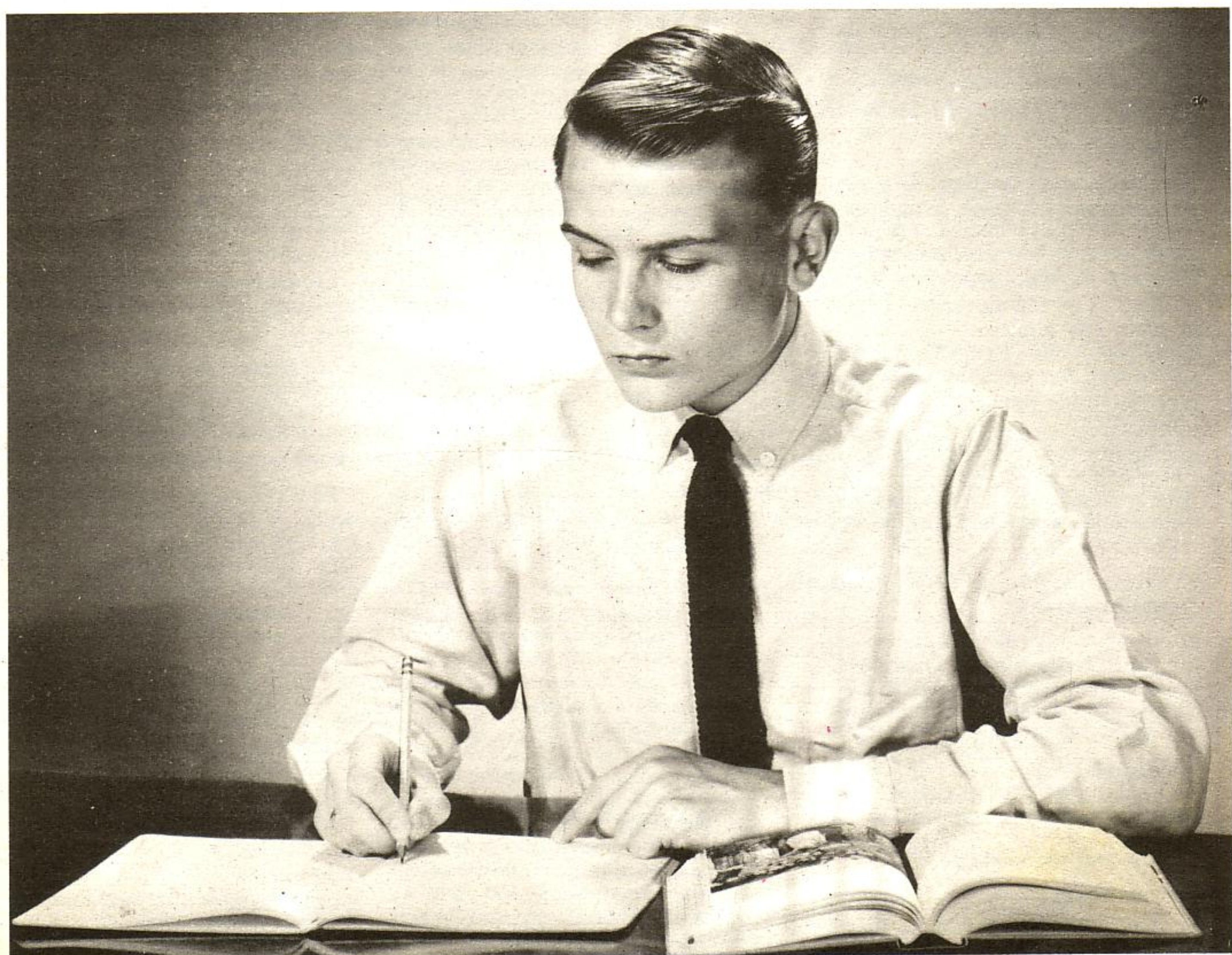


29

vosre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle – 16 - 23 septembre 1965 – le numéro 1,60 F.

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

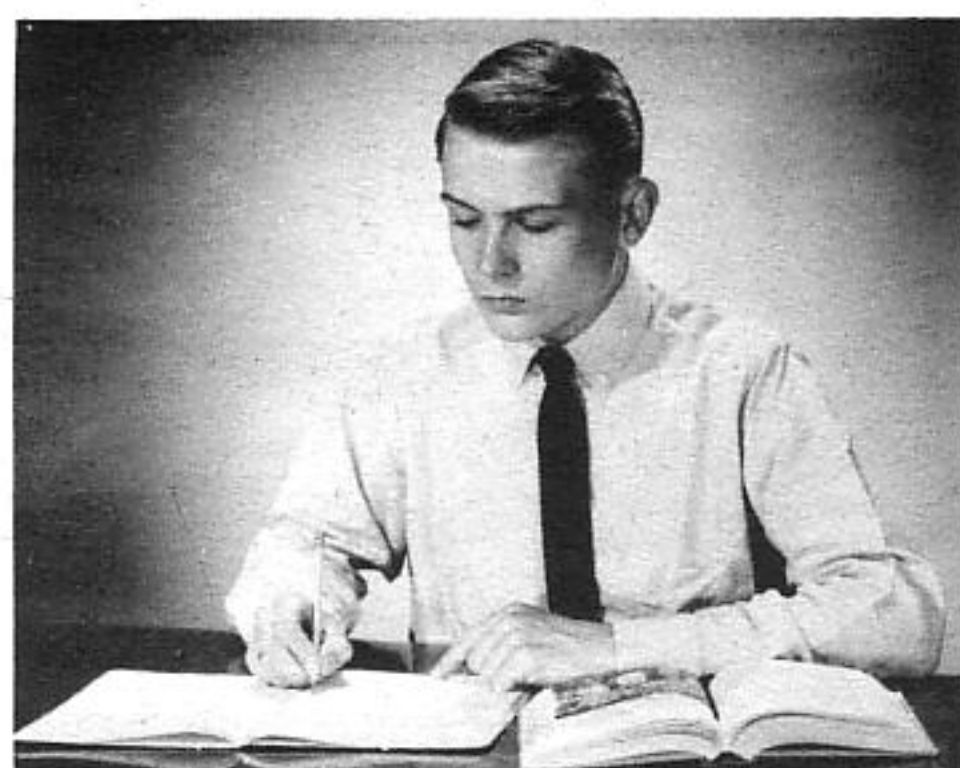
ALGERIE 1,80 FA
TUNISIE 1,70 M
ALLEMAGNE 1,80 DM

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

voire Carrière

revue hebdomadaire

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



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

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

ABONNEMENTS

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

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

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

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire (1,60 F).

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

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

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

PUBLICITE

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

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

DISTRIBUTION

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

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 2^e trim. '65
Périodique 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
★ La F.M. et les postes récepteurs auto-radio	» 3
★ Montages à transistors	» 5
★ L'enregistrement des sons	» 14
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 17
★ Questions sur les 85 ^{ème} et 86 ^{ème} leçons	» 27
★ Réponses sur les questions du numéro précédent	» 27
★ Caractéristiques des semiconducteurs produits par la « Radiotechnique »	» 28
★ Notes générales sur l'emploi des semiconducteurs	» 32
★ Informations	» 34

Courrier technique

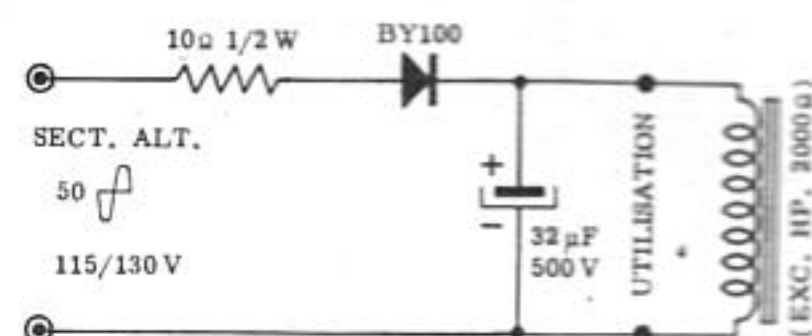
M. BALU (Aube) - Voudrait tenter de brancher un haut-parleur ancien, électrodynamique à excitation il y a autour du noyau de la culasse un fort enroulement de fil de cuivre marqué 2 000 ohms et qui remplace l'aimant permanent utilisé désormais. En branchant seulement la sortie de l'amplificateur Hi-Fi sur le transformateur, la puissance sonore est très faible. Comment alimenter l'électro-aimant ?

Il faut se méfier de l'état d'un tel haut-parleur, même si aucun décollement de la membrane ou de sa suspension n'est visible; car l'âge a dû déformer la bobine mobile, l'ovaliser et si elle frotte dans l'entrefer, l'écoute sera impossible.

L'enroulement dit d'excitation de l'électro-aimant était destiné à être placé en série dans l'alimentation du récepteur radio à lampes ou de l'amplificateur basse fréquence, à lampes. En effet, le courant haute tension de l'appareil était environ de 60 milliampères, la chute de tension dans l'électro-aimant était de 120 volts. C'est pourquoi les transformateurs d'alimentation des récepteurs à tubes donnaient 350 volts alternatifs aux plaques de la valve redresseuse (type 80 ou 5Y3 généralement). Ainsi, l'enroulement d'excitation du haut-parleur servait d'inductance de filtrage et la tension à la sortie du filtre, compte tenu de la charge des condensateurs par la tension de crête, était d'environ 250 volts pour alimenter le récepteur radio (circuits haute tension pour les anodes des tubes).

Aujourd'hui il n'y a pas d'autre solution que de réaliser une petite alimentation à redresseur sec au silicium pour fournir aux bornes de l'enroulement d'excitation de l'électro-aimant les 100 à 150 volts utiles au fonctionnement du haut-parleur (si celui-ci en vaut la peine...?).

Voici le schéma de cette alimentation simple.



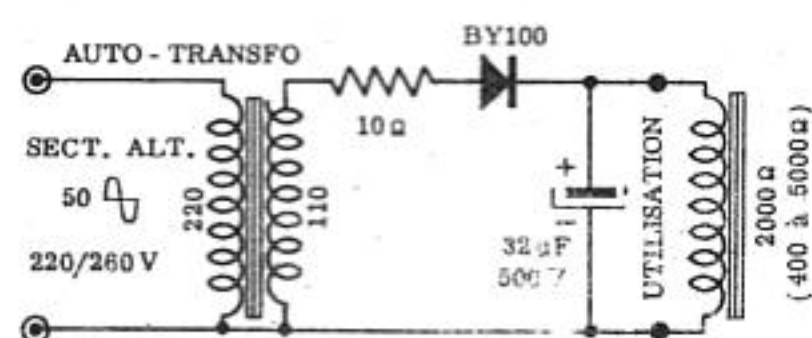
Le condensateur électrolytique 32 microfarads sera du type isolé à 500 volts.

Le redresseur BY 100 est une diode au silicium pouvant fournir 300 mA. C'est le type courant, en 1965, pour fournir la haute tension de 200 à 250 volts dans les récepteurs de télévision.

Nous plaçons une résistance de protection de 10 ohms, 1/2 watt. Toutefois, vérifiez surtout à l'ohmmètre que votre enroulement présente toujours 2 000 ohms de résistance car un court-circuit demanderait un courant trop intense à votre BY 100, qui claquerait (maximum en crête: 400 mA).

Pour tous usages, signalons à nos lecteurs que la résistance de l'utilisation, devra, avec notre schéma et avec ce redresseur, être comprise entre 400 et 5 000 ohms.

Sur secteur 220 volts, nous conseillons vivement d'utiliser un petit auto-transformateur 220/110 volts, plutôt que de mettre en série des résistances chutrices de tension qui absorberaient une énergie importante (ici 8 watts sous forme de chaleur).



La modulation de fréquence et les postes récepteurs auto - radio

Le rédacteur de "Votre Carrière" a récemment été convié, au Pré Catelan. De fort belles Citroën DS 19 et ID 19, notamment la DS Pallas, étaient au rendez-vous. "Continental Edison", la grande marque française de radio et de télévision, du groupe de la Compagnie Générale d'Electricité y était également.

Distinctions entre modulation d'amplitude, AM ou MA, et modulation de fréquence (MF ou FM)

Chacun sait que la France possède désormais un triple réseau d'émetteurs à modulation de fréquence. Les longueurs d'onde sont très courtes, métriques, puisqu'elles s'étalent de 3 mètres à 3,40 mètres de longueur d'onde. Cela donne une fréquence « porteuse » de 100 à 88 MHz.

Ces très hautes fréquences sont de portée optique ou à peu près: d'où l'abondance des émetteurs, tous implantés sur les tours des émetteurs de télévision, et dont la portée de diffusion est à peu près semblable.

Le triple réseau d'émetteurs FM français diffuse les trois programmes: France Culture, France Musique et France Inter Variétés: mais chaque possesseur d'un récepteur radio avec gamme de modulation de fréquence peut constater l'extraordinaire différence de qualité, à l'audition, du même programme, selon qu'on le capte sur un émetteur classique à modulation d'amplitude (en petites ondes ou en grandes ondes) ou qu'on le capte sur un émetteur FM entre 88 et 100 MHz.

La modulation de fréquence laisse le niveau de l'onde porteuse constant (alors qu'en modulation d'amplitude, celle-ci varie à la cadence de la modulation musicale à transmettre).

Ceci permet de placer dans le récepteur « FM » un **limiteur** qui égalise le signal capté toujours au même niveau; donc si l'onde a rencontré des parasites vio-

lents qui viennent la surcharger, gonfler son amplitude et la « déchirer » par des crêtes et creux soudains, ces accidents pourront être rendus inaudibles (ou presque). Car le limiteur du récepteur à modulation de fréquence rabotera le signal capté et l'offrira en valeur constante au détecteur discriminateur chargé d'extraire la modulation.

Les avantages de la modulation de fréquence sont bien plus nombreux; le « contenant », l'onde porteuse, est donc protégé contre les accidents; mais le « contenu », la modulation musicale est bien plus à l'aise: c'est la fréquence porteuse qui change de valeur au rythme de la modulation, grâce à une « excursion en fréquence » de l'onde autour de sa valeur moyenne (Fig. 1).

Résumons, pour aujourd'hui, les avantages que peut constater l'usager d'un poste auto-radio à modulation de fréquence:

1) La modulation de fréquence ou FM est infiniment moins perturbée que la modulation d'amplitude ou AM par les parasites industriels. Ces parasites sont déjà très gênants lorsque l'on circule à la campagne (lignes haute tension), mais ils peuvent rendre la réception quasi impossible en ville (moteurs, enseignes au néon, etc...). Et l'écoute auto-radio est fort utile en ville!

2) En modulation de fréquence, la réception est beaucoup moins sujette aux « évanouissements » provoqués par les obstacles.

3) Par un accroissement important de la largeur de bande, la musicalité des appareils de radio peut être nettement améliorée, surtout en ce qui concerne la réception des aigus. L'intelligibilité de la parole est aussi nettement meilleure qu'en modulation d'amplitude où les émissions parlées sont souvent sourdes ou cavernueuses, la bande étant largement amputée dans les fréquences élevées.

Tous ces avantages procurent une netteté accrue de

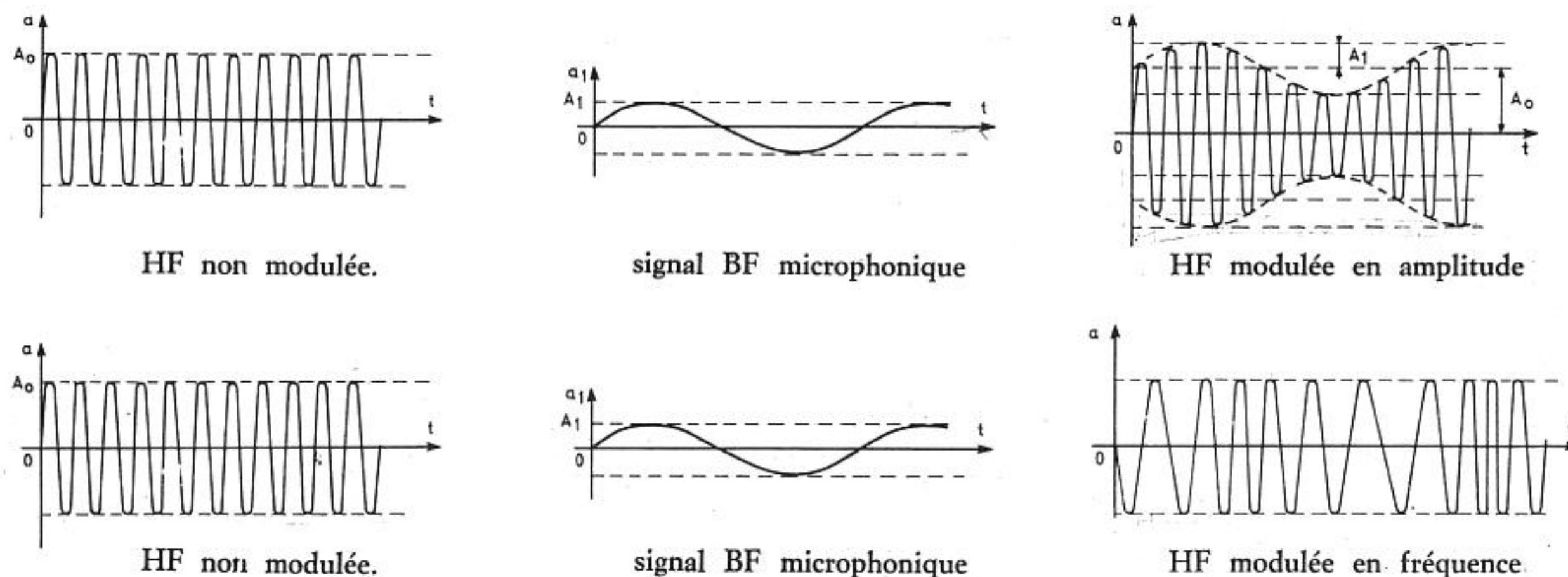


Fig. 1 - Dans la modulation de fréquence, c'est la fréquence porteuse qui change de valeur au rythme de la modulation.

l'audition. Elle permet au conducteur de suivre l'émission sans fatigue et sans être obligé d'augmenter exagérément, en cas de conduite à grande vitesse, le volume sonore pour couvrir le bruit ambiant, d'où une amélioration sensible du confort d'écoute.

La modulation de fréquence permet en outre la mise en oeuvre d'un **contrôle automatique de fréquence**. Ce dispositif, le bouton de recherche des stations étant positionné à proximité d'une station FM suffisamment puissante relativement au lieu d'écoute, ajuste automatiquement l'accord sur la fréquence exacte de l'émetteur. Ceci permet :

— d'une part, d'obtenir sans tâtonnements gênants pour le conducteur, la réception la plus nette possible : facilité d'emploi.

— d'autre part, d'éliminer la réception sur des harmoniques intempestifs et souvent instables : stabilité de réception.

Tous ces avantages de la modulation de fréquence, déjà sensibles sur un récepteur fixe, sont encore plus appréciables lorsque l'on roule et surtout lorsque l'on roule vite. Parce que la conduite de sa voiture requiert l'attention de l'automobiliste, il importe au premier chef de lui faciliter l'écoute, qui peut être fort utilement modifiée selon l'heure : recherche des informations, de tel ou tel bulletin météo, ou économique, ou agricole, de tel ou tel programme spécialisé (routier, musical, etc...).

D'autre part, le nombre d'émetteurs FM mis en service par l'O.R.T.F. s'est accru très sensiblement au cours des trois dernières années. A l'heure actuelle, on peut considérer qu'à l'exception de quelques zones d'ombre, le territoire métropolitain est bien couvert, comme c'est le cas depuis longtemps déjà aux Etats-Unis ou en Allemagne et en Italie.

Enfin et contrairement à une opinion assez répandue selon laquelle la modulation de fréquence intéresse surtout les amateurs de grande musique, les programmes émis en sont extrêmement variés, puisque l'O.R.T.F. diffuse simultanément en modulation d'amplitude et en modulation de fréquence la quasi totalité de ses émissions destinées à la France.

Il n'est donc pas exagéré de dire que les émissions diffusées en modulation de fréquence apportent à tous les auditeurs des avantages supplémentaires et que l'automobiliste y trouve très largement sa part, l'augmentation sensible de son confort d'écoute.

Caractéristiques du récepteur « Radioen Hi-Fi »

1) Le récepteur « RADIOEN HI-FI » est équipé de trois commandes préréglées permettant l'accès à trois émetteurs des grandes ondes :

— France I — Europe I — Radio Luxembourg

(Une étude récente effectuée sous l'égide du Centre d'Etude des Supports de publicité (C.E.S.P.) montre que l'écoute de ces 3 émetteurs correspond à 80% environ de l'écoute radio en France, à l'exception des 5 départements du Sud Est méditerranéen. En particulier, l'écoute de France I, avec ses émissions nocturnes et ses émissions particulièrement orientées vers l'automobiliste, est très importante de jour et de nuit. En outre,

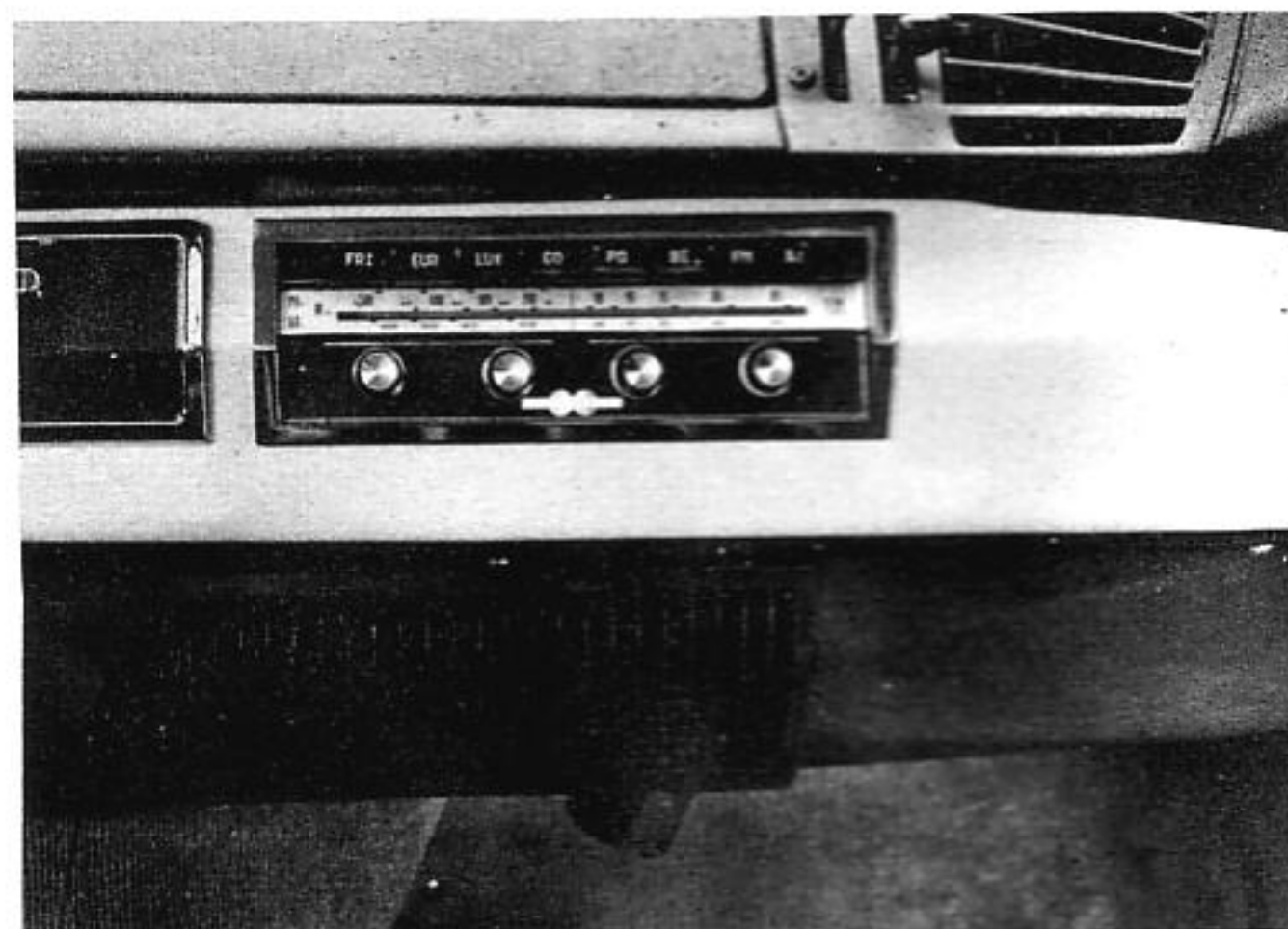


Fig. 2 - Le « Radioen Hi-Fi » sur une DS Pallas.

la grande portée de ces trois émetteurs favorise leur écoute en voiture).

2) L'emploi de 2 boutons séparés en modulation d'amplitude (AM) et en modulation de fréquence (FM) permet en outre de disposer de deux touches préréglées supplémentaires. Il suffit de positionner le bouton de recherche des stations AM sur un émetteur PO (ou sur un émetteur GO autre que les 3 précédents, ou en OC) et celui des stations FM sur un émetteur FM, bien reçus dans la zone d'écoute, pour obtenir un accès direct à ces deux émetteurs en appuyant respectivement sur les touches PO (ou GO ou OC) et FM.

En conséquence, l'utilisateur dispose en fait, dans une zone donnée, de 5 stations présélectionnées auxquelles il peut accéder successivement par une simple pression sur l'une des touches du clavier de commande.

3) La dernière touche « AUT » à droite du clavier permet l'accès au contrôle automatique de fréquence en FM. Cette touche doit être normalement enfoncée : on ne la débloque que dans des cas d'écoute très particuliers, par exemple lorsque le réglage est rendu difficile par la présence d'un émetteur de fréquence très voisine et de puissance relative supérieure à celle de l'émetteur désiré.

4) Le récepteur Radioen Hi-Fi est équipé de deux haut-parleurs et d'un mélangeur.

— le premier haut-parleur, situé sur la page arrière, permet une meilleure intelligibilité aux passages éventuels et procure en général une ambiance musicale de qualité.

— le second, placé à l'avant sous le tableau de bord, améliore l'écoute du conducteur et du passager avant, en particulier en ce qui concerne l'intelligibilité des émissions parlées.

— le mélangeur, placé sur le tableau de bord à proximité immédiate du conducteur, permet d'obtenir un dosage optimal en fonction des émissions et de la répartition des passagers.

5) Un bouton de réglage de tonalité permet de parfaire ce dosage. En particulier, il est possible de « couper les graves » en tournant le bouton à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, jusqu'au déclic.

(suite page 34)

MONTAGES A TRANSISTORS

Le fonctionnement interne des transistors diffère considérablement de celui des tubes; en outre, les impédances d'entrée et de sortie ont des valeurs très différentes dans ces deux cas. Tandis qu'un tube fonctionne normalement avec une polarisation **inverse** entre grille et cathode, (inverse voulant dire que cette polarisation tend à empêcher le passage du courant électronique, dans le circuit de grille), ce qui donne une impédance d'entrée élevée, la polarisation entre base et émetteur d'un transistor est faite dans le sens **direct**, ce qui donne un circuit d'entrée à basse impédance.

Le contraire se passe dans le circuit de sortie, car si la tension plaque d'un tube a une polarité telle qu'elle favorise, c'est-à-dire qu'elle provoque le passage du courant, par contre, dans un transistor, la polarisation du collecteur est **inverse**.

Ainsi, et c'est la conséquence directe de ce qui précède, tandis qu'un tube a une impédance d'entrée élevée et une basse impédance de sortie, on a exactement le contraire dans le cas du transistor, sauf, comme nous le verrons, si celui-ci est monté avec collecteur à la masse, ou collecteur commun. Nous pouvons donc facilement comprendre que les principes fondamentaux de fonctionnement de ces deux systèmes d'amplification sont différents, en ce sens que l'amplification obtenue avec un transistor est essentiellement une **amplification en courant**, tandis que celle fournie par un tube est principalement une **amplification en tension**. Il est donc évident que tandis que pour un tube il faut disposer d'une source d'alimentation de **tension** constante, pour un transistor, par contre, on doit recourir à une source d'alimentation à **courant constant**.

AMPLIFICATEUR A BASE COMMUNE

Nous avons étudié, dans la précédente leçon, les trois circuits de base des amplificateurs à transistors, ainsi que les circuits à tubes équivalents. La **figure 1** reproduit le montage, déjà connu, d'un étage amplificateur à base commune (appelé également base à la masse), ainsi que le montage à tube correspondant.

Le signal d'entrée est appliqué entre l'émetteur et la base. La tension de polarisation de l'émetteur détermine le potentiel moyen de cette électrode par rapport à la base. Il est bien entendu, que la base ne doit pas être nécessairement reliée à la masse du montage tout entier, mais il suffit qu'elle soit **com-**

mune au circuit d'entrée et à celui de sortie (ce qui fait que l'appellation « base commune » est préférable à celle de « base à la masse »).

Ce montage se caractérise par une basse impédance d'entrée, une haute impédance de sortie, pas d'inversion de phase entre le signal d'entrée et celui de sortie, une excellente stabilité mais une amplification limitée.

AMPLIFICATEUR A EMETTEUR COMMUN

La **figure 2** en donne le schéma de principe; on voit que le signal est appliqué entre la base et l'émetteur et que la polarisation du circuit d'entrée fixe le potentiel moyen de la base par rapport à l'émetteur commun.

Le signal d'entrée fait varier l'intensité du courant de la base en plus ou en moins de la valeur moyenne, produisant ainsi des variations de courant amplifiées dans le circuit du collecteur. On recueille donc, aux bornes de l'impédance de charge (R_L), une réplique amplifiée du signal d'entrée.

Sur la **figure 3** sont représentées les courbes caractéristiques d'un transistor à jonctions du type n-p-n avec émetteur commun (émetteur à la masse). Ces courbes montrent que le courant de collecteur, ou courant de « sortie », (I_c) est très supérieur au courant de base, ou « d'entrée », (I_b). Comme nous le savons, ceci résulte du fait que les courants de l'émetteur et du collecteur sont presque égaux et que le courant de base est approximativement égal à leur différence, qui est donc très faible.

L'amplification du courant de base est parfois représenté par la lettre β (béta), elle est très supérieure à α (alfa) en fonction duquel elle peut être exprimée par la formule:

$$\beta = \frac{\alpha}{(1 - \alpha)}$$

Le montage à émetteur commun est beaucoup plus sensible aux variations de fréquence que le montage à base commune. Il s'ensuit que l'amplification diminue lorsque la fréquence augmente et, à la fréquence critique, l'amplification fournie par le montage à émetteur commun est du même ordre de grandeur que celle obtenue par le montage à base commune. En résumé, les caractéristiques principales du montage d'un amplificateur à transistor à émetteur commun sont les

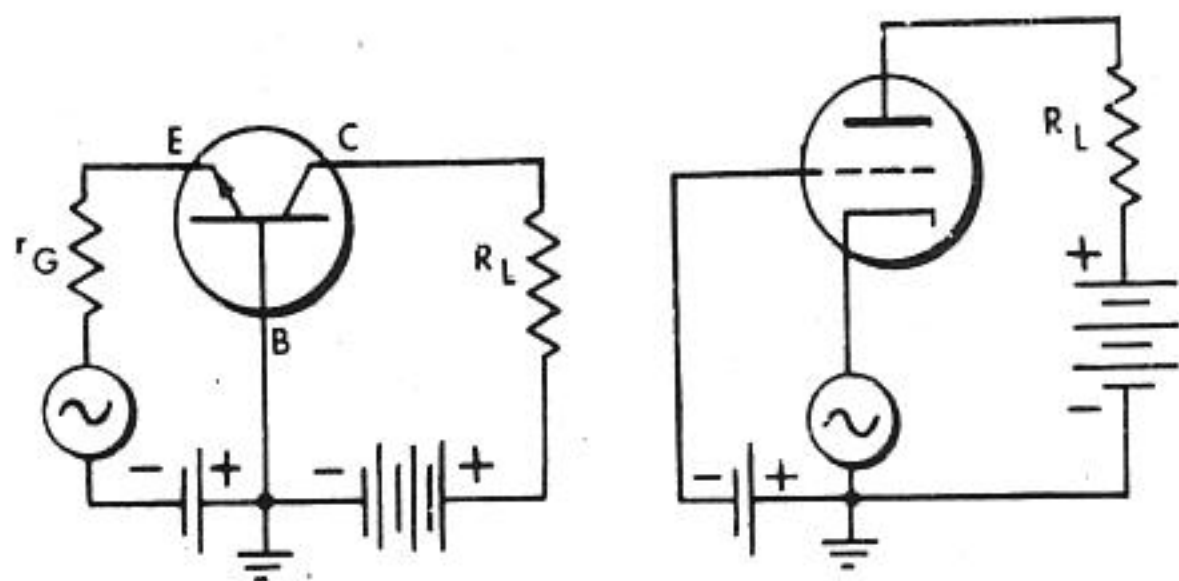


Fig. 1 - Comparaison entre un étage à transistor à base commune (base à la masse) et un étage à tube à grille à la masse. Le signal est appliqué, respectivement, entre émetteur et masse, et entre cathode et masse.

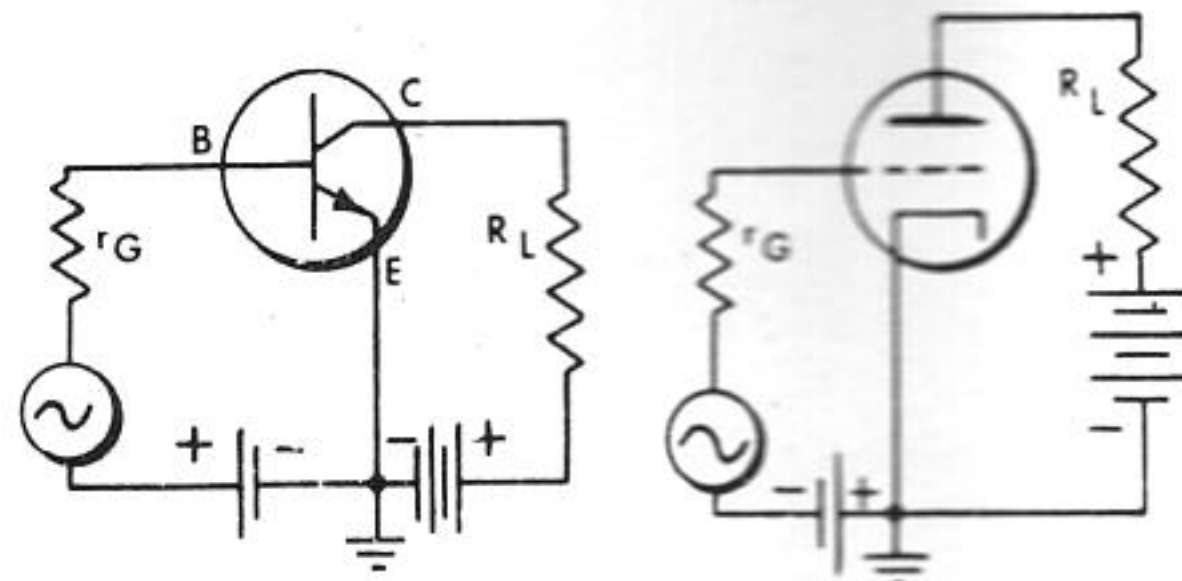


Fig. 2 - Comparaison entre un étage à transistor à émetteur commun (émetteur à la masse) et un étage à tube à cathode à la masse. Ces deux montages sont ceux fournissant l'amplification maximale.

suivantes: basse ou moyenne impédance d'entrée, moyenne ou haute impédance de sortie, amplification de courant plus élevée que pour les deux autres montages et inversion de phase entre le signal d'entrée et celui de sortie.

AMPLIFICATEUR A COLLECTEUR COMMUN

Ce montage est représenté sur la **figure 4**. Le signal d'entrée est appliqué entre la base et le côté masse du circuit du collecteur, tandis que le signal de sortie est recueilli aux bornes de l'impédance de charge commune branchée entre l'émetteur et la masse. Le collecteur est donc commun aux circuits d'entrée et de sortie.

Comme dans tous les autres montages à transistors, la tension de polarisation et la tension du collecteur sont fournies par des sources d'alimentation à courant continu.

Ce montage diffère des deux précédents par le fait que l'impédance d'entrée est relativement élevée, tandis que son impédance de sortie est très basse. Pour cette raison, il est couramment employé comme adaptateur d'impédances.

Les caractéristiques principales du montage à collecteur commun sont les suivantes: entrée à haute impédance et sortie à basse impédance, amplification de puissance inférieure à celle des deux autres montages, amplification de tension inférieure à l'unité (comme dans un amplificateur à tube du type «cathode follower»), pas d'inversion de phase entre le signal d'entrée et celui de sortie.

L'amplification effective d'un transistor est généralement exprimée en dB (décibel). Cette amplification est indiquée parfois pour chacun des montages décrits ci-dessus, parfois aussi en se référant au seul montage à émetteur commun. En outre, cet important facteur dépend non seulement de l'amplification de courant procurée par le montage et des caractéristiques du transistor, mais il dépend également de l'adaptation rigoureuse des impédances du transistor à celles de la source et de la charge d'utilisation.

LA POLARISATION DES TRANSISTORS

Un des problèmes importants de la technique des montages à transistors est celui du maintien de la tension convenable entre l'émetteur et le collecteur, pour une intensité donnée du courant passant dans le circuit, au moyen de tensions de polarisation fixes. Ces tensions doivent rester constantes malgré les variations possibles de la température ambiante, ou de l'amplification et des intensités de courant pouvant se produire lorsqu'on remplace un transistor par un autre du même type.

Si le gain en courant h_{21} du transistor restait constant malgré les variations de la température et si le courant de dispersion était négligeable, il serait possible de fixer les conditions de polarisation en faisant passer un courant de base d'intensité convenable dans le transistor, comme le montre la **figure 5**.

L'intensité du courant passant dans le circuit de sortie du collecteur est donnée par:

$$I_c = h_{21} \frac{E}{R_1}$$

Ce mode de polarisation est strictement lié au facteur d'amplification h_{21} de l'étage et, de ce fait, il ne peut être utilisé, sauf dans les cas où l'on peut faire varier la résistance de polarisation pour obtenir le meilleur résultat.

En général, il faut utiliser des circuits spéciaux de contre réaction pour rendre les conditions de polarisation des transistors à peu près indépendantes des grandeurs variables du circuit. Par exemple, le simple fait de placer une résistance en série avec l'émetteur donne une réaction suffisante pour stabiliser le point de fonctionnement; cette méthode est illustrée par la **figure 6**.

Comme on le voit, la base est reliée au point milieu d'un diviseur de tension formé par R_1 et R_2 , tandis que la résistance R_e se trouve dans le circuit de l'émetteur. Etant donné que la jonction de ce dernier est polarisée dans le sens favorable au passage du courant, l'intensité du courant passant dans le cir-

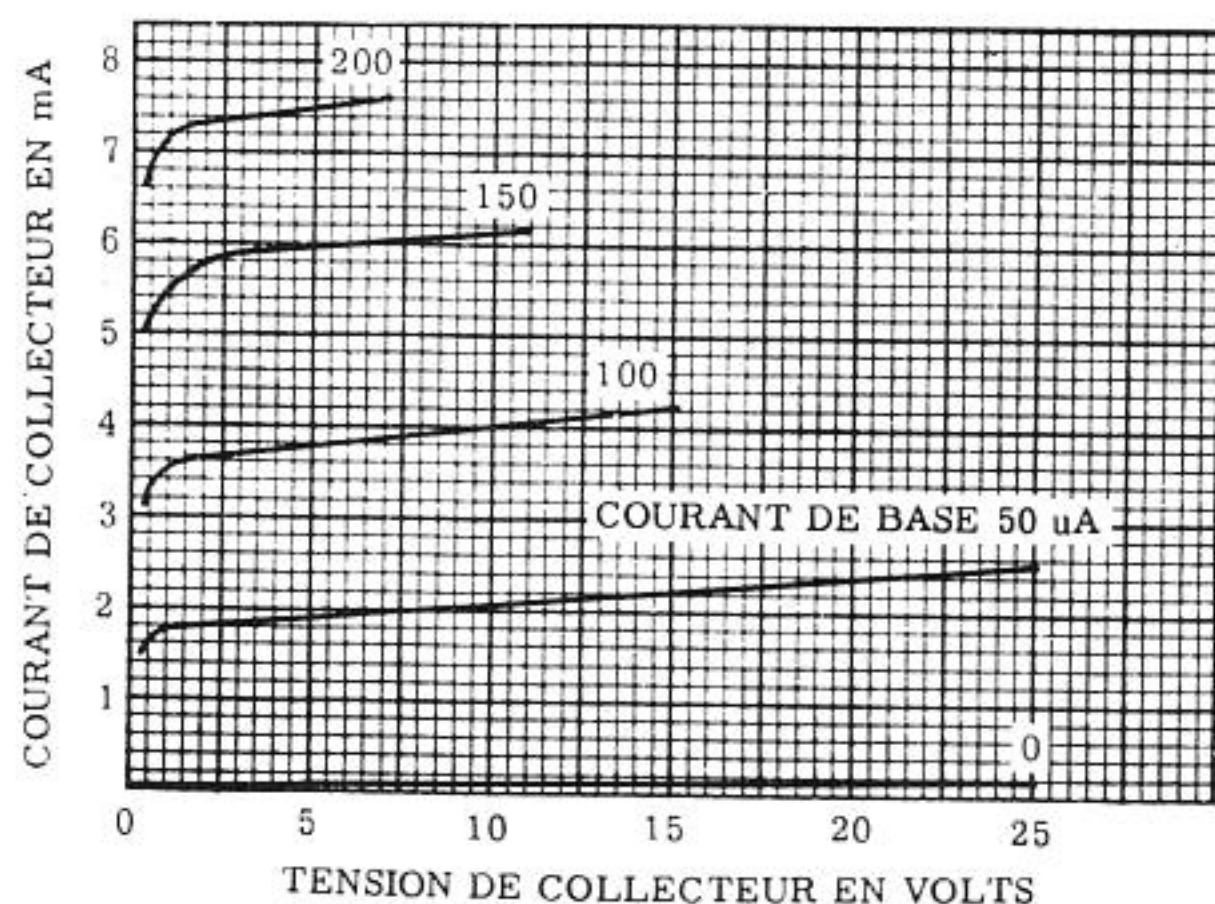


Fig. 3 - Courbes caractéristiques d'un transistor n-p-n avec émetteur à la masse (émetteur commun). I_c est très supérieur à I_b .

cuit de l'émetteur est, en principe, égal au quotient de la tension de la base par la résistance de l'émetteur, d'où:

$$I_e = U_b : R_e$$

Pour éviter que l'atténuation du signal alternatif soit augmentée en raison de la contre réaction d'émetteur (nous savons, en effet, que plus la partie du signal renvoyée du circuit de sortie au circuit d'entrée est grande, plus faible est l'amplification), la résistance de l'émetteur est « shuntée » par un condensateur de forte capacité. La pratique a démontré que pour obtenir un fonctionnement satisfaisant, R_2 ne doit pas être supérieure à 10 fois la valeur de R_e ; cette résistance est généralement comprise entre 500 et 1 000 ohms. Ce procédé de stabilisation, que nous venons de décrire, ne tient pas compte des variations de la chute de tension entre la base et l'émetteur, ainsi que des fluctuations du courant de dispersion produites par les variations de la température.

Un autre aspect du problème de la polarisation pris dans sa généralité, apparaît en observant la figure 7. En étudiant sur cette figure la distribution des courants on peut établir l'équation suivante:

$$U_B = [(1 - \alpha) R_B + R_E] I_E + U_{BE} - I_{CO} R_B$$

dans laquelle U_{BE} est comme nous le savons, la chute de tension entre la base et l'émetteur correspondant au point de polarisation spécifié. A une température de fonctionnement de 25 °C, cette chute de tension s'élève à 0,2 volt pour le germanium et à 0,7 volt pour le silicium. Pour une température plus élevée elle est, par contre, de 0,1 et 0,5 volts, respectivement.

Si l'on connaît les valeurs minimales du courant de l'émetteur pour « alfa » minimum — et les valeurs maximales du courant de l'émetteur, pour « alfa » maximum — ainsi que du courant de dispersion, R_b peut être calculé au moyen de l'équation:

$$R_b = \frac{(I_{E_{max}} - I_{E_{min}}) R_E + U_{BE_{min}} - U_{BE_{max}}}{I_{CO_{max}} - (1 - \alpha_{max}) I_{E_{max}} + (1 - \alpha_{min}) I_{E_{min}}}$$

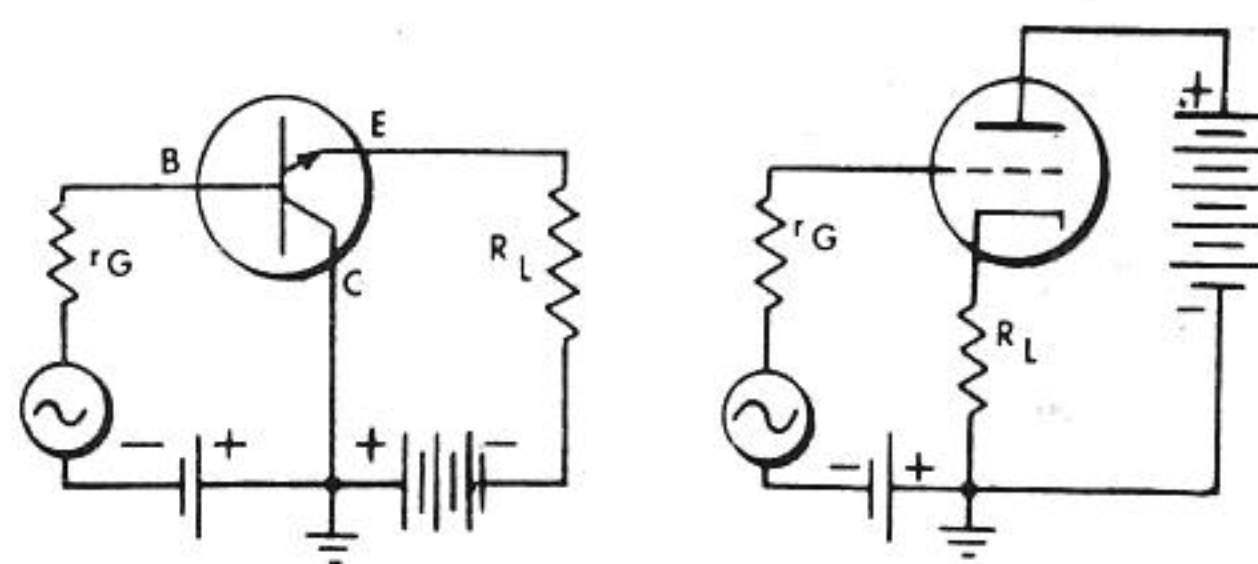


Fig. 4 - Comparaison entre un étage à transistor à collecteur commun (collecteur à la masse) et un étage à tube avec plaque à la masse. C'est le montage appelé « cathode follower ».

Considérons par exemple, le transistor Général Electric type 2N25 dont les caractéristiques d'utilisation dans un circuit classique sont les suivantes: $E = 20$ V; $R_L = 8,2$ k Ω ; $I_{CO_{max}} = 0,1$ mA à 55 °C; $h_{21_{max}} = 66$; $\alpha_{max} = 66 : 67$; $h_{21_{min}} = 30$, $\alpha_{min} = 30 : 31$; $U_{BE_{max}} = 0,2$; $U_{BE_{min}} = -0,1$; $I_{E_{max}}$ désiré = 1,24 mA; $I_{E_{min}}$ désiré = 0,81 mA.

En portant ces valeurs dans l'équation ci-dessus, on obtient pour R_B les valeurs suivantes, en fonction de différentes valeurs de R_E :

$$\text{Pour } R_E = 1,0 \text{ kohm} \quad R_B = 1,2 \text{ kohms}$$

$$\text{Pour } R_E = 2,2 \text{ kohms} \quad R_B = 5,8 \text{ kohms}$$

$$\text{Pour } R_E = 3,3 \text{ kohms} \quad R_B = 10 \text{ kohms}$$

En portant ensuite ces valeurs de R_B dans l'équation originale, on peut obtenir les valeurs correspondantes de U_B . Par exemple, si l'on utilise une résistance d'émetteur de 3,3 kohms, et si l'on donne à R_B une valeur de 10 kohms, la tension U_B sera de 3,1 V. La figure 8 montre comment on peut transformer le circuit avec polarisation par diviseur de tension, en appliquant les équations données en marge de la figure.

Par ce moyen, il est possible de calculer un circuit de polarisation permettant de compenser les variations internes du transistor et de maintenir les valeurs des tensions de polarisation dans les limites désirées.

COUPLAGE PAR TRANSFORMATEUR ET COUPLAGE R-C

Le choix du moyen de couplage entre les étages d'un amplificateur revêt une grande importance lorsqu'on désire obtenir l'amplification maximale. Le couplage par transformateur est probablement la méthode la plus simple et la plus utilisée dans les montages à transistors.

La figure 9 donne le schéma de principe d'un amplificateur classe A à couplage par transformateurs et émetteur commun. Il convient tout d'abord, de rappeler que le fonctionnement d'un amplificateur à tran-

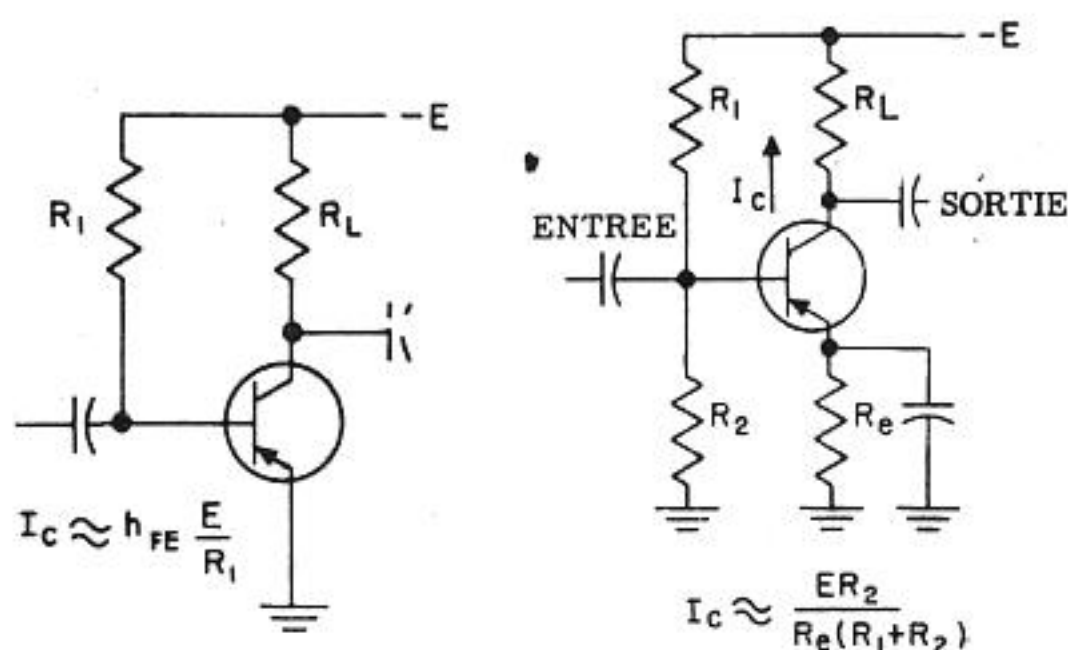


Fig. 5 - Polarisation de la base sans compensation thermique. La mise au point est critique.

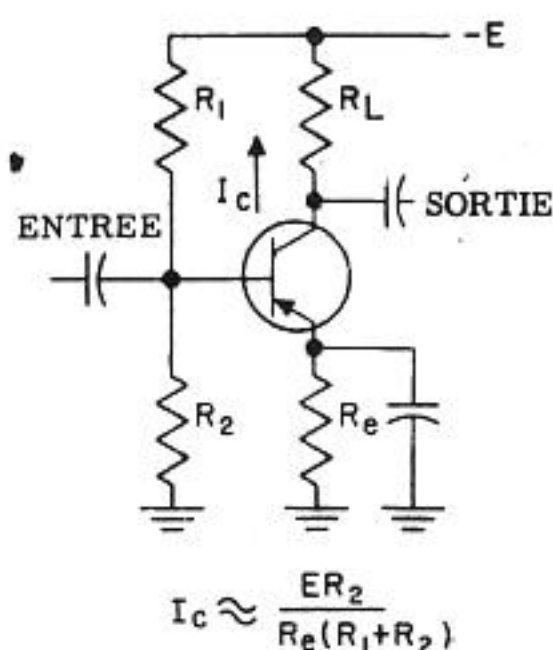


Fig. 6 - Stabilisation thermique par résistance en série avec l'émetteur et diviseur de tension.

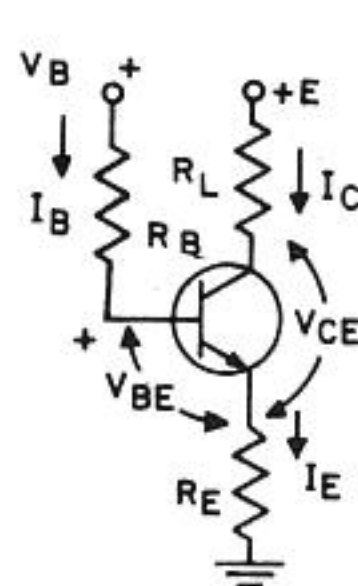


Fig. 7 - Distribution et polarité des courants et des tensions dans un transistor du type n-p-n.

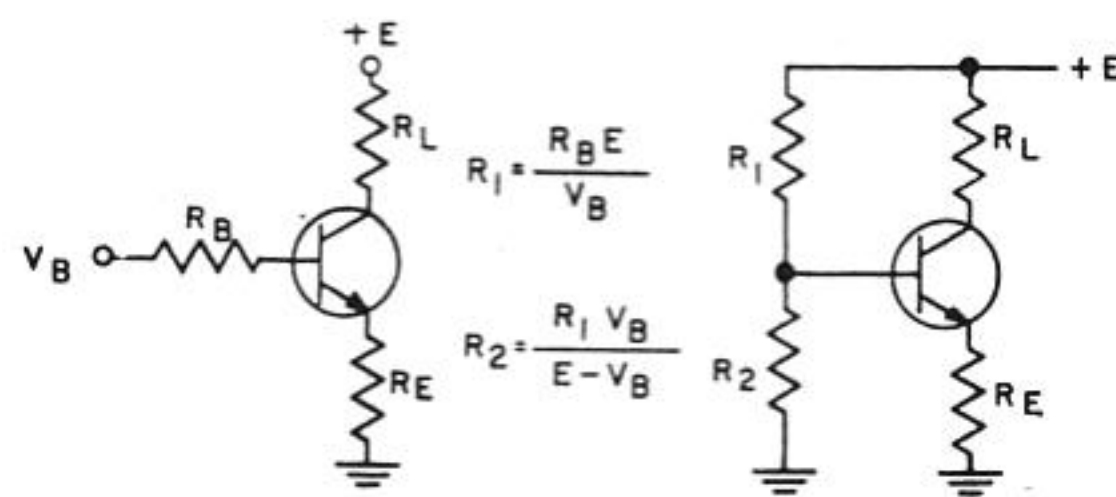


Fig. 8 - Polarisation par diviseur de tension fournissant les valeurs convenables pour les tensions et les courants.

sistor, pour des signaux faibles, dépend de l'intensité du courant de l'émetteur et de la tension du collecteur. En outre, la résistance interne entre base et émetteur, varie d'un transistor à l'autre, même s'ils sont d'un même type, et est également fonction de la température ambiante. En conséquence, on peut constater que si l'on branche une résistance, comme par exemple R_3 de la figure 9, en série avec l'émetteur, le courant de celui-ci sera à peu près indépendant des variations éventuelles de la résistance interne entre base et émetteur. Pour cela il faut d'ailleurs, que la valeur de R_3 soit beaucoup plus grande que la résistance interne entre émetteur et base. Il en résulte que les caractéristiques de fonctionnement d'un tel circuit ne seront pas sensiblement perturbées par des variations de la température ambiante, ou par le remplacement du transistor, tout au moins en ce qui concerne la résistance interne considérée.

Dans ce montage, le courant de l'émetteur et la tension appliquée au collecteur proviennent de la même source d'alimentation. Ceci est réalisé au moyen du diviseur de tension formé par les deux résistances R_1 et R_2 . Cette dernière résistance (R_2) doit être de valeur assez faible car elle est en série dans le circuit du collecteur qui doit avoir une résistance peu élevée. Cette faible résistance du circuit permet d'avoir une tension de collecteur à peu près indépendante du courant. Les condensateurs C_1 , C_2 et C_3 sont les condensateurs de découplage, ils dérivent vers la masse les tensions BF.

La figure 10 donne le schéma de principe d'un étage amplificateur à couplage par résistance et capacité. Les résistances R_1 et R_2 permettent d'obtenir la polarisation entre émetteur et base, de la même façon que celle décrite au paragraphe précédent à propos de l'amplificateur à couplage par transformateur. De même, R_3 réduit les variations du courant du collecteur qui peuvent être provoquées par les changements de température ambiante ou par le remplacement du transistor.

La principale différence entre les deux montages réside dans le fait que dans l'amplificateur R-C, la résistance R_2 n'est pas découplée par une capacité, car cel-

le-ci se comporterait comme un court-circuit pour le signal d'entrée provenant de l'étage précédent à travers le condensateur de couplage C_1 .

Les résistances R_1 et R_2 doivent être de valeur élevée par rapport à la résistance d'entrée. Les capacités de couplage, C_1 et C_2 , doivent également être de forte valeur afin d'offrir, même aux fréquences les plus basses, une faible réactance vis-à-vis de la résistance du circuit base-émetteur.

Si, d'une part, la faible résistance base-émetteur d'un transistor nécessite l'utilisation de condensateurs de couplage de capacité relativement élevée, en comparaison de ceux utilisés dans les montages à tubes, d'autre part, les tensions d'alimentation peu élevées permettent d'utiliser des condensateurs à faible tension de service, dont les dimensions restent dans les limites acceptables.

ETAGES A TRANSISTORS EN CASCADE

Il est évidemment possible de monter plusieurs étages amplificateurs à transistors successivement les uns à la suite des autres pour constituer des amplificateurs BF de poids et de volume réduits. Considérant le fait que chacun des deux étages peut être des trois types décrits plus haut (base commune, émetteur commun ou collecteur commun), on peut donc réaliser au total neuf combinaisons possibles, mais seules quatre d'entre elles sont réellement utilisées. Parmi celles-ci, la combinaison de la figure 11, comportant deux étages montés en émetteur commun est celle qui est la plus couramment employée, c'est donc elle qui retiendra plus particulièrement notre attention.

Dans les montages comportant plusieurs étages à transistor en cascade, on utilise uniquement des transistors à jonctions, car ceux à pointes de contact présentent l'inconvénient d'être très instables. Nous avons vu que le principal avantage du montage avec émetteur à la masse résidait dans la facilité avec laquelle on pouvait obtenir l'amplification maximale du transistor. Le gain en puissance d'un tel circuit est voisin de 5 dB; il se caractérise, en outre, par une valeur moyen-

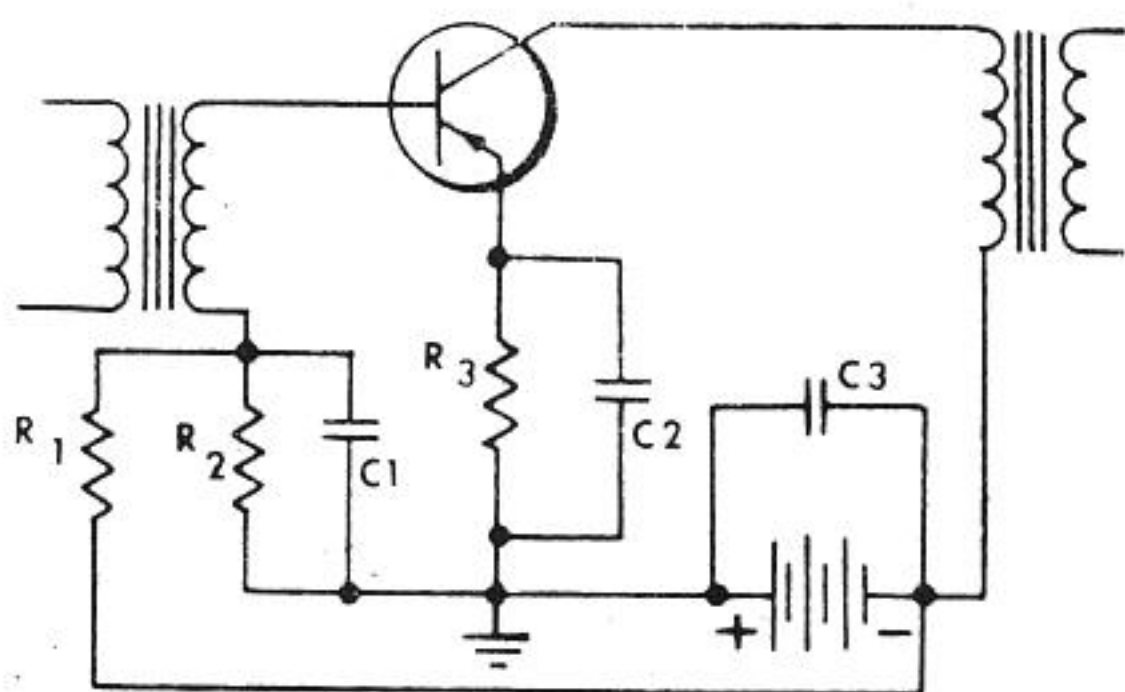


Fig. 9 - Etage amplificateur classe A à couplage par transformateurs. Le transformateur d'entrée est du type abaisseur en raison de la faible impédance d'entrée du transistor.

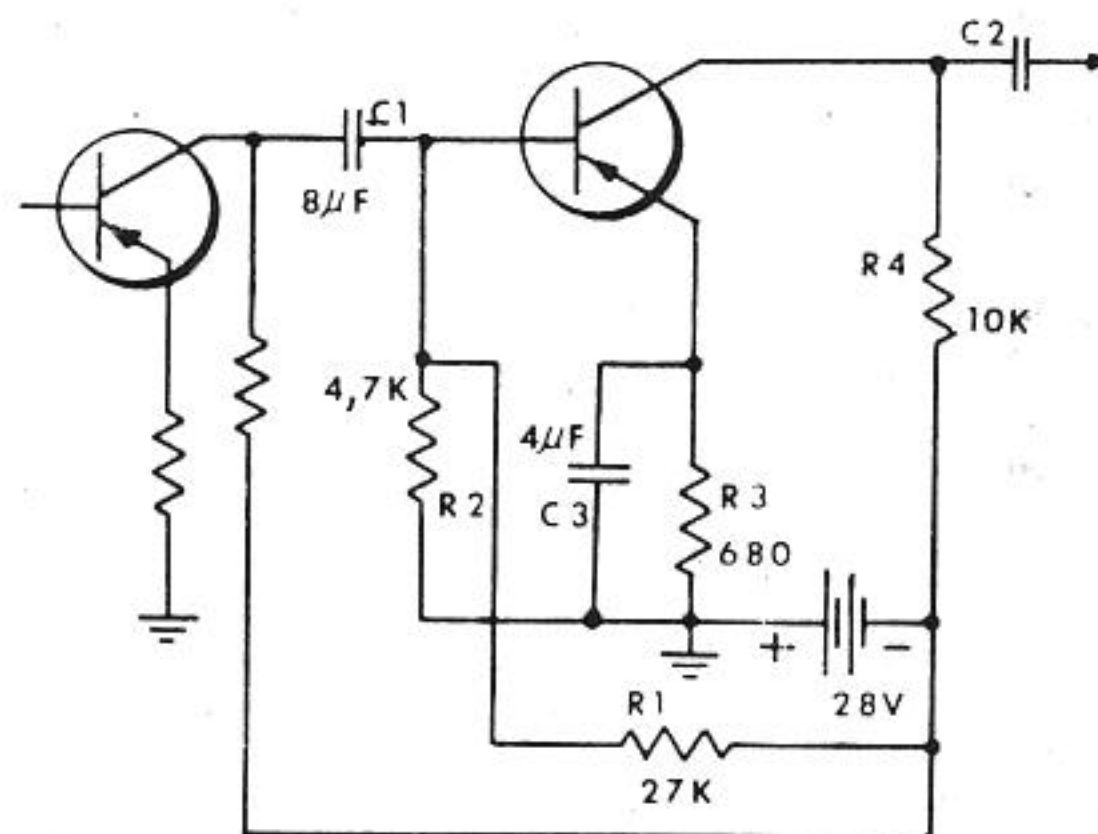


Fig. 10 - Amplificateur à transistors du type p-n-p à couplage R-C. R1 et R2 forment le diviseur de tension fournissant la polarisation et compensant les variations de température.

ne d'impédance d'entrée et de sortie et il constitue une amélioration importante par rapport à l'amplificateur à un seul étage.

Chacun des étages à émetteur commun inverse la phase du signal; en conséquence, dans un amplificateur à deux étages, les tensions d'entrée et de sortie sont en phase et ont la même polarité instantanée.

Par l'utilisation d'une réaction négative, ou contre-réaction, on augmente considérablement la stabilité d'un amplificateur à transistor. Bien que, comme nous le savons, elle entraîne une diminution de l'amplification totale, la contre-réaction produit un effet extrêmement utile sur l'amplificateur, car elle le rend moins sensible aux variations de la température et permet d'obtenir une courbe de réponse linéaire sur une plus grande gamme de fréquences.

Dans le montage de la figure 11, cette réaction est obtenue par un circuit série R-C placé entre l'émetteur du premier étage et le collecteur du second. Les autres éléments du circuit sont identiques et jouent le même rôle que ceux correspondants de la figure 10.

La figure 12 représente un autre montage classique d'amplificateur BF à transistors à deux étages, dans lequel la polarisation des électrodes est obtenue par un diviseur de tension. L'impédance d'entrée de cet amplificateur est de l'ordre de 1100 ohms. La résistance de charge du premier étage est en parallèle sur l'impédance d'entrée du second.

Le gain en tension (A_v) approximatif est donné par la formule:

$$A_v = h_{21} \frac{R_L}{h_{11}} = \beta \frac{R_L}{h_{11}}$$

h_{11} étant l'impédance d'entrée dans le montage base à la masse.

AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE EN CLASSE « A »

Un étage de puissance à transistors en classe A est polarisé de la façon illustrée par la figure 13. Le point de fonctionnement est choisi de manière que les alternances

positives et négatives du signal soient symétriques (même amplitude).

La puissance de sortie maximale est donnée par:

$$P_{\max} = \frac{E_c I_c}{2}$$

La résistance de charge se calcule par la formule:

$$R_L = \frac{E_c}{I_c}$$

En combinant ces deux équations, nous pouvons exprimer la valeur de la résistance de charge en fonction de la tension d'alimentation et de la puissance de sortie, par la formule:

$$R_L = \frac{E_c^2}{2 P_{\max}}$$

Pour des puissances de sortie de 10 mW et plus, la résistance de charge est très faible vis à vis de l'impédance de sortie du transistor et l'amplification en courant est pratiquement égale au facteur « bêta » avec courant de court-circuit.

Dans un étage de puissance en classe A, l'amplification de puissance est donnée par:

$$\text{Amplific. de puissance} = \frac{\beta^2 R_L}{R_i} = \frac{\beta^2 E_c^2}{2 R_i P_{\max}}$$

ETAGE PILOTE EN CLASSE « A »

Supposons que pour obtenir une puissance de sortie de 250 mW, le gain de l'étage final soit de l'ordre de 23 dB. Il faudra donc que le signal appliqué à l'entrée de cet étage ait une puissance de 2 mW environ. Dans ce cas, nous pouvons calculer l'impédance de charge de l'étage pilote (driver) en classe A, en fonction de la puissance qu'il doit délivrer à l'étage final, au moyen de l'équation donnée plus haut. Pour des puissances de sortie de l'ordre de quelques milliwatts, la résistance de charge n'a pas une valeur négligeable vis-à-vis de l'impédance de sortie du transistor; c'est pourquoi nous

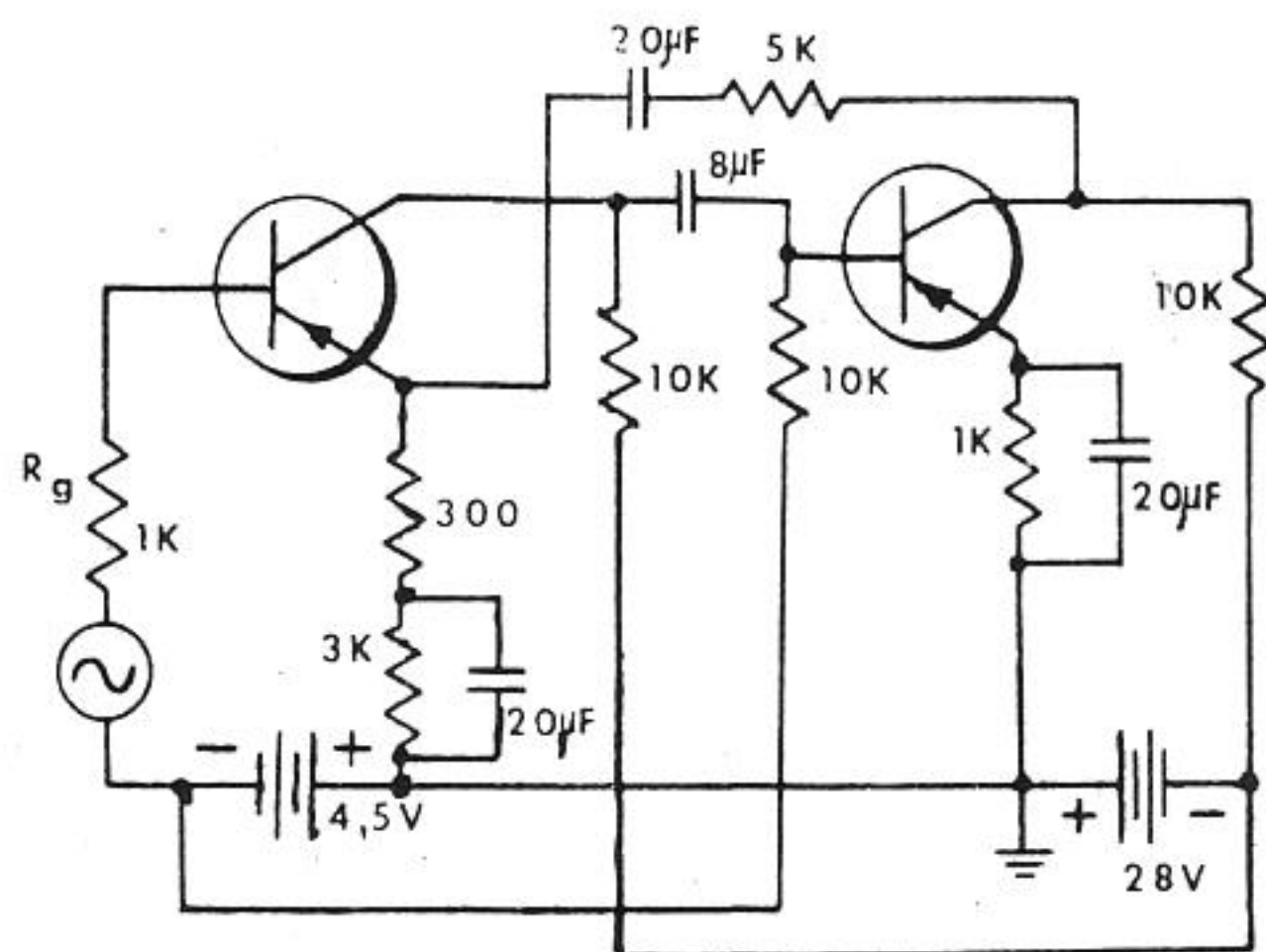


Fig. 11 - Amplificateur B.F. à deux étages. Les deux transistors sont montés avec émetteur commun (amplification maximale).

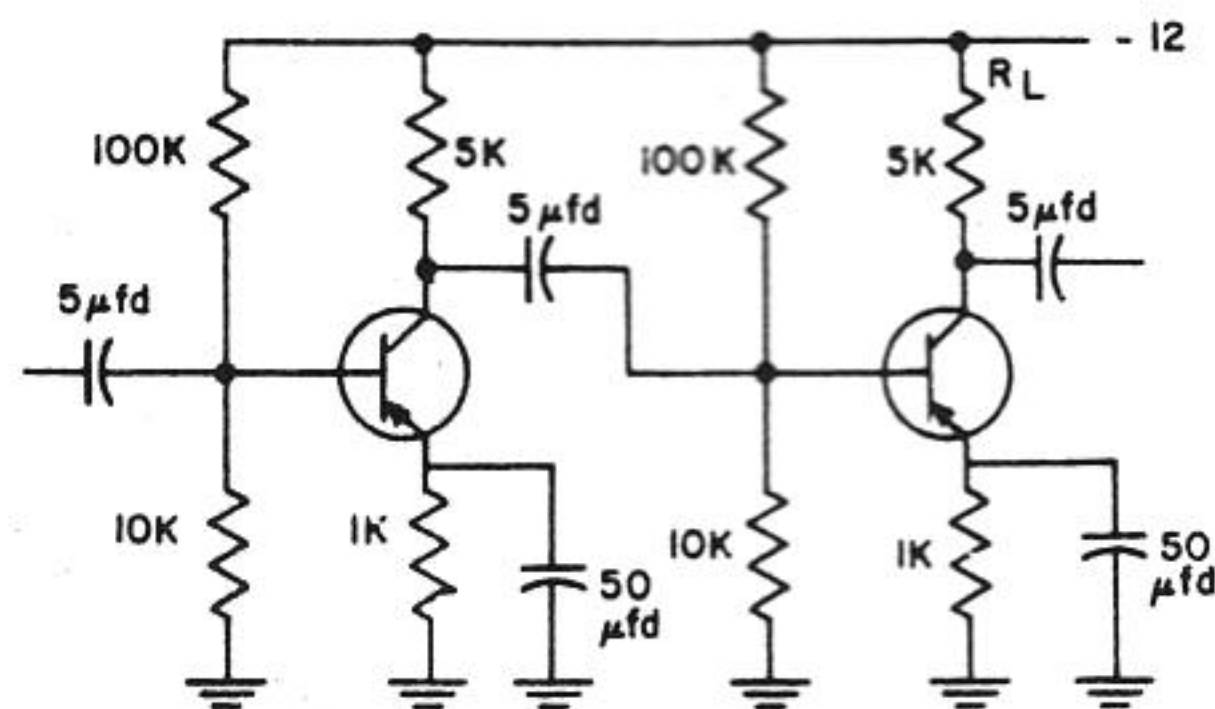


Fig. 12 - Amplificateur R-C à deux étages, analogue au précédent, mais alimenté par une seule source de courant continu au moyen de diviseurs de tension.

devons employer une formule plus exacte pour calculer l'amplification de puissance d'un étage de ce type.

Le gain en tension est donné par l'équation:

$$A_v = \frac{R_L}{h_{11}}$$

dans laquelle h_{11} est l'impédance d'entrée dans le montage base à la masse.

Le gain en courant est donné par:

$$A_i = \frac{\alpha}{(1 - \alpha) + R_L h_{22}}$$

dans laquelle h_{22} est la conductance de sortie dans le montage base à la masse.

Le gain en puissance est égal au produit du gain en courant par le gain en tension: en conséquence, contrairement à ce que nous avons vu pour l'étage de sortie à forte puissance, il n'existe pas de relation simple entre la puissance de sortie désirée et le gain en puissance dans le cas d'un étage pilote (driver) classe A.

$$A_p = \frac{R_L}{h_{11}} \cdot \frac{\alpha}{(1 - \alpha) + R_L h_{22}}$$

ETAGE DE PUISSANCE PUSH-PULL EN CLASSE « B »

Dans la plupart des réalisations pratiques, la puissance de sortie, ou puissance modulée nécessaire est spécifiée au départ et sert de base à l'étude du projet. La figure 14 donne le schéma de principe d'un étage amplificateur de puissance en push-pull classe B. Le diviseur de tension, formé par R et la résistance de 47 ohms, fournit une faible polarisation dans le sens favorable au transistor, ceci afin d'éviter une distorsion provoquée par les courants transitoires. Cette tension de polarisation est généralement de l'ordre de 0,1 volt. Dans ces conditions, le courant de collecteur en l'absence de signal est de 1,5 mA environ. Les deux résistances de 8,2 ohms, placées en série avec les émetteurs stabilisent les transistors et évitent leur échauffement exagéré en cours de fonctionnement, lorsque la température de la jonction atteint 60°, l'inten-

sité du courant tend à augmenter. La figure 15 représente la droite de charge tracée sur le réseau des courbes caractéristiques du courant de collecteur. Il est facile de constater que la puissance de sortie en courant alternatif (puissance modulée) que l'on peut obtenir sans atteindre le point de saturation, est donnée par la formule:

$$P_{max} = \frac{I_{max} \times E_c}{2}$$

Etant donné que la résistance de charge d'un transistor a pour valeur:

$$R_L = \frac{E_c}{I_{max}}$$

et que la résistance de charge de collecteur à collecteur est quatre fois plus grande (par suite du point milieu du primaire du transformateur), la puissance de sortie, ou puissance modulée, que l'on peut obtenir est donnée par la formule:

$$P_{max} = \frac{2 E_c^2}{R_{cc}}$$

dans laquelle R_{cc} est la résistance de collecteur à collecteur.

$$R_{cc} = R_L = \frac{4 E_c}{I_{c \max}}$$

On voit donc qu'il est ainsi possible de calculer la résistance de charge de collecteur à collecteur permettant d'obtenir une puissance modulée déterminée pour une tension d'alimentation donnée:

$$R_{cc} = \frac{2 E_c^2}{P_{max}}$$

Pour des puissances modulées comprises entre 50 et 750 mW, l'impédance de charge est très faible et constitue pratiquement un court-circuit pour l'impédance de sortie des transistors. En pratique, contrairement à ce qui se produit dans le cas d'amplificateurs pour signaux de faible amplitude, il n'est pas nécessaire, dans les amplificateurs de puissance, d'adapter l'impédance du

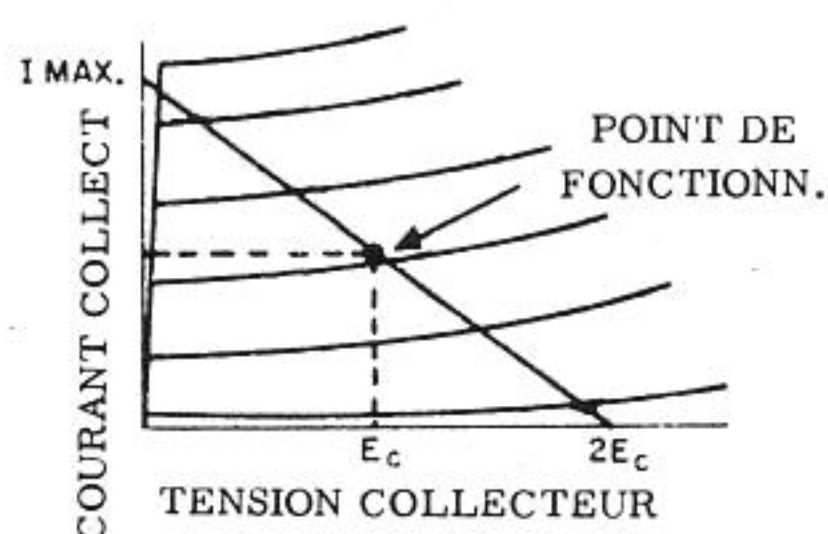


Fig. 13 - Courbes de polarisation d'un étage amplificateur en classe A.

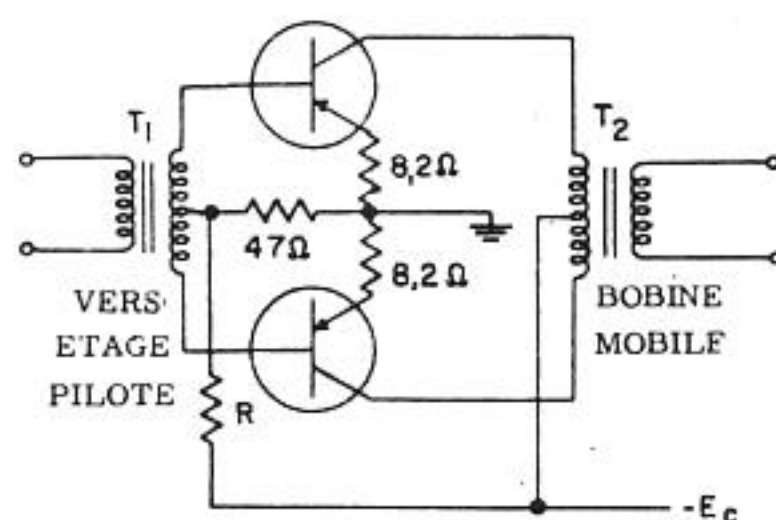


Fig. 14 - Amplification de puissance push-pull classe B.

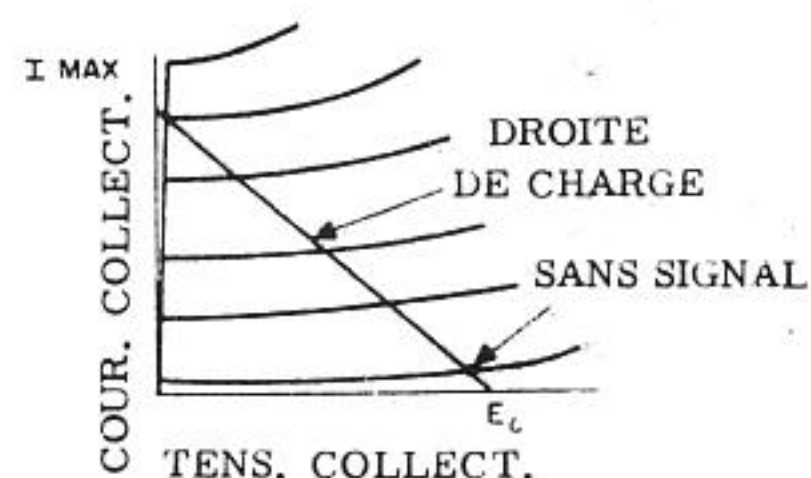


Fig. 15 - Tracé de la droite de charge sur le réseau des courbes caractéristiques du courant de collecteur. En l'absence de signal, la tension du collecteur est maximale et le courant est minimal.

circuit extérieur, ou circuit d'utilisation, à l'impédance interne des transistors.

L'amplification de puissance est donnée par la formule :

$$\text{Amplific. de puissance} = \frac{P_m}{P_e} = \frac{R_{cc} I_c^2}{R_{BB} I_B^2}$$

avec :

P_m = puissance modulée à la sortie;

P_e = puissance modulée à l'entrée;

R_{cc} = résistance de charge de collecteur à collecteur;

R_{BB} = résistance d'entrée de base à base;

I_c = courant de collecteur;

I_B = courant de base.

En outre, du moment que le rapport entre le courant de sortie et le courant d'entrée I_c/I_B est égal au gain en courant « bêta » pour les faibles valeurs de la résistance de charge, la formule donnant l'amplification en puissance peut être transformée comme suit :

$$\text{Amplific. en puissance} = \beta^2 \frac{R_{cc}}{R_{bb}}$$

dans laquelle R_{cc} est la résistance entre collecteurs, R_{bb} est la résistance entre bases et β est le gain en courant avec émetteurs à la masse.

Puisque la résistance de charge est fonction de la puissance modulée maximale que l'on désire obtenir, l'amplification de puissance peut donc être exprimée en fonction de cette puissance modulée maximale par la combinaison des deux formules précédentes, soit :

$$\text{Amplific. de puissance} = \frac{2 \beta^2 E_c^2}{R_{bb} P_{\max}}$$

AMPLIFICATEURS HAUTE FREQUENCE

Il y a quelques années, les caractéristiques des transistors en haute fréquence se prêtaient difficilement, comme nous l'avons dit, aux applications relatives aux circuits d'amplification fonctionnant sur des fréquences élevées.

La technique moderne a donné naissance aux transis-

tors du type « drift », ou à alliage diffusé, spécialement conçus pour l'amplification HF, dans lesquels les impuretés sont réparties d'une façon non uniforme dans la région de la base. Dans ce type de transistor, les porteurs de charge injectés par l'émetteur dans la base, sont soumis, à l'intérieur de celle-ci, à l'action d'un champ électrique interne. Ils sont accélérés par ce champ et **séjournent ainsi moins longtemps à l'intérieur de la base.**

Tout se passe comme si l'épaisseur de la base était considérablement réduite. Il en résulte une diminution considérable du temps de transit des porteurs dans la base.

Indépendamment de l'utilisation de ce type particulier de transistor, les circuits haute fréquence ont été pourvus de dispositifs spéciaux permettant de réaliser des montages donnant une forte amplification et une stabilité satisfaisante. Par exemple, dans un amplificateur HF composé de deux étages montés en émetteur commun, la présence d'une capacité importante entre la base et le collecteur à l'intérieur du transistor, nécessite l'adoption d'un circuit de neutrodynage. Celui-ci peut être constitué par un circuit de réaction R-C série, branché entre la base d'un étage et la base de l'étage précédent.

Pour réaliser un amplificateur HF donnant un gain élevé, les transistors sont montés en émetteur commun. La difficulté de réaliser alors une adaptation convenable entre la haute impédance du circuit du collecteur et la basse impédance du circuit de base de l'étage suivant peut être surmontée en n'accordant seulement que le primaire du transformateur de couplage.

OSCILLATEURS A TRANSISTORS

Tout circuit oscillateur, nous le savons, doit comporter un élément doté d'un certain pouvoir d'amplification; étant donné que le transistor en est un, il peut être utilisé dans cette fonction. En effet, on peut faire osciller un transistor sur des fréquences plus élevées que celles où il peut être employé comme amplificateur. Pour réaliser un montage oscillateur il faut recourir à un circuit de réaction extérieur, ou utiliser la réaction interne dans le transistor lui-même

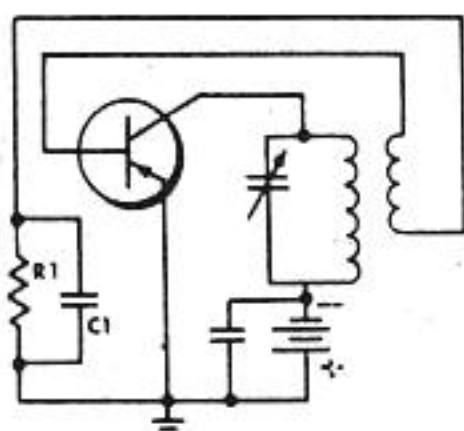


Fig. 16 - Etage oscillateur à réaction par couplage inductif. Fonctionne aussi bien en HF qu'en BF.

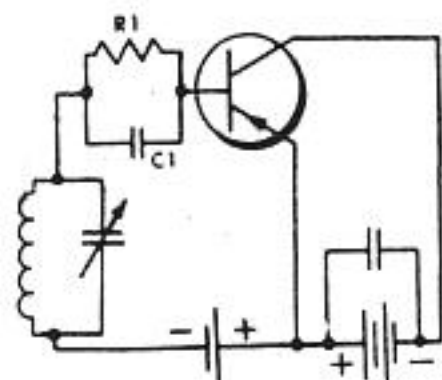


Fig. 17 - Oscillateur à résistance négative. Le transistor doit être du type à pointes de contact.

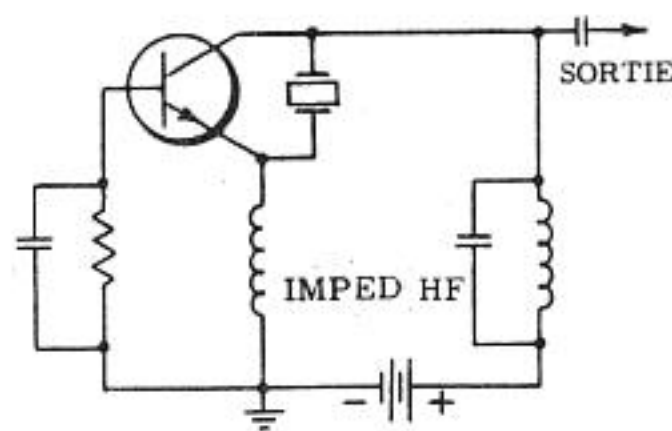


Fig. 18 - Oscillateur à transistors à jonctions, contrôlé par quartz.

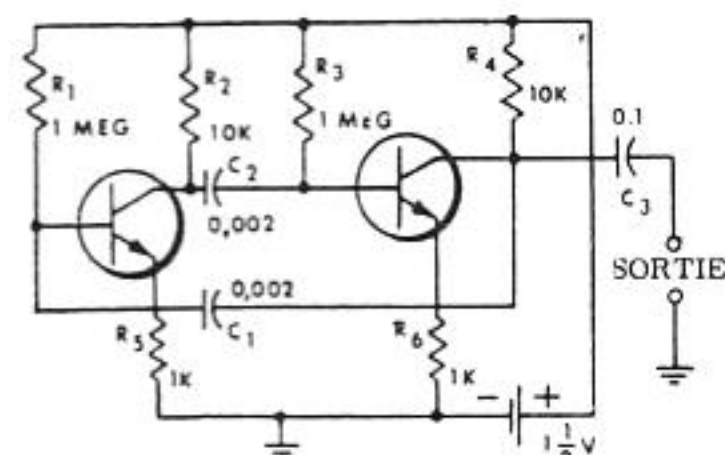


Fig. 19 - Montage multivibrateur. Comme dans le montage à tubes, les oscillations produites ne peuvent pas être sinusoïdales.

(tout comme dans le cas de montages à tubes).

La **figure 16** donne le schéma de principe d'un oscillateur à transistor dans lequel la réaction se fait par couplage inductif; une fraction du courant de sortie est renvoyée sur le circuit d'entrée selon le procédé classique du couplage par bobines. Le transistor étant monté en émetteur commun, le signal de sortie est déphasé de 180° sur celui d'entrée; comme le transformateur de couplage (constitué par la bobine d'accord et la bobine de réaction) produit un nouveau déphasage de 180° , la tension de réaction est de même signe que le signal d'entrée, donc réaction positive et entretien des oscillations. La résistance R_1 et le condensateur C_1 constituent le circuit d'autopolarisation entre base et émetteur.

La **figure 17**, par contre, représente un oscillateur à résistance « négative » réalisé avec un transistor à pointes de contact. Ce montage est rendu possible par le fait que la résistance d'entrée d'un transistor à pointes de contact est « négative » et que l'amplification est généralement supérieure à 2. On peut produire des oscillations de fréquence déterminée en « shuntant » la résistance négative d'entrée par un circuit accordé.

On peut également réaliser des oscillateurs avec des transistors à jonctions en utilisant une réaction extérieure. Pour obtenir des oscillations plus stables et de fréquence précise, on a recours à l'oscillateur à cristal de quartz de la **figure 18**, qui est du type à base commune.

La **figure 19**, par contre, donne le schéma d'un multivibrateur comportant deux transistors. Ce montage est tout à fait semblable à celui que l'on réalise avec les tubes et consiste essentiellement en un amplificateur à deux étages à couplage par résistance capacité. La sortie du second étage est couplée à l'entrée du premier à travers le condensateur C_1 , et les oscillations produites ont une forme rectangulaire.

MONTAGE CONVERTISSEUR

Nous savons que l'étage convertisseur d'un récepteur superhétérodyne, ou changeur de fréquence, n'est pas autre chose que la combinaison d'un étage oscillateur

local et d'un étage mélangeur; sa fonction est de transformer le signal reçu (haute fréquence) en un signal moyenne fréquence pouvant être amplifié par les étages MF du récepteur. La **figure 20** donne le schéma de principe d'un étage convertisseur classique.

On peut le redessiner de la manière indiquée sur les **figures 21 A** et **21 B** pour montrer séparément les circuits de l'oscillateur et ceux du mélangeur. Le fonctionnement de l'oscillateur peut être expliqué comme suit: le bruit de fond, ou souffle, produit de faibles variations du courant de base et celles-ci, par suite de l'amplification, prennent une plus grande amplitude dans le circuit du collecteur. Cette tension alternative passant dans le primaire du transformateur (L_2), induit un courant dans le secondaire, lequel est accordé sur la fréquence désirée par le condensateur C_B .

Le condensateur C_2 sert à coupler l'émetteur au circuit oscillant. Si le couplage des deux bobines est correct, le signal de sortie est en phase avec celui d'entrée et l'on obtient la production d'oscillation entretenues.

Le secondaire de L_2 est un autotransformateur dont les caractéristiques sont établies pour adapter la haute impédance du circuit oscillant à la basse impédance du circuit de l'émetteur; à cet effet, l'émetteur n'est pas relié au sommet de la bobine d'accord, mais à une prise intermédiaire convenablement choisie. Le condensateur C_1 sert à découpler à la masse la base du transistor; on voit donc que dans sa fonction **oscillateur**, le transistor a sa base à la masse.

Le fonctionnement de la partie mélangeur est représenté sur la **figure 21 B**: la bobine L_1 est enroulée sur un bâtonnet de ferrite et fonctionne à la manière d'un cadre; elle capte les ondes rayonnées par les divers émetteurs et est accordée sur la fréquence choisie au moyen du condensateur variable C_A . Le transistor est polarisé de telle sorte que son point de fonctionnement est situé dans la courbure de la caractéristique. Ceci est la condition parfaite pour réaliser ce qu'on appelle la « première détection » qui permet d'obtenir le mélange du signal reçu avec celui provenant de l'oscilla-

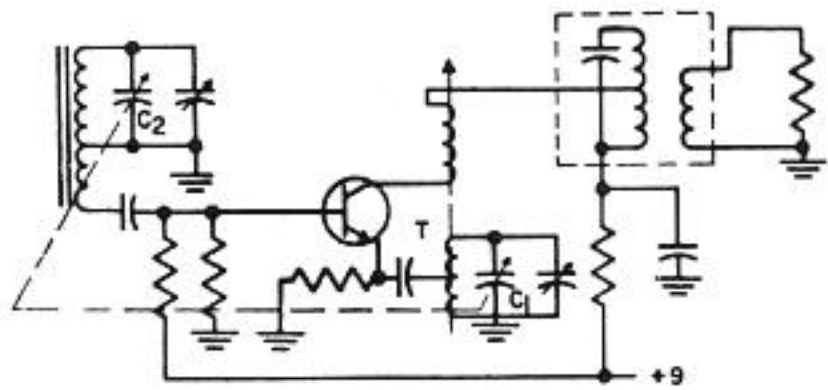


Fig. 20 - Etage convertisseur. Un seul transistor fonctionne en oscillateur et en mélangeur.

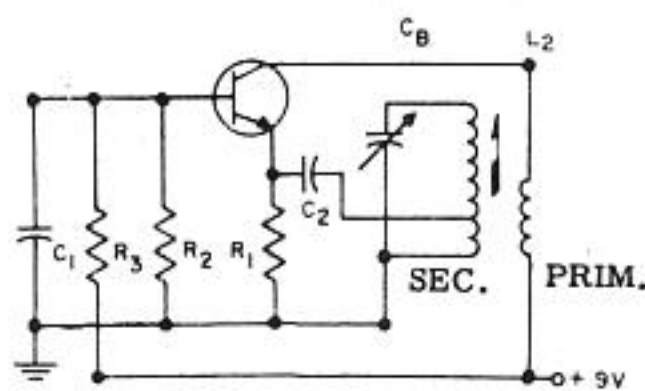


Fig. 21 A - Circuit séparé de l'oscillateur de la figure 20.

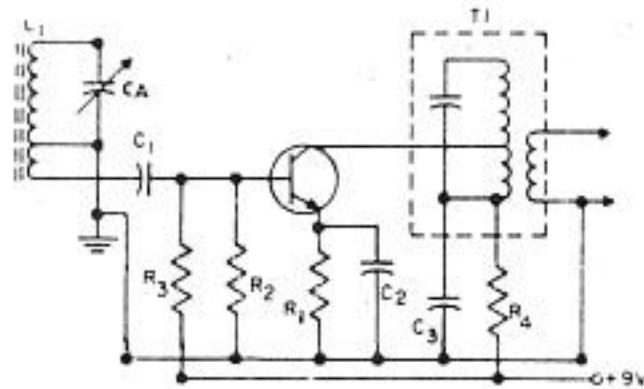


Fig. 21 B - Circuit séparé du mélangeur de la figure 20.

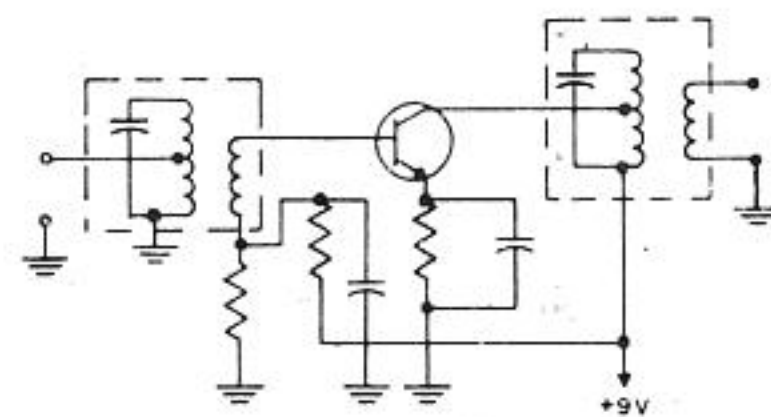


Fig. 22 - Schéma de principe d'un étage amplificateur moyenne fréquence. Seuls, les primaires des transformateurs sont accordés, car les secondaires doivent être à basse impédance pour s'adapter à l'impédance d'entrée des transistors.

teur local; il en résulte des battements donnant naissance à la moyenne fréquence.

L'impédance de charge T1 est accordée sur la différence entre la fréquence du signal reçu et celle de l'oscillateur, c'est-à-dire sur la moyenne fréquence qui est — nous le savons — de l'ordre de 450 kHz, tout comme dans un montage convertisseur à tube. R4 et C3 forment le filtre de découplage du collecteur, tandis que C2 a pour fonction de mettre l'émetteur à la masse et que le signal d'entrée est appliqué à la base, la partie mélangeuse fonctionne donc avec émetteur commun.

Il existe de nombreux montages convertisseurs de fréquence, soit à un seul étage (figure 20), produisant aussi bien les oscillations locales que le mélange des deux signaux, soit à deux transistors, ayant des fonctions séparées, l'un étant l'oscillateur local, l'autre le premier détecteur ou mélangeur. Dans ce dernier cas, les deux étages sont couplés capacitivement ou inductivement l'un à l'autre. Nous verrons par la suite, au cours d'une description pratique, comment un étage convertisseur à transistors peut donner un rendement aussi satisfaisant qu'un convertisseur à tubes.

AMPLIFICATEUR MOYENNE FREQUENCE

La figure 22 donne le schéma de principe d'un étage amplificateur moyenne fréquence dans lequel le courant du collecteur est déterminé par un diviseur de tension inséré dans le circuit de la base et par une résistance de forte valeur dans le circuit de l'émetteur. Le couplage avec l'étage précédent (convertisseur) et l'étage suivant (2ème étage MF ou détecteur) se fait au moyen de transformateurs à primaire accordé. Le collecteur est relié à une prise intermédiaire de l'enroulement primaire du transformateur de sortie, ceci aussi bien pour adapter les impédances, que pour faire en sorte que le fonctionnement de l'étage soit relativement peu affecté par le remplacement éventuel du transistor.

Avec un transistor du type n-p-n, il est inutile de prévoir un neutrodynage pour stabiliser l'amplificateur; par contre, ce neutrodynage est nécessaire si l'on utili-

se un transistor du type p-n-p. La valeur du condensateur de neutrodynage dépend de la capacité interne du transistor employé.

Le gain d'un amplificateur moyenne fréquence de ce genre diminue lorsque diminue l'intensité du courant de l'émetteur; cette propriété peut être mise à profit pour commander l'amplification des différents étages de telle sorte que les émetteurs faibles ou lointains soient reçus aussi fortement que les émetteurs puissants ou rapprochés. C'est ainsi que les récepteurs à transistors peuvent être munis du dispositif de commande automatique de volume (C.A.V.), tout comme les récepteurs à tubes.

COMMANDE AUTOMATIQUE DE VOLUME

Nous avons vu dans une leçon précédente, que la C.A.V. avait pour fonction de faire varier automatiquement l'amplification d'un récepteur en fonction de l'intensité du signal reçu. Cette définition montre qu'il serait préférable de désigner ce dispositif, comme on le fait de plus en plus souvent, sous le nom de « commande automatique de gain » (C.A.G.). Avec les transistors cette commande est réalisée de la manière habituelle, c'est-à-dire en prélevant une partie du signal détecté ou, encore, en détectant séparément le signal MF par une diode distincte de la diode détectrice.

Tout comme dans un récepteur à tubes, la tension de C.A.V., après avoir été détectée, est filtrée par un circuit RC qui élimine toute trace de modulation BF et donne une tension continue dont l'amplitude moyenne est fonction de l'intensité du signal reçu. Cette tension sert à faire varier la polarisation de la base des transistors amplificateurs moyenne fréquence et, par voie de conséquence, leur coefficient d'amplification.

Au cours des leçons qui vont suivre, le lecteur pourra étudier et mieux comprendre la réalisation pratique de circuits complets de récepteurs superhétérodynes à transistors. Il pourra ainsi se rendre compte comment, dans ces récepteurs, ont été conçus et réalisés pratiquement les circuits de conversion, d'amplification MF, de détection, de commande automatique de volume, etc...

Leçon n° 86

L'ENREGISTREMENT DES SONS

Avec l'évolution de la technique radio, et la diffusion des programmes musicaux, est apparue toujours plus grande la nécessité de créer des moyens propres à fixer — pour ainsi dire — les sons sur une matière qui en permette, ensuite, la reproduction un nombre indéfini de fois. Cette nécessité, qui a donné naissance à une branche bien connue de l'électronique, a conduit, tout d'abord, vers la recherche d'une méthode pour enregistrer la seule voix humaine, dans le but de conserver dans le temps, aussi bien la voix d'une cantatrice connue, que celle d'une personnalité importante. Par la suite, on s'est attaché à enregistrer, d'une manière de plus en plus fidèle, les oeuvres musicales pour en permettre l'écoute et la diffusion en n'importe quel lieu.

L'évolution s'est faite progressivement, depuis les enregistrements rudimentaires du début du siècle, jusqu'aux enregistrements « haute fidélité » de nos jours.

La possibilité d'enregistrer les sons, a permis également de surmonter de nombreuses difficultés dans le domaine de la radiodiffusion. Avec la « haute fidélité », l'enregistrement des sons a atteint une perfection telle qu'il est possible d'enregistrer, par avance, des programmes entiers, qu'ils soient parlés ou musicaux. Ceci permet, en particulier, de transmettre une représentation théâtrale, tandis que les acteurs jouent, au même moment, une autre pièce dans un théâtre souvent éloigné de plusieurs centaines de kilomètres. En d'autres termes, il a été possible de prévoir des programmes radiodiffusés longtemps à l'avance, sans avoir à tenir compte des disponibilités des divers acteurs.

Ceci n'est certainement pas le seul avantage offert par la possibilité d'enregistrer fidèlement les sons. Chacun sait combien la culture musicale est devenue partie intégrante de la culture générale d'un individu. Rien n'a plus favorisé un tel progrès que la possibilité de posséder des disques sur lesquels sont enregistrés nos airs favoris. Le commerce, les échanges de ces disques ont permis une telle diffusion de la musique, qu'il en est résulté la naissance d'une véritable industrie, de dimensions et d'importance véritablement colossales.

Nous verrons encore comment les enregistrements ont été avantageusement exploités dans les différentes branches de l'industrie. En effet, il existe une technique de l'enregistrement des « impulsions » qui a trouvé un vaste champ d'applications dans les « cerveaux électroniques », les calculatrices, les téléscribes, etc...

Incidemment, nous ajouterons que — en tout dernier lieu — les développements et les énormes progrès de

cette technique ont permis d'enregistrer les images, fixes ou animées — préalablement traduites en signaux électriques, suivant la technique de la télévision — sur des bandes magnétiques, suivant un procédé analogue à celui utilisé dans les magnétophones. Cette innovation retentissante a eu une énorme influence sur le développement des émissions télévisées.

Pour que le lecteur puisse suivre l'évolution de cette technique de l'enregistrement sonore, nous étudierons différents procédés et leurs applications particulières, tant du point de vue théorique que pratique.

LES DIFFERENTS SYSTEMES

A la suite des études et des expériences faites dans ce domaine, il a été créé trois systèmes d'enregistrement des sons : **mécanique, optique et magnétique.**

Le système mécanique a connu une grande diffusion commerciale avec la production des disques, tout spécialement avec l'avènement des enregistrements sur microsillons de longue durée.

Le deuxième procédé, le système optique, principalement employé pour la sonorisation des films cinématographiques, n'est mentionné ici que pour donner une vue complète de la question, car il ne concerne, en fait, qu'un secteur très spécialisé de l'électronique.

L'enregistrement magnétique, préconisé par Poulsen dès 1877, est une découverte plus ancienne que celle du phonographe d'Edison; toutefois, ce n'est que dans ces dernières décades qu'il a été suffisamment perfectionné pour concurrencer sérieusement, et même dépasser, l'enregistrement phonographique. Aujourd'hui, en raison de ses performances exceptionnelles, qui ne peuvent être atteintes par les moyens mécaniques, ce procédé est également employé dans de nombreuses applications professionnelles (calculatrices électroniques, enregistrements vidéo...). En raison de son importance primordiale, l'enregistrement magnétique fera l'objet d'une leçon tout entière.

L'ENREGISTREMENT MECANIQUE

La technique de l'enregistrement par des moyens mécaniques, qui a donné naissance à d'autres procédés développés ultérieurement, a son histoire qu'il convient de rappeler.

Parmi les différents chercheurs qui s'occupèrent à l'origine de cette question, il faut citer, en premier lieu, Edison qui réalisa en Amérique le premier modèle de gramophone à cylindre; puis, ensuite, vinrent Cros, Berliner, Belle et Tainter.

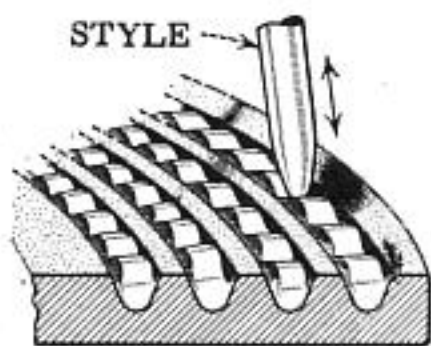


Fig. 1-A - Système d'enregistrement dans le sens vertical.

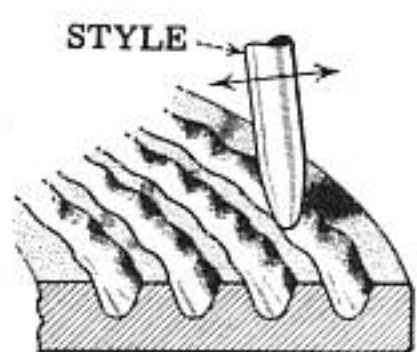


Fig. 1-B - Système d'enregistrement dans le sens horizontal (latéral).

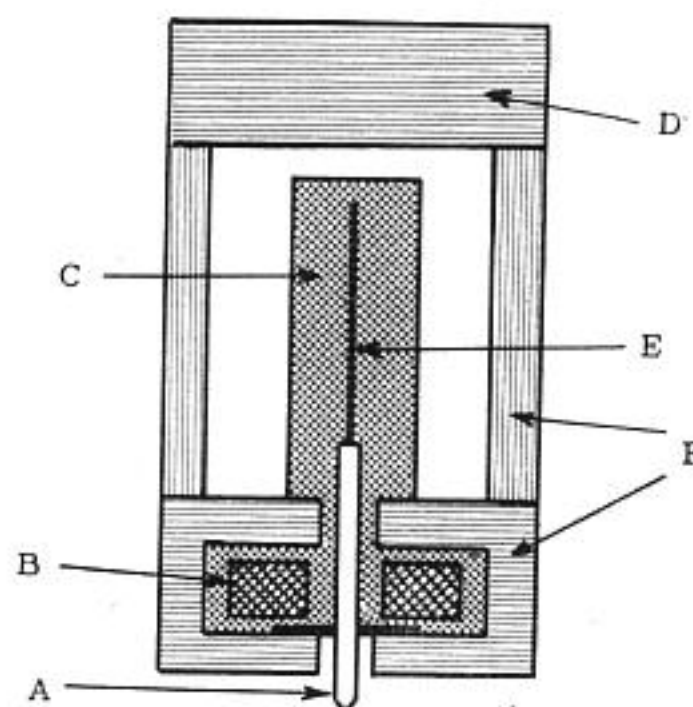


Fig. 2 - Tête d'enregistrement (ou de gravure): A = Stylet graveur ou burin; B = bobine; C = liquide visqueux; D = aimant; E = amortisseur; F = pièces polaires.

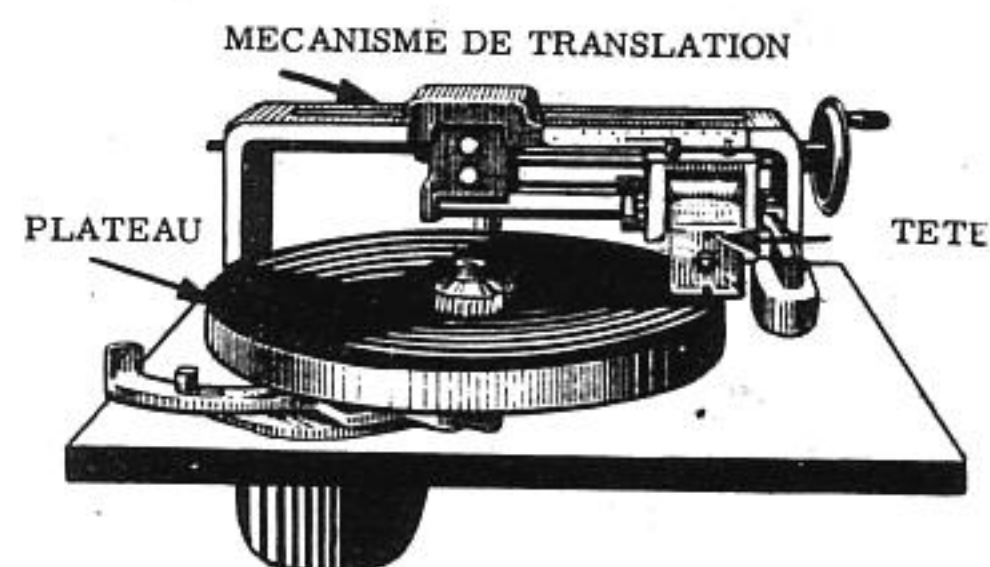


Fig. 3 - Platine d'enregistrement sur disques. On peut voir le moteur (en dessous), le plateau très lourd, la tête de gravure et le mécanisme de translation de celui-ci.

Le premier modèle était constitué par un cornet rigide transmettant les sons à une membrane élastique portant une pointe d'acier en son centre. Sous l'effet des ondes sonores, transmises à la membrane par le cornet, la pointe d'acier entraînait en vibrations lesquelles se gravaient sur une feuille d'étain enroulée sur un cylindre que l'on faisait tourner manuellement. Pendant l'enregistrement, qui débutait à une des extrémités du cylindre, la pointe se déplaçait régulièrement et lentement vers l'extrémité opposée, sous l'effet d'un dispositif de translation à vis sans fin. L'enregistrement terminé, il suffisait de replacer la pointe à son point de départ et de tourner la manivelle du cylindre; la pointe d'acier suivait les gravures de la feuille d'étain, ses vibrations étaient transmises à la membrane dont les oscillations mettaient en mouvement l'air contenu dans le cornet. A l'extrémité de celui-ci, on pouvait percevoir des ondes sonores.

Plus tard, la feuille d'étain fut remplacée par un cylindre de cire, ce qui eut pour résultat d'améliorer la qualité de la reproduction en diminuant considérablement les bruits produits par le frottement de la pointe métallique, mais au détriment de la durée d'utilisation. Ce ne fut que plus tard que le cylindre céda la place au disque.

L'enregistrement mécanique sur disque peut se faire de deux façons différentes: soit dans le sens vertical, c'est-à-dire en faisant varier la **profondeur** de la gravure par rapport au plan du disque, soit dans le sens latéral, en faisant varier la **largeur** du sillon dans le plan du disque. C'est ce dernier procédé qui est actuellement universellement adopté, comme nous le verrons plus loin. La **figure 1** représente, sous un fort agrandissement, les sillons obtenus au moyen des deux types de gravure mentionnés ci-dessus.

En principe, nous pouvons résumer le processus de fabrication d'un disque de la façon suivante: un microphone, placé à proximité de la source sonore à enregistrer est branché à l'entrée d'un amplificateur BF à la sortie duquel est reliée une **tête d'enregistrement**, du type représenté sur la **figure 2**. Le principe de fonctionnement de cette tête est en tout point semblable

à celui du haut-parleur magnétique, avec la seule différence que l'énergie mécanique développée provoque les vibrations de la pointe de gravure, au lieu de faire vibrer le cône.

Bien que moins fréquemment employées, on trouve également des têtes d'enregistrement piézoélectriques, dont le fonctionnement est basé sur les propriétés bien connues des cristaux.

Un système mécanique de translation provoque le déplacement de la tête d'enregistrement depuis le bord extérieur vers le centre du disque, le long d'un rayon, pendant sa rotation. A cet effet, la vis sans fin entraînant la tête est couplée mécaniquement au moteur assurant la rotation du disque (à vitesse rigoureusement constante). La **figure 3** montre une des premières machines d'enregistrement.

Les sons recueillis par le microphone et transformés en vibrations mécaniques du stylet sont gravés sur un disque constitué par un support rigide recouvert d'un vernis à base d'acétate de cellulose. Une fois l'enregistrement terminé, la «matrice» ainsi obtenue, qui est en matière isolante, est recouverte du côté de la gravure — au moyen d'un procédé chimique — d'une couche d'argent pur, suffisamment fine pour ne pas modifier, d'une manière sensible, les caractéristiques de la gravure. Cette matrice, une fois métallisée, est plongée dans un bain galvanoplastique formé par une solution de sulfate de cuivre où, sous l'effet électrolytique, la mince couche d'argent est renforcée par une couche de cuivre d'une épaisseur de quelques dixièmes de millimètre.

Le moule de cuivre, ainsi obtenu est détaché de la matrice plastique et le côté sur lequel apparaît, en relief, la gravure est chromé pour lui donner une plus grande dureté. C'est ce moule qui servira à «presser» à chaud les disques définitifs, ceux mis en vente. A cet effet, on utilise des presses spéciales dont la pression est calculée de manière à contraindre la pâte molle, constituant le disque, à pénétrer dans tous les sillons du moule.

Nous étudierons plus loin, les dispositifs de reproduction ou de «lecture» d'un disque, qui constituent,

Nearest approach — La plus petite distance d'approche.

Near field — Le champ de rayonnement acoustique à proximité d'une source acoustique le champ électromagnétique compris dans la distance d'une longueur d'onde d'un poste émetteur.

Neat region — La région qu'entoure immédiatement une antenne d'émission et qui s'étend jusqu'à une distance d'une longueur d'onde.

Near zone — Voir « Neat region ».

NEC — Abréviation de « National Electronics Conference ».

Neck — Col (d'un tube à rayons cathodiques).

Needle — Aiguille.

Needle alphabet — Alphabet télégraphique.

Needle chatter — Grincement continu dû aux vibrations de l'aiguille du pick-up.

Needle code — Code télégraphique.

Needle deviation — Déviation ou déplacement de l'aiguille.

Needle drag — Force due au frottement entre la surface d'un disque et l'aiguille du pick-up.

Needle effect — Effet des pointes.

Needle electrode — Electrode en aiguille.

Needle force — Force (verticale) qu'exerce l'aiguille d'un pick-up sur le disque en position d'arrêt.

Needle gap — Éclateur dont les électrodes sont des points métalliques.

Needle noise — Bruissement de l'aiguille.

Needle point — Pointe en aiguille (d'un éclateur).

Needle point gap — Voir « Needle gap ».

Needle pressure — Voir « Needle force ».

Needle scratch — Bruissement de l'aiguille.

Needle talk — Voir « Needle chatter ».

Needle test point — Pointe de touche.

Needle wear — Usure de l'aiguille.

NEG — Abréviation de « Negative » (négatif).

Negative — Négatif.

Negative bias — Polarisation négative (tension de polarisation telle qu'elle rend négative la grille de contrôle d'une lampe par rapport à la cathode).

Negative booster — Transformateur dévolteur.

Negative brush — Balai négatif (d'un moteur ou générateur).

Negative carbon — Charbon d'électrode négative.

Negative charge — Charge (électronique) négative.

Negative conductance — Conductance négative.

Negative conductor — Conducteur négatif, c'est-à-dire, relié à la borne négative d'une source d'alimentation.

Negative dispersion — Dispersion négative.

Negative electricity — Électricité négative (électricité d'un corps qui présente un excès d'électrons).

Negative electrode — Electrode négative.

Negative electron — Électron négatif ou négatron.

Negative element — Élément négatif (d'une batterie).

Negative feedback — Réaction négative ou contre réaction (réaction par laquelle une partie du signal de sortie d'un circuit ou d'un dispositif est renvoyée à l'entrée avec un déphasage de 180° : on obtient ainsi une réduction de l'amplification

mais en même temps une diminution de la distorsion).

Negative feedback amplifier — Amplificateur à réaction négative ou contre réaction.

Negative feedback amplification — Amplification à réaction négative ou contre réaction.

Negative feeder — Câble d'alimentation relié à la borne négative d'un générateur ou d'un moteur.

Negative glow — Leur négative ou cathodique (dans une lampe à gaz à cathode froide).

Negative grid-bias — Polarisation négative de grille.

Negative grid current — Courant inverse de grille.

Negative grid generator — Circuit oscillateur dont l'oscillation est produite par réaction, par le circuit anodique de la grille. Celle-ci résulte normalement négative par rapport à la cathode.

Negative grid oscillator — Oscillateur à grille négative.

Negative grid voltage — Tension négative de grille.

Negative impedance — Impédance négative (caractéristique de certains dispositifs ou de certains circuits électriques dont le courant augmente au lieu de diminuer, lorsqu'on y réduit la tension).

Negative ion — Ion négatif (un atome ayant un nombre d'électrons supérieur à normale).

Negative lead — Conducteur négatif.

Negative peak — Crête négative.

Negative peak clipping — Coupe des crêtes négatives.

Negative phase-sequence — Séquence de phase négative.

Negative phase-sequence relay — Relais qui fonctionne conformément au composant à séquence de phase négative du courant, de la tension ou de la puissance du circuit.

Negative plate — Plaque négative (d'une batterie).

Negative pole — Pôle négatif.

Negative post — Borne négative.

Negative proto — Proton négatif ou anti-proton.

Negative resistance — Résistance négative (Résistance qui varie avec le courant d'une façon telle que lorsque ce dernier augmente, la chute de tension aux bornes de la résistance diminue. Cette caractéristique est celle d'un arc électrique ou des circuits à lampe sous certaines conditions).

Negative-resistance magnetron — « Magnétron » qui se comporte comme une résistance négative.

Negative-resistance oscillator — Oscillateur à résistance négative (oscillateur que l'on obtient en montant un circuit résonant accordé en parallèle avec un dispositif à résistance négative à deux bornes).

Negative resistance repeater — Répéteur à résistance d'entrée négative.

Negative side of circuit — Côté négatif d'un circuit.

Negative sign — Signe négatif.

Negative temperature coefficient — Coefficient de température négatif.

Negative terminal — Borne négative.

Negative thermion — Thermo-électron (électron libéré par la chaleur).

Negative transconductance — Transconductance négative.

Negative-transconductance oscillator — Oscillateur à transconductance négative (oscillateur à lampe où la sortie de cette dernière est connectée à l'entrée sans aucun déphasage, la condition de phase étant donnée par la transconductance négative de la lampe, pour l'oscillation).

Negative wire — Conducteur négatif.

Negative zone — Zone (autour d'un navire) pour laquelle le radar peut être inefficace à cause de la forme du faisceau.

Negatron — Négatron, électron positif; tube à quatre électrodes avec les caractéristiques d'une résistance négative.

Negligible charge — Charge négligeable.

NELA — Abréviation de « National Electric Light Association ».

N electron — Électron N (un électron ayant une orbite dans la quatrième couche d'électrons qui tournent autour du noyau d'un atome).

NEMA — Abréviation de « National Electric Manufacturers Association ».

Nemo — Abréviation de « Not Emanating from Main Office » (programme de radio réalisé en dehors de studio de la station).

Neon — Néon (gaz inerte employé pour les décorations lumineuses et dans quelques tubes électroniques).

Neon bulb — Ampoule en verre contenant deux électrodes plongées dans le gaz néon à basse pression.

Neon glow lamp — Lampe au néon.

Neon indicator — Indicateur au néon (tube à gaz à cathode froide contenant du néon).

Neon lamp — Lampe au néon.

Neon lamp tuning indicator — Indicateur d'accord à lampe au néon.

Neon oscillator — Oscillateur au néon (circuit oscillateur à relaxation).

Neon sign — Enseigne au néon.

Neon stabilizer — Tube stabilisateur au néon.

Neon tubing — Tube au néon.

Neper — Néper (unité employée pour exprimer le rapport scalaire de deux courants ou deux tensions de façon logarithmique. Le nombre de Néper est le logarithme naturel de la racine carrée du rapport des deux valeurs en question. Un néper est égal à 8,686 décibels).

Nepit — Une unité de quantité d'information employée alors que le logarithme est à base naturelle. Nit est le synonyme, et, dans le système naturel, aussi bien « nepit » que « bit », équivalent au « bit » du système binaire.

Neptunium — Élément 93. Élément radioactif produit artificiellement par la réaction nucléaire entre l'uranium et les neutrons.

Nernst effect — Effet de Nernst (lorsqu'une bande métallique est située par rapport à sa surface plane perpendiculairement à un champ magnétique et que de la chaleur circule à travers la bande, une différence de potentiel se développe à ses bornes).

Nernst lamp — Lampe de Nernst (lampe électrique qui se compose d'une fine barre d'oxyde de zirconium dans l'air libre, chauffée à l'incandescence au moyen d'un

courant jusqu'à l'obtention d'une couleur blanche brillante).

Nesa glass — Verre ayant une couche conductive transparente, à travers laquelle il est possible d'envoyer un courant pour réchauffer la surface.

NESC — Abréviation de « National Electrical Safety Code ».

Nesistor — Dispositif sémi-conducteur à résistance négative.

Net — Réseau, une chaîne de stations en mesure d'entrer directement en communication entre elles.

Net call sign — Signal d'appel de toutes les stations d'un réseau.

Net control station — Station de contrôle d'un certain nombre de stations qui sont en mesure de communiquer entre elles.

Net gain — Gain total (d'un circuit téléphonique à plusieurs stations de répéteurs).

Net loss — perte totale (d'un circuit téléphonique à plusieurs stations de répéteurs).

Net operation — Fonctionnement du réseau.

Net reactance — Réactance de réseau (la différence qui existe entre les ohms de réactance inductive et les ohms de réactance capacitive).

Network — Chaîne de stations de radio qui se trouvent en connexion entre elles au moyen d'un pont radio, d'un câble coaxial, etc. de sorte que chacune d'elle puisse transmettre le même programme. Une combinaison de deux ou plusieurs circuits intermédiaires.

Network affiliate station — Station associée à la chaîne.

Network analysis — Analyse de réseau (dérivations des propriétés électriques d'un réseau).

Network analyser — Calculateur analogique où on emploie des réseaux de manière à simuler des systèmes physiques et d'obtenir la solution des divers problèmes avant d'entreprendre la construction proprement dite des installations elles-mêmes.

Network constant — Constante de réseau (une des valeurs de résistance, d'inductance ou de capacité qui prennent part dans un réseau).

Network current — Courant du réseau.

Network filter — Filtre de réseau (transducteur pour séparer les ondes selon leur d'un fréquence).

Network iterative impedance — Impédance itérative de réseau.

Network parameter — Paramètre de réseau.

Network synthesis — Synthèse de réseau (dérivation des valeurs des éléments d'un réseau).

Network voltage — Tension du réseau.

Neuroelectricity — Neuroélectricité (électricité produite par le système nerveux).

Neut — Abréviation de « Neutralize » (Neutralise).

Neutral — Neutre (ayant le même nombre de protons et d'électrons).

Neutral anode magnetron — Magnétron à anode neutre.

Neutral armature — Armature non polarisée.

Neutral atom — Atome neutre.

Neutral direct-current telegraph system — Système télégraphique qui emploie des impulsions d'une seule polarité et des intervalles d'espacement à courant nul.

Neutral electrode — Electrode neutre.

Neutral ground — Masse neutre.

Neutralization — Neutralisation; une méthode, n'importe laquelle, pour modifier l'effet de réaction non désirée dans un amplificateur; annulation de la tension de la capacité existant entre les électrodes d'un tube amplificateur, en fournissant une tension égale de phase opposée.

Neutralizer — Neutralisateur.

Neutralize (to) — Neutraliser (arrêter la réaction positive ou régénération dans un étage amplificateur).

Neutralized — Neutralisé.

Neutralized amplifier — Amplificateur neutralisé.

Neutralized radio-frequency stage — Etage H.F. neutralisé (afin que le tube n'oscille pas).

Neutralizing — Neutralisation.

Neutralizing capacitor — Condensateur de neutralisation (condensateur normalement variable que l'on emploie pour renvoyer une part de la tension du signal du circuit anodique à celui de grille d'un même étage).

Neutralizing circuit — Circuit de neutralisation.

Neutralizing indicator — Indicateur de neutralisation (lampe au néon ou autre dispositif utilisé pour marquer le degré de neutralisation d'un amplificateur).

Neutralizing tool — Petit tournevis entièrement ou en partie non métallique, que l'on emploie pour régler un condensateur de neutralisation.

Neutralizing voltage — Tension de neutralisation.

Neutral line — Ligne neutre.

Neutral point — Point neutre.

Neutral pole — Pôle neutre (le point qui se trouve au milieu des deux pôles d'un aimant).

Neutral position — Position neutre (des balais d'un moteur ou générateur).

Neutral relay — Relais neutre ou non polarisé (un relais dont l'action est indépendante de la direction du courant qui le traverse).

Neutral terminal — Borne neutre.

Neutral wire — Fil ou conducteur neutre.

Neutral zone — Zone neutre (voir « Dead band »).

Neutrino — Neutrino (parcelle subatomique hypothétique dépourvue de charge ayant une masse approximativement nulle).

Neutrodyne — Neutrodyne: circuit amplificateur que l'on utilisait dans les radio-récepteurs, et qui était neutralisé par un condensateur relié entre le circuit anodique et celui de grille.

Neutrodyne receiver — Radiorécepteur à neutrodyne.

Neutron — Neutron (parcelle subatomique dépourvue de charge dont la masse est approximativement égale à celle d'un proton).

Neutron binding energy — L'énergie nécessaire pour pouvoir éloigner un seul neutron de son propre noyau.

Neutron bombardment — Bombardement (de noyaux atomiques) par l'intermédiaire des neutrons.

Neutron crystallography — L'étude des cristaux par l'intermédiaire de la diffraction des neutrons.

Neutron current density — Densité de courant des neutrons.

Neutron excess — Excès de neutrons (dans un noyau).

Neutron flux — Flux de neutrons.

Neutron inventory — Nombre total de neutrons (dans un réacteur nucléaire).

Neutron leakage — Dispersion de neutrons (dans un réacteur nucléaire).

Neutron lifetime — Vie moyenne d'un neutron.

Neutron number — Nombre de neutrons (dans le noyau d'un atome).

Neutron producer — Réacteur nucléaire pour la production de neutrons.

Neutron source — Source de neutrons.

Neutron spectrometer — Spectromètre pour déterminer les longueurs d'onde des neutrons.

Neutron therapy — Thérapie médicale par irradiation de neutrons.

New candle — Voir « Candle ».

Newcast — Journal par radio, chronique par radio.

nf — Abréviation de « nanofarad ».

NFM — Abréviation de « Narrow band frequency modulation ».

N-germanium — Germanium N.

N.H.P. — Abréviation de « Nominal horsepower ».

Nichols radiometer — Radiomètre de Nichols (instrument qui sert à mesurer l'intensité de la radiation infrarouge).

Nichrome — Alliage de nickel et chrome que l'on emploie pour la construction de résistances à fil.

Nickel-iron alkaline accumulator — Accumulateur alcalin au ferronickel.

Nickel layer — Couche de nickel (dans les redresseurs à sec).

Nickel silver — Alliage de cuivre, nickel et zinc pour fil des résistances.

Nickel steel — Alliage de fer et nickel que l'on emploie pour la construction d'électrodes qui ne cèdent pas à la chaleur et à l'oxydation.

Nicol prism — Prisme de Nicol (dispositif qui sert à obtenir une lumière polarisée).

Night effect — Effet nocturne ou erreur de polarisation.

Night error — Erreur nocturne (erreur d'indication fournie par un radiogoniomètre due aux erreurs de polarisation).

n-i-junction — Jonction entre un élément de type n et un élément intrinsèque.

N-indicator — Indicateur de type N (voir « N display »).

Nipper — Pincettes.

Nipple — Raccord.

Nit — Unité de luminosité égale à 1 bougie par mètre carré; unité d'information égale à 1,44 bit.

Nitrogen — Nitrogène (gaz inerte).

Nitrogen lamp — Tube au nitrogène.

NL — Abréviation de « No load » (sans charge).

nm — Abréviation de « Nautical mile » (mille nautique).

n-n jonction — Jonction n-n (région de transition entre deux régions qui possèdent des propriétés différentes dans un semiconducteur de type N).

NO — Abréviation de « Normally opened » (normalement ouvert).

Noble gas — Gaz noble (un gaz qui fait partie d'un groupe de gaz chimiquement inertes comme l'hélium, le néon, l'argon, le krypton et le xénon).

No connection — Aucune connection.

Nocturnal inversion — Changement de température par l'effet nocturne.

Nodal diagram — Diagramme concernant les noeuds des ondes qui se propagent dans un guide d'onde.

Nodal point — Voir « node ».

Nodal point keying — Manipulation d'un émetteur à arc en un point du circuit de l'antenne de potentiel zéro.

Node — Noeud (point, ligne ou surface quelconque d'un champ distribué, par exemple d'un guide d'onde et d'une ligne de transmission, où une certaine variable, tension, courant, etc., atteint une valeur nulle ou presque).

Nodes — Noeuds (points, lignes ou surfaces, d'un système d'ondes stationnaires d'amplitude zéro).

Noise — Bruit, ronflement, dérangement.

Noise analysis — Détermination des composantes de fréquence qui constituent un bruit particulier.

Noise behind the signal — Bruit de modulation.

Noise-cancelling microphone — Microphone que l'on emploie à peu de distance de la bouche afin de pouvoir éliminer les bruits importuns.

Noise-current generator — Générateur de courant dont la sortie est en fonction irrégulière du temps.

Noise diode — Diode de bruit (le tube électronique principal qui fonctionne dans la partie de saturation d'un circuit générateur de bruit).

Noise factor — Facteur de bruit.

Noise factor spot — Facteur de bruit pour un fréquence déterminée.

Noise field intensity — Intensité de champ du bruit.

Noise figure — Facteur de bruit.

Noise filter — Filtre contre ronflement; combinaison de composantes électroniques qui barre le passage aux signaux importuns dans un circuit électronique; combinaison d'une ou plusieurs bobines de choc et condensateurs, insérée entre le radiorécepteur et la ligne d'alimentation.

Noise free — Exempt de bruits, libéré de ronflements.

Noise grade — Numéro qui détermine le bruit relatif d'un milieu particulier par rapport à un autre.

Noise killer — Dispositif installé dans un circuit afin de réduire son interférence avec d'autres circuits; réseau électrique inséré dans un circuit télégraphique afin de réduire l'interférence avec d'autres circuits de communication.

Noise killer network — Voir « Noise killer ».

Noiseless — Sans bruit. Silencieux.

Noiseless recording — Enregistrement silencieux (avec un bruit de fond minim).

Noise level — Niveau de bruit (l'intensité de sons importuns dans un milieu donné, ou bien l'intensité de signaux importuns dans un circuit).

Noise limiter — Limiteur des bruits (circuit électronique qui empêche toutes les pointes de bruit qui sont plus fortes que le signal désiré).

Noise-measuring set — Appareil pour mesurer le niveau de bruit électrique dans un circuit, en décibel au dessus d'un certain niveau de bruit de repère.

Noise meter — Appareil de mesure du bruit ou psosomètre.

Noise of atmospheric origin — Bruit d'origine atmosphérique.

Noise output — Puissance de bruit de sortie.

Noise speak — Pointe du bruit.

Noise power — Puissance de bruit.

Noise quieting — Habilité d'un récepteur radio à réduire le bruit de fond en présence du signal désiré.

Noise ratio — Relation entre le ronflement et le signal.

Noise-reducing antenna system — Installation d'antenne projetée de façon que celle-ci seulement puisse capter les signaux. L'antenne est située à une hauteur telle qu'elle reste isolée de la zone d'interférence des bruits statiques produits par l'homme, et elle est reliée au récepteur au moyen d'un câble blindé ou ligne de transmission à fils sous tresse, incapable de capter des signaux.

Noise reduction — Réduction des ronflements.

Noise-rejection circuits — Circuits réjecteurs de bruits.

Noise sample — Echantillon de ronflement.

Noise silencer — Voir « Noise limiter ».

Noise source — Dispositif pour engendrer un signal de bruit pour le contrôle de récepteurs radio (nous donnons quelques-uns de ces dispositifs: a) une diode qui fonctionne à la saturation de la cathode; b) un multiplicateur électronique; c) une diode à cristal avec polarisation positive, etc.).

Noise spectrum — Spectre de bruit.

Noise suppression — Elimination des bruits.

Noise suppressor — Suppresseur de ronflements (circuit qui bloque automatiquement l'étage B.F. d'un récepteur radio quand on ne reçoit aucune porteuse).

Noise suppressor circuit — Voir « Noise Suppressor ».

Noise temperature — Température de bruit (la température à laquelle le bruit thermique d'un dispositif est égal au bruit de fluctuation total que l'on dispose réellement).

Noise transmission impairment — Réduction de la qualité de transmission due aux bruits de circuit.

Noise voltage — Tension de ronflement.

Noise voltage generator — Générateur de tension dont la sortie est irrégulière en fonction du temps.

No-load characteristic — Caractéristique à vide.

No-load current — Courant à vide.

No-load loss — Perte à vide.

No-load speed — Vitesse à vide.

No-load voltage — Tension à vide.

Nomenclature — Nomenclature.

Nominal band — Bande nominale (bande de fréquences égale en amplitude à celle qui existe entre la fréquence zéro et la fréquence modulante maximum).

Nominal bandwidth — Largeur de bande nominale (d'un canal).

Nominal bearing accuracy — La précision de détection d'une cible d'un radiogoniomètre.

Nominal control ampère-turns — Tolérance des ampère-tours.

Nominal feedback ratio — Relation nominale de réaction (entre un nombre de spi-

res du bobinage de réaction et du bobinage de sortie d'un amplificateur magnétique).

Nominal frequency — Fréquence nominale (d'un cristal).

Nominal horsepower — Puissance nominale en cheval-vapeur (d'un moteur, etc.).

Nominal impedance — Impédance nominale.

Nominal maximum circuit — Circuit hypothétique de repère.

Nominal rating — Valeur nominale.

Nominal voltage — Tension nominale.

Nomogram — Nomogramme.

Nomograph — Abaque, nomogramme.

Non-arcing lighting arrester — Parafoudre avec les électrodes en métal entre lesquelles un arc s'écoule rapidement.

Non-arcing metal — Métal, comme le zinc et le cadmium, par exemple entre les électrodes duquel un arc se consume rapidement.

Non-battery loop — Circuit dont la batterie n'est pas reliée à la masse.

Nonbridging — Commutation où un contact mobile laisse celui qui est fixe avant d'entrer en contact avec le suivant.

Noncoherent MTI — Indicateur de cibles mobiles qui fait appel aux signaux réfléchis par le terrain employé comme repère pour biffer les cibles fixes.

Noncoherent radiation — Rayonnement où n'existent pas des relations de phase déterminées entre les points différents d'une coupe transverse du faisceau de ce rayonnement.

Nonconducting — Isolant.

Noncontacting piston — Piston à piège (d'un guide d'onde).

Noncooperative system — Système d'appareillage, au moyen duquel on ne contrôle pas de la terre la transmission des données d'un satellite pour les enregistrer.

Noncorrosive flux — Fondant dépourvu d'acide et d'autres substances qui pourraient occasionner la corrosion pendant la soudure.

Noncritical dimension — Dimension non critique (d'un guide d'onde, que l'on peut faire varier sans altérer la fréquence critique ou la longueur d'onde).

Nondegenerate gas — Gaz qui n'est pas dégénéré (gaz formé d'un système de parcelles dont la concentration est assez basse pour rendre valable la loi de Maxwell-Boltzmann).

Nondestructive redout — Lecture d'état magnétique d'un noyau sans pour cela modifier l'état lui-même.

Nondeviated absorption — Absorption qui a lieu sans une déviation considérable des ondes.

Nondirectional — Omnidirectionnel.

Nondirectional antenna — Antenne omnidirectionnelle.

Nondirectional microphone — Microphone omnidirectionnel.

Nondirectional radio beacon — Radiophare omnidirectionnel.

Nondirective antenna — Antenne omnidirectionnelle.

Nondirective load — Charge dont le courant est en phase avec la tension appliquée à ses bornes.

Nondissipative stub — Tronc de ligne coaxiale.

Nondistorting — Sans distorsion.

Nonerasable storage — Moyen de conservation des données qui ne peut pas

être effacé ou employé une seconde fois; les rubans et les cartes perforées par exemple).

Nonferrous — Qui ne contient pas de fer.

Nonhoming — Qui revient pas à la position initiale.

Nonhoming tuning system — Système de syntonisation automatique commandé par un moteur. Ce dernier commence à fonctionner en direction contraire de la rotation précédente. Si ceci n'est pas correct pour la nouvelle station, le moteur inverse la marche et procède vers la station voulue après avoir atteint l'extrémité de l'échelle.

Nonhygroscopic — Qui n'est pas hygroscopique, qui n'absorbe pas d'humidité.

Noninduced current — Courant qui n'est pas dû à une tension induite.

Noninduced voltage — Tension qui ne provoque pas une f.e.m. induite considérable.

Noninductive capacitor — Condensateur qui n'est pas inductif, non-inductif.

Noninductive circuit — Circuit qui n'est pas inductif, non-inductif.

Noninductive coil — Bobine non-inductive.

Noninductive load — Charge non-inductive.

Noninductive resistor — Résistance non-inductive; pure.

Noninductive winding — Enroulement non-inductif.

Nonionizing radiation — Radiation qui ne produit aucune ionisation.

Nonlinear — Non linéaire ou directement proportionnel.

Nonlinear amplifier — Amplificateur non linéaire.

Nonlinear circuit — Circuit non linéaire.

Nonlinear Coil — Bobine non linéaire (qui à un noyau facilement saturable).

Nonlinear detection — Détection non linéaire (qui se base sur la pente de la courbe caractéristique du tube).

Nonlinear distortion — Distorsion non linéaire.

Nonlinear element — Élément non linéaire (dans lequel un accroissement de tension ne provoque pas un accroissement proportionnel du courant).

Nonlinearity — Non linéarité.

Nonlinear network — Réseau électrique non linéaire.

Nonlinear taper — Distribution non linéaire de la résistance à travers un potentiomètre.

Nonlinear time base — Base de temps non linéaire.

Nonloaded Q — Q à vide (le Q d'une impédance électrique sans aucun couplage extérieur).

Nonmagnetic — Qui ne peut pas être aimanté; non magnétisable.

Nonmagnetic shim — Planche en matériau non magnétisable appliquée contre l'armature ou le noyau d'un relais pour empêcher le contact de ces deux éléments quand on excite le relais.

Nonmagnetic steel — Métal qui n'est pas aimantable (contient 12% de manganèse et une quantité réduite de nickel).

Nonmetallic sheathed cable — Câble en tube isolant non métallique.

Nonmicrophonic — Non microphonique.

Nonphantom circuit — Circuit non virtuel.

Nonplanar network — Réseau électrique

qui ne peut être tracé sur un plan qu'en croisant les diverses branches.

Nonpolar relay — Relais non polarisé ou neutre (son mouvement ne dépend pas de la direction du courant).

Nonpolarized — Non polarisé.

Nonpolarized electrolytic capacitor — Condensateur électrolytique non polarisé.

Nonpolarized relay — Relais non polarisé ou neutre (son mouvement ne dépend pas de la direction du courant).

Nonquadded cable — Câble à paires.

Nonquantized system — Système non quantisé ou classique (un système de parcelles dont on suppose que les énergies sont capables de varier de façon continue).

Nonreflecting termination — Terminaison adaptée.

Nonresonant line — Ligne non résonnante ligne de transmission dont la fréquence de résonance naturelle est différente de la fréquence que l'on émet).

Nonresonating antenna — Antenne non résonnante.

Nonshorting contact switch — Sélecteur dont la largeur du contact mobile est inférieure à la distance qui existe entre les contacts fixes; de cette façon l'ancien circuit s'ouvre avant que le nouveau soit complété.

Nonshorting switch — Voir « Nonshorting contact switch ».

Nonsinusoidal wave — Onde non sinusoïdale.

Nonsinusoidal waveform — Forme d'onde non sinusoïdale.

Nonspecular reflection — Réflexion non spéculaire (réflexion par une surface irrégulière, qui provoque la diffraction et la dispersion des ondes incidentes).

Nonsynchronous — Asynchrone (sans aucune relation de phase, fréquence ou vitesse avec les autres quantités d'un dispositif ou circuit).

Nonsynchronous vibrator — Vibreur asynchrone.

Nonuniform field — Champ non uniforme.

Nonvolatile memory — Mémoire (d'un calculateur) qui retient les informations pendant l'absence d'énergie (par exemple un ruban magnétique).

Normal — Normal, perpendiculaire.

Normal band — Bande normale, (la plus basse bande d'énergie d'une substance donnée).

Normal contact — Contact qui ferme un circuit quand il se trouve dans sa position normale.

Normal distribution — Distribution normale ou gaussienne (des variables).

Normal electrode — Electrode normale.

Normal energy level — Niveau énergétique normal.

Normal glow discharge — Cycle luminescent normal.

Normal hysteresis loop — Cycle d'hystérésis normal.

Normal impedance — Impédance normale (dans un transducteur, l'impédance mesurée en conditions normales de charge).

Normal induction — Induction normale (l'induction positive ou négative) d'un matériel magnétique qui se trouve sous l'influence d'une force magnétique qui varie entre deux limites spécifiques.

Normalization — Normalisation.

Normalize (to) — Normaliser.

Normalized admittance — Admittance normalisée.

Normalized impedance — Impédance normalisée.

Normal load — Charge normale.

Normally closed — Normalement fermé (interrupteur magnétique fermé quand il n'est pas excité).

Normally open — Normalement ouvert (interrupteur magnétique ouvert quand il n'est pas excité).

Normal magnetization curve — Courbe de magnétisation normale.

Normal mode — Mode normal.

Normal permeability — Perméabilité normale (d'un matériel magnétique).

Normal position — Position normale, de repos (des contacts d'un relais non excité).

Normal propagation — Propagation normale (des ondes de radio dans l'espace).

Normal rated output — Puissance normale d'exercice).

Normal sensitivity — Sensibilité normale.

Normal state — Etat normal (le plus bas état énergétique d'un noyau, atome ou molécule).

Normal threshold of audibility — Seuil d'audibilité normal.

North magnetic pole — Pôle magnétique nord (situé à 71° latitude Nord et à 96° longitude Ouest).

No signal — Absence de signal.

No signal plate current — Courant anodique pendant l'absence de signal.

Notation — Notation (représentation d'une quantité dans un calculateur).

Notch — Canalisation ou encoche (dépression rectangulaire qui s'étend en dessous de la ligne de balayage de l'indicateur de radar dans quelques types d'appareillage).

Notch antenna — Antenne pour microondes où les dimensions et la forme d'une canalisation ou encoche pratiquée sur la surface radiante, déterminent le diagramme de rayonnement.

Notch-diplexer — « Diplexer » avec filtre spécial (voir « Notch filter »).

Notch filter — Filtre d'absorption (filtre rejeteur de bande qui produit une canalisation brusque dans la courbe de réponse à la fréquence d'un système).

Notching filter — Voir « Notch filter ».

Note — Note (musicale).

Not-gate — Circuit électronique dont la sortie est activée seulement quand l'entrée ne l'est pas.

Noval base — Support à neuf broches.

No-voltage release — Débranchement à voltage zéro (d'un interrupteur électromagnétique).

Nozzle — Bec (antenne élémentaire composée par un guide d'onde).

N-P-I-N transistor — Transistor N-P-I-N (à jonction intrinsèque).

N-P-I-P transistor — Transistor N-P-I-P (à jonction intrinsèque).

N-P-N-P transistor — Transistor N-P-N-P transistor N-P-N-P ayant une couche de transition entre la région P et N, à laquelle on ne connecte aucune valeur ohmique).

N-P-N Transistor — Transistor N-P-N (transistor à jonction d'une base de type P entre un collecteur et émetteur de type N).

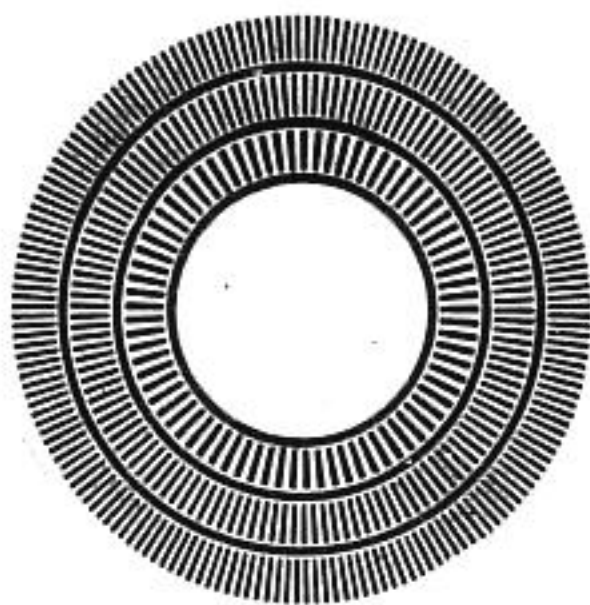


Fig. 4 - Disque stroboscopique pour le contrôle des trois vitesses de rotation: 33 tours (extérieur), 45 tours (médian) et 78 tours (intérieur).

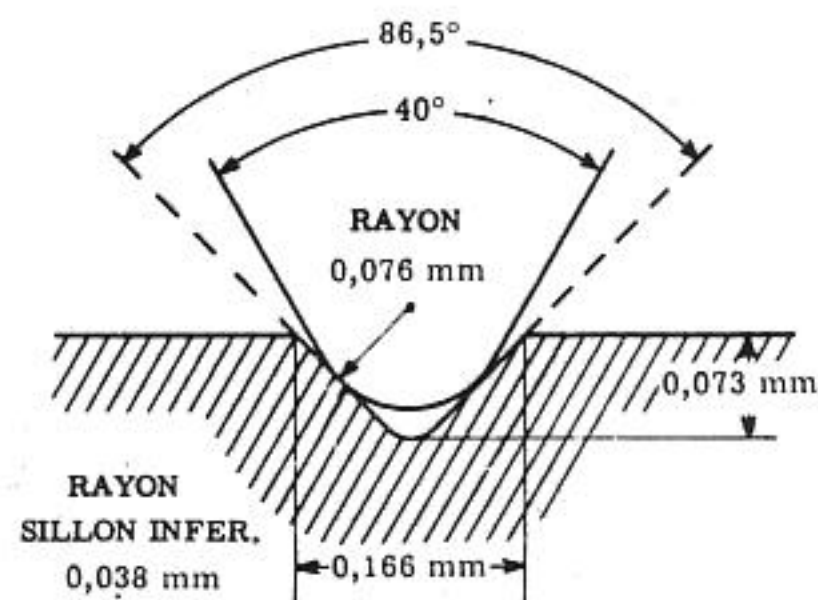


Fig. 5 - Dimensions des sillons des disques normaux ($86,5^\circ$) et microsillon (40°). On remarquera la différence de profondeur.

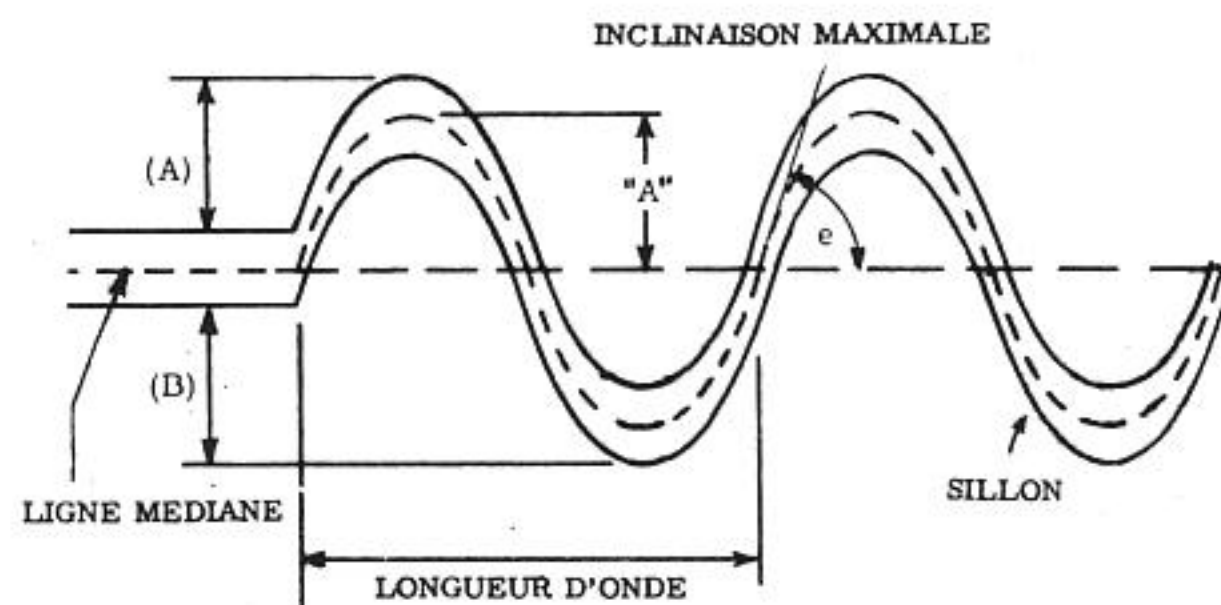


Fig. 6 - Caractéristiques d'un sillon non modulé (rectiligne) au début, puis modulé latéralement. (A) et (B) représentant l'amplitude de la modulation, « A » l'amplitude de pointe par rapport à la ligne médiane et « e » l'angle d'inclinaison maximal du sillon.

en quelque sorte, l'inverse des opérations de gravure, au moyen desquels on peut obtenir la restitution des sons originaux gravés sur le support.

CARACTERISTIQUES DES ENREGISTREMENTS SUR DISQUES

Nous n'examinerons ici que les procédés modernes d'enregistrement sur disques caractérisés par un sillon en spirale à pas constant (gravé de manière que le plan des vibrations de la pointe soit horizontal). En effet, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, la gravure en profondeur (dans le plan vertical) a été presque complètement abandonnée depuis longtemps, en raison des importantes distorsions auxquelles elle donnait lieu.

Au début, étant donné les possibilités limitées du matériel d'enregistrement, des installations de pressage, des amplificateurs BF et des appareils de reproduction, les enregistrements sur disques se faisaient à la vitesse de 78 tours à la minute. Avec cette vitesse, l'enregistrement d'un morceau de musique de durée normale occupait une face entière du disque ce qui présentait un grave inconvénient particulièrement dans le cas d'œuvres d'une certaine durée, comme les opéras, les symphonies ou concertos, dont le temps normal d'exécution dépasse largement celui des morceaux de musique légère.

A cela, il faut encore ajouter que la structure moléculaire de la pâte employée en ce temps là pour le pressage à chaud des disques, était assez grossière et donnait lieu, pendant la reproduction, à un bruit de fond provoqué par les frottements de l'aiguille sur la surface du disque.

Pour pallier à tous ces inconvénients, on a créé de nouveaux matériaux dont la structure moléculaire est suffisamment fine pour réduire au maximum le bruit de fond et pour permettre la gravure d'un plus grand nombre de sillons sur une même surface.

C'est ainsi qu'est née la technique moderne d'enregistrements sur disques **microsillon** ainsi appelés parce que les sillons sont beaucoup plus étroits que ceux

des disques à 78 tours. En outre, la possibilité de graver des sillons plus étroits — donc de plus faibles vibrations du stylet graveur — a permis l'enregistrement à des vitesses de rotation beaucoup plus réduites, à 45, 33 et même 16 tours à la minute.

L'avènement des disques microsillon, tant par leur durée d'enregistrement plus grande, que par leur moindre fragilité (ils sont flexibles et très résistants) et leur faible bruit de fond, a ouvert une ère nouvelle dans le domaine de la musique enregistrée.

La production des disques microsillon a pratiquement réduit à zéro celle des disques normaux, bien que le prix en soit encore plus élevé. Cela est dû également au fait que sur un disque 33 tours de 25 cm de diamètre on peut loger, sur une seule face, quatre enregistrements d'une durée égale à celle enregistrée sur une face d'un disque 78 tours de même diamètre.

La vitesse réelle des disques dont nous venons de parler a été fixée par des accords internationaux aux valeurs suivantes:

78 tours nominaux = $77,92 \pm 0,5\%$ effectifs

45 tours nominaux = $45,11 \pm 0,5\%$ effectifs

33 1/3 tours nominaux = $33 \frac{1}{3} \pm 0,5\%$ effectifs

L'exactitude de ces vitesses peut être contrôlée sur n'importe quel tourne-disques au moyen d'un disque stroboscopique (figure 4) éclairé par une lampe alimentée sur le secteur électrique à 50 Hz; le disque stroboscopique doit comporter 77 bandes noires pour les 78 tours, 133 pour les 45 tours et 180 pour les 33 tours.

Pour une meilleure compréhension du procédé, disons quelques mots sur le principe même du stroboscope. Lors de l'étude du courant alternatif, nous avons appris que — pour chaque cycle — la tension passait deux fois par sa valeur de pointe et deux fois par la valeur zéro. Une lampe à filament incandescent, alimentée en C.A., ne donnera donc pas une lumière parfaitement constante, mais une lumière dont l'intensité suivra les variations de la tension. L'œil humain ne peut percevoir de telles variations d'intensité de la lumière en raison, d'une part de leur fréquence (qui est évidemment le double de celle du courant) trop élevée

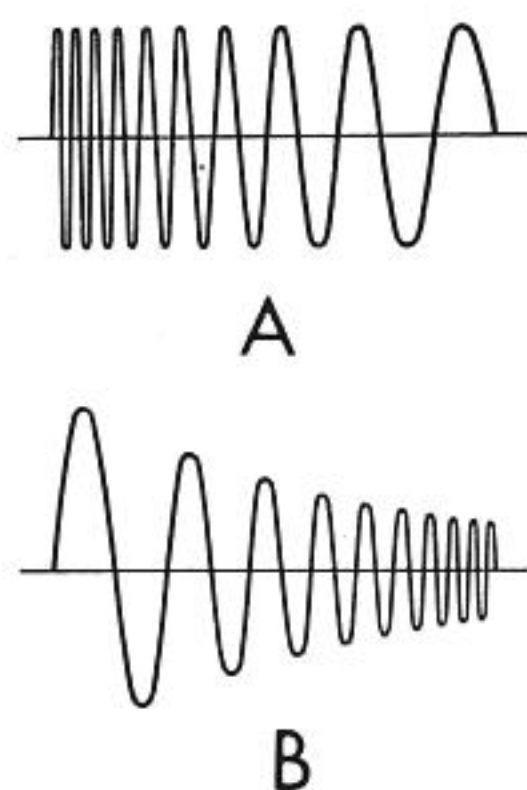


Fig. 7 - Représentation graphique de la gravure à amplitude constante (A) et à vitesse constante (B).

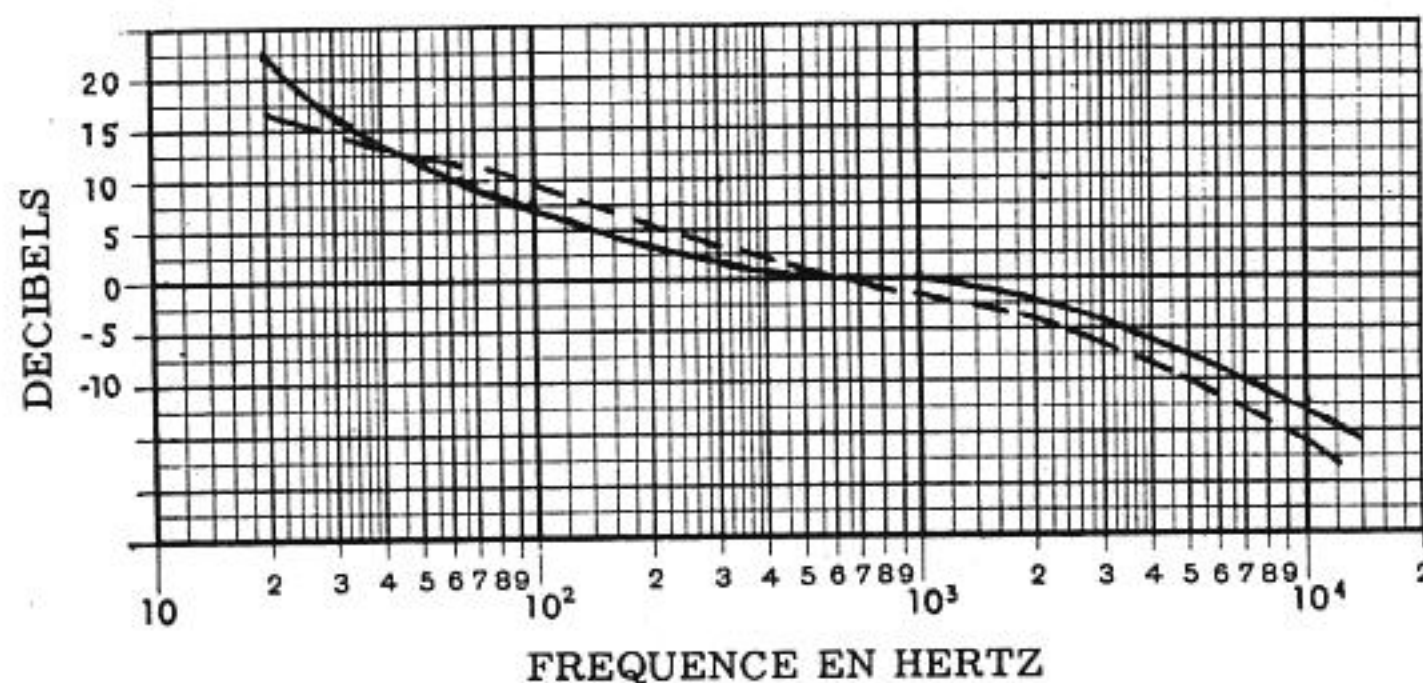


Fig. 8 - Courbe de réponse (RIAA) en traits discontinus, comparée à l'ancienne courbe (AES) en trait continu.

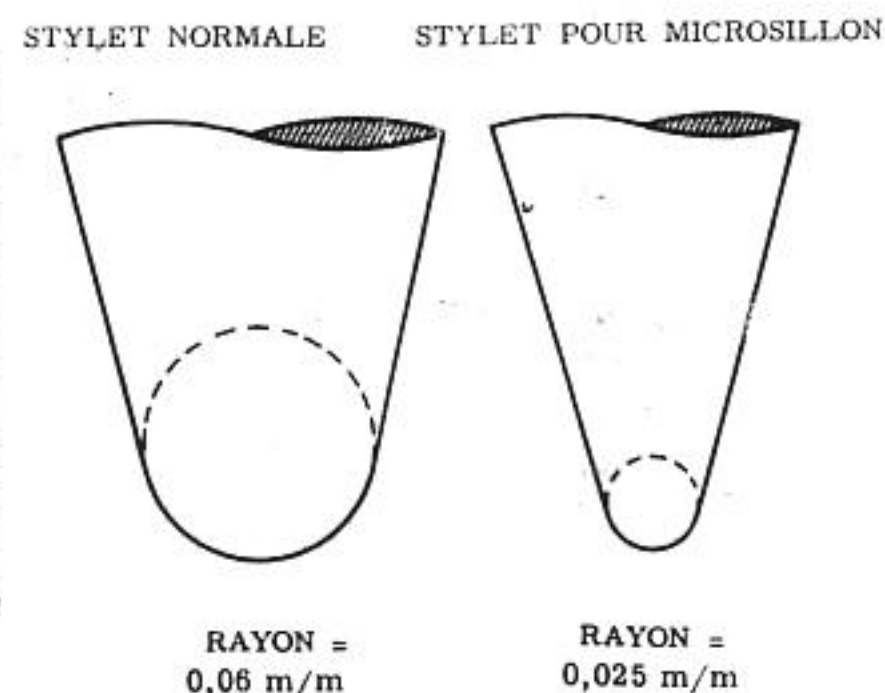


Fig. 9 - Caractéristiques des pointes et des stylets. On remarque en particulier les extrémités sphériques dont le rayon de courbure varie selon le type d'incision.

pour l'inertie de la rétine et d'autre part, pour l'inertie du filament lui-même, qui empêche son refroidissement, donc son extinction totale pendant la fraction de seconde durant laquelle la tension devient nulle.

Si un disque stroboscopique (c'est-à-dire un disque portant des bandes radiales noires et blanches) tourne à une vitesse constante et est éclairé par une lampe à incandescence alimentée en courant alternatif, les bandes blanches et noires ne semblent se déplacer que s'il n'y a pas un rapport exact entre la vitesse de rotation, le nombre des bandes et la fréquence de la tension. Par contre, si chacune de ces valeurs est un multiple ou un sous-multiple exact des deux autres, les bandes apparaissent immobiles.

Le nombre des bandes noires et blanches des disques stroboscopiques utilisés pour contrôler la vitesse des tourne-disques a été calculé de telle sorte que si la vitesse est exactement celle prévue et si la fréquence du courant d'alimentation de la lampe est de 50 Hz, le disque apparaît immobile lorsqu'il est placé sur le plateau tournant. Par contre, il semble tourner lentement dans le sens des aiguilles d'une montre si la vitesse de rotation est plus grande que celle prévue et inversement dans le sens contraire, si la vitesse est plus faible. On considère que le plateau du tourne-disques tourne avec la vitesse indiquée si dans une minute, le déplacement dans un sens ou dans l'autre, de l'image stroboscopique n'excède pas 35 bandes.

La coupe et les dimensions d'un sillon normal et d'un microsillon sont indiquées sur la figure 5. Etant donné que le nombre moyen de sillons par centimètre varie entre 35 et 60 pour un disque 78 tours, et entre 80 et 120 pour les disques microsillon 45 et 33 tours, la durée approximative des divers types de disques est la suivante:

- 78 tours 25 cm, durée 3 à 4,5 minutes
- 78 tours 30 cm, durée 4,5 à 6 minutes
- 45 tours 17 cm, durée 5 à 7 minutes
- 33 tours 25 cm, durée 15 à 20 minutes
- 33 tours 30 cm, durée 20 à 30 minutes

MODULATION LATÉRALE DU SILLON

Dans les disques modernes, nous l'avons dit plus haut, les vibrations mécaniques du stylet se font dans un plan horizontal; en conséquence, le sillon en spirale (à pas constant) qui va du bord extérieur vers le centre, est gravé **latéralement** ou, pour mieux dire, forme des sinuosités.

Il nous faut étudier en détail ce type de modulation, car, outre qu'elle constitue évidemment le cœur de l'enregistrement sur disques, elle détermine également le mode de fonctionnement de la tête de lecture et impose l'utilisation de circuits égalisateurs appropriés.

La figure 6 montre la signification des termes qui reviendront constamment dans le texte, par exemple: sillon non modulé, sillon en spirale à pas constant, etc...

Par le terme «longueur d'onde» on entend la longueur du sillon nécessaire pour graver une sinusoïde complète du son. Elle est donnée par la formule:

$$l = v : f$$

dans laquelle v est la vitesse de déplacement du stylet et f la fréquence du son enregistré. Il est évident que la longueur d'onde, l varie avec la vitesse v et la fréquence f . La vitesse de déplacement, v , est fonction de la position du sillon (périphérique, médiane ou centrale) car, cela est évident, pour une vitesse de rotation constante du disque la longueur de la circonférence d'un sillon varie selon la distance du centre, ce qui équivaut à modifier la vitesse relative de la pointe par rapport au disque. La figure 6 explique clairement les notions de pente maximale et d'amplitude maximale du sillon.

Ainsi que nous l'avons dit au début, les sillons gravés à la surface du disque sont «lus» successivement par un stylet, ou aiguille, solidaire du dispositif de lecture, ou tête de lecture, appelée communément «pick-up». L'amplitude du sillon détermine la vitesse transversale du stylet et celle-ci est d'importance capitale pour le fonctionnement de nombreux types de têtes de lecture, lesquelles sont sensibles — c'est-à-dire donnent une tension de sortie proportionnelle — à la vitesse de déplacement du stylet.

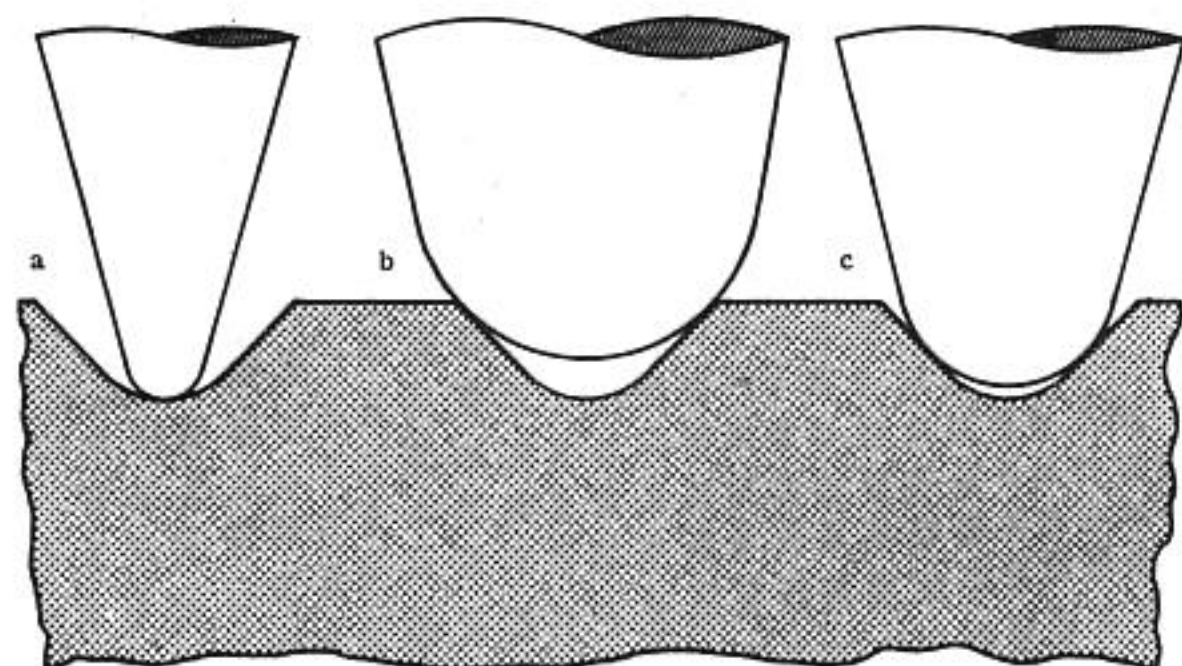


Fig. 10 - Comportement de la pointe par rapport au sillon. A) pointe trop fine; B) pointe trop grosse; C) pointe adéquate.

La vitesse **transversale** de l'aiguille est nulle quand le stylet atteint les pointes de la modulation, car à ce moment il est animé du seul mouvement produit par la rotation du disque, et elle est maximale, par contre, sur la ligne médiane du sillon, c'est-à-dire dans la partie où l'inclinaison est la plus grande, où cette vitesse prend la valeur:

$$v_t = 2 \times 6,28 \times f \times A$$

dans laquelle f est la fréquence du son enregistré, et A l'amplitude des pointes de modulation du sillon. La valeur efficace de cette vitesse est:

$$v_{t \text{ eff}} = 1,41 \times 6,28 \times f \times A$$

Par définition, on appelle **niveau d'enregistrement d'un son** la vitesse transversale efficace que prend le stylet pendant la reproduction d'un sillon modulé par un son de fréquence et d'amplitude données. Ce niveau est mesuré en dB. Pour le niveau zéro, on adopte une vitesse transversale efficace de 1 cm/sec à 1 000 Hz.

Ayant ainsi précisé ce qu'on entend par amplitude et par vitesse latérale, il est facile de distinguer la différence entre l'enregistrement à amplitude de modulation constante et l'enregistrement à vitesse de modulation constante.

Les premiers disques gravés directement au moyen d'un stylet solidaire d'un diaphragme capteur de sons étaient du type à **vitesse transversale** (niveau) **constante**. Leur principal inconvénient résidait dans le fait qu'à intensité égale, deux sons de fréquences différentes donnaient des sillons d'amplitude inégale (comme le montre la formule). En pratique, chaque fois que la fréquence doublait, l'amplitude du sillon diminuait de moitié. C'est ainsi qu'aux fréquences basses les sillons étaient trop larges tandis qu'ils étaient trop étroits aux fréquences élevées. Dans le premier cas, pendant la reproduction, la tête de lecture suivait avec difficulté le sillon, car, étant montée à la manière d'un pendule, les déviations latérales produisaient également des oscillations dans le sens vertical. Ceci introduisait des distorsions très importantes. Dans le second cas, un sillon trop faiblement modulé donne

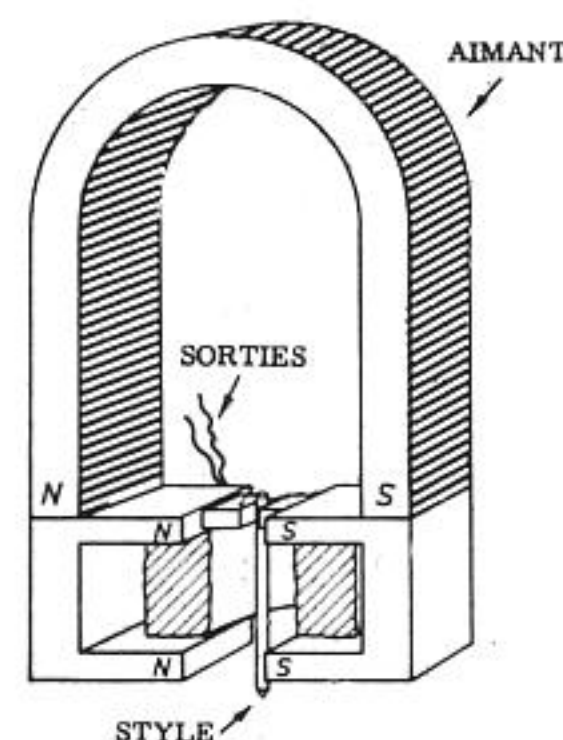


Fig. 11 - Tête de lecture. Elle est semblable à celle d'enregistrement, mais de construction plus simple.

lieu à une reproduction affectée d'un fort bruit de fond, car les ondulations de la modulation se confondent avec les irrégularités de la surface du disque.

On pensa alors à utiliser l'enregistrement latéral à **amplitude constante**. Dans ce type de gravure, les sons de fréquences différentes, mais d'intensité sonore égale, donnent des sillons d'amplitude constante. La vitesse transversale (donc le niveau d'enregistrement) est minimale pour les fréquences les plus basses et maximale pour les fréquences élevées. En conséquence, lors de la reproduction il est nécessaire de prévoir un filtre d'égalisation dont la courbe de réponse est complémentaire de celle de l'enregistrement et compense la différence entre les fréquences citées ci-dessus. On a pu arriver à un enregistrement à amplitude constante, principalement grâce aux améliorations apportées dans la qualité des matières employées dans la fabrication des disques, lesquels sont aujourd'hui assez résistants à l'usure, ainsi qu'au perfectionnement des montages électroniques qui permettent actuellement de graver des signaux de très faible niveau avec un rapport signal sur bruit très satisfaisant. La **figure 7** illustre ces deux procédés d'enregistrement.

Les caractéristiques de la gravure à amplitude constante ont été normalisées dans tous les pays. Connue sous le nom de norme RIAA, du nom de l'Association américaine qui l'a proposée, la courbe d'enregistrement normalement adoptée pour la gravure des disques microsillon est représentée sur la **figure 8**. La pente de cette courbe est, cela est évident, de 6 dB par octave.

LA GAMME DES FREQUENCES ENREGISTREES

Les disques actuels microsillon permettent d'obtenir la reproduction fidèle des sons compris entre 30 et 20.000 Hz. Malgré toutes les précautions prises, ils peuvent être affectés d'un léger bruit de fond dû au système mécanique, car il est impossible de réaliser des stylets de lecture toujours géométriquement parfaits, et d'éviter une certaine usure — même minime — du sillon. Si la courbe de réponse de toute la chaîne électro-acoustique de reproduction est linéaire, ce bruit rési-

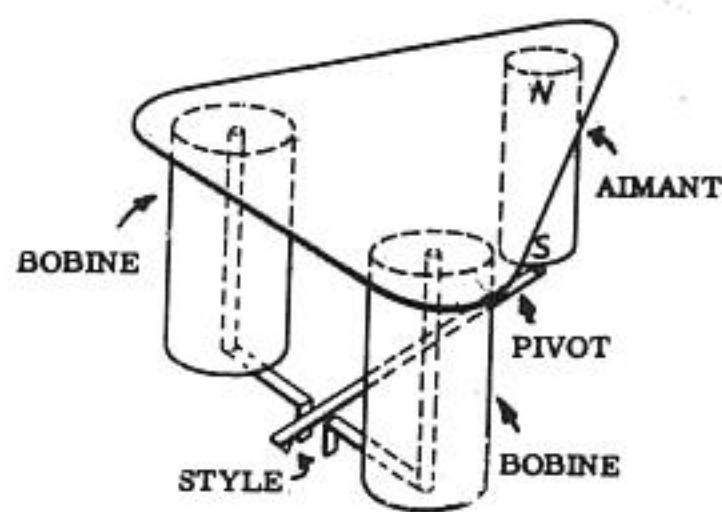


Fig. 12 - Schéma de principe de la tête à réluctance variable. On remarquera l'unique aimant et la tige solidaire du stylet qui, en vibrant, induit une tension dans les bobines.

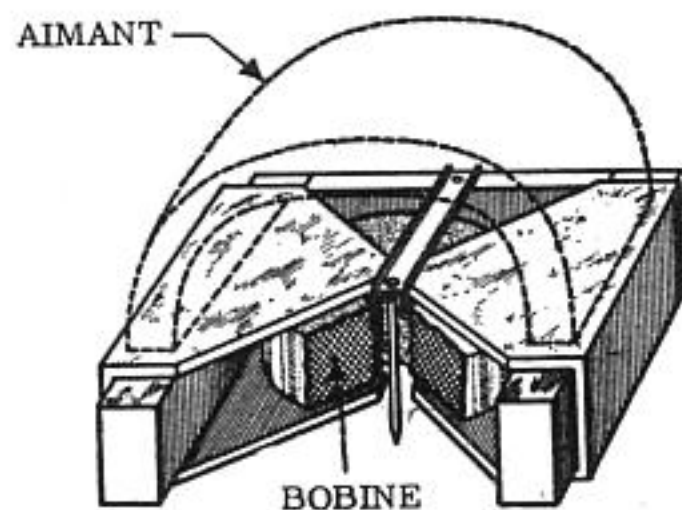


Fig. 12 bis - Autre version de la tête à réluctance variable. Sa sensibilité est légèrement plus grande.

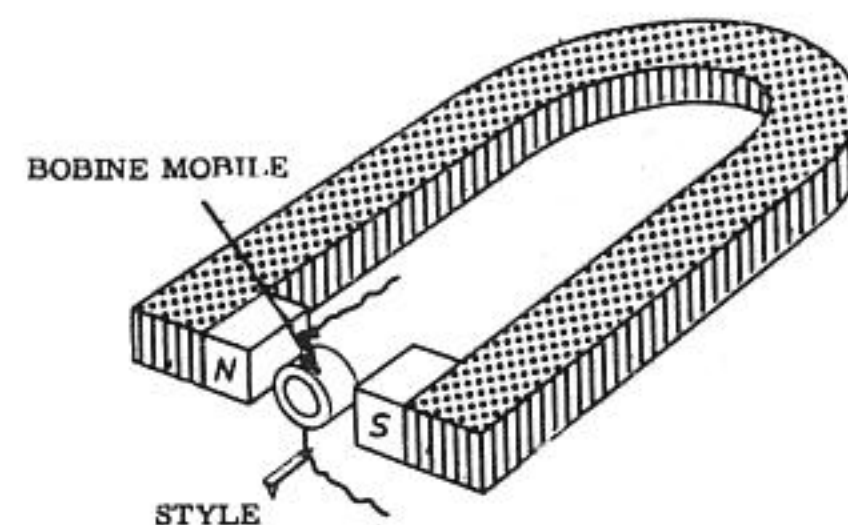


Fig. 13 - Principe du pick-up à bobine mobile. Sauf la membrane, remplacée par le stylet il est semblable au microphone dynamique.

duel n'est pas gênant. Il peut devenir particulièrement désagréable toutefois, si certains éléments de la chaîne ont une résonance qui favorise ce bruit de fond et en accroît son niveau par rapport à celui des sons enregistrés.

Il convient d'ailleurs de distinguer entre le bruit de surface produit par le contact mécanique entre le stylet et le sillon et celui provenant d'autres sources, comme — par exemple — les vibrations du plateau du tourne-disques.

LE SILLON ET LE STYLET

Nous avons donné précédemment les dimensions normalisées d'un sillon normal et d'un microsillon. Le stylet doit pouvoir s'adapter à eux aussi parfaitement que possible, tant pour donner une reproduction exempte de distorsion, que pour réduire au minimum l'usure de la matière constituant le disque (figures 9 et 10). Pour réduire l'usure du sillon, il faut s'assurer que la pression du bras de « pick-up », l'inertie au déplacement vertical et horizontal du stylet et du bras et les éventuelles résonances mécaniques, soient toutes comprises dans les limites de sécurité tolérée par la matière constituant le disque.

De toute façon, il est à conseiller d'utiliser un bras qui n'applique sur le disque que la force d'appui strictement nécessaire pour maintenir le stylet dans le sillon, même dans les passages où les sons enregistrés sont très intenses. Le bras devra avoir une faible inertie dans le sens horizontal afin de ne pas faire obstacle au déplacement de la tête de lecture. Cette dernière doit être montée de façon à réduire autant que possible l'erreur tangentielle par rapport à la tangente du sillon au point d'application du stylet, ceci pour éviter les distorsions et une usure importante du sillon. Le stylet doit se présenter dans le sillon d'une façon correcte: comme il ne peut se déplacer que transversalement à l'axe de la tête, il doit être rigoureusement perpendiculaire au rayon du disque.

Le stylet doit être constitué par une matière très dure (acier, saphir ou diamant) pour éviter son usure rapide qui aurait pour effet de détériorer les parois du sillon. La pointe de saphir n'est pas inusable; elle

doit être remplacée de temps à autre, généralement après quelques centaines de reproductions.

Une autre cause de détérioration du sillon est la poussière. Avec les disques microsillon en vynile, cet inconvénient est particulièrement à redouter en raison de la facilité avec laquelle cette matière plastique s'électrise. Il est bon de conserver ces disques dans des pochettes de polythène (non de polyvynile ou « cellophane » qui recueillent également la poussière). On doit, en outre, passer sur leur surface un liquide anti-statique, tous les 4 ou 5 mois.

LE « PICK-UP » OU TÊTE DE LECTURE

La tête de lecture (« pick-up ») est le dispositif qui, actionné par le stylet de lecture, fournit une tension électrique proportionnelle au déplacement mécanique du stylet lui-même.

Cette tête de lecture, comme tous les autres éléments importants de la chaîne électro-acoustique, doit avoir une bande passante aussi large que possible et doit être exempte de distorsions et de résonances. Ceci peut être obtenu en réalisant un montage très élastique du stylet ainsi qu'en calculant les dimensions des masses de telle sorte que la fréquence de résonance propre des divers éléments soit située en dehors de la bande passante et dans tous les cas, en amortissant ces résonances au moyen d'une pâte gélatineuse spéciale (en général à base de silicones). On peut dire que ce résultat est atteint lorsque, en écoutant directement le « pick-up » (sans qu'il soit branché à l'amplificateur), on ne perçoit aucun son pendant la reproduction d'un disque.

Le poids du « pick-up », tel qu'il est transmis au stylet lecteur, varie en fonction du type de bras adopté pour sa suspension mécanique. Ce poids, ou force d'appui, doit avoir la valeur prescrite par le fabricant pour un fonctionnement linéaire. On fait en sorte que cette pression soit compatible avec les exigences de conservation et d'usure minimales du sillon. En pratique, cette pression est de l'ordre de 30 gr. pour les disques à 78 tours et de 5 à 6 gr. pour les disques microsillon. La pres-

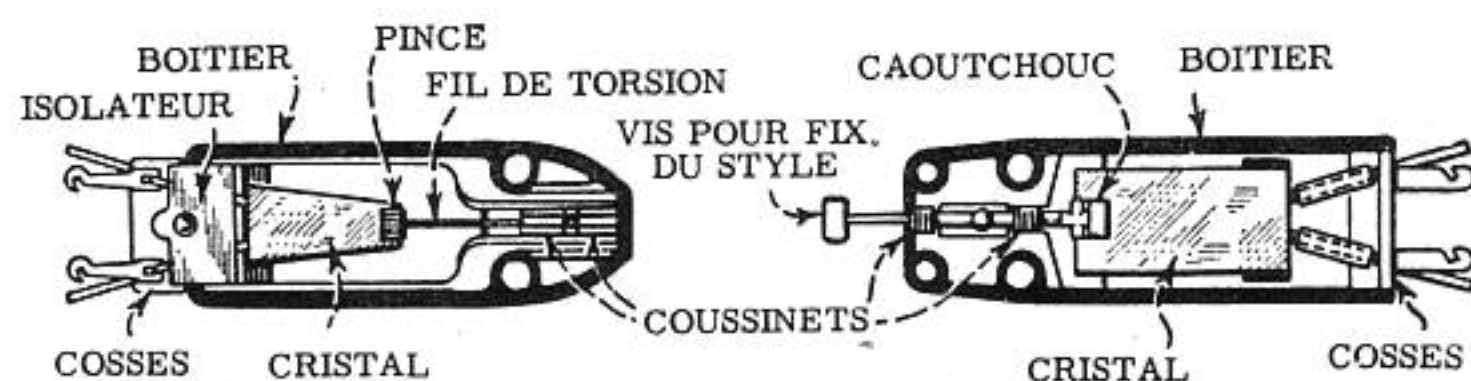


Fig. 14 - Structure interne d'une tête de lecture piézoélectrique. A gauche le modèle à pointe de saphir fixe. A droite le modèle à pointe interchangeable, fixée par vis. Dans les deux types, le cristal est généralement baigné dans un liquide spécial qui le protège de l'humidité.

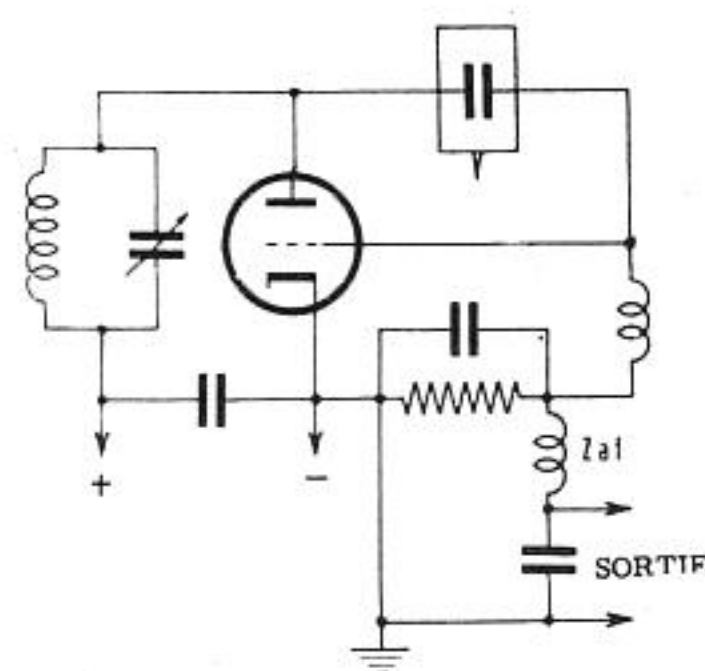


Fig. 15 - Schéma d'utilisation du pick-up électrostatique. Par variation de sa capacité, il modifie la fréquence de l'oscillateur.

sion nécessaire pour maintenir le stylet dans le sillon, même pendant les fortes modulations, est mesurée par le constructeur de la tête de lecture au moyen de la méthode de McProud, qui consiste dans l'utilisation d'un disque 45 tours à forte excentricité (déplacement du trou central de 30 mm le long d'un rayon). Le poids appliqué au « pick-up » est réduit progressivement jusqu'à ce que celui-ci donne des signes d'instabilité mécanique pendant la lecture du sillon et tende à dérailler.

Il est toutefois impossible d'éliminer deux résonances principales: celle du bras (en général inférieure à 100 Hz) et celle de l'armature porte stylet (de l'ordre de quelques milliers de Hz). Ces résonances, outre les distorsions qu'elles introduisent, augmentent l'usure du sillon. Cet inconvénient, aussi étrange que cela paraisse, se manifeste davantage dans les disques microsillon, où la nature physique du matériau adopté pour leur fabrication a la propriété d'abaisser considérablement la fréquence de résonance de l'armature porte stylet l'amenant à une valeur pour laquelle l'oreille humaine est plus sensible. Les « pick-up » piézoélectriques présentent, en outre, une troisième résonance vers 10.000 Hz, qui est celle du cristal.

TYPES DE TÊTES DE LECTURE

Les divers types actuels peuvent être classés en deux catégories: les têtes donnant une tension de sortie en fonction de la vitesse transversale du stylet, donc du niveau d'enregistrement, et les têtes donnant une tension en fonction de l'amplitude du déplacement du stylet.

Font partie du premier groupe les têtes de lecture à réluctance variable ou magnétique; appartiennent au second groupe les têtes piézoélectriques et céramiques. Ces dernières, en raison des caractéristiques de l'enregistrement transversal à amplitude constante (universellement adopté de nos jours), ne nécessitent aucun dispositif d'égalisation pour donner une reproduction fidèle. Par contre, les têtes de lecture piézoélectriques ont le défaut — répétons-le — de présenter une résonance entre 10 et 15 kHz, qui doit

être atténuée au moyen de filtres RC spéciaux. Les têtes à réluctance variable doivent être suivies d'un préamplificateur égalisateur ayant pour effet de compenser la courbe d'enregistrement RIAA; elles sont de ce fait, d'un montage plus complexe et d'une utilisation moins facile que les têtes céramiques, dont les qualités de reproduction sont excellentes.

—**Tête électromagnétique ou à fer mobile** — Ce type comporte un aimant permanent sur lequel est enroulée une bobine d'induction (voir figure 11). Une tige de fer, disposée dans l'entrefer de l'aimant, est mise en vibration par le stylet de lecture et les variations de flux, ainsi produites, induisent dans la bobine une tension reproduisant fidèlement la modulation gravée dans le sillon. Il en existe deux modèles, à faible ou forte tension de sortie, la première donnant 20 mV et la seconde 100 mV pour la lecture d'un signal gravé à un niveau de +10 dB (3,16 cm/sec).

Etant donné que les reproducteurs modernes doivent pouvoir servir aussi bien à la reproduction des disques normaux, qu'à celle des microsillons, et que le poids d'une tête de lecture magnétique du type ci-dessus ne peut satisfaire aux conditions de légèreté exigées par les disques actuels, le « pick-up » magnétique a été presque complètement abandonné.

Sur un principe analogue fonctionne la tête à réluctance variable, représentée sur la figure 12; elle n'est pas très largement répandue car son prix est élevé et son rendement n'est pas très supérieur à celui d'une tête de lecture piézoélectrique d'un poids égal.

—**Tête dynamique à bobine mobile** — Dans cette tête, la bobine mobile est placée directement entre les pièces polaires d'un aimant permanent; elle est solidaire du porte-stylet et vibre sous l'action de celui-ci. La tension est induite dans l'enroulement lorsque dans son mouvement de translation, il vient couper les lignes de flux magnétique de l'aimant permanent. Ce type de tête de lecture est influencé par les champs magnétiques extérieurs (en particulier par celui du moteur du tourne-disque) et, en outre, en raison de sa très faible impédance, il nécessite l'utilisation d'un

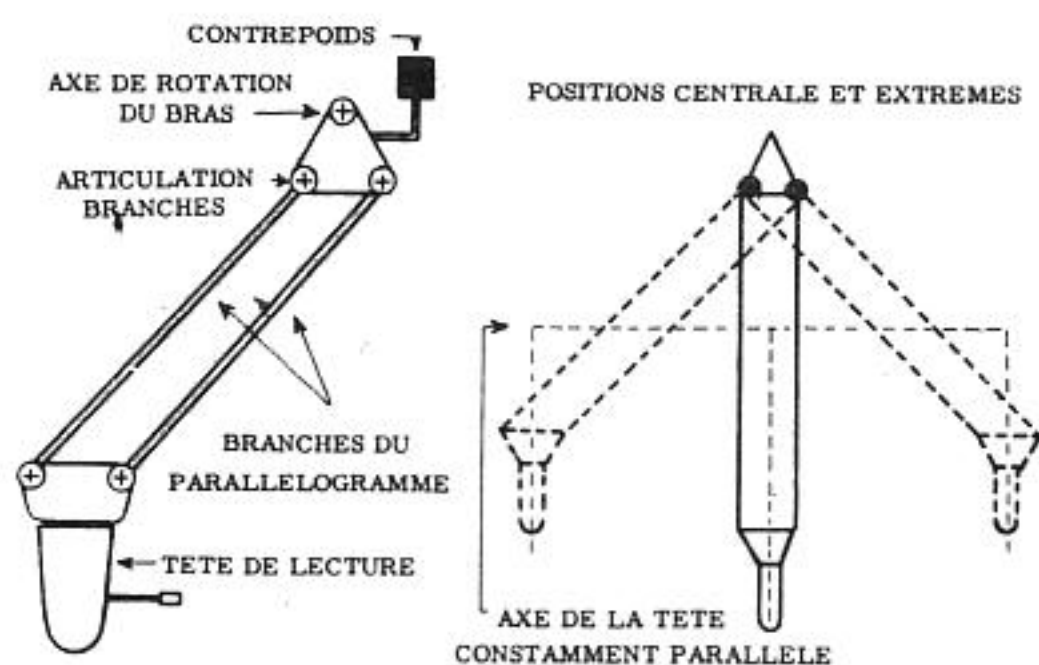


Fig. 16 - Correction de l'erreur tangentielle au moyen d'un bras à parallélogramme. Il fonctionne à la manière d'un pantographe de dessinateur.

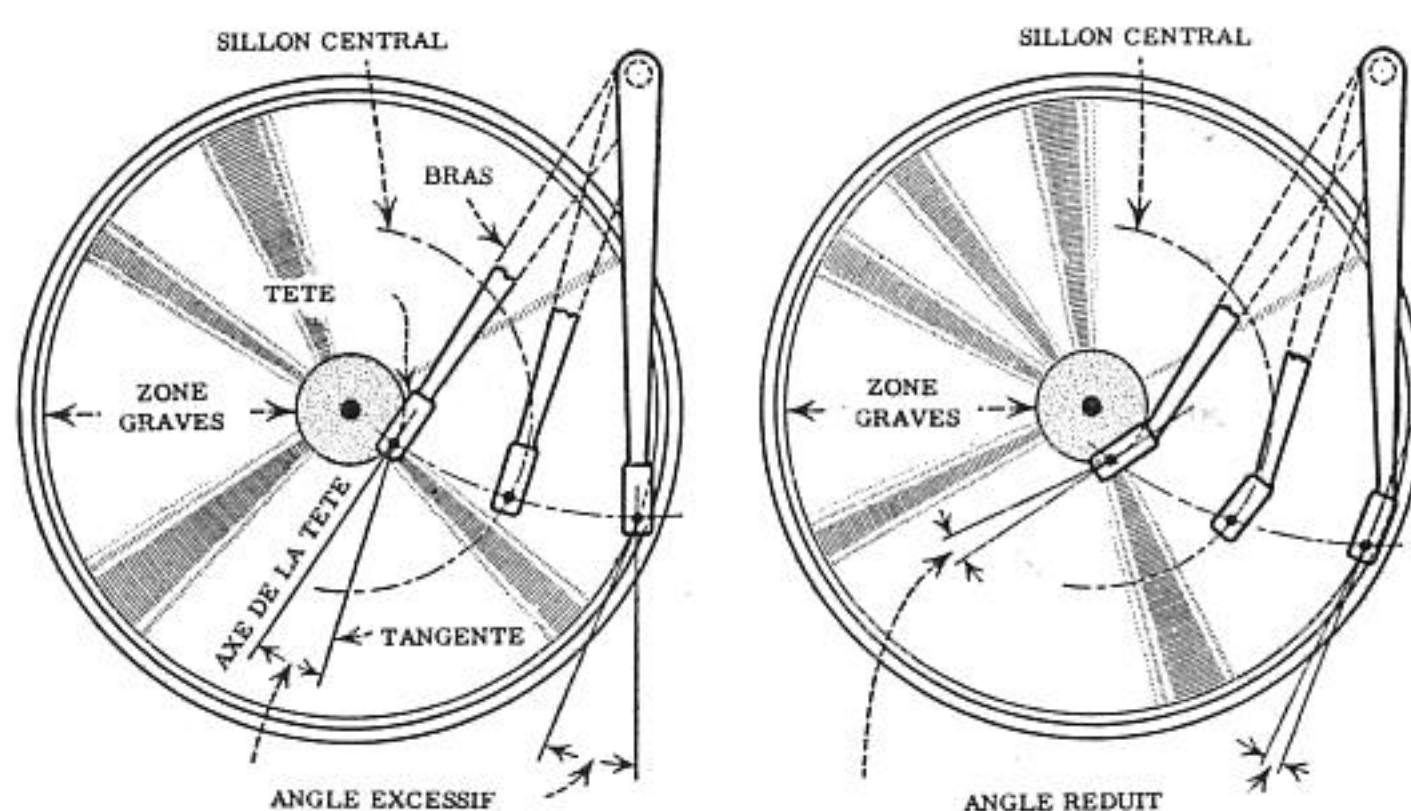


Fig. 17 - Correction de l'erreur tangentielle, erreur de piste, par courbure du bras. A gauche erreur de piste avec bras droit et, à droite, amélioration apportée par l'utilisation d'un bras coudé; l'erreur devient négligeable.

transformateur élévateur de la tension de sortie. Son principe est illustré sur la figure 13.

Têtes piézoélectriques et céramiques - Le principe de fonctionnement des têtes piézoélectriques (effet piézoélectrique) a déjà été exposé à propos des microphones. Il suffit de se rappeler qu'elles fournissent une tension de sortie élevée et qu'elles sont sensibles à l'humidité et aux températures élevées. Ces dernières peuvent provoquer des dommages irréparables. Habituellement, ces têtes sont enfermées hermétiquement dans des boîtiers remplis de vaseline siliconée, comme le montre la figure 14.

Il existe des têtes piézoélectriques pour usage courant et pour haute fidélité; ces dernières correctement montées donnent une reproduction linéaire dans la gamme comprise entre 25 Hz et 12 kHz.

Dans les têtes céramiques la capsule est constituée de titanate de baryum ce qui les rend beaucoup moins sensibles aux effets de la température et de l'humidité (entre -70 et $+70^\circ$). C'est une tête de lecture particulièrement intéressante en raison de ses excellentes qualités de reproduction et de l'absence de résonance dans une bande très étendue, allant au delà de 10 kHz.

Autres types de têtes de lecture - Outre ceux mentionnés ci-dessus, il existe d'autres types moins répandus, comme par exemple, le pick-up à variation de tension mécanique, le « pick-up » à ruban et le « pick-up » électrostatique ou à condensateur. Le fonctionnement de ce dernier est en tout point semblable à celui du microphone électrostatique (ou à condensateur) déjà décrit (à part quelques légères modifications mécaniques ayant pour objet d'assurer son fonctionnement au moyen d'un stylet au lieu d'une membrane).

Le « pick-up » à variation de tension mécanique utilise la variation de résistance d'un conducteur soumis à une tension mécanique laquelle peut être celle produite par les vibrations communiquées par le stylet reproducteur. Une tension continue parfaitement filtrée et constante est appliquée à ce « pick-up », et c'est ce courant qui, étant modulé par les vibrations mécaniques imprimées par le stylet, donne lieu à une chute de tension dans le conducteur, qui reproduit fidèle-

ment ces vibrations. Ces « pick-up » ont une basse impédance de sortie et nécessitent le montage d'un filtre égalisateur, car ils fournissent une tension qui est une fonction linéaire de la vitesse latérale. Les têtes de lecture électrostatiques, ou à condensateurs, sont généralement montées dans des oscillateurs du type grille-plaque, et constituent une réactance variable produisant une modulation en fréquence de cet oscillateur. De cette modulation de fréquence on extrait le signal BF au moyen d'un démodulateur. Le niveau de sortie de cette tête est très élevé. La figure 15 donne l'un des schémas d'utilisation possible.

BRAS DE « PICK-UP » ET ERREUR TANGENTIELLE

Ayant examiné jusqu'ici la constitution des disques, leurs procédés de gravure et les différents systèmes utilisés pour convertir les informations mécaniques contenues dans le sillon en un signal électrique correspondant, il convient maintenant, de considérer l'importance du problème du montage de la tête de lecture sur un bras mobile qui doit permettre l'exploration de toute la surface du disque. Ce problème est généralement résolu en montant la tête de lecture à l'extrémité d'un bras pas très long, monté sur pivot à une de ses extrémités et libre de se mouvoir avec douceur tant dans le plan horizontal que vertical. Avec un montage de ce genre, on ne peut obtenir un parfait parallélisme (entre l'axe de la tête et la tangente au sillon au point de contact du stylet) que pour les sillons situés dans la partie centrale du disque. Pour les sillons extrêmes (au début et vers la fin), la tête de lecture se trouve être légèrement de biais par rapport au sillon. Ceci se traduit par une distorsion harmonique et une plus grande usure du sillon. Baerwald a démontré que la distorsion par deuxième harmonique produite par l'erreur tangentielle est donnée, en %, par la formule suivante:

$$\text{Pourcentage harmonique 2} = \frac{6,28 \cdot f A_a}{V} \cdot 100$$

dans laquelle, A est l'amplitude maximale du sillon modulé, a est l'erreur tangentielle en degrés et V la

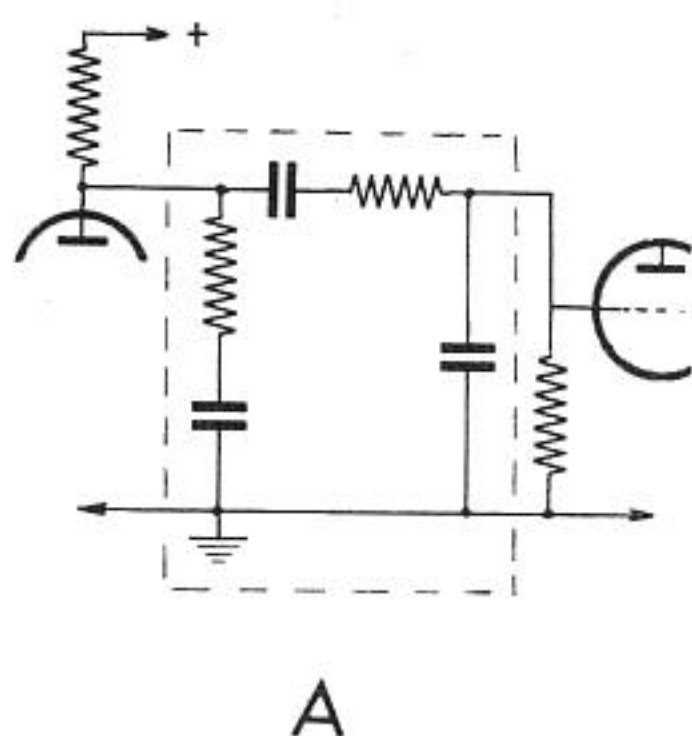


Fig. 18-A - Circuit d'égalisation placé après une triode, pour le couplage à l'étage suivant.

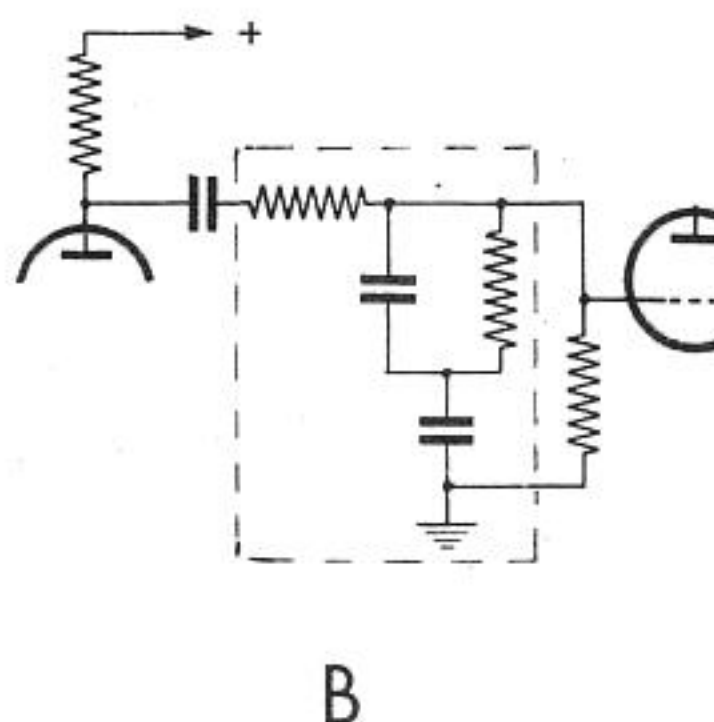


Fig. 18-B - Circuit d'égalisation placé après une pentode. Il diffère du précédent en raison de la résistance interne différente du tube.

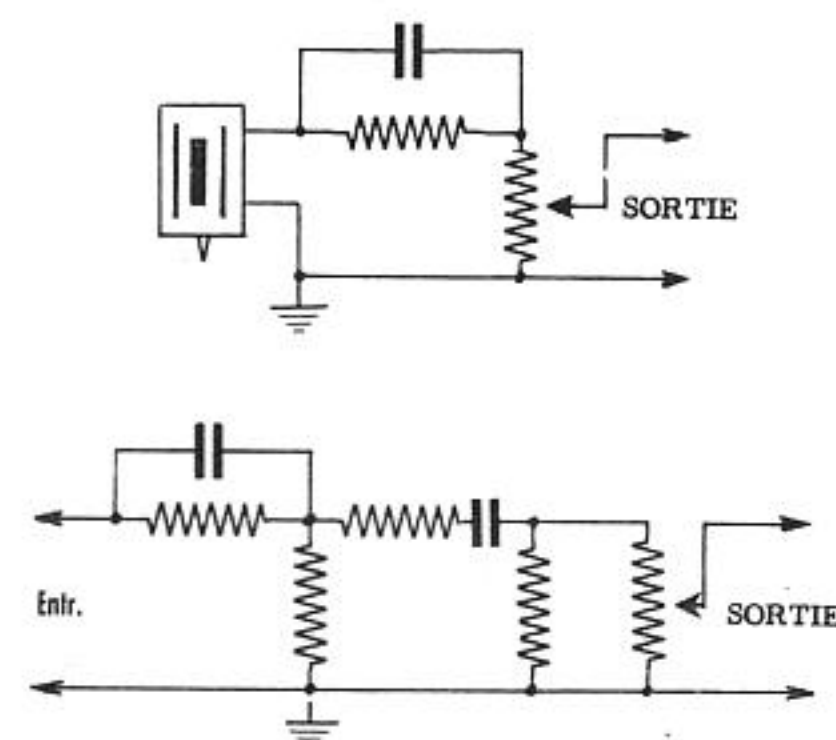


Fig. 19 - Filtre correcteur pour pick-up à cristal: en haut, filtre simple; en bas, filtre plus complet.

vitesse longitudinale du sillon en cm/sec. Cette distorsion est donc proportionnelle à la vitesse transversale maximale, à l'amplitude du sillon et à l'angle formé par l'axe de la tête et la tangente au sillon, tandis qu'elle est inversement proportionnelle à la vitesse de rotation du disque.

Il en résulte que pour une même erreur tangentielle et une même gravure de sillons, cette distorsion est plus importante pour les disques 33 tours que pour les disques 78 tours. Les méthodes modernes d'enregistrement latéral à amplitude constante tendent en partie à réduire cette distorsion. Dans les reproducteurs à haute fidélité, la valeur limite acceptée généralement pour cette distorsion est de 1%.

Les types les plus récents de bras pour têtes de lecture professionnelles permettent de réduire considérablement et même d'annuler cette erreur tangentielle ou « erreur de piste ». Ces bras sont constitués par un parallélogramme mobile, au moyen duquel la tête de lecture peut conserver la même orientation dans l'espace pour n'importe quelle position du parallélogramme par rapport à l'axe de fixation. Dans la construction de ce bras spécial, il faut s'assurer qu'aucune résonance mécanique ne peut se produire dans les divers éléments constitutifs du système. Sa construction et son principe de fonctionnement sont représentés sur la figure 16.

Dans d'autres modèles de bras, la tête de lecture glisse sur un guide mobile le long d'un bras disposé radialement par rapport au disque. Dans les tourne-disques du commerce qui bien que n'étant pas des modèles professionnels, doivent néanmoins être de bonne qualité le problème a été résolu assez simplement par l'utilisation d'un bras-support légèrement incurvé, ou coudé à son extrémité, ce qui permet de réduire l'erreur de piste dans de très grandes proportions aux positions extrêmes (c'est-à-dire au début et à la fin du disque) et de l'annuler complètement au centre du disque. Le principe en est indiqué sur la figure 17, dans laquelle on voit en **A** l'erreur que l'on aurait avec un bras droit, et en **B** l'erreur très faible donnée par un bras coudé.

CIRCUITS CORRECTEURS ET DISQUES D'ESSAI

Le fonctionnement électrique correct de la tête de lecture est obtenu au moyen de circuits correcteurs destinés à compenser les résonances éventuelles et d'assurer une réponse linéaire dans toute la gamme des fréquences enregistrées. Un circuit correcteur type, employé pour obtenir une courbe de réponse complémentaire (c'est-à-dire inverse) de celle de la gravure standard (RIAA) est représenté sur la figure 18.

Il peut être utilisé avec toutes les têtes dont la tension de sortie est fonction de la vitesse transversale du stylet. Dans le cas de « pick-up » sensible aux variations d'amplitude nous savons que ces filtres correcteurs sont généralement inutiles, à moins que, ce qui est le cas des têtes piézoélectriques, on doive éliminer certaines résonances. La figure 19 représente, à titre d'exemple, un égalisateur pour « pick-up » piézoélectrique.

Les disques d'essai enregistrés avec des signaux dont la fréquence et le niveau sont connus avec précision, permettent de s'assurer du bon fonctionnement des têtes de lecture et du filtre correcteur.

On trouve divers modèles de disques d'essai et chacun se différencie des autres par les valeurs des fréquences et des niveaux enregistrés. Les types les plus répandus sont les RCA 12-5-19, 12-5-25 et 12-5-31 respectivement pour les disques 78, 33 et 45 tours. Un autre disque test universellement employé est le Decca LXT 2695 à 33 tours dont nous donnons ci-dessous le tableau des fréquences et des niveaux enregistrés.

FREQUENCES	NIVEAUX	FREQUENCES	NIVEAUX
15 kHz	+ 12,5 dB	5 kHz	+ 5,9 dB
14 kHz	+ 13,1 dB	4 kHz	+ 4,6 dB
13 kHz	+ 12,9 dB	3 kHz	+ 3,6 dB
12 kHz	+ 12,0 dB	2 kHz	+ 1,9 dB
11 kHz	+ 11,5 dB	1 kHz	0 dB
10 kHz	+ 10,5 dB	500 Hz	— 2,3 dB
9 kHz	+ 10,1 dB	250 Hz	— 6,6 dB
8 kHz	+ 9,2 dB	125 Hz	— 9,0 dB
7 kHz	+ 8,5 dB	60 Hz	— 11,7 dB
6 kHz	+ 7,3 dB	40 Hz	— 13,9 dB

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 85 et 86

- N. 1 — A quel montage à tube peut-on comparer le montage à transistor à émetteur à la masse (émetteur commun)?
- N. 2 — Du point de vue de la structure moléculaire du cristal, à quel transistor à jonctions peut-on comparer un transistor à pointes de contact ayant une base du type p?
- N. 3 — Pourquoi la variation de courant qui se manifeste dans le circuit de collecteur d'un transistor à pointes de contact peut-elle être plus grande que celle se produisant dans le circuit de l'émetteur?
- N. 4 — Quelle est la constitution d'un transistor tétrode?
- N. 5 — Pour quelle raison doit-on considérer un transistor comme amplificateur de courant plutôt que de tension?
- N. 6 — Pour quelle raison les capacités de couplage et de découplage d'un montage à transistors du type R-C doivent-elles être beaucoup plus fortes que dans un montage à tube équivalent?
- N. 7 — Dans quel but utilise-t-on une contre-réaction — ou réaction négative — dans les montages à transistors?
- N. 8 — Quels sont les principaux cas dans lesquels dans les amplificateurs à transistors, préfère-t-on utiliser le couplage par transformateur?
- N. 9 — Pourquoi, lorsqu'on soude un transistor, doit-on toujours employer une pince ayant une certaine masse?
- N. 10 — Pour quelle raison après avoir réparé un appareil à transistors, doit-on le soumettre pendant un certain temps, à une température plus élevée que la normale?
- N. 11 — Préciser les caractéristiques des trois montages fondamentaux à transistors.
- N. 12 — Quel doit être le rapport de transformation des transformateurs de couplage pour transistors? Pour quelle raison?
- N. 13 — Pourquoi, lorsqu'on met en série avec l'émetteur une résistance de valeur convenable, le transistor devient-il moins sensible aux variations de la température?
- N. 14 — Pourquoi, dans les récepteurs, les transformateurs MF ont souvent, seulement leur primaire accordé?
- N. 15 — Combien de transistors faut-il pour réaliser un étage convertisseur de fréquence?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 667

- N. 1 — C'est l'électron extérieur qui permet à un atome de s'unir à un atome voisin.
- N. 2 — C'est un corps qui offre une certaine résistance au courant plus fort dans un sens que dans l'autre.
- N. 3 — Les courants négatifs sont constitués par des électrons en mouvement; les courants positifs par le déplacement des lacunes laissées par les électrons.
- N. 4 — Un semiconducteur est de type n quand il contient un excès d'électrons libres et du type p lorsqu'il en est en partie privé.
- N. 5 — Deux: à jonction et à pointe de contact.
- N. 6 — La diode à cristal est de dimensions plus réduites et elle ne dissipe aucune énergie à vide puisqu'elle n'a pas de filament. Par contre, le rapport de la résistance inverse à la résistance directe est plus petit que dans une diode à tube.
- N. 7 — La tension appliquée avec une polarité telle que le courant doit circuler dans le sens de la plus forte résistance.
- N. 8 — Comme un isolant.
- N. 9 — Tous deux deviennent semiconducteurs, du type p ou n, selon la nature chimique des impuretés ajoutées.
- N. 10 — Dans une diode à jonction on a deux types différents de semiconducteurs, l'un de type n et l'autre de type p, en contact entre-eux. Dans le type à pointes de contact, une électrode est en contact avec un seul genre de semiconducteur; le second se forme autour de la pointe de contact pendant le processus de fabrication de la diode.
- N. 11 — Par la présence de trois zones dans le cristal donc, de jonctions successives et par les trois électrodes en contact avec ces zones.
- N. 12 — L'émetteur peut être comparé à la cathode d'un tube, la base à la grille et le collecteur à la plaque.
- N. 13 — Deux types principaux: à jonction et à pointes de contact. Chacun d'eux se subdivise, à son tour, en transistors p-n-p et n-p-n.
- N. 14 — Dans les transistors n-p-n, le courant circulant dans le collecteur est formé par des électrons, tout comme dans un tube. La polarité est également analogue à celle des tubes, en ce sens que l'émetteur (cathode) est relié au pôle négatif et le collecteur (plaque) au pôle positif. Dans les transistors p-n-p, le courant est constitué essentiellement par des lacunes et les polarités sont inversées.
- N. 15 — Comme dans une diode, dans le transistor à jonction on distingue trois zones distinctes. Dans les transistors à pointes de contact, le cristal est unique (type n ou p) et les régions, respectivement p ou n, sont formées pendant la fabrication.
- N. 16 — En faisant varier la polarisation de la base.
- N. 17 — Par le fait que les variations de tension de la base déterminent des variations du courant de l'émetteur et du collecteur presque égales malgré la grande différence de résistance des deux circuits.
- N. 18 — Par la présence d'une seconde électrode en contact avec la base qui, si elle est convenablement polarisée, limite la surface active et réduit la capacité interne.
- N. 19 — C'est la fréquence pour laquelle le facteur «alpha» se réduit à 70,7% de sa valeur à 1 000 Hz (-3 dB).
- N. 20 — Le phénomène qui fait que si on augmente la tension directe au delà d'une certaine valeur, le courant diminue au lieu d'augmenter.

CARACTERISTIQUES DES SEMICONDUCTEURS PRODUITS PAR "LA RADIOTECHNIQUE,,

Dans les pages successives de cette leçon, nous rapporterons, sous forme de tableaux, les données principales et caractéristiques de l'emploi des semiconducteurs produits par « La Radiotechnique ». Ces données se réfèrent aux diodes et aux transistors destinés à l'équipement des radiorécepteurs, téléviseurs et amplificateurs de Basse Fréquence, ainsi que des circuits calculateurs, logiques et de commutation.

Actuellement, les semiconducteurs produits par « La Radiotechnique » servent à deux usages différents:

- a) pour récepteurs radio et TV, amplificateurs, enregistreurs;
- b) pour appareils professionnels.

Pour bien comprendre le nouveau système de dénomination des diodes et des transistors, il est opportun de rappeler brièvement le système adopté précédemment et qui entre autre, est encore valable pour les anciens types.

Signification des sigles non employés: selon cette dénomination:

- I — La première lettre apparaissant dans le sigle est toujours O (par exemple, OA 70 diode, OC 70 transistor).
- II — La deuxième lettre est:
 - 1) A s'il s'agit d'une diode (OA 70);
 - 2) C s'il s'agit d'un transistor (OC 70);
 - 3) R s'il s'agit d'une photorésistance (ORP 30).
- III — La troisième lettre est:
 - 1) P s'il s'agit d'un photoélément (OAP 12, OCP 71);
 - 2) Z s'il s'agit d'une diode Zener (OAZ 210).
- IV — Le nombre qui suit ces lettres indique des exécutions particulières (OA 70, OA 95, OC 70, CC 72).

Signification des nouveaux sigles: les nouveaux sigles sont, sans aucun doute, plus efficaces étant donné qu'ils arrivent à fournir par eux-mêmes, les caractéristiques essentielles de l'élément semiconducteur en question. Se basant sur le nouveau code, tous les semiconducteurs sont divisés en 2 grandes catégories, c'est-à-dire:

- 1) pour radio-TV, amplificateurs;
- 2) pour usages professionnels.

I) tous les types de semiconducteurs (diodes ou transistors) destinés à être employés dans les radio récepteurs, dans les téléviseurs, dans les amplificateurs et dans les enregistreurs sont reconnus par le sigle com-

posé de 2 lettres suivies de 3 chiffres (par exemple, BA 100, AF 102).

II) Tous les types de semiconducteurs (diodes et transistors) destinés aux appareils professionnels, sont reconnus par un sigle formé de 3 lettres et de 2 chiffres (par exemple, AAZ 12, BCZ 12).

Signification des lettres: La *première lettre* indique la matière avec laquelle a été fabriqué le semiconducteur.

A = germanium (par exemple, AAZ 12; diode au germanium pour usages professionnels; AC 107, transistors au germanium).

B = silicium (par exemple, BA 100, diode au silicium; BZ 11, transistor au silicium pour usages professionnels).

La *deuxième lettre* indique la nature et l'emploi du semiconducteur.

A = diodes, les « varicaps » inclus (par exemple, AAZ 12, BA 102).

C = transistors pour usages en Basse Fréquence (par exemple, AC 107, BCZ 11).

D = transistors de puissance pour usages en Basse Fréquence (par exemple, ADZ 11).

E = diodes « tunnel » ou de Esaki.

F = transistors pour Haute Fréquence (par exemple: AF 102, AF 114, AFZ 12).

L = transistors de puissance pour Haute Fréquence.

P = photosemiconducteurs.

S = transistors pour circuits de commutation (par exemple, ASZ 15).

T = thyristor, diodes dt Shockley, redresseurs contrôlés (par exemple, AUY 10).

Y = diodes de puissance (par exemple, BY 100, BYZ 14).

Z = diodes Zener (par exemple, BZZ 10).

Nombre de série. Pour les semiconducteurs employés le nombre de série consiste en une troisième lettre suivie de 2 chiffres: A 100... A 99... etc. jusqu'à Z 10... Z 99..., ou bien Y 10... (par exemple, ASZ 11, BCZ 11, AUY 10).

On remarque que ces nouveaux sigles indiquant les types différents de semiconducteurs sont adoptés seulement pour les types de nouvelle production tandis que pour les anciens types les sigles connus sont encore en vigueur.

Dans les tableaux suivants les types marqués par un point noir sont ceux destinés aux applications industrielles.

TABLEAU 81 - CARACTERISTIQUES DES SEMICONDUCTEURS PRODUITS PAR "La Radiotechnique"

TRANSISTORS POUR RADIO

(GERMANIUM ET SILICIUM)

AUDIO FRÉQUENCES

TYPE	P P N	N P P N	TECHNOLOGIE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)					CARACTÉRISTIQUES A 25° C			Cotes d'encombrement (voir fig.)	APPLICATIONS
				V _{CE} max (V)	V _{EB} max (V)	I _C max (mA)	P _C à 25°C T _{FB} (mW)	T _J max (°C)	GAIN		F _{H 21B} (MHz)		
									h _{21E}	I _C			
AC 107	●		A	15	5	5	80	75	60	0,3 mA	> 2	1	Préampli AF faible bruit
AC 125	●		A	32	10	100	550	75	130	2 mA	1,7 (1)	7	Préampli AF
AC 126	●		A	32	10	100	550	75	220	2 mA	2,3 (1)	7	Préampli AF grand gain
AC 127		●	A	32	10	300	590	90	120	20 mA	2,5 (1)	7	Sortie AF complémentaire AC 132
AC 128	●		A	32	10	1000 (2)	1300	90	90	300 mA	1,5 (1)	7	Sortie AF
AC 132	●		A	32	10	200	1000	75	135	20 mA	2 (1)	7	Sortie AF complémentaire AC 127
AC 172		●	A	32	10	300	590	90	120	2 mA	2,5 (1)	7	Préampli AF faible bruit
● AC 176		●	A	32	10	1000	1300	90	90	300 mA	1,5 (1)	7	Sortie AF complémentaire AC 128
AD 139	●		A	32	10	3000 (2)	16000	90	> 30	1 A	0,25	5	Sortie AF de puissance
AD 149	●		A	50	20	3500	22500	100	> 30	1 A	0,50	4	Sortie AF de puissance
● AD 161		●	A	32	10	2000	6000	90	> 90	0,75 A	1,5 (1)	5	Sortie AF complémentaire AD 162
● AD 162	●		A	32	10	2000	6000	90	> 90	0,75 A	1,5 (1)	5	Sortie AF complémentaire AD 161
ADZ 11	●		A	50	30	15000	80000	90	> 15	15 A	> 0,1	6	Puissance AF
OC 57	●		A	7	7	5	10	55	35	0,25 mA	> 0,2	2	Ampli AF miniature
OC 58	●		A	7	7	5	10	55	55	0,25 mA	> 0,3	2	Ampli AF miniature
OC 59	●		A	7	7	5	10	55	80	0,25 mA	> 0,5	2	Ampli AF miniature
OC 60	●		A	7	7	5	10	55	> 60	3 mA	> 0,6	2	Ampli AF miniature
● BC 107	SILICIUM	●	P	32	5	50	300	175°	> 115	2 mA	> 150	9	Préampli AF faible bruit
● BC 111		●	P	25	4	50	100	175	> 80	10 mA	> 50	8	Ampli AF micro-miniature
● BC 112		●	P	20	3	50	30	125°	> 60	0,2 mA	> 50	—	Ampli AF micro-miniature

RADIO FRÉQUENCES

TYPE	P N P	N P N	TECHNOLOGIE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)					CARACTÉRISTIQUES A 25° C			Cotes d'encombrement (voir fig.)	APPLICATIONS
				V _{CE} max (V)	V _{EB} max (V)	I _C max (mA)	P _C à 25°C T _{FB} (mW)	T _J max °C	h _{21E}	C _{22e} (pF)	f ₁ (MHz)		
AF 114	●		AD	32		10	83	75	150	2,5 (°)	75	10	Ampli RF. FM
AF 115	●		AD	32		10	83	75	150	2,5 (°)	75	10	Ampli oscillateur RF. AM-FM
AF 116	●		AD	32		10	83	75	150	3,5	75	10	Ampli oscillateur RF. AM - FI-FM
AF 117	●		AD	32		10	83	75	150	4	75	10	Ampli oscillateur et FI-AM
AF 124	●		AD	32		10	65	75	150	2,5 (°)	75	9b	Ampli RF. FM.
AF 125	●		AD	32		10	65	75	150	2,5 (°)	75	9b	Ampli oscillateur RF. AM-FM
AF 126	●		AD	32		10	65	75	150	3,5	75	9b	Ampli oscillateur RF. AM - FI-FM
AF 127	●		AD	32		10	65	75	150	4	75	9b	Ampli oscillateur et FI-AM
AF 185	●		AD	32		10	145	90	> 40	3,5		11	Étages d'entrée RF-AM
BF 115	SI.	●	P	50	SILICIUM	30	145	175	> 50	1,5	230	9b	Ampli oscillateur AM-FM

- Nouveau type

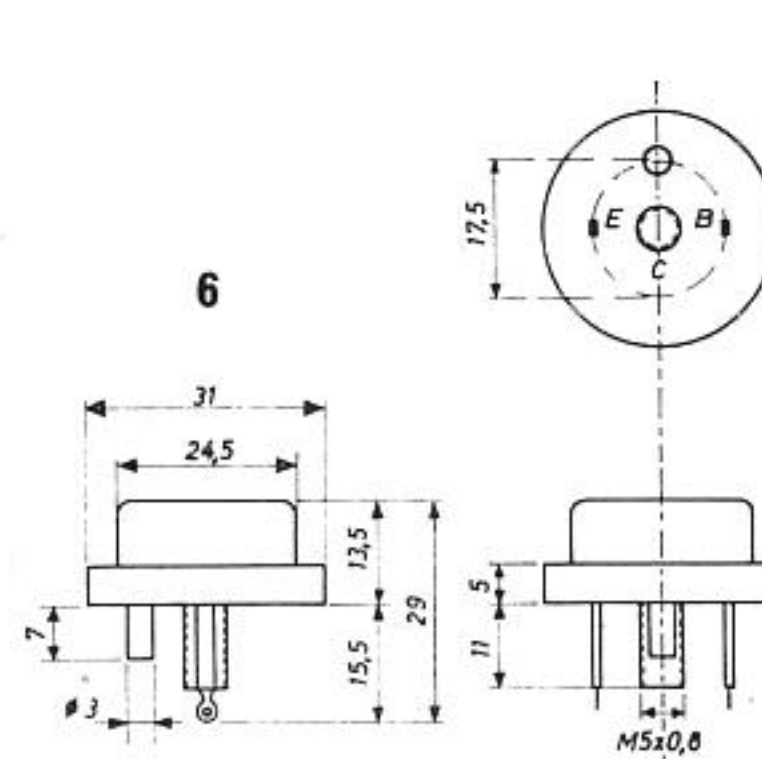
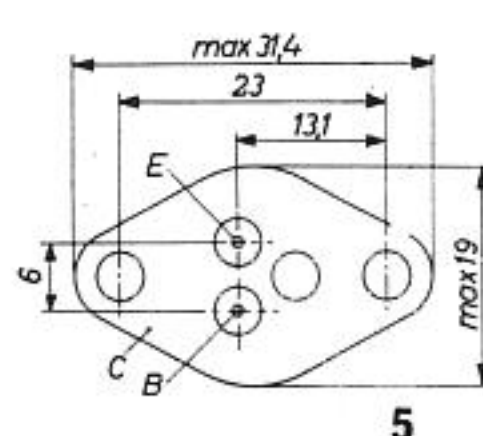
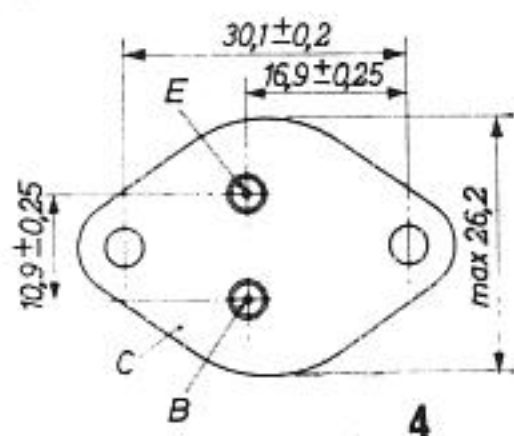
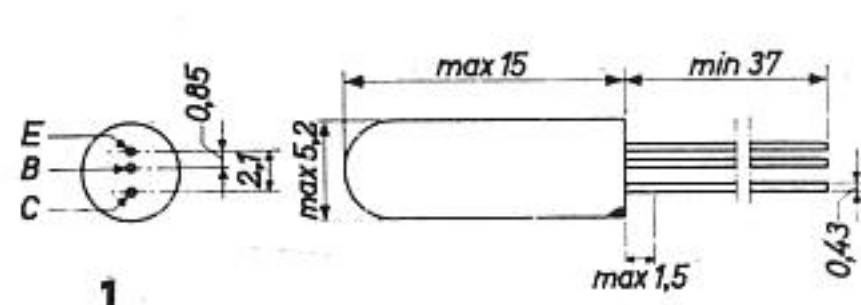
(1) Fréquence f_1 , à laquelle $h_{21e} = 1$

4) Courant de crête

(3) Collecteur au boîtier

(4) C_{22b}

BF 115 =SILICIUM



TRANSISTORS POUR TÉLÉVISION

TYPE	P N P	N P N	TECHNOLOGIE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)					CARACTÉRISTIQUES A 25 ° C			Cotes d'encom- brement (voir fig.)	APPLICATIONS
				V _{CE} max (V)	V _{EB} max (V)	I _C max (mA)	P _C à 25 ° C T _{FB} (mW)	T _J max C	h _{21E}	C _{22b} (pF)	f _i (MHz)		
AC 130	●		A	20	20	100	145	90	> 25	10	> 2	7	Symétrique - Comparateurs
AF 102	●		AD	25		10	83	75	> 20	1,8	180	10	Oscillateur Convertisseur VHF
AF 118	●		AD	70		30	400	75	200	1,8	175	10	Sortie ampli vidéo
AF 121	●		AD	25		10	110	75	> 30	1,6 (1)	200	9a	Ampli FI
AF 139	●		M	20		8	50	90	> 30	0,25 (4)		9	Tuners UHF
AF 178	●		AD	25		10	125	75	> 20	1,8	180	11	Oscillateur Convertisseur VHF
AF 179	●		AD	25		10	155	75	> 30	1,6 (1)	200	11	Ampli FI
AF 180	●		AD	25		20	155	75	> 25	3	180	11	Ampli VHF à Commande de gain
AF 181	●		AD	30		20	155	75	> 20	3 (1)	200	11	Ampli FI à commande de gain
AF 186	●		AD	25		15	100	75	> 20	1,8		9a(2)	Tuners UHF
AU 103	●		AD	155		10 A	32 W	90	> 16 (3)			4	Balayage horizontal
BF 109	●	●	M	135	2	40	2,5 W	175	> 20	< 4	> 80	11(1)	Sortie Vidéo
● BF 115	●	●	P	50		30	145 (1)	175	> 50	1,5	230	9b	Oscillateur Convertisseur VHF
● BF 167	●	●	P	30		25	145 (1)	175		0,15 (6)		9b	Ampli FI à commande de gain
● BF 168	●	●	P	45		25	200 (1)	175		0,35 (1)		9b	Ampli FI

● Nouveau type — (1) C_{22e} — (2) Connexions EBCS — (3) à I_E = 10 A — (4) Collecteur au boîtier — (5) 25 ° C T_{AMB} — (6) C_{12E}

APPLICATIONS RECOMMANDÉES

RADIO

Étages RF	FM AF 114 - AF 124 - AF 102 AM AF 115 - AF 125	Étages d'entrée RF AM Auto Radio	BF 115 - AF 185
Oscillateur	FM AF 115 - AF 125	Préamplificateurs et attaque audio-fréquences	AC 125 - AC 126
Mélangeurs	AM 26 MHz AF 115/AF 125 16 MHz AF 116/AF 126 10 MHz AF 117/AF 127	Push pull classe B	2xAC 132 - 2xAC 128
FI	FM BF 115 - AF 116/AF 126 AM AF 117/AF 127	Push pull complémentaires PNP-NPN	AC 127/AC 132 AC 127/AC 128 AC 176/AC 128 AD 161/AD 162

TÉLÉVISION

UHF AF 139 - AF 186	FI non commandée BF 168 - AF 179
VHF commandée AF 180	Vidéo BF 109
VHF non commandée AF 178	Blocking AC 128
FI commandée BF 167 - AF 181	Comparateurs AC 130

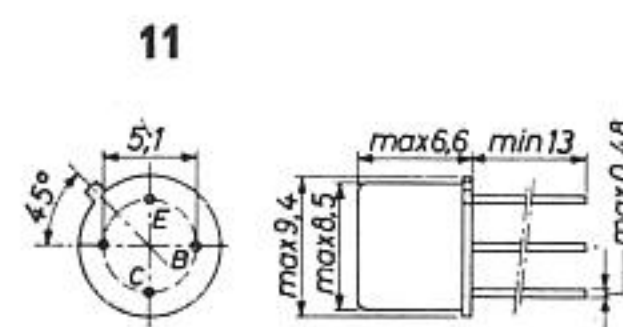
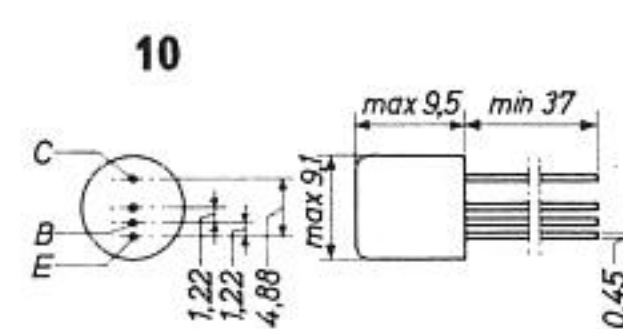
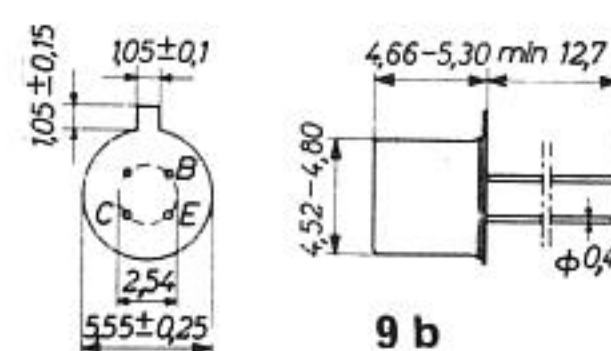
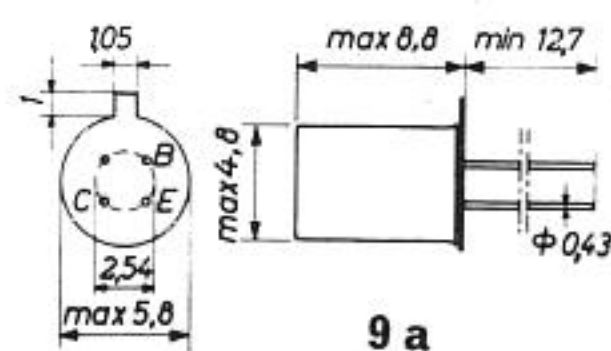
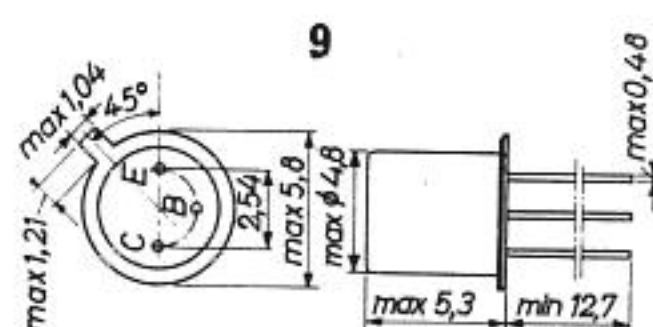
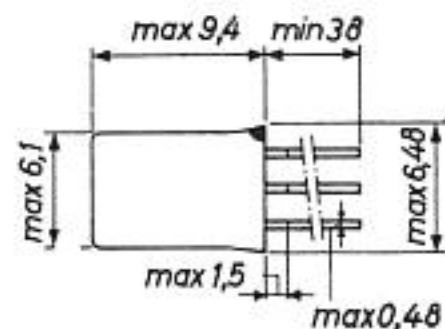
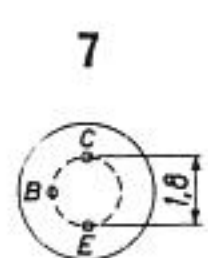
TECHNOLOGIE

A : Alliage

M : Mesa

AD : Alliage diffusion

P : Planar



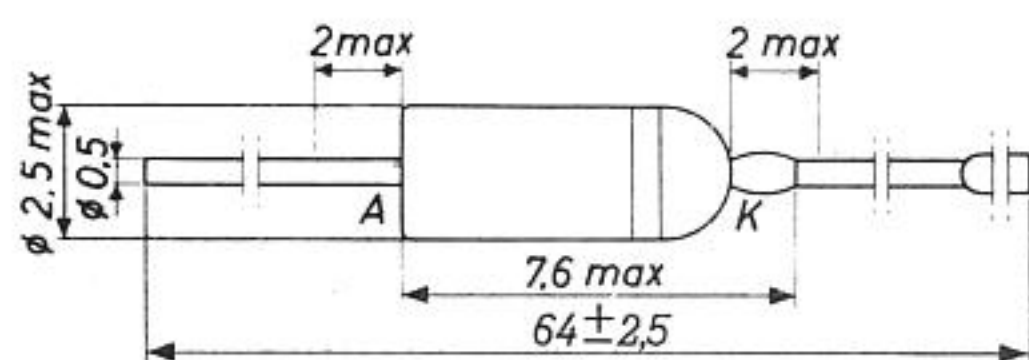
DIODES ET REDRESSEURS

POUR RADIO ET T.V.

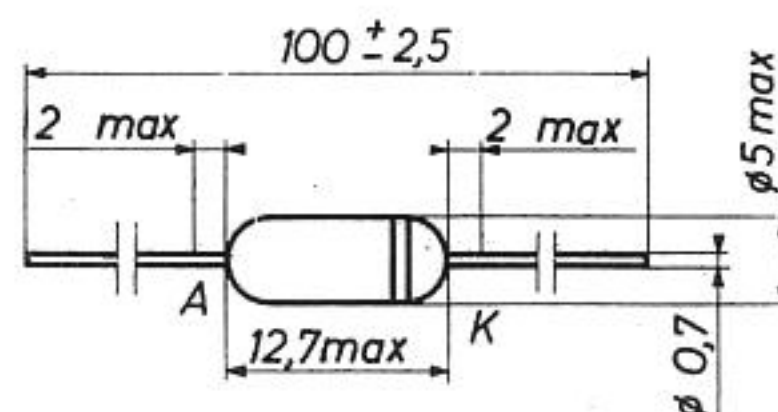
DIODES A POINTE							GERMANIUM	
TYPE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)			CARACTÉRISTIQUES A 25 °C			Cotes d'encom- brement (voir fig.)	APPLICATIONS
	V _R max (V)	I _r max (mA)	I _F accidentel (Is) (mA)	V _F à I _F = 10 mA (V)	I _R (μA)	V _R (V)		
AA 119	30	35	200	1,5	35	30	1	Miniature - Détection radio
OA 70	15	50	400	1	60	15	2	Détection radio et vidéo
OA 79	30	35	200	1,50	60	30	2	Détection radio
2 OA 79								Détecteurs de rapport
OA 81	90	50	500	1,40	75	100	2	Détection radio
OA 85	90	50	500	1,15	75	100	2	Détection radio
OA 90	20	8	200	1	90	20	1	Miniature — Détection radio et vidéo
OA 91	90	50	500	1,2	75	100	1	Détection radio - Usages généraux
OA 95	90	50	500	1	80	100	1	Miniature — Détection radio

DIODES A JONCTION							SILICIUM	
TYPE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)			CARACTÉRISTIQUES A 25 °C			Cotes d'encom- brement (Voir fig.)	APPLICATIONS
	V _R max (V)	I _F max (mA)	I _F accidentel (I _s) (mA)	V _F à I _F = 10 mA (V)	I _R (μ A)	V _R (V)		
BA 100	60	90	200	0,75	10	60 (2)	1	Miniature — Usages généraux
BA 114		20		V _F à I _F = 0,2 mA > 0,5 V V _F à I _F = 3 mA < 0,8 V			1	Stabilisation de push pull

DIODES A VARIATION DE CAPACITÉ							SILICIUM		
TYPE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)			CARACTÉRISTIQUES A 25 °C			Cotes d'encom- brement (Voir fig.)	APPLICATIONS	
	V _R max (V)	I _F max (mA)	I _F accidentel (I _s) (mA)	V _F à I _F = 10 mA (V)	I _R (μA)	V _R (V)			
BA 102	20	C (à V _R = 4V) = 30 pF				5	20 ⁽³⁾	1	Variation de capacité VHF
BA 109	20	C (à V _R = 4V) = 30 pF				5	20 ⁽³⁾	1	Variation de capacité UHF



1



2

REDRESSEURS							SILICIUM	
TYPE	VALEURS A NE PAS DÉPASSER (Limites absolues)			CARACTÉRISTIQUES A 25 °C			Cotes d'encom- brement (Voir fig.)	APPLICATIONS
	V _R max (V)	I _F max (mA)	I _F accidentel (I _s) (mA)	V _F à I _F = 10 mA (V)	I _R (μA)	V _R (V)		
BY 100S	800 (1)	0,45 A	1250	0,9 (6)	15	800 (1)	3	Redresseur TV — 250 V
BY 114	450 (1)	0,45 A	650	0,9 (6)	15	450 (1)	3	Redresseur TV — 127 V
● BY 118	300	5 A	—	1,2 (1)	100	300	4	Récupération TV
● BY 122	60	0,8 A	120	3,4 (1)	20	60	5	Ensemble redresseur en pont
● BYX 10	800 (1)	0,20 A	1600	1,6 (3)	1	1600	6	Récupération TV

● Nouveau type (1) Pour $I_F = 2$ A (2) $T_a = 60^\circ$ C (3) $T_a = 80^\circ$ C (4) $T_a = 125^\circ$ C (5) Valeurs de crête (6) Pour $I_F = 1$ A
7) Pour $I_F = 14$ A (8) Pour $I_F = 3$ A (9) Pour $I_F = 1,5$ A

TABLEAU DES EMETTEURS FRANÇAIS FM - AVRIL 1965

EMETTEURS		Puissance du ou des émetteurs kW	FRANCE CULTURE		FRANCE MUSIQUE		INTER VARIETES	
			Fréq.	Canal	Fréq.	Canal	Fréq.	Canal
AURILLAC	Labastide du Haut Mont	2	98.0	37	94.5	25	91.9	16
BASTIA	Serra di Pigno	2	93.9	23	95.9	29	89.2	7
BESANCON	Lomont	2	97.7	36	92.9	20	90.0	10
BORDEAUX	Eouliac	2	89.7	9	93.5	21	98.1	37
BOURGES	Neuvy-Deux-clochers	12	94.9	26	91.8	16	88.5	5
BREST	Roc-Tredudon	12	89.4	8	93.0	20	97.8	36
CAEN	Mont-Pinçon	12	91.5	15	95.6	29	99.6	42
CARCASSONNE	Pic de Nore	12	96.5	32	90.9	13	88.3	4
CLERMONT-FD	Puy-de-Dôme	2	90.4	11	95.5	28	98.4	38
DIJON	Nuits-St-Georges	2	99.2	41	95.9	30	93.7	22
GEX	Mont-Rond	2	89.6	9	96.7	32	94.4	25
GRENOBLE	Chamrousse	2	99.4	41	91.8	16	88.2	4
LE MANS	Mayet	12	97.0	33	92.6	19	89.0	7
LILLE	Bouvigny	12	98.0	37	88.7	6	94.7	26
LIMOGES	Les Cars	12	93.0	20	97.5	35	89.5	8
LYON	Mont-Pilat	12	88.8	6	92.4	18	99.8	43
MARSEILLE	Grande Etoile	12	99.0	40	94.2	24	91.3	14
METZ	Luttange	12	94.5	25	89.7	9	99.8	43
MEZIERES	Sury	2	95.8	29	90.1	10	93.5	21
MULHOUSE	Belvédère	12	88.6	5	91.6	15	95.7	29
NANTES	Haute Goulaine	12	94.2	24	90.6	12	98.9	40
NIORT	Maisonnais	12	96.4	31	91.1	14	99.4	41
PARIS	Tour Eiffel	12	97.6	35	90.3	11	93.3	21
REIMS	Hautvillers	12	98.9	40	89.2	7	96.8	33
RENNES	Saint-Peru	12	98.3	38	89.9	10	93.3	21
ROUEN	Les Essarts	12	94.0	23	92.0	17	96.5	32
SAINT-RAPHAEL	Pic de l'Ours	2	88.7	6	99.6	42	96.3	31
TOULON	Cap Sicié	2	89.6	8	97.1	34	94.9	26
TOULOUSE	Pic du Midi	2	95.7	29	91.5	15	87.9	3
TROYES	Les Riceys	12	95.3	28	91.4	15	97.9	36
VANNES	Landes de Lanvaux	2	88.6	5	96.0	30	91.8	16
AMIENS		0.05	—	—	—	—	95.9	29
ANGERS		0.05	—	—	—	—	93.2	20
BAYONNE		0.05	91.0	13	—	—	—	—
CANNES		2	88.7	6	99.6	42	—	—
COLMAR		0.05	—	—	—	—	91.0	13
MULHOUSE		0.05	—	—	—	—	87.9	3
NANCY		0.25	—	—	96.9	33	—	—
REIMS		0.05	—	—	—	—	97.4	35
SAINT-QUENTIN		0.05	—	—	—	—	87.9	3
STRASBOURG		2	87.7	2	95.0	27	—	—
TOULOUSE		0.25	—	—	90.3	12	—	—

LA FM ET LES POSTES RECEPTEURS AUTO-RADIO

(voir page 4)

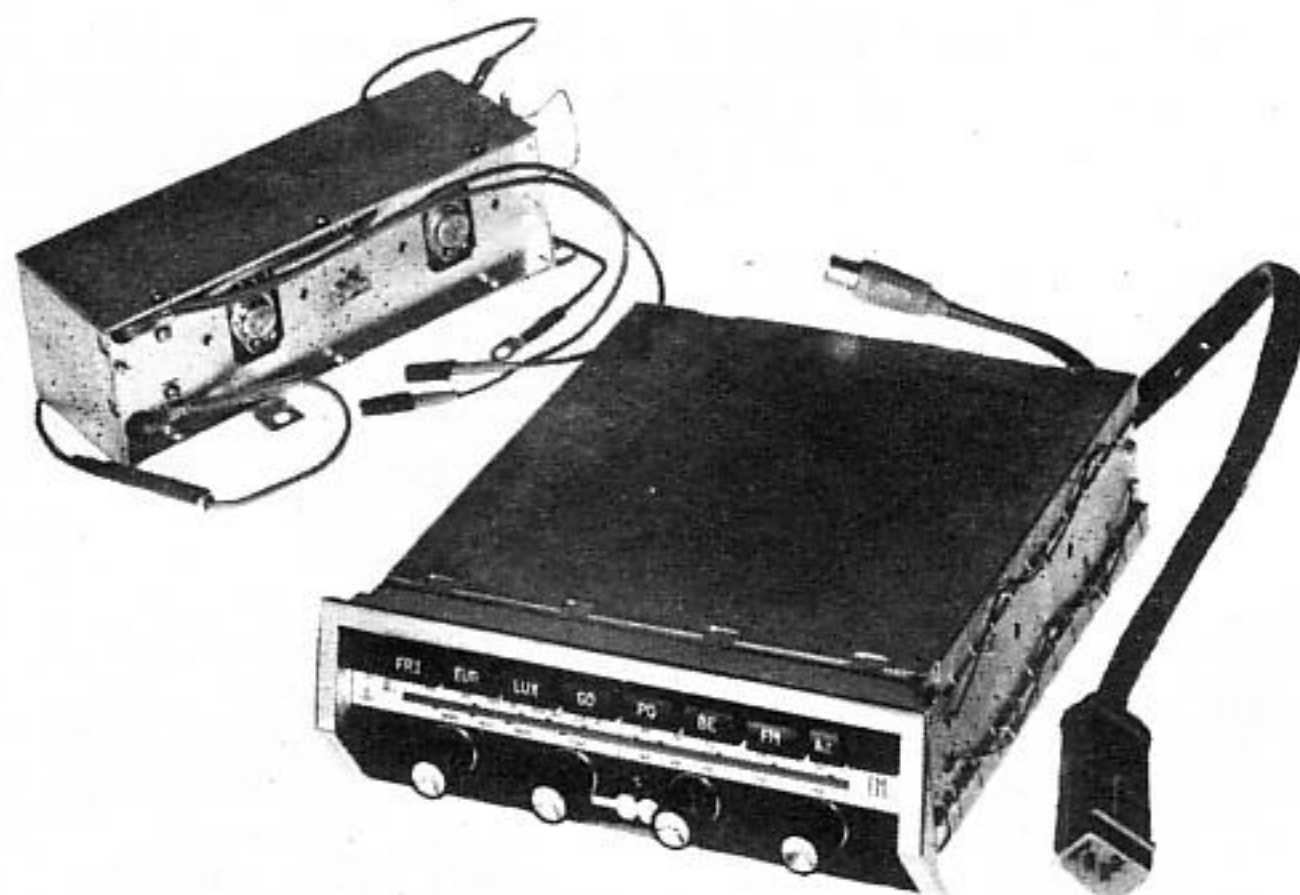


Fig. 3 - Le récepteur et, à gauche, le coffret d'alimentation (12 V).

Ceci améliore l'intelligibilité des émissions parlées, surtout en présence de bruit ambiant.

6) Conçu pour les véhicules du haut de la gamme Citroën, vendu par les Succursales, Concessionnaires et Agents Citroën, le récepteur Radioën Hi-Fi a été réalisé par **Continental Edison** qui le construit dans son Usine de Puteaux. Il est également garanti par Continental Edison et son entretien est assuré par des Stations Services spécialisées.

7) Le prix du poste Radioën Hi-Fi est de 880 francs, nous dit le fabricant.

QUELQUES PRECISIONS TECHNIQUES

- Récepteur entièrement transistorisé (14 transistors + 9 diodes au germanium + 1 redresseur au silicium).
- 4 gammes d'ondes: PO - GO - BE - FM
- Clavier à 8 touches:
 - France I pré-réglé (FR. 1)
 - Europe I pré-réglé (EUR)
 - Radio Luxembourg pré-réglé (LUX)
 - Grandes Ondes (GO)
 - Petites Ondes (PO)
 - Bande Etalée en OC (BE)
 - Modulation de Fréquence (FM)
 - Contrôle automatique de Fréquence FM (AUT)
- 2 boutons séparés de recherche des stations:
 - 1 en AM
 - 1 en FM
- Alimentation: 12 volts.
- Puissance de sortie: 6 watts
- 2 haut-parleurs:
 - 1 à l'arrière sur la plage arrière (210 mm)
 - à l'avant sous le tableau de bord (10x180 mm)
- tonalité réglable graves - aigus
- dosage entre les deux haut-parleurs par un mélangeur placé à proximité du conducteur: 7 positions. Cela permet de doser l'ambiance sonore dans le véhicule d'une façon vraiment spectaculaire, comme nous l'avons constaté.
- L'antenne fouet est normalement fixée sur le toit.

G.G.

Informations

AMORCAGE d'ARC a DISTANCE par LASER

Le Centre de Recherches de la Compagnie Générale d'Electricité vient de présenter à la Foire de Hanovre 1965, une des premières applications des lasers en électrotechnique courants forts: il s'agit de l'amorçage à distance d'arcs électriques à haute tension.

Rappelons qu'un arc électrique jallit entre deux éclateurs, soit lorsque la différence de potentiel dépasse un certain seuil dit tension d'amorçage, soit lorsque l'on abaisse la rigidité diélectrique de l'isolant (solide, liquide, air ou autre gaz) se trouvant entre les éclateurs. Les techniques généralement utilisées jusqu'à ce jour font appel essentiellement au premier principe; elles ont principalement pour inconvénient de présenter des fluctuations importantes du retard à l'amorçage.

L'amorçage d'arc par laser découle du second principe. En effet, après avoir chargé les éclateurs à une tension de 10 à 20% inférieure à la tension d'amorçage, on envoie dans l'espace les séparant, une impulsion de lumière cohérente émise par un laser à rubis ou à verre dopé un néodyme. Le passage du faisceau laser abaisse la rigidité diélectrique de l'isolant, ce qui provoque l'amorçage de l'arc électrique, avec un retard de valeur connue, (quelques nanosecondes).

Ce nouveau procédé ne demande l'intervention d'aucune liaison électrique ou mécanique entre le dispositif de commande et le circuit commandé; de plus, le faisceau laser étant peu affaibli lors de son parcours dans l'air approprié, celle-ci peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

De nombreuses utilisations d'un tel dispositif sont actuellement envisagées, et en particulier:

- installations de laboratoire pour essais à très haute tension; il est possible:
- d'effectuer la commande synchrone du déclenchement des différents étages des générateurs d'ondes de choc; rappelons que ces appareils, dont certains délivrent des tensions de plusieurs millions de volts, permettent entre autres de simuler les effets de la foudre sur les appareils électriques.
- d'utiliser ce nouveau dispositif dans la méthode synthétique d'essais des disjoncteurs grâce à la très grande précision de fonctionnement dans le temps qui le caractérise.
- de superposer à un instant précis une onde de choc à une tension alternative, par exemple pour l'essai de parafoudres.
- recherches sur les plasmas: ce procédé permet d'introduire des décharges de très grande intensité (plusieurs millions d'ampères) dans les circuits chargés sous des tensions d'une centaine de milliers de volts, en vue de la production de plasmas à haute température; par ailleurs, les caractéristiques de rapidité et de précision de fonctionnement dans le temps offrent également la possibilité de synchroniser des opérations liées à l'expérience principale telles que production de champs magnétiques intenses, commande d'ensembles de mesure, d'enregistrement, de contrôle, etc.

Un microscope grossissant 10 millions de fois

La firme britannique 20th Century Electronics Ltd vient de mettre au point un microscope à champ d'ions qui permet un grossissement de dix millions de fois. Il permet d'observer pour la première fois un atome séparé d'une pièce de métal.

Mis au point par un groupe de savants britanniques après cinq ans de travaux, ce microscope permet d'observer et de photographier les imperfections dans le graphite et le silicium, ainsi que dans les alliages métalliques.

Le grossissement de dix millions de fois est nettement supérieur au grossissement de 250 000 fois des microscopes électroniques.

L'échantillon que l'on veut analyser est monté sur l'extrémité d'une pointe ne mesurant qu'un millionième de millimètre de rayon. On y applique une tension électrique positive de 5 à 20 000 volts. Cela engendre un champ électrique élevé à la surface de l'échantillon, qui est placé dans un système à vide.

Un gaz visible est alors envoyé dans le tube à vide et ionise au-dessus des atomes de l'échantillon. Il est ensuite possible de projeter sur un écran une image grossie à dix millions de fois, que l'on peut photographier.

Si on élève le champ électrique au-dessus de l'atome, il est possible d'arracher les atomes du milieu de la surface de la pièce observée, ce qui rend possible une étude de la configuration atomique, et de la répartition sur trois dimensions.

Ce microscope est particulièrement utile dans les industries nucléaires et aéronautiques.

Troisième édition

LA NOUVELLE PRATIQUE DES MAGNÉTOPHONES

Conception - Réalisation - Mise au point
Service



300 pages

Nombreux schémas et plans



19 F 50 port compris

Editions CHIRON, 40, rue de Seine, Paris
C. C. P. Paris 53-35

Les spécialistes du monde entier seront à Paris

du
9 au 19
Septembre
1965



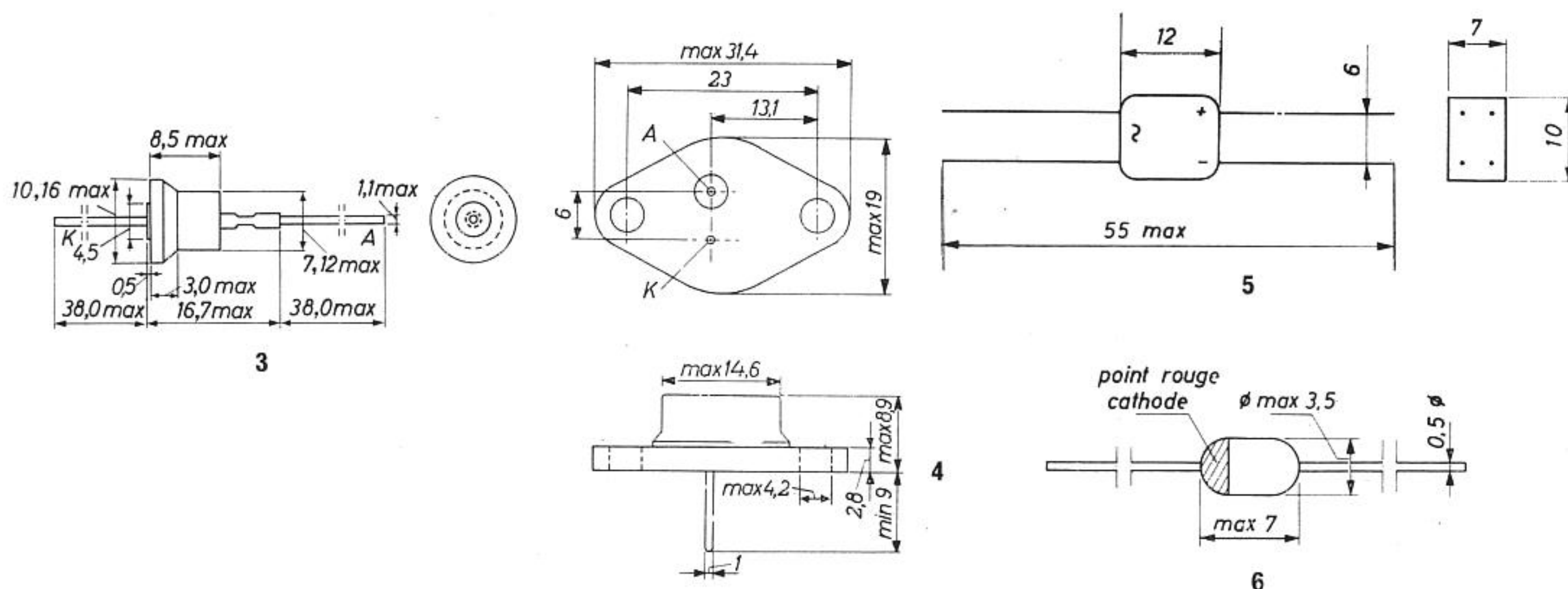
pour le

SALON INTERNATIONAL RADIO TÉLÉVISION

La seule grande confrontation mondiale :
l'ensemble des appareils de radiodiffusion,
de télévision, d'enregistrement
et de reproduction
produits par l'élite
des constructeurs internationaux.

La participation de l'O.R.T.F.,
qui réalise sur place
dans des studios spécialement équipés,
des émissions de radio et de télévision
avec le concours de vedettes internationales.

RENSEIGNEMENTS S.D.S.A.
16, RUE DE PRESLES, PARIS 15^e - TÉL. 273.24.70



NOTES GENERALES SUR L'EMPLOI DES SEMICONDUCTEURS

Grâce à la simplicité de leur structure, les transistors présentent une longue durée de fonctionnement, telle qu'elle peut être considérée pratiquement comme indéfinie. Cela fut tout de suite l'opinion générale au début de leur production. Les données de fait, aujourd'hui disponibles, font que cette affirmation peut être considérée en grande partie exacte.

Les causes les plus communes de détérioration sont rarement spontanées et lorsqu'elles se manifestent, cela arrive après une période de temps relativement longue, c'est-à-dire égale à plusieurs milliers d'heures de fonctionnement. Les causes non spontanées peuvent, par contre, être dues — par exemple — à l'augmentation graduelle du courant de saturation (égal au courant du collecteur lorsque le courant de base est nul).

Si, d'une part, les circuits à autopolarisation et ceux à polarisation fixe éliminent en partie cet inconvénient, d'autre part des mesures similaires présentent un désavantage soit pour le rendement soit pour l'amplification. Dans un circuit d'amplification, la polarisation de la base diminue la possibilité d'amplification et, en outre, au fur et à mesure qu'on s'approche de la limite de polarisation automatique, on a une remarquable augmentation de la distorsion.

Une autre source de détérioration des transistors est la haute température. En augmentant celle-ci, le courant statique augmente déterminant une augmentation de l'effet thermique sur la jonction du collecteur. Cela augmente à son tour le courant statique naturel du transistor: ainsi le courant circulant atteint progressivement une valeur telle, qu'il amène pratiquement la destruction du transistor.

Afin d'éviter ces inconvénients, on emploie souvent une résistance de valeur relativement basse en série avec l'émetteur; cette résistance a une fonction analogue à celle de la résistance cathodique dans les lampes, et limite l'intensité du courant à une valeur de sûreté.

Bien que les transistors ne nécessitent pas un fonctionnement sous vide, ils doivent être toutefois hermétiquement scellés. La présence de vapeur d'eau contaminerait immédiatement une jonction mal protégée; on a vu que le courant de saturation peut atteindre une valeur 100 fois plus grande que celle normale (valeur que l'on a en présence d'air absolument sec) si le taux d'humidité ambiante augmente de 50%.

Les semiconducteurs possèdent, en général, une capacité thermique plus ou moins basse et peuvent même être facilement endommagés par des surcharges de brève durée. Il est donc nécessaire de contrôler les liaisons et les polarités des tensions avant de fermer l'interrupteur d'alimentation.

Les différentes composantes du circuit et les éléments semiconducteurs même ne doivent pas être insérés ou débranchés lorsque l'alimentation est branchée. Cela pour éviter que se vérifient des dangereux phénomènes transitoires (par exemple, la décharge d'un condensateur) qui pourraient endommager les éléments mêmes.

Il est nécessaire en outre, pendant le montage et la mise au point du circuit, de prendre des précautions spéciales. Par exemple, un court-circuit accidentel, entre la base du transistor et la source d'alimentation, peut provoquer la circulation d'un courant de collecteur tel qu'il compromet irrémédiablement le fonctionnement du transistor.

L'élément semiconducteur peut être quelque fois endommagé, si pour souder une borne à la masse, on emploie un soudeur électrique qui ne soit pas lui-même lié à la masse.

L'isolement entre le réchauffeur et la pointe soudeuse n'est pas, en effet, suffisant pour éviter que l'élément soit endommagé par un éventuel courant circulant en lui. Il est, en outre, important d'assurer (pour les diodes et les transistors de puissance) un contact étroit entre le boîtier métallique et le radiateur, afin de garantir une dissipation de chaleur suffisante.

— LES FOURNISSEURS DE VOTRE MATERIEL —

ELECTRONIQUE MONTAGE

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

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

CIBOT RADIO

1 à 3, RUE DE REUILLY - PARIS 12^e
TEL. : DID. 66-90
TOUT L'OUTILLAGE
POUR L'ÉLECTRONIQUE
Catalogue complet de pièces détachées : 5 F

Catalogue de Kit
Ensemble de pièces détachées
Du poste à galène au téléviseur
EXPÉDITION A LETTRE LUE PARIS-PROVINCE

RADIO-BEAUGRENELLE

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

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



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

Comptoirs CHAMPIONNET

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

RETEXKIT

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

Demandez notre catalogue
sans engagement de votre part

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

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

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

- Lampes
- Transistors

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

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Radio-Télévision • Industrie • Télécommande
Chaines Haute Fidélité • Amplis • Tuners FM
GROS
RADIO-VOLTAIRE
GROSSISTE OFFICIEL "COPRIM TRANSCO"
GROSSISTE TUBES INDUSTRIELS "RADIOTECHNIQUE"
155, Avenue Ledru-Rollin, PARIS-12^e ROQ. 98-64
R. C. 5085-71 PARIS

EMY-RADIO

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

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

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

Magasins pilotes :
3, RUE LA BOËTIE - PARIS-8^e
9, BD ST-GERMAIN - PARIS-5^e

COGEREL

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

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

RÉALISEZ VOS
POSTES A TRANSISTORS
**LAMPEMETRE
SIGNAL TRACER**



**CONTROLEUR
UNIVERSEL**

Economie
Sécurité
Réussite
assurée
Pièces détachées, en ensembles
complets, ou séparées avec schéma
et plans très détaillés
Documentation CA - contre 1,20 F en timbres

TECHNIQUE SERVICE fermé le lundi
Métro Charonne
17, Passage Gustave-Lepeu, Paris-11 - Tél. : ROQ. 37-71

CENTRAL-RADIO

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

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

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

LE GRAND SPECIALISTE

des Petits Montages Récepteurs de Radio
et de la Radiocommande des Modèles Réduits.
- Ouvrages pour débutants -
Envoi du catalogue général contre 3 F
PERLOR-RADIO
16, R. Hérold, Paris (1^{er}) - Tél. CEN. 65-50

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

MONTAGES FACILES

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

Documentation complète c. 4,50 TP

Soc. **RECTA**
37, Av. LEDRU-ROLLIN - PARIS-12^e

NORD RADIO

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

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

139, RUE LA FAYETTE, PARIS-10^e

Tél. TRUdaine 89-44 - Autobus et Métro : GARE DU NORD

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