

PRÉAMPLIFICATEUR 6, 10 et 15 m A TRANSISTOR A EFFET DE CHAMP

INTRODUCTION

Il est possible d'utiliser un amplificateur HF de différentes manières dont trois sont indiquées à la figure 1.

(A) : Préamplificateur disposé près de l'antenne. Il est relié à celle-ci par un câble de transmission court, par exemple de 2 m. La sortie du préamplificateur est reliée au récepteur par un câble long, généralement le câble de descente de l'antenne. Ce câble peut avoir une longueur de 10 m à plusieurs dizaines, voire de centaines de mètres. Le récepteur se trouve, évidemment dans l'appartement de l'utilisateur.

(B) : On ne peut pas placer le préamplificateur près de l'antenne pour des raisons comme par exemple la suivante : il s'agit d'une installation collective d'antennes. Il faut, alors, disposer le préamplificateur HF devant le récepteur. Il est, dans ce cas, relié par un câble long à l'antenne et un câble court au récepteur.

(C) : L'utilisateur, ou le constructeur éventuellement, a incorporé le préamplificateur dans le récepteur dans lequel il devient un amplificateur HF avant changement de fréquence ou avant détection s'il s'agit d'un récepteur composé d'une détectrice avec ou sans réaction.

A noter toutefois, l'avantage important du montage (A). Avec cette disposition, le coaxial long qui relie la sortie du préamplificateur à l'entrée du récepteur transmet un signal amplifié donc de tension plus élevée que celui transmis dans le cas (B). Il y a donc une moindre influence des signaux parasites sur le signal utile.

ANALYSE DU SCHEMA THEORIQUE

On voit immédiatement qu'il s'agit d'un étage amplificateur HF utilisant un transistor à effet de champ à métal oxyde (FET-MOS) à diodes de protection incorporées et à deux portes (ou grilles) G_1 et G_2 .

Le montage est en source commune donc :

assuré par C_3 relié à la masse.

A noter au sujet de celle-ci que l'appareil doit être monté dans un boîtier métallique représenté sur le schéma de la figure 2, par un rectangle pointillé. On remarquera aussi que le boîtier possède deux compartiments séparés entre eux par une paroi également métallique « séparation ». Les points M_1 à M_7 , indiquent que ces masses

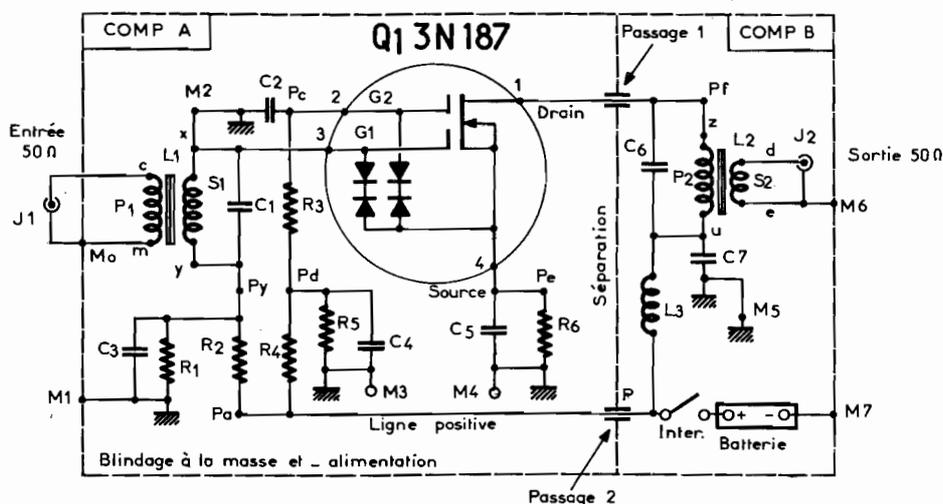


Fig. 2

Exemple : le préamplificateur amplifie en tension 10 fois. Il reçoit un signal de $2 \mu V$ et donne

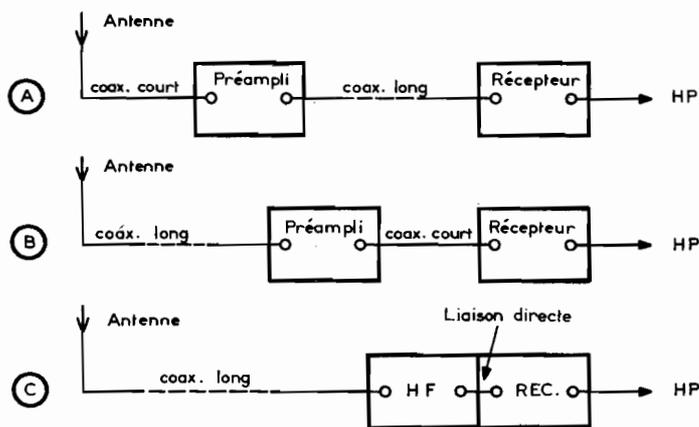


Fig. 1

Le montage le plus avantageux est le montage (A) mais on ne peut le réaliser que si l'on est seul à se servir de l'antenne. De plus, il est assez difficile de recevoir plusieurs gammes à moins de prévoir un système de commande à distance ce qui sort du cadre de cette description.

à la sortie $20 \mu V$. Un signal parasite a une amplitude de $0,5 \mu V$. Sur un signal de $2 \mu V$, la perturbation sera considérable tandis que sur $20 \mu V$ elle sera minime.

Dans les trois cas, le préamplificateur se réalisera selon le schéma de la figure 2.

1° La source S fil n° 4 est polarisée par R_6 et découplée par C_5 vers la ligne de masse qui est aussi la ligne négative d'alimentation.

2° L'entrée du signal à amplifier se fait sur la porte 1, fil 3 de ce transistor.

3° La sortie du signal amplifié, est effectuée sur le drain fil 1.

4° La porte 2 (G_2) fil 2, est découplée par C_2 vers la masse et polarisée par R_3 et le diviseur de tension R_4 - R_5 , avec un deuxième découplage par C_4 .

Le circuit d'entrée commence avec la fiche coaxiale de 50Ω à laquelle on connectera le câble fournissant le signal HF à amplifier, muni à sa terminaison d'une fiche complémentaire de celle d'entrée du préamplificateur.

Le signal passe au primaire P_1 de L_1 d'où il est transmis au secondaire S_1 , accordé par C_1 . Le signal sélectionné par l'accord S_1 C_1 est transmis à la porte 1 fil 3 du transistor. Cette porte G_1 est polarisée par l'intermédiaire de S_1 , grâce au diviseur de tension R_1 - R_2 , le découplage étant

devront être connectées au boîtier aux points les plus proches des composants considérés.

Une deuxième ligne de branchement est la ligne positive reliée par l'intermédiaire de l'interrupteur « inter » en + de la batterie d'alimentation de 18 V.

Nous venons d'analyser le montage d'entrée, entièrement disposé dans le compartiment « comp. A » du boîtier dans lequel se trouve également le transistor Q_1 3N187 RCA.

La sortie du signal étant sur le drain, fil 1, celui-ci devra traverser la séparation des compartiments A et B sans la toucher bien entendu.

Dans le compartiment de sortie « comp B » on trouve le bobinage L_2 à primaire P_2 et secondaire S_2 . Le primaire est accordé par C_6 , sur le signal choisi évidemment le même que celui sur lequel on a accordé le circuit d'entrée.

Grâce au secondaire S_2 , le signal amplifié est transmis à la soignée par une fiche coaxiale J_2 , analogue à la fiche d'entrée J_1 mais complémentaire de celle-ci afin que le câble d'entrée ne puisse être connecté à la sortie 2.

Le condensateur C_7 et la bobine d'arrêt L_3 assurent un bon découplage du circuit de sortie.

Ce montage est complété par un interrupteur inséré dans la ligne + d'alimentation et une batterie de 18 V avec négatif à la masse.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Les bandes recevables sont celles indiquées dans le titre de cette description. Le tableau ci-après donne la correspondance entre les longueurs d'onde et les fréquences :

TABLEAU I

| Gammes | λ (m) | f (MHz) |
|--------|---------------|---------|
| ● | 6 | 50 |
| ● | 10 | 30 |
| ● | 15 | 20 |

Pratiquement, l'utilisateur recevra, de part et d'autre des fréquences indiquées, dans une bande de quelques MHz. De plus, l'utilisateur accordera les circuits L_1 , C_1 et L_2 , C_6 sur des fréquences légèrement différentes de celles du tableau par exemple sur 60 MHz (5 m) au lieu de 50 MHz (6 m), 30 MHz (12 m) au lieu de 30 MHz (10 m), 19 MHz (15,7 m) au lieu de 20 MHz (15 m), sans avoir à effectuer les modifications des bobinages mais simplement en réglant les valeurs des bobines ou des capacités d'accord.

Le gain de l'amplificateur est de 26 dB aussi bien en puissance qu'en tension. Les rapports des signaux sont :

- Pour la puissance : gain de 400 fois = A_p ;

- Pour la tension : gain de 20 fois = $A_v = \sqrt{A_p}$.

En effet, sans même qu'il soit nécessaire de consulter une table de décibels, on sait que $\log 10 = 1$, $\log 2 = 0,3$, $\log 100 = 2$ et $\log 4 = 0,6$, donc :

- Gain de puissance = $10 \log(4.100) = 6 + 20 = 26$ dB ;

- Gain de tension = $20 \log(2.10) = 6 + 20 = 26$ dB.

Le gain de tension a pu être évalué correctement parce que l'entrée et la sortie ont la même impédance 50 Ω .

Le rapport signal sur souffle est élevé. On est donc en droit d'espérer un gain de tension de 20 fois. Par exemple, pour un signal d'entrée de 10 μ V on devra obtenir à la sortie : $10 \times 20 = 200 \mu$ V = 0,2 mV.

VALEUR DES ELEMENTS

Transistor : RCA type 3N187 à 4 fils de branchement selon la

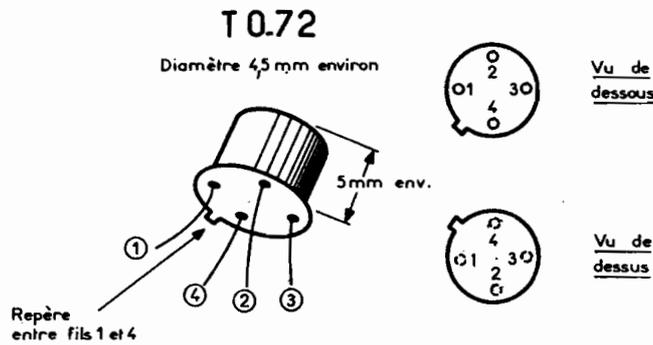


Fig. 3

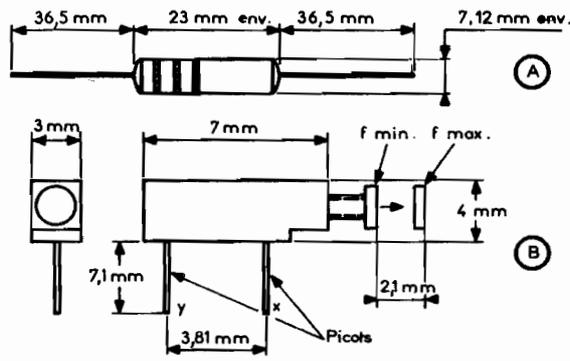


Fig. 4

figure 3. Les fils, orientés vers l'observateur sont dans l'ordre 1, 2, 3, 4 dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, le repère est entre les fils 1 et 4.

Résistances toutes de 0,25 W : $R_1 = 27$ k Ω , $R_2 = 150$ k Ω , $R_3 = 1,8$ k Ω , $R_4 = 100$ k Ω , $R_5 = 33$ k Ω , $R_6 = 270 \Omega$. Toutes au carbone et à tolérance de $\pm 10\%$ ou mieux (par exemple $\pm 5\%$).

Condensateurs : $C_1 = 8$ pF en céramique tubulaire (haute qualité) ; $C_2, C_3, C_4, C_5, C_7 = 10$ nF céramique ; $C_6 = 10$ pF mica ou céramique, tubulaire (haute qualité).

J_1 et J_2 : fiches 50 Ω .
Inter : interrupteur unipolaire.
Batterie : pile ou ensemble de piles de 18 V au total.

BOBINAGES

Les valeurs des condensateurs indiquées plus haut sont valables pour la gamme 10 m (30 MHz) ou des gammes voisines de celle-ci.

Pour cette gamme, la valeur des bobines accordées S_1 et P_2 de L_1 et L_2 , sont 1,6 à 3,1 μ H réglable. Il s'agit par conséquent de bobines à noyaux permettant de régler le coefficient de self induction. La capacité d'accord étant fixe (8 et 10 pF) on voit que L varie à peu près du simple au double donc la fréquence d'accord pourra être réglée entre une valeur minimale f_0 et une valeur maximale $1,4 f_0$. Ainsi, si, par exemple, $f_0 = 28$ MHz, la gamme obtenue peut s'étendre jusqu'à :

$f_1 = 1,4 f_0 = 39,2$ MHz.

Remarquons toutefois qu'il s'agit de la gamme dans laquelle on pourra choisir la fréquence d'accord fixe et non de la gamme recevable effectivement lorsque l'accord choisi est établi. Autre remarque importante : la large bande de cet appareil lui permet de recevoir, à la fois toutes les émissions d'une gamme, la sélection de la station désirée se faisant avec le système d'accord du récepteur qui suit le préamplificateur.

Bobines pour 6 m (50 MHz) : L_1 secondaire S_1 de 8 spires fil émail de 0,25 mm de diamètre sur tube de 6,35 mm de diamètre. Primaire P_1 de 2 spires à bobines du côté de l'extrémité de S_1 reliée à R_1 et R_2 . Longueur du bobinage à déterminer expérimentalement. La fréquence sera d'autant plus basse que les spires seront serrées $L_2 : S_2$ comme P_1 et P_2 comme S_1 . $L_3 : 6,8 \mu$ H.

Pour la gamme 50 MHz ou 6 m, $C_1 = 8$ pF, C_2 à C_5 et $C_7 = 1000$ pF, $C_6 = 10$ pF.

Bobinage pour 20 MHz (15 m) : comme ceux pour 30 MHz (10 m) avec : $C_1 = 22$ pF, C_2 à C_5 et $C_7 : 10$ nF, $C_6 = 22$ pF, $L_3 = 22 \mu$ H.

VALEUR DES BOBINES

Si $f = 30$ MHz et la bobine d'accord prévue a un coefficient de self-induction $L = 2,4 \mu$ H qui est la moyenne géométrique de 1,6 et 3,1 μ H, on trouve une capacité $C = 11,5$ pF. Comme la

capacité matérielle indiquée sur le schéma est $C_1 = 8$ pF, les capacités parasites diverses et celle du transistor, sont au total

$$C_p = C - C_1 = 3,5 \text{ pF}$$

Pour la gamme des 50 MHz, la capacité totale d'accord sera à peu près de la même valeur, $C = 11,5$ pF. La valeur de la bobine L_1 sera, pour cette gamme, donnée par la relation : $L_1 = 2,4 (30/50)^2$, car à capacité égale, les self-inductions sont inversement proportionnelles au carré des fréquences. On trouve :

$$L_1 = 0,86 \mu\text{H environ}$$

Pour la gamme 20 MHz (15 m), la capacité C_1 vaut 22 pF donc l'accord se fera avec 25,5 pF environ. La bobine est à régler vers 2,4 μ H. En effet, le calcul basé sur la formule de Thomson donne $L = 0,245 \mu$ H.

Connaissant les valeurs en μ H des bobines S_1 de L_1 et P_2 de L_2 identique on pourra aussi, les acheter toutes faites.

Par exemple, des bobines de ce genre se trouvent dans le catalogue Oréga.

Bobine de 2,4 μ H, Oréga type 53 028 ajustable entre 1,7 et 3,3 μ H.

Bobine de 22 μ H : Oréga type 55 054 fixe.

Bobine de 0,86 μ H : Oréga type 53 922 ajustable entre 0,5 et 7 μ H.

Bobine de 6,4 μ H : Oréga type 55042 valeur 6,8 μ H convenant aussi bien que 6,4 μ H comme bobine d'arrêt.

Les bobines d'arrêt de 6,8 μ H et 22 μ H se présentent comme le montre la figure 4 (A) (série 5 500 de la marque Oréga). Les bobines ajustables sont de la série 53 000 et se présentent selon la figure 4 (B). Les bobines sont de très petites dimensions et seront réglées en agissant sur les noyaux.

Pour réaliser les transformateurs, on bobinera les spires de P_1 sur S_1 et celles de S_2 sur P_1 .

Si le lecteur trouve ces bobines un peu trop petites pour un travail ou la subminiaturisation n'est pas exigée, il pourra réaliser les bobines de la gamme 30 MHz comme indiqué plus haut. Utiliser des tubes avec noyaux se vissant dans le tube afin de pouvoir effectuer les réglages.

Des bobines sans noyau peuvent être également utilisées ; dans ce cas, ce seront les capacités C_1 et C_6 qui devront être ajustables. La mise au point des bobines est aisée car leur nombre de spires est faible et il est possible de modifier la valeur du coefficient de self-induction, soit en changeant le nombre des spires soit en changeant le pas, c'est-à-dire la distance entre deux spires. Remarquons que le rapport des nombres des spires dépend dans un transformateur adaptateur comme L_1 et L_2 , des impédances des circuits à adopter.

Ainsi, dans le cas de L_1 , l'impédance d'entrée est prévue pour 50Ω et le nombre des spires est de deux. Pour une impédance différente Z , le nombre des spires sera donné par :

$$\left(\frac{N}{2}\right)^2 = \frac{Z}{50}$$

Soit, par exemple $Z = 75 \Omega$. Il vient alors : $N^2 = 4Z/50$ ou $N^2 = 4.1,5 = 6$ donc $N = 2,45$ spires. De même, à la sortie, si le secondaire doit avoir une spire pour 50Ω il aura, pour 75Ω

$$\left(\frac{N}{1}\right)^2 = 1,5$$

$$N_2 = 1,5$$

$$N = 1,22 \text{ spire}$$

De la même manière, on verra que pour 300Ω , il faut prévoir 2 fois plus de spires que pour 75Ω (et non quatre fois).

CONSTRUCTION COMPARTIMENT A

Le montage dans un boîtier métallique n'est pas aisé, aussi nous pensons que ce préamplificateur pourra être construit sur une platine isolante qui sera disposée ensuite dans une petite boîte en métal.

La figure 5 donne le plan de câblage de la platine vue de la face sur laquelle on effectuera aussi bien les connexions que la mise en place des composants R et C, c'est-à-dire les résistances et les condensateurs. Les bobines et le transistor seront montés sur l'autre face.

Il en résulte que les fils du transistor apparaissent sur la figure 5, dans l'ordre représenté sur la figure 3, vue de dessous (fils vers l'observateur).

Partons de l'entrée et consultons en même temps, le schéma théorique de la figure 2 et celui de câblage de la figure 5. L'entrée à droite sur la figure 5 présente deux points, le point central de la fiche J_1 et le point de masse représentant l'anneau de la fiche. Sur ce câble coaxial, le point central correspond au fil intérieur du câble et le point de masse à la tresse métallique du câble.

Les deux fils c (central) et m (de masse) seront reliés à la bobine P_1 de L_1 .

Pratiquement, c'est cette bobine qui sera réalisée avec un primaire ayant les deux fils c et m suffisamment longs (mais pas plus de 2 cm) qui seront branchés directement à la fiche d'entrée J_1 .

Le secondaire de L_1 sera accessible par les picots x et y de la bobine ajustable (voir Fig. 4), x étant le point le plus proche de la vis de réglage. De cette façon, celle-ci sera orientée vers l'extérieur de la platine et pourra être

régulée par l'utilisateur lors de la mise au point de cet appareil.

Le fil 3 du transistor sera soudé au picot x de la bobine mais après avoir suivi le fil du condensateur C_1 . D'une manière générale, les fils du transistor seront soudés après tous les autres et il est même prudent d'attendre que tout le câblage soit terminé pour mettre en plan et connecter le transistor.

Le picot y de la bobine servira de point de réunion des fils de C_1 , C_2 , R_1 et R_2 . Ce point est désigné par P_y sur le schéma de la figure 2 et sur le plan de la figure 5.

Il faut maintenant, nous occuper des fils résistants de C_3 , R_1 et R_2 . Ceux de C_3 et R_1 seront réunis à un point de masse M_1 qui sera réalisé avec une cosse à souder fixée par vis et écrou sur la platine. Par la suite, tous les points de masse M_1 , M_2 etc. seront réunis entre eux par un fil comme on le précisera plus loin.

L'extrémité libre de R_2 doit être reliée à la ligne positive comme le montre le schéma théorique de la figure 2. Pratiquement, sur la platine on aura prévu un point P_a réalisé avec une cosse à souder comme pour les points de masse

M . Ce point P_a sera préalablement connecté par un fil, ou point P_b qui servira de point de départ vers l'interrupteur et de point de branchement de L_3 , la bobine d'arrêt.

La ligne positive sera, par conséquent, réalisée matériellement par le fil reliant les points P_a et P_b .

Nous avons ainsi terminé avec le circuit de la porte G_1 , fil 3 du transistor. Cette partie est représentée par le schéma de la figure 6 avec une indication plus précise des points de réunion des composants : M - M_1 - ligne de masse, P_a - ligne positive, x et y (bobine secondaire S_1 de L_1) jack J_1 d'entrée, fil 3 de C_1 du transistor à effet de champ.

On passe ensuite au circuit de la porte 2, G_2 , fil 2 du transistor.

Cette fois, nous donnons, à la figure 7, le schéma théorique de cette partie avec les points de réunion des éléments. Il y a des points de réunion à prévoir sur la platine : masse (M_2 et M_3) le point P_a déjà mentionné précédemment, P_c pour la porte 2 G_2 , fil 2 du transistor, R_3 et C_2 , le point P_d pour R_4 , R_5 et C_4 .

Sur le plan de câblage de la

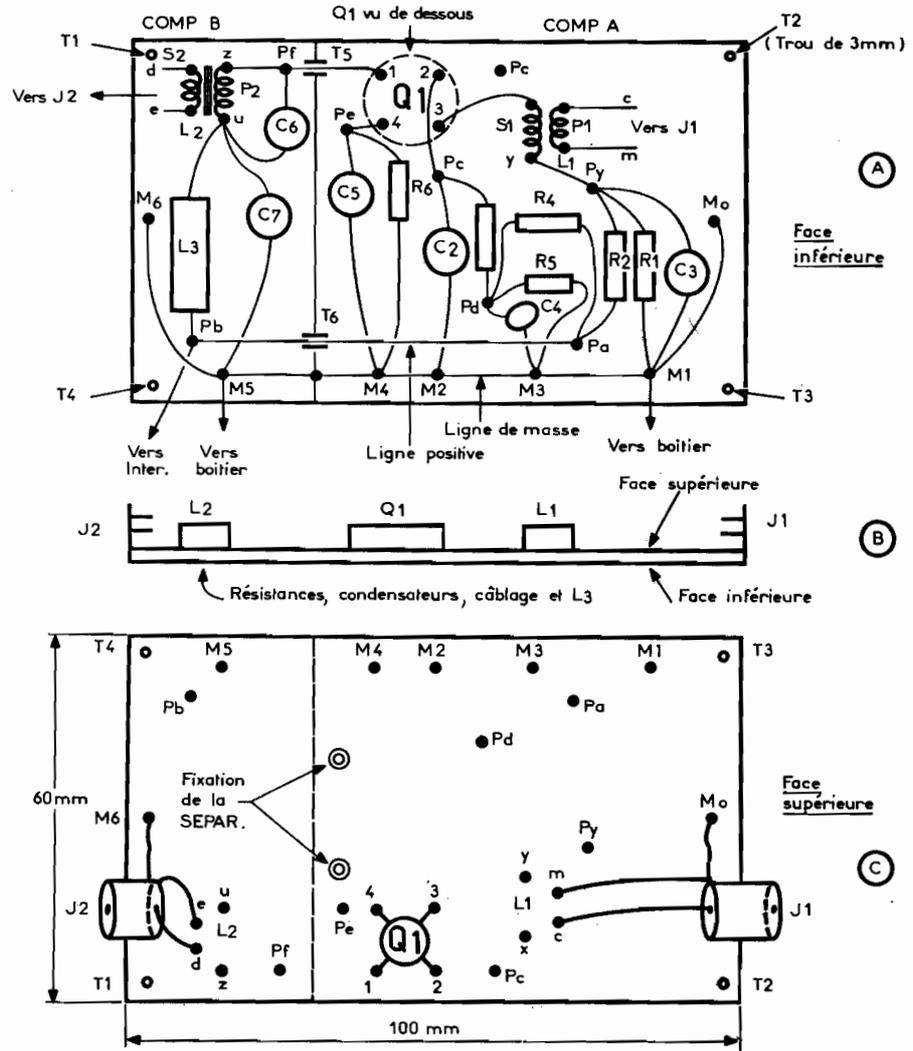


Fig. 5

figure 5, on retrouve l'emplacement des points de réunion (ou points relais réalisés avec des cosses, vis et écrous.

Continuons le montage en passant au circuit de source S fil 4 du transistor 3N187. Cette partie est représentée sur la figure 8. Il a fallu prévoir un point-relais P_e afin de pouvoir y souder le fil 4 du transistor et les composants C_5 et R_6 . Les deux fils restants de ces composants seront soudés au point de masse M_4 .

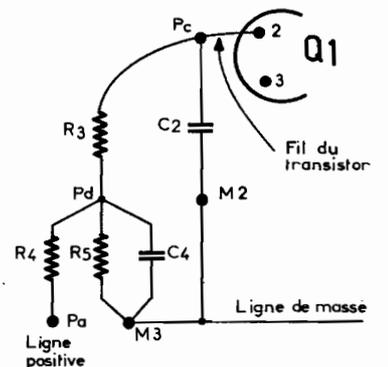


Fig. 7

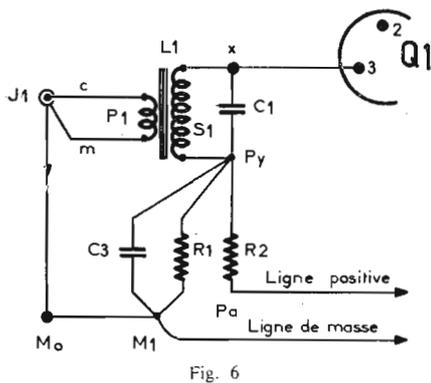


Fig. 6

On a ainsi terminé avec les portions du montage faisant partie du compartiment A de l'appareil et connectées aux trois électrodes du transistor : porte (ou grille) 1, G₁ fil 3, porte 2 G₂ fil 2, source S fil 4.

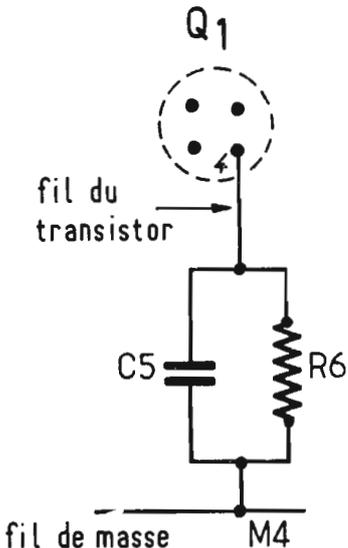


Fig. 8

CONSTRUCTION COMPARTIMENT B

Ce compartiment est représenté sur la partie droite du schéma de la figure 2 et apparaît à gauche sur le plan de câblage de la figure 5. A la figure 9 on donne le détail des connexions du circuit de drain D (fil 1 du transistor). Remarquons la paroi métallique de désignation des compartiments A et B. Dans celle-ci il y aura deux trous de passage, pour le fil 1 du drain et pour la ligne positive.

Dans le compartiment B, les points-relais sont P_r pour le fil 1 du drain et le picot z de la bobine L₂. Comme pour L₁, le picot z

est celui qui se trouve du côté de la vis de réglage de L. On reliera aussi, un point-relais P_r, un fil du condensateur d'accord C₆. Le deuxième picot u de la bobine P₂ pourra servir de point-relais pour C₆, L₃ et C₇. Le point de masse M₅ sera connecté au fil restant de C₇, tandis que le fil disponible de L₃ sera relié à la ligne positive point P_b mentionné précédemment.

Ce point-relais P_b servira également au branchement de l'interrupteur « INTER ».

Il ne restera alors que le circuit de la bobine secondaire S₂ de L₂ qui comporte deux fils, suffi-

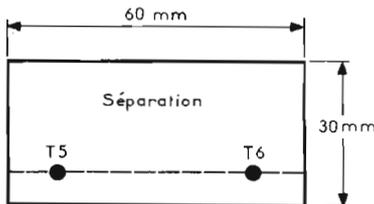


Fig. 10

samment « longs » (pas plus de 2 cm) pour être connectés au jack J₂, le fil d' au point central de J₂ et le fil e à l'anneau qui sera mis à la masse M₆. Si rien n'a été oublié, le câblage de l'appareil a été décrit intégralement, sauf les liaisons avec la batterie, l'interrupteur et le boîtier métallique.

FIN DE LA CONSTRUCTION

Revenons à la figure 5 (A) qui représente les composants et les connexions de la face inférieure de la platine. Les bobines L₁ et L₂ sont vues « par transparence » étant sur l'autre face. A la figure 5 (B) on montre la platine vue de profil selon sa dimension la plus

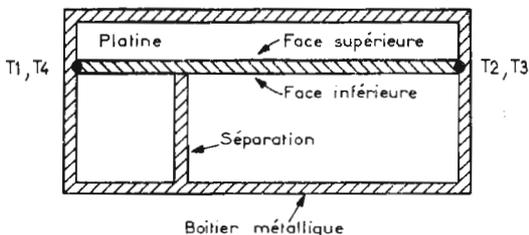


Fig. 11 a

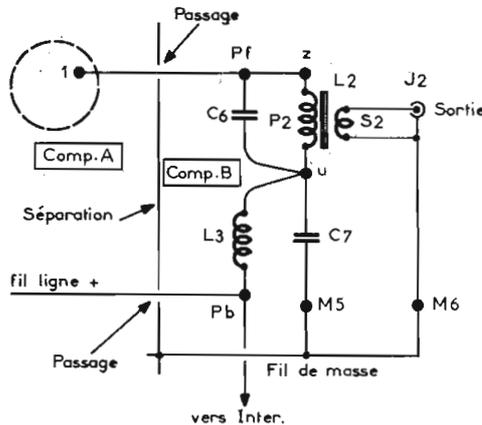


Fig. 9

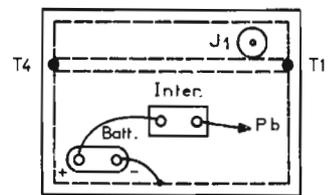


Fig. 11 b

dans le boîtier métallique, en cuivre ou laiton ou zinc, mais pas d'aluminium afin de pouvoir effectuer des soudures par les procédés normaux. La figure 10 montre la platine métallique de séparation, large de 60 mm et haute de 30 mm qui se fixera sur la platine par des équerres. Les trous T₅ et T₆ seront de 4 ou 5 mm de diamètre pour le passage des fils du point 4 du transistor vers P_r et de la ligne positive vers P_b. Ces fils devront être isolés au souplisso aux endroits de passage de la séparation.

A la figure 11 à gauche, on montre la platine dans le boîtier. A droite cette figure indique la vue de la face du boîtier sur laquelle seront fixés la fiche J₁, l'interrupteur et les deux douilles de connexion de la pile extérieure au montage. On n'oubliera pas de souder au boîtier la ligne de masse des points réunis, M₀ à M₆, par deux ou trois fils, à partir des points M₀, M₆ et M₂ éventuelle-

Un volume attendu.

P. HEMARDINQUER : MAINTENANCE ET SERVICE HI-FI ENTRETIEN, MISE AU POINT, INSTALLATION, DÉPANNAGE, DES APPAREILS HAUTE FIDÉLITÉ



Les résultats assurés par les appareils musicaux à haute fidélité : électrophones, magnétophones, chaînes sonores, projecteurs sonores, installations de sonorisation fixes ou mobiles, ne dépendent pas seulement de leurs caractéristiques. Ces machines complexes, toujours plus perfectionnées, doivent être mises au point, entretenues, réparées même s'il y a lieu, en cas de pannes ou de troubles de fonctionnement.

Après avoir précisé et défini les caractéristiques permettant de contrôler les qualités réelles des appareils et les conditions nécessaires de la Hi-Fi, a voulu exposer et préciser les procédés pratiques de contrôle, d'entretien, de mise au point et de réparation de tous les éléments des chaînes sonores en illustrant les textes par de multiples schémas, dessins, graphiques et tableaux de recherche rapide.

Un vol broché, 15 x 21 cm, 384 p., dessins, schémas et tableaux - Prix : 45 F

En vente à la **LIBRAIRIE PARISIENNE DE LA RADIO**
43, rue de Dunkerque - PARIS-10^e
Téléphone : 878-09-94 C.C.P. 4949-29 PARIS

Pour le Bénélux :
SOCIÉTÉ BELGE D'ÉDITIONS PROFESSIONNELLES
127, avenue Dailly - Bruxelles 1030 C.C.P. 670-07
Téléphone : 02/34.83.55 et 34.44.06 (Ajouter 10 % pour frais d'envoi)