

3.4. — SIGNAL-TRACER

(Transistors au germanium)

La méthode dynamique de dépannage

Le dépannage d'un récepteur se trouve largement simplifié dès qu'on a localisé l'étage se trouvant en panne. On se trouve alors ramené à un nombre assez réduit d'éléments qu'on pourra rapidement vérifier.

Pour effectuer cette localisation, la méthode *statique* est relativement longue du fait qu'elle consiste à mesurer les *tensions continues* aux divers points du montage. Et l'exiguïté de la plupart des récepteurs à transistors rend souvent impossible la coupure d'une connexion pour mesurer une *intensité*. De plus, la méthode statique est incapable de renseigner sur une panne affectant uniquement la voie « signal », telle que la coupure ou le dessèchement d'un condensateur de liaison entre deux étages.

Evitant tous ces inconvénients, la méthode *dynamique* de dépannage consiste à appliquer, à l'entrée du récepteur, un signal *H.F. modulé* (ou de réaliser simplement l'accord sur une émission), et de voir ensuite jusqu'à quel étage ce signal se trouve *correctement amplifié*. En plus d'une certaine habitude, cette méthode nécessite un appareil capable de *compléter* le récepteur dans tous les cas possibles. Cet appareil doit ainsi permettre la réception, si le circuit d'entrée du récepteur à dépanner est seulement utilisé, et, de même, si un nombre quelconque des étages suivants sont en service. Bien entendu, le prélèvement du signal devra être opéré de façon que le fonctionnement du récepteur n'en soit pas affecté. On devra donc l'effectuer à l'aide d'une *sonde* comportant un ou deux étages de préamplification et des commutations permettant d'une part, de passer de l'*amplification* d'un signal *B.F.* à la *détection* d'un signal *H.F. modulé*, et, d'autre part, de faire varier la sensibilité par modification de la résistance d'entrée. Cette « sonde lectrice » sera suivie d'un *amplificateur* qui est muni d'un *haut-parleur*, permettant d'entendre le signal capté. Un tel appareil s'appelle « signal-tracer » (dépisteur de signal) ; comme on l'a vu, il permet de vérifier un récepteur en commençant par le premier étage.

Une vérification dans l'autre sens est également possible, si on se sert du haut-parleur du récepteur à dépanner, et si on injecte un signal à l'entrée de chaque étage, en commençant par le dernier. Pour éviter tout réglage et toute commutation de fréquence, on peut produire ce signal par un *multivibrateur*, générateur d'une tension à peu près rectangulaire de fréquence audible, et suffisamment riche en harmoniques pour que ces dernières soient encore utilisables à des fréquences de plusieurs mégahertz. Le signal produit par un tel multivibrateur, appliqué à l'entrée d'un récepteur, agit comme un *signal H.F. modulé* et fait entendre le son caractéristique du multivibrateur (2000 Hz environ dans le cas de l'appareil décrit), quelle que soit la fréquence sur laquelle se trouve réglé ce récepteur.

Réunissant *signal-tracer* et *multivibrateur*, l'appareil décrit dans les pages suivantes constitue la version « transistorisée » (et de ce fait plus

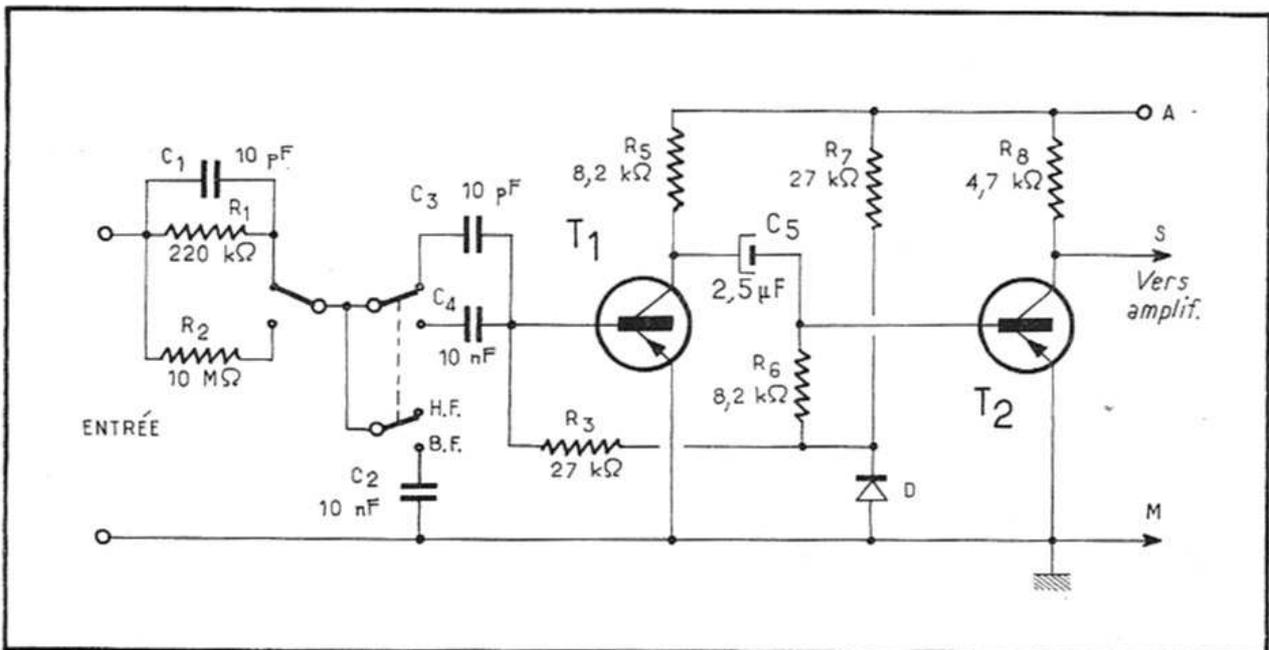


Fig. 3-17. — Les deux premiers étages du signal-tracer sont contenus dans la sonde de détection et d'amplification (sonde lectrice).

économique) du « Multi-tracer » qui avait fait, en 1954, l'objet d'un livre, maintenant épuisé. Bien entendu, cet appareil est utilisable pour le dépannage de tout récepteur à tubes ou à transistors, et peut même rendre service lors de la réparation d'un téléviseur.

La sonde lectrice

Le schéma de la sonde d'amplification et de détection est reproduit dans la figure 3-17. L'impédance d'entrée du premier transistor (T_1) étant relativement faible, il faut prévoir une résistance en série avec la connexion de base pour ne pas perturber, par le branchement de la

sonde, le fonctionnement du récepteur examiné. Par S_1 , on peut donner deux valeurs différentes à cette résistance. Celle de $10\text{ M}\Omega$ (R_2) est à utiliser si on connecte la sonde sur un point de *forte impédance* (collecteur d'un étage M.F., circuits de grille dans le cas d'un récepteur à tubes) ou si, en présence d'un signal relativement fort, on cherche à *réduire la sensibilité* (étages de préamplification et de sortie B.F.). La résistance série de $220\text{ k}\Omega$ donne une *sensibilité* vingt fois *plus grande* tout en restant suffisamment forte pour pouvoir être connectée sur la *base* de n'importe quel transistor du récepteur examiné, ou sur le collecteur d'un étage B.F. Pour compenser la capacité d'entrée de T_1 , cette résistance (R_1) se trouve shuntée par un condensateur de 10 pF (C_1). Cette valeur devant être vingt fois plus faible dans le cas de R_2 , la capacité propre de la résistance de $10\text{ M}\Omega$ en tient lieu.

Le second inverseur de la sonde (S_2) permet de choisir entre les fonctions « H.F. » et « B.F. ». Dans le premier cas on utilise un condensateur de liaison (C_3) suffisamment faible pour que les fréquences audibles se trouvent fortement atténuées. La sonde est alors capable de détecter des signaux modulés de 100 kHz à 100 MHz environ. En position « B.F. », on utilise un condensateur de liaison (C_4) mille fois plus fort et, en même

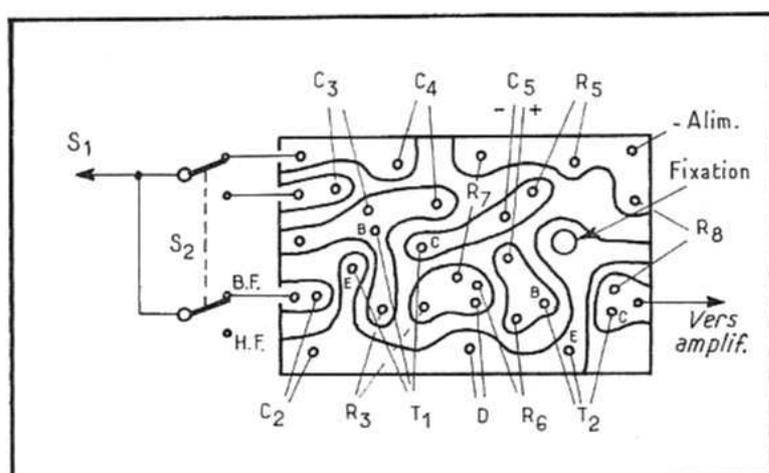
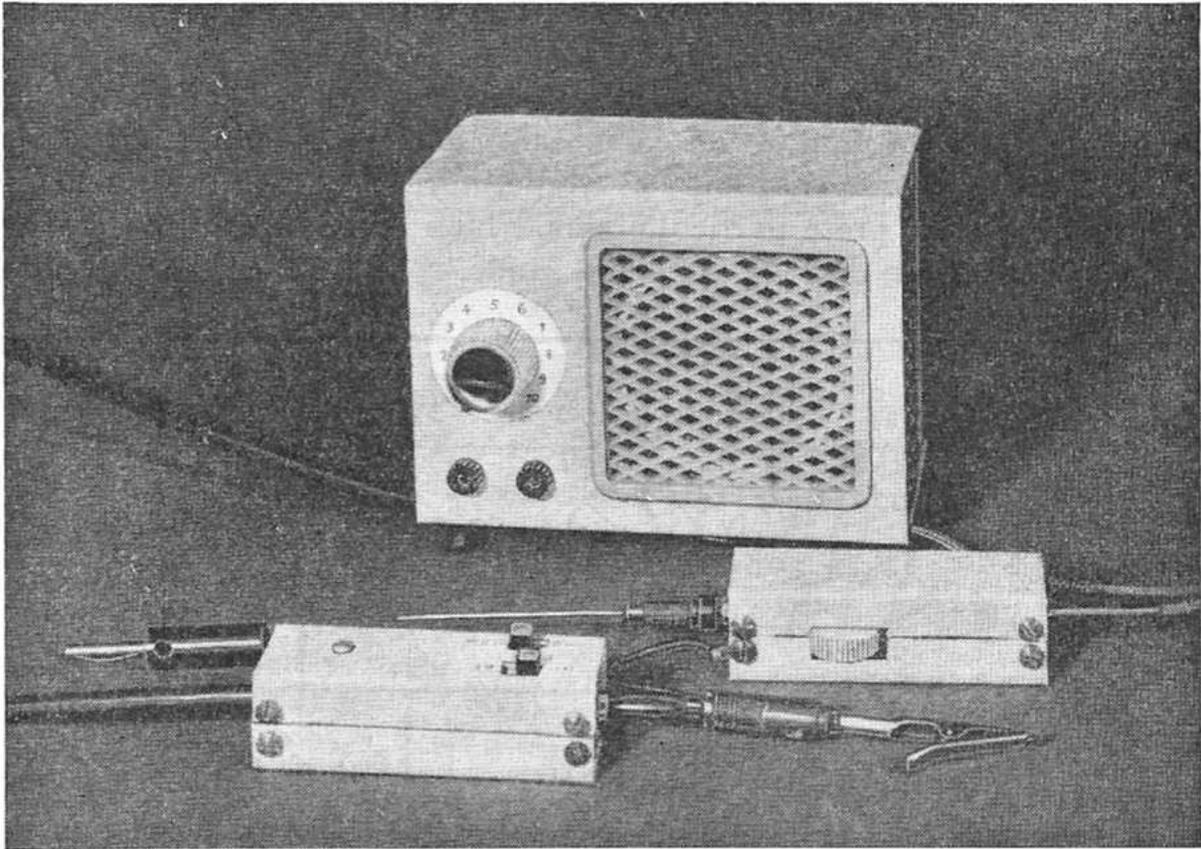


Fig. 3-18. — Circuit imprimé de la sonde lectrice.

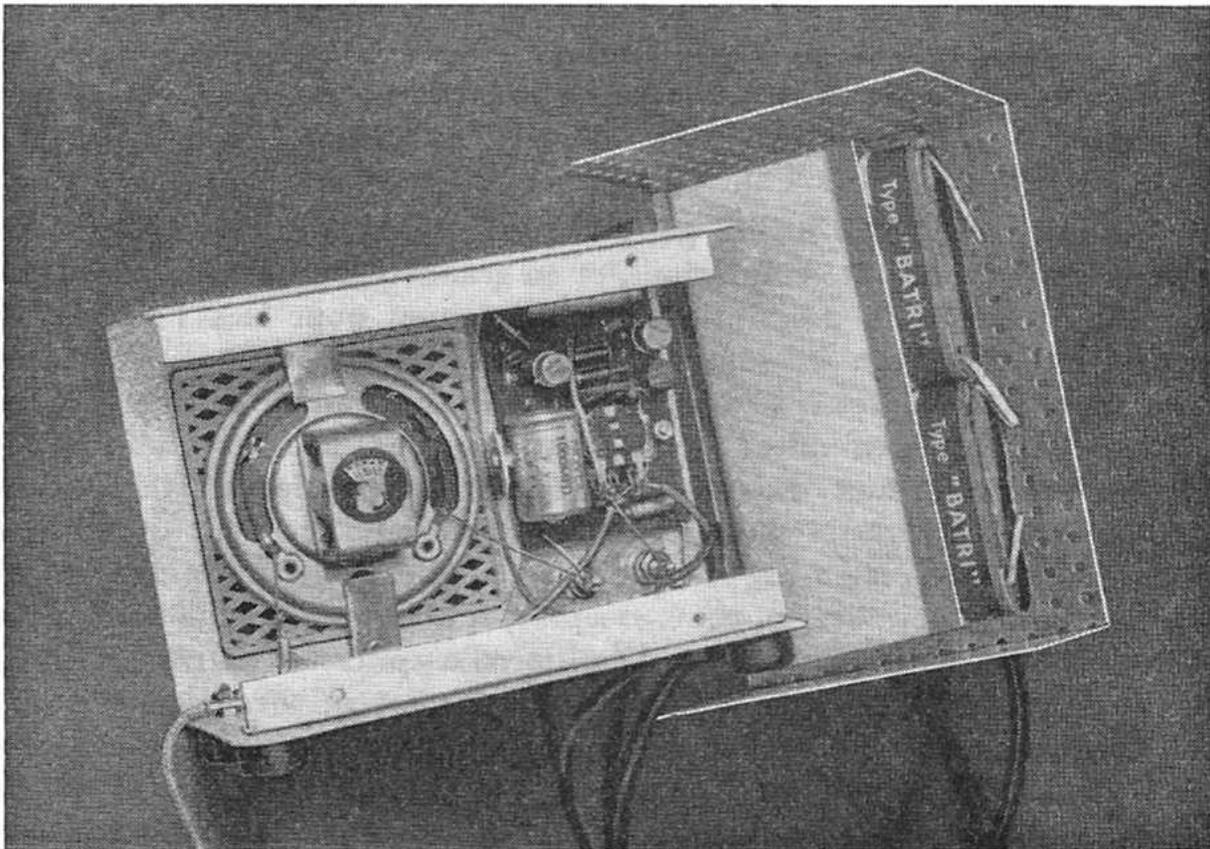
temps, un condensateur C_2 qui dérive les fréquences élevées vers la masse. A $\pm 3\text{ dB}$, la bande passante s'étend ainsi de 30 Hz à 10 kHz environ.

Pour rendre audible la modulation d'un signal H.F., une détection est nécessaire. Quand l'amplitude du signal est suffisamment forte, cette détection est effectuée par la diode que constituent émetteur et base de T_1 . Dans le cas contraire, T_1 intervient seulement comme amplificateur, et T_2 se charge de la détection. Pour que ce procédé fonctionne encore aux fréquences élevées, il convient d'utiliser, pour T_1 , un transistor à base diffusée (drift, mesa ou similaire). Par contre, T_2 peut être un transistor B.F. ou H.F. à alliage.

La diode D n'a aucune fonction détectrice; elle sert uniquement pour la compensation de température. Par R_7 , elle se trouve parcourue d'un courant constant, si bien que la tension à ses bornes diminue de



Devant le signal-tracer, à droite, la sonde contenant le multivibrateur, à gauche, la sonde lectrice.



L'intérieur du signal-tracer avec la tôle de protection supportant les piles d'alimentation.

2 mV par °C quand la température augmente. Cette diminution se répercute sur le courant dans les résistances de polarisation R_3 et R_6 et tend ainsi à compenser l'effet de température propre aux transistors du circuit. Utilisant un nombre de composants bien plus réduit que le circuit habituel de compensation de température (fig. 1-17), le montage de la figure 3-17 se prête particulièrement bien aux exigences de volume qu'on doit satisfaire dans le cas d'une sonde.

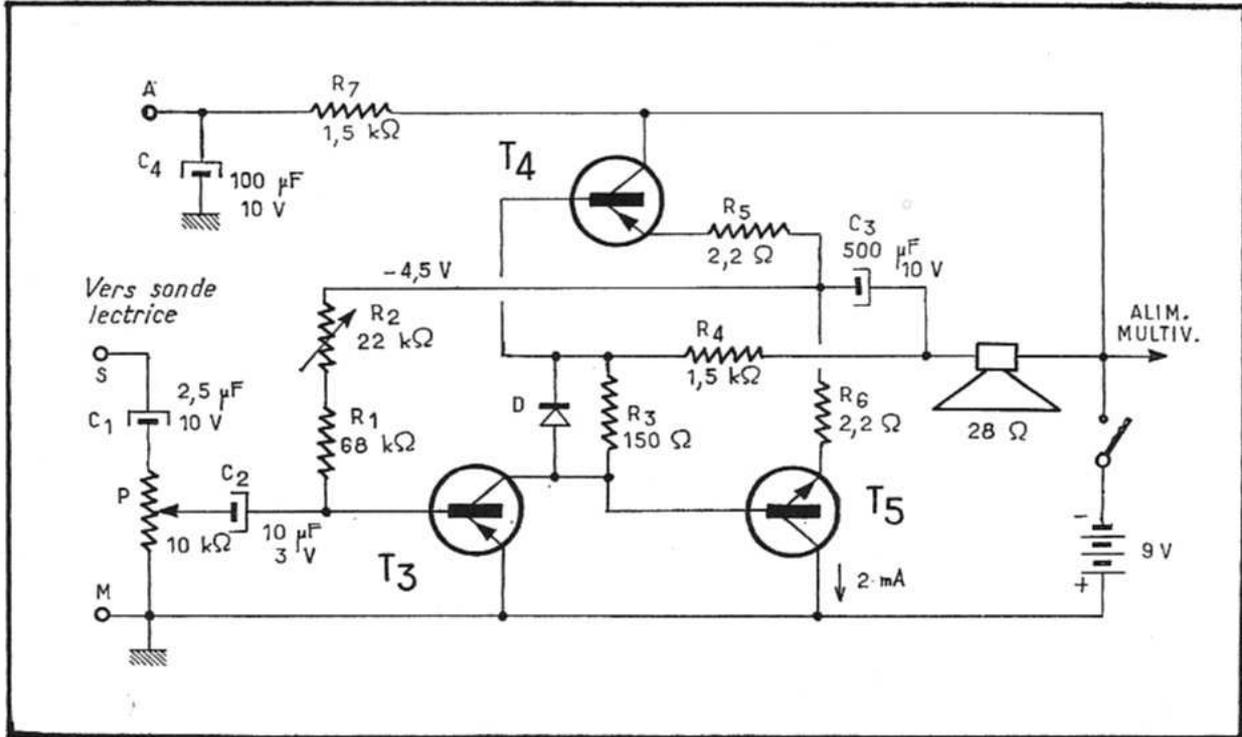


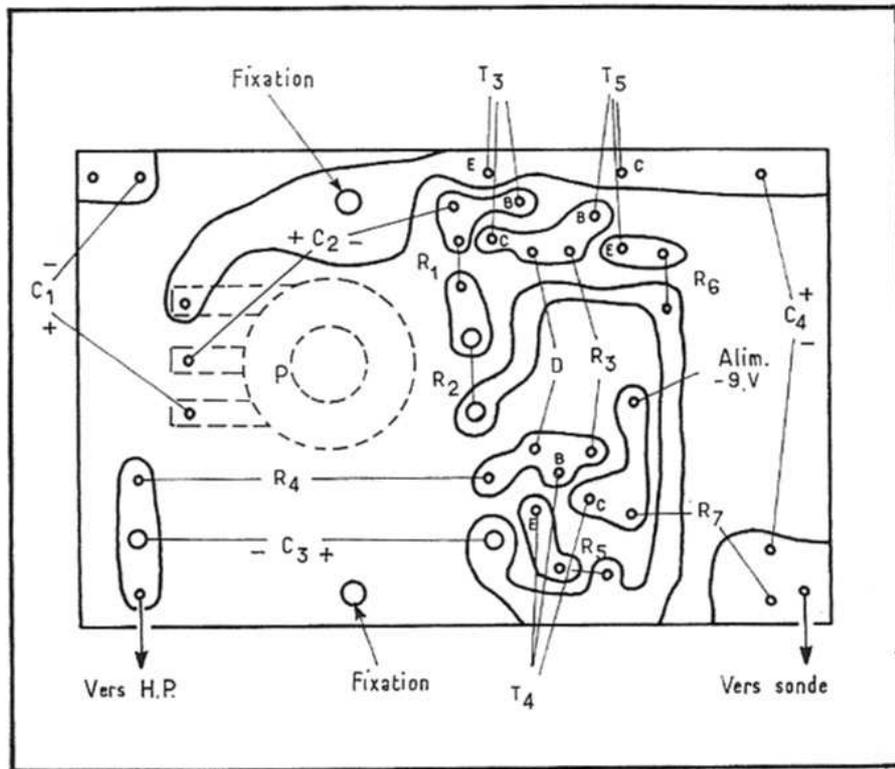
Fig. 3-19. — Le signal-tracer comporte un amplificateur de sortie à transistors complémentaires, sans transformateur.

Le circuit imprimé utilisé pour la sonde lectrice est reproduit dans la figure 3-18, vu du côté connexions, et en grandeur nature. Les photographies illustrant cette description montrent que, pour des facilités de réalisation, la sonde a été logée dans un boîtier de forme rectangulaire (dimensions extérieures : 80 × 22 × 26 mm), composé de deux tôles pliées en U. Aux extrémités, deux plaquettes de Plexiglas d'une épaisseur de 6 mm portent des taraudages latéraux permettant la fixation de ces tôles, recouvertes d'un revêtement adhésif. Les deux inverseurs se trouvent fixés directement sur l'une de ces tôles; on les connecte après mise en place du circuit imprimé. De plus, il faut prévoir une connexion de masse pour les deux parties du boîtier. Le contact d'entrée est constitué par une fiche banane de 4 mm, permettant un branchement fixe dans une douille, ou pouvant servir de support pour une pointe de touche qu'on réalise facilement en soudant un morceau de fil rigide dans une douille de 4 mm. La connexion vers l'amplificateur se fait par un câble de deux conducteurs (sortie et alimentation) sous blindage (masse) d'une longueur de 60 cm environ.

L'amplificateur

Equippé d'un étage de sortie complémentaire, l'amplificateur (fig. 3-19) est une variante du circuit donné dans la figure 2-30. La différence essentielle réside dans le fait que la contre-réaction est effectuée du point

Fig. 3-20. — Circuit imprimé de l'amplificateur de la figure 3-19



commun des émetteurs de T_4 et de T_5 vers la base de T_3 . Elle agit ainsi à la fois en alternatif et en continu, ce qui implique une stabilisation en température. De plus, l'effet de température des transistors de l'étage de sortie se trouve compensé par une diode D (diode au germanium, à pointe), agissant de la même manière que dans le cas de la sonde lectrice.

Lors de la mise au point, on commence par ajuster R_2 (courant de polarisation de T_3) de façon à obtenir, sur l'armature positive de C_3 , une tension égale à la moitié de la tension d'alimentation. On vérifie ensuite le courant de collecteur de T_5 , sans appliquer de signal B.F. à l'entrée. Si on le trouve fortement différent de 2 mA, il convient de modifier la valeur de R_3 .

Le circuit imprimé de cet amplificateur, comportant également les éléments de découplage R_7 et C_4 , pour l'alimentation de la sonde précédemment décrite, est reproduit dans la figure 3-20 (connexions vues du côté soudures, grandeur nature). Seules les connexions menant à l'interrupteur du potentiomètre P ne sont pas reproduites sur ce dessin.

Le boîtier, dont les dimensions extérieures sont de $14 \times 10 \times 7$ cm, se compose de deux tôles pliées en U et s'emboîtant l'une dans l'autre. Celle qui constitue le devant porte le haut-parleur et le circuit imprimé avec son potentiomètre. En dessous de ce potentiomètre, deux douilles donnent accès à la bobine mobile du haut-parleur. On peut y connecter un contrôleur universel pour effectuer des mesures comparatives. Les

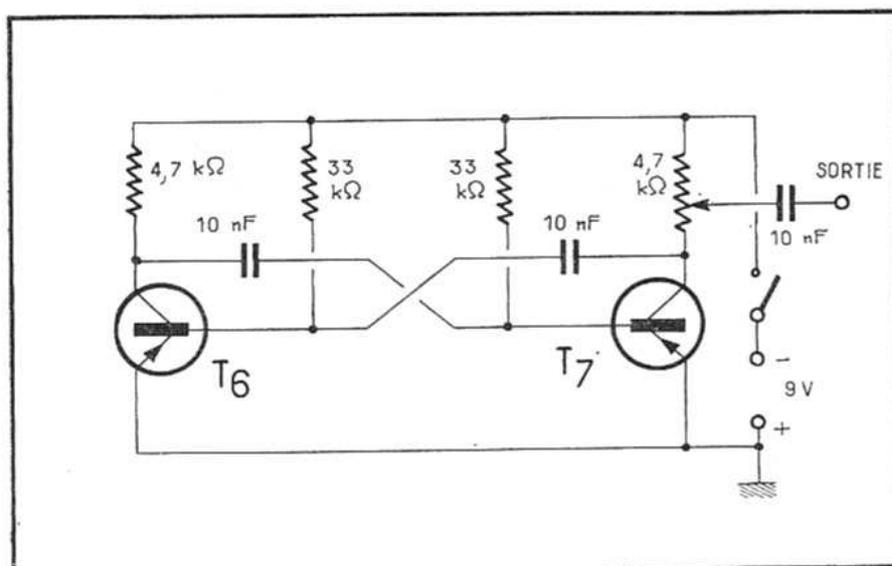


Fig. 3-21. — Délivrant un signal très riche en harmonique, ce multivibrateur peut, sans commutation, remplacer un générateur H.F. ou B.F.

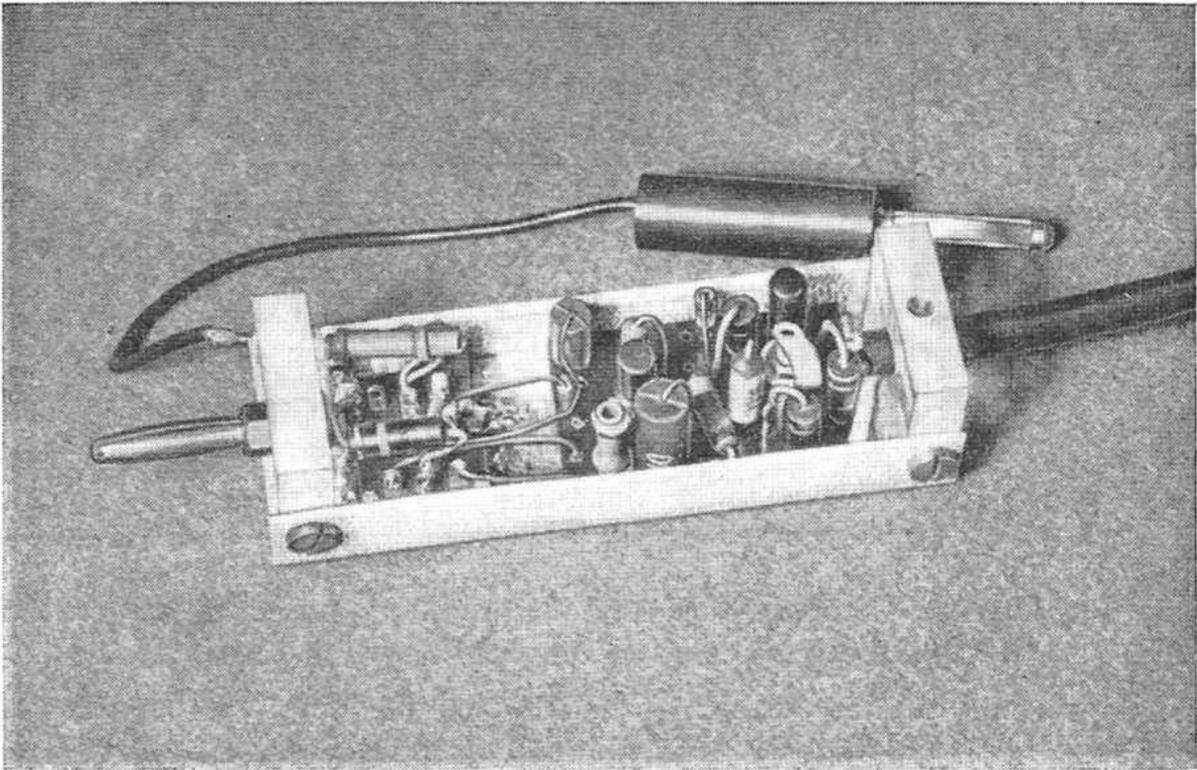
tionnant en classe B, l'étage de sortie accuse un débit variant fortement avec l'amplitude du signal amplifié. Au repos, ce débit est de l'ordre de 10 mA au total (sonde + amplificateur + multivibrateur).

En poussant au maximum le potentiomètre de puissance du signal-tracer, on perçoit un bruit de fond nettement audible. Ce bruit est dû à la forte sensibilité de l'amplificateur et à la large bande passante de l'étage d'entrée de la sonde lectrice; il diminue considérablement quand on commute sur la position « B.F. » l'inverseur correspondant de la sonde. Le bruit de fond ne traduirait un défaut du transistor d'entrée que s'il est suffisamment fort pour provoquer une augmentation de la consommation de l'appareil, lorsqu'on pousse au maximum le potentiomètre de puissance.

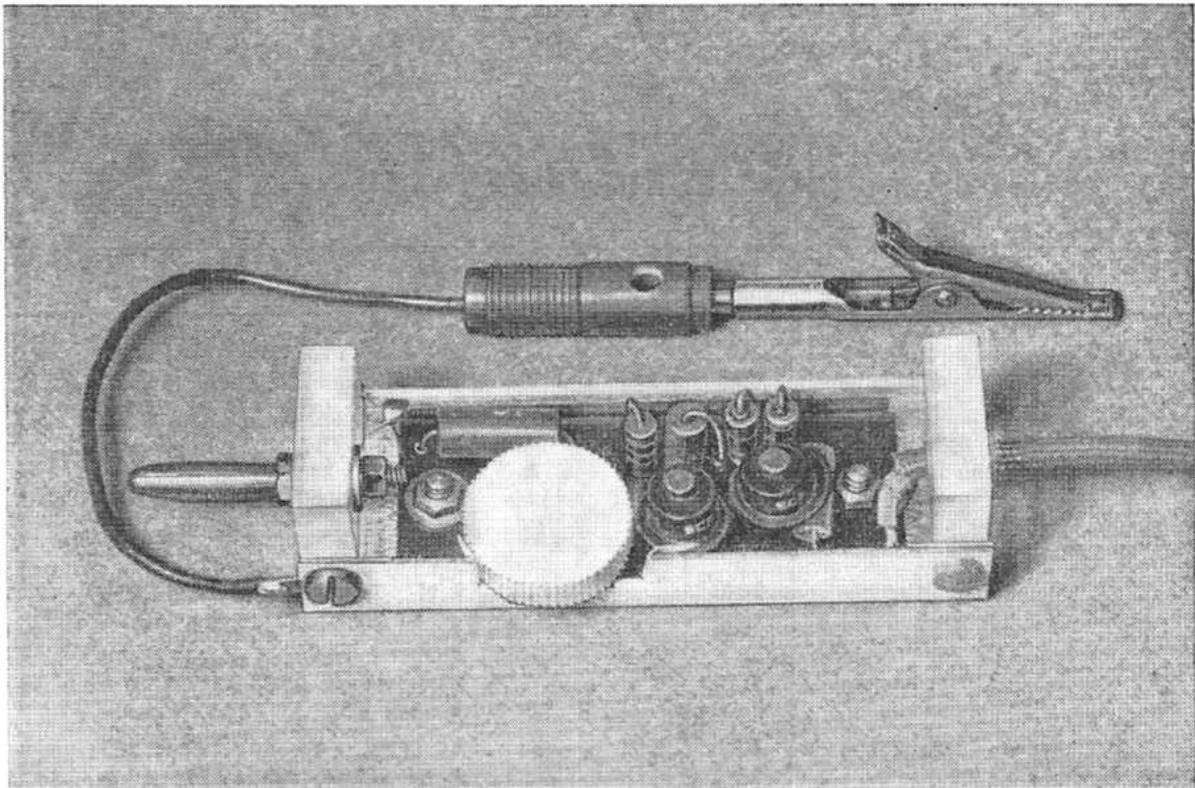
Multivibrateur

Destiné, comme on l'a vu, à produire un spectre de fréquences s'étendant des sons audibles jusqu'aux ondes courtes, le multivibrateur (fig. 3-21) est équipé de deux transistors H.F. à alliage. Sa fréquence fondamentale est, avec les valeurs indiquées, de l'ordre de 2 kHz. Sa tension alternative de sortie peut être réglée par un potentiomètre de 4,7 kΩ, inséré dans la connexion de collecteur de T₇.

Pour que ce multivibrateur soit facile à utiliser, on a avantage à le monter dans une sonde. Comme le montrent les photographies illustrant cette description, les dimensions de cette sonde peuvent être identiques à celles de la sonde lectrice. Le circuit imprimé correspondant a été reproduit dans la figure 3-22 (grandeur nature). On y a prévu un potentiomètre contenu entièrement dans son bouton de commande, tel qu'on l'utilise dans certains appareils de surdité et récepteurs de poche. Le dessin de la figure 3-22 est valable pour un potentiomètre comportant un interrupteur actionnant en fin de course. Il existe d'autres versions de ce type de potentiomètre montrant une disposition différente des connexions. Ces connexions se présentent sous forme de petites



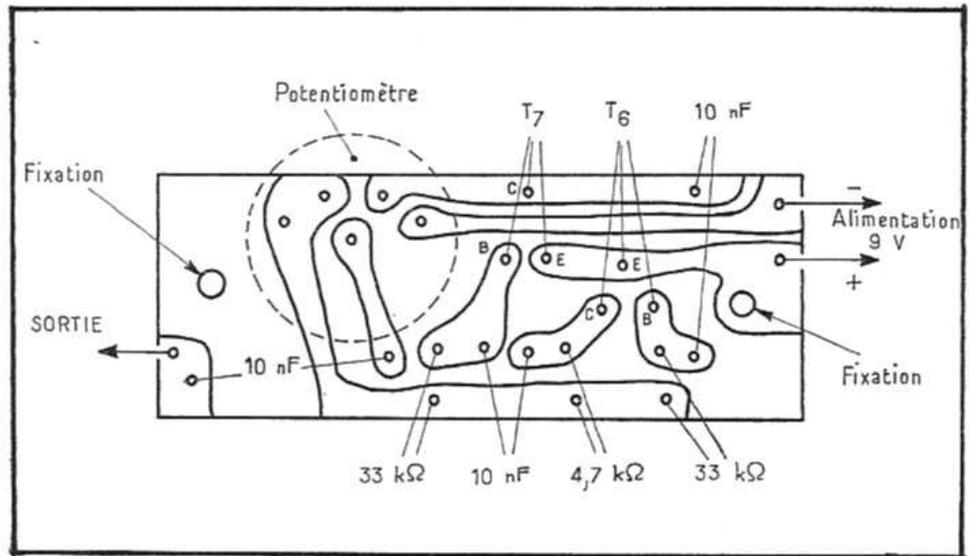
Le couvercle de la sonde lectrice étant retiré, on reconnaît, à gauche, les commutateurs de fréquence et de sensibilité et, à droite, les deux étages d'amplification.



Sonde du multivibrateur. Le potentiomètre est contenu dans le bouton blanc qu'on voit à gauche, sur le devant.

pires d'alimentation sont supportées par la tôle perforée qui forme les faces latérales et arrière du boîtier. Ces piles peuvent être remplacées par une alimentation secteur capable de fournir 9 V sous 80 mA. Elle devra présenter une résistance interne relativement faible, puisque, fonc-

Fig. 3-22. — Circuit imprimé du multivibrateur de la figure 3-21.



tiges pouvant être soudées directement sur la plaquette et dispensant, de ce fait, de tout autre moyen de fixation.

Le courant d'alimentation du multivibrateur doit être amené par un fil blindé afin d'éviter tout rayonnement parasite du signal produit. Le fonctionnement du multivibrateur est facile à vérifier en approchant sa fiche de sortie à quelques centimètres de la fiche d'entrée de la sonde de détection et d'amplification. On doit alors entendre le son caractéristique, quelque peu grinçant, dans le haut-parleur du signal-tracer.

CARACTERISTIQUES DES TRANSISTORS UTILISES DANS LE SIGNAL-TRACER

	Type technologique	P _{DM} (mW)	V _{CM} (V)	Gain	Types utilisables
T ₁	p-n-p à base diffusée, drift, mesa ou similaire	30 à 200	≥ 6	40 à 120	AF 114, 116, 124, 126, 136. SFT 354, 357, 358. 2 N 370, 603, 1179, 1224.
T ₂	p-n-p alliage H.F. ou B.F.	30 à 200	≥ 6	40 à 120	AF 117, 127, 172, - AC 125. SFT 307, 319, 353, 337. 2 N 370, 604, 382, 1305.
T ₃	p-n-p alliage B.F.	50 à 200	≥ 6	50 à 100	AC 125, 129, 134, 150, 160. SFT 323, 353. 2 N 407, 408, 416, 526, 1305, 1925.
T ₄	n-p-n alliage B.F.	150 à 500	≥ 10	50 à 200	AC 132, 142, 117, 178, 180. 2 N 241 A, 270, 321, 323, 382, 383, 526, 651 A, 1305, 1925.
T ₆	n-p-n alliage B.F.	150 à 500	≥ 10	50 à 200	AC 127, 141, 175, 179, 181. 2 N 1304, 2354, 1605 A, 1473, 2430.
T ₆ T ₇	p-n-p alliage H.F. ou commutation	50 à 200	≥ 10	≥ 25	AC 116, 125, 130, 134, 170. SFT 306, 307. 2 N 404, 480, 1303, 1305, 1707, 1924.

Nota : Les gains en courant de T₄ et de T₅ doivent être égaux à 20 % près.

3.5. — SIGNAL-TRACER

(Transistors au silicium)

L'utilisation de transistors au silicium permet de réaliser un signal-tracer qui se distingue du précédent par une sensibilité plus élevée et par une impédance d'entrée plus forte. Ainsi, en connectant la sonde de cet appareil directement au collecteur d'ondes du récepteur à dépanner, on obtient une réception confortable sur les deux gammes d'ondes, et cela même dans le cas d'un récepteur de poche. Accessoirement, on obtient une puissance de sortie légèrement plus élevée, ainsi qu'une meilleure tenue en température, appréciable du fait que souvent la sonde voisine avec le fer à souder, sur la table de dépannage.

Sonde lectrice

Une impédance d'entrée de plus de $20\text{ M}\Omega$ a pu être obtenue en utilisant, à l'entrée de la sonde (fig. 3-23) un transistor à effet de champ

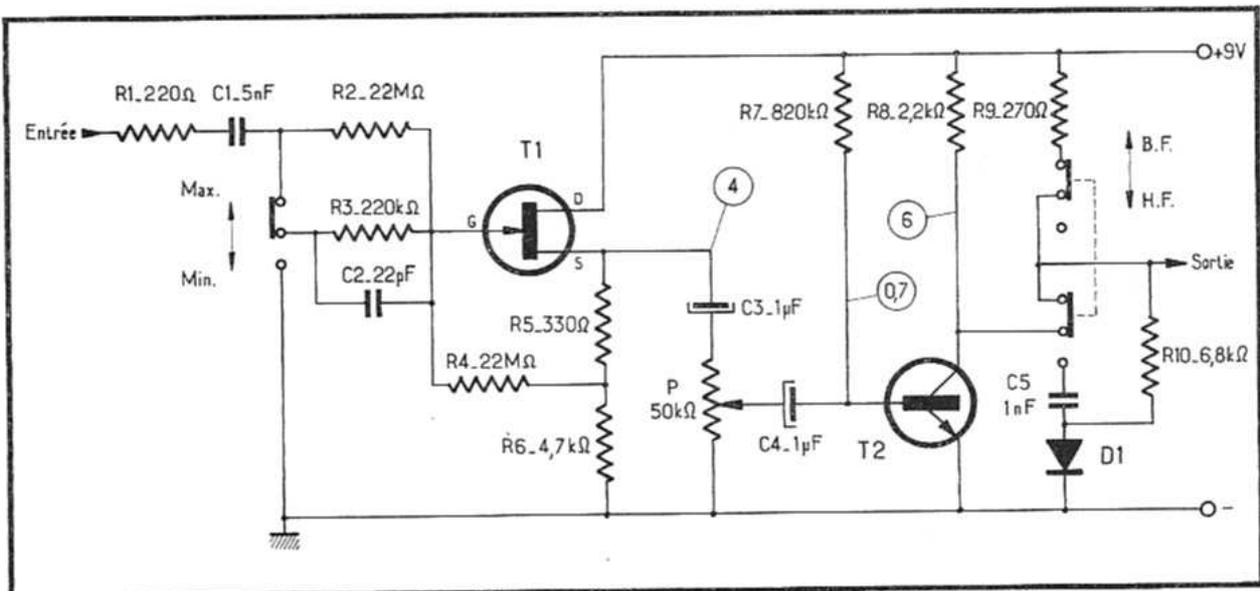


Fig. 3-23. — Grâce à l'utilisation d'un transistor à effet de champ, cette sonde de signal-tracer a pu être dotée d'une résistance d'entrée de plus de $20\text{ M}\Omega$.

(T_1). Ce transistor a des propriétés semblables à celles du tube électronique, mais il se contente d'une tension d'alimentation de quelques volts. Ce transistor est utilisé en *drain commun*, montage qui est équivalent à l'amplificateur cathodique dans le cas du tube. On arrive ainsi à une impédance d'entrée très élevée, et à une résistance de sortie suffisamment faible pour pouvoir attaquer directement un transistor à jonctions.

Dans l'entrée de la sonde, on trouve un condensateur de liaison C_1 et une résistance R_1 , destinée à compenser l'effet de résistance négative d'entrée que présente le montage, tout comme le ferait un amplificateur cathodique. En l'absence de cette résistance, on risquerait d'obtenir des oscillations spontanées en connectant la sonde directement sur un circuit oscillant ou sur un bobinage de collecteur d'ondes.

Dans la position « maximum » du commutateur de sensibilité, le signal parvient au « gate », c'est-à-dire à l'électrode de commande du transistor à effet de champ, via une résistance de protection R_3 . Grâce à cette résistance, la sonde peut supporter des surtensions de plusieurs centaines de volts. Par la capacité C_2 on évite que R_3 ne forme, aux fréquences élevées, diviseur de tension avec la capacité d'entrée de T_1 . Cette même résistance sert, sur la position « minimum » du commutateur de sensibilité, de diviseur de tension avec R_2 . C_2 compense alors la capacité propre de R_2 . Les composants correspondant aux résistances de « fuite de grille » et de « cathode » sont, respectivement, R_4 et R_5 . La dernière est à ajuster de façon qu'on obtienne une tension continue voisine de 4 V sur la « source » (équivalente de la cathode) de T_1 . C'est sur cette électrode qu'on prélève le signal pour le conduire à travers C_3 , au potentiomètre P. Ce potentiomètre, monté sur la sonde, a été placé immédiatement après l'étage d'entrée pour que l'on puisse encore travailler avec une tension efficace d'entrée de 1 V dans la position « maximum » du commutateur de sensibilité. Sur la position « minimum », on pourra ainsi admettre 100 V sans qu'il y ait de surmodulation.

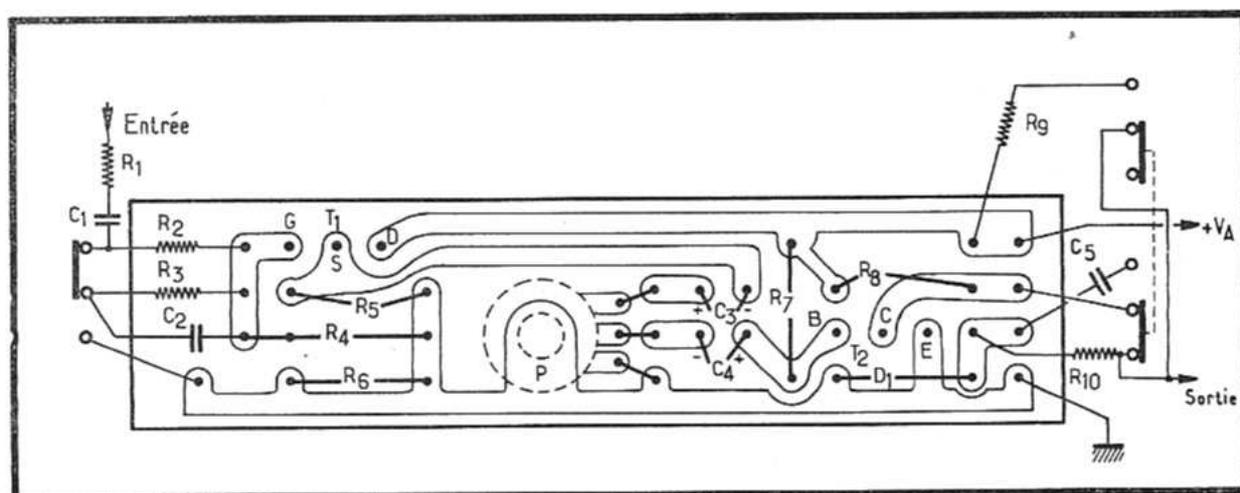
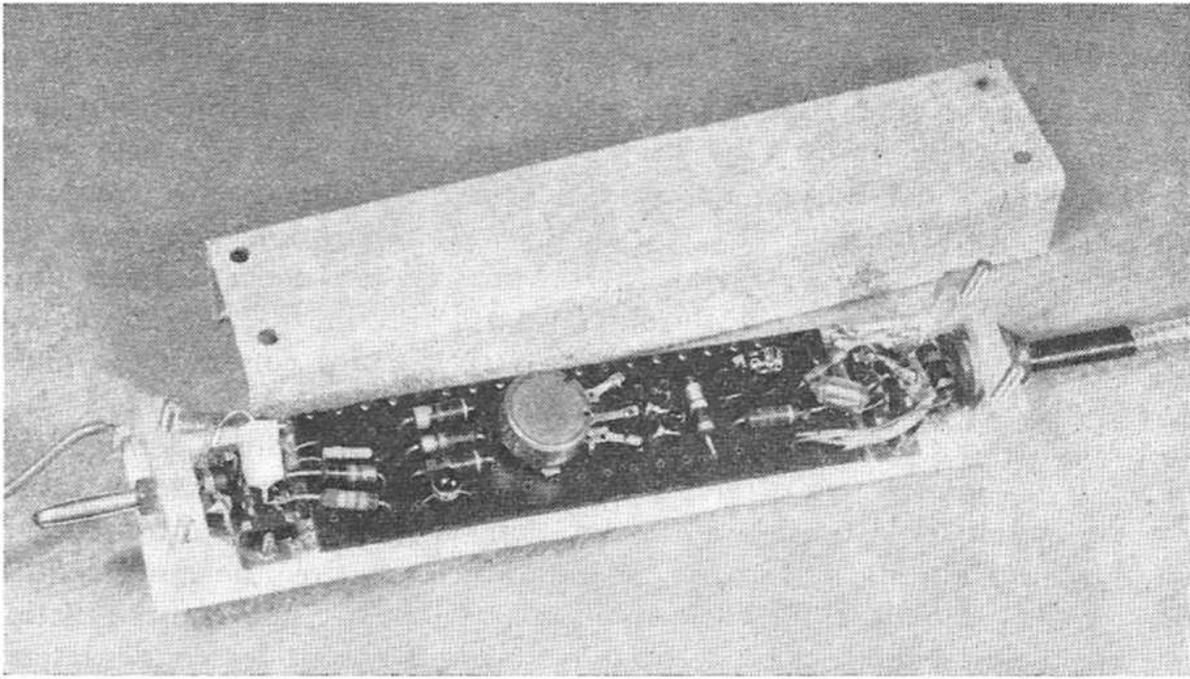


Fig. 3-24. — Plan de connexion de la sonde à transistors au silicium.



Sonde du signal-tracer à transistors au silicium.

Dans l'étage d'amplification (T_2), on utilise un *n-p-n* au silicium qui ne doit pas nécessairement être un type H.F. Les transistors planar B.F. ont, en effet, des fréquences de transition de plus de 100 MHz, ce qui implique un fonctionnement linéaire jusqu'à au moins 2 MHz. La valeur de la résistance R_7 doit être telle qu'une tension continue de 6 V environ apparaisse sur le collecteur de T_2 , l'entrée de la sonde étant court-circuitée et le commutateur de sortie se trouvant sur « H.F. ». Dans cette position, D_1 reçoit le signal de collecteur de T_2 via une capacité C_5 , suffisamment faible pour atténuer fortement les composantes B.F. Le filtrage de détection est effectué par R_{10} et par un condensateur se trouvant à l'entrée de l'amplificateur décrit ci-après. Dans la position « B.F. » du commutateur de fonctions, la sortie se trouve directement connectée sur le collecteur de T_2 . Simultanément, et pour équilibrer les sensibilités, on commute R_9 aux bornes de la résistance de charge R_8 . En omettant R_9 , on obtiendrait une sensibilité plus élevée, mais alors le bruit propre de l'amplificateur deviendrait déjà audible quand P se trouve au minimum de sensibilité.

N'importe quel transistor à effet de champ, canal *n*, type jonction peut être utilisé pour T_1 . La liste donnée plus loin n'est donc pas limitative. Il en est de même pour T_2 qui peut être n'importe quel transistor planar à faible bruit et à gain élevé.

Comme le montrent le dessin de la figure 3-24 et la photographie correspondante, la sonde a été conçue de façon à être facilement réalisable. On pourra, certes, effectuer un montage plus condensé, mais la pratique montre que la longueur d'une sonde n'a que peu d'influence sur sa maniabilité.

Amplificateur

Le schéma de la figure 3-25 montre que, dans l'amplificateur, une cascade complémentaire (T_3 , T_4) se trouve suivie par un étage symétrique, également complémentaire. A l'entrée, on trouve le condensateur de filtrage de détection, C_2 , dont il était question plus haut. On attaque la base de T_3 à travers C_3 . La polarisation de cette base, obtenue par R_3 et R_4 , se trouve découplée par le circuit R_2 , C_4 . L'émetteur de T_3 se trouve alimenté, via R_6 et R_8 , par le point commun des émetteurs de l'étage de sortie. On obtient ainsi une très forte contre-réaction en courant continu, et une bonne stabilisation des points de fonctionnement des quatre transistors, à la fois en fonction de la température et en fonction de la tension d'alimentation. C_6 rend cette contre-réaction inefficace en alternatif. Comme, néanmoins, on désire une amplification linéaire des signaux B.F., on a établi, par C_5 et R_7 , une contre-réaction sélective, corrigeant les pertes de gain que provoquent les condensateurs de liaison aux fréquences basses.

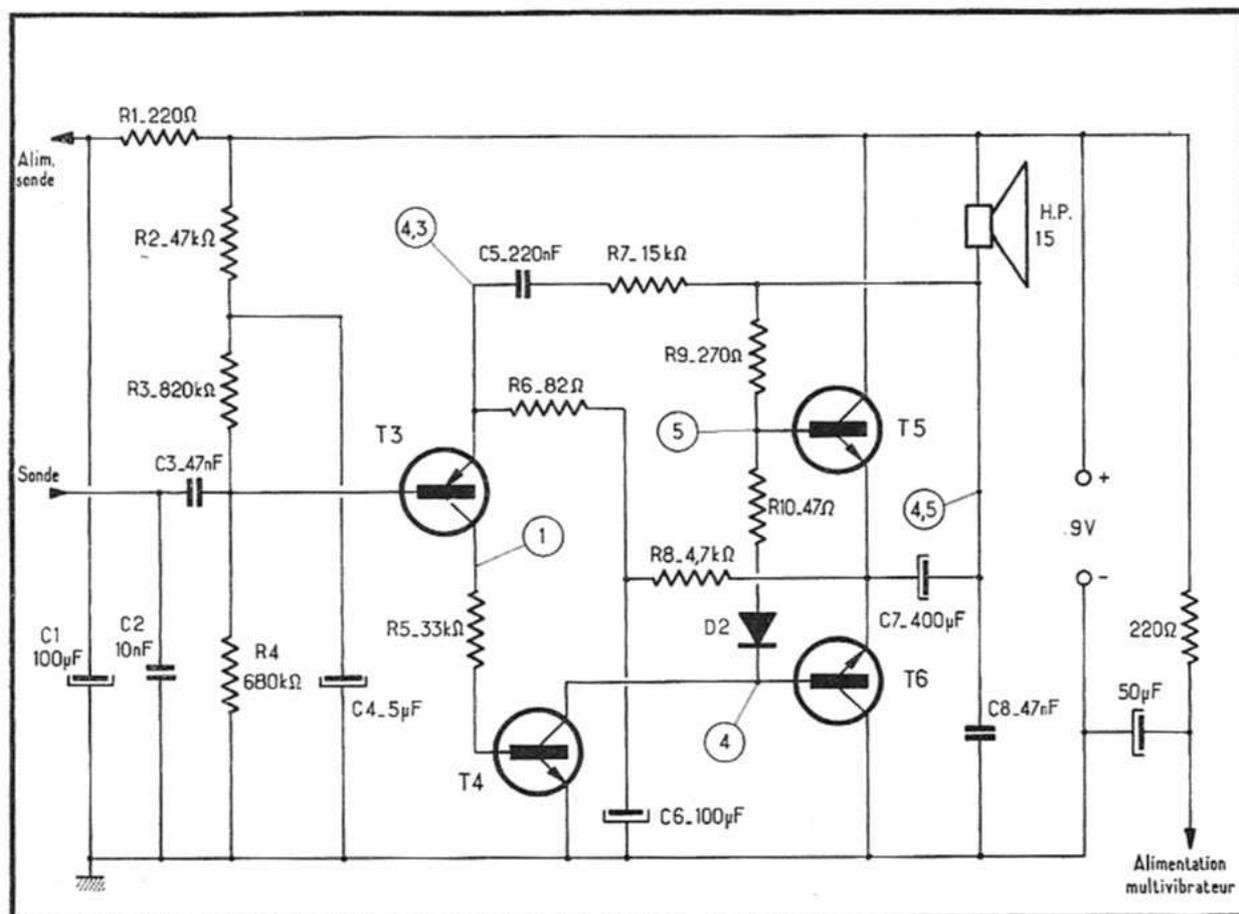
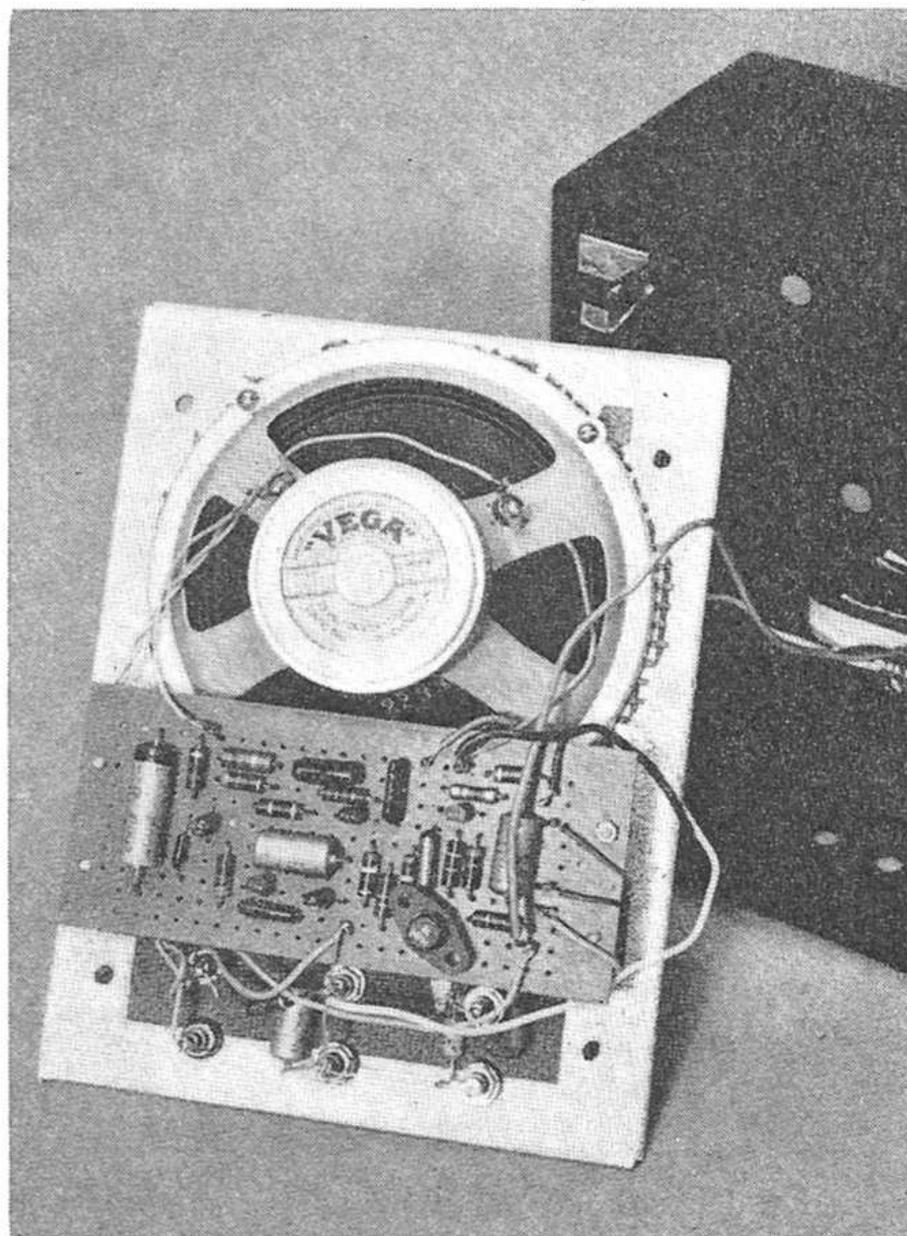


Fig. 3-25. — L'amplificateur du signal-tracer comporte deux paires de transistors complémentaires.

La liaison entre T_3 et T_4 s'effectue par une résistance (R_5) destinée à limiter le courant dans les transistors de sortie en cas de surcharge accidentelle. La résistance de charge de T_4 est constituée par R_9 ; le

courant de repos de T_5 et de T_6 , stabilisé en température par D_2 , peut être amené à une dizaine de milliampères en modifiant, au besoin, la valeur de R_{10} .

**Circuit imprimé du
signal-tracer à
transistors au
silicium.**



Le schéma de la figure 3-25 comporte également deux circuits de découplage d'alimentation. Le premier mène au bouchon de branchement de la sonde, et le second à une prise double permettant le branchement d'un multivibrateur. Pour ce dernier, on peut utiliser le schéma de la figure 3-21 soit avec des transistors *p-n-p* au germanium, auquel cas le pôle négatif est réuni à la masse, soit avec des transistors *n-p-n* au silicium, en inversant les polarités. Le panneau de l'appareil comporte également deux douilles menant aux bornes du haut-parleur, et deux autres, connectées aux points « sonde » et « masse » du schéma de la figure 3-25. Ces points de branchement permettent une utilisation de l'amplificateur sans sonde, et cela avec une impédance d'entrée de plus de 100 k Ω . On peut également les utiliser pour examiner, à l'oscilloscope, un signal issu de la sonde.

Interrupteur automatique

Puisque l'appareil décrit est destiné à être alimenté sur piles, on ne pourrait y prévoir un voyant lumineux que si on accepte une augmentation très considérable de la consommation. En l'absence de voyant, la durée de vie des piles risque, cependant, d'être limitée car on pourra oublier d'arrêter le fonctionnement de l'appareil.

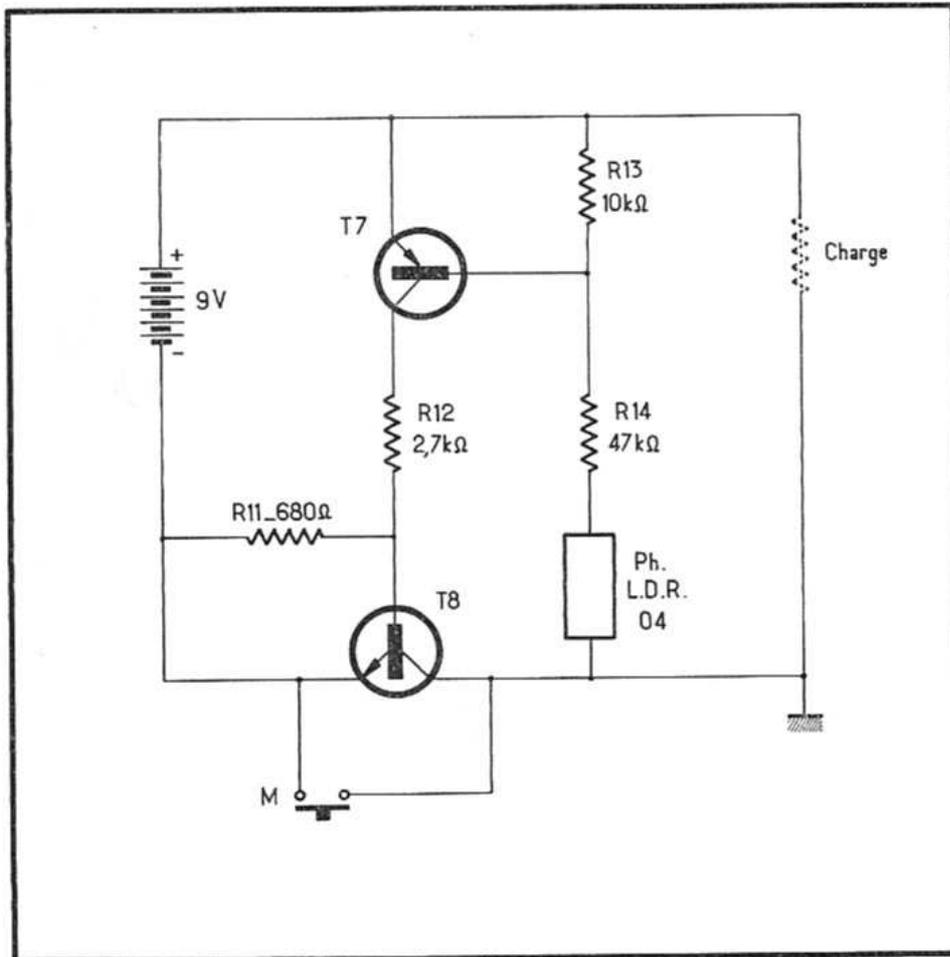
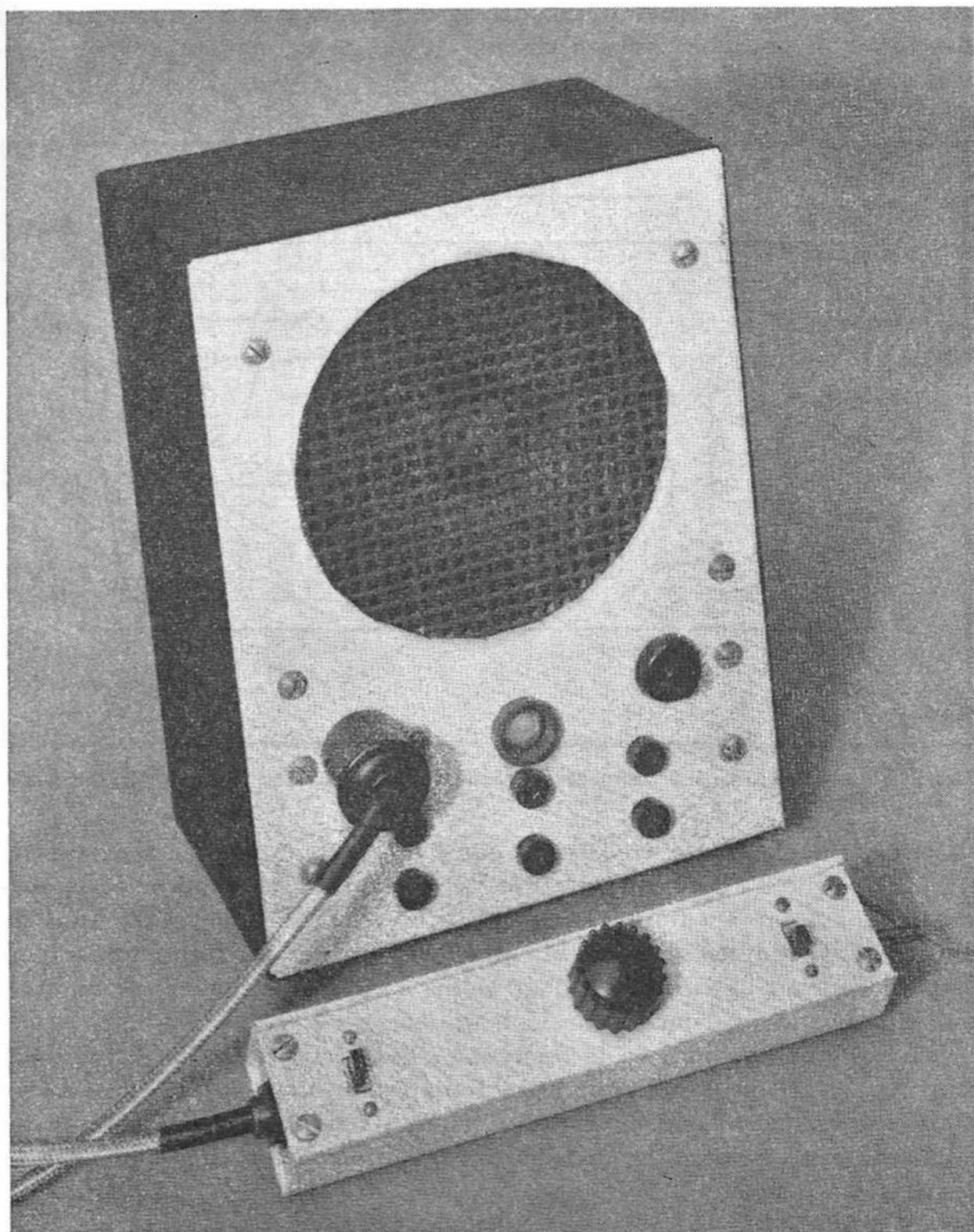


Fig. 3-26. — Quand on a oublié de couper l'alimentation de l'appareil, cette bascule complémentaire en effectue l'arrêt automatique dès la première période d'obscurité.

Or, l'électronique étant capable de penser à la place de l'homme, on peut utiliser un circuit photoélectrique pour arrêter l'alimentation de l'appareil en l'absence d'éclairage ambiant. Comme le montre la figure 3-26, un tel circuit peut être relativement simple. Au repos, les deux transistors de cette bascule complémentaire seront bloqués car, du moment que T_8 ne conduit pas, la tension aux bornes de la charge est nulle, et il en est de même pour celle aux bornes de la photorésistance. Même si celle-ci est éclairée, T_7 reste bloqué.

Pour mettre l'appareil en marche, il suffit d'appuyer brièvement sur la touche M. La charge se trouve alors alimentée, et T_7 reçoit un courant de base, si Ph est suffisamment éclairée. Puisque le dépannage ne se pratique pas sans éclairage, cela sera toujours le cas. Le courant du collecteur de T_7 maintient alors, dans T_8 , un courant de base suffisamment fort pour que ce transistor reste saturé, si bien que la charge ainsi que Ph restent alimentées.



Signal-tracer à transistors au silicium avec sa sonde. Immédiatement au-dessous du H.P., on peut apercevoir la photorésistance de l'interrupteur automatique.

Pour éviter toute consommation inutile dans T_7 et dans Ph, on a prévu les résistances R_{12} et R_{14} . La valeur de R_{13} détermine l'éclairement en dessous duquel le courant fourni par Ph ne suffit plus pour maintenir T_7 conducteur, c'est-à-dire l'éclairement pour lequel la bas-

cule se bloque. La photorésistance étant montée sur le panneau de l'appareil, il suffit de l'obscurcir par le doigt si on veut couper l'alimentation de façon manuelle.

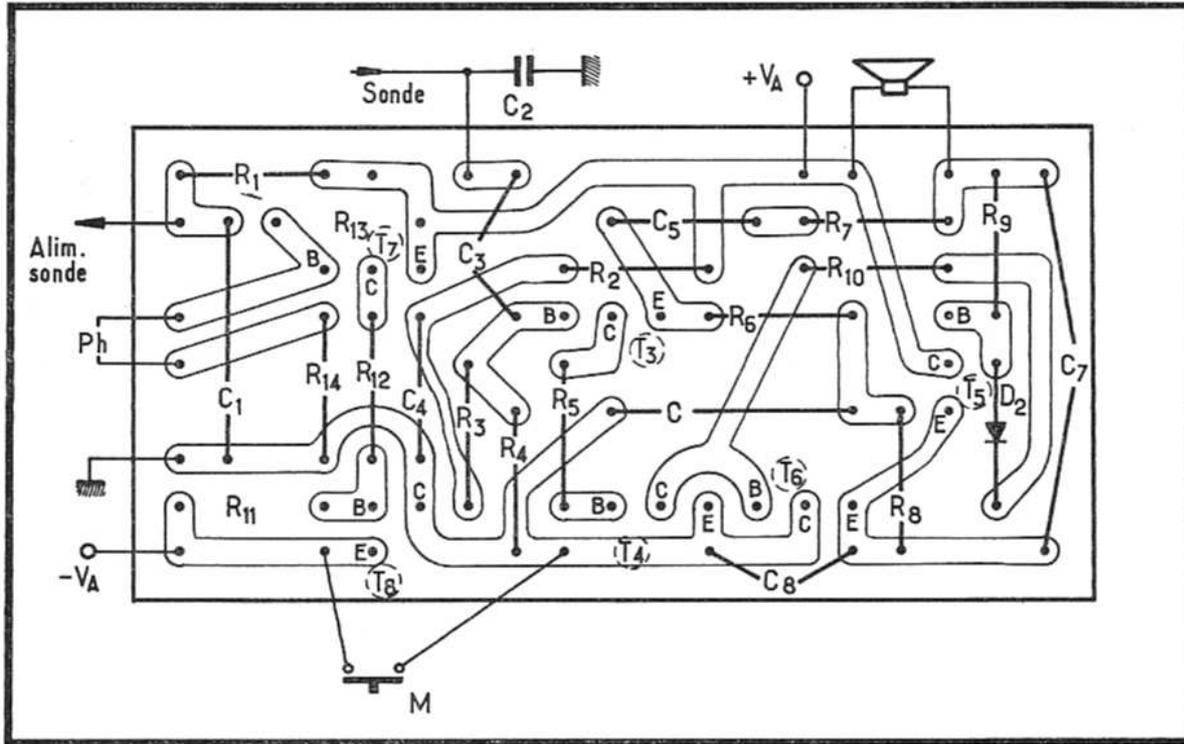


Fig. 3-27. — Cette platine de montage réunit les schémas des figures 3-25 et 3-26.

Lors du choix des transistors équipant ce montage, il convient de remarquer que T_8 doit conduire tout le courant d'alimentation de l'appareil. Comme on a intérêt à ce que cela se fasse sous une chute de tension aussi réduite que possible, on devra utiliser un transistor admettant un courant de collecteur d'au moins 1 A. En revanche, un type de faible puissance convient pour le transistor $p-n-p$ T_7 .

Le circuit imprimé de la figure 3-27 comprend à la fois l'amplificateur (fig. 3-25) et l'interrupteur automatique (fig. 3-26). Si on désire réaliser seulement l'amplificateur, il suffit d'omettre les composants de l'interrupteur et de relier le négatif de l'alimentation directement à la connexion de masse.

Semiconducteurs utilisables dans les montages des figures 3-23, 3-25 et 3-26

T_1 : 2 N 3819, 2 N 3823, 2 N 4220, 2 N 4302, 144 BFY B.

T_2 : Types BC : 108, 109, 148, 168, 172, 208.

Types BF : 173, 184, 189.

Types 2 N : 929, 930, 2613, 2614, 3391, 3707, 4255.

T_3, T_7 : Types BC : 126, 158, 178.

Types 2 N : 4060, 4125.

T_4 : Types BC : 108, 148, 168, 172, 208.

Types 2 N : 2614, 2922, 2923, 3397, 3706, 3905.

T_5 : BC 125, 2 N 3414, 2 N 4400, 2 N 3706.

T_6 : BC 126, BC 178, 2 N 3702, 2 N 4402.

T_8 : BD 109, TIP 24, B 5000, 2 N 1084, 2 N 1479, 2 N 3054.

D_1 : AA 119, OA 79, OA 92, SFD 107, SFD 112, 1 N 128, 1 N 541, 34 P 1.

D_2 : BA 100, 60 J 2, 10 J 2, SFR 251, 1 N 645.