

COMMENT CONSTRUIRE UN BON AMPLI PUSH-PULL

par R. GUIARD

choix d'un schéma
commentaires
et considérations
à retenir

Nous nous excusons auprès de nos lecteurs si, encore une fois, au cours de cet article, nous procédons par « ordre dispersé », notre intention étant de ne rien vouloir omettre des choses « utiles à savoir » avant d'opter pour le schéma de notre préférence. Aussi allons-nous, pour mettre de l'ordre dans nos idées, attribuer un numéro, avec schéma s'y rapportant à chacune des questions traitées, de façon que le lecteur ne retienne que la partie pouvant l'intéresser.

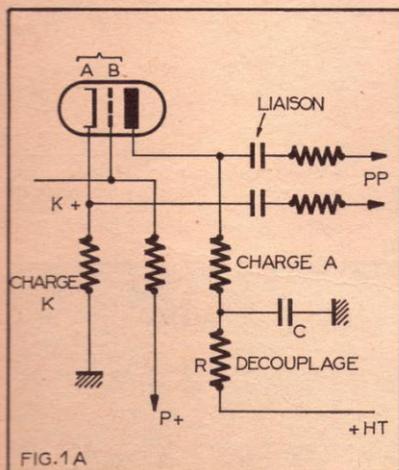
1° Choix du déphaseur :

Nous ne reviendrons pas sur le principe du déphasage qui a été maintes fois exposé dans la plupart des revues de radio. Bornons-nous à ne citer que les plus connus, par ordre préférentiel d'emploi.

A. — Le déphaseur cathodyne que beaucoup, sinon la plupart des techniciens considèrent comme le meilleur (c'est aussi le plus ancien).

C'est celui sur lequel nous nous attarderons plus loin.

B. — Le déphaseur « paraphase » appelé aussi « self Balancing » auquel on attribue la possibilité d'un équilibrage automatique. Voilà d'abord les deux montages les



1 A. — Schéma de principe du cathodyne. B est à un potentiel, en volts, un peu plus élevé qu'en A. Celui-ci étant égal à la polarisation nécessaire du tube (indiquée au lexique des lampes).

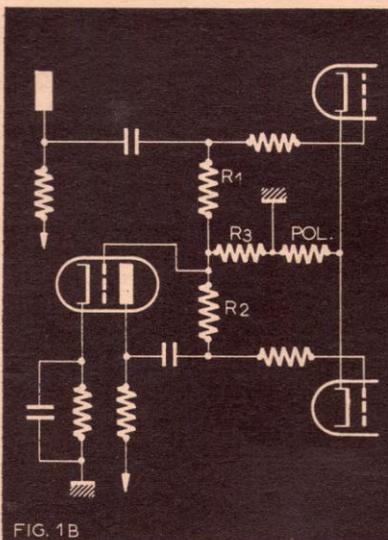
R doit être deux à cinq fois plus faible que charge A.

C doit être cinq fois plus faible que R à la plus basse fréquence à transmettre.

Charge K et charge A. Résistance 1 à 2 W exactement de même valeur à 2 % près.

Les amateurs que nous sommes, plus ou moins mordus de la haute fidélité (HI-FI) rêvent, pour la plupart, de construire eux-mêmes leur ampli, persuadés qu'ils arriveront, malgré les excellentes réalisations commerciales à un niveau « insurpassable » en qualité.

Ne leur donnons pas tort, d'autant plus qu'un ampli presque parfait est incomparativement plus facile à exécuter qu'un tuner FM digne de ce nom auquel il sera peut-être associé.



1 B. — Dans un déphaseur paraphase contrairement à ce qui se fait pour le cathodyne.

Le tube sera généralement à forte résistance interne (ECC83).

La valeur des résistances également plus élevée.

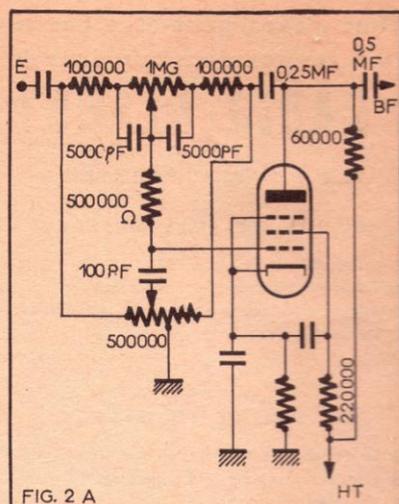
R1 } 300 à 500 000 Ω } valeur non critique.
R2 }
R3 } 100 000 Ω }

plus simples, et les plus souvent employés

C. — Le déphaseur Schmidt, assez souvent employé également mais nécessitant une lampe de plus.

D. — Le déphaseur Loyer un peu moins employé (même inconvenient) sans parler d'une quantité d'autres systèmes que l'on peut imaginer. Rappelons-nous bien d'abord ceci « un ampli PP vaut, ce que vaut son déphaseur » par conséquent apportons-y tous nos soins.

Cela a été dit... Il faut le redire et bien s'en convaincre.



2 A. — Correcteur de tonalité dit « Baxandall » le plus apprécié de tous. Diminue le gain (en puissance) prévoit un tube de plus. Ne pas le placer dans un circuit où est appliquée la contre réaction, mais avant. Pas indispensable si une contre réaction sélective et globale a été prévue.

La prise médiane du potentiel de 500 000 Ω est à 250 000 Ω de part et d'autre. Le point qui représente cette prise, qui est à la masse, n'a pas à être déporté à droite.

En figure 1 A, schéma simplifié du déphaseur cathodyne.

En figure 1 B, schéma simplifié du déphaseur paraphase.

2° Avant d'aborder donc le déphaseur que vous adopterez sans doute le cathodyne, procédons par ordre.

L'amplification BF (voir la préamplification BF) selon que l'amplitude du signal à l'entrée sera ou non suffisamment puissante pour actionner toute la chaîne finale.

Exemple : quelques dixièmes de volts (0,10 à 0,20) si vous employez un micro ou un PU magnétique ou bien si entre deux étages vous employez un correcteur de tonalité (Baxandall par exemple) créant un amortissement notable alors un tube de plus.

Si non un seul étage BF en pentode ou une seule triode, suivie d'une déphaseuse, et d'un étage symétrique « Driver » si à l'entrée la sensibilité est suffisante (0,35 V à 0,5 V). Radio, ou PU piézo électrique.

A noter que dans ce second cas, vous pourrez vous dispenser d'un correcteur de tonalité variable, et remplacer celui-ci par une contre réaction sélective qui diminuera beaucoup moins la puissance utile.

Les résultats d'un côté comme de l'autre sont à peu près identiques.

En figure 2 A, le correcteur Baxandall (un tube de plus).

En figure 2 B, un correcteur grave-aigu par contre réaction globale (une seule pentode suffirait en amplificatrice BF).

En figure 2 C, une déphaseuse triode suivie d'un étage séparateur « Driver ».

3° Quels tubes choisir comme préamplificateur BF ?

On pourrait employer un étage cascade (double triode), une pentode EF86 par exemple, ou une EF89 également employée en HF et donnant d'excellents résultats (pente élevée, faibles capacités inter électrodes). La EF86 est cependant plus souvent employée à cause de ses qualités antimicrophoniques.

Vous n'avez peut-être pas lu tous les derniers numéros de « RADIO-PLANS »

Vous y auriez vu notamment :

N° 201 DE JUILLET 1964]

- Quels chémas choisir en BF.
- Télévision bistandard et multicanal.
- Alimentation secteur pour appareils à transistors.
- Dépannage TV.

N° 200 DE JUIN 1964

- Le compact et l'automatisme.
- Emetteur récepteur à 6 transistors.
- L'adaptation parfaite.
- Ampli bicanal pour guitare.

N° 199 DE MAI 1964

- Atténuateur de son.
- Radio commandé pour vedette rapide.
- Clôture électrique.
- Les bases du transistor.

[N° 198 D'AVRIL 1964]

- Le second programme TV.
- Magnétophone facile à réaliser.
- Circuit doseur de l'effet stéréo.
- Cellule photoélectrique à effet avant.

N° 197 DE MARS 1964

- Ensemble pour guitare électrique.
- Réception du second programme.
- La Radio Maritime.
- Dépannage TV, la séparation.
- Super BF sans transfo de sortie.

N° 196 DE FÉVRIER 1964

- Deux interphones à intercommunication totale.
- Retour sur la cellule FM.
- Techniques étrangères.
- Antenne pour mobile.
- Dépannage TV.

1.50 F le numéro

Adressez commande à « RADIO-PLANS », 43, rue de Dunkerque, Paris-X^e, par versement à notre compte chèque postal : Paris 259-10. Votre marchand de journaux habituels peut se procurer ces numéros aux Messageries Transports-Presses.

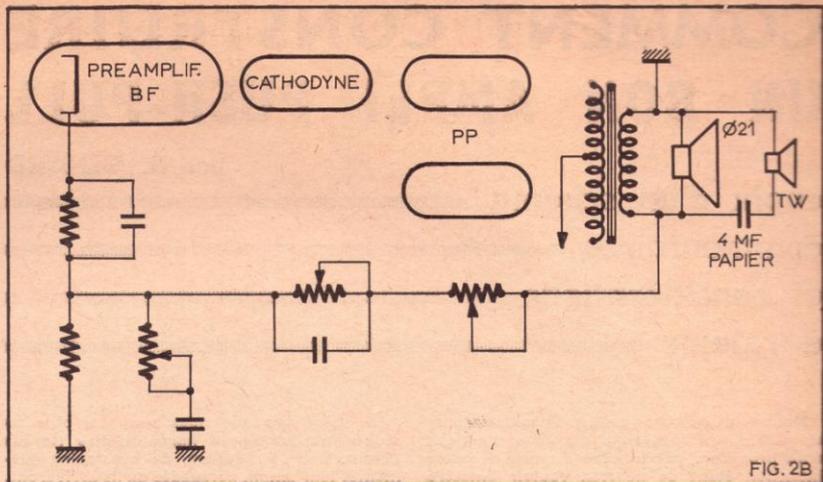


FIG. 2B

2 B. — Correcteur de tonalité par contre-réaction sélective globale aboutissant à la bobine mobile du HP. Aucun autre système de correction ne devra être employé sur le parcours entier (ou intermédiaire de ce circuit), mais avant si besoin était (nous ne le pensons pas).

Si on emploie un étage Driver intermédiaire entre cathodyne et PP, on prendra une double triode, le plus souvent employé ECC82. N'oublions pas que cet étage est un étage amplificateur, c'est pourquoi avant la déphaseuse qui sera le plus souvent une ECC83 à fort coefficient d'amplification, mais forte résistance interne et faible pente, une demi ECC83 servira à la préamplification, l'autre moitié au déphasage cathodyne.

(Rien n'empêcherait au surplus d'employer éventuellement deux tubes doubles ECC82, le gain serait un peu plus faible, la qualité musicale équivalente.)

4° Voyons pour le déphasage. Avant toute chose, il y a quelques principes immuables dont il faut bien se pénétrer. Trois notions que l'on ne devra jamais oublier si l'on veut faire quelque chose

2 C. — Un driver n'est autre chose qu'un étage symétrique mettant en œuvre une double triode amplifiant à nouveau, toutes deux, après le déphasage, isolant ainsi le tube déphaseur du PP. On peut alors se contenter d'une première triode amplificatrice BF avant déphaseuse, ayant une tension de crête plus faible.

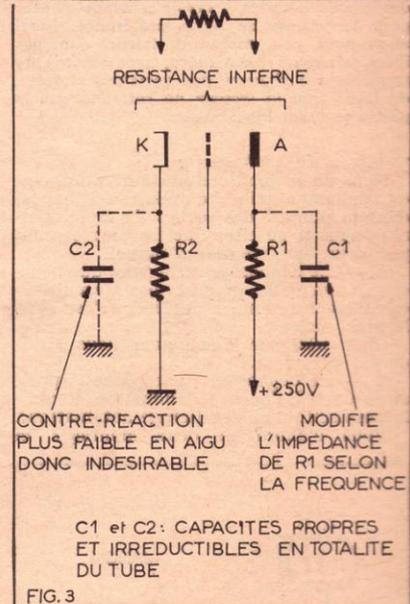


FIG. 3

3. — Contreréaction plus faible en aigu, donc indésirable. Modifier l'impédance de R1 selon la fréquence.

Capacités propres et irréductibles en totalité du tube.

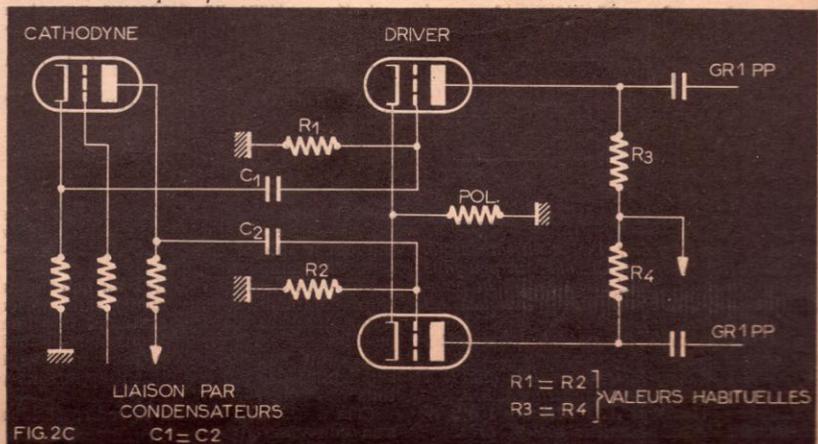


FIG. 2C

LIAISON PAR CONDENSATEURS
C1 = C2

R1 = R2
R3 = R4 } VALEURS HABITUELLES

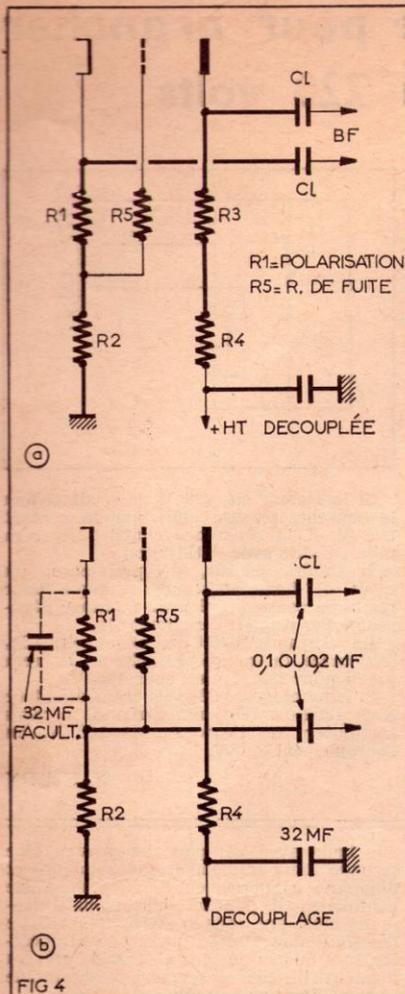


FIG 4

de bien. A vous de faire vos petits calculs (en somme très simples) pour arriver au meilleur des compromis.

A. — Il est indispensable, dans un tube déphaseur que les deux résistances (au moins 1 W) placées l'une entre cathode et masse; l'autre entre anode et premier condensateur de plusieurs microfarads soient exactement semblables comme valeur à 1 % près si possible (voir schéma 4A et B).

B. — La déphaseuse est une triode, or plus la résistance côté anode est de forte valeur, plus faible est la distorsion.

Par contre plus cette résistance est faible, plus la plage de fréquence à reproduire est étendue.

En résumé il faudrait qu'elle soit forte et faible en même temps (fig. 3). Comme cela est impossible à réaliser, on se contentera d'une moyenne à établir qui sera en fonction de la résistance interne du tube déphaseur employé. C'est-à-dire qu'en additionnant les deux résistances partant de l'entrée d'une part, de la sortie d'autre part, c'est-à-dire les deux résistances dont il est parlé ci-dessus côté anode et cathode. Leur valeur totale en ohms sera six ou sept fois plus élevée que celle de la résistance interne du tube employé.

Exemple : si en déphaseur on emploie un tube de puissance monté en triode, sa résistance interne de 50 000 Ω environ (généralement) tombera à environ 1 500 Ω . Le total de nos deux résistances sera

environ 10 000 Ω ce qui nous autorisera à employer deux résistances de 5 000 Ω , ce qui constitue la valeur minimum.

Si nous employons une ECC82 dont la résistance interne est de 7 000 Ω , on emploiera deux résistances de 25 000 Ω ce qui fait 50 000 en chiffres ronds (donc six fois plus). Si nous employons une demi ECC83 dont la résistance interne est de 60 000 Ω , cela nous ferait 60 000 \times 6 = 360 000 Ω pour les deux branches donc 180 000 côté cathode et autant côté anode.

Mais on s'en tiendra à un maximum de 100 000 Ω car rappelez-vous ce que nous avons dit plus haut : « Plus la résistance côté anode est importante plus la plage de fréquence à reproduire se rétrécit.

5° Quel mode de liaison allons-nous adopter ?

Nous avons le choix entre trois possibilités que nous allons examiner séparément :

Figure 5 A : la liaison directe ;

Fig. 5 B : la liaison par condensateur.

Fig. 5 C : la liaison par condensateur.

Dans la figure 5 A, la résistance de fuite se confond avec la résistance de charge du tube précédent.

Elle offre un avantage. Réduction de l'écart de phase, donc possibilité d'une très forte contre-réaction, possibilité d'atteindre 20 PS dans le grave mais deux petits inconvénients : est-il bien nécessaire de descendre aussi bas en fréquence grave si le haut-parleur employé a une résonance propre de 50 Hz ou plus ? Ce serait plutôt désavantageux. Secondo : La valeur de cette résistance commune de charge et de fuite doit être calculée de telle sorte que, combinée avec les deux résistances équivalentes de cathode, il ne subsiste entre cathode et grille que la polarisation nécessaire. Ce n'est pas là un bien grand problème d'ailleurs car il s'établit, si l'erreur n'est pas grande, une sorte d'auto ajustage de la polarisation nécessaire, quoi qu'il en soit, ce mode de

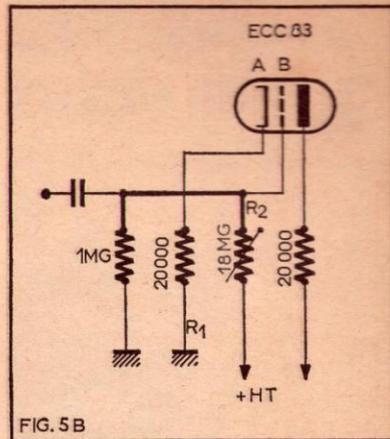


FIG. 5 B

5 B. — Ici la tension de polarisation est prise directement sur la haute tension par un pont de résistance (20 000 + 1 M Ω) entre HT et masse. Ici encore elle demande à être ajustée afin que A soit à un potentiel supérieur à B équivalent en volts à la polarisation normale.

Plus la R1 du tube sera élevée, plus la R2 sera faible. (5 M Ω pour une R1 très faible. Exemple : 1 500 Ω).

Ce mode de polarisation donne d'excellents résultats.

liaison est fréquemment employé et très recommandable.

Dans la figure 5 B, la polarisation grille est tout à fait indépendante de la valeur des autres résistances de charge. Elle est prise directement sur la haute tension par un pont de résistances de plusieurs mégohms. Excellente solution, mais qui nécessite d'avoir un réglage potentiométrique délicat à opérer.

Nous indiquerons plus loin comment résoudre le problème.

Fig. 5 C. — Ici la polarisation de cathodyne est prise sur une fraction de la résistance de charge du cathodyne côté cathode.

En prenant environ le 1/10 entre résistance de fuite et cathode comme valeur de la résistance de polarisation on ne s'écarte généralement guère de la valeur nécessaire, qui d'ailleurs est égale à la résistance normale de polarisation du tube employé en cathodyne, ou bien un peu plus élevée.

Comme la valeur de la résistance de fuite du cathodyne est de plusieurs centaines de milliers d'ohms, on parachevera la bonne reproduction des graves en prenant un condensateur de liaison d'assez forte valeur. Si celui-ci occasionnellement avait une très légère fuite, cela aurait beaucoup moins d'importance que dans le cas habituel puisque la grille est déjà à un potentiel élevé.

Conclusions.

Nous voilà donc en présence de trois dispositifs sensiblement équivalents au point de vue résultat final. Mais ce à une condition expresse : n'employer que des résistances étalonnées. Observons à ce sujet que les résistances étalonnées à 5 % sont de constructions bien plus soignées que celles ayant une tolérance de 10 %. Les fabricants généralement essayent de s'en tenir à 2 %. Celles qui, dans un lot de ces dernières sont mesurées très exactement, sont marquées 1 %, les autres (solution pessimiste) à 5 %, on a donc bien souvent

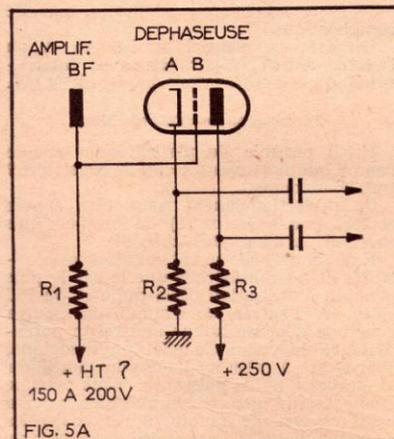


FIG. 5 A

5 A. — Liaison directe. On doit tenir compte de plusieurs éléments haute tension disponible à la base de R1. Tension obtenue à la cathode de la déphaseuse en égard aux R de charge employées et à la résistance interne du tube, ceci afin d'obtenir entre A et B une tension de polarisation normale. Logiquement R1 sera d'autant plus élevée en valeur que R2 sera faible valeur usuelle rencontrée en divers schémas.

R1... 100 000 pour R2 50 000.

R1... 270 000 pour R2 22 000.

(Larges tolérances admises).

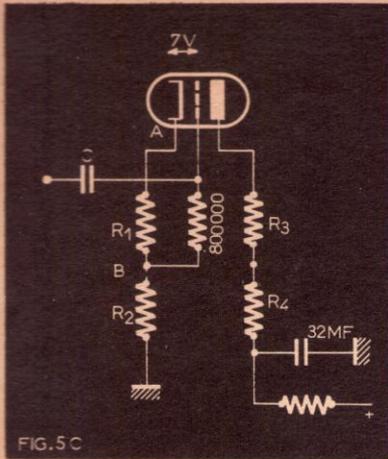


FIG. 5 C. — Ici la polarisation de grille est prise sur une fraction de la résistance de charge de cathode.

Si en « a » nous avons 70 V,
Si $R_1 = 1\ 000\ \Omega$,
Si $R_2 = 9\ 000\ \Omega$,
Nous avons en B $1/10 = 7\ V$ de polarisation.

$R_1 + R_2$ auront exactement à 1 % près la même valeur totale que $R_3 + R_4$ en 2 W. C pourra être de valeur plus élevée que de coutume (par exemple 0,5 μF). Ce montage est très employé.

(On fera R_1 un peu plus élevé que la R habituelle de polarisation). On omet souvent à tort, la résistance R_3 .

Bonnes valeurs pour $R_3 + R_4 = 20\ 000$ à $35\ 000\ \Omega$ (même 50 000 maximum).

la chance de tomber sur une tolérance plus stricte.

6° En finales push-pull, pentodes ou tétrodes :

La tétrode à faisceaux dirigés a nettement notre préférence du fait qu'elle n'est sujette qu'à un très faible % en harmoniques III de distorsion et que les harmoniques II indésirables sont annihilées par le montage PP.

Pourquoi dès lors voit-on si souvent employer $2 \times EL84$? Mais tout simplement parce que qualifiées de pentode, elles ne sont en réalité que des tétrodes à faisceaux dirigés, disent les fabricants eux-mêmes, avec une proportion d'harmoniques III peut-être un peu plus forte. Mais cette proportion se trouve largement diminuée si on emploie par surcroît la contreréaction.

Particularité de montage PP.

Il nous serait agréable, il serait intéressant d'avoir à établir notre PP avec des triodes.

Malheureusement celles-ci ne se trouvent pratiquement plus dans le commerce. On peut il est vrai faire une excellente triode avec des pentodes (même de puissance) en réunissant Gr 2 à plaque.

Oui mais alors il faut prévoir une préamplification très importante et onéreuse.

Une solution excellente consiste à monter nos pentodes en... « presque » triode sans leur enlever beaucoup de puissance. Il suffit de monter en « semi-triode-pentode » c'est-à-dire en ultra linéaire. Comment ? mais tout simplement en prenant un transfo PP à prises médianes d'écran (le jeu en vaut la chandelle) car la résistance interne des tubes diminue énormément, ce qu'il faut tendre à obtenir pour que le haut-parleur s'en trouve bien, tout le monde le sait déjà. (Une distorsion de 2 % tomberait dans ce cas à 0,9 %).

Dispositif simple pour brancher sur 110 ou 220 volts

Il s'agit d'un montage très simple puisqu'il ne comporte qu'un relais fonctionnant sous 110 V et une résistance (ou mieux potentiomètre), ce qui permet de brancher un montage électronique, soit sur 110 V, soit sur 220 V et ceci sans précaution spéciale.

Le schéma comporte un potentiomètre branché en résistance variable, monté en série avec un relais. L'ensemble relais et résistance est en parallèle sur le secteur (110 ou 220 V).

Lorsque le secteur est 110 V, la résistance R chute une partie de la tension et le relais ne colle pas, le courant passe par le contact repos et alimente directement le circuit Ru.

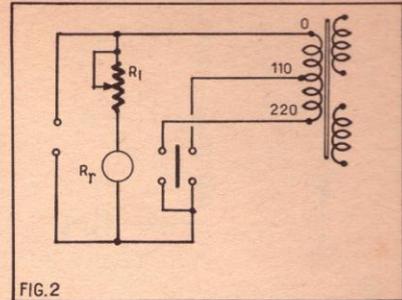


FIG. 2

Si le secteur est 220 V, le relais collera le courant, passera alors par le contact travail et la résistance chutrice R_1 sera mise en série avec l'utilisation.

Il faudra choisir, de préférence, un relais de forte résistance ohmique pour rendre la consommation du montage négligeable par rapport au circuit Ru.

La résistance R_1 est proportionnelle à R_2 (résistance du relais). Le circuit R_2 sera prévu pour fonctionner sous 110 V.

Si le montage possède un transformateur avec plusieurs tensions primaires, le relais commutera ou l'enroulement 110 V, ou l'enroulement 220 V.

J. FAURY

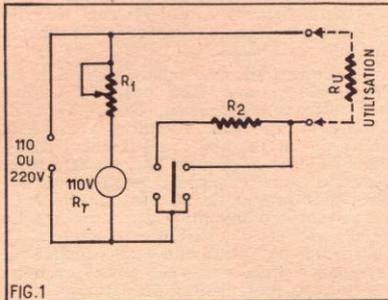


FIG. 1

Haut-parleurs : un mot seulement pour finir.

1° Rappel. Ebénisterie épaisse. Volume important (déjà dit).

2° Pour les bourses modestes, pas de complications.

Un HP exponentiel $\varnothing 21\ cm$ et un tweeter lourd en parallèle avec interposition d'un condensateur papier de 4 μF .

Perfectionnements possibles.

Est-il possible de perfectionner encore l'ampli que nous avons décidé de construire ? Oui, évidemment.

Ce perfectionnement peut être simple et fort peu onéreux (1) ou un peu plus cher (2) ou bien plus cher (3).

Examinons brièvement ces diverses possibilités et ne considérons que le cas le plus répandu d'utilisation de la radio et du PU piézo. A l'entrée de l'ampli on pourra pour une dépense infime mettre un potentiomètre de volume à effet physiologique, c'est-à-dire à prise médiane pour améliorer les graves à faible puissance. Voilà presque une nécessité peu compliquée, on pourra aussi essayer de réunir (après coup) les deux plaques des lampes PP pour obtenir un montage apparenté à celui dénommé « Hafer Keroes » (diminution de la RI) Etablir un filtre de coupure à fréquence déterminée (séparateur à un quart ou demi-cellule, série ou parallèle entre Tr. modulation et les deux HP).

Le but : diminuer les possibilités d'intermodulation. Réduire à peu de chose la résistance à la source en plaçant sur la ligne HT après filtrage, un découplage au transfo de modulation non pas de 16 ou 32 μF mais de 100 μF .

Une modification, ou plutôt un complément (2) de prix un peu plus élevé : établir

une ligne avec PP pour les graves. Une seconde ligne totalement indépendante et différente composée en finale d'une seule pentode en UL pour les aigus. Nous obtiendrons ainsi un pseudo stéréo 3 D. Notre transfo d'alimentation devra pouvoir débiter 40 à 50 000 de plus et 1 A de plus au filament. La dépense est encore acceptable et l'amélioration notable.

Sur un pied d'équivalence au point de vue dépense, nous placerons l'ampli stéréo qui comprend deux lignes identiques, généralement avec un seul finale de puissance (pentode).

Et enfin le « fin du fin » l'ampli stéréo à deux canaux double PP. Mais alors il faut ouvrir le porte-monnaie et cette réalisation n'est pas très courante. Car n'oublions pas que, contrairement à une idée assez répandue, il ne suffit pas de mettre un PP après une préamplificatrice BF pour avoir plus de puissance. On a simplement « la possibilité » d'avoir plus de puissance ; mais à la condition que l'amplificateur de tension suive le mouvement ; c'est-à-dire que lui aussi soit « renforcé ». Sinon on améliore la musicalité mais peu la puissance disponible à la sortie.

R. GUIARD.

En écrivant aux annonceurs
recommandez-vous de
RADIO - PLANS