

CHAPITRE XI

L'Oscilloscope Cathodique

BUT ET COMPOSITION DE L'OSCILLOSCOPE

L'Oscilloscope Cathodique est un appareil extrêmement répandu dans toutes les branches, toutes les activités relevant de l'Electronique.

En ce qui nous concerne pour notre part, disons que ce n'est pas un instrument qui intéresse **uniquement** le dépannage-radio, ou **uniquement** la fabrication de téléviseurs, ou **uniquement** la mise au point d'amplificateurs basse fréquence; etc. Pratiquement, on peut dire qu'on l'utilise pour **toutes ces activités...** et pour d'autres encore.

La caractéristique essentielle de ce remarquable appareil est de **permettre de voir** des courants électriques, des tensions, des déphasages, des distorsions, tout ce qui est phénomène électrique. Il n'est pas exagéré de dire que dans certains cas, quelques minutes passées à examiner les courbes fournies par l'oscilloscope renseignent autant, sinon mieux, que quelques heures passées en essais et en tâtonnements avec l'aide d'un appareillage non approprié. Vous pourrez d'ailleurs en juger lorsque nous en arriverons aux exemples d'utilisation pratique de cet instrument.

Il a malheureusement été longtemps considéré comme devant être l'apanage des Laboratoires fortement équipés et dotés de moyens financiers puissants, et cela parce que « il est gros, il est lourd, il est très cher... ».

Nous avons donc étudié et conçu un modèle qui, tout en fournissant toutes les performances qu'on est en droit d'attendre d'un oscilloscope, est mis à la portée de tous les Amateurs-Radio et Professionnels par la simplicité de sa fabrication et un prix de revient raisonnable.

L'âme de l'oscilloscope est le **tube cathodique** dont nous vous rappelons en figure 130 le principe de fonctionnement et la constitution.

La source d'alimentation est une T.H.T. (très haute tension) de l'ordre de 700 volts environ et dont ici c'est le **positif** qui est relié à la **masse**, et le **néгатif qui est isolé**. Une chaîne de résistances et de potentiomètres constitue un pont diviseur de tension et fournit les différentes tensions nécessaires aux diverses électrodes du tube.

Celui-ci comporte un filament branché sous 6,3 volts, puis la cathode émettrice d'électrons. Ces électrons doivent être canalisés en un fin

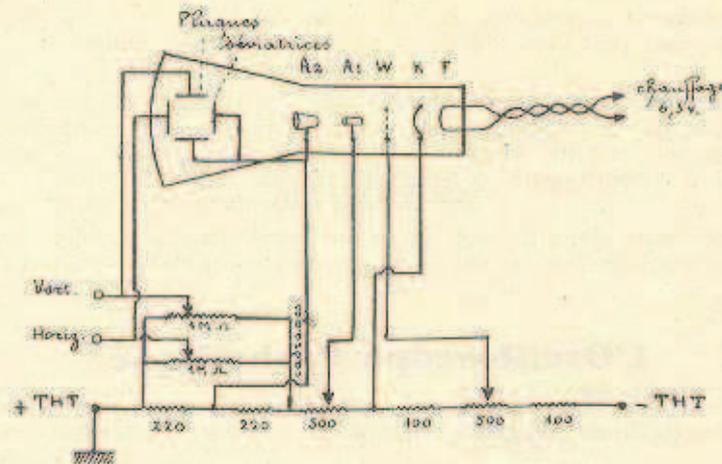


Fig. 130. — Disposition des électrodes d'un tube cathodique, et leurs circuits d'alimentation. Sauf spécification, les résistances sont marquées en kilohms.

pinceau qui vient frapper la couche fluorescente du tube et l'illuminer; le point d'impact, la tache lumineuse ainsi créée est appelée **le spot**.

Près de la cathode se trouve le WEHNELT, il est porté à un potentiel négatif et réglable par rapport à la cathode, il agit sur la brillance, la luminosité du spot.

Vient ensuite une anode A1 au potentiel également réglable, elle agit sur la finesse du spot. On arrive enfin aux plaques déviatrices, reliées à une anode A2 accélératrice des électrons.

C'est aux plaques déviatrices qu'on applique des tensions variables, qui dévient le pinceau d'électrons et créent sur l'écran des figures que l'on peut examiner. Deux des plaques sont reliées à l'anode et à un potentiel fixe, les deux autres sont reliées à des potentiomètres de cadrage qui permettent de cadrer le spot au milieu de l'écran.

Ces quatre commandes sont disposées à l'arrière de l'appareil, car il ne s'agit ici que d'ajustages qui sont à refaire de temps à autre.

Vous pouvez voir dès maintenant qu'une tension parvenant à l'une des plaques provoquera une déviation verticale du spot, et que sur l'autre plaque nous provoquerons une déviation horizontale.

Nous vous donnons, en figure 131, le tableau synoptique des éléments qui constituent notre oscilloscope; examinons-les successivement.

Le but de l'oscilloscope est de permettre l'examen visuel d'une oscillation, d'une sinusoïde, d'une tension, et d'une façon plus générale d'un signal quel qu'il soit. Si ce signal se présente sous une tension suffisante, on peut l'appliquer directement à la plaque de déviation verticale. Dans la plupart des cas cette tension est insuffisante et on le fait passer au préalable par un **amplificateur vertical** qui doit évidemment être aussi linéaire que possible pour ne pas le déformer.

Une tension sinusoïdale ainsi appliquée ne provoquerait qu'un trait vertical, il faut donc également provoquer un déplacement du spot dans le sens horizontal, ce qu'on appelle « balayer » le tube.

On utilise pour cela un **générateur de balayage**, plus couramment appelé **base de temps**. Cette base de temps crée une tension en dents de scie dont l'allure est donnée par la figure 132. En pratique on ne parvient pas toujours à cette forme idéale mais on tend à s'en rapprocher autant que possible.

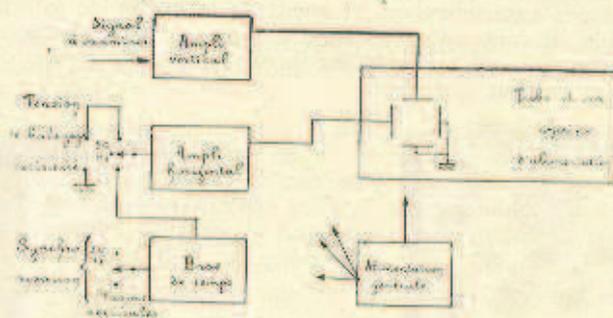


Fig. 131. — Schéma synoptique des différents étages constituant un oscilloscope cathodique complet.

La tension de balayage délivrée par la base de temps est ensuite amplifiée par un **amplificateur horizontal**, puis appliquée à la plaque de déviation.

La **fréquence** de cette tension est réglable, car elle doit être en rapport avec la fréquence du signal à examiner. On peut d'autre part la commander, la synchroniser sur le 50 périodes du secteur; on peut enfin la synchroniser également sur le signal à examiner lui-même, en la reliant aux plaques verticales.

On dispose donc intérieurement de la base de temps qui fournit une tension de balayage en dents de scie, dite encore **balayage linéaire**. Mais l'amplificateur horizontal peut également être commuté sur le 50 périodes du secteur, ce qui nous permet un **balayage sinusoïdal**. On peut enfin appliquer de l'extérieur une tension de balayage quelconque, au gré de l'utilisateur, pour permettre une meilleure observation du phénomène à examiner.

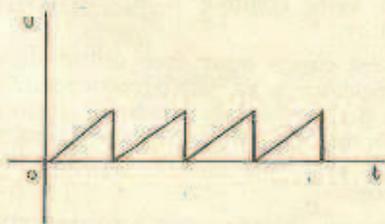


Fig. 132. — Forme idéale de la tension en dents de scie destinée au balayage linéaire.

Si vous n'avez encore jamais étudié la technique des oscilloscopes, nous vous engageons à bien revoir les définitions données ci-dessus. Pratiquement, il faut les connaître par cœur, ces termes reviendront constamment lors des exemples d'utilisation pratique de l'oscilloscope.

Caractéristiques de l'Oscilloscope Cathodique OS. 7

La figure 133 vous donne une vue de l'Oscilloscope OS. 7 et de son coffret d'alimentation.

Le pinceau électronique d'un tube cathodique est très sensible aux champs électriques extérieurs, qui risquent de le dévier de sa trajectoire. Pour éviter cela, il faut entourer tout le tube par un blindage spécial en **mu-métal**, élément qui présente les inconvénients d'être lourd, encombrant, fragile, et surtout fort cher.

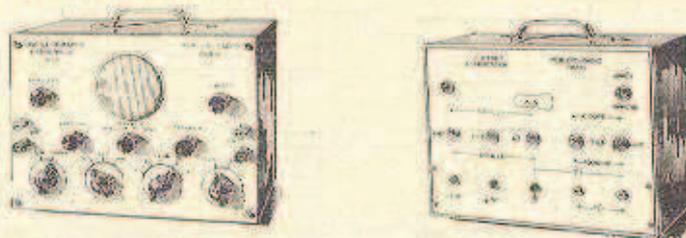


Fig. 133. — L'Oscilloscope Cathodique OS. 7 et son coffret d'alimentation. Un ensemble s'harmonisant avec tous les autres appareils.

C'est pour éviter cela que nous avons préféré concevoir une alimentation séparée, qui évite le voisinage d'un transformateur d'alimentation et du champ qu'il crée avec le tube cathodique.

Toute l'alimentation est donc contenue dans un coffret séparé qui est relié à l'oscilloscope par un cordon de liaison à 6 conducteurs. D'autre part, faisant d'une seule pierre deux coups, toutes les tensions ainsi produites sont rendues utilisables directement par le jeu d'inverseurs qui les amènent sur des douilles de sortie disposées sur le panneau avant. Une telle conception rend de nombreux services dans un atelier de montage et de dépannage.

Le tube cathodique employé est DG 7/32, de 70 mm de diamètre. C'est un tube moderne, qui présente les avantages d'être de dimensions réduites, et de se contenter d'une T.H.T. relativement faible, de l'ordre de 700 volts, ce qui évite l'emploi d'un transformateur d'alimentation spécial pour la produire.

Cet oscilloscope est conçu pour être utilisé dans le domaine s'étendant de la basse fréquence à la vidéo-fréquence. Sa bande passante le rend apte à l'examen des signaux de synchronisation et de vidéo-fréquence en télévision. Ses circuits de synchronisation sont spécialement étudiés en vue d'un affichage avec une parfaite stabilité des signaux lignes et images d'un téléviseur.

La **base de temps** est relaxée, avec ou sans **retour du spot**, réglable entre 1 microseconde et 10 millisecondes. Fréquences de balayage s'étendant de 5 hertz à 100 kilohertz, impédance d'entrée 1 mégohm.

Le **tube cathodique** est à fond plat, spot vert non rémanent, utilisation de la surface totale de l'écran.

Amplificateur de déviation horizontale passant une bande de fréquences de 2 hertz à 1 mégahertz à 3 décibels, réglage progressif.

Amplification de déviation verticale passant une bande de fréquences

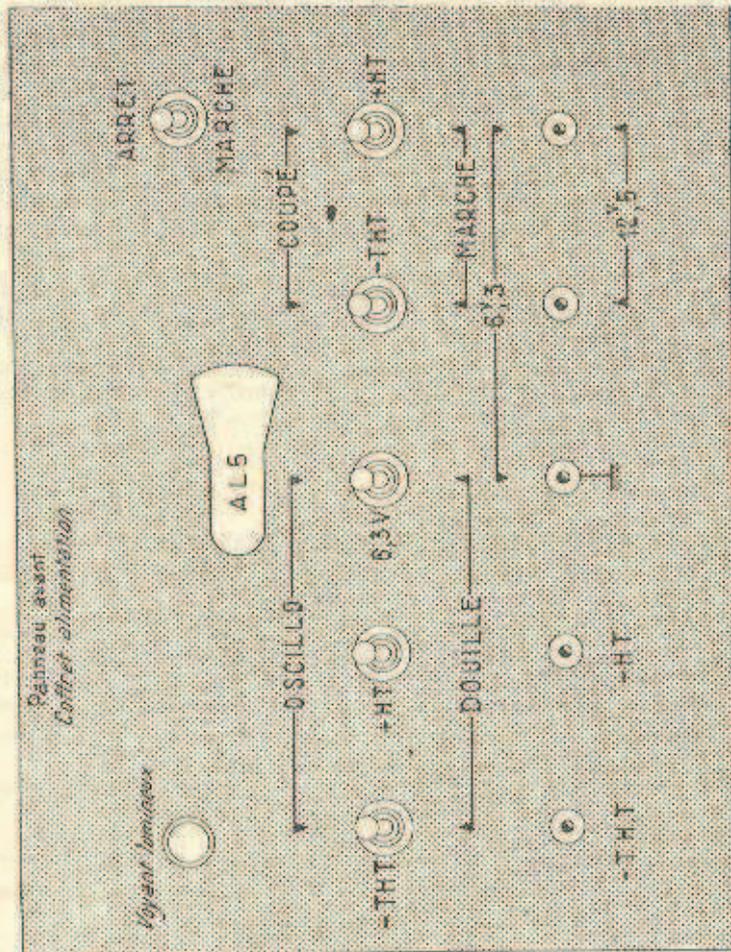


Fig. 135. — Disposition des éléments sur le panneau avant du coffret d'alimentation AL 5.

L'alimentation

Cette partie est celle qui est contenue dans le coffret d'alimentation, son schéma est représenté en figure 134. L'ensemble est relié à l'oscilloscope par un cordon à 6 conducteurs aboutissant à un bouchon à 6 broches.

Ce coffret constitue d'autre part une excellente alimentation générale si utile dans tout atelier de montage et de dépannage, professionnel ou amateur. Dans ce but, toutes les tensions qu'il délivre sont disponibles sur des douilles disposées sur l'avant du coffret. On peut disposer ainsi des tensions suivantes :

- 6,3 volts et 12,6 volts en alternatif,
 - 280 volts et 760 volts en continu,
- ce qui permet de nombreuses utilisations.

Toutes ces tensions peuvent être coupées, ou commutées soit sur

l'oscilloscope, soit sur les douilles d'utilisation. Nous voyons en figure 135 la disposition adoptée sur le panneau avant.

La haute tension normale qui est de 290 volts est obtenue par le procédé le plus classique : transformateur, valve et deux cellules de filtrage.

La T.H.T. qui est de 760 volts est obtenue par une valve double diode 6AL5 montée en redresseur doubleur de tension. Attention, c'est le positif qui est mis à la masse, le négatif est isolé et transmis au tube cathodique.

Le chauffage du tube est assuré par un petit transformateur 6,3 V/6,3 V à fort isolement et dont le primaire est alimenté par le secondaire de chauffage du transformateur principal. Le but de ce dispositif est d'isoler le filament du tube cathodique qui se trouve au voisinage de la cathode, elle-même portée à une forte tension négative par rapport à la masse.

Un voyant lumineux contrôle la mise en route de l'appareil.

Pour obtenir le 12,6 volts, les deux enroulements du transformateur sont montés en série. Le sens de l'enroulement intervient, au moment de la vérification des tensions il suffit éventuellement d'inverser le sens des connexions qui aboutissent à l'un des enroulements pour obtenir la tension voulue.

Passons maintenant au schéma général représenté en figure 136 pour en examiner successivement les différents étages.

Le tube cathodique et ses circuits.

Nous utilisons ici le tube cathodique DG7/32 qui possède notamment la propriété de se contenter d'un T.H.T. relativement réduite, ici 760 volts; ce qui nous évite l'emploi d'un transformateur spécial et de grandes précautions d'isolement.

La T.H.T. de 760 volts est appliquée aux bornes d'une chaîne de résistances et de potentiomètres qui aboutit à la masse et qui détermine les différentes tensions qui sont appliquées aux électrodes du tube. En partant du filament, nous rencontrons la cathode, le Wehnelt, les anodes A 1 et A 2, et les plaques de déviation horizontale (D^x, D^y) et verticale (D^z, D^{z'}). Pour assurer le cadrage du spot dans le sens vertical, nous disposons du potentiomètre double P 8 commandé par un seul axe. De même P 9 assure le cadrage horizontal. Le potentiomètre P 10 agit en correction d'astigmatisme. P 7 dose la tension appliquée à l'anode 1 et détermine la finesse du spot. P 6 rend la tension appliquée au Wehnelt plus ou moins négative par rapport à la cathode et commande la luminosité de l'image.

LA BASE DE TEMPS

Nous avons ici deux triodes contenues dans un même tube, ECC81 ou 12AT7; ces deux triodes sont montées en multivibrateur à couplage cathodique et délivrent la tension dite « en dents de scie » propre à assurer le balayage du tube. Cette tension est prélevée sur l'anode de la broche 6, elle permet de déplacer le spot horizontalement. A cet effet, elle est ensuite amplifiée par l'amplificateur horizontal et appliquée aux plaques de déviation horizontale du tube cathodique. Elle est également appelée tension de balayage.

La rapidité de déplacement du spot, ou fréquence de la base du temps, est déterminée par la valeur des condensateurs mis en service par le commutateur « **fréquences** » marqué S 3, comportant 6 positions dont une non connectée met la base de temps hors service. Ces 5 gammes peuvent d'ailleurs être étalées chacune entre 2 fréquences limites à l'aide du potentiomètre P 3 dit « **vernier de fréquences** ». On l'emploie pour déterminer la fréquence de balayage la plus favorable dans chaque gamme.

Il est très commode d'immobiliser sur l'écran la courbe que l'on veut observer. Pour cela, on amène de l'extérieur une **tension de synchronisation** qui va commander la fréquence de balayage de la base de temps. Elle est dosée par le potentiomètre de synchronisation P 4 sur la grille de la broche 2. On la prélève par un commutateur S 4, soit sur la tension de chauffage des filaments (c'est donc du 50 périodes), soit à la sortie de l'amplificateur vertical.

Signalons qu'il est toujours préférable de travailler avec une tension de synchronisation réduite, une trop forte tension ayant pour effet de déformer les courbes observées.

P 5 est un potentiomètre double, commandé par un seul axe, et qui agit sur la linéarité du balayage. Pour obtenir une bonne répartition horizontale des courbes sur l'écran, il est en effet nécessaire que la ligne de la dent de scie soit bien droite, alors qu'elle a plutôt tendance à être courbe; dans ce dernier on constate que les sinusoides observées sur l'écran sont resserrées vers la droite.

L'amplificateur horizontal

Cet amplificateur est équipé d'une double triode 12AT7/ECC81. Par l'intermédiaire d'un commutateur placé à l'entrée, il peut être commandé, soit par la tension en dents de scie fournie par la base temps, soit par une tension sinusoïdale intérieure à 50 périodes (prélevée sur le 6,3 V), soit par une tension extérieure quelconque : par exemple signaux rectangulaires, anode d'un tube push-pull dont l'autre anode attaque l'entrée verticale, etc.

La liaison au commutateur s'effectue par un condensateur de 0,1 μ F et un potentiomètre de 1 mégohm permettant le **réglage de l'amplitude d'entrée**.

Cet étage est monté en push-pull auto-déphaseur, dit aussi **déphaseur de Schmitt**. La première triode amplifie les tensions transmises par le potentiomètre. La résistance de 3900 ohms est commune aux deux cathodes, de telle sorte que les tensions amplifiées qui apparaissent sur la première sont transmises à la seconde; c'est par ce ce circuit que se fait la liaison d'une triode à l'autre.

Les circuits des deux éléments sont montés de façon identique, et en particulier les résistances de charge des deux anodes doivent être absolument identiques, raison pour laquelle nous avons utilisé des résistances de précision à 1 %. C'est aux bornes de ces résistances qu'apparaissent les tensions amplifiées et en opposition de phase, qui sont ensuite transmises aux deux plaques de déviation horizontale D₁ et D₂.

L'amplificateur vertical

Disons tout de suite que l'amplificateur vertical constitue la partie la

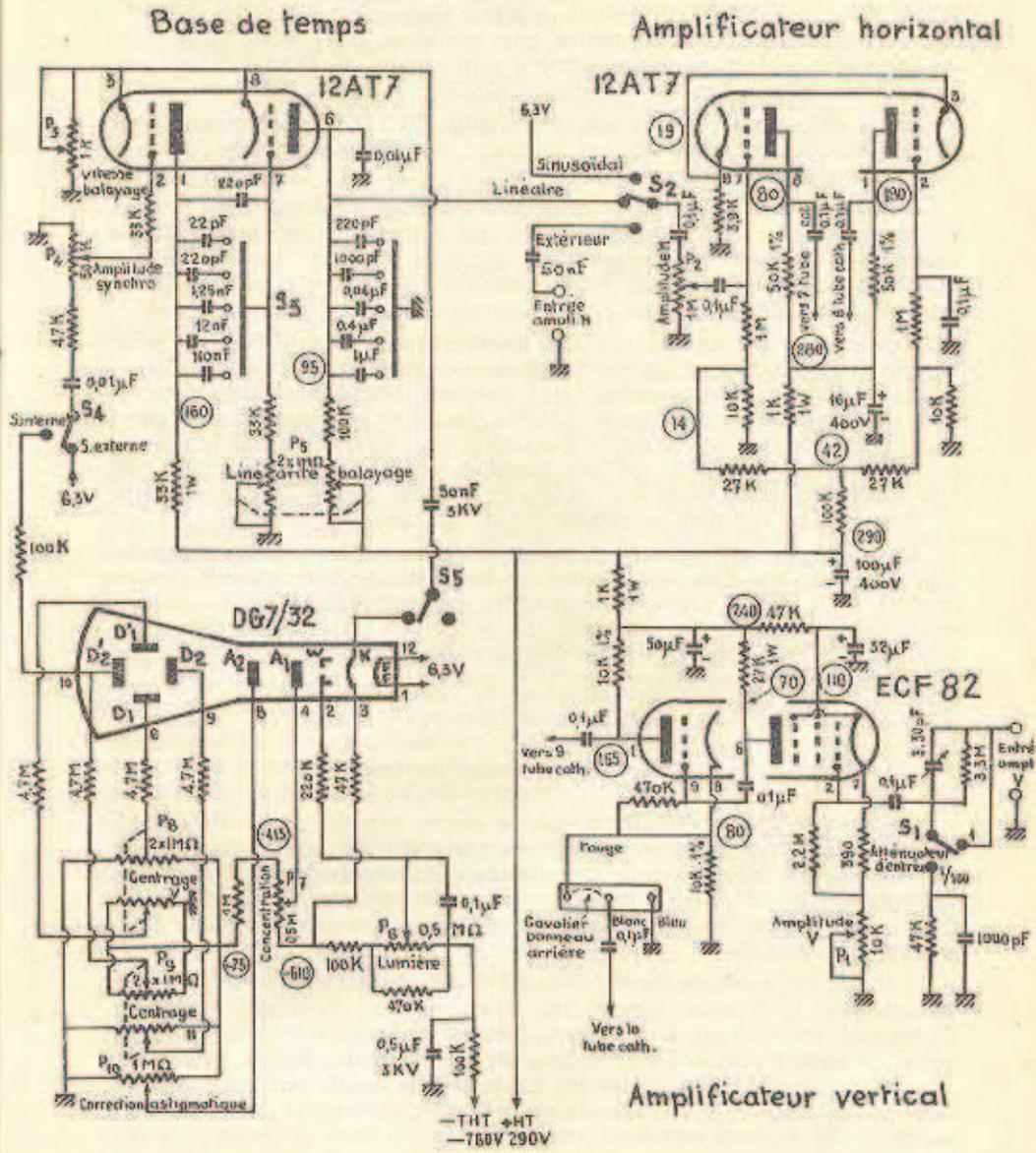


Fig. 136. — Le schéma général et complet de l'Oscilloscope OS. 7.

plus délicate de notre appareil, celle qui demandera le plus de soins. C'est en effet cet amplificateur qui reçoit les signaux que l'on veut examiner. A ce titre, nous lui demandons d'être linéaire pour qu'il ne déforme pas ces signaux, et de transmettre une bande de fréquences aussi large que possible; ceci entre autres élimine tout emploi de blindages, qui provoquent des pertes sur les fréquences élevées.

Nous utilisons ici encore un tube double ECF82 triode-pentode, dont l'élément pentode fonctionne en première amplification, puis l'élément triode en déphaseur.

Nous trouvons à l'entrée un atténuateur à deux positions, dont l'action est complétée par le potentiomètre P1 qui agit en réglage progressif de l'amplitude verticale. Le condensateur ajustable de 30 pF favorise le passage des fréquences élevées, nous indiquons plus loin comment il est possible de le régler.

Toutes les précautions ont été prises dans cet amplificateur pour obtenir une linéarité et un fonctionnement aussi parfaits que possible: l'alimentation en haute tension est à nouveau filtrée par 1000 ohms et 50 microfarads, fort découplage d'écran, faible charge anodique, réglage d'amplitude n'agissant pas sur la fréquence, etc. A la sortie, sur le dernier étage, deux sorties prélèvent des tensions en opposition de phase sur l'anode et la cathode. Dans ces circuits les charges doivent être absolument identiques, d'où l'emploi de résistances de précision de 10 k Ω .

Les tensions amplifiées sont ensuite dirigées sur les plaques de déviation verticale. Sur l'un des circuits (ce peut être indifféremment l'un ou l'autre), nous avons prévu deux douilles de branchement, normalement court-circuitées par un cavalier métallique. Si l'on retire ce cavalier, on a ainsi accès à l'une des plaques de déviation et il est possible d'y appliquer directement une tension que l'on veut examiner, et qui est d'amplitude suffisante pour cela.

Effacement du retour du spot

Lorsque le spot a été déplacé de la gauche vers la droite de l'écran, il revient directement en ligne droite à son point de départ, ligne qui se voit sur l'écran; c'est ce qu'on appelle **trace de retour**, ou retour du spot. Cette trace peut être utile ou gênante suivant les observations que l'on fait, c'est pourquoi on a recherché un moyen de la supprimer, ou de la laisser subsister.

Il faut pour cela amener sur la cathode du tube cathodique une tension de polarisation de sens convenable, et ce pendant le temps de retour du spot au moment où il est gênant. L'impulsion nécessaire a été prélevée sur la cathode de la 12AT7 de la base de temps. Nous voyons, partant de ce point, un circuit comportant un condensateur de 50 nF soigneusement isolé, et aboutissant à la cathode du tube par l'intermédiaire d'un commutateur S5 à deux positions qui permet à volonté d'éliminer ou de brancher ce circuit.

Fréquences de la base de temps

Les éléments de la base de temps ont été établis pour fournir les fréquences suivantes sur les cinq positions :

— Position 1, à partir de 30 000 c/s.

- Position 2, à partir de 3 000 c/s.
- Position 3, à partir de 400 c/s.
- Position 4, à partir de 80 c/s.
- Position 5, à partir de 10 c/s.

Il s'agit ici de **valeurs moyennes** permettant de situer sur quelle gamme on doit se placer pour l'observation que l'on doit faire, étant bien entendu que le vernier de fréquences permet ensuite de modifier les valeurs de chaque gamme. Il ne sera pas impossible si on le juge nécessaire d'étalonner exactement chaque gamme de fréquences de la base de temps, à partir d'un générateur basse fréquence étalon.

Montage et câblage

Nous donnons une suite de figures et plans qui aideront dans la réalisation matérielle de cet appareil.

Les figures 137 et 138 concernent le coffret d'alimentation, vues de dessus et de dessous. Cette partie ne présente absolument aucune difficulté.

Pour le coffret de l'oscilloscope, rappelons une règle essentielle et qui devrait toujours être appliquée, en particulier dans des montages un peu complexes comme c'est le cas ici : ne pas suivre **aveuglément** un plan de câblage sans trop savoir ce que l'on fait, mais en cours de câblage se « recouper » toujours sur le schéma de principe... qui est là pour ça... On évite ainsi des risques d'erreurs, et à la fin on connaît beaucoup mieux l'appareil que l'on vient de monter; cela facilitera toujours toutes vérifications et dépannages ultérieurs.

Lorsque vous aurez en mains tous les éléments nécessaires, vous commencerez par procéder au montage mécanique. Le châssis est disposé verticalement et solidaire du panneau avant auquel il est fixé par quatre tiges filetées, à 10 cm environ. C'est sur le châssis que sont fixés potentiomètres et commutateurs; seul est fixé directement sur le panneau avant le commutateur de retour du spot. Sa liaison au châssis se fait par un cordon blindé à 2 conducteurs.

Le tube cathodique traverse le châssis, auquel son support est fixé par deux tiges filetées; un dispositif permet d'orienter le tube, et sur le panneau avant un jonc de plastique évite le contact direct verre-métal. Les quatre potentiomètres P 6 à P 9 ont leurs boutons de commande disposés à l'arrière, parce que moins utilisés. Ils sont montés sur une barrette de bakélite fixée sur le châssis, leurs axes traversent le panneau arrière, dont ils doivent être isolés par une gaine de plastique.

Les potentiomètres P 5 et P 10 sont à régler une fois pour toutes au moment de la mise au point finale. Axes orientés vers l'arrière, nous les avons placés respectivement P 10 contre P 1 et P 5 contre P 3; ils peuvent être simplement maintenus par leurs connexions de câblage, on peut également souder légèrement boîtier contre boîtier. Chaque axe peut être coupé et recevoir un trait de scie pour pouvoir être actionné au tournevis.

Des blindages inter-étages séparent l'amplificateur vertical de l'amplificateur horizontal, et ce dernier des circuits de balayage. Les condensateurs de la base de temps sont montés sur plaquette à cosses que l'on peut câbler avant mise en place. Les valeurs désirées peuvent être obtenues par des éléments standards mis en dérivation; par exemple un 100 nF et un 10 nF nous donneront 110 nF. La plaquette à 3 douilles est également fixée sur le panneau arrière; liaison au châssis par cordon à

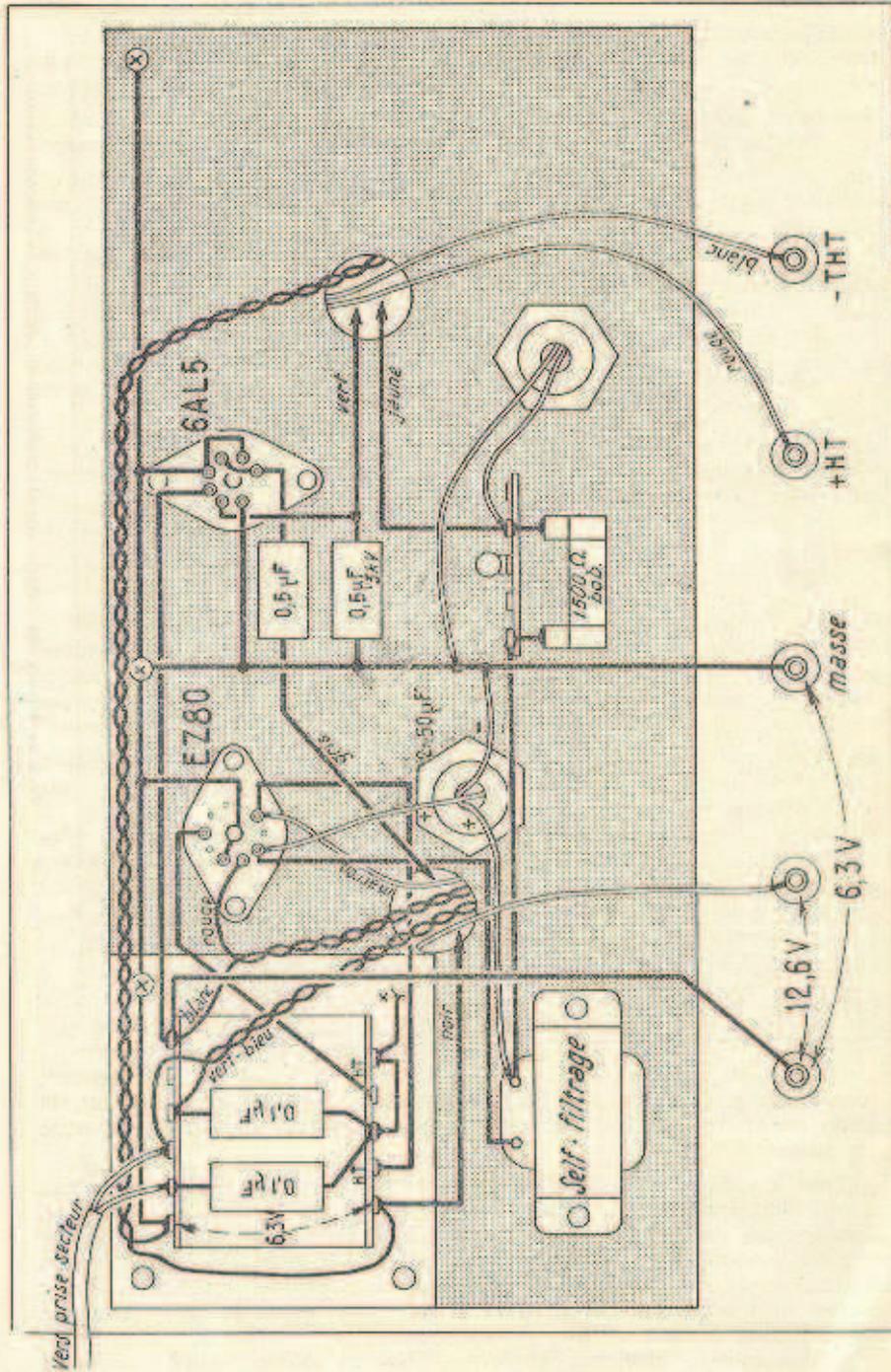


Fig. 138. — Câblage du coffret d'alimentation vu par dessous.

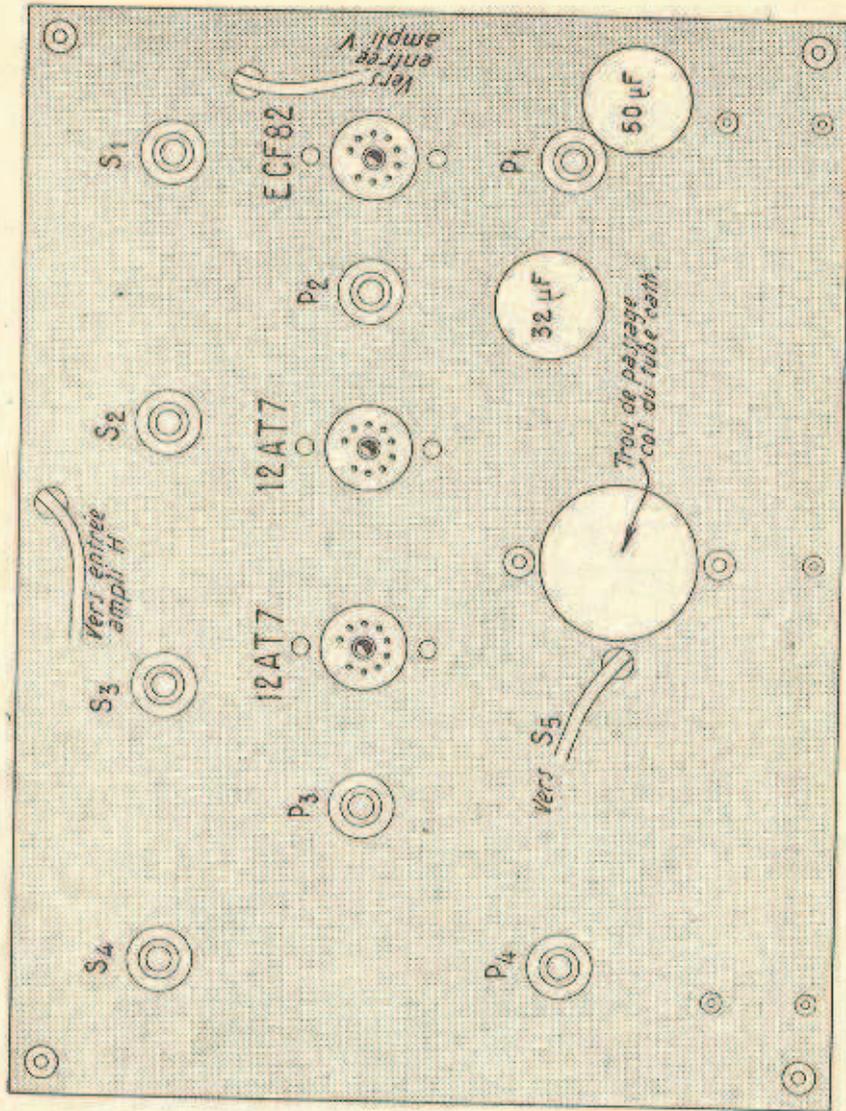


Fig. 139. — Face supérieure du châssis disposé verticalement, derrière le panneau avant.

3 conducteurs. Des douilles d'entrée disposées sur le panneau avant, la liaison au châssis se fait par cordon blindé, gaine soigneusement mise à la masse.

Tout le câblage doit être fait en connexions courtes, rigides, directes... et avec des soudures impeccables, est-il besoin de le dire? Là où nous avons indiqué des condensateurs isolés à 3 000 volts, respecter cette valeur qui a été déterminée par l'expérience... Dans un tel montage, il y a toujours intérêt à procéder à un câblage rationnel, méthodique et contrôlé. On se réserve ainsi le minimum de surprises au moment de la mise en route. Entre autres, il faut vérifier soigneusement la chaîne des résistances et potentiomètres branchée entre — THT et masse, ainsi que les

liaisons aux électrodes du tube avant la mise sous tension, il ne faut absolument pas qu'il y ait coupure dans ce circuit.

La figure 139 montre la face supérieure du châssis disposé verticalement, derrière le panneau avant, dont le câblage arrière est représenté par les figures 140 et 141.

Le plan de câblage de la figure 140 est celui du côté opposé du châssis vertical précité, que l'on voit en retirant le côté arrière du coffret.

Les éléments associés au commutateur S_1 sont montés sur une plaquette de bakélite à cosses (figure 142) qui est ensuite fixée au-dessus de S_1 . Son emplacement est indiqué en pointillés et les liaisons sont repérées par les numéros 1 à 15.

Les potentiomètres P6, P7, P9 et P8 sont montés sur une plaquette de bakélite, fixée par tige filetée à 30 mm environ du châssis vertical. Le câblage du côté arrière de cette plaquette, c'est-à-dire de ces potentiomètres dont les axes sont accessibles à l'arrière du coffret est indiqué sur la figure 141 et les liaisons sont repérées par les lettres a à l.

La figure 144 montre une partie du coffret arrière qui supporte les trois douilles de fiches bananes, montées sur plaquette de bakélite, pour l'attaque directe des plaques de déviation verticale. Le câblage du bouton de liaison au coffret alimentation est également représenté sur cette figure.

Mise en route et mise au point

Nous avons indiqué sur le schéma de principe les différentes tensions mesurées aux principaux points du montage par rapport à la masse. Rappelons que ces valeurs ne sont absolument pas critiques, de légers écarts pourront être facilement observés. Pour la mise en route, on pourra s'inspirer du processus suivant.

Ne mettre en place que le tube cathodique, à l'exclusion des autres lampes, régler les potentiomètres situés à l'arrière à mi-course. Agir sur P8 et P9 pour obtenir le cadrage du spot au centre, agir sur P6 et P7 pour obtenir un spot fin et lumineux; réduire la luminosité lorsque le spot est immobile pour ne pas détériorer la couche fluorescente du tube.

En aucun cas le point obtenu ne doit s'allonger horizontalement ou verticalement lorsque les plaques de déviation sont réunies à la masse. En touchant du doigt la plaque verticale, on doit observer un trait fin et rectiligne, de même lorsqu'on touche la plaque horizontale.

Si les traits observés ne sont pas bien verticaux et horizontaux il faut modifier l'orientation du tube convenablement; le support de tube qui est fourni comporte une fixation sur le châssis qui permet ce changement d'orientation.

Mais attention, pour cela vous allez mettre **les deux mains** dans l'appareil... alors... coupez le courant, c'est plus sûr...

Mettre en place les lampes des deux amplificateurs, le spot doit toujours rester punctiforme. En touchant la grille de chaque lampe, on doit provoquer un balayage rectiligne. Mettre en place la 12AT7 génératrice du balayage; en actionnant le commutateur de gammes ou le vernier, le spot doit toujours rester sous la forme d'un point. Si on observe un petit trait il y a quelque part induction ou découplage insuffisant.

Si l'on observe une différence de luminosité sur le parcours du balayage, c'est que le Wehnelt est induit par rapport à la cathode, ou

inversement. Si le trait horizontal n'est pas droit, c'est que la partie amplification verticale est induite, ou mal découplée. L'impossibilité de cadrer provient d'une fuite dans les condensateurs de liaison aux plaques de déflection. Si la courbe observée danse sur l'écran et qu'à chaque sommet de la courbe la trace se dédouble, nous penserons à un ronflement dans l'amplificateur vertical, vérifier le câblage, découplages, blindages.

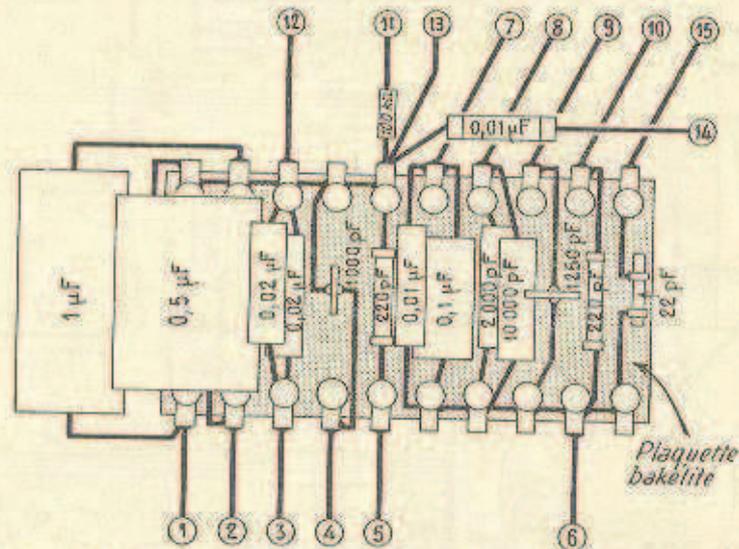


Fig. 142. — Câblage de la plaque de bakélite à cosses, du châssis de la figure 7.

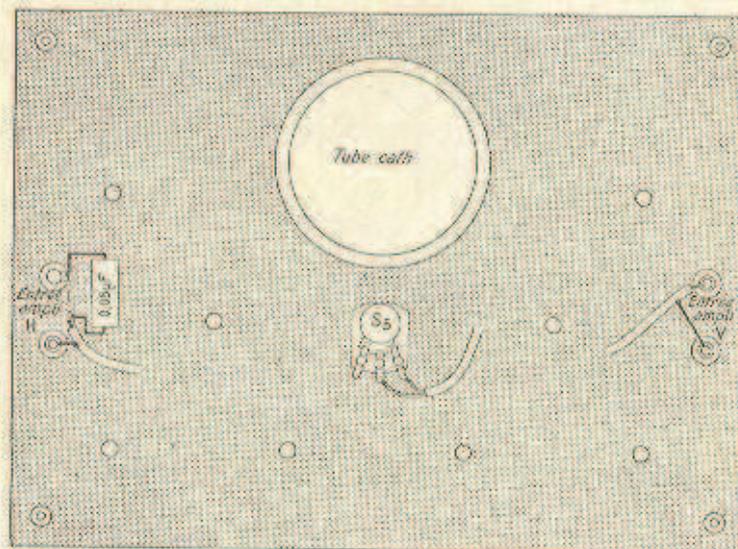


Fig. 143. — Eléments montés sur le côté arrière du panneau avant.

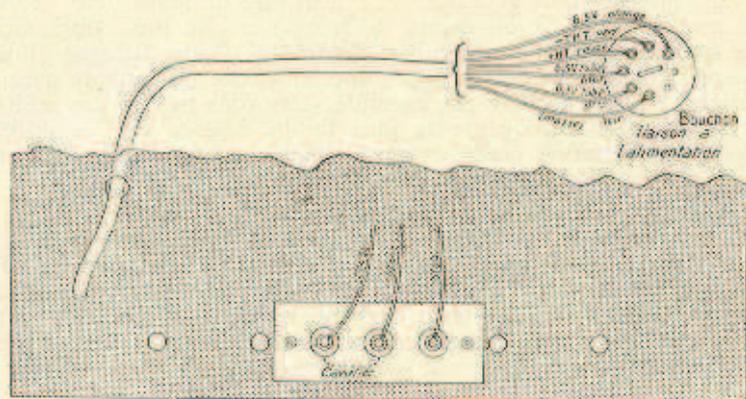


Fig. 144. — Vue de la partie supérieure du panneau arrière du coffret.

Pour le coffret d'alimentation, nous avons vu qu'en reliant en série les 2 secondaires de chauffage, on peut disposer de 12,6 volts. Si on n'obtient pas cette tension, il faut inverser le sens de branchement de l'un des enroulements.

La prise de synchronisation peut être faite sur D1 ou sur D2 indifféremment.

Le réglage de P 5 permet d'obtenir une bonne linéarité du balayage. Pour cela, on peut observer sur l'écran 4 ou 5 sinusoïdes fournies par le 50 Hz du secteur; agir sur le potentiomètre pour obtenir des sinusoïdes régulièrement espacées.

P 10 agit en correction d'astigmatisme. On peut toujours observer le 50 Hz du secteur, mais avec une fréquence de balayage élevée; on obtient ainsi une grande trame pouvant couvrir largement l'écran, agir sur le potentiomètre jusqu'à l'obtention de luminosité régulière, identique sur toute la surface.

A l'entrée de l'amplificateur vertical se trouve un condensateur ajustable, qui agit sur la bande passante de l'amplificateur, donc de tout l'appareil. C'est là l'une des caractéristiques essentielles, qui mérite d'être particulièrement soignée. Si l'on ne dispose d'aucun moyen accessoire on pourra laisser cet ajustable dans une position moyenne. Pour notre part, nous avons appliqué à l'entrée un signal rectangulaire à 20 000 périodes provenant d'un générateur basse fréquence. L'action sur l'ajustable est résolument déterminante, il permet de « passer » des signaux absolument carrés, à fronts raides, impeccables. Or, on sait que la transmission de signaux rectangulaires est un test rigoureux et déterminant de la qualité d'un amplificateur de réglage de l'ajustable est très commode en ce sens qu'il permet d'agir simplement et « à vue », jusqu'à l'obtention de signaux bien carrés.

Remarquez que, au cours de tous les essais qui sont menés successivement, on peut dire que l'oscilloscope se dépanne par lui-même, par simple observation de l'écran. On met chaque étage en route l'un après l'autre, et si de ce fait, on provoque une perturbation on sait que c'est l'étage qui vient d'être démarré qui est responsable.

Vous allez pouvoir après cela examiner des sinusoïdes.

Il faut disposer d'un générateur, ce peut être un générateur basse fréquence comme le BF. 3, un disque de fréquences, ou tout simplement le secteur que vous reliez aux douilles d'entrée verticale. Balayage linéaire, pour lequel vous choisissez toujours une fréquence en rapport avec celle à examiner. Pour le secteur par exemple vous vous mettez sur position 5 qui correspond à la fréquence la plus faible. Agissez sur les différents réglages d'amplification pour obtenir quelques sinusoïdes, agissez sur le vernier de fréquence pour les immobiliser.

Si vous obtenez par exemple 3 sinusoïdes, vous saurez qu'à ce moment la fréquence du balayage est le tiers de la fréquence du signal. Pour observer une image bien stable, il faut synchroniser sur « Ext », donc en 50 périodes sur 6,3 volts et doser légèrement le réglage de la tension de synchronisation P4 ; il y a toujours intérêt à travailler avec une impulsion de synchronisation réduite, une impulsion trop importante déforme la dent de scie de balayage.



Fig. 145. — L'oscilloscope fait du balayage non linéaire. Les sinusoïdes sont plus resserrées vers la droite.

Si vous observez des sinusoïdes resserrées vers la droite comme en figure 145, cela est dû à un balayage non linéaire. Au lieu de comporter des droites la dent de scie comporte des courbes trop exagérées, il y a des condensateurs défectueux, ou des tensions mal ajustées.

En règle générale, on laisse la commande de synchronisation sur INT, le balayage se trouve alors synchronisé par le signal à examiner. Profitez de ce que vous avez ainsi des sinusoïdes « sous la main » pour vous familiariser avec votre appareil en manipulant les différents réglages. Voici une autre petite expérience de « prise en main » de l'oscilloscope, que vous pouvez encore réaliser.

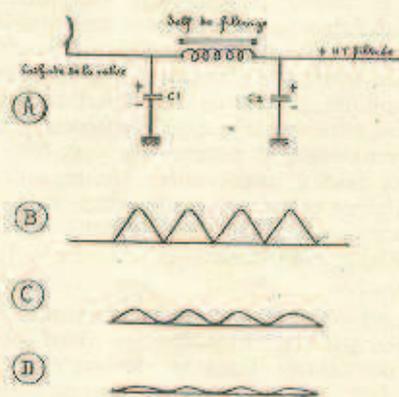


Fig. 146. — Quand l'oscilloscope permet de voir un renflement.

La figure 146 A représente une très classique cellule de filtrage, après redressement. Reliez l'entrée verticale au point 1 et les masses des deux appareils ensemble; fréquence de balayage la plus faible, réglage du vernier pour obtenir quelques périodes sur l'écran, immobilisation par le potentiomètre de synchronisation.

Vous obtenez une courbe ayant l'allure de B. Branchez l'oscillographe au point 2, vous obtenez la courbe C; **vous voyez le ronflement**, et pouvez constater qu'il est moins important à la sortie du filtrage. Un bon filtrage nous donnera une courbe comme celle représentée en D.

Si vous déconnectez le premier chimique de filtrage vous constatez que l'amplitude des ondulations s'accroît; si vous le doublez par un autre de même valeur les ondulations s'aplatissent.

EXEMPLES D'UTILISATION PRATIQUE

Tout d'abord, entendons-nous bien sur quelques définitions...

Généralement, on applique à l'entrée verticale le signal à examiner, et à l'entrée horizontale la tension de balayage. On peut fonctionner en **balayage linéaire** ou en **balayage sinusoïdal**.

En **BALAYAGE LINEAIRE** l'amplificateur horizontal est relié à la base de temps intérieure, le tube est balayé par des dents de scie, on voit sur l'écran la forme du signal tel qu'il est appliqué à l'entrée de l'oscilloscope.

En **BALAYAGE SINUSOIDAL** l'amplificateur horizontal est relié à une tension sinusoïdale prise à l'intérieur, ou le plus souvent provenant de l'extérieur de l'appareil. C'est bien souvent une fraction du signal à examiner qui est également injectée là. On n'obtient plus une sinusoïde, mais une figure d'un aspect très particulier appelée **figure de Lissajous** (1).

Retenez bien cette définition :

Lorsqu'on applique des tensions alternatives aux deux entrées verticale et horizontale d'un oscillographe, on obtient sur l'écran des courbes fermées **figure de Lissajous**. L'examen de ces figures est très intéressant et se prête à de nombreuses observations.

Passons maintenant à l'utilisation de l'oscilloscope.

Mesure du déphasage

L'oscillographe cathodique permet de déterminer le déphasage, la mesure de l'angle de phase entre **deux tensions alternatives**, ou deux courants de **même fréquence**.

Le processus à suivre est très simple, on applique l'une de ces tensions à l'entrée verticale et l'autre à l'entrée horizontale. Le déphasage peut être estimé d'après les oscillogrammes obtenus et que nous représentons en figure 147 pour les principales valeurs d'angles. Disons d'ailleurs qu'en pratique on n'obtient pas toujours des courbes aussi parfaites.

(1) LISSAJOUS - Physicien français, 1822-1880.

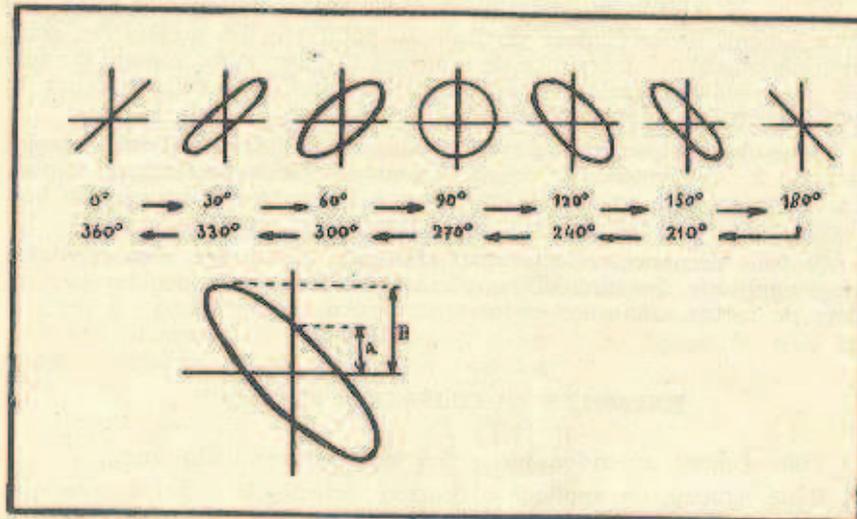


Fig. 147. — Oscillogrammes obtenus pour différents angles de déphasage. La courbe en dessous permet de calculer l'angle de déphasage.

On retrouve en partie la figure 118 si on a pris soin de régler les amplifications pour disposer d'amplitudes égales sur les plaques; la figure 119 traitait le cas de deux amplitudes inégales.

L'angle du déphasage se trouve déterminé par la relation.

$$\sinus \varphi = \frac{A}{B}$$

Mesures des fréquences

Cette question a déjà été traitée partiellement lors de l'étalonnage d'un générateur basse fréquence, figure 117 et suivantes.

On injecte à l'entrée verticale la fréquence inconnue, et à l'entrée horizontale la fréquence connue, la fréquence étalon, ce qui a été schématisé en figure 117; on fonctionne donc en balayage sinusoïdal. Nous vous donnons en figures 148 et 149 différentes combinaisons relevées suivant déphasage.

Dans le cas de courbes complexes comme en figure 150 par exemple, on « compte les bosses » (expression de métier...). Nous trouvons ici 5 courbes sur l'axe horizontal et 3 courbes sur l'axe vertical. Si, à ce moment la fréquence étalon est de 600 Hz, la fréquence inconnue est de 1.000 Hz.

Remarquez que également en figure 149 à gauche, on a bien 3 bosses en haut et une seulement sur le côté, ce qui donne bien un rapport de 3 à 1, donc une fréquence verticale triple de la fréquence horizontale.

En figure 151, le rapport des fréquences est de 7/2.

Enfin, nous donnons en figure 152 les courbes observées lorsque la fréquence appliquée en vertical est cette fois plus faible qu'en horizontal.

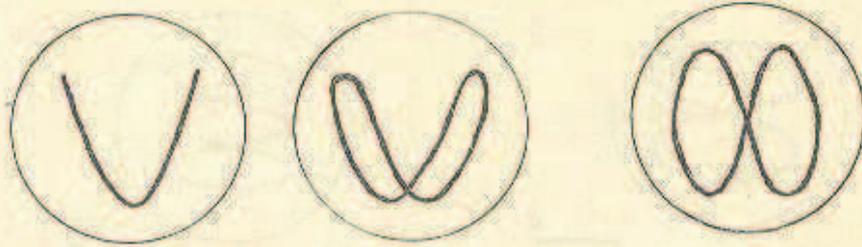


Fig. 148. — Combinaison suivant déphasage pour F. verticale double de F. horizontale.

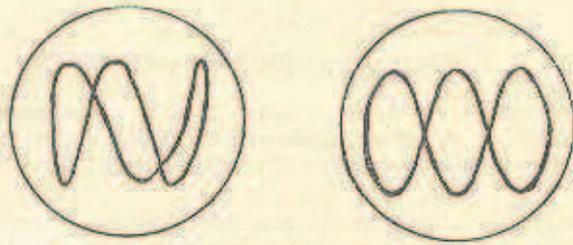


Fig. 149. — Combinaison suivant déphasage pour F. verticale triple de F. horizontale.

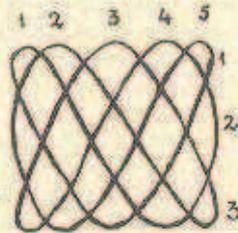


Fig. 150. — F. verticale et F. horizontale sont dans le rapport de 5 à 3.



Fig. 151. — F. verticale et F. horizontale sont dans le rapport de 7 à 2.

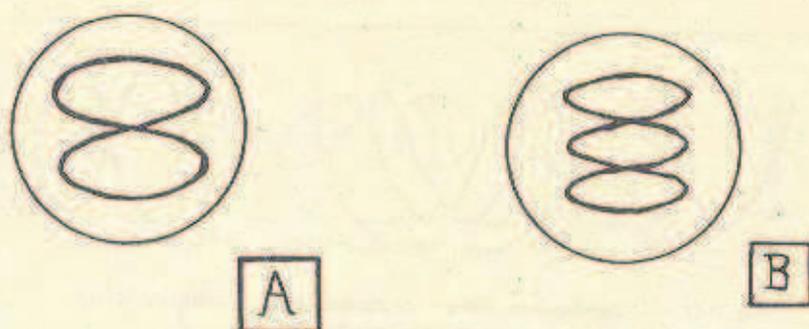


Fig. 152. — En A la F. verticale est la moitié de la F. horizontale.
En B la F. verticale est le tiers de la F. horizontale.

Vérification d'un push-pull

Nous représentons en figure 153 les circuits principaux d'un étage push-pull, précédé de son étage déphaseur. On sait que les tensions alternatives qui arrivent sur les grilles du push doivent être déphasées de 180 degrés.

Reliez les grilles A et B à chacune des entrées verticale et horizontale, et ensemble les masses des deux appareils. A l'aide du générateur basse fréquence envoyez du 400 ou du 1000 hertz à l'entrée.

Si le fonctionnement du push est correct, on doit obtenir la droite 1 à 45 degrés. Si le déphasage n'est pas parfait, on observe une ellipse, d'autant plus aplatie qu'on se rapproche du bon fonctionnement. Une droite 2 autre que 45 degrés indique des tensions inégales sur les deux grilles (faites le rapprochement avec la figure 119). Enfin, une droite qui devient une courbe comme en 3 indique un mauvais fonctionnement, une distorsion, due à une mauvaise polarisation.

Examen de signaux sinusoïdaux

Prenez par exemple un étage amplificateur basse fréquence quelconque, soit dans un amplificateur B.F., soit dans un poste de radio.

À l'entrée, donc sur la grille, injectez un signal sinusoïdal provenant d'un générateur B.F., en 1.000 hertz par exemple. Ou encore le 50 hertz du secteur, pris sur le chauffage des filaments à travers un condensateur de 5.000 pF.

À la sortie, sur l'anode ou la bobine mobile du haut-parleur, vous branchez l'entrée verticale. Toutes masses des appareils réunies ensemble. Balayage par la base de temps, donc en linéaire. Fréquence de balayage et vernier réglés pour obtenir 3 à 4 sinusoïdes.

Si l'amplification se fait correctement, vous observez une sinusoïde de belle allure, comme en figure 154 A ; vous pourrez d'ailleurs vérifier que l'onde ait la même allure à l'entrée et à la sortie.

Si vous augmentez progressivement la tension injectée à l'entrée, vous allez peu à peu arriver à une sinusoïde écrêtée, aux sommets tron-

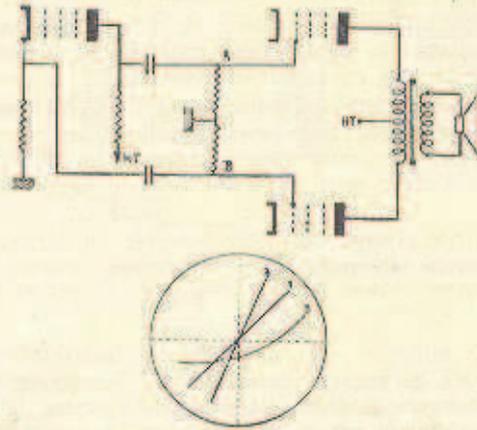


Fig. 153. — L'équilibrage d'un push-pull.

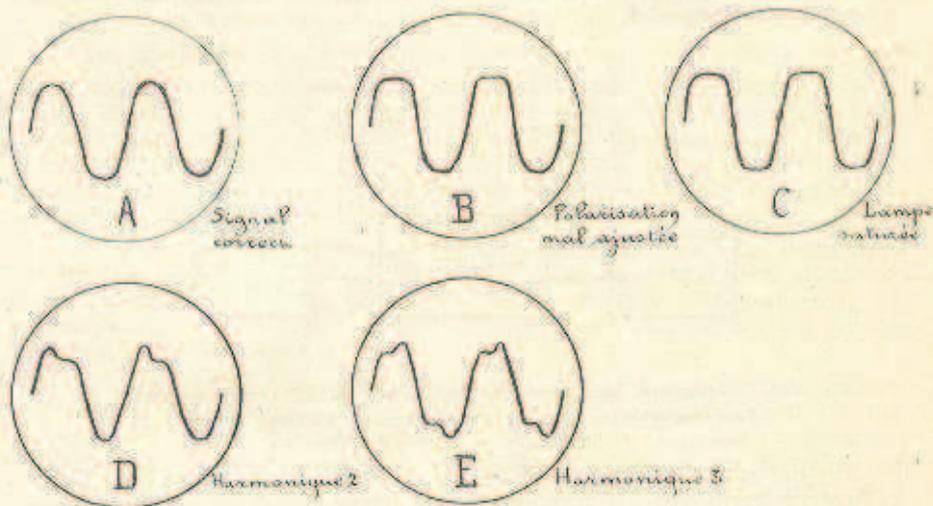


Fig. 154. — Observons des sinusoïdes...

qués, comme en figure 154 C. La lampe travaille dans les parties courbées de sa caractéristique, il y a forte distorsion.

La figure 154 B indique une déformation par polarisation incorrecte du tube. Les figures D et E. indiquent une distorsion par présence d'harmonique 2 et 3.

Distorsions d'un amplificateur B.F.

Cette étude est particulièrement intéressante pour la mise au point d'amplificateurs à haute fidélité.

Tout d'abord, lorsqu'on fait des essais et mesures sur un amplificateur basse fréquence en laboratoire, on a pris l'habitude de faire débiter le transformateur de modulation, non sur le haut-parleur, mais sur une résistance de charge de valeur convenable.

Vous comprendrez vite les raisons de cette disposition si, pendant une heure ou deux, vous faites avec haut-parleur branché des essais à pleine puissance et sur toutes les fréquences possibles ; c'est extrêmement pénible, et d'autre part au point de vue technique ça ne présente aucun intérêt.

La résistance de charge doit être adaptée en puissance et en valeur ohmique, adaptation déterminée par la relation

$$P = \frac{E^2}{R}$$

Si par exemple la tension mesurée aux bornes de la résistance est de 6 volts, la puissance de l'amplificateur de 9 watts, la résistance est de 4 ohms. Cette résistance est également l'impédance de la bobine mobile dans laquelle doit débiter le transformateur de sortie, et est déterminée par ce transformateur.

L'étude d'un amplificateur peut être faite en balayage linéaire ou en balayage sinusoïdal.

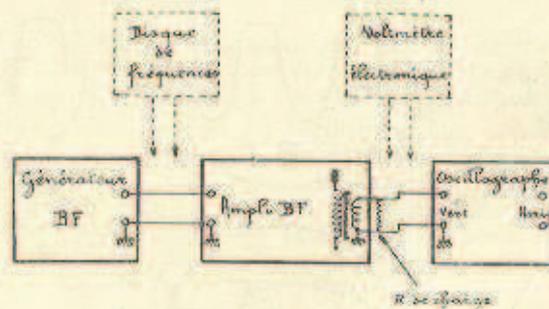


Fig. 155. — Montage pour recherche des distorsions B.F. Ampli horizontal de l'oscillographe sur base de temps, donc en balayage linéaire.

En balayage linéaire, on réalise le montage de la figure 155. L'amplificateur horizontal est commuté sur « linéaire », donc relié à la base du temps. On règle le commutateur de fréquences, le vernier et la tension de synchronisation pour faire apparaître 3 ou 4 sinusoïdes.

Le générateur basse fréquence est réglé sur 400 ou 1.000 hertz par exemple, rien n'empêchera ensuite de répéter les mêmes essais sur des fréquences bien plus basses (30 à 50 Hz) ou bien plus élevées (10 kilohertz et plus). Pour se placer dans les conditions réelles d'emploi, il faut que la tension injectée à l'entrée corresponde sensiblement à celle pour laquelle l'appareil est prévu normalement : de l'ordre de 3 volts pour un étage final, 300 millivolts pour un étage préamplificateur... etc...

On peut utiliser un disque de fréquence à la place du générateur ; il faut un modèle qui délivre une plage de fréquences fixes pendant un certain laps de temps, pour permettre une observation utile. Quant à la tension de sortie, on peut accessoirement la mesurer avec un voltmètre électronique branché en permanence au cours des essais.

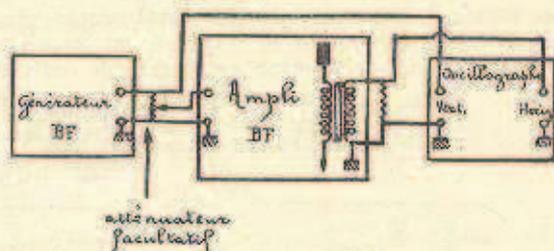


Fig. 156. — Autre montage pour recherche des distorsions B.F. Ici l'ampli horizontal est relié à la tension de sortie, non sommes donc en balayage sinusoïdal.

En balayage sinusoïdal, l'entrée verticale est reliée à la tension d'entrée et l'entrée horizontale à la tension de sortie (fig. 156). Comme le gain total de l'appareil examiné peut être très important on peut disposer éventuellement un atténuateur qui règle sa tension d'entrée. Le tout doit être réglé de façon que les tensions qui parviennent aux plaques défléctrices soient identiques.

Dans les deux montages, l'amplificateur est disposé commande de puissance au maximum, correcteurs de tonalité en position médiane.

La figure 157 illustre quelques courbes pouvant être observées.

Pour une amplification correcte on doit observer une droite inclinée à 45 degrés. La courbe suivante est obtenue pour une tension de polarisation trop élevée, on aboutit à une sorte de détection plaque. Dans le cas contraire, avec une polarisation insuffisante, la grille devient par instants positive, il y a production de courant de grille, détection par courbure de grille.

Ensuite on aboutit à une surcharge, saturation de l'amplificateur avec une tension de polarisation correcte, mais trop forte amplitude du signal d'entrée ; les extrémités de la sinusoïde sont rabotées. Les courbes suivantes indiquent d'autres accidents mis en évidence par l'observation à l'oscilloscope.

Ce ne sont là que quelques exemples. On peut par exemple amener une droite correcte sur l'écran, puis toutes choses égales d'ailleurs augmenter et diminuer la fréquence du générateur. On observe alors une ellipse qui évolue, indiquant le déphasage plus ou moins accentué suivant les fréquences.

Essais en signaux rectangulaires

Le générateur basse fréquence BF. 3 nous délivre également des signaux rectangulaires, fort intéressants pour juger la qualité d'un amplificateur basse fréquence.

Nous avons, en effet, déjà exposé ici qu'un signal rectangulaire de fréquence 1.000 hertz par exemple peut être considéré comme un signal sinusoïdal de fréquence 1.000 hertz auquel s'ajoutent les harmoniques également sinusoïdaux de fréquence 2.000, 3.000, 4.000, etc., et cela jusqu'à un rang très élevé.

Si l'on envoie sur l'entrée d'un amplificateur un signal rectangulaire de 1.000 hertz par exemple, et que ce signal est bien transmis, on peut en déduire que l'appareil est fidèle jusqu'aux fréquences 10.000 et au-delà...

Si donc vous faites l'essai d'injecter un signal rectangulaire à l'entrée et que vous recueillez sensiblement le même à la sortie, tout va bien, l'appareil peut être considéré comme extrêmement satisfaisant.

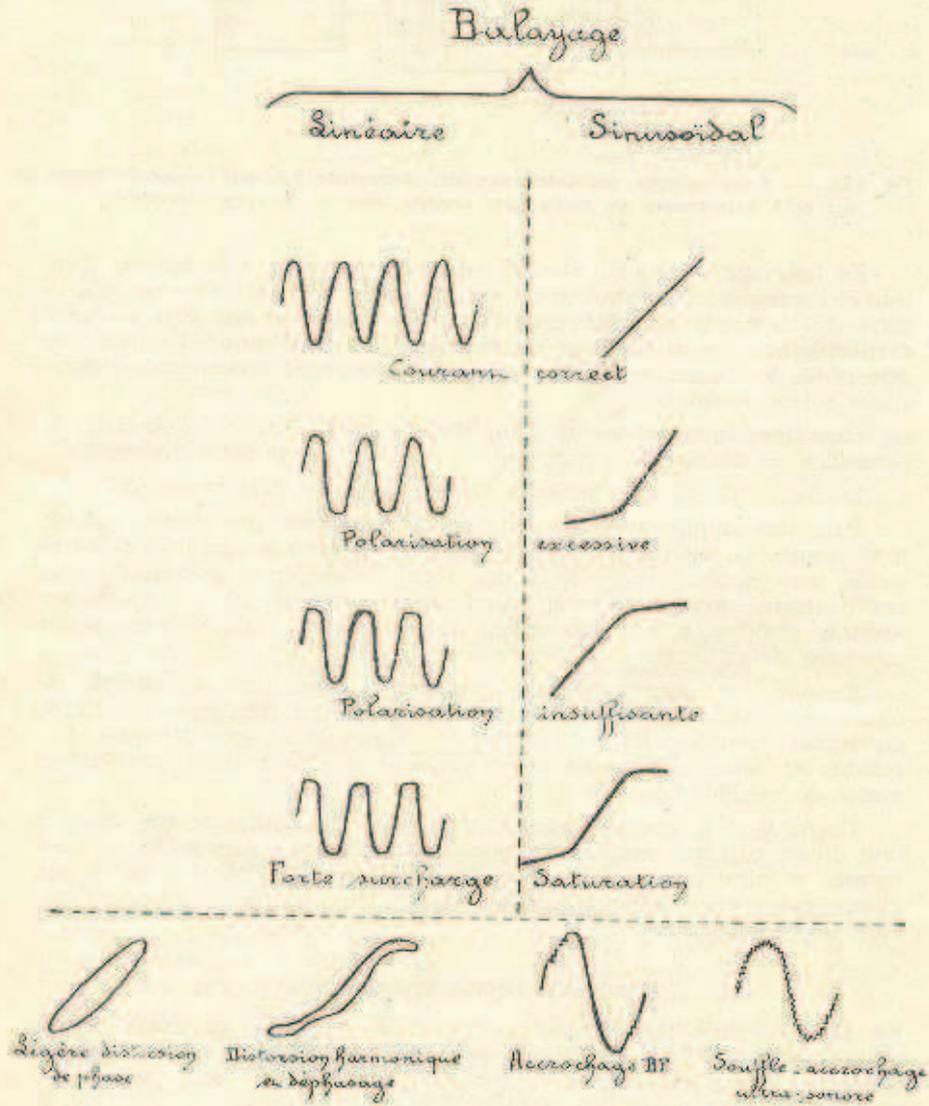


Fig. 157. — Distorsions d'un amplificateur B.F.

Mais dans bien des cas, on obtient une courbe plus ou moins déformée, qu'il convient par conséquent de savoir interpréter.

Voyez en figure 158. Si vous dessinez des sinusoïdes de fréquence de plus en plus basse, la courbe que vous tracez tend vers l'horizontale. Au-

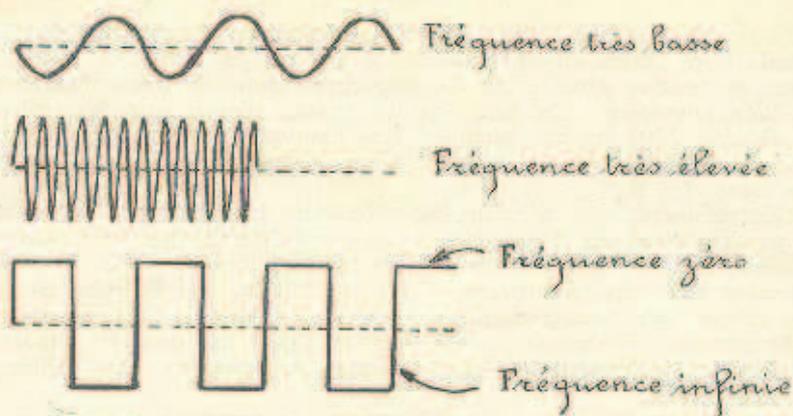


Fig. 158. — Un signal rectangulaire peut être considéré comme fournissant une fréquence infiniment basse et une fréquence infiniment élevée.

trement dit, on peut admettre que le palier horizontal d'un signal rectangulaire correspond à une oscillation de **fréquence zéro**, ce qui est bien le cas et la représentation du courant continu.

Il en est de même pour une sinusoïde de fréquence de **plus en plus élevée**. Vous tracez cette fois des lignes qui **tendent vers la verticale**, ce qui démontre que le palier vertical d'un signal rectangulaire correspond à une oscillation de **fréquence infinie**.

Ce sont ces intéressantes propriétés qui nous permettent de mettre à épreuve les possibilités d'un amplificateur basse fréquence.

Faisons l'essai sur 50 hertz par exemple, si les deux fronts horizontaux sont bien transmis on peut en déduire que les fréquences inférieures proches de 50 hertz sont correctement amplifiées. Si, par contre, on obtient l'oscillogramme de la figure 159 A, l'amplification est mauvaise.

Répetons l'essai en augmentant la fréquence, si l'on retrouve des paliers corrects pour 200 hertz par exemple ce sont les fréquences inférieures à celles-ci qui sont défavorisées.

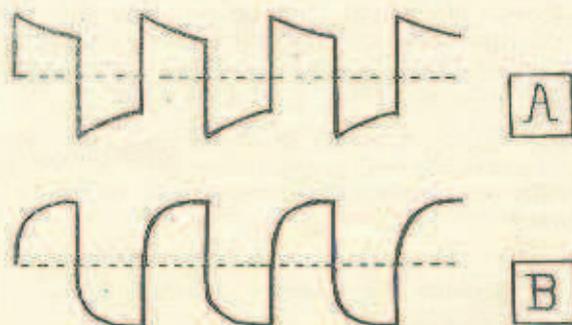


Fig. 159. — En A mauvaise transmission des fréquences basses.
En B. mauvaise transmission des fréquences élevées.

Pour examiner les aiguës, donc les fréquences élevées, on peut par exemple faire l'essai sur 1.000 hertz. Si les parties verticales sont bien droites, on peut en déduire que les fréquences immédiatement supérieures sont bien amplifiées. On peut ensuite répéter l'essai sur les valeurs plus élevées, 2.000 Hz par exemple. Une mauvaise transmission des fréquences supérieures à celle du générateur se traduit par l'oscillogramme de la figure 159 B.

Généralement, une mauvaise amplification des notes graves est due aux condensateurs de découplage, à une insuffisance des condensateurs de liaison entre anode et grille de deux étages successifs ; c'est pourquoi on trouve dans des amplificateurs à haute fidélité des liaisons directes entre étages, sans condensateurs.

Une mauvaise réponse aux fréquences aiguës est due aux capacités parasites, aux bobinages, aux condensateurs ou capacités entre grilles ou anodes et masse.

Pour mener les essais en rectangulaire, le montage à effectuer est celui de la figure 155.

Puissance maximale d'un amplificateur

Cet examen est valable aussi bien en basse fréquence que pour un amplificateur moyenne fréquence ou haute fréquence, pour un amplificateur complet à plusieurs étages ou pour un seul étage amplificateur.

Réalisez le montage de la figure 155, générateur B.F. en sinusoïdal sur 1.000 Hz par exemple. On commence avec une tension d'entrée réduite, puis on l'augmente progressivement en observant la sinusoïde obtenue à la sortie.

A un moment donné on constate un **début d'écrêtage**, l'amplificateur commence à être saturé. Vous pouvez à ce moment mesurer la puissance de sortie, ainsi que la tension injectée à l'entrée ou la position de l'atténuateur du générateur.

Pour pouvoir obtenir le maximum de puissance de l'amplificateur il faut déterminer quel est l'étage qui est responsable de ce commencement d'acrêtage. Pour cela transportez l'oscillographe sur l'anode de l'étage précédent et recommencez l'essai en augmentant graduellement la tension d'entrée. Si la saturation se produit pour un **même niveau** d'entrée que précédemment, il faut « remonter » plus haut pour retrouver l'étage coupable. Si la saturation se produit pour un **niveau plus élevé** que précédemment, c'est l'étage final qui est responsable.

Cette localisation étant ainsi faite, on peut agir sur l'étage coupable pour essayer de l'améliorer et augmenter ainsi la puissance qu'il sera possible d'obtenir de l'amplificateur. Vérification des polarisations, des impédances anodiques, des lampes... on peut s'inspirer des courbes des figures 154 et 157.

Dans un étage push-pull, le fait de n'observer qu'une seule alternance aplatie indique un mauvais équilibrage, une dissymétrie des deux branches. Il faut en vérifier les éléments, les tensions continues, les tubes, et en refaire l'équilibrage.

Examen d'une courbe de sélectivité

Nous avons déjà indiqué comment avec un voltmètre électronique on peut relever point par point la courbe de sélectivité d'un étage amplificateur moyenne fréquence. L'oscilloscope, lui, permet de faire apparaître

cette courbe sur l'écran directement ; on peut ainsi la juger d'un seul coup d'œil, ce qui est extrêmement commode en cours d'alignement par exemple.

Littéralement, l'oscilloscope devient dans cette fonction un traceur automatique de courbe.

Supposons que l'amplificateur M.F. doit être accordé sur 455 kilohertz. Le montage à réaliser est celui de la figure 160. La tension détectée est envoyée à l'entrée verticale, le tube est balayé horizontalement par la base de temps nous sommes donc en balayage linéaire ; toutes masses des appareils réunies ensemble.

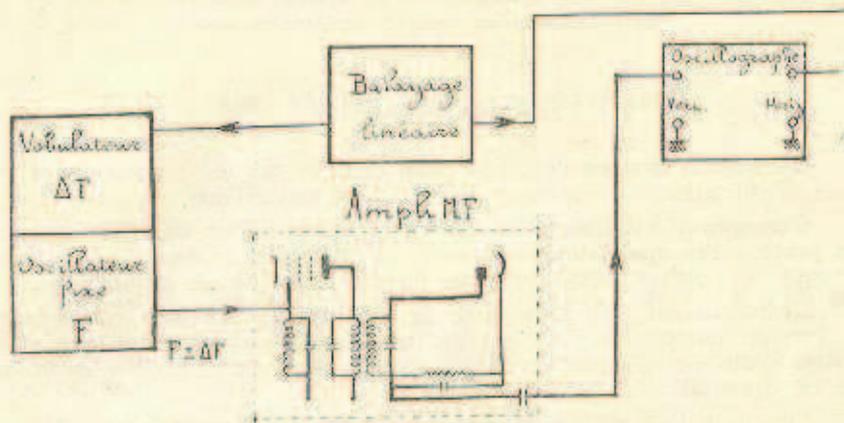


Fig. 160. — Montage pour examen des courbes de sélectivité.

A l'entrée de l'amplificateur, on dispose un générateur qui oscille sur 455 khz. Mais cette émission est elle-même commandée par un VOBULATEUR, ou Modulateur de Fréquence, qui la déplace continuellement entre $455 - 10$ et $455 + 10$, soit entre 445 kHz et 465 kHz.

A quelle cadence, à quel rythme s'effectue ce déplacement de l'émission ?

Au rythme de la fréquence de balayage, et c'est pourquoi nous voyons la base de temps de l'oscillographe également reliée au Vobulateur.

Dans ces conditions, à chaque déplacement **horizontal** du spot correspond une fréquence bien déterminée qui est appliquée à l'amplificateur M.F. et qui provoque un déplacement **vertical**, déplacement qui est **proportionnel à l'amplification**.

Le résultat est qu'on obtient en définitive la courbe de sélectivité directement dessinée sur l'écran, courbe ayant l'allure de la figure 161.

Nous avons représenté ici la courbe idéale, celle vers laquelle il faut se rapprocher le plus possible. Ce qu'on observe n'est pas toujours aussi parfait, et il est justement très intéressant d'en avoir l'image sous les yeux au cours des opérations de réglage et d'alignement pour la modeler à volonté. Ce montage permet de juger la sélectivité d'un amplificateur M.F., sa bande passante et son amplification.

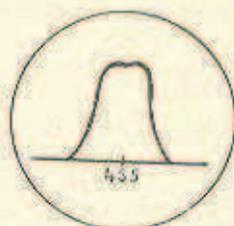


Fig. 161. — La courbe telle qu'elle apparaît sur l'écran... dans le cas d'un appareil parfaitement réglé.

Autres utilisations

Nous nous sommes déjà beaucoup étendus sur les « quelques exemples d'utilisation » concernant l'oscilloscope cathodique.

C'est que ce magnifique instrument mis à la portée de l'Electronicien se prête à des applications qui sont pratiquement infinies ; on pourrait remplir un ouvrage uniquement par la description de ces applications.

L'essentiel est d'en bien saisir le mécanisme, d'en bien comprendre le fonctionnement ; c'est là le principal but des exemples que nous vous avons donnés, et qui constituent en somme une excellente **prise en mains** de cet appareil.

Comme autres utilisations possibles pour le Radiotechnicien, on peut citer la vérification de la modulation d'une onde H.F., l'examen du fonctionnement d'une oscillatrice, la vérification de la détection, le relevé des courbes caractéristiques des lampes...

On pourrait même concevoir, en s'inspirant de ce qui a été dit ici sur le Signal-Tracer, une sorte de dépannage dynamique à l'oscilloscope où l'on verrait et suivrait le signal tout au long des étages du poste...

En télévision, l'oscilloscope permet la vérification de la partie vidéo-fréquence, des étages séparateurs, le contrôle des bases de temps lignes et images, l'examen des signaux de synchronisation, la vérification et le réglage de l'amplificateur M.F. son et vision...

Tout cela n'est nullement limitatif, et rien ne vous empêchera à votre tour de découvrir d'autres possibilités d'emploi. Pourquoi pas ? Pratiquement, l'oscillographe trouve son utilisation partout « où il y a un courant qui bouge !... » Et il existe quantités de phénomènes qui peuvent être traduits en variations de courants.

Conclusion

Lorsqu'on regarde l'oscilloscope O.S.7, on voit un tube cathodique et 3 lampes... C'est dire que cet appareil allie la simplicité à l'efficacité ; car, résultant d'une sérieuse étude pratique, il comporte toutes les fonctions nécessaires à tous les travaux de radio et de télévision. Ce modèle d'appareil met l'oscillographe à la portée de l'amateur-radio ; nous vous souhaitons à tous d'en être l'heureux propriétaire.