

LE MONTAGE « PARAPHASE » OU « A TUBE DÉPHASEUR »

Par L. CHRÉTIEN, Ingénieur E. S. E.

Tout le monde est d'accord sur ce point. Pour obtenir le « fin du fin » en matière de haute fidélité musicale, il faut utiliser le montage « push-pull » ou — en français — montage « symétrique ». Mais pour qu'il en soit bien ainsi, il faut que l'étage final réalise effectivement la symétrie parfaite, et, pour cela, il faut pouvoir disposer de deux tensions égales exactement déphasées de 180 degrés. Parmi tous les montages qui nous sont offerts il s'agit de trouver le meilleur...

Dans notre précédent article, nous avons examiné le cas du couplage par transformateur. C'est ce qui est évidemment le plus simple, du moins à première vue. Un examen plus approfondi nous a cependant révélé que la construction du transformateur de liaison et de déphasage posait de redoutables problèmes. Il n'est pas impossible de construire un trans-

formateur qui soit presque parfait. Mais le prix de revient en sera tellement élevé qu'il fera renoncer tous les amateurs moyens. Ce n'est donc pas — à beaucoup près — le déphaseur idéal. Il nous faut donc chercher un moyen plus économique.

Un des premiers montages est l'emploi du tube déphaseur ou montage « paraphase ». Nous employons à dessein les deux expressions car le mot paraphase est souvent utilisé pour désigner des montages tout à fait différents, comme le déphaseur dit « de Schmitt », par exemple...

Or, à l'origine, le montage « paraphase » était bien celui qui comportait l'emploi d'un tube déphaseur...

La manière dont le néologisme « paraphase » est forgé est, d'ailleurs, en accord avec cette manière de voir...

Le principe du montage.

Le principe du montage apparaîtra immédiatement en examinant la figure 1. Pour plus de simplicité nous avons supposé que l'amplificateur ne comportait qu'un seul étage d'amplification en tension. C'est le cas d'un récepteur de radiodiffusion ordinaire. Dans le cas d'un électrophone et d'une tête de lecture moderne, il faut prévoir un ou plusieurs étages de préamplification. Mais cela ne change rigoureusement rien.

La tension de sortie du tube amplificateur A est directement transmise à un des tubes de puissance P1.

Elle est également transmise au tube déphaseur D, dont le rôle est de fournir une tension rigoureusement égale, mais en opposition de phase. Celle-ci est transmise au second tube de puissance P2.

Il faut donc finalement que le tube D ne soit pas un tube amplificateur, mais exclusivement déphaseur. Il faut que ce

déphasage soit rigoureusement de 180 degrés pour l'étendue entière de la gamme reproduite.

Cherchons maintenant à définir dans quelle condition un tube est déphaseur.

Déphasage par tube électronique.

Pour cela, il faut en analyser le fonctionnement en détail. Nous supposons naturellement qu'il s'agit d'un étage amplificateur en classe A (voir nos précédents articles), c'est-à-dire que le point de fonctionnement ne quitte pas les parties droites de la caractéristique. Il en résulte que l'intensité anodique moyenne I_p , mesurée par l'appareil de mesure A demeure invariable au cours du fonctionnement. Nous supposons que la polarisation V_g — donnant la tension moyenne de grille et la tension anodique, V_p donnant la tension moyenne d'anode sont fournies par des sources fixes. La résistance de charge R_p , purement ohmique,

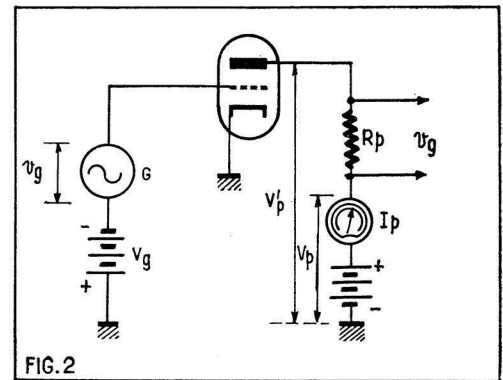


FIG. 2. — Schéma de principe d'un étage amplificateur de tension couplé par résistance. Les tensions indiquées en lettres majuscules sont des tensions continues, les tensions indiquées en lettres minuscules sont des tensions alternatives. On peut montrer que V_g et V_p sont en opposition de phase (c'est-à-dire déphasées de 180°).

détermine une chute de tension, de telle sorte que la tension moyenne est donnée simplement par $V_p - R_p I_p = V'_p$. La tension de sortie est recueillie entre les extrémités de R_p . Le générateur G permet d'appliquer une tension alternative V_g que nous pouvons supposer sinusoïdale pour la commodité de l'exposé.

Le générateur G fournit une alternance positive de K en L (fig. 3) la tension de grille instantanée diminue (puisque la grille est négativement polarisée) ou, en d'autres termes, la grille devient moins négative. Il en résulte que l'intensité instantanée d'anode augmente. Elle passe de la valeur moyenne I_p , à une valeur plus élevée, en suivant K'L'.

Dans ces conditions, il est évident que la chute de tension entre les extrémités de R_p devient plus grande et — par conséquent, que la tension instantanée d'anode diminue, en suivant la variation K'' L''. Si nous continuons le raisonnement, nous obtiendrons les variations LM, L'M', et L'' M''.

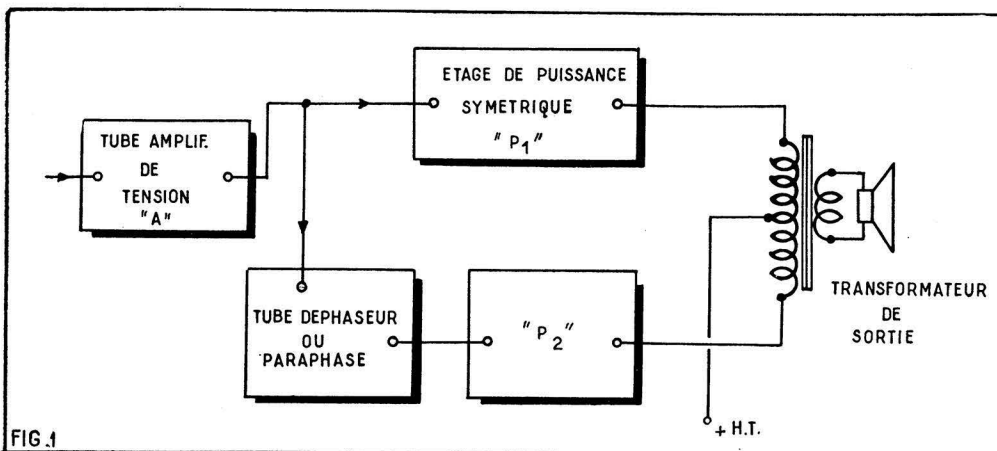


FIG. 1. — Disposition générale des éléments dans un montage symétrique utilisant un déphaseur du tube paraphase. Le tube est un amplificateur de tension. Les tubes P1 et P2 sont les deux tubes symétriques de puissance, D est le tube déphaseur. Il doit transmettre au tube P2 une tension de grille égale à celle que reçoit le tube P1, mais en opposition de phase. En d'autres termes, il ne doit pas amplifier, mais déphaser.

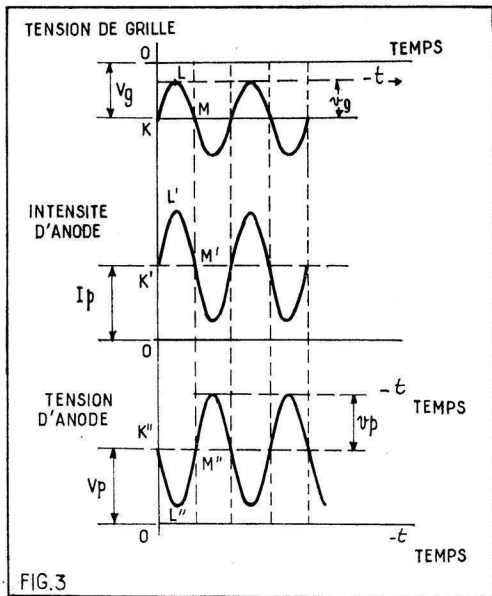


FIG. 3. — Diagrammes des formes de tensions et intensité dans les circuits du tube amplificateur de la figure 2, V_g et V_p sont effectivement en opposition de phase.

Nous voyons ainsi que les variations de tensions instantanées d'anode sont exactement en opposition de phase avec les variations instantanées de tension de grille.

On peut exprimer cela sous une autre forme : il y a opposition de phase entre les tensions d'entrée et de sortie, d'un étage couplé par résistance avec le montage cathode à la masse.

Les autres configurations.

Cette dernière précision est nécessaire car il y a trois manières d'utiliser un tube électronique, on dit encore *trois configurations*. Celle qui est la plus fréquemment

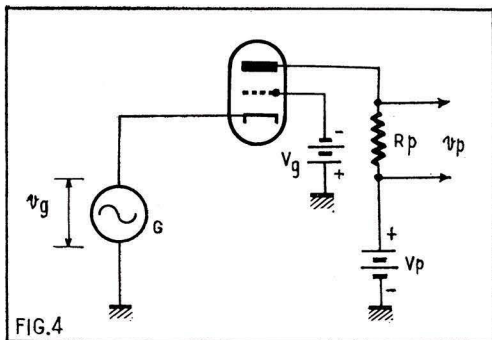


FIG. 4. — Amplificateur dit avec grille à la masse. Dans ce montage utilisé, en particulier en très haute fréquence, la tension d'entrée V_g et la tension de sortie V_p sont en concordance de phase.

utilisée est dite *cathode à la masse*. C'est elle qui correspond à la figure 2.

Dans certains montages, on peut avoir intérêt à utiliser la configuration *grille à la masse* qui a été représentée sur la figure 4. Un raisonnement calqué sur le précédent nous montrerait que, cette fois, il y a concordance de phase entre la tension d'entrée et la tension de sortie.

Enfin la dernière configuration, dite *anode à la masse*, plus connue sous le nom barbare de *cathode follower* (ce qui pourrait se traduire par cathodeflottante) est représentée sur la figure 5. On pourrait montrer que, cette fois encore, il y a concordance de phase entre les tensions d'entrée et les tensions de sortie.

Ceci étant établi et bien compris, nous pouvons revenir au montage classique de la figure 2.

Revenons à un montage pratique.

Le schéma qui a été représenté sur la figure 2 est théorique. Pour en faire un montage pratique, il faut lui faire subir quelques modifications et nous allons précisément montrer que ces modifications auront pour conséquence de rendre le déphasage moins parfait.

Nous avons supposé que la polarisation était apportée par une batterie de piles ou d'accumulateurs. En pratique, on aura recours à la polarisation automatique qui est obtenue en insérant une résistance R_1

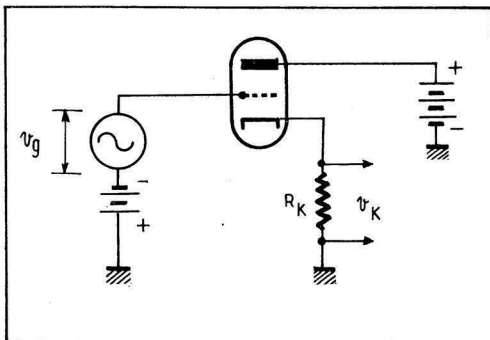


FIG. 5. — Amplificateur dit avec anode à la masse, généralement mieux connu sous le nom de cathode follower. Dans ce cas, encore, il y a concordance de phase entre la tension d'entrée V_g et la tension de sortie V_k .

dans le circuit de cathode. Pour éviter un effet de contre-réaction, cette résistance R_1 doit être shuntée par un condensateur C_1 .

La résistance n'introduit aucun déphasage, mais il en est tout autrement pour le condensateur.

Pour que l'effet soit négligeable, il faut qu'on puisse considérer l'impédance du condensateur comme nulle par rapport à la résistance. Cette condition est facile à respecter pour les fréquences moyennes et hautes, c'est beaucoup plus difficile pour les fréquences basses. Cela conduit à des valeurs de capacités qui sont très rarement utilisées, en basse fréquence tout au moins. Il faudrait, par exemple, un condensateur de 2 000 μF .

Si le tube utilisé est un tube penthode, comme sur le croquis de la figure 6, le condensateur C_2 provoque un effet tout à fait comparable à celui du condensateur C_1 .

Enfin, le condensateur C_5 , lui aussi,

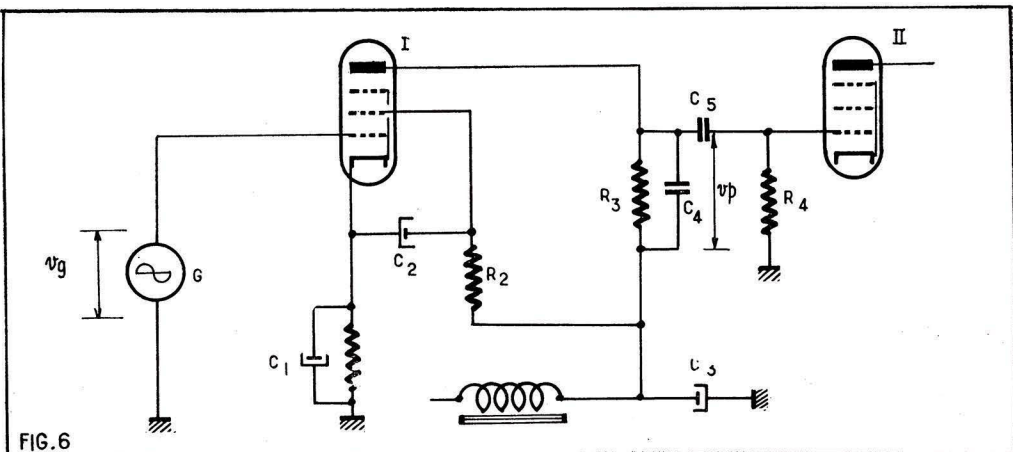


FIG. 6. — Le schéma de la figure 2 est théorique. En pratique on est amené à réaliser le schéma ci-dessus. Les éléments réactifs comme C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 amènent des rotations de phase plus ou moins importantes aux différentes fréquences. Il en résulte que l'écart de phase entre V_g et V_p varie avec la fréquence et peut atteindre des valeurs considérables.

agit dans le même sens. Toutes ces actions concordantes se manifestent par une avance de phase, c'est-à-dire un décalage en avant du côté des fréquences basses. Il faut aussi considérer l'effet de C_4 . Celui-ci peut ne pas exister en tant que condensateur, mais il existe en tant que capacité parasite. Il est constitué en réalité par la capacité de sortie du tube I, la capacité d'entrée du

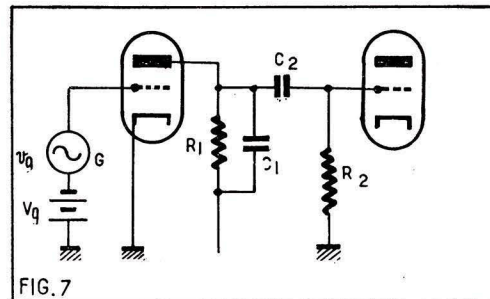


FIG. 7. — Ce schéma simplifié permet de déterminer facilement l'ordre de grandeur des écarts de phase en fonction de R_1 , C_1 , R_2 , C_2 .

tube II, les capacités des supports de lampe, les capacités réparties un peu partout dans le câblage.

Ces capacités parasites agissent dans la gamme des fréquences élevées. Elles se traduisent par un décalage en arrière... ou un retard.

Les fréquences quadrantes ou limites.

Nous pouvons maintenant préciser les détails. Dans un but de simplification, reprenons un simple étage à liaison par résistance (fig. 7) et admettons que les seuls éléments réactifs soient le condensateur C_2 qui atténue les fréquences basses et la capacité parasite C_1 qui atténue les fréquences élevées. Ce sont ces mêmes éléments qui apportent les déphasages parasites.

On peut facilement définir une *fréquence limite inférieure* qui est égale à $1/628 \times R_2 \times C_2$ pour laquelle le gain de l'amplificateur est réduit de 3 dB par rapport à sa valeur aux fréquences moyennes, c'est-à-dire qu'il n'est plus que de 71 % environ.

On dit encore que cette limite particulière constitue la *fréquence quadrantale inférieure*, parce que le déphasage entre l'entrée et la sortie est précisément de 45 degrés.

Prenons, par exemple, $C_2 = 10 \text{ nF}$ (10 000 pF) ou encore 10^{-8} Farad.

$R_2 = 200\,000 \Omega$.

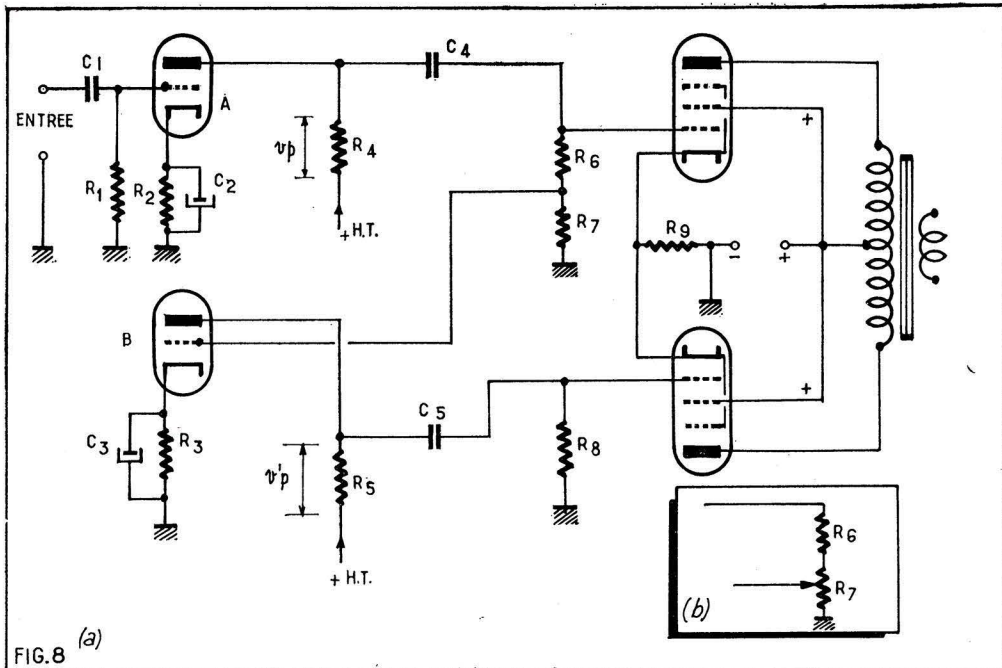


FIG. 8. — a) Un schéma complet d'amplificateur symétrique avec déphaseur paraphase (tube D). Le diviseur de tension R6 - R7 est calculé pour que les tensions V_p et V'_p soient égales en dépit du gain fourni par le tube D.

b) Pour obtenir un réglage précis il est recommandé de remplacer R7 par un potentiomètre qui est ajusté une fois pour toutes.

La fréquence limite inférieure sera de

$$\frac{1}{6,28 \times 10^{-8} \times 2 \times 10^5} = \frac{10^3}{2 \times 6,28}$$

$$= \frac{1000}{12,56}$$

soit environ 80 Hz.

La fréquence limite supérieure.

La fréquence limite supérieure est définie par $1/6,28 \times R_1 C_1$. Elle correspond à une atténuation de 3 dB (ou 70 %) du gain par rapport aux fréquences moyennes et à un déphasage de 45 degrés dans l'autre sens. Nous pouvons encore choisir un exemple $C_1 = 100 \text{ pF}$ et $R_1 = 300\,000 \Omega$.

$$\frac{1}{6,28 \times 10^{-10} \times 3 \times 10^5} = 5\,300 \text{ Hz environ.}$$

On peut donc, dans ce cas particulier, constater un écart total de 90° (d'où le nom de *fréquences quadrantes*) entre les fréquences 80 et les fréquences 5 300.

Si nous voulons rejeter ces fréquences hors du spectre acoustique normal, il faudra évidemment :

a) Augmenter la constante de temps R2, C2, c'est-à-dire choisir une capacité et une résistance aussi grande que possible.

b) Diminuer la constante de temps R1, C1, c'est-à-dire réduire autant que possible les capacités parasites qui constituent C1 et employer une résistance de charge aussi faible que possible (ce qui apporte une réduction du gain en tension).

Le déphaseur paraphase.

Nous venons de montrer que, sous certaines réserves, et dans certaines limites, il est possible d'obtenir un déphasage de 180° en utilisant un tube électronique, mais cela ne résoud que la moitié du problème. Il faut encore que les deux tensions d'attaque soient exactement égales. Or, le passage dans un tube amplificateur apporte généralement une *amplification* ou un *gain*. Il faut donc, par un procédé quelconque neutraliser ce gain ou, d'une manière plus précise, le rendre égale à l'unité.

Considérons la figure 8 qui représente précisément un montage paraphase complet.

Pour que la symétrie de l'amplificateur soit aussi bonne que possible il faut que $R_4 = R_5$, que $R_6 + R_7 = R_8$ et que $C_4 = C_5$. Admettons que le gain fourni par D soit de 30. Pour que la tension apparaisse entre les extrémités de R5, soit égale à celle qui apparaît aux bornes de R4, il faut simplement que le tube D reçoive une tension égale au $1/30^\circ$ de celle qui existe entre les extrémités de R6 + R7.

Cela nous permet de calculer très simplement le diviseur de tension constitué par R6 + R7. On doit avoir, en effet :

$$\frac{R_7}{R_6 + R_7} = \frac{1}{30}$$

Si d'autre part on a $R_8 = 600\,000 \Omega$, on aura :

$$\frac{R_7}{600\,000} = \frac{1}{30}$$

D'où on tire $R_7 = 600\,000/30 = 20\,000 \Omega$. D'où on déduit immédiatement :

$$R_6 = 600\,000 - 20\,000 = 580\,000 \Omega.$$

En pratique, il sera beaucoup plus sûr de constituer R7 par un potentiomètre

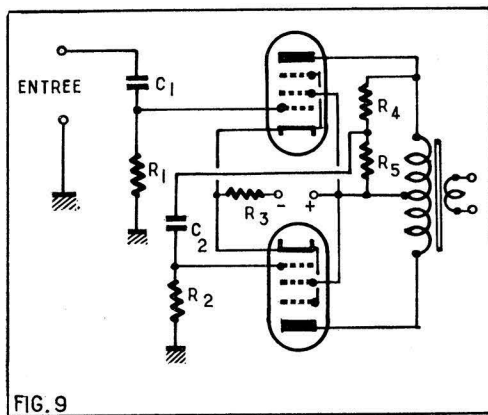


FIG. 9. — Cette variante du montage paraphase permet d'éviter l'emploi d'un élément amplificateur. Elle n'est cependant pas sans inconvénients.

(fig 8 b). On ajustera exactement la tension d'attaque, en mesurant la tension alternative disponible entre les extrémités de R4 et R5 au moyen d'un voltmètre à tube électronique quand on introduit à l'entrée un signal d'amplitude constante.

Variantes du montage.

Une variante de ce montage permet d'éviter l'emploi du tube déphaseur. On peut, en effet, emprunter la tension d'attaque du second tube au circuit d'anode du premier. Il faut naturellement prévoir la réduction de tension nécessaire exactement comme dans la figure 8. Ce résultat est obtenu de la même manière, au moyen d'un diviseur de tension constitué par les résistances R4 et R5 (fig. 9). Dans ce cas, également, il y a intérêt certain à prévoir un potentiomètre à la place de R5.

Critique du montage paraphase.

L'étude précédente permet de comprendre pourquoi le montage paraphase ne peut pas donner un déphasage parfait. La courbe de transmission d'un étage amplificateur quelconque ne peut pas être parfaitement horizontale dans une très grande gamme.

Or, dans le montage paraphase on intercale un étage supplémentaire dans une des deux branches du montage symétrique. Il en résulte nécessairement une destruction de la symétrie. C'est absolument inévitable.

En effet, cet étage supplémentaire se traduit inéluctablement par les résultats suivants :

1. Atténuation des deux extrémités de la gamme, parce que d'un côté on introduit des impédances supplémentaires en série (capacité de liaison, mauvais découplages, etc...) et d'autre part des impédances parasites en parallèle, sous forme de capacités.

2. L'étage supplémentaire introduit nécessairement un bruit de fond parasite supplémentaire.

3. Il introduit éventuellement des ronflements parasites.

La variante de la figure 9 ne présente que l'intérêt de supprimer le tube déphaseur. Mais cette économie se paie fort cher. En effet, le transformateur de sortie introduit inéluctablement une variation de phase pour certaines fréquences. Cette rotation est encore beaucoup plus importante que celle qu'amène un étage couplé par résistance.

Un autre type de déphaseur, ou encore, paraphase à équilibrage automatique.

Le montage que nous allons décrire maintenant a été nommé *paraphase flottant*. Il est dérivé du montage précédent ; mais son fonctionnement est beaucoup plus complexe.

On remarquera d'abord que les tubes A et D (fig. 10) sont couplés de deux manières différentes.

I. Ils ont la résistance de cathode R2 qui est commune et qui n'est pas découplée par l'intermédiaire d'un condensateur.

Si le potentiel de la grille du tube augmente, il y a accroissement du courant d'anode et par conséquent du courant qui traverse la résistance R2. Le point K devient alors davantage positif par rapport à la grille de A. Il y a donc nécessairement une diminution de l'intensité de courant du tube A. Et cela correspond bien à un déphasage de 180° .

II. La charge du tube A se compose de R4 en série avec R6. Celle du tube B se compose de R5 en série avec R6. En d'autres termes, la résistance R6 est commune aux deux circuits anodiques.

Rappel de notions connues.

Pour bien comprendre le fonctionnement de ce montage et celui d'autres schémas qui seront décrits par la suite, il faut bien se pénétrer du mécanisme de la superposition des tensions alternatives de même fréquence.

a) Si l'on superpose deux tensions qui sont exactement en concordance de phase, on obtient une tension résultante qui est rigoureusement en phase avec les deux composantes et dont l'amplitude est égale à la somme des amplitudes des deux composantes. C'est ce qu'on peut voir d'après les graphiques 1 de la figure 11. Si les deux composantes sont d'égale amplitude, l'amplitude de la résultante est le double de l'amplitude des composantes.

C'est justement le cas de la figure 11.

b) Dans la partie inférieure (II) de la figure 11 nous avons supposé qu'il s'agissait encore de deux composantes de même amplitude, mais en exacte opposition de phase.

Dans ce cas l'amplitude résultante est nulle. Les deux tensions s'annulent réciproquement.

Qu'arrive-t-il si la position de phase est quelconque et si les amplitudes sont inégales ?

Le graphique de la figure 12 répond à cette question. On obtient toujours une tension de même fréquence, mais la position de phase est différente de celles des deux tensions composantes. Quant à l'amplitude résultante, elle peut varier entre la somme et la différence des amplitudes des deux tensions composantes.

Revenons à la figure 10.

Nous pouvons maintenant discuter le fonctionnement du schéma (fig. 10). Nous avons déjà reconnu plus haut que la résistance commune de cathode R2 couple les deux tubes et, qu'en conséquence, il existe une certaine tension fournie par le tube déphaseur R5.

Si cette tension n'est pas égale à celle que produit le tube A entre les extrémités de la résistance R4, il y aura une composante à la même fréquence entre les extrémités de R6.

Cette tension de correction sera transmise à la grille du tube D à travers le condensateur C2 et s'ajustera à l'excitation déjà reçue par l'intermédiaire de la résistance commune de cathode R2.

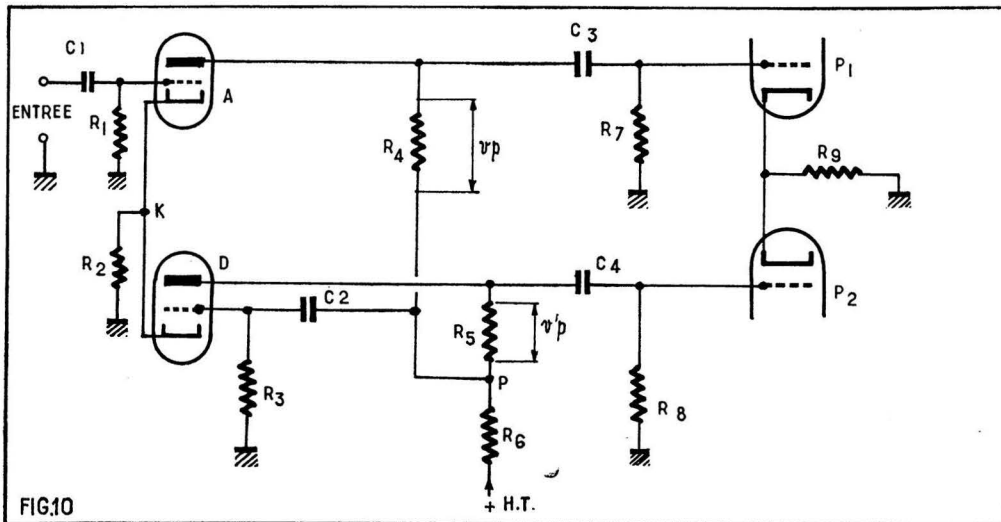


FIG. 10. — Ce montage est connu sous le nom de paraphase flottant ou encore paraphase à équilibrage automatique.

Il est facile de démontrer qu'il ne peut pas remplir les conditions d'un déphaseur idéal. En effet, si V_p et V_p' étaient égales et rigoureusement en opposition de phase, le montage ne fonctionnerait pas...

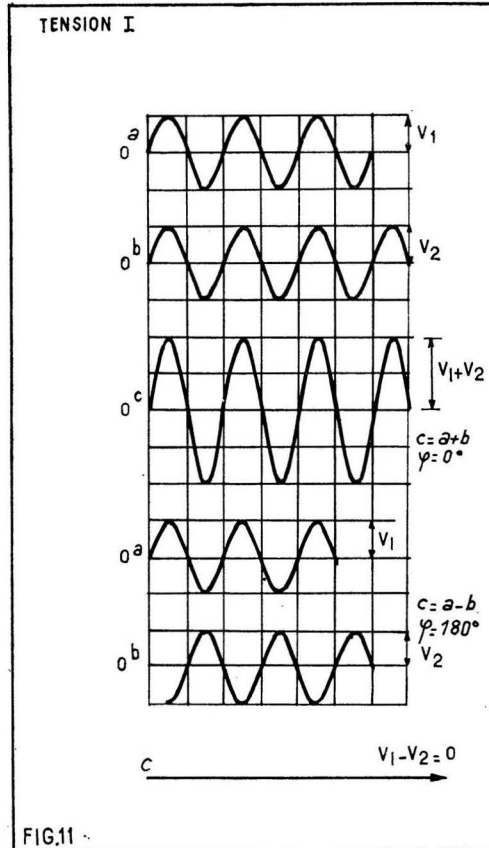


FIG. 11. — Pour comprendre le fonctionnement de certains montages déphaseurs, il faut savoir comment se composent des tensions alternatives de même fréquence, mais pouvant présenter un écart de phase quelconque. En I, les deux tensions sont en phase. La résultante est en phase avec les tensions composantes et son amplitude est la somme des amplitudes. En II, il s'agit de deux tensions égales, mais en stricte opposition de phase. Dans ce cas la résultante est nulle. Si les deux tensions n'étaient pas égales, la tension résultante serait en phase avec celle dont l'amplitude est la plus grande et son amplitude serait la différence entre celles des deux composantes.

Les noms par lesquels on désigne ce montage s'expliquent par le fait que la tension du point P est « flottante ». Elle

varie avec le déséquilibre. Le terme « à équilibrage automatique » s'explique également.

Mais le montage est-il réellement bien équilibré ?

Il est bien facile de démontrer qu'il ne peut pas en être ainsi. En effet, admettons que le fonctionnement soit absolument parfait, c'est-à-dire que les tensions d'attaque transmises aux grilles des tubes P1 et P2 soit rigoureusement égales et en exacte opposition de phase.

Dans cette hypothèse, on est ramené au graphique II, à la partie inférieure de la figure 11. Il en résulte obligatoirement que la tension alternative entre les extrémités des résistances R2 et R6 est nulle. Mais, dans ce cas, le tube D ne reçoit aucune tension de grille et il ne peut, par conséquent, exister aucune tension alternative

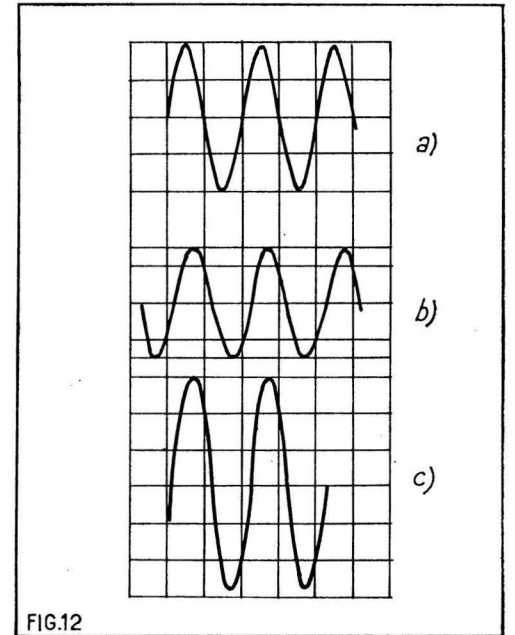


FIG. 12. — Il s'agit ici de deux tensions de même fréquence mais présentant un angle de phase quelconque. La résultante est encore une tension de même fréquence, sa position de phase peut être quelconque, mais son amplitude est comprise entre la somme et la différence des amplitudes des deux composantes.

entre les extrémités de la résistance R5... Ce qui est exactement en contradiction avec l'hypothèse de départ.

Le montage fonctionne.

Il est cependant facile de s'assurer que le montage fonctionne. En introduisant une tension alternative entre les bornes d'entrée, on constate très facilement qu'il apparaît une tension alternative entre les extrémités de R5 et, par conséquent, de R5.

Ce résultat ne peut s'expliquer que par deux hypothèses :

a) Les tensions fournies par A et D ne sont pas exactement égales.

b) Ces tensions ne sont pas en opposition de phase.

En réalité les deux hypothèses coexistent et l'on se trouve ainsi ramené dans le cas de la figure 12.

Les deux tubes du montage symétrique reçoivent ainsi des tensions qui ne sont ni égales, ni en opposition de phase. Une vérification oscillographique du fonctionnement permet de s'en assurer.

Le montage est effectivement à équilibrage automatique ; mais cette équilibrage n'est jamais parfait. Toute la question est (Suite page 37.)

transistor rempli les fonctions d'oscillateur et de mélangeur que dans celui où il est utilisé comme oscillateur séparé.

Une variation des caractéristiques du transistor due au vieillissement peut accroître cette différence assez critique entre les tensions de base et d'émetteur. Il peut alors être nécessaire de rajuster l'une de ces tensions ou même les deux à la fois. Il est plus aisé d'opérer sur l'émetteur. On shunte la résistance d'émetteur avec un potentiomètre monté en résistance variable et ayant une plus forte valeur que cette dernière. Par le réglage de ce potentiomètre on cherche à obtenir le fonctionnement de l'oscillateur. Le contrôle de l'oscillation se fait bien entendu à l'aide de l'ondemètre. On peut ainsi déterminer la résistance par laquelle il faut remplacer celle d'origine. Le remplacement définitif se fera par une résistance de valeur moindre que celle pour laquelle les oscillations réapparaissent. En effet un transistor oscillant doit avoir un gain plus grand que celui qui détermine la limite d'entretien des oscillations.

Voyons maintenant comment agir sur l'alimentation de la base. Généralement cette alimentation est obtenue par un pont de résistances : une allant au — du circuit d'alimentation et l'autre à la masse. Le remplacement de ces résistances peut être nécessaire. Dans ce cas les nouvelles résistances devront être à 5 % de tolérance. On pourra également ajuster la valeur de la tension de base en shuntant l'une ou l'autre des résistances du pont par d'autres de valeur plus élevées. Le fait de shunter la résistance allant à la masse réduit la tension appliquée à la base. Inversement en shuntant la résistance allant à la ligne — de l'alimentation on augmente cette tension.

Contrôle des condensateurs et bobinages.

Des condensateurs de découplage sont utilisés fréquemment dans un oscillateur local à transistor. Ils peuvent être vérifiés en les shuntant avec un autre condensateur de même valeur. L'ondemètre peut être placé près de l'oscillateur quand chaque condensateur est shunté de manière à vérifier si l'oscillateur reprend son fonctionnement normal.

On vérifie par un même procédé le condensateur de couplage du circuit de base et d'une façon générale tous ceux entrant dans la composition de l'étage changeur de fréquence. Si certains de ces condensateurs ont perdu une partie impor-

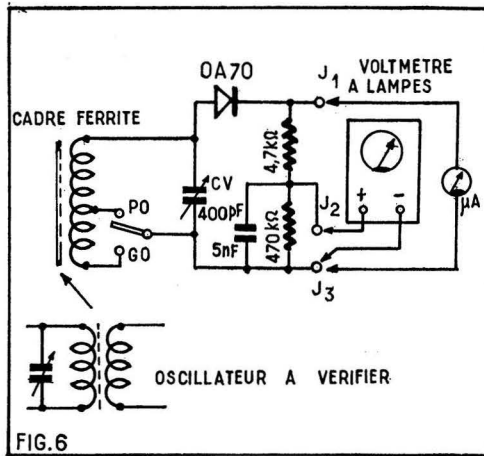


FIG.6

tante de leur capacité l'oscillateur local ne remplira pas son office.

La plupart des bobines dans un circuit oscillateur peuvent être vérifiées en mesurant les tensions. Si une vérification de leur résistance est nécessaire, il faut retirer les transistors de leur support pour éviter de les détériorer ou de fausser la mesure. Il faut s'assurer que le branchement de l'ohmmètre est bien en accord avec la polarité des condensateurs électrolytiques pouvant exister dans le circuit. Ceux-ci pouvant être détériorés si l'on inverse ce branchement.

Avec un ohmmètre on vérifiera également si les enroulements du cadre ou le transformateur MF ne sont pas coupés ou en court-circuit.

Une inversion de phase dans le circuit oscillateur ne peut être supposé que si une pièce a été changée ou a peut-être été essayée par quelqu'un auparavant. Il est nécessaire que la phase convenable soit maintenue lors du remplacement d'un organe quelconque. Pour cela, il suffit de bien respecter le sens de branchements des sorties du bobinage oscillateur. En dernier ressort, si les différents essais que nous avons indiqué n'ont donné aucun résultat on pourra toujours essayer d'inverser le branchement d'un des enroulements du bobinage oscillateur.

Le transistor.

Le remplacement du transistor peut ne pas être immédiatement nécessaire, on commence donc par les essais indiqués

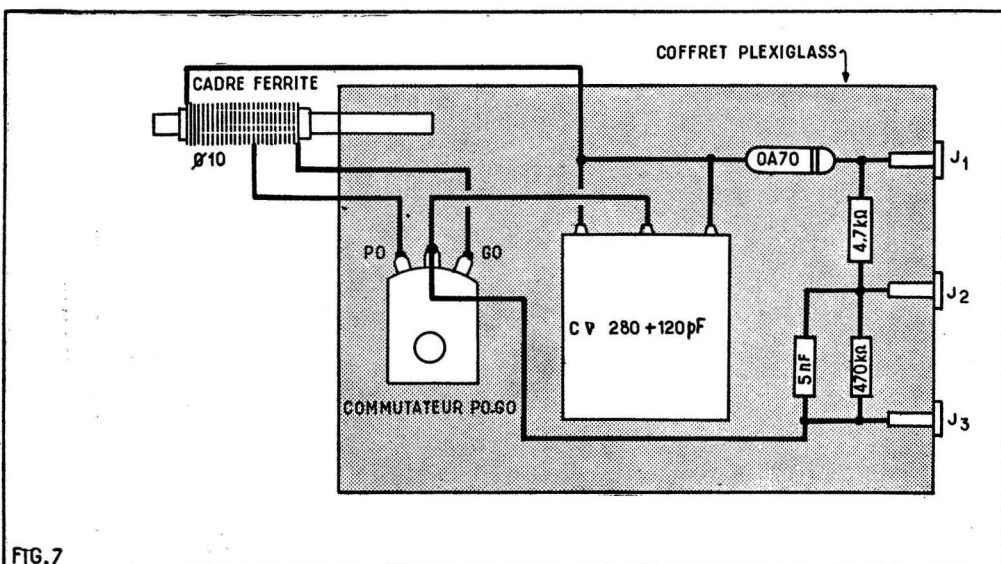


FIG.7

précédemment à éliminer les autres causes de panne. L'essai d'un transistor à l'aide d'un transistormètre ne donne pas toujours une indication précise sur son fonctionnement en oscillateur car on ne peut ainsi mesurer la fréquence de coupure. D'autre part son amplification ne peut être déterminée avec une précision suffisante pour prévoir ses performances sur un type particulier d'oscillateur local. Il en résulte que le seul moyen d'essai pratique dans ce sens est le remplacement du transistor par un dont le bon fonctionnement est certain. Dans ce cas, on aura intérêt de vérifier les tensions de base et d'émetteur pour le nouveau transistor et le cas échéant, de remédier aux différences qu'on pourrait constater par rapport aux valeurs indiquées par le constructeur.

D'après *Radio Electronics*.

LE MONTAGE « PARAPHASE » OU « A TUBE DÉPHASEUR »

(Suite de la page 34.)

de savoir si l'on s'approche suffisamment près de la perfection. Et on pourrait chercher à savoir quelles sont les conditions à remplir pour que l'erreur d'équilibre soit aussi faible que possible.

Une étude complète nous montrerait qu'il faut que la résistance intérieure du tube D soit aussi faible que possible, et que son coefficient d'amplification soit très grand. Ces deux conditions, un peu contradictoires, se ramènent à une seule : il faut que le rapport K/e ou coefficient d'amplification/résistance intérieure soit aussi grand que possible. En d'autres termes, il faut employer un tube amplificateur à grande pente.

Il faudrait aussi que la résistance $R2$ soit très grande. Mais il existe une autre condition impérative qui détermine la valeur de $R2$, tout au moins dans le schéma de la figure 10. C'est en effet, la valeur de la tension de polarisation des deux tubes.

Il faudra nécessairement que les deux tubes admettent la même tension de polarisation.

Dans ces conditions on est amené à choisir deux tubes identiques et, encore plus simplement, un tube double triode.

Le tube ECC83 (ou 12AX7) conviendra parfaitement avec son coefficient d'amplification de 100, sa résistance intérieure de $62\,500\ \Omega$ et sa pente de 2,2 mA par volt. Un des éléments triodes sera utilisé comme tube amplificateur (A) et l'autre comme tube déphaseur (D).

La dernière condition serait de prendre pour $R6$ une valeur élevée. Mais là encore on est forcément limité, car l'augmentation de $R6$ a pour conséquence une diminution de la tension anodique effective et du gain.

Conclusion.

Il sera impossible de s'approcher suffisamment près des conditions amenant un fonctionnement parfait. Les deux tubes P1 et P2 recevront des tensions qui ne seront ni exactement égales, ni exactement en opposition de phase.

Ainsi, on perdra nécessairement une partie des avantages que procure normalement l'adoption d'un étage de puissance symétrique.

Il nous faut donc pousser plus loin nos recherches pour la découverte d'un montage déphaseur idéal.

C'est précisément ce que nous ferons le mois prochain.