

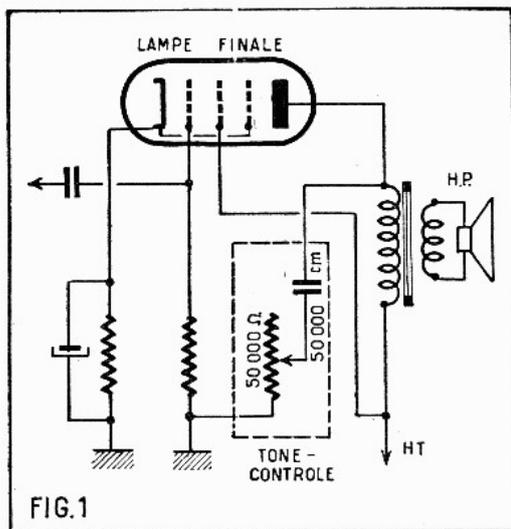
# UN EFFICACE CONTROLE DE TONALITE

à l'aide de la contre-réaction bf

On sait qu'il est toujours utile, sinon indispensable de rectifier la courbe de réponse de la plupart des récepteurs et des amplificateurs, non seulement pour compenser l'affaiblissement aux extrémités (basses et aiguës) de la gamme, mais aussi pour corriger certains défauts des émissions radiophoniques et des disques enregistrés.

On se contente beaucoup trop souvent du classique et infiniment déplorable « tone control » qui cache, sous un vocable anglo-saxon, les pires défauts. En effet, cet accessoire schématisé en figure 1 dérive à la masse, et suivant la position au potentiomètre, tout ou partie des fréquences aiguës issues de la lampe finale. Le résultat apparent est un « adoucissement » de la tonalité et une réduction des parasites aigus. Le résultat réel est une déformation du timbre de la musique et de la parole par suppression totale des harmoniques et réduction des fréquences aiguës : le violon prend une tonalité d'alto sinon de violoncelle et la voix accentue le « son de tonneau » qui a déjà tendance à se manifester dans tous les récepteurs dont l'ébénisterie est toujours insuffisante acoustiquement.

Nous ne nous élèverons jamais assez



contre l'emploi du « tone control (figure 1) », argument commercial qui permet d'ajouter un bouton de réglage et qui compense l'absence de fréquences basses en étouffant les aiguës.

Il est un critère pour juger de la qualité musicale d'un récepteur :

1° Sur une musique d'orchestre, on doit entendre distinctement et à un niveau normal les instruments graves : contrebasse à corde, basson, tuba, etc...

2° Sur la parole (homme ou femme) les « S » doivent siffler distinctement, ce qui est la garantie que les fréquences reproduites dépassent les 5.000 périodes.

3° Les voix mâles ne doivent pas avoir un « son de tonneau » caractérisé par une résonance sur une fréquence médium-basse (entre 200 et 500 périodes).

C'est pour obtenir ces qualités qu'il est nécessaire de rectifier correctement la courbe de réponse d'un récepteur ou d'un amplificateur.

Il existe une infinité de systèmes permettant une telle rectification. Ils sont plus ou moins efficaces et plus ou moins compliqués et onéreux.

Le système que nous allons décrire présente le double avantage d'être simple et efficace. Il n'est d'ailleurs pas inédit, ayant

été monté sur des récepteurs de la « General Electric » aux U. S. A., mais il nous a paru pratique, facilement adaptable sur les divers types de récepteurs et s'est révélé, aux essais que nous avons faits, d'une efficacité étonnante en égard à sa simplicité.

## Principe du correcteur.

Ce système peut être monté sur tout récepteur ou amplificateur possédant une réserve de puissance, ce qui est le cas général avec les appareils modernes dont les 2 à 3 W modulés ne sont jamais utilisés, le potentiomètre de contrôle de volume sonore n'étant jamais tourné à fond.

Comme tout système de contrôle de tonalité digne de ce nom, il comporte deux boutons de réglage, un pour les fréquences basses, l'autre pour les fréquences aiguës, ceci indépendamment du réglage de volume sonore habituel.

Son principe est simple :

1° On applique un certain pourcentage de contre-réaction à l'amplificateur BF (entre le secondaire du transfo de sortie et la cathode de la préamplificatrice).

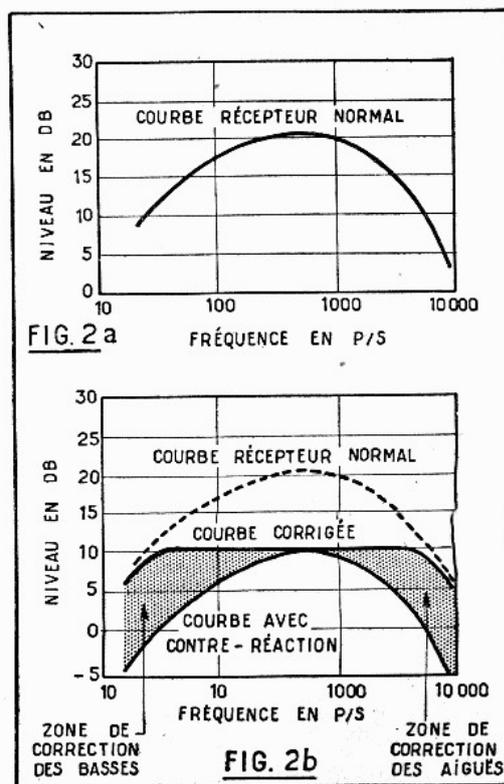
2° Deux circuits à résistance capacité réglables, intercalés dans le circuit de contre-réaction, réduisent plus ou moins le taux de contre-réaction sur les fréquences basses et aiguës.

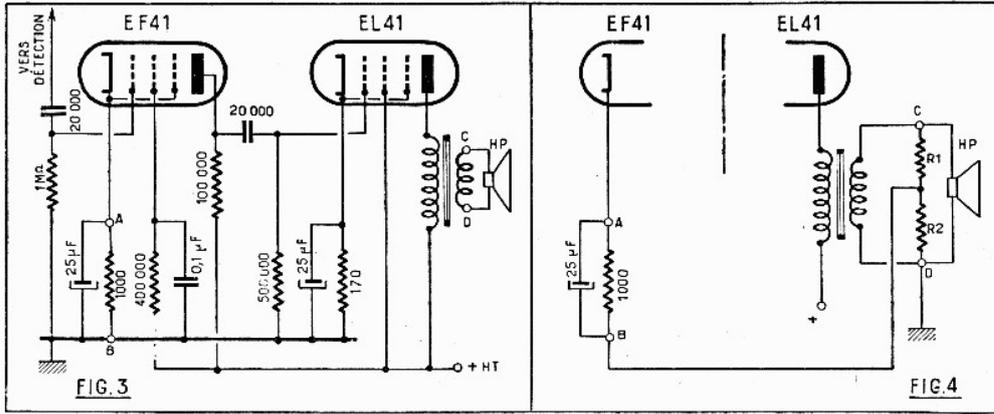
Ainsi le mécanisme du correcteur est simple et classique : d'une part on abaisse le niveau général de l'amplification et d'autre part on le relève aux deux extrémités de la gamme.

Nous avons schématisé ces opérations en figure 2 :

Figure 2a : courbe de réponse normale d'un récepteur.

Figure 2b : courbe abaissée de niveau général et dont les deux extrémités peuvent se relever à l'aide de deux circuits correcteurs variables. Les zones hachurées entre la courbe de niveau abaissé par la contre-réaction et la courbe corrigée représentent les possibilités de réglage des basses et des aiguës, à l'aide des résistances variables des circuits correcteurs.





Le schéma du correcteur.

Il est simple. Il y a lieu tout d'abord de repérer sur le montage les deux points qui nous intéressent, soit : le secondaire du transformateur de modulation (ou les deux bornes de la bobine mobile) et la cathode du tube préamplificateur (après la détectrice ou, sur un amplificateur, le premier tube) et sa résistance de polarisation.

Etant donné qu'aucun organe du récepteur n'est à modifier, quel que soit le récepteur, nous prendrons comme exemple une BF classique équipée des Rimlocks EF41 et EL41 en sortie, étant entendu que le montage est le même pour tout autre type de lampes (montages courants et alternatifs). Nous reproduisons ce montage classique en figure 3, sur laquelle on remarquera les quatre points A, B, C et D où viendra se connecter notre montage.

Voyons maintenant notre correcteur en le décomposant :

1° Le circuit de contre-réaction.

Il est également classique. C'est un montage à contre-réaction sur la bobine mobile, système le plus efficace puisqu'il corrige les défauts du transformateur de sortie. On prélève une partie de la tension alternative disponible aux bornes de la bobine mobile et on la réinjecte « en phase » dans le circuit cathodique de la préamplificatrice (ce qui revient à la réinjecter en « opposition de phase » dans le circuit grille).

Ceci est fait à l'aide d'un dispositif potentiométrique formé de deux résistances en série intercalées dans le secondaire du transfo de sortie, ainsi qu'il est indiqué en figure 4.

On voit que le point B, au lieu d'être directement à la masse, ne rejoint celle-ci qu'après avoir traversé R2 aux bornes de laquelle existe une partie de la tension alternative appliquée à la bobine mobile, et qui se trouve ainsi incorporée au circuit cathodique. La valeur de R2 est choisie faible par rapport aux 1.000 Ω représentant la valeur correcte de polarisation de façon à ne pas modifier cette dernière. On prendra par exemple R2 = 50 ohms et R1 = 100 à 150 Ω suivant que l'on voudra (si la réserve de puissance l'autorise) avoir un taux de contre-réaction de 33 % (avec 100 Ω) ou de 25 % (avec 150 Ω). R1 peut d'ailleurs être une résistance variable de 100 à 200 Ω que l'on ajustera aux essais, R2 gardant sa valeur de 50 Ω.

Deux choses sont à noter :

a) Le condensateur de polarisation de 25 μF doit rester aux bornes de la R de polarisation de 1.000 Ω et ne pas être relié à la masse sous peine de shunter la contre-réaction.

b) Les bornes C et D du secondaire du

transformateur de sortie doivent être choisies dans un certain sens qui assure bien une contre-réaction. Dans l'autre sens, il y a réaction positive, qui est d'ailleurs immédiatement audible et se traduit par un hurlement dans le haut-parleur. Il suffit alors d'inverser C et D.

Voyons maintenant :

2° Le circuit correcteur des aiguës.

Nous avons dit plus haut qu'il fonctionnait en réduisant le taux de contre-réaction sur le haut de la gamme.

Cette fonction est obtenue très simplement en shuntant R2 par un condensateur de forte valeur (type électro-chimique sous carton, isolé à 50 V). En effet, en adoptant une valeur de 10 μF, notre résistance R2 de 50 Ω sera mise en parallèle sur la capacité du condensateur de 10 μF qui est de 160 Ω à 100 périodes, 16 Ω à 1.000 périodes et 1,6 Ω à 10.000 périodes.

Cela revient à transformer R2 en résistance variable avec la fréquence, sa valeur (donc le taux de contre-réaction) étant d'autant plus forte que la fréquence est basse. Pour pouvoir doser cet effet on met en série avec C, une résistance variable de 50 Ω, les aiguës étant d'autant plus renforcées que cette résistance variable sera faible. Notre figure 5 montre ce circuit.

3° Le circuit correcteur des basses.

Pour réduire le taux de contre-réaction sur les basses fréquences on fait une opération semblable à la précédente, mais on joue sur R1 au lieu de jouer sur R2.

En effet, si l'on diminue le taux de contre-réaction en diminuant la valeur de R2 à certaines fréquences, on diminue également la valeur du taux de contre-réaction en augmentant la valeur de R1 qui se trouve dans l'autre branche du potentiomètre R1-R2.

En l'occurrence il convient de diminuer

le taux de contre-réaction sur les basses fréquences et, par conséquent, d'augmenter la valeur de R1 sur ces mêmes fréquences.

La chose est aisée : il suffit de mettre en série avec R1 un condensateur dont la capacité sera très faible sur les aiguës et le médium et forte sur les basses (par rapport à la valeur du R1).

En prenant une valeur de 2 μF (condensateur fixe type P.T.T. isolé au papier, peu importe la tension d'isolement) on a les valeurs de capacité suivantes :

- A 10.000 p.p.s. = 8 Ω.
- A 1.000 p.p.s. = 80 Ω.
- A 100 p.p.s. = 800 Ω.

On voit que, par rapport aux 150 Ω de R1, on varie peu sa valeur entre 10.000 et 1.000 périodes alors qu'on la multiplie par 8 à 100 périodes.

On rendra réglable l'effet de contrôle des « basses » en shuntant le condensateur de 2 μF par une résistance variable de 1.000 Ω.

La figure 6 montre ce circuit monté indépendamment du circuit correcteur des aiguës.

Réalisation du correcteur.

Nous venons de voir les détails des sché-

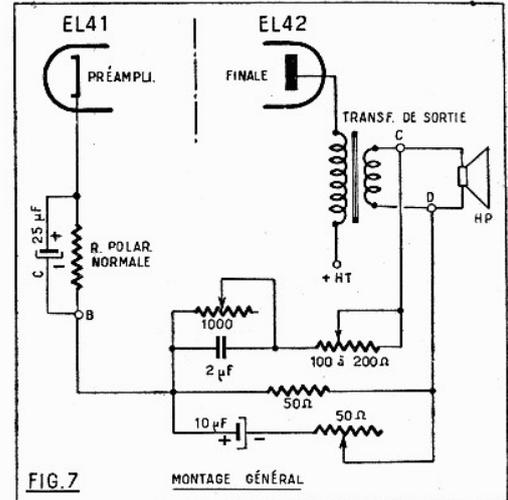


FIG. 7

MONTAGE GÉNÉRAL

mas de la contre-réaction et des deux circuits correcteurs. La réalisation est ainsi simplifiée puisque, pour avoir le schéma général de montage, il suffit de combiner les figures 5 et 6, ce que nous avons fait en figure 7.

(Suite page 25.)

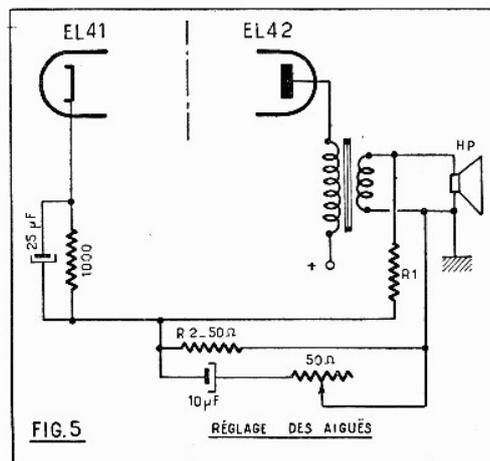


FIG. 5

RÉGLAGE DES AIGUËS

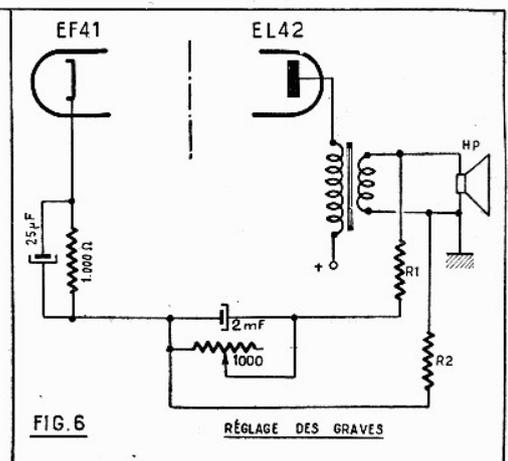


FIG. 6

RÉGLAGE DES GRAVES

## Un efficace contrôle de tonalité.

(Suite de la page 15.)

Les valeurs sont indiquées sur la figure, la liste du matériel nécessaire est la suivante :

- 1 résistance de 50  $\Omega$ , 1 W.
- 1 résistance bobinée variable de 100 à 200  $\Omega$ , 1 W.
- 1 rhéostat de 50  $\Omega$ .
- 1 rhéostat de 1.000  $\Omega$ .
- 1 condensateur P.T.T. de 2  $\mu$ F (isolement quelconque).
- 1 condensateur électrochimique sous carton de 10  $\mu$ F isolé à 50 V.

Pour le montage, il y a intérêt à grouper tout l'ensemble des condensateurs et des résistances en un endroit où les deux commandes puissent être facilement accessibles, ou bien dans un petit boîtier séparé.

Tous les circuits correcteurs étant à basse impédance, il y a peu à craindre des inductions parasites. Ne pas, cependant, établir ces circuits trop près du transfo d'alimentation. Aucun fil blindé n'est nécessaire.

La mise au point est inexistante sauf l'inversion éventuelle des points C et D, comme nous l'avons dit plus haut.

*Remarques :* Si le récepteur ou l'ampli comporte déjà un dispositif de contre-réaction il y a lieu de le supprimer car l'atténuation serait trop importante.

Le relèvement des fréquences basses peut faire ressortir un défaut de filtrage (ronflement à 50 p.p.s.) qui passait inaperçu auparavant. Il y a lieu dans ce cas d'améliorer la cellule de filtrage (augmentation de la self de filtre et des électrolytiques).

Dans les cas, très rares, où un bruit de « motor boating » apparaît, il est nécessaire de réduire le taux de contre-réaction (passer de 150 à 200  $\Omega$  pour R1), non sans avoir, auparavant, interverti le branchement au primaire du transformateur de sortie (des capacités parasites pouvant influencer).

On sera étonné de l'amélioration apportée par ce petit montage, tant dans la musicalité générale que dans la reproduction de la parole (il est conseillé pour la parole d'avantager les basses au minimum).

# LES CONTROLES DE TONALITÉ (1)

## Filtre isophonique.

Le filtre isophonique n'est autre que le filtre en T, que nous avons vu dans le montage précédent, perfectionné de manière à creuser le médium. Nous le retrouvons dans le schéma de la figure 11 qui, cette fois est un contrôle de tonalité à positions.

Nous voyons sur cette figure un commutateur à deux sections 4 positions. La position 1 donne une liaison tout à fait classique et n'apporte aucune correction. La position 2 place un condensateur de 5.000 pF en shunt sur le potentiomètre de puissance, ce qui a pour effet d'éliminer une partie des fréquences aiguës. C'est la position grave. La position 3 met en service un filtre formé de deux condensateurs (1.000 et 3.000 pF) et d'une résistance de 0,25 M $\Omega$ . Ce filtre a pour effet de favoriser le médium. Cette position est recommandée pour les auditions parlées.

Enfin la position 4 introduit un autre filtre qui, précisément est celui du paragraphe précédent, mais complété par un condensateur de 500 pF en série avec une résistance de 50.000  $\Omega$ . Ce filtre ainsi transformé favorise les graves et les aiguës par rapport au médium. C'est la position « musicale ».

## Encore un tone contrôle progressif très simple.

C'est celui de la figure 12. Le fonctionnement est simple. Si le potentiomètre a son curseur du côté du condensateur, les fréquences aiguës sont dérivées vers la masse et la tonalité est grave. Au contraire, si le curseur est vers la self de 10 ou 15 henrys, le condensateur qui se trouve en série avec toute la résistance de 1 M $\Omega$  n'a aucune influence sur les fréquences aiguës. Par contre la self présente une très faible impédance aux fréquences basses et les dérive à la masse; la tonalité est par conséquent aiguë. Pour toutes les positions intermédiaires du potentiomètre, on aura toute une

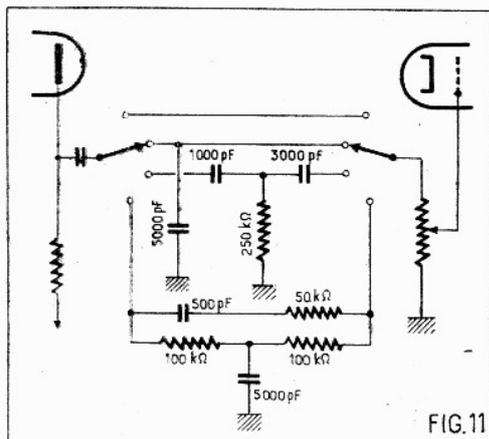


FIG. 11

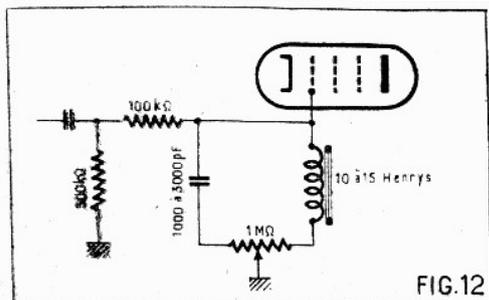


FIG. 12

variété de tonalités allant de l'aigu au grave.

Il faut cependant se méfier des systèmes introduisant une self dans un amplificateur. En effet, il peut se produire des couplages entre cette self et le transformateur d'alimentation ce qui donne lieu à des ronflements. Il convient donc de bien blinder la self et de lui donner un emplacement et une orientation qui éliminent les couplages indésirables.

## Contrôle de tonalité par contre-réaction.

Nous savons que la contre-réaction a pour effet de réduire le gain d'un amplificateur et cela d'autant plus que le taux de contre-réaction est élevé. Si on imagine un circuit de contre-réaction dont le taux diminue pour les fréquences aiguës et les fréquences graves, on comprend que l'amplification de ces fréquences sera plus grande que l'amplification du médium, on obtiendra donc la courbe de réponse qui convient. On peut également rendre le taux de contre-réaction réglable pour ces fréquences extrêmes et on a ainsi un moyen de doser séparément les graves et les aiguës.

La figure 13 montre un exemple de contrôle de tonalité par contre-réaction. La tension est prise aux bornes de la bobine mobile du HP. La fraction de cette tension qui existe aux bornes de la résistance de 50  $\Omega$  est reportée sur la cathode de la lampe en opposition de phase avec le signal d'entrée. C'est lui qui détermine la réduction de l'amplification du médium. On peut considérer en gros que le taux de contre-réaction fixe est déterminé par le rapport du pont formé des résistances de 400  $\Omega$  et de 50  $\Omega$ .

Mais, dans la branche formée par la résistance de 400  $\Omega$  se trouve un condensateur de 2  $\mu$ F dont l'impédance augmente pour les fréquences graves. Pour ces fréquences l'impédance de cette branche augmente et la fraction de la tension aux bornes de la 50  $\Omega$  diminue, le taux de contre-réaction se trouve réduit dans les mêmes proportions et pour les fréquences basses, l'amplification augmente. Le potentiomètre 1.000  $\Omega$  sert au dosage. En effet, lorsqu'il a sa valeur maximum, il influe peu sur l'impédance du condensateur qui alors a son efficacité maximum. Par contre, pour sa valeur minimum, il court-circuite le condensateur et tout se passe comme si cette capacité n'existait pas. Voilà pour le contrôle des graves. Voyons l'autre branche. La résistance de 50  $\Omega$  est shuntée par un condensateur de 20  $\mu$ F en série avec un potentiomètre de 1.000  $\Omega$ . Supposons tout d'abord le curseur du potentiomètre à la masse. Le 20  $\mu$ F présente une faible impédance pour les fréquences élevées. Il réduit donc la branche du circuit de contre-réaction et diminue pour ces fréquences le taux de contre-réaction. Les aiguës sont donc plus amplifiées que le médium. Si on manœuvre le potentiomètre de 1.000  $\Omega$ , on introduit en série avec le condensateur une résistance de plus en plus grande, ce qui réduit son efficacité et on diminue progressivement l'amplification des aiguës.

## En matière de conclusion.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir épuisé le sujet mais nous pensons avoir situé le problème et surtout que les quelques exemples donnés seront utiles à nos lecteurs. Ils pourront y puiser avec profit, lorsqu'ils voudront établir le schéma d'un bon amplificateur ou récepteur.

Bien sûr, il existe d'autres dispositifs et chacun au gré de son imagination peut en

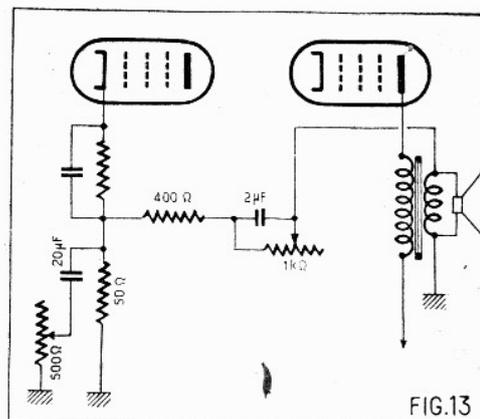


FIG. 13

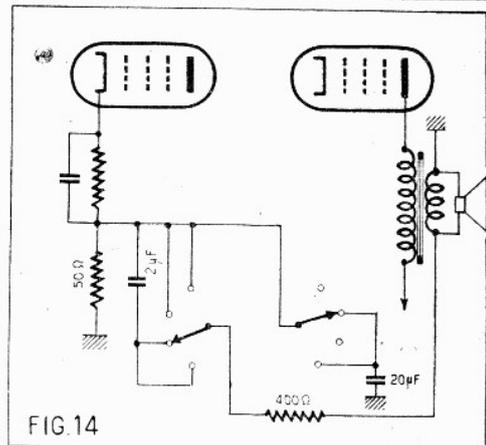


FIG. 14

inventer de nouveaux dérivant de ceux indiqués.

Signalons qu'on peut prévoir des filtres plus complexes véritables passe-bande, séparant nettement les bandes « aiguës », « médium » et « graves » du spectre sonore. La mise au point est toutefois très délicate. Enfin, les amplificateurs à plusieurs canaux et plusieurs haut-parleurs dont notre revue a donné récemment un exemple, permettent aussi de doser efficacement la tonalité et de donner plus de relief aux auditions. Mais cela sort du cadre que nous nous sommes assigné. D'ailleurs nous aurons certainement l'occasion de revenir sur cette question particulièrement vaste et où se trouve la clé du problème de l'amplification BF à haute fidélité.

(1) Voir le début de cette étude dans le précédent numéro.