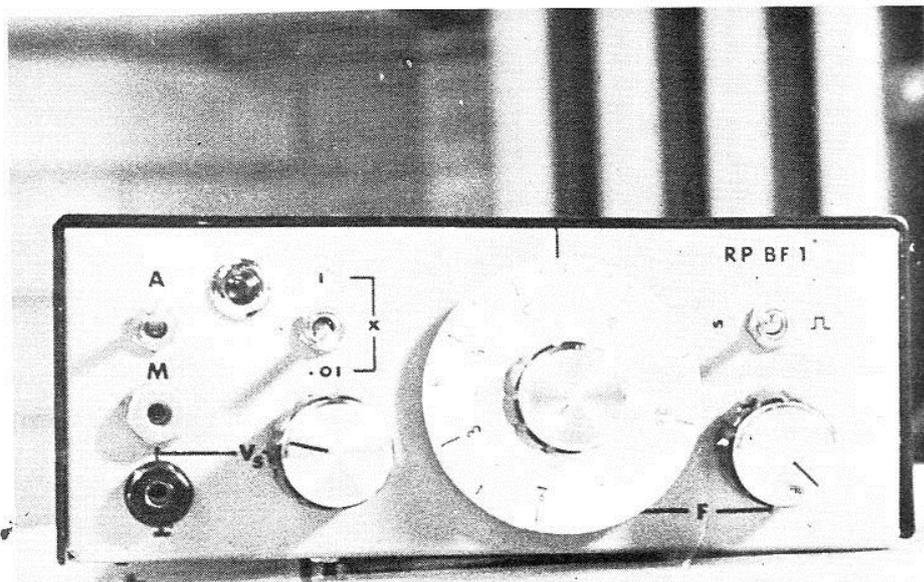


MONTAGES PRATIQUES

Réalisez ce générateur B. F.

20Hz - 20kHz

sinus + carrés



Le générateur proposé, réalisé dans un coffret Teko type 333, s'harmonise avec deux de nos réalisations décrites dans les précédents numéros, et concernant une alimentation miniature à régulation parallèle d'une part, un transistormètre d'autre part.

Les performances, relativement modestes par rapport à certaines réalisations très élaborées, satisferont néanmoins à tous les besoins du domaine de la basse fréquence proprement dit. En effet, la gamme couverte s'étend de 20 Hz à 20 kHz en trois sous-gammes, et comprend des signaux sinusoïdaux ou rectangulaires. Pour les premiers, l'amplitude de sortie peut varier de 0 à 5 V crête à crête. Elle atteint 10 V pour les deuxièmes.

La régulation automatique d'amplitude est assurée par un circuit utilisant une petite ampoule pour voyant. Cette solution, qui donne des résultats fort convenables, présente surtout l'avantage de n'exiger qu'un matériel de grande diffusion, que l'amateur pourra se procurer partout.

A - Le schéma de principe

Afin d'en faciliter la lecture, nous décomposerons dans un premier temps ce schéma en quatre sous-ensembles :

- l'oscillateur sinusoïdal et sa commande automatique d'amplitude,
- la bascule de Schmidt transformant les sinusoïdes en créneaux,
- les circuits de sortie,
- l'alimentation.

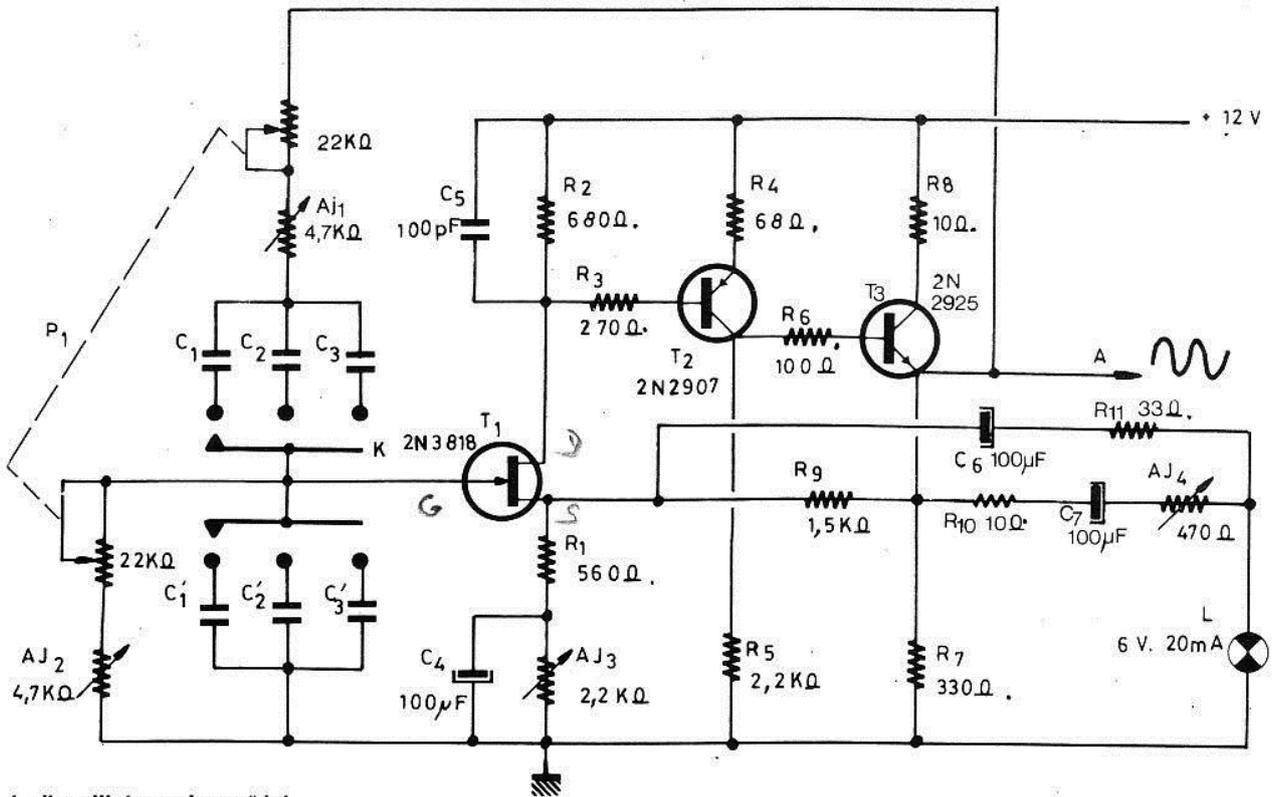


Figure 1 : l'oscillateur sinusoïdal

I. — L'oscillateur sinusoïdal

Son schéma de principe est donné dans la figure 1. Un potentiomètre double P_1 de deux fois $22\text{ k}\Omega$, associé aux résistances ajustables AJ_1 et AJ_2 de $4,7\text{ k}\Omega$ chacune, commande la variation continue de fréquence. Un commutateur K à deux circuits et trois positions, sélectionnant l'une des paires de condensateurs $C_1C'_1$, $C_2C'_2$ ou $C_3C'_3$, permet le changement de gammes. Ces condensateurs ont respectivement pour capacités $2,2\text{ }\mu\text{F}$, 220 nF et 22 nF .

L'amplificateur associé au réseau de Wien regroupe les transistors T_1 , T_2 et T_3 . La branche inférieure du potentiomètre P_1 et la résistance ajustable AJ_2 ramènent à la masse la porte de T_1 , transistor à effet de champ de type 2N3819. La polarisation de ce FET se trouve alors déterminée par l'ensemble de la résistance R_1 de $560\text{ }\Omega$ et de l'ajustable AJ_3 de $2,2\text{ k}\Omega$, reliant sa source à la masse du circuit. AJ_3 , découplée par un condensateur électrochimique C_4 de $100\text{ }\mu\text{F}$, n'intervient pas en alternatif, et sert uniquement à fixer le courant de repos du FET. Par contre, la résistance R_1 n'est pas découplée : nous verrons qu'elle reçoit les tensions de contre-réaction du dispositif de régulation automatique d'amplitude.

La résistance R_2 de $680\text{ }\Omega$, montée en parallèle avec un petit condensateur C_5 de 100 pF destiné à interdire d'éventuelles oscillations parasites en haute fréquence, constitue la charge de drain du transistor T_1 . Les signaux prélevés à ses bornes parviennent, à travers la résistance R_3 de $270\text{ }\Omega$, à la base du transistor PNP T_2 de type 2N2907. Cette liaison directe permet d'éviter un condensateur et deux résistances de polarisation, et transmet sans atténuation les fréquences les plus basses de l'oscillateur.

Une faible résistance R_4 , de $68\text{ }\Omega$, introduit au niveau de l'étage amplificateur T_2 une contre-réaction contribuant à stabiliser le gain, et intervient d'autre part dans la détermination du courant de repos de ce transistor. Les signaux de sortie sont recueillis aux bornes de la résistance R_5 de $2,2\text{ k}\Omega$, chargeant le collecteur de T_2 .

Il est important, pour minimiser l'effet nuisible des capacités parasites, que les tensions de sortie soient finalement disponibles sous une très basse impédance. Ce résultat s'obtient par interposition d'un étage collecteur commun, construit autour du transistor T_3 , NPN de type 2N2925. Une résistance R_6 de $100\text{ }\Omega$ assure la liaison directe entre le collecteur de T_2 et la base de T_3 , dont l'émetteur est chargé par la résistance R_7 de $330\text{ }\Omega$. R_8 , dont la valeur est très faible ($10\text{ }\Omega$), n'intervient pas directement dans le fonctionnement de l'amplifi-

cateur. Son rôle, comme d'ailleurs celui des résistances R_9 et R_{10} , se limite à prévenir toute oscillation parasite que pourraient engendrer des couplages accidentels entre étages.

S'il ne comportait que les éléments décrits jusqu'ici, l'oscillateur présenterait un gain en tension voisin de 20, dont la valeur exacte dépend d'ailleurs beaucoup des caractéristiques du FET T_1 . Ce gain nettement supérieur à la valeur 3 requise pour l'entrée en oscillation, autorise une contre-réaction énergique. On a en fait décomposé celle-ci en deux branches.

La première, due à la résistance R_9 de $1,5\text{ k}\Omega$ reliant l'émetteur de T_3 à la source de T_1 , procure une contre-réaction à taux constant, agissant à la fois sur les signaux alternatifs et sur les tensions continues de polarisation. Son action minimise les distorsions de l'amplificateur, et compense d'éventuelles dérives causées par exemple par des variations de température.

La deuxième bande de contre-réaction n'est autre que le dispositif de commande automatique du gain, asservi à l'amplitude de la tension sinusoïdale de sortie. L'élément sensible à l'amplitude est une ampoule miniature L de 6 V , 20 mA , qui forme avec la résistance R_{10} de $10\text{ }\Omega$ et la résistance ajustable AJ_4 de $470\text{ }\Omega$, un diviseur de tension à rapport variable. Grâce au condensateur C_6 de $100\text{ }\mu\text{F}$, seule la com-

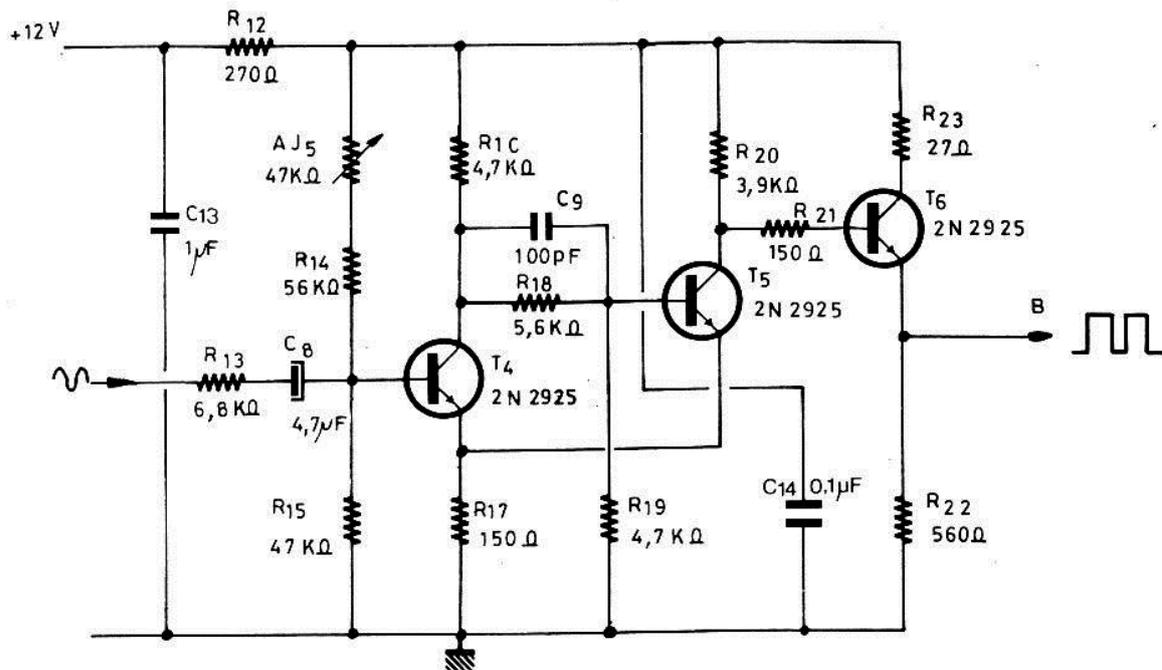


Figure 2 : la bascule de Schmidt

posante alternative de la tension de sortie se trouve appliquée au diviseur.

Les tensions de contre-réaction disponibles aux bornes de L sont retransmises à l'étage d'entrée de l'amplificateur par l'intermédiaire de la résistance R_{11} de $33\ \Omega$, qui rejoint la source de T_1 . Ainsi, elles sont appliquées aux bornes de la résistance R_1 de $560\ \Omega$ dont nous avions signalé l'utilité au début de ce paragraphe.

Recueillies en A, les sinusoïdes sont dirigées à la fois vers la bascule de Schmidt qui les transforme en créneaux rectangulaires, et vers les atténuateurs précédant les bornes de la sortie sinusoïdale.

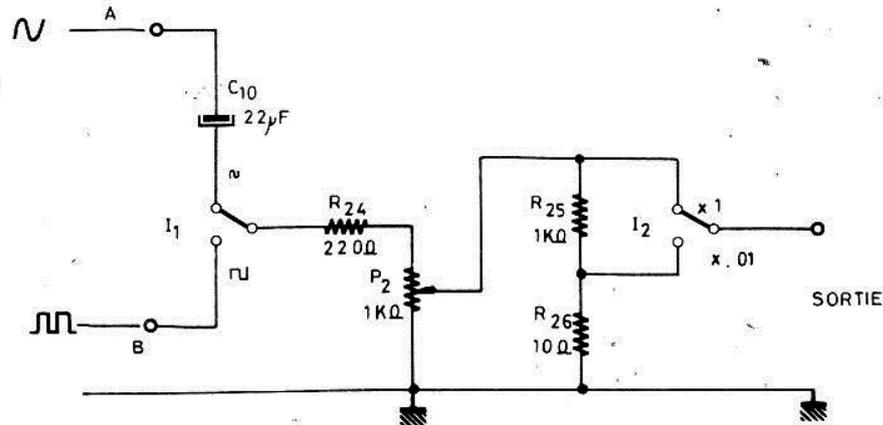


Figure 3 : les circuits de sortie

II. — La bascule de Schmidt

La bascule de Schmidt, représentée à la figure 2, utilise les deux transistors NPN T_4 et T_5 , de type 2N2925. La base de T_4 , recevant les signaux sinusoïdaux de commande à travers la résistance R_{13} de $6,8\ k\Omega$ et le condensateur C_8 de $4,7\ \mu F$ (tension de service 12/15 V), est polarisée en continu par un pont formé d'une part de la résistance R_{14} de $56\ k\Omega$ branchée en série avec l'ajustable AJ_5 de $47\ k\Omega$, et d'autre part de la résistance R_{15} de $47\ k\Omega$. La modification de polarisation obtenue par AJ_5 permet de régler la symétrie des créneaux.

La résistance R_{17} de $150\ \Omega$, commune aux émetteurs des transistors T_4 et T_5 , crée la réaction positive nécessaire aux basculements rapides. Les tensions prélevées sur

la résistance de collecteur R_{16} , de $4,7\ k\Omega$ chargeant le collecteur du premier transistor, sont transmises à la base du deuxième par le diviseur composé des résistances R_{18} de $5,6\ k\Omega$ et R_{19} de $4,7\ k\Omega$. Le petit condensateur C_9 de $100\ pF$ accélère la transmission des flancs, et permet d'obtenir de faibles temps de montée et de descente.

Finalement, les signaux rectangulaires sont recueillis sur le collecteur de T_5 , aux bornes de la résistance R_{20} de $3,9\ k\Omega$. Mais afin d'en disposer sous une faible impédance, on les reprend sur un étage de sortie utilisant le transistor T_6 , toujours de type 2N2925, monté en collecteur commun et chargé par la résistance R_{22} de

$560\ \Omega$. La liaison entre T_5 et T_6 , s'effectue à travers R_{21} , de $150\ \Omega$. La très faible résistance de collecteur R_{23} , de $27\ \Omega$, n'intervient que pour supprimer les dépassements dans le signal rectangulaire.

A chaque basculement du bistable, la brève mais brutale variation du courant demandé à l'alimentation, se traduit par l'apparition d'une impulsion dans la ligne +12 V. Afin que cette impulsion ne perturbe pas la forme de la sinusoïde, un filtre composé d'une résistance R_{12} de $270\ \Omega$ et du condensateur C_7 de $1\ \mu F$ est interposé entre les deux circuits. La résistance R_{12} provoque d'autre part une chute de tension qui limite à 10 V l'amplitude des signaux rectangulaires.

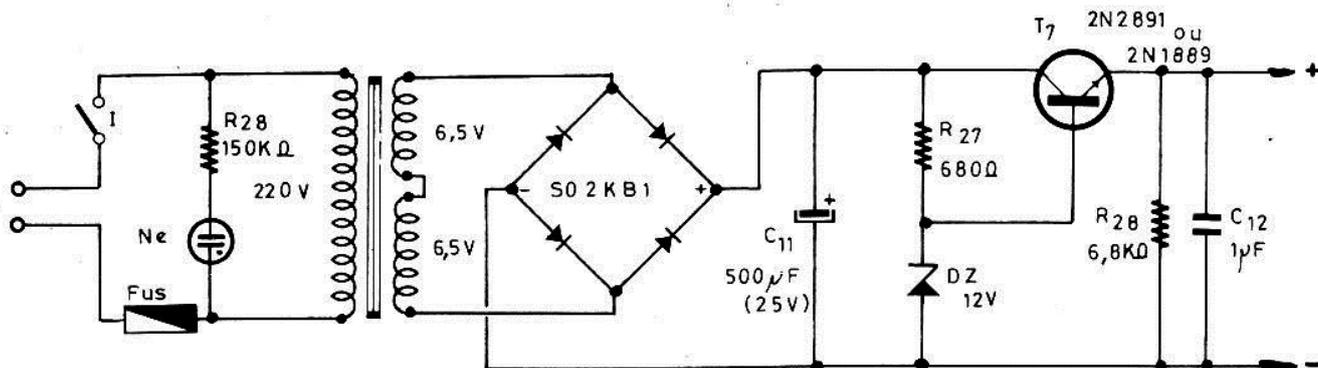


Figure 4 : l'alimentation

III. — Les circuits de sortie

Les circuits de sortie sont réduits à leur plus simple expression, comme le montre la **figure 3**. Un premier inverseur I_1 , à un circuit et deux positions, sélectionne soit les signaux sinusoïdaux en provenance du point A de la **figure 1**, soit les crêteaux pris au point B de la **figure 2**. Dans ce dernier cas, la liaison est directe, et les tensions rectangulaires apparaissent donc en polarité positive par rapport à la masse. Au contraire, les sinusoïdes, transmises à travers le condensateur C_{10} de $22\mu\text{F}$, se trouvent automatiquement centrées par rapport à la masse sur les douilles de sortie.

L'atténuateur continu utilise le potentiomètre P_2 de $1\text{k}\Omega$. Afin d'éviter tout risque de destruction des transistors de sortie T_3 et T_6 , une résistance R_{24} de 220Ω limite l'in-

tensité d'un éventuel courant de court-circuit.

A la suite du potentiomètre P_2 , on trouve un diviseur de tension composé des résistances R_{25} de $1\text{k}\Omega$ et R_{26} de 10Ω . L'inverseur I_2 , lui aussi à un circuit et deux positions, permet ainsi de disposer de deux gammes de tensions de sortie. Sur la première, l'amplitude des sinusoïdes varie de 0 à 5 V crête à crête, et celle des rectangulaires de 0 à 10 V. Sur la deuxième gamme, les mêmes variations sont limitées respectivement à 0-50 mV, et 0-100 mV.

IV. — L'alimentation

La tension de 12 V requise par le générateur, est fournie par une alimentation stabilisée dont la **figure 4** donne le schéma. Le transformateur, modèle miniature pour

fixation directe sur circuit imprimé, comporte un enroulement primaire de 220 V, et deux enroulements secondaires délivrant chacun 6,5 V. Leur mise en série permet de disposer d'une tension efficace de 13 V.

Le redressement à double alternance est confié à un pont de 4 diodes, regroupées en un boîtier unique : il s'agit du modèle S02KB1 de la SESCO. Un condensateur électrochimique C_{11} de $500\mu\text{F}$, conçu pour une tension de service de 25 V, assure le filtrage.

La partie « régulation » proprement dite comporte d'abord une diode Zener DZ qui, alimentée à travers la résistance R_{27} de 820Ω , fournit une tension de référence de 12 V. Celle-ci, appliquée à la base du transistor NPN T_7 de type 2N2891, se retrouve sur son émetteur, à la chute de tension émetteur-base près. Un dernier condensateur électrochimique C_{12} de $22\mu\text{F}$ contribue au filtrage de l'ondulation résiduelle qui pourrait subsister après le transistor ballast.

B - La réalisation pratique

I. - Les circuits imprimés

L'alimentation stabilisée d'une part, l'oscillateur sinusoïdal et la bascule de Schmidt de l'autre, sont câblés sur deux petits circuits imprimés.

Le dessin du premier, à l'échelle 1, est donné par la **figure 5**, vue du côté cuivré de la plaquette stratifiée. La **figure 6**, vue du côté isolant, illustre la mise en place des composants de l'alimentation. Elle est

complétée par la photographie de la **figure 7**. On veillera particulièrement, lors du câblage de cette alimentation, à ne pas intervertir les connexions primaires et secondaires du transformateur.

Dès cette partie du montage terminée, on pourra, en raccordant provisoirement le primaire au secteur 220 V, s'assurer qu'on obtient bien à la sortie une tension continue voisine de 12 V. Etant donné les tolé-

rances, généralement de l'ordre de 10 %, admises sur la tension de coude des diodes Zener courantes, il ne faudra pas s'étonner, ni s'alarmer, d'un éventuel écart d'un volt en plus ou en moins. Les réglages prévus sur l'oscillateur permettent dans tous les cas un fonctionnement correct de l'ensemble. Il ne faudrait songer à changer la diode de référence que si la tension de sortie n'atteignait pas 10,5 V ou dépassait 13,5 V.

Circuit imprimé d'alimentation

Figure 5

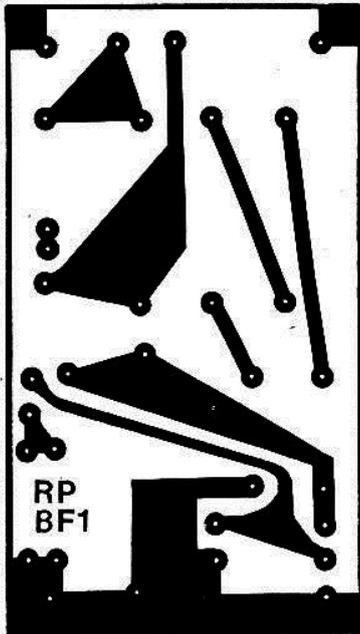


Figure 6

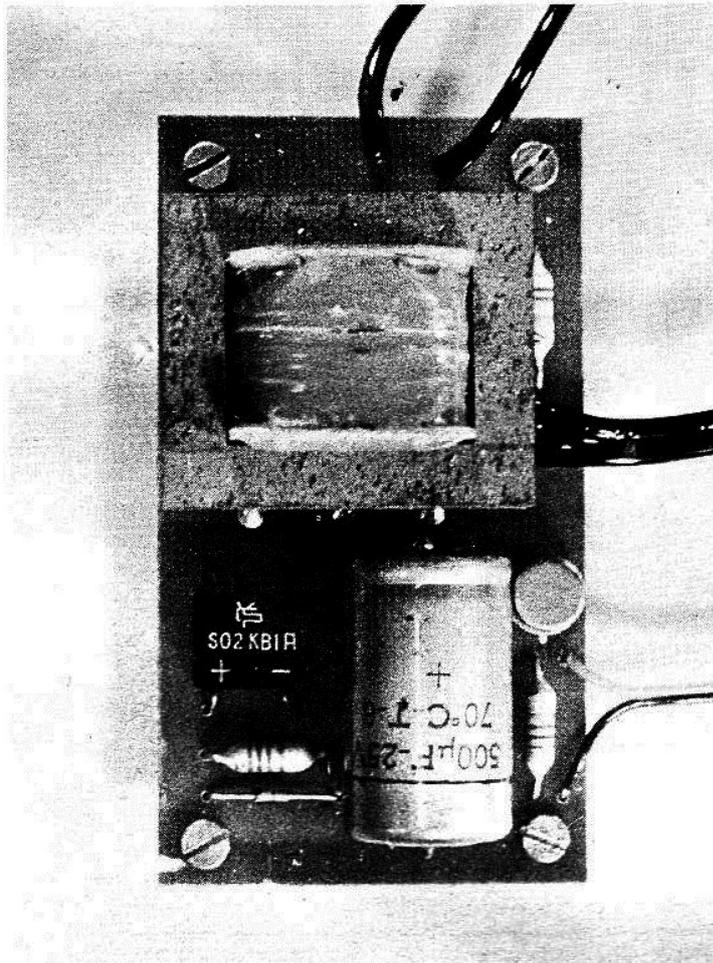
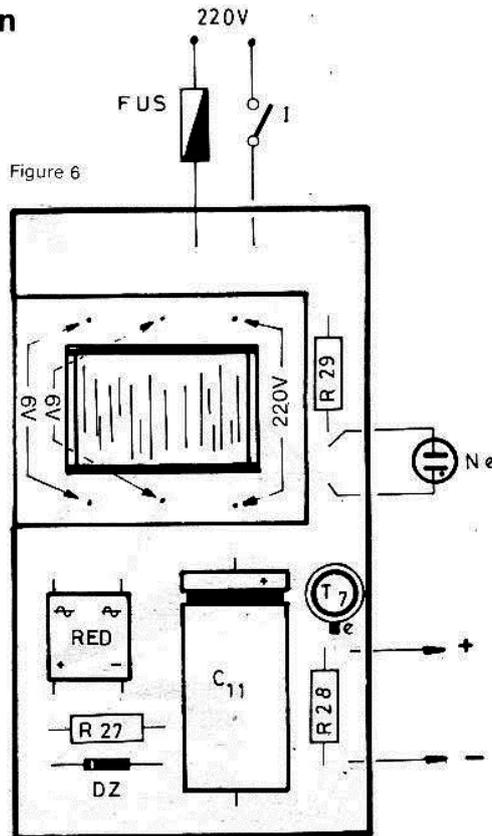


Figure 7

Le reste du montage est câblé sur l'autre circuit imprimé, dont la **figure 8** donne le dessin du côté cuivré, **toujours à l'échelle 1**. Les **figures 9 et 10** montrent respectivement le plan de câblage, et une photographie du circuit terminé. On veillera particulièrement, lors de la mise en place des composants, à ne pas inverser la polarité des condensateurs chimiques, qui est déterminée en fonction des tensions continues de chaque point du schéma.

Le travail s'achève par la mise en place des différents fils de raccordement. Avant le montage et le réglage finals, dont nous parlerons plus loin, on placera toutes les résistances ajustables à mi-course.

II. — Préparation mécanique

Le coffret du générateur RP BF 1 utilise un boîtier Teko en tôle d'aluminium, de référence 333, qui mesure 6 cm de hauteur, 15 cm de largeur et 10 cm de profondeur. Facile à percer, et déjà laqué en gris clair et noir, ce coffret facilite le travail mécanique, et ne demande comme finition que les inscriptions du panneau frontal, déposées à partir de lettres à report.

Les cotes de perçage de la face avant sont indiquées dans la **figure 11**, et la photographie située en tête d'article précise l'emplacement des inscriptions à effectuer avant le montage des potentiomètres, des inverseurs, de l'interrupteur et du voyant témoin de mise en marche. On aura intérêt à protéger les lettres, qui résistent mal au frottement et aux diverses abrasions mécaniques, par une couche de vernis incolore.

Le fond du boîtier est, selon le dessin de la **figure 12**, percé de huit trous de 3 mm ou 3,2 mm de diamètre, destinés à recevoir les vis de fixation des circuits imprimés. Enfin, nous ne précisons pas les cotes des deux perçages de la face arrière, dont l'un laisse sortir le fil de raccordement au secteur, tandis que l'autre reçoit le porte-fusible.

Que pensez-vous de la Boutique Radio-plans ?

- doit-on pouvoir y trouver tous les circuits imprimés décrits dans la revue ?
- quelles améliorations voyez-vous ?

Ecrivez-nous pour nous donner votre avis.

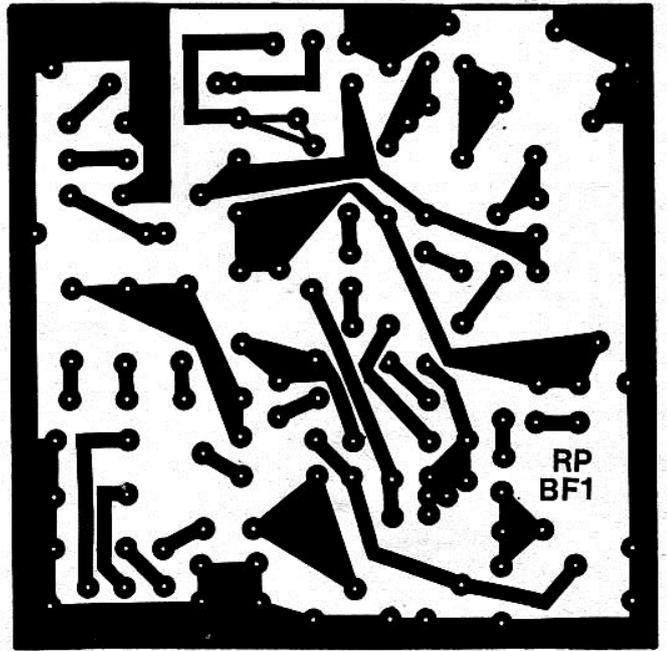
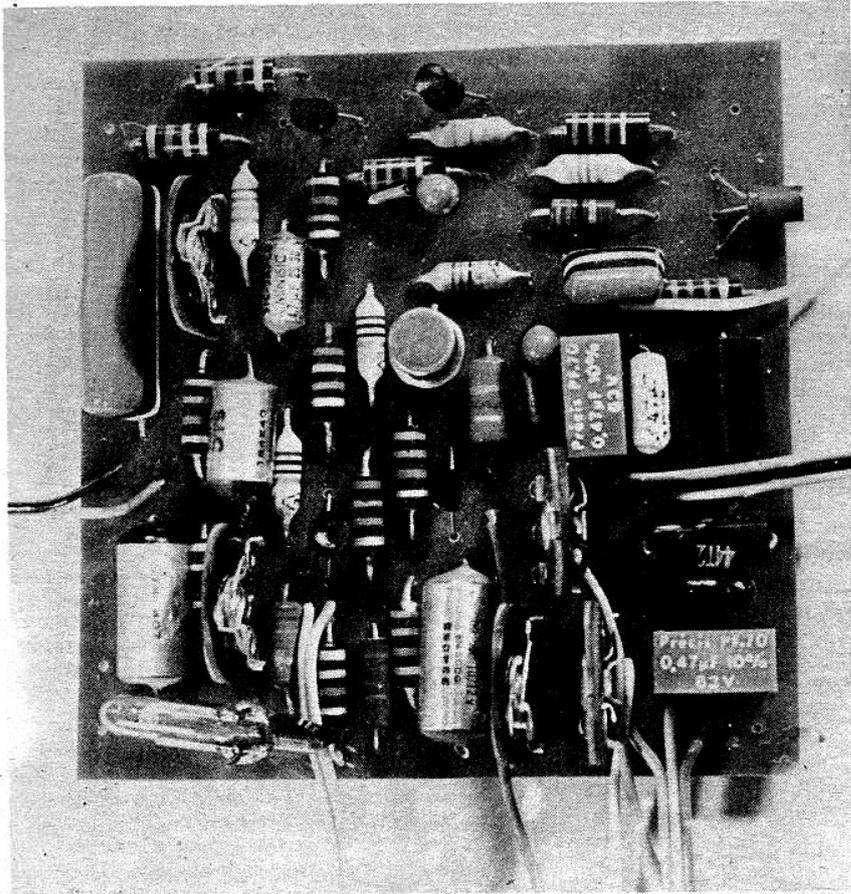


Figure 8

Figure 10

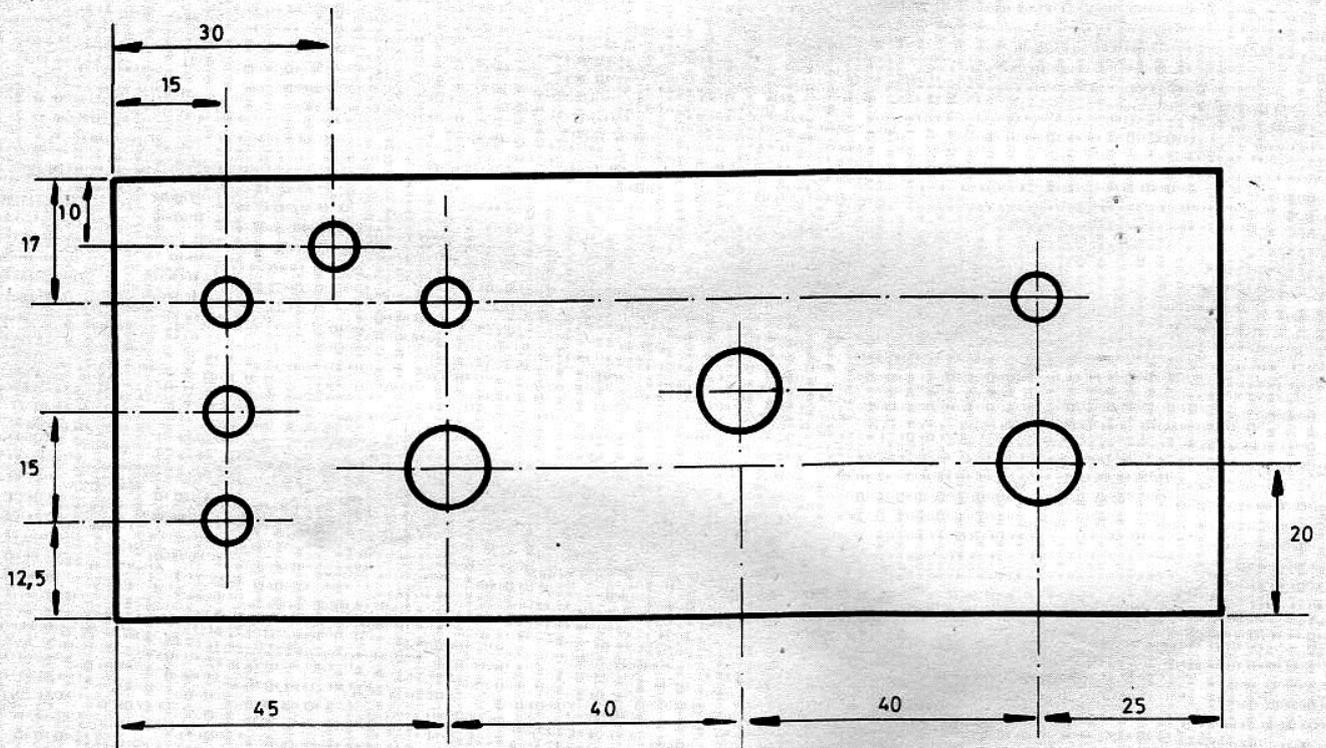


Figure 11 : plan de perçage de la face avant

**Circuit imprimé
oscillateur
+ bascule de Schmidt**

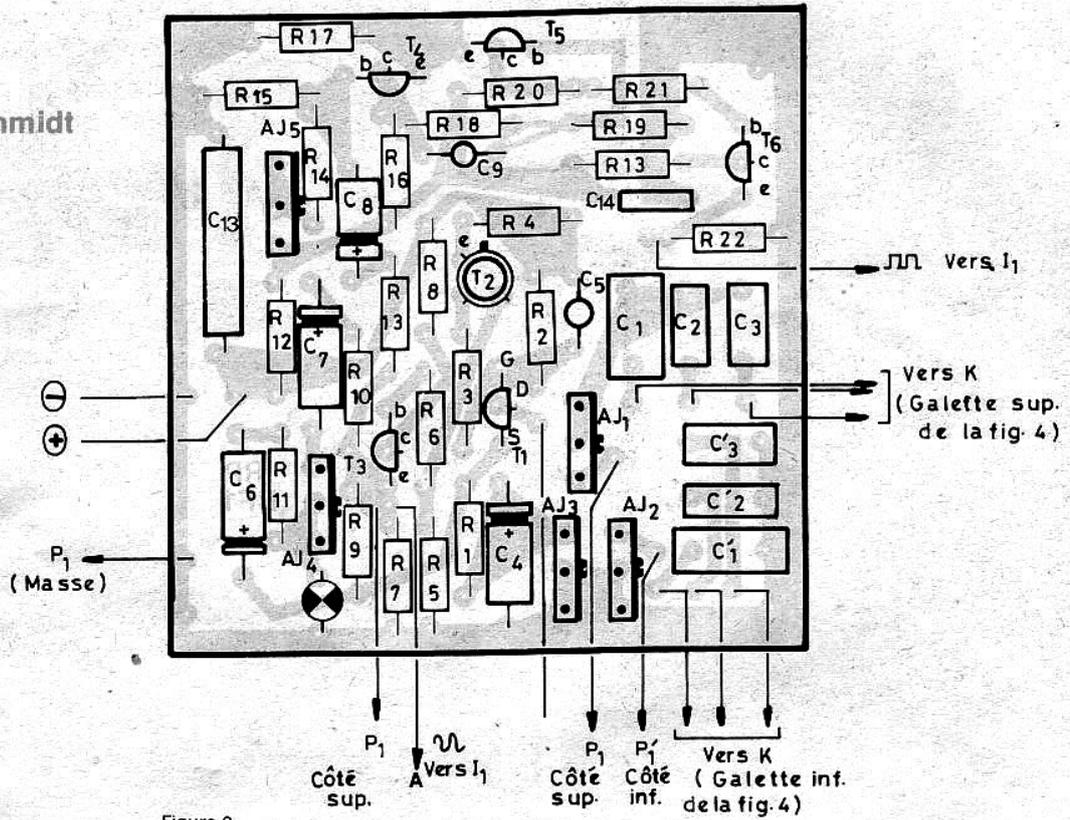


Figure 9

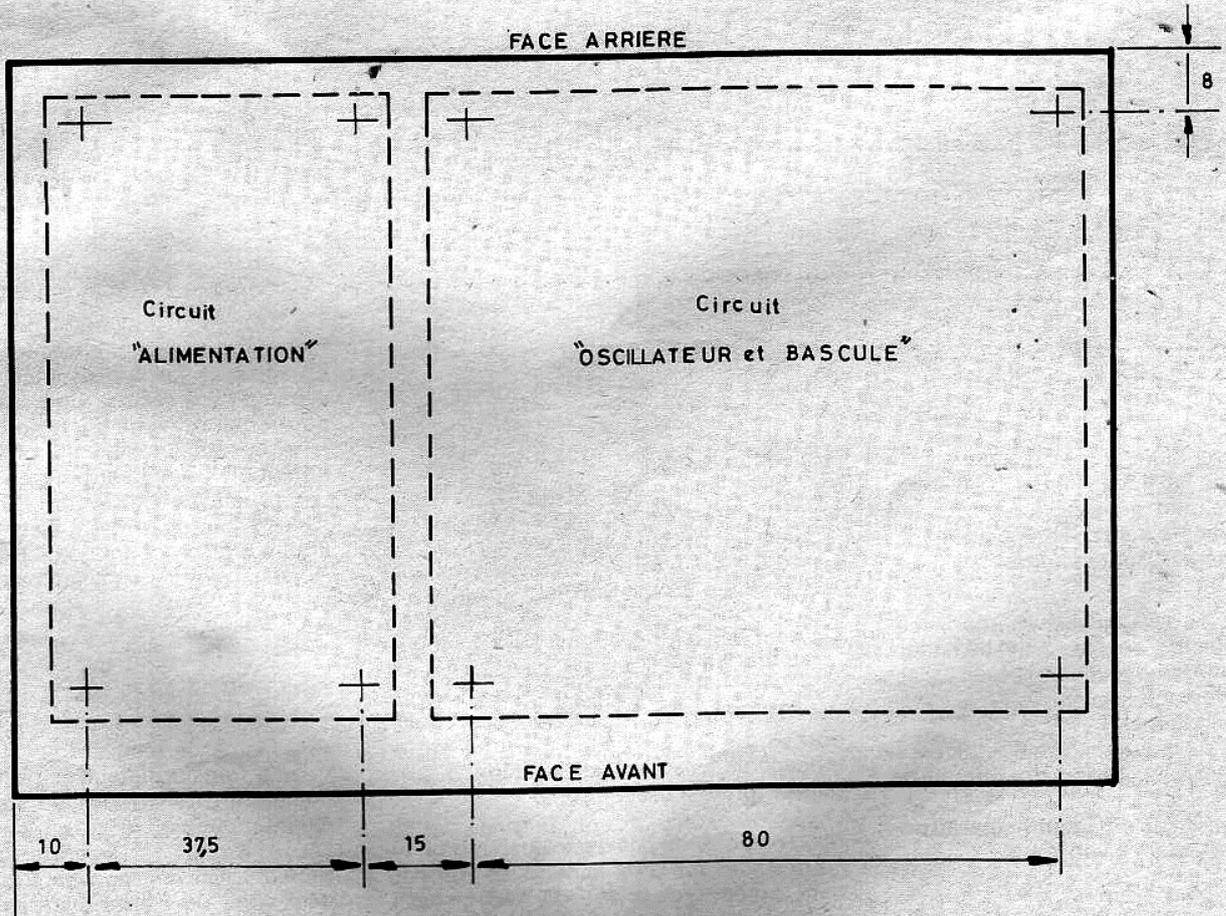
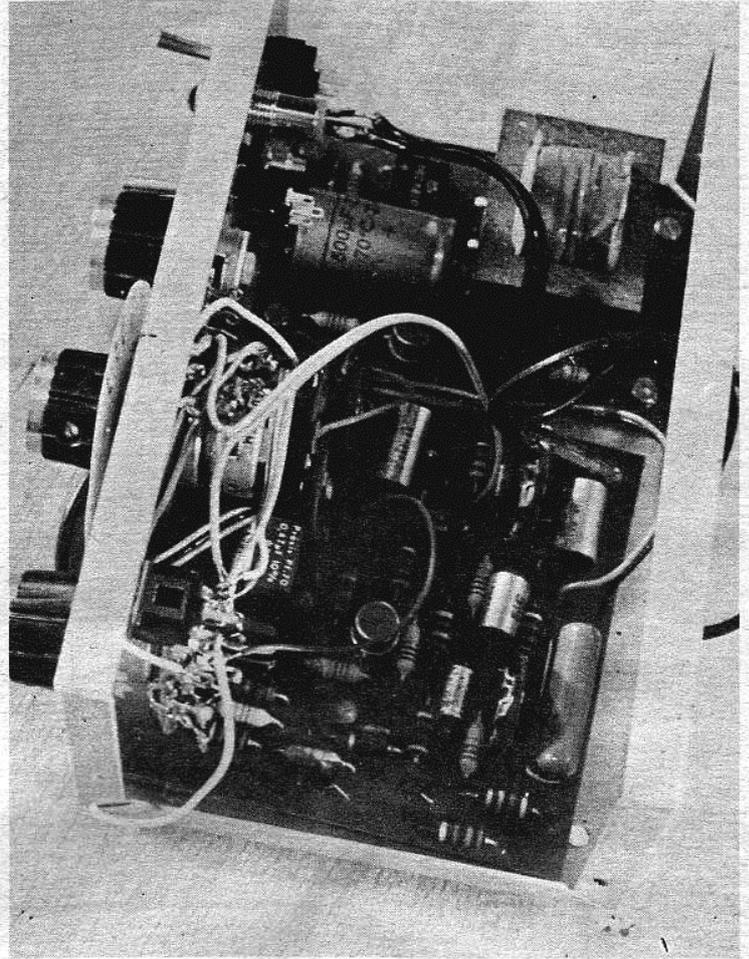
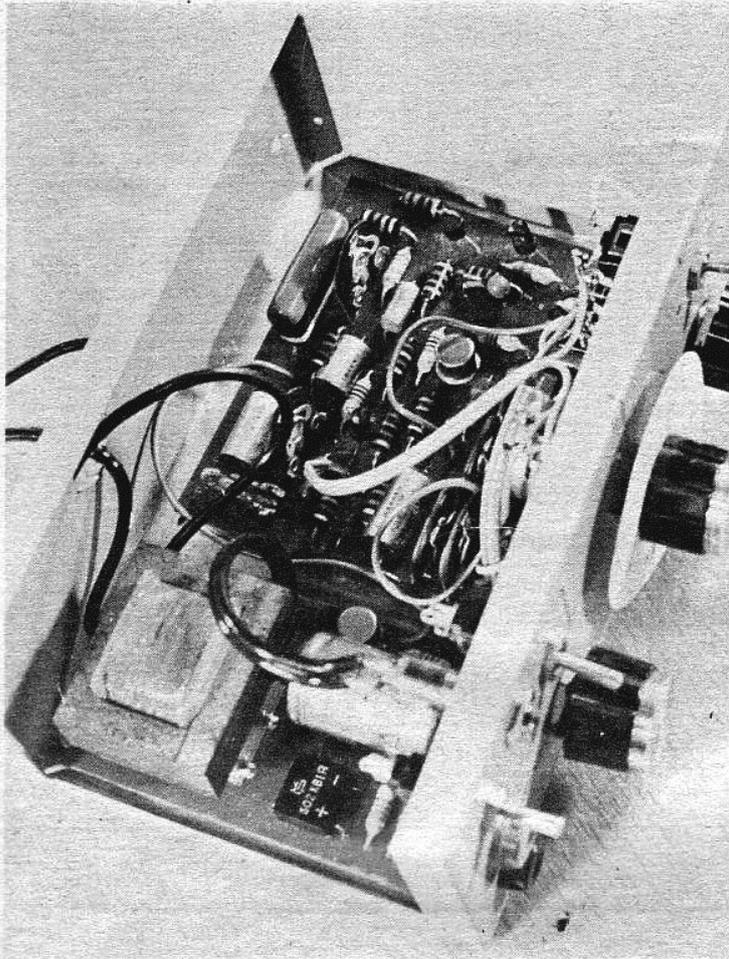


Figure 12 : plan de perçage du fond du boîtier



Figures 13 et 14 : aspect final de la réalisation de ce générateur

IV. — Montage final

L'espace disponible étant utilisé au mieux des possibilités, il convient, pour éviter tout tâtonnement dans la mise en place des différents éléments, de respecter l'ordre de montage résumé ci-dessous :

- montage du circuit d'alimentation
- fixation des bornes de sortie, de l'interrupteur et de l'inverseur
- fixation des potentiomètres et du commutateur de gammes
- montage du circuit imprimé principal
- câblage des composants des circuits de sortie
- raccordement du circuit principal au potentiomètre P_1 et à l'inverseur K.

Les photographies des figures 13 et 14 illustrent les résultats obtenus après le montage de tous ces éléments.

V. — Mise au point

La section supérieure du potentiomètre P_1 étant provisoirement déconnectée du circuit imprimé, on règle l'ajustable AJ_1 de manière à obtenir sur l'émetteur de T_1 (point A de la figure 1), une tension continue de 6 V par rapport à la masse.

On rebranche ensuite P_1 , qu'on place au voisinage du milieu de sa course. Avec le contrôleur en position « voltmètre alternatif », on ajuste AJ_2 pour obtenir sur les bornes de sortie sinusoïdale une tension efficace de 1,75 V, ce qui correspond à une tension crête à crête de 5 V.

Si on ne possède pas d'oscilloscope, on réglera AJ_1 et AJ_2 à l'ohmmètre, en leur donnant la même valeur de 2 k Ω . Avec un oscilloscope, on peut parfaire ce réglage en vérifiant la forme des signaux sinusoïdaux, pour la fréquence la plus faible de la gamme intermédiaire.

Enfin, on règle la symétrie des signaux rectangulaires, pour une fréquence de 10 Hz, en agissant sur la résistance AJ_3 . En l'absence d'oscilloscope, on pourra utiliser le contrôleur branché sur la sortie rectangulaire, et commuté en voltmètre **continu**. Le potentiomètre de sortie P_2 et le commutateur K_2 étant réglés pour la tension maximale, les créneaux sont symétriques si on lit une tension continue de 5 V (c'est alors la valeur moyenne de la tension rectangulaire).

Remarque :

Pressés par le temps, nous avons fait bobiner le transformateur de ce montage à la demande. Il se trouve en stock chez St Quentin Radio (6, rue de St-Quentin, 75010 Paris) où il porte la référence SQR265. On doit pouvoir trouver un modèle équivalent chez d'autres revendeurs tel Radio Relais.