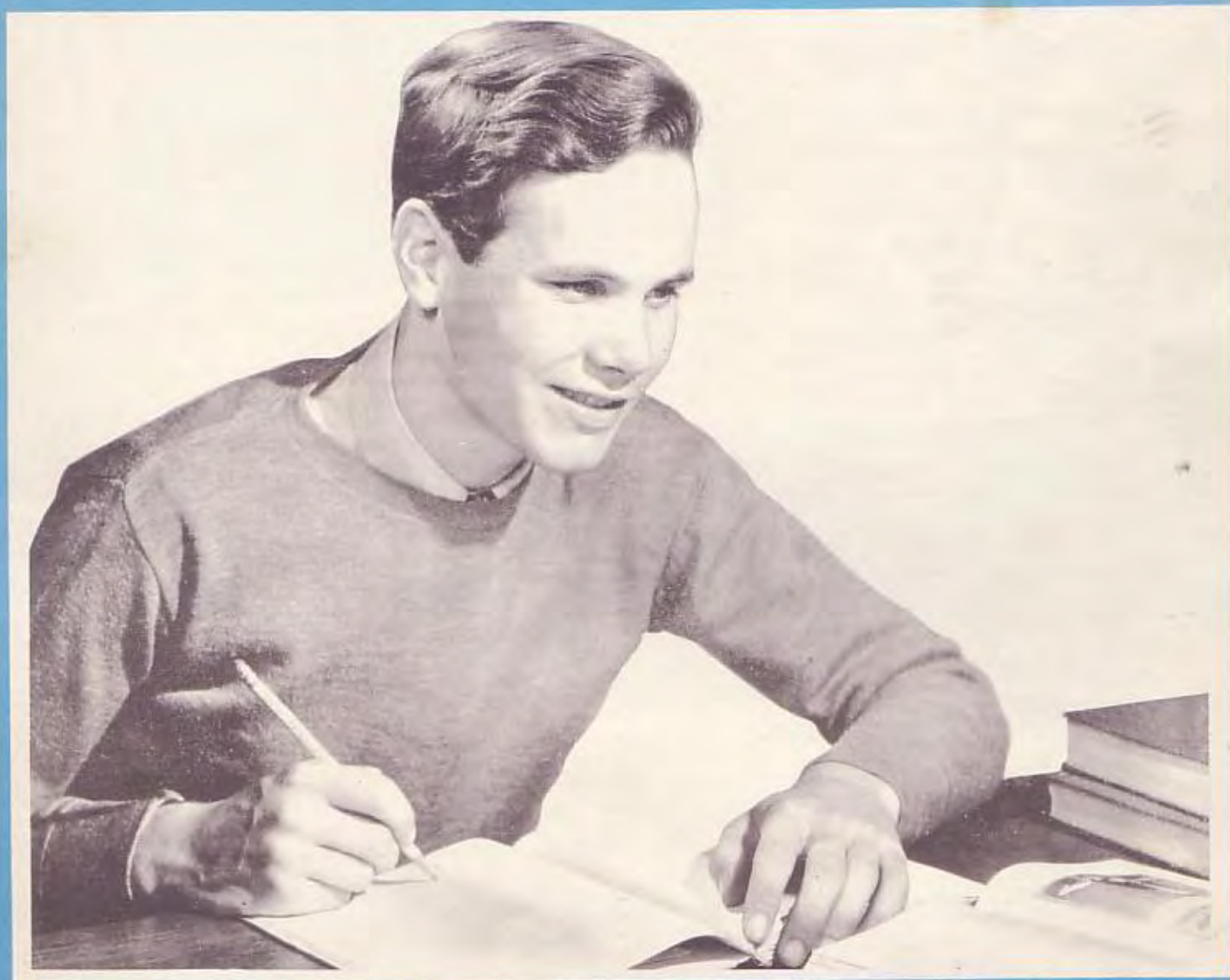


14

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 31 mai - 6 juin 1965 - le numéro 1,60 F.

votre 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.

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.

PUBLICITE

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



Le Numéro précédent a été tiré à 30 601 exemplaires.

DISTRIBUTION

Nouvelles Messageries de la Presse
Parisienne - 11, Rue Réaumur - 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
★ Chronique des métiers de la Radio	» 3
★ Le récepteur de radio	» 5
★ Nouveaux récepteurs de radio simples	» 14
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 17
★ Symboles - Abréviations - Formules	» 27
★ Symboles schématiques	» 27
★ Questions sur les 40 ^{ème} et 41 ^{ème} leçons	» 27
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 28
★ Valeurs des puissances de 10	» 28
★ Les logarithmes	» 28
★ Courrier des lecteurs	» 33
★ Informations	» 33

Courrier technique

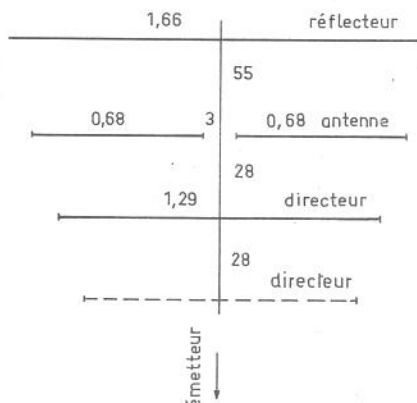
JEAN LOUIS - Paris 17^{ème} —

Votre ampli BF ne peut être transformé en récepteur sans l'adjonction d'un étage amplificateur HF et surtout d'un étage détecteur. Si vous avez pu capter un émetteur c'est qu'il a pu se produire une détection accidentelle par distorsion (un étage non-linéaire). D'autre part un circuit d'entrée accordé et suffisamment sélectif éliminera la plupart des parasites, l'ampli BF n'ayant pas les circuits de filtrage nécessaire à cette élimination.

M. L. de P. Marseille —

Nous vous remercions de votre lettre et vous donnons ces deux procédés pour vous construire une antenne FM.

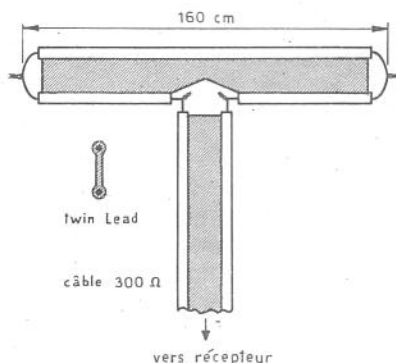
1°) Antenne avec réflecteur et directeur. Cette antenne travaille en 1/2 onde, son rendement sera augmenté par l'adjonction de plusieurs directeurs



de longueurs décroissantes si l'on se trouve un peu loin de l'émetteur, car à proximité, l'antenne seule peut suf-

fire. Cette antenne a 300 ohms d'impédance, et dans le cas où son rendement se révélerait insuffisant, un adaptateur d'impédance serait nécessaire.

2°) Prendre 1,60 m environ « de twin-lead », et court-circuiter les deux brins à leurs extrémités (voir schéma). Un autre morceau de même câble (feeder) sera disposé de même façon que dans le cas précédent (300 ohms).



M.G. BOURG en Bresse, désire acheter une chaîne Haute Fidélité et nous demande des conseils.

1°) Nous vous conseillons de vous limiter à la FM car en AM, seule l'écoute d'un émetteur voisin mérite l'achat de la Haute Fidélité.

2°) Des éléments séparés sont préférables, car ils permettent d'adapter plus tard de nouveaux maillons plus évolués.

3°) Nous préférons ampli et tuner séparés surtout à cause du niveau de bruit.

4°) Si vous en avez la possibilité, écoutez et comparez des modèles très différents.

L'ARTISAN DEPANNEUR EN RADIO ET EN TELEVISION

par Y. LEPUZ

Nous avons rendu visite à votre intention à deux amis électroniciens. Bien qu'ayant de nombreux points communs, ils ont été amenés à exercer leur profession dans deux branches très différentes:

- l'un est artisan Radio Dépanneur (en Province, précisons-le)
- l'autre est technicien de laboratoire dans un centre de Recherches scientifiques.

Le premier a dû interrompre ses études au niveau du B.I. (Brevet Industriel), ce qui a, au départ, limité ses possibilités au point de vue connaissances mathématiques notamment, alors que le second, grâce à des études secondaires complètes, a évolué aisément vers des domaines d'activités plus complexes.

Cette semaine nous allons bavarder avec notre artisan qui est un excellent technicien avisé et expérimenté, donc efficace. Nous le connaissons de longue date, aussi a-t-il accepté volontiers de raconter son « métier ».

— « Un métier ? Plus encore ! ce fut pour moi, dès l'âge de douze ans, c'est-à-dire peu avant la guerre de 39 une vocation, et c'est encore ma seule passion après tant d'années. Bien entendu, chacun peut découvrir la Radio, l'Electronique dirions-nous aujourd'hui, à tout âge. Mais l'évolution de plus en plus rapide et complexe en fait surtout un métier de jeunes, qu'il est préférable d'entreprendre dès l'adolescence. Le bagage de connaissances théoriques et pratiques qu'il faut acquérir pour être réellement un bon technicien, et non un « bricoleur » paraît énorme.

— Comment l'acquérir ?

— Il y a bien sûr quelques écoles réputées. Mais pour tous ceux qui ne peuvent, dès le départ, suivre ces cours scolaires, pour différentes raisons (par exemple parce qu'ils sont trop jeunes, ou trop éloignés des villes où de telles écoles fonctionnent, ou encore pour des raisons d'ordre familial ou pécuniaire etc...) pour tous ceux-là donc, et ils sont hélas très nombreux, il y a d'excellents livres, et d'excellentes revues techniques. Il leur faut alors fournir un travail personnel important. Cet effort est le plus rentable. L'essentiel est de ne pas se contenter d'« à peu près », il faut donc que chacun aborde avec courage des documents dont le contenu ne lui est pas trop inaccessible.

Voyez-vous, j'ai consacré pendant des années une grande partie de mon argent de poche à l'achat de ces revues et peu à peu aussi à l'achat des pièces détachées et de l'outillage indispensables. Depuis le poste à galène par lequel j'ai démarré...

— Vous souvenez-vous exactement dans quelles circonstances vous avez « démarré » en Radio ?

— Oui, un jour, un camarade de classe a exhibé fiè-

rement devant nous un poste à galène de sa fabrication.

A cette époque, les enfants s'émerveillaient encore du moindre fait quelque peu mystérieux — et je brûlai aussitôt d'envie: en réaliser un, moi aussi. Il me fallut marchander le matériel d'occasion chez un revendeur.

— Mais n'est-ce pas très simple de construire un poste à galène ?

— Simple ? A construire oui, à faire fonctionner pas tant qu'on l'imagine. Surtout, comme c'était le cas, si l'on est loin d'un émetteur. Aussi, vous devinez l'emballage d'un gosse de douze ans qui réalise sa première écoute, même médiocre et lointaine. C'est sensationnel ! Bien entendu, on trouve actuellement des boîtes toutes prêtes, appelées « KIT » mais l'attrait véritable consiste à fabriquer soi-même les bobinages avec des noyaux de bois rond et des épingles, pour monter du « nid d'abeilles » ou à coller des spires jointives sur un cylindre de carton laqué. Je conseille vivement à vos jeunes lecteurs d'en monter du moins un et d'essayer d'en améliorer le plus possible le fonctionnement.

— Cependant, n'est-ce pas un objet de musée, guère utilisable ?

— Oh que non ! Voyez-vous il arrive parfois que vous vous trouviez sans pile, sans courant électrique, sans aucune forme d'énergie.

Rappelez-vous, durant la guerre 39-45 j'étais arrivé, en zone occupée, voire interdite, à en fabriquer de très petits qui se cachaient discrètement dans un pseudo-étui à cigarettes, voire un écrin de bague. Et, j'en avais même coincé un, minuscule, dans un tiroir: il était relié à l'écouteur d'un combiné téléphonique, d'un circuit intérieur bien entendu. Un simple bouton inverseur nous permettait de commuter, soit le téléphone, soit le poste. Ainsi, certains d'entre nous, pendant le travail, pouvaient écouter Londres impunément, à quelques mètres des Allemands, sous le couvert d'un faux entretien téléphonique, que leur entrée ne pouvait prétendre interrompre.

— Et après ces fameux postes à galène ?

— Actuellement, on peut attaquer tout de suite les montages à transistors. Mais les curieux commenceront en réalisant des postes à lampe — avec raison !

Je me souviens d'un premier poste à 1 lampe (la A 409) sur batterie (montage en détectrice à réaction) puis à 2 lampes sur batterie et à haut-parleur. Ces fameuses lampes ! Je n'avais pas les moyens de les acheter neuves. Aussi, j'allais toujours fouiner dans

le stock d'occasion du marchand déjà évoqué. Il les cédaient « à la chance » à un prix fixe, 5 francs soit à peu près 2 francs actuels. Mais la chance, c'était trop hasardeux pour ma bourse. Aussi, j'y allais avec, caché dans la poche gousset entrebaillée sur ma poitrine un petit ohmmètre dont chaque cordon filait discrètement sous chaque manche, et, mine de rien, j'en appliquais les pointes sur le culot pour vérifier si le filament n'était pas coupé. Je vous assure que beaucoup de lampes proposées étaient déjà mortes de leur belle mort !

Quand nous allions camper dans un coin perdu, nous étions heureux de reposer nos mollets fatigués en écoutant « notre » poste à piles — aussi heureux que les jeunes de 1965 qui emportent un magnifique et coûteux poste à transistors, et certainement beaucoup plus fiers qu'eux.

— Croyez-vous qu'un garçon ayant 15 ans en 65, pourrait encore bricoler ainsi, alors que l'industrie met à sa disposition tant de modèles perfectionnés et, qu'en outre, des magasins spécialisés leur offrent à des prix défiant toute concurrence un vaste échantillonnage de matériel, postes en surplus, récepteurs complets soldés, etc...

— Evidemment, il y a les solutions faciles. Mais heureusement il y aura toujours des jeunes qui aiment la difficulté, l'effort personnel, qui sont curieux, avides même de comprendre pour bien connaître: photographes qui tirent leurs photos eux-mêmes après avoir préparé leurs propres produits, cinéastes amateurs qui se passionnent pour le truquage etc...

Avoir appris l'électronique, étape par étape, c'est payant un jour ou l'autre, même lorsque l'on est dans un laboratoire de recherches ainsi que pourrait vous confirmer notre ami. Mais revenons à ces étapes.

— Après les postes sur batterie ?

— Ceux sur secteur, à 1 lampe: la 12A7, par exemple, fameuse lampe combinée groupant un tube redresseur et un tube amplificateur pentode, chacun ayant sa propre cathode, ce qui donnait en fait deux lampes, l'une alimentant l'autre en haute tension, à partir du secteur électrique; jusqu'au fameux Superhétérodyne, 5 lampes, classique récepteur à changement de fréquence, le montage de tout le monde depuis 25 ans.

Nous trouvions des idées de montage, des conseils dans d'excellentes revues comme « la TSF pour tous », « Radio Monteur », « Radio Constructeur », etc...

— De temps en temps, on essuie des échecs, je suppose ?

Eh oui, hélas, les « gaffes » coûtent cher: on claque une valve; ou le tournevis glisse, dans un poste à piles dont on a laissé sottement les piles branchées et on « grille » tout un jeu de lampes en mettant accidentellement 90 volts sur les filaments! Mais on n'est pas découragé pour autant. Un jour, après lecture, le désir m'a pris de construire un oscillographe cathodique. Bien des lecteurs y voient un instrument complexe et redoutable.

— C'est un appareil de mesure ou plus exactement

de comparaison, équipé d'un tube semblable à un tube image de télévision, sur lequel on fait apparaître la forme des courants ou des tensions à étudier. Dans le commerce les oscillographes ou oscilloscopes valaient beaucoup trop cher pour un jeune amateur. Or, je n'ai acheté que le tube cathodique que je ne pouvais construire moi-même! Tout le reste fut récupéré sur d'anciens châssis. En particulier, j'avais monté plusieurs condensateurs de filtrage en série pour qu'ils tiennent la très haute tension, le modèle requis isolé à 2600 volts étant hors de prix. Ma chaîne de 4 condensateurs partageait la tension appliquée en quatre, et j'avais pris soin de placer 1 mégohm en parallèle sur chacun, pour que la tension reste divisée en cas d'accident de l'un de mes condensateurs dont la résistance propre risquait de devenir différente de celle des autres. Quant au transformateur il a bien fallu adapter ses tensions par bricolage d'enroulements; une meule à aiguiser m'a fourni le dispositif démultiplicateur pour ma bobineuse rudimentaire; et en avant pour les très nombreuses spires de l'enroulement très haute tension, en fil émaillé très fin...

Ah! le premier transformateur qui part en fumée, deux fils éraflés qui se touchent à la sortie de l'enroulement! On ira une fois de moins au cinéma. Mais l'expérience ainsi acquise sera durable. Tenez, voici un exemple concret où, l'expérience personnelle, l'analyse du cas et, disons l'astuce rendent service. Pendant l'occupation, ayant dû interrompre mes études, je travaillais dans une entreprise générale de Radio Electricité assez importante.

Depuis des semaines, des mois peut-être, le chef monteur électricien de notre maison était dérangé à maintes reprises pour un certain ascenseur de « grand Magasin » qui tombait en panne comme à plaisir, toujours la même panne intermittente. Notre patron fulminait! Un jour, je lui proposai audacieusement d'y aller; j'avais toute sa confiance et malgré le dépit du chef monteur, il m'y envoya.

Ceci me permit de constater que l'une des boîtes d'appel était montée différemment des autres: 2 fils inversés faisaient passer le circuit d'appel par la lampe témoin. Celle-ci claquait au bout de quelques appels par la faute de ce courant supplémentaire; elle était remplacée régulièrement par l'électricien du magasin qui ne cherchait pas la relation entre la panne générale et le changement de la lampe. Dès que j'eus remis les fils en bonne place, l'ascenseur fonctionnait avec ou sans lampe, bonne au mauvaise.

— L'installation était sans doute neuve, c'était une erreur de montage ?

— Non

— C'est incroyable, 2 fils ne s'inversent pas seuls ?

— Après enquête et recoupements, on découvrit qu'un électricien attaché au Grand Magasin avait été renvoyé juste avant la première panne. Il devait bien connaître son métier, et en inversant les deux fils, il laissait un ascenseur en état de marche, pour le temps que la lampe tiendrait...

suite dans le prochain Numéro.

LE RECEPTEUR DE RADIO

Les études que nous venons de faire dans les leçons précédentes ont consisté en une revue — assez détaillée — des phénomènes se déroulant dans les circuits radio-électriques et dans les divers éléments de ces circuits. Nous avons également analysé ces composants et étudié leur comportement et leur fonction, tant séparément que par groupes. Nous pouvons donc affirmer que, dès à présent, le récepteur de radio, tout au moins dans ses principes généraux de fonctionnement, nous est mieux connu. Le moment est donc venu de l'examiner de façon plus approfondie, bien que nous n'ayons pas encore commencé l'étude de l'amplification des signaux et des moyens propres à la réaliser, laquelle joue un rôle primordial dans tout récepteur de radio.

QUALITES GENERALES REQUISES D'UN RECEPTEUR

Le rôle du récepteur consiste à compléter la chaîne de communication à distance qui commence avec l'émetteur. Nous savons qu'il doit capter une partie de l'énergie rayonnée par l'émetteur, sous forme d'onde porteuse modulée, en extraire la modulation — c'est-à-dire l'ensemble des courants B.F. constituant la traduction électrique des sons perçus par le microphone — et en assurer la reproduction sous forme d'énergie perceptible à l'oreille, c'est-à-dire en sons.

Dans les pages suivantes, nous verrons comment le récepteur joue son rôle dans le domaine des radiocommunications. Pour commencer, résumons les principales caractéristiques que nous connaissons déjà dans leurs grandes lignes.

Gamme de fréquences

Une gamme de fréquences est délimitée par la fréquence minimum et la fréquence maximum — soit, respectivement, la plus grande et la plus petite longueur d'onde — que l'appareil peut recevoir. Si on considère l'ensemble des fréquences employées dans les radiocommunications, on constate qu'elles s'étendent entre 10 kHz et plus de 30 000 MHz; il est bien évident toutefois qu'aucun récepteur ne peut recevoir effectivement toutes ces fréquences qui couvrent un spectre extrêmement étendu, et c'est pourquoi, ainsi que nous l'avons vu dans notre première leçon, il a été nécessaire pour des raisons pratiques, de les diviser en un certain nombre de « gammes ».

On utilise également, un autre genre de subdivision, indiqué dans le tableau relatif aux longueurs d'on-

des (publié dans notre première leçon), au cours de notre étude sur les oscillations électromagnétiques. Ce tableau est basé sur une subdivision tenant compte de l'utilisation prévue. Un récepteur peut couvrir une gamme entière, ou seulement une partie de celle-ci; dans la majorité des cas, il peut recevoir deux ou trois gammes. La gamme comprise entre 550 kHz et 1 300 kHz est dite « gamme des Ondes Moyennes », c'est la gamme principale utilisée pour la radiodiffusion.

Sensibilité

La sensibilité mesure la possibilité qu'a un récepteur de capter des signaux faibles et de les transformer en sons intelligibles. N'importe quel récepteur intercepte ou capte une quantité de rayonnements provenant de nombreux émetteurs répartis dans le monde et émettant sur des fréquences différentes avec des puissances variées, ce qui fait que les signaux reçus diffèrent énormément, non seulement par la fréquence, mais encore par l'intensité. Un récepteur est d'autant plus sensible qu'il permet la réception des signaux les plus faibles dans les meilleures conditions possibles.

Sélectivité

La sélectivité est la qualité d'un récepteur qui permet de recevoir un signal déterminé et de le transformer en énergie perceptible à nos sens, en excluant tous les autres signaux voisins émis en même temps, qui ne nous intéressent pas. En effet, à chaque instant, le récepteur reçoit de son antenne, un ensemble de signaux de fréquences et d'intensités très différentes; un récepteur sélectif doit pouvoir choisir parmi eux un seul signal, c'est-à-dire une seule fréquence porteuse, et « éliminer » tous les autres, même ceux dont la fréquence est très proche de celle à recevoir.

Fidélité

Tandis que la sensibilité et la sélectivité sont — en premier lieu — les deux qualités permettant à un récepteur de capter un signal, même très faible, et d'en permettre une réception facile en éliminant tous les autres signaux très proches, la fidélité est la qualité que doit posséder un récepteur pour reproduire des signaux parfaitement identiques à ceux émis par l'émetteur. Un récepteur construit pour la réception des programmes de radiodiffusion (musique, théâtre, informations,...) doit, naturellement, être d'une très grande fidélité. En d'autres termes, il doit reproduire fidèlement les sons et, d'une manière générale, tous

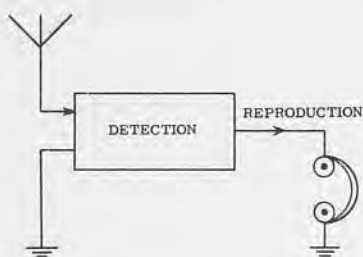


Fig. 1 - La figure schématise deux fonctions essentielles d'un récepteur très simple. Ce sont: la détection du signal et la reproduction sonore.

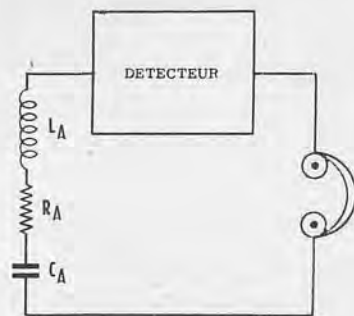


Fig. 2 - L'antenne est effectivement un circuit accordé ayant sa propre inductance L_A , sa propre capacité C_A et sa propre résistance R_A . En tant que circuit accordé, elle contribue à la sélection du signal.

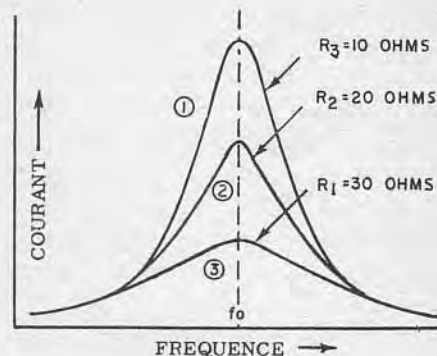


Fig. 3 - Ces courbes montrent l'effet de la résistance propre de l'antenne sur la sélectivité et le rendement.

les éléments de la transmission, c'est-à-dire aussi bien les notes musicales d'un orchestre, que la voix d'un acteur, d'un annonceur...

Pour les récepteurs spéciaux destinés à assurer un trafic commercial du type téléphonique, on exige une moins grande fidélité, mais il est nécessaire que la reproduction soit parfaitement claire et reste entièrement intelligible sans aucun effort de la part de l'utilisateur.

En résumé, il suffit de dire que la reproduction doit être absolument dépourvue de distorsions indésirables: la voix doit être compréhensible, aussi naturelle que possible, sans aucune interférence ou bruits étrangers à la transmission elle-même.

Caractéristiques physiques

Les composants d'un récepteur sont presque tous petits et plus compacts que ceux d'un émetteur; cela est dû principalement au fait que les tensions d'alimentation sont plus faibles. Par conséquent, dans un récepteur, les éléments constituant la partie alimentation sont contenus dans l'appareil même. Les dimensions effectives, le poids et le prix varient considérablement selon la qualité et les performances exigées.

Les appareils destinés à la réception des programmes de radiodiffusion se distinguent de ceux dits « professionnels », conçus pour un trafic déterminé à des distances souvent très grandes. Les premiers, cependant, étudiés pour satisfaire à certaines exigences d'ordre commercial, permettent des réceptions d'excellente qualité, tout en évitant l'emploi des éléments coûteux nécessaires à la réalisation des récepteurs professionnels. Il existe également, des appareils adaptés à la réception sur engins mobiles, comme les automobiles par exemple, construits selon des normes que nous pouvons qualifier de semi-professionnelles, les rendant capables de supporter des vibrations et des chocs assez violents.

PRINCIPES DE BASE DE LA RECEPTION RADIO

Le plus simple récepteur de radio accomplit trois fonctions essentielles: la *sélection*, la *détection* et la *reproduction* des sons.

La *sélection* consiste à choisir, parmi les nombreux signaux captés par l'antenne, celui désiré et à l'introduire dans les circuits du récepteur. La *détection* a pour but de séparer la modulation de la porteuse, car celle-ci, comme nous le savons, constitue uniquement un « moyen de transport » pour les signaux à fréquence acoustique que nous désirons transmettre et recevoir. Enfin, par la *reproduction*, les sons, la voix et autres signaux intelligibles transmis par l'émetteur sous forme d'impulsions électriques, sont retransformés en oscillations mécaniques directement perceptibles par l'oreille.

Toutes ces opérations, à l'exception de la sélection, sont schématisées dans la **figure 1**.

L'antenne

L'antenne, elle-même, n'est autre chose qu'un circuit accordé qui, dans une certaine mesure, procède à une première sélection. La **figure 2**, reproduisant le circuit équivalent à une antenne, montre comment elle joue le rôle d'un circuit résonnant. L_A représente son inductance propre, C_A sa capacité et R_A sa résistance.

La fréquence de résonance d'une antenne peut être calculée au moyen de la formule:

$$F \text{ (MHz)} = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

dans laquelle, L = inductance en microhenrys, C = capacité en micromicrofarads (pF).

En substituant, dans cette formule, les valeurs typiques ($L_A = 50 \mu\text{H}$ et $C_A = 200 \text{ pF}$) on a:

$$F \text{ (MHz)} = \frac{159}{\sqrt{50 \times 200}} = 1,59 \text{ MHz}$$

Il convient de remarquer que cette fréquence de résonance peut être modifiée, en faisant varier L ou C ou les deux à la fois, et — si l'antenne est constituée par un fil ou un fouet — L et C varient proportionnellement avec la longueur de l'antenne elle-même. La fréquence de résonance est d'autant plus basse que l'antenne est plus longue.

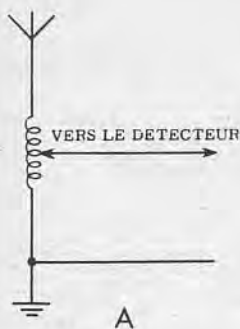


Fig. 4-A - En ajoutant une inductance dans le circuit d'antenne, on peut faire varier la « longueur électrique » de celle-ci.



Fig. 4-B - On peut également changer la « longueur électrique » d'une antenne en ajoutant une capacité.

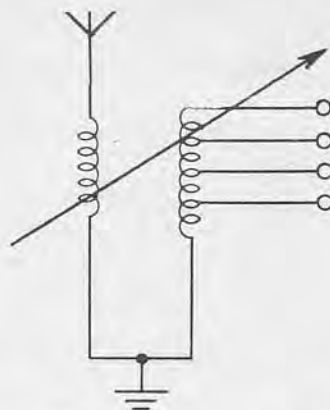


Fig. 5 - Si le transfert du signal de l'antenne au circuit accordé se fait inductivement on obtient une meilleure sélectivité, du fait de la séparation des fonctions.

La résistance de l'antenne a une certaine influence sur la stabilité du circuit accordé; cela est illustré par la **figure 3**, dans laquelle sont portées les diverses valeurs de courant d'antenne en fonction de la résistance. L et C restant constants. Il est important de remarquer que plus cette résistance est faible, plus fort est le courant et meilleure est la sélectivité. Le lecteur, qui se rappelle ce qui a été exposé dans la 35^{ème} leçon, relative aux circuits résonnants, peut immédiatement constater l'identité de ce phénomène avec celui mentionné alors, à propos de la sélectivité (page 275).

Une antenne peut être accordée, au moment de sa construction, en faisant en sorte que sa longueur corresponde, par exemple, au quart de la longueur d'onde à recevoir, ou à un multiple de cette longueur; elle peut, également, être construite de telle sorte que l'on puisse faire varier sa longueur au moyen d'un système mécanique approprié.

Aux fréquences très élevées, la sélectivité produite par l'accord de l'antenne est assez critique et peut jouer un rôle très important; dans ces gammes, les antennes sont de longueur réduite et leur résistance est maintenue aussi faible que possible. Dans certains cas, un léger désaccord de l'antenne peut rendre toute réception impossible. Aux fréquences plus basses, par contre, les antennes doivent être très longues et il est très difficile de réduire leur résistance propre. Il s'ensuit, donc, que l'accord est moins critique.

Le gain obtenu dans un récepteur au moyen des étages amplificateurs, dépasse de beaucoup celui pouvant être obtenu par l'accord de l'antenne; c'est ainsi que la longueur de celle-ci n'a que peu d'importance dans le cas des récepteurs de radiodiffusion.

Toutefois, lorsqu'il s'agit de récepteurs très simples, comme ceux déjà décrits dans ce Cours, ne comportant pas d'étages amplificateurs, la longueur de l'antenne a une très grande importance tant au point de vue sensibilité que sélectivité.

L'antenne réceptrice capte le signal quand elle se trouve sur son parcours. On sait en effet que les lignes de force magnétiques coupant un conducteur (l'an-

tenne), elles y induisent une f.e.m. Cette tension induite est maximum lorsque l'antenne est accordée sur la fréquence de cette tension, c'est-à-dire de la porteuse. La tension induite représente l'énergie nécessaire au premier stade du processus de la réception: captation du signal (énergie haute fréquence) et sa sélection.

Accord et sélectivité

Nous avons vu que l'on peut modifier la fréquence de résonance d'une antenne en faisant varier l'inductance, la capacité ou les deux à la fois. Ceci peut être réalisé en branchant une inductance ou un condensateur variable dans le circuit, comme indiqué sur la **figure 4**. Le fait d'ajouter une inductance ou une capacité n'a évidemment aucun effet sur la longueur physique d'une antenne, mais influe considérablement sur sa *longueur électrique*: or c'est cette dernière qui détermine la fréquence de résonance de l'antenne. Quand l'inductance ou la capacité sont variables, la longueur « électrique » de l'antenne peut être ajustée pour obtenir l'accord exact sur une fréquence déterminée.

Il est enfin possible d'avoir une meilleure sélectivité totale en couplant le circuit d'antenne à un circuit accordé séparé, comme sur le schéma de la **figure 5**. En ajoutant ce circuit supplémentaire, la sélection peut être considérée comme absolument indépendante de l'accord propre de l'antenne. Cette dernière est alors réduite principalement à son rôle le plus important, celui qui consiste à capter les signaux radio-électriques.

En employant un tel transformateur, constitué par les circuits de la figure 5, on améliore considérablement la sensibilité et la sélectivité; il soustrait le circuit accordé à l'influence néfaste de la résistance propre de l'antenne. L'accord de ce circuit supplémentaire peut être obtenu, de la manière habituelle, en faisant varier la valeur de l'inductance ou de la capacité, ou des deux à la fois.

La détection

La détection consiste, comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, à séparer les fréquences audibles du signal haute fréquence modulé. Dans le circuit du récepteur simple de la **figure 6**, cette fonction est dévolue

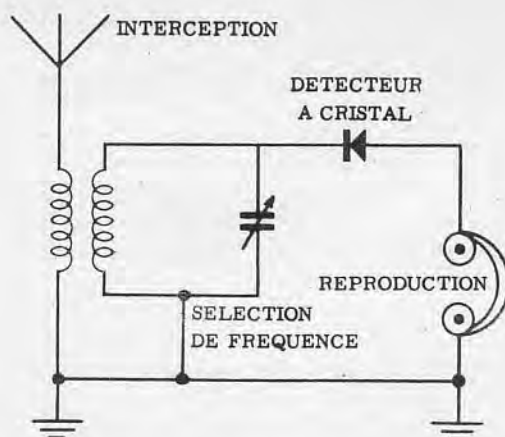


Fig. 6 - Ce circuit qui fait la fonction de détection, est déjà connu de nos lecteurs. Il représente le plus simple récepteur qui puisse être réalisé.

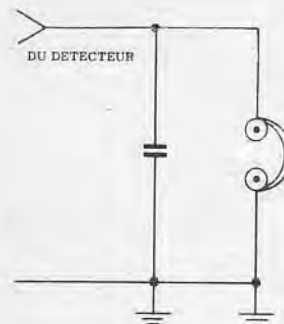


Fig. 7 - En parallèle sur le casque, on branche toujours un condensateur qui complète l'action de filtrage produit par la bobine de l'écouteur.

au détecteur à cristal. Le fonctionnement d'un détecteur de ce type a été étudié, dans ses grandes lignes, au cours de notre 8^{ème} leçon.

La détection est l'inverse de la modulation; elle est d'ailleurs parfois, appelée « demodulation ». C'est ainsi que, dans le récepteur cité plus haut, elle a pour but de séparer la modulation d'amplitude du « moyen de transport », constitué par la Haute Fréquence; nous verrons, plus tard, que le procédé utilisé pour détecter une onde modulée en fréquence est très différent. Résumons, pour le moment, ce que nous avons exposé sur la détection d'une onde radio modulée en amplitude.

Tous les systèmes détecteurs sont essentiellement des « redresseurs ». Le détecteur à cristal, représenté sur la figure 6, a une conductibilité appréciable dans un seul sens; par conséquent le cristal se comporte comme un redresseur de courant lorsqu'il est relié à un circuit accordé. Il fournit donc un courant continu pulsé, les pulsations correspondant à celles de la Haute Fréquence (une seule alternance), mais avec une amplitude variable qui correspond à la modulation Basse Fréquence.

Ceci est la première étape de la détection. Le processus est complété par l'effet d'un système de filtrage du courant continu pulsé qui, dans le circuit étudié ici, est constitué en partie par la bobine de l'électro-aimant de l'écouteur téléphonique. Celle-ci oppose une impédance minimum aux Basses Fréquences, tandis qu'elle présente une impédance très élevée à la Haute Fréquence.

Un condensateur branché en parallèle sur le casque (figure 7) complète le filtre: il présente une impédance très faible en Haute Fréquence, mais une impédance très grande (en raison de sa faible capacité) à la Basse Fréquence. Le condensateur dévie donc les pulsations H.F., tandis que les courants à fréquences audibles passent dans les bobines du casque.

La reproduction des sons

Le courant qui passe dans les bobines du casque a une amplitude qui varie au rythme des fréquences audibles. Si l'on fait en sorte qu'il puisse imprimer les mêmes oscillations à l'air ambiant, on obtiendra des sons audi-

bles. Pour reproduire ces sons, on utilise l'énergie du champ magnétique produit autour des bobines des écouteurs. L'intensité du champ magnétique suit les variations du courant et contraint une membrane métallique à vibrer à la même fréquence. Celle-ci provoque les vibrations de l'air ambiant et produit une onde sonore.

ANALYSE DU FONCTIONNEMENT D'UN RECEPTEUR RADIO SIMPLE

Le schéma de principe de la figure 8 nous aide à analyser le fonctionnement d'un récepteur de radio très simple. Dans ce circuit sont groupés tous les éléments dont nous avons parlé plus haut et les diverses fonctions sont indiquées clairement. Notre analyse portera sur les points principaux ci-après: quels sont les composants essentiels? — Quel est le rôle joué par chacun d'eux? — Quelles transformations subissent les ondes radio en passant à travers les divers éléments du récepteur?.

La figure donne le schéma de montage des divers composants, des lignes en traits discontinus séparent les différentes fonctions et, dans le bas, sont représentées les transformations subies par les ondes au fur et à mesure qu'elles passent dans le récepteur.

Quand une onde radio-électrique est captée par l'antenne, elle y induit une tension Haute Fréquence qui, naturellement, apparaît au primaire $L1$ du transformateur H.F. ($T1$). Le courant H.F. circulant dans le primaire ($L1$) induit un courant de même fréquence dans le secondaire ($L2$). Le transformateur d'antenne ($T1$) est bobiné sur un mandrin pouvant être pourvu, dans certains cas, d'un noyau magnétique en poudre de fer. Le transformateur est « élévateur » de tension (secondaire comportant plus de tours que le primaire) ce qui procure une augmentation de l'amplitude de la tension du signal reçu.

Le secondaire ($L2$) de $T1$ fait partie d'un circuit accordé série formé par $L2$ et $C1$. Le courant circulant dans un circuit accordé série — nous l'avons vu dans notre 34^{ème} leçon — atteint son intensité maximum lorsque la fréquence du signal est égale à celle du circuit résonnant. En outre, jusqu'à cette fréquence

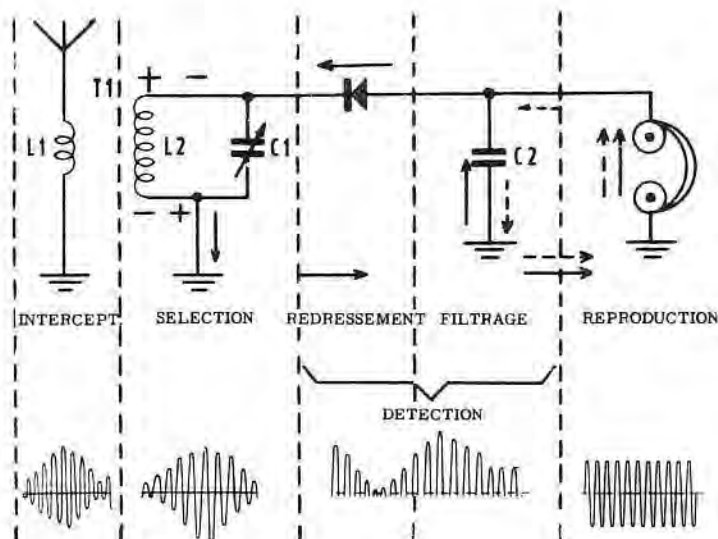


Fig. 8 - Analyse d'un récepteur de Radio très simple et représentation des transformations subies par les ondes lors de leur passage à travers les circuits. Les flèches en traits discontinus indiquent le parcours du courant lorsque le cristal n'est pas conducteur.

correspond au maximum de courant, une tension maximum apparaît également aux bornes de chaque composant. Pour obtenir la puissance sonore maximum au casque, il faut appliquer la plus forte tension possible au circuit de C2 et du casque. Ceci se traduira par un courant d'intensité maximum dans le casque et, comme celui-ci est un dispositif « traducteur » de courant, il en résultera une puissance sonore maximum.

Le circuit accordé (L2 - C1) se présente, dans son ensemble, comme un circuit-parallèle vis-à-vis du redresseur et du casque, et une des caractéristiques d'un circuit-parallèle, à la fréquence de résonance, est justement de fournir une tension maximum à ses bornes.

La polarité de la tension présente aux bornes de L2 suit les variations de la tension du signal arrivant à l'antenne. Quand le courant atteint sa plus grande valeur positive, il circule dans le circuit dans le sens indiqué par les flèches en traits pleins (figure 8). Lors des alternances négatives, le cristal s'oppose au passage du courant et le condensateur se charge dans le sens indiqué par les flèches en traits discontinus. De cette façon, l'onde est redressée et le signal est transformé en un courant continu pulsé. Il convient de noter que les pulsations ainsi obtenues portent encore l'empreinte de la modulation, après le filtrage, mais cela n'a aucune influence sur leur intelligibilité.

Le condensateur C2 fait partie du filtre, il est de faible capacité: généralement de l'ordre de 250 pF. Il filtre la composante Haute Fréquence du courant continu pulsé; tandis qu'il se charge pendant l'alternance où le cristal n'est pas conducteur.

Par ses charges et ses décharges successives, ce condensateur absorbe toutes les fluctuations à H.F. et le courant suit les variations d'amplitude de la modulation, comme on peut le voir sur le graphique de la figure 8.

Les écouteurs — ainsi qu'il est dit plus haut — transforment cette modulation en ondes sonores, grâce à l'application des principes de l'électro-magnétisme. Chaque écouteur est composé de deux bobines, d'un aimant permanent en forme de « U », constituant les noyaux de ces bobines, et d'une membrane métallique flexible placée tout près des pôles des bobines.

Quand le courant passe dans les bobines, il produit un champ magnétique variable dont l'intensité provoque l'attraction plus ou moins forte de la membrane. Quand l'intensité du champ magnétique décroît, la membrane (en raison de son élasticité) s'éloigne, tandis qu'elle se rapproche lorsque le champ augmente; les vibrations mécaniques ainsi produites donnent naissance à des ondes sonores qui produisent les sons émis devant le microphone du poste émetteur.

LIMITES D'UTILISATION D'UN RECEPTEUR DE RADIO A CRISTAL

Les récepteurs décrits jusqu'à présent ont une utilisation très limitée. En effet, ils ne comportent qu'un seul circuit accordé, ce qui donne une bien médiocre sélectivité du signal, bien que ce dernier soit légèrement amplifié du fait du rapport de transformation du transformateur d'entrée, sa sensibilité reste très faible. Ceci limite les possibilités d'utilisation d'un tel récepteur qui ne peut recevoir que des signaux puissants provenant de stations locales, ou tout au moins très rapprochées. Pour tous les autres signaux de plus faible intensité, le courant issu du détecteur n'a pas une valeur suffisante pour créer un champ magnétique dans les bobines des écouteurs, capable de faire vibrer la membrane.

Un récepteur susceptible d'une large utilisation devra donc comporter un certain nombre d'éléments supplémentaires. Il devra posséder des circuits et des étages amplificateurs capables d'améliorer son fonctionnement tant au point de vue sélectivité que sensibilité. Pour le rendre plus sélectif, il faut un plus grand nombre de circuits accordés; pour le rendre plus sensible, il faut lui adjoindre des étages amplificateurs Haute Fréquence. De plus (ainsi que nous l'avons expliqué dans la 8^{ème} leçon), il est nécessaire d'y inclure des étages amplificateurs Basse Fréquence pour augmenter la puissance de sortie et permettre l'emploi d'un haut-parleur pour reproduire les sons, au lieu du casque. Un exemple d'un récepteur de ce type est illustré par le diagramme fonctionnel de la figure 9; il

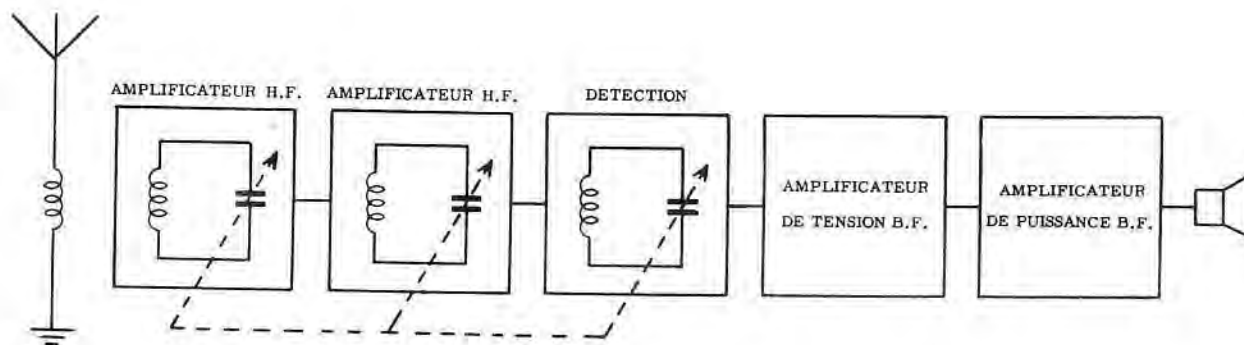


Fig. 9 - Outre les éléments indispensables, un récepteur destiné à la réception confortable de nombreuses stations, à haut-parleur, doit avoir des circuits et des étages amplificateurs supplémentaires. C'est ainsi qu'avec les circuits accordés on peut améliorer la sélectivité avec des étages amplificateurs H.F., la sensibilité et avec des amplificateurs B.F., la puissance de reproduction sonore. Par commodité d'emploi, les divers condensateurs variables sont à commande unique (ligne pointillée).

s'agit là de la schématisation très sommaire d'un récepteur à « étages amplificateurs accordés » dont nous allons faire une première analyse.

RECEPTEURS A ETAGES AMPLIFICATEURS ACCORDES

Le récepteur élémentaire décrit dans les pages précédentes peut être défini comme un récepteur à un seul étage, étant donné que ni le bloc d'accord antenne ni le casque (qui précède et suit, respectivement, le détecteur) ne forment un étage, proprement dit. Le récepteur à « étages amplificateurs accordés » est, au contraire un récepteur à plusieurs étages. Comme on peut le voir sur le diagramme fonctionnel de la figure 9, l'étage détecteur de l'appareil est l'équivalent de l'étage unique du récepteur simple à cristal.

Le récepteur de la figure 9, enfin, peut être qualifié de complet car il comporte deux étages amplificateurs Haute Fréquence, un étage amplificateur de tension Basse Fréquence et un étage amplificateur de puissance. Ses performances sont infiniment supérieures à celles du récepteur à un seul étage; la différence essentielle réside dans l'emploi des « lampes » amplificatrices ou dans d'autres systèmes d'amplification, comme les « transistors », par exemple. Avec leur aide, le nombre des fonctions du récepteur se trouve largement accru.

Si nous suivons le signal, au cours de son passage dans le récepteur, nous trouvons successivement les fonctions suivantes: captation du signal, sélection, amplification H.F., détection, amplification B.F. et, enfin, reproduction par le haut-parleur. L'amplification, quelle soit en Haute ou en Basse Fréquence, est un énorme avantage rendu possible par l'emploi des « lampes ». Nous verrons dans quelques leçons, les principes de fonctionnement des lampes et, naturellement, les applications les plus variées qui en ont été faites; nous en ferons de même, par la suite, pour les « transistors ».

LES CIRCUITS D'ANTENNE

Les circuits de couplage d'antenne employés dans les récepteurs à « amplificateurs accordés » sont analogues à ceux décrits lors de notre étude sur les récepteurs à cristal, bien qu'étant plus perfectionnés. L'énergie Hau-

te Fréquence captée par l'antenne est appliquée au premier étage d'amplification et, pour être plus exact, à sa lampe. Pour cela, dans la plupart des cas, on utilise un transformateur de couplage qui a l'avantage de fournir déjà un certain gain, par rapport au signal reçu, étant donné qu'il s'agit là d'un transformateur élévateur de tension.

Parfois, l'antenne est reliée au primaire du transformateur par l'intermédiaire d'un « circuit éliminateur » ou « réjecteur ». Celui-ci est un filtre destiné à éliminer un signal indésirable (provenant, par exemple, d'un émetteur puissant et rapproché) susceptible de perturber la réception des signaux provenant d'émetteurs lointains, ou de faible puissance. Ces circuits « pièges », comme le montre la figure 10, peuvent être soit du type parallèle, soit du type série; leur emploi permet d'augmenter notablement la sélectivité.

Sur le schéma de la figure 10-A, on peut voir que L_1 et C_1 forment un circuit résonnant parallèle qui présente une impédance maximum à la fréquence sur laquelle il est accordé, c'est-à-dire sur celle du signal à éliminer. Le signal arrivant sur L_2 — et en conséquence la tension qui se développe aux bornes du circuit accordé ($L_3 - C_2$) — peut être de n'importe quelle fréquence, à l'exception de celle éliminée par le circuit réjecteur; c'est ainsi que le circuit accordé $L_3 - C_2$ peut permettre l'accord sur la fréquence désirée.

Sur le schéma de la figure 10-B, par contre, L_1 et C_1 forment un circuit résonnant série qui présente une impédance minimum à la fréquence sur laquelle il est accordé, c'est-à-dire sur celle du signal à éliminer. Ce circuit-série dérive vers la masse le signal indésirable tandis qu'il présente une forte impédance pour tous les autres; ceux-ci peuvent donc passer dans L_2 et le circuit accordé $L_3 - C_2$ permet de s'accorder sur la station désirée.

Le couplage de l'antenne se fait aussi parfois, au moyen d'une capacité (couplage capacitif) — généralement au moyen d'un condensateur variable — suivant le schéma de la figure 11. Dans ce cas, le signal capté par l'antenne est appliqué au circuit d'accord à travers le condensateur variable qui permet d'adapter

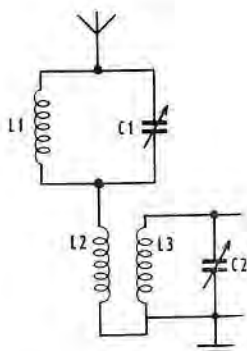


Fig. 10-A - Circuit piège, ou réjecteur, parallèle, placé en série dans le primaire du transformateur d'antenne: il améliore la sélectivité.

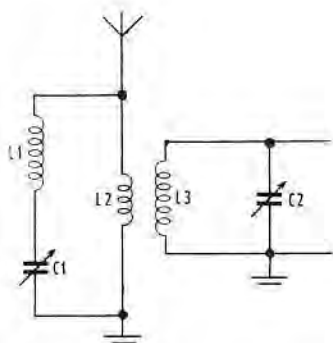


Fig. 10-B - Circuit piège, ou réjecteur série placé en parallèle sur le primaire du transformateur d'antenne: son rôle est le même que celui du précédent.

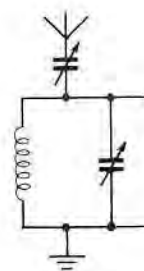


Fig. 11 - L'antenne est parfois couplée au circuit accordé au moyen d'un condensateur variable qui adapte l'impédance propre de l'antenne à celle de l'étage amplificateur.

l'impédance de l'antenne à l'impédance d'entrée de la lampe, pour obtenir un signal maximum.

La majorité des récepteurs de radiodiffusion récents fonctionnent sur une antenne incorporée ou « cadre », dont la figure 12 donne la représentation schématique. Ce « cadre » forme par lui-même un circuit accordé du fait que son inductance, combinée avec la capacité du condensateur variable, permet l'accord dans une gamme déterminée. Ce « cadre » est presque toujours constitué par une bobine du type illustré dans les figures 14 et 15 de la page 229, laquelle est bobinée sur un long noyau magnétique spécial pour H.F. Rappelons que ce type d'aérien possède un effet directif marqué qui contribue, dans une certaine mesure à la sélectivité effective du récepteur.

CONSIDERATIONS SUR LES CIRCUITS ACCORDES

Avant de commencer l'étude détaillée des divers montages d'étages amplificateurs à circuits accordés, il est bon d'analyser le comportement des circuits accordés eux-mêmes. Nous avons d'ailleurs déjà examiné les principes généraux lors de notre étude sur les circuits oscillants parallèle ou série.

Si nous reprenons la formule donnant la fréquence de résonance:

$$F \text{ (MHz)} = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

nous constatons que la fréquence dépend des valeurs de L et de C . L'augmentation d'une de ces deux quantités détermine une diminution de la fréquence de résonance. La diminution de la valeur de L ou de C , par contre, provoque une augmentation de la fréquence de résonance. Enfin, comme nous l'avons souligné lors de notre étude sur les circuits oscillants, si l'on fait varier les valeurs propres des deux composants (L et C) d'une façon telle que leur produit ($L \cdot C$) reste constant, la fréquence de résonance du circuit demeure inchangée.

On en conclut que, pour une fréquence donnée, on peut avoir une forte self L et une faible capacité C ou inversement, une faible self L et une forte capacité C .

Il faut alors se rappeler que le rapport L/C joue

un rôle important, car il conditionne le facteur de qualité Q du circuit accordé. Etant donné que $Q = Z : R$, le rapport entre l'impédance Z et la résistance ohmique du circuit R , influe sur le facteur de qualité Q . Si la résistance R reste constante, une augmentation de L et une diminution de C donne une valeur plus élevée au rapport Z/R et, par conséquent un Q plus faible.

Comme nous le savons, une valeur élevée de Q donne une courbe de résonance plus pointue et un meilleur rendement, ce qui entraîne une meilleure sensibilité et une plus grande sélectivité. Dans un cas extrême, si le facteur Q est trop grand, l'accord peut devenir tellement critique et la sélectivité si grande qu'il peut en résulter la coupure d'une partie des bandes latérales nécessaires à une bonne réception (bandes latérales produites par la modulation) et entraîner une déformation du signal original.

De tout ce qui précède, il est facile de conclure que le calcul d'un circuit accordé, en fonction des facteurs L , C et R est extrêmement important et doit être fait en tenant compte des résultats recherchés.

Normalement, les circuits d'accord des récepteurs sont tous réglables au moyen de condensateurs variables. Ceux-ci sont accouplés mécaniquement par un axe unique, ce qui permet de faire varier toutes les capacités en même temps, au moyen d'une seule commande. Le fait que les condensateurs aient une capacité variable facilite, évidemment, l'accord sur n'importe quelle fréquence comprise dans une gamme déterminée, limitée par la capacité minimum et la capacité maximum des condensateurs.

On peut également employer des inductances variables, lesquelles peuvent être accouplées mécaniquement, tout comme les condensateurs, mais nous avons dit, au cours de la leçon consacrée aux bobinages, que ce mode d'accord n'était utilisé que très rarement. Nous pouvons donc conclure en disant que les circuits employés dans les récepteurs à étages amplificateurs H.F., sont identiques à ceux étudiés précédemment, mais en remarquant, toutefois, que leurs éléments doivent être calculés et réalisés pour remplir les conditions exigées de ce type de récepteur.

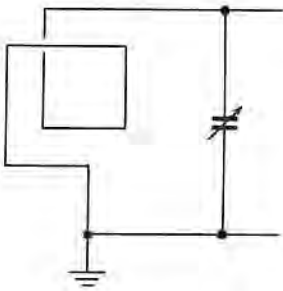


Fig. 12 - Schéma de principe d'une antenne incorporée, appelée « cadre ». Elle est formée par une bobine d'accord construite spécialement pour servir d'organe capteur du signal.

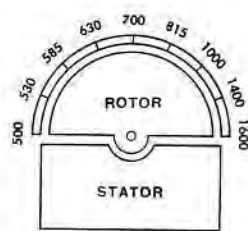


Fig. 13-A - Condensateur à variation linéaire de capacité. Sur la courbe extérieure est indiquée la variation de fréquence en fonction de l'angle de rotation, pour la gamme des Ondes Moyennes.

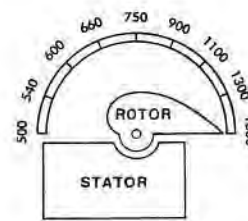


Fig. 13-B - Condensateur à variation linéaire de longueur d'onde. On constatera que la distribution des fréquences se fait différemment de celle de la figure précédente.

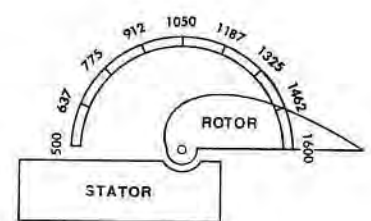


Fig. 13-C - Condensateur à variation linéaire de fréquence. Les fréquences sont régulièrement réparties sur tout le cadran.

Tout ce que nous avons abondamment expliqué lors de nos leçons consacrées aux bobinages et aux condensateurs ont permis à nos lecteurs de comprendre les fonctions et de connaître les principales caractéristiques de ces éléments dont le rôle est particulièrement important dans le domaine de la réception radio. Nous ajouterons quelques précisions, spécialement en ce qui concerne les condensateurs variables, afin que soit mieux comprise la technique de l'alignement qui est l'opération devant être effectuée, lors de la mise au point des récepteurs à plusieurs étages amplificateurs H.F. pour permettre l'accord unique des divers circuits.

Les condensateurs variables

Les condensateurs variables nécessaires aux circuits d'accord H.F., sont en principe des organes relativement volumineux. Leurs lames, aussi bien celles du rotor que celles du stator, sont généralement en aluminium mais, dans les récepteurs professionnels, on utilise parfois des condensateurs variables à lames en laiton argenté, afin d'obtenir une meilleure conductivité en Haute Fréquence. L'allure de la courbe de variation de capacité d'un condensateur variable dépend de la position de l'axe du rotor par rapport aux lames, ou, pour être plus exact, de la forme des lames constituant le rotor (figure 13-A, B et C). C'est ainsi que les condensateurs variables peuvent se diviser en trois catégories; à variation linéaire de capacité, à variation linéaire de longueur d'onde et à variation linéaire de fréquence.

Dans le premier cas, la capacité varie d'une manière directement proportionnelle à l'angle de rotation. Etant donné que la fréquence n'augmente pas en proportion directe de la diminution de la capacité, il en résulte que près de la moitié de la gamme de fréquence couverte normalement par le condensateur est contenue dans un secteur égal au huitième seulement de la rotation totale. Il en résulte un tassement exagéré des fréquences élevées (figure 13-A). Dans le second type, la longueur d'onde varie d'une manière directement proportionnelle à l'angle de rotation. La moitié la plus haute de la gamme de fréquence est alors

contenue dans le tiers de la rotation totale (figure 13-B).

Dans le dernier cas, étant donné que la fréquence est directement proportionnelle à l'angle de rotation du condensateur, on obtient une distribution régulière des fréquences sur tout le cadran. Avec ce type de condensateur la courbe d'accord est linéaire sur la gamme entière.

En principe, un récepteur à étages amplificateurs accordés pourrait comporter un nombre quelconque d'étages amplificateurs H.F., mais en pratique, ce nombre n'est jamais supérieur à trois. Le nombre des circuits accordés est toujours supérieur d'une unité à celui des étages amplificateurs. Naturellement, ce circuit supplémentaire est celui placé à l'entrée de l'étage détecteur. Quand l'accord des circuits se fait au moyen de condensateurs variables, il est pratique de réaliser une commande unique qui peut être obtenue au moyen d'un condensateur à plusieurs sections, ou plusieurs « cages ». Dans ce cas, les condensateurs sont montés sur un berceau unique et tous les rotors sont solidaires d'un même axe. Les stators sont séparés les uns des autres par des cloisons métalliques, reliées à la masse, faisant office de blindage contre les champs électrostatiques produits par les divers stators, qui ne doivent pas s'influencer réciproquement.

Il est pratiquement impossible de construire des condensateurs variables multiples ayant des sections dont les capacités sont rigoureusement égales. De même, il est difficile de faire en sorte que la variation de la capacité de chaque section, en fonction de l'angle de rotation, soit identique: la moindre torsion d'une lame provoque, c'est évident, une variation de la capacité dans la section où elle se produit, et seulement dans celle-là.

Toutefois, il est absolument nécessaire, pour obtenir le meilleur rendement du récepteur, que les diverses sections soient parfaitement « alignées », c'est-à-dire que leurs capacités soient identiques pour tous les angles de rotation.

Pour compenser les différences initiales, chaque section est (directement ou indirectement) pourvue d'un

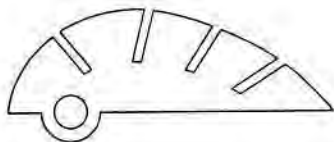


Fig. 14 - Les lames externes des condensateurs variables à plusieurs sections sont fendues, ce qui permet d'ajouter la capacité sur toute la course, en inclinant plus ou moins ces petits secteurs.

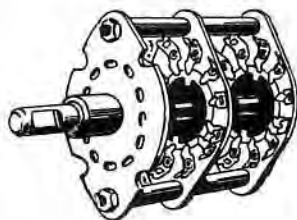


Fig. 15 - Contacteur multiple du type employé pour la commutation des gammes d'ondes.

Fig. 16 - Bloc d'accord H.F. Il comporte les divers bobinages et le contacteur.

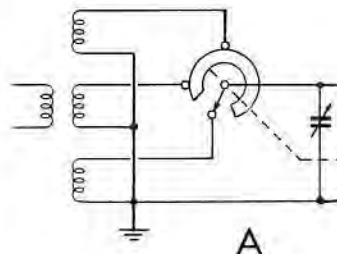
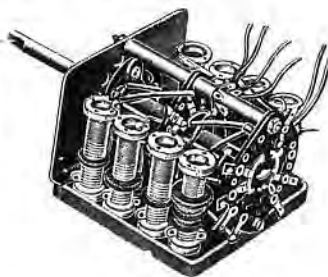
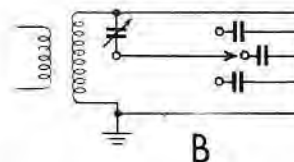


Fig. 17 - En A, commutation de diverses bobines aux bornes d'un condensateur variable. En B, commutation de diverses capacités aux bornes d'une inductance unique.



petit condensateur supplémentaire réglable au moyen d'un tournevis c'est-à-dire d'un de ces «ajustables» dont nous avons parlé à la page 258 (leçon 32), branché en parallèle sur chacune d'elles.

Pour permettre de compenser les éventuelles différences en cours de rotation, les lames extérieures du rotor de chaque section sont pourvues de fentes spéciales (figure 14), ce qui permet de rapprocher, ou d'éloigner, plus ou moins une partie de la lame du rotor, vers celle du stator la plus proche, selon qu'en ce point déterminé de la rotation, il est nécessaire d'augmenter ou de diminuer la capacité de la section, pour obtenir la même capacité dans l'ensemble des sections du condensateur.

Commutation de gamme

Lorsque les récepteurs à étages amplificateurs accordés doivent fonctionner sur plusieurs gammes de fréquence, le passage d'une gamme à une autre nécessite la commutation d'une série de circuits accordés.

En général, on se borne à commuter un seul élément du circuit, soit le bobinage L , soit le condensateur C . Etant donné que les condensateurs variables sont des composants encombrants et coûteux, on préfère, en pratique, commuter les bobinages, ce qui est beaucoup plus facile. Pour passer d'une gamme à une autre, on peut soit utiliser des bobinages interchangeables (montés sur broches), soit employer une série de bobinages fixes commutés au moyen d'un contacteur multiple. Dans ce second cas, on pourra bobiner, sur un support unique, les divers enroulements nécessaires pour recevoir plusieurs gammes d'onde. Le contacteur à employer pour la commutation des gammes peut être du type illustré par la figure 15. Il a pour fonction de brancher aux bornes du condensateur les extrémités de la bobine adaptée à la gamme à recevoir et, dans le même temps, de mettre à la masse tous les autres enroulements inutilisés, afin qu'ils ne perturbent pas le fonctionnement. Le contacteur comporte souvent plusieurs galettes, chacune d'entre elles pouvant commuter plusieurs circuits; lorsqu'on tourne l'axe du con-

tacteur, les contacts de chaque section mettent en circuit les enroulements correspondants; à toutes les positions angulaires correspond ainsi une gamme différente de réception. Lorsque les bobines, le contacteur et, très souvent, les condensateurs ajustables, sont groupés tous ensemble, en une unité compacte, on a un Bloc d'accord H.F. (figure 16). Nous verrons, plus loin, les avantages que procure cette solution.

La figure 17 donne les schémas de deux systèmes de commutation: en A on voit comment il est possible de commuter diverses bobines dans un circuit comportant un unique condensateur variable; en B, on notera comment on peut commuter divers condensateurs fixes en série avec un condensateur variable.

CIRCUITS POUR ONDES TRES COURTES ET ULTRA COURTES

L'emploi d'un circuit accordé normal composé d'une inductance et d'une capacité, s'est révélé pratiquement impossible aux fréquences très élevées. A de telles fréquences, comprises respectivement dans les gammes VHF et UHF (voir page 19), l'inductance L et la capacité C ont des valeurs tellement faibles que les connexions peuvent déjà avoir, à elles seules, une inductance supérieure à la valeur requise et que la capacité répartie, ou capacité propre, du bobinage peut être plus grande que celle qu'il serait nécessaire à l'accord du circuit. Il s'ensuit que, dans de telles conditions, l'accord du circuit est impossible. Pour s'accorder sur des fréquences supérieures à 100 MHz on utilise, alors, des «lignes accordées», constituées par deux conducteurs (fils ou tubes) d'une certaine longueur (généralement $1/4$ de longueur d'onde) placés parallèlement, à une faible distance l'un de l'autre.

Une ligne résonnante $1/4$ d'onde a une inductance et une capacité propres, et peut être considérée comme un véritable circuit accordé. Nous avons mentionné ce circuit en raison de l'importance acquise par les fréquences élevées dans le domaine des transmissions. Nous les étudierons plus en détail lorsque nous décrirons les appareils spéciaux pour VHF ou UHF.

Leçon n° 41

NOUVEAUX RECEPTEURS DE RADIO SIMPLES

Nos fidèles lecteurs connaissent, maintenant, la méthode que nous suivons pour la rédaction du présent Cours. Nous avons voulu que, à côté des études théoriques conduites d'une façon progressive — nous amenant à un examen toujours plus approfondi et complet des phénomènes et des lois qui les régissent — des exemples variés de réalisation pratique rendent plus efficace et plus vivante l'étude du sujet, tout en ayant le mérite de mettre le lecteur en contact direct avec le matériel et les méthodes de construction. C'est pour cette raison que, comme nous l'avons promis dans notre neuvième leçon, lors de la description des deux récepteurs à cristal extrêmement simples, nous reprenons la description de nos réalisations qui nous permettront d'améliorer les précédentes et d'aborder d'autres constructions un peu plus compliquées.

Nous nous trouvons encore dans la même situation que lors de la description des deux premiers récepteurs: il nous faut appliquer des techniques et employer des organes non encore expliqués ou décrits. Toutefois, tout comme nous l'avons déjà fait, cela ne nous empêchera pas de nous familiariser avec ce nouveau matériel en faisant, pour ainsi dire, connaissance avec ses caractéristiques, avec son mode d'utilisation, avec les avantages qu'il nous apporte et, principalement, avec les progrès que la technique électronique accomplit grâce à lui.

Nous avons fait ressortir, dans la leçon précédente, l'absolue nécessité de recourir à une *amplification du signal* si l'on veut réaliser un récepteur de radio plus complet, et donnant des résultats susceptibles de satisfaire l'auditeur. Il faut donc — si nous voulons que nos réalisations précédentes nous permettent des réceptions plus faciles et plus puissantes — leur ajouter un dispositif capable d'accroître (amplifier) l'amplitude du signal, soit en Haute Fréquence, soit encore — après la détection — en Basse Fréquence. Un tel dispositif existe depuis longtemps déjà: c'est la **lampe thermoïonique**.

Ce sera, évidemment, notre rôle d'expliquer les principes de fonctionnement de la lampe et d'énumérer toutes ses nombreuses possibilités, dans les leçons ultérieures dont l'importance sera en rapport avec celle du sujet traité. Nous étudierons, également, un autre dispositif amplificateur qui, pendant ces dernières années, est venu concurrencer la lampe; nous voulons parler du **transistor**.

Toutefois, avant ces études, nous ne renonçons pas

à décrire des amplificateurs, même si l'organe employé à cet effet n'a pas encore été étudié théoriquement: il suffira, pour le moment d'attirer l'attention du lecteur sur les normes d'emploi les plus courantes pour faire en sorte que leur utilisation soit rationnelle et correcte. Nous avons le choix entre la lampe et le transistor, nous avons choisi ce dernier et nous dirons immédiatement pourquoi. La lampe, en effet, a besoin d'une alimentation multiple, donc onéreuse et compliquée; elle est aussi relativement encombrante et fragile. Bien que cela ne constitue pas à proprement parler un obstacle, nous avons préféré utiliser le transistor, qui se contente d'une faible tension d'alimentation fournie par une simple pile, comme élément amplificateur de notre première réalisation expérimentale.

Mais il est bien évident que nous ne pouvons employer les transistors sans avoir exposé, tout au moins de façon succincte, leur principe de fonctionnement.

LE TRANSISTOR

Nous connaissons parfaitement ce qu'est un conducteur de l'électricité et nous savons que divers métaux en sont d'excellents: l'argent, le cuivre, l'aluminium, etc... Nous avons également appris les propriétés des substances dites isolantes, qui ne conduisent pas l'électricité, telle que: le mica, le verre, la céramique, etc... Il convient, maintenant de préciser qu'il existe encore une troisième catégorie de substances qui ne peuvent être classées ni dans les conducteurs, ni dans les isolants: ce sont les **semi-conducteurs**.

Dans un conducteur, le courant circule dès qu'une tension est appliquée; celle-ci, comme nous l'avons vu, produit un déplacement d'électrons le long du conducteur. Dans un semi-conducteur, par contre, la seule application d'une tension peut ne pas être suffisante pour entraîner le passage d'un courant: dans ce cas, d'autres interventions physiques comme, par exemple, la lumière, la chaleur, un champ électrique ou une impureté de la substance elle-même, seront nécessaires pour provoquer le passage d'un courant. Les plus connus des semi-conducteurs de ce genre sont le germanium, le silicium et le sélénium; les deux premiers sont les plus couramment employés pour réaliser les transistors.

À côté du flux électronique classique, il peut y avoir conduction également par **trous ou lacunes**. Une « lacune » se forme lorsqu'un groupe d'atomes (molécule) perd un électron. La molécule qui a un électron en

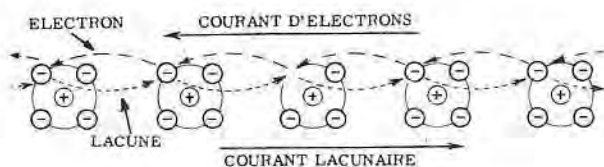


Fig. 1 - Si un électron vient à manquer dans une molécule, il se crée une « lacune ». La molécule ayant un électron en moins peut en capter un d'une molécule voisine, dans laquelle se crée alors la nouvelle lacune: de cette façon, se produit dans la substance un mouvement de lacunes qui produit un courant identique à celui que produirait un mouvement de particules chargées positivement. Ce courant est de sens opposé à celui du courant électrique.

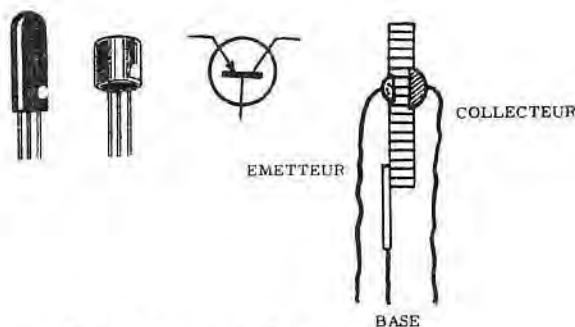


Fig. 2 - Deux types de transistors, symbole schématique du type « p-n-p » et structure interne. Les deux premières illustrations donnent les dimensions réelles des modèles les plus courants. Un point coloré sert à l'identification des électrodes.

moins, peut en prendre un à une autre molécule proche et électriquement neutre, laissant ainsi cette seconde molécule avec un trou, ou lacune et avec une charge positive. De cette façon, une lacune peut progresser à travers la substance, passant de molécule à molécule et produisant un flux de courant identique à celui que créerait un mouvement de particules à charges positives. La figure 1 donne une représentation simplifiée du courant lacunaire.

Bien que le passage du courant dans une substance donnée puisse être provoqué aussi bien par un déplacement de lacunes que par un déplacement d'électrons, si le courant dû à la migration des lacunes est le plus important, le matériau est dit *porteur positif* ou semi-conducteur du type *P*. Si, au contraire, le courant le plus important est produit par le déplacement des électrons, la substance est dite *porteur négatif* ou semi-conducteur du type *N*. Un transistor est constitué par une combinaison de ces deux types de semi-conducteurs.

Les divers types de transistors se distinguent par leur système de construction. On trouve, ainsi, les transistors à pointes de contact, à jonction, à diffusion, etc... Les transistors à pointes ont été les premiers utilisés, mais ils sont aujourd'hui surclassés par les autres types, à jonction, à diffusion... Nous dirons simplement que le transistor à pointes est formé d'un petit cube de matériau semi-conducteur sur lequel s'appuient deux fils de métal, très minces en contact direct avec la surface (de la même façon que le chercheur du détecteur à galène). Le semi-conducteur lui-même est relié à un conducteur, ce qui fait que nous avons trois électrodes: la première constituée par un des fils en contact avec la surface est appelée *émetteur*, la seconde constituée par l'autre fil est le *collecteur*, la troisième soudée au semi-conducteur est la *base*.

Le transistor à jonction présente, par contre une structure en couches (en « sandwich ») formée de deux semi-conducteurs de types différents, c'est-à-dire du type « P » ou « N ». La couche intérieure est différente de celles entre lesquelles elle est placée. C'est ainsi que si

la couche interne est du type « P », les deux couches externes sont du type « N », et le transistor est dit du type *n-p-n*; si la couche interne est du type « N », le transistor est dit du type *p-n-p*. Dans ce cas, également, nous avons trois électrodes: une pour chacune des couches externes (émetteur et collecteur) et une pour la couche interne (base). La figure 2 montre l'aspect extérieur, la représentation symbolique et la structure interne des transistors dont nous avons parlé. Nous parlerons, en temps opportun, des autres types de transistors, qui sont le fruit des perfectionnements successifs de l'invention; pour l'instant, il nous suffit de retenir que le transistor est un dispositif capable d'amplifier. Nous avons dit qu'un amplificateur fonctionnait de telle sorte qu'un faible signal appliqué à son entrée était recueilli à sa sortie avec une amplitude plusieurs fois supérieure (ceci étant obtenu en commandant, par le signal d'entrée, une forte puissance fournie par une source extérieure); notre transistor, pouvant jouer ce rôle de relais, doit donc être considéré comme un amplificateur.

Nous précisons pour terminer que, tandis que dans une lampe de radio l'amplification se fait en commandant — par une faible tension — un courant relativement important, dans le transistor, la commande du courant de sortie se fait au moyen d'un faible courant d'entrée. Pour cette raison, on dit que la lampe est un amplificateur de tension et le transistor un amplificateur de courant.

RECEPTEUR A DEUX ETAGES

Pour perfectionner les deux récepteurs à cristal décrits dans notre 9^{ème} leçon, et améliorer les résultats obtenus avec des moyens très simples, il suffit d'ajouter à ces récepteurs, tels qu'ils ont été construits, un étage amplificateur placé à leur suite. Cet étage amplificateur augmentera la puissance du signal déjà détecté, ce sera donc un amplificateur Basse Fréquence. C'est ainsi qu'un signal plus puissant sera fourni au casque (ou, éventuellement, au haut-parleur) et que l'écoute sera rendue plus confortable.

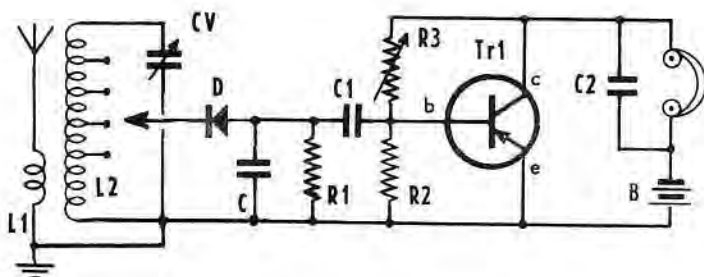


Fig. 3 - Récepteur comportant un étage détecteur et un étage amplificateur Basse-Fréquence à transistor. Le diviseur de tension formé par R3 et R2 permet, en faisant varier R3, de polariser convenablement la « base » pour obtenir la plus faible valeur d'intensité du courant du « collecteur ». On emploie une pile, B, de 3 V.

Il n'y a aucune modification à apporter aux deux récepteurs, tels qu'ils ont été décrits précédemment; il suffit de remplacer le casque par une résistance de charge de valeur convenable. Aux bornes de cette résistance (R1 sur le schéma de la figure 3) on retrouve le signal qui provoquait, alors, le fonctionnement de l'organe de reproduction sonore et qui, maintenant, devient le signal d'entrée de l'amplificateur.

Le lecteur remarquera que le schéma de ce nouvel appareil dérive du premier récepteur à cristal décrit précédemment, c'est-à-dire du plus simple des deux. Il est bien évident que l'étage amplificateur que nous décrivons ici peut parfaitement être ajouté au montage le plus simple car les avantages du second circuit, sur le premier, sont bien moins apparents du fait de la présence de l'amplificateur B.F. La complication ne se justifie donc plus et si cette construction doit être réalisée pour la première fois, on peut adopter d'emblée l'étage détecteur le plus simple, celui du schéma de la figure 3. Dans ce cas il sera utile de relire attentivement la description ayant fait l'objet de la 9^{ème} leçon ainsi que l'étude théorique de la 8^{ème} leçon.

Dès que l'appareil sera terminé, on pourra certainement recevoir au moins une station. Pour s'assurer, alors, de l'exactitude du nombre de spires de la bobine d'accord, on observera en quel point du cadran du condensateur variable cette station est reçue; connaissant sa fréquence d'émission, il est possible de se rendre compte si l'accord se fait approximativement au point voulu. Si l'accord est obtenu avec le condensateur trop ouvert (manque de capacité), on enlèvera quelques spires au bobinage L2; dans le cas contraire, condensateur trop fermé (capacité trop forte), on ajoutera quelques spires: en procédant ainsi, il sera possible d'obtenir l'accord du circuit sur toute la gamme des Ondes Moyennes, soit entre 190 et 580 mètres environ.

Passons maintenant à la description de la partie ajoutée, c'est-à-dire à l'amplificateur B.F., pour nous permettre de nous rendre compte de son rôle et des fonctions des divers éléments qui le composent.

L'étage amplificateur

La tension d'entrée (celle fournie par l'étage détecteur) est recueillie, nous l'avons dit, aux bornes de la charge R1. Nous examinerons ce circuit en tenant toujours présent à l'esprit qu'une liaison directe réunit, d'un côté, tous les composants: il s'agit là, comme d'habitude, de la connexion dite « de masse » qui est le point de potentiel commun aux divers circuits. C'est ainsi que R1 elle-même, est reliée, d'un côté à la masse, tandis que le signal est transmis par le condensateur C1. La valeur de ce condensateur a été choisie de manière à présenter une faible réactance aux fréquences acoustiques; la présence de C1 ne constitue donc pas un obstacle pour les courants Basse Fréquence, mais il s'oppose à ce que la tension continue d'alimentation, provenant de la pile, passe dans le circuit du détecteur et en perturbe le fonctionnement.

Nous venons de mentionner l'utilisation d'une pile: c'est là un des éléments nouveaux — outre le transistor, bien entendu — que nous voyons employé pour la première fois. Nous rappelant ce qui a été dit, un peu plus haut, à propos des amplificateurs, on comprendra que cette pile représente la source d'énergie devant fournir le courant nécessaire au fonctionnement du transistor, pour que celui-ci joue son rôle d'amplificateur.

Le transistor a trois électrodes; pour aider à leur identification, on a porté sur le schéma la première lettre de leur nom: b, pour base, e, pour émetteur et c, pour collecteur. Le transistor peut être monté de diverses manières, ce qui permet, dans tous les cas, d'utiliser au mieux ses caractéristiques (ces différents montages, comportant des branchements particuliers pour les électrodes, seront étudiés en temps opportun). Pour l'instant, disons seulement que nous nous trouvons en présence, dans ce schéma, d'un étage amplificateur avec **émetteur à la masse**; l'entrée se faisant sur la base (entre base et masse) et, évidemment, la sortie se faisant sur le collecteur (entre collecteur et masse); il en résulte qu'on a une électrode commune au circuit d'entrée et au circuit de sortie: l'émetteur.

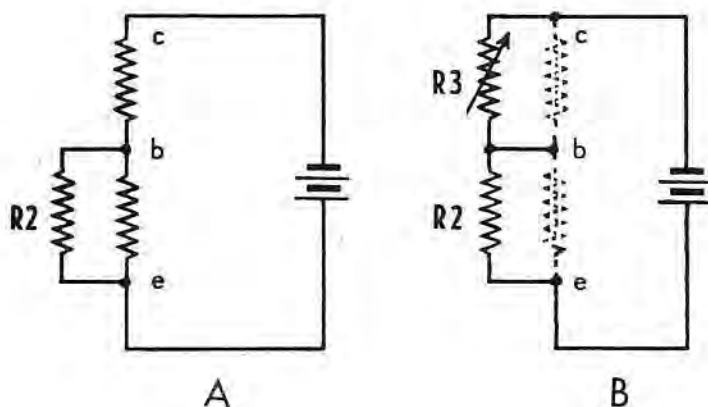


Fig. 4-A et B - Dans le transistor, il existe une résistance de contact entre collecteur et base: elle est représentée, ici, entre « c » et « b ». Une autre résistance est celle existant entre base et émetteur entre « b » et « e ». En examinant le schéma de gauche, on comprend comment le courant entre collecteur et base (entre « c » et « b ») peut être influencé par la valeur de R2. Dans le schéma de droite, on voit l'action de R3 sur ce courant. Tout ceci correspond à ce qui est figuré sur le schéma de la figure 3.

Le transistor choisi pour ce montage est du type *p-n-p*: pour qu'il puisse fonctionner correctement, il faut que l'émetteur reçoive une petite tension positive (quelques dixièmes de volt) par rapport à la base et que le collecteur soit porté à une tension négative de quelques volts. Le rapport entre ces deux polarisations (fournies par la pile B) est très important pour la détermination du point de fonctionnement optimum du transistor. On a donc prévu un réglage (R3) permettant d'ajuster, pour n'importe quel transistor, la polarisation à une valeur donnant, dans chaque cas, le meilleur résultat.

Il convient de savoir que les jonctions du transistor présentent une résistance déterminée: c'est ainsi que l'on a une résistance entre collecteur et base et une autre entre base et émetteur. Si nous branchons en parallèle sur chacune de ces résistances, un élément résistif extérieur, nous pourrions, en modifiant les rapports, faire varier la polarisation du point central, c'est-à-dire de la base. Ceci se voit clairement sur les figures 4A et 4B. La première nous montre, avant tout, que le courant traversant le collecteur (entre c et b) est fonction de la valeur de la résistance résultant de la mise en parallèle de R2 sur la résistance de contact base-émetteur (entre b et e).

Dans la seconde figure, nous avons ajouté R2 qui est une résistance variable: elle forme, avec R2, un diviseur de tension extérieur au transistor. En faisant varier la valeur de R3, on modifie la valeur de la tension du point b, c'est-à-dire la tension de polarisation de la base. Si R3 est plus faible que R2, la polarisation est négative; si R3 est plus forte que R2 la polarisation est positive. Il est ainsi possible, en réglant R3, d'ajuster la valeur de la polarisation convenant à n'importe quel transistor, remédiant ainsi aux inconvénients résultant des différences de caractéristiques que l'on rencontre, assez souvent, même parmi les transistors d'un même type.

En conclusion à cette brève étude, nous préciserons que les variations de courant du circuit base-émetteur (circuit d'entrée) se retrouvent reproduites avec une plus forte intensité dans le circuit base-collec-

teur (circuit de sortie) grâce, évidemment, au pouvoir amplificateur du transistor. C'est ainsi que le casque, placé en série dans le circuit du collecteur, donne une puissance sonore plus importante que celle pouvant être obtenue après le seul détecteur.

Construction et mise au point

Le nombre des éléments à ajouter est si réduit et ces éléments sont tellement petits, qu'il est très facile de placer le tout sur le même panneau que celui prévu pour le montage du récepteur à cristal, décrit dans notre 9^{ème} leçon. La figure 5 donne un exemple de réalisation pratique correspondant au schéma de principe de la figure 6; le plan de câblage (figure 5) permet de repérer facilement les divers éléments du montage, leurs emplacements respectifs et montre les connexions à réaliser.

L'aspect du panneau, vu de dessus, ne change pas, car les commandes restent les mêmes que celles du montage original; la résistance R3, bien qu'étant variable, est réglée une fois pour toutes, à la mise au point, et il est donc inutile de prévoir une commande extérieure pour cet organe. Elle sera du type à axe fendu et son réglage se fera au moyen d'un tournevis à l'arrière du panneau.

Les soudures des fils du transistor sont délicates à faire, elles devront être exécutées en prenant un maximum de soins. Tout d'abord il faudra repérer les trois conducteurs correspondant aux électrodes, en se guidant sur le dessin de la figure 7: le point rouge permet un repérage facile. Ensuite, étant donné que les fils sont très souples, il sera bon de les recouvrir d'une gaine isolante (souplesse de petit diamètre) pour éviter qu'ils ne viennent en contact entre eux ou avec d'autres éléments du circuit. Le souplesse sera enfilé sur le conducteur avant de souder ce dernier au circuit; la soudure devra être faite en tenant le fil du transistor au moyen d'une grosse pince, dont le rôle, comme nous l'avons déjà expliqué, est de dissiper la chaleur (figure 8). Les transistors, plus encore que les diodes à cristal, sont extrêmement délicats à ce point

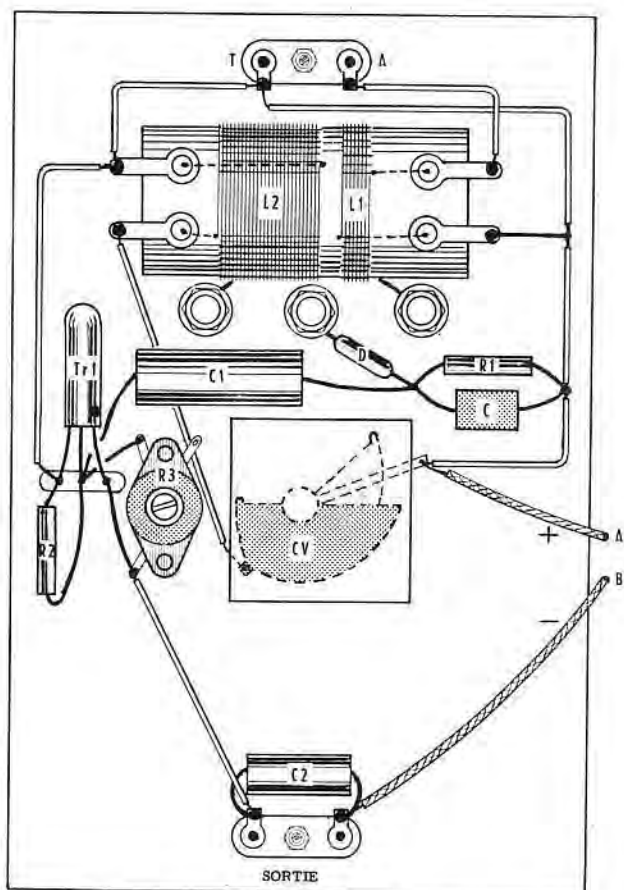


Fig. 5 - Plan de câblage du récepteur à deux étages. Les trois conducteurs sortant du transistor Tr1 sont soudés sur une cosse relais; pour la commodité du dessin, ils sont représentés nus, mais il est bon, comme indiqué dans le texte, de les recouvrir d'un souplisso isolant. Les fils A et B sont reliés à la pile.

de vue et il convient d'insister particulièrement sur la nécessité de procéder avec soin et aussi rapidement que possible aux opérations de soudure.

Une fois le câblage terminé et les connexions contrô-

lées une à une (la figure 6 est très utile pour cela, car elle donne une vue réelle des connexions et des soudures à effectuer), on pourra brancher le casque à la prise prévue à cette fin. Ce branchement a pour effet d'envoyer automatiquement le courant de la pile dans le circuit du transistor et, ainsi — étant donné le caractère expérimental du montage — on peut se servir d'une des fiches du casque comme d'un interrupteur pour couper l'alimentation et éviter l'usure de la pile quand le récepteur n'est pas utilisé. Tout d'abord, la résistance variable R3 sera réglée à sa valeur maximum. Etant donné que la charge de la diode détectrice est différente de celle du récepteur sans amplificateur, il sera bon de vérifier — en recevant une station — laquelle des prises de la bobine L2 donne les meilleurs résultats, en prenant soin, à chaque essai, de retoucher le réglage du condensateur variable pour maintenir l'accord exact.

On déterminera, ensuite, la valeur de la polarisation optimum à appliquer au transistor, de manière à avoir la plus forte amplification avec le plus faible courant possible au collecteur. Pour cette opération, on se servira d'un « multimètre » sur la position milliampèremètre pour courant continu. On se placera sur la sensibilité « 5 mA » et l'on retirera la fiche du casque de la douille reliée au pôle négatif de la pile; à sa place on mettra la fiche du casque laissée libre (au moyen d'une pince crocodile, par exemple). De cette façon, le milliampèremètre sera placé en série avec le casque, donc en série avec le collecteur, et nous pourrons lire l'intensité du courant passant dans ce circuit. La figure 9 donne le schéma de ce montage provisoire.

Pendant la réception d'un émetteur (contrôlée au moyen du casque), on réglera soigneusement R3 jusqu'à obtenir le minimum d'intensité du courant du collecteur, tout en ayant la plus forte intensité sonore

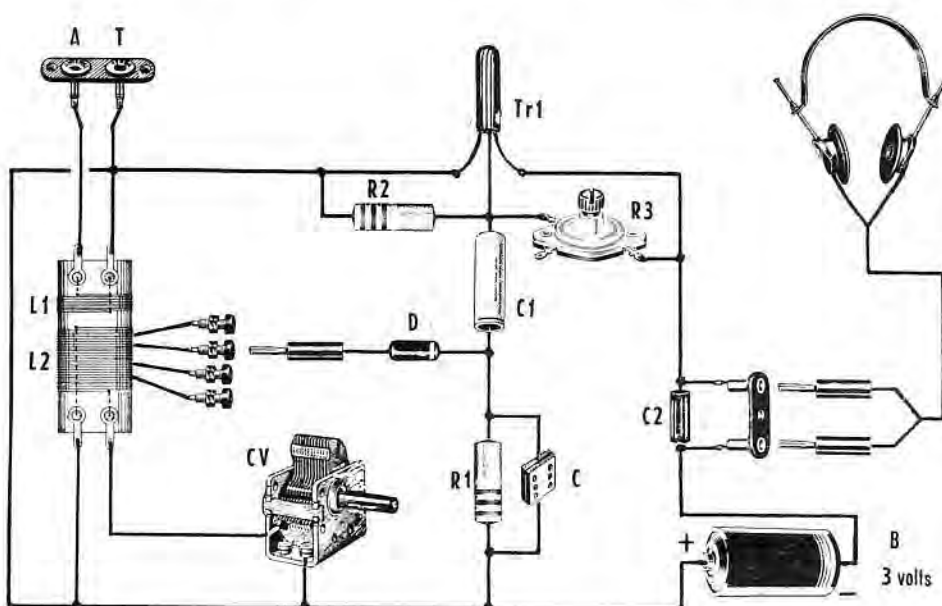


Fig. 6 - Schéma pratique du récepteur. Il est très utile pour contrôler le câblage et repérer les composants. Liste du matériel nécessaire.

1 tube de carton bakéliné, diamètre 2,5 cm, longueur 10 cm. 15 mètres de fil de cuivre émaillé de 0,22 mm.
L1 = 20 spires; L2 = 112

spires jointives (distance entre L1 et L2 = 4 mm).
CV = condensateur variable à air d'une capacité de 365 pF (peut également avoir une

capacité de 500 pF).

R3 = résistance variable (ou potentiomètre) de 1 mégohm.

1 casque magnétique de 1 000 ou 2 000 ohms d'impédance.

1 diode au germanium OA79 ou 1N34 (D).

C = condensateur au mica de 250 pF.

R1 = résistance 100 000 ohms, 0,5 W.

R2 = résistance 10 000 ohms, 0,5 W.

C1 = condensateur au papier de 5 000 pF.

Tr1 = transistor OC70 ou similaire.

Douilles, prises, équerres et coses relais, vis, fiches bananes, fils à connexions, souplisso, soudure.

1 bouton gradué ou un cadran pour CV.

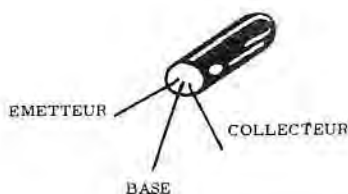


Fig. 7 - Les électrodes d'un transistor sont repérables à l'aide du point de couleur imprimé sur l'enveloppe: le collecteur est du côté de ce point, la base est au centre et l'émetteur est du côté opposé.

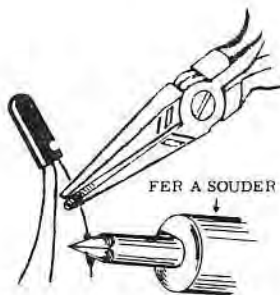


Fig. 8 - Les soudures des électrodes du transistor doivent être rapidement faites. Pour éviter la propagation de la chaleur à l'intérieur, on serre le fil dans les branches d'une grosse pince qui, avec sa masse, dissipe la chaleur.

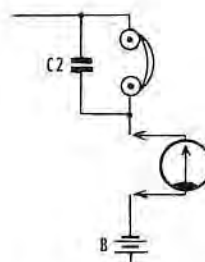


Fig. 9 - Dispositif provisoire de mesure de l'intensité du courant du collecteur. Il sert à s'assurer que le réglage de R_3 est correct (figure 3) et que l'intensité du courant est minimum, sans que la puissance du signal soit diminuée pour autant.

dans le casque: pour donner une idée, l'intensité du courant sera, presque toujours, de l'ordre de 1 mA environ. Une fois trouvé le bon réglage de R_3 , le milliampèremètre sera enlevé du circuit et la prise du casque sera remise en place dans la douille.

Il convient d'avertir nos lecteurs que l'adjonction d'un étage amplificateur B.F. n'augmente pas la sensibilité d'un récepteur: c'est ainsi qu'il ne sera pas possible d'obtenir de bons résultats dans le cas où la réception est nulle, ou très faible, avec le seul étage détecteur (récepteur de la 9^{ème} leçon). Le transistor, dans notre cas, n'augmente pas la distance à laquelle il est possible de capter un émetteur; il procure, simplement, une plus forte intensité sonore du signal reçu.

RECEPTEUR A TROIS ETAGES

Ayant vu combien il est facile de faire suivre l'étage détecteur d'un amplificateur Basse Fréquence, on peut penser, tout naturellement, à ajouter un deuxième étage dont la fonction sera d'amplifier à nouveau le signal déjà amplifié une première fois. Cela est très possible et nous allons donner, ci-dessous, la description d'un récepteur comportant un étage détecteur et deux étages amplificateurs Basse Fréquence.

Il suffit de regarder le schéma de la **figure 10** pour se rendre compte que cette nouvelle adjonction se fait suivant les mêmes principes que ceux exposés à propos du premier transistor. Nous voyons une très grande analogie électrique entre les deux étages et, lorsque ceux-ci se suivent, comme c'est le cas ici, on dit qu'ils sont « en cascade ».

Comme dans le montage précédent, le signal à amplifier est recueilli là où était branché le casque: en d'autres termes, ce qui était la « sortie » de l'appareil devient l'« entrée » du nouvel étage.

Le second transistor diffère du premier en ce qu'il est capable de fournir une plus grande puissance: les courants qu'il peut supporter sont plus élevés et, en définitive, il peut faire fonctionner un reproducteur sonore moins sensible (exigeant de ce fait une plus forte puissance), mais plus commode que le casque:

le haut-parleur. C'est la première fois que nous rencontrons cet organe, mais nous ne pouvons pas, pour le moment, le décrire en détail, ce qui nous entraînerait trop loin. Nous dirons, simplement, que, à la place de la petite membrane du casque, le haut-parleur comporte un cône de papier spécial, de plus grandes dimensions, mis en mouvement par le signal. Le sommet du cône est solidaire d'un enroulement comportant un petit nombre de spires, appelé « bobine mobile », placé dans le champ d'un fort aimant permanent. Si l'on fait passer dans la bobine mobile des courants de Basse Fréquence, le flux engendré fait mouvoir cette bobine, et le cône dont elle est solidaire, faisant vibrer l'air ambiant à la fréquence des courants de modulation reproduit, ainsi, les sons émis devant le microphone de l'émetteur. De cette brève description on comprendra que, pour mettre le cône en mouvement, il faut plus d'énergie que pour actionner la membrane du casque. L'étage alimentant le haut-parleur est appelé, de ce fait, « étage de puissance ».

La bobine mobile doit comporter un petit nombre de spires (pour réduire le poids et augmenter la mobilité du cône), son impédance est donc très basse. Il est alors nécessaire d'employer, pour la liaison du haut-parleur à l'amplificateur de puissance, un *transformateur d'impédance* capable d'adapter l'impédance de la bobine mobile à celle de l'élément amplificateur (lampe ou transistor) qui est toujours plus élevée; c'est le rôle du transformateur T de notre schéma.

La résistance ajustable R_5 joue le même rôle que la résistance R_3 du montage précédent. On notera que R_3 est, maintenant, de valeur fixe; cela provient du fait que, ayant déterminé sa valeur exacte de la manière indiquée plus haut, on peut mesurer cette valeur au moyen d'un ohmmètre et remplacer la résistance ajustable R_3 du montage de la figure 3, par une résistance fixe de valeur convenable. C'est seulement dans le cas où, par la suite, le transistor devrait être remplacé, qu'il serait nécessaire de rechercher, à nouveau, la valeur adéquate au moyen d'une résistance variable.

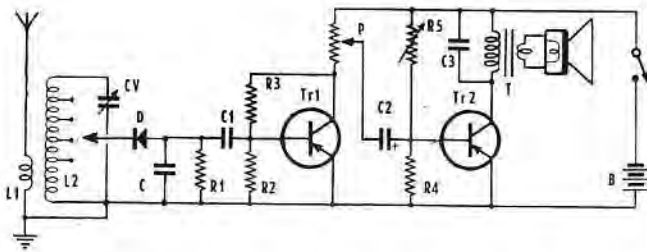


Fig. 10 - Récepteur comportant un étage détecteur et deux étages amplificateurs B.F. en « cascade » équipés de transistors. La valeur de $R3$ est déterminée comme il est dit dans le texte. P est la commande volume sonore. On utilise une pile — B — de 6 V.

Il convient de remarquer que la valeur de $R3$, dans le nouveau montage de la figure 10, n'est pas la même que celle qui aura été trouvée pour cette même résistance dans le montage précédent (figure 3). En effet, la tension d'alimentation est plus élevée (6 volts au lieu de 3) et, de plus, au lieu du casque, cet étage est chargé par la résistance de P ; il faudra donc rechercher la valeur convenable par le même procédé que celui décrit précédemment.

Dans ce schéma nouveau, on remarquera la présence d'un élément P , qui n'existait pas dans le montage à deux étages. Il s'agit là d'un potentiomètre, remplaçant le casque du montage antérieur, et constituant la charge du premier étage amplificateur B.F. Au moyen du curseur, il est possible de prélever tout ou une

partie du signal présent aux bornes de cette charge pour l'envoyer à l'étage de puissance. Quand le curseur du potentiomètre sera à l'extrémité relié au collecteur, on disposera, aux bornes de $C2$, de la totalité du signal déjà amplifié par $Tr1$ tandis que lorsque ce curseur sera à l'autre extrémité de la résistance (du côté relié à l'interrupteur), le signal sera nul, puisque ce point, correspondant au pôle négatif de la pile, est au potentiel zéro au point de vue Basse Fréquence. On voit en effet que ce point est relié, par l'intermédiaire de l'interrupteur et de la pile, à la connexion commune de masse et, bien que la résistance de la pile soit en série dans cette liaison, elle est de valeur suffisamment faible pour être négligée. Ce potentiomètre permet donc de doser le signal fourni au deuxième transistor et commande la puissance sonore: le potentiomètre P est appelé « commande de volume » et nous le retrouverons dans tous les montages de récepteurs. Il est fixé sur le panneau avant et son bouton de réglage est accessible de l'extérieur.

$C2$ est le nouveau condensateur de liaison (c'est un condensateur électrolytique, permettant d'avoir une capacité élevée sous un faible volume, et il convient de respecter sa polarité de branchement). $C3$ est un condensateur de dérivation pour les fréquences les plus élevées, il modifie la « tonalité » des sons; son emploi est facultatif.

Pour disposer de la puissance maximum pouvant être

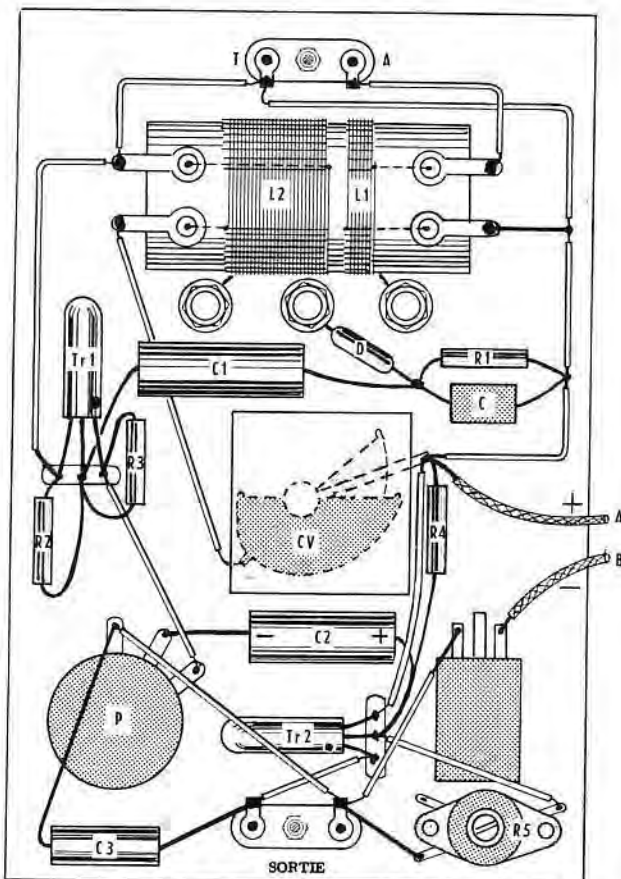


Fig. 11 - Le récepteur à trois étages peut être construit sur le même panneau que celui prévu pour le récepteur à deux étages (10 x 15 cm). La pile est branchée aux fils souples A et B. Le transformateur du haut-parleur est extérieur.

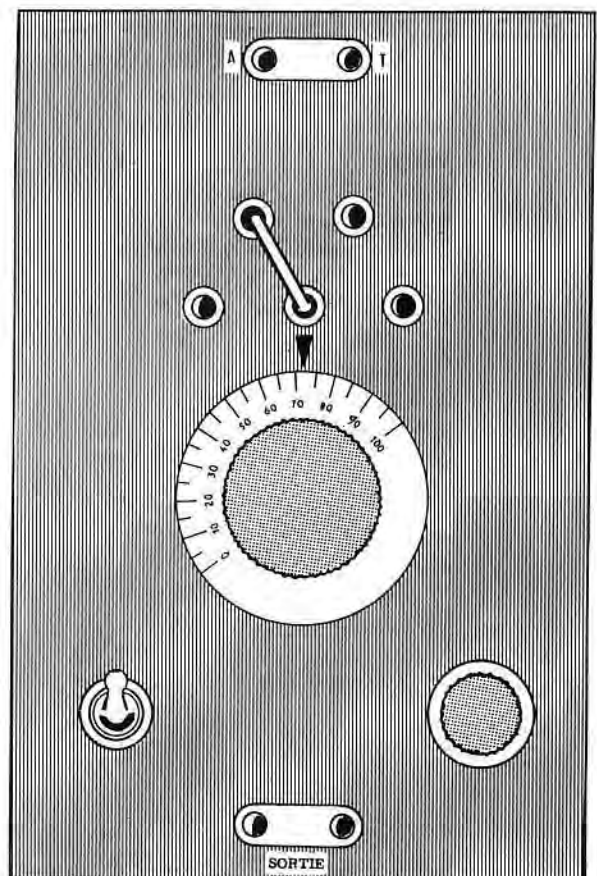


Fig. 11 bis - Vue de face du panneau du récepteur de la figure 11 montrant les diverses commandes. Ce panneau peut être en une quelconque matière isolante, même en contreplaqué, et sert de couvercle au coffret protégeant les organes du récepteur.

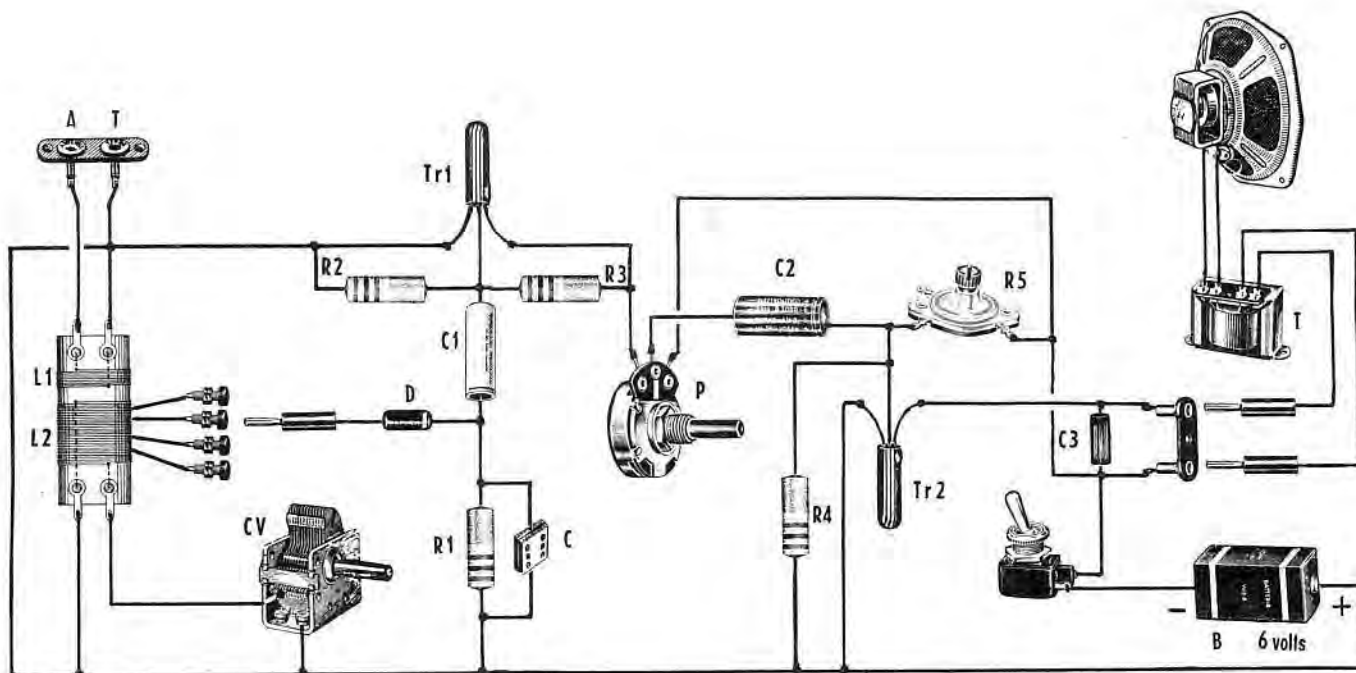


Fig. 12 - Schéma pratique de montage du récepteur à trois étages. Liste du matériel nécessaire à sa réalisation:

1 tube de carton bakérisé de 2,5 cm de diamètre et 10 cm de longueur.
15 mètres de fil de cuivre émaillé de 0,22 mm.
L1 = 20 spires; L2 = 112 spires jointives (distance entre L1 et L2 = 4 mm).
CV = Condensateur variable à air de 365 pF (ou 500 pF).
D = diode au germanium OA 79 ou 1N34.

C = condensateur fixe au mica de 250 pF.
C1 = condensateur fixe au papier de 0,5 μF.
Tr1 = transistor OC70 ou similaire.
Douilles, prises, équerres et cosses relais, vis fiches bananes, fil à connexions, souplisso, soudure.
1 cadran ou bouton gradué pour CV.

1 bouton de commande pour P.
1 pile — B — de 6 volts.
R1 = Résistance fixe de 100 kΩ, 0,5 W
R2 = Résistance fixe de 10 kΩ, 0,5 W
R3 = résistance fixe à déterminer (voir texte).
R4 = résistance fixe de 10 kΩ, 0,5 W
R5 = résistance variable (ou potentiomètre) de 100 kΩ.

P = potentiomètre de 5000 ohms.
C3 = condensateur fixe au papier de 5000 pF.
Tr2 = transistor OC71 ou similaire.
T = transformateur de haut-parleur pour transistor.
1 haut-parleur de 8 cm de diamètre.
1 interrupteur tumbler.
C2 = condensateur chimique 10 μF.

délivrée par le transistor *Tr2*, la tension d'alimentation, fournie par la pile *B*, a été portée à 6 volts. On a également prévu un interrupteur (*I*) pour la mise en route de l'appareil.

Etant donné que la puissance Basse Fréquence fournie par ce récepteur n'est pas très importante, il faudra employer un haut-parleur de petit diamètre (8-10 ou 12 cm). Très souvent, ces haut-parleurs sont livrés avec le transformateur *T* fixé sur eux: dans ce cas, la bobine mobile est déjà reliée au secondaire et on dispose des deux cosses libres de l'enroulement primaire. On y soudera deux fils souples, de longueur convenable, pourvus de deux fiches bananes destinées à être placées dans la prise de sortie. Ceci se fait dans le cas où le haut-parleur doit être disposé à une certaine distance du récepteur; il est, alors placé dans un coffret séparé, pourvu d'un trou du diamètre du cône, formant enceinte et améliorant la qualité de la reproduction (nous verrons, plus tard, pourquoi). Avec cette solution (haut-parleur séparé), il est possible de réaliser ce récepteur sur le même panneau que celui utilisé pour les deux montages précédents. La figure 11 montre que malgré l'adjonction d'un deuxième étage amplificateur, on arrive à un ensemble pas plus encombrant que celui de la figure 5, qui dérivait, à son tour, de celui décrit à la page 69. Ce résultat a pu

être obtenu en prévoyant, au départ, l'emplacement des éléments nécessaires aux divers montages successivement proposés.

De même que la résistance ajustable *R3* du schéma de la figure 3 a été remplacée par une résistance fixe de valeur convenable, on pourra également remplacer *R5*, si on le juge utile, par une résistance fixe dont la valeur aura été déterminée de la même façon que celle indiquée plus haut pour *R3*: c'est-à-dire minimum de courant du collecteur pour une même intensité sonore. On placera à nouveau, en série avec le haut-parleur, un milliampèremètre mais on tiendra compte du fait que le transistor de puissance *Tr2* a un courant collecteur dont l'intensité est près de trois fois plus grande que celle du transistor *Tr1* (3 mA, environ).

Comme nous l'avons fait jusqu'ici, nous donnons également pour ce montage un plan de câblage représentant les divers composants sous leur forme réelle — figure 12 — ceci dans le but d'aider à la compréhension du schéma électrique de la figure 10 et de permettre un contrôle facile des connexions à réaliser.

Dans le cas où le haut-parleur dont on dispose n'est pas pourvu du transformateur *T* (fixé, comme nous l'avons dit, sur la carcasse), on devra relier la bobine mobile au secondaire de ce transformateur; pour cela, il faudra d'abord repérer les enroulements primaire et

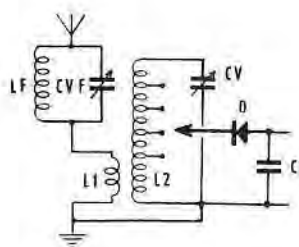


Fig. 13 - La sélectivité des récepteurs décrits dans cette leçon peut être considérablement augmentée en plaçant un circuit filtre accordé, LF-CVF, en série dans la liaison d'antenne. Ce circuit sera accordé sur la fréquence de l'interférence à éliminer. On adoptera pour LF une bobine en nid d'abeilles et pour CVF un condensateur variable ayant une capacité comprise entre 365 et 500 pF.

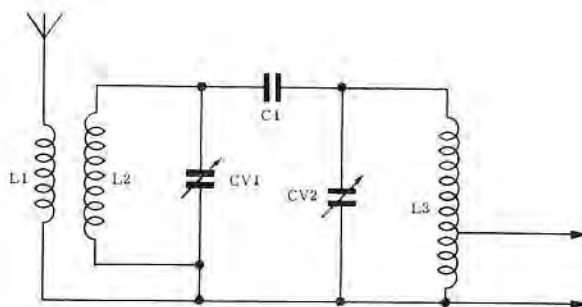


Fig. 13 bis - Cette figure représente le schéma d'un montage permettant une meilleure sélectivité totale des récepteurs simples décrits jusqu'ici. Ce schéma comporte, en addition, un second circuit accordé couplé au circuit accordé d'entrée du récepteur par le condensateur C1. Pour un fonctionnement plus efficace il faut que les bobines L2 et L3 soient opportunément découplées entre elles, pour réduire l'influence réciproque des deux circuits accordés.

secondaire, ce que l'on fera facilement au moyen d'un ohmmètre, en se rappelant que l'enroulement ayant la plus forte résistance ohmique est le primaire.

PERFECTIONNEMENTS EVENTUELS

Les trois récepteurs décrits jusqu'ici ont le même degré de sélectivité et il convient de préciser qu'elle est assez faible. Cela n'est pas un grand inconvénient si la station d'émission à recevoir (la station dite « locale ») est unique ou si, pouvant recevoir deux stations, celles-ci ont des fréquences suffisamment différentes pour qu'il soit possible de les recevoir, l'une au début et l'autre vers la fin du cadran du condensateur variable. Par contre, il arrive fréquemment que les stations interfèrent entre elles: il est alors nécessaire de monter un circuit accordé supplémentaire pour accroître la sélectivité. Nous avons déjà vu, dans la leçon précédente (figures 10 A et 10 B, page 318), comment monter un tel circuit. En se rappelant ce qui a été dit à ce propos, nous pouvons conclure que les solutions les plus pratiques sont au nombre de deux: l'une d'elles consiste à brancher un filtre d'antenne en série, comme sur la figure 13, et l'autre à placer un deuxième circuit accordé en parallèle sur la bobine d'antenne. Nous conseillons l'emploi de la première solution qui peut être réalisée en employant les mêmes valeurs d'inductance et de capacité que celles requises pour le circuit d'accord L2-CV. On peut donc employer, pour LF, une bobine identique à L2 (avec les prises en moins), mais pour des raisons pratiques, nous suggérons, si possible, l'emploi d'une bobine moins encombrante (en nid d'abeilles) avec, de préférence, un noyau magnétique pour H.F. De même, le condensateur variable peut être d'un modèle moins onéreux: du type au mica, par exemple, moins encombrant que celui à l'air. Le circuit accordé supplémentaire, désigné LF-CVF, sur le schéma de la figure 13, sera réglé sur la fréquence du signal à rejeter.

Après s'être accordé, au moyen de CV, sur la station à recevoir, on tourne lentement CVF jusqu'à ce que le signal de l'autre émetteur, celui indésirable, soit rejeté

ou fortement atténué. Si, dans une localité donnée, il est possible de recevoir deux stations, il est logique que la commande de CVF soit facilement accessible, puisqu'il faut pouvoir s'accorder sur l'une ou sur l'autre station: par contre, si l'on ne peut recevoir convenablement qu'un seul émetteur, l'ensemble LF-CVF peut être accordé une fois pour toutes et il n'est plus nécessaire que la commande de CVF soit facilement accessible.

Le lecteur se demandera, maintenant, si, comme nous l'avons fait pour les deux étages, il n'est pas possible d'en ajouter un troisième. En choisissant convenablement le type de transistor, cela pourrait être réalisable, mais nous la déconseillons. Il est préférable que les éventuels perfectionnements ultérieurs portent sur une amélioration de la sensibilité qui permettra de recevoir un plus grand nombre d'émetteurs ou, du moins, évitera l'emploi d'une antenne extérieure difficilement réalisable dans les villes.

Il existe une solution possible à ce problème: confier la détection du signal non plus à une simple diode, mais à un transistor monté dans un circuit spécial appelé « à réaction ». Ce montage permet d'accroître considérablement, non seulement la sensibilité, mais la sélectivité. Nous le décrirons dans une prochaine leçon, au cours de laquelle nous poursuivrons l'étude des récepteurs. Nous exposerons et appliquerons un système amplificateur capable de fournir une puissance de sortie plus grande, donc un volume sonore plus important, permettant l'emploi d'un haut-parleur de plus grand diamètre.

Les récepteurs, ainsi réalisés, pourront être destinés à l'écoute permanente; nous voulons dire qu'ils pourront être considérés, non plus comme des montages expérimentaux destinés à l'étude pratique des différents circuits, mais comme des récepteurs d'usage courant.

Bien entendu, suivront ensuite des récepteurs plus modernes, connus sous le nom de « superhétérodynes », mais il n'en reste pas moins que la grande simplicité de ces premiers appareils décrits, et leur faible prix de revient, pourra les faire préférer dans le cas où les conditions de réception favorables permettront d'en obtenir de bons résultats.

SYMBOLES - ABREVIATIONS

- b = Base d'un transistor
 c = Collecteur d'un transistor
 dB = Décibel: unité de mesure relative au rapport entre deux grandeurs.
 e = Emetteur d'un transistor.

FORMULES

Fréquence de résonance d'une antenne:

$$F_0 = \frac{159}{\sqrt{LC}}$$

dans laquelle:

F_0 = Fréquence en MHz

L = Inductance en microhenrys

C = Capacité en microfarad

Fréquence de résonance d'une antenne standard de laboratoire:

$$F_0 = \frac{159}{\sqrt{(50)(200)}}$$

SYMBOLES SCHEMATIQUES

- = Transistor p-n-p
 = Transistor p-n-p
 = Transistor p-n-p
 = Transistor n-p-n
 = Antenne cadre
 = Antenne cadre
 = Antenne cadre
 = Douille avec contact à ressort
 = Variomètre
 = Variomètre
 = Contacteur avec court-circuit
 = Contacteur avec court-circuit

QUESTIONS sur les LEÇONS N^{os} 40 et 41

N. 1 — Qu'entend-on par « gamme de fréquence » dans un appareil de radio ?

N. 2 — Quelle est la première condition nécessaire pour qu'un récepteur soit sélectif ?

N. 3 — Qu'entend-on par « longueur électrique » d'une antenne ?

N. 4 — Quel est le premier élément d'un récepteur pouvant procurer une certaine amplification ?

N. 5 — Dans quel cas dit-on qu'un récepteur est à « étages accordés » ?

N. 6 — Quels avantages retire-t-on en ajoutant un étage d'amplification Haute Fréquence ?

N. 7 — Qu'entend-on par circuit réjecteur ? En quoi consiste-t-il ? Comment l'utilise-t-on ?

N. 8 — Qu'est-ce qu'une antenne-cadre ?

N. 9 — Dans quelle position les lames mobiles d'un condensateur variable d'un circuit d'accord se trouvent-elles, lorsque celui-ci est réglé sur la fréquence la plus élevée de la gamme disponible ?

N. 10 — Quelles sont les différentes courbes de variation de la capacité d'un condensateur variable ?

N. 11 — A quoi les entailles pratiquées sur les lames extérieures du rotor d'un condensateur variable servent-elles ?

N. 12 — Qu'entend-on par « commutation de gamme » ? Comment est-elle effectuée ?

N. 13 — Qu'appelle-t-on, dans un récepteur radio, « Bloc Haute Fréquence » ?

N. 14 — Quel est le phénomène sur lequel est basé le fonctionnement d'un transistor ?

N. 15 — Combien un transistor compte-t-il d'électrodes et quelles sont-elles ?

N. 16 — Dans quel cas dit-on que deux étages amplificateurs sont montés « en cascade » ?

N. 17 — Dans le montage du récepteur à trois étages (figure 10, 41^{ème} leçon), quel est le rôle du transformateur T ?

N. 18 — Dans le circuit de la figure 13 (41^{ème} leçon) sur quelle fréquence doit-on accorder le circuit LF-CVF placé en série dans l'entrée d'antenne ?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 307

- N. 1 — D'abaisser ou d'élever une tension, le produit volt-ampère restant constant.
- N. 2 — Cela est possible, car un transformateur peut fournir diverses tensions, avec des intensités correspondantes, qui peuvent être employées séparément. La puissance totale fournie reste, cependant, toujours égale à celle absorbée au primaire.
- N. 3 — Le noyau magnétique, l'enroulement primaire, les enroulements secondaires, la carcasse et les flasques de serrage.
- N. 4 — Le primaire, relié à une source d'énergie électrique, transforme le courant en un champ magnétique et le secondaire, sous l'influence de ce champ, délivre une tension (et un courant).
- N. 5 — Les deux rapports sont égaux.
- N. 6 — De trois façons différentes: 1) pour élever une tension, en réduisant proportionnellement l'intensité; 2) pour diminuer une tension, en augmentant proportionnellement l'intensité; 3) pour alimenter deux circuits sous une même tension, à partir de la même source, mais en les isolant l'un par rapport à l'autre.
- N. 7 — Par suite des pertes inévitables dans le cuivre et dans le fer.
- N. 8 — Pour réduire, autant que possible, les courants parasites circulant dans le circuit magnétique sous l'effet de l'induction du champ magnétique. Si les tôles sont isolées les unes des autres, ces courants parasites ne peuvent pas circuler.
- N. 9 — La tension aux bornes du secondaire est de 112,5 volts.
- N. 10 — Oui. Les tensions à vide, au secondaire, sont plus élevées.
- N. 11 — Parce que dans le cas contraire, les coupures du circuit magnétique, inévitables pour permettre l'introduction des tôles dans les enroulements, coïncideraient toutes en un même point. Ceci produirait un « entrefer » qui aurait pour résultat de diminuer la densité de flux magnétique et, par suite, le rendement du transformateur.
- N. 12 — Non. Le facteur spires/volt est constant; il est déterminé par le rapport entre la tension et le nombre des spires de chaque enroulement.
- N. 13 — Ils sont inversement proportionnels.
- N. 14 — C'est le rapport entre la puissance dissipée au primaire et celle recueillie au secondaire.
- N. 15 — La dispersion du flux magnétique, l'hystérésis magnétique, les courants parasites dans le noyau, la saturation du circuit magnétique, la résistance ohmique des fils des bobinages et la capacité répartie.
- N. 16 — Parce qu'il existe, entre deux couches voisines, une d.d.p. égale à la tension totale divisée par le nombre des couches. Cette d.d.p. peut être supérieure à la tension d'isolement de l'email recouvrant le fil. En outre, la couche d'email peut être abîmée par endroits. Dans les deux cas y aurait risque de court-circuit.

LES LOGARITHMES

À la page 8 (1^{ère} Leçon), nous avons jugé bon d'expliquer — assez brièvement — ce qu'est une « puissance », dans le sens mathématique du mot. Cette notion est souvent employée dans les calculs relatifs à l'Électronique, aussi simples soient-ils.

Au point où nous sommes arrivés, et pour permettre à tous ceux qui n'ont pas des connaissances suffisantes dans ce domaine de comprendre et d'assimiler complètement la signification de l'unité de mesure avec laquelle on chiffre l'amplification ou l'atténuation d'un signal, il est nécessaire de consacrer quelques notes aux logarithmes. De nombreuses opérations mathématiques qui seraient difficiles — ou même impossibles — à résoudre d'une autre façon, se font par leur intermédiaire.

Bien entendu, nous n'avons pas l'intention d'imposer à nos Lecteurs l'étude d'une partie mathématique comme condition « sine qua non » pour devenir un bon radiotechnicien; nous dirons cependant qu'en lisant attentivement les quelques pages qui suivent, il lui sera possible d'acquérir les notions qui lui faciliteront grandement la compréhension de sujets plus complexes, dont la connaissance est indispensable.

L'amplification et l'atténuation (ou affaiblissement) sont deux phénomènes intimement liés au fonctionnement des tubes électroniques; ils se mesurent, tous les deux, en **décibels**.

Cette unité de mesure — nous le verrons par la suite — est précisément fondée sur les logarithmes. C'est ainsi que, bien que cette unité puisse être utilisée sans connaître le calcul logarithmique, il est extrêmement utile de l'étudier et de s'en servir, car il permet des solutions simples et précises.

Il convient toutefois de préciser que bon nombre d'opérations que nous donnerons en exemple dans cette leçon, peuvent être, en pratique, exécutées plus simplement par la seule arithmétique. Les logarithmes ne deviennent véritablement indispensables que pour des calculs où figurent des puissances élevées de nombres de plusieurs chiffres.

Nous avons exposé, en son temps, ce qu'est une puissance d'un nombre, ainsi que la signification de l'exposant; en fait, le **logarithme d'une grandeur est l'exposant auquel un certain nombre doit être élevé pour obtenir cette grandeur**.

Pour plus de clarté, donnons en exemple: nous savons que l'expression 3^2 c'est-à-dire « 3 à la puissance 2 » ou « 3 au carré » est égale à 9. Cela signifie que 2 est l'exposant que nous devons donner au nombre 3 pour obtenir le nombre 9.

En calcul logarithmique, on dit que le **logarithme de 9 « de base 3 » est 2**, et l'on écrit $\log_3 9 = 2$.

Nous apprenons, ainsi, que les logarithmes sont toujours donnés par référence à une **base** déterminée: celle-ci étant la base d'une puissance qui, élevée à l'exposant égal au logarithme, donne la grandeur considérée.

On peut prendre pour base d'un logarithme n'importe quel nombre positif, plus grand que 1. Toutefois pour des raisons sur lesquelles nous ne nous étendrons pas,

les mathématiciens ont choisi pour bases deux nombres particuliers, desquels découlent deux systèmes de logarithmes qui — pratiquement — sont équivalents entre eux.

L'un de ces systèmes a pour base le nombre 2,718 (représenté, en général, par la lettre e) et l'autre système a pour base le nombre 10.

Les logarithmes ayant pour base le nombre e sont dits « naturels » ou « népériens », tandis que ceux de base 10, sont dits « décimaux » ou « vulgaires ».

(Notons que dans les problèmes d'Electronique, la lettre e est souvent remplacée par la lettre grecque ϵ (lire « epsilon ») pour éviter toute confusion, car la lettre e désigne également une tension).

Quand la base d'un logarithme n'est pas mentionnée, il est convenu que cette base est 10, qu'il s'agisse donc de logarithmes décimaux ou vulgaires. Par exemple, l'expression « $\log. 1\,000 = 3$ » est un logarithme décimal, elle signifie que le chiffre 3 est l'exposant que l'on doit donner à la base 10 (sous-entendue) pour obtenir le nombre 1 000; en effet, $10^3 = 1\,000$.

Les logarithmes décimaux sont donc les puissances exactes du nombre 10, dont nous avons donné un tableau récapitulatif à la page précédente, et on a :

$\log 0,001 = -3$	puisque $0,001 = 10^{-3}$
$\log 0,01 = -2$	puisque $0,01 = 10^{-2}$
$\log 0,1 = -1$	puisque $0,1 = 10^{-1}$
$\log 1 = 0$	puisque $1 = 10^0$
$\log 10 = 1$	puisque $10 = 10^1$
$\log 100 = 2$	puisque $100 = 10^2$
$\log 1\,000 = 3$	puisque $1\,000 = 10^3$

et ainsi de suite.

Comme on le voit, le logarithme d'un nombre égal à une puissance exacte de 10, c'est-à-dire à une puissance ayant pour base le nombre 10 et pour exposant un chiffre quelconque, positif ou négatif, peut être calculé très simplement en comptant les « zéros » qui suivent le nombre des chiffres placés après la virgule dans le cas d'un nombre décimal.

Par exemple, le logarithme de 0,000001 est -6. Six, parce que tel est le nombre des chiffres à droite de la virgule (5 zéros et 1), et négatif parce qu'il s'agit d'un nombre décimal, inférieur à l'unité. Par contre, le logarithme de 100 000 est 5, qui est le nombre des zéros après l'unité; ce logarithme est positif parce qu'il s'agit d'un nombre plus grand que 1.

De ce qui précède, nous pouvons déduire une première règle : **Le logarithme d'un nombre plus petit que 1 est négatif, celui d'un nombre plus grand que 1 est positif.**

Pour les nombres qui ne sont pas une puissance exacte de 10 — et c'est la majorité des cas rencontrés dans la pratique — le logarithme se compose de deux parties : la partie entière qui figure à gauche de la virgule s'appelle **caractéristique**, et la partie décimale, à droite de la virgule, s'appelle **mantisse**.

Détermination de la « caractéristique ».

Le calcul du logarithme d'un nombre quelconque est plus compliqué que celui d'une puissance exacte de 10, il se fait en deux étapes.

1) La « caractéristique » du logarithme d'un nombre quelconque plus grand que 1 est toujours **positive** et elle est égale au nombre des chiffres qui se trouvent à gauche de la virgule, diminué de 1.

Par exemple, dans le nombre 59,5 nous avons deux chiffres à gauche de la virgule, un 5 et un 9; donc $2 - 1 = 1$, la « caractéristique » du logarithme de 59,5 est 1. Si le nombre est 5,95, nous avons un seul chiffre à gauche de la virgule, dans ce cas $1 - 1 = 0$ et la « caractéristique » du logarithme de 5,95 est 0. Par contre, dans le nombre 595, (que nous pouvons écrire 595,0) nous avons trois chiffres à gauche de la virgule, et la « caractéristique » de son logarithme est 2 ($3 - 1$).

2) La « caractéristique » du logarithme d'un nombre qui n'est pas une puissance exacte de 10, et qui est plus petit que 1, est **négative**, et égale au nombre des zéros qui se trouvent à droite de la virgule, augmenté d'une unité.

Par exemple, dans le nombre 0,0595, un seul zéro figure à droite de la virgule, et puisque $1 + 1 = 2$, la « caractéristique » de son logarithme est -2. Dans le nombre 0,000595, nous trouvons trois zéros à droite de la virgule, la caractéristique est donc égale à $3 + 1 = 4$, c'est-à-dire à -4. Par contre, dans le nombre 0,595, il n'y a aucun zéro à droite de la virgule, et puisque $0 + 1 = 1$, la « caractéristique » de son logarithme est -1.

Nous devons préciser une particularité importante des logarithmes des nombres inférieurs à l'unité, qui est celle-ci : bien que la caractéristique de ces nombres soit négative, on ne doit pas la faire précéder du signe (-). En effet, comme nous le verrons sous peu, la partie négative du logarithme est seulement la « caractéristique » et non le logarithme tout entier, y compris la « mantisse ».

Il existe deux moyens distincts pour désigner une « caractéristique » négative. L'un d'eux consiste à mettre le signe (-) non pas à gauche, mais au-dessus du nombre constituant la caractéristique (par exemple 3 pour indiquer -3). Quant à l'autre moyen, nous l'indiquerons plus tard.

Détermination de la « mantisse »

La « mantisse » est, répétons-le, la partie du logarithme qui se trouve à droite de la virgule. Elle ne peut se calculer qu'au moyen des **tables de logarithmes**. Ces tables occupent un nombre important de pages et — pour cette raison — nous ne pouvons les publier dans ce Cours. Elle peuvent être achetées pour un prix modeste dans presque toutes les librairies, et sont généralement accompagnées d'un mode d'emploi détaillé.

Dans le calcul de la mantisse, la première règle à observer est la suivante : sa valeur est absolument indépendante de la position de la virgule (que l'on peut ignorer) dans le nombre dont on désire trouver le logarithme. C'est ainsi que, par exemple, la mantisse de 595 est 0,7745, qui est également la mantisse de 59,5 et de 5,95. Le logarithme étant composé de la « caractéristique » et de la « mantisse », la différenciation entre les nombres cités plus haut, c'est-à-dire l'emplacement de la virgule, est fournie par la « caractéristique » qui

est égale à 2 pour le premier nombre, à 1 pour le second et à 0 pour le troisième.

Après avoir déterminé la « caractéristique » du nombre dont on veut trouver le logarithme (de la manière indiquée ci-dessus), on recherche la mantisse dans les tables de logarithmes. La mantisse figurant dans les tables constitue la partie décimale du logarithme et elle doit donc être précédée de la virgule.

Il est bon de préciser qu'il existe des tables de logarithmes à 4 et à 5 décimales. Il est bien évident que les secondes sont plus précises que les premières, et ce sont elles que nous utiliserons pour nos exemples.

Généralement les tables de logarithmes commencent par un premier tableau donnant les logarithmes des nombres dans lesquels, en éliminant les zéros et la virgule servant uniquement au calcul de la caractéristique, il reste seulement un ou deux chiffres significatifs.

Supposons que nous devions trouver le logarithme de 38 (que nous pouvons écrire 38,0). Le nombre est plus grand que 1, donc la caractéristique est positive et nous est donnée par: 2 chiffres — 1 = 1. Les chiffres significatifs sont au nombre de deux, le 3 et le 8. La mantisse du nombre 38, donnée par la table, est 57 978; en conséquence nous pouvons écrire:

$$\log 38 = 1,57978$$

Calculons, maintenant, le logarithme du nombre 0,0038. Etant plus petit que 1, la caractéristique sera négative. Comme nous le savons, sa valeur sera égale à 2 zéros + 1 = 3, c'est-à-dire à —3. Les chiffres significatifs sont encore au nombre de deux, le 3 et le 8. La mantisse est donc la même que celle de l'exemple précédent et nous pouvons écrire:

$$\log 0,0038 = 3,57978$$

Ayant ainsi expliqué ce qu'est la « mantisse », nous pouvons indiquer, brièvement, le second moyen adopté pour indiquer qu'une « caractéristique » est négative.

Il consiste à ajouter à la caractéristique négative le nombre 10, ce qui a pour effet de la rendre positive, et de soustraire, ensuite, le nombre 10 du logarithme tout entier. C'est ainsi que pour reprendre l'exemple donné plus haut, on peut écrire:

$$\log 0,0038 = 7,57978 - 10$$

Voyons comment on peut calculer, au moyen des tables, la mantisse du logarithme d'un nombre de trois chiffres significatifs.

Les tables à cinq décimales comportent une colonne, généralement marquée « N », dans laquelle sont portés les nombres allant de 100 à 999, et de 10 colonnes secondaires marquées de 0, à 9. On recherche les trois chiffres significatifs, dans l'ordre du nombre original, dans la colonne « N ». En face de ce nombre, dans la colonne 0, sur la même ligne, on trouve la mantisse. Celle-ci est composée de cinq chiffres, les deux premiers étant légèrement séparés des trois autres placés à leur droite.

Par exemple, supposons que nous cherchions le logarithme des nombres 256 - 25,6 - 2,56 et 0,00256. On détermine, tout d'abord, la caractéristique suivant la méthode expliquée plus haut, puis on recherche la mantisse dans les tables, en face du nombre 256 (re-

marquons que ce nombre est le même dans les quatre exemples; en effet, pour le calcul de la mantisse, seuls les chiffres significatifs sont à retenir, il n'y a pas lieu de s'occuper de la position de la virgule et des zéros). Les tables nous indiquent que la mantisse est 40 824; nous aurons donc:

$$\log 256 = 2,40824$$

$$\log 25,6 = 1,40824$$

$$\log 2,56 = 0,40824$$

$$\log 0,00256 = 3,40824 \text{ ou encore, } = 7,40824 - 10$$

Comme on le voit, la mantisse est la même pour les logarithmes de ces quatre nombres qui ont les mêmes chiffres significatifs; seule la « caractéristique » est différente.

On remarquera, en consultant les tables de logarithmes, que les deux premiers chiffres de la mantisse, séparés des trois autres par un intervalle, ne figurent que dans la colonne « O ». Il est, en effet, inutile de les répéter tant qu'ils ne changent pas; mais il ne faut pas oublier de les placer devant les trois autres chiffres, qui eux sont différents dans chaque colonne, pour obtenir la mantisse complète.

Par exemple, la mantisse du nombre 525 est, 40 140; pour le nombre suivant, 253; les deux premiers chiffres, 40, sont encore les mêmes, seuls changent les trois derniers et la mantisse du logarithme de 253 est 40 312. Les deux premiers chiffres, 40, sont valables jusqu'au nombre 257, dont la mantisse est, 40 993; ce n'est qu'à partir du nombre 258 que les deux premiers chiffres changent et deviennent, 41; ceci jusqu'au nombre 263, et ainsi de suite.

La recherche de la mantisse d'un nombre de quatre chiffres est également très simple. On cherche dans la colonne « N » les trois premiers chiffres du nombre, tandis que le quatrième vers la droite, qui peut être compris entre 0 et 9, est indiqué dans les colonnes situées à droite de la colonne « N ». Ayant trouvé les trois premiers chiffres, dans la colonne « N », on suit la ligne horizontale correspondante, vers la droite, jusqu'à rencontrer le groupe de trois chiffres figurant dans la colonne portant le chiffre égal au quatrième chiffre significatif du nombre.

Par exemple, pour trouver la mantisse du nombre 1569, on cherche tout d'abord dans la colonne « N » le nombre 156; puis on suit la ligne horizontale jusqu'à rencontrer le groupe de trois chiffres placé dans la colonne « 9 ». Les deux premiers chiffres séparés, de la colonne « O », forment toujours les deux premiers chiffres de la mantisse, que l'on fait suivre des trois autres chiffres de la colonne « 9 ». Dans notre cas, la mantisse est, 19 562.

Il peut arriver que le groupe de trois chiffres d'une colonne (correspondant au quatrième chiffre significatif) soit précédé d'un astérisque (ou, dans certaines tables, surmonté d'un trait horizontal, comme on le fait pour indiquer qu'une caractéristique est négative). Cela signifie que, dans la mantisse, les deux premiers chiffres à ajouter ne sont pas ceux figurant plus haut dans la colonne « 0 », mais bien ceux de la ligne immédiatement au-dessous.

C'est ainsi que, par exemple, si nous devons cher-

cher la mantisse du logarithme du nombre 4 268, nous repérons dans la colonne « N » le nombre 426 auquel correspond, dans la colonne « 0 » les deux premiers chiffres 62. Nous suivons la ligne horizontale pour trouver les trois autres chiffres dans la colonne « 8 », où nous lisons 022 (ou *022). Cela signifie que les deux premiers chiffres de notre mantisse ne sont pas 62, mais le nombre immédiatement supérieur, soit 63; la mantisse du logarithme de 4 268 est donc, 63 002.

Exemple: calculons les logarithmes des nombres suivants: 3 458 - 280,4 - 3,567 et 0,4787. En appliquant les règles ci-dessus, nous trouvons:

$$\log 3\,458 = 3,53882$$

$$\log 280,4 = 2,44778$$

$$\log 3,567 = 0,55230$$

$$\log 0,4787 = 1,68006 \text{ ou, encore } = 9,68006 - 10$$

Dans ce dernier cas, les deux premiers chiffres de la mantisse sont 68, et non 67, en raison de l'astérisque figurant devant les trois chiffres de la colonne « 7 ».

La mantisse d'un nombre comportant cinq chiffres significatifs peut être calculée, d'une façon un peu plus compliquée, par la méthode dite de « l'interpolation ».

La progression des logarithmes n'est pas « linéaire », car ils représentent, en effet, la différence entre deux grandeurs et un segment de longueur donné, et la moitié de cette différence ne correspond pas au centre du segment lui-même. Toutefois, comme il s'agit d'un cinquième chiffre décimal, cette « non-linéarité » donne une différence tellement négligeable que, en pratique, la progression des nombres peut être considérée comme linéaire.

Pour cette raison, on substitue au nombre de 5 chiffres significatifs le nombre immédiatement inférieur se terminant par 0, ce qui nous donne un nombre à 4 chiffres significatifs très voisin du nombre dont nous devons trouver le logarithme. On recherche ce dernier dans les tables et l'on y ajoute la différence que l'on trouve dans un tableau spécial disposé en marge de chaque page des tables de logarithmes. Ce sont des tableaux auxiliaires donnant le logarithme de la différence (D) entre le logarithme du nombre réel et celui approché, dont on n'a pas tenu compte, au départ, pour la commodité du calcul.

Exemple: calculons le logarithme du nombre 47,328. Ce nombre est compris entre 47,320 et 47,330. La caractéristique de son logarithme est 1 comme, nous le savons. On cherche dans la colonne « N » le nombre 473 et l'on procède comme si nous devions calculer le logarithme de 47,320, c'est-à-dire que la mantisse est lue dans la colonne « 2 ». On trouve:

$$\log 47,320 = 1,67504$$

Le logarithme du nombre de quatre chiffres significatifs immédiatement supérieur, c'est-à-dire 47,330, est:

$$\log 47,330 = 1,67514$$

La différence « D » entre ces deux logarithmes (c'est-à-dire entre les deux groupes de trois chiffres terminant les mantisses) est 514 - 504 = 10. Une fois cette différence trouvée, dans le tableau placé en mar-

ge de la page ayant servi au calcul des deux logarithmes approximatifs, on suit la ligne horizontale jusqu'à la ligne « 8 » correspondant au nombre que nous avons négligé au début de nos opérations (nous avons, en effet, calculé le logarithme de 47,320, au lieu de 47,328). En face de la différence 10 (D), nous trouvons dans la colonne « 8 » le nombre 8,0 qui doit être ajouté au logarithme de 47,320 pour avoir celui de 47,328, avec une bonne approximation. En conséquence:

$$\begin{array}{r} \log 47,328 = 1,67504 \quad + \\ \quad \quad \quad 8,0 \\ \hline = 1,67512 \end{array}$$

(La partie décimale de la différence peut être négligée, c'est pourquoi on ajoute seulement 8).

Exemples: trouver les logarithmes des nombres suivants: 3,4576 - 0,0032774 et 1877,2.

$$\begin{array}{r} \log 3,4576 = 0,53870 \quad + \\ \quad \quad \quad 7 \\ \hline = 0,58877 \\ \log 0,0032774 = 3,51548 \quad + \\ \quad \quad \quad 5 \\ \hline = 3,51553 \\ \log 1877,2 = 3,27346 \quad + \\ \quad \quad \quad 9 \\ \hline = 3,27355 \end{array}$$

Trouver un nombre connaissant son logarithme

Le nombre correspondant à un logarithme donné est appelé **antilogarithme**. Il est désigné par le symbole **antilog** ou par « $\log^{-1}$ ». On peut le calculer par la méthode inverse de celle qui nous a servi au calcul du logarithme.

En effet, on cherche d'abord la mantisse dans les tables logarithmiques puis, une fois celle-ci trouvée, on détermine la position de la virgule suivant la valeur de la « caractéristique ». Si celle-ci est positive, le nombre comportera, à gauche de la virgule, autant de chiffres que la caractéristique compte d'unités positives plus une. Si, par contre, elle est négative, le nombre trouvé doit être précédé d'autant de zéros que la mantisse compte d'unités, moins une; puis on placera la virgule, elle-même précédée d'un zéro.

Pour simplifier, nous nous servirons de certains des exemples donnés plus haut, pour illustrer le calcul du logarithme d'un nombre, en suivant un processus inverse.

1^{er} cas: Calculons le nombre dont le logarithme est 1,57978.

On commence par chercher, dans la colonne « 0 » des tables, le nombre 57 (les deux premiers chiffres de la mantisse), puis, ensuite, sur les lignes horizontales, le groupe des trois chiffres suivants (978). Ceci fait, en partant du nombre 978 on suit la ligne horizontale vers la gauche et on lit dans la colonne « N », le nombre correspondant, soit 380.

La caractéristique est 1. Cela signifie que la virgule doit avoir (1 + 1) 2 chiffres à sa gauche; le nombre cherché sera donc 38,0.

Si le logarithme est 3,57978, la mantisse étant la même que celle de l'exemple précédent le nombre donné par les tables sera encore 380; par contre, la position de la virgule sera différente car une caracté-

ristique négative égale à 3 signifie que $3 - 1 = 2$ zéros doivent prendre place devant 380. Le nombre cherché sera donc 0,00380.

2^{ème} cas: Trouver le nombre dont le logarithme est 0,40824.

Dans la colonne «0» on cherche le nombre 40 et, sur les lignes horizontales on trouve le groupe de trois chiffres 824. Partant de ce chiffre, en suivant la ligne horizontale vers la gauche, on trouve, dans la colonne «N» le nombre 256. La caractéristique étant 0, cela signifie que la virgule doit être placée à 0+1 chiffre à droite du premier; le nombre cherché est donc 2,56.

3^{ème} cas: Trouver le nombre dont le logarithme est 2,44778.

Dans la colonne «0» on cherche le nombre 44, tandis que le groupe 778 se trouve dans la colonne «4» sur les lignes horizontales. A gauche, dans la colonne «N» correspond le nombre 280, auquel nous ajouterons, à sa droite, le chiffre 4, ce qui nous donne 2804. La caractéristique étant 2, la virgule devra donc être placée après le $2 + 1 = 3$ ème chiffre à partir de la gauche. Le nombre cherché est donc 280,4.

4^{ème} cas: Trouver le nombre dont le logarithme est 3,51553.

Dans la colonne «0» nous trouvons facilement les deux premiers chiffres de la mantisse, soit 51, tandis que nous ne pouvons pas trouver, sur les lignes horizontales des autres colonnes le groupe de trois chiffres, 553. Il est, en effet, compris entre les deux groupes (plus petit et plus grand) c'est-à-dire entre 548 et 561. La différence entre ces deux groupes est égale à 13, tandis que celle entre les trois chiffres de la mantisse donnée (553) et celle immédiatement inférieure (548) est égale à 5.

Dans la marge de la page de la table logarithmes, on trouve le tableau 13 représentant la différence tabulaire (c'est-à-dire celle entre deux logarithmes consécutifs dans la table). On cherche le nombre 5 dans la colonne de droite de ce petit tableau et l'on y trouve 5,2 qui s'en rapproche le plus. A ce dernier correspond dans la colonne de gauche, le chiffre 4. C'est ce dernier chiffre que nous devons ajouter à droite du nombre donné par la mantisse par défaut pour obtenir l'antilogarithme de la mantisse donnée. C'est ainsi que, la mantisse par défaut 51 548 nous donnant 3 277, il faut placer le chiffre 4 à droite de ce qui nous donne 32 774 qui est l'antilogarithme de la mantisse donnée.

Il reste à déterminer la place de la virgule. La caractéristique négative du logarithme donné, 3, indique que le nombre cherché est un nombre décimal comptant deux zéros à droite de la virgule, en conséquence: $\text{antilog } 3,51553 = 0,0032774$

OPERATIONS AVEC LES LOGARITHMES

Multiplication

Pour multiplier deux quantités, à l'aide des logarithmes, on additionne les logarithmes et on cherche l'antilogarithme de la somme. Supposons que nous voulions multiplier 6 952 par 437; en suivant cette règle, nous aurons:

$$\begin{aligned}\log (6\,952 \times 437) &= \log 6\,952 + \log 437 \\ &= 3,84211 + 2,64048 \\ &= 6,48259\end{aligned}$$

et, ensuite:

$$\text{antilog } 6,48259 = 3\,038\,000 \text{ qui est effectivement le produit approximatif des deux nombres donnés.}$$

Division

Pour diviser deux quantités, à l'aide des logarithmes, on soustrait leurs logarithmes respectifs et on cherche l'antilogarithme de la différence. Supposons que nous voulions diviser 3 422 par 827; en appliquant cette règle, nous aurons:

$$\begin{aligned}\log (3\,422 : 827) &= \log 3\,422 - \log 827 \\ &= 3,53428 - 2,91751 \\ &= 0,61677\end{aligned}$$

d'où:

$$\text{antilog } 0,61677 = 4,1378 \text{ qui est le quotient approximatif des deux nombres donnés}$$

Puissance d'un nombre

Pour élever un nombre à une puissance quelconque, il suffit de multiplier l'exposant par le logarithme de la base, puis de chercher l'antilogarithme de ce produit. Supposons que nous voulions élever le nombre 354 à la puissance 8 (354^8). Au lieu de multiplier ce nombre sept fois par lui-même, on peut écrire:

$$\begin{aligned}\log 354^8 &= 8 \log 354 \\ &= 8 \times 2,53782 \\ &= 20,30256\end{aligned}$$

d'où:

$$\text{antilog } 20,30256 = 200\,060\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ qui est la puissance approximative du nombre donné.}$$

On conçoit que le calcul arithmétique (plus exact, il est vrai) aurait demandé un temps très supérieur.

Extraction d'une racine

Pour extraire la racine d'un nombre quelconque, il suffit de diviser le logarithme de ce nombre par l'indice de la racine et de chercher l'antilogarithme du quotient. Supposons que nous voulions calculer $\sqrt[3]{1,572}$; en appliquant la règle, nous aurons:

$$\begin{aligned}\log \sqrt[3]{1,572} &= \frac{1}{3} \log 1,572 = \log 1,572 : 3 \\ &= \frac{1}{3} 0,19645 = 0,19645 : 3 \\ &= 0,06548\end{aligned}$$

et:

$$\text{antilog } 0,06548 = 1,1620 \text{ qui est la racine cubique du nombre donné.}$$

LOGARITHMES NATURELS

Pour calculer un logarithme naturel ou «Népérien» (dont la base est «e» au lieu de 10), on peut encore se servir des tables de logarithmes décimaux, en appliquant la formule de conversion ci-dessous.

Soit «A» le nombre dont on doit trouver le logarithme naturel, on a:

$$\log_e A = 2,3026 \log A$$

et, inversement:

$$\log A = 0,4343 \log_e A$$

Les calculs et les opérations qu'il est possible de faire avec les logarithmes naturels suivent les mêmes règles que celles énoncées plus haut les logarithmes de base 10.

Notre REVUE DE TECHNIQUE RADIO 52 leçons et exposés théoriques
 vous apportera 52 leçons de technique appliquée
 chaque année: 52 leçons de réalisations pratiques, de schémas et de références
 52 exercices de révision, avec réponses aux questions posées
 Un Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique, etc...

soit un total de plus de 1 872 pages de texte, figures ou tableaux, dans lesquelles seront traités, entre autres sujets:

Les transistors, les organes les plus récents, les plus révolutionnaires parmi les réalisations de l'Electronique. L'emploi des transistors s'étend rapidement: de très nombreux récepteurs et amplificateurs du commerce en sont dotés et leur nombre est, indubitablement, destiné à aller croissant car, de plus en plus, les transistors remplaceront les lampes thermoniques. Il est, en conséquence, nécessaire que le radiotechnicien les connaisse, sache les utiliser, se rende compte pourquoi et comment ils diffèrent d'une lampe, soit tenu au courant des divers types et de leurs caractéristiques. Nous décrirons de nombreux montages de récepteurs, d'émetteurs et de dispositifs électroniques à réaliser avec des transistors.

Une autre technique en pleine évolution est celle dite: **Haute Fidélité**. Les exigences, en ce qui concerne la fidélité de la reproduction sonore, sont devenues nettement plus grandes. Le matériel employé dans la partie Basse Fréquence des nombreux récepteurs, dans les amplificateurs ou reproducteurs de toutes sortes, est allé constamment en se perfectionnant: il en est résulté de nouvelles techniques, de nouveaux circuits ou procédés qu'il faut connaître. Nous citerons, en particulier, **l'enregistrement magnétique** qui a vu le développement rapide des magnétophones, auquel fait pendant, dans la bataille entre le ruban et le disque, le microsillon. Récemment, tous deux ont encore affiné leur technique avec la **reproduction stéréophonique**.

Ces derniers temps, ont fait apparition des récepteurs et amplificateurs construits selon la technique des **circuits imprimés**. Ce sont des plaquettes en matière isolante sur lesquelles les connexions nécessaires à la liaison entre les divers éléments sont imprimées, sous la forme de conducteurs obtenus suivant certains procédés de la technique de l'imprimerie. Il est évident que ces circuits — adoptés parfois seulement pour une partie de l'appareil — permettent une réduction importante du prix de revient si le matériel est construit en grande série. On conçoit donc que le technicien doive, d'ores et déjà, savoir quels sont les points délicats et comment il doit se comporter au regard de ces nouvelles méthodes de construction. Notre Revue, le moment venu, étudiera ce procédé et illustrera ses moindres détails.

Une des activités les plus attrayantes dans le domaine de la Radio est celle de **l'Emission d'Amateur**. Tout le monde peut obtenir une autorisation d'émission en passant un examen facile sur les sujets et les matières exposées en détail dans notre Revue, mais nous ne nous limiterons pas simplement à la préparation à cet examen: nous donnerons des descriptions d'émetteurs, de récepteurs faciles à construire; nous ferons connaître les règlements qui régissent cette activité, les caractéristiques du matériel spécial, les préfixes, abréviations, etc... Rappelons que le **Traffic** c'est-à-dire les communications à distance entre les Amateurs du monde entier, est la forme la plus suggestive et la plus passionnante de l'activité dans le domaine de la Radio; c'est une activité qui conduit, le plus souvent, à la formation des techniciens les plus capables, comme le démontre amplement l'expérience. C'est, de ce fait, un passe-temps de la plus haute valeur instructive qui, dans le même temps, favorise les liens d'amitié entre les Amateurs de tous les continents.

Une forme particulière de cette activité est la **télécommande des modèles réduits**. Cette branche compte également de nombreux passionnés, et le sujet ne sera pas négligé, ni pour celui qui pratique déjà cette technique, ni pour celui qui désire s'y initier.

Les instruments et **appareils de mesure** sont, c'est évident, d'une importance capitale. Sans eux, on peut dire que toute activité et toute notion sont vaines et incomplètes dans notre domaine: l'ingénieur et l'amateur, le dépanneur et l'installateur et même le commerçant averti ont tous besoin d'effectuer des contrôles d'efficacité, des mesures de rendement, des vérifications, des recherches de pannes, des étalonnages, mises au point, etc..., toutes opérations qui se font au moyen d'appareils de mesure. Il existe naturellement, pour chaque opération, des instruments particuliers et nous en donnerons les détails de construction, la technique à employer, ainsi que leur utilisation dans des cas généraux ou particuliers. Nous traiterons, ainsi, des méthodes de **mise au point** et de la **recherche des pannes**.

C'est un fait connu que les laboratoires de recherches appliquées les plus avancés et les plus fameux du monde sont ceux des Etats-Unis. De ce pays arrivent les découvertes les plus sensationnelles dans le domaine de la radio, de même que les applications, qui font suite à ces découvertes lorsqu'elles passent dans le domaine de l'exploitation et du développement industriel. Et, bien qu'il soit de la plus grande utilité, pour un technicien, de connaître la langue anglaise et de pouvoir suivre le progrès directement dans les revues américaines, celui qui ne connaît pas cette langue pourra tout de même interpréter suffisamment les schémas et les indications importantes s'il a la possibilité de consulter un **dictionnaire technique Anglais - Français**. C'est ainsi que nous publierons, dans chaque fascicule, quatre pages de vocabulaire et termes techniques avec leurs traductions, et nous sommes certains que cela se révélera utile même à ceux qui connaissent la langue.

IMPRIMERIE PAR G.T.C. - MILAN - DEPOT LEGAL EDITION N. 34 - 2^{ème} TRIM. 1965



Les anciens
Numéros
sont vendus
au même prix
de couverture: 1 F. 60



Les anciens
Numéros
sont vendus
au même prix
de couverture: 1 F. 60



DEMANDEZ LES NUMEROS QUI VOUS MANQUENT AUX EDITIONS CHIRON, 40, RUE DE SEINE - PARIS 6^e

IMPORTANT : si les prochains numéros vous intéressent, avisez dès à présent votre fournisseur.