

LE GÉNÉRATEUR BASSE FRÉQUENCE "BF3"

LA période d'après-guerre a vu l'avènement des émissions en modulation de fréquence, des disques microsillons, des tourne-disques à 4 vitesses à capsule piézo-électrique et à réductance variable.

Ce matériel permet aux disques l'audition d'une musique

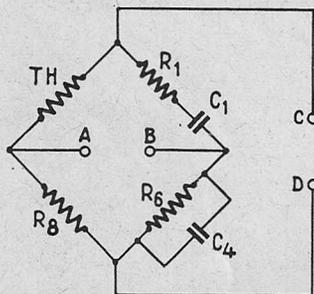


Fig. 1. — Principe de l'oscillateur à pont de Wien

dont la qualité n'a plus aucune comparaison avec celle des anciens disques en 78 tours.

Pour lui faire suite, on a construit des amplificateurs basse fréquence à haute fidélité, de plus en plus soignés, bien souvent munis de plusieurs haut-parleurs.

Cette branche bien particulière de l'Electronique, cette généralisation de la basse fréquence, a

qu'à la limite d'audibilité, qui se situe au-dessus de 15 000 hertz.

Nous disposerons donc de toutes les fréquences acoustiques, et nous devrons également pouvoir agir sur l'amplitude des oscillations ainsi fournies. Le générateur comportera donc un dosage de la tension de sortie.

La principale difficulté à laquelle on se heurte lorsqu'on désire réaliser un tel appareil est l'instabilité. Un générateur doit être stable, fournir une émission dont la fréquence correspond toujours à l'indication du cadran. C'est dans cet esprit que nous avons retenu l'oscillateur dit « à résistance-capacité », du type à Pont de Wien, montage qui permet une réalisation relativement aisée, compatible avec un appareil suffisamment stable et précis et d'un prix de revient acceptable.

L'OSCILLATEUR A PONT DE WIEN

La figure 1 représente le schéma d'un tel dispositif.

Pour que ce pont oscille, il faut que l'énergie disponible aux points C et D, ou tout au moins une partie de cette énergie, soit renvoyée aux points A et B suivant un sens convenable, en phase.

l'anode sont déphasées par rapport à la grille. Elles seront de même sens sur la grille du tube 2, et à nouveau déphasées sur l'anode, donc en phase avec la grille de 1.

Ceci correspond bien au résultat recherché, la tension disponible

tion sur toutes les fréquences autres que la fréquence fondamentale désirée.

La branche TH - R₈ permet d'obtenir la stabilisation de l'amplitude du signal engendré. L'élément TH est une thermistance, à

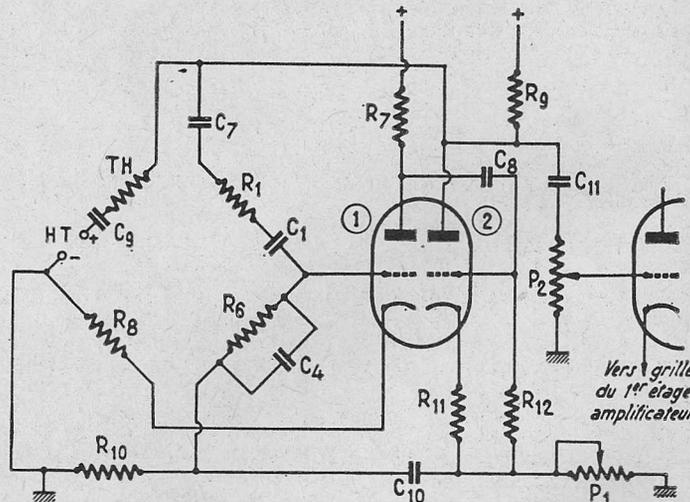


Fig. 2. — Oscillateur à pont de Wien à deux triodes

sur l'anode de 2 sera reportée sur la grille de 1 par l'intermédiaire de C₁.

C'est une réaction positive. Ainsi le pont oscille, car la tension ren-

résistance négative : sa résistance diminue lorsque la tension à ses bornes augmente. Dans le circuit, elle est isolée de la haute tension par le condensateur C₇.

Supposons une augmentation de la tension de sortie, qui est réinjectée à la grille 1 ; le potentiel de la cathode montera davantage que celui de la grille de l'amplitude de la tension réinjectée.

Une contre-réaction réglable est appliquée au tube 2 par les éléments R₁₂, C₁₀ et P₁. Au moment de la mise au point, le potentiomètre P₁ doit être réglé une fois pour toutes de façon que la valeur de la tension de contre-réaction soit légèrement inférieure à celle de la réaction positive.

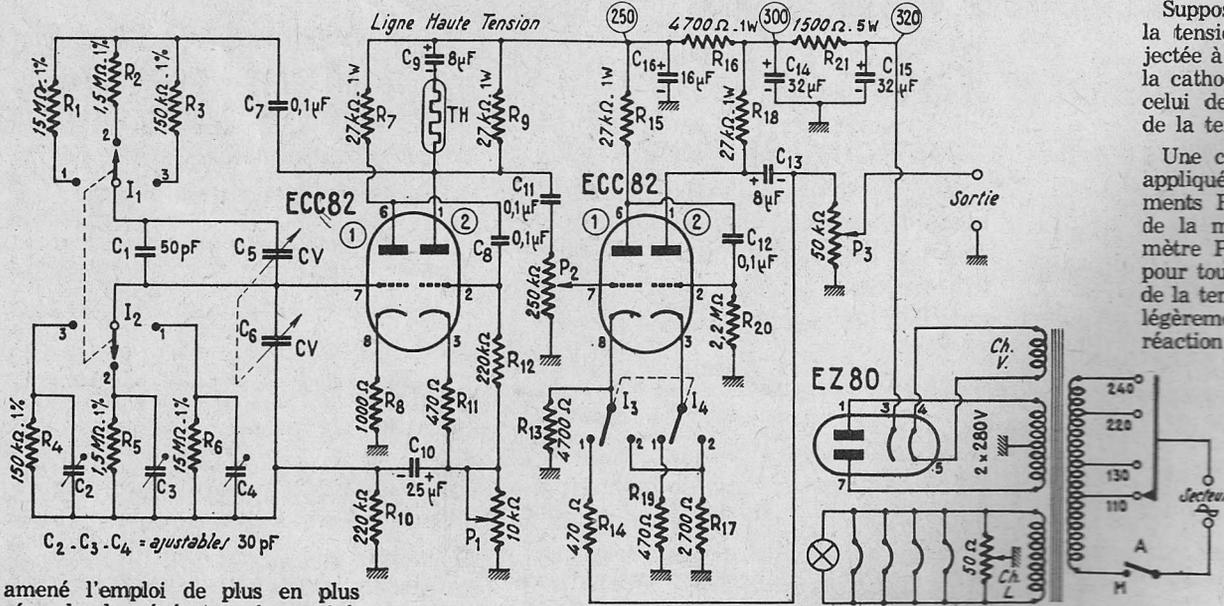


Fig. 3. — Schéma de principe complet du générateur basse fréquence BF3

amené l'emploi de plus en plus répandu du générateur basse fréquence, appareil que nous nous proposons de décrire ici. On peut dire qu'il est devenu l'outil indispensable au spécialiste de la B.F., à l'acousticien, au radiotechnicien, à tous ceux qui désirent réaliser des montages qui soient réellement de la haute fidélité.

CONCEPTION D'UN GÉNÉRATEUR BASSE FRÉQUENCE

Le Générateur B.F. est un appareil qui pourra nous délivrer des oscillations de basse fréquence s'étendant de quelques hertz jus-

La figure 2 nous donne une première vue du dispositif pratique que nous adopterons.

Nous avons ici un tube ECC82, double triode à cathodes séparées.

Le tube 1 chargé par R₁ est le tube oscillateur, on retrouve dans ses circuits tous les éléments du Pont de Wien pour lesquels nous avons intentionnellement conservé les mêmes numéros.

Le tube 2 chargé par R₂ agit comme amplificateur inverseur de phase. On sait, en effet, que dans le tube 1 les oscillations sur

voyée sur la grille de 1 vient renforcer le signal initial et le système est le siège d'oscillations entretenues.

Mais le dispositif amplifiant des tensions dans une très large bande de fréquences, on obtiendrait une forme d'onde très riche en harmoniques, ce qui n'est pas le but recherché ; on désire au contraire obtenir un sinusoïde pure, une fréquence unique.

Pour pallier cet inconvénient on dispose dans la chaîne de contre-réaction un circuit du genre Pont de Wien destiné à éliminer la réac-

LE GÉNÉRATEUR BASSE FRÉQUENCE BF. 3

Nous allons maintenant pouvoir examiner de plus près le schéma que nous avons arrêté pour notre générateur.

Voyez en figure 3. Nous y trouvons deux tubes ECC82, à double-triode. Le premier comporte les circuits oscillateur et inverseur de phase que nous venons d'étudier. Le second est un amplificateur de tension.

Nous disposons ici d'un commutateur à 2 circuits et 3 positions

qui nous permet d'obtenir pour chacune des gammes :

- Position 1 : 20 à 200 Hz,
- Position 2 : 200 à 2 000 Hz,
- Position 3 : 2 000 à 20 000 Hz.

Signalons qu'en réalité les éléments R et C de l'oscillateur ont été calculés pour couvrir les gammes suivantes :

- De 19,6 à 234 Hz,
- De 196 à 2 340 Hz,
- De 1 960 à 23 400 Hz.

On obtient ainsi 3 gammes qui se recouvrent largement, ce qui nous fournit en définitive toutes les fréquences s'étendant de 20 hertz à

Oscillations sinusoïdales. Elles sont obtenues pour la position 1 du commutateur.

La cathode du tube 2 est polarisée normalement par R_{15} . Cette résistance n'est pas découplée, on obtient ainsi une contre-réaction d'intensité. Une contre-réaction énergétique est appliquée à la cathode du tube 1 par les résistances R_{12} et R_{14} . L'amplification de la lampe se trouve de ce fait fortement diminuée, l'oscillation sinusoïdale reçue sur la grille est amplifiée sans déformation, elle « passe » telle quelle, on dispose

de dimensions $27 \times 20 \times 15$ cm. Tous les boutons de commande sont groupés sur le panneau avant. Un châssis horizontal est fixé sur ce panneau, et tout le montage, tout le câblage est fait sur ces deux pièces qui servent de support au tout. On obtient dès lors un bloc compact et rigide, se manipulant facilement, d'un accès aisé au-dessus et en-dessous. Ce bloc s'introduit dans le coffret où il est fixé par quatre vis taraudeuses, et d'où il peut toujours être extrait facilement en vue d'un dépannage ultérieur.

le schéma un filtrage extrêmement soigné de l'alimentation en haute tension.

La thermistance est fragile ; dans les circuits qui l'intéressent, mettez d'abord en place tous les autres éléments, puis elle en dernier lieu. Les résistances de précision ne se font pas au-dessus de 5 mégohms, c'est pourquoi nous en avons disposé trois de cette valeur en série pour obtenir les 15 mégohms.

Nous vous engageons à réaliser un câblage soigné, clair, aéré. Un générateur basse fréquence en

FIG. 4. — Signal sinusoïdal obtenu en position 1

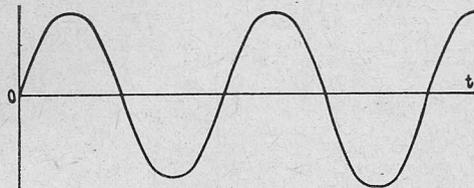
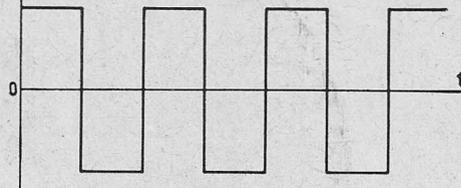


FIG. 5. — Signal rectangulaire obtenu en position 2



20 kilohertz sans aucune interruption, sans « trous ».

Signalons ici qu'il serait tout à fait possible éventuellement d'ajouter une quatrième gamme couvrant de 20 à 200 kilohertz par emploi de deux résistances de 13 kilohms et un condensateur ajustable de même capacité : 30 picofarads.

C'est la manœuvre du condensateur variable double cage C_5 et C_6 qui permet de couvrir toute la plage de fréquences pour une position déterminée du commutateur de gammes ; il est ici totalement isolé de la masse, et entraîné par un cadran de précision largement démultiplié.

Les condensateurs ajustables C_2 à C_4 permettent de régler très exactement la fréquence d'oscillation du générateur, ce que l'on réalise au moment de l'étalonnage en fréquence. La résistance R_{11} sert à polariser la triode 2 ; l'ensemble R_{12} et P_1 constitue la fuite de grille de ce même tube.

Le second tube ECC82 est amplificateur de tension à deux étages successifs. La tension sinusoïdale délivrée par l'oscillateur est transmise à la grille du tube 1 par le condensateur C_{11} et le potentiomètre P_2 qui dose l'amplitude d'admission. Celui-ci est à régler une fois pour toutes au moment de la mise au point, il se trouve à l'intérieur de l'appareil. Il doit être réglé au maximum de tension transmise mais sans toutefois amener une déformation de la sinusoïde.

Après une première amplification, la tension recueillie aux bornes de R_{12} est transmise à la grille du tube 2 par C_{12} pour une seconde amplification. On transmet ensuite par l'intermédiaire de C_{13} au potentiomètre P_3 . C'est celui-ci qui est chargé de doser l'amplitude des oscillations qui sont envoyées aux douilles de sortie, il est accessible sur le panneau de commandes.

Nous trouvons dans la cathode un commutateur à 2 circuits et 2 positions, c'est lui qui nous permet de disposer d'oscillations, soit *sinusoïdales*, soit *rectangulaires*.

à la sortie d'un signal sinusoïdal ayant l'allure de la figure 4.

Oscillations rectangulaires. Elles sont obtenues pour la position 2 du commutateur.

Dans cette position la contre-réaction est supprimée. Les résistances R_{12} et R_{17} se trouvent branchées en parallèle et constituent une charge commune aux deux triodes. Ces deux triodes forment

un cadran très démultiplié est gradué de 0 à 180 degrés et comporte également une échelle graduée directement en fréquence. Nous avons adopté pour les douilles de sortie des *bornes universelles*, permettant de multiples branchements de fiches bananes, connexions et pinces crocodiles.

Les figures 7 et 8 vous aideront à mener à bien le montage

vaut la peine... Et puis cela facilite toujours les vérifications ultérieures. Faites des connexions courtes et directes, mais pour les résistances et les condensateurs vous pouvez toujours vous arranger pour les disposer parallèlement à l'un des côtés du châssis.

Sur le schéma de la figure 3, nous avons porté les valeurs de

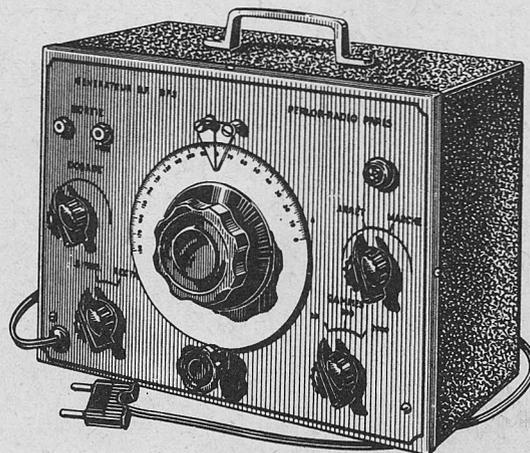


FIG. 6. — Vue extérieure du générateur BF3

un multivibrateur à couplage cathodique ; ce système est *bistable* et la période de basculement est déterminée par le signal sinusoïdal qui arrive sur la grille de la première triode. Le multivibrateur se trouve alors synchronisé par l'oscillateur sinusoïdal, et on dispose à la sortie de signaux rectangulaires ayant l'allure de la figure 5, et dont la fréquence peut également varier de 20 hertz à 20 kilohertz.

L'alimentation est classique.

Notons un point milieu fictif créé sur l'enroulement de chauffage par un petit potentiomètre ajustable que l'on règle une fois pour toutes expérimentalement au moment de la mise au point.

LA REALISATION PRATIQUE

La figure 6 montre l'aspect du Générateur BF.3 tel qu'il se présente prêt à l'emploi. Il est contenu dans un coffret métallique

mécanique et le câblage de ce générateur.

Le bâti du condensateur variable est isolé du châssis, il comporte à cette fin des vis de fixation isolées par des rondelles de caoutchouc. Les potentiomètres P_1 et P_2 sont fixés sur le châssis, vous pourrez couper court les axes et y pratiquer une entaille à la scie pour pouvoir les actionner facilement au tournevis.

Les gaines métalliques des connexions blindées doivent être plaquées dans le fond du châssis et soigneusement reliées à la masse. Toutes précautions doivent être prises pour éviter une induction du 50 périodes du secteur, qui se traduirait par une distorsion du signal sinusoïdal. C'est dans ce but que les filaments sont alimentés en fil double torsadé, un seul point mis à la masse par le potentiomètre de 50 ohms ; vous avez pu également remarquer sur

DEVIS
des pièces détachées et fournitures nécessaires au montage du

**GENERATEUR
BASSE FREQUENCE
BF. 3**
décrit ci-contre

Ensemble, coffret-châssis et petits accessoires	52,00
Démultiplificateur - cadran, condensateur variable	50,00
Transfo d'alimentation, condensateurs chimiques	32,70
Potentiomètres, commutateurs, voyant lumineux ..	17,50
Boutons, cordon secteur, supports de lampes, thermistance, résistance ajustable, fils et divers	31,90
Résistances et condensateurs	28,00
Jeu de lampes	26,70
Complet, en pièces détachées	238,80
L'appareil complet, en ordre de marche	350,00
Tous frais d'envoi : 6,50 F	
Accessoires :	
Cordon blindé de raccordement	3,00
Disque de fréquences	31,00

Nous vous rappelons l'ouvrage
LES APPAREILS DE MESURES EN RADIO
qui contient, notamment, un développement sur l'emploi combiné du Générateur B.F. et de l'Oscilloscope.
Envoi franco recommandé. 20,80

PERLOR - RADIO
16, rue Hérolé, PARIS (1^{er})
C.C.P. PARIS 5050-96

Fermeture annuelle : en août

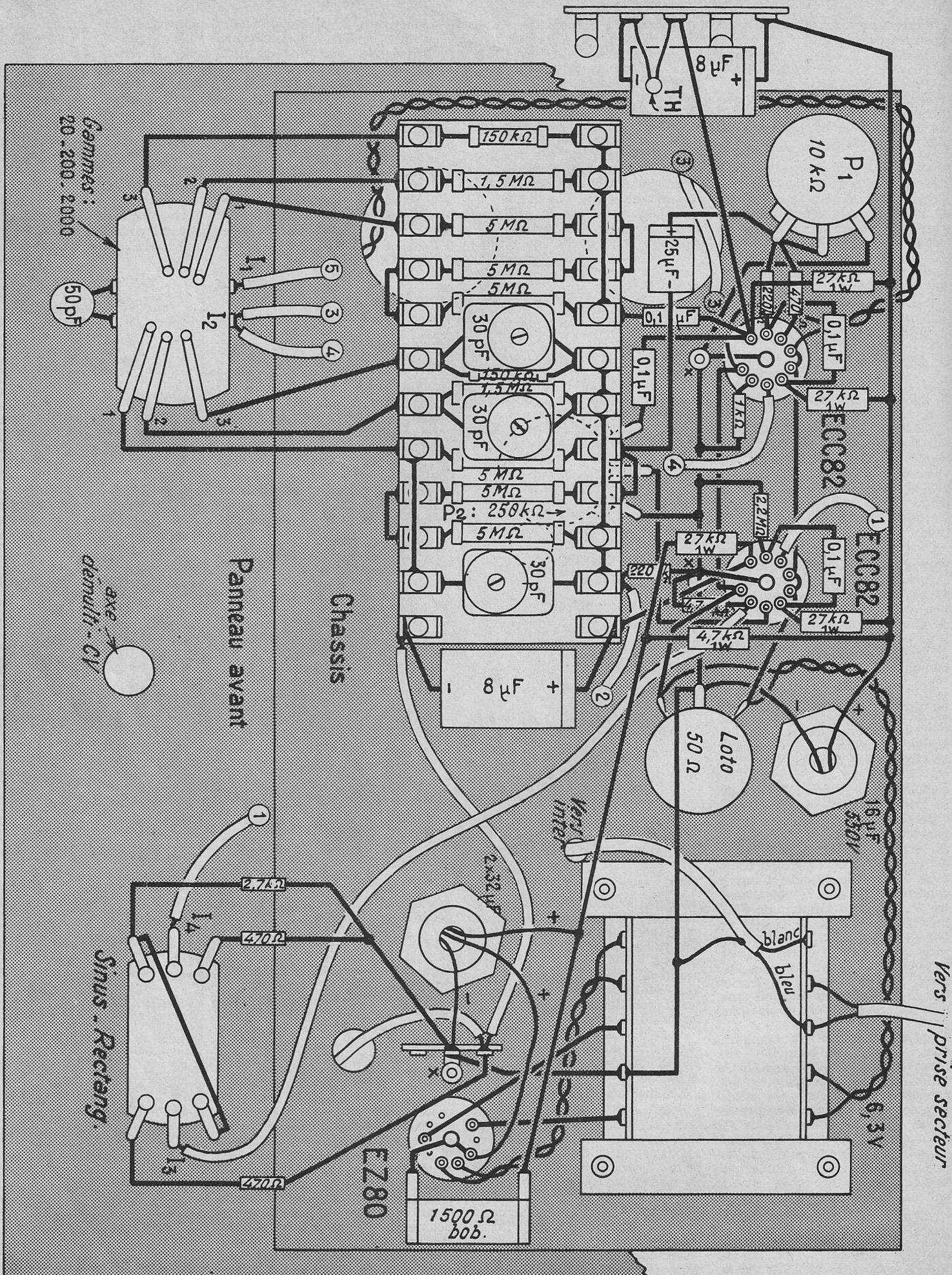


Fig. 7. — Câblage, vu sous le châssis

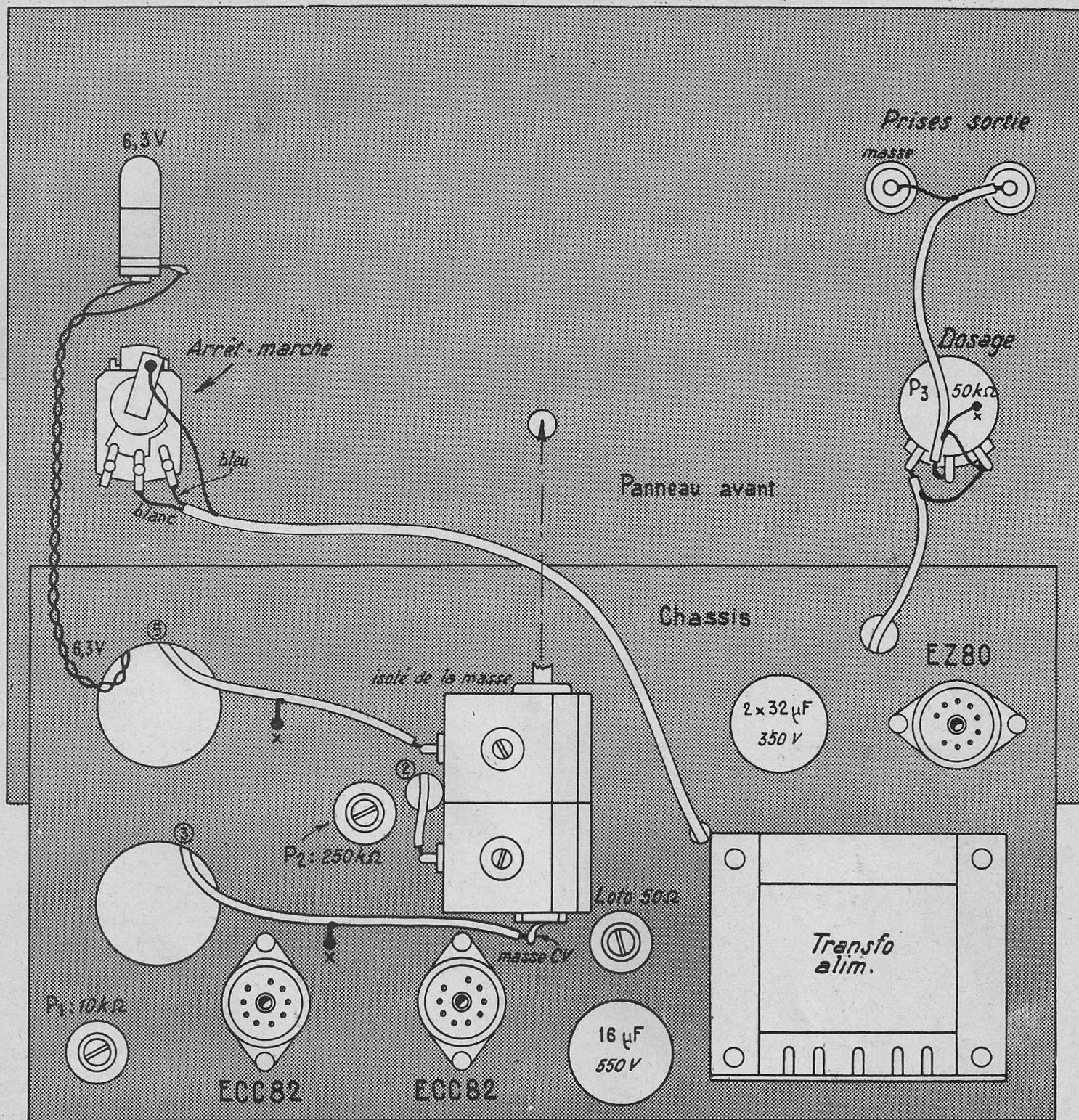


FIG. 8. — Vue de la partie supérieure du châssis et de la face intérieure du panneau avant

haute tension relevées avant et après filtrage. Sur les électrodes des lampes, les tensions varient suivant le régime de l'appareil, nous les avons consignées dans le tableau donné en fin de texte.

Tensions relevées au voltmètre de résistance 10 kΩ par volt. Sur les grilles, au voltmètre électronique. Répartiteur de tensions sur 110, secteur 110 volts. La tension de sortie engendrée par l'appareil varie peu avec la fréquence, elle est de l'ordre de 15 volts en sinusoïdal, et de 70 volts en rectangulaire.

La mise en forme des signaux se fait par observation sur l'écran d'un oscilloscope, par action sur les potentiomètres P₁ et P₂, et jusqu'à l'obtention d'une sinusoïde parfaite, et de signaux bien carrés. Sur ce dernier point, signalons qu'il est possible que l'amplificateur vertical d'un oscilloscope ne « passe » pas correctement des signaux carrés. En cas de doute, la solution consiste à attaquer directement les plaques du tube cathodique.

C'est essentiellement le potentiomètre P₁ qui détermine cette mise en forme des signaux, P₂

doit être réglé vers son maximum sans qu'il provoque une déformation de la sinusoïde.

Si l'oscillation cesse en haut ou en bas de gamme, agir sur les condensateurs ajustables du condensateur variable, et sur P₁.

Il convient enfin d'effectuer l'étalonnage en fréquence, très important. Vous disposez en effet d'un cadran gradué en fréquences. Il faut donc procéder à un calage, de façon que le chiffre du cadran qui se trouve à tout instant en face de l'index corresponde bien à la fréquence émise par l'appareil à ce moment.

On commence par la gamme 20/200 en agissant sur les condensateurs ajustables du C.V. et également du C₁. Dès que le 50 hertz par exemple est calé à sa place, s'assurer que les autres fréquences 100, 150, 200 suivent bien les graduations du cadran. Ne passer aux deux autres gammes que lorsque la première est correcte, car sinon les graduations ne se recouperont pas pour ces deux gammes 200/2 000 et 2 000/20 000. Ici, ce sont les ajustables C₂ et C₃ qui agissent respectivement pour chacune de ces gammes.

Pour effectuer l'étalonnage d'un appareil, il faut disposer d'un élément de comparaison, d'un étalon.

Si vous pouvez disposer d'un autre générateur basse fréquence correctement étalonné et

Pour la gamme 200 périodes, vous agirez de même et rechercherez la coïncidence du cadran par exemple sur 500 ou 1 000 périodes. Ces chiffres n'ont d'ailleurs rien d'absolu, il sera même bon de vérifier s'il y a bien simi-

constitue un excellent étalon, toujours disponible, et très exact.

On envoie la tension du générateur dans l'amplificateur vertical. Balayage en sinusoïdal par le 50 périodes du secteur. On observe une figure de Lissajous dont

étalonner la base de temps de l'oscilloscope... qui sert ensuite à son tour à étalonner la troisième gamme...

Nous nous devons de vous signaler comme autre étalon possible le disque de fréquences.

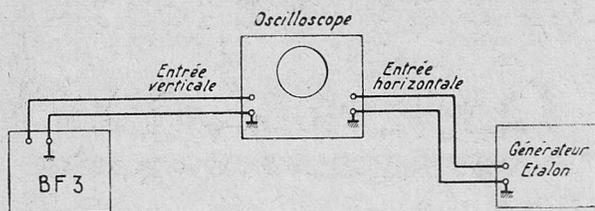


FIG. 9. — Etalonnage à l'aide d'un oscilloscope et d'un générateur étalon

d'un oscilloscope, l'étalonnage de votre nouvel appareil va devenir un plaisir, car vous vous trouverez dans les meilleures conditions requises.

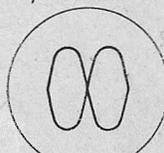
On réalise pour cela le montage représenté en figure 9. La sortie de l'appareil est reliée à l'entrée verticale de l'oscilloscope et celle du générateur étalon est reliée au balayage horizontal.

La combinaison de deux tensions sinusoïdales de même fréquence se traduit par un trait sur l'écran, plus ou moins incliné. La suite se comprend aisément. Pour la gamme 20 périodes par exemple, vous réglez l'étalon et le cadran de votre instrument sur 100 périodes, puis vous agissez sur le condensateur ajustable jusqu'à l'obtention du trait indiquant l'identité des deux fréquences.

litude sur d'autres fréquences. Vous procéderez de façon identique pour la dernière gamme.

Si vous disposez d'un oscilloscope seulement, vous pourrez

Fréquence verticale double de fréquence horizontale



Fréquence verticale triple de fréquence horizontale

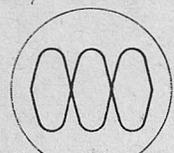


FIG. 11. — Comparaison de deux fréquences à l'aide de l'oscilloscope

quand même effectuer un excellent travail.

Vous réaliserez le montage de la fig. 10.

Prenons l'exemple de l'utilisation du secteur alternatif, qui

on « compte les bosses » dans la partie supérieure et horizontale.

La gamme 20/200 s'étalonne très facilement. Lorsque le BF.3 est sur 100 hertz par exemple, on

Un tel disque se trouve dans le commerce, c'est un microsillon 33 tours qui comporte différentes plages de fréquences bien séparées les unes des autres, et qui

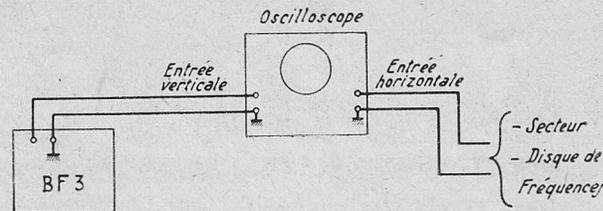


FIG. 10. — Etalonnage à l'aide d'un oscilloscope et du secteur ou d'un disque de fréquences

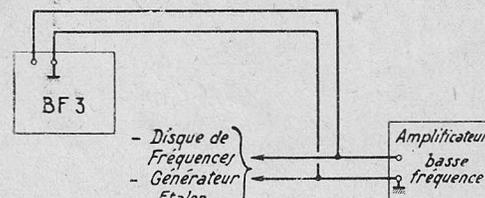


FIG. 12. — Etalonnage effectué sans oscilloscope, par comparaison

compte 2 bosses ; sur 150 hertz on observe 3 bosses (voir figure 11).

Sur la gamme 200/2 000 le comptage est encore possible. Pour la fréquence 250 par exemple, on observe 5 bosses.

Cette méthode est simple et très commode, mais n'est plus aisée sur la gamme 2 000/20 000 en raison de la difficulté de compter un trop grand nombre de bosses. Il est alors possible de procéder comme suit :

La gamme 200/2 000 étant correctement étalonnée, mettre cette fois l'oscilloscope en balayage linéaire, le BF.3 sur le repère 100, soit donc sur la fréquence 1 000 hertz. Agir sur le commutateur des fréquences de balayage, sur le vernier et sur la synchronisation pour observer sur l'écran une seule sinusoïde, bien stable.

Passer alors sur la gamme 2 000/20 000 et régler l'ajustable pour obtenir par exemple deux sinusoïdes se suivant sur le repère 20 soit 2 000 hertz. On vérifiera et contrôlera ensuite qu'on obtient bien 3 sinusoïdes sur 30 (3 000 Hz), 4 sinusoïdes sur 40 (4 000 Hz)...

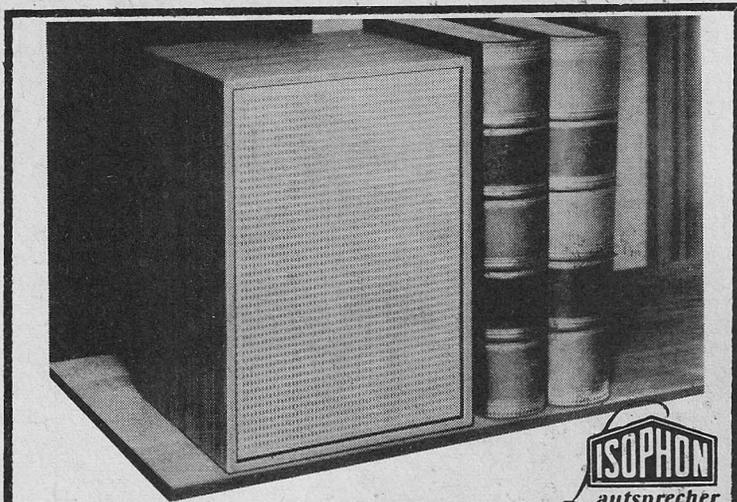
En somme, c'est la seconde gamme du BF.3 qui a servi à

s'étendent de 40 hertz à 15 kilohertz. Après amplification par l'intermédiaire d'un amplificateur basse fréquence, vous pourrez envoyer les fréquences du disque étalon sur l'oscilloscope, comme indiqué en figure 10.

Et enfin, si vous ne disposez pas d'oscilloscope...

Vous pourrez encore vous en sortir en appliquant la méthode dite par les Radios « du battement zéro ». Voyez en figure 12 ; à l'entrée d'un amplificateur basse fréquence, on envoie la tension de sortie du BF.3 et également celle issue d'un étalon. On règle les tensions de sortie de façon qu'elles soient à peu près identiques, puis on agit sur la fréquence du BF.3 pour l'approcher de celle de l'étalon. On entend alors un son qui devient de plus en plus grave, et les deux générateurs se trouvent sur la même fréquence lorsque le son se trouve « le plus bas » possible. Théoriquement, on devrait même aboutir au silence, d'où le nom donné à cette méthode, de battement, ou battement zéro.

L. PERICONE.



STÉRÉO - BOX - COMPACT — KSB 12-20

Modèle Miniature, avec montage « PRESENCE » pour une adaptation variable.

Dimensions : 250 x 170 x 180 mm
 Puissance admissible : 12 Watts
 Charge maximale pour parole et musique : 20 Watts
 Courbe de réponse d'après DIN : 60 - 20 000 HZ
 Impédance : 4 - 8 ohms

Le Stéréo Box Compact est d'une utilisation universelle par ses faibles dimensions, sa bande passante, son adaptation d'impédance, sa puissance admissible, son prix.

DOCUMENTATION ET LISTE DE NOS DISTRIBUTEURS

ISOPHON

Agence en France : 48, bd Sébastopol, PARIS (3^e) Tél. : 887-15-50

Visitez notre stand à l'Exposition de la Radio à Stuttgart du 27 août au 5 septembre 1965, et au Salon International de la Radio et de la Télévision à Bruxelles, du 9 septembre au 19 septembre 1965.

Fonctionnement en sinusoïdal			Fonctionnement en rectangulaire	
Broches	Tube 1	Tube 2	Tube 1	Tube 2
1	120 V	130 V	120 V	185 V
2	+ 14 V	- 0,5 V	+ 14 V	- 51 V
3	+ 17 V	3,2 V	+ 17 V	14 V
4	6,3 V alternatif sur ttes posit.			
5	6,3 V alternatif sur ttes posit.			
6	130 V	180 V	130 V	180 V
7	0,8 V	0 V	0,7 V	- 30 V
8	4,9 V	9,4 V	4,9 V	14 V
9	6,3 V alternatif sur ttes posit.			