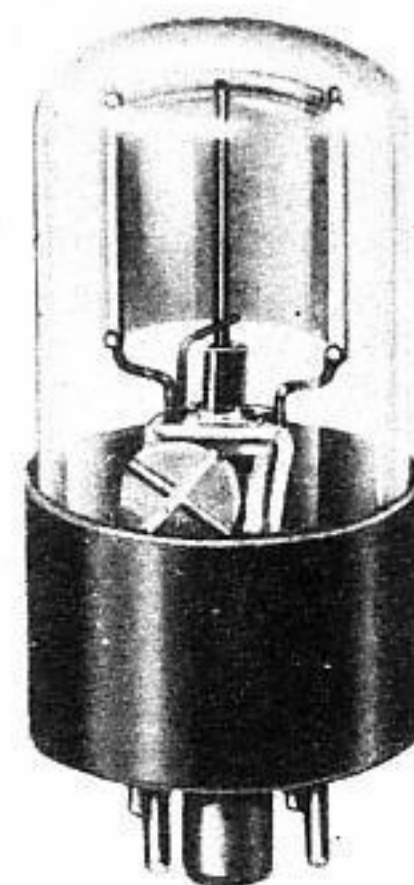


Fig. 13 - Aspect typique de cellule photo-électrique. On peut observer à l'intérieur, à la base du bulbe, la pastille d'activation.

les rendent particulièrement précieux. En effet, la grille de commande ne demande qu'une très faible quantité d'énergie pour provoquer l'amorçage du tube; par contre, la valve permet le passage d'un courant de très forte intensité dès que l'ionisation se produit. Il suffit donc d'une très faible puissance pour commander une puissance considérable.

La figure 12 donne le schéma de principe d'un générateur de tension en dents de scie, qui a été très utilisé dans les oscilloscopes cathodiques. Dans ce montage, le thyatron fonctionne à la manière d'un interrupteur électronique. Quand le tube ne conduit pas, l'interrupteur est ouvert et le condensateur se charge. Le temps de charge est déterminé par la valeur de la résistance placée en série avec le condensateur: comme on peut le voir sur le schéma, la résistance est variable et le temps de charge peut donc être choisi à volonté. Dès que le potentiel d'ionisation est atteint, le tube devient conducteur et le condensateur se décharge rapidement à travers le tube lui-même. Le point où l'ionisation du thyatron se produit est fonction de la polarisation de la grille qui est obtenue au moyen d'une source de tension négative.

Les thyatrons employés dans les dispositifs d'alimentation à la fréquence du réseau d'électricité (50 Hz) sont généralement à vapeur de mercure. Pour des fréquences plus élevées, pour lesquelles l'ionisation doit être plus rapide, on utilise de préférence l'hélium, l'argon ou le néon, car leurs ions positifs, plus légers que ceux du mercure, peuvent se déplacer plus rapidement.

CELLULES PHOTO-ELECTRIQUES

Il existe une autre catégorie importante de valves, celle dont l'émission électronique est fonction de l'intensité lumineuse reçue par le tube. Il s'agit là d'une application de l'effet photo-électrique, en vertu duquel un rayon lumineux qui frappe une surface métallique libère un certain nombre d'électrons. Nous déjà étudié ce phénomène dans les 14^{ème} et 43^{ème} leçons.

Le nombre d'électrons libérés par unité de temps par une lumière ayant une longueur d'onde déterminée est directement proportionnel à l'intensité de la lumière. L'énergie développée par le courant électronique est directement proportionnelle à la fréquence de la lumière. Il existe une limite inférieure de cette fréquence, au-dessous de laquelle l'énergie des photons qui frappent la surface émissive est insuffisante pour provoquer l'émission d'électrons. Les cellules photo-électriques, tout comme l'oeil humain, n'ont pas une réponse uniforme pour toutes les fréquences; pour cette raison, l'intensité du courant électronique, pour une quantité de lumière donnée, est fonction de la distribution des fréquences dans la lumière elle-même.

Réalisation pratique

Une cellule photo-électrique est essentiellement constituée par deux électrodes enfermées dans une ampoule de verre à l'intérieur de laquelle on a fait le vide. Une des électrodes est la cathode, dont le rôle est d'émettre des électrons lorsqu'elle est exposée à la lumière; l'autre est l'anode, portée à un potentiel positif, et dont le rôle est de capter les électrons émis par la cathode.

La sensibilité d'une cellule photo-électrique est, fonction de la fréquence, c'est-à-dire de la couleur de la lumière qui l'excite. Il en existe divers types ayant des caractéristiques différentes, prévues pour toutes les applications: certaines sont particulièrement sensibles à la lumière rouge, d'autres à la lumière bleue, d'autres ont une courbe de réponse se rapprochant de celle de l'oeil humain. Leur sensibilité est exprimée en fonction de la fréquence de la lumière qui provoque l'émission électronique la plus intense.

La structure interne d'une cellule photo-électrique est simple: la cathode photosensible est généralement de forme semi-cylindrique, elle est recouverte d'une couche de caesium métallique, lui-même recouvert d'oxyde de caesium, le tout étant déposé sur une plaque de métal argenté (figure 13). L'anode est constituée par une tige métallique disposée au centre (voir 43^{ème} leçon).

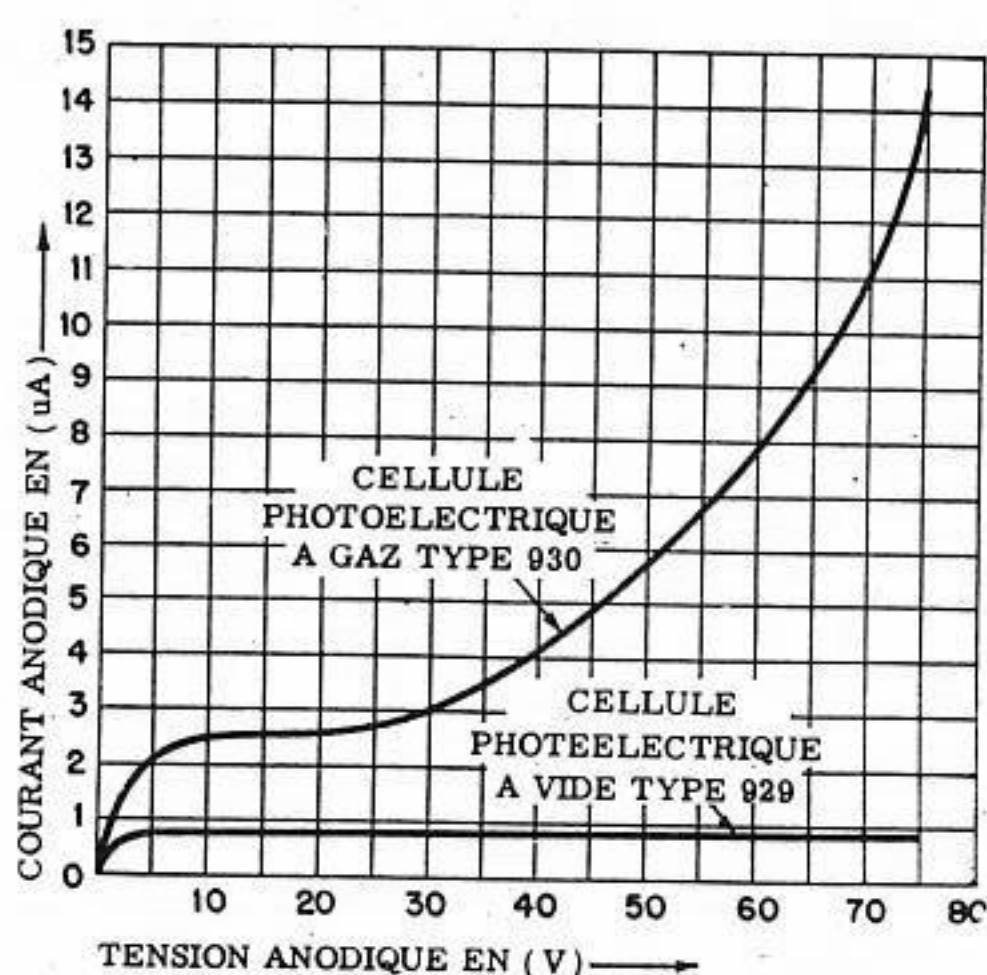


Fig. 14 - Représentation des courbes caractéristiques de deux types de cellules photo-électriques respectivement à vide et à gaz. Comme on le voit, le rendement du type à gaz est supérieur.

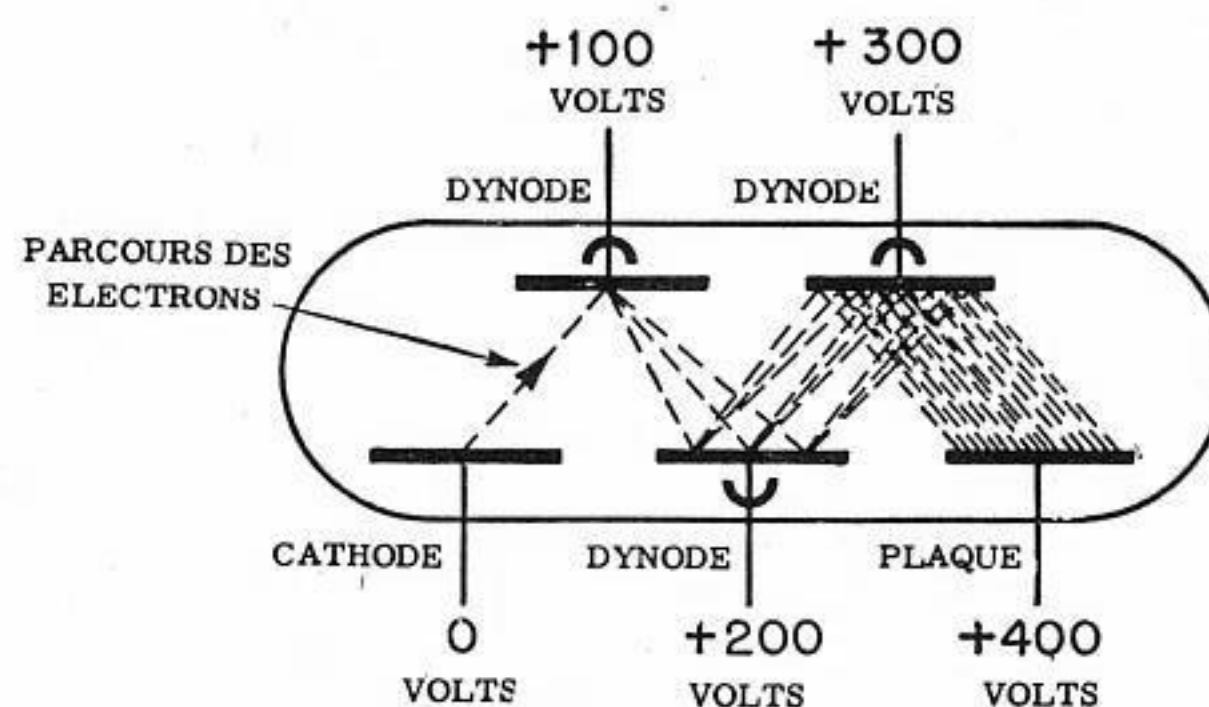


Fig. 15 - Principe de fonctionnement d'un photomultiplicateur. On utilise le phénomène de l'émission secondaire produit par le choc des électrons sur les plaques intermédiaires appelées « dynodes ».

Celules à gaz et Photomultiplicateurs

Si à l'intérieur d'une cellule photo-électrique, on introduit une petite quantité de gaz, ce dernier grâce au phénomène de l'ionisation, augmente l'intensité du courant électronique produit par les rayons lumineux qui frappent la cathode. Les cellules photo-électriques à gaz sont nettement plus sensibles que celles à vide du type correspondant; elles sont utilisées dans les dispositifs de lecture de la piste sonore des films cinématographiques.

Les cellules photo-électriques à gaz sont moins stables que les cellules à vide; elles sont plus sensibles aux surtensions et leur résistance interne est moins grande. Par contre, les ions produits par l'ionisation du gaz provoquent une émission secondaire appréciable lorsqu'ils frappent la cathode photosensible, ce qui augmente considérablement la sensibilité. Les courbes caractéristiques d'une cellule photo-électrique à vide et d'une cellule à gaz seront donc très différentes.

La figure 14 permet de comparer deux cellules photo-électriques d'usage courant, les types 929 et 930 (dans la nomenclature américaine), la première étant à vide, l'autre à gaz. Les courbes représentent l'intensité du courant anodique en fonction de la tension plaque, pour une intensité lumineuse donnée. A partir d'une certaine valeur de la tension plaque, le courant anodique de la cellule photo-électrique à gaz augmente très rapidement, en raison de l'ionisation du gaz contenu dans l'ampoule. Pour une même variation de l'intensité lumineuse de la source, on obtiendra une plus grande variation du courant anodique, d'où une plus grande sensibilité.

Les cellules photo-électriques à gaz ne peuvent supporter des tensions supérieures à la tension anodique maximale indiquée par le constructeur, sous peine de voir un arc électrique se produire entre les deux électrodes, ce qui aurait pour effet d'endommager gravement la couche sensible.

Pour augmenter la sensibilité d'une cellule photo-électrique, on peut également faire appel au phénomène

de l'émission secondaire. Pour cela, on fait en sorte que chaque électron émis par la cathode soit dirigé successivement sur une série d'anodes secondaires, appelées « dynodes », comme le montre la figure 15.

Chaque dynode comporte une surface active spécialement conçue pour produire une forte émission secondaire. Chaque électron issu de la cathode vient frapper violemment la première dynode et lui arrache un certain nombre d'électrons secondaires qui, à leur tour, frappent la seconde dynode, ce qui provoque l'émission d'un nombre considérable d'électrons, et le processus se poursuit jusqu'à la plaque finale ou cible, qui recueille tous les électrons. Le faible courant initial se trouve ainsi augmenté dans des proportions considérables et si le nombre de dynodes est assez grand (on en compte généralement 10), l'amplification obtenue est énorme (200 000 à 1 000 000). Le photomultiplicateur peut être employé dans tous les cas où l'on exige une sensibilité supérieure à celle de l'oeil humain.

Circuits et applications

Etant donné que le courant fourni par une cellule photo-électrique est très faible, il est presque toujours nécessaire de la faire suivre d'un ou de plusieurs étages amplificateurs. Les variations de courant sont transformées en variations de tension par son passage dans une résistance de valeur ohmique élevée. Ces tensions, recueillies aux bornes de cette résistance de charge sont transmises à la grille d'une lampe amplificatrice (voir figure 16). Dans ce montage, la haute tension nécessaire au fonctionnement de la cellule et du tube amplificateur est fournie par une pile; il en est de même pour la tension de polarisation de la lampe.

Quand le courant anodique de la cellule photo-électrique augmente, sous l'effet de la lumière incidente, sa cathode émet des électrons ce qui rend positive — ou moins négative — la grille de la lampe amplificatrice. Le courant anodique de cette dernière augmente également d'intensité ce qui provoque le fonction-

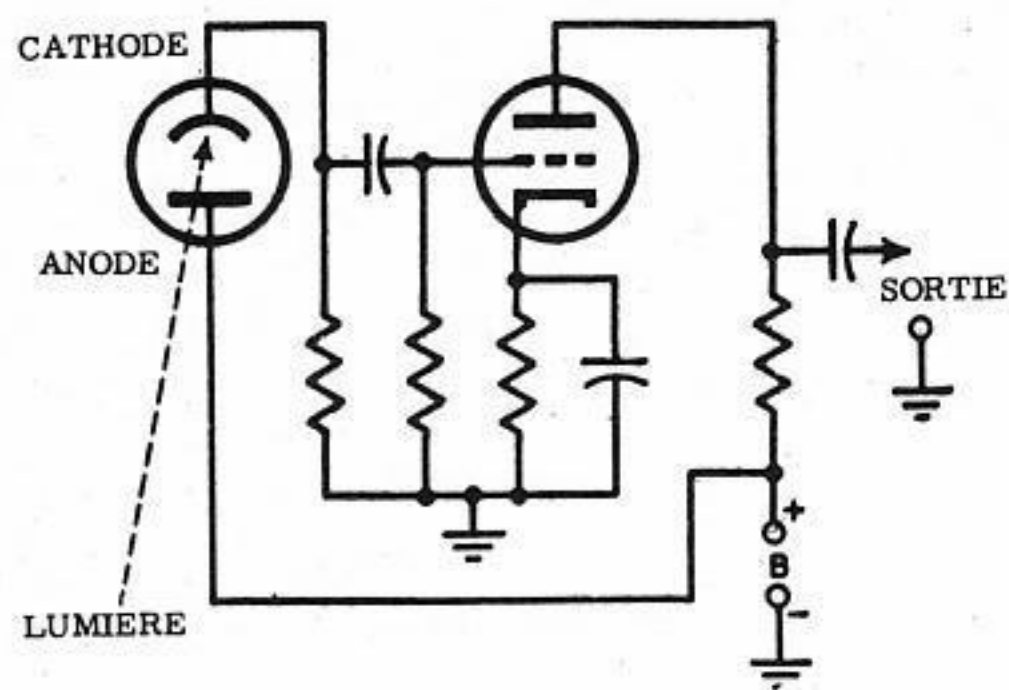


Fig. 16 - Schéma de principe d'un dispositif de commande d'un relais par une cellule photo-électrique. Ce montage a de nombreuses applications pratiques.

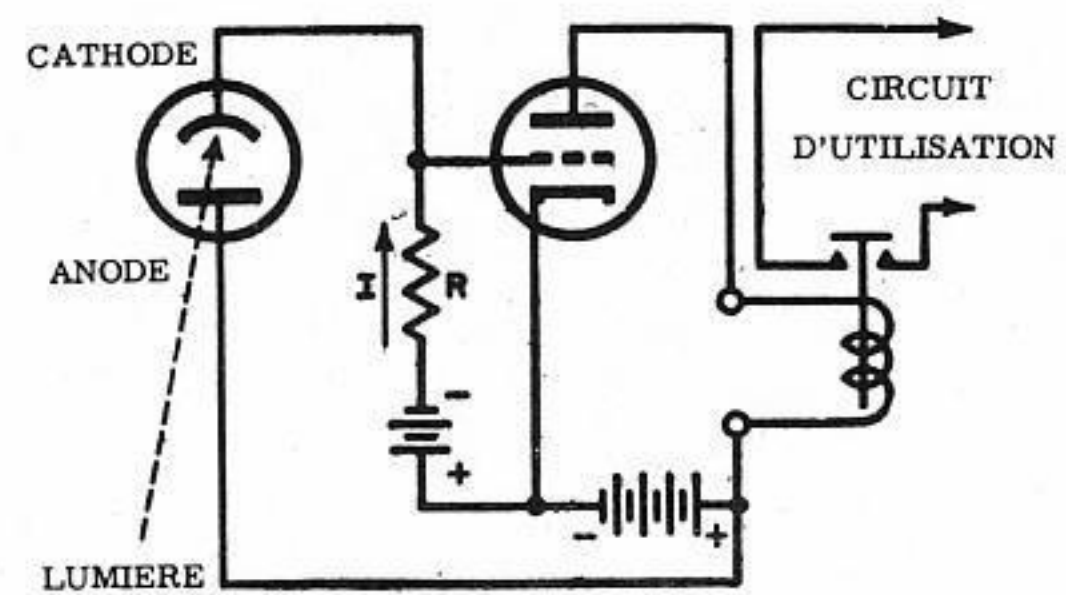


Fig. 17 - Schéma de principe d'un dispositif destiné à la lecture de la piste sonore des films au moyen d'une cellule photo-électrique.

nement du relais placé dans le circuit plaque. (Un relais est constitué par un électro-aimant qui, lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité suffisante, attire une palette mobile actionnant à son tour un ou plusieurs contacts). Ce relais ferme le contact d'un circuit extérieur, ce qui permet de mettre en marche certains dispositifs, aussi variés que l'on veut, commandés par les rayons lumineux tombant sur la cellule photo-électrique (dispositifs d'alarme, de contrôle, de comptage, etc...).

Pour la reproduction des sons enregistrés sur la piste sonore des films cinématographiques, on peut utiliser un circuit comme celui de la **figure 17**. C'est un amplificateur classique, à couplage par résistance et capacité, qui recueille la composante alternative, présente aux bornes de la résistance de charge. Cette composante alternative, dont l'amplitude est fonction de l'intensité du faisceau lumineux qui frappe la cathode photosensible, est amplifiée de la manière habituelle par la lampe triode (ou pentode, suivant les cas).

INDICATEURS D'ACCORD CATHODIQUES

La structure interne d'un indicateur visuel d'accord cathodiques est représentée sur la **figure 18**. Ces indicateurs sont fréquemment utilisés dans les récepteurs pour indiquer le point d'accord exact sur une station et dans certains appareils de mesure où ils permettent de se rendre compte, visuellement, des faibles variations de tension. Ces indicateurs sont également utilisés sur les enregistreurs magnétiques de sons (magnétophones) où ils servent à indiquer le niveau, ou profondeur, de la modulation.

La plupart de ces indicateurs visuels, appelés également « oeil magique », « trèfle cathodique », etc... sont constitués par deux éléments distincts, renfermés dans une même ampoule; l'un est une triode amplificatrice, tandis que l'autre est l'indicateur à rayons cathodiques proprement dit.

Les électrons émis par la cathode viennent frapper

l'anode conique, laquelle est revêtue d'un enduit fluorescent qui s'illumine sous le choc des électrons. Une petite électrode filiforme, appelée « électrode de commande du faisceau » est placée à proximité de la cathode, parallèlement à celle-ci. Cette électrode de commande provoque la déflexion d'une partie des électrons émis par la cathode, produisant ainsi une zone d'ombre sur l'anode fluorescente. La zone d'ombre est en forme de cône et son angle au sommet varie en fonction de la tension appliquée sur l'électrode de commande. Celle-ci est reliée à la plaque de la triode. Quand l'électrode de commande est au même potentiel que l'anode conique fluorescente, la zone d'ombre est extrêmement réduite; par contre, si le potentiel de l'électrode de commande est moins positif que celui de l'anode, une zone d'ombre dont les dimensions sont proportionnelles à la différence de potentiel entre les deux électrodes apparaît.

Etant donné que la tension de l'électrode de commande du faisceau cathodique a la même valeur que la tension plaque de la triode à laquelle elle est reliée, la zone d'ombre devient de plus en plus grande à mesure que la grille de la triode devient moins négative.

TUBES ELECTRONIQUES POUR TRES HAUTES FREQUENCES

Si l'on augmente la fréquence de fonctionnement d'un circuit comportant un tube électronique, certaines caractéristiques de ce dernier prennent une importance considérable. Parmi celles-ci, figure la capacité inter-électrodes. En outre, le tube lui-même et les conducteurs reliant les électrodes aux broches de l'embase, présentent une inductance qui, bien que très petite, n'en offre pas moins une réactance appréciable aux très hautes fréquences.

Enfin, le « temps de transit » (55^{ème} leçon) peut être suffisamment grand par rapport à la fréquence du signal pour annuler toute amplification.

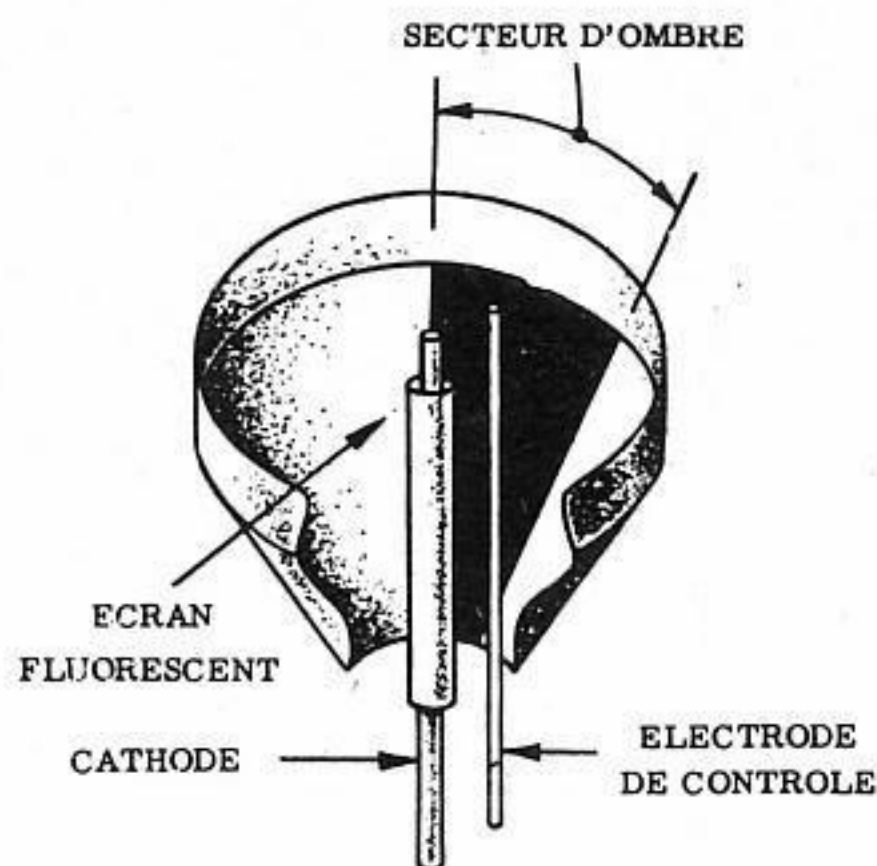


Fig. 18 - Principe de fonctionnement d'un indicateur d'accord électronique ou « oeil magique ». Ce tube permet de réaliser divers dispositifs de contrôle visuel.

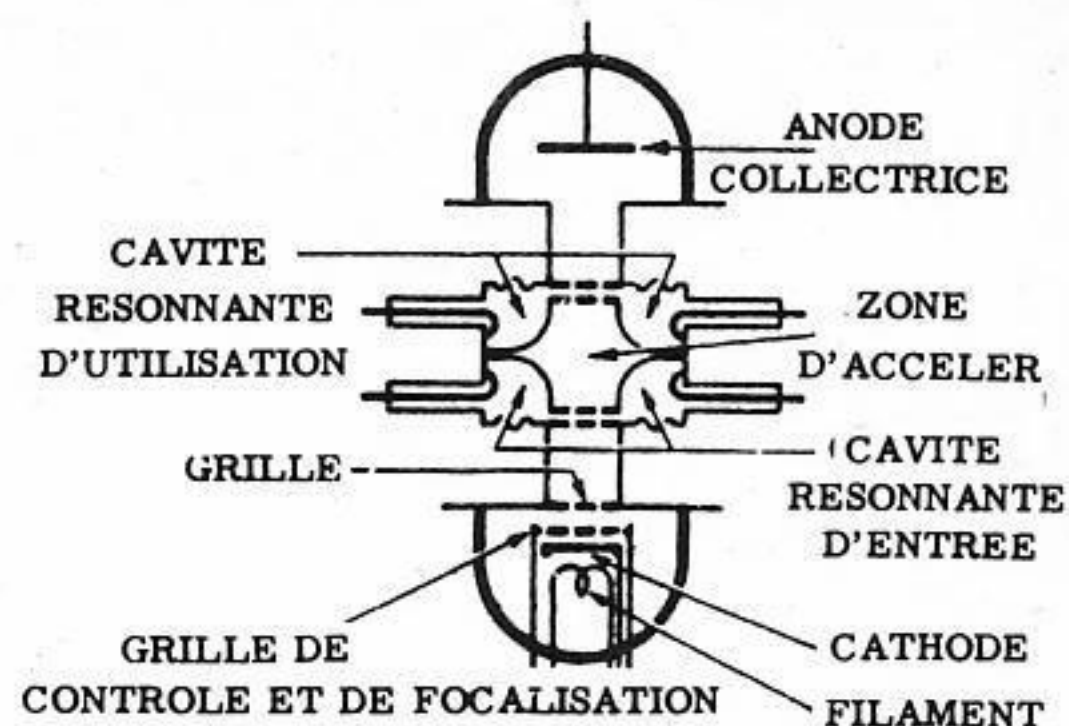


Fig. 19 - Représentation schématisée d'un klystron. Ce tube est employé uniquement pour la production de fréquence très élevées.

Pour éviter ces inconvénients, on emploie des tubes électroniques spéciaux, comportant des électrodes de petites dimensions, très rapprochées les unes des autres, dont les connexions internes sont réduites au maximum. On en arrive à supprimer complètement le support de lampe habituel et, très souvent on fait en sorte que la lampe fasse partie intégrante du circuit. C'est par exemple, le cas de la « lampe phare » à électrodes planes, appelée ainsi parce que sa forme extérieure ressemble à celle d'un phare côtier. Les électrodes de ce tube (cathode, grille et plaque) sont très petites et sont toutes placées dans des plans parallèles pour réduire au maximum les distances entre elles.

On a également construit des lampes miniatures, appelées « lampes gland » dans lesquelles les connexions aux électrodes sont constituées par de petits fils métalliques rigides sortant radialement du tube de verre. Les liaisons sont extrêmement courtes et l'on peut obtenir un fonctionnement satisfaisant sur des fréquences très élevées (jusqu'à 800 MHz), qui ne pourraient être atteintes avec des tubes de construction classique.

Au-dessus de 3 000 MHz, le temps de transit, les capacités parasites et les inductances réparties prennent une telle importance que tout fonctionnement devient impossible même avec les lampes citées ci-dessus (tube-phare). Les longueurs d'onde sont de l'ordre de quelques millimètres et on ne peut tolérer la moindre connexion. Il faut donc disposer de tubes électroniques contenant les circuits oscillants proprement dits lesquels prennent l'aspect de cavités résonnantes incorporées dans la structure métallique de la lampe elle-même.

C'est ainsi qu'a été conçu le tube électronique appelé « magnétron » qui est employé comme oscillateur pour ondes millimétriques, ou micro-ondes. Le magnétron est constitué par une diode placée dans un champ magnétique de forte intensité, parallèle à l'axe de la cathode. Ce champ magnétique dévie les électrons émis par la cathode et les contraint à décrire des trajectoi-

res en spirale, dans l'espace situé entre la cathode et la plaque du tube. Le flux électronique en forme de spirale passe dans une cavité résonnante pratiquée dans la plaque (il y a généralement plusieurs cavités) et produit une oscillation à haute fréquence, exactement de la même façon qu'une bouteille, dans laquelle on fait passer un courant d'air sous pression, produit une oscillation à fréquence sonore. La fréquence des oscillations est fonction de la dimension des cavités; si celles-ci sont suffisamment petites, on peut atteindre des fréquences de l'ordre de 30 000 MHz.

Le magnétron ne peut fonctionner que comme oscillateur.

Plus souples d'emploi car ils peuvent être accordés dans une large bande de fréquence et fonctionner en amplificateurs, sont les « klystrons ». Leur fonctionnement est basé sur la variation de la vitesse à laquelle est soumise un faisceau électronique, par suite de la production d'auto-oscillations entre deux cavités résonnantes. Employé en amplificateur, le klystron donne un souffle assez important; c'est pourquoi on préfère le monter en oscillateur de puissance pour que la puissance fournie soit suffisante sans qu'il soit nécessaire de monter des étages amplificateurs à la suite.

Le canon à électrons, formé par la cathode et la grille de commande, projette un faisceau d'électrons qui traverse deux cavités résonnantes et les grilles. Une faible partie de la puissance est renvoyée en arrière, avec une phase convenable, de telle sorte qu'une réaction se produise entre la cavité d'entrée et celle de sortie provoquant l'oscillation de l'ensemble sur une fréquence qui dépend de la vitesse des électrons et, en conséquence, de la tension appliquée aux électrodes. L'énergie haute fréquence est recueillie dans la deuxième cavité, au moyen d'un câble coaxial ou d'un guide d'onde, (et non sur l'anode, comme on pourrait le croire). La figure 19 donne le schéma d'un klystron.

Dans une leçon ultérieure, consacrée aux micro-ondes, nous étudierons plus en détail ces tubes spéciaux.

Leçon n° 65

RECEPTEUR DE RADIO A LAMPES

Nous avons exposé les principes fondamentaux servant de base à la technique des communications radio-électriques. Nous poursuivons maintenant d'une manière plus complète l'étude de la réception en général afin d'aborder bientôt l'examen de la plupart des récepteurs modernes: **les superhétérodynes**.

Nous savons que pour atteindre une bonne sensibilité, il faut prévoir une amplification Haute Fréquence (avant la détection), et que pour avoir une puissance de sortie suffisante on doit employer une amplification Basse Fréquence (après détection), qui seule permet d'obtenir un signal à fréquence acoustique d'intensité suffisante pour actionner un haut-parleur.

Etudions maintenant les divers moyens utilisés pour la détection (ou démodulation), pour les commandes de volume ou de sensibilité (tant manuelles qu'automatiques) et pour les autres dispositifs communs à tous les types de récepteurs, superhétérodynes compris. Dans la leçon suivante nous donnerons les détails pratiques concernant la construction d'un récepteur à lampes simple.

CONSIDERATIONS SUR LES LAMPES AMPLIFICATRICES

Dans les récepteurs à étages accordés, on peut utiliser des étages amplificateurs équipés de triodes, de tétrodes ou de pentodes, mais les tubes pentodes sont plus fréquemment employés car ce type de lampe permet d'obtenir une amplification importante sans risque d'auto-oscillations.

On peut monter des tubes à pente variable ou des tubes à pente fixe. La **figure 1** montre leurs comportements respectifs.

Les tubes à pente variable sont montés dans les circuits où, par une polarisation de grille réglable, on peut commander l'amplification sans compromettre la linéarité, c'est-à-dire l'uniformité d'amplification pour toutes les fréquences transmises. Avec de tels tubes, l'intensité du signal reçu peut varier considérablement sans risquer d'introduire des distorsions. Parmi les lampes à pente variable les plus courantes, nous citerons la 6K7, la 6SK7, la 6SG7, la 6EB6, la 6BA6 (en types américains) et la EF9, la DAF40, la UAF42 et la EF85 (en types européens). Ces tubes ont une tension d'interdiction (cut-off) comprise entre -15 et -40 volts et leur fonctionnement en classe A est possible jusqu'à ce point.

Les tubes à pente fixe et à faible tension d'interdiction (cut-off) comme la 6SJ, la 6SH7 ou la 7V7 ont une conductance mutuelle (pente) plus élevée que les précédents. Ils peuvent être utilisés lorsque les signaux reçus sont très faibles et quand on désire obtenir une très forte amplification (comme dans le premier étage d'un récepteur, par exemple), mais il faut alors que l'intensité du signal soit relativement constante car, dans le cas contraire, ils peuvent facilement engendrer des distorsions.

TUBES AMPLIFICATEURS POUR VHF ET UHF

Pour la réception des émissions dans ces deux gammes, l'utilisation de tubes spéciaux s'impose. L'impédance d'entrée de ces tubes doit être très élevée, sous peine de réduire fortement l'amplification. Pour une fréquence de 60 MHz, une lampe amplificatrice HF normale peut présenter une impédance d'entrée de 2 500 ohms seulement, tandis qu'un tube spécialement construit pour l'utilisation à ces fréquences peut avoir une impédance de 50 000 ohms. Les tubes électroniques prévus pour ces fréquences sont de dimensions très réduites, leurs électrodes sont très rapprochées les unes des autres et ils n'ont pas de culot.

Ces lampes ont été étudiées à la leçon précédente où elles étaient classées parmi les types spéciaux.

ETAGES AMPLIFICATEURS A CIRCUITS ACCORDES

Considérons un étage amplificateur Haute Fréquence (voir **figure 2**). La lampe est une pentode à pente variable; l'antenne est couplée à la grille de commande par un transformateur HF dont le secondaire est accordé sur la fréquence du signal à recevoir. La polarisation est obtenue au moyen d'une résistance variable placée dans le circuit de cathode: en faisant varier la valeur de cette résistance, on augmente ou on diminue la tension de polarisation de la grille G1. Cet étage est couplé au suivant au moyen d'un autre transformateur HF.

Le signal à haute fréquence, reçu par l'antenne, peut passer successivement par plusieurs étages de ce type avant d'être appliqué au détecteur; passant par trois ou quatre circuits accordés, la sélectivité se trouve très fortement accrue. Chaque circuit laisse passer la fréquence sur laquelle il est accordé (fréquence de résonance), tandis qu'il atténue toutes les autres. De même.

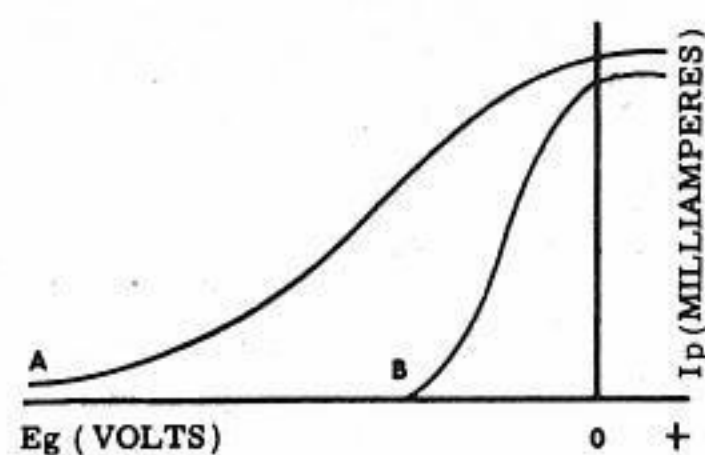


Fig. 1 A - Courbe I_p - V_g d'une pentode à pente variable. B) Pentode à forte pente fixe.

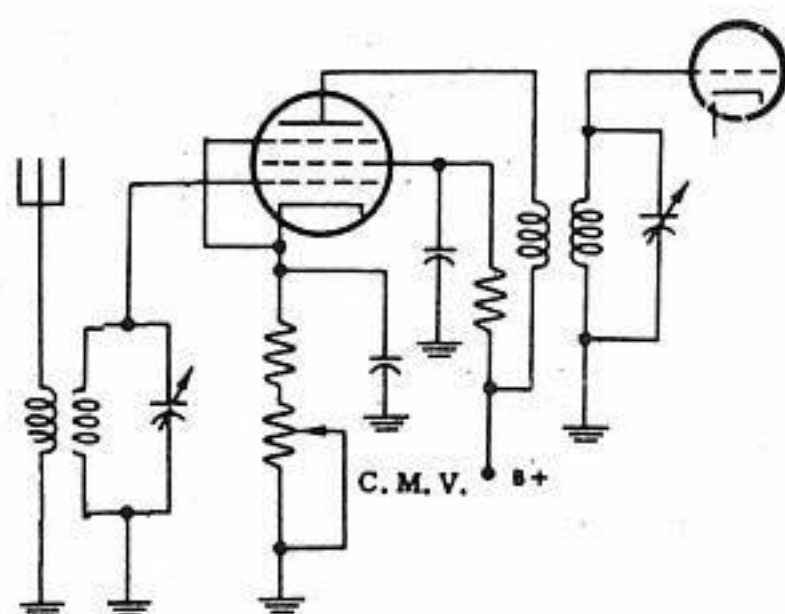


Fig. 2 - Commande manuelle de gain d'un étage amplificateur HF.

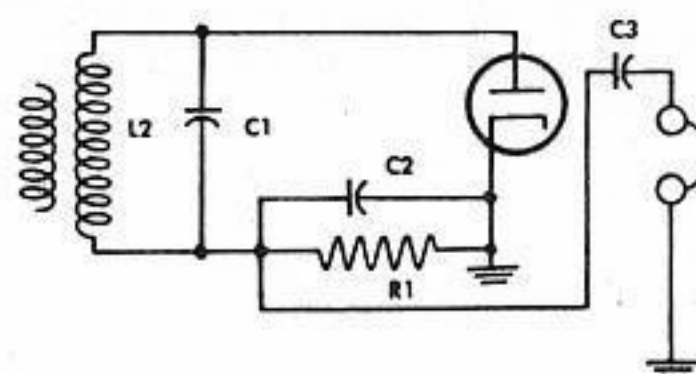


Fig. 3 A - Montage typique d'une détectrice diode. Le signal BF est recueilli aux bornes de R_1 et C_2 .

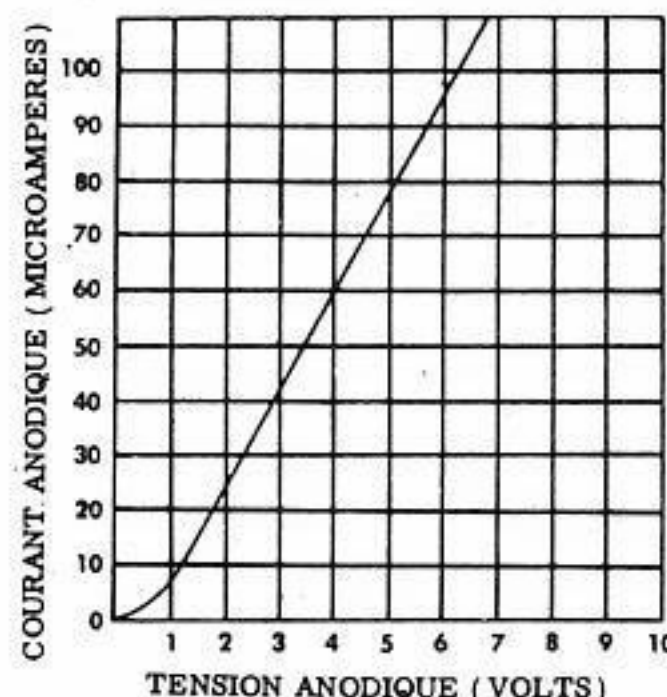


Fig. 3 B - Courbe caractéristique d'une diode.

la sensibilité augmente considérablement en raison de l'amplification apportée par chaque étage successif.

MONTAGES DETECTEURS

La détection a pour fonction de redresser et de filtrer le signal, ce qui sépare la modulation de l'onde porteuse. Dans la plupart des récepteurs, la détection se fait au moyen d'une lampe ou d'une diode à cristal. On compte six types différents de montages détecteurs à lampe: la détection par diode, par la plaque, par la grille, la détection à impédance infinie, la détection à réaction et à super-réaction. Le type le plus fréquemment utilisé dans les récepteurs modernes est le détecteur à diode (lampe ou cristal).

Détection diode

Considérons le montage détecteur par diode de la figure 3-A: aucune tension anodique n'est appliquée sur la plaque.

La tension à haute fréquence présente aux bornes du circuit oscillant constitué par L_2 et C_1 est appliquée directement sur la plaque de la diode. Etant donné que le courant ne peut passer à travers la diode que quand sa plaque est positive par rapport à la cathode, le courant à haute fréquence se trouve être automatiquement redressé. La diode est conductrice pendant l'alternance positive et le condensateur C_2 se charge sous l'effet de la d.d.p. produite par le courant aux bornes de R_1 . Pendant l'autre alternance (quand la plaque devient négative), la diode ne conduit plus et C_2 se décharge en partie dans R_1 (résistance de charge). Mais la valeur ohmique de cette résistance est tellement grande que la décharge du condensateur ne peut se faire complètement avant l'alternance positive suivante. Il en résulte que la charge du condensateur C_2 suit uniquement les crêtes positives du signal à haute fréquence. Etant donné que les signaux de modulation sont représentés, point par point, par ces crêtes (qui sont les enveloppes de la mo-

dulation), la charge de la capacité reproduit la basse fréquence de modulation.

La courbe courant/tension d'une diode est linéaire, sauf pour les valeurs très faibles de sa tension plaque (voir figure 3-B). Cela signifie que, si l'intensité du signal est suffisante, la réponse de la diode est linéaire et se maintient telle jusqu'à ce que le courant de saturation soit atteint. La fidélité de reproduction de la diode est très grande, même dans le cas de signaux dont le taux de modulation approche de 100% et son rendement dans un circuit correctement conçu peut atteindre 90%.

Par contre, la sensibilité et la sélectivité d'un étage détecteur à diode laissent à désirer; ces inconvénients sont toutefois peu sensibles dans les récepteurs modernes où la sélectivité et la sensibilité sont apportées par les étages amplificateurs précédant la détection.

Détection par l'anode

Considérons maintenant le montage de la figure 4-A. On constate qu'il représente un étage amplificateur à triode dans lequel la grille a été polarisée au voisinage de la tension d'interdiction du courant plaque (cut-off), de telle sorte qu'en l'absence de signal, le courant anodique soit extrêmement faible. Comme on peut le voir sur le graphique montrant la courbe caractéristique I_p/V_g , (figure 4-B), la triode n'est conductrice que pendant l'alternance positive de la tension de grille tandis que le courant anodique est presque nul pendant l'alternance négative. Le courant anodique apparaît donc sous forme de demi-sinusoides d'amplitudes variables et reproduit fidèlement l'allure du signal de modulation.

R_1 et C_2 fixent la polarisation cathodique de la triode, tandis que C_3 et L_3 forment un circuit de filtrage: en effet, C_3 oppose une impédance élevée à la composante à basse fréquence (porteuse). L_3 joue un rôle inverse, c'est-à-dire qu'elle bloque la HF et laisse passer la BF. Il en résulte que la haute fréquence résiduelle (porteuse) est dérivée vers la masse tandis que le cou-

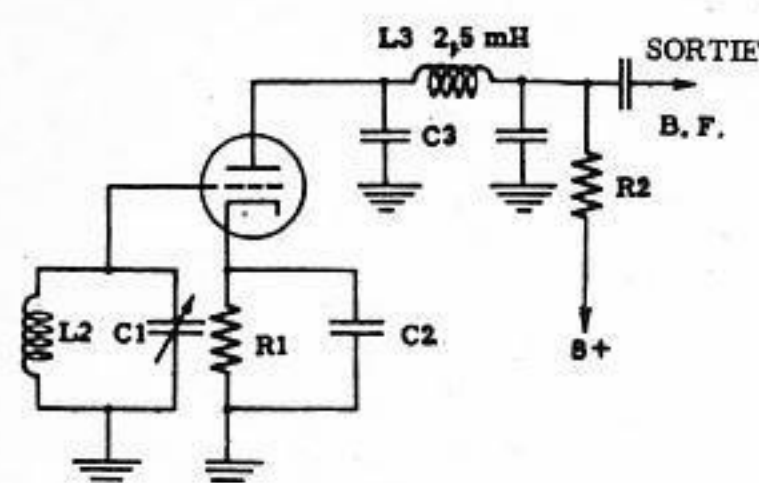


Fig. 4 A - Schéma de principe par caractéristique de plaque. Le signal BF est recueilli aux bornes de R2, après avoir été filtré par C3 et L3.

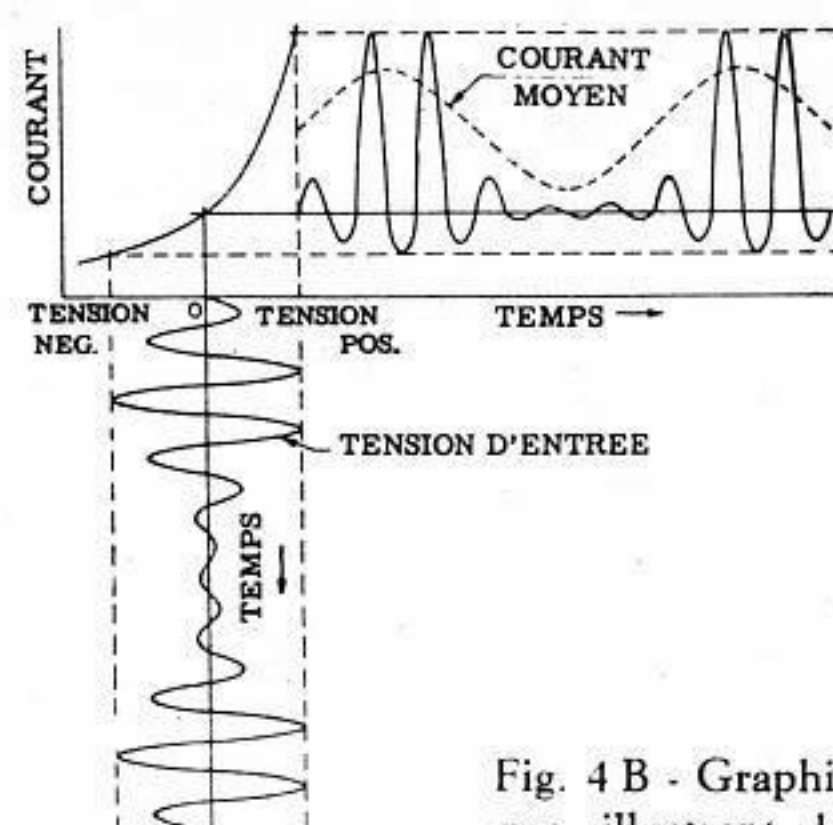


Fig. 4 B - Graphique illustrant le fonctionnement du détecteur par courbure de la caractéristique d'anode.

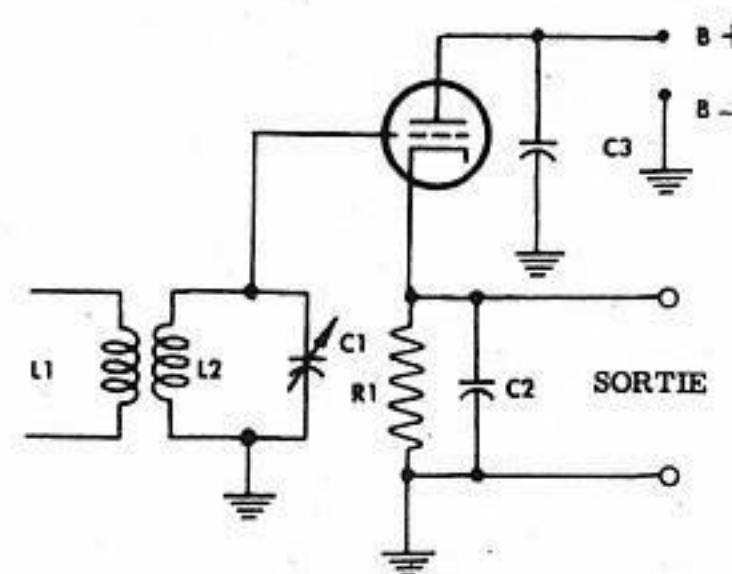


Fig. 5 - Schéma d'une détectrice à impédance infinie. Les signaux BF sont recueillis aux bornes de R1 et de C2.

rant à fréquence acoustique (modulation) est transmis librement.

R2 est la « résistance de charge », elle est parcourue par la composante BF du courant anodique; la chute de tension présente à ses bornes reproduit la tension de modulation qui est transmise à l'étage suivant.

La sensibilité et la sélectivité d'un détecteur par caractéristique de plaque sont excellentes. En effet, la sensibilité est élevée en raison de l'amplification apportée par le tube lui-même et la sélectivité l'est également du fait qu'aucun courant grille ne venant absorber une partie de l'énergie du signal, le facteur de surtension du circuit oscillant d'entrée reste très élevé.

La pureté de la détection n'est altérée que lorsque le signal a une amplitude si faible que le fonctionnement se situe dans la partie inférieure de la caractéristique (partie coudée), ou bien lorsque son amplitude est suffisamment grande pour atteindre le point de saturation du courant anodique.

L'amplitude minimale et maximale du signal à appliquer sont déterminées d'une part par la tension négative de la grille, et par la tension de saturation d'autre part. Pour un grand nombre de tubes électroniques, ces limites sont suffisamment étendues pour qu'il n'en résulte aucun inconvénient pratique.

Détecteur à impédance infinie

Il s'agit là d'un système de détection qui réunit les avantages de la détection par diode et ceux de la détection plaque. Comme dans le cas de diode, il admet des signaux d'amplitudes très différentes et, comme le détecteur anodique, il ne provoque aucun amortissement du circuit d'accord. Sa sensibilité et sa sélectivité sont donc excellentes.

La figure 5 en donne le schéma de principe. Comme on le voit, R1 et C2 placés dans le circuit de cathode de la triode fournissent une tension de polarisation voisine de celle annulant le courant plaque. La capacité de C2 est telle qu'elle équivaut à un court-cir-

cuit pour la haute fréquence, tandis qu'elle ne laisse pas passer la basse fréquence.

En l'absence de signal sur la grille le courant anodique est minimum, la chute de tension aux bornes de R1 est donc très faible et de valeur constante. Pendant les alternances positives du signal, le courant anodique produit par la composante HF passe dans C2 qui le dérive vers la masse, tandis que la composante BF ne peut passer. Pendant l'alternance négative, C2 se décharge en partie à travers R1. On en déduit donc que le condensateur C2 se charge et se décharge au rythme des signaux BF de la modulation. Il en résulte que seul le courant à fréquence acoustique est présent aux bornes du circuit de sortie.

Toute augmentation de l'intensité du signal appliqué à la grille se traduit par une augmentation de l'amplitude du signal BF présent aux bornes de R1. Ainsi, à toute augmentation de la tension sur la grille correspond une augmentation de la tension sur la cathode. En d'autres termes, la tension de la cathode suit la tension de la grille, et celle-ci ne peut jamais devenir positive par rapport à la cathode elle-même. Il apparaît donc clairement que la grille restant toujours négative, aucun courant grille ne peut prendre naissance, l'impédance grille-cathode est toujours infinie et la lampe ne peut, en aucune façon, charger le circuit oscillant d'entrée. Le facteur de surtension Q de ce circuit conserve donc toujours sa valeur la plus élevée.

Détection par la grille

On peut assimiler ce système de détection à un détecteur diode suivi d'un étage amplificateur, avec la différence que tous deux sont réunis dans une seule lampe. En effet, la grille et la cathode de la triode agissent à la fois comme une diode et comme les électrodes d'un tube amplificateur. On peut d'ailleurs employer indifféremment une triode ou une pentode; la figure 6-A donne le schéma d'un étage détecteur par la grille, à lampe triode.

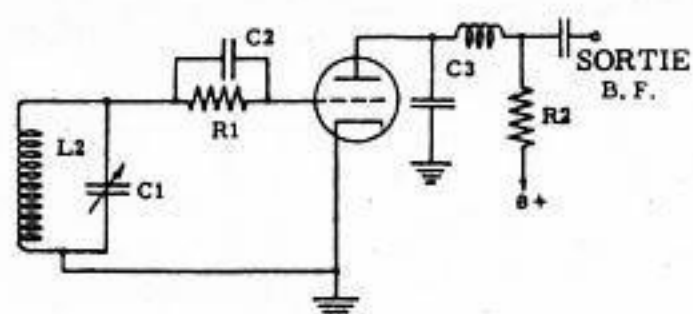


Fig. 6A - Schéma de principe d'une détection par la grille. Elle équivaut à une détection diode à laquelle s'ajoute une certaine amplification fournie par la triode.

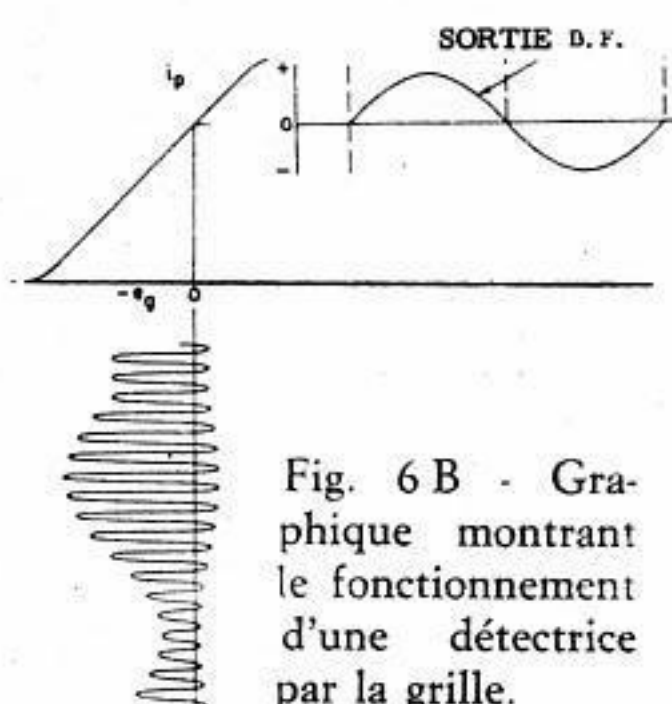


Fig. 6B - Graphique montrant le fonctionnement d'une détectrice par la grille.

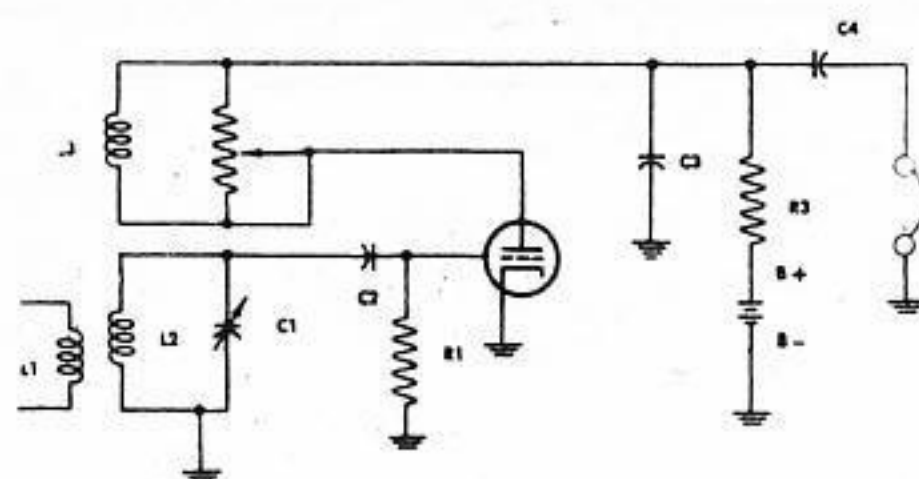
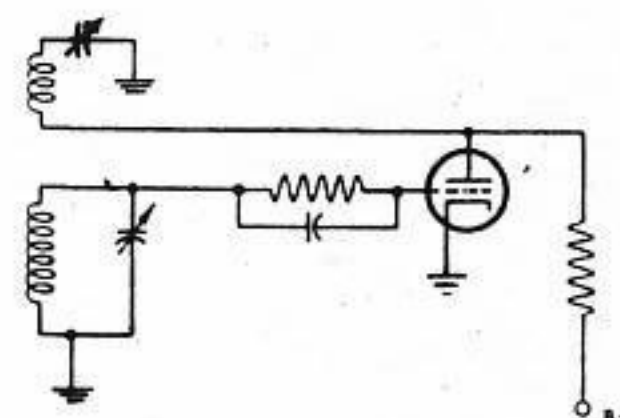


Fig. 7 - Schéma d'une détectrice à réaction. On peut constater qu'il est semblable à celui d'une détectrice grille. La réaction introduite par le couplage plaque et grille augmente considérablement la sensibilité.

Fig. 8 - Autre montage de détectrice à réaction. Dans ce cas, la réaction est contrôlée par un condensateur variable au lieu de l'être par un potentiomètre.



Lorsqu'on applique un signal sur la grille de la triode, un courant grille apparaît pendant les crêtes des alternances positives. Etant donné que la réactance pour la Haute Fréquence du condensateur de grille C2 est très inférieure à la résistance R1, le condensateur se charge pendant les alternances positives. Pendant l'alternance négative, le courant grille devient nul (ou très faible) et C2 se décharge partiellement à travers R1. La décharge de ce condensateur est tellement lente qu'il peut suivre les variations de d.d.p. de la modulation (BF), mais non celles de la porteuse (HF). Il en résulte qu'un signal à fréquence acoustique prend naissance aux bornes de R1-C2 et est appliqué à la grille de la triode pour y être amplifié.

Naturellement, seuls les signaux BF sont amplifiés et s'il reste quelques résidus de tension HF dans le circuit plaque du tube, ils sont dérivés à la masse par le condensateur C3 dont la réactance est très faible aux fréquences élevées.

Le signal amplifié est recueilli aux bornes de la résistance de charge anodique R2 laquelle, dans le cas d'une triode, peut être remplacée par l'enroulement primaire d'un transformateur BF. Ce dernier ne peut être employé dans le cas d'une pentode, car il devrait présenter une impédance pratiquement irréalisable pour charger convenablement le tube; on monte alors une résistance de charge de valeur assez élevée.

Normalement, ce type de détecteur peut fonctionner avec des signaux d'amplitude notable appliqués sur sa grille. Comme le montre la figure 6-B, le fonctionnement se situe dans la partie rectiligne de la courbe caractéristique i_p/v_g . Sa sensibilité est excellente, car le signal détecté est également amplifié par le tube; c'est en fait le plus sensible des détecteurs.

Par contre sa sélectivité est moins bonne que celle des deux montages précédents car la présence du courant grille, pendant une partie du cycle de fonctionnement, produit un amortissement du circuit d'accord et diminue son coefficient de surtension. Cependant la dé-

tection grille permet d'obtenir une reproduction fidèle des signaux dont l'amplitude peut varier largement.

Détectrice à réaction

La détectrice à réaction est un cas particulier de détection par la grille. Comme on le voit sur la figure 7, une bobine dite « de réaction » se trouve insérée dans le circuit anodique du tube et est couplée au circuit oscillant de grille auquel elle transmet une partie de l'énergie. Ce procédé permet de renforcer considérablement le signal d'entrée. En effet, le signal reçu est non seulement détecté et amplifié par la lampe (tout comme dans le cas d'une détection grille ordinaire), mais une partie de ce signal déjà amplifié est renvoyée à l'entrée du tube et subit une nouvelle amplification. Ce système permet d'obtenir une sensibilité très supérieure à celle de tous les autres types de détecteurs précédemment décrits. Toutefois, ce montage présente quelques difficultés pratiques et sa mise au point est assez critique.

Si la tension de réaction est trop élevée (couplage trop serré entre L2 et L3), le circuit fonctionne en oscillateur, produisant des sifflements intolérables dans le circuit de sortie et provoquant des interférences dans tous les récepteurs voisins. Cette tendance à l'auto-oscillation peut être profitable lorsqu'il s'agit de recevoir des signaux télégraphiques transmis en ondes entretenues, c'est-à-dire non modulées. Dans ce cas, la résistance variable R2 placée en parallèle sur la bobine de réaction L3 est réglée de manière à ce que le circuit entre en oscillations. La fréquence d'oscillation est légèrement différente de celle de réception (sur laquelle le circuit oscillant L2 et C1 est accordé) et cela produit dans les écouteurs un battement audible (entre le signal reçu et le signal local) dont la fréquence peut être réglée par R2.

Il existe d'autres montages de détectrice à réaction qui diffèrent légèrement de celui représenté sur la figure 7. Le principe reste toutefois le même et seuls les moyens pratiques diffèrent.

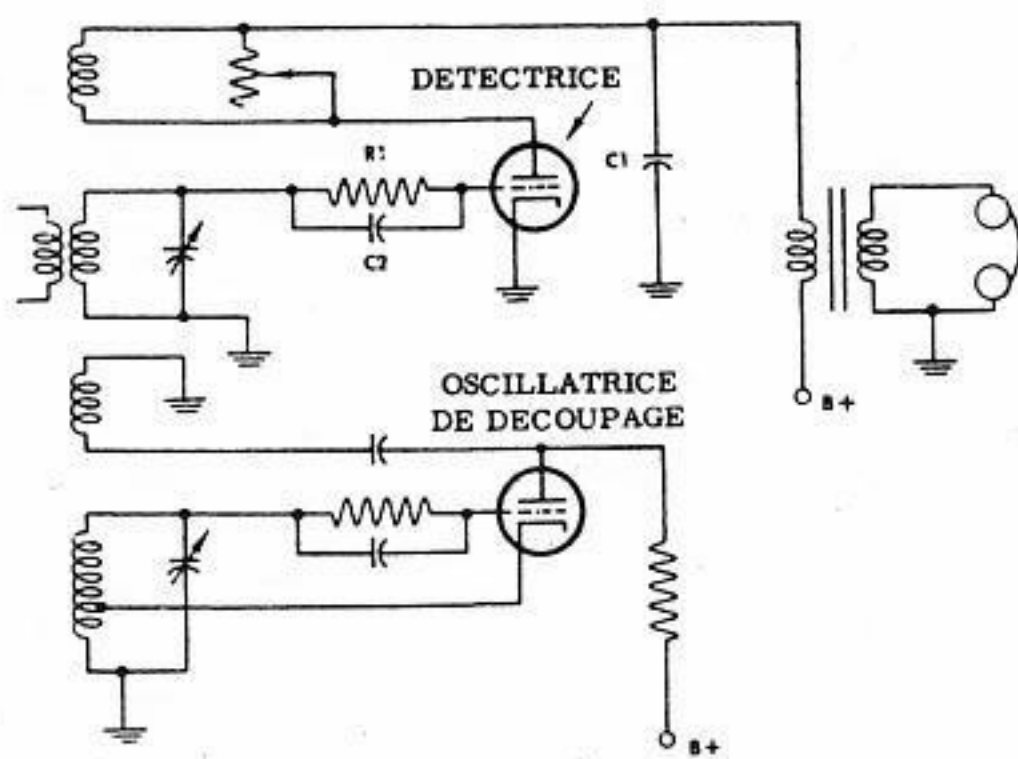


Fig. 9 - Schéma de principe d'une détectrice à super-réaction. Elle est à conseiller aux très hautes fréquences.

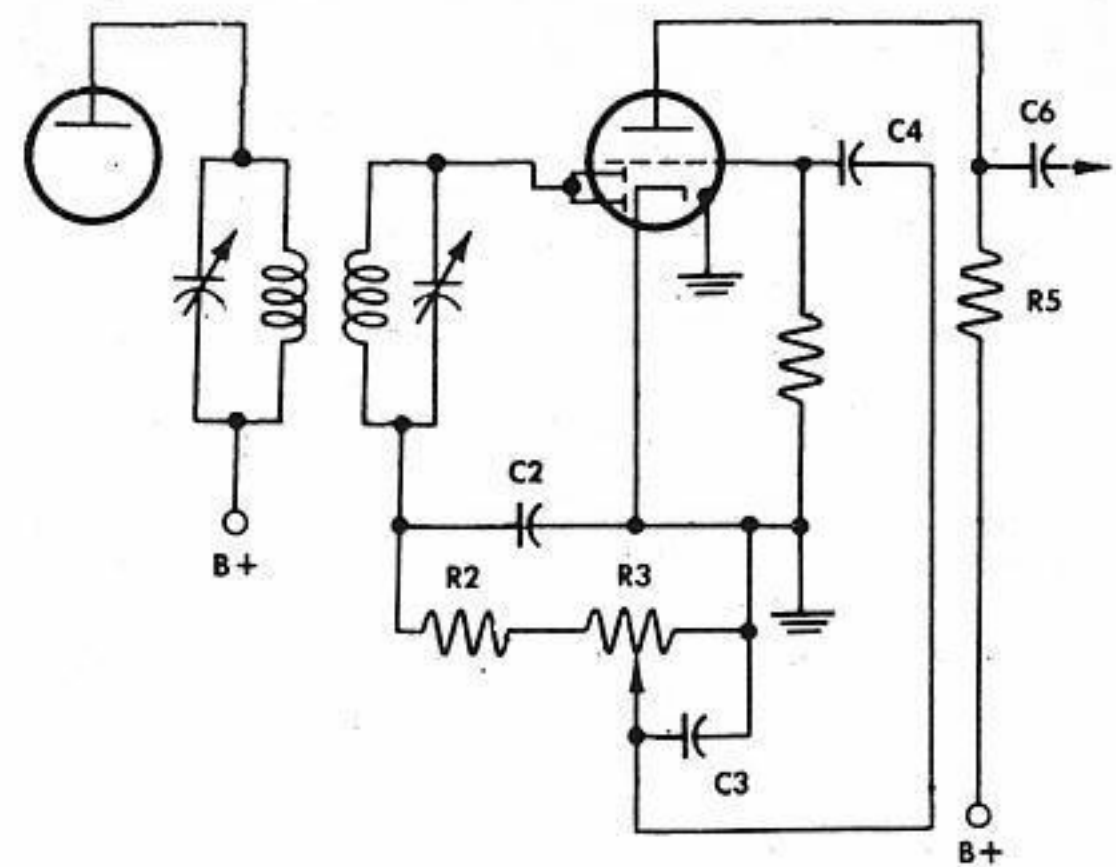


Fig. 10 - Schéma d'une détectrice diode. La diode est combinée avec une triode qui amplifie le signal BF. R3 est la commande manuelle de volume.

C'est ainsi que, par exemple, (voir la **figure 8**) la réaction peut être obtenue au moyen d'une bobine dont une extrémité est directement reliée à la plaque du tube, tandis que l'autre retourne à la masse à travers un condensateur variable.

Le contrôle de la réaction peut également se faire de diverses manières: on peut la contrôler au moyen d'un potentiomètre branché en parallèle sur la bobine de réaction, ou par un condensateur variable en parallèle ou en série avec cette bobine, ou encore en faisant varier le degré de couplage entre les deux bobines.

Dans le cas où la lampe est une pentode, la réaction peut être commandée au moyen d'un potentiomètre réglant la tension de la grille-écran. Dans ce cas le coefficient d'amplification du tube varie et, en conséquence, l'amplitude du signal présent dans le circuit plaque en fait de même. Il est évident que pour un couplage donné entre les deux bobines, la fraction de signal renvoyé sur la grille a une amplitude proportionnelle à celle du signal existant dans le circuit anodique du tube.

La réaction peut être positive ou négative. Dans le premier cas, le signal renvoyé de la plaque sur la grille est en phase avec le signal reçu, dans le second cas au contraire, il est en opposition de phase. Le passage de l'un à l'autre se fait en inversant les connexions aboutissant à la bobine de réaction. Dans le cas d'une détectrice à réaction, la réaction doit être positive.

Détectrice à super-réaction

Ce type de montage présente une grande analogie avec celui cité plus haut pour la réception des signaux télégraphiques.

Quand la détectrice oscille, l'amplitude des oscillations est commandée par l'amplitude du signal d'entrée à haute fréquence. Le temps d'oscillation est contrôlé par un oscillateur auxiliaire, dit oscillateur de découpage, fonctionnant sur une fréquence de l'ordre de 20 kHz, également couplé à la grille de commande de la lampe détectrice. Quand ses tensions sont en phase avec le si-

gnal reçu, la détectrice oscille, tandis que lorsqu'elles sont en opposition de phase, la détectrice est bloquée.

En conséquence, chaque fois que les oscillations se produisent, une tension pulsée dont l'amplitude est contrôlée par celle du signal Haute Fréquence reçu sur la grille est recueillie dans le circuit plaque de la lampe détectrice. Le montage est celui de la **figure 9**. Les impulsions successives ont donc une amplitude qui varie au rythme de la tension de modulation. Elles sont filtrées par C1, de telle sorte que seules les tensions à fréquence acoustique (modulation) parviennent au primaire du transformateur de sortie.

Pour éviter que la fréquence de découpage ne soit perçue dans les écouteurs, ce qui gênerait considérablement la réception des signaux de modulation, il faut que l'oscillateur de blocage fonctionne sur une fréquence située en dehors de la gamme des sons audibles; c'est pourquoi elle doit être de l'ordre de 20 kHz. En outre, le rapport entre la fréquence de l'onde reçue et celle de l'oscillateur auxiliaire doit être au moins de 100/1, pour éviter la production de bruits parasites très importants. Il en résulte qu'avec une fréquence de découpage de 20 kHz, la fréquence des signaux à recevoir doit être supérieure à 2 000 kHz.

Le montage à super-réaction convient particulièrement à la réception des VHF et il est encore employé quelquefois dans les récepteurs d'amateurs.

Les récepteurs à super-réaction sont compacts, légers et peu coûteux; ils consomment peu d'énergie pour leur alimentation et ils procurent une amplification énorme, compte tenu du petit nombre de lampes utilisées. La sensibilité est très grande, mais la fidélité et la sélectivité laissent fort à désirer à cause de l'amortissement du circuit d'accord par le courant grille de la détectrice. L'amplitude des signaux appliqués à ce détecteur peut varier dans de larges limites.

Détection avec lampe multiple

Une des lampes spéciales à éléments multiples employées en détection est la diode-triode (ou la diode-pentode).

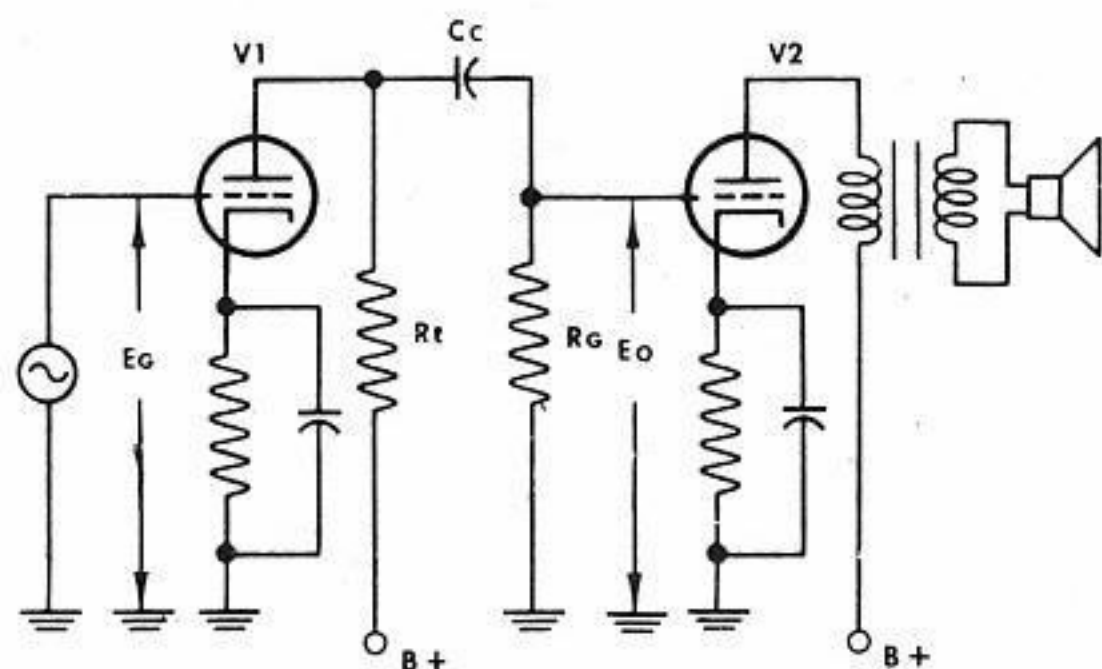


Fig. 11 - Amplificateur Basse Fréquence composé d'un étage préamplificateur et d'un étage amplificateur de puissance. A la place du générateur se branche la sortie de l'étage détecteur.

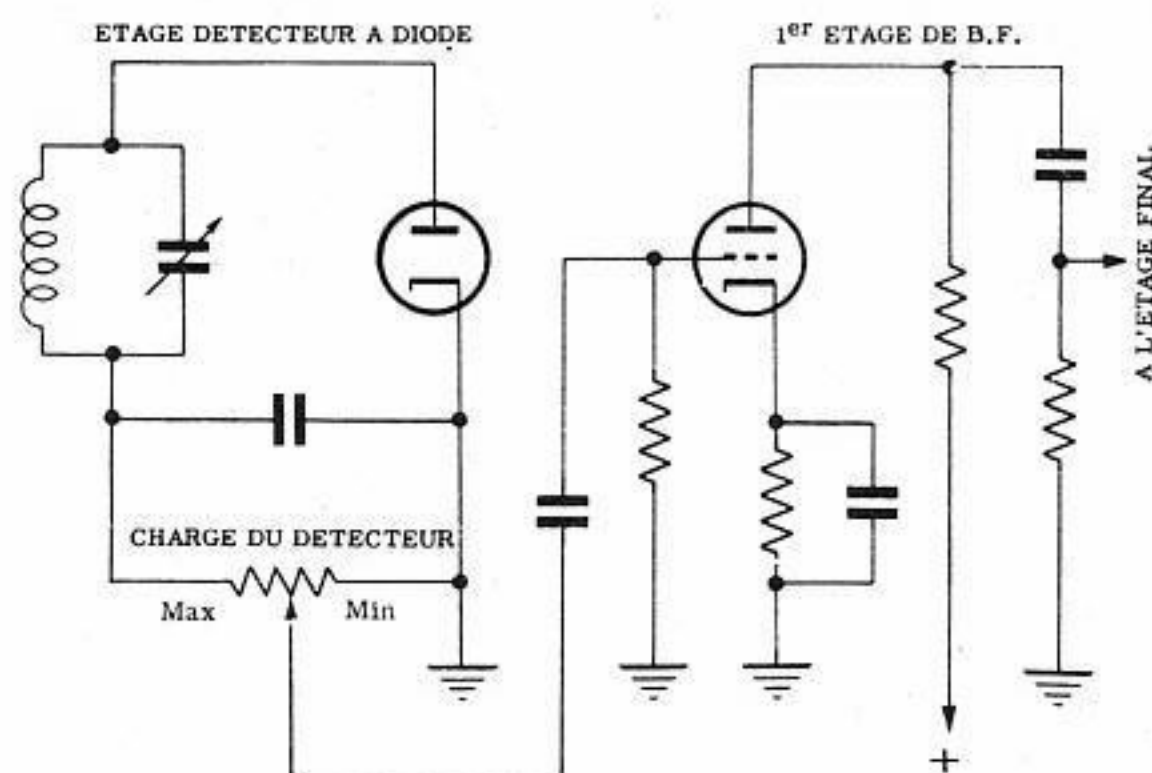


Fig. 12 - Dans ce montage de détection par diode, le potentiomètre monté en charge de diode sert de commande manuelle de volume.

La figure 10 donne le schéma d'utilisation d'un tel type de tube; il montre un étage détecteur diode suivi d'un amplificateur BF à triode. Dans ce cas, une seule lampe fournit à la fois la détectrice et la préamplificatrice BF. Elle contient une triode, composée d'une cathode, d'une grille et d'une plaque, et de deux diodes. Dans notre circuit, les deux plaques des diodes sont reliées ensemble pour ne former qu'une seule diode. Le circuit accordé — branché entre les plaques des diodes et la cathode — reçoit le signal, déjà amplifié par les étages précédents, et une d.d.p. se développe à ses bornes. Quand les plaques de la diode sont positives par rapport à la cathode, la diode devient conductrice.

R2 et R3, en série, constituent la résistance de charge de la diode; la haute fréquence résiduelle pouvant subsister après détection, est dérivée à la masse par C2. R3 est un potentiomètre qui prélève le signal B. F. sur une partie de la résistance de charge de la diode et l'applique sur la grille de la triode amplificatrice, à travers le condensateur de couplage C4. L'amplificateur BF triode, dont le gain est élevé, fournit la tension d'excitation à la grille d'une lampe amplificatrice de puissance. R5 est la charge de plaque de la triode.

LES ETAGES BASSE FREQUENCE

Il y a deux types d'amplificateurs BF: les amplificateurs de tension et les amplificateurs de puissance. Quand la Basse Fréquence (c'est-à-dire la modulation) doit être reproduite au moyen d'écouteurs, la partie BF d'un récepteur ne comporte qu'un ou deux étages amplificateurs de tension. Par contre, lorsqu'on désire une écoute sur haut-parleur, ou quand on veut brancher plusieurs écouteurs en parallèle, on utilise deux étages d'amplification ou plus, dont l'un est un amplificateur de tension et les autres, des amplificateurs de puissance.

L'amplificateur de tension BF a pour fonction de donner au signal une amplitude suffisante pour attaquer dans de bonnes conditions la grille de l'étage de puissance, ou pour faire fonctionner les écouteurs. Il peut

être équipé soit d'une triode, soit d'une pentode. Dans la plupart des cas, on utilise un tube ayant un coefficient d'amplification moyen, particulièrement quand les étages précédant le détecteur, amplificateur HF ou MF, fournissent un signal déjà suffisamment amplifié. Habituellement, le couplage entre l'amplificatrice de tension et l'étage de puissance se fait par résistance et capacité.

L'amplification en tension d'une triode à pente moyenne, fonctionnant sur une fréquence de l'ordre de 1000 Hz, est comprise entre 10 et 70 et sa résistance de charge doit être plusieurs fois supérieure à la résistance interne du tube. Nos lecteurs trouveront, dans nos 60ème et 63ème leçons, des tableaux donnant les valeurs des éléments et les tensions de fonctionnement pour un très grand nombre de types de lampes.

L'amplificateur de puissance transforme en quelque sorte, le courant continu d'alimentation en « puissance en courant alternatif ». Si nous utilisons une triode, elle devra avoir une faible résistance interne. Le transfert maximum de puissance, c'est-à-dire le meilleur rendement, est atteint lorsque l'impédance de charge est égale à la résistance interne; toutefois on la choisit de valeur plus faible pour réduire les distorsions. Généralement, les amplificateurs de puissance sont équipés de tétrodes à faisceaux ou pentodes, dont l'efficacité, c'est-à-dire le rendement, est supérieure à celle des triodes. Il existe en effet des tétrodes qui délivrent une puissance modulée double de celle fournie par une triode, avec une tension d'attaque de grille quatre fois plus faible que celle qui serait nécessaire pour la triode. Dans le cas de tétrodes ou de pentodes on prévoit une impédance de charge égale au dixième de la résistance interne du tube.

En nous reportant à la figure 11 qui donne le schéma de principe d'un amplificateur Basse Fréquence à deux étages (amplification de tension et de puissance), nous voyons qu'un générateur placé dans le circuit de grille de V1 (amplificatrice de tension), figure la source du signal (il représente, en fait l'étage détecteur). Ce signal est amplifié par V1 et est transmis à la grille de V2 par le condensateur de liaison ou de couplage Cc. La lampe

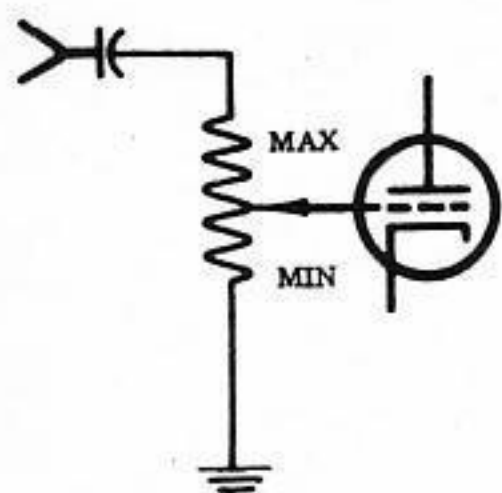


Fig. 13A - Montage d'une commande manuelle de volume à amplificateur à couplage par transformateur.

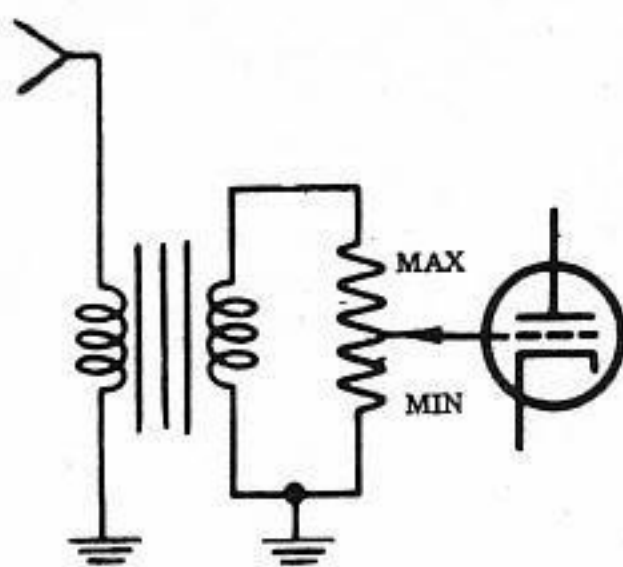


Fig. 13B - Montage d'une commande manuelle de volume à l'entrée d'un étage amplificateur à couplage par résistance-capacité.

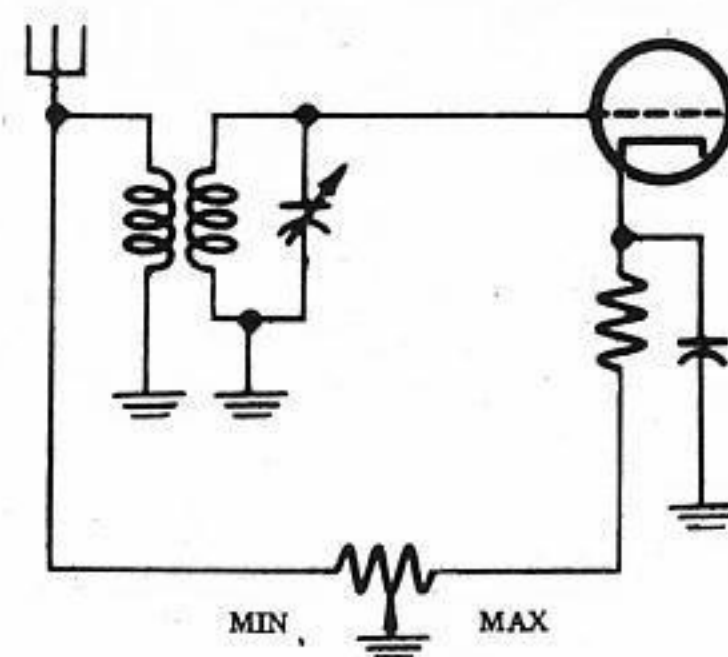


Fig. 14 - Dans ce schéma, le potentiomètre est branché de manière à commander le volume en agissant aussi bien sur l'amplification fournie par le tube (en faisant varier sa polarisation) que sur l'amplitude du signal capté par l'antenne (couplée à la grille de la lampe au moyen d'un transformateur à secondaire accordé).

V2 qui est l'amplificatrice de puissance, est couplée à son tour au haut-parleur au moyen d'un transformateur. Le rôle de celui-ci consiste à adapter l'impédance de la bobine mobile (qui est très faible) à l'impédance de plaque du tube de puissance (qui est élevée), ainsi que nous l'avons déjà expliqué (voir les leçons sur les transformateurs BF).

COMMANDE DU VOLUME SONORE

Les signaux captés par l'antenne ayant des intensités différentes selon la distance et la puissance de l'émetteur sur lequel l'appareil récepteur est accordé, et le volume sonore nécessaire à une écoute agréable étant fonction des goûts de l'auditeur et des dimensions de la pièce où est situé le récepteur, il faut de toute évidence que ce volume puisse être réglé à volonté. Dans un récepteur bien conçu, on s'efforce de faire en sorte que les signaux très faibles et ceux très puissants soient reproduits, et donc entendus avec la même intensité. Ce contrôle de la puissance sonore se fait au moyen de dispositifs appelés **commande de volume**, dont il existe trois types distincts: a) la commande manuelle de l'intensité des signaux BF; b) la commande manuelle de l'intensité des signaux HF; c) la commande automatique de l'amplification HF.

COMMANDE MANUELLE DE L'INTENSITE DU SIGNAL BF

La commande de l'intensité des signaux dans la partie basse fréquence d'un récepteur s'appelle **commande manuelle de volume**. On la réalise au moyen d'un potentiomètre monté en résistance de charge du détecteur **figure 12**. Le curseur de ce potentiomètre qui peut être déplacé d'un bout à l'autre de la résistance, peut prélever une partie plus ou moins grande de la tension BF fournie par le détecteur. De cette façon on dose l'amplitude du signal qui est ensuite envoyé sur la grille du premier tube amplificateur BF. Sur cette même figure sont indiquées les positions du curseur pour le maximum et le minimum de puissance sonore.

Le potentiomètre de commande manuelle de volume peut être branché de façon différente comme le montre la **figure 13**. En **A**, le détecteur est relié au sommet du potentiomètre par l'intermédiaire d'un condensateur de couplage; le curseur du potentiomètre va directement à la grille de commande de la première lampe amplificatrice BF. Le potentiomètre sert de résistance de fuite de grille et le curseur prélève la quantité de signal requise pour fournir le volume sonore désiré.

En **B** de cette même figure, l'étage détecteur est couplé à l'amplificatrice BF au moyen d'un transformateur; dans ce cas, le potentiomètre de commande manuelle de volume est branché aux bornes du secondaire et le curseur est relié directement à la grille du tube. Dans ce montage, le potentiomètre et le transformateur forment un circuit fermé (ils sont en parallèle l'un sur l'autre), et le curseur permet de prélever la tension du signal nécessaire pour attaquer la grille de la lampe amplificatrice.

COMMANDE MANUELLE DE L'AMPLIFICATION HF

L'amplitude des signaux à haute fréquence peut être commandée directement dans le circuit d'antenne. Dans ce cas, l'antenne est reliée au curseur d'un potentiomètre ou bien c'est le curseur qui est relié à la masse tandis que l'antenne est branchée à l'une de ses extrémités; ou bien encore, le curseur est relié à la grille de la première lampe amplificatrice HF par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison, tandis que le circuit accordé se trouve branché entre cette grille et la masse. Dans chacun de ces cas, le potentiomètre permet de doser la quantité du signal transmis à la grille.

L'amplitude du signal à haute fréquence peut également être contrôlée directement dans les divers étages d'amplification en faisant varier le gain de ces étages. Ce système est connu sous le nom de **commande manuelle de sensibilité**, ou de gain. Comme on le voit sur le schéma de la **figure 14**, une résistance variable est insérée dans le circuit de cathode de la lampe amplificatrice HF, en série avec une résistance fixe qui assure un mi-

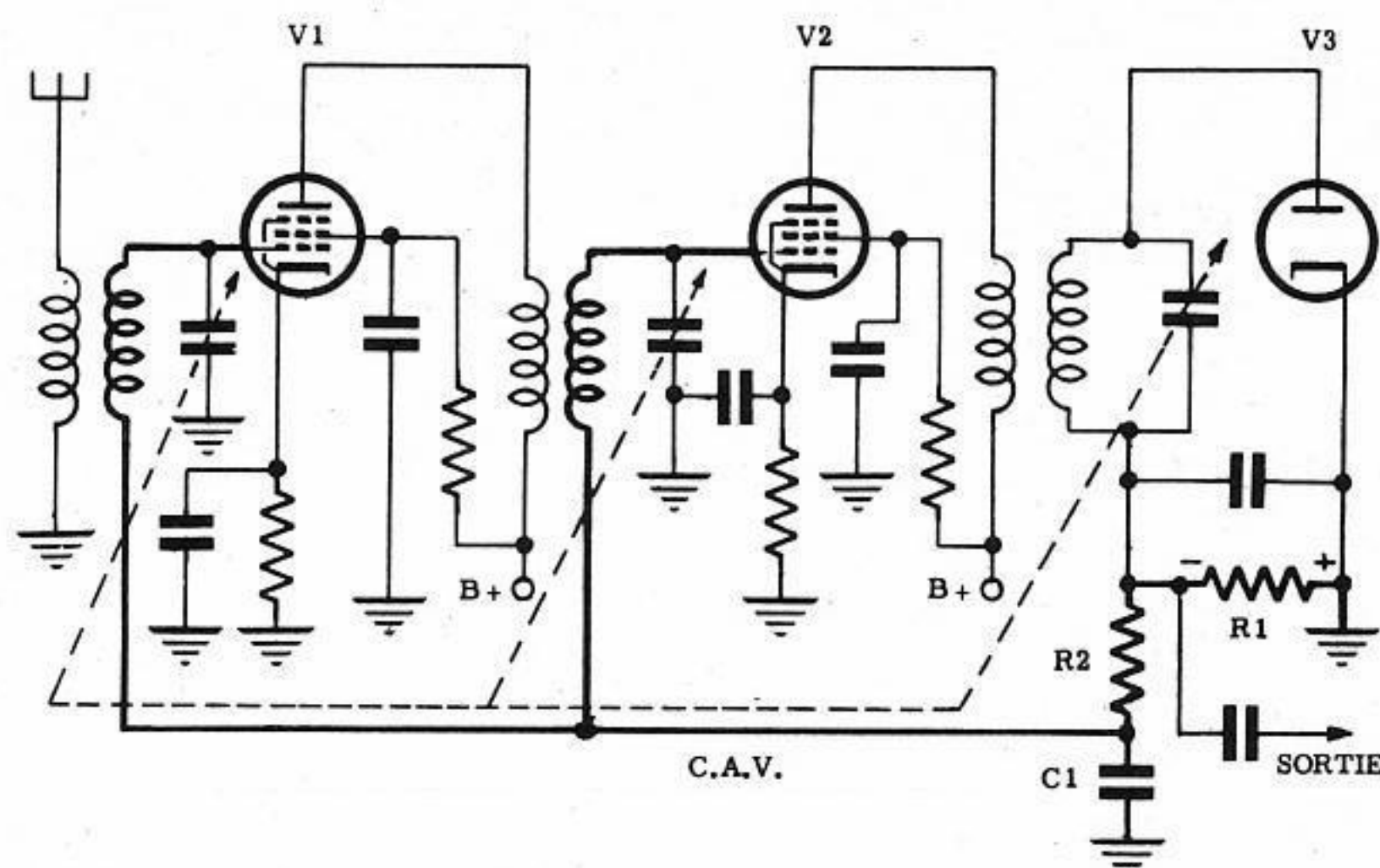


Fig. 15 - Amplificateur HF à circuits accordés. Les connexions relatives au circuit de CAV (Commande Automatique de Volume) ont été dessinées en traits gras.

nimum de tension de polarisation. En déplaçant le curseur on fait varier la tension de polarisation et en conséquence, l'amplification fournie par le tube. Il faut employer une lampe à pente variable qui seule permet d'obtenir une variation importante de gain sans introduire de distorsions. En pratique, le potentiomètre de commande manuelle de sensibilité est placé de préférence dans les circuits cathodiques de plusieurs étages, ce qui permet de contrôler simultanément le gain des divers étages amplificateurs HF et assure une commande plus souple et plus efficace.

La commande de volume sur l'antenne et la commande manuelle de gain peuvent être combinées au moyen d'un seul potentiomètre monté comme l'indique la figure 14. Dans ce montage, le potentiomètre contrôle aussi bien la valeur de la résistance placée en parallèle sur le primaire du transformateur d'entrée (antenne) que la tension de polarisation de la première lampe amplificatrice HF.

COMMANDE AUTOMATIQUE DE VOLUME

La commande de volume permet d'obtenir une puissance de sortie presque constante, que le signal reçu soit fort ou faible. Mais il n'est pas moins vrai que le phénomène connu sous le nom de « fading » (évanouissement), c'est-à-dire l'affaiblissement de l'onde par suite des perturbations rencontrées sur son parcours, et la grande diversité dans l'intensité de signaux reçus des émetteurs locaux ou lointains, font qu'il est impossible de trouver une position prédéterminée de la commande manuelle de volume procurant une puissance de sortie constante. C'est pour cette raison que l'on utilise la **commande de volume** (CAV) qui permet de pallier cet inconvénient et maintient à un niveau constant la puissance sonore fournie par le haut-parleur, quelle que soit l'intensité du signal reçu (tout au moins dans de larges limites). Généralement, la CAV commande le gain des étages amplificateurs HF précédant le détecteur, comme le montre la **figure 15**. Dans celle-ci, toute la partie du

circuit concernant la CAV a été dessinée en traits gras.

Naturellement là encore, il faut employer des tubes à pente variable, pour les mêmes raisons que celles indiquées plus haut.

V1 et V2 sont les amplificatrices HF, tandis que V3 est la détectrice diode. La tension nécessaire à la commande automatique de volume est fournie par la composante continue de la tension détectée qui apparaît aux bornes de la résistance de charge R1 du détecteur. L'amplitude de cette tension dépend de l'amplitude du signal appliqué à la diode; de plus, si la diode est branchée dans le sens convenable (comme sur la figure), cette composante continue est négative, par rapport à la masse.

Quand le signal reçu est de forte intensité, la tension présente aux bornes de R1 est élevée (en valeur absolue) et inversement. Cette tension négative variable est appliquée aux grilles de commande de V1 et de V2 à travers la résistance R2. Il en résulte une diminution du coefficient (ou de la pente) de ces tubes, diminution qui est fonction de l'amplitude du signal reçu. Si le signal reçu est faible, la tension de polarisation des tubes amplificateurs HF sera très réduite et leur gain sera élevé. Par contre, si le signal reçu est très puissant, la tension négative recueillie aux bornes de R1 et transmise aux grilles de V1 et de V2 sera importante et le gain de ces étages sera fortement réduit.

En résumé, la tension (négative) de CAV produit une diminution de l'amplification fournie par les lampes qui précèdent l'étage détecteur, mais comme cette diminution est proportionnelle à l'intensité du signal reçu à l'entrée du récepteur, la puissance de sortie (puissance sonore) reste pratiquement constante malgré les éventuelles variations du signal lui-même. Il convient en outre de noter que la diminution générale de l'amplification due au système de CAV est relativement peu importante comparée à l'amplification effective des divers étages.

Naturellement, on trouve aux bornes de R1 (outre

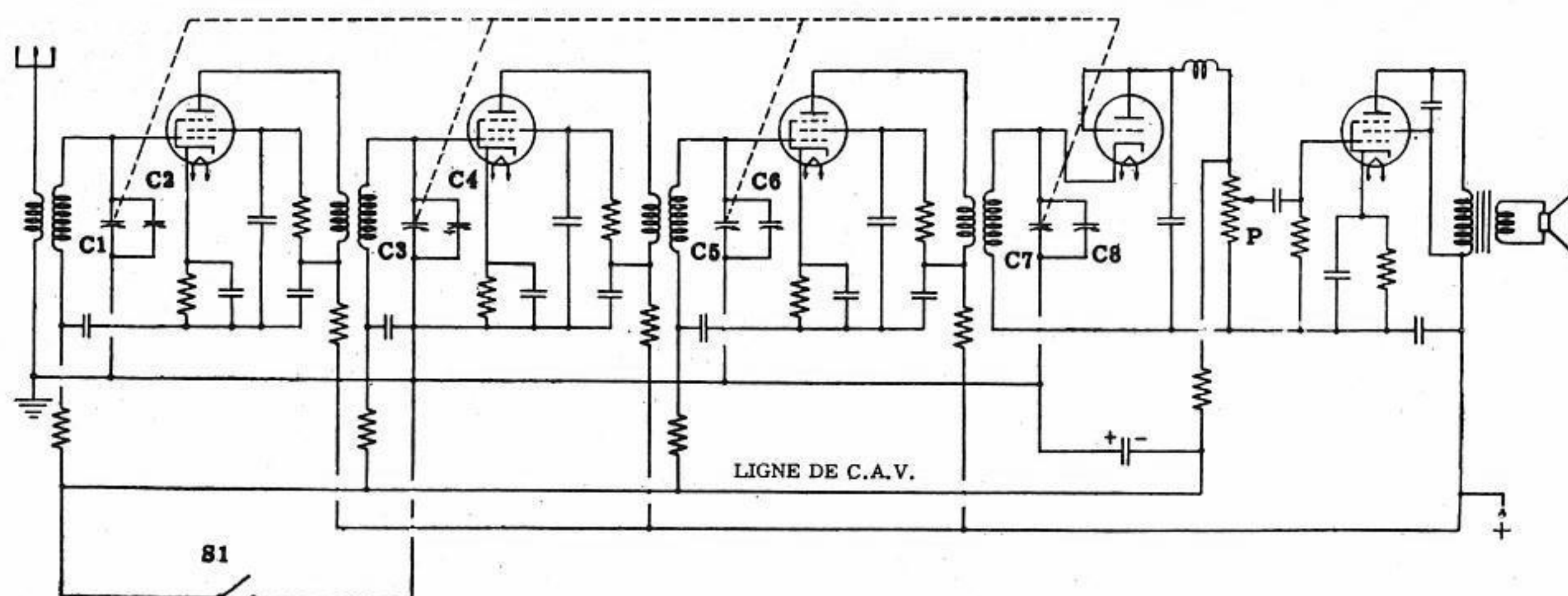


Fig. 16 - Schéma de principe d'un récepteur à amplification directe à 5 lampes. Les trois premiers tubes sont des amplificateurs HF, le quatrième est le détecteur et le cinquième est l'amplificateur de puissance BF. On remarquera la C.M.V. (P) et la ligne de C.A.V.

la composante continue) une tension alternative à fréquence acoustique (Basse Fréquence) qui est transmise à l'étage préamplificateur BF par un condensateur de liaison. Si cette tension était appliquée également aux grilles des tubes amplificateurs HF, il en résulterait de sévères distorsions; il faut donc prévoir un filtre — constitué par R2 et C1 — dont le rôle consiste à supprimer la composante BF et à ne transmettre que la tension négative de commande de CAV. La constante de temps de ce filtre est choisie de valeur telle que la composante alternative se trouve être totalement éliminée et que seule une tension continue est appliquée aux grilles de V1 et de V2.

RECEPTEUR A AMPLIFICATION DIRECTE

Nous avons étudié jusqu'à présent, étage par étage, les différentes parties d'un récepteur à amplification directe (ou à étages accordés), comprenant les amplificateurs HF, l'étage détecteur, l'amplificateur BF et les divers systèmes de commande de volume, c'est-à-dire de la puissance de sortie. Le moment est venu de rassembler ces différents circuits et de constituer le schéma d'un véritable récepteur à amplification directe, tel que celui dont le schéma de principe est donné sur la figure 16.

Nous voyons que l'antenne est couplée inductivement à la grille de la première lampe amplificatrice HF. Celle-ci est suivie de deux autres étages d'amplification HF et d'une détectrice (diode): quatre circuits oscillants (circuits d'accord HF) sont branchés à l'entrée de chaque étage et sont accordés simultanément par les condensateurs variables C1, C3, C5 et C7 montés sur un axe unique qui commande la rotation de tous les rotors en même temps. Les condensateurs C2, C4, C6 et C8 sont des ajustables réglés séparément pour obtenir l'alignement parfait des circuits, ce qui permet d'obtenir la commande unique, c'est-à-dire l'accord simultané de tous les circuits oscillants sur la même fréquence par un seul bouton. Tous ces étages sont couplés par des transformateurs HF, dont les primaires

sont apériodiques.

Les trois étages amplificateurs HF sont équipés de pentodes à pente variable. La détection se fait au moyen d'une diode, qui est en réalité une triode dont la grille et la plaque ont été reliées ensemble, pour former une diode.

La sortie du détecteur est couplée capacitivement à l'étage amplificateur BF, constitué également par une pentode dont la plaque est reliée au haut-parleur par l'intermédiaire d'un transformateur de sortie classique.

Tous les étages amplificateurs sont polarisés par la cathode. Un seul potentiomètre P, permet le réglage du volume sonore.

Quand l'interrupteur S1 est fermé, la ligne de CAV est court-circuitée et le circuit correspondant ne fonctionne pas. On a donc à sa disposition trois sortes de commandes de volume: la commande manuelle de gain pour une position de l'interrupteur et une commande, soit manuelle soit automatique, dans l'autre.

L'alimentation haute tension peut se faire au moyen d'une valve redresseuse à vide, redressant les deux alternances du courant, suivie d'un filtre en « π » avec entrée par condensateur.

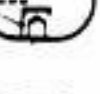
Ce type d'alimentation fournit une haute tension continue (égale à environ 0,9 fois la tension de crête du courant alternatif), mais la régulation de cette tension (stabilité de la tension lorsque la charge varie) laisse à désirer. Toutefois, le courant absorbé par le récepteur est d'une intensité relativement constante et ce type d'alimentation suffit dans la très grande majorité des cas. La tendance actuelle est de remplacer la valve redresseuse par des redresseurs à oxyde ou à semi-conducteurs (silicium).

Les récepteurs à amplification directe sont pratiquement abandonnés de nos jours et sont remplacés par les récepteurs superhétérodynes qui leur sont bien supérieurs en tous points car ils remédient à leurs principaux défauts qui sont: sensibilité et sélectivité non uniforme sur toute la gamme d'accord et difficulté d'obtenir un fonctionnement réellement satisfaisant aux fréquences élevées.

SYMBOLES - ABREVIATIONS

C.M.V.	=	Commande manuelle de volume
C.A.V.	=	Commande automatique de volume
A ₁	=	Anode de la première section d'une lampe multiple.
A ₂	=	Anode de la deuxième section d'une lampe multiple.
E _i	=	Potentiel d'ionisation d'un tube à gaz.
E _e	=	Potentiel d'extinction d'un tube à gaz.
G ₄	=	Quatrième grille d'un tube multigrille.
G ₅	=	Cinquième grille d'un tube multigrille.
G ₆	=	Sixième grille d'un tube multigrille.
K ₁	=	Cathode de la première section d'une lampe multiple.
K ₂	=	Cathode de la deuxième section d'une lampe multiple.
V _{inv}	=	Tension inverse.

SYMBOLES SCHEMATIQUES

	=	Triode à gaz (Thyratron)
	=	Heptode
	=	Octode
	=	Diode-triode
	=	Double-diode triode
	=	Diode-pentode
	=	Double-diode pentode
	=	Double diode avec cathode commune
	=	Double diode avec cathodes séparées
	=	Triode-pentode avec cathode commune
	=	Triode-pentode avec cathodes séparées
	=	Triode-hexode
	=	Triode-heptode
	=	Oeil magique

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 64 et 65

N. 1 — Quel est jusqu'à présent le nombre maximal de grilles dans une lampe multigrille?

N. 2 — Pour quelles raisons construit-on des lampes multigrilles? Quels sont les avantages qu'elles présentent dans la construction des appareils électroniques?

N. 3 — Pour quelle raison, dans un tube à gaz, la tension d'ionisation est-elle supérieure à la tension d'extinction?

N. 4 — Quelle différence y a-t-il entre un tube à gaz pour courant continu et un tube à gaz pour courant alternatif? Est-il possible de les utiliser indifféremment?

N. 5 — Qu'entend-on par tension inverse maximale d'un tube à gaz? Pour quelle raison doit-on en tenir compte?

N. 6 — Quel est le gaz contenu dans un tube à cathode chaude?

N. 7 — Pour quelle raison les tubes à gaz à cathode chaude doivent-ils avoir leur filament chauffé avant l'application de la haute tension?

N. 8 — Qu'est-ce qu'un « thyratron »?

N. 9 — Quelles doivent être les caractéristiques d'un tube électronique destiné à fonctionner sur les très hautes fréquences? Mis gratuitement en ligne par Alain et André.

N. 10 — Quels sont les principales différences entre un récepteur à réaction et un récepteur à étages accordés?

N. 11 — Quels sont les différents procédés de détection?

N. 12 — Quels sont les principaux inconvénients du récepteur à réaction?

N. 13 — Qu'appelle-t-on C.A.V.? A quoi sert-elle?

N. 14 — Comment la C.A.V. fonctionne-t-elle? Sur quels tubes est-elle normalement appliquée?

N. 15 — Quelle doit être la caractéristique d'une lampe commandée par la C.A.V.?

N. 16 — Pour quelle raison, dans un récepteur à amplification directe, doit-on prévoir des condensateurs ajustables branchés en parallèle sur les diverses sections du condensateur variable?

REponses aux QUESTIONS de la p. 499

N. 1 — La fréquence, l'amplitude ou la phase.

N. 2 — En appliquant un signal Basse Fréquence de telle façon que les tensions instantanées de ce signal fassent varier l'amplitude de la porteuse, sans en faire varier la fréquence.

N. 3 — Le taux de modulation est le rapport (en pourcentage) entre la tension de crête du signal de modulation et la tension de crête de la porteuse.

N. 4 — De trois parties: la porteuse elle-même et deux fréquences égales respectivement à la somme et à la différence de la porteuse et celle du signal de modulation. Ces deux fréquences (ou groupes de fréquences) constituent les bandes latérales.

N. 5 — Dans les bandes latérales.

N. 6 — La modulation d'amplitude est sensible aux interférences produites par des signaux parasites, comme par exemple les décharges électriques, les champs électromagnétiques, ... qui se traduisent sous forme de craquements, ou de crachements, mêlés à la modulation. La modulation de fréquence, par contre, n'en est pas affectée.

N. 7 — Le signal de modulation, appliqué à un circuit spécial, fait varier la fréquence de la porteuse.

N. 8 — Dans la modulation de phase, le signal de modulation fait varier la phase instantanée de la porteuse.

N. 9 — Parce que dans une modulation à 100%, lorsque les deux signaux sont en phase, la puissance de la porteuse modulée est double de celle de la porteuse non modulée; tandis que lorsqu'ils sont en opposition de phase, la porteuse modulée se réduit à zéro. Si la puissance de modulation était supérieure, la modulation serait plus grande que 100%.

N. 10 — Parce que la variation de la résistance entre les grains de charbon produit d'assez fortes variations de tension.

N. 11 — Il adapte l'impédance du microphone à celle de l'entrée d'un étage amplificateur.

N. 12 — Les microphones à ruban et les microphones dynamiques.

N. 13 — Il adapte l'impédance d'une ligne microphonique à l'impédance d'entrée de l'étage amplificateur.

N. 14 — Parce que ces vibrations produisent des variations de la capacité, lesquelles se traduisent en impulsions électriques aux bornes d'une résistance de charge.

N. 15 — Il crée un champ magnétique constant qui est coupé par la bobine mobile ou le ruban, entrant en vibrations sous l'effet des ondes sonores, ce qui produit un courant variable.

N. 16 — Le premier reçoit indifféremment les sons provenant de toutes les directions, tandis que le second ne reçoit que ceux émis de face.

N. 17 — Dans le premier, le champ magnétique est produit par le passage d'un courant continu dans l'enroulement d'excitation, tandis que le second est pourvu d'un aimant permanent.

N. 18 — Celui de transformer un signal électrique en impulsion magnétique qui, sous l'effet du champ magnétique constant, se traduit en vibrations mécaniques.

Les récepteurs que nous avons décrit jusqu'ici pour être construits par nos lecteurs (particulièrement par ceux qui ont commencé l'étude de la Radio avec notre Cours), se caractérisaient par leur faible puissance de reproduction et, surtout, par leur faible sensibilité et leur médiocre sélectivité. C'est pourquoi nous avons conseillé de réaliser ces appareils, très simples, dans le seul but de s'initier à la pratique de la construction radio-électrique et non pour les conserver comme récepteurs d'usage courant. Les différentes études relatives aux divers montages d'amplificateurs à tubes électroniques que nous venons de faire nous permettent d'affronter maintenant, en toute connaissance de cause, les divers circuits à lampes et par conséquent, de nous attaquer à la construction d'appareils récepteurs plus complexes. La théorie des récepteurs à lampes, du moins celle des récepteurs à amplification directe, a été développée dans la précédente leçon; dans celle-ci, nous voulons aborder le côté pratique de la question et fournir à nos lecteurs les indications nécessaires à une réalisation effective. Cette fois-ci, le récepteur décrit, bien qu'étant encore un appareil très simple pour amateur débutant, possède certaines caractéristiques intéressantes pouvant justifier son utilisation comme récepteur destiné à l'écoute régulière des émissions sur ondes moyennes et sur ondes courtes.

LE SCHEMA ELECTRIQUE

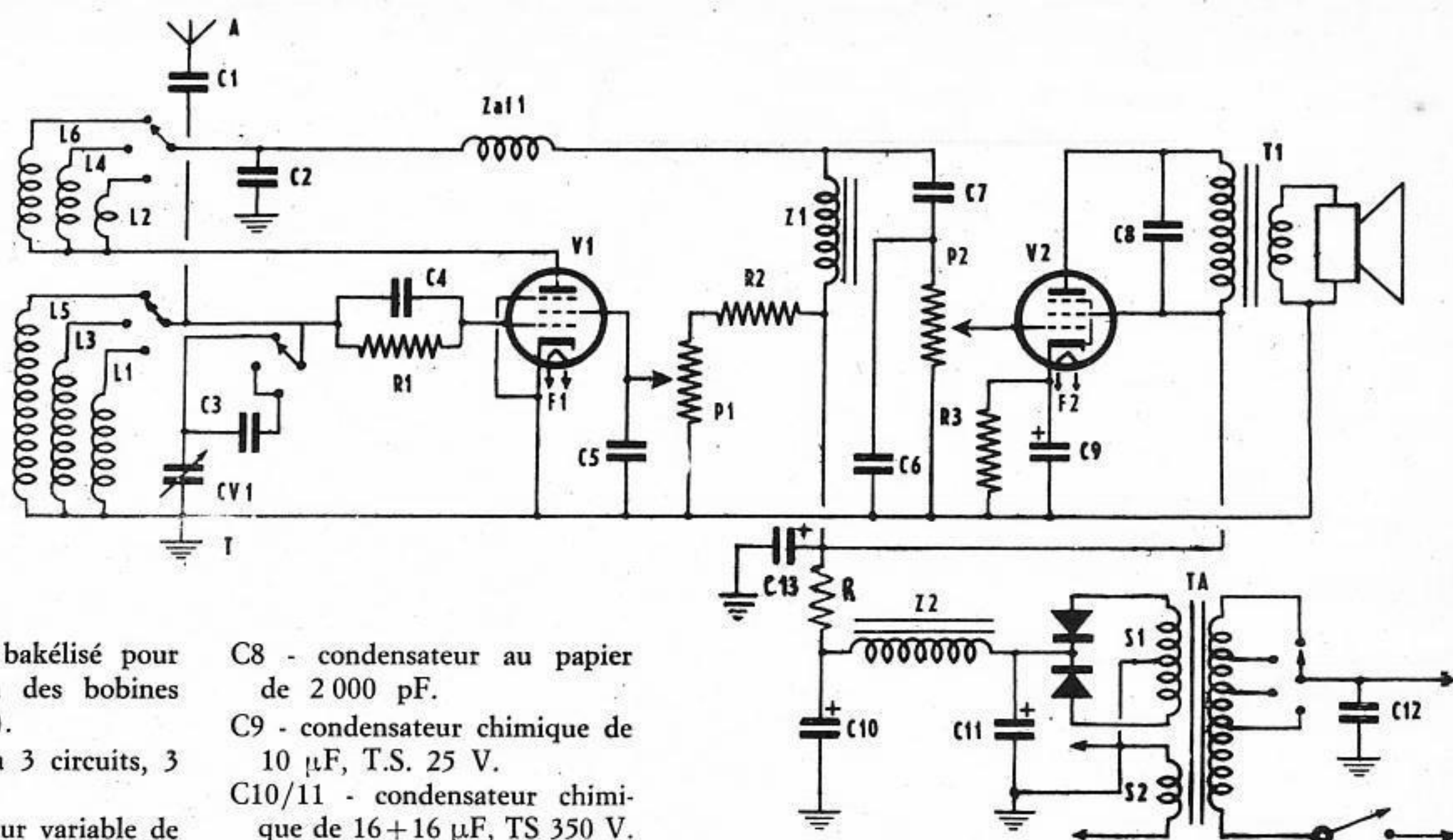
Le récepteur se compose d'un étage détecteur de rendement très élevé, d'un étage amplificateur Basse Fréquence à forte amplification et d'une alimentation sur le réseau de distribution à courant alternatif (**figure 1**).

Nous verrons ici avec la lampe V1, l'application pratique du système de détection à réaction que nous avons étudié dans la leçon précédente. Mis à part le procédé de détection par super-réaction (qui ne peut être utilisé que sur les très hautes fréquences), la détectrice à réaction est sans nul doute, le moyen le plus simple permettant d'obtenir une sensibilité élevée.

La réaction — qui caractérise le montage — se fait par l'intermédiaire de la bobine L6 qui est couplée à L5: la première peut donc être appelée bobine de réaction, tandis que la seconde est évidemment la bobine d'accord. La tension d'écran de la pentode détectrice peut être réglée au moyen du potentiomètre P1, à une valeur telle que la lampe se trouve être placée près du point d'oscillation. Il est évident que l'entrée en oscillations ne doit pas se produire, mais toutefois, P1 doit être réglé pour s'en rapprocher le plus possible: car c'est près de ce point que la sensibilité est la plus élevée.

Un contacteur à trois circuits et trois positions permet de brancher les bobines L4 et L2 à la place de L6 et en même temps, L3 et L1 à la place de L5.

RECEPTEUR A DEUX LAMPES



Tube de carton bakéliné pour la construction des bobines (voir figure 2).

S1 - contacteur à 3 circuits, 3 positions.

CV1 - condensateur variable de 490 pF.

C1 - condensateur au mica de 50 pF.

C2 - condensateur au papier de 200 pF.

C3 - condensateur au mica de 88 pF (environ).

C4 - condensateur au mica de 250 pF.

C5 - condensateur au papier de 0,1 μ F.

C6 - condensateur au papier de 500 pF.

C7 - condensateur au papier de 0,01 μ F.

C8 - condensateur au papier de 2 000 pF.

C9 - condensateur chimique de 10 μ F, T.S. 25 V.

C10/11 - condensateur chimique de 16 + 16 μ F, TS 350 V.

C12 - condensateur au papier de 10 000 μ F, TE I 500 V.

C13 - condensateur chimique de 8 μ F, TS 350 V.

R1 - résistance de 2 mégohms, 0,5 watt.

R2 - résistance de 200 000 ohms, 0,5 watt.

R3 - résistance de 250 ohms, 2 watts.

P1 - potentiomètre de 500 000 ohms (linéaire).

P2 - potentiomètre de 500 000 ohms (logarithmique), avec interrupteur.

R - résistance de 1 000 ohms - 5 watts.

V1 - 6BA6 ou EF93

V2 - 6AQ5 ou EL90

Zaf1 - self d'arrêt HF: 30 mH

Z1 - impédance BF: 40 H.

2 redresseurs à oxyde.

1 plaque porte-fusible à 4 ou 6 positions.

1 haut-parleur de 16 cm, avec transformateur pour lampe 6AQ5.

1 transformateur d'alimentation: 235 x 2 (50 mA) et 6,3 (2,5 A).

1 bobine de filtre 8H-75 mA.

1 plaque Antenne - Terre. 2 supports de lampe.

1 châssis de 20 x 14 x 6 cm.

1 cordon secteur.

1 cordon de haut-parleur.

Vis, fil de câblage, soudure, boutons et cadrans.

La commutation de ces bobines dont la self-induction est de valeur différente permet l'accord du récepteur dans trois gammes d'onde distinctes. C'est ainsi qu'avec l'ensemble L5-L6, nous aurons les valeurs d'inductances nécessaires à la réception de la gamme des ondes moyennes (de 200 à 600 mètres environ), avec L3-L4 nous pourrions recevoir les ondes courtes de 35 à 55 mètres et avec L1-L2, celles de 21 à 35 mètres.

Le condensateur variable CV1 branché en parallèle sur les bobines d'accord (L1, L3, L5) comporte une seule section de valeur convenable pour couvrir, sur sa rotation complète, toute la gamme des ondes moyennes. Sa capacité maximum est de 490 pF. Si une telle capacité était placée en parallèle sur les bobines pour ondes courtes, on couvrirait une gamme beaucoup trop étendue et, en raison du fort rapport C/L, la plus petite rotation du bouton d'accord (bouton de commande de CV1) provoquerait une variation importante de la fréquence; en d'autres termes, l'accord sur les stations serait extrêmement critique et très instable. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser une plus faible capacité pour l'accord sur ondes courtes qui, distribuée sur toute la rotation du condensateur variable, permet un accord plus facile et plus stable. Il existe des condensateurs variables ayant deux sections de capacité

différente, nous le savons déjà, mais pour éviter l'acquisition d'un nouveau condensateur à ceux de nos lecteurs ayant réalisé les appareils précédents, nous avons adopté la solution très simple figurée sur le schéma. En reliant deux condensateurs en série — dans notre cas, CV1 et C3 — nous savons que la capacité résultante est donnée par la formule $(CV_1 \times C_3) : (CV_1 + C_3)$.

Etant donné que la capacité totale nécessaire à l'accord des gammes d'ondes courtes choisies doit être de 75 pF, l'expression ci-dessus devra donner 75 pour résultat. Connaissant la capacité maximum de CV1 qui est de 490 pF (lames complètement engagées), nous aurons:

$$(CV_1 \times C_3) : (CV_1 + C_3) = 75$$

$$(490 \times C_3) : (490 + C_3) = 75$$

$$490 \times C_3 = 75 (490 + C_3)$$

$$490 \times C_3 = (75 \times 490) + (75 \times C_3)$$

$$(490 \times C_3) - (75 \times C_3) = 75 \times 490$$

$$415 \times C_3 = 36 750$$

$$C_3 = 36 750 : 415 = 88,5 \text{ pF}$$

Ainsi, en plaçant en série avec le condensateur variable de 490 pF une capacité fixe de 88 pF, nous

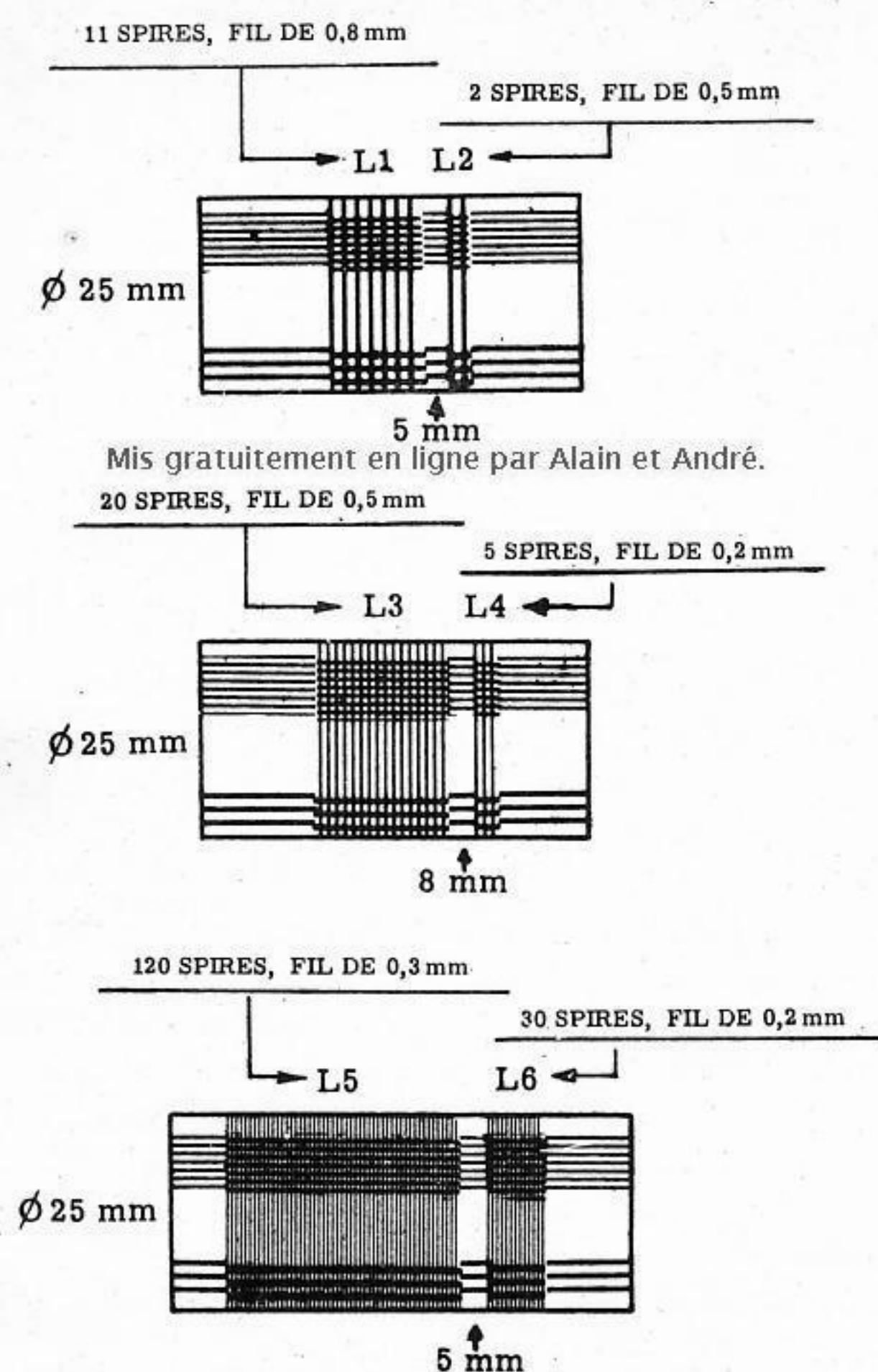


Fig. 2 - Construction des bobinages d'accord

La longueur des tubes pour les deux bobines ondes courtes est de 4 cm; celui pour la bobine ondes moyennes est de 5 cm. Le début du bobinage de L1 (côté gauche de la figure) est relié à la masse; la fin de cet enroulement est relié à la cosse correspondante du contacteur (grille). Le début de la bobine L2 (côté gauche) est relié à la cosse correspondante du contacteur (plaque) et l'autre extrémité à la haute tension. Ceci est également valable pour les autres bobinages.

L1 sera bobinée à spires espacées pour occuper une longueur de 15 mm; les autres enroulements se feront à spires jointives. Les autres données sont indiquées sur la figure. Les extrémités des fils des enroulements pourront servir à relier les bobinages aux points correspondants indiqués sur le schéma.

ferons en sorte que la capacité maximum de l'ensemble soit de 75 pF. L'accord sur les ondes courtes en sera grandement facilité et nous aurons employé un condensateur variable à une seule section.

Naturellement si nous disposions d'un condensateur à deux sections (pourvu que celles-ci soient de 425 et de 75 pF), on pourrait éliminer C3 et faire en sorte que la commutation nous permette d'ajouter (branchement en parallèle) les deux sections pour les ondes moyennes et d'utiliser la seule section de 75 pF pour la réception des ondes courtes.

La détection proprement dite, mis à part le système de réaction, se fait par la grille au moyen de la combinaison C4-R1. Pour en terminer avec la partie haute fréquence, nous dirons qu'une simplification notable a été apportée par la suppression de l'enroulement primaire d'antenne, ce qui nous permet d'éviter l'utilisation

d'un contacteur à quatre circuits. L'antenne étant reliée directement au circuit accordé à travers C1, son influence se fera plus fortement sentir: c'est pourquoi il sera utile d'essayer diverses valeurs de capacité pour C1 afin de déterminer la valeur convenant le mieux selon le type d'antenne utilisé. En principe, plus la capacité de C1 est faible, plus la sélectivité du circuit augmente (au détriment, parfois, de la sensibilité) et il sera souvent nécessaire d'agir dans ce sens, car le couplage adopté donne une sélectivité moins grande que celle obtenue au moyen d'un bobinage d'antenne.

Le rôle de C2 est de dériver à la masse la HF résiduelle pouvant encore se trouver du côté « froid » de la bobine de réaction. Zaf1, est une bobine d'arrêt (ou self de choc) qui contribue également à éviter que la HF ne passe dans l'amplificateur Basse Fréquence.

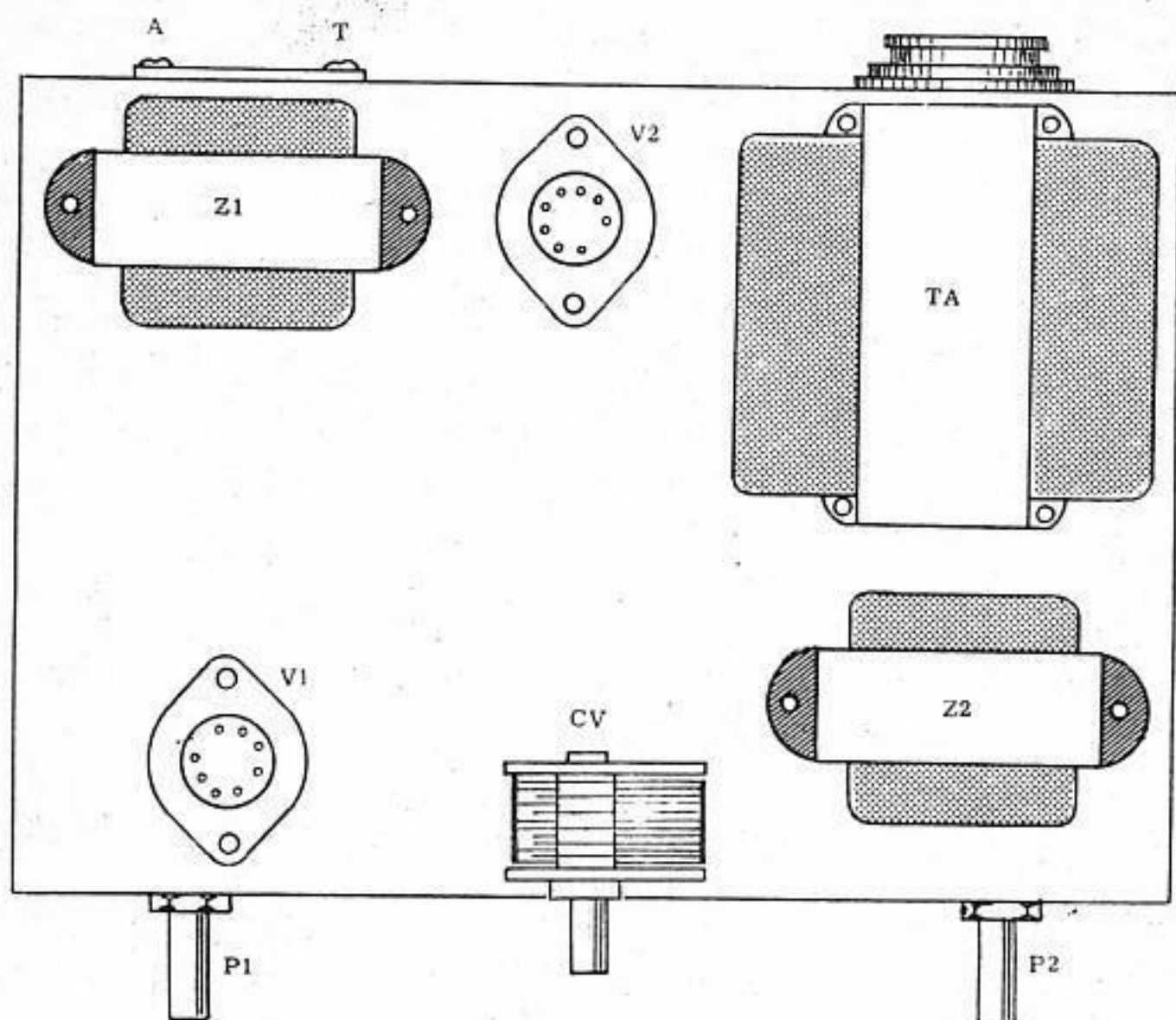
La charge de la lampe détectrice (aux bornes de laquelle on recueille le signal) est constituée par l'impédance Basse Fréquence Z1. Avec cette impédance, nous avons le double avantage de présenter à la lampe une charge de valeur assez élevée (souvent supérieure à celle du primaire d'un transformateur), tout en conservant une tension plaque élevée (beaucoup plus grande si, à la place de Z1 nous avions comme charge une résistance de valeur appropriée).

Le signal détecté, débarrassé de toute trace de haute fréquence, est transmis, par l'intermédiaire du condensateur de liaison C7, au potentiomètre P2 dont le curseur est relié à la grille de V2. Ce potentiomètre qui est la commande manuelle de volume, permet de doser l'amplitude du signal transmis à l'amplificateur BF.

La lampe V2 — pentode amplificatrice de puissance — peut délivrer une puissance modulée suffisante pour permettre l'utilisation d'un haut-parleur de diamètre moyen (12 - 16 cm). Elle est polarisée par la cathode (au moyen de R3 qui produit une chute de tension sous l'effet du passage du courant anodique et de grille-écran). Pour que la cathode de ce tube soit au potentiel de la masse au point de vue Basse Fréquence, un condensateur C9, de capacité élevée (du type électrolytique) est mis en parallèle sur la résistance de polarisation (R3) et élimine toute fluctuation à ses bornes.

La charge de V2 est évidemment constituée par le primaire du transformateur de sortie T1. Un condensateur fixe C8 en parallèle sur le primaire, élimine une partie des fréquences acoustiques les plus élevées et améliore la qualité de la reproduction. Le condensateur C8 joue le rôle d'un correcteur de « tonalité » de type fixe. Il va de soi que la valeur de ce condensateur peut être différente de celle indiquée sur le schéma; on choisira celle qui donnera les sons les plus agréables à l'oreille de l'auditeur. Le transformateur T1 doit avoir une impédance primaire de 5 000 ohms (charge convenant à V2) et un secondaire de quelques ohms (égale à l'impédance de la bobine mobile du haut-parleur qui est généralement comprise entre 2 et 3 ohms). Le transformateur T1 est très souvent fixé sur le haut-parleur lui-même (et non sur le châssis du récepteur), de même que le condensateur C8.

PLAQUETTE PORTE - FUSIBLE
(CHANGEUR DE TENSION)



Pour en terminer avec l'examen du schéma, il ne nous reste plus qu'à donner quelques indications concernant la partie alimentation. La tendance moderne nous a conduit à remplacer la valve redresseuse par deux redresseurs à oxyde, au moyen desquels on redresse les deux alternances du courant. Le transformateur d'alimentation TA comporte un secondaire S_1 qui fournit la haute tension et un autre secondaire S_2 pour la tension de chauffage des filaments des tubes V_1 et V_2 (F_1 et F_2). Une extrémité de ce secondaire, comme le point milieu de l'enroulement haute tension, est mis à la masse. Le système de filtrage destiné à niveller la tension redressée est du type classique, il est constitué par C_{10} - Z_2 - C_{11} . Du côté du primaire de TA, une plaquette porte-fusible permet l'adaptation aux différentes tensions du secteur, tandis qu'un condensateur fixe C_{12} dévie vers la masse les tensions perturbatrices éventuellement présentes sur les fils du secteur qui risqueraient si elles n'étaient pas éliminées de produire des ronflements désagréables.

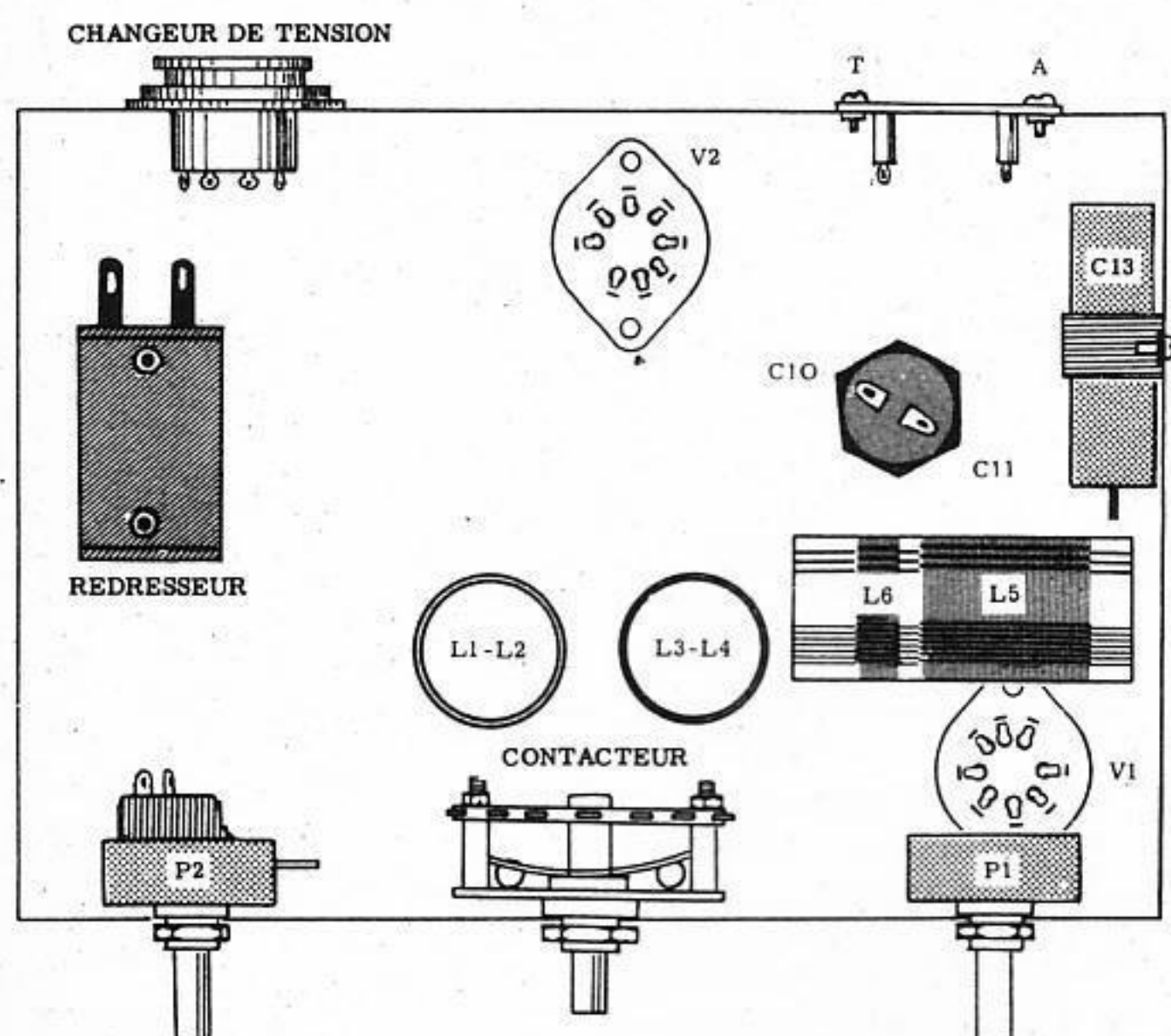


Fig. 3 - Plan du châssis

Suggestions pour la disposition des pièces sur le châssis d'aluminium ou de tôle de 20 x 14 x 6 cm. Si cela est vraiment nécessaire, on peut rapprocher les éléments de telle manière que l'encombrement total soit plus réduit, en respectant toutefois les emplacements indiqués sur le plan. Un panneau métallique sera disposé sur la face avant.

MONTAGE

La réalisation de cet appareil nécessite la construction des bobinages; toutes les indications utiles à cet effet sont données sur la figure 2. La disposition des éléments sur le châssis (figures 3 et 4) n'est donnée qu'à titre indicatif; il est possible d'y apporter de nombreuses variantes, sans aucun préjudice pour le fonctionnement du récepteur, et tout dépendra des composants et du type de châssis utilisé (châssis standard ou « sur mesure »). Ce qui est important, c'est que le contacteur de gammes et les bobines correspondantes soient placées à proximité les unes des autres et non loin de V_1 . Etant donné les différentes réalisations mécaniques possibles, nous n'avons pas jugé utile de donner un plan de câblage complet comportant la position des résistances et des condensateurs.

Les diverses commandes seront munies de boutons et de cadrans; un cadran gradué de grande dimension sera utilisé pour la commande du condensateur variable d'accord CV_1 ce qui facilitera la recherche et l'identification des stations. On remarquera que l'interrupteur général de mise en marche est combiné avec le potentiomètre de commande de volume P_2 . On prendra soin de respecter la polarité des condensateurs électrolytiques (C_9 , C_{10} et C_{11}).

Les connexions allant aux grilles des deux lampes devront être aussi courtes que possible et seront suffisamment éloignées des filaments afin d'éviter des couplages parasites susceptibles d'introduire des ronflements.

Les condensateurs fixes au papier seront câblés de telle sorte que leur extrémité marquée par un anneau imprimé sur leur enveloppe soit reliée au point ayant la plus faible impédance par rapport à la masse. Par exemple, dans le cas du condensateur C_5 , cette extrémité sera mise à la masse, tandis que pour C_7 , elle sera reliée à Z_1 .

Comme pour tous les autres appareils réalisés jusqu'ici, une fois le montage terminé et les divers boutons de commande fixés sur les axes correspondants.

Fig. 4 - Le même châssis vu par-dessous. Le contacteur de gammes est placé sous le condensateur variable d'accord CV_1 qui devra être muni d'un cadran de grande dimension pour faciliter la recherche des stations (le bouton de commande du contacteur sera choisi de petit diamètre pour ne pas gêner le cadran du CV). Les condensateurs électrolytiques C_{10} et C_{11} peuvent également être du type cartouche carton à cosses, comme C_{13} .

on vérifiera avec soin le câblage et l'on s'assurera qu'il n'y a aucune erreur de branchement, qu'aucune connexion n'a été omise et que toutes les soudures ont été correctement faites.

Si tout est en ordre, on pourra passer à la mise au point du récepteur.

MISE AU POINT ET FONCTIONNEMENT

La première opération consiste à vérifier — l'appareil étant éteint — qu'il n'y a pas de court-circuit du côté de l'alimentation. Avec l'ohmmètre sur sa sensibilité la plus élevée, on mesurera la résistance aux bornes de C_{11} , que l'on devra trouver de l'ordre de 500 000 ohms environ. Telle est la valeur de la résistance de dispersion des condensateurs C_{11} et C_{10} , en parallèle à travers Z_2 .

Cela fait (les lampes n'étant pas encore placées dans leurs supports), on branchera l'appareil au secteur, après s'être assuré que le fusible est placé sur la position correspondant à la tension du réseau de distribution électrique. Une fois le récepteur mis sous tension, on contrôlera au moyen d'un contrôleur universel, sur la position « volts C.A. », que la tension aux bornes du secondaire S_1 de TA est d'environ 470 volts, et que celle aux bornes de S_2 (tension filaments) est bien de 6,3 volts. On éteindra l'appareil et on placera les lampes dans les supports correspondants. Après avoir allumé à nouveau le récepteur, on mesurera la tension aux bornes de C_{11} . Cette tension continue sera de l'ordre de 350 volts au début et baissera lentement, au fur et à mesure que les cathodes se chaufferont, pour se stabiliser aux environs 250 volts.

En utilisant une antenne provisoire, ou l'antenne définitive si celle-ci est déjà installée, il ne sera pas difficile — en tournant lentement le condensateur d'accord CV_1 — de capter quelque émission. Ce premier essai se fera de préférence sur la gamme des ondes moyennes où les réglages sont plus faciles. En ce qui concerne l'antenne, nous dirons immédiatement que dans le cas où l'on désire conserver ce récepteur pour un usage permanent, il sera nécessaire de monter une antenne extérieure. Avec une telle antenne, particulièrement sur les ondes courtes, ce récepteur permet d'obtenir des résultats véritablement surprenants, grâce à l'utilisation de la réaction.

Etant réglé sur une station au moyen de CV_1 , on remarquera combien la position du curseur de P_1 influe sur la réception. En tournant le condensateur variable de part et d'autre du réglage de la station, on constatera que la réception est précédée et suivie par deux « sifflements », plus ou moins accentués selon la position du potentiomètre. Ce dernier sera réglé différemment selon l'intensité du signal reçu et l'on remarquera que la sensibilité la plus élevée correspond à la position voisine du point « d'accrochage » (c'est-à-dire du point où le récepteur commence à entrer en oscillations); avec un peu de pratique, il ne sera pas difficile de manœuvrer P_1 pour trouver le réglage correspondant à la meilleure réception.

Ces essais seront fait avec P_2 à la moitié ou trois-quarts de sa course. Ce potentiomètre sert uniquement au réglage de la puissance sonore et n'influe nullement

sur la sensibilité et l'accord, tandis que lorsqu'on manœuvre le potentiomètre de réaction P_1 , il est souvent nécessaire de retoucher en même temps au réglage du condensateur variable CV_1 .

En présence d'un émetteur local qui du fait de sa fréquence et de sa puissance, empêche la réception d'autres stations, on peut monter un filtre d'antenne. On reverra ce qui a déjà été dit à ce sujet à la leçon 41.

Nous avons supposé jusqu'ici que tout s'est déroulé parfaitement, mais il est évident qu'une erreur est toujours possible et que celle-ci n'est pas très grave et n'entraîne pas de dommages pour certains composants du circuit. C'est pourquoi il est recommandé de vérifier plusieurs fois le montage avant de le mettre sous tension.

Dans le cas où l'on ne peut parvenir à recevoir une station, il conviendra de réviser rationnellement l'appareil. Pour cela, on le considérera comme composé de trois parties distinctes que l'on vérifiera séparément les unes des autres.

On contrôlera tout d'abord les tensions d'alimentation; elles doivent être présentes où l'indique le schéma électrique, c'est-à-dire sur les électrodes des tubes, à la sortie du filtre d'alimentation.

Si la partie alimentation est correcte et fonctionne normalement, on s'assurera du fonctionnement de l'étage amplificateur Basse Fréquence en touchant du doigt le curseur du potentiomètre P_2 , tourné dans le sens donnant la puissance maximum. Cela équivaut à introduire une tension de ronflement sur la grille du tube V_2 et ce ronflement, amplifié par la lampe, doit s'entendre très fortement dans le haut-parleur. Ce procédé, primitif peut-être, est extrêmement utile car il permet de se rendre compte, très facilement, du fonctionnement ou du non-fonctionnement d'un amplificateur.

Si l'alimentation et la partie BF sont en état de marche, il ne reste plus qu'à vérifier la partie détection et les circuits annexes. Là encore, en plaçant le doigt sur la cosse grille du support de lampe V_1 , on doit entendre un fort ronflement dans le haut-parleur. Si la réaction ne se produit pas (impossibilité de faire osciller le tube), il conviendra d'intervertir les connexions aboutissant à la bobine de réaction, car celle-ci ne peut se produire que si le couplage entre la bobine d'accord et celle de réaction se fait dans le sens convenable.

Si on le désire, l'étage amplificateur BF peut être utilisé comme amplificateur phonographique; pour cela, il suffira de relier la tête de lecture par un câble blindé dont le fil central sera relié à la cosse supérieure de P_2 et le blindage à la masse, c'est-à-dire à la cosse inférieure.

Ce récepteur n'a pas été conçu pour recevoir des modifications ultérieures susceptibles d'en améliorer les performances (le filtre d'antenne, dont il a été question plus haut, excepté). L'adjonction d'étages supplémentaires serait superflue. Après avoir construit cet appareil d'initiation, le lecteur pourra entreprendre la construction de récepteurs superhétérodynes (après avoir étudié leur théorie dans de futures leçons), sans s'attarder à la réalisation de récepteurs à amplification directe — à un ou plusieurs étages amplificateurs HF avant le détecteur — qui ne sont plus utilisés de nos jours.

— LES FOURNISSEURS DE VOTRE MATERIEL —

ELECTRONIQUE MONTAGE

111, BD RICHARD LENOIR - PARIS XI^e
(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^e
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^e
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 **MENTO ACER**
VÉRITABLE DIGEST DE L'ÉLECTRONIQUE
TOUTES LES PIÈCES DÉTACHÉES
TOUTE UNE GAMME DE MONTAGE EN KIT
ACER Envoi contre 6F pour frais
42bis, rue de Chabrol - PARIS 10^e



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^e
Tél. ORN. 52-08 - C.C.P. 12.358.30 Paris
Métro : Porte de Clignancourt et Simplon

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^e - 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^e
Archives 10-74 Métro : Temple, République

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Radio-Télévision • Industrie • Télécommande
Châssis Haute Fidélité • Amplis • Tuners FM
RADIO-VOLTAIRE
GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSCO"
GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIO TECHNIQUE"
155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-11^e ROQ. 98-64
R. C. 5086 1781 5492 - Paris - Ligne 1124 - Paris VOLTAIRE - Adresse : 45-16-47-18-84 - C. P. 5408-71 PARIS

EMY-RADIO

Spécialiste des grandes marques d'importation
Téléviseurs - Récepteurs - Transistors - Magnétophones
Electrophones - 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^e 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 :

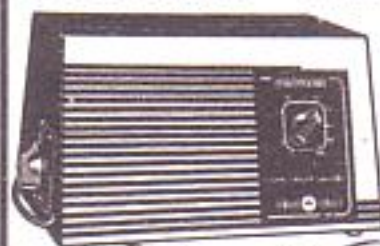
3, RUE LA BOÉTIE - PARIS-8^e
9, BD ST-GERMAIN - PARIS-5^e



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
LAMPEMETRE
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
Choronne

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

CENTRAL-RADIO

35, rue de Rome - PARIS 8^e
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 (1^{er}) - Tél. CEN. 65-50

POUR
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^e

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^e
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).