

# LE SYMPHONIE

## amplificateur ultra

Une puissance de 12 watts modulés peut paraître superflue pour une écoute d'appartement. Si c'est notamment plus qu'il n'en faut, il n'en est pas moins vrai que les caractéristiques de distorsion d'un amplificateur font qu'employé à faible niveau il est capable de procurer une très grande fidélité de reproduction, de reproduire particulièrement bien les transitoires et de restituer la dynamique originale d'un enregistrement.

Si l'on considère qu'un niveau moyen de reproduction correspondant à une puissance de 2 watts fournie par l'amplificateur fait déjà beaucoup de bruit, on constate pourtant que les pointes de modulation dépassent 10 watts. Afin d'éviter l'écrtage il est donc indispensable que l'amplificateur

puisse fournir au moins cette puissance modulée.

L'amplificateur que nous vous proposons fait appel à des techniques éprouvées en ce qui concerne l'étage de puissance et le préamplificateur correcteur.

À l'étage de puissance, le montage ultra-linéaire semble s'imposer comme un des meilleurs qui soit, sans complication ni difficulté de mise au point, pourvu que le transformateur de sortie soit bien établi.

Le préamplificateur correcteur disposera de deux réglages séparés d'atténuation et de relèvement pour les basses et les aiguës, les marges de réglage importantes permettront d'adapter la courbe de réponse de l'amplificateur à toutes les situations possibles.

Le schéma.

L'étage de sortie est asymétrique de deux tubes EL84 en montage ultra-linéaire. On sait que ce montage présente à la fois les avantages de la pentode et de la triode, le rendement de la pentode et la faible distorsion par harmoniques impairs de la triode. Les harmoniques pairs étant compensés par le montage symétrique sont de ce fait éliminés du signal de sortie.

L'équilibre des deux tubes de sortie est assuré par un potentiomètre de 50 Ω entre cathodes permettant d'ajuster les polarisations. Il est préférable de rechercher un équilibre dynamique plutôt que statique, et à cet effet on recherchera le minimum de signal BF aux bornes de la résistance commune de 120 Ω.

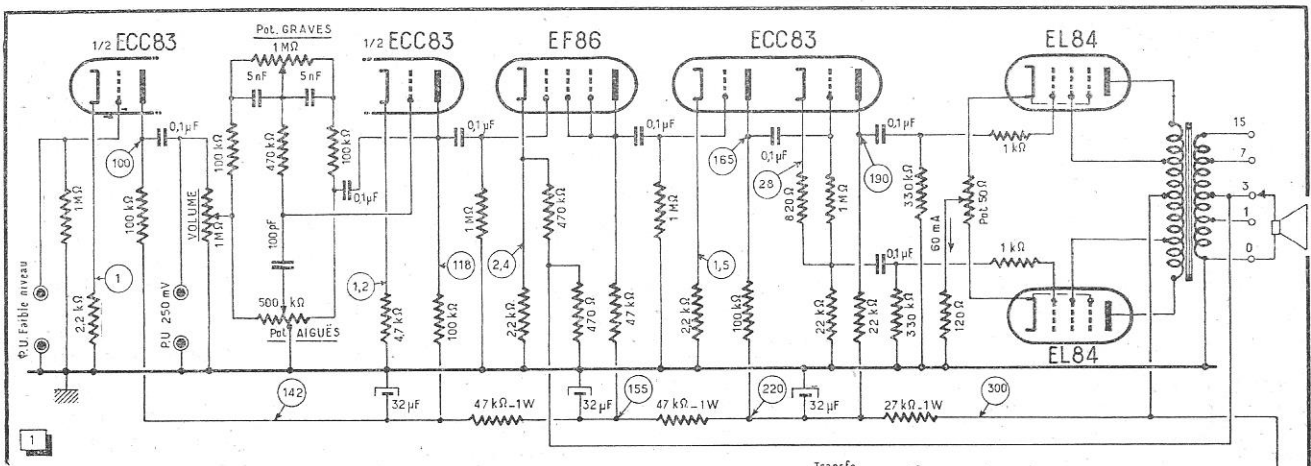
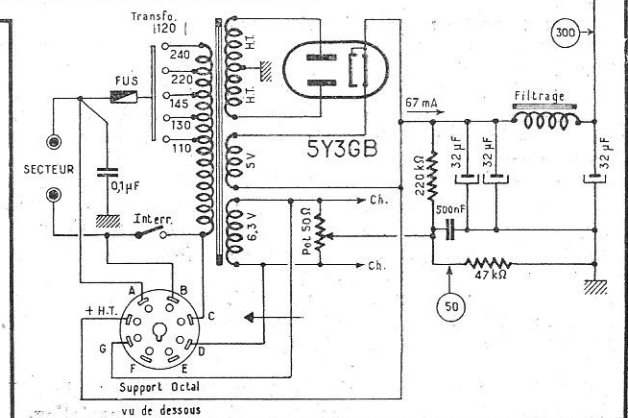
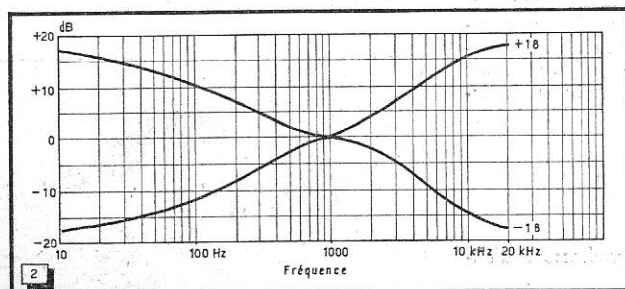


Fig. 1. — Schéma de l'amplificateur Symphonie.

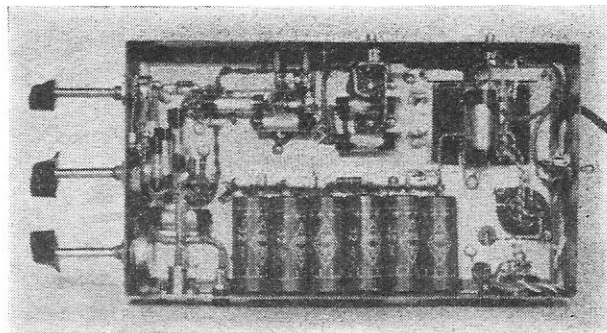
Fig. 2. — Courbe de réponse du correcteur de tonalité.



# NIE

## linéaire

- Bande : 20 à 30 000 Hz
- Distorsion < 0,6% à 10 W  
0,8% à 12 W
- Bruits : - 60 dB



Le transformateur de sortie doit naturellement être conçu pour le montage ultra-linéaire, qui nécessite le minimum d'inductance de fuite et une symétrie des deux demi-primaires en capacité et en résistance pour obtenir un fonctionnement parfait. Au secondaire on dispose des impédances 1, 3, 7 et 15  $\Omega$  qui conviennent à la majorité des haut-parleurs modernes.

A l'étage déphaseur, le cathodyne est apparu comme le plus approprié. Son gain égal à l'unité est compensé par celui de l'étage précédent, triode du tube ECC83.

Le bloc de puissance comprendra encore un étage avec un tube EF86 en triode.

Une boucle de contre-réaction se ferme entre la prise 3  $\Omega$  du transformateur de sortie et la cathode du tube EF86. Aucun élément de correction n'est apparu nécessaire, la contre-réaction étant à un taux relativement faible et pourtant suffisant, comme en témoignent les courbes de réponse relevées.

Pour l'étage d'entrée on a choisi un tube double triode ECC83 pour diverses raisons, tout d'abord le coefficient d'amplification élevé des triodes et principalement leur très faible niveau de bruit.

La première triode est montée en amplificatrice classique. Elle est nécessaire pour l'utilisation du microphone et du pick-up à faible niveau.

Le potentiomètre de réglage de volume fait suite à cet étage et précède le dispositif correcteur constitué par le réputé montage de Baxandall qui a acquis en peu de temps une réputation mondiale.

A propos de ce montage, signalons que les courbes de réponse obtenues ne sont guère plus favorables que celles d'autres montages ne faisant pas appel à la contre-réaction, mais il a l'avantage de présenter un très faible niveau de bruit et une impédance de sortie relativement basse, bien que variable, dans toute l'étendue de la bande d'audiofréquence. En particulier, ce dispositif est bien moins sensible aux inductions parasites et aux ronflements que le classique correcteur utilisant pratiquement les mêmes éléments, sauf le tube. De plus, il n'y a pas perte de gain, celui-ci étant maintenu au point de bascule égal à l'unité.

L'alimentation doit être assez générale et parfaitement stabilisée en fonction des variations de débit. Le but est atteint par une faible résistance interne obtenue par un transformateur d'alimentation largement calculé, un tube redresseur à faible résistance interne, en l'occurrence le 5Y3GB, et des condensateurs de filtrage de grande capacité faisant office de tampon.

Quelques détails intéressants : un potentiomètre antironflement sur la ligne de chauffage permet d'équilibrer celle-ci au minimum de ronflement (tension positive sur la chaîne filament) ; nombreuses cellules de découplage sur la ligne haute tension ; bouchon de sortie des tensions pour l'alimentation d'autres appareils. L'inductance de filtrage présente une valeur de 20 henrys. La haute tension après filtrage est de l'ordre de 300 volts.

### Utilisation.

A l'entrée il est évident qu'il faudra disposer d'un bon lecteur de disques, à cristal, par exemple la nouvelle tête Ronette-Herbay qui équipe actuellement de nombreux tourne-disques ou une tête à réluctance variable General Electric ou Clément. La cellule à cristal sera avantageusement shuntée par une faible résistance de l'ordre de 20 000  $\Omega$ , ce qui a pour effet de combler les nombreuses failles de la courbe de réponse et de la rendre pratiquement horizontale.

Quant aux haut-parleurs, ils devront être choisis parmi les modèles à haute fidélité que réalisent maintenant avec bonheur les constructeurs français Audax, SEM, Véga, Princeps, Gogny, Ferrivox, la Maison du haut-parleur, ou parmi des modèles d'importation.

Des modèles donnant d'excellents résultats sont les T 24 PA 12 Audax, 240 FML Véga, l'ensemble exponentiel SEM 28 cm et 17 cm en parallèle, ce dernier avec 10  $\mu$ F en série, l'ensemble de pincipes CP 25 et 10 BF ou 12 BF en parallèle, ce dernier avec 10  $\mu$ F en série.

Les courbes de réponse et de distorsion des figures 2, 3 et 4 témoignent des performances de l'amplificateur. La distorsion à 10 watts est inférieure à 0,6 %. Elle est de 0,8 % à 12 watts. La courbe de réponse est pratiquement linéaire de 20 Hz à 30 000 Hz. Le niveau de ronflement est de -60 dB.

En terminant qu'il nous soit permis de remercier les Ets Radio Saint-Lazare qui ont étudié et réalisé cet amplificateur et le distribuent en pièces détachées.

Fig. 3. — Courbe de distorsion en fonction de la puissance de sortie.

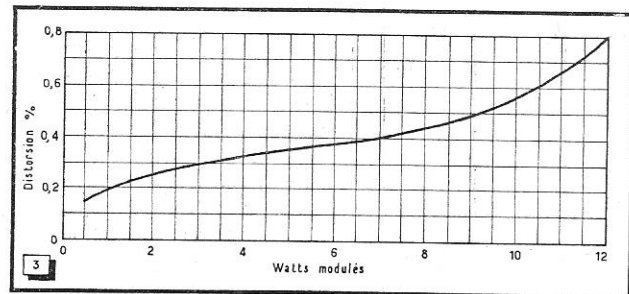
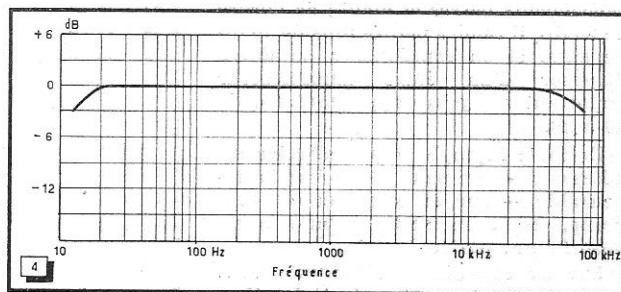
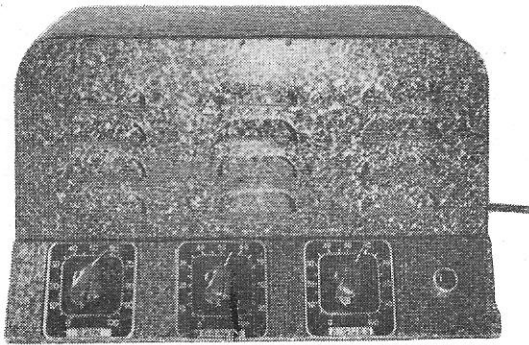


Fig. 4. — Courbe de réponse en fonction de la fréquence.





Pour équiper un

# Un amplificateur



Cet amplificateur est destiné à être incorporé dans une chaîne d'amplification pour électrophone portatif. Les très faibles dimensions sous lesquelles il est possible de le construire, le rendent facilement logeable dans une mallette enfermant un tourne-disques.

La qualité des enregistrements modernes exige une chaîne de reproduction capable de pouvoir les reproduire correctement ; aussi ce petit amplificateur permet-il de fournir une puissance de l'ordre de 3 à 5 W modulés sans distorsions notables.

Les caractéristiques d'enregistrement, assez diverses suivant les firmes éditrices de disques, exigent que la courbe de réponse de l'amplificateur puisse s'adapter à la caractéristique d'enregistrement, de façon à donner une image plus vraie de la réalité sonore.

Un amplificateur économique doit nécessairement n'utiliser qu'un nombre réduit d'étages. Deux est le minimum indispensable, et nous devons nous en tenir là en cherchant à tirer de ces deux étages le maximum de bénéfices.

Pour agir sur la courbe de reproduction, deux moyens s'offrent à nous : soit établir un étage correcteur, soit agir sur la chaîne de contre-réaction.

L'un et l'autre de ces procédés ont des avantages et des inconvénients. A l'actif du premier on peut signaler la facilité d'adaptation à un quelconque montage déjà éprouvé et aux résultats connus ; à son passif l'atténuation importante qu'il apporte, de l'ordre de la valeur des relèvements obtenus. Ainsi si l'on veut obtenir des relèvements basses et aiguës de l'ordre de 20 dB, il faudra perdre plus de 20 dB de gain, et en conséquence on devra disposer d'un étage amplificateur apportant un gain supplémentaire de 10 à 20.

De toute façon, la contre-réaction est nécessaire — on peut même dire indispensable — sur un amplificateur moderne, de telle sorte qu'elle aussi absorbe une partie du gain.

Sur un amplificateur modeste nous croyons que la contre-réaction sélec-

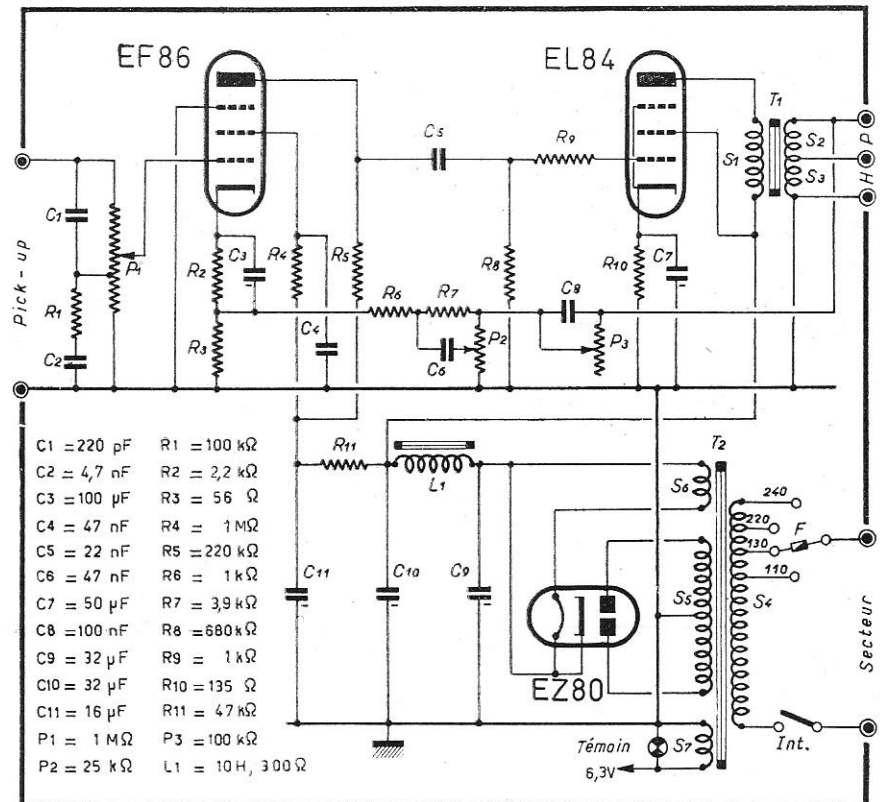
tive est parfaitement tolérable, puisque son efficacité sera toujours maximum pour la plus grosse partie de la bande des fréquences reproduites. Ce n'est qu'aux deux extrémités de la bande qu'on réduira l'efficacité de la contre-réaction, de façon à obtenir un relèvement des fréquences basses et élevées.

Les puristes reprochent à cette méthode d'aboutir à éliminer la contre-réaction aux deux extrémités du spectre des fréquences audibles, c'est-à-dire en des endroits où l'amplificateur possède les plus mauvaises caractéristiques et où les autres organes, tête de lecture et haut-parleur, sont également déficients.

On connaît l'intérêt d'un important amortissement du haut-parleur, surtout aux très basses fréquences, où la

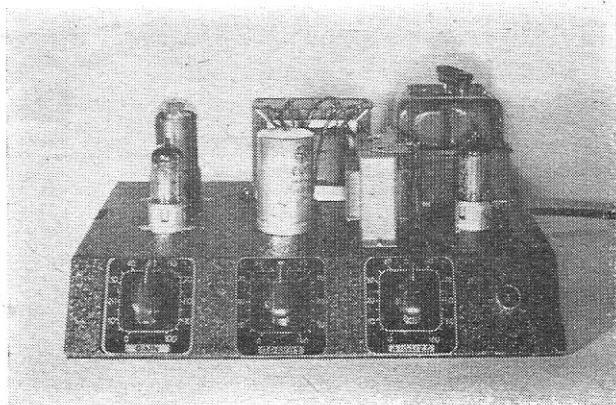
résonance de l'équipage mobile tend à donner au diaphragme des velléités d'indépendance du plus mauvais effet. En conséquence, réduire la contre-réaction pour ces fréquences revient à éliminer son action bénéfique. Il faut pourtant noter que le relèvement de la courbe de réponse aux deux extrémités de la bande est beaucoup plus due à un déphasage de la tension de réaction qui tend à devenir positive plutôt qu'à une réduction de son amplitude.

On sait en effet que les relations entre amplitude et phase du signal complexe témoignent qu'une très faible variation d'amplitude en fonction de la fréquence correspond à un déphasage important. Aux extrémités de la bande acoustique les modifications de la courbe de réponse sont dues principa-



# électrophone :

## de 3 à 5 watts



lement au déphasage de la tension de contre-réaction par rapport au signal d'entrée avec lequel s'effectue la comparaison.

Malgré cela la réduction de l'impédance de sortie est restée suffisamment conséquente pour maintenir un fonctionnement correct du haut-parleur.

En introduisant sur la chaîne de contre-réaction des réseaux agissant sur la phase, et en conséquence sur l'amplitude de cette tension (les deux étant intimement liés sans qu'il y ait la possibilité d'agir sur l'une sans perturbation de l'autre), on arrivera à moduler la courbe de réponse de l'amplificateur.

Les déphasages apportés par le dispositif devront cependant être limités de façon à se trouver loin de l'entrée en oscillation, particulièrement aux très basses fréquences où l'on risque le motor-boating.

Dans l'amplificateur, certains éléments, dont la présence est amenée par d'autres considérations, apportent justement, bien que partiellement, les corrections de phase nécessaires : il s'agit des capacités de découplage des résistances de polarisation cathodique et de la capacité de découplage d'écran du tube préamplificateur.

Voyons maintenant la réalisation de l'amplificateur établi sur ces principes.

### Schéma de l'amplificateur.

Un amplificateur à deux étages peut faire appel à de nombreux types de tubes sans qu'il y ait beaucoup de divergences dans ses performances.

Il est pourtant préférable d'utiliser des tubes modernes, qui constituent la synthèse de tous les perfectionnements qui ont pu être apportés à la technique des tubes électroniques.

Ainsi le tube EL84 est le plus approprié pour équiper un étage de sortie ; quant au tube EF86 il s'impose tout naturellement pour l'étage préamplificateur.

Le tube EL84 s'est révélé comme une des plus belles réalisations parmi les tubes de puissance moyenne, à tel point que les Américains viennent de le découvrir et de le qualifier de « the bestest power tube in the world ».

La réputation du tube EF86 n'est plus à faire, puisque l'on sait que son très grand gain le dispute à son antimicrophonicité et à l'absence de ronflement pour en faire le tube préamplificateur idéal.

En conséquence tous deux paraissent être les tubes de choix pour cet amplificateur. La pentode EL84 s'adapte à des conditions de travail disparates et, suivant que l'on tolère plus ou moins d'harmoniques pairs ou impairs, et que l'on veut disposer d'une puissance plus ou moins élevée, on pourra adapter des impédances de charge diverses.

Les conditions de travail qui nous ont paru les plus favorables sont obtenues pour une tension anode de 250 volts, une impédance de charge de 4 500  $\Omega$  et une polarisation fixée par une résistance cathodique de 135  $\Omega$ .

Le transfo de sortie T<sub>1</sub> a été établi avec un primaire S<sub>1</sub> calculé pour une impédance de 4 500  $\Omega$ , un secondaire fractionné en deux enroulements S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>, l'enroulement S<sub>2</sub> convenant à une impédance de 5  $\Omega$  et les deux enroulements S<sub>2</sub> + S<sub>3</sub> convenant à une impédance de 7  $\Omega$ . Bien entendu, il sera possible de faire que l'enroulement S<sub>3</sub> convienne à une impédance de 3,5  $\Omega$  relativement fréquente pour des haut-parleurs français, l'impédance de 7  $\Omega$  convenant à deux haut-parleurs de 3,5  $\Omega$  en série.

Cette solution permet de disposer de deux haut-parleurs elliptiques de chaque côté de la mallette de l'électrophone et d'obtenir ainsi un pseudo-relief.

Dans le cas de l'utilisation d'un seul haut-parleur, celui-ci sera avantageusement installé dans le couvercle de l'électrophone à charnières dégonnables.

Il nous semble superflu de détailler les circuits de l'amplificateur, mais cependant nécessaire de souligner ses particularités.

A l'entrée on a utilisé un potentiomètre P<sub>1</sub> à prise avec une capacité C<sub>1</sub> pour relever les aiguës et un ensemble R<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> relevant les basses pour amener la courbe de réponse aux faibles ni-

veaux à une allure plus conforme aux courbes d'isosensation.

La fraction de tension de sortie réinjectée à l'entrée par la chaîne de contre-réaction est réglée par les résistances R<sub>3</sub>, R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub> dans le rapport

$$\frac{R_3}{R_6 + R_7},$$

la capacité C<sub>3</sub> pouvant être négligée en première approximation.

Le potentiomètre P<sub>2</sub> est disposé entre la sortie de l'amplificateur et la masse, la capacité C<sub>6</sub> entre le point commun des résistances R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub>, et le curseur du potentiomètre P<sub>2</sub> utilise une dérivation à la masse des fréquences élevées lorsque le curseur se trouve du côté masse (d'où réduction de la contre-réaction sur les fréquences élevées et relèvement des aiguës) ; elle shunte la résistance R<sub>7</sub> lorsque le curseur se trouve du côté de R<sub>7</sub> (d'où accroissement de l'efficacité de la contre-réaction sur les fréquences élevées et réduction du niveau de ces fréquences).

En conséquence, le jeu de P<sub>2</sub> amène soit un relèvement, soit une atténuation des fréquences élevées, par rapport au niveau d'une fréquence moyenne qui peut être située aux alentours de 1 000 Hz.

Il n'y a jamais intérêt à atténuer les fréquences basses, quelle que soit la nature de l'enregistrement, puisque pour tous il y a réduction du niveau de ces fréquences. Par contre, il y a un intérêt primordial à le relever pour compenser d'une part les caractéristiques d'enregistrement, d'autre part l'effet suggestif dû au faible niveau d'audition.

Le relèvement des fréquences basses sera obtenu en interposant sur la chaîne de contre-réaction une capacité C<sub>3</sub> dont l'action sera réglée par un potentiomètre en parallèle P<sub>3</sub> qui, au court-circuit, donne une réponse linéaire et, à son maximum de résistance, un relèvement des fréquences basses.

On notera une résistance anti-accrochage R<sub>5</sub>.

L'alimentation devra être très soignée, de façon à réduire au maximum le niveau des composantes du ronflement ; ce sera le rôle des cellules de

filtrage constituées par l'inductance  $L_1$ , la résistance  $R_{11}$  et les capacités  $C_8$ ,  $C_{10}$  et  $C_{11}$ .

Le tube redresseur est logiquement un EZ30 chauffé soit par un enroulement séparé, soit sur un enroulement commun à tous les filaments. Dans ce cas la cathode ne sera pas reliée à une extrémité du filament.

Le transformateur d'alimentation sera établi pour délivrer une haute tension de l'ordre de 280 volts. On utilisera un modèle convenable de Vedovelli, Superself, Tesa ou MCB.

Comme nous-mêmes, nos lecteurs estimeront sans doute que la partie la plus délicate de la réalisation est... le coffret de tôlerie. Nous avons utilisé pour y pallier un coffret « Miniamply » de R. Gérard, fort bien réalisé, et d'un superbe cachet professionnel.

### Variantes possibles.

Le tube EF86 peut faire place au type EF40 sans qu'il y ait aucune modification des éléments, il n'y a qu'une substitution de supports. Le tube EL84 peut être remplacé par une EL41 à la condition de porter la valeur de  $R_{10}$  à 170  $\Omega$  et l'impédance du transformateur à 7 000  $\Omega$ .

On peut encore utiliser comme tube de puissance un 6V6 GT qui, bien que déjà ancien, est encore excellent. Dans ce cas  $R_{10}$  est porté à 250  $\Omega$  et l'impédance du transfo de sortie à 5 000  $\Omega$ .

Comme tube redresseur on pourra sans inconvénient employer un EZ40 à chauffage 6 volts, un AZ41 à chauffage 4 volts ou un GZ41 à chauffage 5 volts, suivant les possibilités du transformateur d'alimentation disponible.

Notre cliché montre une variante utilisant les tubes EF40, 6V6 GT et GZ41. Quelle que soit la formule employée, on trouvera tous ces tubes à la Radiotechnique.

On peut avoir quelque difficulté à se procurer un transformateur de sortie présentant une prise d'impédance 7  $\Omega$ . Il est très facile de modifier un transformateur disponible établi pour une impédance différente en notant que les impédances sont proportionnelles au carré du nombre de tours. Connaissant l'impédance secondaire du transformateur disponible, on calculera le nombre de tours des nouveaux enroulements qui pourront être réalisés à la main avec du fil de 80/100. N'employer qu'un transformateur du modèle dit géant.

Si le réalisateur était rebuté par la perspective de modifier un transformateur, il aurait la possibilité de prendre la tension de contre-réaction sur l'enroulement 3,5  $\Omega$  ou 5  $\Omega$  sans qu'il y ait de grosses divergences dans les résultats obtenus, mais en prenant la précaution de porter la valeur de  $R_3$  à 80  $\Omega$  pour une impédance de sortie de 3,5  $\Omega$  et à 68  $\Omega$  pour une impédance de sortie de 5  $\Omega$ .

J. LIGNON

# UN NOUVEAU (ET EXCELLENT) DÉTECTEUR pour FM

**C**E circuit, extrêmement simple dans son principe, a cependant exigé la construction d'un tube spécial, la « gated beam » 6BN6, pour recevoir une application pratique. La simplicité de mise au point de ce circuit, et le fort signal BF qu'il délivre, en font manifestement le circuit d'avenir pour les récepteurs de modulation de fréquence.

### Schéma de principe.

L'idée de base est extrêmement ingénieuse. Voyons le schéma de principe (fig. 1). Le signal de moyenne fréquence est injecté dans la première grille, la grille écran est à un potentiel positif déterminé. Mais nous avons maintenant deux particularités intéressantes :

Troisième grille, qui serait la grille supresseuse dans une pentode : elle est reliée à un circuit résonnant parallèle, de coefficient de surtension élevé, accordé sur la fréquence por-

teuse de l'émission modulée en fréquence, c'est-à-dire dans ce cas la fréquence centrale de la moyenne fréquence.

Circuit de plaque : la résistance de charge  $R_p$  est très élevée, de l'ordre de 300 000 ohms. En outre, utilisant cette résistance de charge, vient s'insérer un circuit intégrateur  $R_p C$ .

Nous avons tous les éléments maintenant pour comprendre le fonctionnement de ce détecteur.

Nous supposons le signal MF d'amplitude suffisamment élevée pour que, combiné à l'action de la polari-

