

D'une façon générale, les règles suivantes sont observées lors du contrôle des tensions sur les transistors :

a) Vérifier si la polarité et les diverses tensions appliquées à la base, au collecteur et à l'émetteur sont correctes ;

b) Un potentiel de base anormal signifie généralement une défectuosité dans le circuit ou les composants de cette électrode ;

c) Un circuit d'émetteur « ouvert » provoque la suppression de la polarisation dans le sens direct entre émetteur et base ;

d) Un circuit de collecteur « ouvert » détermine la mesure d'une même tension sur l'émetteur et sur le collecteur ;

e) Un transistor (défectueux) présentant un courant de fuite collecteur-émetteur élevé provoque un courant collecteur anormalement important pouvant diminuer ou inverser la polarisation dans le sens direct entre émetteur et base.

★

Lors de mesures ou d'essai sur un appareil en fonctionnement, il faut éviter les courts-circuits aux électrodes des transistors, notamment entre base et collecteur. Une fiche de test qui glisse, une pince crocodile qui se décroche, il n'en faut pas davantage pour provoquer de tels courts-circuits.

N'effectuer jamais des soudures sur des circuits sous tension. Ne pas employer un fer à souder de trop grande puissance ; 20 à 30 watts sont des maxima. Attention au rayonnement thermique sur les transistors voisins. Les transistors n'aiment pas la chaleur ; même s'ils ne sont pas détériorés, leurs caractéristiques risquent d'être modifiées. Il est donc plus prudent de les retirer de leur support.

Certains récepteurs à transistors comportent un indicateur d'accord. Il s'agit généralement d'un microampèremètre (de déviation totale 400 μA et résistance interne de l'ordre de 300 Ω) et qui se monte dans un circuit de collecteur ou d'émetteur d'un transistor MF soumis à la C.A.V., ou dans le circuit de détection (voir la revue « Le Haut-Parleur », n° 1105). Selon le montage de ce microampèremètre, et notamment s'il est shunté ou non, la coupure de son bobinage interne peut provoquer des perturbations dans le fonctionnement du récepteur.

Attention aux confusions possibles entre base, émetteur et collecteur lors du changement d'un transistor. Ceci est à vérifier soigneusement avant l'application du courant de la pile.

Attention aussi à la tension de la pile ou de la batterie cadmium-nickel d'alimentation. Ne jamais utiliser une pile de tension supérieure à la tension pour laquelle a été prévu l'appareil. Surveiller également la tension délivrée s'il s'agit d'un bloc d'alimen-

tation par le secteur. Dans les deux cas, attention à la polarité : une inversion de polarité d'une fraction de seconde se traduit généralement par la destruction de tous les transistors !

Des pannes assez inattendues peuvent être dues à des oxydations. Des points d'oxydation peuvent se produire un peu partout : sur les bobinages, les condensateurs, les résistances, les potentiomètres, les contacteurs, le câblage imprimé, provoquant des fuites, des faiblesses, des grésillements, des coupures ou des courts-circuits. Ces oxydations sont provoquées par les réactions chimiques des piles et le dégagement de ces dernières lorsqu'elles sont insuffisamment étanches. Il faut donc déceler la ou les traces d'oxydation fautives, nettoyer soigneusement si le mal n'est pas trop conséquent, ou remplacer purement et simplement les organes attaqués.

Il ne faut surtout pas laisser séjourner des piles usagées à l'intérieur d'un récepteur, notamment si l'on n'utilise pas l'appareil durant une assez longue période (par exemple à la fin des vacances... jusqu'aux vacances prochaines).

Pour la mesure des tensions, utiliser un voltmètre ayant une résistance interne d'au moins 10 000 Ω/V . Une résistance de 20 000 Ω/V est préférable. Mais l'idéal reste le voltmètre électronique.

Lors du changement éventuel des condensateurs du type électrochimique, bien respecter la polarité de ces organes. Connectés à l'envers, ces éléments miniatures claquent aisément... d'où, court-circuit, suivi de la destruction probable du transistor correspondant.

D'une façon générale, ne jamais travailler sur un circuit, le récepteur étant sous tension. Pas de coupure de circuit, pas de soudage ou de dessoudage, d'essai provisoire, de mise en parallèle d'autres condensateurs, etc., sans avoir coupé l'alimentation du récepteur. En effet, il risquerait alors de se produire des surtensions, des extra-courants, des modifications brutales d'intensité, etc., pouvant entraîner la mort instantanée d'un ou plusieurs transistors.

Au fur et à mesure de la pratique du dépannage des récepteurs à transistors, on s'apercevra vite que la majorité des pannes de ces appareils, soit non-fonctionnement, soit faiblesse, soit déformations, est généralement due à un « *point de fonctionnement* » défectueux d'un ou de plusieurs transistors, c'est-à-dire à une polarisation incorrecte de la « base ». Cela peut être dû :

— soit à l'une des résistances déterminant cette polarisation dont la valeur a varié ;

— soit à un courant de fuite d'un condensateur électrochimique de liaison (dans le cas des étages BF).

A propos des étages BF, le lecteur pourra également se reporter au chapitre XIII, § 1, numéros 44, 45 et 46, où une étude plus particulière sur ce sujet y est développée.

Présentement, on peut dire que tous les récepteurs à transistors sont réalisés sur plaquette imprimée. Nous verrons les dispositions particulières à prendre avec ces circuits dans un instant ; mais on sait déjà comme il est difficile de « lire » une plaquette imprimée, de « suivre » un tel câblage. Aussi, pour de tels dépannages, la documentation technique du constructeur (avec schéma) se rapport à l'appareil est d'une utilité incontestable ; elle n'est peut-être pas indispensable, mais elle apporte sûrement un gain de temps très important. De telles documentations (lorsqu'elles sont bien faites) donnent des renseignements intéressants, voire indispensables ; indiquent les points capitaux à surveiller, fournissent des indications précises sur les mesures à effectuer en ces points et sur la valeur des grandeurs mesurées : résistances, intensités et tensions.

Bien entendu, la méthode de dépannage dite « signal tracing », et notamment le procédé employant le « multivibrateur », est tout à fait applicable aux récepteurs à transistors (voir chapitre XII).

LES CIRCUITS IMPRIMÉS

La difficulté des travaux de dépannage sur les appareils à transistors est encore accrue du fait de la miniaturisation de ces récepteurs et de l'utilisation des plaquettes imprimées avec lesquelles il est peu commode de suivre un circuit, une connexion ; une erreur est vite faite. Il faut du temps, de la patience, et surtout de l'attention dans son travail. Une plaquette de circuits imprimés est rarement endommagée. On ne trouve que quelques mauvaises soudures, facilement décelables en donnant quelques petits chocs ou en opérant quelques *légères* pressions de-ci de-là sur la plaquette avec un crayon par exemple. S'il s'agit d'une coupure du circuit proprement dit, il est aisé d'en assurer la continuité en déposant une trace d'étain à l'aide d'un fer à souder. Quant aux organes tels que condensateurs ou résistances, ils peuvent être soudés, soit directement sur le circuit imprimé, soit sur des cosses rivées prévues à cet effet (selon le mode de fabrication). Lorsque le circuit imprimé proprement dit semble assez mince et fragile, il est préférable de souder le nouvel élément aux fils de l'organe défectueux préalablement sectionnés à la pince coupante, et non directement sur ledit circuit imprimé

(voir figure VI - 21). De toutes façons, ne pas employer un fer trop puissant (une trentaine de watts suffit) afin de ne pas endommager la plaquette isolante servant de support.

Le bout de la panne du fer doit être conique ou pyramidal afin de ne chauffer que le point intéressé.

Ne jamais utiliser de pâte à souder ou autres décapants acides sous peine d'endommager irrémédiablement le câblage et la plaquette isolante-support.

Employer comme soudure, un alliage à point de fusion assez bas : 60 % d'étain et 40 % de plomb avec âme de résine.

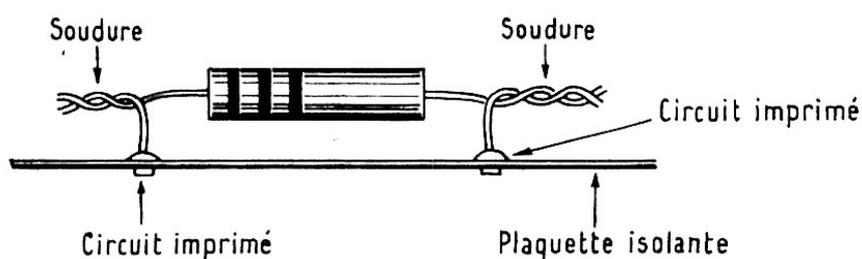


FIG. VI-21

Lors de la recherche d'une coupure sur une plaquette de circuits imprimés, on peut procéder soit par observation des variations de tension du circuit considéré, soit en utilisant l'ohmmètre, et ceci, nous l'avons dit, en soumettant la plaquette à de très légères flexions en tous sens. Nous disons bien : *très légères*. En effet, en opérant des torsions ou des pressions excessives sur la plaquette, on risque de provoquer de nouvelles ruptures.

Il en va de même lorsqu'on doit monter un nouvel organe, glisser un outil, déplacer un élément ; aucune flexion exagérée ne doit être opérée sur la plaquette sous peine de rupture du circuit imprimé.

En outre, fort souvent, ces coupures qui ressemblent plutôt à des fêlures, sont à peine visibles à l'œil nu ; une bonne loupe pourra éventuellement rendre de grands services.

Lorsqu'une plaquette imprimée est cassée, disons partiellement, le premier travail consiste à percer un trou de 2 mm à l'aide d'un foret à l'extrémité de la fêlure de façon à éviter qu'elle se propage plus loin : voir figure VI - 22. Ensuite, on peut glisser de la colle Scotch en tube à l'intérieur de la fêlure et laisser sécher 24 heures (en A).

Une autre solution consiste à percer deux petits trous de part et d'autre de la fêlure afin d'y passer un morceau de fil de laiton torsadé formant agrafe tout en resserrant la fêlure. Ce qui

ne dispense pas d'y glisser également de la colle, préalablement (fig. VI - 22, en B).

Lorsque la fêlure a entraîné la coupure d'une connexion imprimée (ou pour toute autre coupure de connexion imprimée, sans que pour autant la plaquette soit fêlée), on peut réparer en réunissant les deux extrêmités avec une « larme » de soudure

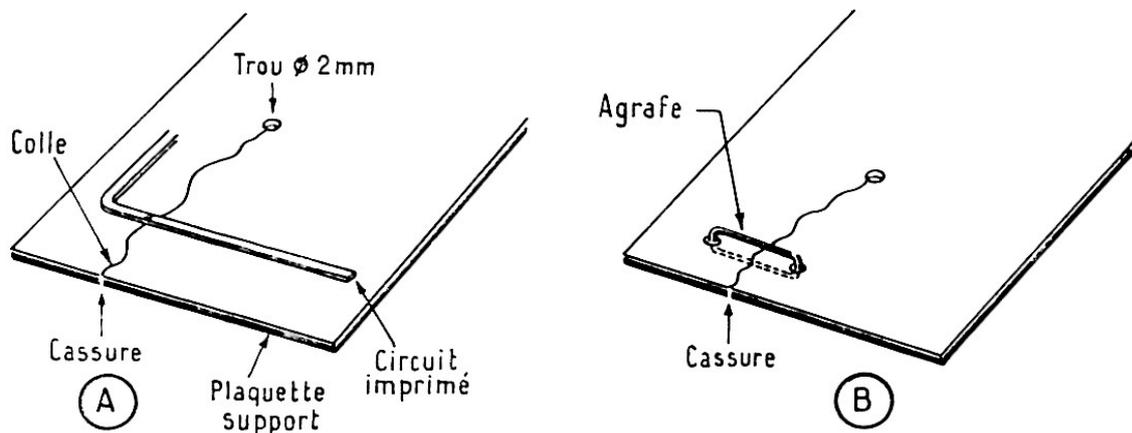


FIG. VI-22

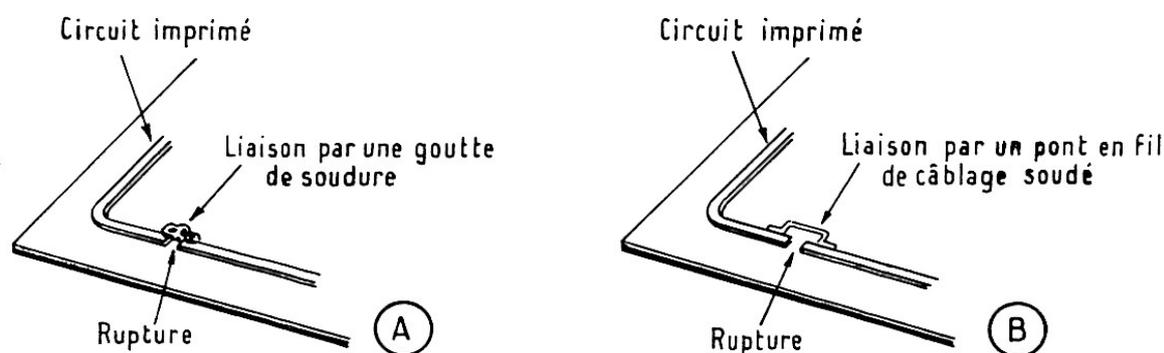


FIG. VI-23

coulée par dessus ; voir figure VI - 23, en A. Mais il est souvent préférable de rétablir la liaison en faisant un petit pont avec un morceau de fil de câblage ordinaire soudée à chaque extrémité. Lorsqu'il manque franchement une *partie* de circuit imprimé (section décollée, par exemple), c'est toujours ce dernier procédé qu'il convient d'employer (fig. VI-23, en B).

*
**

Que toutes ces règles et recommandations n'effrayent pas nos lecteurs... et surtout qu'ils ne déclarent pas comme ce commerçant radioélectricien observant perplexe un récepteur à transistor type poche de gilet : « Ça ne se répare pas... on en achète un autre ». Ne dites pas cela, ce serait avouer votre incompetence devant la clientèle !

Un récepteur à transistors est plus robuste qu'un poste à lampes en ce qui concerne les manipulations « mécaniques », les chocs... Par contre, il est plus fragile aux manipulations « électriques » et, en conséquence, plus délicat à dépanner. Il faut donc beaucoup plus de soin, de minutie et d'attention. Ne pas se laisser distraire, une fausse manœuvre est si vite faite ; un manque de précaution de quelques secondes peut avoir des suites fâcheuses. Mais un récepteur à transistors, quel qu'il soit : « Ça se répare ! ».

Nous l'avons dit au début de nos recommandations, et nous le répétons : n'enlevez pas ou n'introduisez pas un transistor dans son support, lorsque l'appareil est en fonctionnement. Il se produit alors souvent des variations courtes, mais brusques, d'intensité susceptibles de détériorer le transistor. Nous tenions à le répéter, car il nous a été donné d'observer maintes fois de telles manœuvres.

*
**

Un mot encore en ce qui concerne les *diodes à cristal*. Tout comme les transistors, les diodes à cristal n'aiment pas la chaleur. Or, elles se montent sans support ; on les soude directement dans le circuit par leurs fils de connexion. En conséquence, au moment des soudures, il faut serrer le fil de connexion de la diode dans une pince à becs plats, pince placée entre la diode et le point de soudure et qui évite la transmission de la chaleur ; maintenir la pince serrée encore quelques dizaines de secondes après l'exécution de la soudure.

Une diode à cristal peut également se vérifier à l'ohmmètre : faible résistance dans le sens de la conductibilité ; résistance excessivement élevée dans le sens de la non-conductibilité.

§ 7. — DEPANNAGE DES RECEPTEURS A GAMME FM

La recherche des pannes dans un récepteur avec gamme FM — ou plus spécialement dans un « Tuner FM » — se fait méthodiquement de la même façon que dans le cas d'un récepteur simple, ordinaire, pour la modulation d'amplitude. On pourra donc se reporter utilement à tout ce qui a été exposé depuis le début de ce chapitre. Néanmoins, les appareils récepteurs pour modulation de fréquence peuvent présenter quelques défauts spécialement dûs à la FM ou à l'utilisation des VHF (gamme de 88 à 100 MHz).

Nous prions le lecteur de bien vouloir prendre connaissance des notes de dépannage que nous indiquons au cours du chapitre VIII, § 4, « Mise au point et réglage des récepteurs à FM » (monophonie et stéréophonie).

CHAPITRE VII

Amélioration des récepteurs

§ 1. — MODERNISATION ET PERFECTIONNEMENT DES RECEPTEURS

A) Détection diode et antifading

Il existe encore en service de nombreux récepteurs anciens non munis de ces dispositifs. Le réglage du niveau sonore s'effectue manuellement par action sur la polarisation des tubes HF et MF par exemple ; la détection est opérée par un tube triode, ou tétrode, ou pentode, fonctionnant soit en détecteur grille, soit en détecteur plaque ; et bien entendu, ces récepteurs ne comportent pas de système antifading (CAV). Par des modifications simples, nous allons améliorer tout cela. Reportons-nous à la figure VII-1. En haut, nous avons schématisé la partie détection de l'un de ces anciens récepteurs ; nous avons : V_1 , tube amplificateur moyenne fréquence ; MF, dernier transformateur moyenne fréquence ; V_2 , tube triode détecteur par la plaque. Le schéma du récepteur à modifier pourra différer quelque peu de celui que nous indiquons ; mais cela n'a aucune importance, les modifications à apporter étant les mêmes.

Ces modifications sont montrées sur le schéma du bas de la figure VII-1.

La détection est opérée par un petit détecteur à cristal de germanium D, type 1N34, G5/4, ou OA50. Bien respecter les polarités indiquées. Cette détection diode est extrêmement commode si on la compare à l'utilisation d'une *lampe* diode pour laquelle il aurait fallu percer le châssis, mettre un support, etc. (et puis, il n'y a pas toujours la place !).

Aux bornes de la résistance R de détection, apparaissent :

1° Les signaux BF, appliqués au tube V_2 par l'intermédiaire du potentiomètre Pot ajustant le gain basse fréquence ;

2° La composante continue (tension négative) d'antifading.

Le tube V_2 ne fonctionne évidemment plus en détecteur, mais en amplificateur BF ; c'est la raison pour laquelle les valeurs des résistances de plaque et de cathode ont été modifiées. Les valeurs ne sont pas immuables ; elles sont fonctions

du type de tube employé en V_2 . Si ce tube est une tétrode ou une pentode, il convient également de modifier la résistance d'écran en conséquence.

Les deux cellules de découplage à résistance et capacité prévues sur la ligne de C.A.V. permettent d'appliquer l'antifading sur le retour de grille HF et sur le retour de grille MF. Pour cela, il suffit de dessouder les bases des bobinages de ces circuits

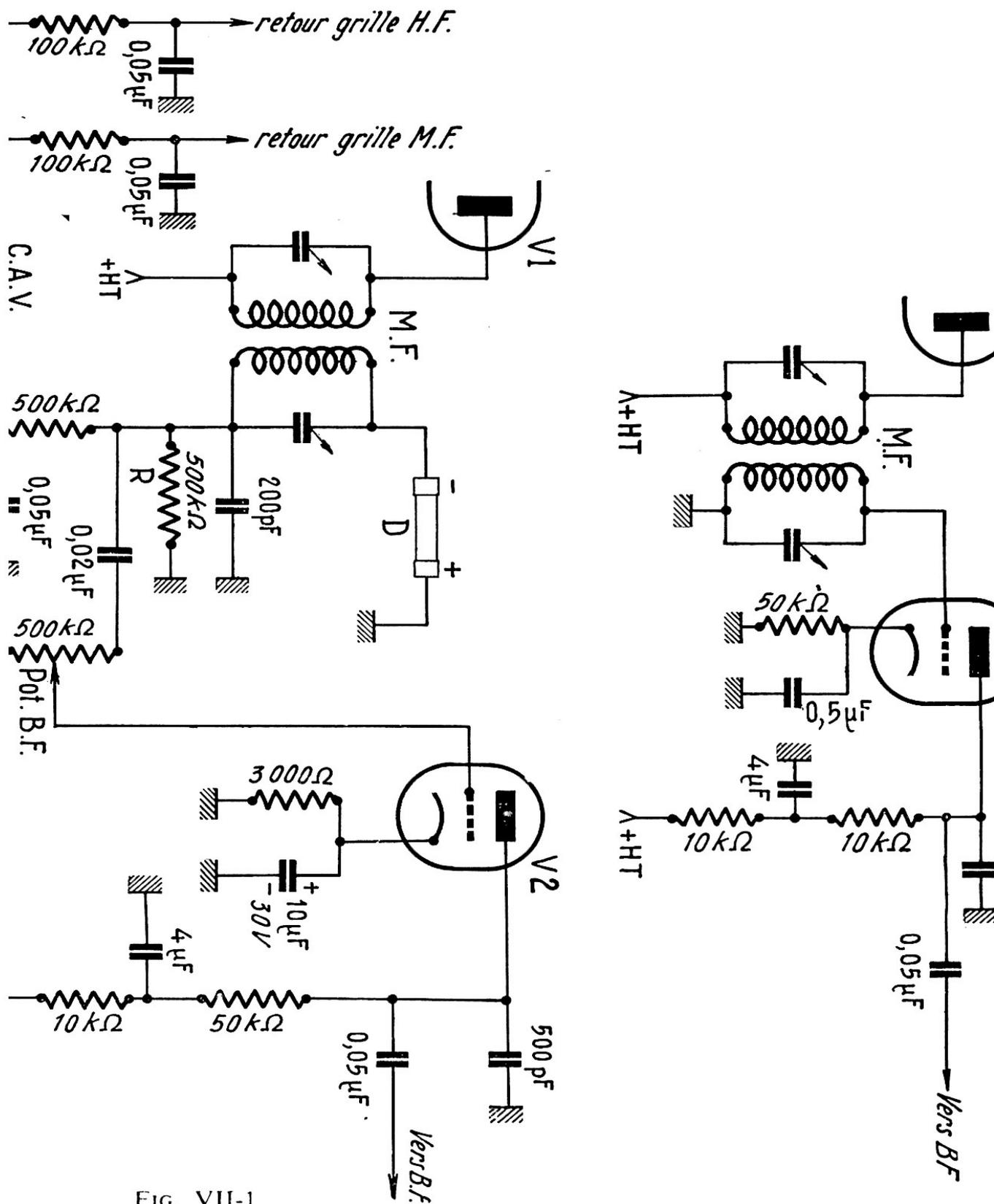


FIG. VII-1

qui, primitivement étaient connectées à la masse, et de les relier respectivement à chaque extrémité des cellules de découplage de la CAV.

On pourra laisser subsister, si on le désire, le potentiomètre réducteur de sensibilité primitivement prévu. Mais, on risque de ne pas savoir où mettre le potentiomètre Pot du réglage BF... sans nuire à la symétrie ou abîmer l'ébénisterie. Aussi le mieux est-il de supprimer le réducteur de sensibilité ; on relie ensemble les fils venant des cathodes d'une part, et allant à la masse d'autre part ; on s'assure que les tubes conservent bien leur polarisation de base respective (résistance cathodique fixe) ; et l'on installe le nouveau potentiomètre BF en lieu et place (châssis et ébénisterie) avec ses connexions adéquates.

Un de nos amis possédait un récepteur Ducretet type C7 (de 1932 !) avec lequel il était toujours obligé d'avoir le bouton « sensibilité-puissance » en main pour compenser les effets du fading. Nous avons effectué la modification ci-dessus ; il est enchanté, le niveau sonore se maintenant automatiquement à une valeur sensiblement constante.

B) Dispositif antiparasite

Nous ne voulons pas parler ici des cadres monoboucles, des ferrocadres et autres systèmes apportant une sélection en haute fréquence. Ces systèmes sont, en général, très bien et d'un branchement extrêmement facile ; il suffit de se référer à la notice du constructeur.

Ce sont des dispositifs antiparasites agissant vers le circuit détecteur dont nous voulons entretenir nos lecteurs. Il existe des montages limiteurs, étouffeurs, écrêteurs, etc., les plus divers et d'efficacité plus ou moins variée. Nous avons choisi un dispositif simple, peu coûteux à installer, sans mise au point à faire, et ce qui ne gêne rien, d'une efficacité antiparasite remarquable. Nous n'entrerons pas dans la description de son fonctionnement, ici ; nous dirons simplement qu'il fonctionne en étouffeur, et le lecteur plus curieux pourra se reporter à l'ouvrage *L'Emission et la Réception d'Amateur* de l'auteur.

Reportons-nous à la figure VII-2. En haut, nous avons représenté le dispositif de détection à double diode-triode le plus couramment utilisé : détection des signaux BF, CAV différée, et amplification de tension BF. Les deux dernières fonctions sont absolument inchangées ; la modification porte sur la charge de diode de la détection des signaux BF. Nous représentons cette modification sur la partie inférieure de la figure VII-2.

Le rôle d'étouffage au moment des impulsions parasites est tenu par le détecteur à cristal de germanium type 1N34

(ou G5/4, ou OA50). Ces cristaux sont extrêmement intéressants, car ils remplacent avantageusement un tube diode plus encombrant, nécessitant une tension de chauffage et obligeant à une perforation du châssis pour leur installation. L'action antiparasite peut être supprimée par fermeture de l'interrupteur Int.

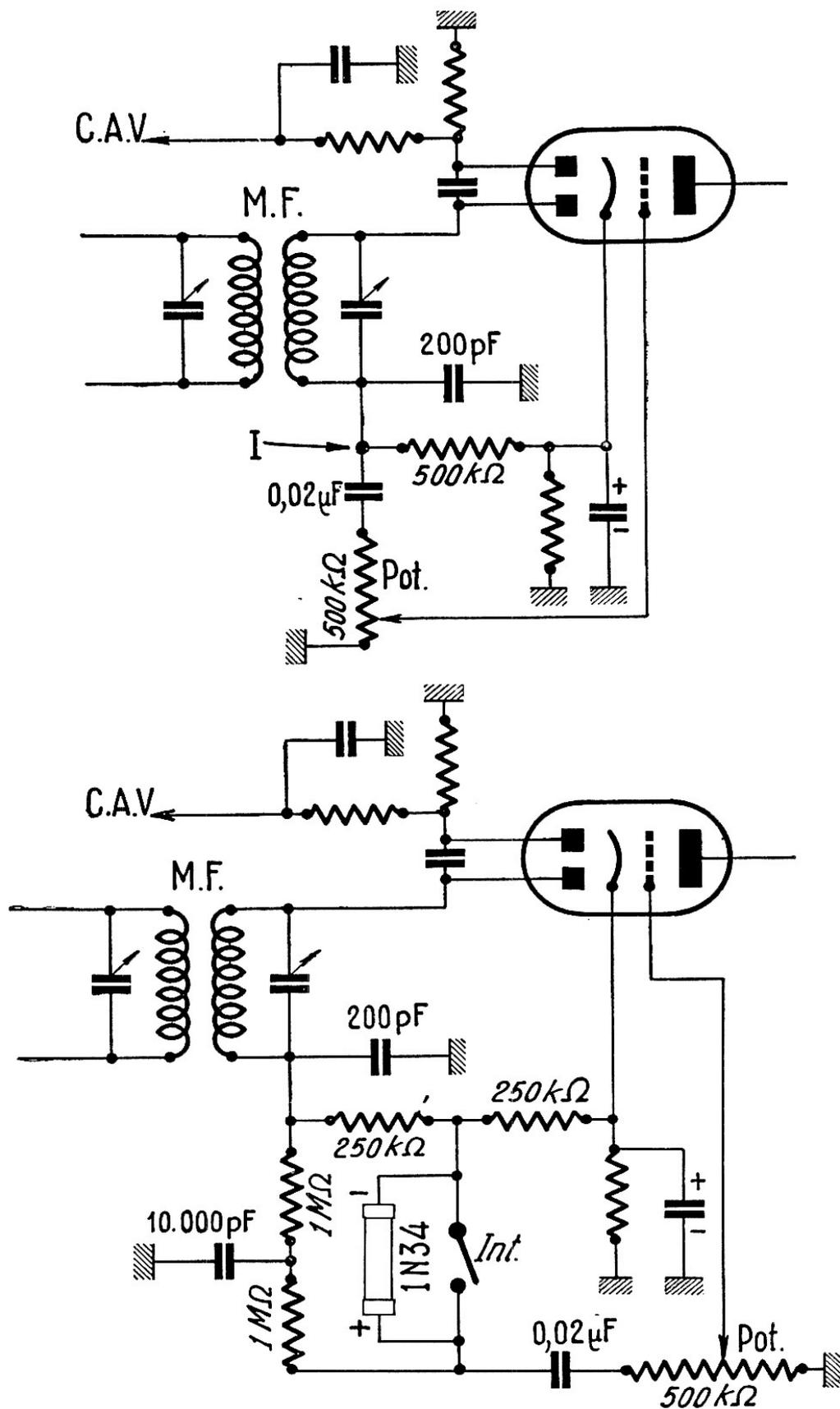


FIG. VII-2

Nous tenons à insister sur la remarquable efficacité de ce dispositif contre les impulsions parasites d'origine industrielle, *les craquements d'orage* (parasites atmosphériques), et les parasites dus au circuit d'allumage des automobiles sur les bandes ondes courtes. Par contre, ce dispositif est absolument inopérant contre le souffle parasite dû à une ligne de transport à haute tension voisine, par exemple. Ce qui revient à dire que le montage ne fait pas double emploi avec un cadre monoboucle, par exemple. En effet, ce dernier sortira vainqueur d'une lutte contre les parasites d'une ligne à haute tension, mais est inefficace contre les parasites atmosphériques (orages). Alors qu'il est exactement l'inverse pour le dispositif antiparasite proposé.

C) Adjonction des ondes courtes

Présentement, tous les récepteurs comportent au moins une bande d'ondes courtes, si ce n'est plusieurs. Mais il y a encore des récepteurs anciens qui ne comportent pas la gamme classique 19 à 50 m.

Nous laissons de côté la solution de l'adaptateur, solution très intéressante du point de vue rendement, mais peu *élégante* ; ce coffret placé dessus ou à côté du récepteur avec moult fils de liaison et commutations diverses est vraiment peu gracieux, il faut le reconnaître. De toutes façons, le client n'aime pas ça (même si techniquement parlant c'est la meilleure solution !).

Nous laissons de côté, également, la solution qui consiste à ajouter des bobinages accord et oscillateur séparés pour les ondes courtes, avec changement du contacteur pour avoir la position « OC » nécessaire, et *tutti quanti*... Nous avons vu des récepteurs modifiés selon cette technique ; sur dix modifications, une seulement avait été faite correctement ; les neuf autres équivalaient à un ravage ou à un massacre pur et simple.

Nous préconisons tout bonnement le remplacement des bobinages existants par un bloc de bobinages moderne comportant une ou plusieurs bandes OC selon le choix du client. Si la fréquence intermédiaire de sortie du bloc n'est pas la même que celle prévue sur le récepteur, il faudra évidemment changer les transformateurs MF également. Exemples : Si le récepteur a un canal moyenne fréquence prévu sur 472 kc/s, on pourra monter un bloc de bobinages établi pour cette fréquence intermédiaire. Si le récepteur, par contre, a un canal moyenne fréquence prévu sur 491 kc/s, on montera un bloc de bobinages standard établi pour fréquence intermédiaire de 455 kc/s et l'on changera les transformateurs MF contre un jeu à 455 kc/s également.

C'est à notre avis, la solution la plus élégante, la plus propre, la plus efficace et la plus économique... car actuellement, le matériel est moins cher que la main-d'œuvre.

On pourra même profiter de l'occasion pour proposer au client le remplacement du vieux cadran par un grand cadran glace moderne ; ce qui transformera complètement l'aspect du récepteur en lui redonnant le cachet du neuf !

Naturellement, faut-il encore que l'état général du poste vaille la modification. Si c'est un récepteur fossile, portez-le au musée et vendez-en un neuf !

D) Montage d'un œil magique (indicateur cathodique)

Ce petit perfectionnement est, en principe, toujours facile à réaliser... surtout si le chauffage du récepteur est prévu sous la tension de 6,3 V. Si tel n'est pas le cas, on peut d'ailleurs toujours avoir recours à un petit auto-transformateur transformant la tension de chauffage du récepteur (2,5 ou 4 V) en tension de 6,3 V requise par l'œil magique.

Nous donnons le schéma de montage sur la figure VII-3. L'indicateur cathodique proposé est le modèle à double sensibilité (stations locales puissantes et stations éloignées faibles) du type 6AF7.

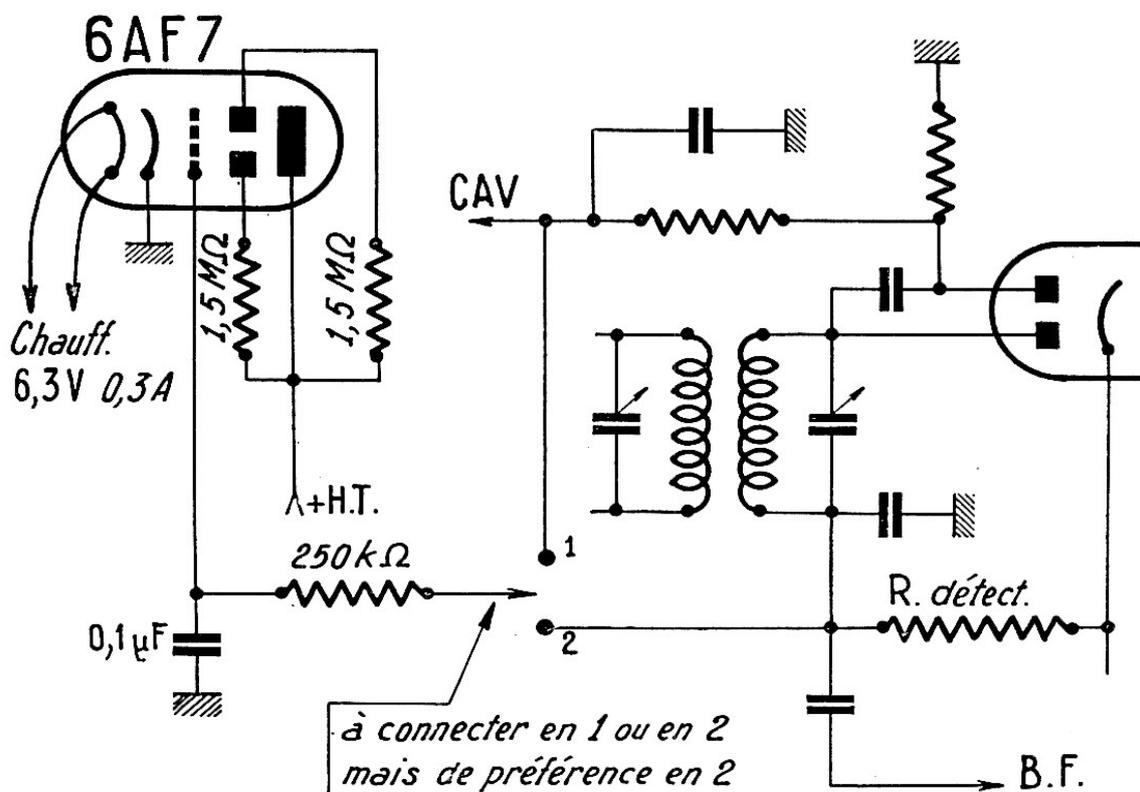


FIG. VII-3

Cette figure se passe de tous commentaires. Néanmoins, il est préférable de faire commander la grille de l'œil par la *détection*, et non par la ligne de CAV ; c'est la raison pour laquelle nous avons détaillé cette connexion afin de bien insister sur ce point.

L'indicateur sera fixé par son support et deux tiges filetées, soit sur l'arrière du cadran (percer la tôle du cadran d'un trou

du diamètre de l'indicateur), soit à travers l'ébénisterie (percer l'ébénisterie et mettre un cache-enjoliveur prévu à cet effet.

E) Améliorations en BF

D'une manière générale, de nettes améliorations peuvent être obtenues en basse fréquence, par simple adjonction d'un dispositif de contre-réaction. Les distorsions se trouvent considérablement diminuées et les performances musicales nettement accrues.

Le dispositif de contre-réaction non sélective en tension le plus simple est représenté sur la figure VII-4 ; il consiste essentiellement en une résistance R_1 connectée entre la plaque du tube amplificateur de tension V_1 et la plaque du tube final V_2 . La valeur de R_1 est déterminée par la valeur de la résistance anodique R_2 du premier tube ; on fait ordinairement R_1 environ dix fois plus grand que R_2 . Ainsi, pour une résistance R_2 de 100 000 Ω , nous mettrons en R_1 une résistance de 1 M Ω .

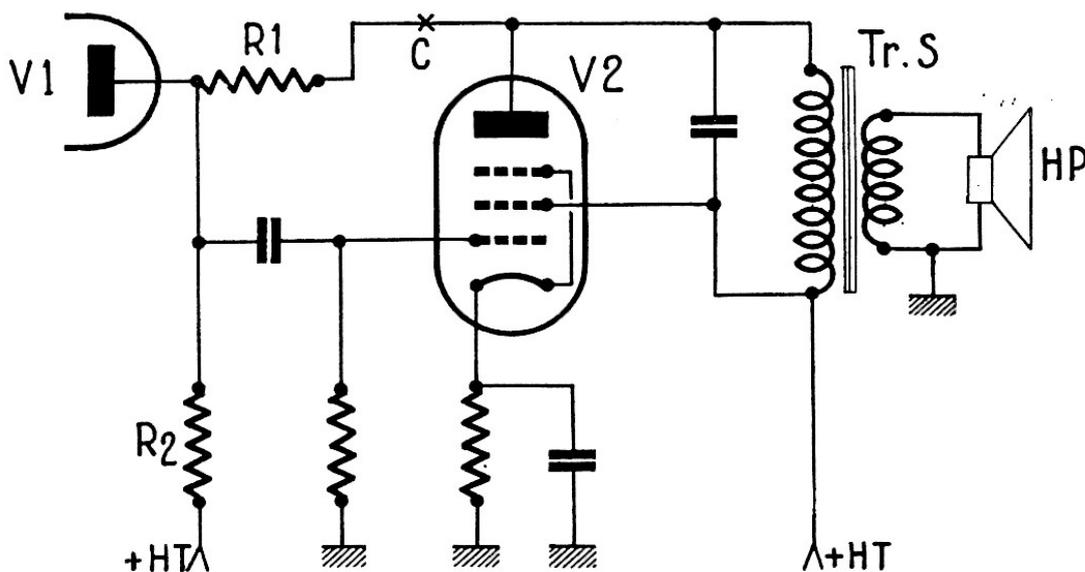


FIG. VII-4

Si on le désire, il est possible de favoriser l'amplitude des graves en ne faisant agir la contre-réaction que sur les aigües et le médium. Pour cela, il suffit d'intercaler au point C un condensateur de 1 000 à 5 000 pF environ ; on obtient ainsi une contre-réaction « progressive », de plus en plus efficace au fur et à mesure que la fréquence augmente.

Un autre procédé de contre-réaction de tension non sélective, représenté sur la figure VII-5, offre la possibilité d'une amélioration globale de l'ensemble BF. Cette contre-réaction s'opère, en effet, de la bobine mobile du HP à la cathode du premier tube basse fréquence. Le dispositif comprend seulement deux résistances R_1 et R_2 ; pour un taux de contre-réaction de l'ordre de 10 %, on a $R_1 = 20 \Omega$ et $R_2 = 250 \Omega$.

Après installation du dispositif, on doit s'assurer, en court-circuitant R_1 , qu'il apporte bien une légère diminution du volume sonore. Si l'on constate, au contraire, que le dispositif apporte un accroissement de l'audition, voire un accrochage, c'est qu'il y a réaction — et non contre-réaction ; il faudrait inverser les connexions du primaire du transformateur de sortie Tr S.

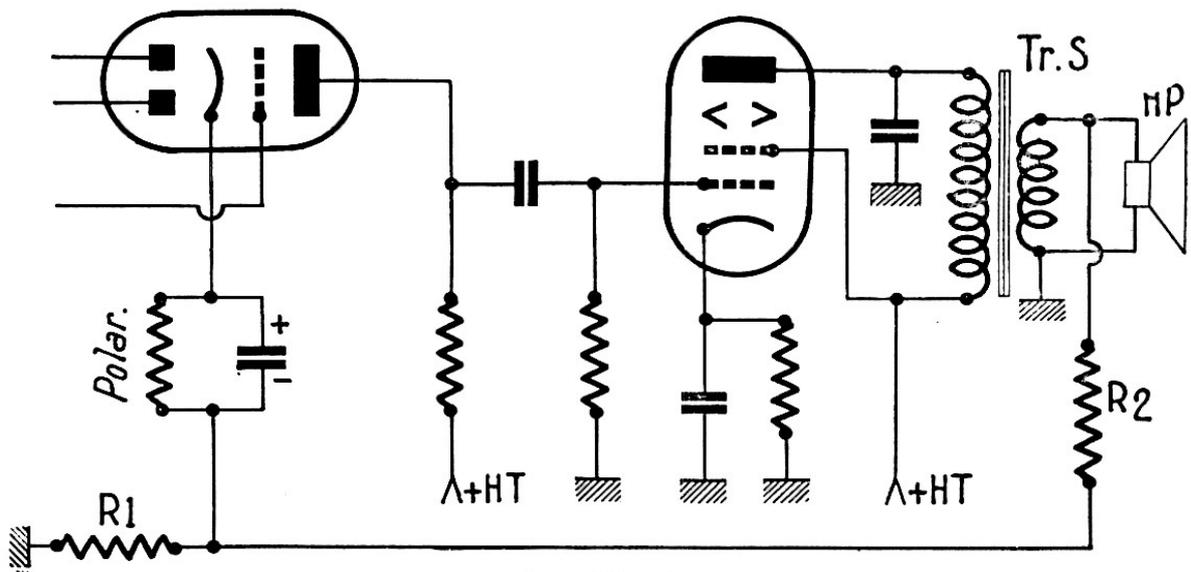


FIG. VII-5

Enfin, il existe dans le commerce (Radio Labor) des blocs de contre-réaction *sélective*, c'est-à-dire agissant de façon différente sur telle ou telle partie du registre sonore. En général, la contre-réaction est très forte sur le médium (d'où affaiblissement maximum) et minime sur les graves et les aigus. Les extrémités du registre se trouvent donc relevées, mais les distorsions ne sont pas diminuées sur lesdites extrémités ; on obtient cependant,

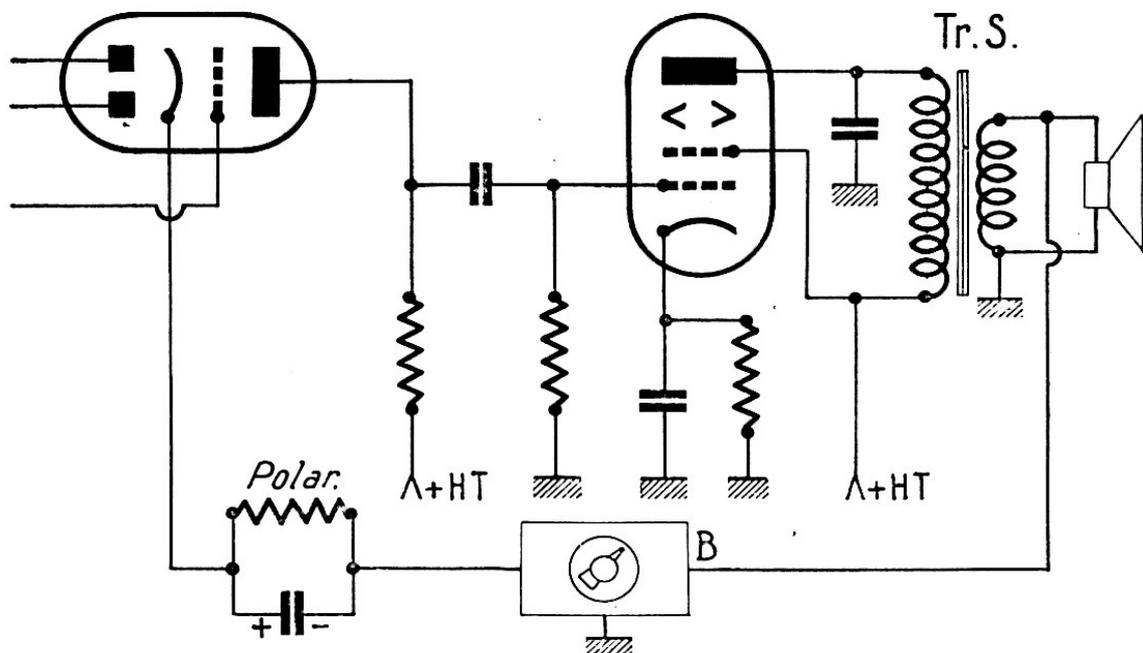


FIG. VII-6

auditivement parlant, quelque chose de très plaisant à l'oreille. Le montage d'un tel bloc B comprenant des bobinages, résistances et condensateur, avec un commutateur à diverses positions de « correction », est donné sur la figure VII-6. Comme précédemment, il convient de bien s'assurer qu'il y ait contre-réaction, et non réaction ; en cas de réaction, inverser les extrémités du primaire du transformateur de sortie Tr S.

D'une manière générale, il est recommandé d'avoir un taux de contre-réaction constant tout au long du registre BF. Comme, par ailleurs, il est sage d'affaiblir le médium toujours prédominant, nous préconisons le dispositif suivant :

a) Un circuit en T shunté, affaiblissant le médium, intercalé dans la grille du premier tube BF (voir la fig. VII-7) ;

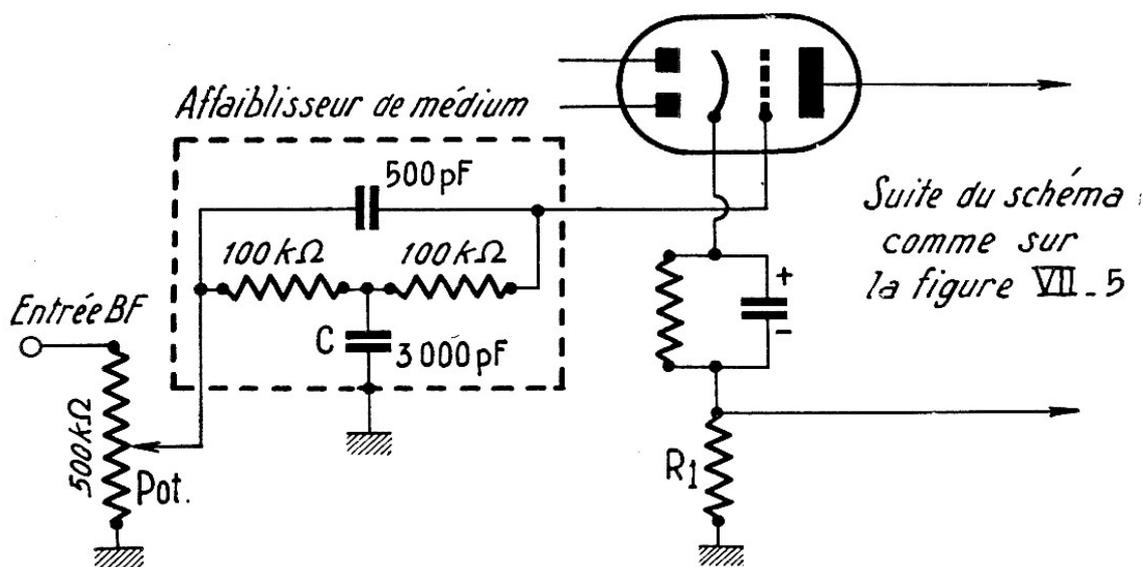


FIG. VII-7

b) Une contre-réaction de tension non sélective, taux de 10 % environ, sur l'ensemble de la section BF faisant suite (montage de contre-réaction de la figure VII-5).

C'est la valeur du condensateur C de la figure VII-7 qui détermine l'affaiblissement apporté sur le médium ; une capacité de 3 000 pF donne généralement satisfaction. Plus cette capacité est forte, plus l'atténuation est importante, et inversement.

Est-il besoin de préciser que les montages des figures VII-5, 6 et 7 peuvent également être installés sur des sections BF push-pull ?

§ 2. — AMELIORATION D'UN RECEPTEUR SUR LES BANDES OC

Tous les récepteurs modernes comportent une ou plusieurs bandes « ondes courtes ». Quant à dire que ces bandes fonctionnent parfaitement bien, c'est tout autre chose ! Le client

viendra souvent se plaindre, soit d'un mutisme complet sur OC, soit d'un manque très net de sensibilité, soit des difficultés énormes à suivre l'audition d'une station (instabilité), etc.

Très souvent, par quelques modifications simples, on peut améliorer très nettement le rendement en OC.

Le manque de sensibilité sur ondes courtes d'un poste ordinaire provient très souvent de la faiblesse de l'oscillation locale. On doit d'abord vérifier, évidemment, *le tube changeur de fréquence* ; car lorsque cette lampe faiblit, les symptômes de mauvais fonctionnement se traduisent en premier lieu sur la bande OC.

Ensuite, il faut contrôler si l'oscillation est suffisamment énergique. Cette mesure se fait en intercalant un milliampèremètre de déviation totale 0,5 mA (ou à défaut 1 mA) en série avec la résistance de fuite de grille oscillatrice, entre ladite résistance et la cathode (ou la masse, suivant le montage). Voir figure VII-8.

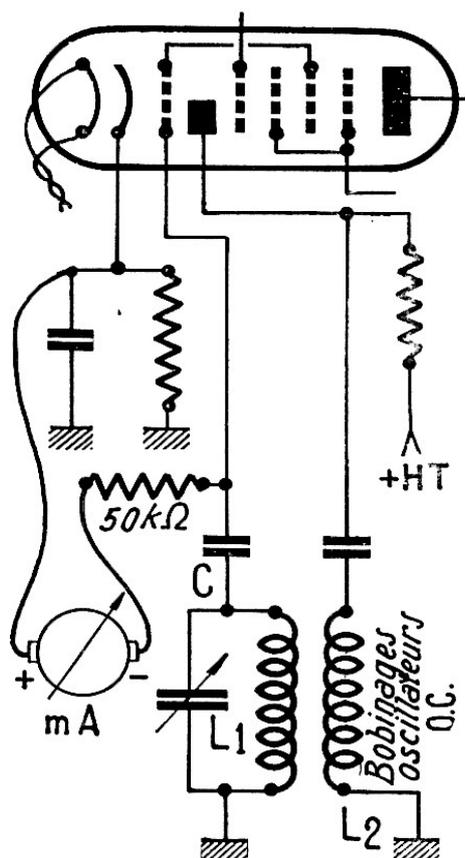


FIG. VII-8

Chaque type de lampe changeuse de fréquence a une valeur propre de courant d'oscillation ; celui-ci est indiqué par les constructeurs dans leurs tableaux de caractéristiques.

D'autre part, ce courant varie avec la fréquence ; il est ordinairement plus élevé vers 20 m que vers 50 m pour une gamme donnée (gamme classique de 19 à 50 m). Mais, en général, on peut admettre comme satisfaisante une valeur comprise entre 90 et 280 microampères, pour une résistance de fuite de grille

de 50 000 ohms. Si cette résistance est plus faible, le courant d'oscillation est plus élevé.

Voyons maintenant les causes qui peuvent entraîner une faiblesse de l'oscillation locale :

1° Le bobinage oscillateur peut être mal placé dans le châssis, trop près d'un blindage ou d'un écran métallique quelconque. Il suffit alors de le déplacer, de l'éloigner des masses métalliques et de le fixer bien dégagé.

2° L'antifading a souvent une influence néfaste sur les changeuses de fréquence heptodes et octodes. Le remède consiste à supprimer purement et simplement le VCA sur cette lampe en OC seulement (fig. VII-9). La base du bobinage d'accord ondes courtes est connectée à la masse ; l'antifading agit alors uniquement sur l'étage moyenne fréquence.

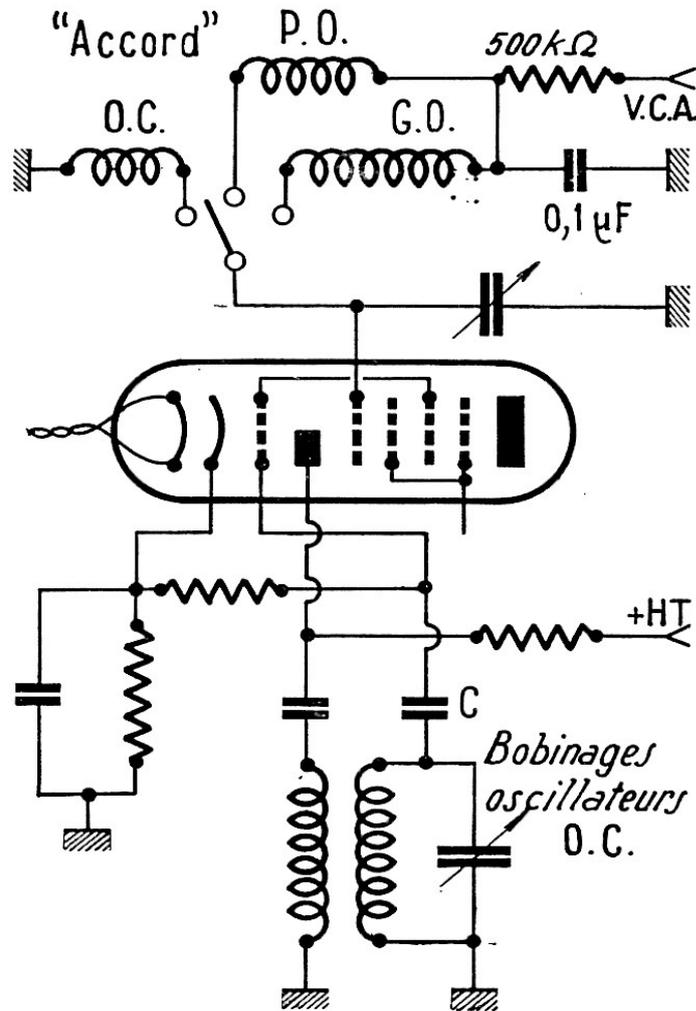


FIG. VII-9

3° Mauvais retours à la masse. Très souvent, en effet, les masses sont très mauvaises au point de vue HF. La changeuse de fréquence, les bobinages et le condensateur variable doivent être très proches les uns des autres, et le fil de la masse les reliant, gros, court et direct. Soigner particulièrement les masses du CV. Ne pas se contenter de la masse occasionnelle faite par la fixation.

Relier par des fils gros et directs les fourchettes de contact du rotor et le bâti même du condensateur variable au bloc de bobinages.

4° Le couplage de l'enroulement d'entretien de l'oscillateur peut n'être pas suffisant. Deux procédés sont offerts : on peut soit rapprocher les deux enroulements l'un de l'autre (resserrer le couplage), soit augmenter le nombre de tours de la bobine d'entretien (bobine L_2 , fig. VII-8). Cette bobine est faite généralement avec du fil de 20/100 deux couches soie, et il est facile d'ajouter deux ou trois spires supplémentaires bobinées dans le même sens.

Nous avons déjà en mains quelques points sérieux, sur lesquels nous pouvons nous appuyer. Nous allons voir maintenant d'autres motifs divers de manque de sensibilité en OC.

a) Nous ne parlerons pas, bien entendu, des défauts qui découlent d'une mauvaise adaptation des bobinages ou d'un alignement laissant à désirer. La mise au point de cette partie, pour un récepteur peu sensible, est la même que celle exigée par un appareil sortant du câblage. Nous renvoyons le lecteur au chapitre VIII.

b) Veiller au parfait contact des paillettes du commutateur de gammes. Les nettoyer, si besoin est, au tétrachlorure de carbone ou à l'alcool à 90 degrés, avec un petit pinceau. Pendant cette opération, on fera tourner de nombreuses fois le contacteur, afin de bien décaper les paillettes (poste non sous tension) ; bien laisser sécher avant de mettre de nouveau le contact.

c) Si le récepteur manque de sensibilité en haut de gamme (entre 40 et 50 m, par exemple), essayer d'augmenter la valeur du condensateur de liaison grille oscillatrice (capacité C de la figure VII-8). Généralement, ce condensateur est de 50 pF, mais on peut essayer de monter jusqu'à 150 pF.

d) Accrochage en bas de gamme (entre 17 et 25 m, par exemple). En augmentant la valeur de C, pour accroître la sensibilité en haut de gamme, on amène souvent des blocages ou accrochages en bas de gamme. Lorsque l'on est en présence de tels accrochages en bas de gamme OC, le remède consiste à amortir l'enroulement d'entretien L_2 ; pour cela, on le shunte par une résistance de 5 à 10 000 Ω , résistance qui diminue le courant d'oscillation surtout en bas de gamme, et presque pas en haut de gamme.

e) Si l'on utilise un montage oscillateur à alimentation série (fig. VII-10), se méfier du condensateur C_1 placé à la base de la bobine d'entretien L_2 . Il doit opposer une réactance très faible au passage du courant HF ; sa valeur est, en général, de 0,1 μF , diélectrique papier, mais il est sage de le shunter par un bon condensateur *au mica* de 10 000 pF. D'ailleurs, on peut shunter

du tube changeur de fréquence (écran, cathode, etc.) — et parfois aussi, ceux du tube amplificateur MF — par des condensateurs au mica de 5 000 pF ou plus. Il va de soi, évidemment, que les condensateurs de liaison grille et anode oscillatrice (fig. VII-8 et 10) sont obligatoirement du type mica.

f) S'arranger pour que les connexions ayant plus spécialement trait aux ondes courtes, entre les bobinages, le condensateur variable, le tube changeur de fréquence et l'inverseur, avantageusement tous les condensateurs au papier de découplage soient les plus courtes possible.

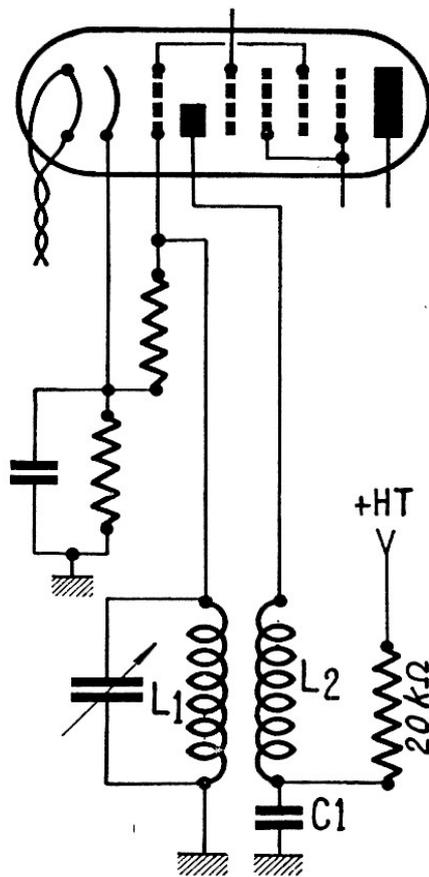


FIG. VII-10

g) Si le récepteur comporte un indicateur visuel (tube cathodique EM4, 6AF7, etc.), s'en méfier ; il arrive parfois que ces indicateurs prennent un mauvais vide et tiennent le rôle d'une véritable lampe de silence par le truchement de la ligne anti-fading (très faible sensibilité apparente tout le long de la gamme). Le remède consiste à remplacer le tube défectueux par un neuf (évidemment !) ou à le placer hors d'usage en dessoudant la ligne VCA aboutissant à la grille de commande de l'indicateur.

Ces quelques recettes pratiques vous permettront certainement d'améliorer le rendement sur ondes courtes du récepteur d'un client intéressé par ces bandes, récepteurs qui possédait peut-être une sensibilité OC excellente... mais bien cachée et surtout bien abimée !

CHAPITRE VIII

L'alignement des récepteurs

§ 1. — ALIGNEMENT DES CIRCUITS MF

Lorsque l'on doit réaligner un récepteur, c'est par le réglage des circuits de l'amplificateur moyenne fréquence qu'il faut commencer l'opération. Divers procédés plus ou moins complexes ont été proposés pour accorder un amplificateur MF ; nous n'avons jamais trouvé d'arguments majeurs en faveur des procédés compliqués. Nous n'avons retenu qu'une méthode *simple*, et ceci depuis de très nombreuses années, méthode qui a toujours donné d'excellents résultats à condition de la bien conduire. Nous l'exposons ci-après.

a) A l'aide d'un morceau de fil terminé par deux pinces crocodiles, court-circuitons le condensateur variable *oscillateur*.

b) Plaçons le récepteur en position PO (par le commutateur de gammes).

c) Si le récepteur comporte un système de sélectivité variable quelconque, le placer en position « *sélectivité maximum* ».

d) Réglons l'hétérodyne de mesure (ou générateur HF) sur la fréquence prévue pour l'accord des transformateurs moyenne fréquence. Relions la sortie de l'hétérodyne à la grille de commande (grille modulatrice) du tube changeur de fréquence, au moyen d'un fil blindé, le blindage effectuant en même temps la connexion de masse entre le générateur et le récepteur.

e) Il nous faut maintenant un indicateur d'accord. Dans certains cas, on peut utiliser l'œil magique du récepteur même. Néanmoins, il est préférable d'utiliser l'indicateur cathodique « volant » dont nous avons déjà conseillé le montage (voir *CO*, § 2, chapitre VI) et dont on relie la grille à la résistance de détection (au point I, figure VII-2, partie supérieure). L'accord est obtenu pour la déviation *maximum* de l'œil magique ou indicateur cathodique.

Il est également possible d'utiliser comme indicateur d'accord, un voltmètre (à très forte résistance et de déviation totale pour 3 à 5 V environ) connecté aux bornes de la résistance cathodique de polarisation du tube MF. Dans ce cas, l'accord est obtenu pour la déviation *minimum* du voltmètre.

Jusqu'à présent, il est nécessaire que le récepteur dispose d'un dispositif antifading, faute de quoi les indicateurs précédents ne fonctionneraient pas.

Si le récepteur n'a pas de ligne de CAV, il faut avoir recours à l'outputmètre. Tous les radio-contrôleurs modernes sont prévus avec cette fonction. De toutes façons, il ne s'agit que d'un volt-mètre pour courant alternatif à grande résistance interne *et avec un condensateur* de 0,1 μF en série dans l'une des connexions. On connecte alors l'outputmètre entre la plaque du tube final BF et la masse. Dans ce cas, le signal émis par l'hétérodyne doit obligatoirement être modulé (1) et l'accord est obtenu pour la déviation *maximum* de l'aiguille de l'outputmètre.

f) Nous sommes prêts maintenant pour commencer l'opération. A l'aide de l'atténuateur réglant la tension HF de sortie de l'hétérodyne, il convient de réduire l'amplitude du signal *le plus possible* ; le signal doit être juste suffisant pour obtenir des déviations correctes et sensibles de l'indicateur employé. Ceci est très important. D'où nécessité d'avoir un indicateur très sensible, car plus le signal émis sera faible, plus l'alignement sera pointu, donc précis.

L'alignement débute par le secondaire du *dernier* transformateur MF (vis du condensateur ajustable, ou noyau du bobinage) ; puis, nous accordons le primaire, et ainsi de suite *en remontant* vers l'étage changeur de fréquence.

Si le désaccord des circuits est important, il est nécessaire de réduire, au fur et à mesure du gain obtenu, la tension de sortie de l'hétérodyne au moyen de l'atténuateur. Toujours, si le désaccord constaté était important, il serait nécessaire de refaire l'opération d'alignement encore une fois, dans le même sens (en remontant les circuits) ; en effet, le réglage d'un circuit réagit sur l'autre qui lui est couplé et qui vient d'être accordé.

Pour obtenir un réglage encore plus pointu, il est recommandé dans certains cas, de court-circuiter la ligne de CAV à la masse. Mais si l'on emploie l'indicateur cathodique « volant » pour l'accord (grille reliée au point I de la figure VII-2), il est indispensable que l'antifading soit du type différé (utilisation de deux diodes séparées, comme sur la figure VII-2 en question) ; sinon, il est bien évident que l'indicateur n'indiquerait rien du tout ! Ou alors, il faut avoir recours à l'outputmètre.

De toutes façons, telle que nous l'avons exposée (indicateur sensible connecté sur la détection, signal d'injection faible, et reprises successives des réglages dans l'ordre de l'alignement), cette méthode simple permet d'obtenir un réglage absolument précis et correct du canal MF d'un récepteur.

(1) Si la profondeur de modulation du signal émis par le générateur est ajustable, ne pas exagérer dans ce sens. Un taux de modulation de 30 % est suffisant.

Si le récepteur comporte deux étages MF (donc trois transformateurs), on utilisera exactement le même système, avec les mêmes précautions. Cependant, dans ce cas, nous conseillons fortement l'alignement à l'aide de l'oscillographe (indicateur d'accord plus que parfait !) qui permet de modeler très exactement la forme de la bande passante du canal MF (voir chapitre XI).

Bien entendu, après l'alignement des transformateurs MF, nous décourt-circuitons le condensateur variable oscillateur, nous déconnectons l'indicateur d'accord et le générateur. Nous pouvons maintenant envisager le réglage HF, c'est-à-dire celui de la commande unique (changement de fréquence, oscillateur, accord et amplificateur HF, le cas échéant). Nous disons bien : maintenant, et maintenant seulement ; car il serait ridicule de vouloir aligner les circuits HF avant que les circuits MF ne soient parfaitement accordés. L'alignement des circuits HF et de la commande unique est exposé au paragraphe 3 du présent chapitre.

Avant de terminer cette partie, signalons un petit truc : Comment reconnaître le condensateur variable *oscillateur*, sans avoir à renverser le châssis et à suivre le câblage ? Il suffit d'approcher un doigt des lames fixes de chaque cage du condensateur variable, le récepteur étant réglé sur l'écoute d'une station quelconque. Pour la seule cage de l'oscillateur (la cage recherchée), la station « glisse » et *disparaît* ; on pourrait la retrouver en modifiant le réglage du cadran. Pour l'autre cage (ou les autres cages) qui accorde les circuits HF, l'audition de la station diminue de volume, mais ne disparaît pas. Petit « truc » simple et rapide qui sera parfois très apprécié.

§ 2. — CAS D'UNE MF INCONNUE

Comme nous l'avons déjà dit au cours de cet ouvrage, autrefois la valeur de la fréquence intermédiaire des récepteurs était loin d'être normalisée ; chaque constructeur avait sa propre « MF »... et Dieu sait dans quel but ! ? Mieux même, dans une *même marque* de récepteur, la valeur de la moyenne fréquence variait d'un type à l'autre ! Aussi le dépanneur est-il à même de rencontrer des valeurs de moyenne fréquence pour le moins paradoxale. Comme lesdites valeurs ne sont que très rarement indiquées sur les boîtiers des transformateurs, le service-man risque de « nager » fort longtemps, après avoir essayé sans succès les habituels 125, 472 et 455 kc/s.

Naturellement, on peut déjà se donner une idée de la valeur MF par un simple examen du récepteur. S'il s'agit d'un récepteur ancien, avec des transformateurs moyenne fréquence volumineux,

avec un étage présélecteur (condensateur variable à trois cages), nous sommes à peu près certains d'être en présence d'un canal réglé vers les 125 kc/s. Un récepteur plus récent, sans présélecteur (condensateur variable à deux cages), avec des transformateurs MF d'un volume normal, comportera très vraisemblablement un canal réglé vers les 472 kc/s.

Mais, le mot « vers » n'indique pas la précision ; car il importe de savoir si le réglage doit se faire sur 110, 125 ou 135 kc/s (cas de notre premier exemple). On peut essayer, avec l'hétérodyne attaquant la grille modulatrice du tube changeur de fréquence et en faisant varier le réglage de l'hétérodyne, de voir quelle est la fréquence qui « passe » avec le maximum d'amplitude ; ce sera vraisemblablement la fréquence d'accord correcte. *Vraisemblablement*, oui ! Mais ne nous fions pas trop à cela ; car, avant de venir chez vous, le récepteur est peut-être allé chez « un tout malin » qui a décrété d'aligner les MF sur cette fréquence, fréquence approximative parce que lui aussi ignorait la fréquence réelle. Ne prenons donc pas de telles indications pour argent comptant et agissons avec circonspection. En effet, si le canal MF n'est pas accordé sur la fréquence exacte pour laquelle ont été établis les circuits oscillateurs, vous pourrez passer votre temps et votre jeunesse à essayer d'aligner correctement ensuite les circuits HF et notamment la commande unique (1).

Voici un procédé permettant de régler convenablement les transformateurs MF d'un récepteur dont on ignore la fréquence de réglage.

Le récepteur est placé sur la gamme PO. La figure VIII-1 nous montre le schéma classique de la partie oscillatrice d'un récepteur (tous les détails de commutation étant supprimés), schéma auquel on peut rapprocher la majorité des montages oscillateurs utilisés. Voici, maintenant, l'ordre des opérations :

a) Dévisser complètement le trimmer oscillateur PO ; dans certains cas, ce trimmer est monté directement sur la cage du CV oscillateur ; dans d'autres, où il y a un trimmer par bande, il est monté à proximité de la bobine. C'est donc un point à surveiller, afin d'éviter une erreur.

b) Court-circuiter le padding PO.

c) Régler le cadran de l'appareil sur 950 kc/s (soit 315,8 m).

d) Attaquer la grille modulatrice du tube changeur de fréquence par un signal issu du générateur HF réglé, lui aussi, très exactement sur 950 kc/s (315,8 m). Régler l'atténuateur (ajustage de la tension de sortie du générateur) de façon que

(1) Nous groupons sous l'expression « circuits HF » tous les circuits précédant la sortie de l'étage changeur de fréquence.

le signal émis soit d'amplitude suffisante pour arriver à « passer » à travers le récepteur.

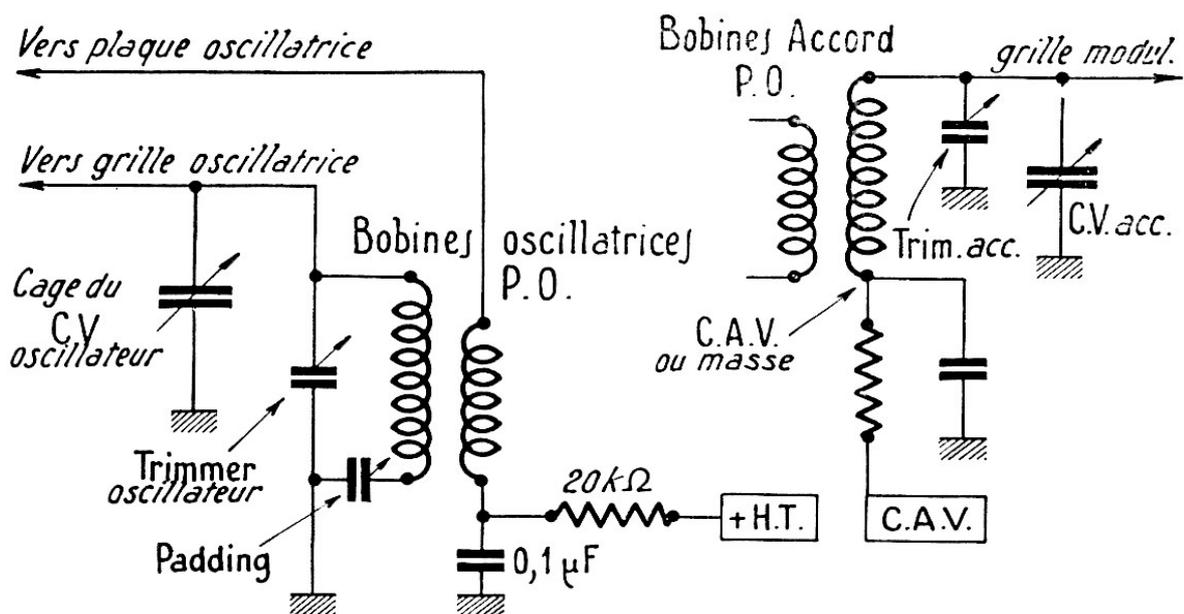


FIG. VIII-1

e) Connectons notre indicateur cathodique « volant » à la résistance de détection, comme nous l'avons expliqué précédemment au cours du paragraphe précédent, si le récepteur est muni d'une CAV. Si le poste n'est pas antifading, connecter un outputmètre à la sortie ; mais à ce moment il est nécessaire que le signal émis par l'hétérodyne soit *modulé*.

f) Accordons maintenant les transformateurs MF en commençant par le dernier circuit et en *remontant* vers l'étage changeur de fréquence, de façon à obtenir le maximum de gain accusé par l'indicateur cathodique d'accord ou l'outputmètre. Au fur et à mesure que le gain augmente, réduire l'amplitude du signal émis par le générateur au moyen de son atténuateur. Recommencer plusieurs fois les réglages de tous les circuits MF, toujours en « remontant » l'ordre normal.

g) Le réglage des transformateurs moyenne fréquence étant terminé, remettre le trimmer oscillateur PO en position normale (approximativement), décourt-circuiter le padding PO, et bien entendu, enlever les connexions de l'hétérodyne et de l'indicateur cathodique d'accord ou de l'outputmètre. Il ne reste plus qu'à procéder au réglage des circuits accord et oscillateur, selon la méthode habituelle exposée au paragraphe suivant.

§ 3. — ALIGNEMENT DE LA COMMANDE UNIQUE

L'alignement de la commande unique consiste à régler les circuits d'accord et les circuits d'oscillateur de façon à obtenir le maximum de sensibilité, à recevoir les stations sur les indications correspondantes du cadran, et à ce que la différence

entre la fréquence d'accord et la fréquence de l'oscillateur soit constante et égale à la moyenne fréquence du récepteur.

Avant d'entreprendre le réglage de la commande unique, il est capital que les transformateurs MF soient parfaitement accordés sur la fréquence adéquate ; nous le rappelons une fois de plus.

Autre chose : Il serait peine perdue de vouloir faire coïncider la réception des stations avec les indications du cadran, s'il s'agit d'un cadran étalonné selon le plan du Caire (alors que présentement les émetteurs sont répartis selon le plan de Copenhague). Dans ce cas, il convient simplement de changer la glace du cadran (ou la partie du cadran sur laquelle sont indiqués les noms des stations) (1).

Nous avons supposé jusqu'à maintenant être en présence d'un poste de grande marque ou fabriqué par un constructeur sérieux et connaissant son métier. Nous attirerons maintenant l'attention de nos lecteurs sur le poste monté par un quelconque bricoleur qui aura assemblé bobinages, condensateur variable et cadran nullement établis pour être utilisés conjointement. Dans ce cas également, il serait peine perdue de vouloir faire coïncider la réception des stations avec l'étalonnage du cadran.

Une commande unique se dérègle, soit parce que des condensateurs ajustables ou grattables ont changé de valeur (trimmer ou padding), soit parce que les caractéristiques de certains bobinages ont varié avec le temps, soit enfin parce qu'un profane aura tourné à tort et à travers les vis de réglage... ou le client lui-même !

Avant de procéder au réglage de la commande unique, il convient de repérer l'emplacement des divers trimmers (accord et oscillateur) et paddings prévus pour chaque bande. Quelquefois les indications sont données directement sur le récepteur (mais c'est hélas très rare).

Pour repérer chaque trimmer et padding d'oscillateur d'une part, et chaque trimmer d'accord d'autre part (ceci pour chaque gamme), on pourra s'aider de la figure VIII-1 dans laquelle, pour plus de clarté, tous détails de commutation ont été volontairement omis (représentation d'une seule gamme). Naturellement, on pourra rencontrer des récepteurs ne comportant pas tous les trimmers et padding par bande ; parfois un seul trimmer oscillateur monté sur la cage correspondante du condensateur variable se règle en PO, les autres bandes ne possédant pas de trimmer. De toutes façons, le padding OC est généralement supprimé (connexion directe) ; mais ceci n'est pas obligatoire, auquel cas ce padding a une forte capacité.

(1) S'il n'est pas possible de « moderniser » le cadran, il convient de faire l'alignement en se référant *uniquement* aux indications longueur d'onde ou fréquence.

D'autres montages comportent des blocs de bobinages (conception moderne) ; ces bobinages possèdent des noyaux de fer pulvérisé. Dans ce cas, les paddings oscillateurs sont fixes et le réglage s'opère en agissant sur les noyaux filetés. Les bobines d'accord peuvent aussi comporter un noyau ; dans ce cas, les bobines d'accord sont réglées par le trimmer dans les bas de gamme (longueurs d'onde les plus faibles), et réglées par le noyau dans les hauts de gamme (longueurs d'onde les plus élevées).

Nous allons procéder à l'alignement de tous ces circuits, mais par quelle bande commencer ?

Si le récepteur ne comporte pas de trimmers pour chaque bande (trimmers sur condensateur variable et paddings PO et GO, simplement), *c'est par la gamme PO* qu'il convient de commencer l'opération. Si le récepteur comporte des réglages indépendants pour chaque gamme, nous commencerons par la gamme la plus faible en fréquence (donc gamme GO).

Si le commutateur de gammes comporte un dispositif court-circuitant les bobinages non utilisés, l'ordre de l'alignement n'a aucune importance. Enfin, si les diverses gammes ne comportent pas leurs propres bobinages individuels, c'est-à-dire si en PO les bobines sont en série avec les bobines OC, et si en GO les bobines sont en série avec les bobines OC et PO, il faut commencer l'alignement par la gamme OC.

Avant tout, il convient de connecter un indicateur d'accord qui sera, soit un indicateur cathodique « volant » connecté sur la résistance de détection, soit un outputmètre branché à la sortie BF du récepteur (comme pour l'alignement des circuits MF). Ensuite, on pourra relier la sortie du générateur HF à l'entrée (douilles antenne-terre) du récepteur en intercalant une « antenne fictive » ; voir figure VIII-2. Cette antenne fictive est constituée par une bobine de 20 microhenrys, un condensateur de 200 pF et une résistance au carbone de 25 Ω , le tout connecté en série. Personnellement, nous n'utilisons que très rarement ce dispositif : Le récepteur à aligner est muni d'une antenne moyenne normale, le circuit d'entrée se trouvant ainsi chargé correctement ; quant au générateur HF, il rayonne son signal au moyen d'une tige verticale (cuivre 20/10 de mm) connectée à la sortie S.

Avec les récepteurs modernes comportant un cadre à air ou un cadre sur ferrite, on se borne à connecter un petit fil d'antenne à la sortie du générateur HF, la liaison au récepteur s'effectuant uniquement par rayonnement.

Nous n'allons pas donner la liste des opérations pour chaque bande : on procède toujours de la même façon chaque fois ; rappelons que l'on peut simplement trouver des bandes pour

lesquelles les réglages sont fixes (1). De toutes manières, la gamme PO comporte toujours *tous* les éléments réglables pour faire un alignement correct ; aussi allons-nous exposer le pro-

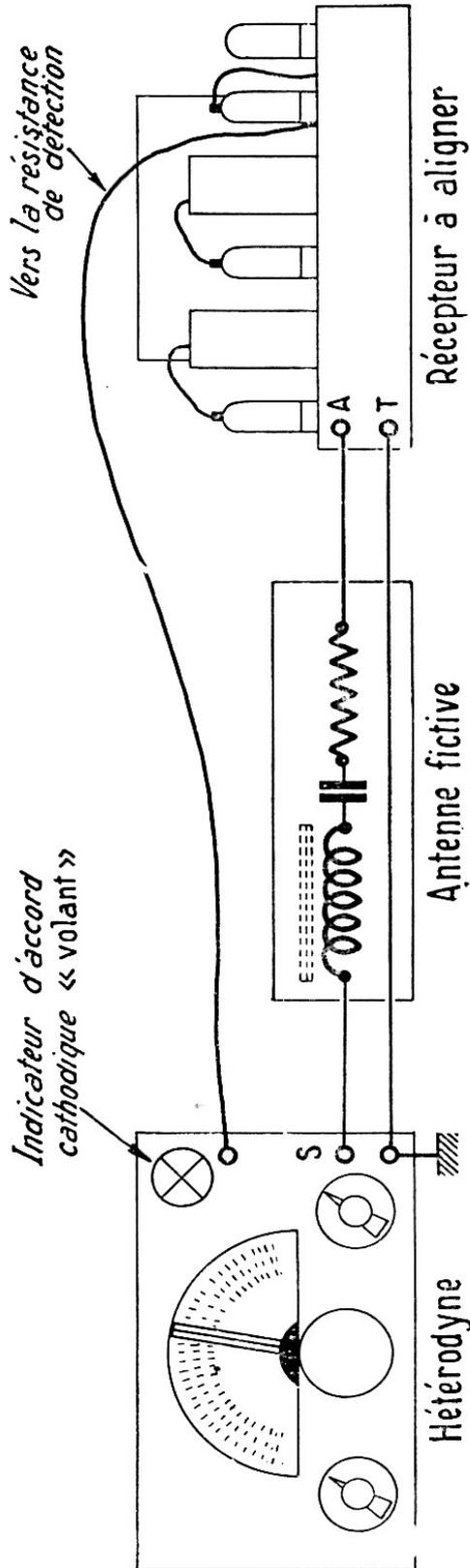


FIG. VIII-2

(1) Dans ce cas, il n'y a évidemment aucun alignement à faire, ou simplement un réglage partiel, pour la bande considérée.

cédé d'alignement en utilisant l'exemple du réglage de la gamme PO (gamme de 550 à 1 550 kc/s) :

a) Régler l'hétérodyne sur 1 400 kc/s.

b) Manœuvrer l'aiguille du récepteur pour entendre le signal émis par l'hétérodyne. Si l'aiguille ne correspond pas exactement à la graduation 1 400 kc/s, c'est que le récepteur est dérégulé.

c) Régler le trimmer oscillateur, pour amener l'aiguille sur 1 400 kc/s (audition du signal de l'hétérodyne sur la graduation correcte du cadran du récepteur).

d) Ce premier réglage de l'aiguille étant fait, il faut donner le maximum de sensibilité au récepteur en ajustant le circuit d'accord. En conséquence, régler le trimmer d'accord pour obtenir la *déviatiion maximum* de l'indicateur. Si le récepteur comporte un étage HF ou un présélecteur, régler de la même façon le trimmer HF ou le trimmer présélecteur.

e) Procéder maintenant au réglage à l'autre extrémité de gamme. Le générateur est calé sur 580 kc/s. Manœuvrer l'aiguille du récepteur pour entendre le signal émis par le générateur. Si la position de l'aiguille ne correspond pas exactement à la graduation 580 kc/s du cadran, agir sur le padding ou sur le noyau oscillateur.

f) Si le récepteur comporte des noyaux pour le réglage des circuits d'accord et HF, ajuster ces noyaux sur 580 kc/s également pour obtenir la déviation maximum de l'indicateur.

g) Si l'on a constaté un gros écart vers 580 kc/s et que l'on ait eu à agir fortement sur le padding ou le noyau oscillateur, il convient de reprendre le réglage du trimmer oscillateur sur 1 400 kc/s.

h) Même remarque pour les noyaux d'accord et HF éventuellement prévus ; si le désaccord était important, il faudrait reprendre le réglage des trimmers accord (et HF, le cas échéant).

Pour la bande PO donnée, soit de 550 à 1 550 kc/s, nous avons opéré les réglages sur 1 400 et 580 kc/s ; ces fréquences s'appellent les points d'alignement. Chaque constructeur devrait largement publier les points d'alignement pour chaque gamme, selon le type de bloc employé. Malheureusement, ces points sont le plus souvent inconnus, et le service-man est contraint de se donner des fréquences au jugé vers les extrémités de chaque bande.

L'alignement de la commande unique d'un récepteur sera conduit d'une manière complète en opérant pour *chaque bande* comme nous venons de l'exposer ci-dessus.

Pour terminer, nous allons donner, en exemple, l'alignement complet d'un bloc commercial très répandu (1). Ce bloc

(1) Bloc de bobinages, type « Compétition 49 », fabriqué par Supersonic.

comporte quatre gammes : deux OC, une PO et une GO. Les bandes couvertes sont les suivantes :

OC₁ : de 11,4 à 22,85 Mc/s ;

OC₂ : de 5,9 à 11,5 Mc/s ;

PO : de 518 à 1 604 kc/s ;

GO : de 150 à 273 kc/s.

Toutes ces bandes sont réglables séparément, et toutes comportent trimmer et noyau aussi bien à l'oscillateur qu'à l'accord.

Alignement de la bande OC₁ : régler trimmer oscillateur, puis trimmer d'accord, sur 21 Mc/s ; régler noyau oscillateur, puis noyau accord, sur 12,5 Mc/s.

Alignement de la bande OC₂ : régler trimmer oscillateur, puis trimmer accord, sur 10,5 Mc/s ; régler noyau oscillateur, puis noyau accord, sur 6,5 Mc/s.

Alignement de la bande PO : régler trimmer oscillateur, puis trimmer accord, sur 1 400 kc/s ; régler noyau oscillateur, puis noyau accord, sur 574 kc/s.

Alignement de la bande GO : régler trimmer oscillateur, puis trimmer accord, sur 263 kc/s ; régler noyau oscillateur, puis noyau accord, sur 163 kc/s.

Notes :

I. — Si le récepteur comporte un dispositif anti-morse intercalé dans l'entrée d'antenne, il convient de le régler aussi. Pour cela, on attaque l'entrée du récepteur par le générateur HF (voir fig. VIII-2), mais directement sans l'intercalation d'une antenne fictive. Le récepteur est réglé sur un point quelconque de la bande PO, et avec le générateur, on injecte un *fort* signal de fréquence égale exactement à la valeur MF du récepteur. On ajuste alors le filtre anti-morse pour obtenir l'absorption maximum, c'est-à-dire la *déviatiou minimum* de l'indicateur d'accord pour la fréquence injectée.

II. — Comme pour l'alignement des circuits MF, le réglage de la commande unique nécessite obligatoirement l'emploi d'un outputmètre comme indicateur d'accord, si le récepteur n'est pas muni d'une CAV (ligne antifading).

III. — *Cas des récepteurs à amplification directe.*

Comme chacun sait, ce type de récepteur de plus en plus rare, ne comporte pas d'oscillateur. Il suffit donc de régler tous les trimmers en bas de chaque gamme pour obtenir le maximum de déviation à l'outputmètre (1), l'aiguille étant réglée sur le

(1) Nous disons outputmètre, car les postes à amplification directe munis d'un dispositif antifading sont assez rares.

cadran au point correspondant à la fréquence émise par le générateur.

Si, *par hasard*, les bobines comportent des noyaux, ces derniers sont tous réglés en haut de chaque gamme pour obtenir le maximum de déviation à l'outputmètre. On reprendra ensuite, si besoin est, le réglage des trimmers en bas de gamme. Comme précédemment, l'ordre des gammes pour procéder à l'alignement est fonction des caractéristiques du bloc de bobinages. Revoir ce qui a été dit à ce sujet pour les postes à changement de fréquence et qui s'applique *in extenso* ici.

Si le récepteur est muni d'une réaction (étage détecteur), les réglages doivent être conduits la réaction étant à mi-course. Ensuite, on retouchera légèrement le trimmer de l'étage détecteur (sur lequel agit la réaction) en poussant ladite réaction presque vers la limite d'accrochage. Et comme d'habitude, ceci pour chaque bande, bien entendu.

IV. — Qu'il s'agisse d'un récepteur à changement de fréquence ou à amplification directe, avant de commencer le réglage de la commande unique, il faut s'assurer que les condensateurs variables s'ouvrent et se ferment bien à fond, et d'autre part, que cette demi-rotation entraîne bien l'aiguille du cadran aux deux extrémités (pas plus loin d'un côté que de l'autre). Car, dans le cas contraire, il serait impossible de faire coïncider le déplacement de l'aiguille avec l'étalonnage tout au long du cadran.

§ 4. — MISE AU POINT ET REGLAGE DES RECEPTEURS A FM

Tous les récepteurs modernes de classe comportent une bande dite FM allant de 88 à 100 Mc/s environ, permettant la réception des émissions modulées en fréquence.

La valeur moyenne fréquence standard actuelle pour les récepteurs à modulation d'amplitude est, on le sait, de 455 kc/s. Cette valeur moyenne fréquence est de 10,7 Mc/s, lorsque l'on reçoit la bande de modulation de fréquence. On peut donc se trouver en présence, soit de transformateurs MF mixtes comportant les circuits sur 455 kc/s et les circuits sur 10,7 Mc/s, soit de transformateurs MF distincts (les uns sur 455 kc/s, les autres sur 10,7 Mc/s).

Bien entendu, s'il s'agit d'un adaptateur FM (ou tuner FM), nous ne sommes en présence que d'un seul jeu de transformateurs MF réglés sur 10,7 Mc/s.

S'il s'agit d'un récepteur AM-FM, on commence le réglage « moyenne fréquence » par l'alignement des transformateurs ou des circuits prévus pour la réception des ondes modulées en fréquence.

Un canal moyenne fréquence pour FM comporte en principe deux transformateurs normaux suivis d'un transformateur-discriminateur pour le détecteur de rapport (détection des signaux FM). Le transformateur-discriminateur est suivi de deux diodes (ou d'une double diode), comme le montre la figure VIII-3.

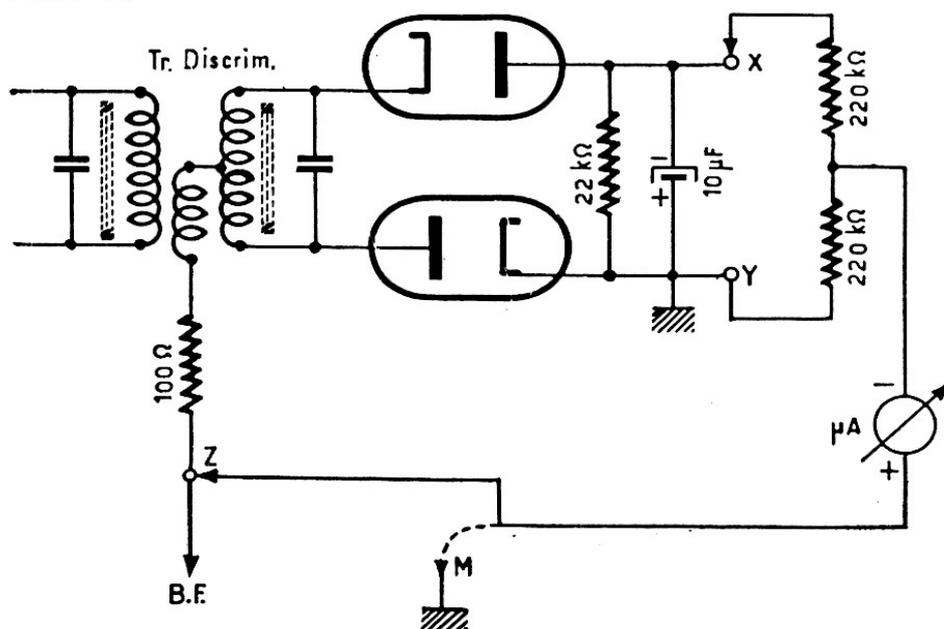


FIG. VIII-3

Nous allons voir que la mise au point d'un récepteur FM n'offre aucune difficulté et peut très bien être conduite sans un outillage important ou appareils de mesure compliqués.

Pour le réglage des circuits moyenne fréquence du canal FM, on procède de la façon suivante :

a) On applique à l'entrée du récepteur un très fort signal réglé sur 10,7 Mc/s, *non modulé*, et issu d'un générateur HF quelconque.

b) Entre les points X et Y du circuit de détection, on connecte provisoirement deux résistances d'égale valeur (220 kΩ) comme le montre la figure VIII-3.

c) Entre le point milieu de ces résistances et la sortie BF du détecteur (point Z), connectons un microampèremètre sensible (150 à 500 μA).

d) On règle alors le *secondaire S* du transformateur-discriminateur pour obtenir l'*annulation* de la déviation de l'aiguille du microampèremètre ; c'est-à-dire que cette déviation ne doit être ni positive, ni négative, mais que l'aiguille doit rester à zéro, et ce, nous l'avons dit, même pour un très fort signal à 10,7 Mc/s appliqué.

e) Le fil + du microampèremètre est ensuite déconnecté du point Z, puis relié à la masse ; voir figure VIII-3.

f) On règle alors le *primaire* P du transformateur-discriminateur, et successivement tous les circuits secondaires et primaires des autres transformateurs MF normaux qui précèdent, afin d'obtenir la déviation *maximum* du microampèremètre.

Si l'on constatait une grosse différence de réglage au moment de l'accord du primaire P du transformateur-discriminateur, il serait sage et prudent de revoir le réglage du secondaire S, en procédant de nouveau comme il a été expliqué en *a*, *b*, *c* et *d*.

Si la déviation de l'aiguille était exagérée lors des réglages détaillés en *e* et *f*, il suffirait de réduire l'amplitude du signal à 10,7 Mc/s appliqué à l'entrée de l'appareil.

Si l'on utilise des transformateurs MF mixtes, c'est-à-dire comportant également des circuits pour le canal MF à modulation d'amplitude, ces circuits seront maintenant réglés sur 455 kc/s, selon la manière habituelle.

*
**

Voici maintenant quelques conseils pour éviter les accrochages (s'il s'en produit lors de l'alignement) :

1° Il faut découpler soigneusement la « haute tension » à l'entrée de chacun des transformateurs (résistance de 2 k Ω et condensateur de 10 000 pF mica ou céramique).

2° Le retour à la masse de ce condensateur de découplage HT doit se faire au point commun et unique « masse » de l'étage considéré. Il est parfois recommandé aussi de faire le retour de ce condensateur sur l'écran du tube amplificateur. Le condensateur de découplage de l'écran (entre G₂ et masse) doit alors avoir une valeur de 2 000 à 5 000 pF.

3° Souvent aussi les accrochages peuvent provenir du découplage insuffisant des filaments des lampes. Il est recommandé d'intercaler des bobines d'arrêt entre les filaments (une dizaine de tours jointifs, sur air, diamètre intérieur 4 mm, en fil de câblage), et de les découpler à la masse par des condensateurs de 5 000 pF.

Voyons maintenant le réglage des circuits HF et CF pour la modulation de fréquence :

1° Ajuster le trimmer (ou le noyau) de l'oscillateur, afin que la bande FM allant de 88 à 100 Mc/s soit correctement placée et totalement couverte par la rotation des condensateurs variables ou la manœuvre du système de réglage à noyaux plongeurs (selon le cas).

2° On se place ensuite vers le milieu de la bande, c'est-à-dire vers 94 Mc/s environ, et un signal HF *non modulé*, réglé sur cette fréquence, est appliqué à l'entrée « antenne FM » du récepteur.

3° Pour l'obtention de la *déviatiion maximum* du microampèremètre, le fil + étant toujours connecté à la masse (fig. VIII-3) :

- a) régler le trimmer de l'accord HF (mélangeur) ;
- b) régler le noyau de la bobine HF d'antenne.

**

Revenons un instant sur l'alignement des transformateurs moyenne fréquence pour la réception FM. On pourra faire remarquer que la largeur de bande passante nécessaire n'est sans doute pas respectée lorsqu'on aligne les transformateurs MF notamment, uniquement pour la tension de sortie maximum.

Ceci serait exact avec certains transformateurs moyenne fréquence dits à circuits surcouplés (effet de filtre de bande avec la fameuse courbe de transmission dite en dos de chameau) ; en fait, les transformateurs à circuits surcouplés sont surtout utilisés en télévision où la largeur de bande à atteindre est très importante (de l'ordre de 11 MHz).

Il est certain que des transformateurs moyenne fréquence pour FM du type à circuits surcouplés ne sauraient être alignés correctement qu'à l'aide d'un wobulateur et d'un oscilloscope, ceci pour la vérification de la forme de la bande passante (forme rectangulaire).

Mais les transformateurs moyenne fréquence employés actuellement sur les appareils FM sont du type « à une seule pointe de résonance ». Ces transformateurs sont établis de manière à apporter un gain assez élevé pour la fréquence médiane MF, mais ils présentent un coefficient de surtension suffisamment bas pour que la courbe de transmission ait la bande passante souhaitée. C'est la raison pour laquelle il est possible de régler ces transformateurs pour l'obtention de la tension de sortie maximum.

Toutefois, si le récepteur ou le tuner FM peut recevoir les émissions stéréophoniques, c'est-à-dire s'il comporte le décodeur adéquat, nous conseillons néanmoins d'examiner la forme de la courbe de la bande passante moyenne fréquence au wobulateur et à l'oscilloscope. En effet, bien que nous aurons l'occasion d'y revenir plus loin, disons tout de suite qu'il est capital que cette bande passante soit absolument plate, notamment de 23 à 53 kHz, pour l'obtention d'un bon fonctionnement du décodeur stéréophonique.

**

Avant de poursuivre, nous intercalons ici quelques conseils de dépannage d'ordre général, c'est-à-dire s'appliquant à tout récepteur ou tuner FM, le décodeur pour les réceptions stéréophoniques étant examiné séparément plus loin.

1° Les récepteurs FM doivent être vérifiés et alignés, tant en MF qu'en HF, plus souvent que les récepteurs pour modulation d'amplitude. Cela peut s'expliquer par le fait même que l'on travaille sur fréquences élevées (tant en MF qu'en HF) sur lesquelles les variations de caractéristiques par hygrométrie (ou autres) entraînent des variations de fréquence importantes dans les réglages.

Cela peut se traduire par une perte de sensibilité lente, mais progressive, du récepteur, ainsi que par des distorsions.

2° Si des déformations importantes sont décelées dans l'audition, et si le détecteur utilise des diodes à cristal, il faut tout d'abord vérifier l'état de ces dernières.

Vérifier également l'état du condensateur électrochimique (de 10 μF environ) monté entre une anode de diode et la masse du détecteur de rapport (fig. VIII-3) ; ce condensateur peut être coupé ou desséché et ne plus présenter la capacité requise.

3° A propos de ce condensateur électrochimique, appelé quelquefois condensateur-ballast, précisons que sa capacité minimum doit être de l'ordre de 4 μF environ, mais que l'on peut sans inconvénient monter un condensateur de 8 ou de 16 μF .

Dans de nombreux montages (de trop nombreux montages), il nous a été possible de rencontrer comme condensateur-ballast un condensateur de 10 μF 25 V (du type de ceux utilisés comme condensateur de shunt de résistance de polarisation de cathode) ; nous disons bien : tension d'isolement 25 volts. Or, avec une bonne antenne FM extérieure et si l'on n'est pas très loin d'un émetteur, la tension aux bornes de ce condensateur monte facilement aux environs de 40 volts ! La conclusion s'impose : montons donc un condensateur isolé à la centaine de volts et nous serons tranquilles.

4° Très souvent, le radio-électricien est dérangé par un client se plaignant de distorsion : distorsions auditives comme il a été question au deuxièmement, mais cependant beaucoup moins importantes.

Ces distorsions peuvent être dues à l'amplificateur BF faisant suite à la détection FM ; dans ce cas, on retrouve ces mêmes distorsions à l'audition d'un disque en utilisant le pick-up.

Mais, dans la plupart des cas, c'est dans le détecteur FM que se produisent ces distorsions légères, mais bien désagréables à l'oreille exercée : il s'agit d'un défaut de réglage du transformateur-discriminateur (secondaire non réglé *au centre* de la

bande passante MF). Si le récepteur FM possède un indicateur cathodique d'accord, on pourra tenter une vérification sur place (chez le client). Le maximum de l'audition doit correspondre à la fermeture maximum de l'indicateur d'accord, et ce, sans distorsion. Si ces deux maxima ne correspondent pas et s'il faut se décaler pour réduire les distorsions, c'est bien que le discriminateur n'est pas correctement aligné. On pourra alors apporter quelques légères retouches successives au réglage du noyau du *secondaire* du discriminateur, jusqu'à ce que l'on obtienne une reproduction correcte.

Mais le procédé technique le meilleur, le plus consciencieux aussi, donnant immédiatement le résultat souhaité, est le réglage exposé au début de ce paragraphe aux alinéas *a*, *b*, *c* et *d*.

Toujours est-il que la mise au point extrêmement précise et soignée d'un récepteur FM peut être faite avec un équipement simple et sans appareils de mesure spéciaux et coûteux.

Cas des récepteurs FM stéréophoniques

Nous n'allons donc pas nous occuper ici de l'*ensemble* du récepteur FM stéréophonique, mais uniquement de l'adaptateur stéréophonique appelé également *décodeur multiplex*, c'est-à-dire des circuits auxiliaires d'où naît la stéréophonie. En effet, jusqu'à la détection, récepteur FM monophonique et récepteur FM stéréophonique sont identiques, et il suffira de se reporter à ce qui a été dit précédemment.

Mais, pour bien dépanner ou pour bien mettre au point un décodeur multiplex, il importe d'abord de bien savoir ce qui se passe à l'émission et de bien comprendre les procédés mis en œuvre à la réception pour la reconstitution de l'effet stéréophonique. Certes, nous sommes obligés de débiter cet exposé par un bref rappel du système ; mais le lecteur désirant davantage de détails pourra avantageusement se reporter à un autre ouvrage (1) développant le sujet d'une façon plus approfondie.

On trouve dans le commerce (U.S.A., notamment) des générateurs FM multiplex d'atelier spécialement conçus pour le dépannage (et la mise au point) du récepteur FM en général, mais aussi et surtout du décodeur multiplex. Hélas, ces appareils sont extrêmement chers.

L'acquisition d'un tel générateur n'est toutefois pas indispensable pour déceler la plupart des troubles de fonctionnement étant donné que l'on a la possibilité d'utiliser comme générateur de signaux, l'émetteur FM lui-même (sous certaines conditions).

(1) Par exemple *Cours de Radio Élémentaire*, même auteur, même librairie.

Voici, extrait de la revue « Radio-Electronics », un procédé intéressant et original, que nous avons d'ailleurs expérimenté et qui nous a donné toute satisfaction.

L'émetteur transmet un signal pilote de 19 kHz ainsi que le signal BF composite comprenant le canal principal « gauche plus droite » ($G + D$) et les bandes latérales de la sous-porteuse « gauche moins droite » ($G - D$). Ces signaux peuvent être utilisés pour aligner les adaptateurs stéréophoniques multiplex. Il suffit de disposer d'un bon tuner FM conçu pour la réception de ces émissions. Les tensions sont prélevées à la sortie du détecteur de rapport ou du discriminateur comme indiqué par la figure VIII-4, avant le filtre de désaccentuation, par l'intermédiaire d'un câble blindé à faibles pertes. Il est préférable, pour améliorer le rapport signal/souffle, que ce tuner soit muni d'une antenne extérieure.

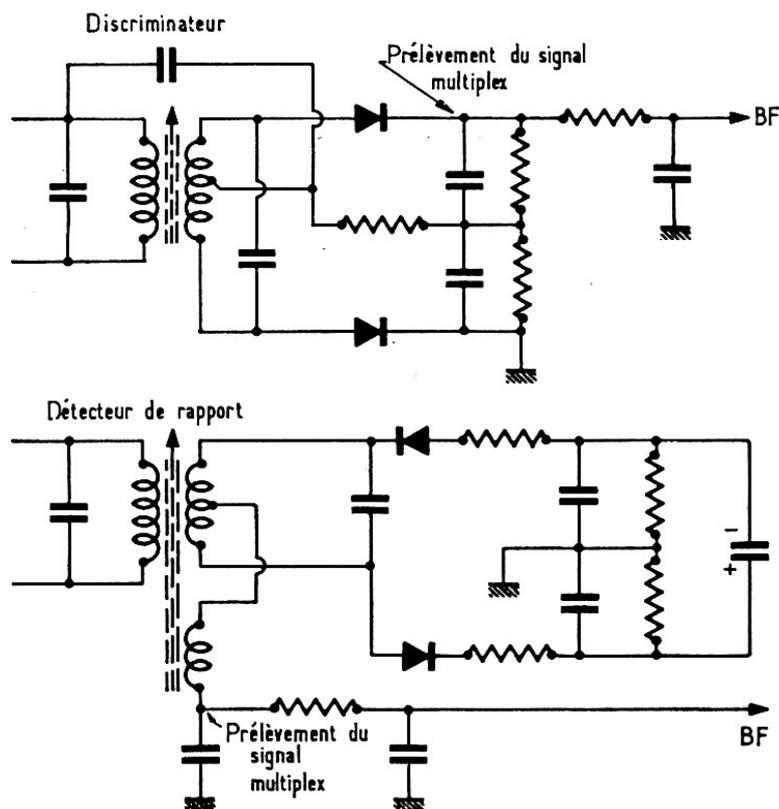


FIG. VIII-4

On peut utiliser directement le signal composite dans le cas de pannes concernant la perte de séparation, la distorsion, etc. Mais pour aligner l'oscillateur ou les circuits accordés sur 38 kHz, il est nécessaire de réaliser un amplificateur de 19 kHz à un tube, tel que celui de la figure VIII-5. Ce circuit amplifie le signal 19 kHz transmis par l'émetteur et l'isole des autres signaux composites. On dispose ainsi d'une source de tension de 19 kHz, dont l'amplitude est variable, cette source ne pouvant être remplacée par un générateur BF dont la précision et la stabilité seraient insuffisantes.

Chaque bobinage L_1 et L_2 est fait de deux galettes en nids d'abeille prélevées sur une bobine d'arrêt R100 (qui en comporte quatre) et montées sur un mandrin de 6 mm de diamètre avec

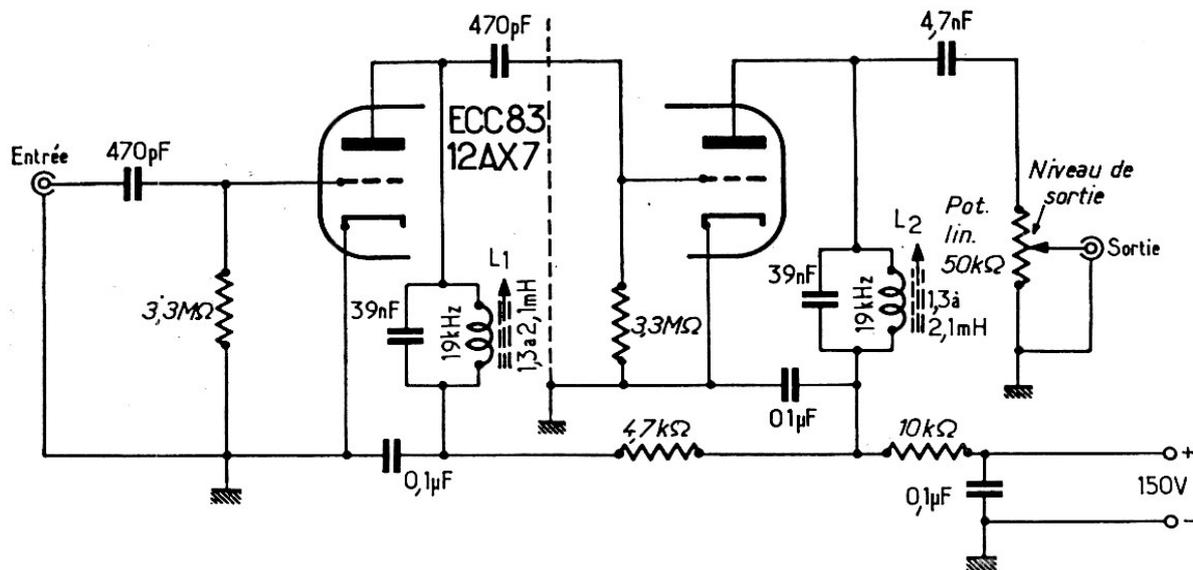


FIG. VIII-5

noyau réglable; accord par condensateur de 39 nF ; réglage sur 19 kHz par le noyau.

Types de circuits multiplex

Les circuits des adaptateurs FM stéréo multiplex peuvent être classés en deux catégories : les circuits du type matrice et les circuits à « commutation ». La figure VIII-6 montre un

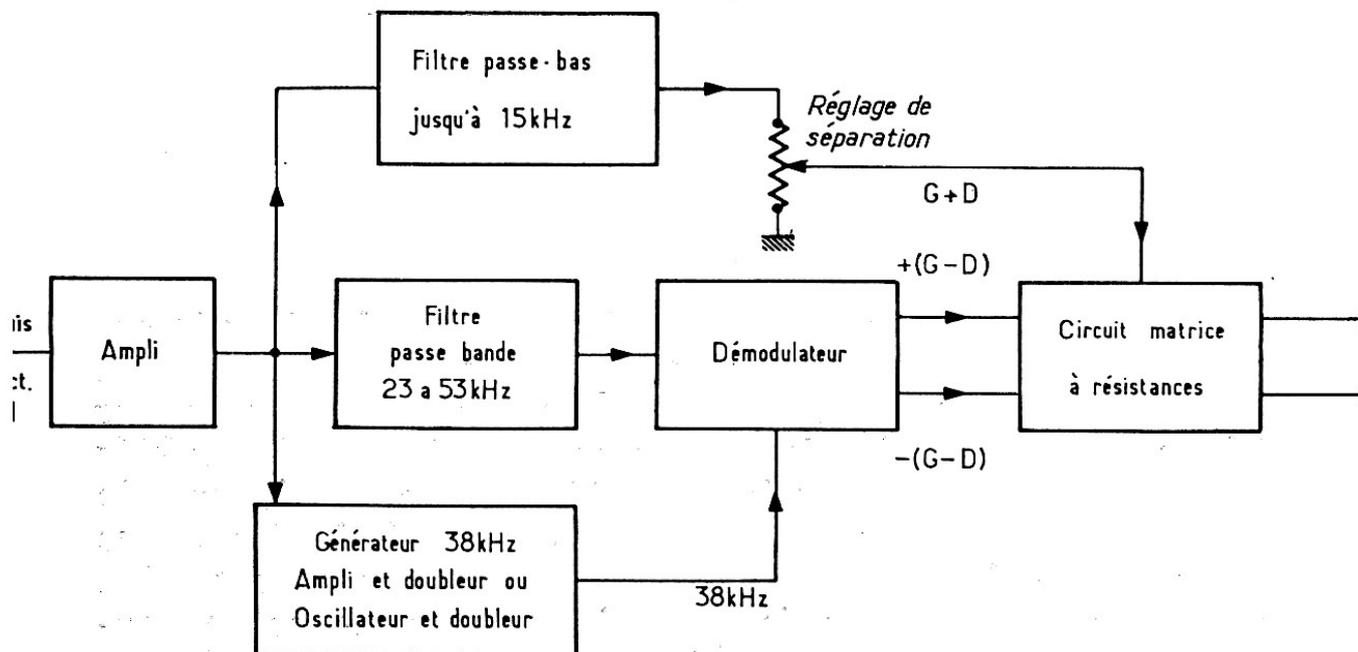


FIG. VIII-6

schéma fonctionnel d'un type de circuit matrice et la figure VIII-7 celui d'un circuit à commutation.

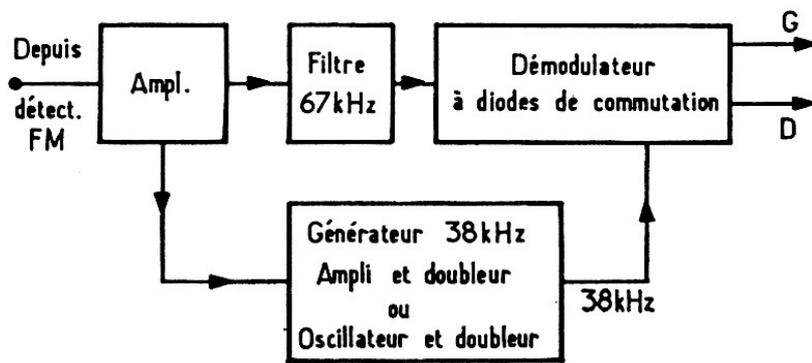


FIG. VIII-7

Sur les deux types de circuits, il est nécessaire d'appliquer à l'entrée du démodulateur à diodes un signal de 38 kHz d'amplitude élevée dont la valeur efficace est de 5 V ou plus. Deux méthodes sont utilisées pour y parvenir : soit par l'intermédiaire d'un oscillateur local 19 kHz dont la fréquence est doublée à 38 kHz, synchronisé par la fréquence pilote transmise par l'émetteur ; soit en prélevant la fréquence pilote du signal composite, en l'amplifiant et en la doublant, sans oscillateur local.

L'absence de signal 38 kHz ou sa réduction d'amplitude entraîne une très grande distorsion de sortie et la suppression de la séparation entre les canaux de gauche et de droite. Sur les montages avec oscillateur local, il est facile de se rendre compte si l'oscillateur fonctionne en examinant la forme d'onde issue du transistor ou du tube oscillateur, qui doit être une sinusoïde.

Après avoir constaté l'oscillation, examiner les tensions d'oscillation sur les étages amplificateurs et doubleurs suivants, jusqu'au circuit de démodulation où le signal a l'allure de la figure VIII-8. L'inégalité des sinusoïdes successives indique la

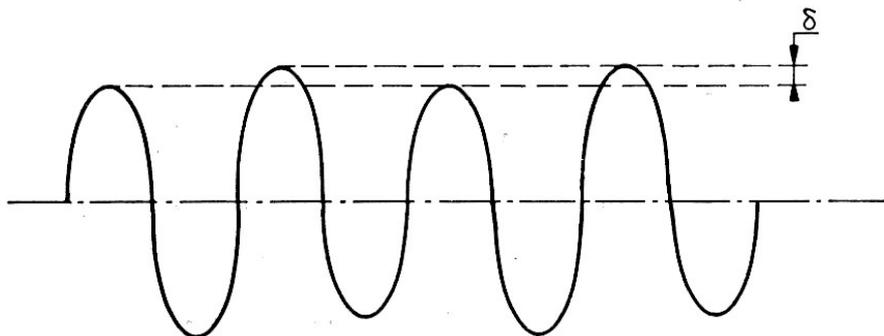


FIG. VIII-8

la présence de composantes résiduelles 19 kHz dues à un doublement imparfait. Tant que cette inégalité δ reste minime, elle n'affecte pratiquement pas les performances ; dans le cas

contraire, il en va tout autrement, et comme nous le verrons plus loin, il convient alors de remédier à ce défaut.

Sur les circuits ne possédant pas d'oscillateur local, l'examen du signal est semblable, mais l'amplificateur 19 kHz de la figure VIII-5 est nécessaire. Appliquer un signal d'environ 0,1 V eff. à l'entrée du circuit multiplex et observer ce signal jusqu'au démodulateur où son amplitude doit être normalement de 3 à 5 V (tension de 38 kHz). Il est conseillé de faire varier l'amplitude du signal d'entrée 19 kHz avec le potentiomètre de sortie du montage de la figure VIII-5. En augmentant la tension d'injection 19 kHz à une valeur supérieure à 0,1 V, on ne doit pas constater d'augmentation sensible de la tension de 38 kHz appliquée aux diodes du démodulateur. De même, en diminuant la tension de 19 kHz au-dessous de 0,1 V, on ne doit pas constater une diminution sensible de cette même tension de 38 kHz (à moins de diminuer considérablement la tension d'entrée).

Cet essai permet en outre de se rendre compte si les différents circuits 19 et 38 kHz sont convenablement accordés.

Oscillateur désynchronisé

Le montage de la figure VIII-5 est à utiliser dans le cas de la suppression de la synchronisation d'un oscillateur 19 kHz d'un adaptateur. Il ne suffit pas, en effet, de constater que les tensions d'oscillation de 38 kHz sont d'amplitude normale sur le démodulateur. Ces tensions doivent être synchronisées avec la tension de la fréquence pilote. Dans le cas contraire, en appliquant à l'entrée de l'adaptateur une tension 19 kHz de 0,1 eff., on entend un battement, un motor-boating de faible fréquence. Après avoir vérifié les éléments transmettant les tensions de synchronisation, le remède consiste à accorder soigneusement l'oscillateur.

Pour déterminer avec sûreté si la tension de synchronisation est bien appliquée à l'oscillateur, déconnecter provisoirement un *élément de liaison* quelconque dans le circuit d'application de cette synchronisation. Puis, rétablir périodiquement le contact de ce composant ; à chaque fois, l'oscillateur doit se « raccrocher » à la fréquence correcte (synchronisation).

Troubles dans l'effet stéréophonique ; mauvaise reconstitution des signaux stéréophoniques

Les trois causes les plus fréquentes sont :

1° Diodes du démodulateur précédant les sorties G et D mal appairées (résistances directes non égales ou résistances inverses non égales) ;

2° Mauvais fonctionnement du doubleur de fréquence 19 à 38 kHz ;

3° Défectuosité du transformateur 38 kHz précédant les diodes démodulatrices.

Examinons ces trois points plus en détails.

Les diodes peuvent être vérifiées à l'aide d'un simple ohmmètre : Mesure dans le sens direct, puis mesure dans le sens de non-conduction en inversant les polarités de l'ohmmètre sur la diode. Le rapport entre les deux mesures doit être de 5 au moins ; mais un rapport de 10 est préférable. Ce qui compte surtout est l'égalité du rapport pour les deux diodes.

A l'aide d'un oscilloscope, on peut aisément examiner le signal à 38 kHz à la sortie du doubleur. Si l'oscillogramme obtenu est voisin de celui représenté sur la figure VIII-9, le

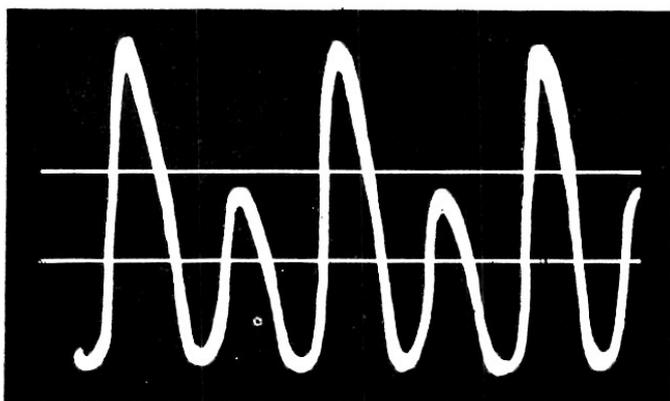


FIG. VIII-9

fonctionnement du doubleur de fréquence est incorrect, cela se conçoit. En agissant sur les valeurs du circuit de grille (lampe) ou de circuit de base (transistor) de l'étage doubleur 38 kHz ou de l'oscillateur piloté 38 kHz (selon le montage), il faut parvenir à obtenir une sinusoïde régulière et bien symétrique.

Lorsque le doublage de fréquence est obtenu à l'aide d'une paire de diodes, les oscillogrammes successifs à obtenir selon le point d'observation sur les circuits, sont représentés sur la figure VIII-10 ; en cas de mauvais fonctionnement, vérifier D_1 , D_2 , Q_1 , Q_2 , T_1 , T_2 et C_1 .

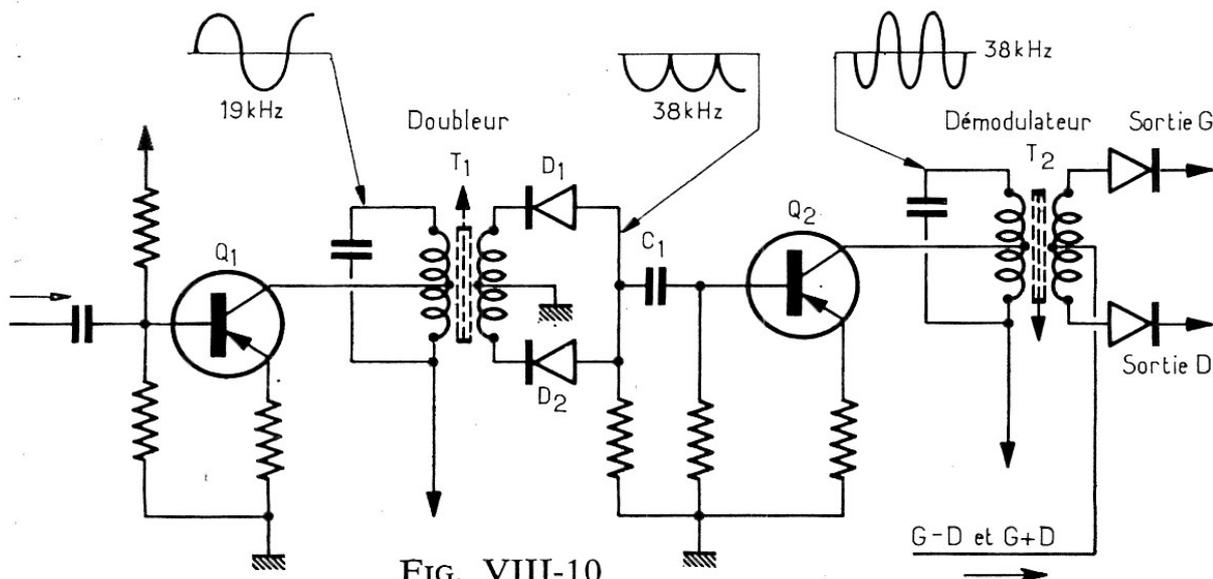


FIG. VIII-10

Des troubles dans le fonctionnement en stéréophonie peuvent naître également d'une mauvaise synchronisation : son déformé, fonctionnement sporadique de l'ampoule témoin « stéréo » (s'il y en a une), grognements dans l'audition... On peut essayer de retoucher légèrement le réglage de la bobine L_1 (19 kHz) ; voir figure VIII-11. Cet accord étant très critique, procéder

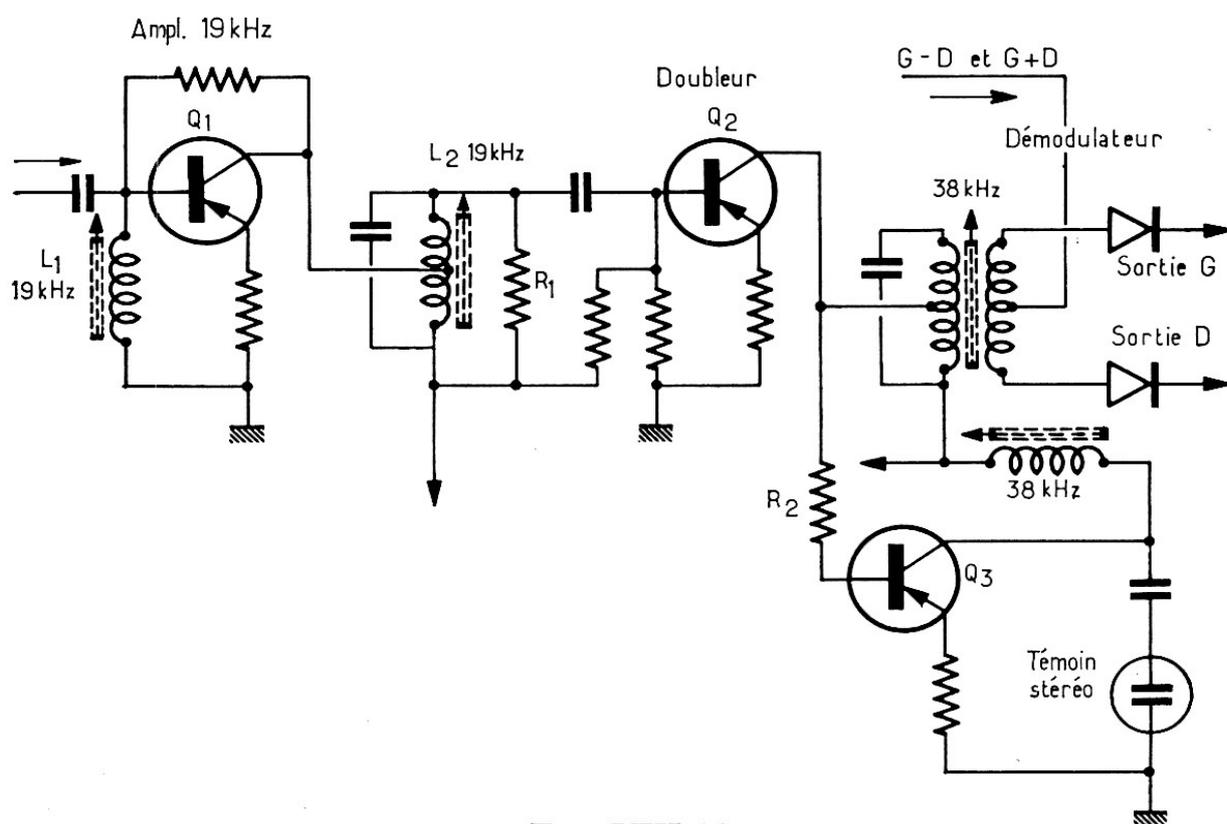


FIG. VIII-11

seulement par quart de tour du noyau. Déconnecter éventuellement une extrémité de la résistance R_2 (environ 100 k Ω) pour s'assurer que la charge apportée au doubleur n'est pas excessive. A l'oscilloscope, vérifier la forme du signal à 38 kHz sur le collecteur du transistor Q_2 ; rechercher à obtenir la symétrie requise comme il a été dit précédemment. Vérifier l'exactitude des tensions nécessaires aux trois électrodes de ce transistor et procéder aux mêmes vérifications pour le transistor Q_1 . Un défaut déjà rencontré était l'absence de tension — ou une tension anormalement faible — sur le collecteur de Q_1 , due à une coupure du bobinage L_2 (le courant ne passant que par la résistance R_1 de l'ordre de 4,7 k Ω).

Alignement des circuits

Le mode opératoire indiqué ci-après pour l'alignement des circuits accordés d'un adaptateur multiplex est valable pour les deux types de montage avec *amplificateur* 19 kHz et doubleur 38 kHz ou *oscillateur* 19 kHz et doubleur :

1° Appliquer une tension 19 kHz de 0,1 V eff. à l'entrée de l'adaptateur. Observer la tension 38 kHz à l'entrée de chaque diode de démodulation. Certains montages sont en pont équilibré et quatre diodes sont utilisées pour chaque canal ; sur de tels montages, la tension à examiner est prélevée au point où la tension de 38 kHz est appliquée au pont.

2° Sur les montages sans oscillateur, la tension de 38 kHz est visible sans difficulté. Sur les montages à oscillateur, on doit constater une tension telle que celle de la figure VIII-8, ou de la figure VIII-12 (perte de synchronisation).

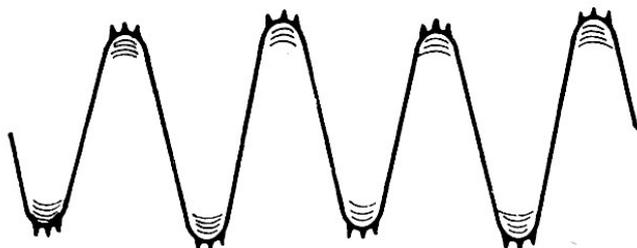


FIG. VIII-12

3° Dans tous les cas, régler chaque circuit accordé (19 et 38 kHz) à l'aide des noyaux de façon à obtenir le maximum de tension, une bonne symétrie et une bonne synchronisation. Sur les montages sans oscillateur, on constate un maximum pour le réglage optimum de chaque circuit sur l'accord. Dans le cas de montages avec oscillateur, accorder d'abord le circuit de l'oscillateur de façon à obtenir la synchronisation (l'oscillogramme de la figure VIII-12 doit être transformé comme celui de la figure VIII-8). Accorder ensuite le circuit du doubleur 38 kHz de façon à obtenir une augmentation de l'amplitude des tensions 38 kHz. Accorder finalement les circuits 19 kHz voisins de l'entrée. Il peut être nécessaire de réaccorder l'oscillateur après avoir réglé les autres circuits, afin de retrouver la synchronisation, les réglages étant interdépendants, en particulier s'il s'agit de circuits multiplex à transistors.

4° S'il s'agit d'un montage du type de la figure VIII-7, supprimer la tension d'entrée de 19 kHz et la remplacer par une tension de l'ordre de 0,1 V eff. à 67 kHz. Ce signal doit être d'une fréquence aussi voisine que possible de 67 kHz, mais sa fréquence exacte n'est pas aussi critique que celle du signal de 19 kHz ; en conséquence, un quelconque oscillateur accordé sur 67 kHz peut être utilisé comme générateur. Observer la forme de la tension à la sortie du filtre 67 kHz et régler le bobinage de telle sorte que l'amplitude de la tension 67 kHz soit minimum à la sortie. On doit constater une brusque diminution.

5° Brancher l'entrée de l'adaptateur à la sortie du tuner FM stéréo que l'on accorde sur une station émettrice multiplex. On

doit constater une nette séparation entre les deux canaux. Agir le cas échéant sur la commande de séparation des canaux lorsqu'elle existe, ou très délicatement sur le noyau de réglage de l'oscillateur pour accentuer le plus possible l'effet stéréophonique.

La figure VIII-13 montre l'oscillogramme obtenu en examinant un signal stéréo sur l'une des diodes du démodulateur. On

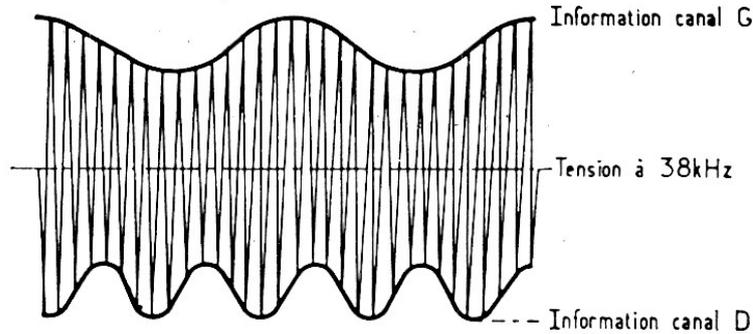


FIG. VIII-13

aperçoit les modulations des deux canaux sur les parties supérieure et inférieure de l'oscillogramme. Ces modulations ne sont évidemment pas stables, mais on a une idée du taux de modulation de la sous-porteuse (de 10 à 30 % au maximum) et l'on se rend compte de la différence des modulations.

**

La bande passante des circuits du récepteur (amplificateur MF en particulier) doit être suffisante pour transmettre sans affaiblissement la totalité de l'information G-D ; voir figure VIII-14. Cela veut dire que la transmission de la bande de 23 à 53 kHz notamment, doit être particulièrement plate. Sans quoi, des distorsions de phase peuvent se produire entraînant une mauvaise séparation des canaux G et D. Le circuit de désaccentuation prévu sur un récepteur FM normal monophonique doit être supprimé, afin de transmettre toute la bande

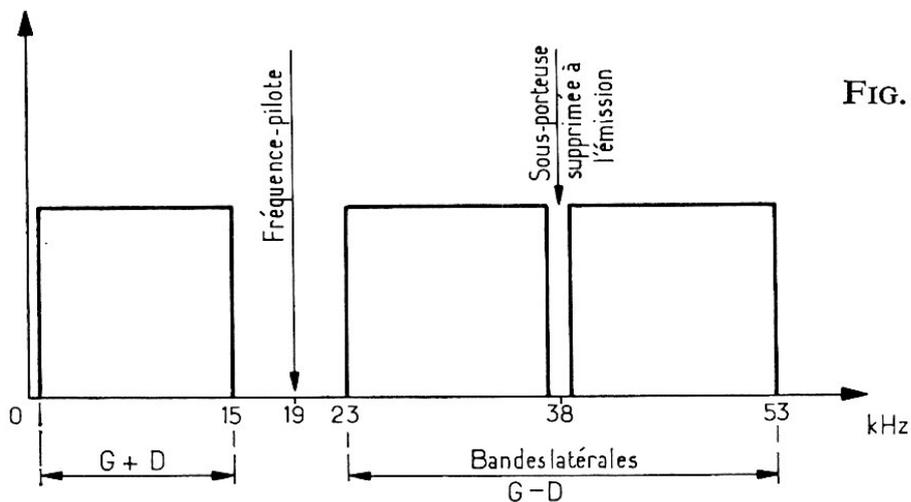


FIG. VIII-14

nécessaire. C'est un moyen de la commutation « monophonie-stéréophonie » que l'on doit remettre en circuit la désaccentuation, après le décodeur.

La bande passante du récepteur doit être supérieure à 180 kHz (à — 3 dB). Le discriminateur du récepteur doit être linéaire pour une déviation en fréquence de ± 75 kHz. Autrement dit, la courbe de réponse de l'amplificateur « fréquence intermédiaire » du récepteur doit, dans son ensemble, présenter un « creux » *minimum*, et le flanc de la courbe de discrimination doit être le plus rectiligne possible afin de minimiser les rotations de phase. Notamment, tout glissement de la phase du signal à 38 kHz servant à la réception au décodage des informations, entraîne obligatoirement un mélange des deux voies. La phase de ce signal reconstitué à la réception, doit être la même que celle du signal ayant servi au codage à l'émission.

En définitive, en observant à l'oscilloscope le signal composite stéréo à la sortie « audio » du détecteur FM du récepteur ou du tuner, nous devons obtenir l'oscillogramme représenté en A sur la figure VIII-15 ; la ligne de base doit être aussi plate que possible. En B, l'oscillogramme indique une atténuation de l'information G-D et une perte de séparation.

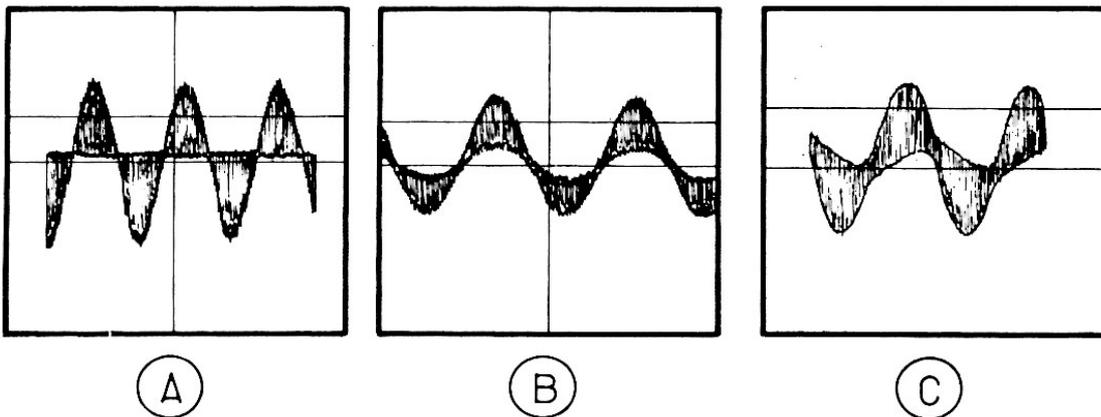


FIG. VIII-15

Une mauvaise séparation des deux voies découle aussi de l'importante distorsion de phase que l'on voit sur l'oscillogramme C.

★

Dans certains cas, même lorsque l'adaptateur est correctement aligné et que le champ rayonné par l'émetteur stéréo est important à la réception, on constate une distorsion de phase. Cette dernière est due à des réflexions parasites des ondes, comme celles qui provoquent des images fantômes en télévision. Il est à noter que ces réflexions se produisent le plus souvent lorsque le champ est fort à la réception et que l'utilisateur pense alors qu'une antenne intérieure est suffisante. Le seul remède est une antenne extérieure directive et convenablement orientée.

★

Le réglage des circuits accordés d'un décodeur est réalisé, après fabrication, à l'aide d'un générateur FM multiplex spécial, et il est impossible d'effectuer de tels réglages *au hasard*, en

cours d'émission, simplement à l'aide d'un tournevis ! Il convient donc de bien réfléchir avant de « se lancer » dans une intervention de ce genre, car le dérèglement de ces circuits nécessiterait :

- soit le retour de l'appareil en usine ;
- soit le ré-alignement desdits circuits avec un oscilloscope et un tuner FM auxiliaire suivi d'un amplificateur spécial, comme nous l'avons exposé précédemment (à moins que le radioélectricien ne soit l'heureux possesseur d'un générateur FM à signal composite stéréo...).

Ces circuits étant généralement sensibles à la température (ferrites), il est sage de monter le décodeur loin de toute source de chaleur, afin de lui assurer la plus longue stabilité possible de ses réglages. *

Pour terminer, disons quelques mots concernant les indicateurs lumineux d'émissions stéréophoniques. Un tel indicateur est très utile sur un adaptateur multiplex et est très souvent employé. Le montage comporte généralement un ou plusieurs circuits accordés suivis d'une détectrice et d'un amplificateur de courant continu ; mais d'autres schémas sont également possibles. La tension disponible à la sortie, lorsqu'il s'agit d'émissions stéréophoniques, permet d'illuminer une lampe au néon ou une petite ampoule à incandescence (selon le montage), ou d'actionner tout autre système avertisseur ou indicateur par l'intermédiaire d'un relais, par exemple.

Le plus souvent, après la vérification habituelle des composants de ce dispositif (lampe, transistor, diode, résistances, condensateurs), il suffit d'un ré-alignement du ou des circuits accordés pour rétablir le fonctionnement d'un tel indicateur.

§ 5. — ALIGNEMENT DES RECEPTEURS A TRANSISTORS

La technique de l'alignement des récepteurs à transistors, soit AM, soit FM, et tant du point de vue moyenne fréquence que pour les circuits d'accord et d'oscillateur, reste identique à celle préconisée précédemment pour les postes à lampes. Seuls, quelques points particuliers peuvent se présenter ; nous allons les examiner maintenant.

Les récepteurs à transistors sont des appareils relativement récents ; ils présentent donc tous les valeurs normalisées MF suivantes : 455 kHz pour les gammes normales ; 10,7 MHz pour la gamme FM.

Pour l'alignement des transformateurs moyenne fréquence d'un récepteur à transistors, il ne saurait être question de court-circuiter l'oscillateur comme nous l'avons préconisé pour les postes à lampes, parce que dans la majorité des montages le changement de fréquence (fonctions oscillatrice et mélangeuse) est effectué par *un seul* transistor.

Le générateur HF est réglé sur la fréquence convenable (valeur MF) et sa sortie est tout simplement couplée à l'entrée du récepteur à transistors (sur l'antenne ferrite) par l'intermédiaire d'un bout de fil isolé enroulé en queue de cochon ; la masse du générateur est reliée à la masse du récepteur. Le récepteur est placé sur la gamme GO ou PO. En manœuvrant le cadran du récepteur, on s'assure qu'il s'agit bien de l'oscillation MF injectée par le générateur que l'on entend, et non pas d'un battement ou d'un harmonique ; l'audition du signal injecté ne doit pas disparaître lorsqu'on manœuvre le cadran, s'il s'agit bien du signal correspondant à la MF. Cette assurance obtenue, il n'est pas nécessaire de supprimer l'oscillation locale du changeur de fréquence, même si le récepteur possède un transistor oscillateur séparé.

Pour le réglage éventuel des circuits moyennes fréquence sur 10,7 MHz de la gamme FM (si le récepteur comporte une telle gamme) on attaque le récepteur par l'entrée « antenne » de cette bande, le commutateur de gammes étant placé sur la position correspondante.

Comme indicateur d'accord, on peut utiliser celui du récepteur s'il en possède un (cas peu fréquent). Dans le cas contraire, on branche un voltmètre électronique entre la masse et la ligne de C.A.V. ; ce voltmètre mesure la tension de commande, tension qui est maximum pour un signal donné appliqué à l'entrée lorsque tous les circuits sont parfaitement accordés. On veillera toujours à ne pas appliquer un signal trop fort afin de ne pas arriver à la saturation de certains étages.

S'il ne s'agit que de transformateurs MF sur 455 kHz pour les gammes normales à modulation d'amplitude, l'indicateur d'accord pourra être plus modestement un simple outpumètre branché en parallèle sur le primaire du transformateur de liaison au haut-parleur, le signal appliqué par le générateur étant bien entendu *modulé*.

Comme dans le cas d'un récepteur à lampes, on commence par le secondaire du dernier transformateur MF en « remontant », circuit par circuit, vers l'entrée, et en diminuant progressivement (si besoin est) l'amplitude du signal issu du générateur. Eventuellement, on refait cette suite de réglages plusieurs fois dans le même ordre.

Lorsque tous les transformateurs MF sont parfaitement alignés, il arrive parfois que l'on constate un accrochage des étages MF (auto-oscillation) se traduisant par des sifflements lorsqu'on règle le récepteur sur une station. Il ne faut surtout pas y apporter remède en désaccordant un transformateur MF, comme nous l'avons vu faire maintes fois ! En fait, à quoi bon régler si c'est pour dérégler ensuite.

Notons que ce phénomène se produit aussi parfois sur les postes à lampes ; il est cependant plus fréquent sur les petits postes à transistors, plus compacts, plus condensés, où tout est l'un sur l'autre et où, par conséquent, les accrochages d'étages sont hélas plus commodes à obtenir. Ce qu'il faut faire est évidemment de rechercher la *cause* de cet accrochage, de cette auto-oscillation ; nos réglages ont incontestablement apporté une augmentation de sensibilité, de gain et de sélectivité, et il serait stupide de tout remettre dans l'état primitif en dérégulant un circuit pour éviter l'auto-oscillation. Vérifions donc les condensateurs de découplage et autres « by-pass » de l'alimentation notamment, de la ligne de C.A.V. également. Attention aussi au voisinage dangereux de certaines connexions ; éloigner tout organe ou élément de câblage susceptible de favoriser les reports MF d'arrière en avant, c'est-à-dire de la détection vers l'antenne-ferrite, par exemple. Le plus souvent, un petit bout de blindage bien placé ou un condensateur de découplage soudé au bon endroit viennent à bout aisément des ennuis de ce genre.

Les circuits MF étant parfaitement accordés, nous pouvons passer maintenant aux circuits d'oscillateur et d'accord. Nous enlevons le fil en queue de cochon, provenant du générateur, que nous avons enroulé autour de l'antenne-ferrite. Ce fil restera branché au générateur et lui servira d'antenne pour rayonner les signaux aux diverses fréquences de réglage dont nous aurons besoin.

On commence par repérer les trimmers et les noyaux de réglage des circuits oscillateur et accord, et ce, gamme par gamme. Puis comme dans le cas d'un récepteur à lampes, on procède à la mise en place des indications de l'aiguille du cadran en réglant l'oscillateur : *trimmer* pour les fréquences les plus grandes, *noyau* pour les fréquences plus faibles. Ensuite, on passe au réglage du circuit d'accord pour l'obtention du maximum de sensibilité : *trimmer* pour les fréquences les plus grandes, *noyau* pour les fréquences les plus faibles. Ces réglages sont effectués ainsi sur chaque gamme.

Rappelons en passant, que lorsqu'un récepteur, quel qu'il soit, possède une antenne-ferrite, ce sont les bobines d'accord proprement dites qui constituent précisément les bobinages du cadre. Le réglage de ces circuits se fait donc vers les fréquences les plus faibles de chaque gamme en faisant *coulisser* le bobinage de la gamme considérée sur le bâtonnet de ferrite. Par ailleurs, le trimmer d'accord est réglé vers les fréquences les plus élevées, comme nous l'avons déjà dit.

Nous n'insisterons pas davantage sur les cas particuliers des récepteurs à transistors, toutes les autres précautions à prendre pour les réglages étant les mêmes que celles précédemment exposées pour les postes à lampes.

CHAPITRE IX

§ 1. — **Mesures simples en basse fréquence**

Beaucoup trop de dépanneurs ou de metteurs au point, même professionnels, s'imaginent que les mesures en basse fréquence nécessitent tout un matériel de laboratoire. Alors, au lieu d'un travail méthodique et sérieux, on tombe dans la mise au point « au jugé » ou « au pifomètre », pour reprendre l'expression consacrée !

Dans les lignes qui suivent, extraites d'un article de l'auteur publié dans une revue professionnelle française, nous allons cependant essayer d'aiguiller nos lecteurs sur une voie un peu plus technique, et nous allons montrer ce que l'on peut faire comme mesures en basse fréquence, en ne disposant que d'appareils peu complexes : un voltmètre alternatif à redresseur oxy-métal (type M1 de Westinghouse) — ou une boîte de contrôle radio (genre polymètre) en position « alternatif » ; et d'autre part, une source quelconque de tension à 400 c/s (soit générateur BF, soit plus simplement, la tension BF de modulation issue de l'hétérodyne de service).

Impédance d'une bobine mobile

Voici, tout d'abord, un procédé rapide pour trouver l'impédance de la bobine mobile d'un haut-parleur lorsqu'on désire une *rapide* évaluation :

Mesurer la résistance ohmique (en courant continu) de la bobine mobile à l'aide d'un contrôleur universel quelconque en position ohmmètre. Le résultat doit être multiplié par un certain coefficient k pour obtenir l'impédance. Les techniciens français indiquent $k = 1,5$; les techniciens américains prennent $k = 1,25$ seulement.

Mais cela ne permet l'évaluation de l'impédance d'une bobine mobile qu'en grossière approximation, répétons-le ; voici, maintenant, un procédé plus technique et plus précis.

Le haut-parleur HP et son transformateur Tr S sont montés normalement dans le circuit anodique du tube final d'un amplificateur quelconque (ou même, de la partie BF d'un récepteur), comme il est montré sur la figure IX-1 en A. En parallèle sur la bobine mobile, nous connectons notre voltmètre à redresseur V (ou, comme nous l'avons dit au début, notre contrôleur universel en position « alternatif »). Puis, l'entrée de l'amplificateur

est attaquée par la tension BF à 400 c/s ; ajustons le potentiomètre d'entrée de l'amplificateur, de façon à obtenir une certaine lecture au voltmètre V ; disons, par exemple, 2 V. Coupons l'amplificateur, sans toutefois toucher au réglage du potentiomètre.

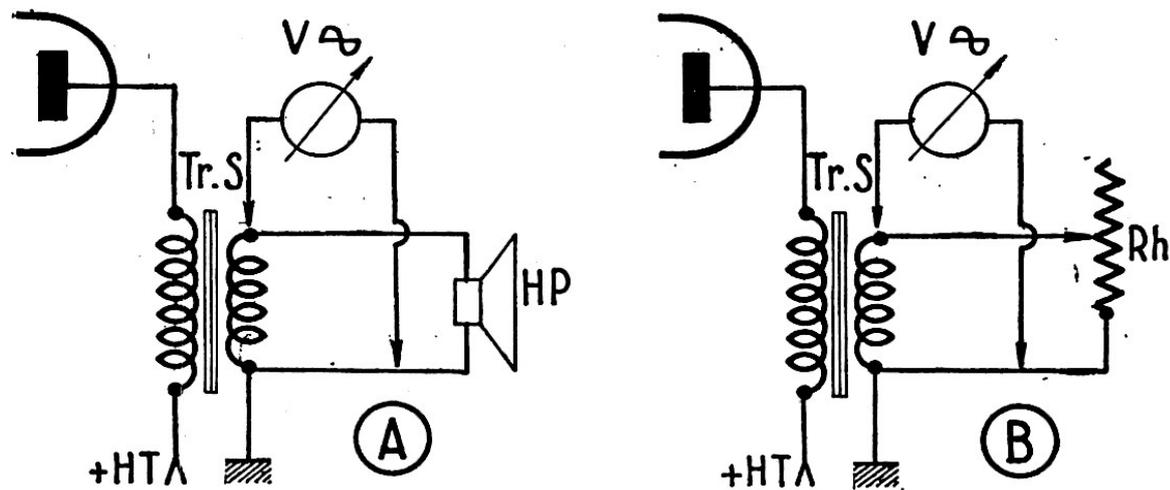


FIG. IX-1, A, B

Déconnectons le HP de son transformateur de sortie et remplaçons la bobine mobile par une résistance variable R_h (rhéostat de 30 Ω environ d'ancien poste à accus), comme il est indiqué figure IX-1 B.

Remettons l'amplificateur en service, et par la manœuvre de la résistance variable R_h , cherchons à obtenir sur V la *même lecture* que précédemment (soit 2 V dans notre exemple).

Il suffit alors de déconnecter R_h soigneusement, sans toucher à son réglage, et de mesurer la valeur de sa résistance, soit à l'ohmmètre, soit au pont de Wheatstone. La résistance trouvée est égale à l'impédance de la bobine mobile à la fréquence considérée (400 c/s) ; la valeur de R_h porte le nom de « résistance motionnelle ».

Impédance d'un haut-parleur (transformateur de sortie)

Nous avons un tube final qui réclame une charge anodique de 5 000 Ω d'impédance (cas d'un 6AQ5, par exemple), et nous désirons savoir si un haut-parleur à notre disposition pourrait convenir, c'est-à-dire s'il est capable de charger correctement le tube.

Nous allons sensiblement procéder comme précédemment. L'entrée de l'amplificateur est attaquée par la tension BF à 400 c/s, et le haut-parleur à mesurer est branché dans le circuit anodique du tube final (fig. IX-2 A). En parallèle sur le primaire du transformateur de sortie Tr S (transformateur du haut-parleur), nous connectons notre voltmètre à redresseur V. Par

le réglage du potentiomètre d'entrée de l'amplificateur, amenons la lecture sur V à une certaine valeur, 150 V par exemple. Sans toucher à quoi que ce soit, nous allons placer en parallèle sur le primaire du transformateur de sortie une résistance R au carbone aggloméré, comme le montre la figure IX-2 B. Nous allons essayer diverses valeurs de R , de façon à ce que la lecture de V soit exactement divisée par 2 (soit 75 V dans notre exemple). La valeur de la résistance qui satisfera à cette condition correspondra à l'impédance offerte par le haut-parleur à la fréquence considérée.

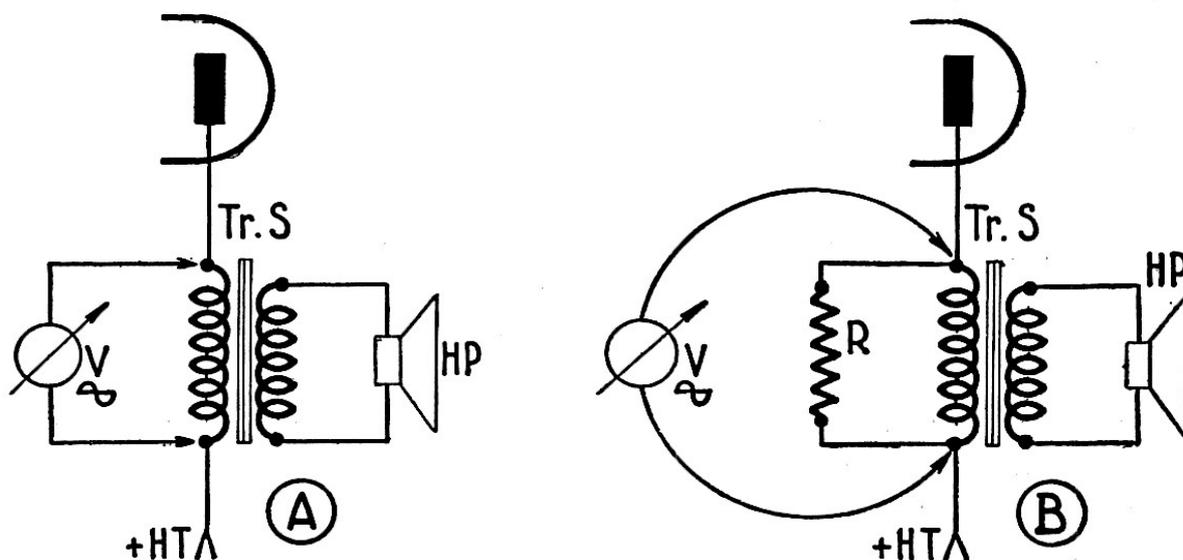


FIG. IX-2, A, B

Pour reprendre notre exemple, si $R = 5\ 000\ \Omega$, le haut-parleur présente une impédance de $5\ 000\ \Omega$ également et convient parfaitement pour charger correctement notre tube 6AQ5.

En ce qui concerne l'utilisation des transformateurs de sortie, leurs impédances, leur rapport de transformation, nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter au chapitre III (fig. III-2 et texte s'y rapportant).

Puissance modulée

Pour cette mesure, c'est le montage de la figure IX-1 qu'il nous faut reprendre. Supposons que nous ayons trouvé une bobine d'impédance égale à 5 ohms, et que, durant la mesure, le voltmètre V indiquait une tension de 4 V. Il suffit simplement d'appliquer la formule classique $W = E^2/Z$.

Dans notre exemple, on a :

$$W = \frac{4^2}{5} = \frac{16}{5} = 3,2\ \text{W}$$

Distorsion

Le procédé simple ci-dessous ne s'applique uniquement qu'aux étages amplificateurs classe A. On sait qu'un tube doit fonctionner dans la partie linéaire de sa caractéristique I_p/E_g ; si les parties coudées sont atteintes, il y a distorsion et le courant anodique moyen du tube varie. Il suffit donc d'intercaler un milliampèremètre à courant continu dans le circuit anodique du tube de l'étage en observation.

En faisant varier le gain de l'amplificateur BF attaqué par la tension à 400 c/s, au moyen du potentiomètre d'entrée, la lecture du milliampèremètre ne doit pas varier. En combinant cette mesure avec la précédente (mesure de la puissance modulée), on verra rapidement la valeur de la puissance modulée limite pour un taux de distorsion non appréciable.

§ 2. — REACTANCE INDUCTIVE ET CAPACITIVE. FREQUENCE DE RESONANCE. MESURE DES INDUCTANCES

On sait qu'un condensateur ou une bobine de self-induction présente une certaine *résistance* au passage du courant alternatif. Cette résistance prend alors le nom général d'*impédance*, et elle varie avec la fréquence du courant.

Si l'on veut être plus précis, on peut parler de réactance inductive ou de réactance capacitive selon qu'il s'agit de l'impédance présentée par un bobinage ou de celle présentée par un condensateur.

Ces réactances s'expriment évidemment en ohms, et on peut les calculer en appliquant les formules suivantes :

Réactance inductive Z_L :

$$Z_L = \omega L$$

Réactance capacitive Z_C :

$$Z_C = \frac{1}{\omega C}$$

formules dans lesquelles nous avons :

Z , les réactances, en ohms ;

L , le coefficient de sel-induction, en henrys ;

C , la capacité, en farads ;

ω , la pulsation du courant alternatif, c'est-à-dire $2 \pi F$ (la fréquence F étant exprimée en hertz).

Un abaque permet de résoudre rapidement ces calculs. En quelques secondes, on peut apprécier l'impédance présentée

par telle bobine ou par tel condensateur à telle ou telle fréquence.

Cet abaque fait l'objet de la figure IX-3 et nous verrons plus loin qu'il peut être utilisé également pour d'autres déterminations.

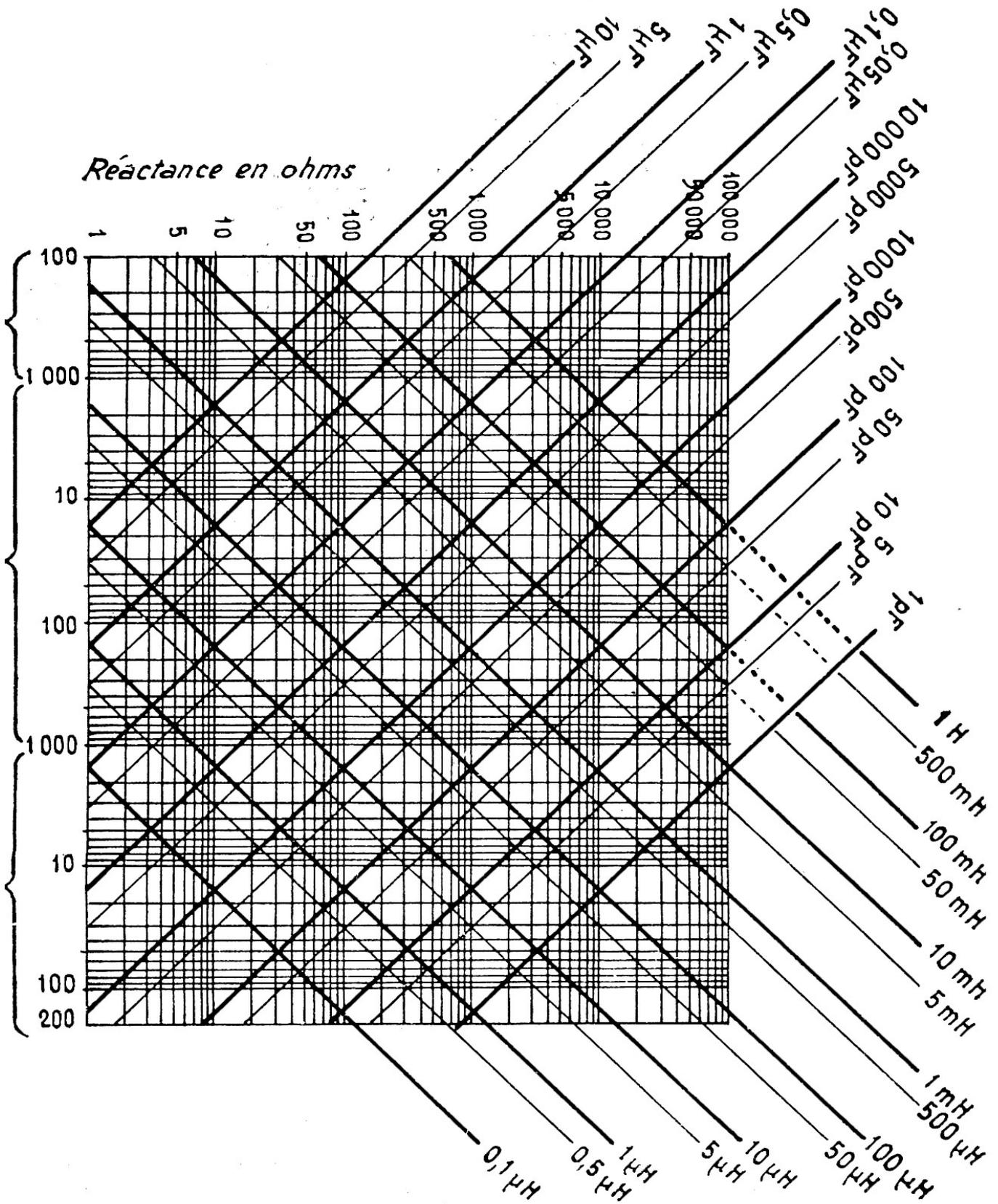


FIG. IX-3

Exemples :

a) Quelle est la réactance capacitive présentée par un condensateur de 1 000 pF à la fréquence de 5 kHz (5 000 Hz) ?

Suivons le trait oblique correspondant à 1 000 pF jusqu'à son intersection avec le trait vertical issu de 5 kHz. A l'extrémité du trait horizontal partant de l'intersection, nous lisons 30 000 Ω ; c'est l'impédance cherchée.

Par le même procédé, on voit que ce même condensateur à la fréquence de 5 MHz, présente une réactance capacitive de 30 Ω seulement.

b) Quelle est la réactance inductive à 2 MHz d'une bobine ayant un coefficient de self-induction de 5 mH ?

Suivons le trait oblique correspondant à 5 mH jusqu'à son intersection avec le trait vertical issu de 2 MHz. A l'extrémité du trait horizontal partant de cette intersection, nous lisons 65 000 Ω ; c'est l'impédance cherchée.

En opérant de la même façon, nous voyons que ce même bobinage ne présente plus qu'une impédance de l'ordre de 500 Ω à 15 kHz.

En fait, pour toute grandeur intermédiaire (non indiquée sur l'abaque), il est toujours possible d'interpoler. Cependant, pour cela, on se souviendra que toutes les échelles sont à graduation logarithmique, y compris les divisions obliques pour les capacités et les inductances. On voit, par exemple, où se situe la division 5 μF par rapport aux divisions 1 et 10 μF ; c'est la raison pour laquelle nous avons indiqué toutes ces divisions intermédiaires (en trait fin).

Circuits résonnants

Si nous associons *en série ou en parallèle* une bobine et un condensateur, on sait que l'ensemble entre en résonance, pour une fréquence donnée, lorsque les impédances présentées par chacun des composants sont égales, c'est-à-dire lorsqu'on a

$$\omega L = \frac{1}{C\omega}$$

Partant de cette égalité, il est bien évident que, sur l'abaque, la fréquence de résonance correspondra à l'intersection entre la valeur de l'inductance et la valeur de la capacité.

Soit une bobine de 100 μH connectée, avec un condensateur de 500 pF, la fréquence de résonance de l'ensemble (considéré seul) est de l'ordre de 700 kHz.

Pour l'exemple ci-dessus, dans la colonne « réactance », on peut lire 450 Ω environ. Attention ! Il s'agirait de l'impédance de chacun des composants, *considéré seul*, à 700 kHz.

Mais les deux organes sont connectés ensemble et fonctionnent ensemble ; cette valeur d'impédance ne signifie alors *plus rien*. Nous rappelons que l'impédance offerte par un condensateur et une bobine est *minimum* à la fréquence de résonance, lorsque les deux éléments sont connectés en série ; cette impédance est *maximum* si les deux éléments sont connectés en parallèle.

Autre exemple : Supposons que l'on ait une bobine de 50 μH et que l'on veuille l'accorder sur 3,5 MHz. Quel condensateur doit-on connecter en parallèle ?

Le point d'intersection entre la droite issue de 50 μH et celle issue de 3,5 MHz se situe sur le trait 50 pF. C'est donc un condensateur de 50 pF qu'il nous faut pour obtenir l'accord du circuit considéré seul sur 3,5 MHz (c'est-à-dire sans tenir compte des capacités parasites apportées par les organes connexes).

Mesure du coefficient de self-induction

Pour terminer, voyons la mesure du coefficient de self-induction d'un bobinage. On sait que cette mesure peut se faire, notamment, à l'aide d'un pont. Certains de ces appareils nécessitent l'emploi d'inductances extérieures étalons ; d'autres, plus récents, n'ont pas cet inconvénient, mais présentent des gammes de mesure insuffisantes ; et en général, c'est un appareil peu répandu. Pour éviter l'achat d'un tel appareil difficilement amortissable pour un technicien modeste, on se demande alors si l'on ne pourrait pas se « débrouiller » avec ce qu'on a déjà.

Dans cet ordre d'idée, voici donc un procédé simple et commode ne nécessitant que des appareils de mesure présents dans tous les laboratoires, chez tous les dépanneurs radioélectriciens, et même chez beaucoup d'amateurs.

Le principe de la méthode est représenté sur la figure IX-4. On constitue un circuit résonant série comportant un condensateur connu et le bobinage à mesurer L ; ce circuit est attaqué par un générateur HF ou BF (selon les cas) dont on peut faire varier la fréquence. Simultanément, à l'aide d'un voltmètre électronique muni de sa sonde pour courant alternatif, on mesure la tension aux bornes du circuit LC. On sait que l'impédance d'un circuit de ce genre est minimum à la fréquence de résonance. Il suffit donc de faire varier la fréquence du générateur, lentement, jusqu'à la chute de l'aiguille du voltmètre connecté en parallèle. On connaît alors la fréquence de réso-

nance de l'ensemble LC, ce qui va nous permettre de déterminer le coefficient de self-induction de la bobine inconnue L.

Quelques précisions cependant sont nécessaires avant de poursuivre. Il ne faudrait pas associer une bobine d'une dizaine de tours avec un condensateur de $1 \mu\text{F}$; cela ne donnerait rien

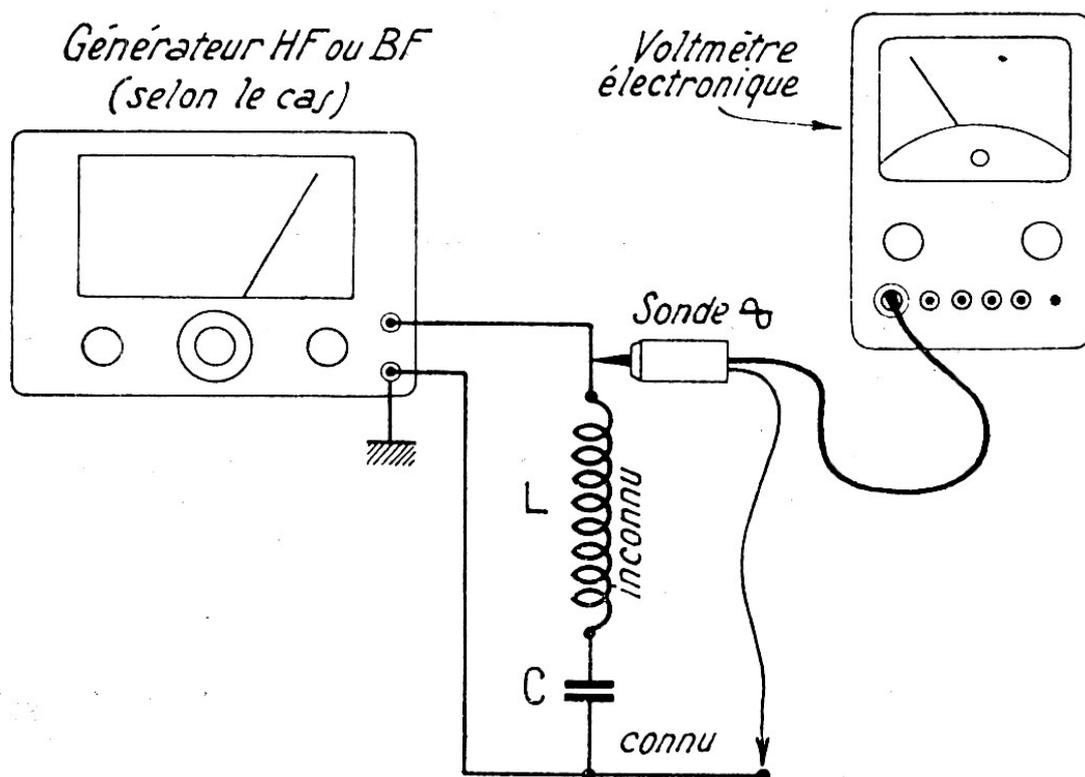


FIG. IX-4

de valable. Pour la même raison, il ne convient pas de connecter en série, une inductance à fer genre bobine de filtrage avec un condensateur de 47 pF par exemple.

Dans un autre domaine, il est bien évident que si l'on associe une inductance à fer, genre bobine de filtrage, avec un condensateur de $0,1 \mu\text{F}$ par exemple, il y a de nombreuses chances pour que la fréquence de résonance se situe dans la gamme des fréquences audibles ! Il faudra donc utiliser un générateur BF (et non pas un générateur HF).

En général, pour les inductances à fer, on peut utiliser des condensateurs C de $0,1 \mu\text{F}$ à $1 \mu\text{F}$ pour obtenir la résonance dans le domaine des fréquences audibles. Pour les bobines du type « radio-fréquence » (avec ou sans noyau de ferrite), on peut utiliser des condensateurs au mica entre 50 et 500 pF et, bien entendu, employer un générateur HF. Pour l'exactitude de la mesure, le principal est évidemment de connaître avec précision la valeur de la capacité du condensateur utilisé.

Connaissant la fréquence de résonance F et la capacité C, on peut calculer l'inductance L par application de la formule :

$$L = \frac{253 \times 10^8}{F^2 \times C}$$

avec L en microhenrys (μH), C en picofarads (pF) et F en kilohertz (kHz).

Utilisation de l'abaque pour la mesure du coefficient de self-induction

Mais l'abaque de la figure IX-3 permet aussi d'obtenir le résultat, sans calcul, avec une bonne précision.

Supposons qu'une bobine inconnue L soit connectée avec un condensateur C de 100 pF ; la fréquence de résonance de l'ensemble LC mesurée au générateur HF, de la façon précédemment exposée, a été trouvée comme étant de l'ordre de 7 MHz. Sur l'abaque, recherchons l'intersection de la ligne issue de 7 MHz avec la ligne issue de 100 pF. Ce point d'intersection se trouve sur le trait 5 μH : c'est la valeur de l'inductance (ou coefficient de self-induction) de notre bobinage inconnu.

Détermination des caractéristiques des bobinages à air

Un autre abaque très intéressant est celui que nous reproduisons sur la figure IX-5. Il permet, en effet, la détermination des caractéristiques de fabrication des bobinages à air (sans noyau de ferrite). Pour comprendre l'utilisation de cet abaque, un exemple est donné sur la figure. Soit à construire une bobine devant osciller sur 10 MHz avec une capacité totale associée de 50 pF. On joint 10 de l'échelle F au 50 de l'échelle C ; notre trait coupe l'échelle L des inductances à 5 μH .

Supposons, par ailleurs, que l'on dispose d'un mandrin ayant un diamètre de 10 mm et que l'on se propose d'exécuter l'enroulement sur une longueur de 5 mm. On détermine alors le point d'intersection correspondant sur le graphique de droite.

De ce point, on mène une horizontale jusqu'au bord gauche du cadre du graphique ; puis, de ce nouveau point ainsi déterminé, on trace une droite jusqu'au point 5 μH obtenu précédemment sur l'échelle L. Cette droite coupe l'échelle N (nombre de tours) en un point légèrement au-dessus de 20, disons à 22. Le bobinage à réaliser dans notre exemple, sur le mandrin à notre disposition, devra donc comporter 22 spires. Quant au diamètre du fil, il devra être tel que l'enroulement occupe la longueur que l'on s'était fixé ; dans notre cas, nous pourrions employer du fil de 2/10 de mm.

Il s'agit là d'une *prédétermination* des bobinages, bien entendu. Néanmoins, le procédé donne une précision pratiquement acceptable.

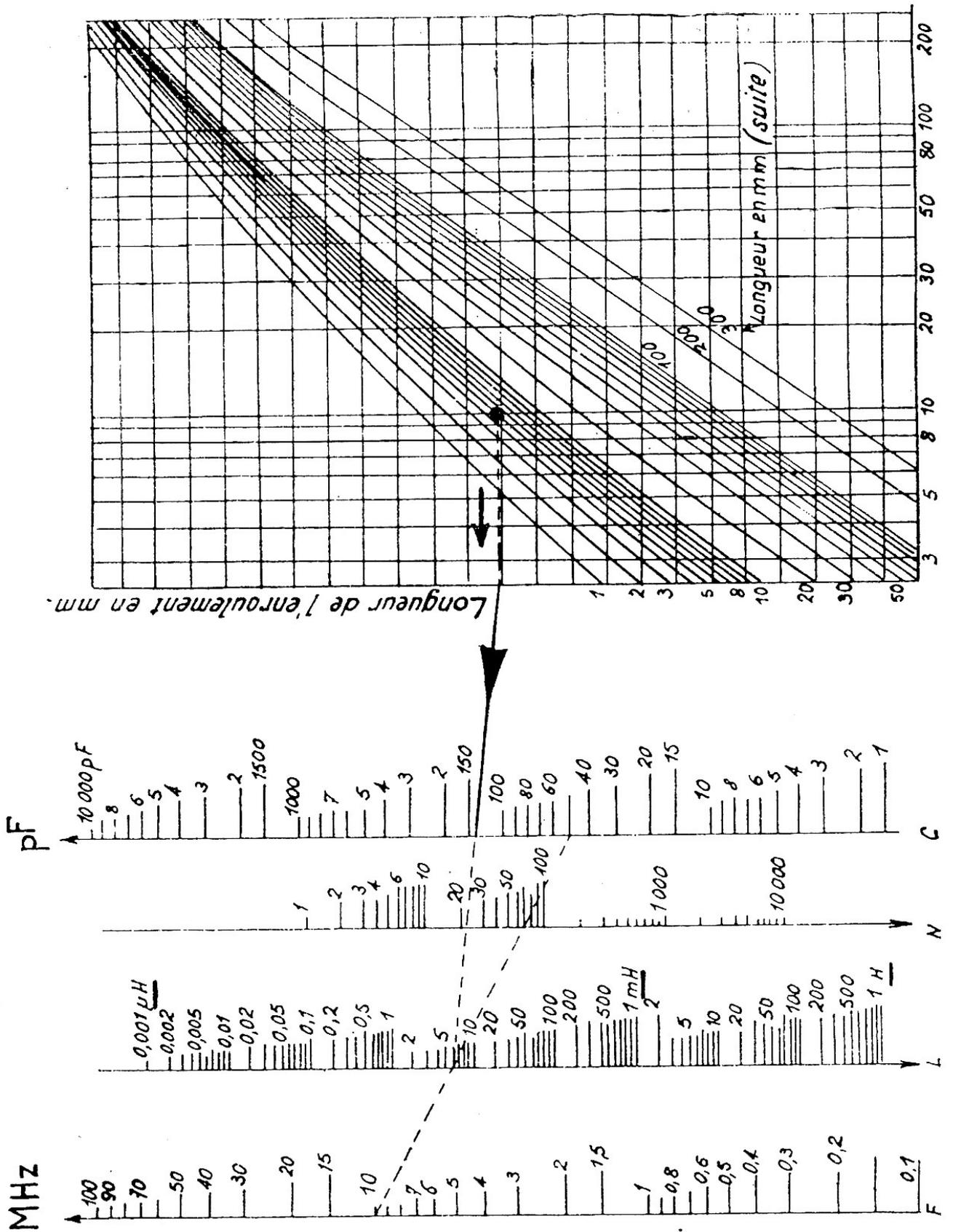


FIG. IX-5

CHAPITRE X

Dépannage mécanique

Sous ce titre, nous allons donner une suite de renseignements et tours de main se rapportant aux réparations mécaniques des cadrans, axes de commande, supports de lampes, soudures spéciales, etc.

Câblerie de cadran

Il n'est pas nécessaire de « pondre » un long discours sur ce sujet. C'est un travail certes bien souvent minutieux et propre à aiguïser les nerfs, mais au fond, un travail enfantin. En effet, il suffit d'examiner soigneusement le dispositif d'entraînement adopté pour voir comment doit être disposé le câble. Attention cependant à certains cadrans qui, par quelques jeux d'engrenages ou de renvois de câble, portent à confusion, on risque alors de provoquer un entraînement à l'envers, c'est-à-dire que l'aiguille sera vers 500 m lorsque le CV sera ouvert, et vers 200 m lorsque le CV sera fermé ! (En PO, pour l'exemple donné).

Ce qu'il est convenu d'appeler « ficelle de cadran » est du chanvre câblé ; cela se trouve facilement dans le commerce, et le dépanneur prévoyant fera bien d'en disposer de plusieurs diamètres. On peut prendre aussi du fil à pêche (pêche au lancer). Dans un cas comme dans l'autre, il est sage de plonger le fil dont on dispose dans de la résine ou de la poix très chaude. Après avoir laissé égoutter et refroidir, on obtient des « ficelles de cadran » d'une adhérence parfaite sur les tambours d'entraînement.

Il est possible également d'utiliser du fil de nylon (toujours article de pêche !) plus robuste que le chanvre câblé, mais moins adhérent (plus sujet au patinage). Il est vrai que dans certains cadrans où les tambours d'entraînement sont de grand diamètre, la question d'adhérence est secondaire ; le patinage ne se produit que sur les petits tambours ou axes de commande. Si ce patinage est vraiment pénible à supprimer même avec des câbles de chanvre enduits de résine ou de poix, on peut glisser sur l'axe de commande un tube de caoutchouc (emmanché de force) sur lequel l'adhérence deviendra excellente ; voir figure X-1.

Dans de nombreux cas, surtout en ce qui concerne l'entraînement de l'aiguille, il est même possible de remplacer le câble

de chanvre ou le fil nylon par du câble d'acier toronné, ce qui est évidemment encore beaucoup plus robuste.

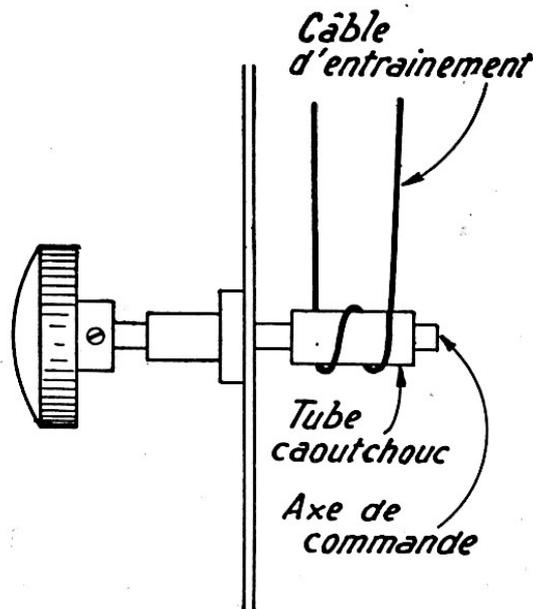


FIG. X-1

Dans le remontage de la câblerie d'un cadran, et surtout en ce qui se rapporte à l'entraînement de l'aiguille, il importe de se souvenir que cette dernière se cale toujours lorsque le condensateur variable est fermé (capacité maximum).

Certains constructeurs ont prévu des renvois de câble plutôt embryonnaires : le câble passe directement sur des axes fixes ! C'est évidemment un procédé économique, mais le frottement du câble sur ces axes fixes l'use très vite et, de plus, favorise le patinage de la commande. Une excellente amélioration consiste à munir les axes fixes d'une petite poulie sur laquelle passera le câble.

Certains constructeurs ont réalisé des cadrans dont le déplacement transversal de l'aiguille s'effectue après une multiplication de la vitesse linéaire de ladite aiguille. L'idée est excellente, car on arrive ainsi à un très grand étalement des gammes d'ondes, et partant, à obtenir une lecture excessivement commode et aisée.

L'entraînement de l'aiguille s'effectue à l'aide de câbles en acier toronné ; malheureusement, qui dit « câble », dit « rupture ».

Bien que le système ne soit pas très compliqué, encore faut-il connaître le « truc ». Nous avons vu un dépanneur réputé habile, s'arracher les cheveux des heures durant, pour essayer de comprendre ce mécanisme, afin de rétablir la situation dans un fatras de câbles rompus !

Nous indiquons le principe de cette commande d'aiguille de cadran sur la figure X-2 où toutes explications complémentaires sont mentionnées.

En conclusion, disons que l'une des pannes les plus fréquentes est le patinage de l'entraînement, dû à la dilatation ou à l'usure de la ficelle. On peut alors retendre cette ficelle, ou la frotter avec de la poix, ou la changer purement et simplement.

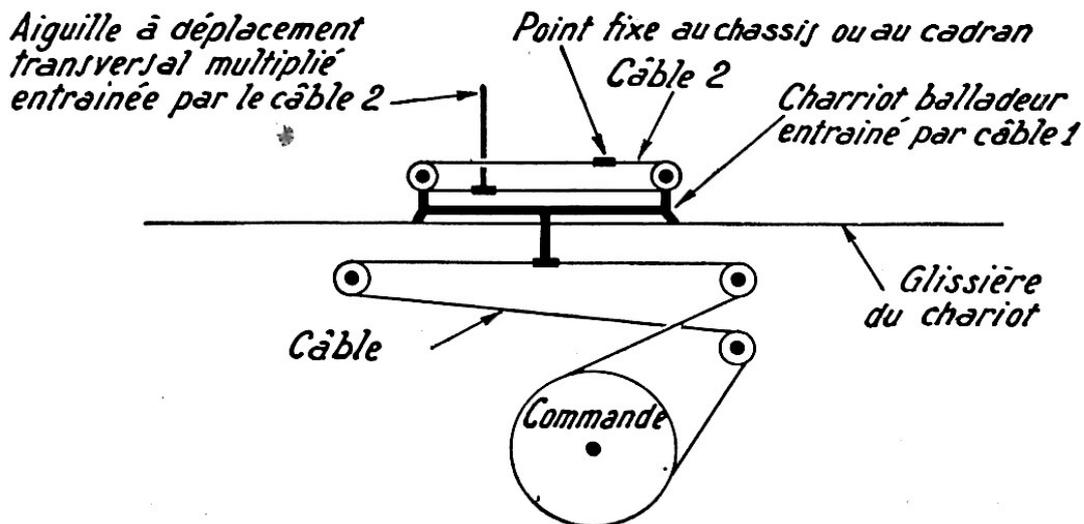


FIG. X-2

Le câble 1 est le câble inférieur passant sur la grande poulie de commande

S'il s'agit d'un câble d'acier glissant dans une gaine métallique (commande Bowden), le nouveau câble doit être soigneusement huilé (huile de vaseline) tout au long, avant son introduction dans la gaine.

On vérifiera aussi si un câble coupé n'a pas frotté contre un autre organe, ce qui aurait pu favoriser l'usure, puis la rupture. S'il s'agit d'un câble d'acier, de tels frottements peuvent en outre provoquer des crachements parasites, voire des courts-circuits, si ledit câble parvient à couper un isolant (isolant d'un fil, par exemple).

Soudures à effectuer sur des supports en trolitul

On sait avec quelle facilité déconcertante fond le trolitul ; il se ramollit dangereusement dès 60° C. Il convient donc d'effectuer les soudures sur les cosses *le plus rapidement possible*. De plus, un excellent procédé consiste à laisser le tube dans le support (ou un tube hors d'usage) durant l'opération ; la présence des broches en contact avec les cosses évite une élévation trop rapide de la température en facilitant le refroidissement. Il faut, en effet, se méfier des supports en trolitul dont les alvéoles des cosses ont été agrandies par un échauffement exagéré ; les cosses « dansent » et les contacts deviennent déplorable. Si un tel support est abîmé, et si la fonction du tube nécessite un support de qualité, il est préférable de le supprimer et de monter, en lieu et place, un support en stéatite.

Prolongation des axes de commande

Le service-man doit quelquefois remplacer un contacteur et souvent changer un potentiomètre ; mais parmi tous les organes dont il dispose dans son stock, aucun ne possède un axe suffisamment long comme l'exige la disposition adoptée sur le récepteur. Il faut alors allonger l'axe. En Europe, le diamètre standard est 6 mm ; aux U.S.A., il est d'un quart de pouce, soit 6,35 mm environ.

Une solution consiste à allonger l'axe au moyen d'un prolongateur normal que l'on trouve dans le commerce (voir figure X-3 a). Mais on peut tout aussi bien utiliser un simple manchon muni de deux vis pointeaux (voir figure X-3 b) ; la partie d'un axe formant le prolongement est prélevée dans du tréfilé de 6 mm ou provient de la récupération d'axes de vieux potentiomètres.

Il est également possible pour réaliser l'assemblage, de faire deux plats identiques sur les axes à accoupler. Ensuite, on raccorde les deux parties par un rivet en acier doux de 2 mm de diamètre (après perçage préalable, bien entendu). La figure X-3 c illustre cet assemblage.

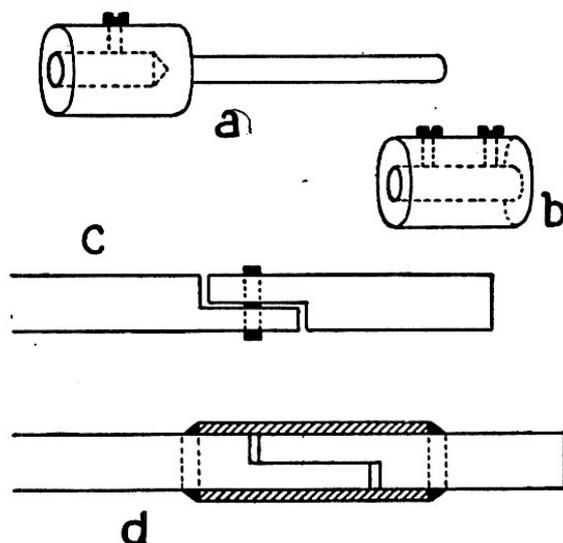


FIG. X-3. a, b, c, d

Un procédé sensiblement identique consiste à supprimer le rivet, l'assemblage étant effectué par un manchon d'accouplement ou fourrure ; ce manchon — simple tube de cuivre — est glissé sur l'assemblage et soudé ensuite sur le pourtour aux deux extrémités (voir figure X-3 d).

Pour porter vis et écrous aux endroits difficiles

On a dit souvent que le dépanneur habile avait des doigts de sage-femme... Peut-être ! Mais, dans certains cas, ce n'est encore pas suffisant.

Pour aller placer une vis à sa place, à travers un dédale de fils et d'organes divers, ce n'est pas toujours facile. Il existe bien des tournevis spéciaux dits tournevis porteurs ou tournevis à préhension, mais ces outils ne sont pas sur chaque établi. Voici un moyen pour les remplacer.

On prend un tournevis normal de dimensions en rapport avec la vis à « porter » et suffisamment long pour atteindre commodément l'endroit où doit être logée la vis. On coiffe l'extrémité du tournevis d'un morceau de chatterton bien frais, bien collant, et l'on place la vis par dessus en appuyant fortement. Le chatterton réalise une adhérence convenable dans la fente de la vis durant un temps suffisamment long pour permettre de loger la vis à sa place et de la faire « mordre » quelques filets. Après quoi, on utilise le tournevis normalement pour bloquer la vis.

Pour les écrous, divers procédés ont été proposés ; nous indiquons les trois meilleurs.

On entoure l'écrou d'un morceau de fil de câblage (voir figure X-4 a), fil que l'on peut tordre dans tous les sens pour que l'écrou atteigne sa place. Dès que la vis a mordu quelques filets, l'opération peut être considérée comme ayant réussi ! Après blocage, il suffit de tirer fortement sur le fil.

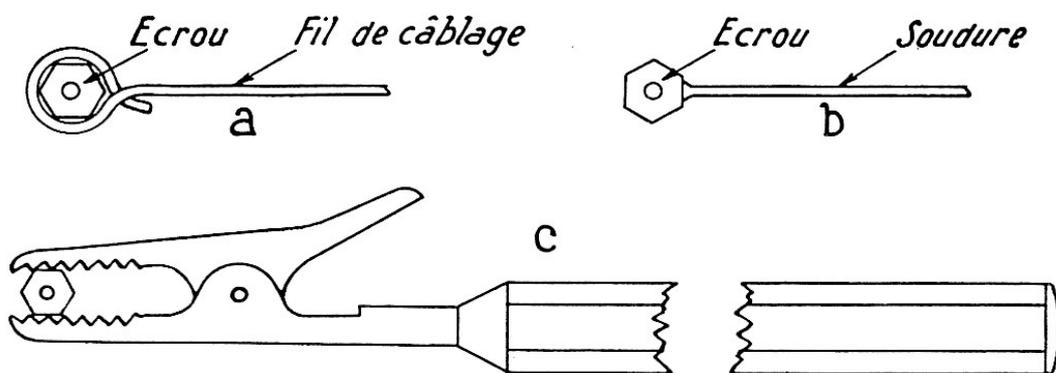


FIG. X-4, a, b, c

Il est possible aussi, comme le montre la figure X-4 en b, de souder l'écrou au bout du fil même de *soudure*. Le procédé reste par ailleurs le même. Après blocage, il suffit d'opérer quelques pliages ou tractions sur la soudure, le plus près possible de l'écrou.

Enfin certaines clés à tube coincent assez bien les écrous ; de ce fait, si elles sont assez longues, on peut porter l'écrou assez loin. Un procédé plus original consiste à monter une simple pince crocodile au bout d'un long manche de bois ; on écrase un peu les extrémités de la pince de façon à avoir une bonne prise sur les écrous, écrous qui pourront prendre toutes les orientations possibles et les plus favorables pour leur mise en place (voir fig. X-4 c).

Entretien des fers à souder

Il ne faut jamais laisser brancher un fer à souder si l'on n'en a pas un besoin continu. Même en cas de nombreuses soudures à effectuer, il faut arrêter le chauffage de temps à autre. Un fer qui *chauffe trop* est hors d'usage rapidement. De plus la panne s'oxyde très vite et le travail devient délicat... en rendant les bonnes soudures difficiles. Ce qui ne signifie pas que l'on doit souder avec un fer tout juste capable de faire fondre l'étain ; les soudures seraient tout aussi mauvaises. Mais, comme toujours, entre les deux extrêmes, il est sage de se tenir.

Ne jamais laisser s'accumuler la calamine sur une panne de fer ; il faut périodiquement démonter entièrement la panne, la sortir du corps de la résistance chauffante et la gratter proprement.

Les décapants de soudure arrivent aussi à creuser et à déformer le bout de la panne ; il ne faut pas travailler avec une panne toute biscornue. Périodiquement, également, démonter la panne, la serrer à l'étau, et à la lime, lui redonner une forme correcte. Remonter la panne, mettre chauffer et étamer toute l'extrémité utile.

Si l'on utilise un décapant actif à base d'acide (cas des grosses soudures sur les tôles de châssis), il faut bien essuyer la panne du fer lorsque le travail est terminé. Même précaution pour la soudure sur le châssis. Ceci afin d'éviter l'oxydation par les résidus de décapants.

Les fers à souder modernes pour petites soudures ou soudures délicates, fers à basse tension du type « stylo » ou du type « revolver », utilisent des pannes spéciales inoxydables ; ils ne nécessitent aucun entretien particulier.

CHAPITRE XI

L'oscillographe et le service-man

De nombreux dépanneurs ne veulent pas entendre parler de l'oscilloscope (ou oscillographe, si vous préférez)... C'est un appareil qui, paraît-il, n'est bon qu'à faire perdre du temps (*sic*) ! Ceci est pourtant *absolument faux*, et nous prétendons le contraire ; en effet, l'oscillographe permet, très souvent, de *voir* des défauts qui seraient passés inaperçus à l'oreille, l'oscillographe permet de les localiser très rapidement (1).

Enfin, il est certains travaux de mise au point qui ne sauraient être exécutés correctement sans le secours de l'oscillographe. Tôt ou tard, le service-man consciencieux, dont l'entreprise prend de l'extension, se trouvera en face d'un travail nécessitant l'emploi d'un oscillographe. C'est la raison pour laquelle nous voudrions voir cet appareil merveilleux, absolument irremplaçable, sur tous les établis de ceux qui se disent professionnels.

Nous n'entreprendrons pas l'apprentissage du radioélectricien devant son oscillographe. Nous lui enseignerons quelques-unes des possibilités multiples de cet appareil ; nous lui apprendrons à s'en servir *pratiquement et utilement*, en supposant qu'il sait régler la concentration, la luminosité, la synchronisation, le balayage (fréquence et amplitude), attaquer les plaques de mesures (déviation verticale), soit directement, soit à travers l'amplificateur, etc.

Dans notre premier paragraphe, nous verrons la mise au point et l'étude visuelle des différentes parties ou différents circuits d'un récepteur.

Le second paragraphe sera plus spécialement consacré à l'alignement MF et HF des récepteurs à l'oscillographe.

§ 1. — DEPANNAGE ET MISE AU POINT A L'OSCILLOGRAPHE

Dans toutes les observations oscilloscopiques que nous allons faire, la masse de l'oscillographe est reliée à la masse du récepteur à examiner. Les signaux à observer sont appliqués aux

(1) Nous ne parlons pas d'un défaut grossier provenant d'une lampe au filament rompu ; il n'y a évidemment pas besoin d'oscillographe pour faire un tel diagnostic !

plaques de mesure, c'est-à-dire aux plaques provoquant la déviation verticale ; *ces signaux sont appliqués directement aux plaques s'ils sont d'amplitude suffisante, ou à l'entrée de l'amplificateur s'ils sont d'amplitude insuffisante.* Le balayage issu de l'oscillographe est appliqué aux plaques de déviation horizontale. Cela, nous le répétons, d'une manière générale ; si pour certaines observations, il n'en était pas ainsi, nous l'indiquerions dans le texte.

Redressement et filtrage

Les plaques de mesure sont attaquées par la HT du récepteur, l'une à la masse, l'autre au + HT. Le balayage est réglé vers 25 ou 50 c/s ; on l'ajuste sur une fréquence égale à la moitié de la fréquence à observer, de façon à obtenir deux

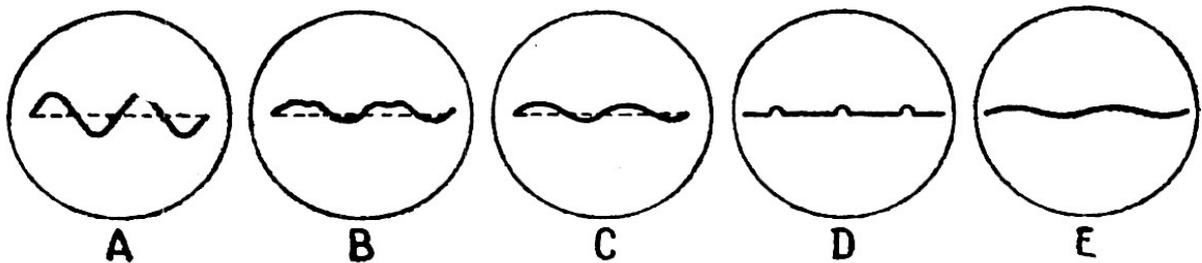


FIG. XI-1

sinusoïdes de la tension à l'étude et à avoir l'immobilisation de l'oscillogramme. Sur la figure XI-1, nous avons :

- A : Mauvais filtrage.
- B : Filtrage insuffisant et l'un des éléments de la valve bipaquet est défectueux.
- C : Filtrage insuffisant dans le cas du redressement monoplaquet (cas des « tous courants » généralement).
- D : Bon filtrage, bon redressement, mais il y a un condensateur électrolytique en mauvais état ; on note une fuite à chaque crête.
- E : Bon redressement et filtrage très acceptable ; l'ondulation de la tension est à peine visible.

Des ronflements BF, on le sait, peuvent provenir d'ailleurs que d'un mauvais filtrage. On peut employer l'excellent procédé suivant : On attaque l'entrée BF (prise PU, par exemple) par un signal issu d'un générateur basse fréquence réglé vers 2 500 c/s environ. Les plaques de mesures de l'oscillographe sont attaquées par la sortie de l'amplificateur BF, l'une à la masse, l'autre à l'anode du tube final ; le balayage est réglé vers 50 c/s. Sur l'écran, on voit très bien les signaux BF ondulant à la fré-

quence du ronflement ; voir A, figure XI-2. On recherchera les causes de ces ronflements ou inductions, comme nous l'avons exposé au chapitre VI, jusqu'à l'obtention de la figure XI-2 B.

Un ronflement de modulation, c'est-à-dire ce ronflement caractéristique qui ne se manifeste que sur les émissions, produira également l'oscillogramme de la figure XI-2 A. Mais cette fois, pour le provoquer, il faudra attaquer l'entrée « antenne » du récepteur par un signal HF modulé à 400 c/s par exemple. La recherche du motif du ronflement de modulation et la réparation se feront comme nous l'avons exposé au cours du chapitre VI.

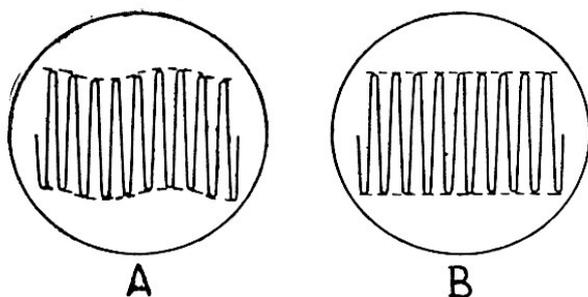


FIG. XI-2

En effet, nos lecteurs l'ont bien compris, la technique du dépannage est inchangée : l'oscillographe exige des procédés de dépannage dynamiques, c'est-à-dire le récepteur étant en fonctionnement, mais c'est tout ! Aussi n'allons-nous pas reprendre les recherches méthodiques des défauts, partie par partie, circuit par circuit, et ce qu'il y a lieu de faire pour en effectuer la réparation. Nous le répétons, les procédés sont les mêmes, sauf que la simple, vulgaire et imparfaite *oreille* est remplacée par l'écran de l'oscillographe, indicateur permettant de *voir* les défauts et présentant une sensibilité beaucoup plus grande. Nous nous bornerons évidemment à commenter les oscillogrammes obtenus.

Distorsions BF

Pour déceler les distorsions BF, l'oscillographe est l'appareil inégalable ; s'il n'existait pas, il faudrait l'inventer !

On attaque l'entrée de la section BF par un générateur basse fréquence à signaux sinusoïdaux ; à ce propos, on fera bien, auparavant, de vérifier que le signal de sortie du générateur BF ait une forme parfaitement sinusoïdale.

Les plaques de mesures de l'oscillographe sont connectées à la sortie du premier étage, à la sortie du second étage, etc., ou encore sur la bobine mobile, selon que l'on veuille observer simplement telle ou telle partie ou faire une étude globale. On

fera les essais sur 3 ou 4 fréquences réparties dans le registre sonore, afin d'étudier le comportement de l'amplificateur dans le grave, le médium et l'aigu. Le balayage est ajusté pour l'obtention de deux ou trois sinusoïdes seulement.

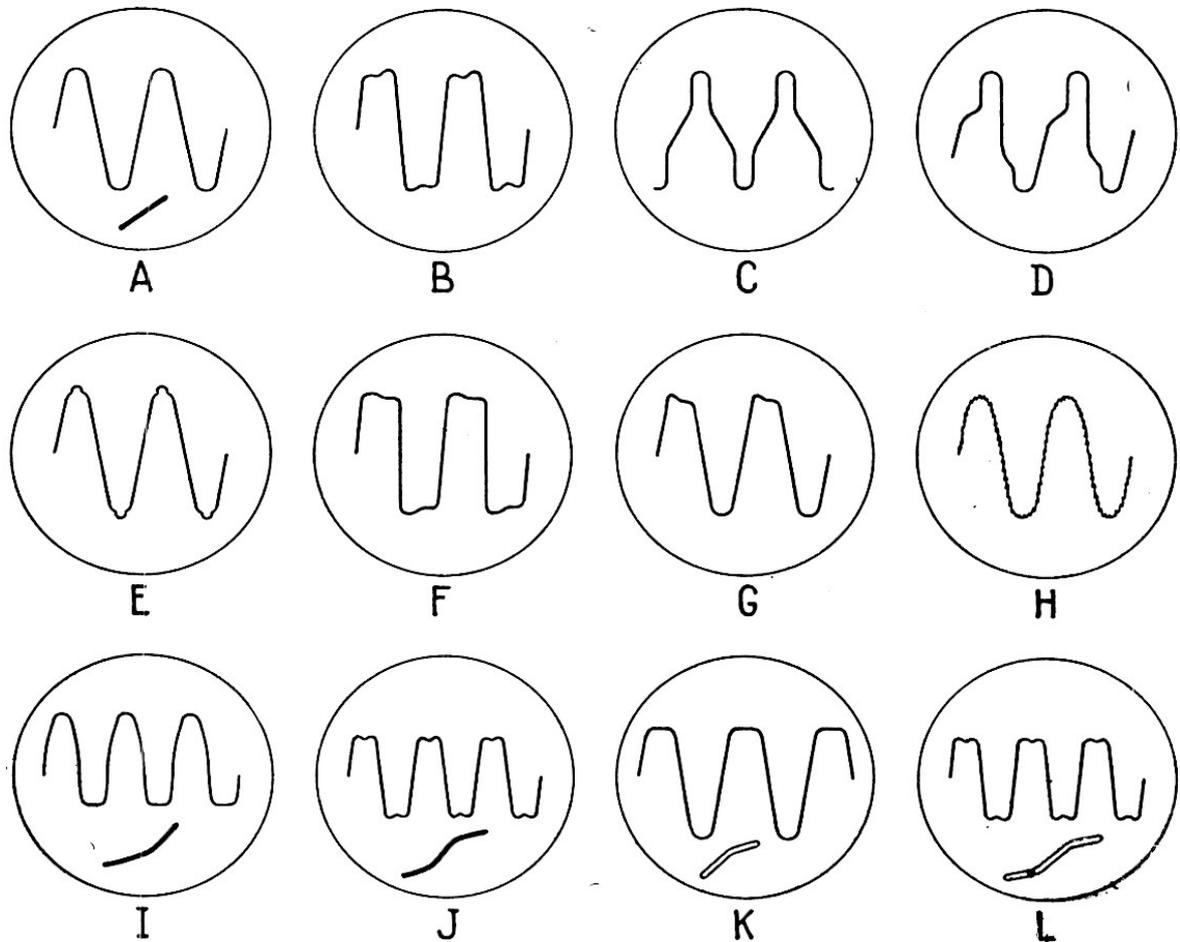


FIG. XI-3

Voyons la figure XI-3 :

A : Signal reproduit amplifié correctement.

B et C : Distorsions par harmoniques 3.

D : Distorsions par harmoniques 2.

E : Push-pull trop polarisé. Distorsions par harmoniques 3.

F : Push-pull surchargé. Attaque de grilles trop forte.

G : Attaque de grille trop importante (surcharge) dans le cas d'un étage à lampe unique.

Nota. — Si l'on découvre une distorsion quelconque au moment d'une observation globale, il est aisé de trouver la source de la distorsion en déplaçant les plaques de mesures de l'oscilloscope, étage par étage, en remontant vers l'entrée.

H : Signal reproduit correctement, mais auto-oscillation à fréquence élevée (inaudible) du tube final (vraisemblablement).

A ce propos, il convient de signaler que plusieurs défauts peuvent se cumuler ; ainsi une auto-oscillation peut s'ajouter à une surcharge de tension d'attaque de grille. Dans ce cas, le diagramme de la figure G comporterait, *en plus*, la « dentelle » née de l'auto-oscillation.

Il y a une autre méthode d'examen des amplificateurs BF : Le balayage de l'oscillographe est supprimé ; on le remplace en appliquant aux plaques de déviation horizontale, la tension appliquée également à l'entrée de l'amplificateur. Les plaques de déviation verticale reçoivent toujours la tension de sortie convenablement réduite pour un dispositif potentiométrique, ceci afin que les tensions sur chaque paire de plaques soient d'amplitudes sensiblement égales.

Si tout est correct dans l'amplificateur, quelles que soient les fréquences appliquées à l'entrée, nous devons obtenir une droite (représentée au bas de l'oscillogramme A). Mais l'obtention de cette droite est un cas extrêmement rare. Le plus généralement, il y a déphasage (effet de self-induction sur les fréquences basses, et de capacité sur les fréquences élevées), et l'oscillogramme obtenu est une ellipse. Ceci n'est encore pas grave tant que l'ellipse n'est pas trop accusée et que l'ellipse reste... une ellipse ! Si la figure comporte, en outre, des ondulations, il y a distorsion par harmoniques ; si la figure est tronquée ou plutôt écrasée à ses extrémités, il y a saturation d'un étage, ou polarisation exagérée ou les deux !

Les observations I, J, K et L nous montre diverses saturations, distorsions et surcharges. L'oscillogramme normal est obtenu par la première méthode (avec balayage en dents de scie issu de l'oscillographe) ; pour comparaison, nous donnons, au-dessous, l'oscillogramme obtenu par la seconde méthode.

Nous avons :

- I : Saturation au coude inférieur (polarisation trop forte).
- J : Saturation complète, coudes inférieur et supérieur (tension d'attaque de grille excessive).
- K : Surcharge coude supérieur, attaque de grille trop forte ou mauvaise polarisation (trop faible) ; de plus on constate un léger déphasage, grâce à l'oscillogramme du bas obtenu par la seconde méthode.
- L : Attaque de grille trop violente, forte surcharge ; de plus, important déphasage.

Supposons que l'on soit en présence des oscillogrammes I ou K, on devine avec quelle aisance on peut agir sur la polari-

sation, régler cette dernière de façon que le tube puisse admettre la tension d'attaque de grille maximum sans surcharge, sans saturation, ni au coude inférieur, ni au coude supérieur. Au moins, on voit ce que l'on fait !

Pour les professionnels de la BF, indiquons qu'il existe encore une autre méthode extrêmement sévère, car elle ne supporte pas la *moindre* médiocrité : c'est l'étude en signaux *rectangulaires*. Le lecteur pourra alors se reporter au chapitre XIII, § 1, au titre « Examens oscilloscopiques des amplificateurs BF ».

Equilibrage d'un push-pull

Il faut d'abord vérifier que l'attaque BF sur les grilles du push-pull soit équilibrée, c'est-à-dire que les attaques sur chaque grille soient d'amplitudes égales, mais déphasées de 180°. Pour cela, on relie les plaques de déviation verticale à une grille et les plaques de déviation horizontale à l'autre grille (le balayage de l'oscillographe n'est pas utilisé) ; voir figure XI-4 : connexions aux points G₁ et G₂. L'entrée de l'amplificateur BF est attaquée par un générateur BF ; on pourra faire l'essai sur plusieurs fréquences réparties dans le registre sonore.

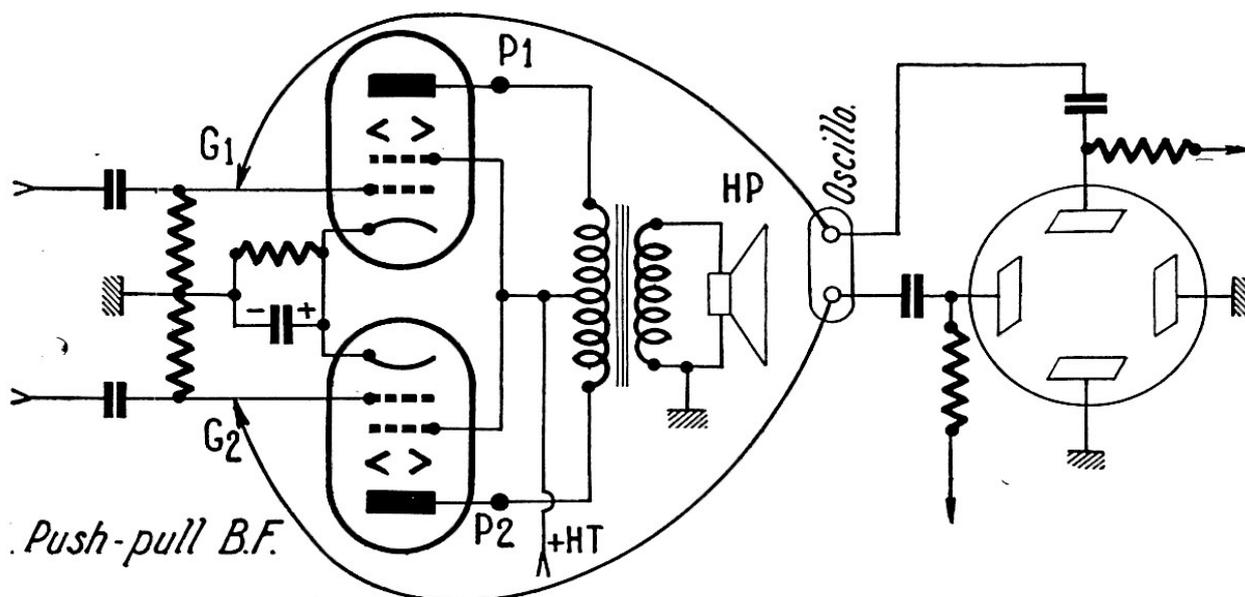


FIG. XI-4

Reportons-nous, maintenant, aux oscillogrammes de la figure XI-5 :

- A : Si tout est absolument correct, on obtient une droite inclinée à 45°.
- B : Si le déphasage, notamment pour certaines fréquences, n'atteint pas tout à fait 180°, on obtient un soupçon d'« ellipse ».

C : L'inclinaison n'est pas de 45° ; cela signifie qu'une attaque de grille est d'amplitude plus grande que l'autre.

D : L'une des attaques de grille comporte des distorsions.

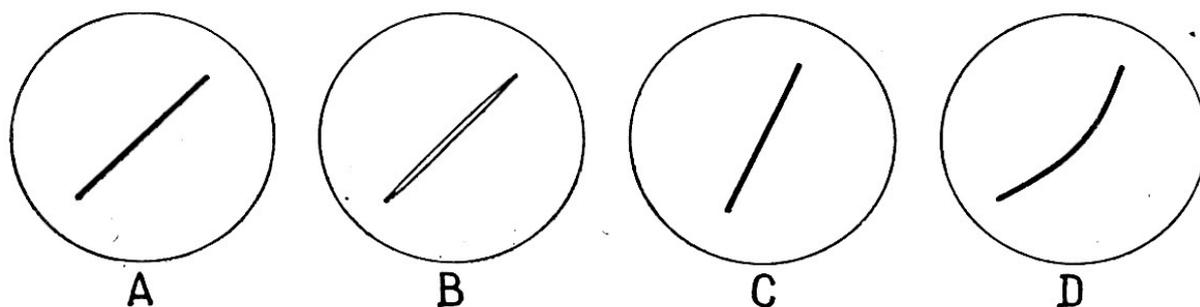


FIG. XI-5

Lorsque le déphasage d'un push-pull est réalisé par un transformateur déphaseur de qualité, l'oscillogramme A est généralement obtenu chaque fois. Les oscillogrammes B, C et D ne sont guère obtenus que lorsque le déphasage est réalisé par une lampe ; selon les défauts rencontrés, agir sur les résistances et condensateurs (charge et liaison) de la lampe déphaseuse (1).

Lorsque les attaques de grille seront parfaitement équilibrées, il faut alors vérifier que la sortie du push-pull est, elle aussi, bien équilibrée. Pour cela, il suffit de reprendre la même expérience en connectant l'oscillographe sur les plaques (points P_1 et P_2 de la figure XI-4). On doit obtenir l'oscillogramme A (fig. XI-5), c'est-à-dire une droite inclinée exactement à 45° . S'il n'en était pas ainsi (oscillogramme C, notamment), cela indique que les deux tubes du push-pull ne sont pas absolument identiques ; l'un est vraisemblablement plus usé que l'autre. Voir ce qui est dit pour les pannes 48 et 61, chapitre VI, § 2.

Réglage du filtre 9 kc/s éliminateur de sifflements

Certains récepteurs de grande classe possèdent un filtre 9 kc/s affaiblissant l'interférence provoquée par les stations distantes de 9 kc/s selon les plans de répartition des fréquences. Ces filtres éliminateurs de sifflements peuvent, en principe, tous se ramener au schéma de la figure XI-6 ; ils comportent une bobine L et un condensateur C_1 en série, circuit résonnant accordé sur la fréquence à affaiblir. Un condensateur ajustable C_2 en shunt

(1) Le déphasage par transformateur est préférable au déphasage par lampe, à condition d'utiliser un transformateur de haute qualité (donc très cher), c'est-à-dire à bande de transmission très large. Si par raison d'économie, on ne peut monter qu'un transformateur déphaseur coupant au-dessous de 100 c/s et au-dessus de 4 000 c/s il est alors préférable d'utiliser une lampe !...

sur C_1 permet d'accorder le circuit exactement à la résonance sur 9 kc/s. Un interrupteur *Int.* permet, ou non, l'utilisation de l'affaiblisseur.

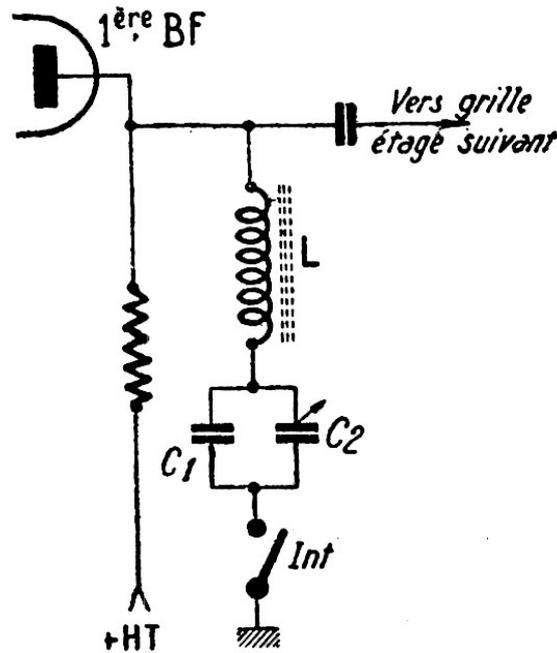


FIG. XI-6

Le réglage est très simple. Appliquer, avec le générateur BF un signal à 9 000 c/s exactement, à l'entrée de la partie basse fréquence du récepteur. Connecter les plaques de mesures de

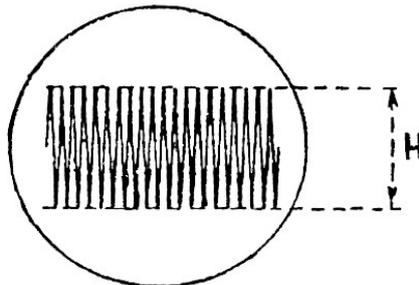


FIG. XI-7

l'oscillographe (plaques de déviation verticale) entre masse et sortie de la section basse fréquence ; balayer à 200 ou 300 c/s (sans grosse importance). Puis, en manœuvrant C_1 , chercher à obtenir la hauteur H la plus faible possible (voir fig. XI-7).

Détection BF

Attaquer la grille modulatrice du changement de fréquence par un *fort* signal réglé sur la valeur MF du récepteur (signal issu de l'hétérodyne). De plus, ce signal sera modulé à 400 c/s par exemple.

Les plaques de mesure de l'oscillographe sont connectées à la détection : l'une à la masse, bien entendu ; l'autre à l'extrémité « sensible » de la résistance de charge de détection (c'est-à-dire

du côté où est prélevée la BF par le condensateur de liaison). Pour un signal modulé à 400 c/s, on règle le balayage à 200 ou 100 c/..

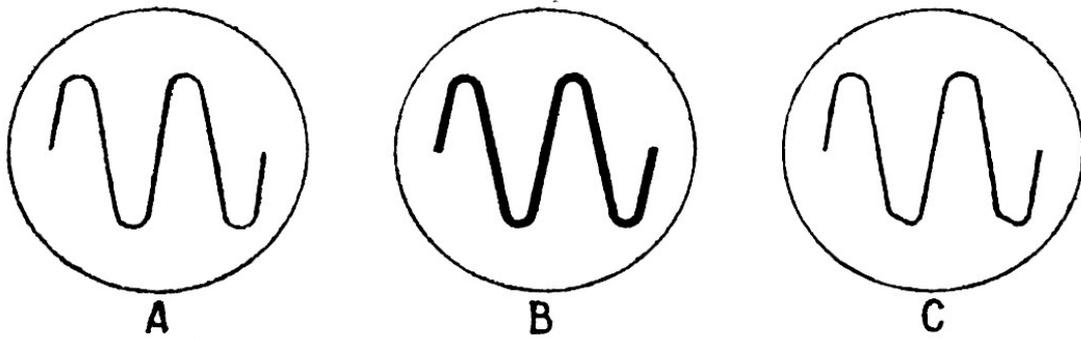


FIG. XI-8

Sur la figure XI-8, nous avons :

- A : Oscillogramme d'un courant détecté correct.
- B : Empâtement de l'image dû à des résidus HF (plus exactement MF) présents après détection. L'efficacité du filtre en π , à la sortie du dernier transformateur MF, est douteuse... à moins qu'il n'y ait pas de filtre du tout ! De toutes manières, il convient de supprimer cette haute fréquence et de rendre le courant détecté *propre* comme en A ; car, de la HF qui se véhicule dans les circuits BF provoque souvent des accrochages ou des déformations très difficiles à déceler ou à localiser.
- C : Courant détecté déformé ; saturation ou valeur de la résistance de charge de détection non adéquate.

Surcharge de l'amplificateur MF — Antifading

Pratiquement, cette surcharge passe inaperçue à l'oreille ; seul, un technicien très exercé pourra la déceler. Il n'en est pas moins vrai que ce défaut ne doit pas exister ; car s'il existe, il pourra en provoquer d'autres très sensibles dont on recherchera vainement l'origine.

Pas commode à déceler à l'oreille, le défaut peut cependant se *voir* aisément à l'oscillographe.

On attaque la grille modulatrice du tube changeur de fréquence par un signal réglé sur la valeur MF du récepteur (signal issu de l'hétérodyne). On fait varier, par la suite, l'amplitude de ce signal, pour voir à partir de quel moment il y a surcharge. Par ailleurs, ce signal doit être modulé (à 400 c/s, par exemple).

Les plaques de mesure de l'oscillographe sont connectées entre masse et diode de détection (sortie du dernier transformateur MF) ; le balayage est réglé vers 100 ou 200 c/s, pour une modulation du signal à 400 c/s.

Sur la figure XI-9, nous avons :

- A : Normal. On voit l'onde MF bordée en haut et en bas par la modulation BF. En réalité, il ne faut pas songer à voir les sinusoides de l'onde MF ; la fréquence est trop grande. On voit simplement, sur l'écran, une légère luminosité bordée par les traces plus accusées de la BF ;
- B : Début de surcharge ; les signaux BF commencent à être déformés.

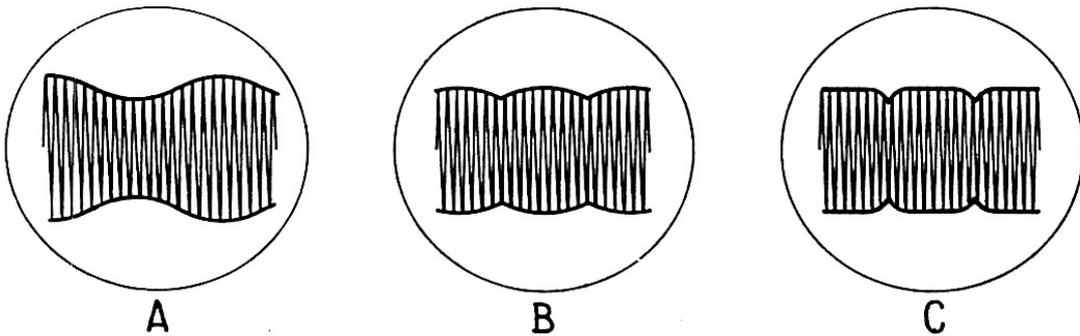


FIG. XI-9

Notons que, au début, plus le signal MF injecté augmente, plus l'image grandit sur l'écran. Puis, en augmentant encore le signal, la hauteur de l'image reste stationnaire ; ceci est dû à l'action de la CAV (antifading) du récepteur. Il n'en reste pas moins vrai que la surcharge peut tout de même se produire et est accusée par la déformation de l'enveloppe basse fréquence.

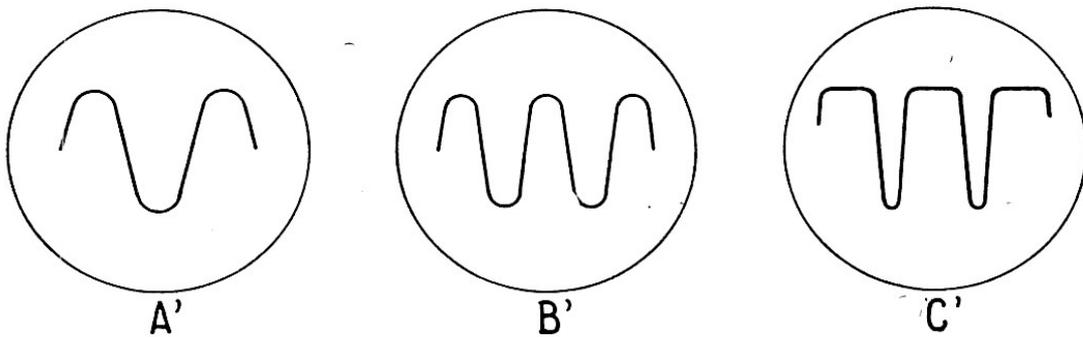


FIG. XI-10

- C : Surcharge très accusée ; signal BF très déformé. Vérifier l'état des tubes MF ou CF (peut-être très affaiblis) ; vérifier l'action et le réglage de la CAV ; vérifier la polarisation de repos (ou polarisation de base) des tubes MF et CF ; surveiller aussi les condensateurs de découplage de la ligne de CAV, certains peuvent avoir des fuites.

La figure XI-10 montre les oscillogrammes des courants BF détectés et amplifiés dans les conditions respectives A, B et C.

Etude de l'oscillateur du changement de fréquence

On applique l'oscillation HF prélevée sur l'anode oscillatrice entre masse et plaque de déviation verticale ; l'oscillation HF prélevée sur la grille oscillatrice est appliquée entre masse et plaque de déviation horizontale (le balayage est déconnecté). Ces oscillations sont prélevées à travers des capacités au mica de 20 à 50 pF ; on doit réaliser des connexions très courtes.

Examinons la figure XI-11 ; nous avons :

- A : Oscillation normale ; on note la partie interne saillante indiquant le passage du courant grille.
- B : Résistance de grille trop forte ou tension anodique de l'oscillatrice trop élevée.

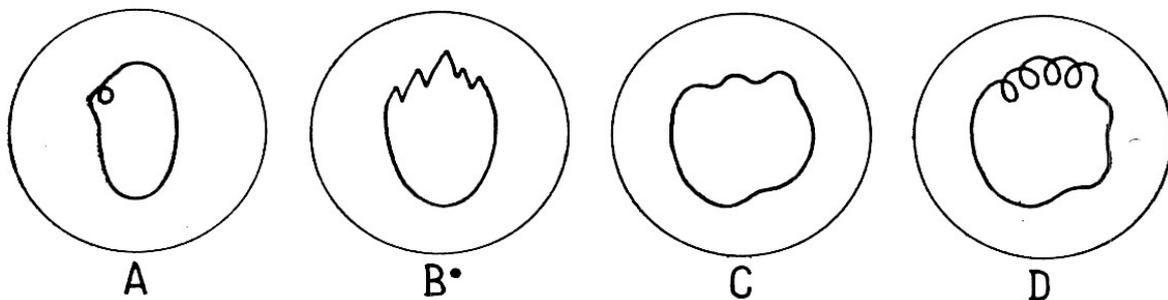


FIG. XI-11

- C : Tension anodique de l'oscillatrice trop faible ; ou couplage trop fort entre circuit plaque et circuit grille.
- D : Oscillation avec nombreuses et importantes harmoniques : grille trop polarisée (résistance de grille trop forte, courant grille trop important, bobine d'entretien ayant trop de tours, et d'une manière générale, couplage excessif entre circuit grille et circuit plaque).

Emploi de l'oscilloscope en voltmètre à lampe

On utilise simplement les plaques de déviation verticale, l'une étant reliée à la masse, l'autre à la tension à mesurer. Le balayage est ramené à zéro. On place devant l'écran, une plaque de plexiglass graduée en volts selon la sensibilité du tube, sensibilité indiquée par le constructeur. Ainsi, la sensibilité en déviation verticale du tube cathodique Mazda C95 est de 2 V par millimètre. Tous les millimètres correspondent donc, dans ce cas à 2 volts.

Par les réglages de l'oscillographe, on amène le spot à l'origine (zéro de la graduation). Une tension continue (à mesurer) déplace le spot et s'arrête en face de la graduation correspondant à la tension. Si l'on mesure une tension alternative, le spot

devient un trait dont l'extrémité indique la tension. Précisons bien que dans le cas de tension alternative, la lecture indique la *tension de crête*. (Rappelons que la tension de crête est égale à la tension efficace — donnée par les voltmètres ordinaires — multipliée par 1,414.)

L'oscillographe est donc un excellent voltmètre à lampe, à consommation pratiquement nulle, et convenant pour les tensions alternatives de fréquence même très élevée.

§ 2. — ALIGNEMENT DES RECEPTEURS A L'OSCILLOGRAPHE

Le réglage correct des circuits accordés d'un récepteur et notamment des transformateurs MF, est d'une importance capitale si l'on veut obtenir le maximum de sensibilité et surtout le maximum de *sélectivité* que permettent les éléments employés à sa construction.

L'alignement au générateur HF, avec outputmètre ou indicateur cathodique comme indicateur d'accord, permet évidemment d'obtenir des réglages déjà très acceptables. Mais les circuits sont surtout réglés pour le maximum de sensibilité, du fait du principe même de l'indication d'accord utilisé (amplitude maximum). Quant à la sélectivité obtenue, on ignore tout d'elle ! Seule la courbe de sélectivité s'inscrivant sur l'écran de l'oscillographe permet d'apprécier la *bande passante* du canal MF notamment, ou la *sélectivité globale* du récepteur (HF + MF).

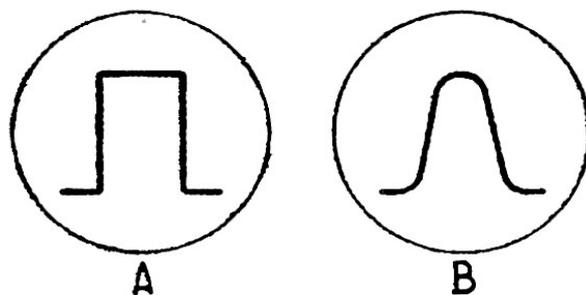


FIG. XI-12

La figure XI-12, en A, nous montre la courbe de sélectivité *idéale* qu'il serait souhaitable d'obtenir. En B, nous voyons la courbe de sélectivité plus *réelle*, généralement obtenue. Par les réglages des circuits MF notamment, il faut « modeler » la courbe vue sur l'écran de l'oscillographe, de façon à ce que son allure générale se rapproche *le plus possible* de la courbe A, tout en conservant une amplitude maximum (hauteur de la courbe). « Le plus possible », oui, car l'idéal (courbe A) ne peut s'obtenir avec les moyens techniques actuels, du moins ceux utilisés sur les récepteurs commerciaux.

L'alignement des récepteurs à l'oscillographe nécessite, outre l'oscillographe bien entendu, les appareils suivants :

a) soit un générateur HF modulé en fréquence ;

b) soit un générateur HF ordinaire utilisé conjointement avec un wobulateur ou modulateur de fréquence. La modulation en amplitude du générateur HF ordinaire n'est pas utilisée, et c'est le wobulateur qui effectue la modulation en fréquence nécessaire.

Comme l'oscillographe, ces appareils sont en vente dans le commerce. Néanmoins, le technicien tant soit peu habile peut les construire lui-même ; il en trouvera les descriptions avec schémas dans « L'Emission et la Réception d'Amateur » (1), par exemple.

I. — Amplificateur MF

Il y a plusieurs méthodes pour former la courbe de la bande passante d'un circuit en réglage sur l'écran d'un oscillographe. Nous préconisons, et nous allons l'exposer, la méthode dite « double trace », parce que la plus précise. Elle est nommée ainsi, car le spot décrit, en réalité, *deux* courbes identiques, superposées, mais *inversées*. Si chaque courbe n'est pas symétrique par rapport à l'axe vertical, on verra bien les deux traces ; si les courbes sont parfaitement symétriques, elles se superposent exactement et l'on ne voit plus qu'une seule trace. C'est là le principal avantage de la méthode qui exige une symétrie parfaite, donc une parfaite précision de l'alignement.

Cette méthode exige aussi un accord très exact des circuits sur la fréquence d'alignement injectée par le générateur HF modulé en fréquence ; en effet, tant que les circuits ne sont pas accordés exactement sur la valeur MF, les deux traces sont décalées à droite et à gauche de l'axe vertical.

Pour l'examen correct et facile de la courbe de sélectivité, il importe que le réglage « concentration » de l'oscillographe soit parfait ; on doit avoir des traces très nettes, très fines, très accusées, et non empâtées.

La figure XI-13 indique le montage à réaliser (connexions entre appareils) pour l'alignement des circuits MF. Le principe est le suivant : L'entrée du circuit à observer est attaquée par le signal modulé en fréquence (à la fréquence f) issu du générateur ; la tension de sortie détectée du circuit est canalisée sur les plaques de mesure (déviations verticales) de l'oscillographe. Par ailleurs, les plaques de déviation horizontale reçoivent le balayage en dents de scie de l'oscillographe, balayage dont la

(1) Du même auteur, chez le même éditeur.

fréquence doit être le *double* de la fréquence de modulation du générateur (soit $2f$) et qui est synchronisé par cette dernière.

Ce principe étant exposé, reprenons l'examen détaillé de la figure XI-13.

La sortie du générateur HF modulé en fréquence attaque la grille modulatrice du tube changeur de fréquence ; le générateur est évidemment réglé sur la valeur « moyenne fréquence » de l'amplificateur MF à aligner. On pourrait observer la bande passante du dernier transformateur MF en connectant le générateur sur la grille du tube amplificateur précédent ; et ainsi

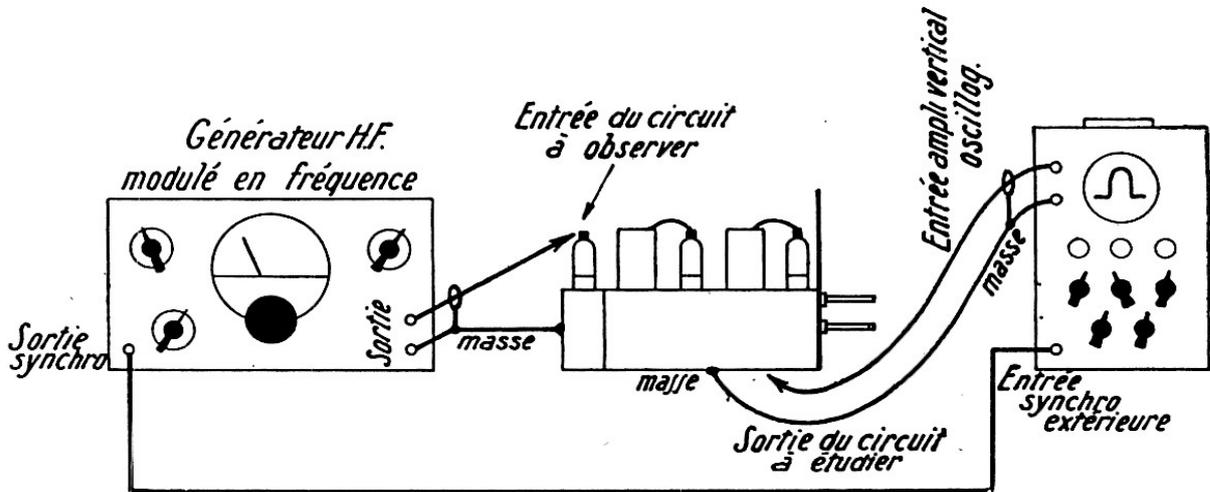


FIG. XI-13

de suite, en ajoutant un étage chaque fois. Mais, en général, c'est la courbe résultante de tout le canal MF qui importe et on connecte tout de suite le générateur HF à l'entrée, c'est-à-dire à la grille modulatrice du tube CF.

Les plaques de mesure de l'oscillographe sont attaquées à travers l'amplificateur vertical dudit « oscillo » ; son entrée est connectée à la résistance de charge de détection (côté *sensible*, c'est-à-dire du côté de la sortie du dernier transformateur MF) ; le potentiomètre de gain de l'amplificateur est presque ouvert à fond.

Les plaques de déviation horizontale reçoivent le balayage en dents de scie ; régler l'amplitude du balayage pour une largeur d'image correcte. Régler le balayage vers 100 c/s ; en effet, nous avons dit que la fréquence de balayage doit être le *double* de la fréquence de modulation ; or, la fréquence de modulation des générateurs HF modulés en fréquence est tout simplement celle du secteur, soit 50 c/s.

La sortie « synchro » du générateur HF est reliée à l'entrée « synchro » de l'oscillographe, le commutateur de synchronisation de ce dernier étant sur « synchro extérieure ».

Le générateur HF étant réglé sur la fréquence convenable, augmenter le swing de modulation à une valeur assez importante (40 à 50 kc/s environ).

Sur le récepteur en observation, on court-circuite la ligne de CAV à la masse.

Si le canal MF n'est pas trop désaccordé, on verra déjà apparaître une courbe sur l'écran. Si cette image se déplace vers la droite ou vers la gauche, c'est que la fréquence de balayage est incorrecte et qu'elle n'est pas synchronisée par le générateur HF. Il faut alors retoucher le réglage du balayage ; si la synchronisation est réglable (ajustage de l'injection), il ne faut appliquer que le minimum suffisant pour immobiliser l'image. En règle générale, c'est plutôt la fréquence de balayage qui a un écart trop important ; dès que l'on approchera de la fréquence 100 c/s, la synchronisation accrochera bien le balayage et l'image sera fixe.

Si l'image est trop grande (trop haute), réduire la tension de sortie appliquée par le générateur (réglage de l'atténuateur). Si cela ne suffit pas, diminuer par le potentiomètre de l'amplificateur vertical de l'oscillographe. Mais, comme il est toujours préférable d'avoir l'injection HF *minimum* sur les circuits à l'étude, on laissera le potentiomètre de l'amplificateur vertical poussé à fond le plus possible, et l'on réduira par l'atténuateur du générateur.

Les générateurs HF modulé en fréquence, outre le réglage de la fréquence du signal HF, le réglage du swing ou déviation de fréquence et l'atténuateur de sortie, comportent une autre commande dite « phase » ; c'est le réglage de la phase de la modulation de fréquence par rapport à la phase de la tension de balayage. Nous reparlerons de ce réglage tout à l'heure.

Nous obtenons donc une courbe sur l'écran, courbe plus ou moins agréable, et que l'on doit « arranger » ou « modeler » par action sur les réglages des transformateurs MF. On cherchera d'une part à obtenir une courbe la plus haute possible (pour bénéficier du maximum de gain MF), et d'autre part à donner à cette courbe une forme se rapprochant le plus possible de la forme idéale (allure la plus rectangulaire possible, fig. XI-12 A).

Néanmoins, il convient de s'attacher davantage à la parfaite symétrie de la courbe plutôt qu'à sa hauteur. Ainsi, sur la figure XI-14 A, nous avons la courbe de la bande passante d'un amplificateur MF à deux étages (trois transformateurs) réglé auparavant au générateur modulé en amplitude et à l'output-mètre ; le même résultat aurait été obtenu au générateur MF modulé en fréquence et à l'oscillographe, en ne cherchant qu'à

obtenir l'amplitude maximum. En B, par contre, nous voyons la courbe de la bande passante du même amplificateur MF pour un réglage correct de la sélectivité alliée au gain maximum possible.

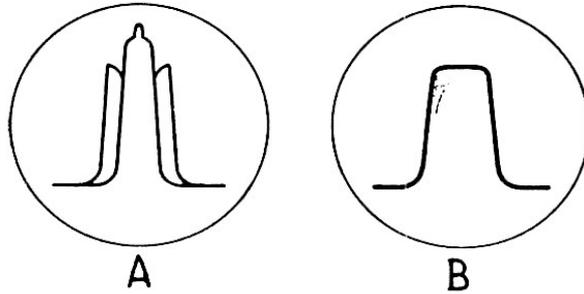


FIG. XI-14

Les quatre oscillogrammes de la figure XI-15 nous indiquent les défauts susceptibles d'être rencontrés durant un alignement oscilloscopique.

En A : La fréquence d'accord des circuits est bonne ; la courbe est bien symétrique ; mais le réglage de la phase (sur le générateur HF modulé en fréquence) est mauvais.

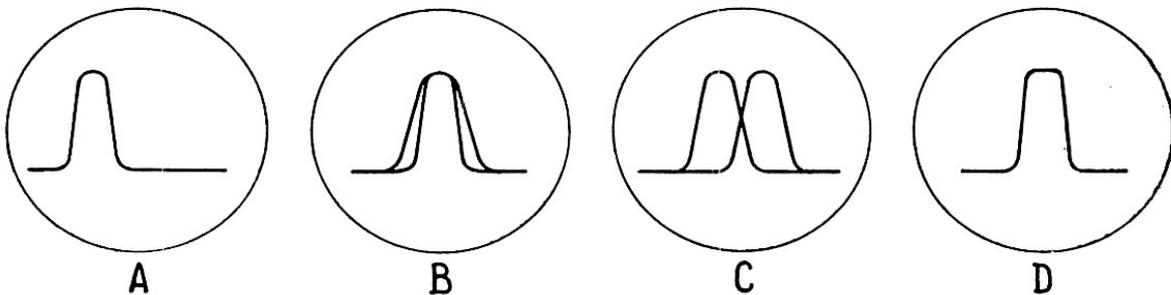


FIG. XI-15

En B : La fréquence d'accord des circuits est correcte ; le réglage de la phase est bon ; mais la courbe est dissymétrique (mauvaise sélectivité).

En C : La fréquence d'accord des circuits est fautive ; les autres points sont corrects.

En D : Tous les réglages sont parfaits : la fréquence d'accord est bonne et la courbe est bien symétrique.

On se souvient que si divers éléments sont défectueux ou si certaines précautions élémentaires de câblage n'ont pas été prises, l'amplificateur MF peut accrocher (ou auto-osciller) lorsqu'il est bien accordé.

Dans tous les cas, on constatera une tendance à la dissymétrie (comme en B, fig. XI-15) ; mais, de plus, on notera quelques ondulations à la base comme il est montré en A de

la figure XI-16. Si l'auto-oscillation est violente, on verra une succession de crêtes (dentelle) comme il est indiqué en B de cette même figure.

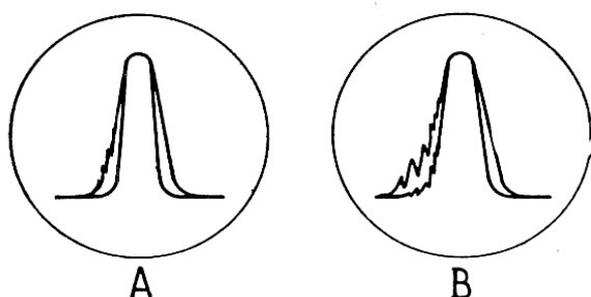


FIG. XI-16

Tout cela peut paraître bien complexe au novice ; à la vérité, c'est *extrêmement simple* ! Il suffit de se donner la peine d'un apprentissage d'une dizaine d'alignements à l'oscillographe. Après, « ça va tout seul ! ». Mieux même, on ne peut plus, on ne sait plus faire autrement, car on a l'impression de travailler en aveugle si l'oscillographe n'est pas là pour reproduire les résultats des opérations de réglage. Lorsque les appareils sont connectés entre eux, il est aussi simple de regarder l'écran de l'oscillographe qui donne la forme exacte de la bande passante, que de regarder un vulgaire outputmètre qui n'indique que le maximum de l'amplitude.

Tout comme à l'aide du tournevis agissant sur les réglages des transformateurs MF on cherche à obtenir la déviation maximum de l'outputmètre, à l'aide de ce même tournevis... on agira toujours sur les réglages des transformateurs MF pour obtenir une courbe bien symétrique, la plus haute possible, au sommet un peu aplati et aux flancs très abrupts. C'est tout !

Il est possible d'observer, par exemple, la courbe de la bande passante du dernier transformateur MF *seul*. Pour cela, le générateur HF attaque la grille du tube précédant ledit transformateur. L'oscillogramme d'un tel transformateur MF (pour diode) est monté en A (fig. XI-17).

En B, nous avons la courbe de l'amplificateur MF entier (cas de l'amplificateur classique à un étage, c'est-à-dire deux transformateurs).

L'oscillogramme C révèle des circuits trop amortis.

En D, les transformateurs semblent corrects, mais les bobinages sont insuffisamment couplés.

En E, nous sommes en présence de bobinages très amortis (résistance de forte valeur en parallèle, ou de petite valeur en série) ; de plus, il sont trop couplés.

En F et G, les bobinages ne sont pas amortis à proprement parler, mais ils sont surcouplés ; le réglage sur la fréquence exacte est difficile.

En H, enfin, les réglages des circuits (et peut-être les couplages entre circuits aussi) sont mauvais ; la bande passante est trop large à la base et trop étroite au sommet (cas fréquemment rencontré avec des jeux de transformateurs MF dépareillés).

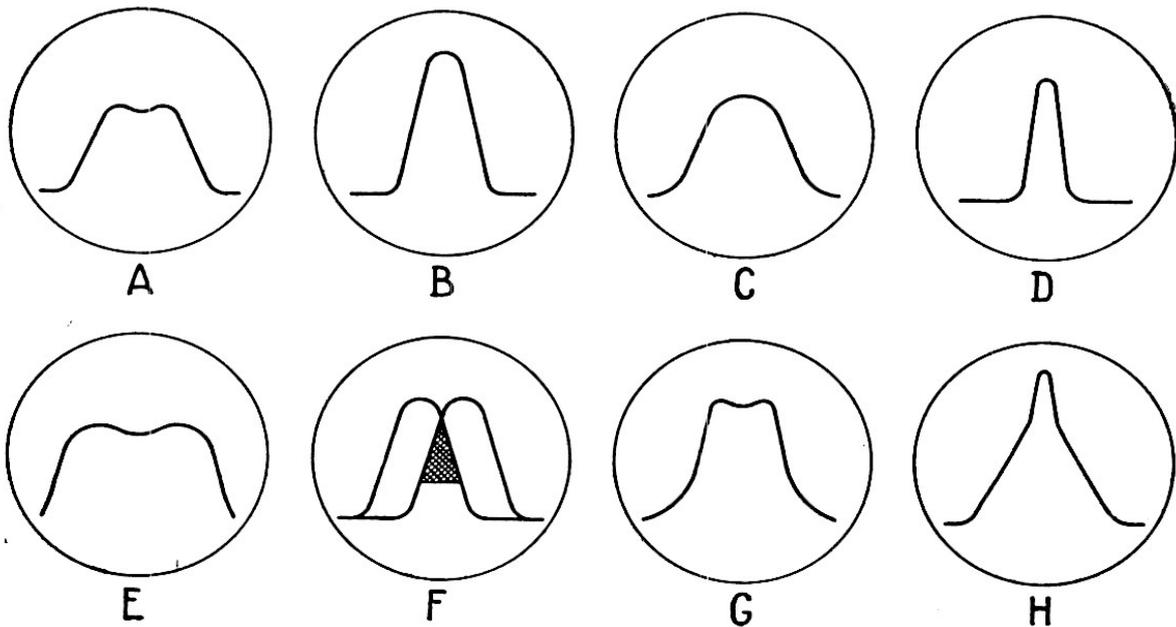


FIG. XI-17

Pour terminer cette partie, précisons que :

1° Un amplificateur MF ayant une bande passante comme celle de la figure XI-17 en D sera très sélectif, mais ne sera pas musical.

2° Un amplificateur MF ayant une bande passante comme celle des figures XI-17 C, F ou G sera très musical, mais ne présentera aucune sélectivité.

3° Un amplificateur MF ayant une bande passante comme celle de la figure XI-17 H ne sera ni sélectif, ni musical.

4° Sélectivité et musicalité seront obtenues, selon un juste compromis, avec la courbe B, fig. XI-17 (amplificateur MF à un étage, deux transformateurs) et encore mieux avec la courbe B, fig. XI-14 (amplificateur MF à deux étages, trois transformateurs).

5° Enfin, si le canal MF comporte un dispositif de sélectivité variable, on doit faire les réglages en position « sélectivité maximum ». Ensuite, on passe en position « musicale » ou « sélectivité minimum » afin d'observer l'allure prise par la courbe. On retouchera si besoin est, les circuits de façon à

parfaire l'allure de la courbe. On reviendra ensuite en position « sélectivité maximum », la courbe doit avoir l'allure de l'oscillogramme D (fig. XI-17) ; en position « musique » ou « sélectivité minimum », elle tendra à prendre la forme opposée, c'est-à-dire celle de l'oscillogramme C (fig. XI-17). Naturellement, toutes les positions et formes intermédiaires sont possibles entre ces deux extrêmes.

II. — Réglage HF — Examen de la sélectivité globale

Dans tout récepteur on sait que la sélectivité est principalement déterminée par l'amplificateur MF. Néanmoins, il est extrêmement intéressant de vérifier, à l'oscillographe, la forme de la bande passante globale du récepteur (MF + circuits d'accord + circuits HF éventuellement).

Le procédé est le même que pour les réglages MF, ainsi que la forme de courbe à obtenir. Mais le générateur HF modulé en fréquence attaque l'entrée « antenne » du récepteur à travers le dispositif appelé « antenne fictive » (1). Les liaisons entre détection et oscillographe d'une part, et entre oscillographe et générateur HF modulé en fréquence d'autre part, sont inchangées. Naturellement, le générateur et le récepteur sont réglés sur la fréquence à laquelle on désire examiner la bande passante. Les réglages de l'oscillateur étant supposés corrects, on ajuste les circuits d'accord (et les circuits HF ou présélecteurs, le cas échéant) de façon à obtenir sur l'écran de l'oscillographe une courbe bien symétrique et d'amplitude maximum.

(1) Avec les récepteurs modernes comportant un cadre à air ou un cadre sur ferrite, on se borne à connecter un petit fil d'antenne à la sortie du générateur modulé en fréquence, la liaison au récepteur s'effectuant uniquement par rayonnement.

CHAPITRE XII

Méthode de dépannage dynamique

« Signal tracing »

La méthode de dépannage dite « signal tracing » est une méthode *dynamique*, c'est-à-dire une méthode où l'on opère, le poste étant en fonctionnement (1).

Ce procédé nécessite l'emploi d'un appareil appelé « signal tracer » ou, en bon français, analyseur dynamique.

Le signal tracer permet de localiser très rapidement et très facilement tout circuit en défaut dans un récepteur. Il permet, en outre, d'effectuer des mesures extrêmement intéressantes, bien que relatives : mesure du gain d'un étage, par exemple ; nous en reparlerons plus loin.

On a proposé, au début de la vulgarisation de cette méthode de dépannage, des analyseurs dynamiques très complexes avec circuits accordés et des séries de commutations affreusement embrouillées. Les techniciens ont vite compris que de tels appareils ne seraient jamais très appréciés des service-men. Aussi le succès de la méthode a-t-il débuté avec des signal-tracers *apériodiques*, c'est-à-dire avec amplificateurs à large bande, sans circuits accordés et fonctionnant quel que soit le récepteur à l'étude.

Un signal-tracer apériodique est extrêmement simple de conception et son emploi n'en est que plus facile. Il est si simple que sa fabrication peut parfaitement être entreprise par le dépanneur lui-même.

Nous donnons, sur la figure XII-1, le schéma complet de notre réalisation.

Le montage comporte trois entrées E_1 , E_2 et E_3 selon les contrôles à effectuer ; d'autre part, nous avons un étage détecteur monté dans le *probe* avec pointe de touche (entrée E_1), deux étages amplificateurs BF et l'alimentation.

Un haut-parleur permet le contrôle auditif de la sortie ; un voltmètre permet, lui, le contrôle visuel et l'appréciation du gain obtenu étage par étage dans le récepteur.

(1) Il serait plus sage de dire *sous tension*, puisque le récepteur est supposé en panne !

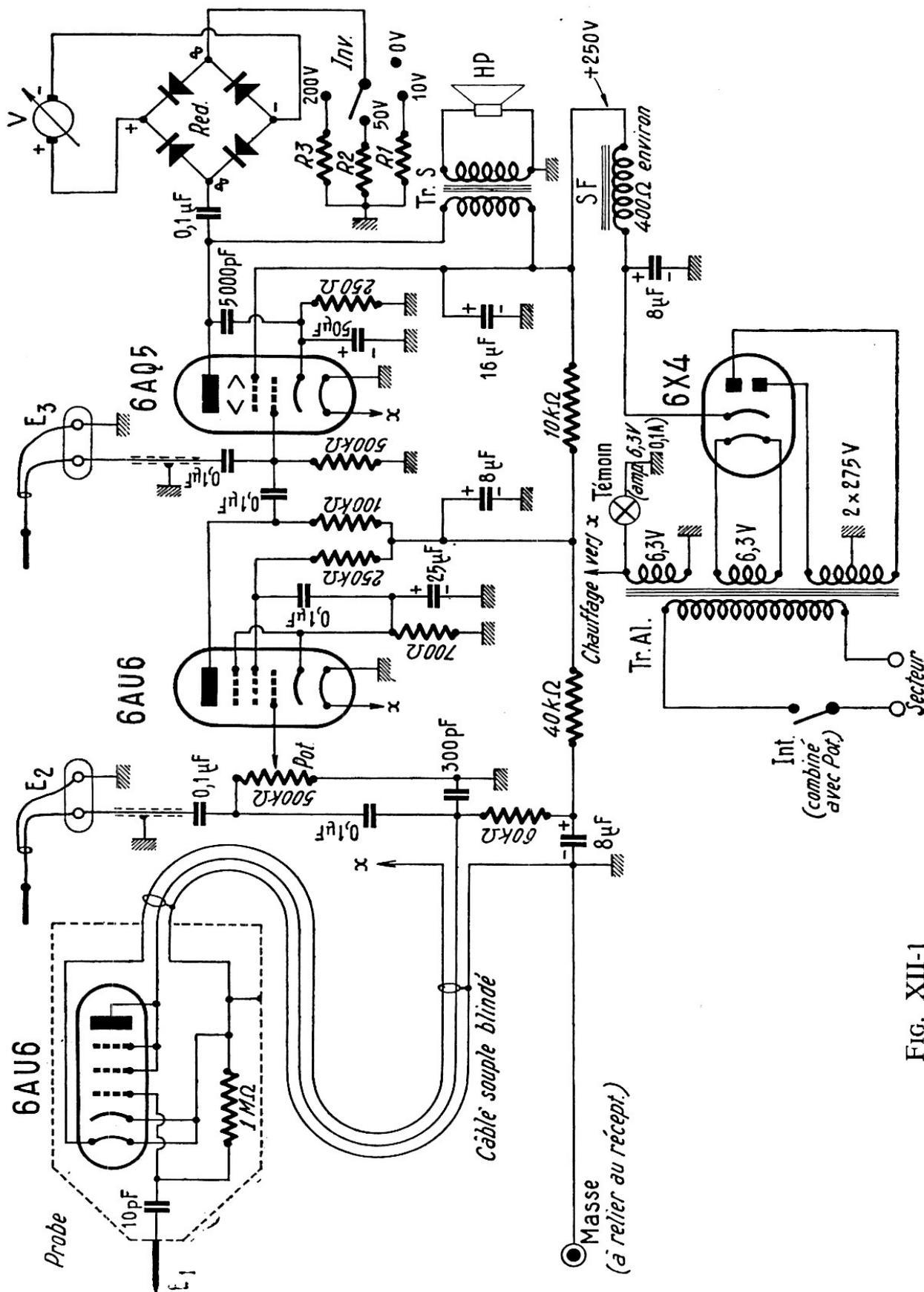


FIG. XII-1

Reprenons par le détail la description de notre signal-tracer étage par étage. Par l'entrée E_1 , nous attaquons un tube miniature 6AU6 connecté en triode et monté en détecteur grille. Ce tube, la résistance de grille de $1\text{ M}\Omega$ et le condensateur d'attaque de 10 pF céramique sont montés à l'intérieur d'un petit boîtier en bakélite appelé *probe*. Le probe doit pouvoir « tester » tel ou tel circuit d'un récepteur à examiner ; aussi la liaison entre le probe et le reste de l'appareil doit-elle être faite au moyen d'un câble blindé *souple*. Le boîtier en bakélite du probe est lui-même enfermé dans un autre boîtier métallique relié à la masse ; la pointe de touche constituant l'entrée E_1 doit être parfaitement isolée et traverser les boîtiers par l'intermédiaire de pièces de passage en *stéatite* (canon et rondelle). La tension détectée apparaît aux bornes de la résistance anodique de $60\text{ k}\Omega$ et est appliquée au potentiomètre *Pot* de $500\text{ k}\Omega$ permettant d'ajuster le gain du signal-tracer. Sur ce même potentiomètre aboutit également l'entrée E_2 .

Le tube suivant est également un tube 6AU6, mais cette fois, monté normalement en pentode ; il fonctionne en amplificateur BF de tension.

Les signaux BF amplifiés disponibles dans le circuit de plaque de ce tube sont appliqués sur la grille du tube suivant, tube 6AQ5. La grille de ce tube peut également être attaquée à partir de l'entrée E_3 .

Le tube 6AQ5 fonctionne en amplificateur BF de puissance.

Le circuit anodique de ce tube est chargé par le transformateur de sortie *Tr. S*, transformateur de haut-parleur : impédance primaire $5\,000\ \Omega$, impédance secondaire $2,5\ \Omega$. Le haut-parleur utilisé est un petit modèle de 17 cm de diamètre du type à aimant permanent ; l'impédance de la bobine mobile est également de $2,5\ \Omega$, bien entendu.

Une dérivation est effectuée sur le circuit anodique du tube 6AQ5 pour le voltmètre V mesurant la tension de sortie. Il convient de redresser la tension alternative BF ; c'est le rôle du redresseur *Red* (montage en pont) du type M1 de Westinghouse. L'appareil de mesure V est un microampèremètre à cadre mobile de déviation totale pour $200\ \mu\text{A}$. Mais on pourra étalonner le cadran directement en *volts* selon les trois échelles suivantes : $0\text{-}10\text{ V}$; $0\text{-}50\text{ V}$; $0\text{-}200\text{ V}$. Ces trois sensibilités de lecture sont obtenues suivant la position de l'inverseur *Inv*. Les résistances en série ont les valeurs suivantes : $R_1 = 40\text{ k}\Omega$, $R_2 = 200\text{ k}\Omega$, $R_3 = 800\text{ k}\Omega$, résistances du type carbone aggloméré. Les valeurs indiquées sont les *valeurs de départ* ; à la mise au point, pour l'étalonnage du voltmètre V , on fait des

entailles à la lime (tiers-point) dans le corps de chaque résistance : on augmente ainsi leur valeur de façon à obtenir la déviation totale pour les tensions respectives 10, 50 et 200 volts (étalonnage par comparaison avec un outputmètre classique, par exemple).

Une quatrième position de l'inverseur — position 0V — permet de supprimer l'emploi du voltmètre.

Le reste du schéma concerne l'alimentation du signal-tracer, alimentation absolument courante avec valve 6X4 ; nous ne nous y étendrons pas davantage.

La mise au point de cet analyseur dynamique est extrêmement simple. Lorsque l'étalonnage du voltmètre est terminé, il n'y a plus de mise au point proprement parlant à faire, mais plutôt une simple vérification du fonctionnement (en cas d'erreur de câblage). Il suffit d'attaquer l'entrée E_2 par un pick-up, la suite du montage doit se comporter comme un bon amplificateur basse fréquence.

Pour vérifier le fonctionnement du détecteur du probe, il suffit de mettre l'hétérodyne modulée en amplitude à 400 c/s environ en service ; cette hétérodyne est accordée sur une fréquence absolument quelconque et l'atténuateur est ouvert à fond (tension de sortie maximum). La masse de l'hétérodyne est reliée à la masse du signal-tracer, puis avec E_1 (pointe de touche du probe), on touche la douille de sortie HF modulée de l'hétérodyne. Si tout est correct, et si le potentiomètre du signal-tracer est ouvert au maximum, on doit entendre correctement la modulation à 400 c/s dans le haut-parleur. C'est tout ! L'appareil est vérifié ; il n'y a pas de mise au point plus simple, et notre signal-tracer est prêt à être utilisé pour le dépannage.

Nous allons maintenant donner, ci-dessous, un exemple d'application et le mode opératoire.

Comme toujours, il faut commencer par jeter un rapide coup d'œil sur le châssis du récepteur malade, afin de s'assurer que l'on n'est pas en face d'une panne grossière telle que filament de lampe coupé ; d'un coup de voltmètre, on s'assurera également que la haute tension n'est pas en court-circuit. En effet, il n'y a pas besoin de signal-tracer pour déceler des pannes aussi communes ! Cela fait, connecter la masse du signal-tracer à la masse du châssis du récepteur ; si le récepteur est un « tous courants », ne pas omettre d'intercaler dans cette connexion un condensateur de 0,1 μ F au papier.

Mettre le récepteur et le signal-tracer sous tension. Régler le récepteur sur une gamme quelconque, en PO par exemple, sur la

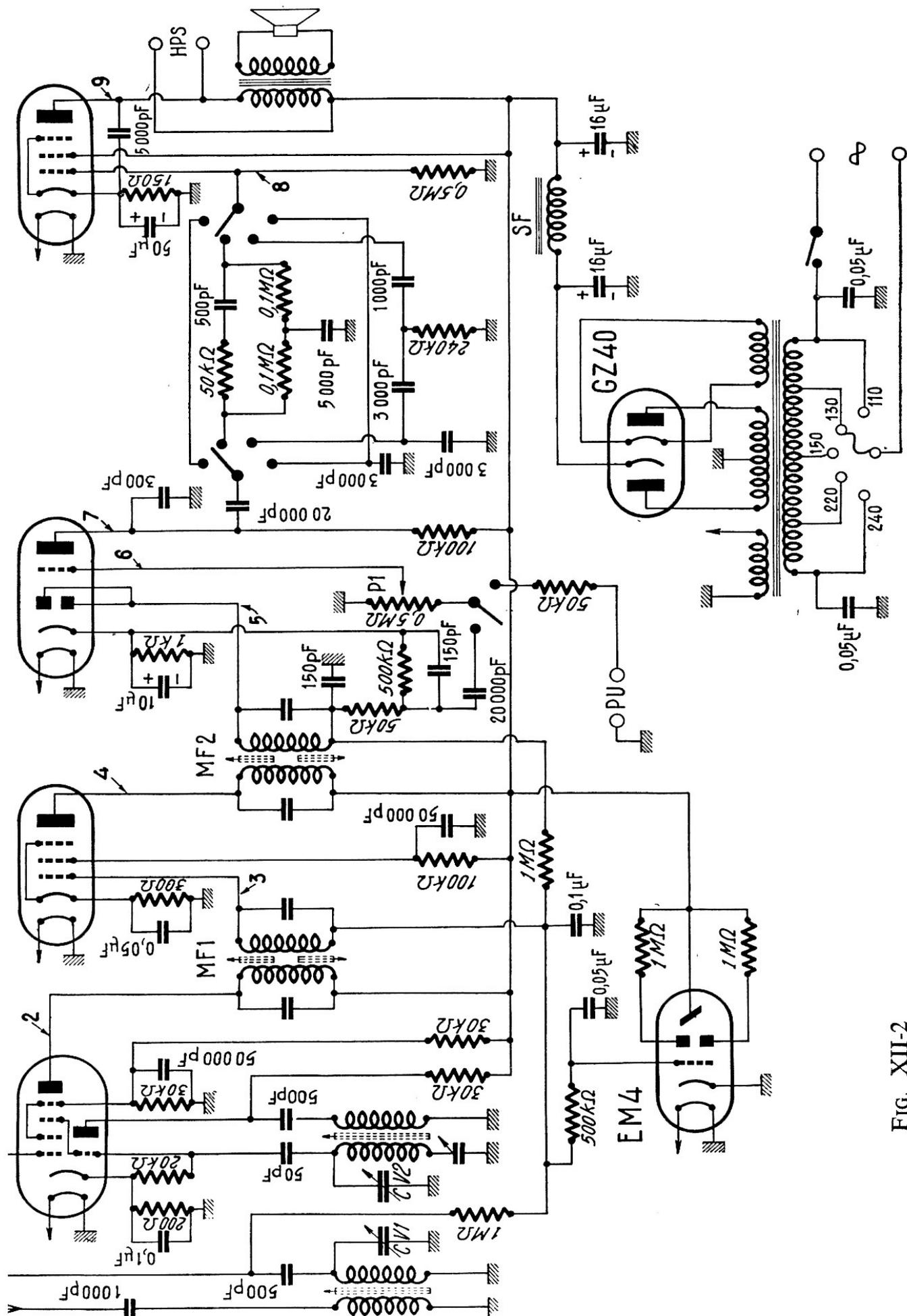


Fig. XII-2

fréquence F. Régler l'hétérodyne sur cette même fréquence F et injecter le signal de sortie de l'hétérodyne dans la douille « antenne » du récepteur ; ce signal issu de l'hétérodyne doit être modulé à 400 c/s (modulation en amplitude). Bien entendu, nous n'entendons *rien* dans le haut-parleur du récepteur, puisque ce dernier est en panne ! C'est maintenant que l'analyseur dynamique va intervenir.

Supposons que le récepteur en panne soit celui que nous représentons sur la figure XII-2, récepteur très classique à 6 lampes rimlock.

Avec le probe, toucher la grille modulatrice du tube ECH42 (point 1). Le gain du signal-tracer doit être maximum (*Pot.* fig. XII-1 ouvert à fond).

Si la modulation 400 c/s du signal HF issu de l'hétérodyne n'est pas entendue dans le haut-parleur du signal-tracer, les causes peuvent être les suivantes : bobinages d'antenne ou d'accord court-circuités ou coupés ; court-circuit grille-cathode du tube ECH42 ; court-circuit du condensateur variable ou du trimmer d'accord. L'utilisation de l'ohmmètre permet de déceler l'élément défectueux déjà bien localisé.

Mais cela peut provenir aussi du fait que le récepteur n'est peut-être pas très bien réglé sur la fréquence du signal appliqué par l'hétérodyne. *Dès ce premier essai*, il convient donc de vérifier cette éventualité en retouchant au réglage, soit de l'hétérodyne, soit du récepteur. Après quoi seulement nous pourrons tirer, le cas échéant, les conclusions de ce premier examen.

Par contre, si le signal-tracer a « répondu », nous continuons notre investigation en touchant avec le probe la plaque modulatrice du tube ECH42 (point 2). Si l'analyseur n'accuse pas la modulation à 400 c/s du signal injecté, c'est-à-dire s'il ne « répond » pas, les causes peuvent être les suivantes :

Défaut du tube ECH42 (essayer un autre tube) ; primaire de MF₁ coupé ou court-circuité ; défauts habituels de l'oscillateur, à savoir : résistance de fuite de grille coupée, bobinages oscillateurs coupés, condensateurs de liaison coupés, condensateur variable ou trimmer oscillateur court-circuités, padding coupé, etc.

Si le signal-tracer a répondu, c'est que les circuits sont corrects, et l'on poursuit en touchant avec le probe la grille de commande du tube EF41 (point 3). Si l'analyseur ne répond pas, les causes peuvent être : secondaire de MF₁ coupé ou en court-circuit ; défaut du tube EF41 (court-circuit cathode-grille), etc. Si l'on entend le signal 400 c/s, continuons en touchant l'anode du tube EF41 (point 4) avec le probe. Si

l'analyseur ne répond pas, vérifier : état du tube EF41, court-circuit ou coupure du primaire de MF₂, tension d'écran nulle, etc.

Si le signal-tracer a répondu, on a dû remarquer une nette augmentation du niveau sonore du signal. Il en est ainsi chaque fois que l'on « avale » un étage supplémentaire ; en fait, on bénéficie de l'amplification produite par le tube ou les tubes précédents. Si le niveau sonore devient trop important, il suffit de le ramener à une valeur convenable en réduisant le gain par le potentiomètre du signal-tracer.

Continuons donc nos recherches. Touchons les diodes du tube EBC41 avec le probe (point 5). En l'absence de réponse, vérifier : secondaire de MF₂ coupé ou en court-circuit, état du tube EBC41 (partie détectrice), l'un des condensateurs de 150 pF du filtre en π est en court-circuit, la charge de diode (résistance de 500 k Ω) est court-circuitée (mauvais isolement du fil blindé), etc.

Si l'analyseur a répondu, il nous faut toujours continuer nos investigations. Le point suivant à toucher est la grille de commande du tube EBC41 (point 6). Mais cette fois, nous laissons de côté le probe et nous utilisons simplement la pointe de touche de l'entrée E₂ de l'analyseur. Si aucune réponse n'est accusée, les causes peuvent être : potentiomètre coupé, contact nul du curseur, mauvais contact de l'inverseur pick-up/radio, condensateur de liaison de 20 000 pF coupé, etc.

En admettant que le signal-tracer ait répondu, continuons en appliquant la pointe de touche E₂ sur l'anode du tube EBC41 (point 7) ; en l'absence de réponse, vérifier : tube défectueux, résistance de plaque (100 k Ω) coupée, dispositif correcteur BF faisant suite en court-circuit à la masse, etc.

Si l'analyseur a répondu (réduire le niveau sonore en conséquence par le potentiomètre du signal-tracer), poursuivons toujours en appliquant la pointe de touche E₂ sur la grille de commande du tube EL41 (point 8). En l'absence de réponse, vérifier : condensateur de liaison coupé (20 000 pF) ; défectuosités dans le dispositif correcteur BF ; court-circuit grille-cathode du tube EL41, etc.

Si le signal-tracer a encore répondu, appliquons la pointe de touche E₂ sur l'anode du tube EL41 (point 9) en réduisant fortement le gain par le potentiomètre (ou utilisons la pointe de touche E₃). En l'absence de réponse, vérifier : état du tube EL41, résistance de cathode mauvaise, condensateur anodique de fuite (5 000 pF) claqué, primaire du transformateur du haut-parleur coupé, etc.

Si le signal-tracer répond encore au point 9, le défaut du récepteur réside certainement dans une coupure du secondaire du transformateur de sortie : mauvaise soudure, bobine mobile coupée ou fils de liaison rompus.

D'une manière générale, le défaut se situe toujours dans l'étage ou la fraction d'étage qui précède le point à partir duquel le signal-tracer ne répond plus. Les recherches de pannes au signal-tracer sont surtout appréciées pour les défauts des circuits HF, CF, MF et détecteur. De toutes façons, on détermine l'étage en défaut, voire la fraction d'étage en défaut, et il faut bien admettre que la recherche de l'élément défectueux localisé dans une petite partie du récepteur est beaucoup plus aisée que s'il fallait douter le récepteur en entier.

Nos lecteurs ont maintenant bien compris qu'il s'agit d'un dépannage dynamique, puisque pendant la recherche, le récepteur se trouve soumis à ses conditions d'emploi : poste sous tension et signal HF modulé injecté à l'entrée.

Nos lecteurs ont certainement remarqué aussi que dans la méthode signal-tracing, on opère dans l'ordre normal du poste, c'est-à-dire de l'antenne vers le haut-parleur. Tandis qu'avec la méthode courante, on opère dans le sens inverse, c'est-à-dire en « remontant » du haut-parleur vers l'antenne.

Par ailleurs, il est bien évident que l'exemple représenté sur la figure XII-2 et exposé dans les lignes précédentes n'est qu'un... exemple ! Mais quel que soit le récepteur à examiner, la méthode est la même : on essaie étage par étage, circuit par circuit en commençant par les circuits d'entrée et en allant vers le haut-parleur. Pour les circuits précédant la détection (HF, CF, MF), on utilise le probe, car il faut bien détecter la haute fréquence dès l'entrée au signal-tracer ; après détection sur le récepteur, on peut tout simplement utiliser la pointe de touche E_2 , comme nous l'avons dit.

Dans notre exemple, nous avons indiqué seulement les éléments dont la défectuosité rencontrée est la plus fréquente. Pour avoir, étage par étage, un tableau complet des défauts pouvant se manifester, on se reportera utilement au chapitre VI.

Nous avons vu le cas du poste muet, le cas de la panne franche. Mais le signal-tracer peut très bien être utilisé pour déceler un étage apportant de la distorsion.

Reportons-nous encore à la figure XII-2. Le récepteur est accordé sur une émission donnant une audition convenable et l'on sent parfaitement les distorsions. Avec le probe de l'analyseur, touchons successivement les points 1, 2, 3, etc. L'audition de l'émetteur se retrouve également dans le haut-parleur du signal-tracer généralement dès le point 2. Supposons que les tests 2 et 3 donnent une audition exempte de toutes distorsions

dans le signal-tracer, mais que les distorsions apparaissent aussi sur l'analyseur dès le test au point 4. Aucun doute : c'est le tube MF (EF41) qui est saturé, surchargé, etc., en un mot provoque la distorsion ; nous disons « tube », mais nous pensons « étage », car les distorsions peuvent bien naître d'un mauvais fonctionnement de l'étage (tension d'écran, polarisation, CAV, etc.).

On procède exactement de la même façon en basse fréquence. Ainsi, par exemple, la pointe de touche E_2 fournit une bonne audition au signal tracer sur le point 6 ; mais cette audition devient aussi mauvaise que celle fournie par le récepteur lorsque E_2 est reliée au point 7. C'est l'élément triode de l'EBC41 qui provoque la distorsion (tube, résistance de plaque ou polarisation).

La source d'un ronflement est également facile à déceler au signal tracer. Il est aisé de trouver l'étage, le tube, à partir duquel se manifeste le ronflement. On procède toujours de la même façon, mais le récepteur n'est pas attaqué par l'hétérodyne, et réglé sur aucune émission. En fait, on cherche à déceler un ronflement, et un ronflement *seul*. On peut même aussi tester divers fils sur le câblage, avec le probe, et déterminer ainsi le conducteur provoquant l'induction parasite. On se méfiera également de certains tubes qui, bien qu'étant révélés bons à l'essai sur un lampemètre, peuvent provoquer de fâcheux ronflements.

Le voltmètre monté à la sortie du signal tracer permet de comparer facilement le gain global obtenu par deux récepteurs, ou le gain des sections HF et MF seules, etc. Une indication visuelle est beaucoup plus précise qu'une appréciation auditive. D'ailleurs, l'appréciation auditive n'est pas possible s'il s'agit de comparer le gain obtenu par deux récepteurs à la sortie du canal MF (point 5, par exemple, de la figure XII-2) ; dans ce cas, l'emploi du signal tracer est indispensable. Naturellement, il y a une condition essentielle à respecter : l'amplitude du signal HF modulé injecté doit être la même pour les deux récepteurs (ne pas modifier le réglage de l'atténuateur, ni la profondeur de modulation BF ; ne pas modifier, non plus, la position du potentiomètre de l'analyseur). Pour un récepteur donné, il est commode aussi, à l'aide des lectures du voltmètre, de se faire une opinion du gain étage par étage, soit HF, MF ou BF. Il suffit de faire les lectures successives pour l'entrée (grille) et la sortie (plaque) de chaque étage (sans modifier le réglage du potentiomètre). Ce sont très souvent des mesures bien relatives, mais avec un peu d'expérience, il est facile de les interpréter. On obtient des indications précieuses sur le fonctionnement dynamique, c'est-à-dire réel, du récepteur, car de toutes façons

on peut juger si le gain des divers étages est normal, ou plus exactement, s'il correspond à celui que l'on est en droit d'attendre.

*
**

METHODE DU MULTIVIBRATEUR

Un autre mode opératoire de dépannage « signal-tracing » est la méthode du multivibrateur. De quoi s'agit-il ?

Très grossièrement, nous pouvons dire que le multivibrateur est un générateur qui ne rayonne pas sur une seule fréquence à la fois (comme l'hétérodyne), mais *simultanément* sur *toutes* les fréquences utilisées en radiodiffusion, depuis les GO jusqu'aux OC en passant par les MF, et même la BF.

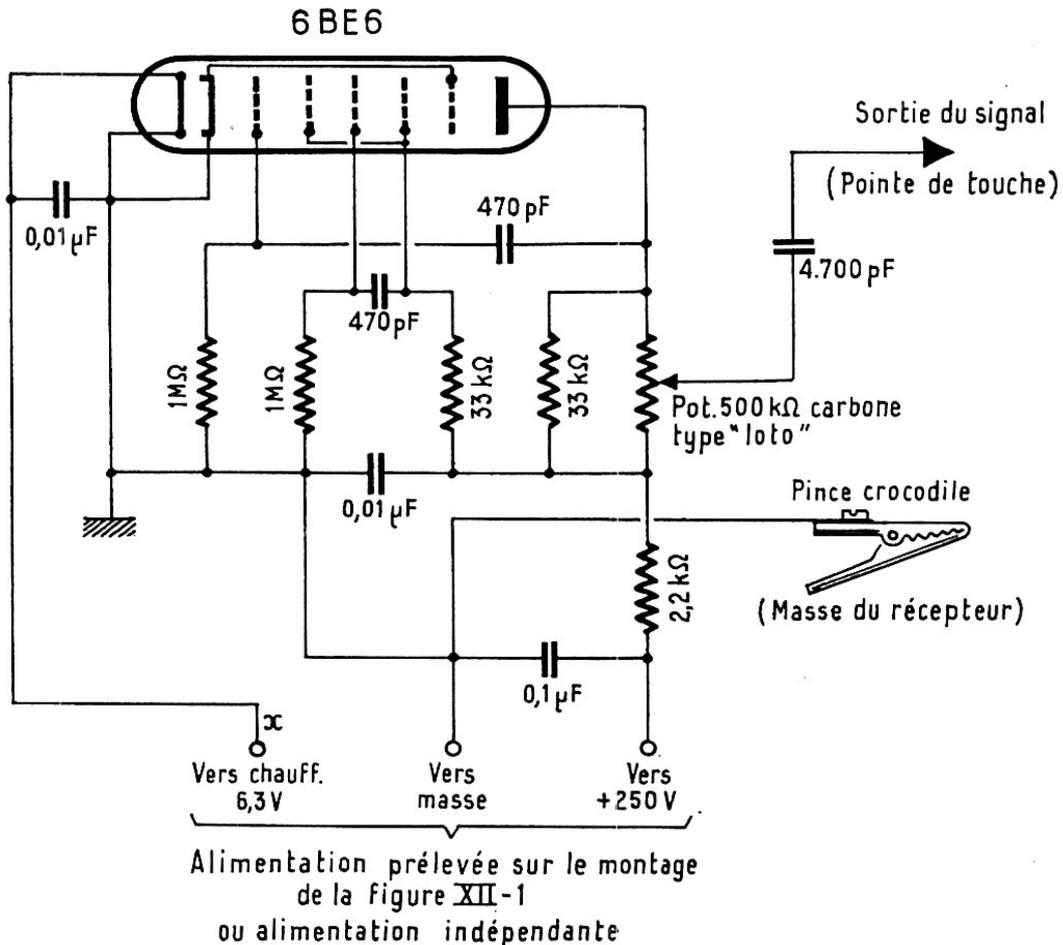


FIG. XII-3

En conséquence, aussi désaccordés que puissent être des étages HF ou MF, aussi peu sensible que puisse être le récepteur en examen, l'émission du multivibrateur « passera » toujours... jusqu'à l'étage où réside la panne franche. Après cela, il sera toujours temps de régler et de réaligner les circuits à l'aide du générateur *étalonné* qu'est la classique hétérodyne.

Le schéma du multivibrateur proposé est représenté sur la figure XII-3.

Le tube utilisé est du type heptode 6BE6 miniature sept broches... qui se comporte comme une double-triode (disons plutôt pseudo-triode), la plaque de la première « triode » étant constituée par les grilles n^{os} 2 et 4. Il s'agit d'un montage oscillateur à relaxation à résistances et condensateurs. L'oscillation générée disponible à la sortie est un signal de forme rectangulaire. Or, une onde rectangulaire peut être considérée comme une onde sinusoïdale de fréquence fondamentale F à laquelle s'ajoutent ses harmoniques de fréquences $2F$, $3F$, $4F$, $5F$, etc. (théoriquement jusqu'à l'infini).

Ce sont précisément toutes ces fréquences harmoniques qui font que le multivibrateur peut être appliqué à n'importe quel étage d'un récepteur.

La fréquence fondamentale du multivibrateur se situant dans le registre basse fréquence (audible), nous pourrions appliquer son signal aux étages BF d'un récepteur. Mais ses multiples harmoniques nous permettent aussi de l'appliquer, et de l'entendre, sur les gammes OC !

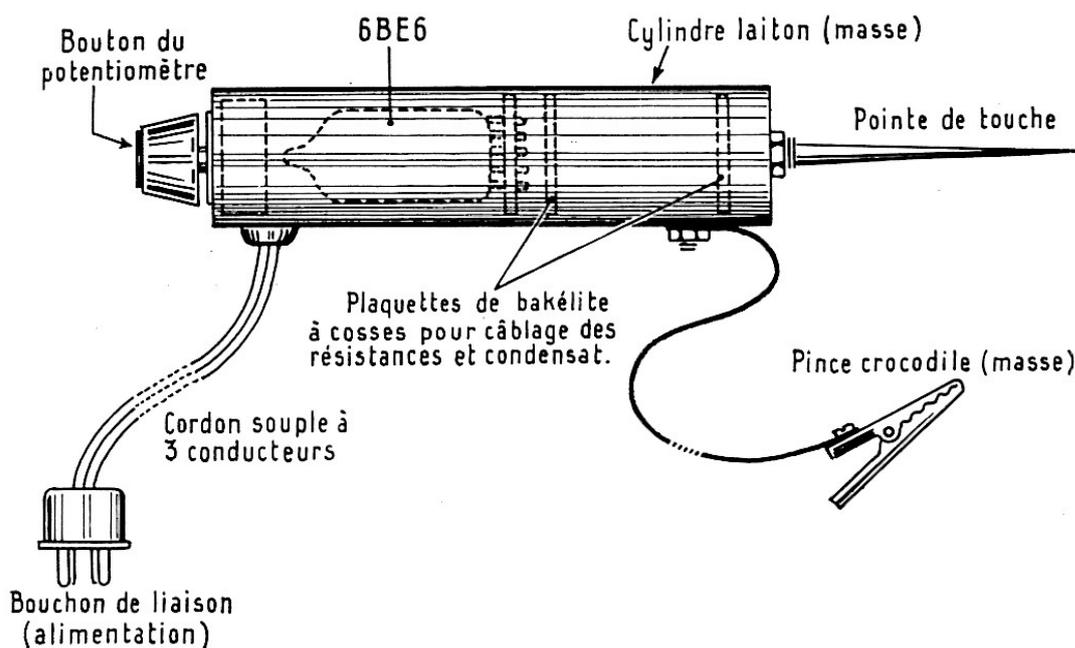


FIG. XII-4

L'alimentation (chauffage et HT) du multivibrateur est prélevée, par exemple, sur le montage de la figure XII-1 par l'intermédiaire d'un bouchon à broches. Mais on peut également construire une petite alimentation auxiliaire indépendante : chauffage 6,3 V alt. et HT 250 V (redressement par cellule sélénium et filtrage). L'amplitude du signal de sortie est réglable par la manœuvre d'un potentiomètre de 500 k Ω carbone type « loto ». Du point de vue pratique, l'ensemble est réalisé sous forme de sonde, à l'intérieur d'un cylindre de laiton, pointe de touche à l'avant, potentiomètre à l'arrière, comme le montre la figure XII-4.

Le mode d'emploi du multivibrateur est très simple. Néanmoins, avec lui, on procède dans le sens inverse par rapport à celui de la méthode précédente de signal-tracing. Autrement dit, nous allons aller en « remontant » des étages de sortie du récepteur vers ses étages d'entrée.

Reportons-nous à la figure XII-2, schéma de récepteur nous ayant déjà servi d'exemple.

Le récepteur est mis sous tension, le multivibrateur également, et nous relions les masses des deux appareils à l'aide de la pince crocodile.

A l'aide de la pointe du multivibrateur, nous allons « toucher » successivement les points 8, 7, 6, 5, etc., en « remontant » l'ordre des étages du récepteur. Nous commencerons avec un signal fort, c'est-à-dire en ouvrant largement le potentiomètre du multivibrateur ; puis, nous réduirons progressivement ce signal au fur et à mesure que nous « remontons » dans le récepteur, c'est-à-dire que nous bénéficions de l'amplification de ses divers étages. Dès que l'audition du multivibrateur par le haut-parleur du récepteur s'arrête ou devient anormalement faible, cela indique que nous venons d'atteindre la panne. En effet, le défaut se situe dans l'étage ou la fraction d'étage que l'on vient immédiatement d'*absorber* avec le multivibrateur. Et cela se conçoit fort bien.

Nous n'allons évidemment pas répéter ici les défauts possibles de chaque étage. La panne étant localisée, le lecteur voudra bien se reporter aux détails que nous avons indiqués précédemment.

*
**

Il va sans dire également que la méthode de dépannage « signal tracing » s'applique aussi bien, *et de la même façon*, aux récepteurs à transistors.

*
**

Le montage des figures XII-3 et 4 peut présenter parfois l'inconvénient du « fil à la patte » (connexions vers l'alimentation). On peut alors concevoir un montage similaire avec des transistors et une pile d'alimentation incorporée. Un schéma de ce genre est représenté sur la figure XII-5 ; il s'agit d'un multivibrateur équipé de deux transistors AF117 (ou AF127) alimentés par une petite pile de 3 V. L'oscillation fondamentale est de l'ordre de 3 500 Hz (soit en BF) avec de multiples harmoniques couvrant les gammes GO, « moyenne fréquence », PO et OC. L'ensemble — y compris la pile d'alimentation — est monté à l'intérieur d'un tube en matière plastique de

120 mm de longueur et de 22 mm de diamètre, environ. A une extrémité du tube, nous avons le bouton-poussoir de mise en service ; à l'autre extrémité, nous avons la pointe de touche, et

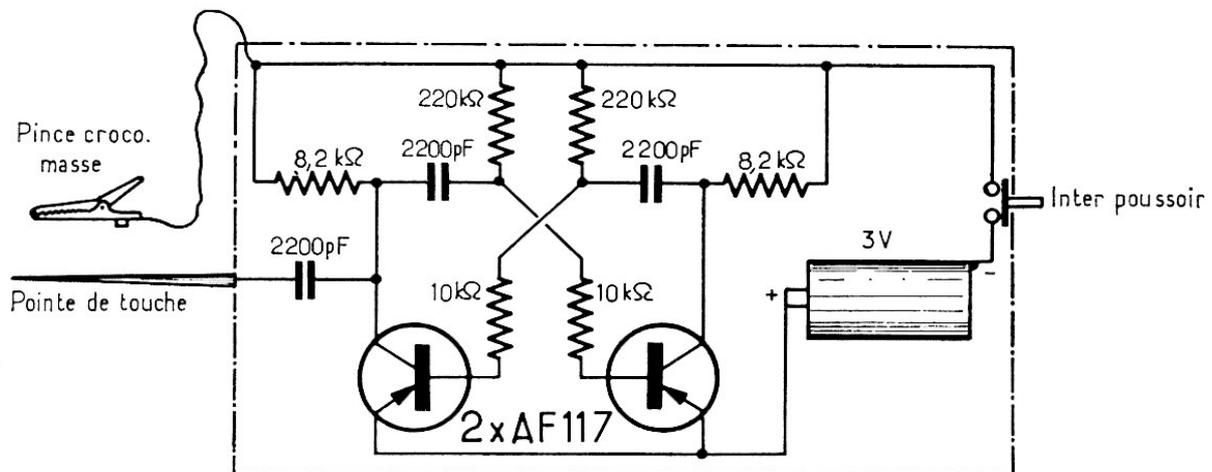


FIG. XII-5

un fil souple terminé par une pince crocodile pour la connexion de masse. Il est évident que la réalisation pratique peut être laissée à l'idée de chacun, mais celle que nous venons de suggérer est la plus communément adoptée.

*
**

Nous n'avons cité que quelques-unes des multiples applications du signal tracer ; il en existe bien d'autres... Citons au hasard : amplificateur à large bande, amplificateur BF témoin, voltmètre électronique, monitor, etc.

Nous conseillons vivement la construction d'un signal tracer (au même titre que la possession d'un oscillographe). Un signal tracer est simple à construire, peu coûteux, d'un maniement aisé, et relativement peu fragile. Cette dépense minime fait, en revanche, gagner dans le travail un temps extrêmement précieux. Oui, nous en conseillons vivement la réalisation et l'emploi courant.

CHAPITRE XIII

Réparation des Tourne-disques, Pick-up, Électrophones, Magnétophones, Chaînes Hi-Fi.

§ 1. — DEPANNAGE DES AMPLIFICATEURS BF A LAMPES ET A TRANSISTORS

Il est bien évident que tout ce qui fait l'objet de ce paragraphe et qui se rapporte aux amplificateurs BF s'applique tout aussi bien aux électrophones, aux chaînes BF à haute-fidélité et aux magnétophones.

Lorsqu'on réalise soi-même un amplificateur, quel qu'il soit, une sage précaution avant câblage consiste à vérifier séparément tous les éléments que l'on va utiliser, et notamment les résistances et les condensateurs. Même neufs, il arrive parfois que certains de ces organes soient défectueux, ou ne présentent pas la résistance ou la capacité *marquée*. Des mesures et des vérifications préalables de ce genre éviteront probablement par la suite une longue recherche de la cause d'un mauvais fonctionnement ou d'un mutisme complet. Il s'agit là de la panne au départ.

Mais il y a aussi la panne qui se manifeste brutalement, ou progressivement, après de bons et loyaux services.

Nous allons donner ci-dessous quelques directives qui doivent permettre de localiser toutes les pannes susceptibles de se manifester dans les amplificateurs BF à lampes ou à transistors, monophoniques ou stéréophoniques. Il s'agit d'une méthode de recherche simple, rationnelle, progressive, et procédant dans un ordre logique.

Alimentation

1. — Les fusibles de l'installation ou de l'amplificateur sautent brutalement.

Il ne peut s'agir que d'un court-circuit franc ; vérifier le cordon d'alimentation, notamment aux extrémités (fiche mâle et arrivée à l'amplificateur). Voir également, à l'ohmmètre, l'état des condensateurs dits « by-pass » montés souvent entre les fils du secteur et le châssis (ils sont peut-être en court-circuit). Plus rarement, il peut s'agir d'un court-circuit interne du trans-

formateur d'alimentation ; mais alors une forte odeur de brûlé guide infailliblement les recherches.

2. — Aucune lampe ne s'allume.

Il s'agit d'une coupure franche du circuit d'alimentation secteur. L'ohmmètre permet de déceler aisément la coupure : prise de courant, cavalier sélecteur de tension, cordon d'alimentation, fusible, interrupteur, etc. Réparer, resserrer ou remplacer l'élément défectueux.

3. — Le transformateur d'alimentation chauffe anormalement.

Il s'agit d'un court-circuit franc ou partiel. Vérifier à l'ohmmètre s'il n'y a pas de courts-circuits entre certains enroulements secondaires, ou entre primaire et un secondaire quelconque.

Il peut s'agir aussi de courts-circuits externes sur les secondaires. Mesurer la tension des secondaires les uns après les autres ; on décèle ainsi l'enroulement en court-circuit. Il suffit de voir où se trouve ledit court-circuit. Sur la ligne de chauffage de la valve, c'est un travail aisé. Même remarque, d'ailleurs, pour la ligne de chauffage des autres lampes. Il faut vérifier les isollements des fils de câblage, les gouttes de soudure malheureuses, les courts-circuits accidentels des douilles des lampes témoins.

En mesurant la tension des secondaires, on trouve souvent une tension plus élevée sur une plaque de la valve que sur l'autre. En principe, c'est toujours d'un court-circuit partiel interne de ce secondaire dont il s'agit (court-circuit entre deux couches successives sur le demi-enroulement en défaut).

Pour les courts-circuits externes, le dépannage est toujours facile : ré-isollement du point en défaut. Pour les courts-circuits internes du transformateur, il faut soit le rebobiner, soit le remplacer.

Même s'il s'agit de courts-circuits externes ayant fait chauffer le transformateur exagérément, on devra vérifier ce dernier : tensions secondaires, isolement entre enroulements, etc. En effet, il a peut-être tellement chauffé qu'il risque d'être défectueux à son tour. C'est la raison pour laquelle, dans ce genre de panne, il ne faut jamais insister et toujours être très bref dans les essais. D'ailleurs, dans tous les cas, la consommation au primaire, indiquée par un ampèremètre pour courant alternatif est très élevée.

4. — Peu ou pas de « haute tension ».

Nous n'avons pas de tension entre le pôle $+$ et le pôle $-$ d'un condensateur de filtrage, soit C_1 , soit C_2 de la figure XIII-1 A ou B. Il s'agit généralement du claquage de l'un de ces conden-

sateurs. Si c'est C_1 qui est claqué, pas de tension nulle part et les plaques de la valve rougissent. Si c'est C_2 qui est en court-circuit, on peut avoir une faible tension aux bornes de C_1 , mais il n'y a aucune tension à la sortie du filtre.

Remplacer le condensateur électrochimique défectueux par un autre de caractéristiques identiques (capacité et tension d'isolement).

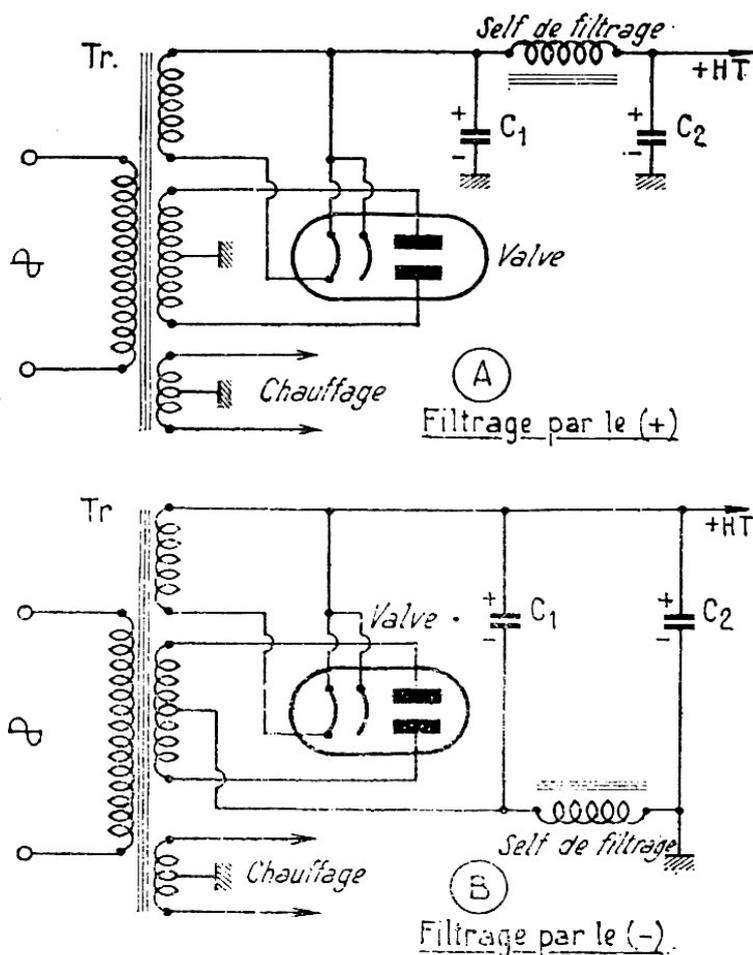


FIG. XIII-1

Au lieu de l'être par une valve, le redressement peut être assuré par une cellule au sélénium ou par des diodes au silicium. Dans tous les cas, les organes redresseurs chauffent exagérément, et il convient de faire *très vite* pour procéder aux mesures. Faute de quoi, le redresseur sera rapidement détruit et il faudra également le remplacer.

5. — Haute tension réduite ; l'amplificateur fonctionne faiblement et a tendance à ronfler.

Il peut évidemment s'agir d'un court-circuit partiel (ou de fuites) sur la ligne HT facilement décelable à l'ohmmètre. Mais, le plus souvent, le mal réside dans la valve qui est complètement affaiblie (ou tout autre type de redresseur). Fréquemment, il s'agit aussi du premier condensateur de filtrage qui est complè-

tement sec (sa capacité est tombée à une valeur très faible) ou qui est coupé.

6. — La tension est très élevée entre les pôles du premier condensateur de filtrage et nulle entre les pôles du second.

Ces mesures indiquent une coupure de la bobine de filtrage. Il faut remplacer cet organe par un autre de caractéristiques semblables.

7. — Il n'y a pas de haute tension sur certains étages de l'amplificateur.

Il peut s'agir, soit d'une coupure d'une résistance de découplage de l'alimentation HT du ou des étages considérés, ou d'un court-circuit du condensateur de découplage faisant suite. Souvent, on pourra trouver défectueux les deux éléments, le claquage du condensateur ayant entraîné la destruction de la résistance.

8. — La valeur de la HT varie brusquement avec accompagnement de craquements parasites.

Il peut s'agir de courants de fuite importants ou de courts-circuits partiels intermittents dans un condensateur de filtrage ou de découplage. C'est peut-être aussi l'annonce du début de rupture d'une résistance bobinée (point d'oxydation) ; même remarque pour une bobine de filtrage.

Il faut aussi penser au contact à la masse (peut-être plus ou moins bon) des condensateurs avec boîtier cylindrique d'aluminium fixés sur le châssis.

Ronflements - Bruits divers

9. — Bien entendu, il y a des ronflements ou bourdonnements dus à un mauvais filtrage HT : condensateurs de filtre secs, coupés, ou de capacité insuffisante. Même observation pour certains condensateurs de découplage HT dans l'alimentation des divers étages d'amplification ou de préamplification. Mais ce ne sont pas là les seules causes du ronflement ; bien qu'il s'agisse des plus communes, il y en a encore beaucoup d'autres.

10. — Citons maintenant le *bruit de fond* provoqué par certaines résistances utilisées dans les étages d'entrée à faible niveau : résistance de plaque, résistance de grille, et même résistance de cathode lorsqu'elle n'est pas shuntée par un condensateur. Si le cas se présente, on doit employer des résistances spéciales dites « à faible souffle », ou encore des résistances de forte puissance (type 2 watts, par exemple) qui « soufflent » toujours moins que les résistances 1/4 ou 1/2 watt, parce que fonctionnant très loin de leur possibilité maximum.

11. — Nous avons aussi les bruits de fond provoqués par les tubes eux-mêmes. Le niveau du bruit de fond, à amplification égale, peut varier d'un tube à l'autre du même type. Par ailleurs, pour les étages d'entrée, il existe des types de tubes spécialement conçus pour générer le minimum de bruit de fond : ECC83, EF86, par exemple.

12. — On a remarqué aussi que l'on réduisait considérablement le bruit de fond (ronronnement, notamment) en diminuant la tension de chauffage du tube (ou des tubes) d'entrée : 5,8 V par exemple, au lieu de 6,3 V. Nous le signalons, mais nous le recommandons pas tellement, car cela se traduit toujours par un vieillissement prématuré des tubes sous-voltés.

13. — Il y a aussi les bruits dus à la microphonie de certains tubes. Pour cette raison aussi, les tubes des étages d'entrée doivent être judicieusement choisis. Ceux dont nous avons parlé précédemment sont conçus également pour être antimicrophoniques. On peut encore améliorer le résultat en utilisant des supports souples dits « antivibratoires ».

14. — Au point de vue ronflement proprement dit, il est recommandé de placer des blindages métalliques cylindriques, formant bon contact avec la masse, sur tous les tubes d'entrée (préamplificateur).

15. — Des ronflements peuvent provenir du rayonnement des fils de chauffage (ligne parcourue par un courant à 50 Hz d'intensité importante). Le remède consiste à réaliser la ligne de chauffage *avec deux fils torsadés* bien plaqués au châssis. Il n'est pas du tout recommandé, dans les amplificateurs à faible niveau d'entrée, donc à gain élevé, d'utiliser le châssis pour l'un des conducteurs de chauffage.

En outre, on peut placer un potentiomètre bobiné linéaire de 100 Ω environ en parallèle sur le secondaire de chauffage, le curseur étant relié à la masse ; on déplace le curseur jusqu'au moment où le ronflement est minimum ou nul (fig. XIII-2).

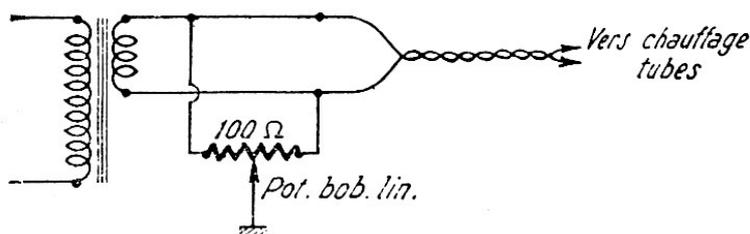


FIG. XIII-2

16. — Les connexions dites « sensibles » de grille et de plaque des tubes doivent être aussi éloignées que possible des

conducteurs de chauffage et du transformateur d'alimentation. De plus, tous les conducteurs d'entrée à faible niveau doivent être blindés.

Il est recommandé d'utiliser du câble blindé à faible capacité pour éviter l'effet de shunt sur les aiguës ; le blindage sera relié à la masse en un seul et unique point, le point de masse de l'étage considéré (voir n° 17).

Il est parfois nécessaire de blinder également un condensateur de liaison ou une résistance de fuite de grille (étage d'entrée, notamment).

17. — Le métal constituant le châssis doit être bon conducteur : aluminium ou, mieux encore, cuivre ou laiton. Les châssis en tôle d'acier doux sont à rejeter.

Il est absolument nécessaire de réaliser un point de masse unique pour chaque tube, pour chaque étage ; ceci évite des réactions indésirables ou couplages parasites entre étage. Les retours de grille et de cathode, ainsi que les découplages d'écran et éventuellement de plaque, doivent obligatoirement être reliés au même point de masse. Le canon central des supports de lampe, ainsi que les cosses correspondant éventuellement à des blindages internes, doivent être connectés au châssis, au même point de masse, par un gros conducteur aussi court que possible.

Cette question de *masse unique* est excessivement importante, surtout en ce qui concerne les étages d'entrée. On veillera bien au retour en un point unique du circuit de cathode, de la résistance de fuite de grille, du blindage, du fil de liaison blindé, de la douille « masse » de l'entrée, etc. Attention, aussi, à la cosse « masse » des potentiomètres. Sans cette précaution, on aura vite fait une « boucle », un circuit parcouru par une composante alternative issue de la différence de potentiel alternatif existant entre les deux points de masse. Certes, cette différence de potentiel est minime ; mais cette faible tension ainsi appliquée involontairement entre cathode et grille de l'étage en question sera amplifiée par toute la chaîne et un ronflement inadmissible serait produit par le haut-parleur.

18. — Parlons encore des potentiomètres, et surtout des potentiomètres à interrupteur. Il est toujours risqué d'utiliser les interrupteurs pour couper l'alimentation-secteur dans les amplificateurs à grand gain. Cela oblige à rapprocher anormalement les fils du réseau des connexions « sensibles » du potentiomètre proprement dit ; d'où source possible de ronflement. Il est nettement préférable d'utiliser un interrupteur séparé.

19. — Un mot, enfin, sur les ronflements dus aux inductions sur les transformateurs. Les *sources* de ronflements peuvent être le transformateur d'alimentation et la bobine de filtrage. Les

organes susceptibles d'être induits sont les transformateurs d'entrée, de déphasage, de sortie, et éventuellement les inductances de certains correcteurs basse fréquence.

Pour les transformateurs d'entrée, il faut obligatoirement les enfermer dans un blindage en mumétal. Pour tous les autres organes, il suffit de les orienter dans la position correspondant à l'induction nulle. Ce n'est pas toujours commode et l'on aboutit parfois à des positions extraordinaires ; c'est pourtant dans ces positions qu'il faut fixer les organes considérés.

Pour toutes ces raisons, on évite le plus possible l'emploi de transformateurs d'entrée, d'une part, et, d'autre part, on conseille toujours la réalisation d'une alimentation *séparée* pour les amplificateurs à gain élevé.

Lorsqu'il n'est pas possible de concevoir une alimentation séparée, il est recommandé de placer le plan des tôles du transformateur d'alimentation *verticalement* par rapport au châssis, et non parallèlement.

Indiquons enfin que de telles inductions peuvent avoir lieu entre moteur et pick-up du type électromagnétique, ou entre moteur et tête de lecture de magnétophone, sur certaines platines mal conçues.

20. — Ne confondons pas vibrations et ronflements. Des vibrations mécaniques peuvent prendre naissance dans un amplificateur BF en fonctionnement. Une vibration fréquente est celle provoquée par des tôles de transformateur d'alimentation mal serrées. Bloquer ces tôles à chaque angle du transformateur par les écrous prévus à cet effet, à l'aide d'une forte clé à tube.

D'autres vibrations peuvent naître du fait de la mauvaise fixation entre organes voisins : condensateur tubulaire contre le châssis ; éléments internes de l'enceinte acoustique ; éléments desserrés ou dessoudés dans les garnitures métalliques de décoration (ou décollés, s'il s'agit de garniture en plastique) de l'enceinte ou du baffle.

Les vibrations parasites issues directement du mauvais fonctionnement du haut-parleur proprement dit seront examinées plus loin (voir n° 23).

Haut-parleur

21. — Mutisme total. Très souvent l'une des extrémités du secondaire du transformateur de sortie est reliée à la masse. Si accidentellement l'autre extrémité se trouve reliée également à la masse (mauvais isolement, fil dénudé, etc.), c'est le court-circuit franc du secondaire et le mutisme complet du haut-parleur.

22. — Silence du haut-parleur ; néanmoins, on écoute la modulation par le transformateur en circuit ouvert, c'est-à-dire que les courants BF n'atteignent pas la bobine mobile.

Le secondaire du transformateur de sortie peut être coupé (cas extrêmement rare) ; l'enroulement de la bobine mobile du haut-parleur peut être coupé également (cas déjà moins rare). Mais la panne la plus fréquente dans ce genre de défaut est bien la rupture des fils souples de liaison entre transformateur et bobine mobile : soit rupture franche d'un fil, soit mauvaise soudure à la connexion au transformateur et surtout aux œillets de la bobine mobile rivés sur la membrane.

Il est évident que, dans le cas d'une mauvaise soudure, le défaut se manifeste fréquemment de façon intermittente.

23. — Haut-parleur donnant une audition normale, mais à laquelle se superposent des craquements parasites ou des vibrations. Audition déformée, vibrée, accompagnée de déformations.

Fréquemment, il s'agit d'une déformation mécanique du cône du haut-parleur, de la membrane, entraînant un décentrage de la bobine mobile dans l'entrefer. L'humidité est souvent la cause de cette déformation. Lorsque la déformation est importante, il faut remplacer le haut-parleur. Sinon, il faut essayer de recentrer la membrane par le dispositif de guidage prévu à cet effet.

La bobine mobile peut cependant être décentrée sans que pour autant le cône soit déformé ; refaire le centrage comme précédemment.

L'enroulement de la bobine mobile peut avoir quelques spires décollées. Mettre cette bobine à l'état libre en démontant l'aimant ; recoller les spires « folles » à l'aide d'une colle *très fluide* à base de celluloïd et d'acétone ; après séchage, remonter et recentrer.

Enfin, des poussières, et surtout des grains de limaille ou particules métalliques magnétiques, peuvent s'être glissés dans l'entrefer, entre les pièces polaires et la bobine mobile. Comme précédemment, démonter l'aimant et nettoyer parfaitement entrefer et bobine mobile avant remontage et recentrage.

La plupart des haut-parleurs à aimant permanent modernes sont construits de façon telle que l'entrefer est pratiquement inaccessible aux poussières de toutes natures : le spider externe est fermé ; en outre, le centre de la membrane comporte une calotte de protection du noyau. D'autre part, la forme très étudiée et la nature même de ce spider — en d'autres termes, du dispositif de suspension — font que ces haut-parleurs ne se décentrent pratiquement pas... Il y a cependant des exceptions à la règle.

En débloquant ou rebloquant les vis de fixation de l'aimant, des masses polaires ou de la lunette-guide de centrage, il faut faire très attention à ce que le tournevis ne glisse pas et n'aille crever la membrane.

Remarque

Lorsqu'on utilise plusieurs haut-parleurs à la sortie d'un amplificateur (même monophonique), ils doivent être connectés *en phase* ; c'est là un point très important. Pour la connexion en phase des haut-parleurs, nous prions le lecteur de se reporter au n° 43.

Étage final

24. — La grille-écran du tube final rougit.

Si l'étage final ne comporte qu'un tube, c'est-à-dire s'il ne s'agit pas d'un push-pull, l'amplificateur ne fournit aucune audition. Il s'agit tout simplement d'une coupure dans l'enroulement primaire du transformateur de sortie. Aucune tension n'est alors appliquée sur l'anode du tube final correspondant, et sa grille-écran dissipe une puissance de valeur dangereuse et anormale. Il convient de remplacer le transformateur de sortie par un autre présentant les mêmes caractéristiques (impédances), à moins qu'il ne s'agisse d'une coupure *externe* (dans les fils de liaison ou de câblage, par exemple).

25. — Aucune audition (et la grille-écran du tube final ne rougit pas).

Voir l'état du tube lui-même ; essayer un tube neuf.

Vérifier l'état du condensateur de fuite placé sur l'anode du tube final ; il est peut-être claqué (court-circuit).

Mesurer la polarisation cathodique si c'est ce procédé qui a été adopté ; la résistance peut être coupée... quoique, à ce moment, le condensateur en profite souvent pour claquer, si bien que le tube n'est plus polarisé mais fonctionne tout de même avec force distorsions.

Vérifier les soudures des éléments aboutissant au support du tube final ; surveiller les contacts du tube dans son support. L'écran reçoit-il une tension normale ?

Vérifier que le condensateur de liaison entre grille du tube et anode du tube précédent n'est pas en court-circuit ou ne présente pas de fuite catastrophique. Dessouder ce condensateur de liaison côté grille ; pratiquement, au voltmètre ordinaire, on ne doit trouver aucune tension positive sur la connexion dessoudée du condensateur (par rapport à la masse).

26. — Fonctionnement avec craquements parasites.

Très souvent, il s'agit du primaire du transformateur de sortie qui commence à se couper (point d'oxydation) ; c'est le prélude de la panne muette définitive.

Vérifier l'état du condensateur de liaison ; il peut avoir des fuites intermittentes. Même remarque concernant le condensateur de fuite anodique.

Vérifier la polarisation (qu'il s'agisse d'une polarisation cathodique ou d'une polarisation par retour de grille) ; surveiller principalement, dans ces circuits, les condensateurs de fuite.

Dans certains cas, on a constaté des amorçages entre primaire et secondaire du transformateur de sortie ; c'étaient ces amorçages qui produisaient les craquements parasites. Le transformateur peut, dans ce cas, se vérifier à l'ohmmètre : on doit trouver une résistance pratiquement infinie entre primaire et secondaire ; sinon amorçage entre primaire et secondaire.

Vérifier les contacts des broches du tube dans son support.

Il peut s'agir aussi d'un tube lui-même. On peut les heurter tour à tour, tout en surveillant si le haut-parleur reproduit simultanément des craquements anormaux.

27. — Audition faible.

Il s'agit vraisemblablement du tube final qui a vieilli et est épuisé. Remettre un tube neuf, mais en même temps contrôler que le condensateur de liaison aboutissant sur la grille n'a pas de fuites et, d'autre part, que le tube est bien polarisé à la tension convenable. Car le tube neuf ne deviendrait pas vieux ! Et autant de remplaçants, autant de morts rapides.

Essayer de changer le condensateur électrochimique de cathode (peut-être sec) contre un neuf.

28. — L'audition est à peu près normale, si ce n'est la présence d'un bourdonnement, et cela bien que tout soit correct du côté filtrage ou alimentation.

La résistance de fuite de grille du tube final est vraisemblablement coupée. On dit que la grille est « en l'air ». Cette panne entraîne quelquefois aussi la création de « hoquets », les plus bizarres ! Remplacer la résistance.

29. — L'audition est faible et d'un timbre extrêmement aigu (absence totale des graves et du médium).

Le condensateur de liaison aboutissant à la grille du tube final est coupé (mauvaise soudure ou rupture des connexions internes). Changer ce condensateur.

30. — Audition faible avec déformations et ronflements.

Vraisemblablement, la polarisation est en court-circuit. Vérification au voltmètre : mesure de la tension aux bornes de résistance intercalée dans le « moins » HT s'il s'agit d'une polarisation par le retour des grilles ; mesure de la tension entre cathode et masse, s'il s'agit d'une polarisation cathodique.

Le court-circuit de la polarisation est souvent dû au claquage du condensateur ; fréquemment, d'ailleurs, la résistance s'est coupée auparavant.

Vérifier également si un tube final ne présente pas un mauvais vide, ayant de ce fait un courant inverse de grille important ; dans ce cas, les déformations ne se manifestent qu'au bout d'un certain temps de fonctionnement, et il convient de remplacer le tube défectueux.

Les tubes de puissance à grande pente ont parfois tendance à l'auto-oscillation à fréquence inaudible. Lorsque cette oscillation se produit, elle se combine aux signaux BF normaux en produisant des distorsions et des crissemments du plus désastreux effet. Pour supprimer ce défaut, il convient d'intercaler dans la liaison BF, le plus près possible de la cosse de grille de commande, une résistance de 10 à 50 k Ω . Voir également le n° 36.

Nous examinerons plus particulièrement les étages de sortie en push-pull aux n°s 38 et 39.

Etages amplificateurs de tension et préamplificateurs

31. — Audition nulle.

Avant de chercher partout, la plus élémentaire des précautions consiste à vérifier les tubes de ces étages ; remplaçons-les, un par un, par des tubes neufs.

Dessouder la connexion de grille de commande, étage par étage, en allant de la sortie vers l'entrée. Si le haut-parleur ronfle lorsqu'on « tâte » directement la cosse de grille, cela indique un court-circuit dans la connexion amenant les signaux BF sur cette grille, ou bien que le défaut a son siège dans un étage précédent. Remontons donc, étage par étage, comme nous l'avons dit, jusqu'à ce qu'on trouve l'étage défectueux.

Vérifier les tensions aux diverses électrodes des lampes (cathode, anode, éventuellement écran) ; les valeurs sont-elles correctes ? Sinon, vérifier les résistances et condensateurs du circuit correspondant.

Les résistances des circuits des étages amplificateurs de tension et préamplificateurs ont souvent de grandes valeurs ; pour avoir une lecture *exacte* des tensions, il est nécessaire d'utiliser un voltmètre présentant une résistance interne propre très élevée, au mieux un voltmètre électronique. Cependant, ce qu'il importe souvent est de *trouver la panne*, et pour cela il suffit simplement de voir s'il y a *une tension* à l'électrode considérée. Ensuite, lorsqu'on a décelé l'élément défectueux, il suffit de le remplacer par un autre présentant exactement la valeur requise.

Vérifier l'état des fils blindés ; un brin du blindage peut venir toucher le fil central, d'où court-circuit. Dans le même esprit, vérifier que les cosses des potentiomètres ne touchent pas accidentellement la masse du châssis.

Si la liaison entre le dernier étage amplificateur de tension et l'étage final est assurée par un transformateur (déphaseur), vérifier l'état de ce transformateur à l'ohmmètre ; le primaire ou les secondaires peuvent se couper (points d'oxydation sur les bobinages). Par la même occasion, vérifier à l'ohmmètre qu'il n'existe aucune fuite entre primaire et secondaire.

Vérifier également les courts-circuits possibles (totaux ou partiels) des condensateurs de fuite des anodes et des condensateurs de liaison interétages. Mesurer la résistance globale des potentiomètres (certains peuvent être coupés) et le parfait contact des curseurs durant leur rotation. Vérifier, enfin, l'état de tous les éléments (résistances, condensateurs, éventuellement bobinages) utilisés dans les systèmes correcteurs BF.

32. — Audition faible, mais non déformée.

Vérifier les tensions de polarisation des divers étages. Les condensateurs électrochimiques de cathode (s'il y en a) sont peut-être « secs » ; les remplacer par des éléments neufs et de bonne qualité.

Vérifier si la valeur réelle des diverses résistances correspond à la valeur marquée ; certaines résistances ont une fâcheuse tendance à augmenter de valeur en vieillissant.

33. — Déformations, distorsions.

Revoir ce que nous avons dit aux n^{os} 31 et 32 en surveillant plus particulièrement l'exactitude des tensions aux électrodes des divers tubes, notamment les polarisations, ainsi que l'absence totale de courant de fuite dans les condensateurs de liaison interétages. Attention aussi aux résistances de fuite de grille qui peuvent offrir une valeur excessive ou être coupées.

34. — Crachements en manœuvrant un potentiomètre.

Nous signalons ceci pour la bonne forme. C'est évidemment le contact du curseur sur la piste de carbone qui est déficient.

On peut nettoyer le potentiomètre en y faisant couler de l'alcool ou de l'essence pure à l'intérieur, à l'aide d'un pinceau, et en manœuvrant le curseur par son axe de commande plusieurs fois. Si ce remède est inopérant, il faut changer le potentiomètre.

35. — Bruit de « teuf-teuf » couvrant l'audition.

Plus techniquement, cette onomatopée se traduit par blocages ou accrochages BF, oscillations parasites, ou « motor-boating ».

S'assurer de l'excellente qualité du dernier condensateur électrochimique composant le filtre haute tension.

Vérifier que le blindage des fils blindés est bien relié à la masse en un seul point. Ne pas se servir de ces tresses de blindage comme liaison de masse.

Ne pas faire voisiner les connexions de grille et de plaque d'un même étage, et bien entendu, ce qui est pire encore, les connexions de sortie (vers HP) avec les circuits d'entrée.

Voir aussi ce que nous avons dit au cours du n° 30 concernant les tubes à grande pente.

Eviter les retours de masse disparates, n'importe où sur le châssis ; il faut un point de masses unique, étage par étage. Voir le n° 17.

Vérifier l'état des condensateurs de découplage pour chaque étage, sur la ligne haute tension. Placer provisoirement un condensateur électrochimique de 16 à 50 μF (350 V) en parallèle, tout à tour, sur chaque condensateur de découplage douteux. Si l'accrochage s'arrête, remplacer le condensateur que l'on vient de shunter en faisant l'essai.

Enfin, le retour d'énergie provoquant l'accrochage peut s'effectuer aussi par le dispositif de polarisation s'il s'agit d'une polarisation semi-fixe (polarisation par les retours de grille). En procédant comme précédemment, à l'aide d'un condensateur auxiliaire « volant », vérifier l'efficacité des condensateurs de découplage du circuit de polarisation.

Perturbations ultrasoniques

36. — Les oscillations ultrasoniques qui se manifestent sur certains amplificateurs BF ne s'entendent pas par elles-mêmes, mais elles affectent néanmoins la reproduction des fréquences élevées ; les aiguës ne sont pas claires, pas nettes ; on dit qu'elles « frisottent » et ce genre de distorsion est parfaitement décelable à l'oreille.

Ces oscillations ultrasoniques peuvent s'observer à l'oscilloscope et, dans tous les cas, *leurs effets* sur les aiguës sont facilement audibles et reconnaissables.

Pour supprimer ces oscillations indésirables, divers procédés sont possibles ; ils pourront être essayés tour à tour, certains montages s'accommodant mieux de tel ou tel système.

Dans un amplificateur sujet à ce défaut, et comportant un étage de sortie simple (fig. XIII-3), on peut essayer d'intercaler, comme nous l'avons déjà dit, une résistance R_1 de 10 à 50 k Ω au ras de la cosse de grille du tube final. On peut aussi essayer de connecter un condensateur de 1 000 pF entre l'anode et la

cathode de ce même tube, directement sur son support. On peut également tenter la connexion d'un condensateur de 15 à 50 pF entre l'anode du tube final et l'anode du tube de l'étage précédent.

Qu'il s'agisse d'un étage de sortie simple ou d'un étage de sortie push-pull, il y a presque toujours un circuit de contre-réaction. On peut alors essayer de shunter la résistance de contre-réaction R_2 par un condensateur de l'ordre de 220 pF ou davantage.

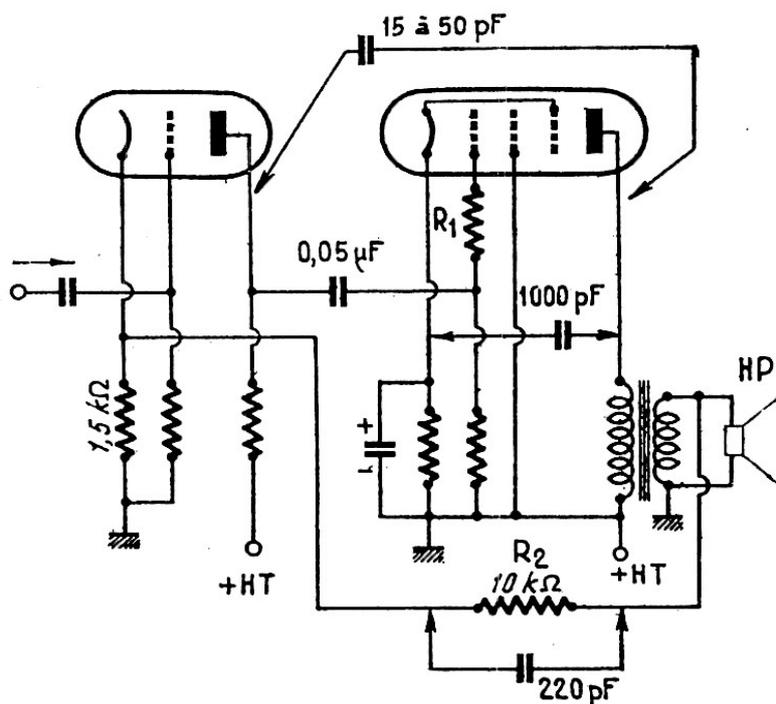


FIG. XIII-3

Dans le cas d'un étage final en push-pull, trois autres solutions sont encore proposées par les schémas de la figure XIII-4 (A, B et C) : adjonction des éléments aux valeurs indiquées.

Selon la fréquence de l'oscillation ultrasonique perturbatrice, on pourra être amené à augmenter la valeur des capacités données sur les figures XIII-3 et 4. Cependant, il ne faut rien exagérer dans ce sens, au risque de provoquer une atténuation des fréquences élevées audibles.

Notons enfin que l'adjonction d'un petit condensateur en shunt sur la résistance R_2 de contre-réaction (fig. XIII-3) et que les circuits B et C (fig. XIII-4) sont recommandés sur les amplificateurs avec taux de contre-réaction élevé (même si l'amplificateur n'est pas le siège d'auto-oscillations ultrasoniques) ; on améliore ainsi la stabilité de l'amplificateur et le fonctionnement de la boucle de contre-réaction aux fréquences élevées (neutralisation du décalage de phase).

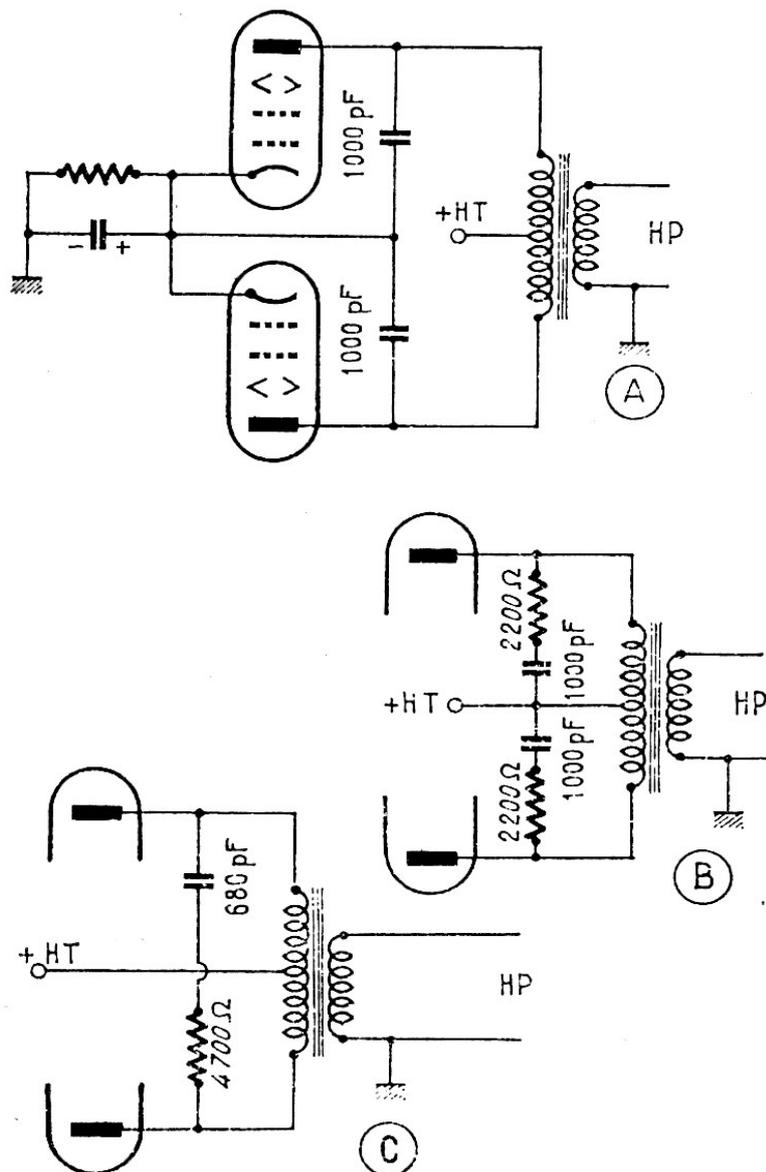


FIG. XIII-4

Etage déphaseur

37. — Le rôle de l'étage déphaseur est de délivrer à chaque grille de l'étage push-pull qui fait suite des tensions en opposition de phase et d'égales amplitudes. Dans ce cas seulement le fonctionnement sera équilibré.

Il existe de nombreux montages déphaseurs, mais bien peu satisfont ces conditions. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner le fonctionnement de tel ou tel montage déphaseur à l'oscilloscope, et à diverses fréquences du registre sonore, par exemple à 30 Hz, 300 Hz, 1 500 Hz, 5 000 Hz, 10 000 Hz, etc.

Bien souvent, si l'équilibrage des tensions d'attaque fournies à l'étage push-pull est bon aux fréquences basses, il ne l'est plus aux fréquences élevées ; ou inversement.

Rares sont les montages déphaseurs à lampe qui restent équilibrés dynamiquement *tout au long du registre sonore*.

Ceci est dû à l'impédance (résistance + réactance de capacité) qui n'est pas la même dans chaque circuit, dans chaque « branche » du déphaseur (depuis son attaque jusqu'à ses sorties) et qui ne varie donc pas de la même façon, selon la fréquence du signal appliqué.

Bien entendu, de tels ennuis ne se rencontrent pas si l'on emploie un transformateur déphaseur... Mais un *excellent* transformateur déphaseur coûte extrêmement cher !

Dans un montage déphaseur à lampe, il faut donc s'attacher à obtenir un équilibrage dynamique aussi parfait que possible, *aux fréquences basses comme aux fréquences élevées*, en s'aidant de l'oscilloscope pour contrôle, et en intercalant de petits éléments de compensation dans la liaison à corriger (résistance en série, condensateur de faible valeur en shunt, etc.), voire en agissant sur les valeurs des résistances de fuite de grille du push-pull (valeurs différentes, et non pas égales). De toutes façons, nous ne cacherons pas qu'une telle mise au point représente un travail excessivement long, et qu'il est bien préférable de partir sur un bon et sérieux schéma de déphaseur plutôt que de se livrer à un tel... bricolage.

Au point de vue dépannage proprement dit, si l'on utilise un transformateur pour le déphasage, on vérifie l'état du tube de cet étage, tube dans le circuit anodique duquel est monté le transformateur.

Vérifier la résistance de plaque du tube, si le transformateur est monté en dérivation. Vérifier aussi sa polarisation. Pour le transformateur, vérifier à l'ohmmètre s'il n'y a pas coupure d'un enroulement (primaire ou secondaire à prise médiane) et s'il n'y a pas des fuites entre primaire et secondaire.

Attention également à l'orientation de ce transformateur pour l'induction nulle ; nous en avons déjà parlé au n° 19 (ronflements).

Si le déphasage est effectué par une lampe, vérifier l'état de celle-ci, la tension anodique appliquée, la valeur des résistances équipant l'étage (certains ont pu varier) et la qualité des condensateurs de liaison (capacité correcte et absence de fuites).

L'équilibrage de l'étage final push-pull et de son étage déphaseur est examiné aux numéros suivants (38 et 39).

Vérification des étages push-pull et déphaseurs

38. — Nous devons accorder une attention toute particulière dans le choix des éléments devant équiper des circuits symétriques. Dans de tels circuits, *l'égalité* des deux organes symétriques importe davantage que la valeur absolue préconisée. Nous nous expliquons : prenons le cas d'un étage déphaseur dit

« cathodyne moderne » dont le schéma indique une résistance d'anode et une résistance de cathode de 18 000 Ω chacune. Le circuit fonctionnera tout aussi bien si nous montons deux résistances (mesurées à l'ohmmètre) de 16 000 Ω , ou deux résistances de 20 000 Ω . Le principal est que les deux résistances présentent exactement *la même valeur* ; il faut absolument les mesurer à l'ohmmètre et en sélectionner deux rigoureusement identiques. Cela s'appelle « apairer » des résistances.

39. — Lorsque des distorsions prennent subitement naissance dans un étage push-pull, il est possible de penser à un court-circuit partiel entre spires sur l'un des demi-primaires du transformateur de sortie.

Si, au contraire, ces distorsions se sont manifestées insensiblement, il s'agit certainement d'un déséquilibre du push-pull : l'un des tubes s'est épuisé plus rapidement que l'autre. Une mesure rapide va nous aiguiller. On voudra bien se reporter à la figure VI-2 en B (chapitre VI) où cette mesure est représentée : les fils du test du voltmètre sont reliés à chaque plaque du push-pull ; si l'étage est bien équilibré, on ne doit trouver aucune déviation du voltmètre (même sur grande sensibilité, échelle de 0 à 3 volts, par exemple). Dans le cas contraire, il faut rééquilibrer le push-pull, c'est-à-dire remplacer la lampe usagée (celle dont l'intensité anodique est la plus faible). Pour cela, on intercale provisoirement un milliampère-mètre (0 à 50 ou 0 à 100 mA) dans chaque liaison anodique, comme il est montré en A. Il faut trouver, pour remplacer la lampe mauvaise, un tube dont la consommation soit identique à celle de l'autre tube considéré comme bon. Or, comme souvent ce dernier est un peu usagé aussi, il est généralement obligatoire de remplacer les deux tubes anciens par *deux tubes neufs*.

Ne pas omettre de vérifier également les deux condensateurs de fuite anodique, ainsi que les deux condensateurs de liaison (attaque des grilles de commande).

Nous avons vu comment on équilibre la sortie d'un étage push-pull ; il s'agissait en quelque sorte d'un équilibre *statique*. Mais il convient de réaliser également l'équilibre *dynamique*, et pour cela *l'entrée* doit aussi être équilibrée (c'est-à-dire les signaux d'attaque fournis par le déphaseur).

Il reste bien entendu que cette vérification ne doit intervenir qu'après l'obtention d'un bon équilibre statique du push-pull de sortie. En outre, cette vérification ne peut se faire d'une manière certaine et rapide qu'avec le concours d'un oscilloscope.

Il faut d'abord vérifier que l'attaque BF sur les grilles du push-pull soit équilibrée, c'est-à-dire que les attaques sur chaque grille soient d'amplitudes égales, mais déphasées de 180°. Pour

cela, on relie les plaques de déviation verticale à une grille et les plaques de déviation horizontale à l'autre grille (le balayage de l'oscillographe n'est pas utilisé). Ceci a déjà été représenté sur la figure XI-4 (chapitre XI) à laquelle on voudra bien se reporter : connexions aux points G_1 et G_2 . L'entrée de l'amplificateur est attaquée par un générateur BF ; on pourra faire l'essai sur plusieurs fréquences réparties dans le registre sonore.

Les oscillogrammes représentés en A, B, C et D de la figure XI-5 nous ont déjà montré ce qu'il était susceptible d'obtenir sur l'écran durant une telle observation. Pour l'interprétation de ces divers oscillogrammes, nous prions le lecteur de revoir le texte s'y rapportant.

En règle générale, lorsque le déphasage d'un push-pull est réalisé par un transformateur déphaseur de qualité, l'oscillogramme A est obtenu chaque fois. Les oscillogrammes B, C et D ne sont guère obtenus que lorsque le déphasage est réalisé par une lampe ; selon les défauts rencontrés, agir sur les résistances et condensateurs (charge et liaison) de la lampe déphaseuse.

Comme nous l'avons dit précédemment, il importe de faire cette vérification et ces observations d'oscillogrammes à diverses fréquences du registre sonore (voir n° 37).

Lorsque les attaques de grille seront parfaitement équilibrées, il faut alors vérifier que la sortie du push-pull est, elle aussi, bien équilibrée. Pour cela, il suffit de reprendre la même expérience en connectant l'oscillographe sur les plaques (points P_1 et P_2 de la figure XI-4. On doit obtenir l'oscillogramme A (fig. XI-5), c'est-à-dire une droite inclinée exactement à 45° .

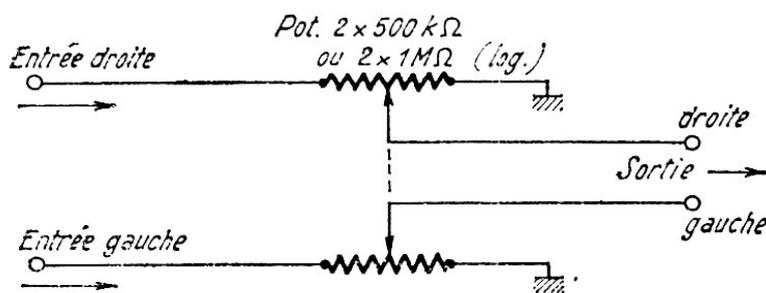


FIG. XIII-5

S'il n'en était pas ainsi (oscillogramme C, notamment), cela indique que les deux tubes du push-pull ne sont pas absolument identiques ; l'un est vraisemblablement plus usé que l'autre.

Mais si l'étage final a été bien équilibré statiquement (fig. VI-2), cela ne doit pas se produire.

Amplificateurs stéréophoniques

Dans le cas d'un amplificateur stéréophonique, nous pouvons reprendre les mêmes mesures, les mêmes vérifications, que nous venons d'exposer, mais en les appliquant tour à tour sur chaque canal de l'amplificateur. Cependant, nous allons être obligés de nous livrer à quelques vérifications supplémentaires en ce qui concerne les points particuliers suivants :

- a) La commande du gain (volume sonore) ;
- b) La commande de timbre ;
- c) L'équilibrage des canaux (balance) ;
- d) La mise en phase des haut-parleurs.

40. — Commande gain ; commande de timbre.

Dans une reproduction stéréophonique, il importe que le gain d'amplification demeure toujours le même *dans les deux canaux* pour les divers volumes sonores que l'on sera amené à choisir.

La solution généralement adoptée consiste à coupler solidai-
rement, à jumeler, toutes les commandes analogues à effectuer
simultanément sur les deux canaux.

C'est ainsi que la figure XIII-5 montre la disposition la plus communément adoptée pour la commande du volume sonore. Il s'agit d'un potentiomètre double ($2 \times 500 \text{ k}\Omega$ ou $2 \times 1 \text{ M}\Omega$) à variation logarithmique ; les deux éléments sont jumelés et tournent ensemble, si bien que l'amplification croît, ou diminuent, *simultanément* dans les deux canaux. Dès le départ, il convient évidemment de choisir une fabrication sérieuse de potentiomètre, en précisant bien le rôle auquel on le destine. Il importe, en effet, que la variation de résistance soit exactement la même dans les deux éléments du potentiomètre, et c'est précisément ce que l'on vérifiera à l'aide d'un ohmmètre pour diverses positions de la rotation.

La commande du timbre est, elle aussi, réalisée avec un ou plusieurs potentiomètres doubles apportant les mêmes effets simultanément dans les deux canaux. Nous procéderons donc aux mêmes vérifications.

41. — Equilibrage des canaux (balance).

Pratiquement, les canaux droite et gauche sont construits de façon absolument identique. La commande de volume est simultanée dans ces deux canaux... et pourtant l'amplification due à chaque canal peut être différente. Cela tient à de nombreux facteurs, parmi lesquels nous ne citerons que la différence entre certaines valeurs de résistance de charge, ou la différence entre les caractéristiques de tubes pourtant de même type.

C'est ici qu'intervient le dispositif d'équilibrage (ou balance) puisque le gain de chaque canal doit être absolument le même.

La figure XIII-6-1 représente un procédé simple d'équilibrage des canaux. On fait encore appel à un potentiomètre double, mais cette fois il est monté différemment. Les deux

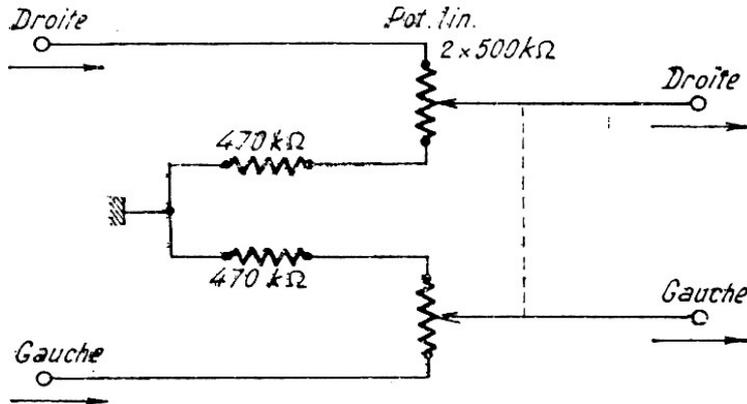


FIG. XIII-6-1

courseurs se déplaçant ensemble, on voit que l'amplification croît dans un canal alors qu'elle décroît dans l'autre. De plus, notons qu'il s'agit d'un potentiomètre $2 \times 500 \text{ k}\Omega$ à variation linéaire (et non plus logarithmique). En outre, remarquons la présence de deux résistances de garde de $470 \text{ k}\Omega$ chacune, en fin de course.

A l'ohmmètre, on vérifiera le bon état et le bon fonctionnement du dispositif de balance (coupure éventuelle d'un élément de potentiomètre ou d'une résistance).

On peut prétendre réaliser l'équilibrage à l'oreille ; si l'on a une oreille exercée, c'est possible. Mais il y a un autre moyen simple, et beaucoup plus technique et précis : il consiste à attaquer tour à tour l'entrée de chaque canal par un générateur ou une source BF quelconque (oscillateur, multivibrateur, etc.) réglé sur une fréquence audible donnée, et de mesurer au voltmètre de sortie les tensions obtenues sur les bobines mobiles des haut-parleurs de droite et de gauche. On peut aussi relier *provisoirement* les deux entrées en parallèle (connexion monophonique). Ensuite, on règle le potentiomètre d'équilibrage jusqu'à l'égalisation parfaite des deux tensions de sortie.

On vérifiera aussi que l'équilibrage reste correct quelle que soit la position du potentiomètre double de réglage du gain. S'il n'en était pas ainsi, le potentiomètre de gain serait en cause (voir n° 40). Avec un amplificateur stéréophonique bien conçu, l'équilibrage des canaux n'a pas à être effectué à chaque audition ! Il doit rester valable pour un très long temps.

On peut néanmoins préférer, dans certains cas, un contrôle *permanent* de cet équilibrage. Il est alors possible de monter un indicateur de balance de façon définitive sur l'amplificateur stéréophonique. Un montage de ce genre est représenté sur la figure XIII-6-2 ; il utilise un indicateur visuel cathodique double

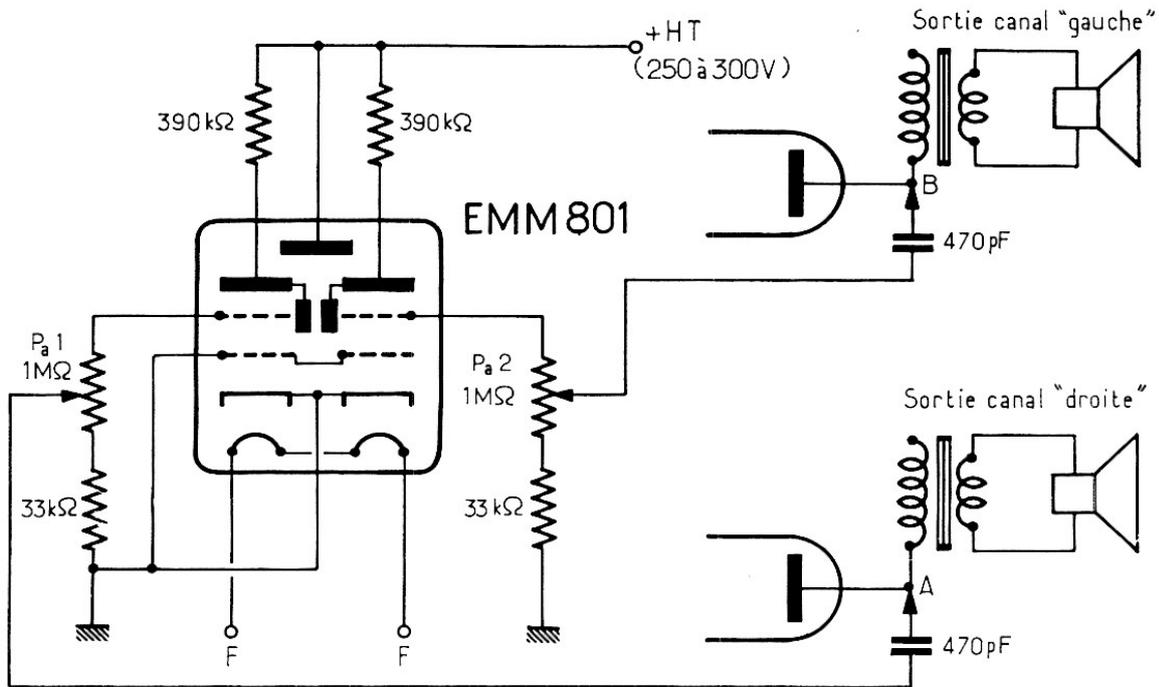


FIG. XIII-6-2

type EMM801. Chaque moitié de ce tube « mesure » la tension BF de sortie de l'un des canaux, tension prélevée sur l'anode du tube final correspondant. Dans le cas de canaux avec push-pull, la tension BF est prélevée sur une anode quelconque d'un tube de chaque étage push-pull. L'équilibrage est obtenu lorsque les deux secteurs lumineux de l'indicateur EMM801 sont de même longueur.

Mais il faut d'abord régler l'indicateur lui-même. Pour cela, provisoirement, au moment du montage de l'indicateur, les deux connexions A et B sont réunies ensemble et branchées *sur la même anode* d'un tube final ; puis, à l'entrée correspondante de l'amplificateur, on applique un signal BF quelconque (issu d'un générateur, d'un disque de fréquences ou, à défaut, même d'un disque ordinaire). On ajuste alors, une fois pour toutes, les deux potentiomètres ajustables P_{a1} et P_{a2} , de façon à obtenir la même longueur des secteurs lumineux sur l'indicateur, et pour un volume sonore normal.

Ensuite, l'indicateur est installé normalement (connexions A et B comme cela est représenté sur la figure) et il suffit d'ajuster le réglage de balance de l'amplificateur (fig. XIII-6-1) comme il a été dit précédemment, de façon à obtenir le même niveau sonore pour chaque canal, cette égalité étant indiquée par

la même longueur des secteurs lumineux de l'indicateur cathodique.

Mise en phase des haut-parleurs

42. — La mise en phase des haut-parleurs constitue une opération trop souvent négligée ; elle est pourtant essentielle dans le cas de la stéréophonie et aussi recommandée dans toutes autres installations monophoniques comportant plusieurs haut-parleurs.

En stéréophonie, si l'une des deux sources sonores a sa phase inversée par rapport à l'autre, l'« image sonore » virtuelle n'est plus définie ; elle tend même à disparaître. En outre, la reproduction des graves est affaiblie si les deux sources sonores ne sont pas suffisamment distantes l'une de l'autre.

Il est facile de modifier la phase de fonctionnement d'un haut-parleur : il suffit d'inverser les connexions de sa bobine mobile sur le secondaire du transformateur de sortie.

Voici un procédé de vérification : le déplacement du cône d'un haut-parleur est déterminée par la polarité instantanée de l'enroulement de la bobine mobile par rapport au champ magnétique permanent de l'aimant. La polarité de l'enroulement de la bobine mobile change de sens avec les alternances du courant modulé. Pour se rendre compte du sens de déplacement des membranes des haut-parleurs, il suffit de procéder « au ralenti » en utilisant un moyen ne provoquant le déplacement des cônes que dans un seul sens.

On prend un élément de pile de 1,5 V et on applique par saccades la tension de cette pile, tour à tour, à chaque entrée des deux canaux (pôle + à la masse). On obtient ainsi, à chaque fois, un déplacement de la membrane dont le sens (d'arrière en avant, ou d'avant en arrière) peut être perçu soit visuellement, soit par une pression légère des doigts.

Les deux membranes de haut-parleurs correspondant à chaque canal *doivent* se déplacer dans le même sens. Dans un sens ou dans l'autre, cela importe peu ; mais *dans le même sens*. Dans le cas contraire, il suffit d'inverser les connexions de la bobine mobile *de l'un* des haut-parleurs sur le transformateur de sortie correspondant. Ainsi, les deux haut-parleurs (ou les deux groupes de haut-parleurs) sont en phase et nous n'avons plus à y revenir.

Cas de la reproduction monophonique

43. — Nous l'avons dit au début du précédent numéro, dans le cas d'un amplificateur monophonique comportant plusieurs haut-parleurs connectés *en parallèle* à la sortie et placés dans une enceinte acoustique, il importe aussi que ces haut-parleurs fonctionnent en phase ; dans le cas contraire, on perd considérablement dans la reproduction des fréquences basses.

Tous les haut-parleurs étant connectés, ici, en parallèle sur le secondaire d'un même transformateur de sortie, il suffit de déterminer la phase de fonctionnement de chaque haut-parleur individuellement, afin de les connecter dans le sens convenable.

On procède alors comme précédemment, mais en utilisant une pile de 4,5 V dont on envoie le courant directement dans l'enroulement de la bobine mobile de chaque haut-parleur.

Cas des amplificateurs BF à transistors

44. — De nombreuses vérifications exposées pour les amplificateurs à lampes restent entièrement valables pour les amplificateurs à transistors ; il suffit de les « interpréter » ainsi que les remèdes indiqués, dans l'esprit « transistors ». Néanmoins, nous allons examiner maintenant quelques cas plus particuliers aux amplificateurs à transistors.

Sur de tels amplificateurs, des anomalies de fonctionnement sont souvent dues à l'alimentation : contacts intermittents provenant de la corrosion des circuits due aux piles, et surtout tension d'alimentation insuffisante (piles épuisées).

Le premier contrôle est donc la mesure de la tension de la batterie. Cette mesure doit obligatoirement être faite en charge, l'amplificateur en fonctionnement. On prolongera cette mesure 4 à 5 minutes après la mise en service de l'amplificateur, afin d'être certain que la pile « tient » bien sa tension.

Lorsque la tension de la pile baisse, on constate généralement des distorsions inadmissibles. En outre, cette baisse de tension est accompagnée d'une augmentation de la résistance interne de la pile, ce qui peut provoquer des auto-oscillations perturbatrices entre étages (genre motor-boating).

S'il s'agit d'un amplificateur de puissance alimenté par le secteur, il convient de vérifier l'exactitude de la tension d'alimentation à la sortie du redresseur et du filtre (éventuellement du stabilisateur), l'amplificateur étant en fonctionnement.

Dans les montages à transistors, on utilise un très grand nombre de condensateurs du type *électrochimique* (découplages, liaisons, etc.) puisque des fortes capacités sont requises. Ces condensateurs sont aussi la cause de nombreuses pannes. En effet, leur capacité diminue dans le temps ; un condensateur de 10 μF peut présenter une capacité de 1 μF quelques années après son montage. Ils sont donc la cause fréquente de mauvais découplages (d'où accrochages ou pertes de gain, selon le cas) et de liaisons interétages insuffisantes (d'où distorsions).

45. — Défauts des étages préamplificateurs et driver.

Vérifier le condensateur électrochimique de couplage entre étages ; c'est le défaut le plus fréquent. Si la liaison est faite par

un transformateur, vérifier ce dernier à l'ohmmètre ; un enroulement est peut-être coupé.

Vérifier les transistors équipant ces étages.

Un non-fonctionnement peut être également provoqué par une absence de tension sur le collecteur et sur la base, ou simplement sur le collecteur, du fait de la rupture d'une résistance. Vérifier les résistances correspondantes, leurs soudures et leur valeur à l'ohmmètre.

Surveiller les condensateurs de découplage des émetteurs (capacité insuffisante) et la valeur des résistances de charge des collecteurs (valeur trop élevée, d'où tension de collecteur insuffisante).

Pour éviter toute tendance à l'auto-oscillation (motor-boating), surtout lorsque les étages sont nombreux, les condensateurs de découplage de l'alimentation doivent présenter une capacité très élevée (environ 100 μ F).

Des distorsions peuvent provenir d'un condensateur de découplage d'émetteur en court-circuit ou d'une modification dans la polarisation d'une base (résistance ayant changé de valeur). Vérifier ces éléments.

A l'ohmmètre, vérifier également les potentiomètres (coupure de la couche résistante ou mauvais contact du curseur).

46. — Défauts de l'étage final.

On pourra rencontrer, soit un étage simple en classe A, soit un étage push-pull en classe A également, soit un étage push-pull en classe B.

Les mêmes défauts se rapportant aux condensateurs de découplage et aux résistances des divers circuits, défauts que nous avons examinés dans le numéro précédent, peuvent évidemment se manifester dans l'étage final ; nous n'y reviendrons donc pas. Mais, en outre, il faudra vérifier le transformateur driver et le transformateur de sortie (vérification des enroulements à l'ohmmètre).

En ce qui concerne le haut-parleur, nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter aux n^{os} 21, 22 et 23.

Vérifier aussi la capacité de découplage BF susceptible d'être montée sur le collecteur du transistor final, ou entre les deux collecteurs s'il s'agit d'un étage push-pull.

Des modifications même légères dans la valeur des résistances de polarisation des bases ou dans celles des émetteurs peuvent provoquer des distorsions importantes.

Dans un montage push-pull, si un transistor est défectueux, il faut les remplacer tous les deux ; ceux-ci sont d'ailleurs vendus par paire, car ils doivent présenter des caractéristiques identiques.

Enfin, les transistors de puissance sont généralement montés sur une plaquette métallique auxiliaire (laiton, dural, ou aluminium) ; c'est le radiateur. Il faut s'assurer que le contact mécanique est bon afin de favoriser la dissipation de chaleur recherchée. Des rondelles de mica évitent que le boîtier du transistor qui correspond au collecteur soit mis en contact électrique avec la masse du radiateur et du châssis. A l'aide de l'ohmmètre, vérifier qu'il n'y a pas de court-circuit et que l'isolement est efficace, après avoir bloqué fortement le transistor par son dispositif de fixation.

En outre, et d'une manière générale pour les amplificateurs à transistors, revoir tout ce qui a déjà été dit au chapitre VI, § 6, notamment en ce qui concerne la vérification des transistors et les précautions à prendre lors de l'exécution des travaux sur ces types d'appareils.

L'oreille et la règle des 400 000

Dans ce chapitre réservé aux amplificateurs BF, il n'est pas possible de ne pas dire un mot de la fameuse règle des 400 000.

C'est une règle empirique, certes, mais nous l'aimons beaucoup et voudrions la voir appliquer plus souvent parce qu'elle satisfait vraiment l'oreille.

Pour que les graves ou les aiguës ne prédominent pas une audition, c'est-à-dire pour que la reproduction présente un bon équilibre des fréquences extrêmes et soit plaisante à l'oreille, il faut que le produit de la fréquence la plus basse transmise sans affaiblissement par la fréquence la plus élevée transmise sans affaiblissement soit égal à 400 000.

A titre d'exemple, nous avons donc :

← F la plus basse

F la plus haute →

$$200 \times 2\,000 = 400\,000$$

$$100 \times 4\,000 = 400\,000$$

$$40 \times 10\,000 = 400\,000$$

$$20 \times 20\,000 = 400\,000$$

Nous voyons que, si nous améliorons la réponse vers les basses, il faut en même temps étendre la réponse vers les aiguës pour rétablir l'équilibre qui plaît à l'oreille. Certains amplificateurs paraissent « faire le tonneau » ou au contraire « vous percer les oreilles » uniquement et simplement à cause de ce déséquilibre. Avec les amplificateurs modernes, nous devons donc toujours nous efforcer de rétablir et de maintenir cet équilibre à l'aide des commandes de timbre (faire des repères si besoin est, ou si l'on a une oreille insuffisamment exercée).

Le bras de pick-up et son style

Nous supposons que l'amplificateur (avec, éventuellement, son préamplificateur) présente le gain d'amplification convenable pour le pick-up utilisé. N'oublions pas, en effet, que certains lecteurs de disques délivrent une tension de sortie excessivement faible.

Par ailleurs, l'adaptation des impédances (celle du pick-up et celle de l'entrée de l'amplificateur) est également très importante, aussi bien en monophonie qu'en stéréophonie. Il en va très exactement de même en ce qui concerne la *position* du pick-up (ou de son style) par rapport au disque.

Lorsque l'impédance d'entrée *normale* à utiliser est élevée (de l'ordre de 500 k Ω à 1 M Ω), il peut se produire un certain affaiblissement aux fréquences très basses (surtout en stéréophonie). Cet inconvénient peut être évité en respectant les indications ou recommandations généralement données pour chaque type de pick-up par son constructeur, mais aussi, en général, en augmentant la résistance d'entrée de l'amplificateur. Dans certains cas, on peut aller ainsi jusqu'à 8 ou 9 M Ω ; mais alors, il est bon de réduire considérablement la polarisation *cathodique* du tube d'entrée, voire de la supprimer totalement, la polarisation obtenue par le courant de fuite de grille dans sa résistance élevée étant généralement suffisante.

Rappelons aussi que, pour la reproduction stéréophonique, un des deux éléments de la tête lectrice doit être connecté d'une façon inverse à celle de l'autre (ceci intéressant le constructeur) ; ainsi un signal électrique en phase peut être produit sous l'action d'un mouvement horizontal. Cette disposition permet la reproduction éventuelle des disques monophoniques en reliant les éléments en parallèle.

L'autre point important est, nous l'avons dit, la position du style à pointe de saphir ou de diamant par rapport au sillon du disque. C'est un point important en stéréophonie et en monophonie, car un style présentant une mauvaise position peut provoquer une usure prématurée des disques ; de plus, en stéréophonie, cela peut supprimer totalement l'effet précisément recherché.

Comme le montre la figure XIII-7 à droite, le style doit être rigoureusement vertical et doit épouser totalement le sillon. Il

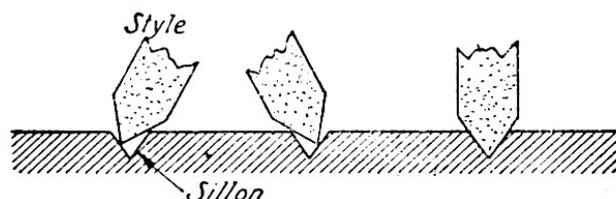


FIG. XIII-7

est évident que si le style est incliné d'un côté ou de l'autre par rapport au sillon, nous aboutissons à une perte importante des signaux utiles présents sur le disque. Les dessins de la figure XIII-7 sont évidemment très grossis et exagérés.

Notons aussi que bien souvent la position du bras de pick-up est tout à fait correcte); c'est la position du style lui-même qui ne l'est pas. Un moyen de vérification simple est illustré sur la figure XIII-8. Il consiste à placer un petit miroir de poche bien à plat sur le plateau du tourne-disque (ou même par-dessus

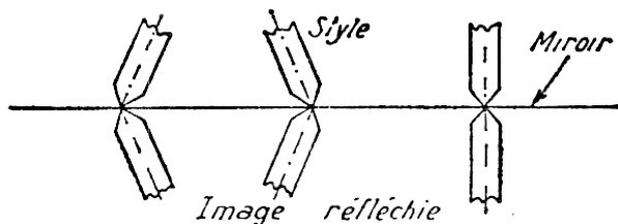


FIG. XIII-8

un disque). On pose le bras et le style avec précaution sur la surface du miroir. L'axe du style doit être exactement en ligne avec l'axe de l'image réfléchié dans le miroir. On voit ainsi très facilement les défauts de position possibles du style, l'opérateur étant placé bien en face et dans le prolongement du bras de pick-up. Par torsion du style, à l'aide d'une pince « brucelle », il est commode remédier au défaut.

Examens oscilloscopiques des amplificateurs BF

Nous n'allons pas reprendre ce qui a déjà été dit au sujet des vérifications simples à l'oscilloscope pouvant être faites sur les amplificateurs BF. Nous prions nos lecteurs de bien vouloir se reporter aux figures XI-3, 4 et 5, ainsi qu'au texte qui s'y rapporte.

Ajoutons cependant que, s'il s'agit d'un amplificateur stéréophonique, les mêmes examens doivent être faits deux fois, c'est-à-dire sur chaque canal (droite et gauche).

Mais nous voulons, ici, compléter le sujet en exposant d'autres méthodes d'examen oscilloscopique.

Caractéristique « amplitude/fréquence »

Dans un amplificateur BF, si l'on veut faire de la « haute fidélité », c'est-à-dire que le signal de sortie soit de forme identique en tous points au signal d'entrée (mais évidemment amplifié), l'examen de la caractéristique « amplitude/fréquence » et de la courbe « taux de distorsion/puissance de sortie » est insuffisant, du moins si ces mesures sont faites en signaux sinusoïdaux. En effet, il n'est pas rare de rencontrer un amplificateur dont la courbe de réponse « amplitude/fréquence » soit

satisfaisante, et donnant cependant des résultats décevants. Cela provient généralement d'une très forte distorsion de phase, ou encore de l'excitation d'un organe ou groupe d'organes ayant une fréquence propre, sous l'effet d'un phénomène transitoire.

On sait comment on relève la courbe de réponse « amplitude/fréquence » d'un amplificateur : on attaque l'entrée de l'amplificateur à examiner par des tensions d'amplitude constante, mais de fréquence que l'on fait varier de loin en loin ; puis on trace la courbe de réponse point par point, en mesurant les tensions de sortie correspondant aux diverses fréquences. L'attaque de l'amplificateur peut être faite, soit par un signal d'allure sinusoïdale, soit par un signal d'allure rectangulaire.

Si l'on doit apporter des modifications aux circuits de l'amplificateur (atténuer ou renforcer les aiguës, les graves, le médium, ou telle ou telle partie du registre sonore), après chaque modification, il faut recommencer le relevé de la courbe de réponse afin de vérifier si la transformation apporte bien le résultat souhaité. C'est évidemment un travail long et fastidieux chaque fois.

Une excellente solution consiste à remplacer le classique générateur BF attaquant l'entrée de l'amplificateur à examiner par un wobbulateur BF (ou analyseur BF), la totalité de la courbe « amplitude/fréquence » s'inscrivant alors instantanément sur l'écran de l'oscilloscope.

Un analyseur BF fournit un signal basse fréquence — généralement sinusoïdal — dont la fréquence varie périodiquement de 35 Hz à 20 000 Hz environ, dix fois par seconde. L'amplitude de ce signal est *constante*.

Ce signal BF wobbulé est appliqué à l'entrée de l'amplificateur basse fréquence à examiner ; la sortie de cet amplificateur doit être connectée, par ailleurs, au circuit de déviation verticale d'un oscilloscope.

L'analyseur BF délivre également une tension périodique que l'on applique au circuit de déviation horizontale de l'oscilloscope (balayage).

Ces branchements, à effectuer en fil blindé de faible capacité (genre coaxial pour télévision), sont représentés sur la figure XIII-9.

La sortie S de l'analyseur BF est reliée à l'entrée de l'amplificateur à examiner ; la sortie B (balayage) de l'analyseur est branchée à l'entrée H (déviation horizontale) de l'oscilloscope. La sortie de l'amplificateur est branchée à l'entrée V (déviation verticale) de l'oscilloscope.

Pour obtenir sur l'écran de l'oscilloscope une courbe de réponse valable, il faut, nous l'avons dit, que l'amplitude du signal

BF fourni par le wobbulateur soit constante tout au long de son incursion de 35 Hz à 20 000 Hz.

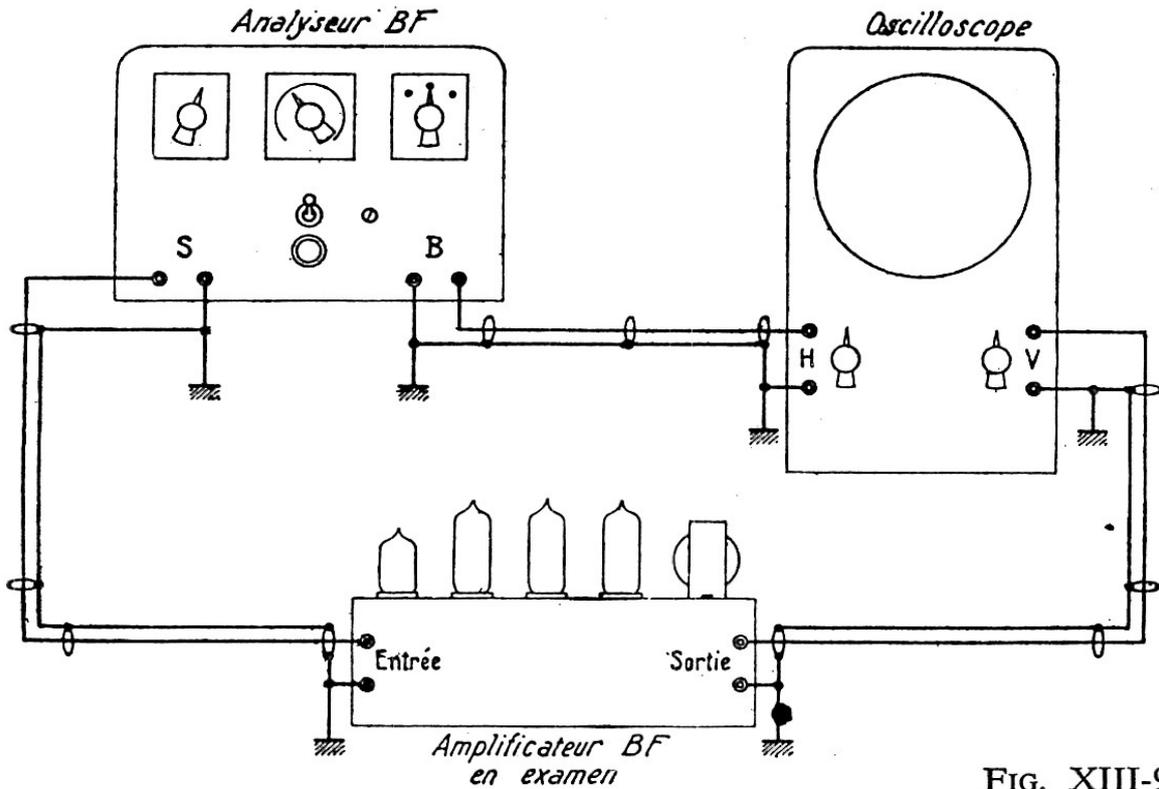


FIG. XIII-9

Pour la même raison, il faut également que l'amplificateur vertical de l'oscilloscope ait une réponse parfaitement linéaire jusqu'à 20 000 Hz au moins ; cette condition est généralement largement remplie avec nos oscilloscopes modernes.

Il faut également que la loi de variation de fréquence du signal BF fourni, ou loi de wobbulation, soit absolument la même que la loi du déplacement horizontal ou loi de balayage de la tension appliquée à cet effet à l'oscilloscope. Ce problème est facilement résolu en utilisant le même générateur à relaxation pour la wobbulation du signal BF et pour le balayage de l'oscilloscope.

Moyennant quoi on obtient un oscillogramme parfaitement représentatif de la réponse « amplitude/fréquence » de l'amplification. La figure XIII-10 montre l'exemple d'un oscillogramme

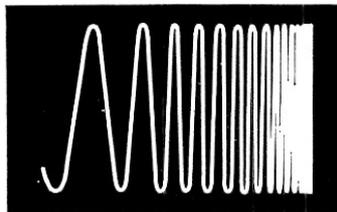


FIG. XIII-10

obtenu par l'anaylse d'un amplificateur BF ayant une réponse « amplitude/fréquence » idéalement linéaire, sans l'action du préamplificateur-correcteur.

La caractéristique « amplitude/fréquence », comme on a l'habitude de la représenter graphiquement, s'obtient par le tracé de l'enveloppe tangente supérieure : trait épais dans l'exemple représenté sur la figure XIII-11.

Malheureusement, l'analyseur BF est un appareil de mesure rare et très cher ; commercialement, il n'existe que quelques modèles de fabrication U.S.A. C'est pour combler cette lacune

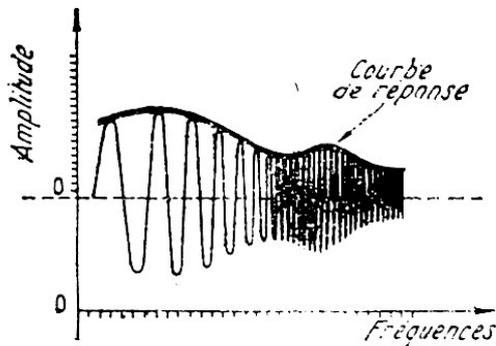


FIG. XIII-11

que nous avons décrit un appareil de ce genre dans le n° 1039 du « Haut-Parleur », appareil dont tout technicien averti pourra entreprendre la construction.

Les distorsions

Nous avons dit précédemment que la connaissance des caractéristiques d'un amplificateur en signaux sinusoïdaux est insuffisante. Pour déceler déformations et distorsions, l'une des meilleures méthodes consiste à appliquer à l'entrée de l'amplificateur à étudier une tension rectangulaire de fréquence connue — et aussi variable à volonté — puis à examiner la déformation du signal rectangulaire à la sortie, à l'aide d'un oscilloscope. On met ainsi en évidence toutes les imperfections de l'ensemble, et en particulier lorsque l'étage final est chargé par son haut-parleur.

Résumons donc les différents types de distorsion qui peuvent prendre naissance dans un amplificateur.

1° *Distorsion linéaire* (appelée aussi distorsion de fréquence). Elle est décelée par l'examen de la courbe représentant le gain en fonction de la fréquence.

2° *Distorsion non linéaire* (appelée aussi distorsion d'amplitude). Une tension d'entrée sinusoïdale peut se traduire alors par une tension de sortie non sinusoïdale. En d'autres termes, il y a

production d'« harmoniques », et en mesurant leur amplitude, on peut déterminer le taux de distorsion non linéaire pour la puissance de sortie considérée.

3° *Distorsion par transmodulation.* Celle-ci est, somme toute, une forme particulière de la distorsion non linéaire ; elle se produit lorsque deux tensions de fréquences différentes sont appliquées simultanément à l'entrée de l'amplificateur (nous disons « deux » pour être plus simple dans notre exposé, mais en général, dans le fonctionnement normal d'un amplificateur, ce sont *plusieurs* tensions de fréquences différentes qui sont appliquées en même temps à l'entrée). Il en résulte la création d'une série de « partiels » dus aux combinaisons additives et soustractives des fréquences d'attaque.

4° *Distorsion de phase.* Cette dernière prend naissance lorsque la durée du transit d'un signal dans l'amplificateur est fonction de la fréquence. Disons cependant que s'il s'agit d'un amplificateur BF, cette distorsion n'a pas une grande importance ; en effet, l'oreille humaine n'est que très peu sensible à ce genre de déphasage, mais celui-ci peut exister néanmoins. Par contre, cette distorsion revêt une importance primordiale dans le cas d'amplificateurs pour oscillographes ou pour la télévision. Certains techniciens prétendent qu'un amplificateur à caractéristique « gain/fréquence » parfaitement droite et horizontale a obligatoirement une distorsion de phase minime. C'est parfois exact, mais il n'y a absolument rien d'obligatoire ! Pour que leur prétention soit exacte, il est absolument nécessaire que ladite caractéristique soit horizontale *jusqu'aux fréquences les plus hautes* (harmoniques).

Considérations sur un amplificateur simple

I. — Considérons, un instant, l'ensemble amplificateur à liaison capacité/résistances, représenté par la figure XIII-12. Une variation de tension grille provoquée par le signal d'attaque appliqué à l'entrée (tube V_1) entraîne immédiatement une même variation amplifiée au point A. Si donc nous appliquons à

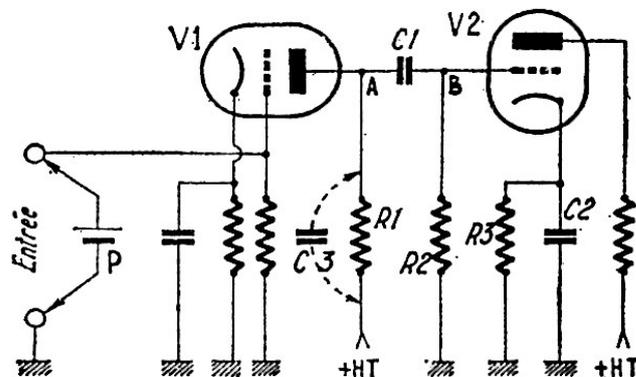


FIG. XIII-12

l'entrée une tension fixe positive (par exemple, élément de pile P, de 1,5 V, positif côté grille), le courant va augmenter dans R_1 et la tension va baisser au point A. Cette variation doit donc, normalement, être transmise à la grille du tube V_2 (point B) par le condensateur de liaison C_1 . Mais voyons ce qui se passe précisément au point B. La chute de tension du point A qui maintient l'anode à une tension inférieure constante, n'entraîne pas, au point B, une variation de tension qui, par la suite, restera invariable. En fait, la tension au point B n'est fonction en aucune manière de la *tension moyenne* au point A (présence de C_1 qui n'est pas traversé par un courant continu). La grille du tube V_2 reprendra insensiblement sa tension primitive, car C_1 se décharge à travers R_1 et R_2 .

II. — Dans notre exemple, nous ne tenons pas compte des capacités parasites, telles que capacité de sortie du tube V_1 , capacité d'entrée du tube V_2 et, surtout, capacité de fuite sur l'anode de V_1 , etc. La résultante de ces capacités peut être considérée comme une capacité connectée en parallèle sur R_1 (condensateur C_3).

Si nous appliquons à l'entrée de notre amplificateur, alternativement, des tensions positives et négatives, par exemple en inversant les pôles de la pile sur la grille du tube V_1 , les variations brusques de courant dans R_1 ne se traduiront pas par des variations de potentiel d'une façon instantanée au point A. La capacité C_3 présente un certain temps de charge, il en résulte que les angles de la courbe représentative des variations de potentiel en A seront remplacés par des arrondis plus ou moins importants selon la valeur de ladite capacité.

III. — En tenant compte des expériences I et II, on obtiendra sensiblement les résultats des courbes de la figure XIII-13.

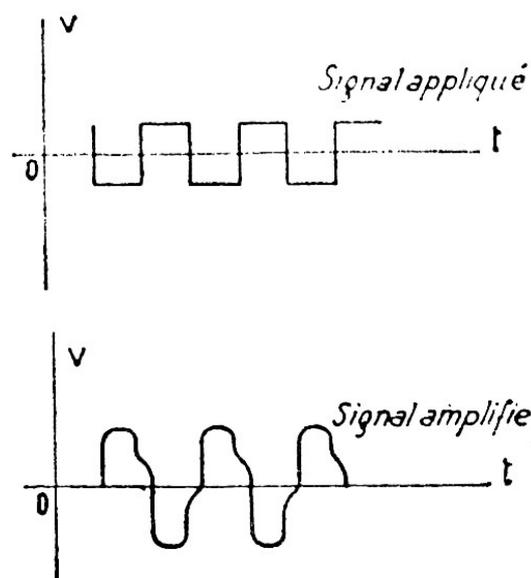


FIG. XIII-13

Notons, en passant, que nous savons déjà produire des signaux rectangulaires. En effet, il suffirait d'être assez agile pour provoquer l'inversion des pôles de la pile sur la grille du tube V_1 à une cadence régulière et rapide ! Il va de soi que ce procédé est tout ce qu'il y a d'empirique, et pratiquement, on utilise soit un générateur BF de signaux rectangulaires, soit un générateur BF de signaux sinusoïdaux *suivi* d'un adaptateur pour signaux rectangulaires.

IV. — Avec ces résultats, on ne peut plus simples, nous pouvons déjà tirer les conclusions suivantes (se reporter figure XIII-12).

1° Prévoir le condensateur de liaison C_1 d'une capacité très élevée, afin d'augmenter son temps de décharge ; on aura ainsi une meilleure transmission des signaux à fréquence très basse.

2° On peut aussi augmenter R_2 , toujours pour accroître le temps de décharge de C_1 ; mais on est limité par le courant grille de certains tubes plus ou moins mal vidés, et la nécessité de fixer cette électrode à un potentiel moyen stable. (On ne peut pas agir sur R_1 , puisque la valeur de cette résistance est déterminée par la résistance de charge optimum d'anode du tube tube V_1).

3° Enfin, toujours pour l'amélioration du fonctionnement de l'amplificateur aux fréquences peu élevée, un autre système consiste à augmenter la valeur de la capacité C_2 de découplage cathodique du tube V_2 . En effet, les variations de courant dans ce dernier tube tendent à en faire varier la polarisation ; par contre, si C_2 a une forte capacité, il a tendance à maintenir constante la chute de tension dans R_3 (polarisation). En outre, il y a évidemment réduction de l'impédance de cathode vis-à-vis des courants BF.

Examen d'amplificateurs BF en signaux rectangulaires

Ce qu'il ne faut jamais oublier, c'est que lorsqu'on utilise un amplificateur dont l'étage final est chargé, non par une résistance pure, mais par une « impédance motionnelle » due à la réaction électro-acoustique du haut-parleur, il y a obligatoirement un auto-amortissement des vibrations propres du système de charge. Cet amortissement est proportionnel à la résistance interne du tube final. En effet, en période de fonctionnement, du fait de la résonance d'un système mécanique quelconque, la charge (donc le reproducteur quel qu'il soit) se comporte comme un petit générateur débitant sur la résistance interne du tube. Aussi, plus cette dernière sera faible, plus vite les vibrations seront absorbées, puisque la puissance demandée à ce générateur inattendu sera plus élevée.

Donc, à ce point de vue, la triode, du fait de la faiblesse de sa résistance interne, se montre nettement supérieure à la pentode ou à la tétrode à faisceaux dirigés. De plus, on sait que les pentodes sont riches dans la production d'harmoniques 3. De cela à dire qu'il faut reléguer les pentodes dans les fonds de tiroir et n'utiliser que des triodes, il n'y a qu'un pas... que nous ne franchirons cependant nullement ! Car il y a un remède devenu maintenant classique : c'est la contre-réaction.

La contre-réaction en tension, en effet, diminue la résistance interne *apparente* du tube final et la ramène sensiblement voisine de celle d'une triode (environ 100 à 1 500 Ω).

Pour pouvoir comparer différents types d'amplificateurs, il est nécessaire de procéder aux trois essais suivants :

a) Relevé et comparaison de la courbe de distorsion linéaire (courbe gain/fréquence) sur chaque amplificateur ;

b) Relevé et comparaison de la courbe de distorsion non linéaire (courbe distorsion harmonique/puissance de sortie) sur chaque amplificateur ;

c) Relevé et comparaison du courant dans la bobine mobile, l'entrée de l'amplificateur étant attaquée par des *signaux rectangulaires*, et la sortie étant reliée aux plaques d'un oscilloscope (donc en parallèle sur la bobine mobile).

En étudiant ainsi comparativement divers types d'amplificateurs BF équipés soit de pentodes, soit de triodes, soit avec ou sans contre-réaction, nous pouvons aisément tirer les commentaires suivants :

a) On constate tout de suite et agréablement l'effet de la contre-réaction sur un amplificateur pentode ou tétrode ; la courbe de distorsion linéaire de l'amplificateur, corrigé par ce procédé, apparaît d'une horizontalité remarquable comparativement aux autres. La contre-réaction tend, en fait, à rendre la tension de sortie presque indépendante de la fréquence. Mais il faut bien le dire aussi, le résultat est à peu près identique avec un amplificateur push-pull équipé avec des triodes (et sans contre réaction !)

b) En comparant les courbes de distorsion non linéaire, on arrive exactement aux mêmes résultats que précédemment, concernant les amplificateurs pentodes à contre-réaction et les amplificateurs triodes ordinaires ;

c) Passons enfin à l'essai en signaux rectangulaires aux fréquences de référence suivantes : 40 Hz, 600 Hz, 5 000 Hz.

Ici commencent les surprises ! A un amplificateur que nous avons jugé fidèle à l'oreille et qui reproduisait sur l'écran de l'oscillographe de belles sinusoïdes, appliquons sur son entrée

des tensions rectangulaires. Puis regardons l'oscillographe. On voit, huit fois sur dix, une série de « grimaces » qui n'ont rien de... rectangulaires ! Qu'en conclure ? Sinon qu'il y a encore des petites choses qui « clochent » et que cet examen extrêmement sévère ne laisse rien passer pour ce qui est de l'« à peu près ».

Revoir alors en particulier : l'insuffisance de la self-inductance des transformateurs (déphaseur ou de sortie) ; puis l'effet d'amortissement mentionné plus haut et causé par la résistance interne du ou des tubes de sortie, surtout vers 5 000 Hz ; augmenter les capacités de liaison et les capacités de découplage *des circuits d'alimentation*, anodes, écrans, et, éventuellement, des circuits de retour des cathodes ; diminuer les capacités de découplage placées sur les anodes mêmes des lampes amplificatrices de tension, etc.

De ces études, nous pouvons en déduire que l'amplificateur pentode sans contre-réaction devrait toujours être rejeté, lorsque l'on recherche la musicalité, la haute fidélité.

D'autre part, l'amplificateur pentode à contre-réaction et l'amplificateur triode donnent des performances sensiblement égales. Cependant, si les résultats sont équivalents au point de vue distorsions, l'amplificateur pentode est facilement plus puissant et plus commode à « attaquer ».

Dans une étude en signaux rectangulaires, lorsque la forme d'onde du signal amplifiée présente des contours arrondis, sans changement brusque de courbure, ni discontinuité, on peut être certain que l'analyse harmonique donnera peu de fréquences très élevées et que, de toutes façons, leurs amplitudes demeureront faibles à côté de l'amplitude de la fréquence fondamentale (observation très courante chez les spécialistes de l'acoustique et connue sous le nom de phénomène de Gibbs).

Par contre, la présence d'angles très nets dans l'oscillogramme indique la richesse en harmoniques de rang élevé (parfaite reproduction de la richesse des timbres, des transistories et des « attaques » instrumentales).

L'examen en signaux rectangulaires d'un amplificateur quelconque fournit des renseignements précieux et très nets sur la caractéristique de fréquence et sur la caractéristique de phase. Comme nous l'avons dit, on peut très bien réaliser un amplificateur à caractéristique de fréquence d'une horizontalité parfaite, et qui, malgré cela, serait impropre à une reproduction dite à « haute fidélité » dans la valeur exacte de cette expression (trop souvent galvaudée).

On déterminera facilement les fréquences de coupure de l'amplificateur, en faisant varier la fréquence des signaux rec-

tangulaires. Les oscillogrammes sur fréquence basse et sur fréquence élevée de la figure XIII-14 donnent une idée de ce que l'on obtient, hélas ! trop fréquemment, suivant la période du signal, la tension de sortie devant évidemment avoir la même forme que la tension appliquée à l'entrée.

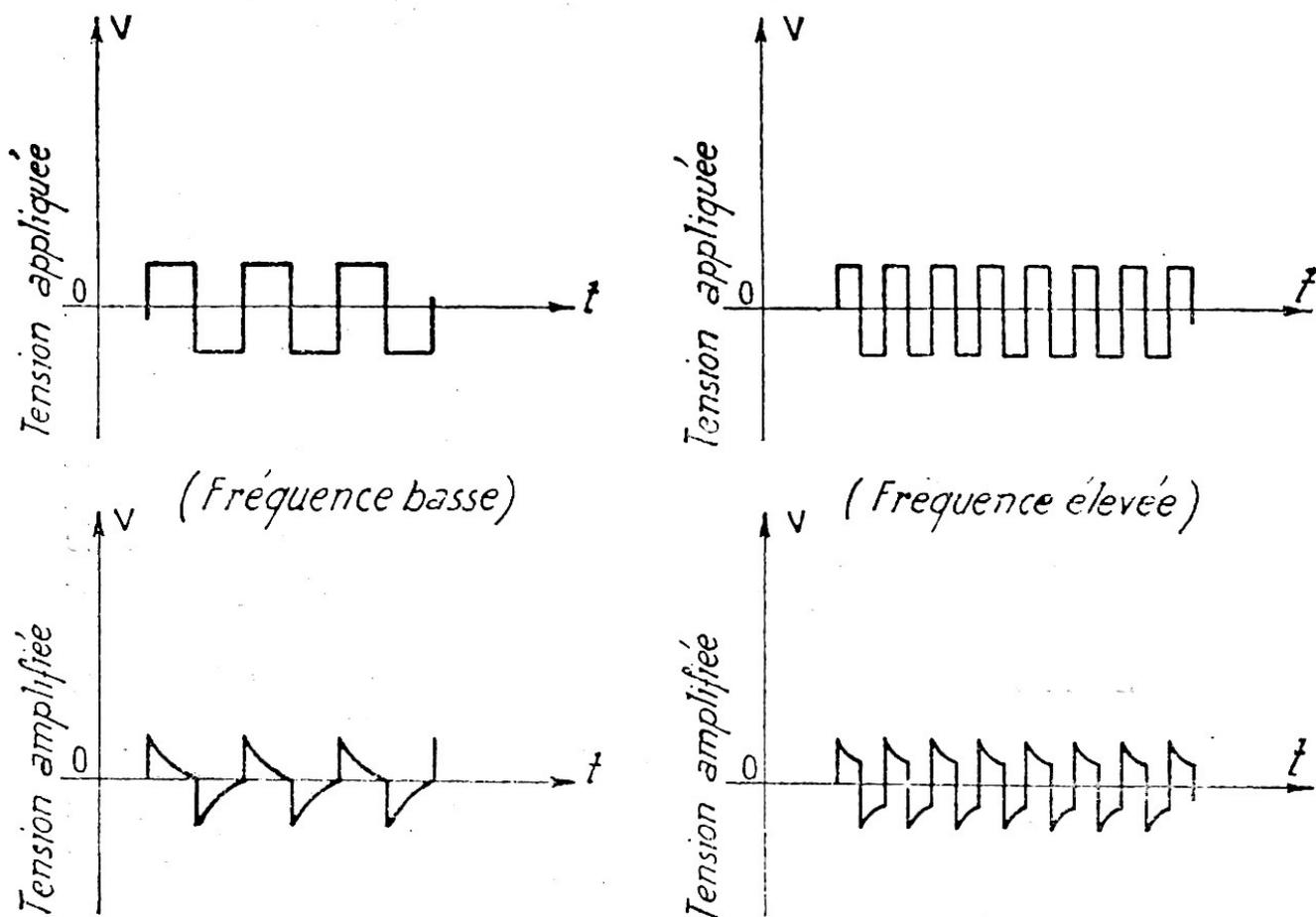


FIG. XIII-14

Enfin, sur la figure XIII-15, nous représentons une autre forme de signal de sortie susceptible d'être obtenue. Sa forme générale, courbée sur le flanc, indique évidemment que l'amplificateur n'est pas parfait à la fréquence de mesure considérée ; mais, par conséquence, *cela indique aussi* que l'amplificateur va présenter un affaiblissement de l'ordre de moitié (6 dB) pour des fréquences dix fois supérieures environ à la fréquence actuelle de mesure.

En outre, le signal reproduit peut être porteur de « dentelles » ou d'ondulations sur les crêtes, comme nous l'avons représenté. Il s'agit alors d'un amplificateur présentant une légère suroscillation due à une rotation de phase, à une insta-

bilité, souvent provoquée à certaines fréquences par le circuit de contre-réaction. C'est sur les caractéristiques de la boucle de contre-réaction, la valeur de ses éléments, qu'il convient alors d'agir.

Donc, dans tous les cas de l'analyse en signaux rectangulaires, découlent des renseignements précis sur les caractéristiques de fréquence et de phase. On ne peut pas en dire autant d'une étude faite en signaux sinusoïdaux ! Nous pensons avoir su convaincre nos lecteurs que l'essai des amplificateurs en signaux rectangulaires (on dit aussi « en caractéristiques discontinues ») permet d'obtenir instantanément des renseignements des plus complets ; aussi, ce procédé d'investigation mérite-t-il de se développer de plus en plus.

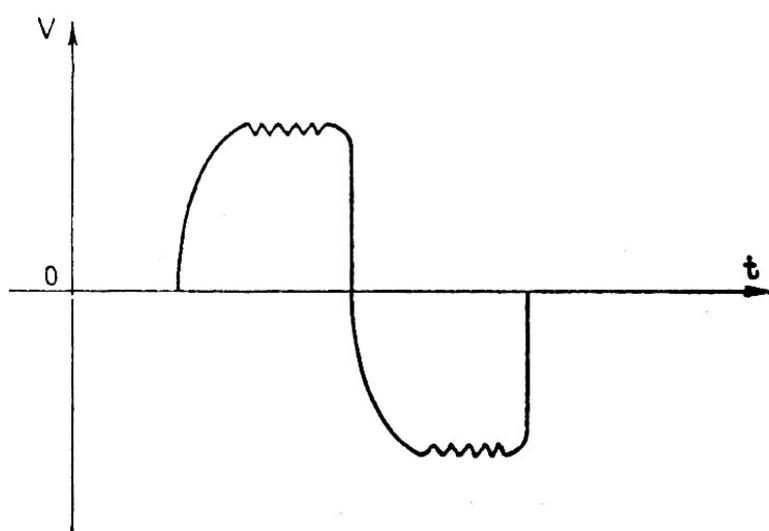


FIG. XIII-15

§ 2. — ELECTROPHONES ET RADIO-PHONOS

Nous allons nous occuper, tout d'abord, de la partie mécanique, c'est-à-dire : moteur, tourne-disque, assemblage et disposition des éléments.

Les moteurs utilisés sur les tourne-disques ou les magnétophones sont généralement du type asynchrone. Toutefois, nous devons citer également les moteurs du type universels employés sur les appareils portatifs alimentés par piles (les moteurs asynchrones ne fonctionnant pas, on le sait, sur courant continu). Le moteur universel doit être soigneusement déparasité et on veillera au remplacement périodique de ses balais. En cas de pleurage, vérifier l'état du collecteur et des balais.

Citons aussi le moteur synchrone. Il est silencieux et tourne à vitesse absolument constante. En fait, sa vitesse est liée à la

fréquence du secteur ; il est donc indéréglable ; mais précisément cette vitesse ne peut pas être modifiée et ceci constitue quelquefois un inconvénient. Autre inconvénient important : il ne démarre pas seul, il faut lancer le plateau du tourne-disque à la main.

Les pannes possibles sont rares et ne peuvent se situer que dans les bobines parcourues par le courant alternatif (stator) : court-circuit entre spires ou coupure de l'enroulement ou du circuit, soit par défectuosité de l'interrupteur, soit par mauvaise soudure, soit par sectionnement du fil du bobinage causé par un point d'oxydation ou un coup de foudre sur le secteur (cela s'est vu).

Nous l'avons dit, le moteur asynchrone est le plus répandu et équipe la majorité des tourne-disques actuels. Il est silencieux et démarre seul. C'est un moteur à induction à cage d'écureuil tournant entre deux, ou mieux encore, quatre pôles. Pour provoquer le démarrage seul d'un tel moteur sur courant alternatif monophasé, on produit un champ tournant provoqué par des pôles fendus et des bagues de déphasage, ou par des condensateurs au papier. La vitesse de rotation du moteur asynchrone est d'une régularité déjà grande ; on la parfait quelquefois en utilisant un régulateur centrifuge monté sur l'axe du moteur, ce régulateur permettant par ailleurs d'ajuster cette vitesse.

Les pannes susceptibles de se produire sont les mêmes que celles vues pour le moteur synchrone.

De plus, attention à l'état des condensateurs de déphasage (si le moteur utilise ce système). Il s'agit de condensateurs au papier de 0,5 à 0,75 μF ; ils peuvent être claqués ou présenter des fuites internes importantes.

Dessouder ces condensateurs ; les mesurer au capacimètre ; à défaut, les vérifier à l'ohmmètre ; ou encore, en essayer d'autres sur le moteur.

De plus, on constate parfois une rotation irrégulière provoquée par la rupture d'une lame du régulateur centrifuge. Ces lames d'acier se trouvent dans le commerce ; néanmoins lorsqu'une lame est cassée, il faut les changer *toutes* (généralement trois). En effet, il sera presque impossible de trouver *une* lame de dimensions et surtout d'élasticité identiques aux autres.

Il convient aussi de vérifier les jeux latéraux des axes (faciles à rattraper, le cas échéant), l'usure des bagues des paliers et des pignons en fibre ou en céloron. Il faut aussi assurer un graissage périodique (à l'huile de vaseline), ceci selon la fréquence de l'emploi du tourne-disque.

Il existe d'autres dispositifs d'entraînement. Notons les systèmes à courroie de caoutchouc ou autre matière (surveiller l'usure de la courroie, sa rupture prochaine éventuelle, le bon fonctionnement du tendeur, etc.) et les systèmes à galets caoutchoutés, soit série de galets, soit un galet entraînant sur la face d'un plateau (vérifier l'usure des galets, leurs jeux, etc.). Se méfier des tourne-disques qui restent longtemps sans servir et dont un galet caoutchouté s'est déformé par affaissement ou écrasement de la matière.

Les systèmes d'entraînement par galets caoutchoutés sont maintenant les plus répandus. Le sélecteur de vitesse comporte une position « zéro » pour laquelle les galets sont décompressés ; malheureusement, beaucoup de clients oublient de placer le sélecteur à zéro durant les longues périodes de non-utilisation. D'où écrasement du ou des galets. Cela se traduit par un mauvais entraînement du plateau ou du *pleurage* à l'audition. Il convient alors de remplacer le ou les galets endommagés.

En règle plus générale, c'est toujours dans les sections mécaniques qu'il faut rechercher les causes de vibrations et de pleurage. Elles sont fréquemment dues au moteur tourne-disque, au dispositif d'entraînement (vitesse non uniforme, gauchissement du plateau ou du disque, décalage de l'axe de rotation par rapport à l'orifice central du disque).

Remplacer, si possible, les organes défectueux.

Si le plateau ne tourne pas, vérifier que le courant secteur est bien appliqué au moteur (le cas échéant, suspecter l'interrupteur d'allumage, les connexions, le cordon-secteur, la prise de courant), vérifier le galet d'entraînement (le changer au besoin).

D'autre part, lorsque la vitesse du plateau n'est pas normale (pour l'une des vitesses considérées : 78, 33, 45 et 16 tours-minute), s'assurer que la tension du secteur est bien celle requise ; vérifier aussi le dispositif d'entraînement et huiler (avec de l'huile de vaseline) les éléments repérés sur les schémas des constructeurs ou indiqués sur les notices d'entretien.

Parfois, certaines vibrations mécaniques du moteur, bien que non transmises à l'ensemble tourne-disque, provoquent un bruit gênant, bruit entendu par voie directe et ne passant pas par l'amplificateur et le haut-parleur. Dans ce cas, on vérifiera le serrage des tôles du circuit magnétique du moteur (pôles 1, 2, 3 et 4, par exemple, figure XIII-16). On constate aussi parfois une vibration due à un « flottement » de la cage d'écureuil du rotor mal prise dans la masse même (fonte d'aluminium) ; cette vibration se déclenche en principe lorsque le moteur est chaud.

Le remède consiste à donner quelques coups de pointeau près de la périphérie (voir figure XIII-16) pour bien coincer la cage d'écureuil dans sa masse.

La platine où se trouvent assemblés pick-up, moteur et dispositif d'entraînement doit être robuste et indéformable. Le moteur doit être monté « flottant », c'est-à-dire maintenu par des boulons traversant des rondelles et canons en caoutchouc. En effet, le moteur ne doit pas transmettre sa vibration à la platine de

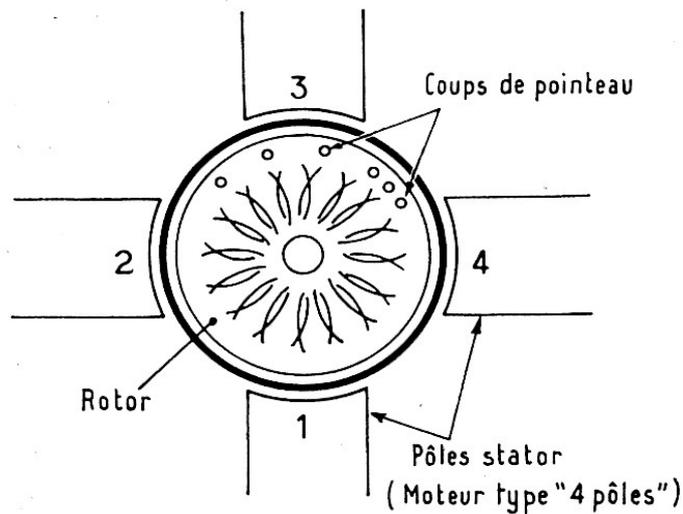


FIG. XIII-16

l'ensemble, et surtout pas au plateau du tourne-disque. Si l'amplificateur BF utilisé est de très haute qualité, il ne manquerait pas d'amplifier également lesdites vibrations recueillies par le pick-up, ce qui serait absolument désastreux.

Au point de vue réglage des dispositifs d'arrêt automatique, nous ne pouvons rien indiquer de précis... il y a tellement de systèmes différents. De toutes façons, cette mise au point se limite au nettoyage et au graissage des organes mobiles, et au réglage des butées provoquant le déclenchement (interrupteur secteur et frein sur le plateau).

En règle générale, il n'y a ni mystère, ni miracle, dans les systèmes d'arrêt automatique, quels qu'ils soient. Le dépanneur devra tout d'abord chercher à en bien comprendre le fonctionnement ; après quoi, il lui sera relativement facile de faire les réglages et d'ajuster les butées de déclenchement.

*
**

La position du bras de pick-up par rapport au disque a une importance capitale. Bien entendu, les constructeurs de tourne-disques le savent. Mais il peut arriver qu'un bras de pick-up

défectueux ait été remplacé par un autre bras, de dimensions différentes, installé dans de mauvaises conditions.

Un bras de pick-up dont la position est incorrecte par rapport au disque, reproduit mal la musique, accentue le bruit de surface et use rapidement les disques.

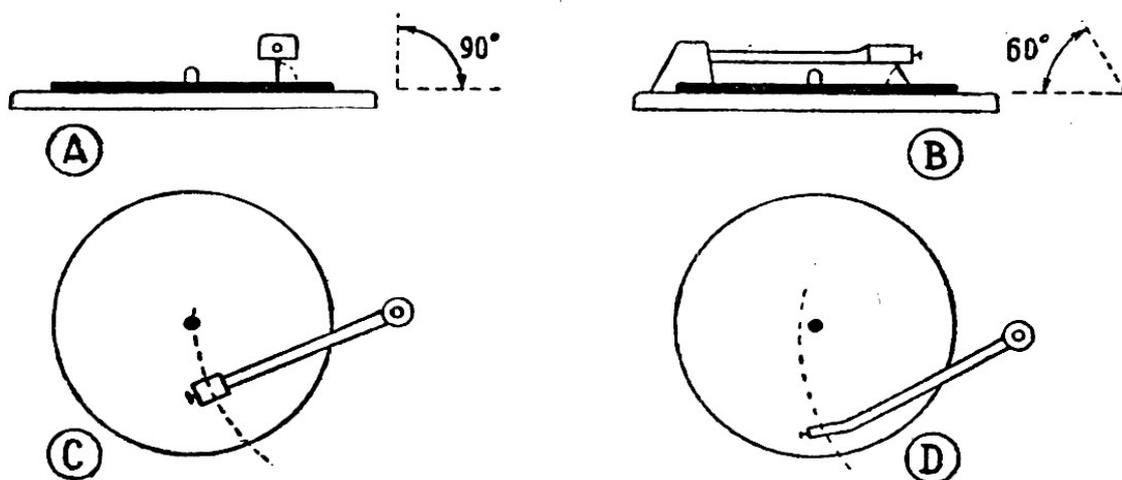


FIG. XIII-17

Si l'on se place en face de la tête du pick-up, l'aiguille ou le style doit être absolument perpendiculaire au disque (fig. XIII-17 A) ; si l'on se place de côté, l'aiguille ou le style doit faire un angle de l'ordre de 60° avec le disque (fig. XIII-17 B).

D'autre part, si l'on utilise un bras *droit*, l'arc de cercle décrit par le bras doit passer par le centre du plateau (fig. XIII-17 C). Par contre, si l'on utilise un bras *coudé*, dit bras tangential, l'arc de cercle décrit par ledit bras (disons par la pointe de l'aiguille) doit passer à un ou deux centimètres en avant du centre du plateau (fig. XIII-17 D).

Voir également ce que nous avons dit au cours du paragraphe précédent (§ 1) au sous-titre « Le bras de pick-up et son style ».

Passons maintenant au *lecteur* de disques proprement dit, c'est-à-dire à la tête du pick-up. Nous ne nous occuperons ici que des deux modèles les plus répandus, à savoir le pick-up magnétique et le pick-up cristal (ou piézoélectrique), en laissant volontairement de côté les lecteurs électrodynamiques, à réluctance variable — pick-up spéciaux que le service-man ne rencontre pratiquement pas parmi la clientèle courante.

Pick-up magnétique

Voyons tout d'abord le pick-up magnétique. Une telle tête est représentée sur la figure XIII-18. Bien entendu, chaque constructeur apporte plus ou moins de variantes dans la conception

d'un pick-up magnétique ; mais tous peuvent être rapprochés du dessin publié. Les troubles de fonctionnement d'un pick-up magnétique peuvent être les suivants :

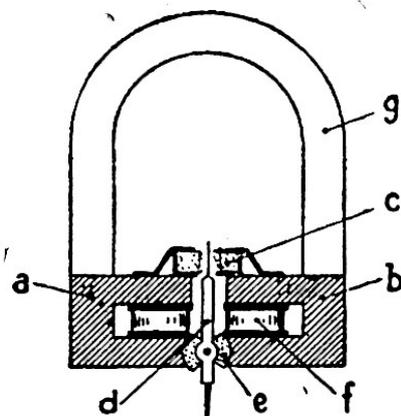


FIG. XIII-18

1. Déformations.

Vérifier que des particules métalliques ou de la limaille de fer ne se soient pas introduites dans l'entrefer des masses polaires *a* et *b*.

S'assurer que la palette mobile porte-aiguille *d* est bien centrée ; le cas échéant, la recentrer en agissant avec l'amortisseur en caoutchouc *c*. Partant de la position de repos, les déplacements latéraux de la palette doivent être égaux à droite et à gauche.

Si une déformation ne se manifeste que sur les graves ou les *fortes*, c'est que l'entrefer des masses polaires *a* et *b* est insuffisant.

Enfin, si le pick-up ne reproduit pas les basses, les amortisseurs en caoutchouc *c* et *e* sont vraisemblablement trop serrés ou complètement durcis. Desserrer les amortisseurs ou les remplacer par d'autres morceaux d'excellent caoutchouc très souple (gomme ou crêpe).

2. Mutisme ; aucune reproduction.

Vérifier la bobine *f* à l'ohmmètre. Une résistance infinie indique une coupure de la bobine (fil rompu, soudure lâchée, bobinage coupé par un point d'oxydation, etc.). Vérifier également l'état du fil blindé de liaison ; c'est peut-être simplement ce dernier qui est coupé.

3. Ronflements ; induction.

Vérifier que le blindage du fil de liaison et le bras du pick-up lui-même soient bien réunis à la masse.

4. Reproduction faible.

L'entrefer des masses polaires *a* et *b* est peut-être exagéré ; le restreindre.

Il y a peut-être aussi des courts-circuits entre spires (entre couches) de la bobine *f*.

Mais les défauts les plus fréquents sont : amortisseurs en caoutchouc *e* et *c* durcis (les changer comme il a été dit précédemment) et faiblesse du magnétisme rémanent de l'aimant *g* (le faire réaimanter).

Pick-up cristal

Passons maintenant au pick-up cristal ou pick-up piézoélectrique. Celui-ci est particulièrement léger et extrêmement fidèle (gamme de reproduction beaucoup plus étendue que le pick-up magnétique, aussi bien vers les graves que vers les aiguës). La tension de lecture fournie est plus élevée que celle d'un pick-up magnétique ; mais un pick-up piézoélectrique est excessivement fragile : on peut détruire le cristal en serrant trop violemment l'aiguille ou en échappant le bras sur le tourne-disque.

Un pick-up cristal est très simple ; la figure XIII-19 nous montre sa structure interne. Bien que simple de construction, les réparations sont extrêmement délicates.

Nous avons deux lamelles de cristal *1* et *2* (généralement sel de Seignette) ; on obtient ainsi un cristal bimorphe. Ces lamelles comportent trois armatures métalliques *3*, *4* et *5* intimement liées à elles. Les deux armatures extrêmes sont réunies et forment la connexion qui aboutit généralement à la masse ; l'armature centrale *4* se poursuit par la connexion allant à la grille de commande du premier tube BF, via un potentiomètre de 500 k Ω à 1 M Ω . Cet ensemble très homogène est monté fixe dans la tête ; par ailleurs, cet ensemble est enserré dans les branches d'une fourchette porte-aiguille *6*. Ce sont les vibrations de cette fourchette qui, en « déformant » le cristal, produisent les tensions BF correspondantes.

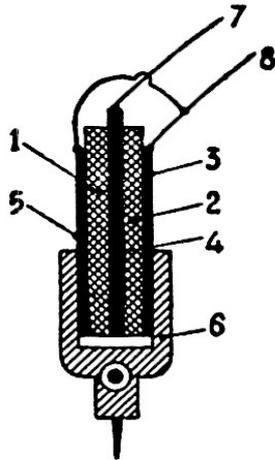


FIG. XIII-19

Voyons maintenant les troubles de fonctionnement éventuels. Si l'on constate des ronflements, s'assurer que le blindage du fil de liaison et le bras du pick-up lui-même sont bien reliés à la masse.

En cas de mutisme complet, vérifier que les fils de liaison à l'amplificateur ne sont pas coupés. Il arrive aussi que ce sont les fils de connexion 7 et 8 du cristal qui se coupent. Il s'agit, en réalité, de bandelettes métalliques extrêmement minces. Pour les ressouder, il faut opérer avec la plus grande prudence : ne pas trop approcher le fer, car une température de 70° C environ détruit le cristal ; ne pas trop manœuvrer ces bandelettes qui risquent de se rompre au *ras* du cristal (il n'y aurait plus d'espoir !).

Enfin, le cristal lui-même peut être détruit, soit par serrage exagéré de l'aiguille, soit par un choc violent. Le montage doit être conçu de façon telle que le pick-up ne soit soumis à aucune tension continue, aussi faible soit-elle ; en effet, le plus petit courant continu décompose le cristal (1). Par ailleurs, le cristal peut s'abîmer absolument seul, car le sel de Seignette est hygro-métrique comme un pain d'épice ! En conséquence, un pick-up piézoélectrique risque de périr rapidement s'il est utilisé dans un local humide.

De toutes façons, lorsque c'est le cristal lui-même qui est attaqué, le mieux est de faire venir une autre « pastille » piézo-électrique et de la monter en lieu et place de la pastille défectueuse. Une telle pastille neuve coûte à peu près le prix d'un tube radio ordinaire et l'on conviendra que le jeu de fabriquer un cristal bimorphe à partir d'un cristal de sel de Seignette n'en vaut pas la chandelle !

Les magnifiques qualités du pick-up cristal (légèreté et grande fidélité de reproduction) ne doivent pas pour autant en faire oublier les inconvénients, un pick-up cristal ne convenant pas chez n'importe qui (fragilité) et partout (craignant l'humidité).

Avec les bras de pick-up piézoélectriques récents, utilisés sur les disques anciens 78 t/mn ou sur les disques microsillons, on sait que l'*aiguille* a disparu. Elle est remplacée par une pointe de saphir (ou de diamant). Le risque de brisure du cristal par serrage exagéré de l'aiguille disparaît donc également. En fait, il existe *deux* pointes de saphir pivotantes, l'une pour les disques anciens à 78 t/mn, l'autre pour les disques microsillons.

Contrairement à ce que l'on suppose, ces pointes de saphir ne sont pas éternelles. Si l'on constate des déformations dans

(1) Une excellente précaution consiste à toujours intercaler dans la connexion au pick-up, un condensateur au papier de 0,5 à 0,1 μ F.

la reproduction des aiguës notamment, ou si le bras lecteur saute d'un sillon à un autre (avec les disques microsillons), ce sont des indices d'usure de la pointe de saphir, qu'il convient alors de remplacer.

Les saphirs (ou diamants) sont sertis sur une paillette métallique qui est simplement glissée de force à l'intérieur d'un petit guide creux faisant corps au cristal. Le remplacement d'une pointe de lecture est donc un travail très facile ; il suffit de veiller à ne pas monter une pointe pour disques 78 t/mn à la place d'une pointe pour microsillons (ou inversement).

*
**

Il existe d'autres types de têtes de pick-up ; ils sont cependant moins répandus et réservés aux chaînes à haute fidélité ou aux ensembles professionnels. En outre, ces pick-up sont extrêmement délicats et difficilement réparables par celui qui ne dispose pas de l'outillage spécial. Aussi, en cas d'ennuis, le plus sage est-il de retourner l'organe à son fabricant. Nous citerons :

a) Le pick-up à réluctance variable, dont le *principe* n'est pas autre chose que celui du bon vieux pick-up de la figure XIII-18, mais d'une réalisation pratique différente ;

b) Le pick-up électrodynamique : bobine légère entraînée par le porte-style et vibrant dans un champ magnétique puissant ;

c) Le pick-up magnétodynamique (l'inverse du précédent) : petit aimant mobile solidaire du porte-style et induisant les tensions correspondantes dans des bobines fixes.

§ 3. — MAGNETOPHONES

Comme dans le cas des électrophones, les pannes des magnétophones peuvent être, soit d'ordre mécanique, soit d'ordre électronique.

Parmi les plus fréquentes, nous citerons celles qui sont consécutives à l'arrêt de l'entraînement du ruban pendant le fonctionnement du magnétophone, par exemple, par suite de l'arrêt des moteurs.

S'assurer que le courant du secteur n'est pas coupé ; peut-être qu'un contact défectueux existe dans la fiche ou prise de courant.

Vérifier les fusibles de sécurité et, s'ils sont « brûlés », chercher à en déterminer la cause par un examen attentif du montage.

Si les moteurs tournent, le défaut peut être dû au blocage de la bande ou à une mauvaise pression du galet caoutchouté sur le cabestan (ressort défectueux).

Se méfier des surépaisseurs pouvant provenir d'un collage hâtif effectué à l'aide d'une bande adhésive de trop grande épaisseur, des galets-guides, des bobines débitrice et réceptrice en matière plastique, lesquelles peuvent présenter un certain gauçhissement.

L'entraînement de ces dernières doit s'effectuer à une vitesse normale et constante : toute variation peut déterminer du « pleurage » ou du « chevrottement ».

Certaines anomalies de fonctionnement peuvent être dues, d'autre part, aux courroies et aux poulies, au mauvais état du galet et du cabestan (si ce dernier n'a plus une périphérie normale), à la tête d'effacement (si celle-ci est encrassée, la nettoyer avec du tétrachlorure de carbone), à l'oscillateur qui émet le courant ultra-sonore (lampe oscillatrice défectueuse).

Quant aux pannes électroniques, elles sont identiques à celles des amplificateurs BF et, en conséquence, peuvent être décelées rapidement (voir § 1 de ce chapitre).

A noter, enfin, qu'un bruit de fond peut être imputable à la bande magnétique, ou à une mauvaise polarisation de la tête d'enregistrement, ou à un ronflement à la première lampe amplificatrice de tension, ou à des inductions parasites.

Les causes des ronflements peuvent être multiples et doivent être patiemment recherchées. Les ronflements sont généralement dus :

a) A la défectuosité d'un tube, et en particulier à un mauvais isolement entre filament et cathode ;

b) Au potentiomètre de puissance ; si celui-ci comporte un interrupteur-secteur, il est possible que les fils de ce dernier voisinent dangereusement avec les connexions de grille du potentiomètre proprement dit ; écarter ces connexions les unes des autres et, éventuellement, prévoir un blindage ;

c) Au filtrage HT insuffisant : bobine de filtrage, capacités de filtrage et cellules de découplage HT (résistance et condensateur) des étages de préamplification ;

d) A des réactions inter-étages, genre « motor-boating » ou autres, souvent dues à des cellules de découplage HT insuffisantes pour l'alimentation des étages préamplificateurs ;

e) A des mauvais blindages dans les liaisons BF à faible niveau (entrée de microphone ou liaison de la tête lectrice, par exemple) ;

f) A une mauvaise disposition (ou orientation) du transformateur d'alimentation (induction par rayonnement) ;

g) A une mauvaise disposition du câblage et, notamment, à des retours de masse disparates ; faire tous les retours de masse d'un même étage en un seul et unique point au châssis, étage par étage.

Concernant ce dernier sujet, revoir notamment ce qui a été dit en *BZ*, « Diagnostic et dépannage », § 2, chapitre VI.

D'ailleurs, d'une manière générale, pour tous les défauts susceptibles d'être rencontrés dans la section BF, revoir le paragraphe 1 de chapitre. En outre, il est bien évident qu'il faudra songer à la tête de lecture elle-même (coupure ou court-circuit, soit dans la tête, soit dans les fils de liaison), aux défauts dans la commutation de la tête (mauvais contact du commutateur) et au contact entre la tête et la bande (voir les galets presseurs ou la position de la tête).

Mais ce n'est pas tout ! Dans un magnétophone, la section électronique ne comporte pas qu'une partie BF ; il y a aussi la partie HF des circuits d'*effacement* et de *prémagnétisation* (on dit aussi quelquefois *polarisation* ; mais, pour éviter toute confusion, nous préférons le premier terme).

Pour analyser cette partie, nous examinerons successivement ce qui peut se passer dans le cas des trois symptômes suivants : effacement partiel, effacement nul et mauvais enregistrement.

Effacement partiel :

Mauvais contact entre bande et tête ; vérifier le fonctionnement des galets presseurs ou la position de la tête, ou des têtes.

Si la tête s'échauffe anormalement, il peut y avoir des spires de l'enroulement en court-circuit et la tête doit être remplacée.

Si le bobinage oscillateur HF s'échauffe anormalement, il peut avoir, lui aussi, des spires en court-circuit ; il doit alors être remplacé.

La fréquence d'oscillation HF est peut-être trop élevée ; ajuster le noyau du bobinage oscillateur, ou augmenter la valeur de la capacité en parallèle sur le bobinage.

Vérifier également la valeur des résistances de l'étage oscillateur HF, l'état de la lampe (elle est peut-être affaiblie) et, bien entendu, la valeur de la haute tension d'alimentation.

Effacement nul :

Vérifier la tête d'effacement ; erreur de branchement ou enroulement coupé.

Il peut s'agir aussi d'une coupure dans les fils de liaison allant à la tête.

Mais l'oscillation HF existe-t-elle ? Vérifier le bobinage oscillateur (court-circuit possible), ainsi que ses connexions (erreur de branchement). Attention aussi au condensateur d'oscillation (en parallèle sur le bobinage) et aux condensateurs de liaison de grille et de plaque ; ils peuvent être coupés ou en court-circuit.

Bien entendu, vérifier le tube oscillateur HF, les résistances de ses circuits (coupure possible), son alimentation HT et les commutations se rapportant à cet étage.

Mauvais enregistrement :

Il convient évidemment, tout d'abord, de s'assurer du bon fonctionnement de la section basse fréquence proprement dite. Il peut y avoir mauvais enregistrement et mauvaise lecture. En fait, la section BF est généralement commune ; elle est utilisée à l'enregistrement et à la reproduction, tour à tour, par les commutations adéquates des entrée et sortie.

Lorsque la fonction « enregistrement » seule est en défaut, on vérifie les points suivants :

Si l'enregistrement est très faible, et mauvais dans les graves et les médiums, cela est généralement dû à l'absence de courant HF de prémagnétisation ; vérifier le circuit HF et tous les organes de liaison.

Si l'enregistrement manque seulement un peu de puissance et est mauvais sur les graves, il faut penser à un courant HF de prémagnétisation insuffisant ; il faut mesurer cette intensité HF sur la tête d'enregistrement et l'ajuster à une valeur correcte (souvent par le réglage d'un condensateur ajustable de liaison).

Si l'enregistrement est mauvais d'une façon générale, bien que tout soit correct par ailleurs, il est possible que cela soit dû uniquement à un niveau BF trop important (saturation tête-bande) ; il suffit alors de réduire l'amplitude des signaux BF par le potentiomètre correspondant.

Lorsque l'enregistrement est mauvais vers les extrêmes aiguës, il s'agit souvent d'un courant de prémagnétisation dont la fréquence est trop faible. Augmenter la fréquence d'oscillation HF, soit par le réglage du noyau de la bobine oscillatrice, soit en diminuant la capacité du condensateur en parallèle sur la bobine oscillatrice. Ensuite, le cas échéant, réajuster l'intensité du courant HF de prémagnétisation parcourant la tête d'enregistrement.

CONCLUSION

Nous arrivons à la fin de ce traité. Cependant, avant de clore définitivement, nous allons nous permettre encore quelques conseils à l'adresse des radioélectriciens dépanneurs.

Lorsque la réparation est terminée, ne pas oublier de noter, sur une fiche personnelle et propre au poste (ou au client !) : tout le travail effectué avec tous les détails ; tous les défauts divers ou particularités constatés ; le prix demandé au client ; *la date*. Ces mêmes observations peuvent d'ailleurs tout aussi bien être notées sur le *double* de la facture conservé par le dépanneur.

Lorsque le client vient chercher son récepteur à votre atelier (ou si vous lui livrez à domicile), bien lui en faire constater le parfait fonctionnement *sur toutes les gammes*. Ce procédé évite bien souvent des contestations. Ne pas avoir peur de faire remarquer ce que vous avez fait aux boutons, au cadran, à l'ébénisterie.

Ne pas flanquer à la face du client des « votre coucou » ou des « votre tacot » ! Même si le récepteur réclame un remplaçant, il y a des façons beaucoup plus élégantes pour le dire au client. S'il s'agit vraiment d'un récepteur fossile, il ne faut pas entreprendre le travail sans avoir recueilli l'ordre formel du client. En fait, dans la majorité des cas, la facture sera forte et le client regrettera son argent, car il n'aura toujours qu'un « vieux clou »... ceci, entre nous, bien entendu !

Et du point de vue financier, celui qui ne veut pas avoir d'ennuis ne consentira *aucun crédit pour le règlement des réparations*.

L'un de nos amis, dépanneur professionnel, a fait imprimer au verso de ses factures le texte suivant. Nous le publions en *modèle*, car il est fort bien.

« Tous nos travaux sont garantis six mois. La garantie couvre uniquement le travail et les pièces facturées au recto, sauf les tubes qui ne bénéficient que de la garantie de leur fabricant.

« Le client ne pourra profiter de notre garantie que sur présentation de cette facture numérotée dont nous conservons le double.

« Le travail étant fait consciencieusement, avec la compétence et l'outillage nécessaire — ce que chaque client peut contrôler par lui-même dans nos ateliers — nous n'admettons pas de réclamations quant aux pannes qui pourraient survenir

après notre intervention, en dehors de ce qui est mentionné sur la fiche de travail.

« Dans les cas spéciaux d'appareils très anciens ou déjà transformés, qui ne semblent pas devoir fonctionner, ni convenablement, ni assez longtemps, aucun travail ne sera effectué si le client ne s'engage pas à renoncer à toute garantie.

« Tout travail non terminé, pour des raisons d'économie, sur la demande du client, ne peut engager notre responsabilité. Les pièces défectueuses et les défauts de fonctionnement qui pourraient rester alors sont d'ailleurs signalés de façon apparente sur la facture. »

*
* *

Au cours de cet ouvrage, nous avons eu l'occasion de détailler l'outillage et les appareils nécessaires et indispensables au radio dépanneur. Mais il y a aussi l'outillage intellectuel, nous voulons dire : la bibliothèque technique du service-man.

Un bon et important cours de radio, traitant de la théorie et de la pratique de cette technique, sera toujours apprécié.

Un excellent *vade mecum* des tubes radios est très fréquemment utile pour le brochage et l'utilisation des lampes peu courantes ou mal connues.

Un livre traitant de la pratique générale et des multiples utilisations possibles d'un oscillographe cathodique, avec interprétation des courbes, rendra d'énormes services et aidera à faire gagner du temps, tout en permettant d'offrir un travail meilleur.

Et si le dépanneur, las de toujours *écouter*, veut lui aussi faire entendre sa voix... aux U.S.A., en Nouvelle-Zélande, etc., ou, plus modestement, *discuter technique avec des collègues français*, en un mot s'il désire appartenir à la grande famille des amateurs-émetteurs, nous lui conseillons auparavant la lecture de l'ouvrage *L'Emission et la Réception d'amateur*. Dans ce livre, outre la technique spécifiquement « émission », on trouve également les détails pour la construction de nombreux appareils de mesures, générateurs, etc., et de nombreux renseignements, conseils, schémas, etc., pour l'étude, le perfectionnement et la mise au point des *récepteurs de trafic spéciaux OC*.

Le radio-dépanneur intelligent ne doit pas, non plus, se laisser devancer par le progrès, retard qu'il ne pourrait plus rattraper. Il doit se tenir régulièrement au courant de ce progrès, des nouveaux montages, des nouveaux circuits, etc. Pour cela, il doit s'abonner à quelques revues sérieuses... et les lire, les étudier.

Une excellente habitude de travail consiste à noter sur un cahier toutes les pannes *rare*s ou *particulières* que l'on rencontre.

leurs symptômes, leurs causes et leurs réparations (avec indications des valeurs des organes éventuellement remplacés). Le radio-dépanneur qui aura pris cette habitude, sera certainement content, un jour ou l'autre, de pouvoir se relire. Quel gain de temps alors !

Nous l'avons vu, cette brochure est uniquement réservée au dépannage des récepteurs de radio (AM et FM ; lampes et transistors), des électrophones et des magnétophones. Pour la réparation des appareils de télévision, nous prions le lecteur de bien vouloir se reporter à un autre ouvrage traitant spécialement du sujet, à savoir : *Dépannage, mise au point et améliorations des téléviseurs* (même auteur, même librairie).

Comme nos lecteurs ont pu le remarquer, nous nous sommes efforcés de faire un traité clair et volontairement simple. D'ailleurs, l'ingénieur qui s'installe service-man n'a généralement pas besoin de nos conseils. Cependant, il ne faut pas oublier et il faut bien se pénétrer de cette maxime :

« C'est en dépannant que l'on devient dépanneur ». Et il ne saurait en être autrement. Cet ouvrage espère pouvoir *vous aider* à atteindre ce but.

Roger-A RAFFIN.

Les schémas publiés dans le présent ouvrage sont donnés sans garantie en ce qui concerne leur éventuelle protection par des brevets.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	7
CHAPITRE PREMIER	
Rappel de quelques notions fondamentales indispensables	9
Quelques formules simples d'usage courant	9
Dispositifs potentiométriques ou diviseurs de tension	11
Groupement des résistances	15
Groupement des condensateurs	17
Longueur d'onde. Fréquence	18
CHAPITRE II	
Les résistances et les condensateurs utilisés dans les récepteurs.	
§ 1. — Valeurs courantes des résistances et des condensateurs rencontrés dans un récepteur	19
§ 2. — Résistances et condensateurs normalisés	33
§ 3. — Code des résistances et condensateurs	35
Codes normalisés	38
§ 4. — Mesures et essais des résistances et condensateurs	47
CHAPITRE III	
Abaques d'emploi fréquent	51
CHAPITRE IV	
L'installation du Service Man	57
§ 1. — L'outillage mécanique du dépanneur	57
§ 2. — Les appareils de mesure du dépanneur	59
CHAPITRE V	
Principes commerciaux du dépanneur	65

CHAPITRE VI

Principes techniques de dépannage	69
§ 1. — A la recherche de la panne	71
§ 2. — La panne ; son diagnostic ; son remède	74
§ 3. — Les pannes intermittentes	119
§ 4. — Tableau récapitulatif et simplifié de la détermination des pannes	123
§ 5. — Les « tours de main » du dépanneur	124
Immatriculation de tube effacée	124
Réparation d'un têtou de grille arraché ou cassé	124
Tube dont la métallisation s'écaille	125
Tubes « métal-glass »	126
Récepteur faible avec nombreux craquements	126
Récepteur qui siffle au passage des émetteurs reçus	127
Le poste qui craque	128
Montage « Réflex »	129
Valves 25Z5 et 25Z6	130
Indicateur d'accord à ombre	131
Effet de la longueur de l'antenne	132
Onde porteuse ronflée	132
Effet Larsen	133
Transformateurs MF à couplage réglable	134
Les « tous courants »	134
Glissement de fréquence	136
Antifading différé	136
Utilisation des cosses libres comme relais	137
Câblage des supports miniatures modernes	137
Décapage du fil divisé	138
Réparation des cordons de casque	138
Panne de la bande étalée	139
Emploi d'un tube de chauffage différent	140
Décollage des noyaux de réglage	142
Perturbations de l'audition dans les récepteurs à chan- gement de fréquence	143
Réparation des commutateurs de gammes	145
Les récepteurs « boîtes à chagrin »	146
Récepteurs à piles et piles-secteur	151
Rénovation des ébénisteries	153
Conseils que le service-man doit donner à la clientèle..	155
§ 6. — Dépannage des récepteurs à transistors	156
Les circuits imprimés	165
§ 7. — Dépannage des récepteurs à gamme FM	168

CHAPITRE VII

Amélioration des récepteurs	169
§ 1. — Modernisation et perfectionnement des récepteurs	169
Détection diode et antifading	169
Dispositif antiparasite	171
Adjonction des ondes courtes	173
Montage d'un indicateur cathodique	174
Améliorations en BF'	175
§ 2. — Amélioration d'un récepteur sur les bandes OC	177

CHAPITRE VIII

L'alignement des récepteurs	182
§ 1. — Alignement des circuits MF	182
§ 2. — Cas d'une MF inconnue	184
§ 3. — Alignement de la commande unique	186
§ 4. — Mise au point et réglage des récepteurs à FM	192
Cas des récepteurs FM stéréophoniques	197
§ 5. — Alignement des récepteurs à transistors	208

CHAPITRE IX

§ 1. — Mesures simples en basse fréquence	211
Impédance d'une bobine mobile	211
Impédance d'un haut-parleur (transformateur de sortie)	212
Puissance modulée	213
Distorsion	214
§ 2. — Réactance inductive et capacitive. Fréquence de résonance.	
Mesure des inductances	214
Circuits résonnants	216
Mesure du coefficient de self-induction	217
Détermination des caractéristiques des bobinages à air	219

CHAPITRE X

Dépannage mécanique	221
Câblerie de cadran	221
Soudures à effectuer sur des supports en trolitul	223
Prolongation des axes de commande	224
Pour porter vis et écrous aux endroits difficiles	224
Entretien des fers à souder	226

CHAPITRE XI

L'oscillographe et le service-man	227
§ 1. — Dépannage et mise au point à l'oscillographe	227
Redressement et filtrage	228
Distorsions BF	229
Equilibrage d'un push-pull	232
Réglage du filtre 9 kc/s éliminateur de sifflements	233
Détection BF	234
Surcharge de l'amplificateur MF. Antifading	235
Etude de l'oscillateur du changement de fréquence	237
Emploi de l'oscilloscope en voltmètre à lampe	237
§ 2. — Alignement des récepteurs à l'oscillographe	238
Amplificateur MF	239
Réglage HF ; examen de la sélectivité globale	245

CHAPITRE XII

Méthode de dépannage dynamique « Signal tracing »	247
Méthode du multivibrateur	256

CHAPITRE XIII

Réparation des tourne-disques, pick-up, électrophones, magnétophones, chaînes Hi-Fi	261
§ 1. — Dépannage des amplificateurs BF à lampes et à transistors	261
Alimentation	261
Ronflement. Bruits divers	264
Haut-parleur	267
Etage final	269
Etages amplificateurs de tension et préamplificateurs ..	271
Perturbations ultrasoniques	273
Etage déphaseur	275
Vérification des étages push-pull et déphaseur	276
Amplificateurs stéréophoniques	279
Mise en phase des haut-parleurs	282
Cas des amplificateurs BF à transistors	283
L'oreille et la règle des 400 000	285
Le bras de pick-up et son style	286
Examens oscilloscopiques des amplificateurs BF	287
Caractéristiques « amplitude/fréquence »	287
Les distorsions	290
Considérations sur un amplificateur simple	291
Examen d'amplificateurs BF en signaux rectangulaires ..	293
§ 2. — Electrophones et radio-phonos	297
Pick-up magnétique	301
Pick-up cristal	303
§ 3. — Magnétophones	305
Conclusion	309