L. PÉRICONE

7ème EDITION

PRATIQUE des TRANSISTORS

Initiation aux semiconducteurs - Montages pour débutants
Récepteurs - Amplificateurs - Radiocommande
Instruments de mesure et de dépannage - Circuits imprimés
Emetteurs Récepteurs - Cellules photoélectriques - Ultra-sons - Antivols
Lecture au son - Montages progressifs - Dispositifs électroniques

publications perlor radio paris

Voici quelques ouvrages qui pourront compléter utilement votre documentation sur les semiconducteurs et les montages de radioélectronique

Schémas d'amplificateurs B.F. à transistors, par R. Besson — Une collection de schémas d'amplificateurs pour radio, fonctionnant sur piles ou accumulateurs — schémas de préamplificateurs, amplificateurs classe A sur secteur, amplificateurs classe B sur secteur (1,2 à 300 W) alimentations sur secteur (stabilisées ou non).
6e édition — Format 16 × 24 — 172 pages.

Radio-TV transistors, par H. Schreiber — Une collection de schémas d'utilisation de tous les transistors employés actuellement en radio et en TV. Ces schémas indiquent, avec la valeur des éléments essentiels d'utilisation, certaines caractéristiques importantes : gain en courant, facteur de bruit, fréquence de travail, etc... Le branchement de chaque transistor est précisé sur le schéma correspondant.
7e édition — Format 21 × 13 — 160 pages

Le transistor ? Mais c'est très simple, par E. Aisberg — Une initiation complète et très simple à toute la technique des transistors sous forme de causeries amusantes. Expose la constitution et le comportement d'un transistor, son fonctionnement, son utilisation.
8e édition — Format 18 × 23 — 152 pages

Emploi rationnel des transistors, par Oehmichen — Un livre de base très complet traitant de toutes les applications des semi-conducteurs dans tous les secteurs de l'électronique.
4e édition — Format 16 × 24 — 384 pages

Technique et applications des transistors, par H. Schreiber — Ouvrage permettant de s'initier aisément à la théorie et à la pratique des transistors, sa lecture ne demande que la connaissance des bases de la radio-électricité classique. Propriétés, fonctionnement, mesures et utilisation des divers types de semi-conducteurs.
8e édition — Format 16 × 24 — 341 figures — 369 pages

Guide mondial des semi-conducteurs, par Schreiber — Toutes les caractéristiques présentées d'une manière homogène : type de remplacement, tableaux de fonctions.
9e édition — Format 24 × 16 — 208 pages

Les jeux de lumière et effets sonores pour guitares électriques, par B. Fighiera — Description pratique des principaux jeux de lumière, montages vibrato, trémolo, boîtes de distorsion, etc... Description dans un esprit pratique, plans de câblages, photographies, listes de composants.
Format 21 × 15 — 128 pages

Initiation à l'électricité et l'électronique - 200 manipulations simples d'électricité et d'électronique par F. Huré - Principes de base de l'électricité et de l'électronique par des manipulations simples. Courant électrique. Champ magnétique. Semi-conducteurs, diodes et transistors.
Format 21 × 15 — 112 pages

Construisez vos alimentations, par J.C Roussez — Méthodes simples et rapides de calcul, coefficients "passe-partout" et tableaux standard. Exemples pratiques d'alimentations régulées ou non. Réalisations pratiques. Schéma de câblage ou circuit imprimé à l'échelle 1
Format 21 × 15 — 112 pages.

Circuits électroniques pour votre automobile, par F. Huré — Commande électronique d'essuie-glace — systèmes lumineux de sécurité — systèmes sonores de sécurité — coupure automatique de circuits — compte-tours ou tachymètres électroniques — antivols — convertisseurs de courant — allumage électronique et régulateurs — antiparasitage
Format 21 × 15 184 pages

La radiocommande appliquée aux modèles réduits d'avions, par M. Mouton — Expose d'une façon claire et très illustrée les différents modes d'installation valables pour tous types de radiocommandes, adaptées à tous types d'avions — emplacement et fixation du récepteur, de l'alimentation, des servos, disposition de la tringlerie de commande des fonctions de pilotage — nombreux conseils pratiques
Format 21 × 29 — 168 pages

Opto-électronique, par L. Hédencour et H. Lilen — Une collection de 90 schémas d'applications types choisis parmi les meilleures propositions des constructeurs. Chaque schéma est présenté et commenté de façon à être directement exploité ou transposé en fonction des besoins.
Format 16 × 24 — 256 pages

Emission d'amateur en mobile, par P. Duranton — Contient la réalisation de 50 émetteurs et récepteurs et de 17 appareils de mesure. Il donne la description de circuits simples puis de montages complets de stations d'amateur, et enfin d'équipements de trafic aux normes professionnelles.
Format 21 × 15 — 324 pages

200 montages OC, par F. Huré et R. Piat — Récepteurs — les détectrices — récepteurs de trafic 5 bandes — convertisseurs — calcul des bobinages — émetteurs — oscillateurs VFO — multiplication de fréquence — le transceiver — le code morse — alimentation stabilisée — convertisseur — etc...
Format 21 × 15 — 492 pages.

Réparation des récepteurs à transistors, par Schreiber — Analyse en détail de la structure, du fonctionnement, du dépannage d'un récepteur type à transistors — l'outillage nécessaire : contrôleur, voltmètre électronique, générateur, transistormètre, alimentation stabilisée, etc., avec toutes les indications concernant leur réalisation éventuelle.
Format 16 × 24 — 232 pages

Nous pouvons vous fournir ces différents ouvrages, sous réserve d'épuisement de l'édition en cours chez l'Editeur.

Pour les prix et toutes conditions de vente et d'envoi, nous consulter.

PERLOR-RADIO, 25 rue Hérold 75001 PARIS — Tél. : 236 65 50

OUVRAGES DU MEME AUTEUR

FORMATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DU DEPANNEUR-RADIO. Edition 1953. Cet ouvrage traite du dépannage des appareils à tubes électroniques (à lampes), récepteurs et amplificateurs B.F. Méthode de recherche de la panne suivant deux procédés :
— d'après les symptômes extérieurs que présente l'appareil,
— par examen méthodique et systématique.
Ce livre est le fruit d'une longue expérience pratique. Il pourra intéresser ceux qui pratiquent encore les montages à tubes électroniques. Outillage, appareillage, schémas pratiques. Une partie traite l'installation et l'organisation commerciale du dépanneur-radio.
Format 21 × 14 cm — 206 pages.

LES APPAREILS DE MESURE EN ELECTRONIQUE. (Cinquième édition). Etude complète de tous les appareils de mesure utilisés par les radio-amateurs en radio, en télévision et en électronique. But de ces appareils, à quoi ils servent, comment s'en sert-on, quand et pourquoi, comment les monter soi-même. Tous les appareils traités font l'objet d'une description détaillée, avec schémas et plans de montage réels.
Deux parties principales :
— réalisation d'une gamme de 10 appareils de base; du contrôleur à l'oscilloscope, avec exemples d'utilisation pratique :
— réalisation d'une série de petits appareils économiques, pour débutants, d'exécution très simple, offrant de nombreuses possibilités.
Format 16 × 24 cm — 283 pages

PRATIQUE DES TRANSISTORS. (Septième édition). Cet ouvrage permet de s'initier à la technique des transistors et semi-conducteurs, et d'entreprendre des montages extrêmement variés avec toutes les chances de succès.
Citons les titres de chapitres : connaissance des matériaux de nos montages — pratique des circuits imprimés — des récepteurs simples — des récepteurs en montages progressifs — les transistors en basse fréquence — des appareils de mesure et de dépannage — les transistors en électronique — télécommande- radiocommande — radiotéléphonie — des montages divers — améliorations et adaptations — pour terminer vos montages.
Les derniers chapitres traitent du dépannage et de la mise au point. Tous les schémas sont expliqués et commentés. Tous les plans de câblage ont été relevés sur des appareils réels, en état de marche. C.est un livre qui est fait pour comprendre et pour expérimenter.
Format 16 × 24 cm — 359 pages.

RADIOCOMMANDE. (Cinquième édition). Le but essentiel de ce livre est l'initiation à la radiocommande des modèles réduits. Mais il est à remarquer que l'on peut commander par radio à distance bien d'autres éléments : magnétophone, caméra, sonnerie, ouverture de porte, alarme, appareil photographique.
Description pratique et emploi des composants de radio et du matériel spécial de radiocommande. Technologie générale. Réalisation pratique d'une gamme très étendue d'émetteurs et récepteurs : 27 et 72 mégahertz - monocanal - multicanal - multicanal simultané - commande proportionnelle simultanée - découpage. Servomécanismes. Exemples d'installations à bord. Réalisations complètes de modèles réduits radiocommandés. Pilotage d'avion. Réglementation. Traduction de termes anglais et allemands. C'est un ouvrage d'initiation qui contient tout ce qu'il est nécessaire et suffisant de connaître.
Format 16 × 24 cm — 350 pages.

SCHEMAS PRATIQUES DE RADIO ET D'ELECTRONIQUE. (Quatrième édition). Ce livre comporte une importante collection de plus de 200 schémas-types expliqués, et commentés. Récepteurs de radio à lampes anciens et modernes, récepteurs à transistors, amplificateurs et électrophones à lampes et à transistors, magnétophones, alimentations sur secteur, appareils de mesure, radiocommande, montages d'électronique, applications diverses.
C'est une précieuse collection de schémas très divers, que l'on peut consulter soit :
— pour apprendre, étudier, comparer, s'initier...
— pour rechercher le schéma d'un appareil que l'on désire réaliser pratiquement.
Format 21 × 27 cm — 255 pages

MONTAGES PRATIQUES D'ELECTRONIQUE. (Quatrième édition). Montages, mesures et expériences multiples de radio et d'électronique. Cet ouvrage comporte une suite de plus de 90 montages, dispositifs, appareils, montages démonstratifs et expérimentaux, de radio et d'électronique. Tous sont expliqués, avec schémas et plans de montage réels. Ces montages sont exécutés sur table d'expérimentation, en "volant", en provisoire par un système de barrettes à vissage. Ils peuvent être démontés et remontés à volonté en utilisant toujours le même matériel; ils se prêtent particulièrement bien à l'expérimentation. A ce titre, ce livre constitue un remarquable instrument d'étude, d'enseignement technique, d'initiation pratique, de démonstration et d'expérimentation pratique des semiconducteurs. Et les appareils ainsi réalisés sur table, dûment expérimentés et éprouvés, peuvent ensuite être réalisés en appareils définitifs, pour emploi pratique.
Format 16 × 24 cm. 290 pages

Suite page suivante

Nous pouvons vous fournir ces différents ouvrages. Expédition rapide. Pour les prix et toutes conditions de vente et d'envoi, nous consulter.

Publications PERLOR-RADIO 25, rue Hérold 75001 Paris — tél. : 236 65 50

L'ELECTRONIQUE A VOTRE SERVICE. (Troisième édition). "Une armée de serviteurs électroniques à votre service".
Une première partie assez brève traite de l'emploi des composants, technique générale, technologie du câblage et du montage. La seconde partie beaucoup plus importante contient la description pratique de multiples gadgets électroniques. Schémas expliqués, plans de câblage relevés sur des appareils en fonctionnement Large emploi de circuits imprimés. Tous les appareils sont réalisés en montage définitif, prêt à l'emploi.
Citons notamment :
centrale d'alarme universelle — générateur THT à usages multiples — rhéostat électronique pour moteur — surveilleur de locaux — dispositif simplifié d'antivol — jauge électronique — sirène électronique modulée — sirène d'alarme et de surveillance — corne de brume — interphone — commande automatique d'éclairage — détecteur d'humidité — lumière commandée par la musique — compteur d'objets ou de personnes — Avertisseur de franchissement de seuil — amplificateur téléphonique — métronome électronique — alimentation stabilisée — chargeur pour accu de voiture — thermomètre pour voiture — asservissement d'essuie-glace de voiture — stimulateur électronique — amplificateur basse fréquence Mono-Stéréo — entraînement de lecture au son — compte-tours pour automobile — clé électrique — télécommande par radio — relais en verrouillage d'alarme — compte-pose pour laboratoire photo — minuterie cyclique — gradateur de lumière — synchroniseur pour projecteur de diapositives — déclencheur de flash à distance — passe-vue automatique — mini-émetteur.
Format 16 × 24 cm — 354 pages — 333 figures.

PRATIQUE DES MONTAGES RADIOELECTRONIQUES. (Deuxième édition). Tout ce qu'il faut savoir pour monter soi-même récepteur de radio, électrophone, amplificateur, appareil d'électronique, téléviseur... C'est un guide d'initiation à la pratique de la technologie et des composants de radio et d'électronique. C'est un guide permanent auquel vous pourrez toujours vous reporter avec profit chaque fois que vous serez embarrassé.
Il procède par ordre alphabétique : vous trouverez par exemple à la lettre "C" :
— Câblage — Cadran — Capteur — Cavalier — Cellule — Châssis — Circuit imprimé — Circuit intégré — Circuit oscillant — Cire H.F. — Codes des couleurs — Commutateur — Composants — Condensateur — Connecteur — Connexion — Constante de temps, et ainsi de suite.
A chaque fois, tous ces mots, termes, expressions, sont expliqués et commentés, avec au besoin un schéma de fonctionnement, ou une vue du composant. C'est un guide complet et permanent.
Format 16 × 24 cm. 311 pages.

GUIDE PRATIQUE RADIOELECTRONIQUE. Ce livre contient de multiples renseignements et indications d'ordre pratique, propres à vous tirer d'embarras lors de la réalisation pratique de vos montages de radio et d'électronique.
Il contient notamment :
— tous les brochages, boîtiers, principales caractéristiques, des transistors et semiconducteurs utilisés le plus couramment — tous les codes de couleurs, l'identification des divers composants — brochages et caractéristiques de tubes électroniques encore en service — identification et manipulations de transistors.
Avec les autres rubriques qu'il contient, il constitue un guide pratique permanent qui pourra toujours être consulté avec profit au cours de travaux pratiques.
Format 16 × 24 cm — 195 pages

PETITS MONTAGES D'ELECTRONIQUE PRATIQUE. Réalisation pratique d'une grande diversité de montages de radio, d'électronique, de basse fréquence.
Tous les montages présentés ont été réellement réalisés pratiquement, et tous les dessins des plans de montage ont été relevés sur des appareils en état de fonctionnement. Les plans de montage sont dessinés d'une façon très claire, très explicite, chaque élément est représenté tel qu'on le voit réellement, Tout cela a été conçu pour faciliter la tâche des amateurs qui veulent s'initier aux montages de radio et d'électronique.
Format 16 × 24 cm. 226 pages.

Nous pouvons vous fournir ces différents ouvrages. Expédition rapide. Pour les prix et toutes conditions de vente et d'envoi, nous consulter.

Publications PERLOR-RADIO 25, rue Hérold 75001 Paris — tél. : 236 65 50

L. PERICONE

PRATIQUE DES TRANSISTORS

Septième Edition

Pratique des montages et appareils à transistors - Particularités d'emploi - Mise au point - Alignement - Mesures - Dépannage

PUBLICATIONS PERLOR-RADIO

25, rue Hérold - 75001 PARIS

OUVRAGES DU MEME AUTEUR

- Le mémento de l'étudiant radiotechnicien (épuisé)
- Construction-radio (épuisé)
- Formation technique et commerciale du dépanneur-radio
- Les petits montages radio (épuisé)
- Les appareils de mesure en Electronique (cinquième édition)
- Pratique des transistors (septième édition)
- Radiocommande pratique (cinquième édition)
- Schémas pratiques de radio et d'électronique (quatrième édition)
- Montages pratiques d'électronique (quatrième édition)
- Mesures et Vérifications en radiomodélisme (épuisé)
- L'électronique à votre service (troisième édition)
- Pratique des montages radioélectroniques (deuxième édition)
- Guide pratique radioélectronique
- Petits montages d'électronique pratique

AMIS LECTEURS

Dès qu'ils sont apparus dans l'industrie électronique, les transistors en particulier et les semiconducteurs en général y ont apporté de sérieuses perturbations ; cela pour ce qui nous intéresse, dans l'industrie des «machines parlantes» telles que radio-récepteurs, électrophones, magnétophones, interphones...

Nombre de ces appareils qui ne fonctionnaient guère qu'avec un «fil à la patte», en l'occurrence le cordon relié au secteur, ont pu devenir autonomes, donc portatifs et facilement transportables, parce que emmenant leur source d'alimentation avec eux.

Les transistors se contentent en effet d'une très faible alimentation, bien souvent d'une simple pile de 9 volts, voire même dans certains cas de 4,5 volts seulement. Ils permettent de ce fait la réalisation d'appareils plus petits, plus compacts, de poids et de volume réduits.

Parallèlement à cela, s'est produit une sorte de **vulgarisation** *d'appareils, jusque là réputés chers, complexes, difficiles, et dont la réalisation est devenue beaucoup plus aisée. Par exemple, pour entreprendre un ensemble de radiocommande, il y fallait de sérieuses connaissances techniques, et un porte-monnaie assez bien garni. Et maintenant, on fait un émetteur* **en phonie** *avec deux transistors et une minuscule pile de 9 volts ; et en ondes ultra courtes , et ça marche... !*

Il s'est produit également une sorte de **création**, *d'appareils ou de dispositifs nouveaux, auxquels on n'aurait même pas songé avant l'emploi des semiconducteurs. Tout cela exécuté avec des composants extrêmement fiables, de prix très abordables, et sans danger parce que alimenté sous basse tension. Je songe ici aux amplificateurs ou récepteurs où l'on rencontrait du 250 volts continu, du 350 volts alternatif... !*

Voilà un ensemble de performances bien propre à tenter et à développer un esprit d'amateurisme. On commence par un petit montage, on constate que ça marche, on modifie, on transforme, on fait autre chose de plus compliqué. Et ça continue à marcher...

Nous avons rassemblé dans cet ouvrage des descriptions d'appareils qui ont été réellement expérimentés, qui ont fonctionné réellement et fonctionnent toujours, des montages sûrs et éprouvés, ceci pour que le bon fonctionnement puisse en être assuré sans mises au point délicates, pour qu'ils restent à la portée de l'Amateur-Électronicien.

Mais attention...

N'allez pas là-dessus «tomber» sur l'un de ces montages et prétendre immédiatement l'entreprendre en suivant aveuglément un plan de câblage sans trop savoir ce que vous faites. Remarquez qu'il y a aussi un schéma de principe, et que si on l'a mis là, c'est aussi pour le regarder... Remarquez qu'il y faut aussi quelques connaissances en technologie, même rudimentaires...

Apportez à tout ce que vous faites beaucoup de soins et d'attention, un peu d'habileté manuelle, une pincée de bon sens et de logique, deux doigts de jugeote... et servez chaud... (!) Il en sortira quelque chose de bien, qui souvent vous surprendra, qui vous encouragera et vous fera secrètement plaisir.

Parce que vous vous direz que si vous avez réussi ce montage qui fonctionne si bien, c'est que vous n'êtes pas trop bête, ce qui est toujours agréable à constater.

L.P.

CHAPITRE PREMIER

CONNAISSANCE DES MATERIAUX DE NOS MONTAGES

Au début ont été créés les transistors. Et on a fabriqué des appareils, principalement des radio-récepteurs, qui comportaient ces transistors et tous les autres composants qui existaient déjà sur les récepteurs à tubes électroniques (les lampes...). Mais par la suite beaucoup d'autres semiconducteurs sont venus s'ajouter à ces premiers venus. Cela a permis d'étendre et d'améliorer considérablement les performances, la diversité, la fiabilité, des appareils construits avec tous ces nouveaux composants. Voire même de créer des appareils entièrement nouveaux et originaux.

Nous allons donc commencer par examiner ici les principaux de ces divers matériaux de nos montages, sur un plan purement pratique bien entendu.

Commençons par les transistors, qui constituent toujours l'élément de base de tous nos montages.

LE TRANSISTOR CLASSIQUE

Le transistor présente 3 électrodes appelées :

BASE – ÉMETTEUR – COLLECTEUR

et nous indiquons en figure 1 comment on le représente schématiquement.

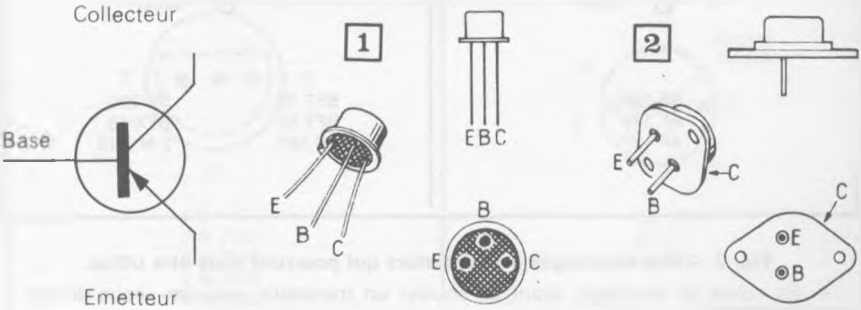


Fig. 1 Représentation schématique du transistor. Identification des broches suivant leur emplacement.

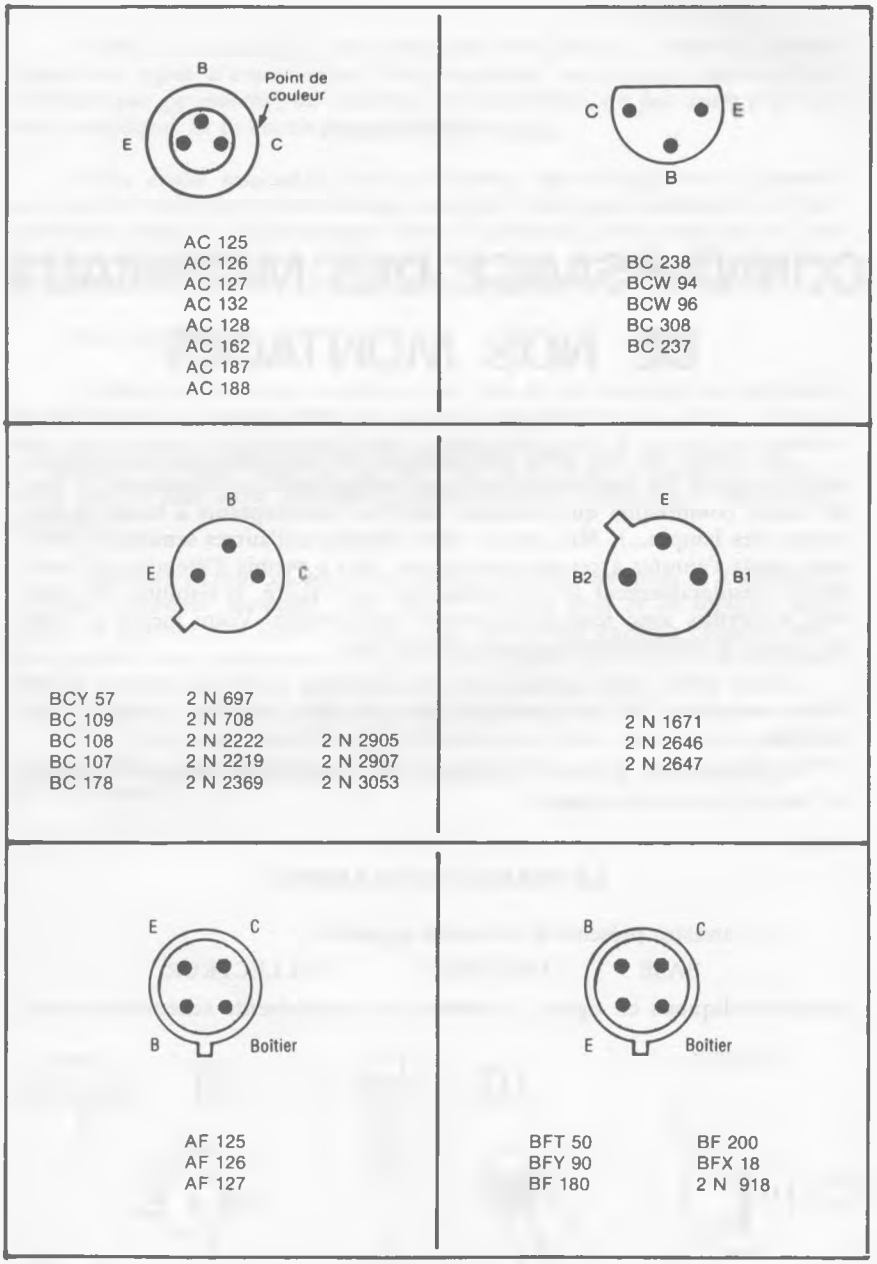
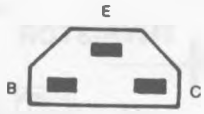


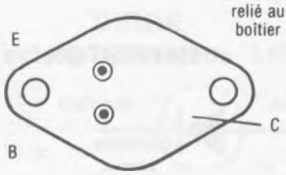
Fig. 2 — Des brochages de transistors qui pourront vous être utiles.

— En cours de montage, avant de souder un transistor, assurez—vous de son brochage.

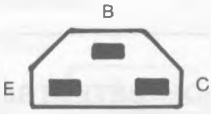
— Les transistors sont représentés **corps posé sur table,** les broches en l'air, vers soi. C'est ainsi qu'on les voit en câblage sur circuit imprimé.



BF 194
BF 195
BF 196

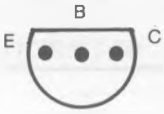


AD 149
2 N 3055
BDX 18
2 N 3715



BC 147
BC 148
BC 149

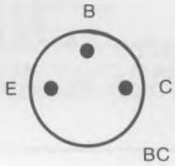
BC 157
BC 158
BC 159



BC 317
BC 319
BC 347
BC 348
BF 366
BF 368

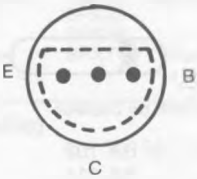
2 N 3903

BF 198
BF 367
BF 371
BF 373
BF 394

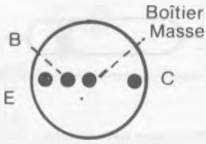


BC 207
BC 208
BC 209
BC 407
BC 408

BC 114
BC 116
BC 117
BC 125
BC 134
BC 145
BC 220



BC 146
2 N 2922
2 N 2926
2 N 3390
2 N 3708



AF 118
AF 117
AF 115

Fig. 2 (suite)

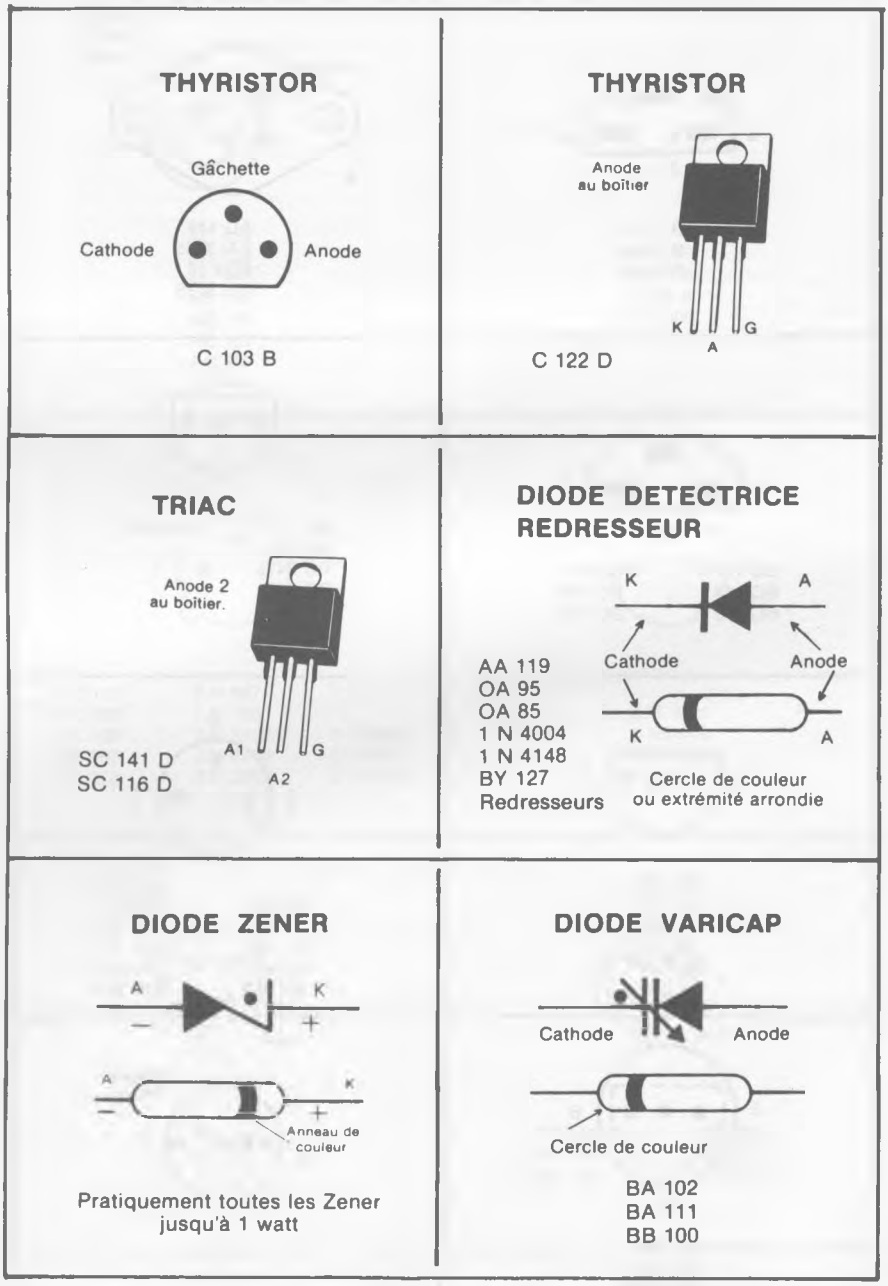


Fig. 3 — Des brochages de semiconducteurs

Mêmes observations que pour la figure précédente : identifiez le brochage de chaque élément avant soudage.

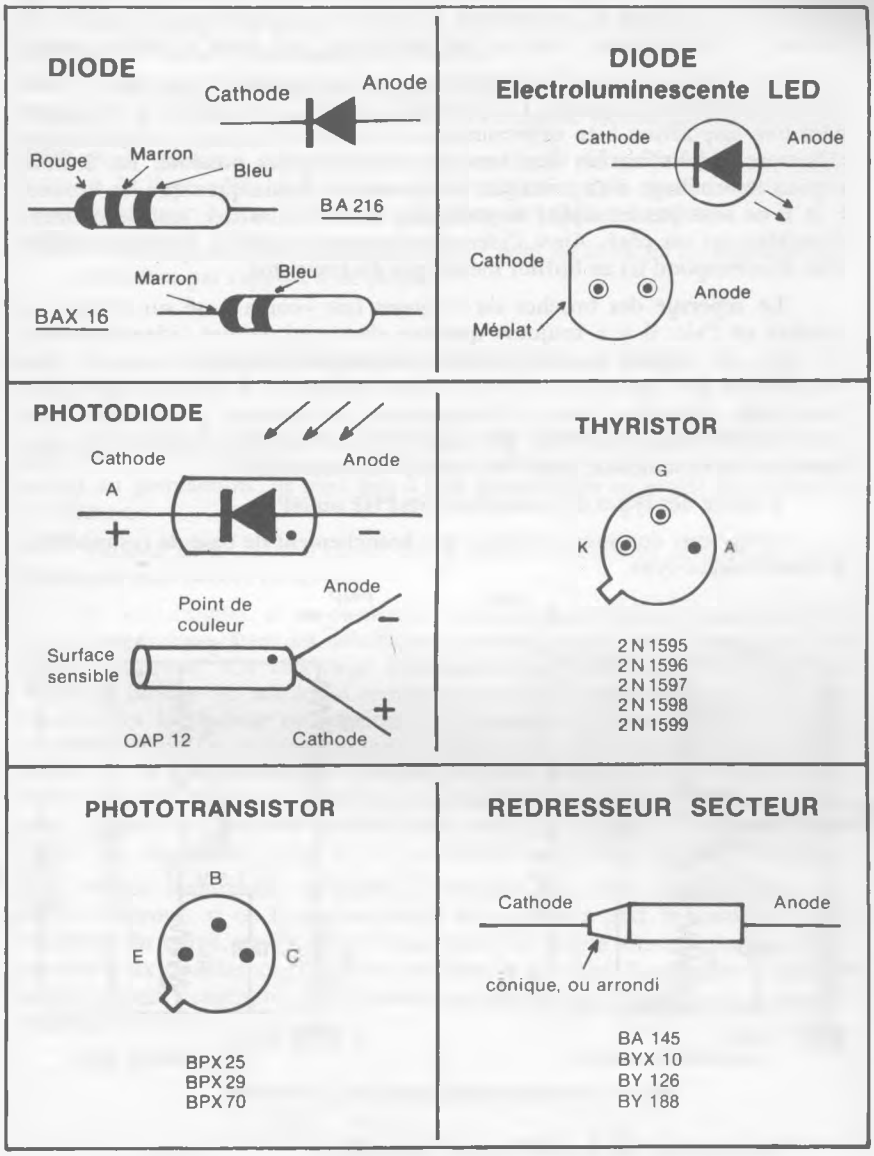


Fig. 3 (suite)

NOTES PERSONNELLES

Lorsqu'on a un transistor en main et qu'on veut l'utiliser, il importe de connaître **le repérage de ses broches**, de façon à le brancher correctement Or suivant les fabrications, tous ne se présentent pas sous le même aspect.

En 1, par exemple, nous représentons le brochage d'un type de transistor extrêmement répandu. On peut voir que les 3 broches E, B et C occupent une disposition bien déterminée, en triangle, d'une façon dissymétrique telle que l'identification des broches reste toujours possible. En 2 nous voyons le brochage d'un transistor de puissance. Remarquez que les broches E et B ne sont pas en réalité disposées au milieu du boîtier, mais légèrement déportées sur un côté. Ainsi l'identification reste possible. Quant au collecteur, il correspond ici au boîtier métallique du transistor.

Le repérage des broches est toujours fait «corps posé sur table», les broches en l'air. Il y a **toujours** quelque chose qui permet l'identification : un ergot, un méplat, une dissymétrie quelconque. Voyez par exemple dans les tableaux des figures 2 et 3. Nous avons représenté là des brochages d'éléments très répandus. Avant d'entreprendre un montage, pour éviter toute erreur, il convient d'identifier les transistors que vous allez employer en vous reportant à ces tableaux, pour les brancher correctement.

Il existe des types de transistors dits PNP ou NPN.

Nous vous donnons en figure 4 le **branchement de base de ces modèles**, le branchement-type.

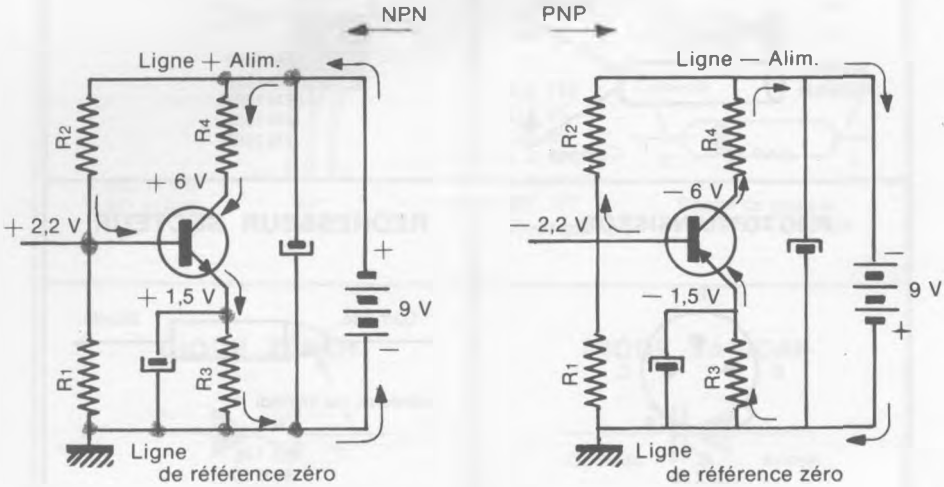


Fig. 4 — Branchements, tensions, courants.

Remarquons bien les différences suivantes :

NPN	PNP
— La flèche de l'émetteur est dirigée vers l'extérieur.	— La flèche de l'émetteur est dirigée vers la base.
— La pile d'alimentation a son **Moins** relié à la ligne de référence zéro.	— La pile d'alimentation a son **Plus** relié à la ligne de référence zéro.
En conséquence, les condensateurs ont leur borne **négative** reliée au zéro.	En conséquence, les condensateurs ont leur borne **positive** reliée au zéro.

Les flèches indiquent le sens des courants dans les différents circuits.

Remarquez que dans chaque cas, la flèche de l'émetteur est du même sens que le courant qui traverse le transistor.

Nous avons également indiqué à titre tout à fait indicatif quelques exemples de tensions mesurées sur les 3 électrodes. Remarquez encore que...

PNP Pour mesurer ces tensions, on branche le fil positif du contrôleur à la ligne zéro, et c'est avec le fil négatif qu'on touche les 3 points à mesurer. Les tensions sont **négatives** par rapport au zéro.

NPN C'est le positif du contrôleur qu'on relie au zéro, et les tensions sont **positives** par rapport à ce point.

QUELQUES PRÉCAUTIONS D'UTILISATION

Vous serez amené à rencontrer des diodes et des transistors au **germanium** ou au **silicium**. C'est dans les débuts que l'on a fabriqué des éléments au germanium, ils sont peu à peu abandonnés au profit des éléments au silicium.

Parlons donc tout d'abord des semiconducteurs au germanium dont beaucoup sont encore en service.

Ils sont fragiles, et en particulier sensibles à la chaleur, à une élévation de la température. Dans les débuts, on a souvent expliqué à l'usager qu'il ne fallait pas laisser son récepteur fonctionner en plein soleil... Or lorsqu'en cours de câblage on soude un transistor, on chauffe bel et bien le fil de ses broches, et la chaleur est amenée à la jonction intérieure, qu'elle risque d'endommager. On conseille donc de laisser aux fils la totalité de leur longueur, de ne pas les couper. De cette façon le soudage se fait loin du transistor lui-même. D'autre part, ne pas chauffer «longtemps» la soudure, et pour cela utiliser un fer à la panne bien propre, un fer de 40 watts au maximum. En procédant ainsi, il n'y a absolument aucun risque de brûlage.

Voyez maintenant la figure 5. Dans le cas d'une diode soudée sur circuit imprimé, si on la pose et soude telle quelle à plat, le soudage se fait tout près du corps, ce qui est très mauvais. Une petite astuce consiste à faire une ou deux boucles au fil, qui se trouve ainsi rallongé. Remarquez d'ailleurs que ceci peut s'appliquer à tout autre composant que l'on ne veut pas chauffer exagérément.

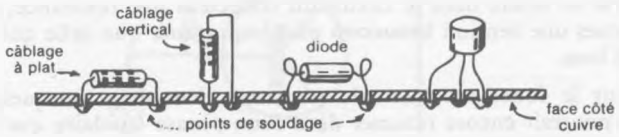


Fig. 5 — Pour éviter de brûler un composant.

Tout cela n'existe pas avec les semiconducteurs au silicium. Ils sont bien plus robustes, beaucoup moins sensibles à la chaleur, et de ce fait maintenant très répandus.

Et pour terminer, d'une façon générale, sur tous les montages à transistors, ce qu'il est toujours préférable d'éviter :

– Inverser le sens de branchement de la pile d'alimentation.

– Dessouder et retirer un semiconducteur lorsque l'appareil est allumé ; couper l'alimentation au préalable.

– Des erreurs dans le branchement des broches d'un transistor. Tensions et courant appliqués ne sont plus corrects, des polarités sont inversées...

– Appliquer une tension élevée (12 volts ou plus...) **directement** aux électrodes.

A la fin de cet ouvrage, nous traitons spécialement des procédés de mesures et de vérifications.

LE FONCTIONNEMENT DU TRANSISTOR

Voyons tout d'abord quels sont les principes essentiels qui régissent le fonctionnement du transistor ; reportons-nous pour cela à la figure 6.

Une pile Uc branchée entre émetteur et collecteur débite un courant dont le sens conventionnel est indiqué par les flèches en traits pleins. Ce courant se chiffre en **milliampères**.

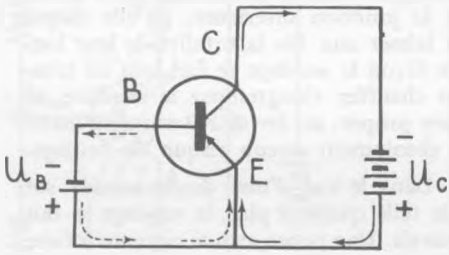


Fig. 6 – Commençons par un schéma très simplifié.

Une pile Ub branchée entre émetteur et base débite un courant dont le sens conventionnel est indiqué par les flèches en traits pointillés. Ce courant est beaucoup plus faible et se chiffre en **microampères**.

Si on augmente (ou diminue) légèrement la tension de la base on va augmenter le courant de la base de quelques microampères. C'est cette variation qui va provoquer une augmentation (ou diminution) du courant émetteur-collecteur **beaucoup plus importante**, de plusieurs milliampères.

Et si on insère dans le circuit du collecteur une résistance, on recueille à ses bornes une tension **beaucoup plus importante** que celle qui a été appliquée à la base.

Tout le fonctionnement du transistor tient dans ces quelques lignes, que l'on pourrait encore résumer dans cette phrase lapidaire que l'on pourra toujours se remémorer :

«C'est la tension de la base, qui détermine le courant de base, qui détermine le courant de collecteur, qui détermine la tension aux bornes de la résistance de collecteur».

Voyons maintenant en figure 7 une disposition se rapprochant un peu plus d'un schéma de fonctionnement réel.

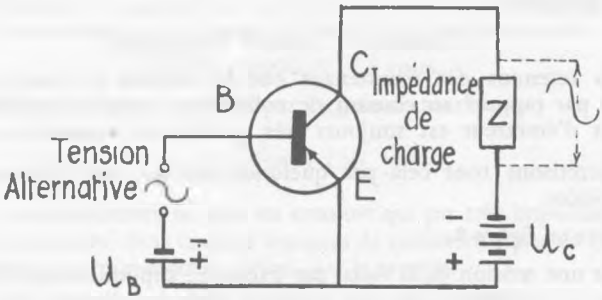


Fig. 7 -- Voici un schéma de fonctionnement un peu plus complet

Nous voyons dans le circuit de la base une **tension de polarisation** Ub destinée à polariser la base, c'est-à-dire à la rendre **négative** de 0,2 à 0,3 volt environ **par rapport à l'émetteur**. Cette tension est fixe et appliquée en permanence.

La tension alternative représente le signal que l'on veut amplifier. Elle crée des variations de tension entre base et émetteur... qui créent des variations du courant de base... qui créent des variations du courant émetteur-collecteur débité par la pile Uc. On recueille aux bornes de l'impédance Z la tension alternative amplifiée, créée par les variations du courant de collecteur.

Cette impédance est la **charge** du montage. Ce peut être une résistance, pure ou la bobine d'un relais, ou le primaire d'un transformateur de modulation alimentant un haut-parleur.

En pratique, on n'utilise pas de pile de polarisation séparée. Pour polariser négativement la base, on peut par exemple utiliser une simple résistance de polarisation comme indiqué en figure 8. La pile de 9 volts débite des courants dont le sens conventionnel est indiqué par les flèches.

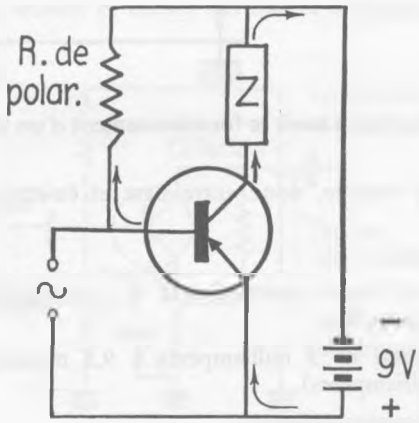


Fig. 8 — Polarisation de la base obtenue par une simple résistance.

On a toujours :

I émetteur = I base + I collecteur

Mais retenons dès maintenant que le courant de base est toujours très petit par rapport au courant de collecteur, ce qui fait qu'en pratique le courant d'émetteur est toujours très proche du courant de collecteur.

Concrétisons tout cela par quelques chiffres, qui fixeront peut-être mieux les idées.

Voyez en figure 9.

Pour une tension de 6 volts, par exemple, appliquée entre émetteur et collecteur, on constate que les courants dans les diverses branches sont respectivement de :

I collecteur = 5 milliampères
I base = 0,05 milliampère
I émetteur = 5,05 milliampères

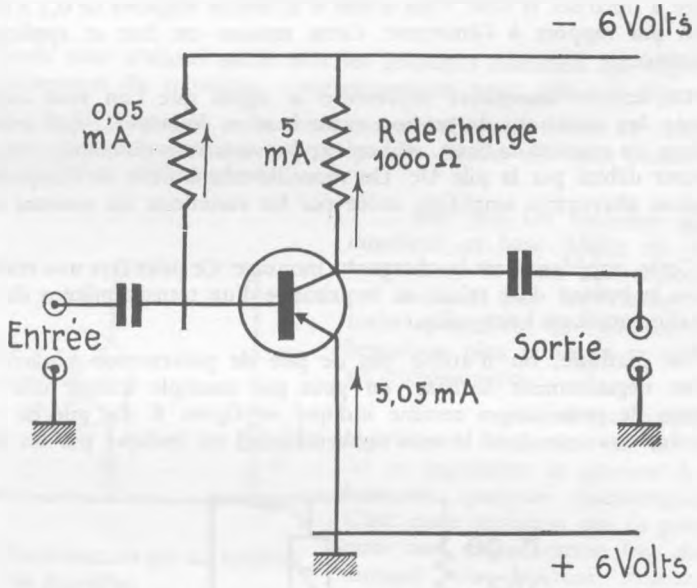


Fig. 9 – Pour bien saisir le fonctionnement d'un transistor.

Appliquons à l'entrée, donc entre base et émetteur, une tension de 0,045 volt.

On constate que :

I base passe de 0,05 milliampère à 0,1 milliampère (augmentation de 0,05 milliampère)

I collecteur passe de 5 milliampères à 9,5 milliampères (augmentation de 4,5 milliampères).

Le gain de courant est donc de :

$$\frac{4,5}{0,05} = 90$$

La variation du courant de collecteur de 4,5 milliampères va créer aux bornes de la résistance de charge de 1 000 ohms une tension de :

$$0{,}0045 \times 1000 = 4{,}5 \text{ volts}$$

En définitive, l'action se solde par un gain de tension de :

$$\frac{4{,}5}{0{,}045} = 100$$

C'est principalement ce **gain en courant** qui est très important en pratique. Il est mentionné dans tous les lexiques de caractéristiques de transistors. C'est le β (lettre grecque «béta»), défini par le rapport

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\text{courant collecteur}}{\text{courant base}}$$

On parle couramment d'un transistor qui a un gain (sans autre précision) de 100, ou de 115, ou de 300...

On peut également écrire

$$I_C = I_B \times \beta$$

Autrement dit, le **courant utile**, le courant de collecteur, est égal au courant de base multiplié par le gain.

Disons pour compléter qu'une variation de tension négative à l'entrée produit une variation de tension positive à la sortie. Il y a déphasage de 180 degrés entre la tension de commande et la tension de sortie.

LE TRANSISTOR EN AMPLIFICATION

Voyons maintenant le schéma de la figure 10 qui nous représente un transistor fonctionnant en étage amplificateur. La base est l'électrode d'entrée, c'est entre base et masse que l'on applique le signal à amplifier. Le collecteur est l'électrode de sortie, c'est là que l'on recueille le signal amplifié, qu'éventuellement on transmet vers la base de l'étage suivant.

Les résistances R1 et R2 constituent un **pont diviseur de tension** disposé entre haute tension et masse, qui fixe et détermine le potentiel de la

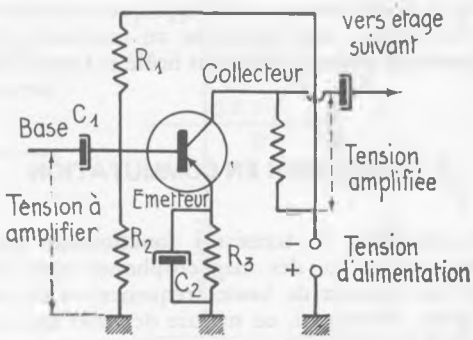


Fig. 10 — Le transistor dans la fonction amplificatrice.

base. Nous avons vu que ce potentiel pourrait être déterminé uniquement par R1 ; mais le montage par pont diviseur présente l'avantage de fixer la base à un potentiel fixe et bien stable. Et allié à la résistance d'émetteur R3, il présente l'avantage de constituer une **compensation de température.**

De quoi s'agit-il ?

On peut constater dans le fonctionnement d'un transistor que le courant émetteur-collecteur tend à l'échauffer, et que d'autre part un échauffement du transistor tend à augmenter ce courant émetteur-collecteur.

Supposons donc un transistor en fonctionnement dans un poste. Si pour une cause extérieure quelconque sa température s'élève, le courant émetteur-collecteur augmente, ce qui provoque une nouvelle élévation de la température, etc... On dit que le transistor «s'emballe», il peut être détruit ou tout au moins fortement endommagé.

Dans le montage de la figure 10, si le courant d'émetteur augmente, la tension aux bornes de la résistance R3 augmente également. De ce fait, la tension entre base et émetteur se trouve diminuée, puisque le potentiel de la base lui, reste fixe. Cette diminution de tension diminue le courant de base, qui à son tour diminue le courant émetteur-collecteur. Le fonctionnement du transistor se trouve ainsi «assagi».

C'est la résistance R1 qui détermine le point de fonctionnement et l'intensité du courant émetteur-collecteur. De ce fait elle devrait théoriquement être déterminée et ajustée expérimentalement **pour chaque transistor** mis en service, car on peut parfois rencontrer de forts écarts de fonctionnement entre plusieurs modèles d'un même type. Ceci n'est guère pratique, et dans tous les schémas on donne toujours une valeur déterminée au mieux pour R1. Mais si on désire «fignoler» une mise au point, ou si on constate un mauvais fonctionnement, il est possible de remplacer provisoirement cette résistance par un potentiomètre que l'on actionne jusqu'à l'obtention de la meilleure puissance ou de la valeur limite de courant collecteur.

Entre base et émetteur, on trouve toujours une faible différence de potentiel. Elle est toujours pratiquement **très voisine de** :

– 0,3 volt pour les transistors au germanium,
– 0,7 volt pour les transistors au silicium.

Voyez par exemple les tensions que nous avons portées en figure 4.

Retenez bien cela dès maintenant. Car si au cours d'un montage et par suite d'une erreur de branchement, vous appliquez une tension de polarisation trop élevée sur la base, cela provoque un courant collecteur-émetteur excessif et le transistor est irrémédiablement brûlé et hors d'usage.

LE TRANSISTOR EN COMMUTATION

Nous avons considéré le transistor fonctionnant en amplificateur. Dans des récepteurs de radio, des magnétophones, des électrophones, le transistor amplifie des signaux de haute fréquence ou de basse fréquence. En attente d'un signal, hors signal, on mesure des tensions continues (exemple en figure 4), et il est parcouru par des courants continus. Sur réception d'un signal, des tensions **variables** se superposent à ces tensions continues moyennes.

En électronique, le transistor peut être employé et fonctionner différemment. Il peut être amené à fonctionner **en commutation.**

Voyez un schéma-type de transistor NPN en figure 11.

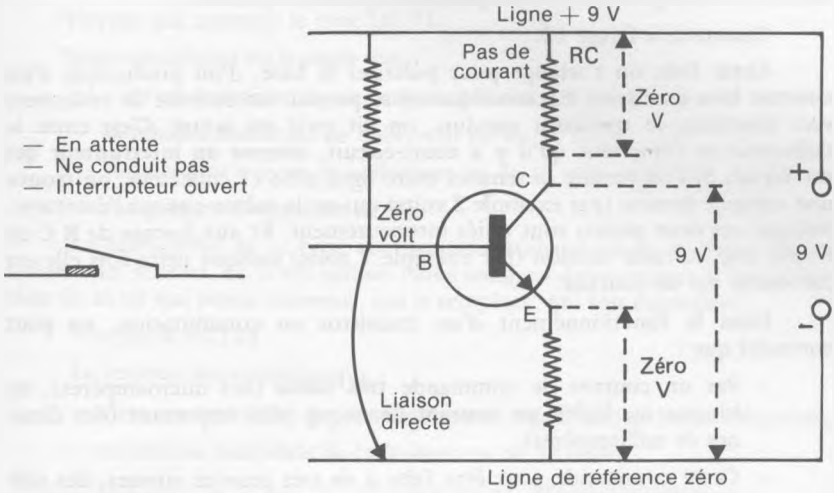


Fig. 11 — Le transistor est bloqué.

Dans un montage comprenant plusieurs étages, on s'arrange pour que celui-ci ait sa base reliée à la ligne de référence zéro. Elle est donc au même potentiel que l'émetteur, elle n'est pas polarisée, il n'y a pas de courant base-émetteur. Donc il n'y a pas production de courant de collecteur vers émetteur. On dit que le transistor est bloqué. C'est entre le collecteur et l'émetteur

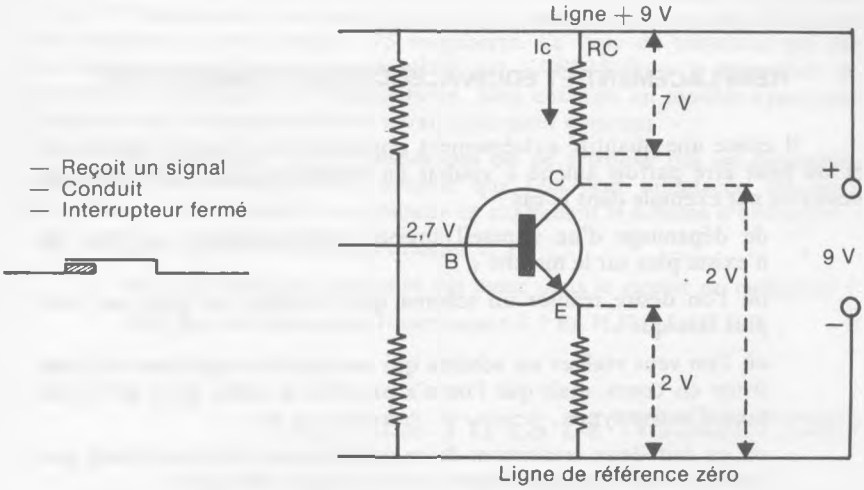


Fig 12 — Le transistor est saturé.

qu'il y a coupure, **comme un interrupteur qui est ouvert.** Si on mesure la tension entre ligne zéro et collecteur, on y trouve la même tension que l'alimentation (9 V) puisqu'aucun courant ne traverse R . C. Sur l'émetteur, aucune tension, puisqu'aucun courant n'y parvient. Aux bornes de R C, aucune tension puisqu'elle n'est parcourue par aucun courant.

Passons à la figure 12.

Cette fois, on s'arrange pour polariser la base, d'où production d'un courant base-émetteur. En conséquence se produit un courant de collecteur vers émetteur, le transistor conduit, on dit qu'il est saturé. C'est entre le collecteur et l'émetteur qu'il y a court-circuit, **comme un interrupteur qui est fermé.** Si l'on mesure la tension entre ligne zéro et collecteur, on trouve une certaine tension (par exemple 2 volts) qui est la même que sur l'émetteur, puisque ces deux points sont reliés intérieurement. Et aux bornes de R C on trouve une certaine tension (par exemple 7 volts) puisque cette fois elle est parcourue par un courant.

Dans le fonctionnement d'un transistor en commutation, on peut constater que :

- Par un courant de commande **très faible** (des microampères), on bloque ou libère un courant beaucoup plus important (des dizaines de milliampères).
- Cette commande peut être faite à de très grandes vitesses, des milliers de fois par seconde. C'est une application de l'électronique, aucun interrupteur mécanique ne pourrait en faire autant.

Dans un appareil électronique complet, on peut ainsi trouver des suites d'étages qui se commandent successivement, en cascade. Puisque sur le collecteur ou sur l'émetteur on dispose ainsi de tensions qui varient **en tout ou rien**, on peut les appliquer en commande à des étages suivants.

Dans quelques-uns des montages qui sont décrits dans ce livre, nous détaillerons le fonctionnement des circuits qui les composent, en conformité avec ce que nous venons d'exposer.

REMPLACEMENT ET ÉQUIVALENCES DES TRANSISTORS

Il existe une quantité extrêmement importante de types de transistors, et on peut être parfois amené à vouloir en remplacer un par un autre. Ce peut être par exemple dans le cas :

- de dépannage d'un appareil ancien, pour remplacer un type qui n'existe plus sur le marché ;
- où l'on désire réaliser un schéma qui comporte un type qui n'est plus fabriqué ;
- où l'on veut réaliser un schéma qui est actuel, comportant un transistor en cours, mais que l'on n'a pas sous la main, alors qu'on dispose d'autres types ,
- où en fait deux transistors de caractéristiques identiques sont produits par des firmes différentes sous des sigles différents.

Comment procéder ?

On trouve dans les librairies spécialisées, des lexiques de transistors, qui en donnent les caractéristiques plus ou moins détaillées. Il est toujours possible de se reporter à l'un de ces ouvrages pour y retrouver tout au moins les caractéristiques de fonctionnement principales.

Voyons par exemple le type OC 71.

Nous voyons sur un lexique que :

– c'est un transistor à gain moyen, pour usages généraux,

– sa tension maximale de collecteur est de 30 volts,

– son courant moyen de collecteur est de 10 milliampères,

– son gain en courant est de 50.

La fabrication de ce type est maintenant abandonnée, et nous voulons réaliser un schéma où il est utilisé. Nous sommes donc amenés à en rechercher un autre qui puisse convenir, qui le remplace, qui soit équivalent.

Voyons le AC125.

Le lexique nous indique que :

– c'est un transistor à gain élevé, pour amplification basse fréquence,

– sa tension maximale de collecteur est de 32 volts,

– son courant moyen de collecteur est de 200 milliampères,

– son gain en courant est de 130.

Donc ses caractéristiques sont dans l'ensemble identiques ou supérieures à celles de l'OC71, on peut l'adopter en remplacement.

Nous avons examiné ici le cas très simple d'un transistor à usages courants, utilisé en basse fréquence. Dans certains cas de transistors utilisés en Haute Fréquence, il faut également tenir compte de la **fréquence de coupure** ; ceci indique la fréquence jusqu'à laquelle le transistor est apte à fonctionner.

Pour un AF 115 par exemple, nous lisons que sa fréquence de coupure est de 75 mégahertz. Ceci nous apprend qu'il peut osciller ou amplifier pour des fréquences allant jusqu'à 75 mégahertz. Ce type de transistor qui est maintenant abandonné a été remplacé par l'AF125 dont la fréquence de coupure est également de 75 mégahertz. Bien entendu un modèle ayant une fréquence de coupure **supérieure** aurait également convenu.

Il se peut que l'on ne possède pas ou ne retrouve pas les caractéristiques de fonctionnement du modèle que l'on veut remplacer. On peut alors essayer de s'en sortir «au mieux» en examinant le schéma d'utilisation :

– sous quelle tension est-il branché ?

– de quel ordre est l'intensité qui passe dans le circuit de collecteur ?

– dans quelles fréquences fonctionne-t-il ? En H.F. ? En B.F. ?

D'AUTRES TYPES DE TRANSISTORS

Nous avons donc examiné les différents aspects de fonctionnement d'un transistor classique à trois électrodes Émetteur – Base – Collecteur.

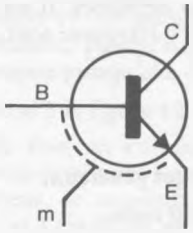


Fig. 13 – Transistor HF muni d'un blindage

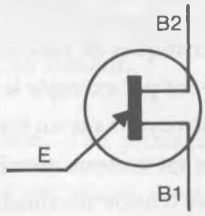


Fig. 14 – Le transistor UJT.

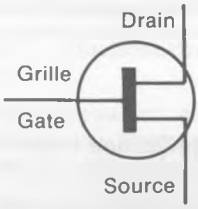


Fig. 15 – Le transistor FET.

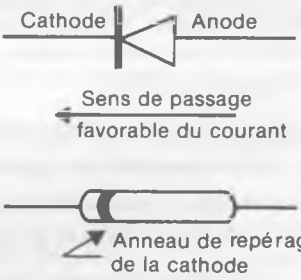


Fig. 16 – La diode détectrice et son repérage.

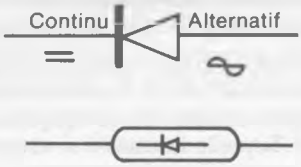


Fig. 17 – La diode redresseuse.

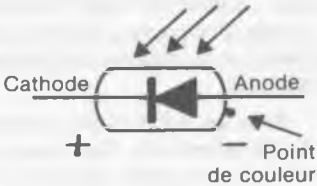


Fig. 19 – La photodiode. Le point est relié au négatif.

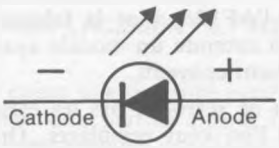


Fig. 20 – La diode lumineuse LED.

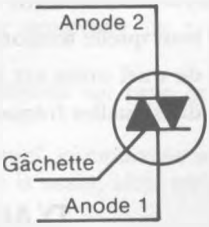


Fig. 23 – La représentation du triac.

Fig. 21 – Une diode à capacité variable.

Avant d'en terminer avec ce modèle, citons-en encore une variante, dont nous voyons la représentation graphique en figure 13. Simplement, **en plus,** il est muni d'une broche de masse, qui doit être reliée à la masse du montage, à la ligne de référence zéro. Cette broche correspond à une enveloppe métallique qui entoure le transistor et fait office de blindage. Vous pouvez en voir un exemple de brochage en figure 2. Un tel type de transistor est utilisé dans des circuits d'émission ou de réception **en haute fréquence.**

Examinons maintenant d'autres types de transistors, également répandus en montages d'amateurisme.

Le transistor UNIJONCTION, dit également UJT est représenté en figure 14. Il comporte un émetteur et deux bases marquées B1 et B2. Attention, ces bases ne sont pas interchangeables, et c'est d'ailleurs pour cette raison qu'elles portent un numéro. La B2 est toujours reliée **au positif** de l'alimentation. Il convient à chaque fois de bien se conformer aux indications du schéma de principe.

Le transistor unijonction est fréquemment utilisé en montage oscillateur basse fréquence, où il se révèle d'un emploi simple, commode et économique.

Le transistor à EFFET DE CHAMP, dit également FET, (pour Field Effect Transistor) est visible en figure 15.

Drain et Source, rien de particulier, voyons le nom de la troisième électrode. Sa dénomination d'origine est «Gate», nom américain qui signifie porte, barrière, grille. En adoptant en France le terme de grille, on conserve le même symbole G qui était celui des tubes triodes d'autrefois. Et ceci est d'autant plus commode que notre Gate, ou notre Grille de FET joue exactement le même rôle que la grille de nos anciens tubes. Sur les schémas en définitive, les trois broches sont désignées par les lettres D — G — S.

Nous avons ici la grille qui est **l'électrode d'entrée,** à laquelle on applique le signal à amplifier. Le drain est **l'électrode de sortie,** où l'on recueille le signal après amplification. Il est relié au positif de l'alimentation. Le courant utile est dirigé du drain vers la source, celle-ci est reliée à la masse, au zéro.

Le transistor FET n'est pas encore extrêmement répandu dans les montages courants d'amateurisme.

Voyons maintenant un peu plus rapidement les autres semiconducteurs que l'on rencontre fréquemment dans des montages à transistors.

LA DIODE DE SIGNAL

La diode détectrice

Pour éviter des confusions, nous citons les noms sous lesquels ces divers composants sont connus. Et ceci en particulier ici pour bien différencier de la diode redresseuse qui fait suite.

On trouve la diode de signal dans des montages de radio où elle constitue l'élément **détecteur.** Et également dans des montages d'électronique en élément redresseur, ou de sécurité. Mais toujours dans tous les cas sur des circuits à **très faibles tensions ou intensités.**

Voyez en figure 16, c'est un petit redresseur, le courant passe très facilement dans le sens anode-cathode, et rencontre une résistance bien plus élevée dans le sens inverse. On peut la vérifier avec un ohmmètre quelconque. Dans le sens favorable on trouve une résistance de l'ordre de 500 ohms, et 500 kilohms en sens inverse ; ces chiffres donnés à titre indicatif et n'ayant rien d'absolu. Si dans les deux sens on trouve :

- une résistance également faible, voire même nulle, la diode est en court-circuit ;
- une résistance également élevée, voire même infinie, la diode est coupée.

Dans les deux cas elle est inutilisable.

Pratiquement c'est toujours **le côté cathode** qui est repéré par un anneau de couleur, ou par un point, ou par toute autre indication.

LA DIODE REDRESSEUSE

Le redresseur

C'est un élément redresseur de courant. Sa représentation schématique est **exactement la même** que celle de la diode détectrice. Son rôle essentiel est de transformer du courant alternatif en courant continu. Voyez par exemple dans les alimentations sur secteur qui sont décrites dans ce livre. On applique du courant alternatif sur l'anode et on recueille du continu sur la cathode. Ici, tensions et courants sont importants, citons par exemple une redresseuse qui peut supporter du 400 volts et débiter 1 ampère. C'est essentiellement ce qui différencie cet élément de la diode détectrice.

Le repérage de la cathode se fait également souvent par l'anneau de couleur, ou par le symbole du redresseur.

LA DIODE ZENER

Dite également diode régulatrice, ou diode de stabilisation. Elle se présente extérieurement comme la diode détectrice : un tout petit élément cylindrique, dont une extrémité est repérée par un anneau de couleur, ou un point. C'est le «point plus», ou le «côté positif». Il est repéré par un point sur la figure 18, il doit **toujours** être branché du côté positif du montage. La Zener ne se branche que sur courant continu, ici il n'est absolument pas question d'alternatif ou de redressement.

Le but essentiel d'une diode Zener est de fournir une tension constante, fixe et bien déterminée, stabilisée.

Dans ce but, chaque type de diode est caractérisé par une certaine **tension de régulation** bien déterminée. Nous trouverons dans le commerce, par exemple, une diode de 7,5 volts, ou de 6 volts, ou de 9 volts.

Voyons le schéma de la figure 18.

En U1 nous disposons d'une certaine tension, de 12 volts par exemple. Nous branchons aux bornes une résistance et une diode Zener dont la tension de régulation est de 9 volts.

Dans ces conditions nous disposerons **toujours** en U2 d'une tension de 9 volts, fixe, invariable, qui ne «bougera» pas même si la tension en U1 est irrégulière, qu'elle se déplace au-dessus ou en dessous de 12 volts.

La diode Zener est également caractérisée par la puissance qu'elle peut dissiper. 400 milliwatts est une valeur extrêmement répandue, voire même normalisée — En cas de nécessité d'une puissance plus élevée, cela doit être indiqué sur le schéma de principe.

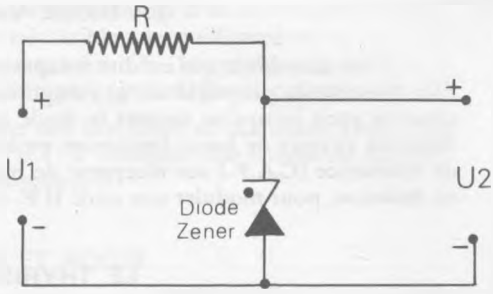


Fig. 18 — Branchement de la diode Zener. La tension U2 reste fixe, même si la tension U1 varie.

LA PHOTODIODE

C'est essentiellement un élément **photoélectrique**, qui transforme de la **lumière** en **courant électrique**. Dans l'obscurité il présente une très grande résistance ohmique, et cette résistance devient très faible dès qu'il reçoit de la lumière. On insère cet élément dans un circuit parcouru par un courant, et ainsi on recueille à ses bornes une tension, qui varie en fonction de la lumière reçue.

La photodiode ne se branche que sur un courant continu, nous en voyons le symbole en figure 19. Cette diode semble branchée «à l'envers», mais c'est bien l'anode qui est repérée par un point de couleur et qui se branche du côté négatif. En pratique, cet élément se présente comme un petit cylindre de 10 mm de long, et de 2 mm de diamètre. Et c'est la minuscule surface de l'extrémité qui constitue la partie photosensible. C'est dire qu'un tel élément se prête particulierement bien à des systèmes photoélectriques de surveillance et d'antivol.

LA DIODE LED

La diode électroluminescente

Nous citons ce terme de L E D parce qu'il est très couramment utilisé. L E D sont les initiales de Light Emitting Diode, ce qui se traduirait par «diode émettant de la lumière». En définitive, le terme français exact est Diode électroluminescente.

Lorsque ce composant est traversé par un courant électrique, il devient lumineux. On l'utilise donc souvent en voyant lumineux de contrôle de fonctionnement. Citons en valeurs moyennes de fonctionnement, une tension de 1,4 à 2 volts, et un courant de 10 à 20 milliampères.

Cet élément se branche sur courant continu, dans le sens que nous pourrions dire «normal», c'est-à-dire avec son anode reliée au positif. C'est également la cathode qui est toujours repérée, soit par un méplat, soit par sa broche qui est plus courte.

LA DIODE VARICAP

C'est une diode qui est dite **à capacité variable**, d'où ce nom de varicap. Elle présente la propriété de se comporter comme un condensateur dont la capacité varie lorsqu'on soumet la diode à une tension variable. Elle s'insère dans des circuits de haute fréquence, on la trouve en commande automatique de fréquence (C.A.F.) sur récepteur de modulation de fréquence. Également en émission, pour moduler une onde H.F. en modulation de fréquence.

LE THYRISTOR

Le thyristor constitue une variante du **redresseur sec** que l'on utilise dans les circuits d'alimentation, et on lui donne parfois également le nom de **redresseur commandé**.

En figure 22, considérons uniquement le circuit du redresseur, bien connu, comportant seulement anode et cathode. Si l'on applique une tension alternative, le courant passe à raison de une alternance sur deux et on obtient, sinon du courant continu, du moins du courant ondulé.

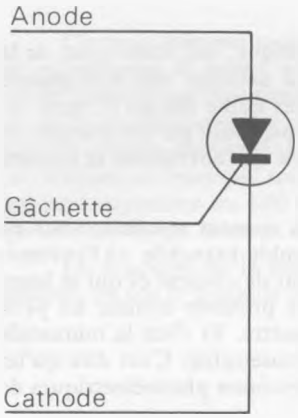


Fig. 22 — Le thyristor. Sa gâchette est l'électrode de commande.

Dans le cas du thyristor, si l'on applique ainsi une tension entre anode et cathode, il ne se passe rien, le courant ne passe pas. Pour qu'il y ait passage du courant, il faut envoyer un certain **courant de commande** dans la gâchette. Ce courant de commande n'est que de quelques milliampères. On voit que la gâchette fait office d'électrode de commande, d'électrode **de déclenchement.** Suivant le mode d'alimentation de la gâchette, on peut à volonté bloquer ou déclencher le passage du courant, d'où ce nom de redresseur commandé.

Comme un redresseur, le thyristor est caractérisé par la tension qu'il peut supporter et par le débit qu'il peut fournir. Nous citerons par exemple un thyristor de 400 volts et 8 ampères.

LE TRIAC

Le triac est l'un des éléments de la famille des semiconducteurs, également très répandu dans des montages d'électronique. Il peut être considéré comme deux thyristors, montés en opposition, et bien entendu intégrés dans le même boîtier. Il s'utilise sur courant alternatif, et en conséquence de sa composition (deux redresseurs...), il laisse passer le courant dans les deux sens...

Mais... il est également muni d'une gâchette, une **électrode de commande.** Si on le branche tel quel dans un circuit alternatif, le courant ne passe pas. Il faut amener un **courant de commande** sur la gâchette pour que le triac devienne conducteur. Si l'on interrompt le courant de gâchette, l'élément se

bloque, il ne conduit plus. On dispose donc en fait d'un **interrupteur électronique**, commandé par un courant très faible (des milliampères) et qui peut commander des courants très importants (6... 8... 10 ampères...), et cela à de très grandes vitesses, ce qu'aucun interrupteur **mécanique** ne pourrait faire.

Concernant le fonctionnement des thyristors et des triacs, voyez plus loin la description du vérificateur TH.1. Il constitue une excellente démonstration du fonctionnement de ces composants.

PILES ET ACCUS

Les piles constituent la principale source d'alimentation des postes et appareils équipés de transistors ; rien ne s'oppose d'ailleurs à prévoir des alimentations par accus ou sur secteur comme nous le verrons plus loin.

Il est très intéressant, sinon absolument nécessaire, de posséder quelques données pratiques sur l'emploi des piles, ne serait-ce que pour éviter des déboires dus à un mauvais emploi.

Sur la **durée d'utilisation** par exemple. Il est toujours très malsain de laisser une pile fonctionner **très longtemps et sans arrêt**. On constate par exemple qu'une pile qui débite pendant 5 heures sans arrêt s'use bien plus vite que si elle a débité **5 fois pendant une heure** et avec des intervalles d'interruption, de repos. Avis aux auditeurs qui laissent un poste marcher sans arrêt durant toute une journée...

Au cours d'essais, de montages, il faut bien prendre garde de ne pas mettre les bornes d'une pile en court-circuit. Une pile qui débite sur un court-circuit s'échauffe **«se vide»** littéralement, et se trouve rapidement hors d'usage. Une sage précaution, une habitude à prendre consiste à brancher préalablement un ohmmètre entre la ligne d'alimentation et la masse, pour s'assurer s'il n'y a pas de court-circuit, avant d'y brancher la pile.

Maintenant, comparons et remarquons bien que... :

1) Une pile s'achète, s'utilise, et se jette. La pile «qu'on recharge», **ça n'existe pas ! !** Un accu s'utilise, se recharge, s'utilise à nouveau, se recharge à nouveau... Quand on le recharge, **il emmagasine** une certaine quantité d'électricité qu'il restitue ensuite lors de l'emploi.

2) A l'achat, une pile est moins chère que l'accu. Mais, dans le cas d'un usage intensif, il sera préférable d'admettre au départ l'achat d'un accu et de son chargeur. A la longue, cette dépense s'amortit et se justifie par rapport à l'achat de nombreuses piles.

3) Une pile présente une **résistance interne** non négligeable. Si elle débite sur un court-circuit, elle s'échauffe, se détruit, mais la catastrophe s'arrête là. Un accu présente une résistance interne **très faible**. S'il débite sur un court-circuit, l'intensité débitée devient immédiatement très élevée. Il y a risque d'incendie, de destruction, c'est dangereux. Entre autres, il ne faut jamais mettre les deux mains aux bornes d'un accu important. Remarquez que dans des circuits alimentés par accu, il y a toujours un fusible de sécurité coupe-circuit.

4) Piles et accus sont des générateurs de courant continu. Ils présentent une borne positive et une borne négative. Il faut absolument en tenir compte et les identifier, il y a toujours une indication de repérage. Attention aux inversions, aux erreurs de branchement, sources de petites catastrophes.

Rappelons maintenant quelques notions de base concernant le groupement des piles.

Lorsqu'on dispose de plusieurs éléments de piles, on peut les relier entre eux et les brancher, soit **en série**, soit **en parallèle**, suivant que l'on veut augmenter la tension ou l'intensité pouvant être fournies par le groupement.

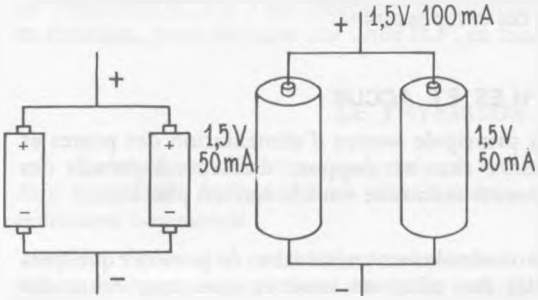


Figure 24 — Exemple de deux piles branchées en parallèle. Les pôles de mêmes noms sont reliés ensemble.

Avec le branchement en parallèle (on dit aussi «en dérivation»), on relie ensemble les pôles de même nom, donc tous les positifs ensemble et tous les négatifs ensemble (figure 24). Par ce groupement on augmente l'intensité pouvant être fournie, mais la tension reste la même.

Prenons par exemple une pile de 1,5 volt prévue pour pouvoir débiter normalement un courant de 50 milliampères. Si nous en groupons deux en dérivation, la tension disponible sera toujours de 1,5 volt, mais nous pourrons disposer d'un courant de 100 milliampères. Avec 3 de ces mêmes éléments, la tension serait toujours de 1,5 volt, mais l'ensemble pourrait débiter un courant de 150 milliampères.

Avec le groupement **en série**, on relie ensemble les pôles de **noms contraires**, le positif d'une pile étant relié au négatif de la suivante, et ainsi de suite (figure 25). Par ce branchement, **on augmente la tension** disponible, mais **l'intensité** pouvant être fournie **reste la même.**

Prenons par exemple une pile de 4,5 volts prévue pour pouvoir débiter normalement un courant de 50 milliampères. Si nous en branchons deux en série, la tension disponible sera de 9 volts, mais nous disposerons toujours d'un courant de 50 milliampères.

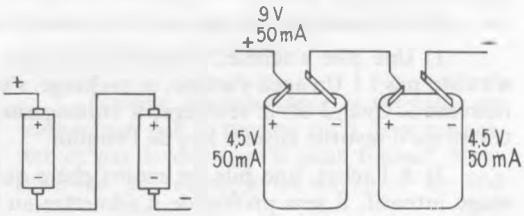


Figure 25 — Exemple de deux piles branchées en série. Les pôles de noms contraires sont reliés ensemble.

Les mêmes principes s'appliquent au groupement des accus.

Retenez bien tout ce qui vient d'être exposé ; pratiquement tout amateur électronicien doit absolument connaître toutes ces caractéristiques pratiques, ce qui lui évitera bien souvent des déboires désagréables.

En pratique, pour l'alimentation des montages à transistors, on rencontre souvent :

— 1 seule pile de 4,5 volts ;
— 2 piles de 4,5 volts reliées en série, ce qui donne 9 volts
— 1 seule pile de 9 volts ;
— 6 piles de 1,5 volt reliées en série, soit 9 volts ;
— 8 piles de 1,5 volt reliées en série, soit 12 volts.

CHAPITRE II

PRATIQUE DES CIRCUITS IMPRIMES

LES SUPPORTS DE CABLAGE

Il existe plusieurs procédés de câblage, dont d'ailleurs chacun présente ses avantages et inconvénients. Citons tout d'abord le **câblage conventionnel**, en nous reportant à la figure 26. Dans un coffret de montage, on fixe les élé-

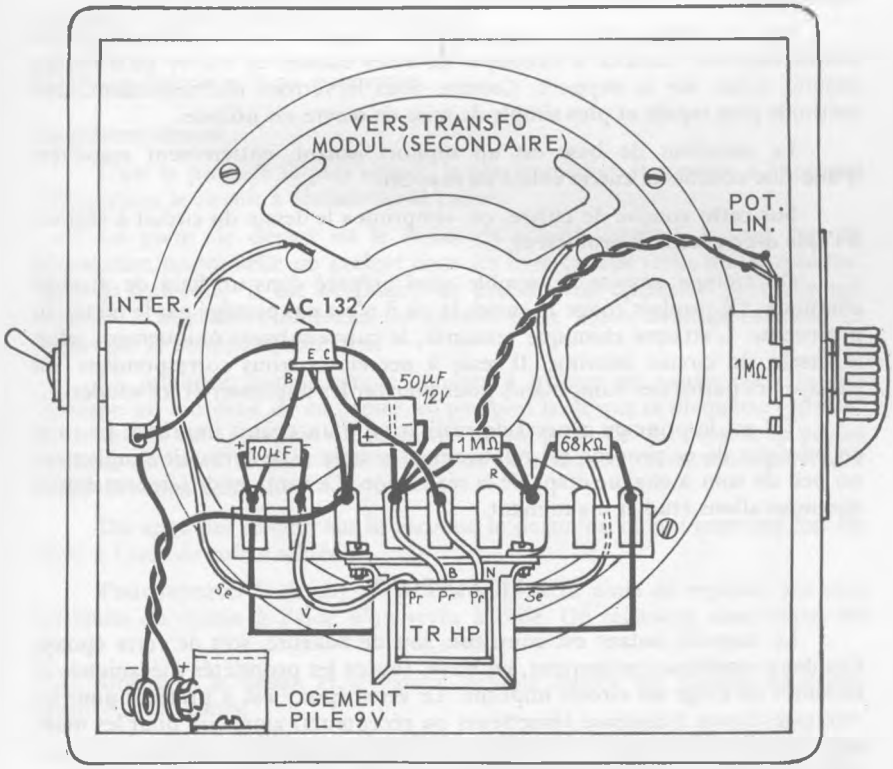


Figure 26 — Exemple d'un montage effectué en câblage conventionnel.

ments principaux : haut-parleur, potentiomètre, interrupteur, commutateur... au besoin, on ajoute une barrette à relais. Et on se sert des broches que présentent ces divers éléments comme support, on établit entre ces broches des liaisons, soit par simples fils de connexions, soit par résistances ou condensateurs. Dans le cas d'un petit appareil très simple, ce procédé reste avantageux.

Mais, dès qu'il s'agit d'un appareil un tant soit peu important, il est beaucoup plus préférable de câbler **sur circuit imprimé.** Ici, en fait, toutes les connexions sont déjà établies suivant un dessin soigneusement étudié au préalable, cela diminue le risque d'erreurs. Le montage revient à présenter chaque élément dans les trous prévus pour lui, et à souder.

C'est un procédé qui s'est beaucoup développé ; dans ce livre, nous rencontrerons de nombreux montages réalisés de cette façon, et c'est pourquoi nous allons l'étudier en détail dans ce chapitre.

PRINCIPE DU CIRCUIT IMPRIMÉ

Il est possible de définir le circuit imprimé comme un procédé de liaison des composants constituant un montage par de fins rubans de cuivre fixés sur un support isolant. Les composants sont fixés et reliés au ruban par soudure.

Ce procédé assure donc la tenue mécanique des éléments et les liaisons électriques.

Que le lecteur n'aille cependant pas imaginer que la réalisation d'un circuit imprimé consiste à découper de fines bandes de cuivre qu'il faudra ensuite coller sur le support. Comme nous le verrons ultérieurement, une méthode plus rapide et plus simple de mise en œuvre est utilisée.

Le matériau de base est un support isolant, entièrement recouvert d'une fine couche de cuivre collée au support.

Sur cette couche de cuivre, on «imprime» le dessin du circuit à réaliser à l'aide d'un matériau protecteur.

On trempe ensuite l'ensemble ainsi préparé dans un bain de produit chimique. Ce produit ronge le cuivre là où il n'est pas protégé par le matériau protecteur. L'attaque chimique terminée, le cuivre subsiste uniquement selon le dessin du circuit imprimé. Il reste à percer les trous correspondant au passage des pattes des composants pour pouvoir les implanter et les souder.

Tel est le principe général de réalisation d'un circuit imprimé. La mise en pratique de ce procédé est relativement simple. Elle demande simplement un peu de soin à chaque étape de la réalisation. Ce sont ces différentes étapes que nous allons étudier maintenant.

LE SUPPORT

Le support isolant est constitué, soit de bakélite, soit de verre époxy. Ces deux matériaux présentent, en effet, toutes les propriétés mécaniques et isolantes qu'exige un circuit imprimé. Le verre époxy est à préférer pour les montages haute fréquence (émetteurs ou récepteurs) ainsi que pour les montages fonctionnant dans des conditions difficiles (humidité, vibrations, fortes tensions...). La bakélite, moins chère pourra être utilisée pour tous les montages courants.

L'épaisseur la plus utilisée de ces supports est de 1,5 mm. Ils sont recouverts d'une fine couche de cuivre de 35 millièmes de millimetre d'épaisseur.

LE NETTOYAGE DU SUPPORT

Avant toute opération, il est nécessaire de nettoyer très soigneusement le cuivre du support. En effet, les oxydes, les empreintes de doigts qui maculent le cuivre, empêchent la bonne adhérence du matériau protecteur. Lors de l'attaque chimique, le produit parvient alors à ronger le cuivre sous le matériau protecteur. Il est donc indispensable de nettoyer impeccablement le cuivre du support.

Pour cela, on peut utiliser une pâte du genre de celle utilisée pour le nettoyage des salles de bain. Les poudres à récurer sont aussi utilisables. Après lavage et séchage, on doit obtenir un cuivre bien brillant, uni sur toute sa surface, exempt de toute trace.

Dans toute la suite des opérations, on prendra soin de ne plus toucher la surface cuivrée. La plàque sera manipulée par les chants.

LE DESSIN DU CIRCUIT IMPRIMÉ

C'est l'opération qui consiste à dessiner sur le cuivre le dessin du circuit à réaliser à l'aide du matériau protecteur.

Deux techniques sont actuellement accessibles à l'amateur électronicien : la gravure directe et la photogravure.

La gravure directe :

C'est le procédé le plus simple, le plus immédiat. Il consiste à imprimer directement le circuit à réaliser sur le cuivre.

Le point de départ est le dessin du circuit imprimé. Il peut être de conception personnelle ou prélevé dans un livre ou une revue d'électronique. Quoi qu'il en soit, il est nécessaire de prévoir une opération préalable qui consiste à reproduire le dessin du circuit sur le cuivre avant de recouvrir ce dessin par le matériau protecteur.

La méthode la plus simple consiste à utiliser un papier carbone. On découpe un morceau de ce papier un peu plus large que la plaquette support. Cette feuille est appliquée sur le cuivre du support. Ce qui dépasse de papier carbone est alors rabattu côté isolant de la plaquette, bien tendu et fixé à l'aide de ruban adhésif.

On applique ensuite sur le carbone le dessin du circuit imprimé fixé lui aussi à l'aide de ruban adhésif.

Pour reporter le dessin sur le cuivre, il suffit alors de repasser sur tous les traits du dessin à l'aide d'un stylo à bille. On repassera ainsi toutes les pistes.

Une fois le dessin et le papier carbone retirés, on dispose du dessin reporté sur le cuivre.

Ce tracé au carbone va servir de guide pour l'application du matériau protecteur. Trois types de matériau protecteur existent : l'encre, le stylo marqueur et les signes transfert.

L'encre : c'est une encre spécialement conçue pour résister à l'attaque chimique. Elle est relativement peu fluide et peut s'étaler à la plume palette ou au pinceau. On recouvre donc avec, toutes les pistes du circuit imprimé, selon le contour dont on dispose sur le cuivre.

Compte tenu de sa viscosité, cette encre ne peut être utilisée que pour des circuits simples où les pistes sont relativement larges.

L'encre est aussi intéressante en complément des autres méthodes quand il s'agit de recouvrir des surfaces importantes.

Le stylo marqueur : spécialement conçu pour la réalisation de circuits imprimés, ce stylo contient une encre spéciale qui résiste à l'attaque chimique.

Pour la mise en route du stylo, il faut appuyer sur la pointe afin de percuter la cartouche d'encre. Il faut agir de même lors de la réutilisation du stylo afin d'amorcer l'écoulement de l'encre.

On utilise ce stylo très simplement en recouvrant les pistes dessinées sur le cuivre.

Ce stylo présente l'avantage de pouvoir tracer des traits assez fins, qui permettent la réalisation de circuits plus élaborés qu'avec l'encre.

A la figure 27 est représenté un circuit dessiné à l'aide de ce stylo. Mais le stylo montre vite ses limites lorsqu'il s'agit de dessiner des circuits miniaturisés, utilisant des **circuits intégrés**. Il faut alors dessiner des pistes très petites, respectant parfois un écartement bien précis. On préfère, dans ce cas, utiliser les signes transfert.

Les signes transfert : il s'agit de pièces prédécoupées selon différentes formes et dimensions. Ces éléments sont adhésifs et sont donc collés par application sur le circuit imprimé aux endroits prévus.

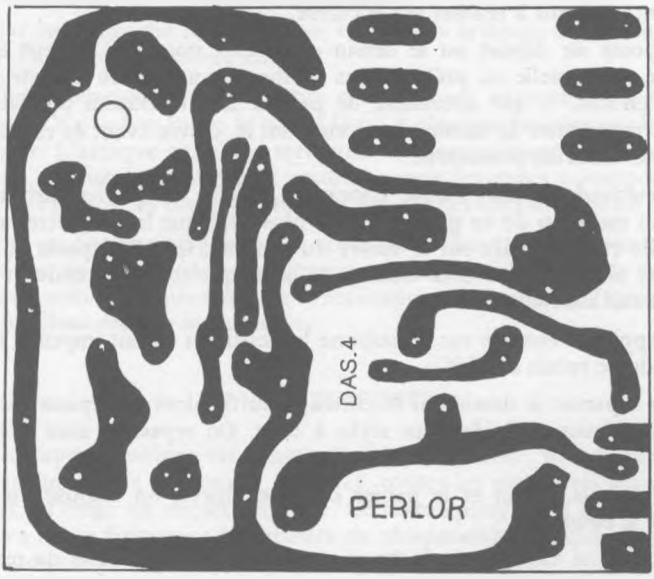


Figure 27 — Un circuit imprimé dessiné au stylo marqueur.

Ces pièces prédécoupées existent sous la forme de pastilles, bandes et signes spéciaux.

Les pastilles sont disponibles en différents diamètres. Les plus courantes font 2,5 ou 3 mm de diamètre. Elles sont principalement utilisées pour la liaison du composant au circuit imprimé. On prévoit donc une pastille pour chaque patte de composant.

Les bandes permettent la réalisation des liaisons entre les pastilles. Elles sont fournies sous forme de rouleaux de différentes largeurs. Un et deux millimètres sont les largeurs les plus fréquemment utilisées.

Des signes spéciaux sont conçus pour l'implantation de composants bien particuliers. Par exemple, pour dessiner les 14 pistes nécessaires au câblage d'un circuit intégré, il est théoriquement possible d'utiliser 14 pastilles de très petit diamètre. Mais toute personne qui a déjà manipulé un circuit intégré imagine rapidement les difficultés. L'espace entre deux pastilles est tres réduit et de plus, il est nécessaire de respecter un écartement bien précis. Dans un tel cas, il est bien plus aisé d'utiliser des transferts dessinés spécialement selon l'implantation d'un circuit intégré. C'est beaucoup plus rapide et le résultat est meilleur.

A la figure 28 est représenté un circuit imprimé dessiné à l'aide de signes transfert.

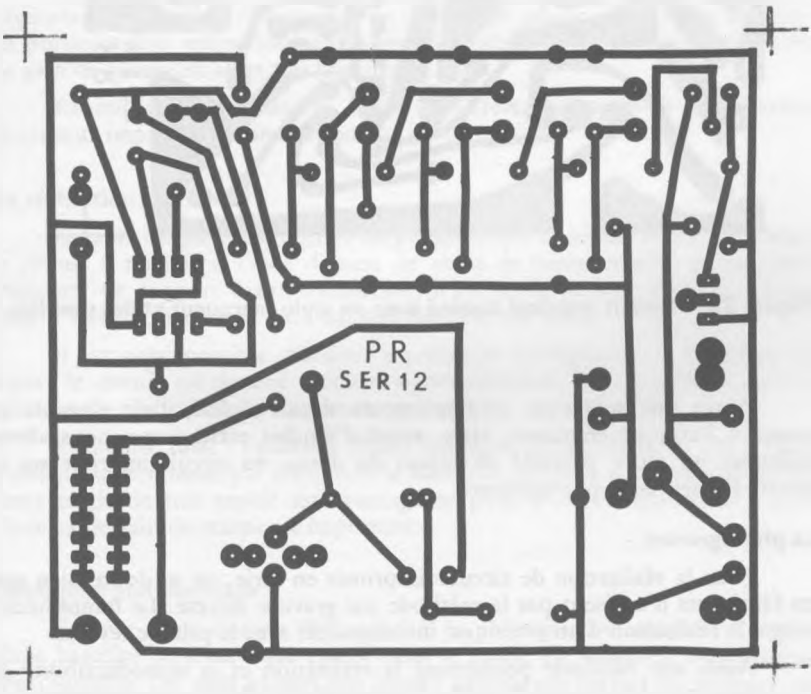


Figure 28 – Circuit imprimé dessiné à l'aide de signes transfert

Pour ce type d'utilisation, il est nécessaire d'utiliser des signes transfert pour gravure directe. Il existe en effet des signes prévus pour la réalisation de

films utilisés dans la méthode par insolation. Ces signes ne résistent pas à l'attaque chimique et ne peuvent donc pas être employés en gravure directe.

Pour clore la question du dessin pour gravure directe, il faut préciser qu'il ne faut pas hésiter à utiliser deux ou trois revêtements protecteurs sur un même circuit selon les pistes à dessiner. A la figure 29, nous avons représenté le dessin d'un circuit ainsi réalisé. L'implantation de chaque composant est effectuée à l'aide de pastilles transfert. Mais le technicien a préféré utiliser le stylo marqueur pour les liaisons entre pastilles.

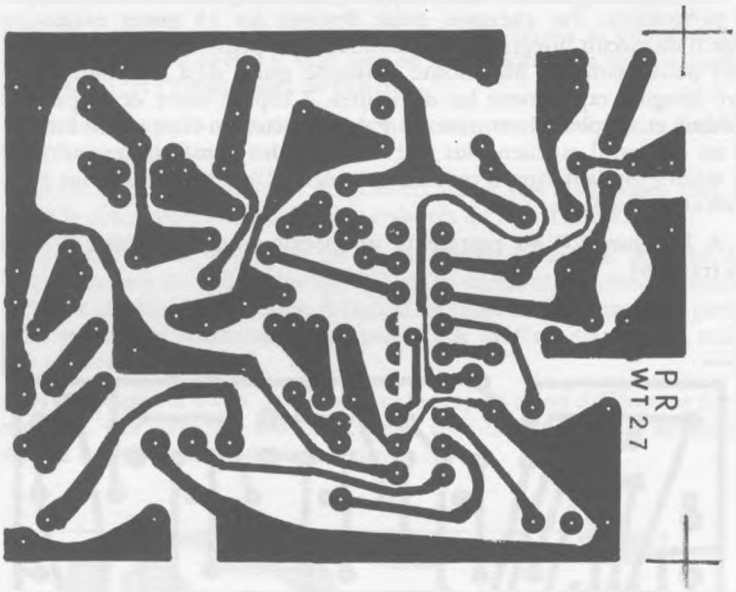


Figure 29 — Circuit imprimé dessiné avec un stylo marqueur et des pastilles.

Après une soigneuse vérification du dessin réalisé, il est possible de passer à l'attaque chimique. Mais, avant d'étudier cette étape, nous allons examiner un autre procédé de report du dessin du circuit imprimé sur le cuivre. Il s'agit de la photogravure.

La photogravure :

Pour la réalisation de circuits imprimés en série, on se doute bien que les fabricants n'utilisent pas la méthode par gravure directe. Le temps nécessaire à la réalisation d'un circuit est incompatible avec le prix de revient.

Aussi une méthode permettant la réalisation et la reproductibilité de circuits a été développée. Il s'agit de la méthode dite par photogravure ou par insolation.

Ce procédé a pendant longtemps été réservé aux applications professionnelles. Le prix du matériel correspondant et ses dimensions le rendant inaccessible à l'amateur électronicien.

Heureusement, cet état de fait a évolué et il est possible, actuellement, d'acquérir, pour une somme très accessible, tout le matériel nécessaire à la réalisation de circuits imprimés par ce procédé. Examinons plus en détail de quoi il s'agit.

Le principe de la méthode peut se résumer ainsi. Dans un premier temps, on dessine le circuit à réaliser, non pas sur le cuivre du support comme en gravure directe, mais sur un support transparent ou translucide (du papier calque par exemple).

Ce film est ensuite appliqué sur le cuivre du support qui aura été préalablement recouvert d'un produit photosensible.

Le film et le cuivre ainsi préparés sont exposés à la lumière d'une source lumineuse spéciale. Le produit photosensible va donc réagir là où il n'est pas protégé par le dessin du circuit présent sur le calque.

Il reste ensuite à révéler la plaque ainsi insolée dans un bain adéquat pour passer directement à l'attaque chimique.

Les avantages de cette méthode sont nets. Tout d'abord, elle permet d'obtenir des circuits impeccables, de qualité professionnelle quant à la qualité de la gravure ce que ne permet pas la photogravure. Il est ainsi possible d'envisager la réalisation de circuits imprimés complexes, présentant des pistes très fines et rapprochées les unes des autres.

Ensuite, elle permet de reproduire très rapidement un circuit à plusieurs exemplaires. En effet, disposant d'un dessin sur calque, il est facile de l'insoler plusieurs fois, même longtemps après la réalisation du premier exemplaire. Le gain de temps est alors très important.

Examinons maintenant en détail les différentes étapes de la réalisation de circuits imprimés par insolation.

La réalisation du film :

Le plus simple est d'utiliser un papier calque épais sur lequel on dessine le circuit à réaliser à l'aide d'encre de chine de bonne qualité ou de signes transfert. Ce support étant translucide, il est facile de reproduire un circuit dont le dessin original est paru dans un livre ou une revue.

Il est aussi possible d'utiliser un support transparent en plastique sur lequel le circuit est dessiné avec des signes transfert. Ce procédé est intéressant pour la réalisation de circuits complexes.

Signalons aussi l'existence d'une méthode photochimique qui permet d'obtenir directement par insolation le film d'un circuit à partir de son dessin. Cette méthode très rapide est avantageuse pour le report d'un circuit complexe car le gain de temps est important.

Le support photosensible :

Comme nous l'avons déjà précisé, la photogravure nécessite l'emploi d'une bakélite ou d'un verre époxy dont le cuivre est recouvert d'un produit photosensible. On peut utiliser une bombe aérosol qui permet de recouvrir un cuivre vierge de ce produit photosensible. Cette méthode nécessite cependant un certain tour de main pour appliquer une couche d'épaisseur convenable et uniformément répartie. On préfère souvent utiliser des supports directement présensibilisés en usine qui permettent l'obtention de résultats plus réguliers.

L'insolation :

L'exposition est effectuée soit à l'aide d'une lampe spéciale, soit à l'aide de tubes actiniques.

La lampe est un modèle spécialement conçu pour l'insolation. C'est une ampoule survoltée, à durée de vie limitée qui conviendra donc pour une petite installation simple.

Si l'on réalise relativement souvent des circuits imprimés, on préfèrera les tubes actiniques. Il s'agit de tubes comparables dans leur principe aux tubes fluorescents, mais conçus pour émettre surtout de l'ultraviolet. Tout comme les tubes fluorescents, les tubes actiniques nécessitent un ballast et un starter pour être alimentés sur le secteur. Selon la largeur des circuits à réaliser, on pourra concevoir un châssis de 1 à 4 tubes montés parallèlement les uns aux autres. Le châssis à insoler est alors constitué des tubes placés dans une boîte fabriquée aux dimensions. La face supérieure de la boîte est constituée d'une plaque de verre.

Pour réaliser l'insolation, on applique le film sur la plaque de verre, puis le support présensibilisé et une masse quelconque destinée à obtenir un bon contact entre le film et le support. Le temps d'insolation est à déterminer selon l'installation et les produits utilisés. Toutefois, la latitude de pose est assez grande. Dix minutes est un chiffre courant. Il est à noter que compte tenu de la faible sensibilité des produits photosensibles, l'emploi d'une chambre noire n'est absolument pas nécessaire. Toute ces opérations peuvent être réalisées en lumière atténuée.

La révélation :

Le support insolé est ensuite trempé quelques secondes dans un bain de soude caustique diluée à 7 grammes par litre d'eau.

Après rinçage, le support est prêt pour l'attaque chimique.

L'ATTAQUE DU CUIVRE

Disposant du support dont certaines parties sont protégées en suite aux opérations précédentes, il est maintenant nécessaire de faire subir au cuivre non protégé une attaque chimique qui va le ronger et l'éliminer.

Deux produits sont couramment utilisés. Le persulfate d'ammonium et le perchlorure de cuivre.

Ces deux produits sont commercialisés sous forme de poudre à diluer dans l'eau. Les solutions obtenues ne sont pas très dangereuses d'emploi, toutefois, on gardera ces produits à l'abri des enfants.

Le bain de solution est préparé dans un bac en verre, en plastique ou en métal émaillé. Il est tiédi pour accélérer la réaction.

Le support cuivré est trempé dans le bain ainsi préparé, cuivre vers le haut. Le support doit être agité périodiquement pour maintenir l'activité de la réaction. L'attaque dure de 20 à 30 minutes environ, parfois plus selon la température du bain et l'activité du produit. On surveille le déroulement de l'opération en examinant le cuivre à attaquer. On voit peu à peu le cuivre se ronger et le support isolant apparaître. Quand tout le cuivre a disparu, l'attaque chimique est terminée.

Le circuit imprimé est alors soigneusement rincé à l'eau courante pour enlever toute trace de produit chimique.

Les traces d'encre restant sont effacées à l'aide d'un diluant à l'acétone appliqué avec un coton. Les pastilles et bandes peuvent être retirées en appliquant dessus un morceau de ruban adhésif décollé rapidement. Les transferts se décollent avec le ruban.

LE PERCAGE

Disposant du circuit ainsi préparé, il faut maintenant percer les trous nécessaires à l'implantation et au soudage des composants.

L'outil le plus pratique pour cet usage est une petite perceuse électrique. Équipée d'un foret de diamètre 0,8 ou 1 mm pour les composants courants, elle permet de procéder rapidement au perçage de tous les trous.

LE CABLAGE SUR CIRCUIT IMPRIMÉ

Le circuit étant percé, il est maintenant possible de procéder à l'implantation et au soudage des composants. Il ne nous semble pas inutile de rappeler quelles sont les règles de câblage sur circuit imprimé. En effet, nous avons fréquemment eu l'occasion d'examiner des circuits mal câblés. En conséquence, le montage est peu fiable, la tenue mécanique des éléments étant insuffisante. Aussi, allons-nous voir comment doivent être implantés et soudés les composants les plus courants.

Résistance :

Afin d'éviter le montage «en échasse», les résistances doivent être appliquées contre le support, corps en contact avec l'isolant.

Condensateur céramique, film plastique :

On laisse quelques millimètres entre le bas du composant et le support.

Condensateur chimique :

Comme les résistances.

Diode :

Corps à deux ou trois millimètres du support.

Transistor :

Pour les petits transistors, on peut conserver toute la longueur des pattes.

Circuit intégré :

Corps contre l'isolant.

Nous terminerons par la principale règle : **apprenez à souder correctement.** Rien ne sert de réaliser le plus beau circuit imprimé, d'utiliser les meilleurs composants pour tout gâcher finalement par des mauvaises soudures. La tenue mécanique des composants est alors mauvaise, les liaisons électriques défectueuses ; le montage ne fonctionne pas ou mal.

LES AUTRES SUPPORTS DE CABLAGE

Comme il est possible de le constater à la lecture de ce qui précède, la réalisation d'un circuit imprimé n'est pas une opération très difficile, mais elle demande un peu de temps.

Aussi, a-t-on cherché d'autres supports de câblage plus rapide de mise en œuvre.

Il est nécessaire de prévenir qu'il n'existe pas de support miracle qui permettrait de câbler un circuit complexe sans opération préalable.

La plupart des supports que nous allons maintenant examiner ne permettent en fait que la réalisation de montages simples.

La pointe à tracer :

Il ne s'agit pas bien entendu du support, mais de l'outil permettant de le réaliser. La méthode consiste à utiliser une bakélite ou un verre époxy cuivré et à séparer des zones de cuivre en grattant le cuivre à l'aide d'une pointe à tracer. Le procédé est rapide, mais il n'est utilisable que pour quelques composants.

La plaquette à cosses :

C'est une bande de bakélite sur les bords de laquelle se trouvent des cosses à souder. Les liaisons sont assurées par les composants eux-mêmes ou par des morceaux de fil de câblage. Voir un exemple à la figure 30.

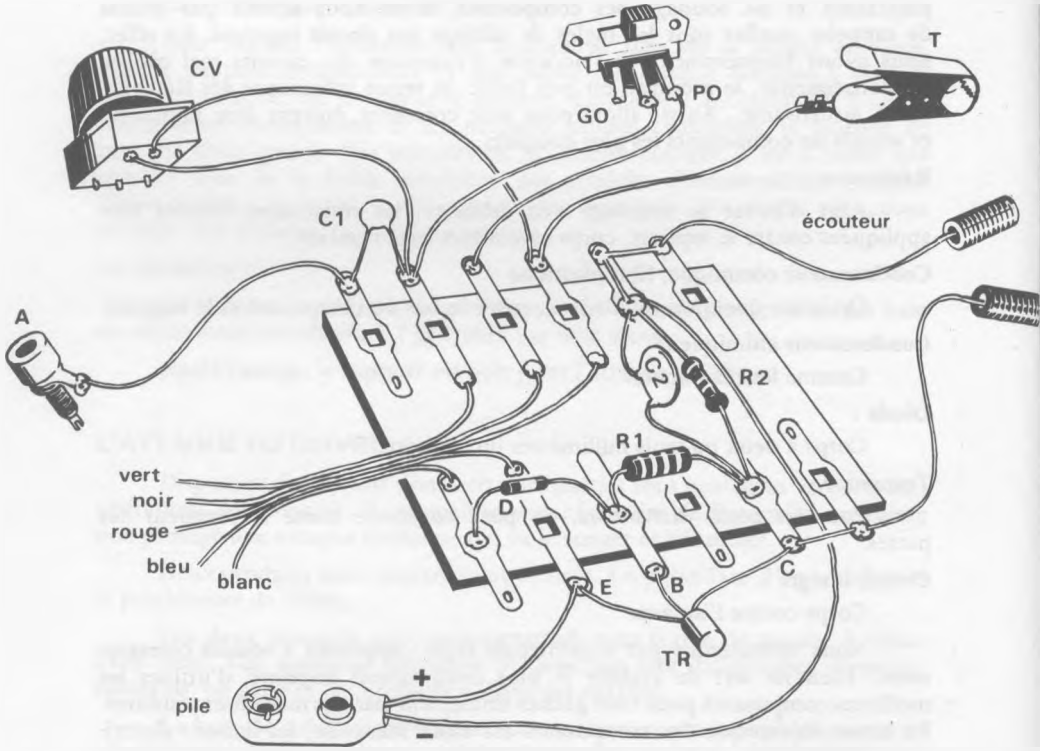


Fig. 30 – Exemple de câblage sur plaquette à cosses

Le support isolant à bandes :

C'est une bakélite ou un verre époxy sur lequel ont été imprimées des bandes de cuivre. Ces bandes sont régulièrement trouées. Elles sont utilisées comme liaison entre les composants. Quand le schéma l'exige, une bande est interrompue. Pour cela on utilise un foret tenu à la main ou un outil spécial.

Pour des liaisons perpendiculaires aux bandes il suffit d'employer un fil de câblage. Voir à la figure 31.

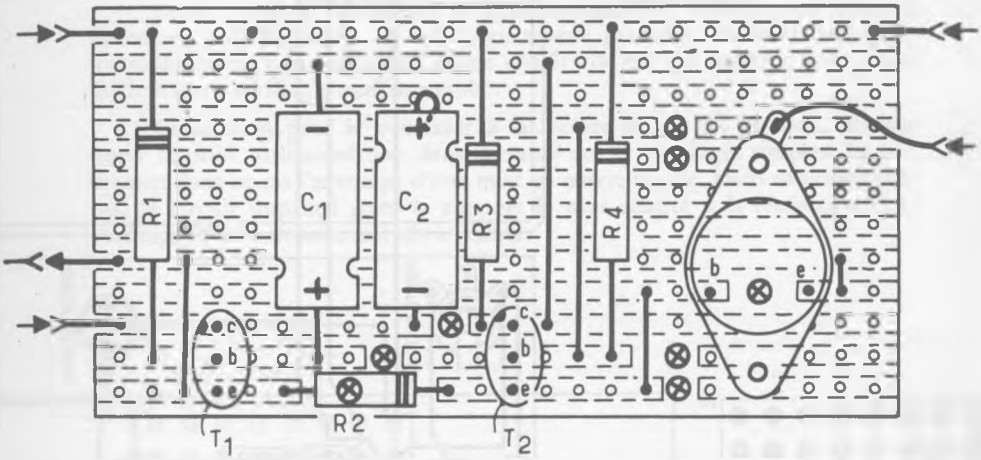


Fig. 31 - Câblage sur plaquette à bandes.
Les croix indiquent les interruptions.

Le support à pastilles :

Il s'agit d'un procédé comparable au précédent. Au lieu de bandes que l'on coupe, on dispose des pastilles cuivrées que l'on relie. Les composants sont implantés et soudés sur les pastilles, puis reliés selon les indications du schéma à l'aide de fil de câblage. Voir l'exemple représenté à la figure 32. On peut distinguer les composants implantés sur la plaquette et les liaisons effectuées entre les pastilles.

La plaquette de connexions :

Il ne s'agit pas à proprement parler d'un support pour câblage définitif, mais d'un support qui permet la réalisation d'un montage sans soudure. Ce matériel trouve tout son intérêt pour l'expérimentation, l'étude de prototypes, avant de passer à l'étude du dessin du circuit imprimé et à son câblage.

Une fois l'expérimentation effectuée, on peut récupérer tous les composants en parfait état car ils sont simplement enfichés sur le support.

Ce support peut aussi être utilisé pour vérifier les performances d'un montage dont la réalisation semble intéressante mais que l'on veut expérimenter avant de passer au câblage définitif sur circuit imprimé.

Sur ces plaquettes, on trouve donc plusieurs centaines de contacts réalisés sous la forme de pinces dans lesquels on enfiche les composants. Généralement, l'écartement des contacts est de 2,54 mm. Concrètement, cela signifie que l'on pourra implanter directement sur cette plaquette tous

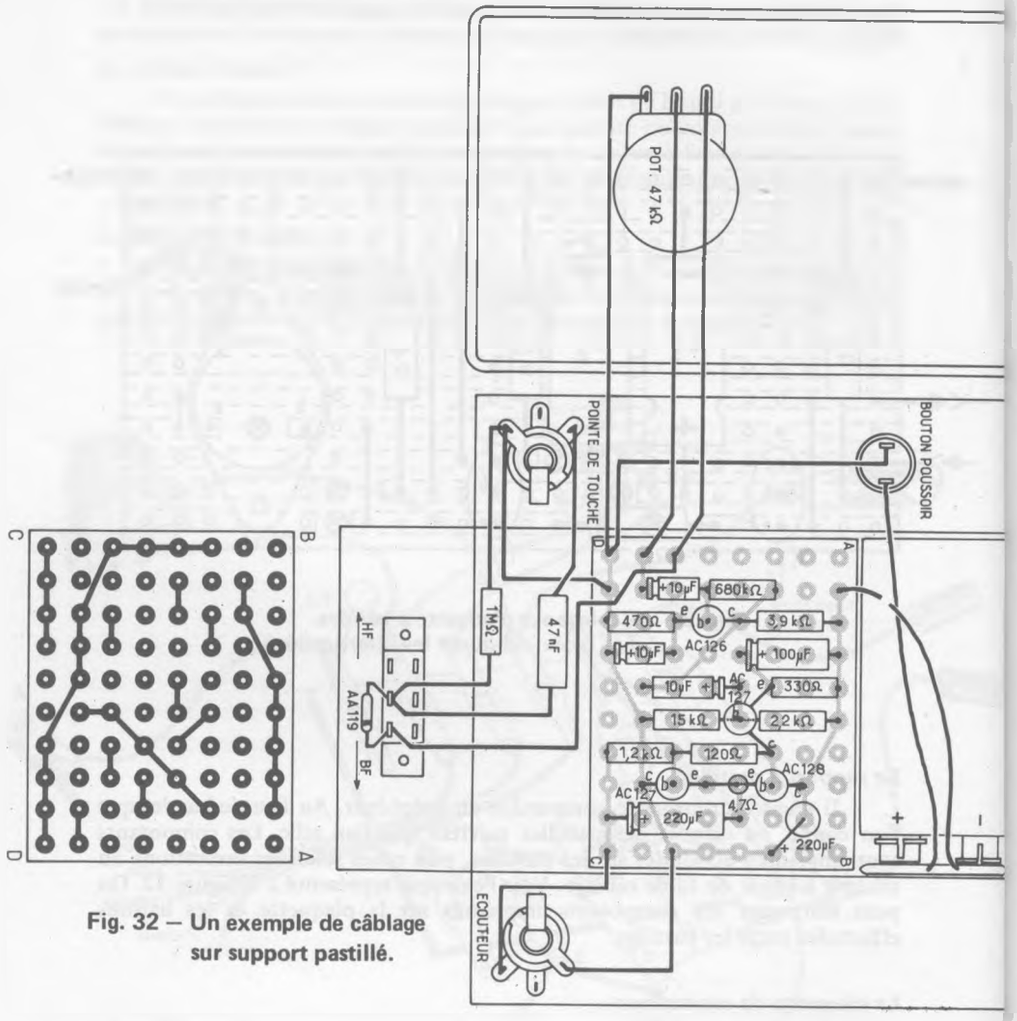


Fig. 32 – Un exemple de câblage sur support pastillé.

les composants dont les pattes respectent cet écartement, donc y compris les circuits intégrés.

Les liaisons entre les composants sont assurées par des morceaux de fil rigide implantés sur les contacts.

Le wrapping :

C'est une méthode de câblage relativement récente (d'où l'inexistence d'un mot français pour le désigner). Nous la présentons pour information car ses applications au niveau de l'amateur électronicien sont peu nombreuses.

Les composants sont implantés sur un support nu, mais présentant de nombreux trous régulièrement disposés. Les liaisons entre les composants sont assurées sans soudure, simplement à l'aide de fil fin isolé. Pour mettre

en œuvre cette méthode, un outil spécial est nécessaire. Cet outil d'une part dénude automatiquement le fil à son extrémité. D'autre part, il permet d'enrouler sur plusieurs tours le fil sur la patte du composant à relier.

Les composants étant mis en place sur le support, on réalise donc ainsi toutes les liaisons à l'aide de l'outil.

Cette méthode séduisante a priori est surtout utilisée dans certains domaines professionnels. En effet, au niveau pratique, on arrive vite pour un montage un peu important à une «forêt» de fils qui rendent le montage difficilement vérifiable et dépannable.

Comme on peut le constater à la lecture de ce qui précède, ces supports ne sont utilisables que dans certains cas de montages simples. Ils présentent dans ce cas l'avantage d'une mise en œuvre rapide. Dans tous les autres cas, le circuit imprimé reste le support le plus adapté à la réalisation d'un montage de fonctionnement sûr et fiable.

CHAPITRE III

DES RECEPTEURS SIMPLES

Nous nous proposons de décrire dans ce chapitre une série de petits récepteurs simples. Ces petits postes trouvent leur emploi en scoutisme et en camping sous la tente, dans les chambres d'étudiants ou de colonies de vacances, en hôpital ou en sanatorium, en voyage, etc... Ils se caractérisent par des exigences fort modestes en courant d'alimentation, ainsi que par un poids et un volume également très modestes. Certains sont d'une réalisation si simplifiée que leur montage peut être entrepris sans crainte par des jeunes gens de 12 à 13 ans environ.

Nous avons parlé au chapitre des semiconducteurs de la diode détectrice, ou diode de signal, ou diode à cristal. Ici, l'application et le but de ce composant est de détecter de la haute fréquence. Dans tout récepteur de radio classique, dans tous les étages «du haut» situés entre antenne et détection, nous avons affaire à des circuits de haute fréquence. Dans tous les étages «du bas», situés entre détection et haut-parleur, nous avons affaire à des circuits de basse fréquence. Grosso modo, et bien que techniquement ce ne soit pas tout à fait si simple, on peut dire que la diode détectrice transforme la haute fréquence (inaudible) en basse fréquence (audible).

Dans ce début, nous décrivons un récepteur qui comporte uniquement une diode détectrice ; aucune amplification ni avant ni après. Aucune pile d'alimentation. C'est le récepteur de radio réduit à sa plus simple expression.

DES POSTES A UNE DIODE

Le récepteur à diode est purement et simplement ce qu'était le **poste à galène** bien connu des premiers amateurs-radio, mais revu et modernisé, bénéficiant de quelques progrès malgré tout très appréciables.

La galène, élément instable et nécessitant de fréquents réglages, a été remplacée par la diode à cristal, élément absolument fixe et stable ; on la met en place et on la soude une fois pour toutes, comme un condensateur ou une résistance, et on l'oublie, il n'y a plus à y toucher. Elle est plus sensible que la galène.

La sensibilité du récepteur est également améliorée par l'emploi d'un bobinage d'accord dans lequel se trouve un petit noyau magnétique, maté-

riau qui produit une concentration du flux à l'intérieur du bobinage d'accord.

A titre d'exemple, nous nous proposons de décrire ici deux de ces petits montages. Leur schéma de principe est à peu de chose près identique, mais ils sont pratiquement réalisés sous des présentations différentes, ceci à titre documentaire.

LE RÉCEPTEUR DG 52

La figure 33 en donne le schéma de principe.

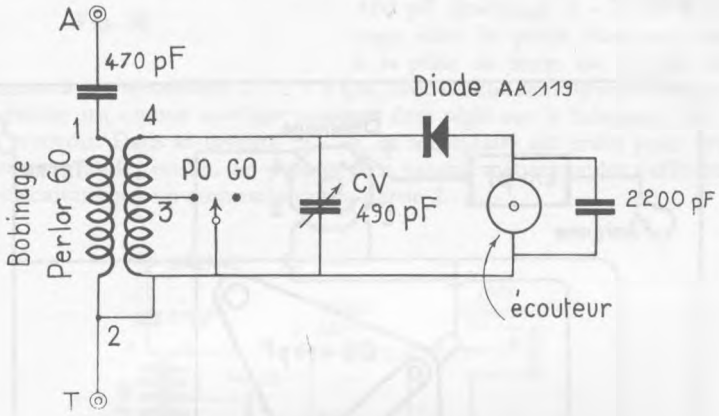


Fig. 33 – Un poste récepteur extrêmement réduit

Le modèle de bobinage utilisé ici comporte deux enroulements, petites ondes et grandes ondes, bobinés sur un petit mandrin creux qui contient un noyau de poudre de fer agglomérée, destiné à augmenter le coefficient de surtension du bobinage, donc sa qualité. Le noyau peut se visser plus ou moins, on peut donc le déplacer par rapport au bobinage, ce qui permet de «fignoler» et d'améliorer la puissance de l'audition.

L'écouteur est un modèle magnétique, à bobinage, de 1000 à 2000 ohms d'impédance. Voir à la fin de ce chapitre l'emploi de l'antenne et de la prise de terre.

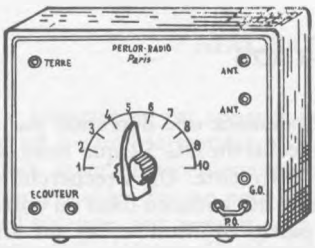


Fig. 34 – Voici un petit récepteur bien peu encombrant.

Le commutateur petites ondes – grandes ondes est tout simplement constitué par un cavalier métallique qui court-circuite une partie de l'enroulement.

La figure 34 montre un exemple de montage possible dans un petit coffret de matière plastique qui sert de support mécanique à l'ensemble.

Ce coffret comporte des douilles rivées, destinées à recevoir les fiches d'antenne, du casque, etc... ; on fixe sur le coffret le condensateur variable, et c'est sur ces éléments que se fait tout le câblage.

La figure 35 illustre la disposition des éléments et des connexions qui les relient entre eux. Ces connexions sont tellement courtes que l'on peut utiliser du fil nu sans crainte qu'elles se touchent entre elles ; le câblage en sera facilité.

On peut remarquer que la douille G.O. n'est reliée à rien. Cela est bien conforme au schéma de principe ; le cavalier métallique qui court-circuite le point 3 du bobinage en position P.O. doit être retiré en position G.O.. On le met donc dans la douille marquée G.O. uniquement pour éviter de l'égarer.

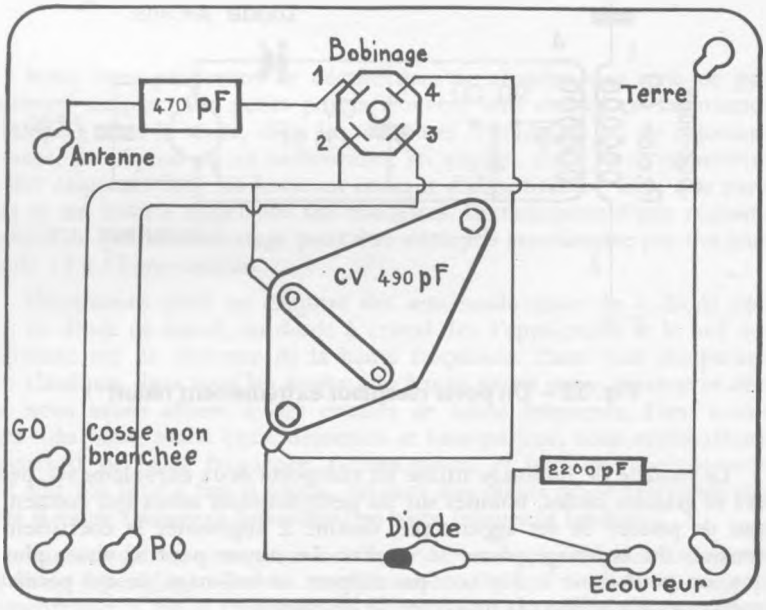


Fig. 35 — Une vue du câblage du DG.52

LE RÉCEPTEUR AD 1

Ce modèle de récepteur comporte également une détection par diode à cristal et son principe reste le même que celui du DG 52 que nous venons d'examiner. Mais il est réalisé d'une façon différente. On a recherché essentiellement des petites dimensions. L'ensemble est contenu dans un coffret de plastique de 90 x 55 x 30 mm. D'autre part, l'audition se fait sur un tout petit écouteur piézoélectrique qu'on loge dans une oreille.

Le tout est essentiellement peu encombrant (figure 36).

LE SCHÉMA

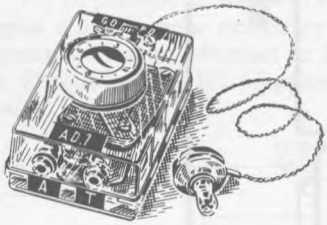


Fig. 36

Le schéma de cet appareil est donné à la figure 37. Bien entendu, avec un poste de ce genre où aucune amplification n'a lieu, il est nécessaire de capter le signal HF le plus important possible et pour cela il faut utiliser une antenne et une prise de terre. Cette antenne est reliée au primaire du bobinage PER 60 par un condensateur de 470 pF (bobinage 1 - 2). Ce bobinage dont le point froid est relié à la prise de terre, est couplé magnétiquement à un secondaire 2 - 3 - 4 qui, avec un condensateur variable de 490 pF, forme un circuit oscillant pouvant être réglé sur la fréquence de la station à recevoir. Dans sa totalité (2 - 4), ce secondaire est prévu pour couvrir la gamme grandes ondes. Le passage à la gamme petites ondes s'effectue en court-circuitant par un commutateur la partie 2 - 3.

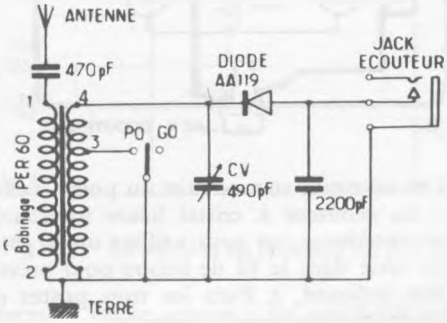


Fig. 37

Le signal HF recueilli aux bornes du circuit d'accord que nous venons d'examiner est appliqué à la diode qui le détecte et par conséquent fait apparaître la modulation basse fréquence qui est transformée en sons par l'écouteur shunté par un condensateur de 2 200 pF.

RÉALISATION PRATIQUE

Le montage de cet appareil très simple se fait selon le plan de la figure 38 dans un boîtier de matière plastique. Sur le fond de ce boîtier, qui constitue la face avant du récepteur, on monte le commutateur PO - GO et le condensateur variable. Sur un petit côté, on place les douilles de liaison avec la terre et l'antenne. Sur le petit côté opposé, on monte la prise de jack de raccordement de l'écouteur. On place le bobinage entre les douilles. Pour le fixer, on relie sa cosse 2 à la douille «Terre» par un fil rigide soudé sur ces deux points. On effectue ensuite le montage, conformément au plan.

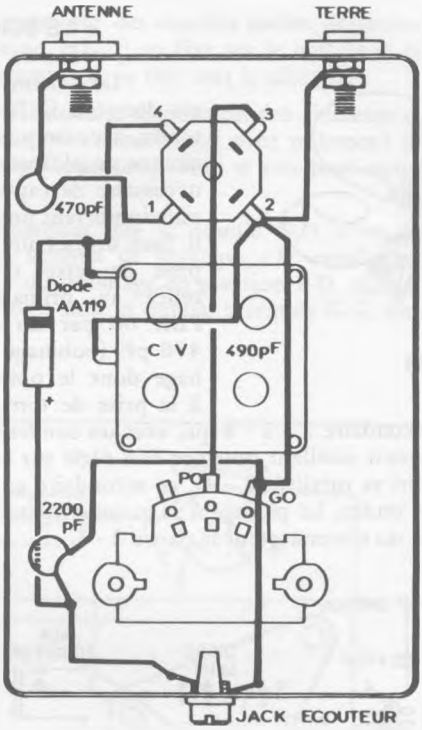


Fig. 38

Cet appareil ne nécessite aucune mise au point. Les meilleurs résultats sont obtenus avec un écouteur à cristal haute impédance. Si on ne peut établir une antenne extérieure, on peut utiliser un fil secteur en prévoyant un condensateur en série dans le fil de liaison pour prévenir tout risque de court-circuit. A titre indicatif, à Paris les trois postes des GO, ainsi que France-Inter en PO ont été reçus avec la maquette.

UN REFLEX A DEUX TRANSISTORS

LE RÉCEPTEUR AD 2

La figure 39 représente la vue extérieure de ce modèle de récepteur, dont nous voyons le schéma de principe en figure 40.

Il reçoit uniquement la gamme des Grandes Ondes. Nous avons ici un récepteur de type Réflex, ce qui signifie que le premier étage amplifie une première fois en haute fréquence, on détecte par diode à cristal, puis le premier étage amplifie à nouveau, mais cette fois en

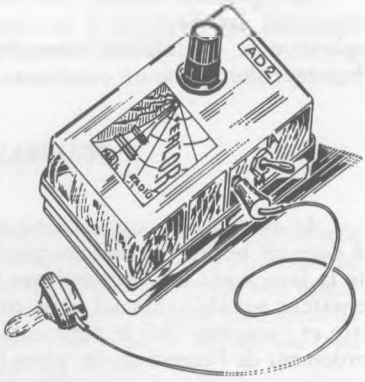


Fig. 39 – Vue du récepteur AD. 2.

basse fréquence. Ce premier étage est ensuite suivi d'une amplification basse fréquence. La réception se fait sur écouteur piézoélectrique auriculaire.

Par ce procédé de Réflex, l'amélioration de la sensibilité permet d'éviter l'emploi d'une antenne extérieure et d'une prise de terre. L'élément capteur est constitué par un bâtonnet de ferrite sur lequel se trouve enroulé le bobinage d'accord PER. 50. L'appareil devient totalement autonome et transportable.

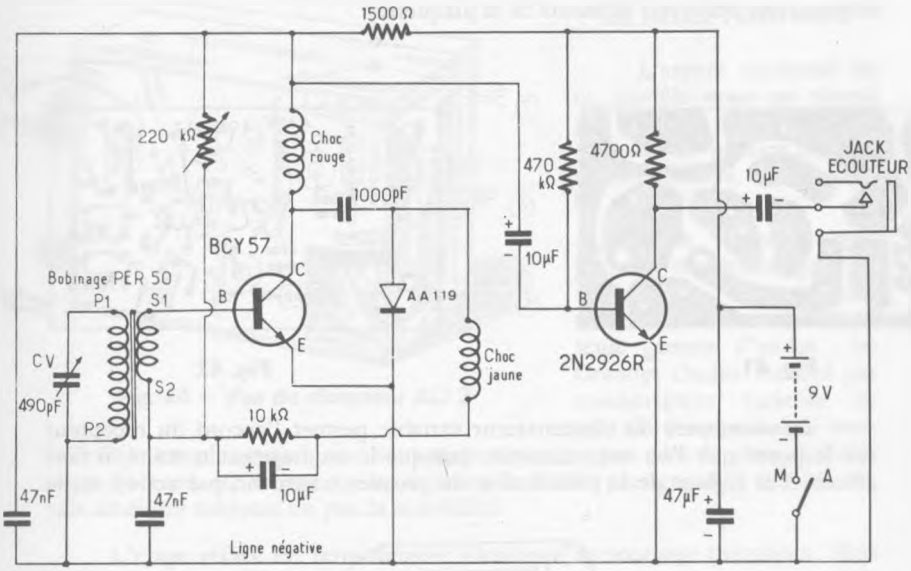


Fig. 40 – Le schéma de principe du AD 2

Le fonctionnement est le suivant : Le signal HF capté et sélectionné par le primaire du cadre est transmis à la base du transistor BCY 57 qui l'amplifie. Ce signal recueilli sur la self de choc rouge, qui constitue la charge HF du circuit collecteur, est transmis par un 1000 pF à une diode AA 119 dont l'anode est reliée à la masse. Le signal BF, mis en évidence par cette détection est renvoyé à nouveau sur la base du transistor à travers la self de choc jaune, la résistance de 10 000 Ω shuntée par 10 µF et l'enroulement de couplage de cadre. La self de choc jaune et le 47 nF de découplage évitent la réinjection sur le circuit d'entrée des résidus de HF qui subsistent toujours après détection.

Le signal BF ainsi appliqué à la base est amplifié en même temps que le signal HF. Il est recueilli sur la résistance de 1 500 Ω du circuit collecteur et transmis à l'écouteur par un condensateur de 10 µF.

En faisant remplir deux fonctions au transistor (amplification HF et amplification BF), on économise un étage et on obtient, malgré cela, une excellente sensibilité.

La bobine d'arrêt du collecteur (rouge) ne laisse passer que la partie basse fréquence du signal, et c'est à partir de ce point qu'on dirige le signal sur le second étage, équipé d'un 2 N 2926, celui-ci amplifie en basse fréquence en un montage très classique.

RÉALISATION PRATIQUE

Ce modèle est également contenu dans un petit coffret de matière plastique de dimensions 90 x 50 x 30 mm. Pour en faciliter le montage, nous avons prévu l'emploi d'une plaquette de circuit imprimé que l'on peut voir figure 41, côté cuivre. Le câblage se fait suivant la figure 42 qui nous montre l'autre face de la plaquette, côté composants. La figure 43 nous montre les liaisons entre les divers éléments de la plaquette.

Fig. 41

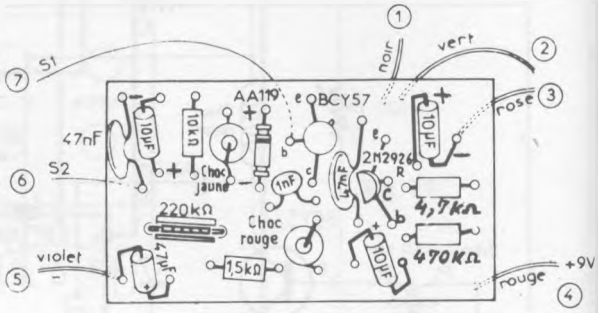


Fig. 42

La manœuvre du condensateur variable permet l'accord du récepteur sur le poste que l'on veut recevoir. Lorsque le montage est terminé, il faut effectuer le réglage de la polarisation du premier transistor, par action sur la

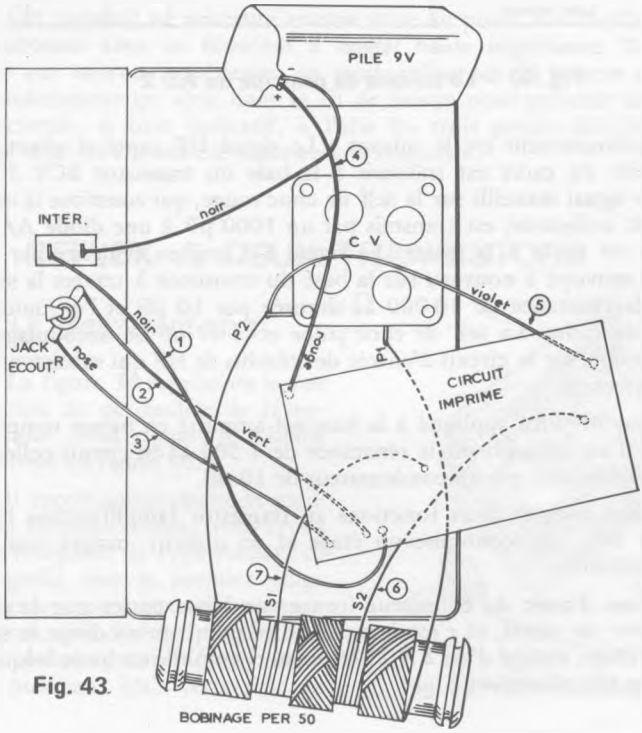


Fig. 43

résistance ajustable de 220 kilohms. On recherche la meilleure audition possible, sans pour cela parvenir au point d'accrochage, ce qui se traduit par un sifflement aigu dans l'écouteur.

UN REFLEX A TROIS TRANSISTORS

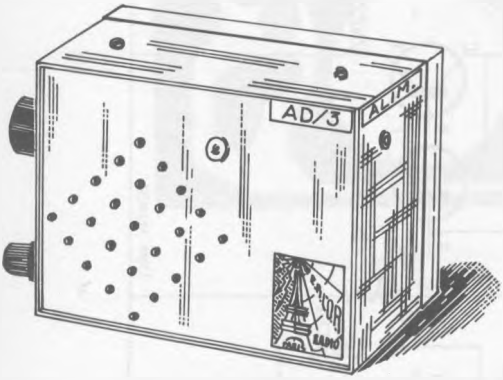


Fig. 44 – Vue du récepteur AD 3

LE RÉCEPTEUR AD 3

L'aspect extérieur de ce modèle nous est donné par la figure 44, et la figure 45 nous en montre le schéma de principe. Examinons-le.

Nous trouvons toujours un seul bobinage d'accord, sans commutation, donc nous recevons une seule gamme d'ondes : les Grandes Ondes. Accord par condensateur variable de 490 pF. Comme malgré tout, le boîtier est plus grand, que nous disposons d'un peu plus de place, le bobinage d'accord est monté sur un barreau de ferrite plus grand, il fait 10 cm, cela améliore toujours un peu la sensibilité.

L'étage réflex est sensiblement identique au montage précédent. Mais ici, nous avons une amplification de basse fréquence plus importante, constituée par 2 transistors successifs. Cela nous permet de pouvoir faire l'écoute sur petit haut-parleur. A partir du condensateur de 10 μF de liaison, nous voyons un potentiomètre de 10 kΩ qui agit en dosage de la puissance de sortie. A partir de là, le condensateur de 47 nF attaque les 2 transistors B.F. Ils sont montés en Darlington, c'est un montage très intéressant, comportant fort peu d'éléments, à liaisons directes. Le haut-parleur est un modèle qui fait 50 ohms d'impédance et 7 cm de diamètre.

L'alimentation de l'étage H.F. est séparée de celle des étages B.F. par une cellule de découplage, constituée par 1 500 ohms et 47 nF. Ce procédé évite des interréactions entre étages de fonctions différentes. Le condensateur de 220 μF qui shunte la pile évite que la résistance interne de celle-ci ne provoque des accrochages B.F.

Nous voyons ici un jack d'alimentation. Un tel poste est bien alimenté par pile incorporée, il est donc autonome, mais dans le cas d'un usage prolongé sur table, à demeure, on peut lui préférer une alimentation par le courant du secteur, moins onéreuse. Nous avons donc prévu ce jack, relié à une alimentation secteur par une fiche appropriée. Lorsqu'on introduit la fiche provenant de l'alimentation extérieure, cela coupe le circuit de la pile, et elle se trouve automatiquement rebranchée dès qu'on retire la fiche. Un modèle d'alimentation sur secteur très simple convient très bien dans ce cas, car le débit est peu élevé. Nous décrivons plus loin des appareils d'alimentation sur secteur.

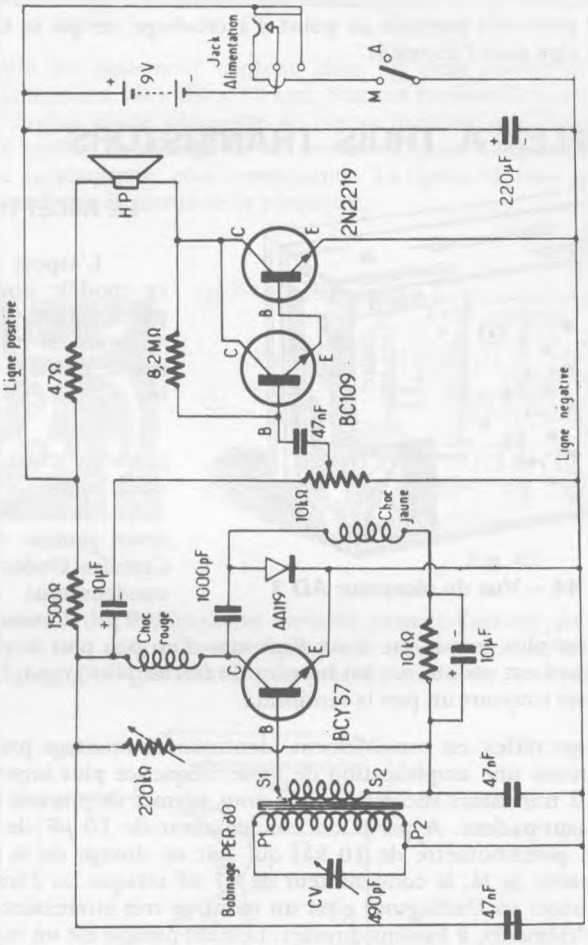


Fig. 45 – Le schéma de principe du AD 3

RÉALISATION PRATIQUE

Les différents composants ont été implantés sur une plaquette de circuit imprimé de 70 x 50 mm que nous voyons en figure 46 représenté côté cuivre. La figure 47 représente la mise en place des composants sur l'autre face. En figure 48, vous voyez la disposition des éléments dans le coffret. Celui-ci est en matière plastique, il convient de le percer convenablement pour recevoir les différentes pièces qui se fixent dessus. Percer également quelques trous devant le haut-parleur, pour permettre un libre passage des sons. Les quatre côtés du coffret sont ici figurés rabattus pour donner une meilleure compréhension des fixations et des branchements. Le coffret fait 12 x 9 x 5 cm. Le barreau de ferrite est simplement main-

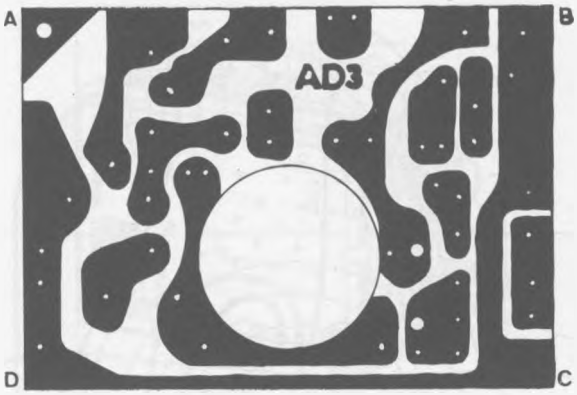


Fig. 46

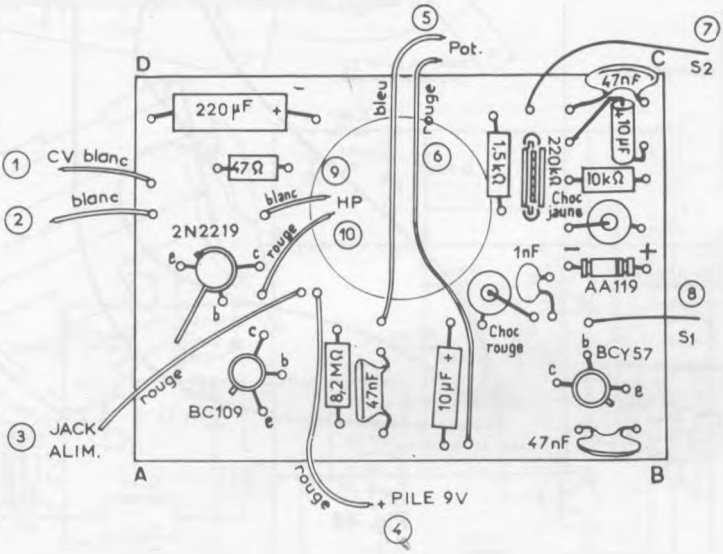


Fig. 47

tenu par deux bandes de fort carton, que l'on fixe ensuite sur le coffret par vissage. La tension de 9 volts est fournie par 6 petites piles de 1,5 V reliées en série à l'intérieur d'un boîtier porte-piles. Veiller toujours à respecter les polarités + et —.

Tous les éléments sont fixés dans le coffret lui-même, le couvercle est libre et vient ensuite fermer le tout, il ne supporte aucun élément.

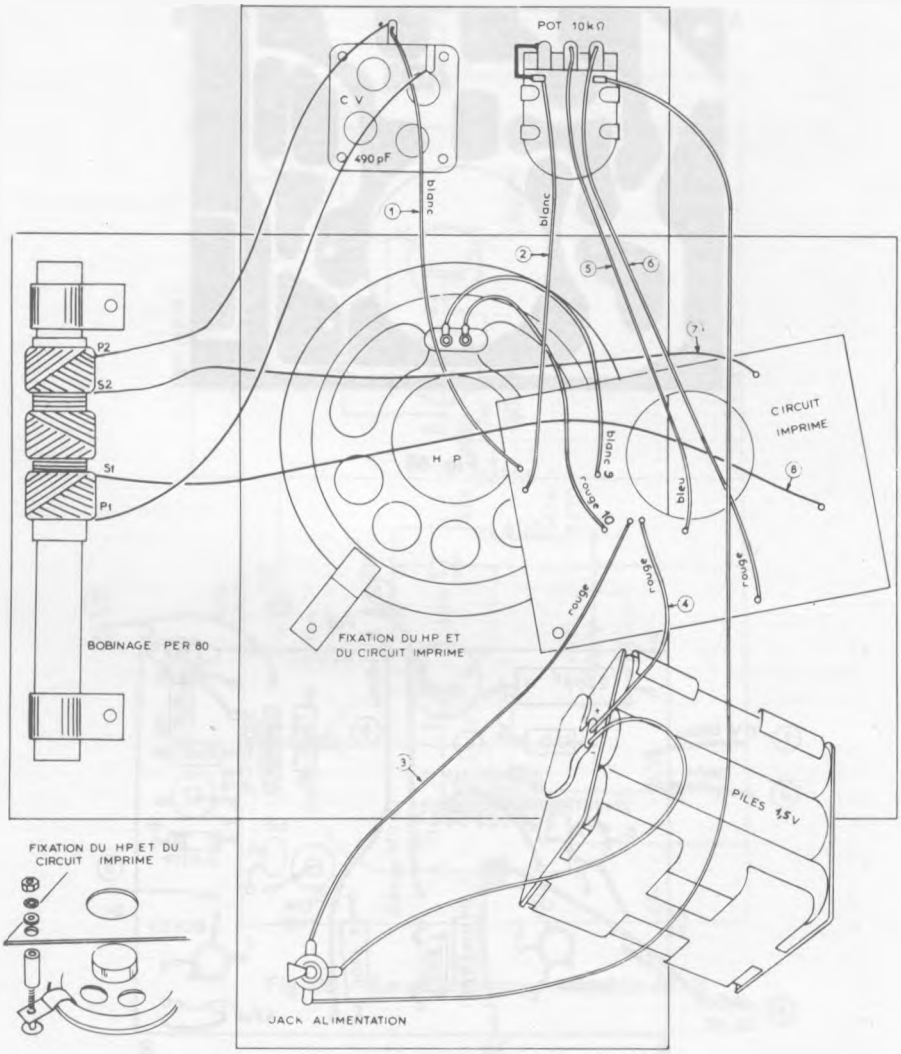


Fig. 48

UN REFLEX A QUATRE TRANSISTORS

LE RÉCEPTEUR AD 4

Nous arrivons maintenant au dernier modèle de cette série de petits récepteurs simples, qui tenteront certainement bon nombre de débutants désirant s'initier à la pratique des montages de radio.

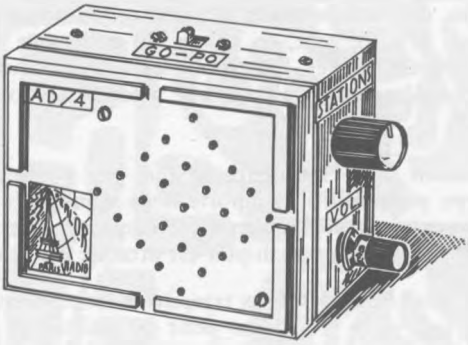


Fig. 49 – Vue du récepteur AD 4

Nous voyons en figure 49 la présentation de ce poste AD 4, dont le schéma de principe est représenté en figure 50.

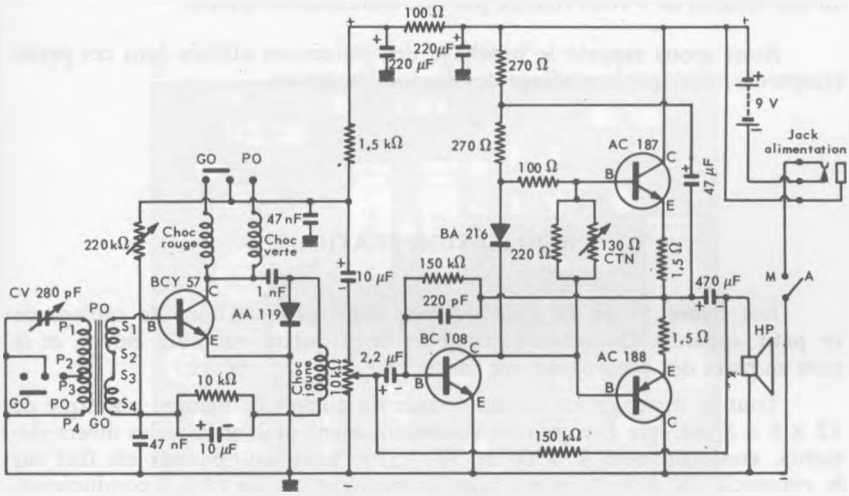


Fig. 50 – Le schéma de principe du AD 4

Ce modèle est un peu plus élaboré. Il reçoit les deux gammes d'ondes Petites Ondes et Grandes Ondes, il comporte par conséquent une commutation P.O. - G.O. C'est également un récepteur réflex, son amplification en basse fréquence se fait par 3 transistors, ce qui permet une écoute confortable sur petit haut-parleur.

Le cadre capteur comporte sur son barreau de ferrite deux enroulements primaires. En G.O. ces deux bobinages sont branchés en série ; en P.O. une section du commutateur de gammes court-circuite un enroulement à la masse. D'autre part, en charge du collecteur du BCY 57, nous trouvons deux bobines d'arrêt, l'une pour les G.O. et l'autre pour les P.O. ; la sélection de ces éléments se fait par une seconde section du commutateur de gammes.

L'amplification basse fréquence se fait par 4 transistors. L'étage de sortie est du type push-pull, il comporte deux transistors AC187 et AC188 de type **complémentaire**, on peut en effet constater que l'un est un P.N.P. et l'autre un N.P.N. Cet étage push-pull est attaqué par le **déphaseur** BC108.

La tension inter-bases des deux transistors est provoquée par une diode. En parallèle sur celle-ci se trouve un pont de résistances où l'on remarque la **thermistance** de 130 ohms destinée à stabiliser le montage en fonction de la température, elle diminue le courant de repos lorsque la température augmente. Le haut-parleur est un modèle de 8 ohms d'impédance et de 7 cm de diamètre. Il est attaqué par le signal de sortie par l'intermédiaire du condensateur de liaison de 470 μF. Ici également, nous trouvons une prise de jack d'alimentation, permettant de couper les piles et de les remplacer par une alimentation secteur de 9 V appropriée.

Remarquer ici que la tension d'alimentation fournie par les piles n'est que de 6 volts, uniquement pour une question de logement et d'encombrement. Mais l'appareil peut fonctionner avec une pile de 9 volts extérieure, ou une tension de 9 volts fournie par une alimentation secteur.

Nous avons rappelé le brochage des transistors utilisés dans ces petits récepteurs, ainsi que le repérage des diodes détectrices.

RÉALISATION PRATIQUE

Les figure 51 et 52 vous aideront dans les opérations de câblage de ce petit appareil. On retrouve toujours la plaquette vue côté cuivre, et la mise en place des composants sur l'autre face.

Tout le montage est contenu dans un coffret de matière plastique de 12 x 9 x 5 cm, que l'on percera convenablement pour y fixer les divers éléments, conformément à la figure 53. Ici, le petit haut-parleur est fixé sur le couvercle du coffret, et est relié au montage par un fil à 2 conducteurs. Les fils de sortie du bobinage capteur sont bien repérés, en relation avec le schéma de principe. Il faut faire attention lorsqu'on manipule ces fils, ils sont fins, rappelons qu'il faut les décaper avant soudage, en les grattant doucement pour que le métal soit mis à nu. Nous ne répèterons pas ici ce qui a déjà été dit pour les montages précédents et qui est commun à toute cette série.

En voici terminé avec la description de ces petits postes, radio-récepteurs simples et à la portée des amateurs même encore pas très entraînés en matière de radio-montage.

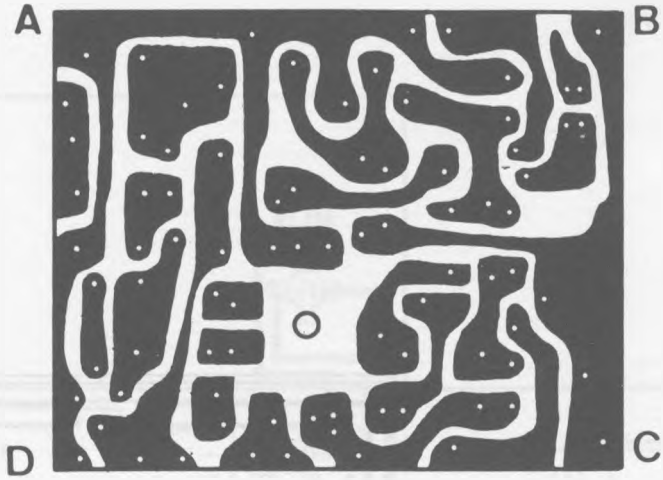

A
B
C
D

Fig. 51

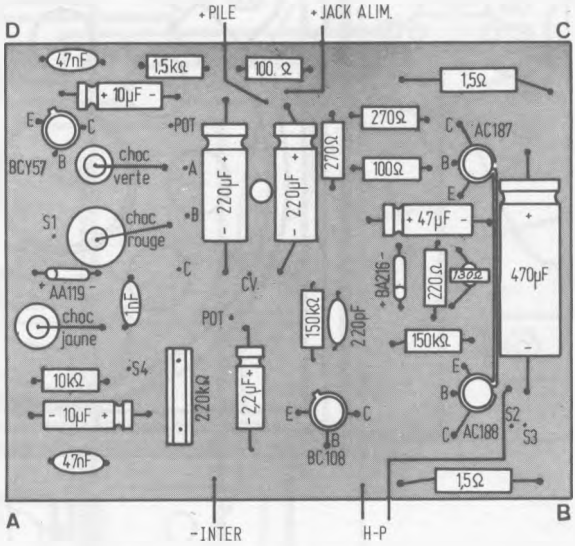

+PILE
+JACK ALIM.
D
C
47nF
1,5kΩ
100 Ω
1,5Ω
+ 10µF -
E
C
B
BCY57
POT
choc verte
A
220µF
220µF
270Ω
270Ω
100Ω
C
AC187
B
E
S1
choc rouge
B
+ 47µF -
470µF
C
AA119
1nF
choc jaune
CV
POT
150kΩ
220pF
BA216
220Ω
150Ω
150kΩ
S4
10kΩ
- 10µF +
220kΩ
2,2µF
E
C
B
BC108
E
B
C
AC188
S2
S3
47nF
1,5Ω
A
B
-INTER
H-P

Fig. 52

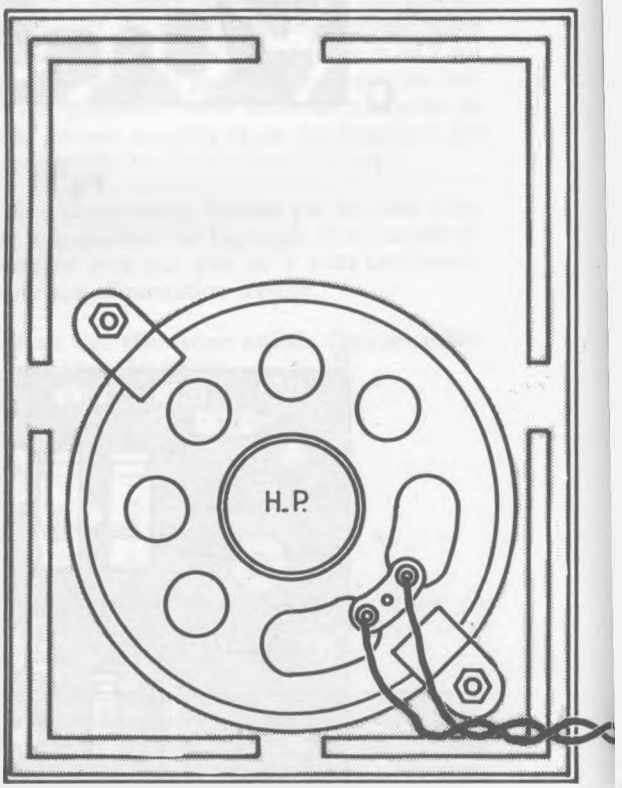
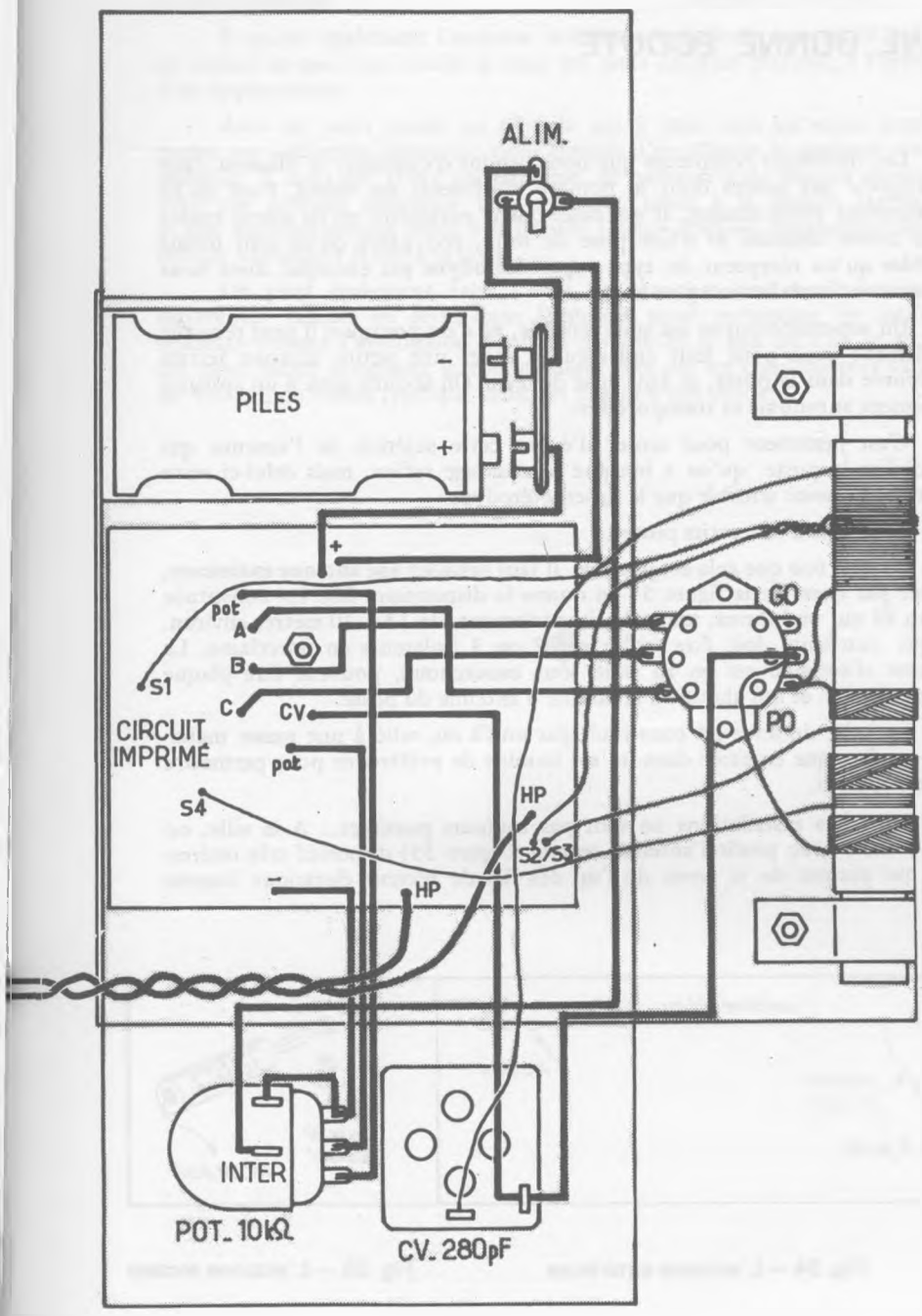


Fig. 53


ALIM.
PILES
-
+
+
pot
A
B
S1
C
CV
CIRCUIT
IMPRIMÉ
pot
S4
-
HP
HP
S2/S3
GO
PO
INTER
POT. 10kΩ
CV. 280pF

LES CONDITIONS D'UNE BONNE ECOUTE

Les différents récepteurs que nous venons d'examiner se classent dans la catégorie des postes dont le nombre d'éléments est réduit. Pour qu'ils fonctionnent correctement, il est absolument nécessaire qu'ils soient munis d'une bonne antenne et d'une prise de terre, ceci parce qu'ils sont **moins sensibles** qu'un récepteur du type **superhétérodyne** par exemple, dont nous examinerons la réalisation plus loin.

Un superhétérodyne est plus sensible, et c'est pourquoi il peut recevoir simplement avec pour tout collecteur d'ondes une petite antenne ferrite **incorporée dans le poste**, et sans prise de terre. On aboutit ainsi à un appareil totalement **autonome et transportable**.

C'est justement pour tenter d'éviter cette sujétion de l'antenne qui immobilise le poste, qu'on a imaginé le montage reflex, mais celui-ci reste malgré tout moins sensible que le superhétérodyne.

Revenons à nos petits postes...

Chaque fois que cela est possible, il faut installer une **antenne extérieure**, comme par exemple la figure 54 en donne la disposition. Elle est constituée par un fil nu, multibrins, tendu horizontalement, de 15 à 20 mètres environ. Chaque extrémité doit être isolée par 2 ou 3 isolateurs en porcelaine. La descente d'antenne est en fil isolé sous caoutchouc, pouvant être plaqué contre un mur, et qui aboutit à la douille d'antenne du poste.

La prise de terre est constituée par un fil nu, relié à une masse métallique quelconque enterrée dans un **sol humide** de préférence pour permettre un bon contact.

De telles installations ne sont pas toujours possibles... A la ville, on peut utiliser avec profit l'**antenne secteur** (figure 55) dispositif très intéressant qui permet de se servir de l'un des fils du secteur électrique comme

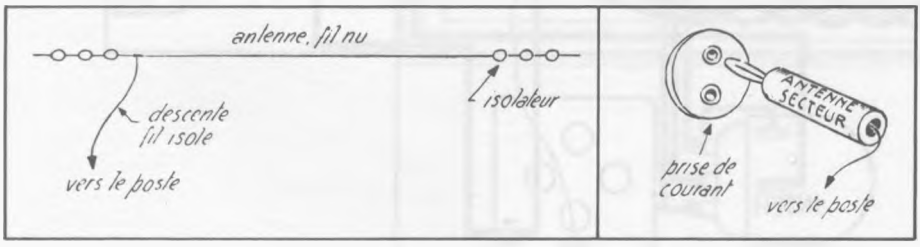


Fig. 54 — L'antenne extérieure **Fig. 55 — L'antenne secteur**

antenne. Elle contient en fait un condensateur dont la capacité bloque le 50 hertz du secteur, mais laisse passer la haute fréquence.

Une bonne prise de terre peut être obtenue en reliant un fil nu à un tuyau d'eau, ou de gaz, ou de chauffage central, par l'intermédiaire d'un collier de serrage.

Il existe également **l'antenne intérieure** constituée par un fil enroulé en ressort et que l'on installe le long des murs ou d'un plafond, à l'intérieur d'un appartement.

Avec un petit poste, on n'hésite pas à faire tous les essais possibles parmi ces différents éléments, pour essayer d'en obtenir le meilleur résultat possible. Il nous est arrivé par exemple, de parvenir à de bonnes réceptions avec une antenne intérieure très ordinaire, reliée à la douille «antenne», et une antenne-secteur reliée à la douille «terre». Parfois, uniquement avec la douille «antenne» reliée à la terre.

On peut également faire l'essai de brancher des condensateurs de différentes valeurs en série dans l'antenne pour rechercher les meilleurs résultats suivant l'installation dont on dispose et le lieu où l'on se trouve. On peut même remplacer le condensateur fixe par un condensateur variable de 490 pF, du même type que ceux des postes à une diode.

◆

CHAPITRE IV

DES RECEPTEURS EN MONTAGES PROGRESSIFS

Les montages progressifs que nous proposons de décrire ici ont été étudiés et réalisés pour l'amateur-radio qui désire monter lui-même un très bon récepteur, complet et moderne, mais ne se sent pas encore très sûr de lui et hésite à se lancer d'emblée dans un tel montage qui lui paraît encore assez compliqué.

Il y a également un aspect financier de la question, non négligeable. Le fait de pouvoir procéder par une série de montages successifs, s'augmentant progressivement, permet en effet **un étalement de l'achat du matériel.**

Car ici, on commence par faire un petit poste **extrêmement simple, de faible prix de revient**, qui fonctionne quasi-automatiquement, même monté par un profane. Ensuite on ajoute progressivement des pièces détachées, et on réalise ainsi des montages de **plus en plus importants**, pour aboutir finalement à un superhétérodyne complet et moderne.

Par cette formule, aussi bien la difficulté technique que la dépense d'argent se trouvent «étalées».

Voyons donc ce que sont ces montages.

UN POSTE ULTRA-SIMPLIFIE

LE RMP.1

Pour commencer cette série, nous avons donc établi un schéma de récepteur très simple, tellement simple que pratiquement... n'importe qui est **obligé de le réussir...** à la seule condition évidemment de savoir tenir un fer à souder et s'en servir.

Ce schéma est donné en figure 56.

Nous utilisons ici un bobinage **à noyau plongeur** PER. 64. Il évite l'emploi d'un condensateur variable. L'accord se fait par déplacement, à l'intérieur d'un bâtonnet de ferrite. Celui-ci est relié par câble et ressort au bouton de recherche des stations d'émission. Il comporte deux enroulements

distincts, l'un pour les G.O. et l'autre pour les P.O., et chacun de ces bobinages comporte une entrée d'antenne distincte.

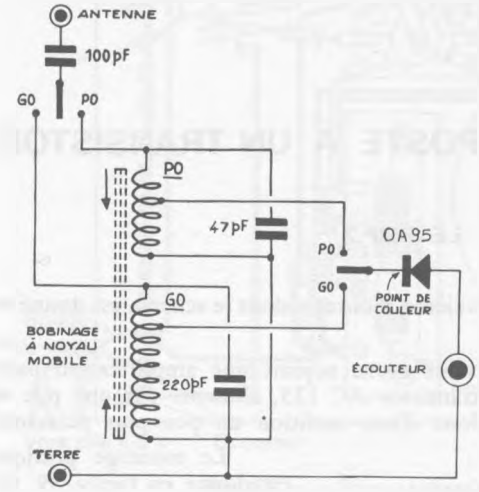


Fig. 56 – Le RMP.1, un récepteur à une diode détectrice...

Un petit commutateur à 2 positions permet de mettre l'un ou l'autre en service, nous arrivons ensuite à la diode détectrice, puis à l'écouteur. Celui-ci doit être de type électromagnétique, à bobinage. Ce poste fonctionne avec antenne et prise de terre.

La réalisation pratique est illustrée par la figure 57.

Dès le début de cette série, nous utilisons comme support le panneau de bakélite qui fera également partie du dernier de nos montages. C'est pourquoi nous lui voyons notamment un trou destiné à recevoir un haut-parleur.

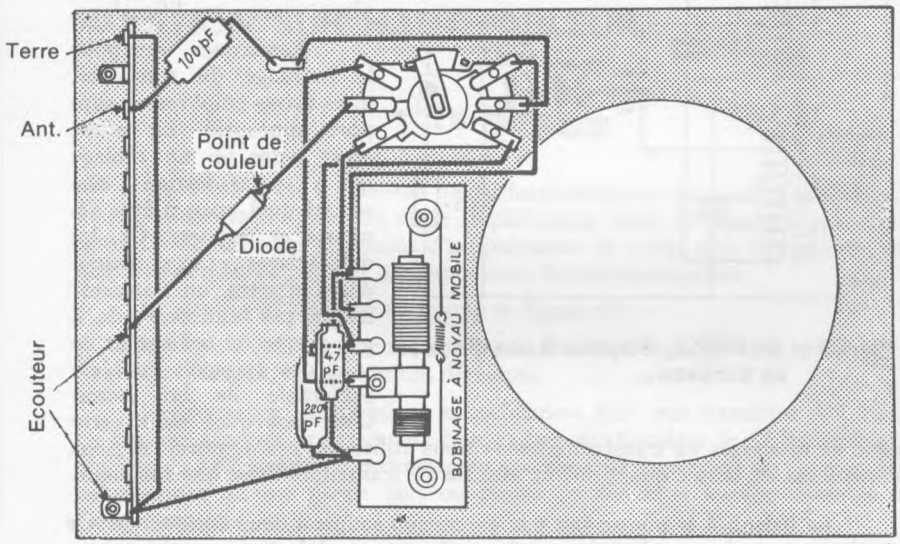


Fig. 57 – ... Et sa réalisation pratique

A droite, une grande barrette-relais, très commode pour relier entre elles plusieurs connexions. Celles-ci étant peu nombreuses, on pourra les faire en fil nu sans crainte de les voir se toucher entre elles.

Les fils qui viennent de l'antenne, de la terre et du casque se terminent par une fiche banane et une pince crocodile que l'on pince sur la cosse-relais convenable de la barrette.

UN POSTE A UN TRANSISTOR

LE RMP.2

Voyons maintenant le deuxième montage, dont le schéma est donné en figure 58.

Au montage précédent, nous avons adjoint une amplification basse fréquence, constituée par un transistor AC 125, alimenté par une pile de 4,5 volts ; nous bénéficions donc d'une audition un peu plus puissante.

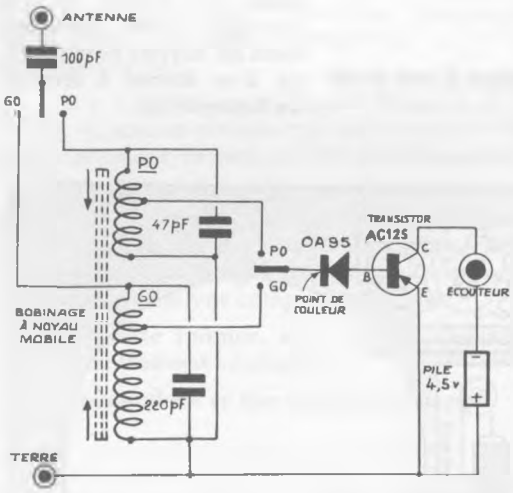


Fig. 58 — Le RMP.2, récepteur à une diode et un transistor...

Le montage pratique est donné en figure 59. On peut constater que l'on utilise à nouveau la plus grande partie des éléments du montage précédent, dont une bonne partie peut rester en place sans modifications.

Remarquez que pour le montage du transistor, nous avons employé un support approprié. En effet, nous avons ici un câblage qui n'est pas destiné à rester tel quel, mais à être démonté et remonté. Or, les dessoudages et les ressoudages répétés, un transistor n'aime pas beaucoup cela, il y a risque de brûlage et ce sont des épreuves qu'il est préférable de lui éviter. C'est pourquoi dans cette série de montages «à transformations» nous utiliserons ces supports ; et nous conseillons de laisser quand même aux fils de transistors **toute leur longueur.**

La liaison à la pile se fait par un cordon souple à deux conducteurs de couleurs ; on réserve généralement **la couleur rouge** à la borne **positive**, bien qu'il n'y ait aucune convention absolue à ce sujet. Nous vous rappelons que vous devrez identifier la polarité de la pile que vous utiliserez, voyez cette question qui a été traitée au premier chapitre.

Lorsqu'on veut arrêter l'écoute, il faut couper le circuit de la pile pour éviter qu'elle ne débite en permanence ; cela se fait facilement en débranchant l'une des bornes, soit du casque, soit de la pile.

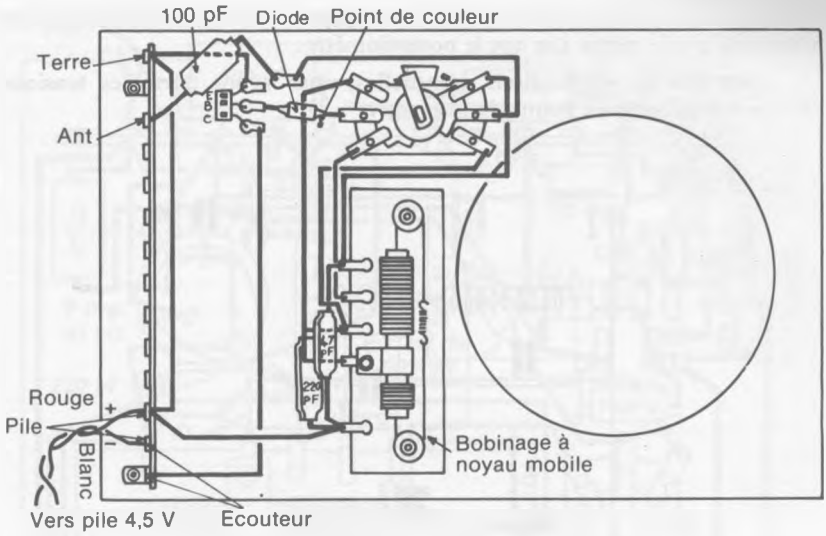


Fig. 59 — ... Et sa réalisation pratique

AUDITION SUR HAUT-PARLEUR

LE RMP.3

Le RMP.3 est à nouveau un perfectionnement du modèle précédent, auquel nous avons ajouté un étage amplificateur basse fréquence supplémentaire. De ce fait nous disposons d'un puissance de sortie plus importante, ce qui nous permet de pouvoir actionner cette fois un haut-paleur.

Le schéma de principe est donné en figure 60.

Nous pouvons voir que toute la partie, Haute Fréquence reste identique : bobinage d'accord, commutation, détection.

Vient ensuite la première amplification B.F. par transistor AC 125. La tension détectée apparaît aux bornes du potentiomètre de 47 kilohms qui réalisera la commande de puissance du poste, par la manœuvre du curseur qui ne transmet qu'une partie plus ou moins grande de la tension détectée à l'amplification.

La tension de polarisation de la base du AC 125 est déterminée par le pont diviseur de 22 et 33 kilohms. La tension amplifiée apparaît aux bornes de la résistance de charge de 3,3 kilohms. A partir de là, nous voyons un condensateur de liaison de 10 μF qui transmet à l'étage amplificateur suivant.

Cet étage, équipé d'un AC 132, est monté d'une façon sensiblement identique. Nous trouvons en sortie un haut-parleur de 12 cm de diamètre,

impédance du primaire 680 ohms. L'interrupteur de mise en marche est commandé par le même axe que le potentiomètre.

Aux fins de vérifications éventuelles, nous avons porté les tensions relevées aux principaux points du montage.

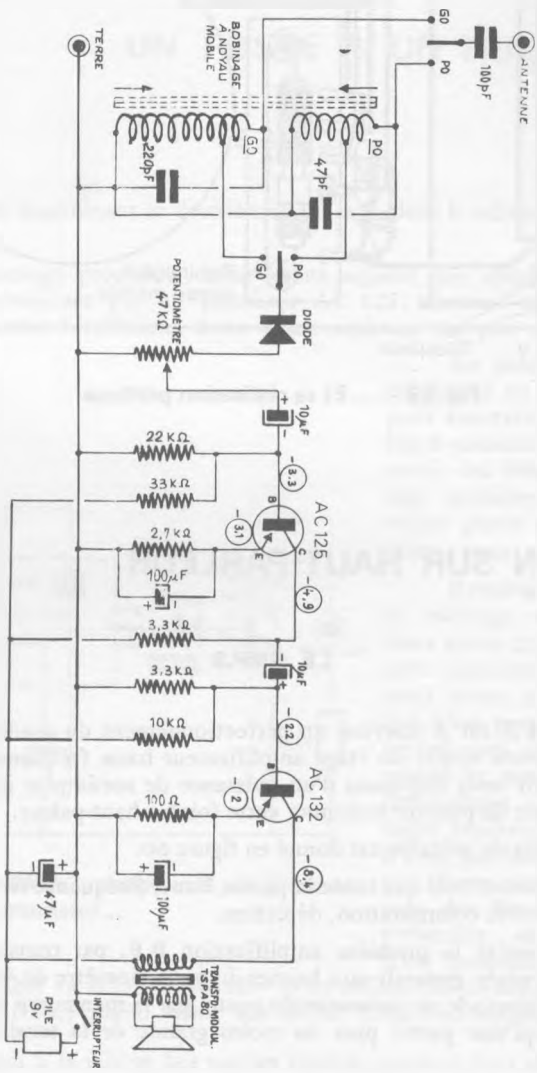


Fig. 60 — Le RMP. 3, audition sur haut-parleur...

Le plan de câblage de ce montage est donné en figure 61.

Ici également, nous utilisons deux supports de transistors, pour les raisons de sécurité déjà exposées.

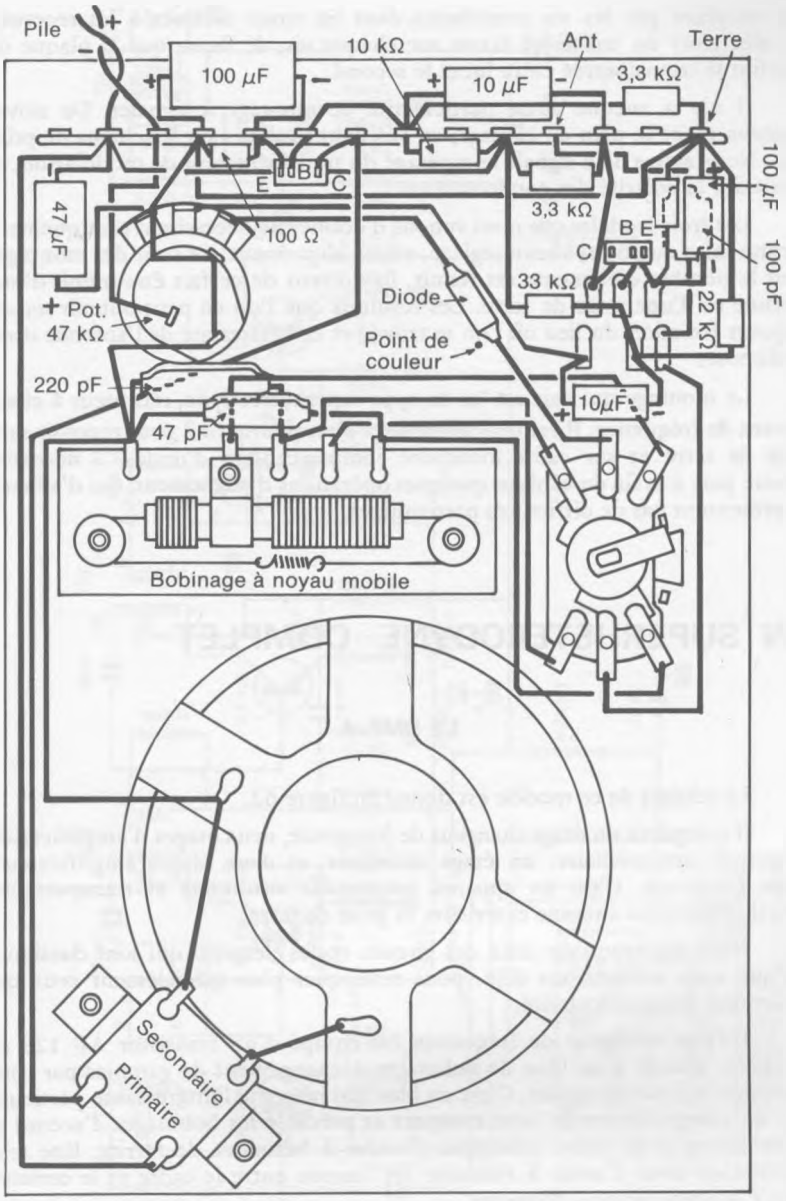


Fig. 61 — ... Et sa réalisation pratique

Le haut-parleur ne doit pas être posé et fixé tel quel sur la face câblage de la plaquette-support, mais introduit dans la découpe qui lui est réservée par le côté opposé au câblage. On utilise pour sa fixation des vis de 20 mm, elles sont d'abord serrées sur le haut-parleur lui-même à l'aide d'écrous (un par vis). On met ensuite sur chacune d'elles un second écrou, puis le haut-pauleur est

mis en place par les vis introduites dans les trous destinés à les recevoir. On met alors un troisième écrou sur chaque vis, de façon que la plaque de bakélite se trouve serrée entre lui et le second.

Il n'y a aucune autre particularité de montage à signaler. On suivra soigneusement le plan de câblage, en vérifiant toujours sur le schéma de principe. Nous avons déjà signalé le repérage du transformateur de modulation, et insisté sur la polarité des condensateurs.

Les trois modèles que nous venons d'étudier ne nécessitent pratiquement aucune mise au point, aucun réglage, aucun alignement. Ce sont des montages dont le nombre d'éléments est réduit, ils doivent de ce fait être munis d'une antenne et d'une prise de terre. Les résultats que l'on en peut obtenir seront toujours fonction du lieu où l'on se trouve et de l'efficacité de l'antenne dont on dispose.

Le montage qui suit est lui du type **superhétérodyne**, récepteur **à changement de fréquence**. Il est **plus sensible** et c'est pourquoi il peut recevoir sans prise de terre et sur cadre incorporé comme capteur d'ondes. Il nécessite d'autre part à la fin du câblage quelques opérations **d'alignement**, qui d'ailleurs ne présentent pas de difficultés particulières.

UN SUPERHETERODYNE COMPLET

LE RMP. 4

Le schéma de ce modèle est donné en figure 62.

Il comporte un étage changeur de fréquence, deux étages d'amplification fréquence intermédiaire, un étage détecteur, et deux étages amplificateurs basse fréquence. C'est un appareil totalement **autonome et transportable**, fonctionnant sans antenne extérieure ni prise de terre.

Nous passerons sur ceux des circuits et des éléments qui sont classiques ou que nous connaissons déjà, pour remarquer plus spécialement ceux qui présentent une particularité.

L'étage changeur de fréquence est équipé d'un transistor AF 125 ou similaire, associé à un bloc de bobinages à changement de gammes par commutation à touches-clavier. C'est un bloc qui présente l'intéressante particularité de comporter en un tout **compact et précâblé** les bobinages d'accord et d'oscillation et le cadre collecteur d'ondes à bâtonnet de ferrite. Une telle conception évite d'avoir à exécuter les liaisons entre le cadre et le commutateur, souvent sources d'erreurs.

Le condensateur variable comporte deux cages, l'une de 280 pF et l'autre de 120 pF, cette dernière étant associée aux bobinages d'oscillation.

Ce poste peut également être utilisé à l'intérieur d'une voiture automobile. On sait que dans un tel cas la réception sur cadre peut se révéler insuffisante, la carrosserie métallique du véhicule agissant comme une **cage de Faraday**. D'où la nécessité de recevoir sur antenne fixée à l'extérieur de la voiture, et c'est pourquoi le bloc accord-oscillateur comporte une cosse qui est reliée à la douille d'antenne.

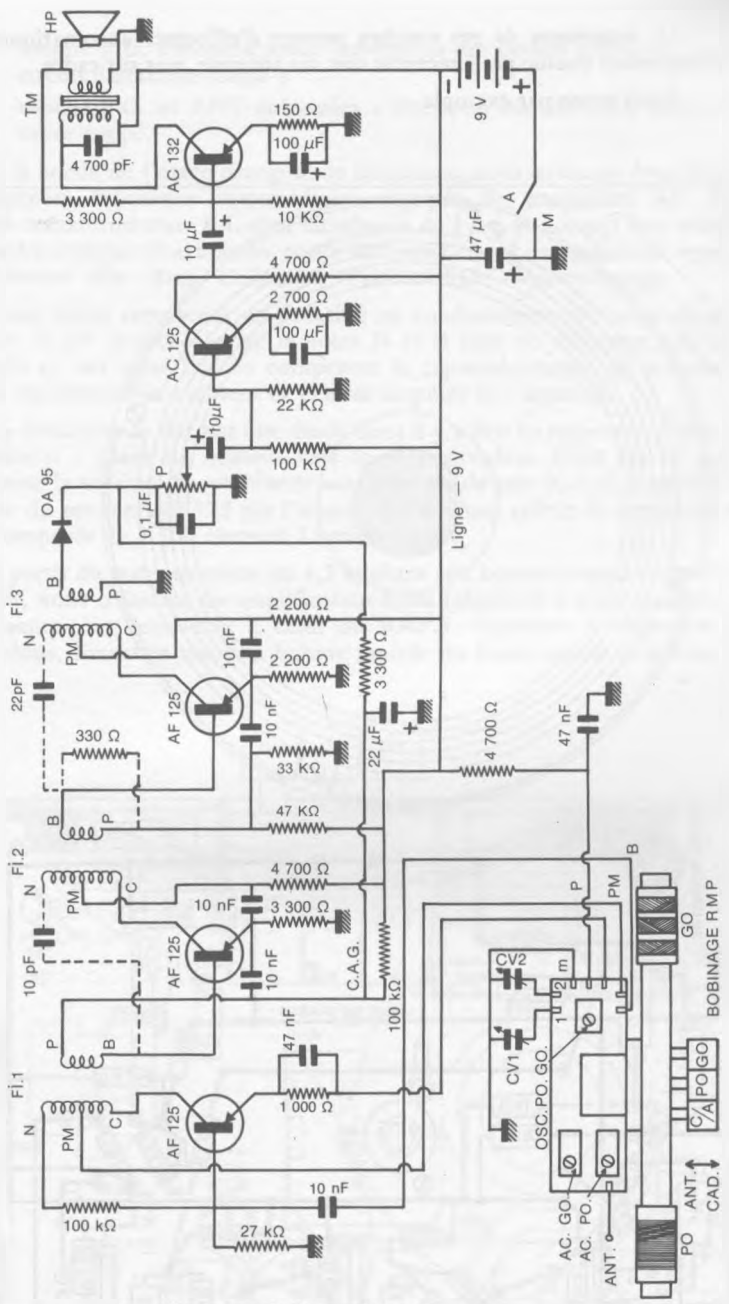


Fig. 62 — Le RMP.4, un récepteur à 5 transistors

CV — Condensateur variable
CV1 — CV Accord 280 pF
CV2 — CV Oscillateur 120 pF
TM : Transformateur de modulation TSA 80. Impédance 680 ohms
HP : Haut-parleur 12 cm. Impédance 5 ohms
P : Potentiomètre 4 700 ohms, avec interrupteur

B : Base
PM : Prise Médiane
P : Pile
C : Collecteur
N : Neutrodynage
: Ligne de masse

La manœuvre de ses touches permet d'effectuer automatiquement la commutation voulue pour recevoir soit sur antenne, soit sur cadre.

Nous avons par exemple :

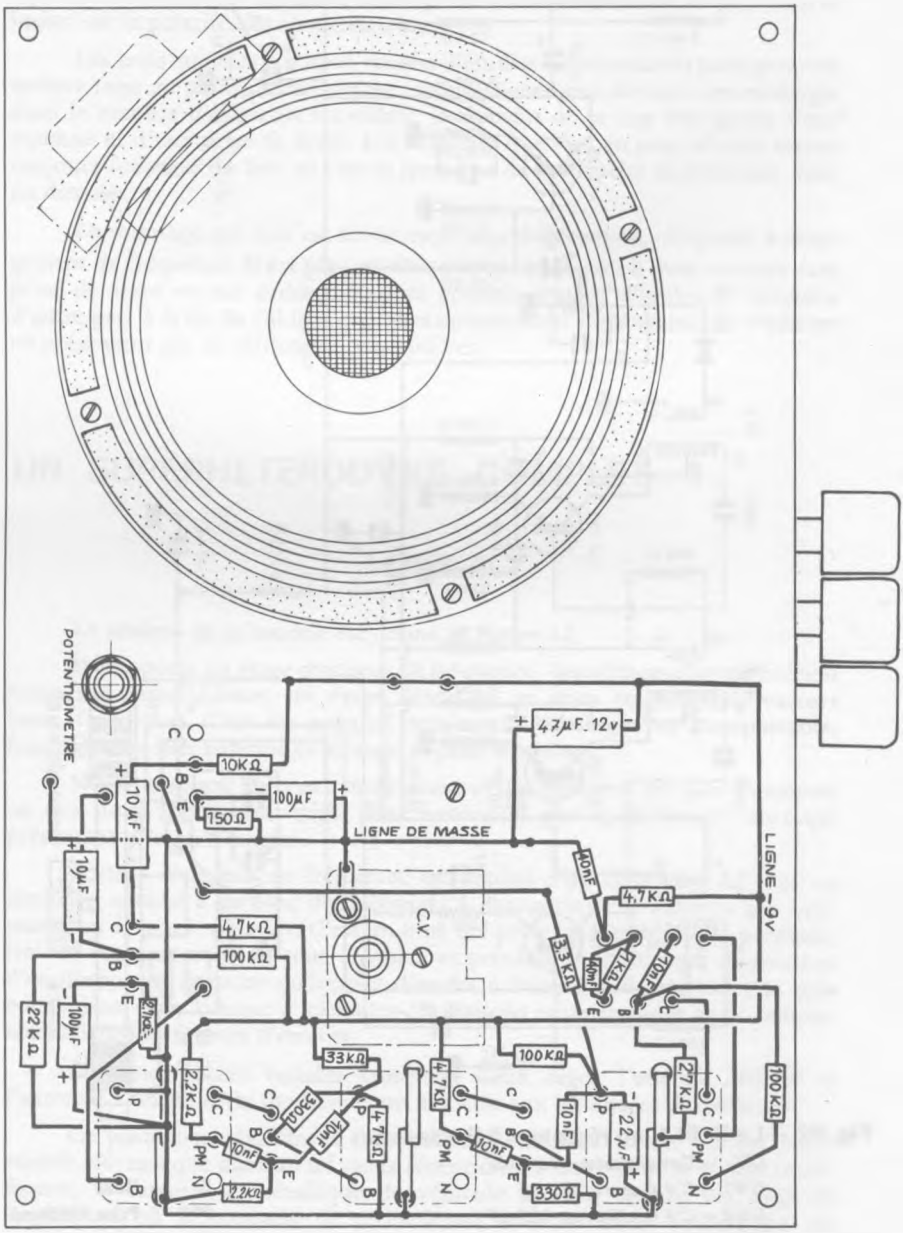


Fig. 63 — Vue du câblage sur la face avant, qui viendra porter contre le coffret

- touche P.O. enfoncée seule : réception des petites ondes sur cadre, circuit d'antenne coupé ;
- touche P.O. et ANT enfoncées : réception sur antenne, circuit du cadre coupé.

A la sortie de l'étage changeur de fréquence, nous trouvons deux étages amplificateurs fréquence intermédiaire, équipés de transistors AF 125. Les trois transformateurs F.I. sont numérotés de 1 à 3 et doivent être montés dans l'ordre indiqué. Chacune des cosses de branchement est également repérée par des lettres : Pile - Base - Collecteur - Prise médiane - Neutrodynage.

Nous avons représenté en pointillé les condensateurs de neutrodynage de 10 et 22 pF branchés entre le point N et la base du transistor ; ils sont facultatifs et ont pour but de compenser la capacité interne du transistor. Nous en reparlerons au moment de la mise au point de l'appareil.

La détection se fait par une diode dont il y a lieu de respecter le sens de branchement : point de couleur vers le potentiomètre. C'est sur ce point qu'est prise la tension de **commande automatique de gain** (C.A.G.), appliquée à la base du premier AF 125 par l'intermédiaire d'une cellule de constante de temps composée de 3 300 ohms et 22 microfarads.

A partir du potentiomètre de 4,7 kilohms aux bornes duquel apparaît le signal BF, nous trouvons un amplificateur basse fréquence à deux transistors, assez classique et semblable à celui du RMP.3. Signalons la résistance de 3 300 ohms, branchée entre la bobine mobile du haut-parleur et la base de

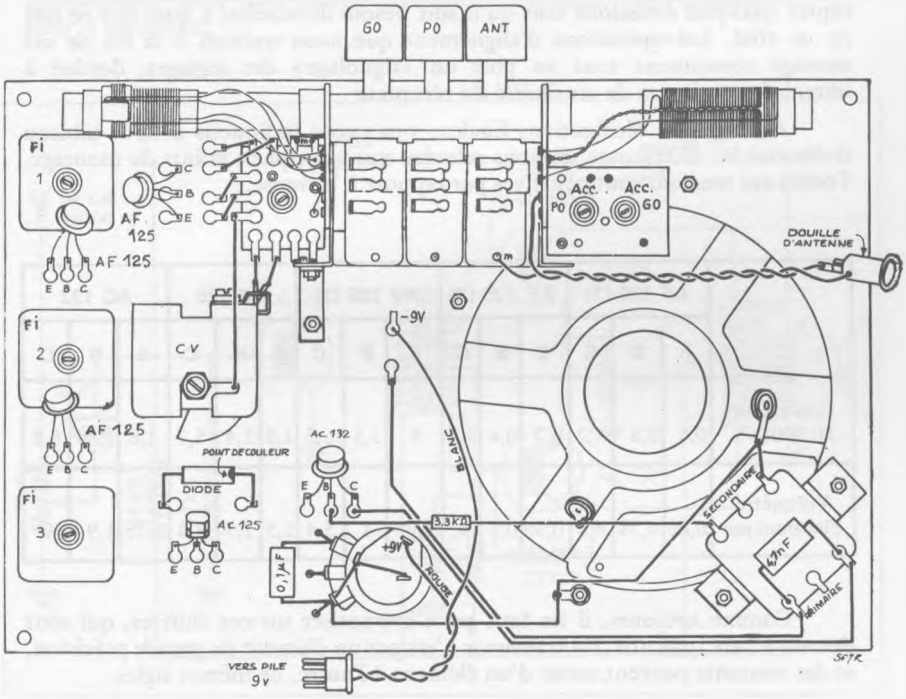


Fig. 64 — Vue du câblage sur la face arrière

l'AC 132, et qui constitue un circuit de contre-réaction destiné à améliorer la musicalité, tout en faisant partie du pont diviseur de la base.

Le haut-parleur utilisé est exactement le même que celui que nous avons employé pour le montage précédent.

Le câblage est cette fois réalisé sur les deux faces de notre même plaquette de bakélite, dont les figures 63 et 64 vous donnent une vue.

La face avant est celle qui vient porter contre le coffret, et de ce côté le câblage doit être exécuté **très plat** pour éviter des difficultés au moment de la mise en coffret. Pratiquement, il ne faut pas excéder l'épaisseur des tasseaux de bois du coffret sur lesquels vient se fixer tout le montage, soit 1 cm au maximum.

Pour ces mêmes raisons d'encombrement, le haut-parleur doit être fixé **par l'avant** de la plaquette, comme nous l'avons indiqué pour le montage du RMP.3, sinon sa culasse empêche la fermeture du coffret. Nous avons ici un câblage qui est plus tassé, plus «touffu». Il y a lieu en conséquence de la réaliser très soigneusement ; éviter que des résistances, fils ou autres éléments ne se touchent entre eux. Voyez à ce sujet ce qui est dit à la fin de cet ouvrage, rubrique «causes d'insuccès»...

Les transistors qui n'ont plus à être déplacés pourront maintenant être soudés sur les trois cosses qui leur sont réservées.

Rappelons que les transformateurs FI et le bloc d'accord de ce genre de montage sont toujours livrés essayés et préréglés par le fabricant. Dès la mise en route, si aucune erreur n'a été commise, on doit immédiatement pouvoir capter quelques émissions sans qu'il soit besoin de toucher à quoi que ce soit de ce côté. Les opérations d'alignement que nous traitons à la fin de cet ouvrage constituent tout au plus un «fignolage» des réglages, destiné à obtenir le maximum de sensibilité du récepteur.

Aux fins de vérifications finales, nous vous indiquons dans le tableau ci-dessous les différentes tensions relevées aux principaux points du montage. Toutes ces tensions sont négatives par rapport à la masse.

	AF 125 (1)			AF 125 (2)			AF 125 (3)			AC 125			AC 132		
	E	B	C	E	B	C	E	B	C	E	B	C	E	B	C
Contrôleur 10 000Ω/V	0,6	0,8	4,7	0,2	0,4	3,8	4	3,5	5,5	1,5	1,4	5,7	1,8	1,84	8,8
Voltmètre Électronique	0,85	0,78	4,6	0,35	0,5	4	3,95	4	5,4	1,5	1,7	6,4	1,75	1,9	9

Comme toujours, il ne faut pas s'hypnotiser sur ces chiffres, qui sont donnés à titre indicatif. Un transistor n'est pas un élément de grande précision, et des courants peuvent varier d'un élément à l'autre, de mêmes sigles.

Voyez les brochages des transistors au début de ce livre. L'AF 125 comporte 4 broches, dont une broche de masse. Ici on peut se contenter de laisser

cette broche «en l'air», non reliée. Aux deux derniers transformateurs F.I., nous voyons un point N, «neutrodynage» ; les liaisons des 10 et 22 pF sont portées en pointillés ils sont facultatifs ; si l'on ne constate aucun accrochage F.I. on ne les met pas, ce qui laisse à l'appareil son maximum de sensibilité. Un accrochage F.I. se manifeste par un sifflement aigu, qui varie quand on manœuvre le C.V. et également le potentiomètre. Un procédé également possible de juguler une entrée en oscillation d'un étage amplificateur F.I. est de brancher une résistance de 300 à 500 ohms environ, comme nous l'avons représenté également en pointillé.

La contre-réaction peut déclencher une oscillation B.F. se traduisant par un fort sifflement, indépendant du potentiomètre. Le remède est très simple et fort connu, il suffit d'inverser les deux fils du secondaire du transformateur de modulation, à leur liaison aux cosses du haut-parleur.

ETAGE DE PUISSANCE PUSH-PULL

LE RMP.5

Le cinquième de nos montages progressifs que nous allons étudier maintenant ne constitue pas à proprement parler un montage séparé et autonome, indépendant, mais bien plutôt un perfectionnement, une amélioration du RMP.4 précédent.

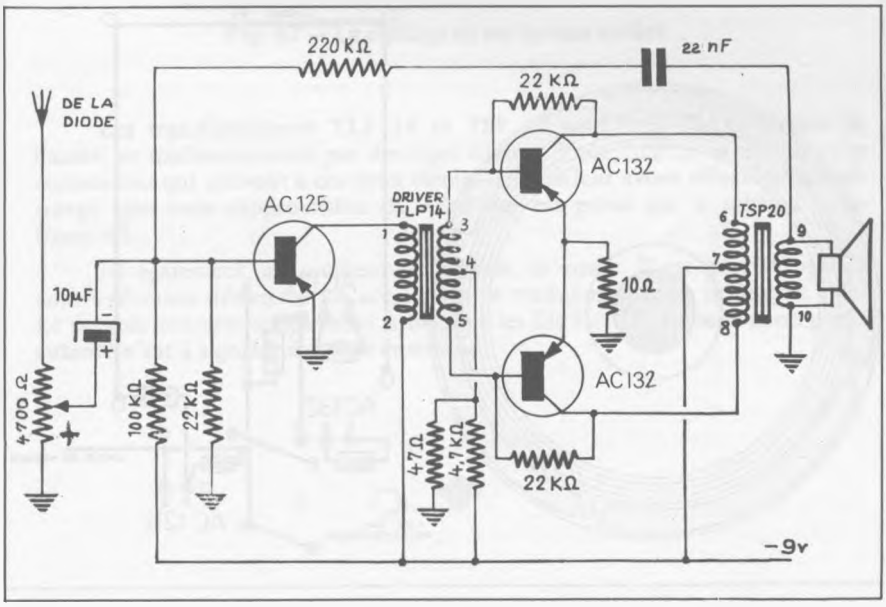


Fig. 65 — Le RMP.5, étage de puissance push-pull

Ce dernier est un superhétérodyne à 5 transistors, donc très classique et fort répandu tel quel, et qui donne à l'usage toute satisfaction. Mais on peut par exemple vouloir en obtenir une puissance sonore plus grande. C'est le cas notamment lorsqu'on veut écouter à l'intérieur d'une voiture dont certains modèles sont assez bruyants. L'amélioration possible consiste alors à adopter un amplificateur basse fréquence plus puissant, en l'occurrence un étage push-pull, et notre poste devient alors un superhétérodyne à 6 transistors.

En figure 65, nous avons représenté la modification du schéma qui est à apporter, à partir de l'AC 125 pour lequel rien n'est changé.

A partir du collecteur, la résistance de charge est remplacée par un transformateur appelé «Driver», ou déphaseur, dont le rôle est de délivrer des signaux déphasés de 180 degrés, et dont chaque extrémité du secondaire attaque les bases du push-pull.

Ce dernier étage comporte deux AC 132 ou similaires. Du point de vue potentiel continu, nous trouvons encore ici deux résistances de 47 ohms et 4,7 kilohms montées en pont diviseur de tension aux bornes de la pile. Leur point de jonction est relié au point milieu du secondaire, donc aux bases, dont le potentiel se trouve ainsi bien déterminé. Les émetteurs sont reliés ensemble et polarisés par une même résistance de 10 ohms.

La tension amplifiée se retrouve aux collecteurs, dans le circuit desquels est inséré le transformateur de modulation du haut-parleur. Les résistances de 22 kilohms constituent des circuits de contre-réaction et nous trouvons d'autre par un circuit de contre-réaction totale cette fois, qui englobe tout l'amplificateur basse fréquence. Il est constitué par, partant de la bobine mobile du haut-parleur, une capacité de 22 nF en série avec une résistance de

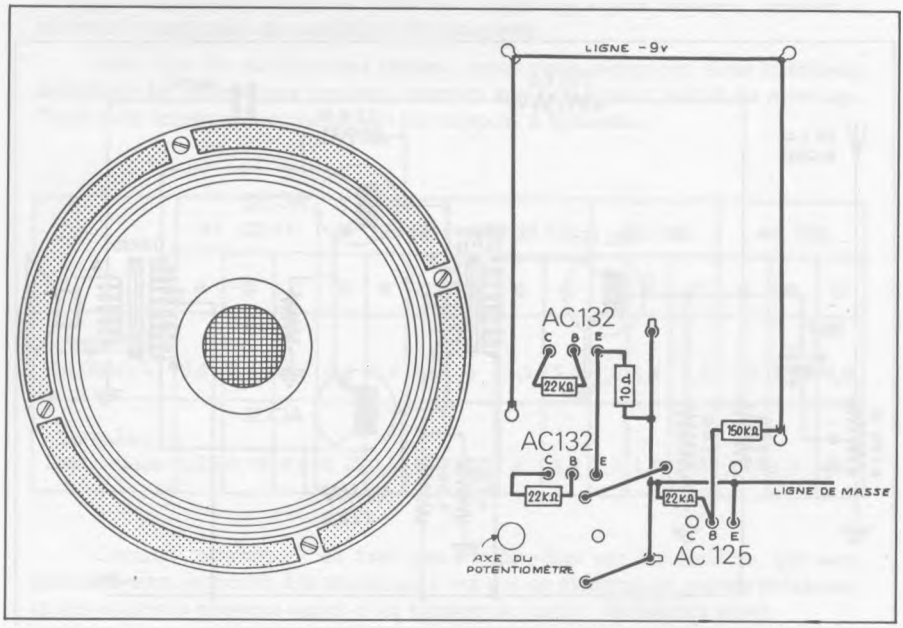


Fig. 66 — Le câblage vu sur la face avant.

220 kilohms aboutissant à la base de l'AC 125 donc à l'entrée de l'amplificateur.

Les figures 66 et 67 vous indiquent comment peuvent être effectuées les modifications qui doivent être apportées au RMP.4 pour aboutir au RMP.5.

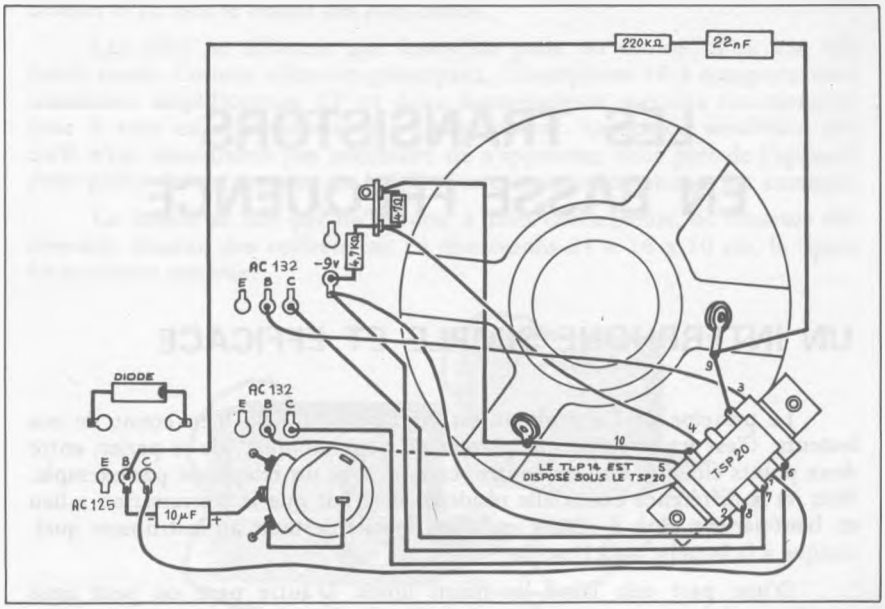


Fig. 67 — Le câblage vu sur la face arrière

Les transformateurs TLP 14 et TSP 20 sont fixés l'un au-dessus de l'autre, et maintenus ainsi par des tiges filetées. Pour faciliter le repérage des connexions qui arrivent à ces deux éléments, nous leur avons affecté un numérotage que vous rapprocherez de celui qui est porté sur le schéma de la figure 65.

Ici également, au moment de la mise en route, il est possible que la contre-réaction déclenche un accrochage se traduisant par un sifflement aigu. Le remède consiste simplement à inverser les fils 9 et 10. Aucune autre particularité n'est à signaler dans cet ensemble.

CHAPITRE V

LES TRANSISTORS EN BASSE FREQUENCE

UN INTERPHONE SIMPLE ET EFFICACE

Le principe de l'interphone est certainement déjà bien connu de nos lecteurs. C'est un appareil qui permet de communiquer, de se parler, entre deux points éloignés l'un de l'autre, comme avec un téléphone par exemple. Mais ici la différence essentielle réside dans le fait que la conversation a lieu en **haut-parleur** d'où il résulte qu'il est inutile de tenir un instrument quelconque à la bouche ou à l'oreille.

D'une part cela laisse les mains libres. D'autre part, on peut ainsi sans inconvénient se trouver éloigné de l'appareil. Il suffit de parler normalement à haute voix et on entend également très bien à distance.

Une telle installation trouve son emploi, notamment dans un local commercial ou industriel, pour correspondre entre deux parties éloignées. Le poste chef établit la liaison avec le poste secondaire et l'employé ainsi appelé peut recevoir des directives et répondre sans même quitter ses occupations.

En usage domestique, l'interphone peut être utilisé dans une villa par exemple, entre un étage supérieur et le sous-sol, ou entre la villa et la grille d'entrée ; dans un même appartement entre deux pièces situées assez loin l'une de l'autre. Le poste secondaire peut être utilisé en poste de surveillance pour faire entendre en permanence au poste chef ce qui se dit dans une pièce donnée. C'est le cas par exemple lorsqu'on veut surveiller une chambre d'enfants, ou une chambre de malade.

CARACTÉRISTIQUES DE L'INTERPHONE IT 3

L'ensemble comprend un poste chef et un poste secondaire. Il est équipé de transistors et est alimenté par des piles de poche, de modèle très courant et facilement remplaçable. Il est autonome, indépendant du secteur, et peut être utilisé rapidement en tous lieux, il est immédiatement prêt à l'emploi dès la mise en route.

Rappelons que les brochages des transistors utilisés sont figurés au début de ce livre.

Le poste chef comporte un interrupteur de mise en marche et un inverseur «Écoute-Parole» ; c'est lui qui dirige les opérations, il appelle, parle, puis donne la parole au poste secondaire. Ce dernier possède un inverseur «Appel-Repos», il peut également appeler le poste chef, même si celui-ci est en position «Arrêt». Cela évite donc que les piles ne débitent en permanence. On peut dire que pratiquement l'appareil est toujours prêt à fonctionner et ce avec le circuit des piles coupé.

Les piles ne débitent que lorsqu'on parle ou écoute, d'où une très faible usure. Comme éléments principaux, l'interphone IT.3 comporte trois transistors amplificateurs BF et deux hauts-parleurs spéciaux fonctionnant tour à tour en microphone et en haut-parleur. Sa grande sensibilité fait qu'il n'est absolument pas nécessaire de s'approcher tout près de l'appareil pour parler devant, comme on le fait pour certains microphones par exemple.

La liaison se fait par un cordon à trois conducteurs, de couleurs différentes. Chacun des coffrets fait en dimensions 21 x 16 x 10 cm, la figure 68 en donne une vue.

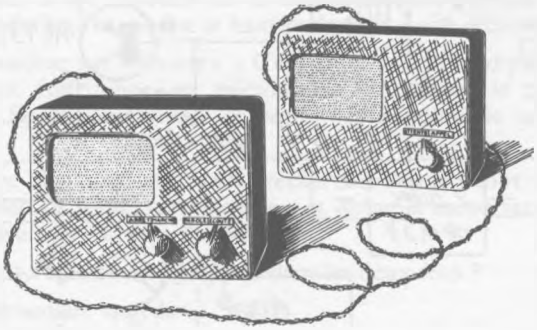


Fig. 68 — L'ensemble des 2 coffrets, le poste chef et le poste secondaire

Voyons maintenant le schéma de principe de nos appareils ; la figure 69 représente ce que contient le poste secondaire.

Nous y voyons essentiellement un haut-parleur qui peut fonctionner tour à tour en microphone et en haut-parleur. Il est relié à trois douilles qui sont fixées à l'arrière du coffret. L'inverseur «Appel-Repos» met en liaison

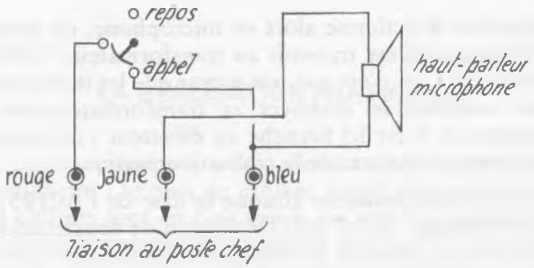


Fig. 69 — Le schéma du poste secondaire

les douilles bleue et rouge ou les sépare. C'est de cette façon que le poste secondaire appelle le poste chef, nous verrons plus loin à quoi correspondent ces douilles. Pour la liaison au poste chef, on utilise des fils de même couleur que les douilles.

Passons ensuite à l'examen du poste chef, donné en figure 70.

Nous y voyons essentiellement un amplificateur à deux étages. L'étage d'entrée est équipé d'un transistor AC125 et l'étage de sortie de deux AC132 fonctionnant en push-pull. Pour bien suivre les circuits et le fonctionnement, prenons le cas par exemple, où le commutateur est branché sur «Parole».

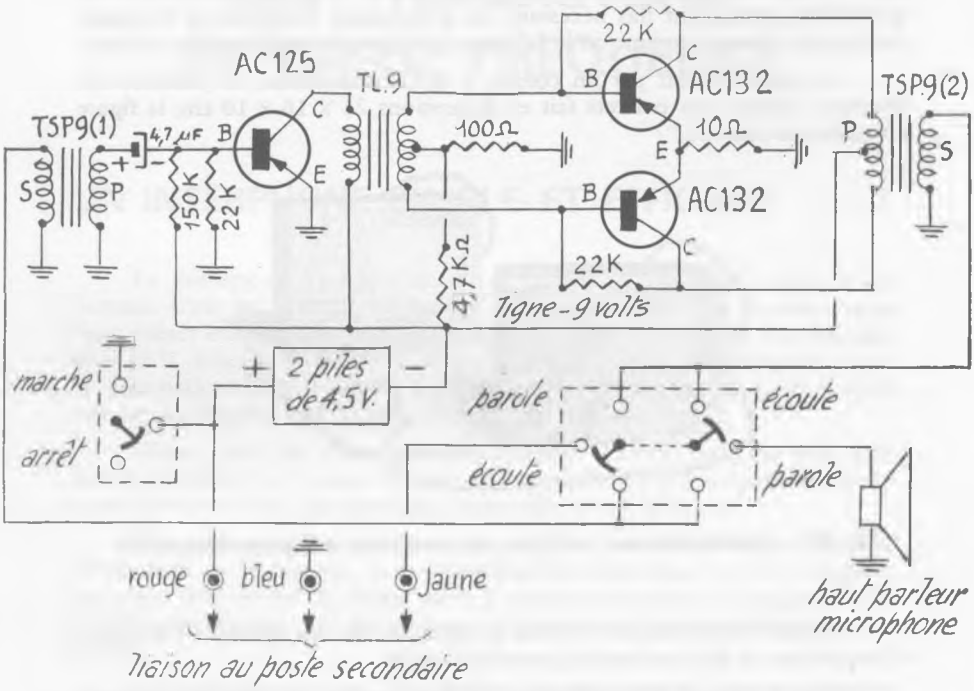


Fig. 70 — Interphone à transistors IT.3, le schéma du poste chef

Le haut-parleur fonctionne alors en microphone, on parle devant et le courant modulé engendré est transmis au transformateur TSP9 (1) élévateur de tension. Attention... ce n'est pas par erreur que les indications «Primaire» et «Secondaire» semblent ici inversées, ce transformateur est normalement abaisseur de tension et il est ici branché en **élévateur** ; ces lettres de repérage éviteront des erreurs au moment de la réalisation pratique.

La sortie du transformateur attaque la base de l'AC125 par l'intermédiaire d'un condensateur de 4,7 µF. La tension de fonctionnement de cette base est fixée par un pont de résistances constitué par 150 kilohms côté — 9 volts et 22 kilohms côté + 9 volts. L'émetteur est relié directement à la masse, qui correspond au + 9 volts.

La liaison entre le collecteur et l'étage suivant se fait par le transformateur de liaison TL9 dont le secondaire attaque les bases des deux AC125 montés en push-pull. Dans le circuit des collecteurs se trouve un transformateur de modulation TSP9 (2) identique à celui que nous avons déjà rencontré, mais cette fois normalement branché en **abaisseur de tension.** Son secondaire aboutit en effet au haut-parleur lorsque l'appareil est commuté sur écoute. Nous voyons des résistances de 22 kilohms disposées entre collecteur et base, formant un circuit de contre-réaction qui améliore la reproduction. La tension de 9 volts est fournie par deux piles de 4,5 V ordinaires reliées en série.

Voyons maintenant le fonctionnement des deux appareils, suivant que l'on se trouve sur «Écoute» ou sur «Parole». Pour cela, rapprocher les deux schémas et relier entre elles les douilles de même couleur.

En régime permanent, l'inverseur du poste secondaire est en position «Repos» et aucune manœuvre n'est à effectuer par lui.

Commutateur sur «Parole» : Le haut-parleur du poste chef fonctionne en microphone, il est branché sur le transformateur d'entrée (1), le transformateur de sortie (2) actionne le haut-parleur du poste secondaire.

Commutateur sur «Écoute» : C'est cette fois le haut-parleur du poste secondaire qui fonctionne en microphone et attaque le transformateur d'entrée (1). Le transformateur de sortie (2) actionne le haut-parleur du poste chef.

On arrive bien ainsi au résultat recherché. Dès le début des opérations l'utilisateur met en route sur «Marche» et dirige la conversation par la manœuvre de l'inverseur «Écoute-Parole».

Comment s'effectuent les appels dans les deux sens ?

Poste secondaire appelle :

Le poste principal étant normalement sur arrêt et sur écoute, le secondaire passe sur «Appel». Cela a pour effet d'établir l'alimentation de l'amplificateur, et en même temps déclenche l'entrée en oscillations musicales du transistor AC125. Le signal engendré est amplifié par le push-pull et entendu dans le haut-parleur du poste chef.

Poste chef appelle :

Il met simplement sur «Marche» et «Parole» et appelle en parlant devant le microphone, à la voix. En régime d'attente, il doit se remettre automatiquement sur «Écoute» pour que le secondaire ait la possibilité d'appeler quand il le désire.

LA RÉALISATION PRATIQUE

Pour le poste secondaire, nous n'avons rien représenté en raison de son extrême simplicité ; le plan de câblage **aurait été identique** au schéma de principe... Les coffrets sont en bois gainé, on visse le haut-parleur sur la face avant, on y fixe également le petit inverseur, puis on fixe les trois douilles sur le panneau arrière. On relie ensuite suivant les indications de la figure 69.

Le plan de câblage du poste chef est donné en figure 71.

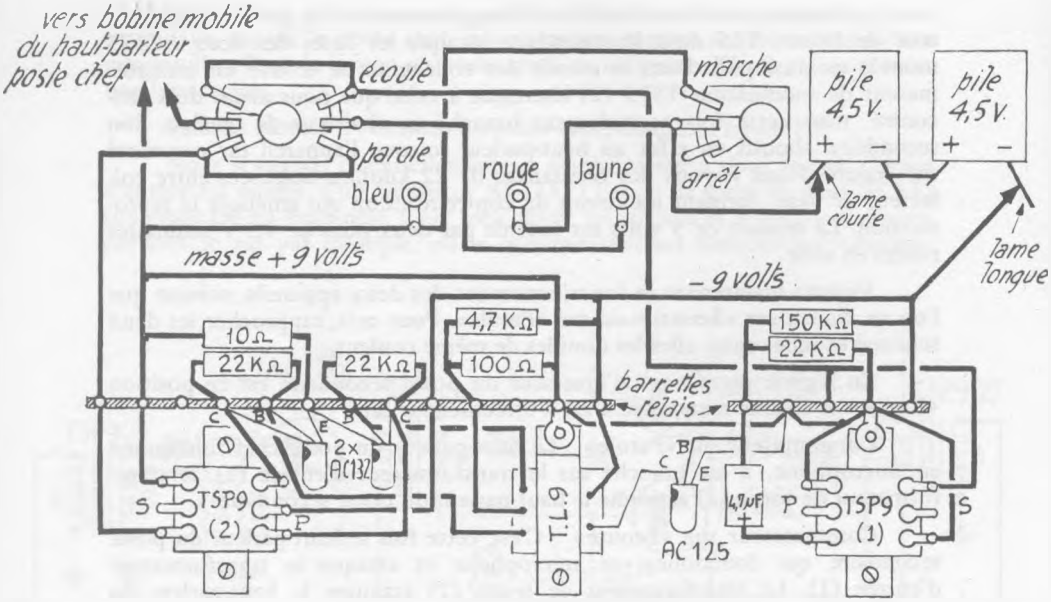


Fig. 71 — Le plan de câblage du poste chef

Ici également on commence par fixer le haut-parleur et les deux commutateurs sur le panneau avant. Tout le reste du montage se fait sur le panneau arrière. C'est très commode, et c'est là l'une des facilités que permettent les montages à transistors. On fixe par des vis à bois les trois transformateurs et les deux barrettes-relais, on pose les trois douilles, puis on effectue le câblage sur ces différents éléments. Entre le câblage du panneau arrière et les éléments du panneau avant, on utilise des fils souples de couleurs, suffisamment longs pour permettre des manipulations commodes.

Sur les piles, c'est la lamelle la plus courte qui est la borne positive. Rien n'empêche d'ailleurs d'utiliser une seule pile de 9 volts avec sorties repérées. Il est important de ne pas inverser les polarités de la pile, le branchement des + et des — doit absolument être respecté.

Pour les transistors, laisser aux fils la totalité de leur longueur, enfiler un petit bout de souplisso pour éviter qu'ils ne se touchent.

Les transformateurs TSP.9 comportent trois broches au primaire et deux fils au secondaire. Pour le 2, le branchement est normal et le repérage se fait facilement. Pour le 1, **c'est l'enroulement 2 broches** qui doit avoir l'une de ses cosses reliées au commutateur. L'enroulement 3 broches est du côté condensateur et transistor, la cosse du milieu n'est pas utilisée.

Disons encore que, pour une utilisation plus commode du commutateur «Écoute-Parole», il est possible de supprimer l'effet du ressort qui appuie sur la butée en le tordant légèrement à la pince. Il est dès lors possible de manœuvrer le bouton de commande très facilement **du bout de l'index.**

UN AMPLIFICATEUR POUR DISQUE ET MICROPHONE

Un amplificateur est destiné à amplifier les courants de basse fréquence issus par exemple d'une platine de lecture de disques ; dans ces conditions, il reproduit par conséquent dans son haut-parleur la musique qui a été enregistrée sur le disque. Il a également pour but d'amplifier les courants délivrés par un microphone, et il reproduit alors dans son haut-parleur les paroles prononcées devant le microphone.

Nous avons réalisé ici un amplificateur de performances très modestes. Pas de stéréophonie ni de nombre impressionnant de watts de sortie. C'est un modèle d'une grande simplicité, pouvant être entrepris par un débutant. En comparaison avec les monstres de la HI-FI moderne, on pourrait le qualifier de «modèle réduit d'amplificateur»... !

Il existe beaucoup de types de microphones et de pick-ups. Les modèles de type piézoélectrique délivrent une tension plus élevée (donc nécessitent une amplification moins importante) que les modèles électromagnétiques par exemple. Nous avons donc prévu ici deux entrées d'amplification, la première attaquant un étage d'amplification supplémentaire. Donc suivant ce dont vous disposerez vous pourrez faire l'essai de brancher à l'une ou à l'autre.

LE SCHÉMA DE PRINCIPE

Le schéma de l'amplificateur AM.4.T est représenté en figure 72. Nous y voyons en tout et pour tout quatre transistors :

- un premier AC125 reçoit l'entrée 1, c'est de là que l'on obtient la plus forte amplification ;
- un second AC125 amplifie à la suite. Il reçoit d'autre part l'entrée 2, où nous aurons par conséquent une amplification moins importante ;
- enfin deux AC132 fonctionnant en push-pull constituent l'étage amplificateur de puissance qui actionne le haut-parleur.

La première prise de branchement attaque la base du premier transistor par l'intermédiaire d'un condensateur de liaison de 10 µF. La tension amplifiée apparaît aux bornes de la résistance de 4,7 kilohms branchée entre la tension d'alimentation de − 9 V et le collecteur. La résistance de 150 kilohms branchée entre le collecteur et la base détermine le potentiel de fonctionnement de cette électrode.

La tension obtenue après cette première amplification est transmise au potentiomètre de 4 700 ohms qui réalise la commande de puissance de l'ensemble. C'est également à ce point que se trouvent les douilles de raccordement de la seconde entrée.

A partir du potentiomètre, nous trouvons un deuxième étage amplificateur, équipé d'un second AC125. La liaison avec l'étage suivant se fait par un transformateur. Nous devons cette fois attaquer deux transistors AC132 montés en push-pull par des signaux se trouvant en opposition de phase.

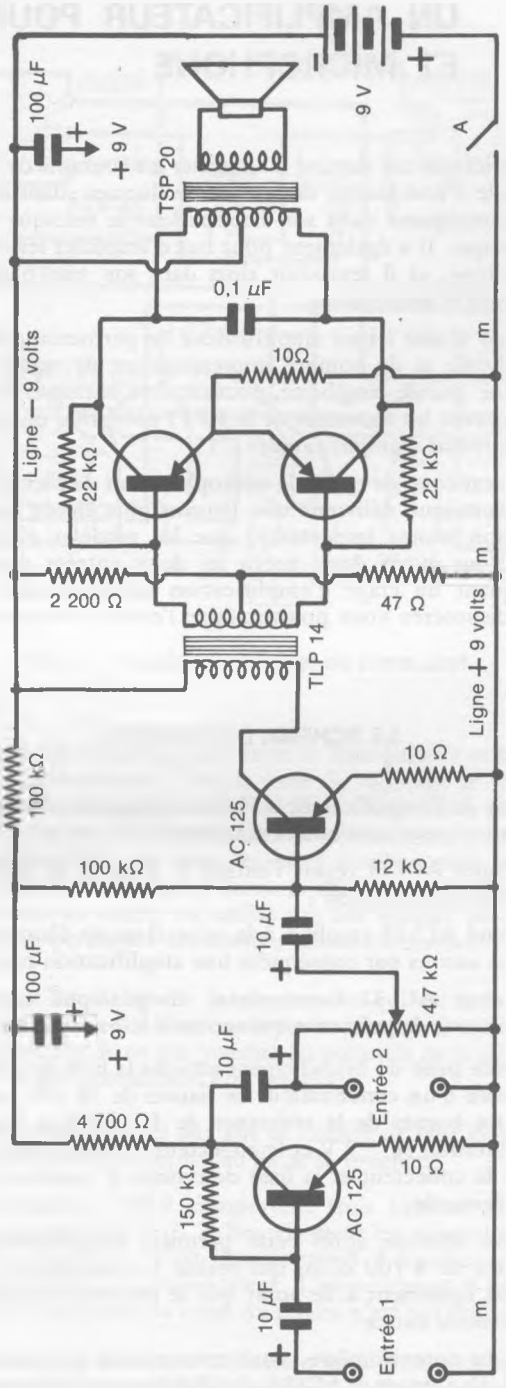


Fig. 72 — Le mini amplificateur AM.4.T

C'est pourquoi nous utilisons un transformateur déphaseur, appelé également «driver», ici type TLP.14. A ses extrémités, nous disposons de signaux déphasés de 180 degrés, et qui attaquent tour à tour chacune des bases du push-pull.

A la sortie, nous trouvons le transformateur de modulation du haut-parleur branché entre les deux collecteurs des transistors. Ce transformateur est abaisseur de tension, et le secondaire débite dans la bobine mobile du

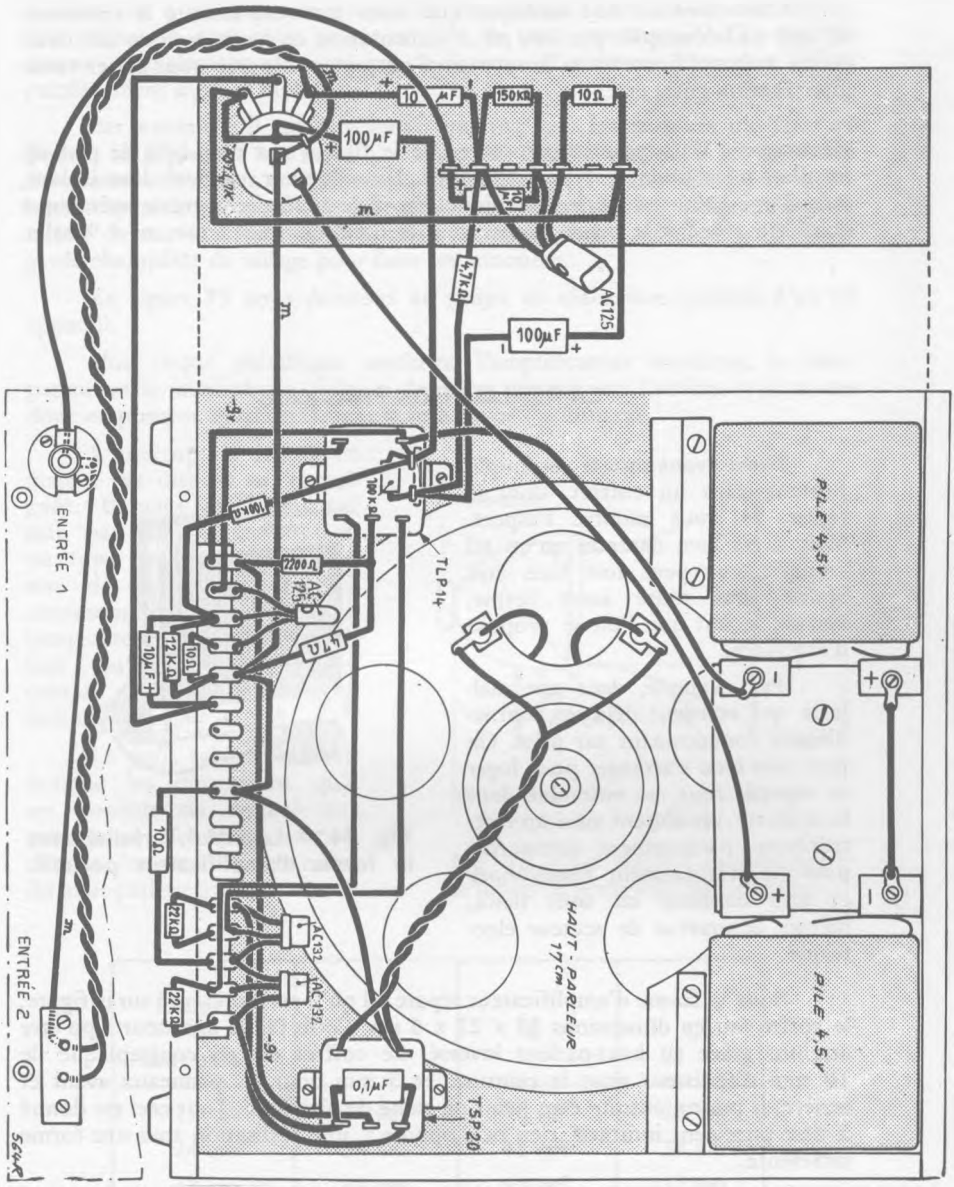


Fig. 73 — La disposition des éléments et du câblage.

haut-parleur. Celui-ci est un modèle de 17 cm de diamètre, et dit «à moteur inversé», technique qui permet d'obtenir un haut-parleur **très plat et peu encombrant.**

L'ensemble du montage est alimenté par une pile de 9 volts ; l'interrupteur de mise en marche est commandé par le potentiomètre de réglage de puissance. La pile est shuntée par un condensateur de 100 μF, qui évite le risque d'accrochages pouvant être causés par la résistance interne de la pile.

C'est dans un but analogue que nous trouvons ensuite la résistance de 100 kΩ découplée par 100 μF, l'alimentation en haute tension des deux étages préamplificateurs se trouve ainsi nettement séparée pour éviter toute interréaction entre eux.

Remarque : Vous pouvez constater que le fil qui sort d'un bras de pick-up ou d'un microphone est un fil blindé : 1 conducteur, entouré d'un isolant, puis d'une gaine en tresse métallique. En règle générale, la tresse métallique doit être reliée **à la masse**, donc ici à la ligne marquée «m», au + 9 volts.

LA RÉALISATION PRATIQUE

Nous avons monté cet amplificateur dans un coffret, dont la figure 74 vous montre l'aspect. Mais il est bien entendu qu'un tel amplificateur peut fort bien être réalisé sous toute autre forme, suivant le but que l'on se propose d'atteindre.

Par exemple, **dans une mallette qui contient déjà un tourne-disques** fonctionnant sur piles. On peut très bien s'arranger pour loger et répartir tout cet ensemble dans la mallette, on obtient ainsi un électrophone parfaitement autonome, pouvant pratiquement fonctionner et être **emmené en tous lieux**, mêmes dépourvus de secteur électrique.

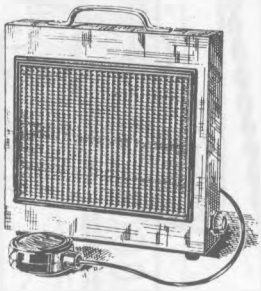


Fig. 74 — Le AM.4.T réalisé sous la forme d'amplificateur portatif.

Sous la forme d'amplificateur séparé tel qu'il est représenté sur la figure, le coffre fait en dimensions 22 x 22 x 6 cm. Cette faible épaisseur a pu être atteinte grâce au haut-parleur **inversé**. Le coffret est en contreplaqué de 10 mm d'épaisseur pour la ceinture, et 5 mm pour les panneaux avant et arrière, il pourra ensuite être peint ou gainé de plastique. Tout ceci est donné à titre purement indicatif, rien ne s'oppose à une réalisation sous une forme différente.

La figure 73 donne une vue de la disposition des éléments et du câblage, tels qu'ils peuvent être effectués sous cette forme.

UN PORTE-VOIX ELECTRONIQUE

Nous venons de voir que l'amplificateur AM.4.T peut être monté sous plusieurs formes différentes. Une réalisation possible et intéressante consiste notamment à en faire un porte-voix électronique. Un tel appareil trouve son utilisation dans tous les cas où l'on ne peut pas disposer d'un amplificateur normalement alimenté par le secteur. Il présente l'avantage d'être extrêmement léger et mobile.

Par exemple, il est largement employé par les suiveurs du Tour de France se déplaçant sur moto ; il n'est pas question dans un tel cas d'une installation lourde et encombrante... Il peut encore être utilisé de bateau à bateau (péniches, bateaux de plaisance...) en compétition sportive, en exploitation de carrières, par le bonimenteur forain, voire même encore par le garde-champêtre du village pour faire ses annonces...

En figure 75 nous donnons un projet de réalisation possible d'un tel appareil.

Une coque métallique renferme l'amplificateur lui-même, le haut-parleur et le microphone. Celui-ci doit être orienté vers l'arrière, et se trouve donc en position correcte devant la bouche de l'utilisateur.

L'interrupteur de mise en marche est disposé sur la poignée. Il peut être constitué soit par un bouton-poussoir du type «sonnerie», soit par une clé de contact à rappel automatique, soit enfin par un interrupteur à bouton basculant... qu'il faudra bien prendre soin de ne pas oublier en position d'allumage.

Le petit tableau qui suit indique les dimensions qu'il est possible de donner aux principaux éléments constitutifs en fonction du diamètre du haut-parleur utilisé.

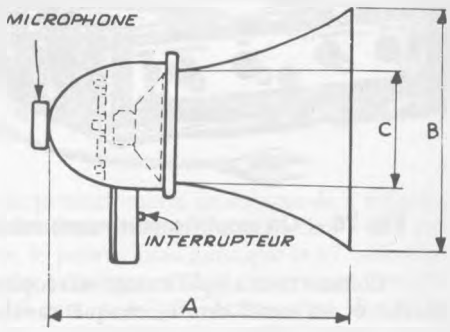


Fig. 75 — Le AM.4.T réalisé sous la forme de porte-voix électronique.

Diamètre du haut-parleur	A	B	C
19 cm	45 cm	36 cm	23 cm
24 cm	54 cm	45 cm	28 cm
33 cm	70 cm	56 cm	37 cm

UN AMPLIFICATEUR STEREOPHONIQUE

LE VIVALDI 6

Il existe actuellement sur le marché de très nombreux amplificateurs de hautes performances, de fortes puissances et de haute fidélité. On assiste, dans ce domaine, à une course vers les hautes puissances, et il est souvent difficile de trouver des modèles de puissance moyenne. C'est un amplificateur de cette catégorie que nous vous présentons ici. Cet appareil moyen, vraiment économique, convient parfaitement pour une pièce de dimensions ordinaires. Malgré sa simplicité, c'est un appareil de conception très moderne et qui répond parfaitement aux besoins d'un grand nombre d'amateurs ne pouvant ou ne voulant pas se lancer dans la construction d'une chaîne HI-FI complexe et souvent onéreuse.

Il est représenté en figure 76.

Cet appareil équipé de 11 semiconducteurs présente les caractéristiques suivantes :

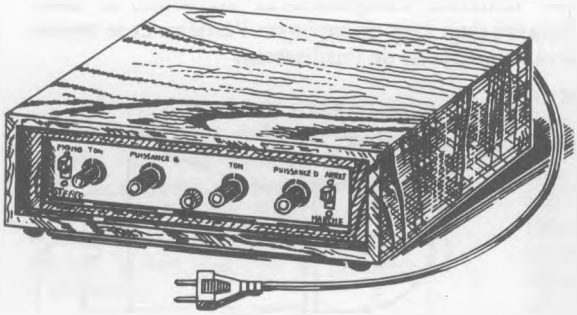


Fig. 76 – Un amplificateur mono-stéréo

– Bande passante de 30 à 20 000 hertz.

– Entrée en haute impédance pour pick-up piézoélectrique.

– Dimensions 27 x 19 x 19 cm.

– Deux hauts-parleurs elliptiques de 13 x 19 cm logés dans des enceintes de 23 x 16 x 10 cm.

– Impédance de sortie 4 à 8 ohms.

– Sur circuits imprimés.

Comme tout amplificateur stéréophonique, il comporte 2 voies, un canal gauche et un canal droite, chaque canal ayant une puissance modulée de 3 watts. Par le jeu d'une commutation, on peut facilement l'utiliser en **monophonique** ou en **stéréophonique**.

Tonalité réglable sur chaque canal, et réglage de puissance indépendant sur chaque canal avec compensation physiologique.

LE SCHÉMA

Le schéma d'un des canaux de cet amplificateur est donné à la figure 77. L'autre étant en tous points identique sa représentation serait inutile. Remarquons aussi que l'alimentation est commune aux deux voies d'amplification.

Un commutateur très simple à deux sections, deux positions, raccorde en position monophonie les prises d'entrée «Gauche» et «Droite» de manière à attaquer en même temps les deux voies d'amplification. Le commun du

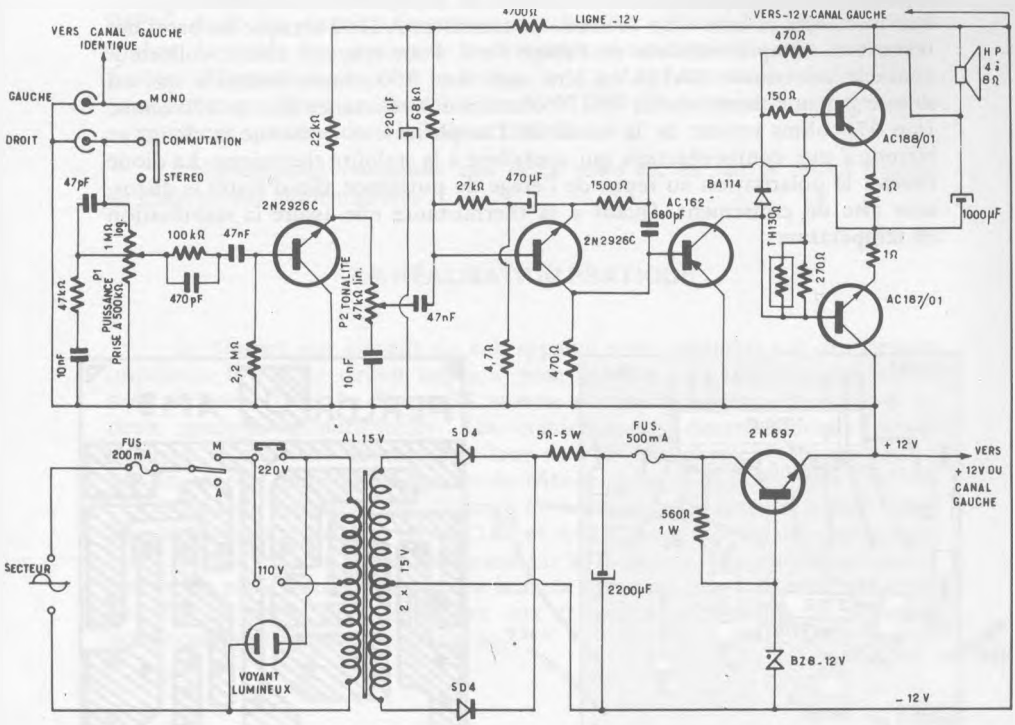


Fig. 77

contacteur attaque le point chaud du potentiomètre de volume de 1 mégohm à variation logarithmique. Ce potentiomètre possède une prise fixe à 500 000 ohms. Un 47 pF entre cette prise et le point chaud ainsi que la 47 000 ohms en série avec un 10 nF entre cette prise et la ligne + 12 V constituent le réseau de compensation physiologique qui sert à éviter l'atténuation des notes graves à faible puissance.

Le transistor d'entrée est un 2N2926 C qui est un NPN à grand gain ayant une fréquence de coupure élevée (200 mégahertz) ce qui est excellent pour la restitution des harmoniques de rang élevé.

Le curseur du potentiomètre de volume transmet le signal BF d'entrée, à la base du premier transistor à travers un filtre de correction composé d'une 100 000 ohms, d'un 470 pF en parallèle et d'un condensateur de liaison de 47 nF. Le réglage de tonalité est très simple, il est constitué par un potentiomètre de 47 000 ohms à variation linéaire, placé en série avec un 10 nF.

Le transistor de l'étage suivant est encore un 2N2926C. La branche côté − 12 V du pont de polarisation de la base est une 68 000 ohms, tandis que l'autre branche est formée d'une 27 000 ohms en série avec une 4,7 ohms. Cette dernière constitue avec un condensateur de 470 µF et une 1 500 ohms un circuit de contre-réaction destiné à la correction de la courbe de

réponse de cet amplificateur. Le collecteur du second 2N2926 attaque en liaison directe la base d'un AC162. Le transistor AC162 attaque les bases des transistors complémentaires de l'étage final. Pour cela son circuit collecteur contient une diode BA114 en série avec une 150 ohms, ensemble qui est shunté par une thermistance de 130 ohms et une résistance fixe de 270 ohms. Une 470 ohms venant de la sortie de l'amplificateur constitue la charge et introduit une contre-réaction qui contribue à la stabilité thermique. La diode fournit la polarisation au repos de l'étage de puissance afin d'éviter la distorsion dite de croisement. Quant à la thermistance elle assure la stabilisation en température.

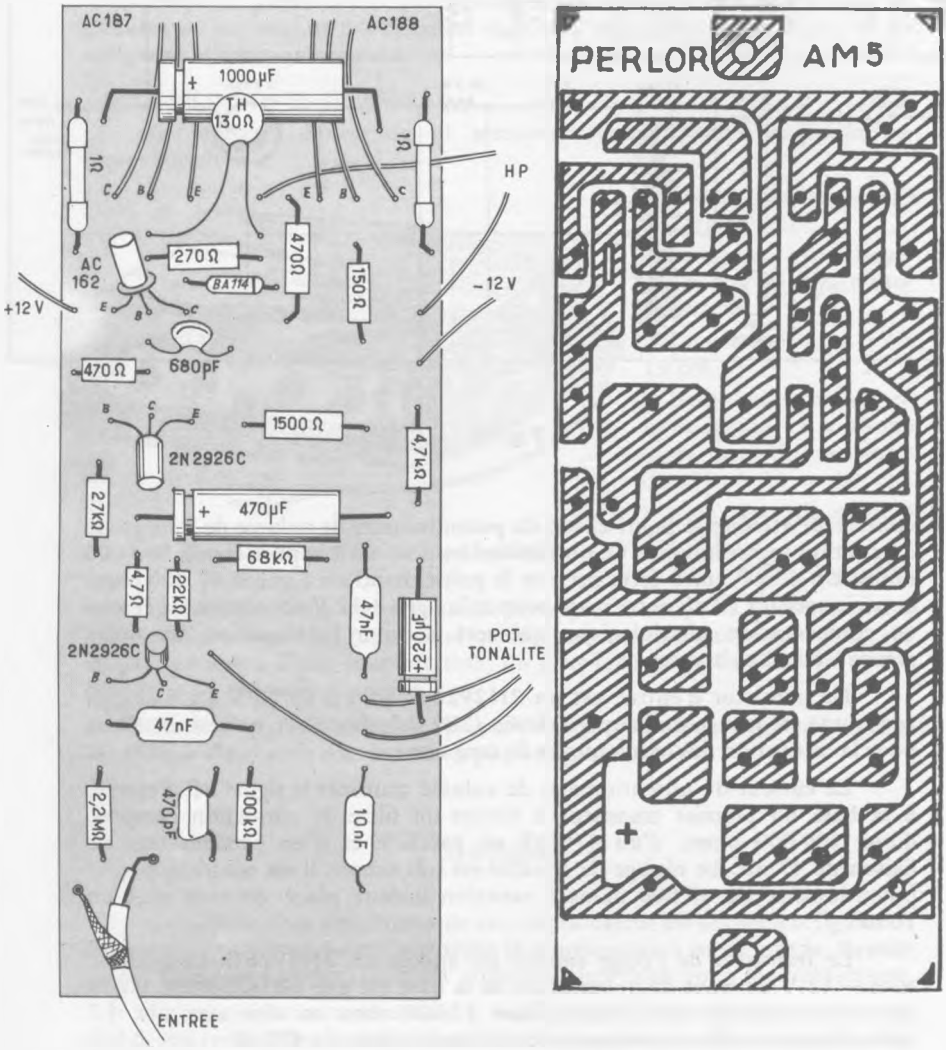


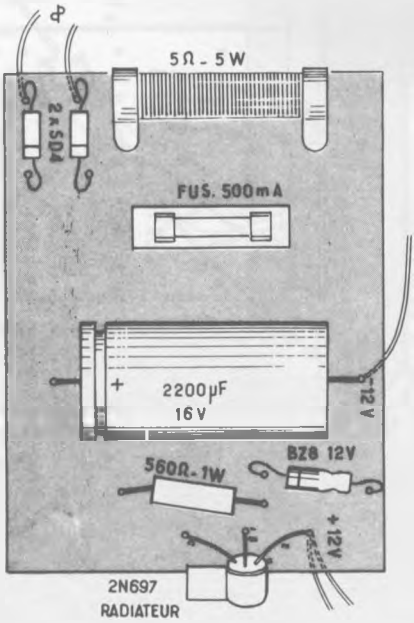
Fig. 78 — Les deux faces d'un module amplificateur

L'étage final est équipé d'un AC188/01 (PNP) et d'un AC187/01 (NPN) dont les circuits émetteurs contiennent chacun une résistance de 1 ohm. Le point de jonction de ces résistances constitue la sortie de l'amplificateur. C'est entre ce point et la ligne − 12 V qu'est branché le HP. Cette liaison met en œuvre un condensateur de 1 000 µF qui évite le passage d'une composante continue dans la bobine mobile.

L'alimentation commune aux deux voies est en fait la AL12 décrite au chapitre des alimentations.

LA RÉALISATION PRATIQUE

La plupart des circuits de cet appareil sont supportés par des circuits imprimés. Il y a un circuit imprimé pour chaque voie amplificatrice et un pour l'alimentation. La figure 78 montre comment doivent être équipés les deux modules amplifcateurs. Les condensateurs électrochimiques étant polarisés il convient de respecter leur sens de branchement qui est repéré par un anneau rouge ou le signe + du côté du pôle positif. Pour les 2N2926 et l'AC162 on ménagera une distance de 1 cm entre le corps et la face bakélite des circuits imprimés. Les AC188 et AC187 sont montés dans un boîtier carré percé d'un trou pour la fixation sur le radiateur. Ces transistors sont à mettre en place immédiatement en laissant toutefois une longueur suffisante aux fils de sortie pour permettre aux transistors d'atteindre le radiateur dont nous parlerons dans un instant.



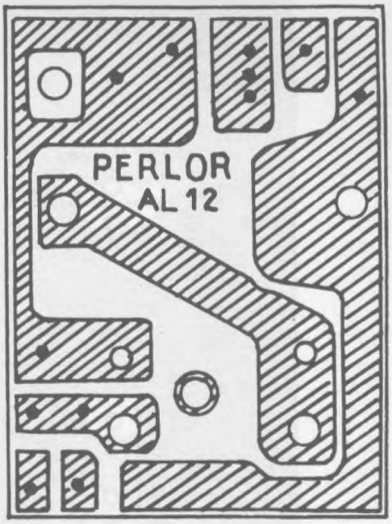


Fig. 79 — Les deux faces du module alimentation

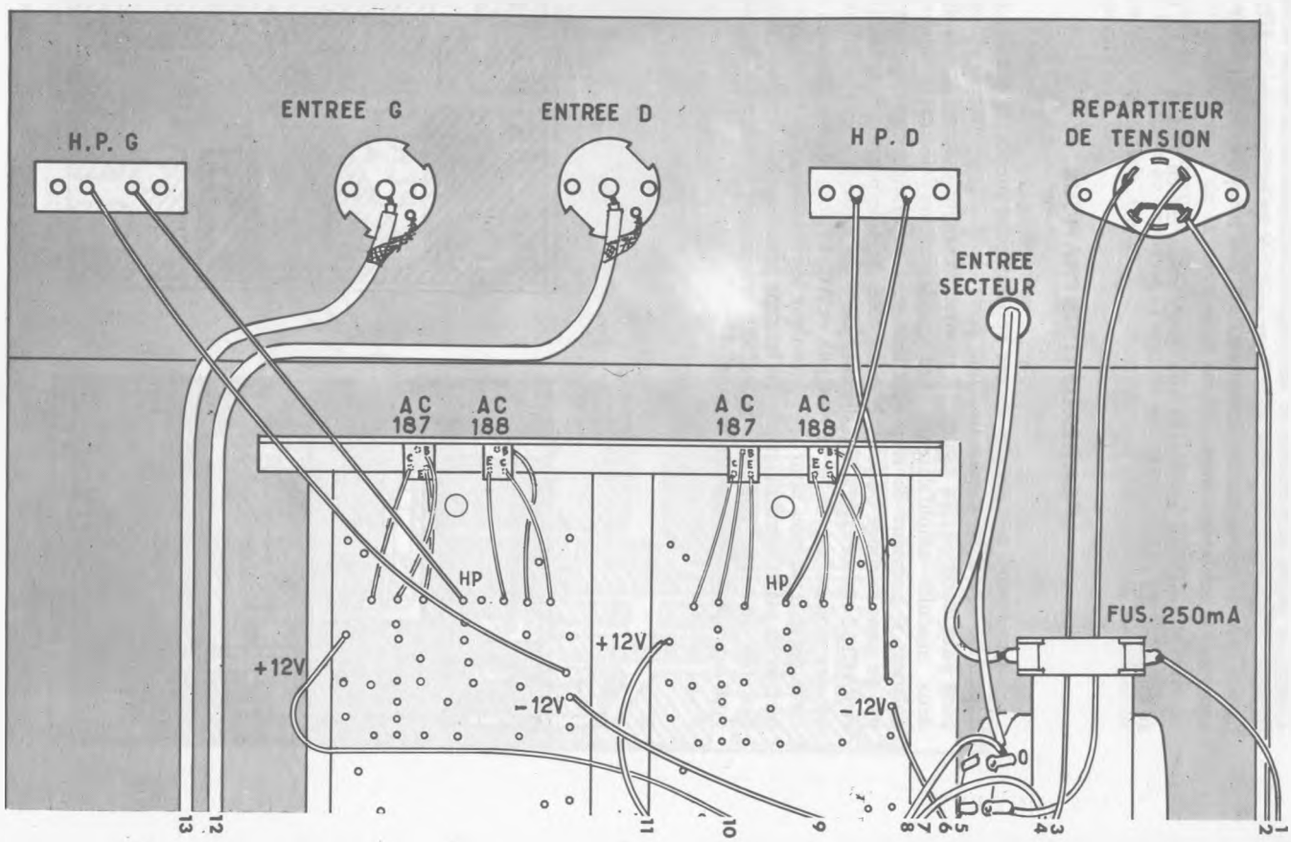
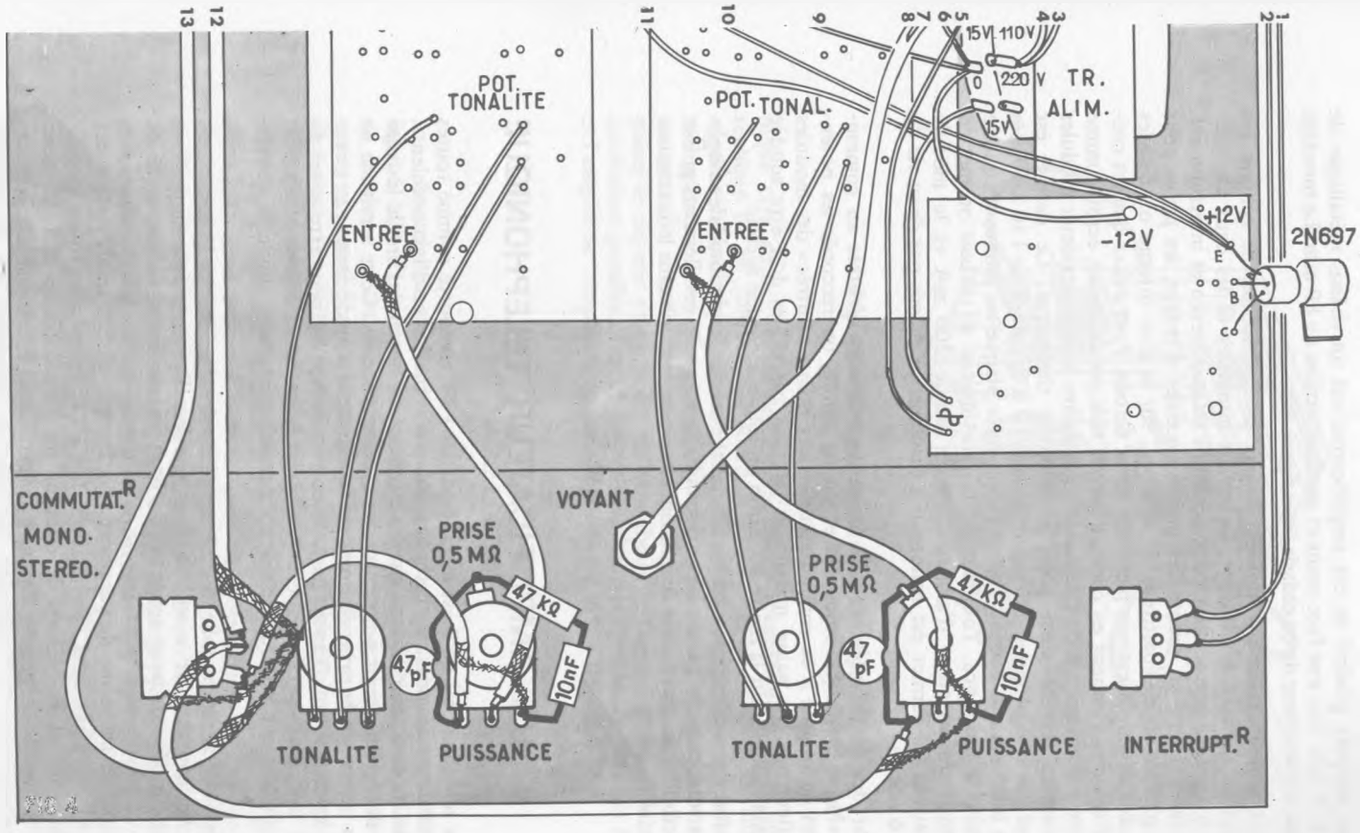

H.P. G
ENTREE G
ENTREE D
H P. D
REPARTITEUR DE TENSION
ENTREE SECTEUR
AC 187
AC 188
AC 187
AC 188
HP
HP
FUS. 250mA
+12V
+12V
-12V
-12V
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

Fig. 80


13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
15V
110V
220V
15V
TR. ALIM.
POT. TONALITE
POT. TONAL.
ENTREE
ENTREE
+12V
-12 V
2N697
E
B
C
COMMUTAT.R MONO-STEREO.
VOYANT
PRISE 0,5 MΩ
47 KΩ
47 pF
10nF
PRISE 0,5 MΩ
47 KΩ
47 pF
10nF
TONALITE
PUISSANCE
TONALITE
PUISSANCE
INTERRUPT.R

Le support général de cet amplificateur est un châssis métallique de 250 x 175 mm avec une face avant et une face arrière de 80 mm. Le montage s'effectue à l'intérieur de ce châssis (voir figure 80).

Sur la face avant on monte les deux potentiomètres de volume, les deux potentiomètres de tonalité, le voyant lumineux et les deux commutateurs à glissière une section deux positions (Mono-Stéréo et interrupteur). Sur la face arrière on monte les prises coaxiales d'entrée, les prises pour le haut-parleur et le répartiteur de tensions, sur la face interne on fixe les deux modules amplificateurs par deux vis et écrous. Pour éviter que les connexions cuivrées viennent en contact avec la tôle on utilise un écrou comme entretoise sur chaque vis de fixation. Les fixations arrière des deux modules amplificateurs servent aussi pour le radiateur thermique. Ce dernier est constitué par une plaque d'aluminium de 10/10 d'épaisseur de 130 x 40 mm avec un bord rabattu pour sa fixation. Sur cette plaque on monte les quatre transistors de puissance. Toujours sur la face interne du châssis on met en place un transformateur d'alimentation, le fusible 200 mA et le module alimentation. Ce dernier est maintenu à distance du châssis par deux vis de 3-20 et 6 écrous.

Par des fils blindés on relie les prises coaxiales d'entrée au commutateur «Mono-Stéréo». Toujours avec du fil blindé, on raccorde les potentiomètres de volume à ce commutateur et aux points «Entrée» des modules «Amplificateur». La gaine métallique de tous ces câbles doit être soudée aux points indiqués sur la figure 80. Enfin on soude le cordon secteur.

Notons pour terminer que les fils des thermistances des modules amplificateurs sont conservés assez longs pour que le corps de ces éléments puisse être placé entre les transistors de puissance, de manière à obtenir le maximum d'efficacité.

UN AMPLIFICATEUR TELEPHONIQUE

Le téléphone tel qu'il est installé par les PTT comporte comme toutes les réalisations humaines, un certain nombre d'avantages et d'inconvénients. Parmi les inconvénients il faut citer la nécessité de porter à l'oreille le combiné et de l'y maintenir pour entendre le correspondant. Cette servitude ne rend pas commode la prise de notes ou la recherche d'un document concernant la conversation. D'autre part, le correspondant ne peut être entendu que par une seule personne, celle qui précisément tient le combiné, alors qu'il serait souvent utile que plusieurs personnes puissent suivre la conversation.

Pour une audition collective, il est nécessaire d'utiliser un haut-parleur. Comme les courants BF circulant dans une installation téléphonique sont faibles et insuffisants pour actionner un haut-parleur, il est nécessaire de les amplifier ; c'est précisément le rôle d'un amplificateur téléphonique. Cet emploi pose le problème de l'application à l'entrée de cet amplificateur des signaux BF circulant dans l'installation. Les PTT, interdisant toute modification du matériel, il est hors de question de procéder à un raccordement par fils. Il faut donc trouver un autre moyen. Celui retenu est une application du phénomène de l'induction. En effet, la circulation du courant BF dans les fils et les composants contenus dans le socle de l'appareil télépho-

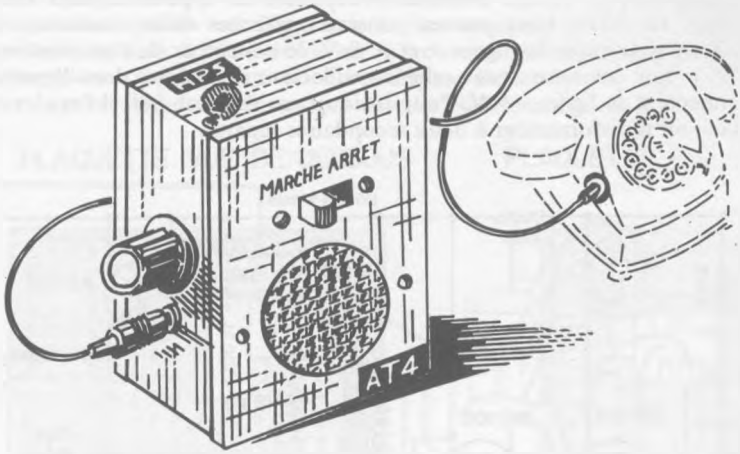


Fig. 81 — L'amplificateur téléphonique AT 4

nique crée autour de ce dernier un **champ magnétique variable** qui est la réplique de ce courant. La solution consiste à placer dans ce champ un **capteur téléphonique.** Il est essentiellement constitué par un bobinage à très grand nombre de spires en fil fin. Un courant induit y prend naissance, on recueille à ses bornes une tension BF qui est ensuite amplifiée. Il faut placer le capteur en un point qui sera choisi de façon à procurer le meilleur rendement possible. Par ce moyen on n'enfreint pas les règlements des PTT et l'emploi de l'amplificateur de téléphone est tout à fait légal.

LE SCHÉMA

Le schéma de l'AT4 est donné à la figure 82. L'amplificateur est équipé de 4 transistors : deux BC108 au silicium NPN et deux AC187 NPN de moyenne puissance incorporés dans un étage push-pull. Dans ces conditions, cet amplificateur est susceptible de délivrer une puissance modulée de 1 watt. Les BC108 sont des transistors à faible bruit et leur emploi garantit une audition très pure et très intelligible.

Le capteur est raccordé à un potentiomètre de réglage de puissance de 4 700 ohms intercalé dans le pont de polarisation de base du BC108 d'entrée. Son curseur attaque directement la base du BC108. En raison de sa configuration cet étage procure l'adaptation d'impédance avec le capteur. Cet étage est alimenté à travers une cellule de découplage prévue dans la ligne +9 V et composée d'une 470 ohms et d'un condensateur de 220 μF.

A partir de la charge de 1 500 ohms sur l'émetteur, liaison directe avec la base du second BC108, qui constitue l'étage **driver, ou déphaseur.**

Le collecteur est chargé par le primaire du transformateur destiné à l'attaque du push-pull final. Ce primaire est découplé par un condensateur de 33 nF destiné à éliminer toute velléité d'accrochage.

Le push-pull équipé des deux AC187 est du type série, sans transfo de sortie. En effet, vous pouvez constater que ces deux transistors sont montés en série entre les lignes + et − 9 V, le collecteur de l'un étant réuni au + 9 V son émetteur étant relié au collecteur du second dont l'émetteur est connecté à la ligne − 9 V. Pour attaquer un tel push-pull il faut, et c'est le cas ici, un transformateur à deux secondaires séparés.

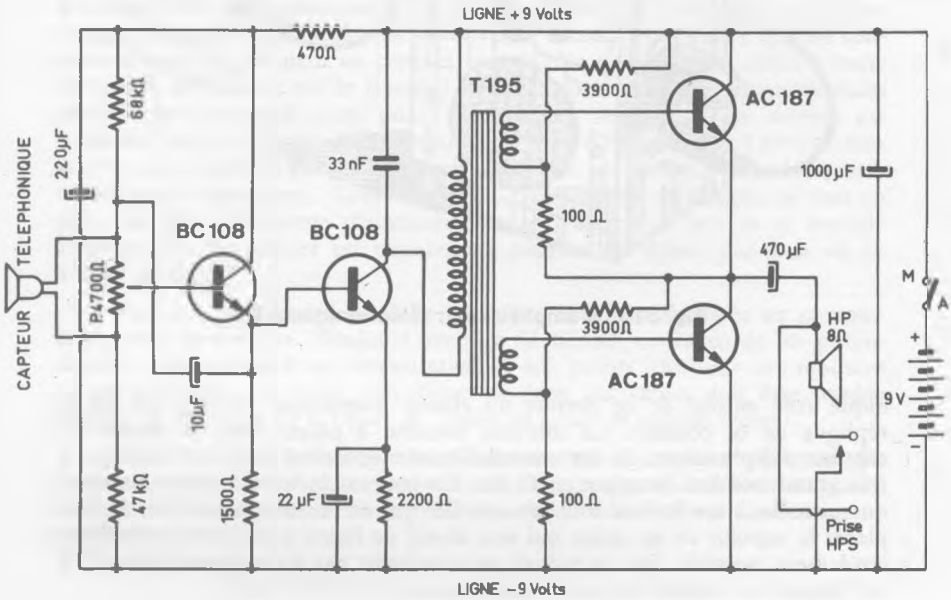


Fig. 82

Le haut-parleur dont la bobine mobile fait 8 ohms d'impédance est branché au point de jonction émetteur-collecteur du push-pull. Un jack à coupure donne la possibilité de remplacer le HP incorporé par un haut-parleur extérieur de plus grand diamètre, ce qui permettra une plus grande diffusion des paroles de l'interlocuteur. L'impédance du HP n'est pas critique et peut être comprise entre 8 et 25 ohms.

L'alimentation se fait normalement par une pile de 9 V incorporée, mais on peut remplacer cette dernière par une alimentation secteur pour récepteur à transistors. La consommation est de 16 mA au repos et de 100 mA en fonctionnement.

LA RÉALISATION

Le plan de câblage est donné à la figure 83. Le boîtier métallique destiné à contenir cet appareil fait 130 x 90 x 65 mm. La majeure partie de ce montage a pour support une plaquette de bakélite perforée qui, une fois câblée, se fixera dans le coffret par deux cornières métalliques et des vis taraudeuses. Le câblage se fait sur les deux faces de la plaquette.

L'équipement de cette plaquette terminé, on fixe le haut-parleur de 7 cm par deux griffes métalliques sur la face avant du boîtier. On aura soin de prévoir un carré de tissu décor sur le trou circulaire sur lequel le HP vient prendre place. Sur la même face on dispose l'interrupteur à glissière. On monte la prise HPS sur la face supérieure, le potentiomètre de 4 700 ohms et

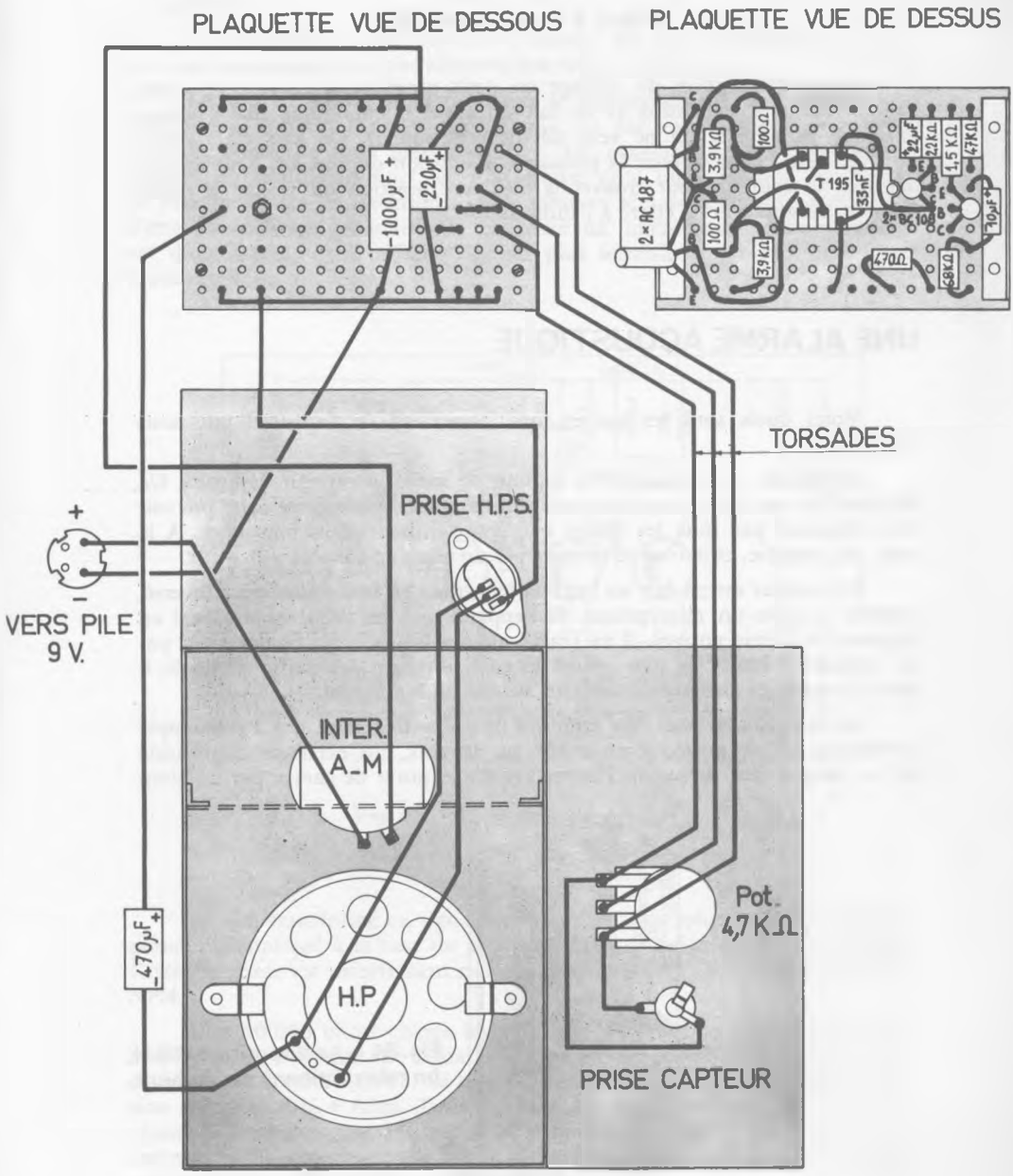


Fig. 83

la prise de jack pour le raccordement du capteur sont à disposer sur une face latérale. On peut alors fixer la plaquette de bakélite dans le boîtier, comme nous l'avons indiqué plus haut, et effectuer le raccordement entre ces différents éléments.

ESSAI ET UTILISATION

Après vérification du câblage on peut procéder à un essai. On met l'amplificateur sous tension et on fait un appel téléphonique (par exemple l'horloge parlante si on ne veut déranger personne). On agit alors sur le potentiomètre pour obtenir la puissance d'audition désirée. On peut ensuite déplacer le capteur pour trouver la meilleure position qui donne le maximum de puissance et de clarté à l'audition.

UNE ALARME ACOUSTIQUE

Voici quels sont les but et fonctionnement de l'appareil que nous décrivons ici.

A l'entrée, il est muni d'un **capteur de sons**, ou capteur de bruits. Un élément qui est très «ouvert», non directionnel, pour justement pouvoir être influencé par tous les bruits qui se produisent dans une pièce. A la suite, on amplifie, et le tout se termine par un relais en sortie.

Ce capteur est en fait un haut-parleur, mais en **fonctionnement inversé**, branché comme un microphone. Si l'appareil est installé dans un local en dispositif d'alarme antivol, il va réagir sur des bruits... qui ne devraient pas s'y produire : bruits de pas, bruits de voix, d'outils... A partir du relais, il reste à brancher et installer une alerte, sonore ou lumineuse.

Un tel appareil peut être employé dans d'autres domaines. Par exemple l'ouverture d'une porte commandée par la voix, un éclairage commandé par un claquement de mains, l'ouverture d'une porte de garage par un coup

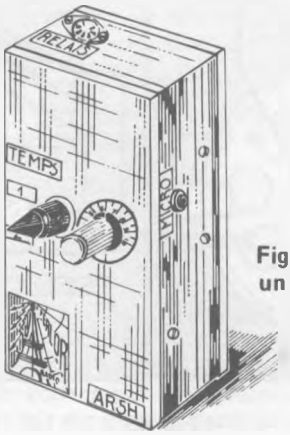


Fig. 84 — Le dispositif AR.5.H, un relais actionné par du bruit.

d'avertisseur de la voiture. Dans un tel cas, on désire au contraire que l'appareil ne soit pas sensible, pour qu'il ne se déclenche pas à la réception de divers bruits ambiants. Alors à l'entrée on l'équipe d'un microphone très ordinaire, et d'autre part il est justement muni d'un **réglage de sensibilité.**

Nous en voyons l'aspect général en figure 84 et le schéma de principe en figure 85.

L'alimentation a lieu sous 12 V, tension qui peut être fournie par une pile, un accumulateur ou une alimentation secteur classique.

Le son ou le bruit qui provoque le déclenchement est capté par un haut-parleur fonctionnant en microphone, ou par un véritable microphone, qui sera choisi de type piézoélectrique. Un haut-parleur utilisé en microphone est omnidirectionnel, ce qui signifie qu'il capte les sons provenant de presque toutes les directions. Cette solution sera donc adoptée dans le cas d'une surveillance générale. Au contraire un microphone piézoélectrique est directionnel, c'est-à-dire qu'il sera plus sensible aux bruits provenant d'une direction privilégiée.

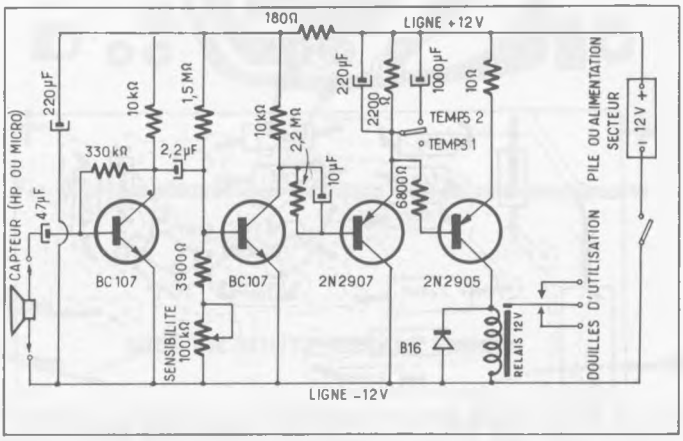


Fig. 85 — Le schéma du AR.5.H

Le son transformé en signal électrique à basse fréquence par le microphone est appliqué à la base du premier BC107 utilisé en émetteur commun. Cette électrode est directement reliée à la ligne — 12 V, le transistor étant un NPN.

Une 10 000 ohms charge le collecteur. On a donc affaire à un étage amplificateur classique. Le signal BF recueilli sur le collecteur est transmis à la base du second BC107. La base est polarisée par un pont diviseur de tension composé côté + Alim. d'une 1,5 mégohm et côté — Alim. par une 3 900 ohms en série avec une résistance ajustable de 100 000 ohms. Le potentiomètre de 100 kilohms sert à régler la sensibilité. Une cellule de découplage composée d'une 180 ohms et d'un 220 µF est placée dans la ligne + 12 V des étages que nous venons d'examiner.

Le 2N2907 qui suit est monté en collecteur commun.

La temporisation créée par la constante de temps du circuit 220 µF et 2 200 ohms est comprise entre 2 et 5 secondes, ce qui signifie que le dispositif commandé reste alimenté pendant 2 ou 5 secondes après la disparition du son ou du bruit détecté par le microphone. Par un commutateur on peut shunter la 220 µF et la 2 200 ohms par un 1 000 µF, ce qui porte la temporisation à 15 ou 20 secondes. La temporisation évite, par la même occasion, le frétillement de la palette mobile.

MONTAGE

Pour le câblage on utilise un circuit imprimé de 80 x 60 mm. Sur ce circuit, on dispose et on soude le relais, les résistances, les condensateurs, la diode et les transistors selon la disposition de la figure 86.

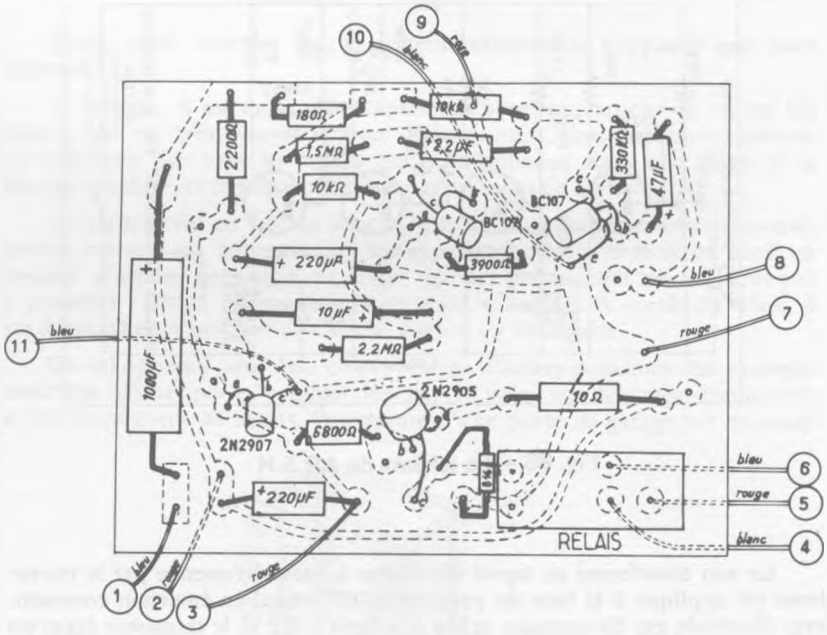


Fig. 86

Le montage s'effectue dans un boîtier métallique de 170 x 80 x 55 mm formé d'une ceinture sur laquelle s'adaptent une face avant et une face arrière. La figure 88 donne toutes indications quant à la mise en place des divers éléments.

L'alimentation se fait par un coupleur 12 V (8 piles de 1,5 V). Ce dernier peut être remplacé par une alimentation secteur comme l'alimentation stabilisée AL12 décrite à la fin de ce livre.

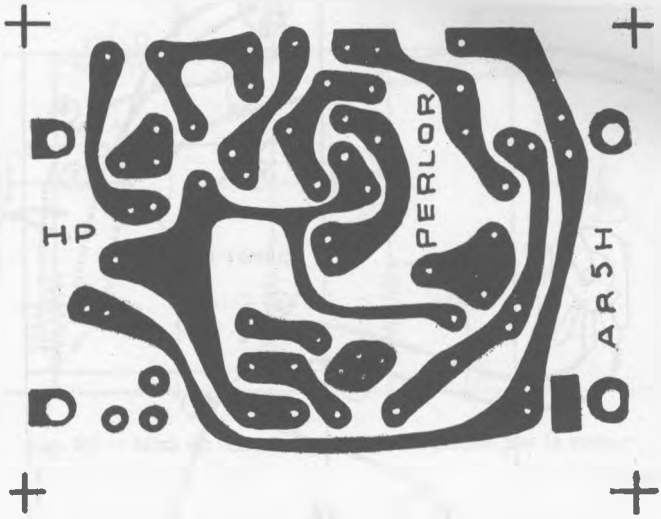


Fig. 87 — La plaquette de montage, vue du côté des circuits

MISE EN ROUTE, ESSAIS, EMPLOI

Les meilleurs résultats sont obtenus avec l'emploi comme microphone d'un haut-parleur de 12 cm et de 25 ohms d'impédance. Dans ce cas la version est omnidirectionnelle, tous les bruits déclenchent l'appareil. Bien entendu on règlera la sensibilité en fonction de l'emploi que l'on désire.

Si on utilise un microphone piézoélectrique l'effet directionnel est plus marqué.

Le microphone n'a pas été incorporé dans le boîtier pour permettre une plus grande souplesse d'installation. En effet, il est possible de procéder à l'installation de deux façons différentes :

1°) Dans le local à surveiller, on installe uniquement le haut-parleur microphone. De là, part un cordon à deux conducteurs (de préférence en fil blindé) qui le relie au coffret. Ce dernier est installé à distance, dans la pièce où se tient un gardien ou le propriétaire des lieux.

2°) L'appareil et le microphone se trouvent dans le même endroit, tout proches. Et c'est à partir des douilles d'utilisation, du relais, que partent deux fils qui relient à une alarme, qui elle est installée à distance.

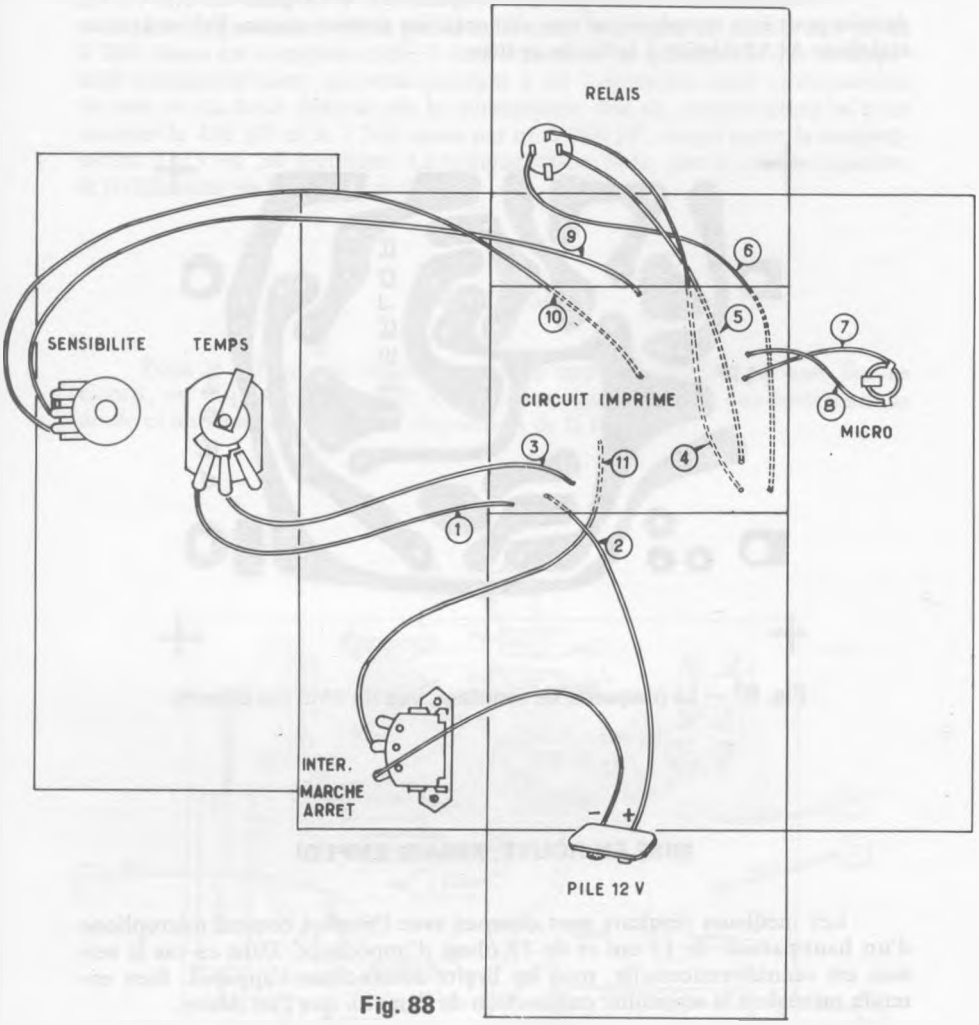


Fig. 88

UNE COMMANDE AUTOMATIQUE POUR MAGNETOPHONE

Voici à quel but et à quel usage répond le petit montage que nous allons examiner maintenant.

On dispose d'un magnétophone alimenté par pile. Lorsqu'on enregistre, lorsque quelqu'un parle devant le microphone, l'appareil est en marche, le moteur d'entraînement tourne, entraînant la bande magnétique. Il arrive

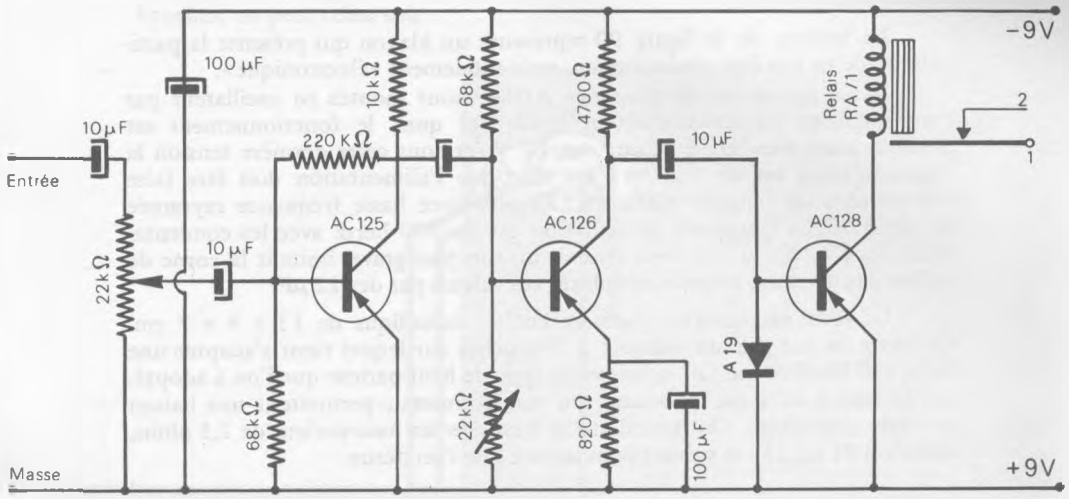


Fig. 89 — Mise en route d'un magnétophone par la voix.

parfois en diverses circonstances que l'on ne parle pas d'une façon totalement continue devant le microphone. Ce peut être par exemple lors d'un enregistrement d'une conversation, d'une interview, d'une dictée de courrier, d'une conversation téléphonique, d'une réunion familiale ou de travail.

Lorsqu'ainsi on ne parle pas d'une façon ininterrompue, la bande magnétique elle continue à défiler et il s'ensuit que cette bande comporte des «blancs», des silences plus ou moins longs, et que l'on peut vouloir supprimer.

L'idéal serait de pouvoir disposer d'un interrupteur rapide et automatique, qui mettrait en route le moteur d'entraînement uniquement au moment où commencerait la conversation, et qui l'arrêterait à la fin.

C'est ce que va nous permettre le petit montage de la figure 89.

Nous y retrouvons en fait des circuits déjà vus dans le montage précédent, mais ici les signaux de basse fréquence proviennent du microphone d'enregistrement du magnétophone. L'entrée de ce petit amplificateur doit être reliée au potentiomètre de commande de puissance du magnétophone, au «point chaud», à la borne qui est à l'opposé de la masse. La résistance ajustable de 22 kilohms doit être réglée une fois pour toutes pour l'obtention du maximum de sensibilité. Ensuite cette sensibilité peut être dosée à volonté par le potentiomètre d'entrée de 22 kilohms.

Comme dans le montage précédent, nous voyons un circuit de redressement qui fait que le relais se trouve excité par du courant continu lorsqu'on parle devant le microphone. Les contacts 1 et 2 du relais doivent être intercalés en série dans l'un des fils d'alimentation du moteur d'entraînement. Éventuellement, on peut prévoir un interrupteur complémentaire en parallèle sur les contacts du relais pour les court-circuiter si l'on veut éliminer l'action du dispositif.

UN KLAXON ELECTRONIQUE

Le schéma de la figure 90 représente un klaxon qui présente la particularité de ne pas être «mécanique», mais totalement «électronique».

Deux transistors de puissance AD149 sont montés en oscillateur par l'intermédiaire du transformateur T.62. Tel quel, le fonctionnement est possible aussi bien sur 6 V que sur 12 V, et sous cette dernière tension la consommation est de 1,2 A. C'est dire que l'alimentation doit être faite par un accu de capacité suffisante. La puissance basse fréquence rayonnée est de 6 W. La fréquence d'oscillation est de 500 hertz avec les condensateurs de 4,7 μF ; si l'on veut obtenir un son plus grave, imitant la corne de brume des bateaux, on peut remplacer ces valeurs par des 22 μF.

Le tout est contenu dans un coffret métallique de 13 x 9 x 7 cm. La sortie se fait par un support à 5 broches sur lequel vient s'adapter une fiche à 5 broches qui fait la liaison au type de haut-parleur que l'on a adopté. Les bornes 1 et 2 du secondaire du transformateur permettent une liaison en basse impédance. On peut donc ici brancher un haut-parleur de 2,5 ohms, diamètre 21 ou 24 cm suivant la puissance que l'on désire.

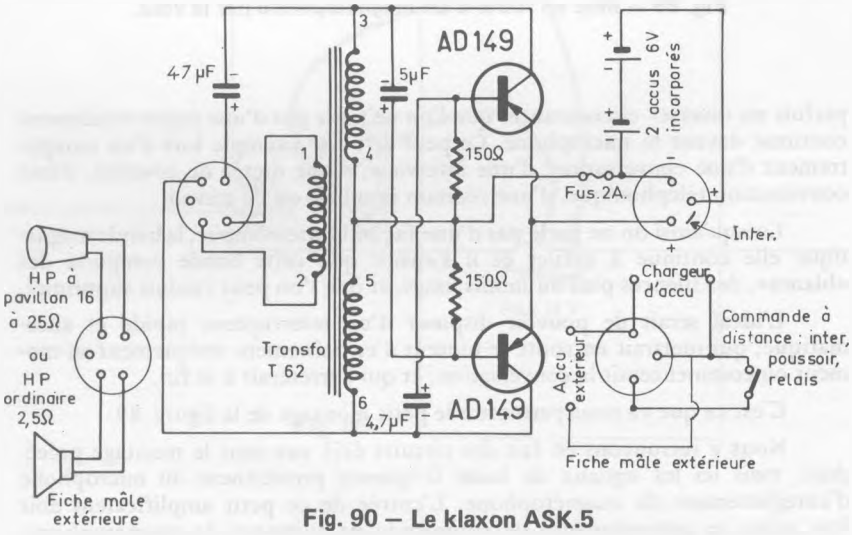


Fig. 90 — Le klaxon ASK.5

Une autre sortie est prévue en haute impédance, par l'intermédiaire du condensateur de 47 μF ; on peut ici brancher un haut-parleur de 16 à 25 ohms. Sur cette prise, nous avons expérimenté un haut-parleur de 24 cm, exponentiel, à pavillon, type conçu pour fonctionner sur la voie publique ; sans qu'il soit possible de la chiffrer très exactement, disons alors que la portée est de plusieurs centaines de mètres.

L'appareil est alimenté par deux accus de 6 V, incorporés à l'intérieur, branchés en série. Ce sont des modèles dits «Dryfit», au plomb, mais étanches, donc pouvant être disposés en toutes positions, et ne nécessitant jamais

aucune adjonction d'eau distillée. Cette alimentation aboutit à un support à 3 broches, donc pouvant recevoir une fiche à 3 broches A cette fiche 3 broches, on peut relier soit :

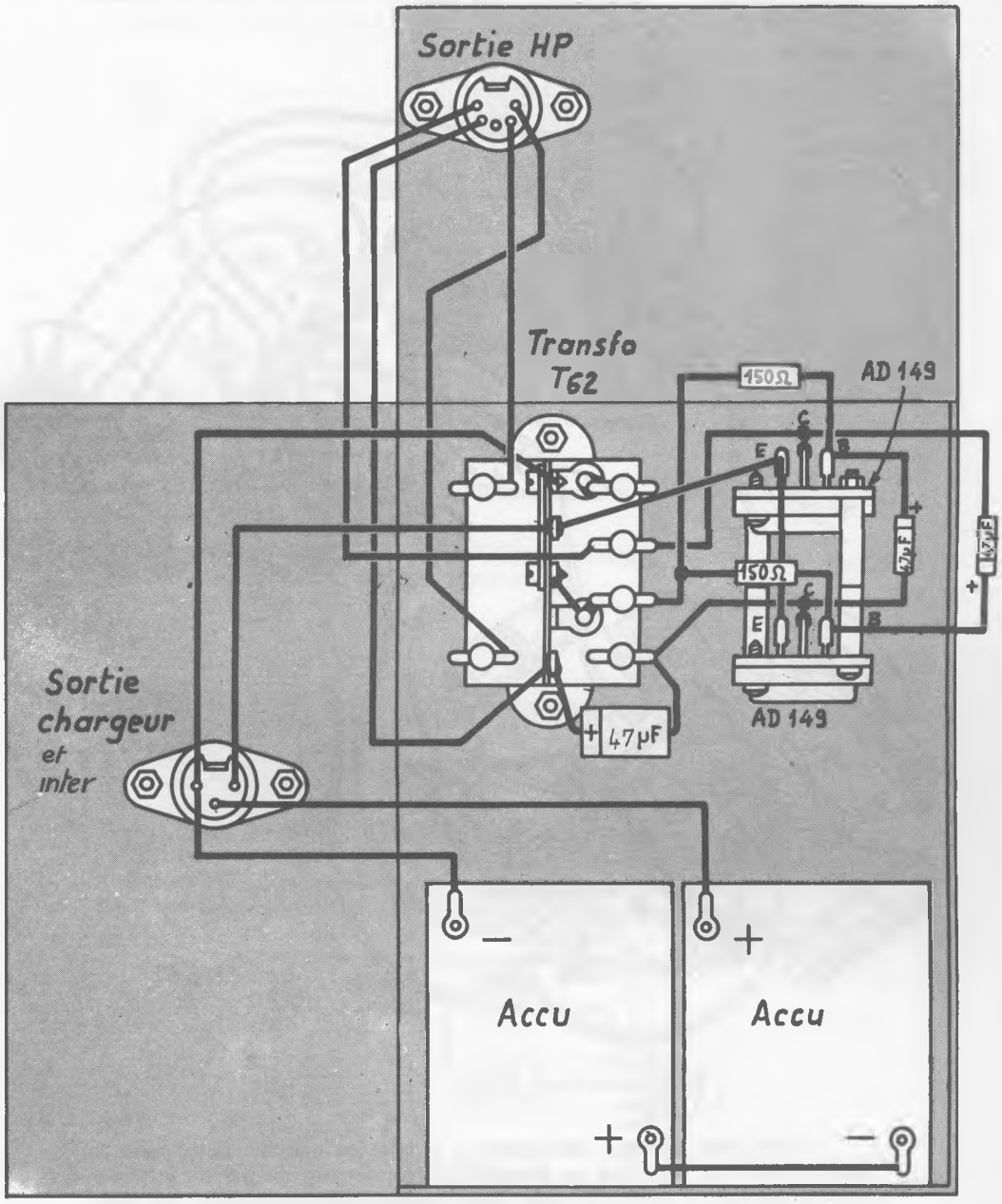


Fig. 91

– Un chargeur d'accus, qui permet de recharger les accus incorporés sans avoir à les sortir.

– Un accu extérieur, sur une voiture par exemple, ou dans le cas où l'on désire un emploi sur accu de très forte capacité, donc de grandes dimensions.

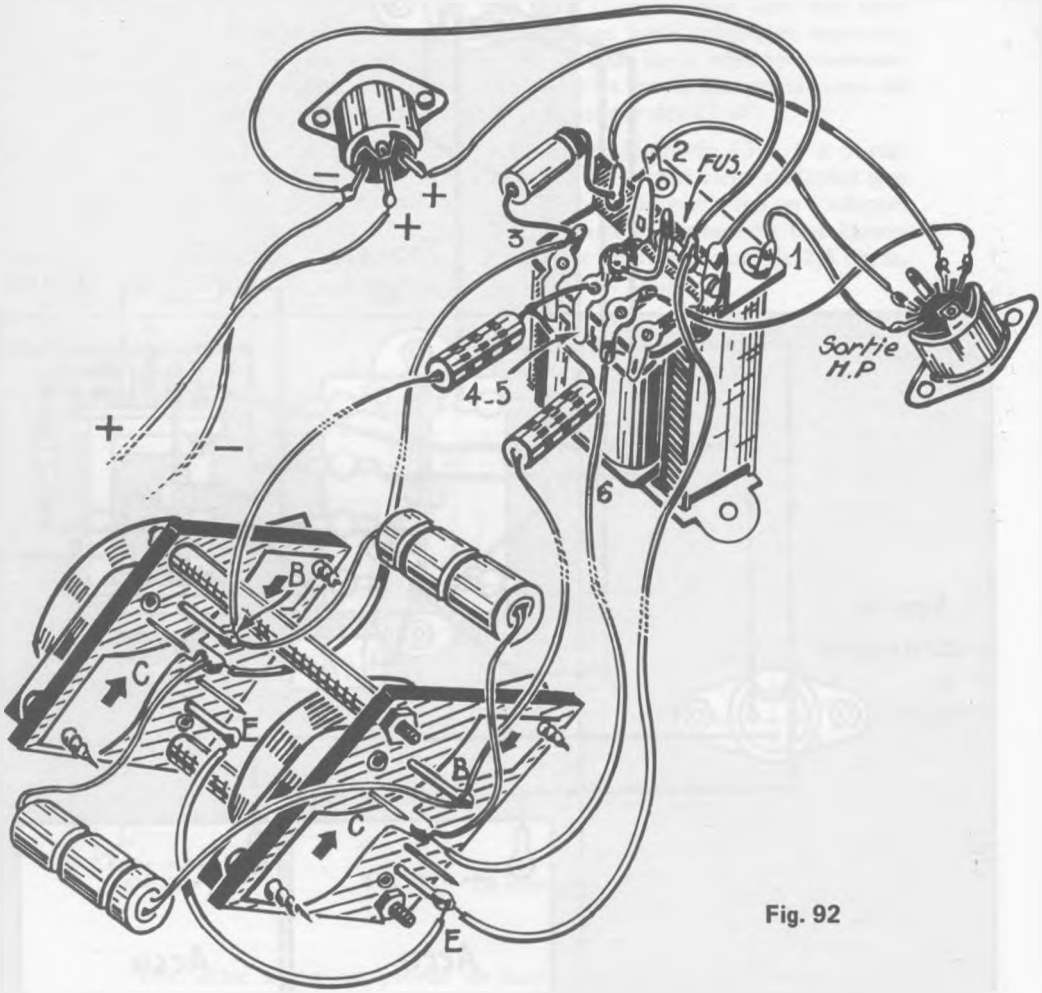


Fig. 92

– Les deux fils qui aboutissent à la mise en marche. Cette mise en marche peut être faite par un simple bouton-poussoir, ou par un interrupteur permanent, ou par un relais. Dans le cas d'une commande par relais, cette sirène peut alors être déclenchée par l'un des nombreux dispositifs qui sont décrits dans cet ouvrage : cellule photoélectrique, barrage invi-

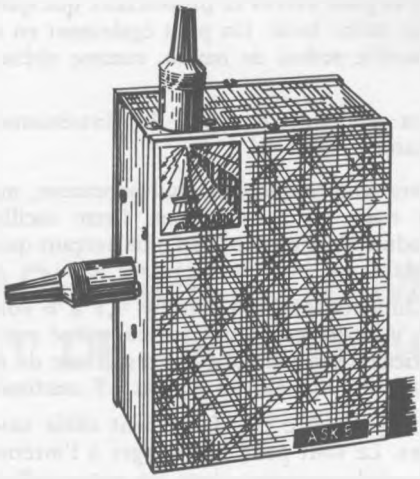


Fig. 93 — Le klaxon électronique ASK 5

sible par ultra-sons, minuterie, radiocommande, détecteur de contact, surveilleur de liquides, etc...

En alarme anti-vol, en sirène d'usine, en voiture, disons que les emplois de ce type de klaxon sont extrêmement variés.

UN AVERTISSEUR ELECTRONIQUE

Une sirène d'alarme est bien souvent destinée à faire «beaucoup de bruit», pour qu'on l'entende bien, et très loin alentour. Ici inversement, nous avons un système qui est destiné à avertir, à attirer l'attention, mais sans pour cela être trop bruyant et gênant. Il peut par exemple être intégré dans une installation d'alarme à l'intérieur d'un appartement, dont le pro-

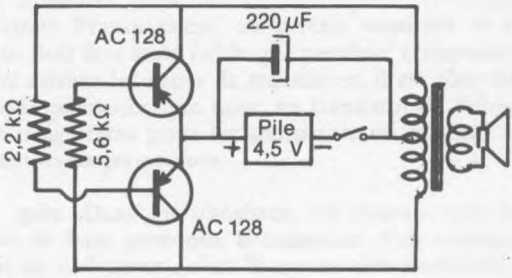


Fig. 94 — L'avertisseur électronique K 74

priétaire est présent, et pour avertir ce propriétaire que quelque chose d'anormal se passe dans un autre local. On peut également en envisager l'installation à bord d'un modèle réduit de navire, comme sirène dont tout navire est muni.

Son schéma est représenté en figure 94. Extrêmement simple, comme vous pouvez le constater.

Deux transistors sont montés en multivibrateur, montage produisant une oscillation très riche en harmoniques. Cette oscillation actionne un haut-parleur, qui produit alors un son bien plus perçant que s'il était actionné par un signal sinusoïdal.

La tension d'alimentation peut être de 4,5 à 6 volts, le débit est de 100 milliampères. L'interrupteur peut être constitué par l'un des relais de votre récepteur multicanal, ou par tout autre système de contact annexe. Le haut-parleur peut être un modèle de 12 ou 17 centimètres de diamètre.

Un tel système peut être très facilement câblé sur barrette-relais ou sur plaquette à cosses. Le tout peut être intégré à l'intérieur d'un coffret de protection ; ou encore le montage dans un petit coffret et de là liaison par deux fils souples au haut-parleur installé à distance.

◆

CHAPITRE VI

DES APPAREILS DE MESURE ET DE DEPANNAGE

Nous nous proposons tout d'abord de décrire ici des appareils qui permettent de vérifier l'état des semiconducteurs en général, et des transistors en particulier. Pour les besoins courants de l'amateurisme en électronique, il n'est nullement besoin de disposer d'appareils qui permettraient de **mesurer toutes les valeurs** intéressant un transistor. Cela nécessiterait la mise en œuvre de moyens fort complexes et coûteux. Ce qui nous intéresse, c'est de savoir si un transistor est bon ou mauvais, tout d'abord. Ensuite, on peut aller un peu plus loin, pour vérifier d'autres valeurs, et c'est pourquoi nous présentons différents modèles d'appareils, dans lesquels chacun puisera suivant ses ambitions... et ses ressources financières...

Dans le «bon ou hors d'usage», que peut-il se produire dans un semiconducteur ?

1°) **Court-circuit.** L'élément est brûlé, il a subi un courant excessif, les jonctions internes sont fondues, en court-circuit.

2°) **Coupure.** Ici le courant ne passe plus. Il n'y a plus de liaison entre les broches extérieures et les jonctions intérieures.

Qu'est-ce qui peut nous intéresser en matière de caractéristiques à mesurer ?

1°) **Le courant de fuite.** Lorsque la base d'un transistor est «en l'air», lorsqu'elle n'est reliée à aucun circuit et que collecteur et émetteur sont normalement alimentés, il ne devrait théoriquement circuler aucun courant dans le collecteur. Pratiquement, un certain **«courant de fuite»** existe toujours, mais qui doit être aussi faible que possible. L'importance de ce courant varie d'ailleurs suivant les types de transistors, il est plus élevé pour un transistor de grande puissance que pour un transistor de faible puissance. Il est pratiquement insignifiant pour les transistors **au silicium**, et plus important pour les transistors **au germanium**.

2°) **Le gain.** Dans un transistor, un courant très faible qui circule dans le circuit de base provoque la naissance d'un courant bien plus élevé dans le circuit de collecteur ; c'est là une notion essentielle de son fonctionnement et le gain est le rapport qui existe entre la variation du courant de collecteur et la variation du courant de base qui l'a provoquée.

Ce que l'on peut encore mettre sous l'expression :

Courant de collecteur = Gain x Courant de base

Le gain caractérise **l'amplification** que l'on peut attendre d'un transistor donné, ce qui est bien l'une des caractéristiques essentielles.

UN VÉRIFICATEUR TRES RUDIMENTAIRE

Commençons par ce petit montage, d'une extrême simplicité.

Nous y voyons essentiellement une pile de 4,5 volts débitant dans une petite ampoule du type éclairage de cadran de poste, s'allumant pour un courant de 100 milliampères sous 6,3 volts.

Un premier essai consiste simplement à mettre le transistor à tester dans les broches du support sans appuyer sur aucun bouton. Le transistor est alors traversé par son **courant de fuite**, collecteur-émetteur qui est très faible. Pratiquement l'ampoule doit rester éteinte, son allumage indiquerait un courant de fuite trop élevé, voire même un court-circuit interne.

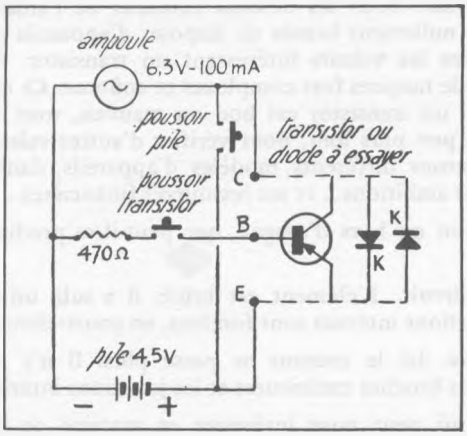


Fig. 95 — Un transistormètre extrêmement simplifié.

Le second essai consiste à appuyer sur le bouton-poussoir marqué «Transistor». Cette action branche le circuit de base, cette fois l'ampoule doit s'allumer. Un manque d'allumage indiquerait un transistor franchement coupé, ou une amplification insuffisante.

Le contrôle d'une diode détectrice s'effectue en la branchant aux douilles E et C. On doit observer l'allumage pour un certain sens de branchement, et l'extinction pour le branchement inverse.

Le bouton marqué «Poussoir Pile» a pour but de contrôler l'état de la pile, ce qui se constate par l'allumage de l'ampoule.

Très simple, ce montage ne comporte même pas d'inverseur de pile. Tel qu'elle est branchée, elle convient pour le transistor PNP qui est représenté. Dans le cas d'un NPN, il convient d'inverser le branchement de la pile.

VÉRIFICATEUR POUR SEMICONDUCTEURS

En figure 96 un montage qui permet la vérification des transistors NPN et PNP, et des diodes. Accessoirement, on dispose sur deux douilles d'une **sonnette**, pour **sonner** des circuits.

Nous avons deux supports convenablement branchés, ce qui évite l'emploi d'un inverseur de la pile. Sur le support NPN, par exemple, cette pile débite dans le circuit :

– Plus de la pile – R 1 – diode LED – collecteur – émetteur – Moins de la pile.

On place un transistor sur son support approprié, la LED ne doit pas s'illuminer, sinon cela révèle un courant de fuite trop important, ou même un court-circuit dans les jonctions. Ensuite on polarise la base en appuyant sur B1. Cette fois le transistor conduit et la diode doit s'allumer. Dans le cas contraire, il y a coupure d'une jonction. On procèdera de même pour un PNP, en appuyant ensuite sur B2.

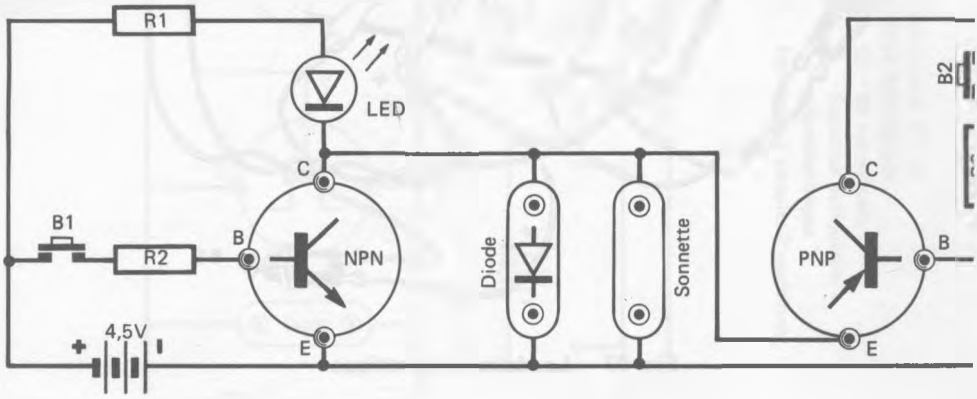


Fig. 96 – Le vérificateur TD 2
Pour transistors NPN, PNP, et diodes
R1 - 120 ohms – R3 - 1500 ohms –
R2 - 1500 ohms.

Si l'on met une diode sur son support et dans le sens marqué, la LED doit s'allumer, et elle doit rester éteinte pour un branchement en sens inverse. S'il y a allumage dans les deux sens, la diode est en court-circuit. S'il n'y a aucun allumage dans les deux sens, la diode est coupée.

La pile ne débite que lors d'un essai, raison pour laquelle aucun interrupteur n'est prévu. Aux deux douilles «Sonnette» on peut brancher deux fils souples, et si on en réunit les extrémités on voit que la diode s'allume, à travers la résistance de sécurité R1. On peut donc sonner un circuit, par exemple un enroulement de transformateur, pour vérifier s'il n'est pas coupé. Le but général d'une sonnette est de rechercher des courts-circuits, des continuités, d'identifier des circuits.

Ce que l'on peut encore mettre sous l'expression :

Courant de collecteur = Gain x Courant de base

Le gain caractérise l'**amplification** que l'on peut attendre d'un transistor donné, ce qui est bien l'une des caractéristiques essentielles.

UN VÉRIFICATEUR TRES RUDIMENTAIRE

Commençons par ce petit montage, d'une extrême simplicité.

Nous y voyons essentiellement une pile de 4,5 volts débitant dans une petite ampoule du type éclairage de cadran de poste, s'allumant pour un courant de 100 milliampères sous 6,3 volts.

Un premier essai consiste simplement à mettre le transistor à tester dans les broches du support sans appuyer sur aucun bouton. Le transistor est alors traversé par son **courant de fuite**, collecteur-émetteur qui est très faible. Pratiquement l'ampoule doit rester éteinte, son allumage indiquerait un courant de fuite trop élevé, voire même un court-circuit interne.

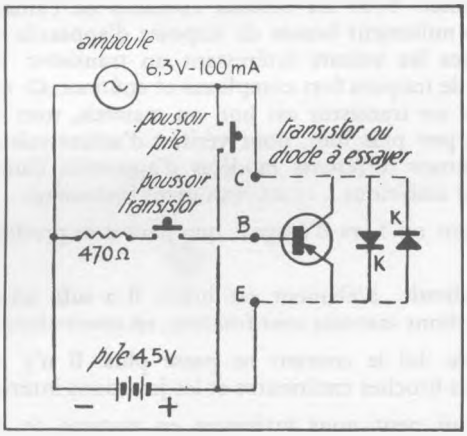


Fig. 95 -- Un transistormètre extrêmement simplifié.

Le second essai consiste à appuyer sur le bouton-poussoir marqué «Transistor». Cette action branche le circuit de base, cette fois l'ampoule doit s'allumer. Un manque d'allumage indiquerait un transistor franchement coupé, ou une amplification insuffisante.

Le contrôle d'une diode détectrice s'effectue en la branchant aux douilles E et C. On doit observer l'allumage pour un certain sens de branchement, et l'extinction pour le branchement inverse.

Le bouton marqué «Poussoir Pile» a pour but de contrôler l'état de la pile, ce qui se constate par l'allumage de l'ampoule.

Très simple, ce montage ne comporte même pas d'inverseur de pile. Tel qu'elle est branchée, elle convient pour le transistor PNP qui est représenté. Dans le cas d'un NPN, il convient d'inverser le branchement de la pile.

VÉRIFICATEUR POUR SEMICONDUCTEURS

En figure 96 un montage qui permet la vérification des transistors NPN et PNP, et des diodes. Accessoirement, on dispose sur deux douilles d'une **sonnette**, pour **sonner** des circuits.

Nous avons deux supports convenablement branchés, ce qui évite l'emploi d'un inverseur de la pile. Sur le support NPN, par exemple, cette pile débite dans le circuit :

– Plus de la pile – R 1 – diode LED – collecteur – émetteur – Moins de la pile.

On place un transistor sur son support approprié, la LED ne doit pas s'illuminer, sinon cela révèle un courant de fuite trop important, ou même un court-circuit dans les jonctions. Ensuite on polarise la base en appuyant sur B1. Cette fois le transistor conduit et la diode doit s'allumer. Dans le cas contraire, il y a coupure d'une jonction. On procèdera de même pour un PNP, en appuyant ensuite sur B2.

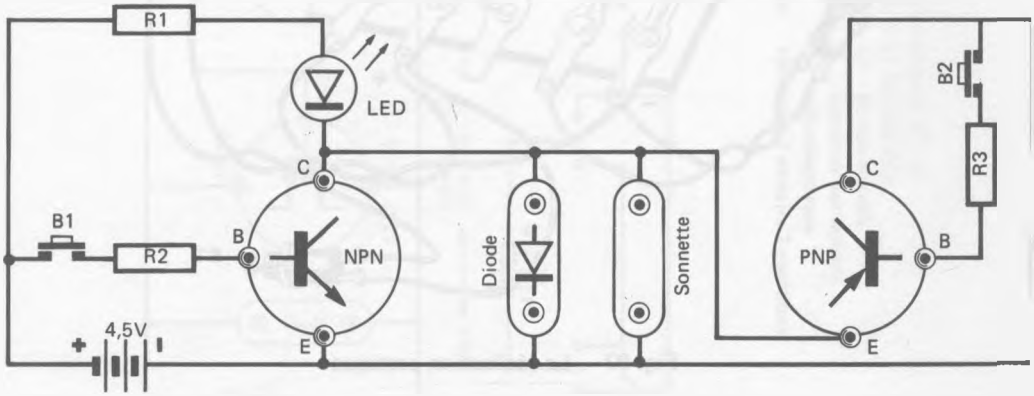


Fig. 96 – Le vérificateur TD 2
Pour transistors NPN, PNP, et diodes
R1 - 120 ohms – R3 - 1500 ohms –
R2 - 1500 ohms.

Si l'on met une diode sur son support et dans le sens marqué, la LED doit s'allumer, et elle doit rester éteinte pour un branchement en sens inverse. S'il y a allumage dans les deux sens, la diode est en court-circuit. S'il n'y a aucun allumage dans les deux sens, la diode est coupée.

La pile ne débite que lors d'un essai, raison pour laquelle aucun interrupteur n'est prévu. Aux deux douilles «Sonnette» on peut brancher deux fils souples, et si on en réunit les extrémités on voit que la diode s'allume, à travers la résistance de sécurité R1. On peut donc sonner un circuit, par exemple un enroulement de transformateur, pour vérifier s'il n'est pas coupé. Le but général d'une sonnette est de rechercher des courts-circuits, des continuités, d'identifier des circuits.

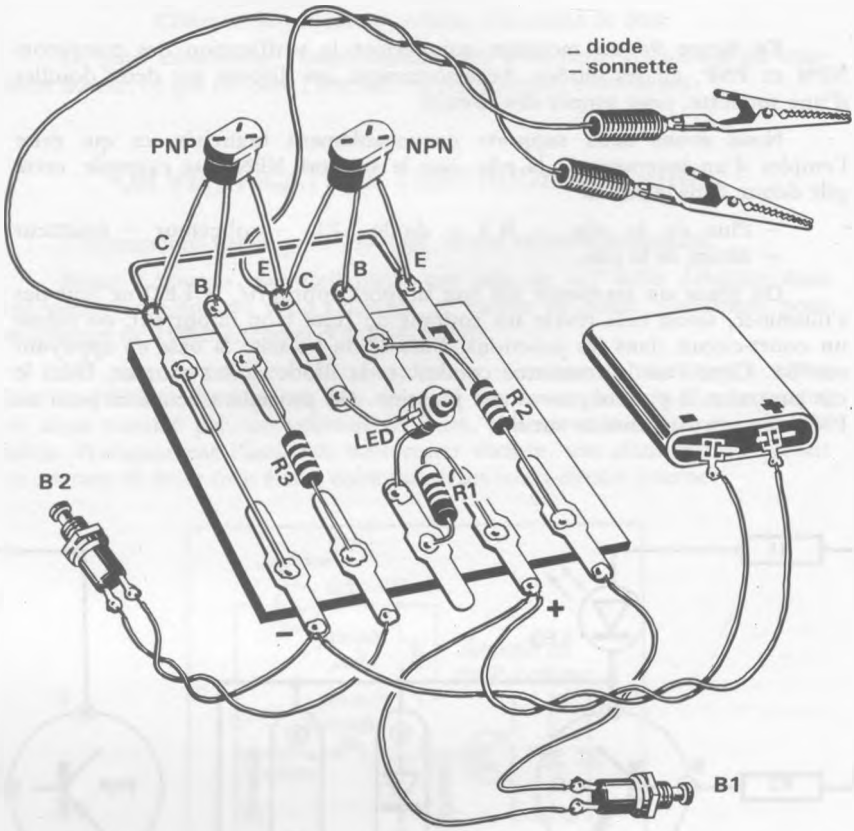


Fig. 97 – La réalisation pratique

Pour l'utilisation pratique d'un tel appareil, on peut l'intégrer dans un coffret plastique quelconque, convenablement percé, et qui en facilite l'emploi. On porte sur le panneau avant de commande toutes les indications et tous les symboles tels qu'ils sont représentés sur le schéma. Cela facilite l'utilisation et évite des erreurs ou des tâtonnements.

TRANSISTEST TOUS TRANSISTORS

Le schéma que nous représentons maintenant en figure 98 fournit de plus grandes performances. Il vérifie notamment tous les types de transistors, y compris les transistors de puissance.

Examinons le fonctionnement mettant en circuit le support NPN - PNP. Ici le branchement de la pile peut être inversé, et il est signalé par deux

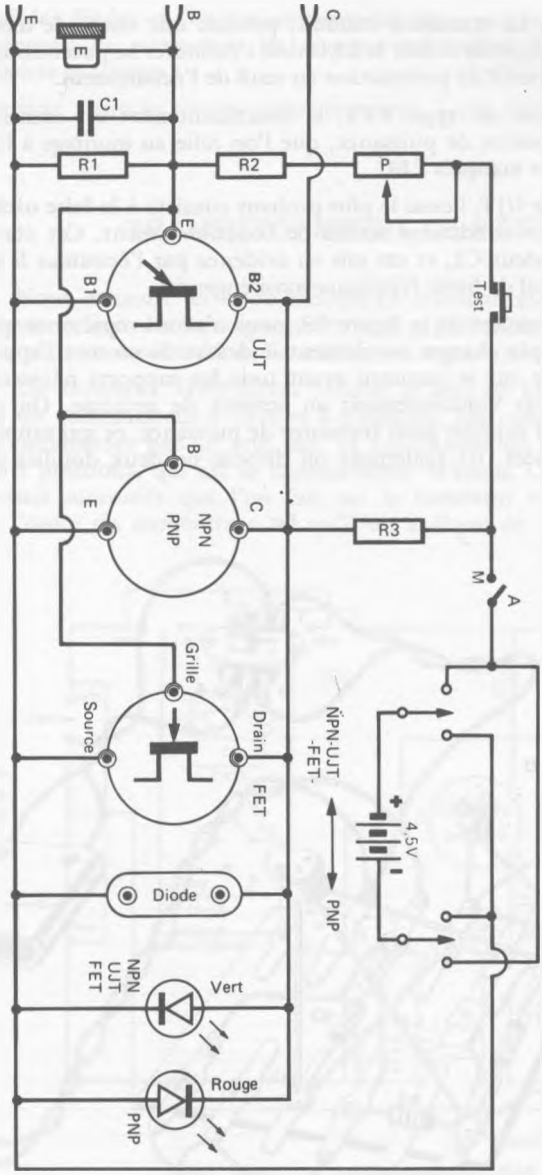


Fig. 98 — Le Transistest TT. 4
Pour tous transistors.

R1 - 100 kilohms
R2 - 1000 ohms
R3 - 150 ohms
P - Potentiomètre 220 kilohms
C1 - 68 nanofarads
E - Écouteur auriculaire piézoélectrique
Inverseur 2 circuits 2 positions

diodes LED de couleurs différentes. La verte s'allume en NPN, la rouge s'allume en PNP. Cet allumage se produit immédiatement, dès qu'on actionne l'interrupteur de mise en marche. Suivant son sens de branchement, la pile débite dans l'une des diodes d'une part, et d'autre part dans le circuit : — R3 — collecteur — émetteur. Le circuit R1, R2 et P polarise la base.

Donc, dès la mise en marche, l'une des LED s'allume. Insérons un transistor PNP ou NPN sur son support, l'ampoule doit rester allumée. Si elle s'éteint cela révèle un transistor en court-circuit. Appuyons sur le poussoir

pour polariser la base. Le transistor conduit, produit une chute de tension supplémentaire dans R3, et de ce fait la LED doit s'éteindre. Le potentiomètre P est destiné à régler le seuil de polarisation au seuil de l'éclairement.

Pour un transistor de type FET, le fonctionnement est identique. De même pour un transistor de puissance, que l'on relie au montage à l'aide des fils souples et pinces marqués EBC.

Pour un transistor UJT, l'essai le plus probant consiste à le faire osciller, ce qui le place dans ses conditions réelles de fonctionnement. Cet état est obtenu par le condensateur C1, et est mis en évidence par l'écouteur E dans lequel on entend le signal de basse fréquence ainsi engendré.

Sur le plan de montage de la figure 99, nous n'avons représenté qu'un seul support, pour ne pas charger inutilement le dessin. Si on met l'appareil en coffret, on dispose sur le panneau avant tous les supports nécessaires, que l'on relie entre eux conformément au schéma de principe. On peut même prévoir un grand support pour transistor de puissance, ce qui supprime l'emploi des fils et pinces. Ici également on dispose de deux douilles pour

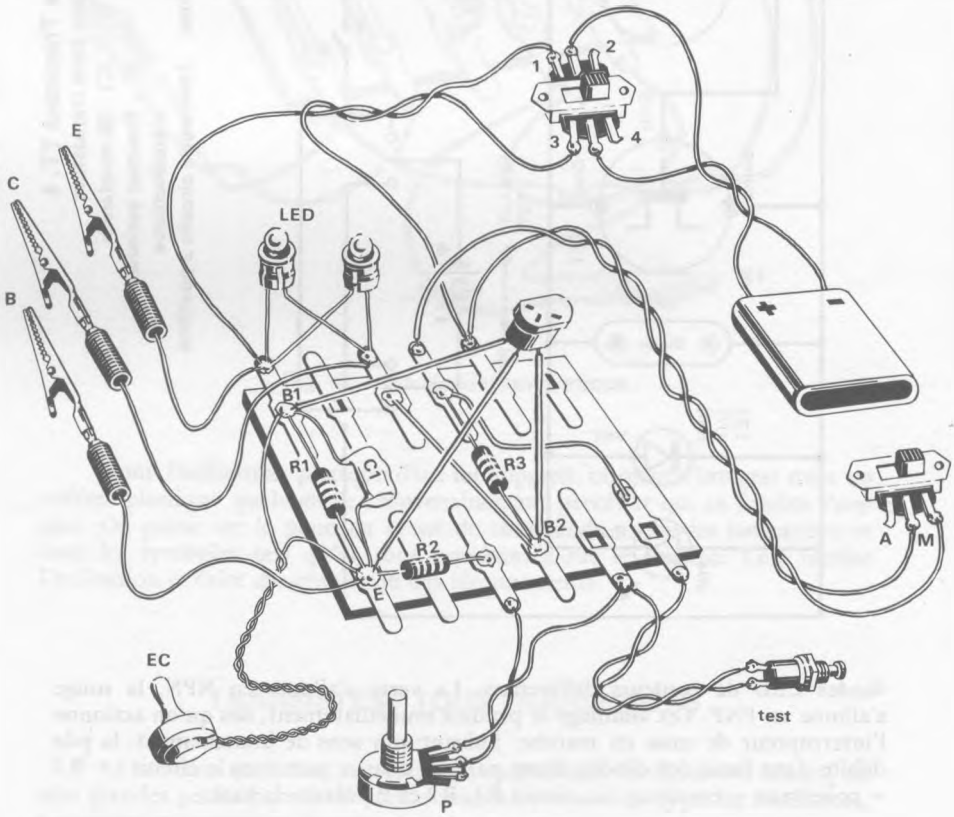


Fig. 99

l'essai des diodes et l'emploi en sonnette. Pour un usage pratique, porter sur le panneau de commande les diverses indications de fonctionnement que comporte le schéma.

Attention : sous le commutateur inverseur, 1 est relié à 4 et 2 est relié à 3.

TRANSISTORMETRE DE MESURES

Nous arrivons ici à un modèle de transistormètre plus perfectionné, qui nous fournit des renseignements plus approfondis sur les caractéristiques du transistor en observation. Le schéma est représenté en figure 100.

Un inverseur «PNP-NPN» inverse le sens de branchement de la pile. C'est un commutateur 4 circuits 4 positions. Les commutateurs I1, I2 et I3 sont commandés par un seul axe, et constituent un commutateur de 3 circuits 6 positions, qui est le **commutateur d'essais.** C'est lui qui commande les essais successifs que l'on fait sur le transistor en observation, et cela dans l'ordre du numérotage tel qu'il est indiqué de 1 à 5. Examinons-les :

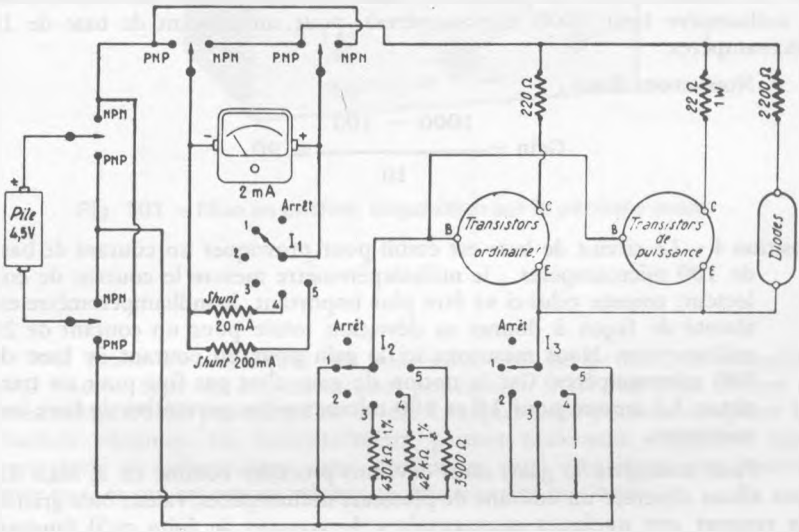


Fig. 100 — Le transistormètre TM 10
Pour des mesures de courants et de gains

Arrêt — Les circuits de la base et de l'émetteur sont coupés, il n'y a donc pas de débit possible et c'est pourquoi la pile ne comporte pas d'interrupteur «Marche-Arrêt».

Position 1 — L'émetteur est coupé, la base est branchée. On mesure ici le **courant de fuite collecteur-base.** Ce courant doit toujours être très faible, sinon négligeable et nul.

Position 2 – L'émetteur est branché, ainsi dès maintenant que sur toutes les positions suivantes. La base est coupée. On mesure ici le **courant de fuite collecteur-émetteur.** Ce courant peut être parfois extrêmement faible pour certains transistors comme les AF115, AF118, AFY19, OC44, et les transistors modernes au silicium. Mais nous trouverons par exemple 400 microampères pour un OC75, 200 microampères pour un OC76, 100 microampères pour un OC72. Ces valeurs sont à retenir et à prendre en considération pour les essais suivants.

Position 3 – Cette fois, le circuit de base est établi pour provoquer un courant de base de 10 microampères et le milliampèremètre mesure le courant de collecteur. Nous mesurons ici le **gain pour un courant de base de 10 microampères.** C'est l'une des mesures essentielles pour la bonne connaissance du transistor. Mais attention, la lecture ne se fait pas en direct. Nous avons ici :

$$\text{Gain} = \frac{\text{courant de collecteur} - \text{courant de fuite}}{\text{Courant de base}}$$

Prenons un exemple. En position 2, nous avons lu un courant de fuite de 100 microampères. En position 3, nous lisons un courant de collecteur de 1 milliampère (soit 1000 microampères), pour un courant de base de 10 microampères.

Nous avons donc :

$$\text{Gain} = \frac{1000 - 100}{10} = 90$$

Position 4 – Le circuit de base est établi pour provoquer un courant de base de 100 microampères ; le milliampèremètre mesure le courant de collecteur, comme celui-ci va être plus important, le milliampèremètre est shunté de façon à donner sa déviation totale pour un courant de 20 milliampères. Nous mesurons ici le **gain pour un courant de base de 100 microampères.** Car la notion de gain n'est pas fixe pour un transistor. La mesure pour 10 et 100 microampères permettra de faire une moyenne.

Pour connaître le gain, nous devrions procéder comme en 3. Mais ici, nous allons observer un courant de plusieurs milliampères, valeur bien grande par rapport aux quelques microampères du courant de fuite qu'il faudrait normalement soustraire. En pratique, ceux-ci peuvent être négligés et l'on se contente de diviser par 100 (courant de base) le courant de collecteur.

Poursuivons l'exemple du transistor précédent, nous observons un courant de collecteur de 10 milliampères, soit 10 000 microampères, divisé par 100, cela nous donne un gain de 100 et l'on peut dire dans cet exemple, que le gain moyen du transistor examiné est de 95.

Position 5 – Elle est réservée à l'essai des **transistors de puissance**. Le circuit de base est établi pour provoquer un courant de 1 milliampère et le milliampèremètre est shunté pour admettre un courant de 200 milliampères. On applique le même processus que précédemment.

La résistance de 220 ohms du circuit de collecteur joue un rôle de sécurité limitant le courant en cas de fausse manœuvre. Pour un transistor de puissance, cette résistance peut être ramenée à 22 ohms, on la branche séparément sur le support spécial qui reçoit ces types de transistors.

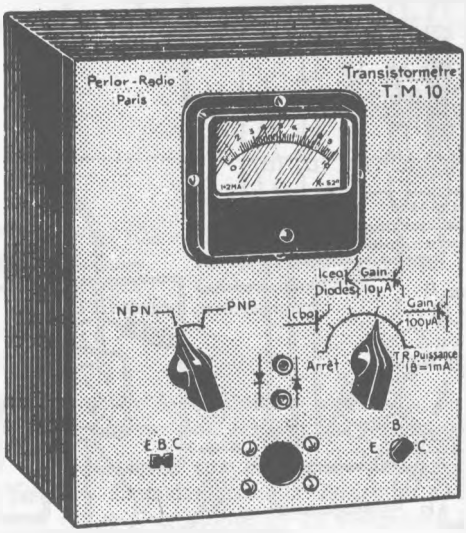


Fig. 101 — Mise en coffret, disposition sur le panneau avant

Il existe des Lexiques de transistors, qui permettent de connaître pour chaque type les caractéristiques principales. Il est bon pour utiliser ce transistormètre de posséder l'un de ces Lexiques pour pouvoir comparer les résultats obtenus. Ce transistormètre permet également d'appairer deux transistors, de sélectionner deux transistors aussi identiques que possible entre eux, ce qui est parfois nécessaire dans certains montages.

C'est sur la position 2 que l'on effectue l'essai des diodes, que l'on branche simplement aux douilles E et C du support. La diode à essayer est branchée dans un sens, puis dans l'autre. Suivant le sens de branchement, on doit observer une nette différence de courant.

En figure 101, nous reproduisons un exemple d'installation possible sur le panneau avant, et en figure 102 le plan de câblage de cet appareil. Précisons que deux résistances branchées dans le commutateur I2 sont de tolérance 1 %, précision qui doit être respectée, car elle détermine les courants de base. Sur le commutateur ESSAIS les deux galettes font partie d'un même organe. Nous rappelons et recommandons toujours de veiller à l'identification des broches d'un commutateur, par rapport au schéma de principe.

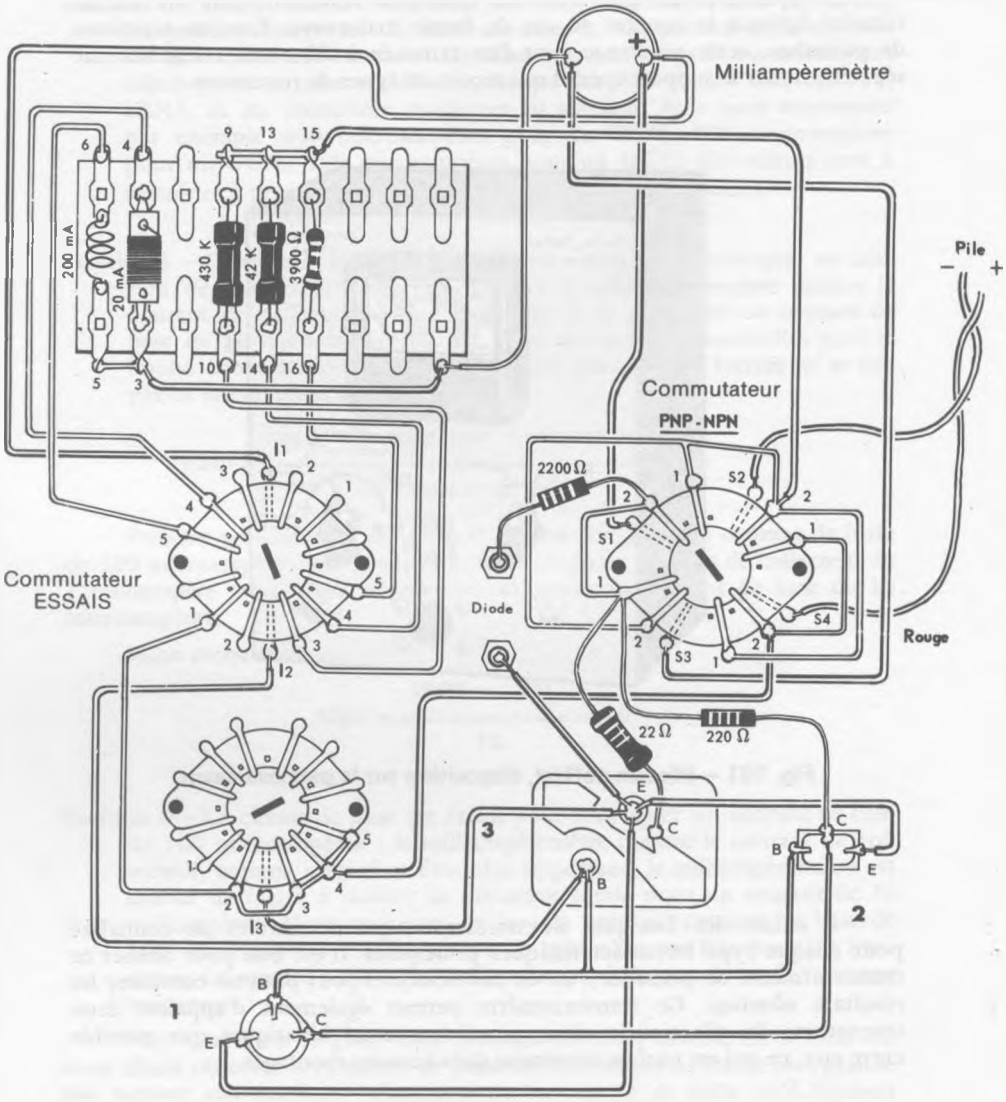


Fig. 102

TESTEUR POUR DIODES ZENER

Ce montage est **vérificateur et identificateur.** Également d'une très grande simplicité, il concerne essentiellement les diodes zener. Il a pour but, non seulement de vérifier si une diode zener est bonne ou mauvaise,

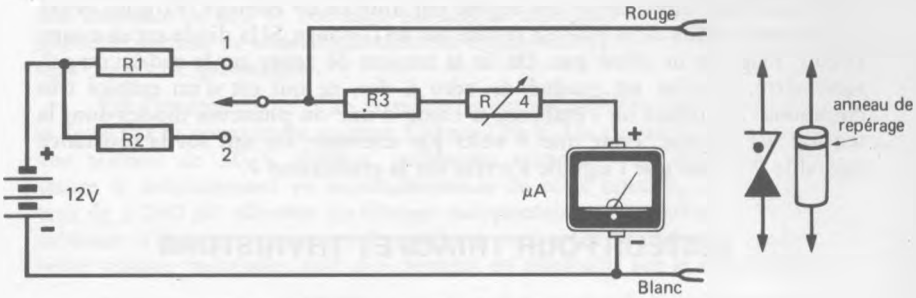


Fig. 103 — Le testeur TZ.12

R1 - 150 ohms **R4 - Ajustable 4 700 ohms**
R2 - 82 ohms **Galvanomètre 400**
R3 - 22 kilohms **microampères**

mais également d'en connaître la **tension de régulation**, ce que l'on appelle couramment la «tension zener». Son schéma est représenté en figure 103.

La position 1 est destinée aux diodes de puissance 400 milliwatts et en-dessous. La position 2 est destinée aux diodes de 1 watt et au-dessus. Le microampèremètre est en fait monté ici en voltmètre, à l'aide des résis-

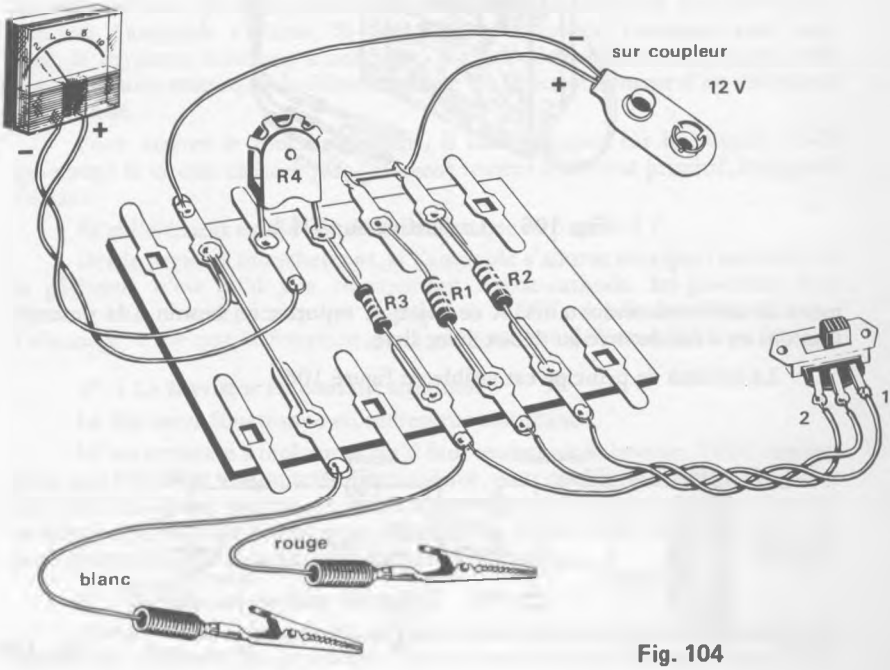


Fig. 104

tances R3 et R4. A l'aide des deux pinces, on branche sur le montage la diode à vérifier **en respectant le sens** : Plus de la diode au Plus de la pile. Le positif d'une diode zener est repéré par anneau de couleur. Et pour éviter des erreurs, le Plus de la pile est repéré par un fil rouge. Si la diode est en court-circuit, l'aiguille ne dévie pas. On lit la tension de zener sur le cadran du galvanomètre. Celui-ci est gradué de zéro à dix, ce qui est d'un emploi très commode. Au début on l'étalonne à l'aide d'une ou plusieurs diodes dont la tension est connue. Pour une 9 volts par exemple, on agit sur la résistance ajustable R4 pour que l'aiguille s'arrête sur la graduation 9.

TESTEUR POUR TRIACS ET THYRISTORS

L'appareil que nous voyons en figure 105 a pour but de vérifier l'état de fonctionnement des triacs et thyristors. Et accessoirement, on peut constater qu'il constitue un excellent moyen de démonstration du fonctionne-

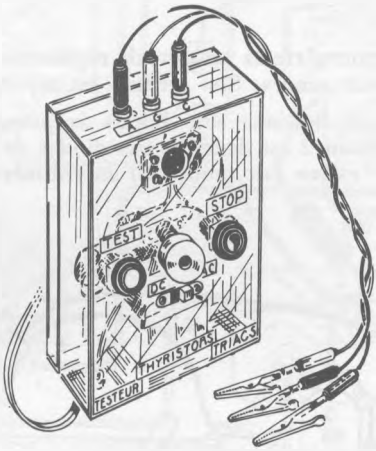


Fig. 105 – Le vérificateur TH.1

ment de ces semiconducteurs. A ce sujet, se reporter au besoin à la description qui en a été donnée au début de ce livre.

Le schéma de principe est visible en figure 106.

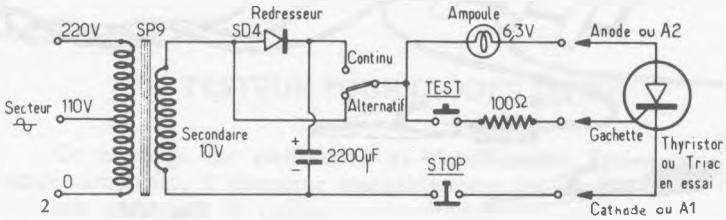


Fig. 106

On dispose ici d'un montage qui permet de constater le fonctionnement en courant continu et en courant alternatif. Dans le circuit anodique se trouve une ampoule de 6,3 V, 100 mA, qui sert de résistance de charge. Cette faible intensité permet de tester également les thyristors et triacs de faible puissance sans danger de destruction.

Par l'intermédiaire d'un transformateur convenable, l'alimentation peut se faire sur le courant du secteur 120 ou 220 V. Un circuit secondaire délivre une tension de 10 V environ, nullement critique. Une diode au silicium assure le redressement en monoalternance de cette tension, et un condensateur de 2 200 μF effectue un filtrage rudimentaire, mais suffisant. Par l'intermédiaire d'un commutateur à 2 positions, on peut se brancher en continu sur cette tension redressée, soit directement en alternatif sur le transformateur.

Le bouton marqué TEST a pour but de brancher le circuit de la gâchette lorsqu'on le désire. C'est un bouton-poussoir du type «sonnerie», le contact s'établit lorsqu'on appuie dessus, il est à **contact travail.** Le bouton marqué STOP a pour but d'interrompre le circuit de la cathode, le contact est établi en permanence **et s'interrompt** lorsqu'on appuie sur le bouton, il est à **contact repos.**

Voyons maintenant le fonctionnement en essais, et commençons par l'essai du thyristor.

Pour cela, on commute évidemment le commutateur sur «continu» et on relie convenablement les 3 électrodes du thyristor à l'appareil.

1°) Le thyristor en courant continu

Anode et cathode branchées, il ne se produit rien, l'ampoule ne s'allume pas, le thyristor ne conduit pas.

Appuyons sur le bouton TEST, la gâchette est reliée et reçoit une certaine tension positive, elle déclenche le fonctionnement du thyristor, il conduit, l'ampoule s'allume. Si l'on relâche le bouton, l'ampoule reste allumée, le thyristor continue à conduire, il a été déclenché. Ce simple petit test constitue une remarquable démonstration du fonctionnement d'un redresseur commandé.

Pour arrêter le fonctionnement, il faut appuyer sur le bouton STOP qui coupe le circuit cathodique, l'élément revient à son état primitif, l'ampoule s'éteint.

Et si l'élément essayé est défectueux, que se passe-t-il ?

Dès le premier branchement, si l'ampoule s'allume sans que l'on actionne la gâchette, c'est qu'il y a court-circuit anode-cathode, les jonctions sont fondues. Et ensuite, lorsqu'on appuie sur TEST, si cela ne déclenche pas l'allumage, c'est que la fonction de la gâchette est défectueuse, hors d'usage.

2°) Le thyristor en courant alternatif

Le thyristor fonctionne en redresseur commandé.

Ici on constate simplement qu'il faut maintenir le bouton TEST appuyé pour que l'élément conduise en permanence, pour que l'ampoule reste allumée. Ceci est tout à fait normal, puisqu'à chaque demi-alternance négative l'anode devient négative et le thyristor se désamorce. Il faut donc le redéclencher en permanence en maintenant la tension de la gâchette.

3°) Le triac en courant alternatif

Anodes 1 et 2 branchées, il ne se produit rien, l'ampoule ne s'allume pas. Si elle s'allume, les jonctions sont en court-circuit. On appuie sur TEST

pour alimenter la gâchette. Le triac conduit, l'ampoule s'allume. Si elle ne s'allume pas la jonction est coupée. Dès que l'on cesse d'appuyer, l'ampoule s'éteint, le triac est à nouveau bloqué. Pour qu'il conduise en permanence, la gâchette doit également être alimentée en permanence.

Nous ne parlons pas du triac en continu, puisque cet élément est destiné à ne fonctionner qu'en alternatif.

La figure 107 montre le plan de câblage de ce petit appareil.

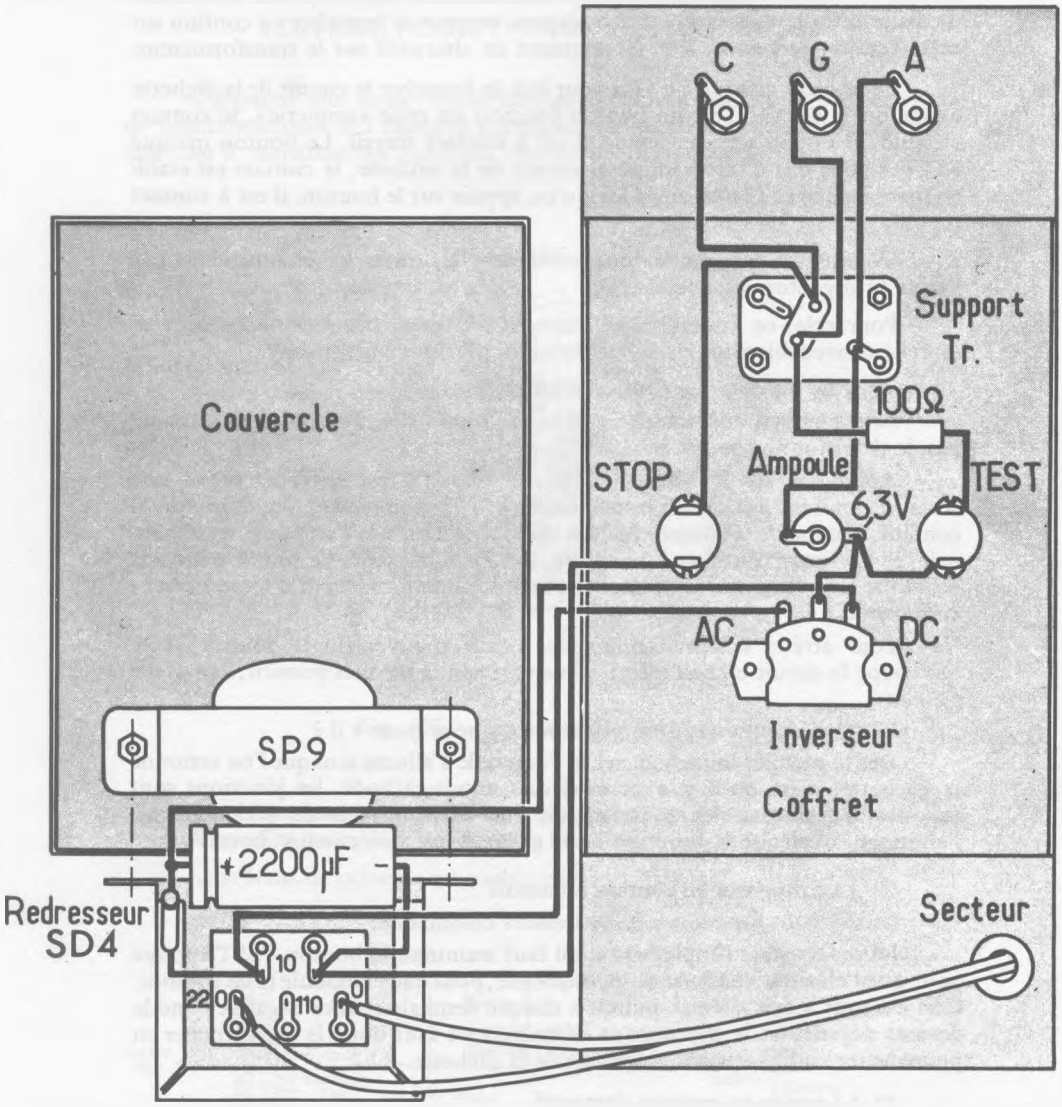


Fig. 107

Nous l'avons intégré dans un petit coffret en matière plastique que l'on perce convenablement pour y fixer les principaux éléments. Un support est prévu pour recevoir l'élément à tester, thyristor ou triac. Mais nous avons également prévu une liaison par 3 fils souples de couleur et 3 pinces pour le cas d'éléments se présentant différemment ou se trouvant intégrés dans un montage. On peut alors tester l'élément sans le démonter, mais il est bien évident qu'alors le montage ne doit pas être alimenté.

UN SIGNAL-TRACER

Le signal-tracer et l'injecteur que nous décrivons à la suite sont deux appareils de dépannage, de recherche, de dépistage de pannes. Ils ont pour but de pratiquer la **méthode dynamique** de dépannage. Cette question est traitée à la fin de ce livre en rubrique de dépannage. Rappelons-en brièvement le principe.

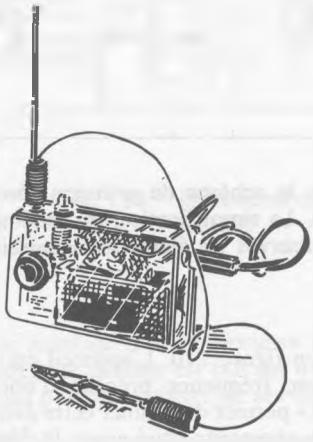


Fig. 108
Le signal-tracer ST 12

Voyez le schéma de la figure 109, il représente les circuits essentiels et très simplifiés d'un récepteur de radio. Lorsqu'un tel appareil reçoit une émission sur son antenne, le signal reçu traverse successivement les différents étages du récepteur, jusqu'à l'antenne. Parcours au cours duquel il est amplifié, transformé, amplifié à nouveau...

La méthode dynamique consiste à suivre **à la trace, et en l'écoutant,** l'émission reçue, depuis l'antenne jusqu'au haut-parleur. Pour cela on «touche» avec la pointe du signal-tracer les différents points numérotés.

Le signal-tracer permet absolument d'entendre l'émission prélevée dans les différents circuits du récepteur, donc de connaître et de savoir à tout instant la puissance qu'elle a, si elle a été déformée, si elle a été affaiblie, si elle est pure ou affligée d'un défaut tel que sifflement, ronflement ou distorsion, etc.

On conçoit les services qu'un tel appareil peut rendre.

Si en suivant ainsi à la trace l'émission que l'on perçoit nette et claire, puis qu'en un certain point on ne perçoit plus rien, on peut dire que la panne se trouve fortement localisée, pratiquement trouvée.

Avec l'injecteur décrit plus loin, on procède en sens inverse. Cet appareil génère un signal, une émission. Quand on injecte ce signal dans le récepteur, on l'entend au haut-parleur du poste. On commence par toucher les étages «du bas», au haut-parleur, puis on remonte vers l'antenne. Si à un moment donné on n'entend plus le signal, on a localisé l'étage en panne. Il est d'ailleurs tout à fait possible en matière de dépannage de conjuguer l'emploi simultané de ces deux appareils, tracer et injecteur.

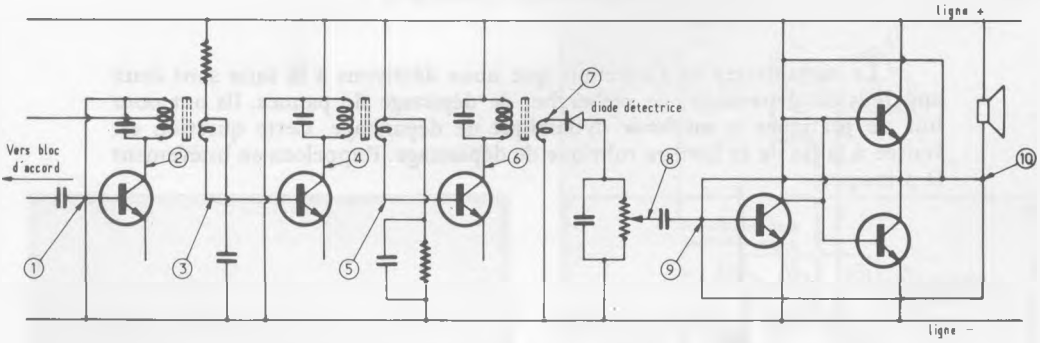


Fig. 109 — Cette figure donne le schéma de principe général d'un radio-récepteur classique. La simplification du schéma reste évidente et seuls ont été conservés les éléments nécessaires aux explications données.

Le schéma est représenté en figure 110. L'appareil est essentiellement constitué d'un amplificateur basse fréquence précédé d'une détection par diode. Le commutateur «HF-BF» permet d'éliminer cette détection. Lorsque l'on désire vérifier les étages d'un récepteur situé avant la détection, la diode est mise en service, c'est elle qui fait alors office de détectrice pour l'amplificateur du signal-tracer. Si l'on désire poursuivre les investigations dans les étages basse fréquence, c'est-à-dire entre la détection et le haut-parleur, il suffit de court-circuiter la diode à l'aide du commutateur. L'émission détectée par le récepteur passe alors directement dans l'amplificateur du signal-tracer. Le condensateur d'entrée de 47 nanofarads bloque toute tension continue et laisse passer les tensions alternatives de basse ou haute fréquence. Le ST. 12 permet donc d'intervertir éventuellement dans un poste à lampes où certains points sont sous haute tension. Le gain de l'amplificateur basse fréquence, constitué de trois étages successifs, peut être contrôlé à l'aide du potentiomètre de 47 kilohms. Lorsque l'on détecte des signaux de faible amplitude, on pousse cette amplification, pour la réduire lorsque l'on atteint des signaux plus importants.

La sortie est normalement effectuée sur un petit écouteur d'oreille prévu dans l'esprit de rendre l'appareil simple et aisément transportable. Sur table, il est toujours possible de remplacer l'écouteur par un haut-parleur d'une impédance de 5 à 25 ohms. Le bouton-poussoir permet la mise sous tension du montage uniquement pendant le temps où il est utilisé, et éviter ainsi une décharge inutile de la pile.

L'appareil est présenté dans un petit boîtier en matière plastique de dimensions 90 x 55 x 35 mm, et qui tient aisément dans la main. Le potentiomètre et le bouton-poussoir peuvent être actionnés par la main qui tient le boîtier, ce qui est très pratique. Deux jacks reçoivent, pour l'un l'écouteur d'oreille, pour l'autre la pointe de touche et la prise de masse. Le commutateur «HF-BF» est placé à la partie supérieure du boîtier.

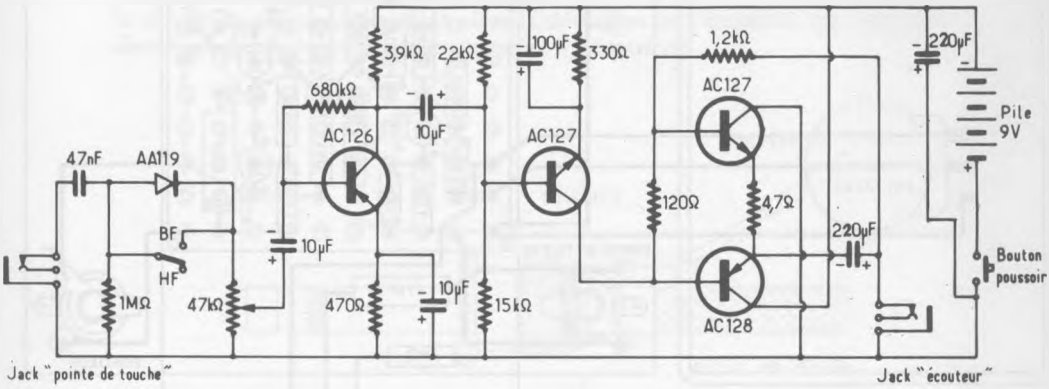


Fig. 110 — Le schéma du signal tracer ST.12.

Le plan de montage est représenté en figure 111; compte tenu de la simplicité de l'appareil, le câblage est fait sur une plaquette de bakélite trouée et pastillée, que nous pouvons voir ici sur ses deux faces.

Séparément, il reste ensuite à monter la pointe de touche et la prise de masse sur la fiche mâle du jack, comme l'indique la figure 112. Les deux soudures effectuées, glisser sur la pointe de touche un morceau de souplisso en laissant juste quelques millimètres apparents à l'extrémité.

Cette protection permet d'éviter les risques de court-circuit lorsque l'on opère à l'intérieur d'un montage. La prise de masse est constituée par une pince crocodile montée sur une fiche banane.

Mettre en place la pile et mettre sous tension en appuyant sur le bouton poussoir. Pointe de touche en l'air, on doit entendre un léger bruit de souffle dans l'écouteur, bruit de puissance variable suivant la position du potentiomètre.

EXEMPLE D'UTILISATION

Relier la pince crocodile de l'appareil à la masse du montage. Placer le commutateur «HF-BF» sur la position «HF». Appliquer la pointe de touche

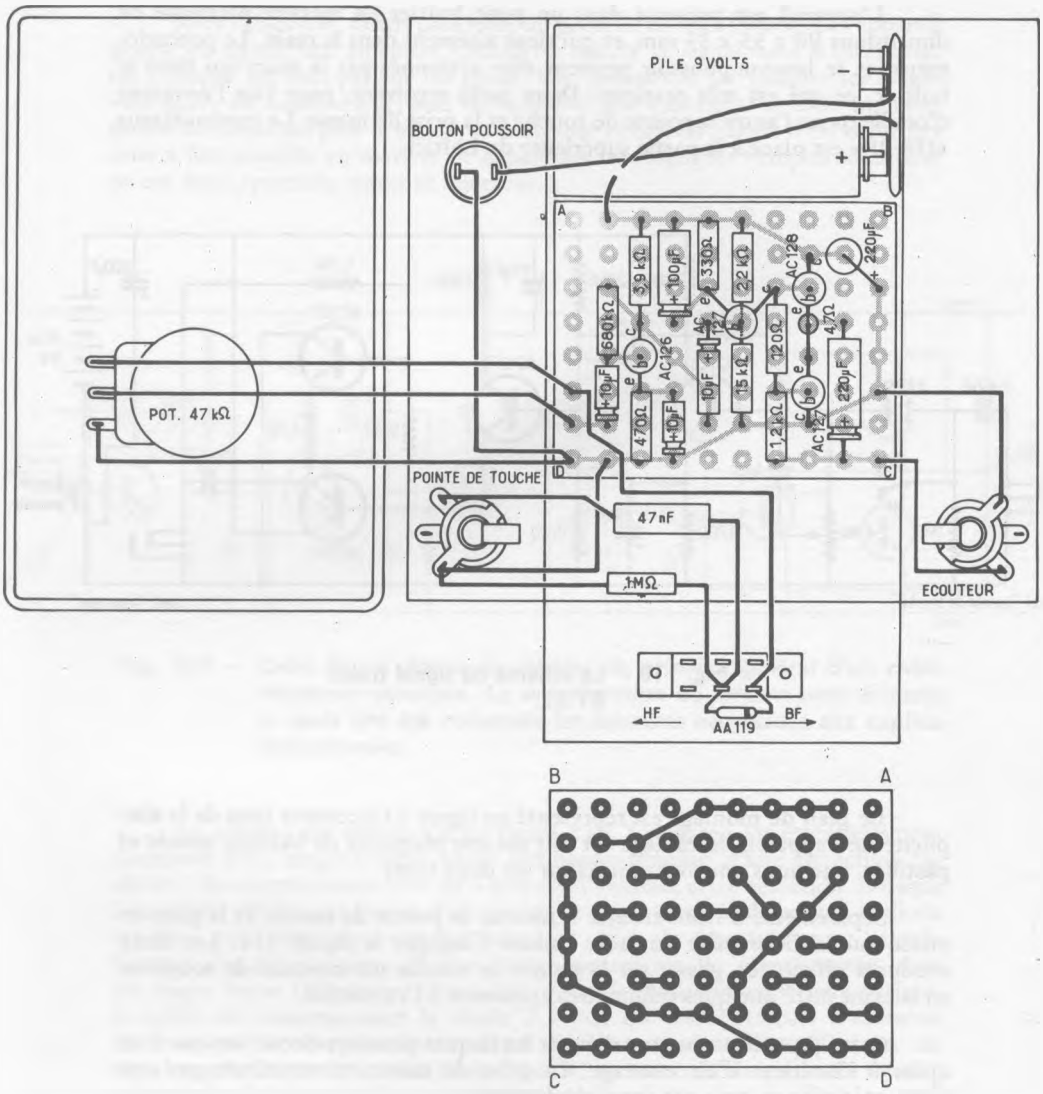


Fig. 111 — Le plan de câblage et la disposition dans le coffret.

sur le point repéré 1 sur le schéma et appuyer sur le bouton-poussoir de mise sous tension du signal-tracer. Jouer sur le condensateur variable pour accorder le récepteur sur une émission. Celle-ci n'étant pas encore amplifiée, le potentiomètre doit être poussé pour qu'elle soit audible. Mettre ensuite la pointe de touche en contact successivement avec les points 1 à 10. A chaque point on doit entendre le signal reçu un peu plus fort par rapport au point précédent puis-

qu'il subit une amplification dans les étages successifs. Si l'émission n'est plus entendue en sautant d'un point au suivant, on en conclura que l'organe défectueux se trouve entre ces deux points. Par exemple, si l'émission est entendue au point 5, elle doit l'être de façon accrue au point 6. Dans le cas contraire, le transistor situé entre ces deux points sera mis en cause, vérifié, éventuellement changé, ainsi que les éléments de polarisation de sa base. Si le signal disparaît entre les points 6 et 7, on vérifiera le transformateur de Fréquence Intermédiaire. On continue ainsi de point en point jusqu'à la diode de détection. Celle-ci franchie, on place le commutateur «HF-BF» sur la position «BF», la diode du récepteur assurant alors la détection de l'émission. On continue alors la progression méthodique jusqu'au haut-parleur.

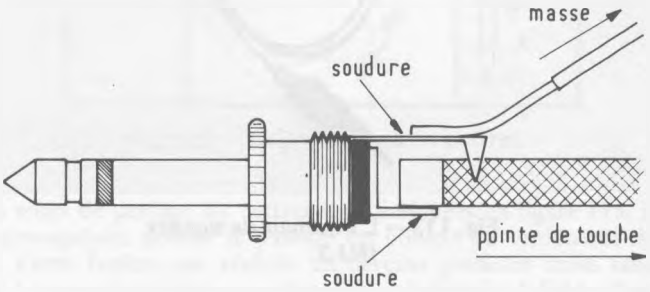


Fig. 1-12 — La réalisation de la pointe de touche.

Si le dépannage de récepteurs de radio est la vocation première du signal-tracer, cet appareil est susceptible de nombreuses autres applications. C'est par exemple un précieux outil de réalisation et de mise au point pour un récepteur de radio dont on aurait entrepris la fabrication. De même pour le dépannage ou la mise au point d'un amplificateur basse-fréquence.

Partout, cet appareil permet de faire entendre de la H.F . et de la B.F. or, on peut constater qu'en dehors d'amplificateurs ou de récepteurs, beaucoup de montages comportent de tels signaux. Dans ce livre par exemple, il y en a déjà pas mal...

UN GÉNÉRATEUR-INJECTEUR

Cet appareil délivre des signaux rectangulaires caractérisés par leur richesse en harmoniques. Autrement dit, si la fréquence fondamentale se situe en basse fréquence, les harmoniques délivrés se situent sur les multiples de cette fréquence fondamentale jusqu'à des valeurs très élevées. Nous disposons ainsi d'un système délivrant tous les signaux basse, moyenne et haute fréquence pouvant être injectés et entendus dans les différents étages d'un récepteur de radio.

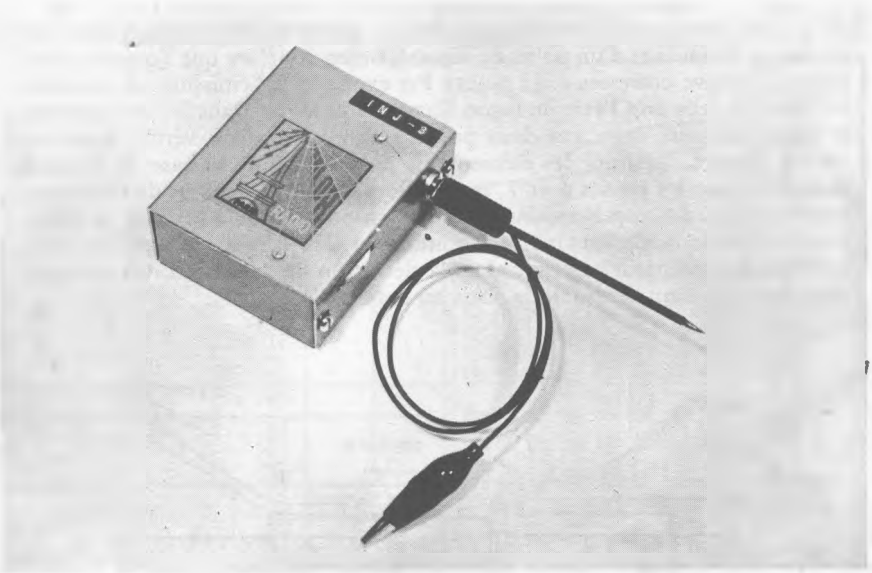


Fig. 113 – L'injecteur de signaux INJ.3.

Les deux transistors T1 et T2 sont montés en multivibrateur. Le collecteur d'un transistor est relié à la base de l'autre par l'intermédiaire d'un condensateur. Ce montage oscille spontanément dès la mise sous tension et génère un signal carré dont la fréquence est déterminée par la valeur des condensateurs de liaison, ici 22 nanofarads. Le signal généré est amplifié par le transistor T3. Le potentiomètre de 4 700 ohms permet de doser le niveau de sortie du signal.

L'appareil se présente sous la forme d'un boîtier métallique de dimensions 70 x 55 x 27 mm tenant facilement dans la main. La mise sous tension ainsi que le réglage du niveau de sortie s'effectuent à l'aide d'un potentiomètre à bouton avec interrupteur. Une pointe de touche permet d'injecter le signal

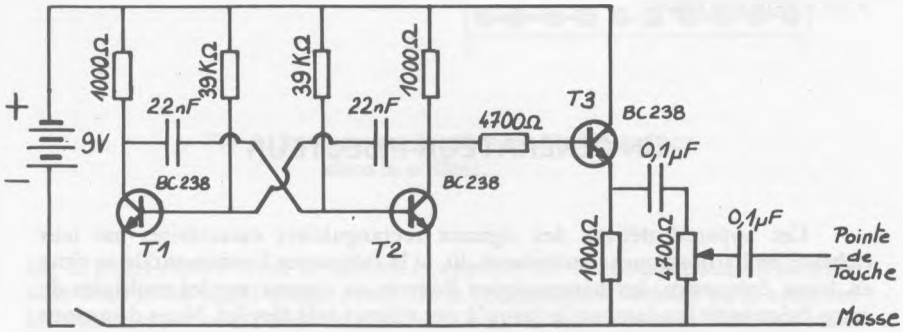


Fig. 114

en n'importe quel point du montage à vérifier. Une pince crocodile et un fil permettent la liaison entre les masses de l'injecteur et du montage.

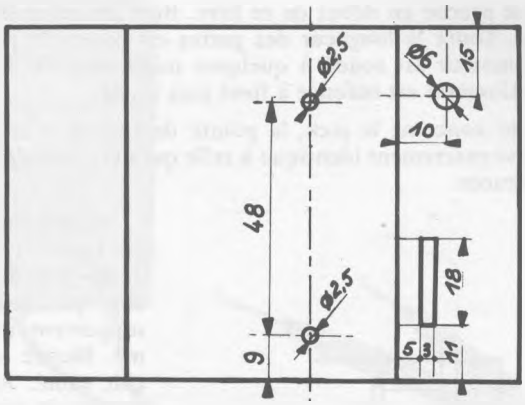


Fig. 115 -- La préparation du coffret.

Les cotes de perçage du coffret sont indiquées en figure 115. La petite fenêtre rectangulaire permet le passage du bouton de commande du potentiomètre. Cette fenêtre est réalisée en perçant plusieurs trous tangents de diamètre 3 mm, mis ensuite aux dimensions indiquées à l'aide d'une petite lime plate.

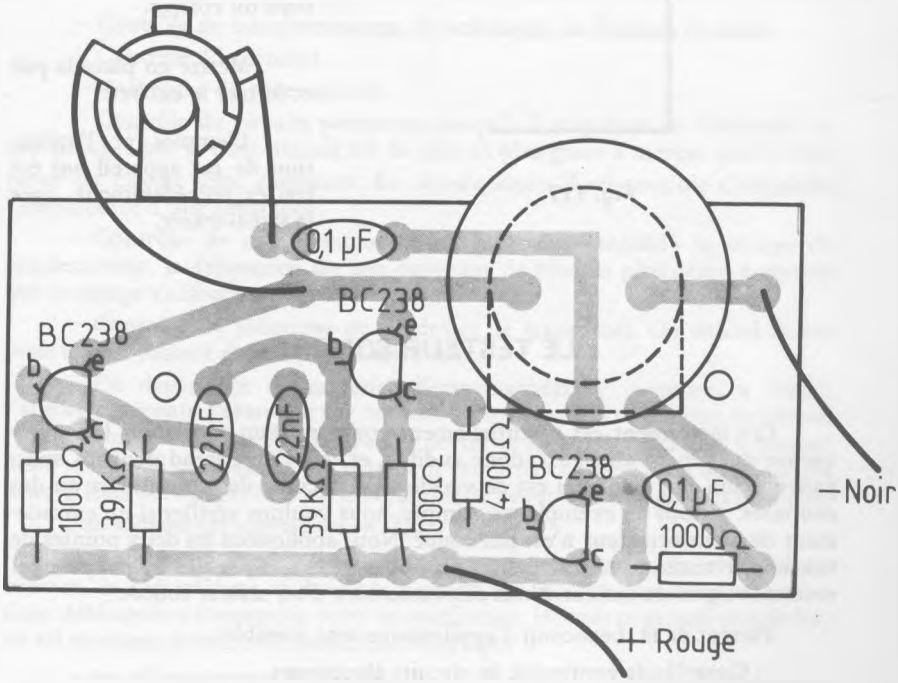


Fig. 116

Le câblage est fait sur une plaquette de circuit suprimé, que nous pouvons voir en figure 116. Toutes les résistances sont soudées à plat, le corps de chaque élément en contact avec la plaquette support. Pour les transistors, le brochage est précisé en début de ce livre. Bien identifier les trois broches avant soudage. Toute la longueur des pattes est conservée pour le soudage. Chaque condensateur est soudé à quelques millimètres de la plaquette support. **Le potentiomètre** est enfoncé à fond puis soudé.

En ce qui concerne le jack, la pointe de touche et la prise de masse, la description est exactement identique à celle qui a été donnée précédemment pour le signal-tracer.

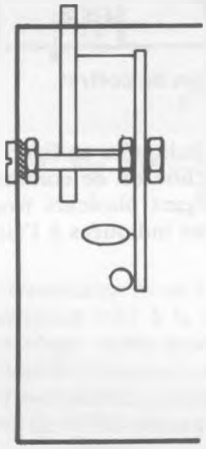


Fig. 117

Pour le montage, voir en figure 117. Monter les deux vis de ϕ 2,5 x 20 mm ainsi que les deux écrous qui supportent le circuit imprimé. Mettre en place le circuit câblé. Régler les deux écrous, de telle façon que le circuit imprimé soit horizontal et que le bouton de commande du potentiomètre tourne librement à l'intérieur de la fenêtre. Veiller à ce que le circuit imprimé soit bien éloigné de un millimètre environ du bord du coffret.

Mettre en place la pile et fermer le coffret.

L'emploi et l'utilisation de cet appareil ont été traités précédemment, avec le signal-tracer.

LE TESTEUR SONORE

Cet instrument est essentiellement composé d'un oscillateur basse fréquence qui génère un signal, donc audible, et que l'on entend dans un haut-parleur. Son but principal est de vérifier des circuits, des continuités ou des coupures. Citons un exemple très simple, nous voulons vérifier si un enroulement de transformateur n'est pas coupé. Nous appliquons les deux pointes de touche du testeur aux extrémités du bobinage, s'il n'y a pas de coupure on entend le signal du testeur. Nous disposons bien d'un testeur sonore.

Partant de là, beaucoup d'applications sont possibles :

– Contrôle de continuité de circuits électriques.

– Contrôle de continuité de circuits de rupture de systèmes d'alarme.

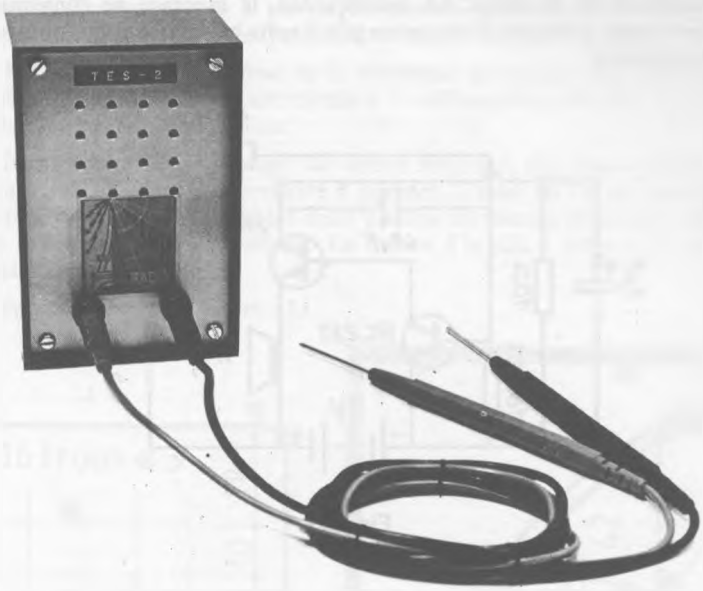


Fig. 118 – Le testeur sonore TES.2

– Contrôle de transformateurs, de bobinages, de bobines de relais.

– Contrôle d'isolement.

– Recherche de court-circuit.

– Contrôle de circuits présentant jusqu'à 2 mégohms de résistance. Le son produit par le haut-parleur est de plus en plus grave à mesure que la résistance du circuit testé augmente. En conséquence, il est possible d'apprécier l'importance d'une résistance.

– Contrôle de condensateurs chimiques. On «entend» la charge du condensateur, la fréquence du son devenant de plus en plus grave à mesure que la charge s'effectue.

– Contrôle de jonctions de diodes et de transistors. On entend le son pour le sens passant et non pour l'autre sens.

– En dépannage de matériel électromagnétique (armoires à relais), l'appareil présente l'avantage par rapport au traditionnel ohmmètre de fournir l'indication de continuité sans avoir à porter le regard à l'appareil. Il permet donc un travail très rapide. Et comme il est petit et léger, dans un tel cas on peut le fixer sur l'avant-bras par un bracelet de caoutchouc ; c'est très pratique.

Son schéma est représenté en figure 119.

On voit immédiatement que si les deux pointes de touche viennent en contact, la 150 kilohms polarise la base du BC 237. Ce transistor se trouve alors débloqué et l'ensemble entre en oscillation. Hormis sa grande simplicité, un tel montage présente de nombreux avantages :

– pas d'interrupteur à manipuler... et à oublier... La mise sous tension du montage est assurée par les pointes de touche elles-mêmes. Le fait de

relier les pointes de touche entre elles ou à travers un circuit à vérifier assure l'alimentation du montage. En conséquence, le montage ne consomme que pendant l'essai. L'emploi d'une petite pile 9 volts comme source d'alimentation est donc justifié.

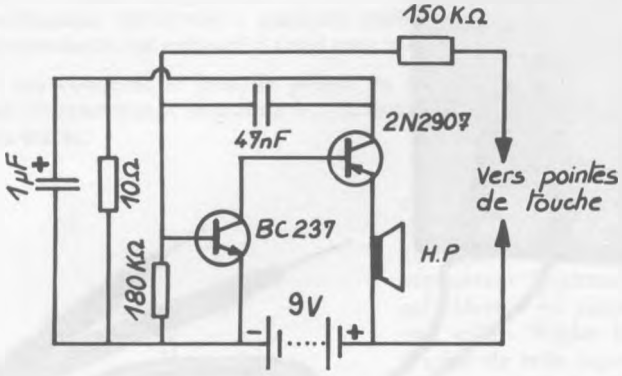


Fig. 119

— test possible de circuits à résistance élevée : Le testeur peut sonner les circuits présentant jusqu'à 2 mégohms de résistance. Cette caractéristique élargit les possibilités de ce testeur de façon très intéressante.

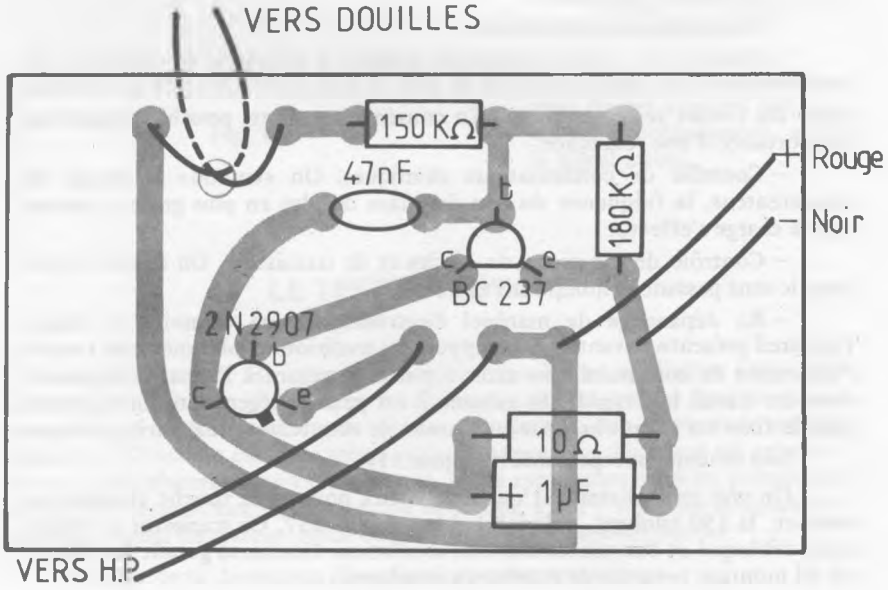


Fig. 120 — Le câblage sur circuit imprime.

— faible courant dans les pointes de touche : Un courant de 50 microampères seulement circule à travers les pointes de touche en contact. Il est donc possible de contrôler des jonctions de diodes ou de transistors.

La consommation dépend de la résistance du circuit testé. Elle varie de 30 milliampères pour un court-circuit à 2 milliampères pour un circuit présentant 2 mégohms de résistance.

Nous avons fait le câblage sur circuit imprimé, que nous pouvons voir en figure 120. Aucune particularité à signaler. L'essai en fin de montage est immédiat, on met en contact les deux pointes de touche et on doit entendre le son provenant du haut-parleur. La liaison à la pile 9 volts se fait par une plaquette à pressions.

Passer ensuite à la figure 121.

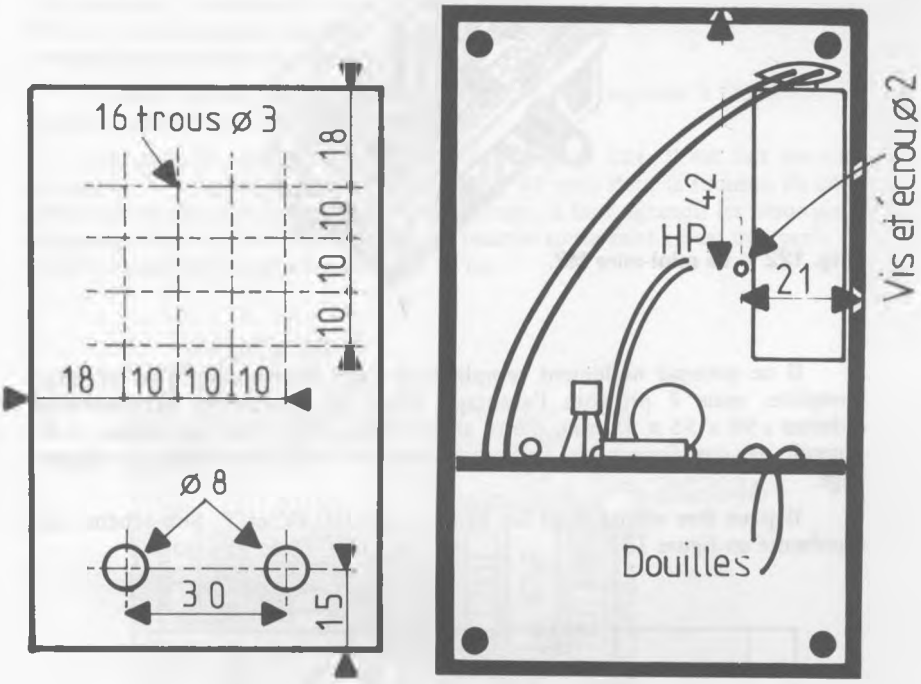


Fig. 121 — Perçage et mise en coffret.

La face avant du coffret est à percer selon les cotes données. Un trou ϕ 2 est percé au fond du coffret.

Coller le haut-parleur sur la face avant. Monter les deux douilles. Chaque douille est constituée par deux morceaux de plastique qu'il faut placer de part et d'autre de la face avant. Glisser une cosse sur chaque douille avant serrage de l'écrou. Monter la vis ϕ 2 x 20.

Souder les fils de liaison au haut-parleur et aux douilles. Glisser le circuit imprimé dans le coffret. Placer la pile, refermer le coffret et mettre en place les deux cordons à pointe de touche.

UNE MINI-MIRE POUR TÉLÉVISEUR

Nous avons ici un petit appareil qui est destiné au dépannage des téléviseurs. Il délivre un certain nombre de barres horizontales, nombre qui est d'ailleurs variable, et que l'on peut observer sur l'écran du téléviseur à dépanner. L'émission qu'il fournit est injectée à la douille d'antenne du téléviseur, et l'observation de la forme et de l'allure des barres permet de déterminer approximativement quel est l'étage qui est défectueux.

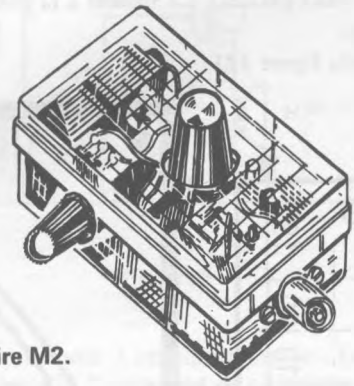


Fig. 122 — La mini-mire M2.

Il ne prétend nullement remplacer la mire électronique d'atelier, plus complète, mais il présente l'avantage d'être de dimensions extrêmement réduites ; 90 x 55 x 35 mm, d'être alimenté par pile, donc autonome, et de pouvoir par conséquent être facilement emporté dans une trousse de dépannage.

Il peut être utilisé dans les bande I, II, III, IV et V. Son schéma est représenté en figure 123.

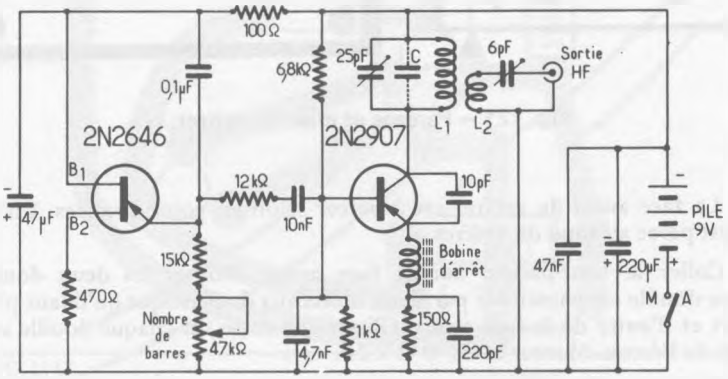


Fig. 123

Le transistor 2N2907 est monté en oscillateur V.H.F., il est chargé de générer l'onde porteuse de très Haute Fréquence qui sera reçue par les circuits H.F. du téléviseur. Le transistor unijonction 2N2646 produit une oscillation de basse fréquence en forme de dent de scie, de l'ordre de 100 à 500 Hz, destinée à moduler l'onde porteuse de Haute Fréquence.

Le potentiomètre de 47 kΩ modifie la fréquence de l'oscillation de basse fréquence, c'est donc lui qui permet de faire varier le nombre de barres horizontales apparaissant sur l'écran. Le signal B.F. est appliqué à la base du 2N2907 pour moduler cet étage. Le circuit oscillant de haute fréquence est constitué par le bobinage L1 et le condensateur ajustable de 25 picofarads. Tel quel il couvre les bandes de II à V (de 62,5 à 105 MHz). Pour obtenir la bande I (de 48 à 58,5 MHz), il faut ajouter un condensateur C de 33 pF représenté en pointillé sur le schéma. Par couplage l'énergie H.F. est transmise au bobinage d'antenne L2 et se trouve donc disponible à la borne de sortie H.F. Le condensateur ajustable de 6 pF est à régler de façon à éviter une saturation par excès d'amplitude du signal.

L'alimentation se fait par une pile de 9 V incorporée à l'intérieur du boîtier, consommation de 20 mA environ.

Le plan de câblage est représenté en figure 124. Il est fait sur une plaquette de bakélite perforée H.F. de 50 x 45 mm. Pour la fixation du condensateur variable et du mandrin du bobinage, il faut agrandir les trous pour le passage des vis. La bobine d'arrêt est fournie toute faite ; c'est une perle de ferrite comportant quelques spires de fil nu.

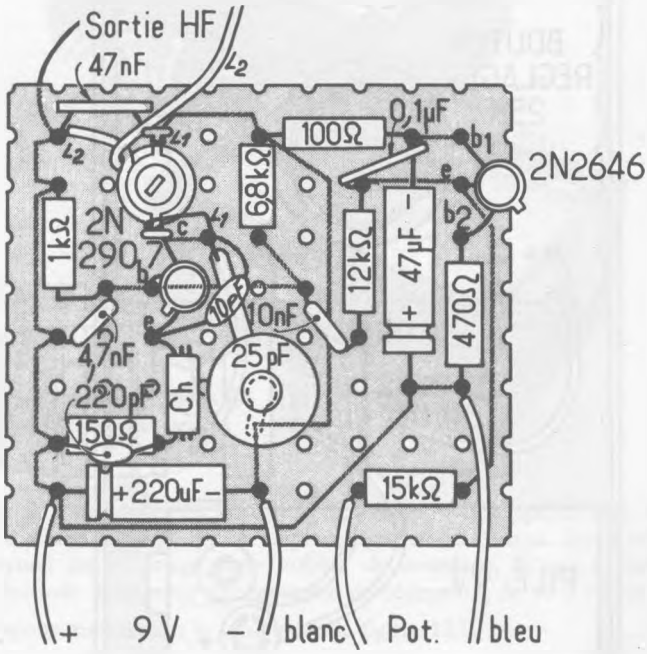


Fig. 124

Pour confectionner L1, sur un mandrin de diamètre 6 mm, on enroule 2 spires jointives de fil émaillé 4 dixièmes, dont les extrémités sont enroulées pour fixation sur les ergots prévus sur le mandrin. Le bobinage L2 est constitué par une seule spire de fil de câblage ordinaire sous thermoplastique, bobinée autour de la base du mandrin, donc en dessous de L1. Ce couplage n'est d'ailleurs pas critique.

Il faut veiller à ce qu'aucun élément ne touche aux boîtiers des transistors. La commande du C.V. se fait simplement par un bouton pour axe de 6 mm, qui prend la collerette supérieure. La plaquette est ensuite placée dans le boîtier plastique, convenablement percé pour le passage ou la fixation des axes des organes de réglage : condensateur variable, ajustable 6 pF, potentiomètre et fiche coaxiale de sortie. On peut intercaler un fond de mousse plastique qui calera le tout.

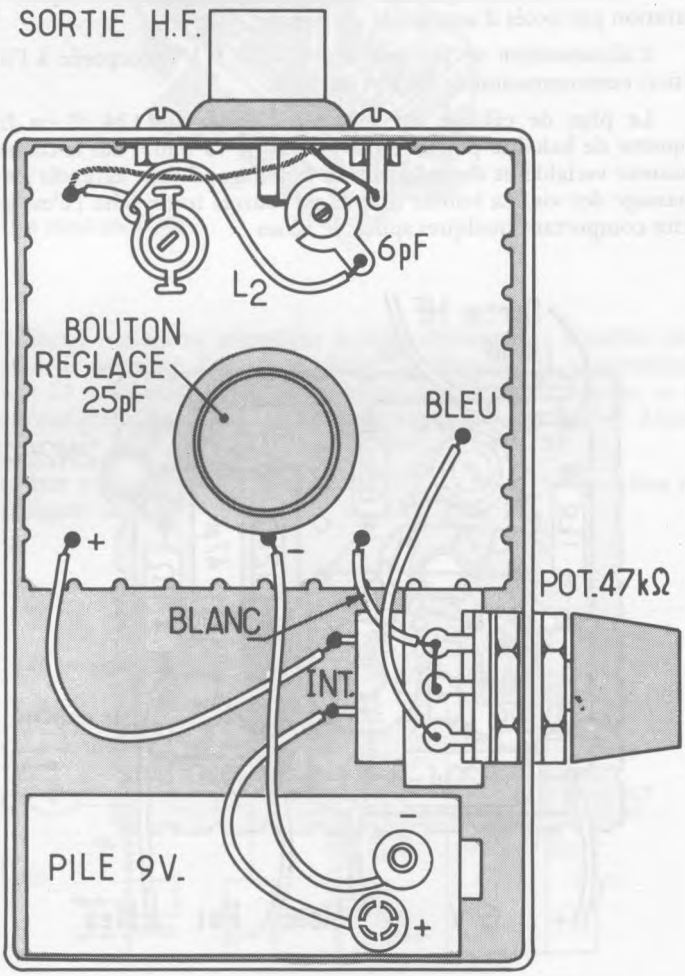


Fig. 125

Pour constater à la fin le bon fonctionnement de l'appareil, il est bon de disposer d'un téléviseur en bon état de marche. On peut alors contrôler le fonctionnement sur les différents canaux.

CHAMPMETRE ET BOUCLE

En radiocommande, en petite radiotéléphonie, on est amené à fabriquer des petits émetteurs, de faible puissance. Et dès qu'on vient de terminer un montage, quel qu'il soit, il faut immédiatement vérifier s'il fonctionne... C'est le but de cette rubrique, vérification et mise au point d'un petit émetteur.

Commençons par le champmètre, dont nous voyons l'aspect extérieur en figure 126.

Fig. 126 — Le champmètre C6 vu sur ses faces principales

Sur l'un des côtés du boîtier se trouve un microampèremètre. Nous disposons là d'une aiguille qui se déplace devant un cadran. Sur l'autre face, nous voyons un bobinage, une **bobine de couplage**. Et sur le dessus, une douille destinée à recevoir une antenne de réception, de 50 à 70 cm environ.

Voyons maintenant le schéma de la figure 127.

Notre bobine de couplage est constituée par ce bloc étalonné. Dans le cas qui nous intéresse ici, nous utilisons un circuit d'accord, constitué par ce bobinage et un condensateur ajustable, le tout accordé sur la fréquence de 27,120 mégahertz. Ce bloc est interchangeable, de l'extérieur nous

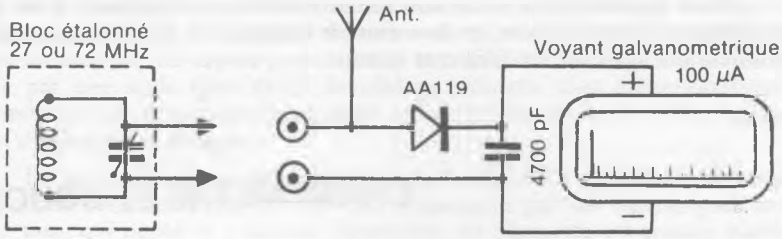


Fig. 127

pouvons le retirer et en mettre un autre, accordé sur 72 mégahertz. Nous voyons également le branchement de l'antenne de réception.

Le fonctionnement est très simple. L'émission de haute fréquence provenant de l'émetteur en essais est reçue par l'antenne ou directement sur la bobine. Cette émission est détectée par la diode, et le faible courant qui en résulte provoque la déviation du microampèremètre. Pas de pile, pas d'interrupteur. Plus l'émission est puissante, et plus la déviation de l'aiguille est importante. C'est très commode, on dispose d'un moyen simple et économique de **visualiser de la haute fréquence**, de savoir si dans tel ou tel circuit il y a **présence ou non** de courants de haute fréquence.

Car il y a deux procédés possibles d'utilisation, qui démontrent bien l'intérêt de ce petit appareil.

1°) Nous sommes sur un émetteur très simple, muni d'un seul circuit oscillant. On dispose en son voisinage le C6, muni de son antenne de réception. L'aiguille doit dévier, même faiblement. On agit alors sur l'élément de mise au point de l'émetteur. Ce peut être un condensateur ajustable, ou le noyau magnétique d'un bobinage. Et l'on recherche systématiquement le **maximum de déviation** de l'aiguille. Il se peut même que l'aiguille arrive à se bloquer à sa déviation maximale, auquel cas on éloigne le champmètre et on fignole le ou les réglages, toujours à la recherche de la plus grande déviation.

2°) Nous avons cette fois un émetteur plus important, comportant plusieurs étages amplificateurs, par exemple le 4 canaux décrit au chapitre de la radiocommande. Au début on met en route, ça ne marche pas. Il y a trois étages haute fréquence, lequel des trois est le fautif ? Muni du C6, sans son antenne, on approche sa bobine de couplage tout près du bobinage de l'étage pilote. Et cela **par simple voisinage**, sans contact. Si ce premier étage fonctionne, s'il y a de la H.F. dans ce bobinage, l'aiguille dévie. Alors ensuite on couple avec le bobinage de l'étage suivant, toujours pour constater s'il y a, ou non, présence de H.F. Et enfin, au dernier bobinage, qui intéresse le dernier étage et l'antenne. Ainsi on a vérifié chaque étage, on a localisé éventuellement lequel est défaillant. Et cela en visualisant des courants de haute fréquence.

Supposons maintenant l'émetteur en ordre de marche. On installe en son voisinage le champmètre muni de son antenne, et systématiquement on agit sur tous les éléments de réglage H.F. pour obtenir la plus grande déviation possible au champmètre. On fignole, on recommence, si on arrive à saturation on éloigne les deux appareils, pour pouvoir observer la moindre déviation.

Nous avons monté cet appareil dans un petit coffret plastique, que vous pouvez voir en figure 128. Comme antenne on peut se contenter de 50 cm de corde à piano adaptée sur une fiche banane.

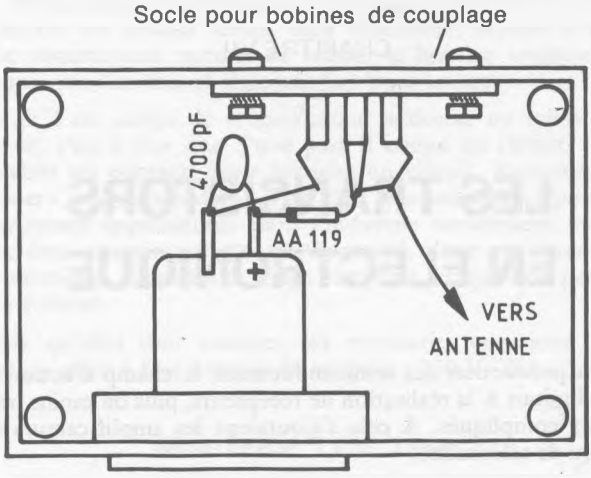


Fig. 128 — La disposition dans le coffret.

BOUCLE A AMPOULE, BOUCLE DE CONTROLE

Un petit «bidule», que nous pouvons voir en figure 129.

Fil nu, suffisamment rigide, 15 à 20 dixièmes. On enfile d'abord du souplisso et on bobine deux spires, sur air, diamètre 30 mm. Aux bornes un support et une ampoule de 3,5 volts 50 milliampères. Le souplisso évite de provoquer un court-circuit si on lâche la boucle sur un montage.

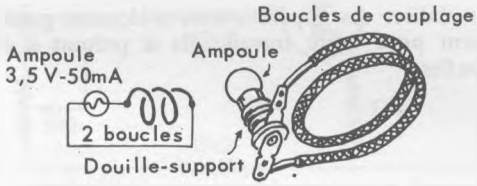


Fig. 129 — Confection de la boucle de contrôle.

On approche la boucle ainsi constituée tout près du bobinage oscillateur d'un émetteur. Simplement par couplage, par voisinage, sans contact direct. S'il y a présence de courants de haute fréquence, il y a production de courants induits et l'ampoule s'allume. Ce montage est parfois également nommé **boucle de Hertz.** Il est à remarquer qu'il faut disposer d'une certaine puissance pour allumer cette boucle, nous dirons que c'est un élément qui manque de sensibilité. Mais il n'est pas du tout nécessaire d'obtenir un fort allumage. Même si l'on n'observe qu'un léger lumignon, cela est suffisant et peut quand même rendre service ; on a constaté qu'il y a présence de H.F., c'est uniquement le but recherché.

CHAPITRE VII

LES TRANSISTORS EN ELECTRONIQUE

Avant la production des semiconducteurs, le champ d'action de l'amateur radio se limitait à la réalisation de récepteurs, plus ou moins importants, plus ou moins compliqués. A cela s'ajoutaient les amplificateurs basse fréquence, un peu de télévision...

Mais les transistors sont arrivés, qui ont singulièrement fait déborder ce cadre relativement étroit. On fait évidemment toujours de la radio, mais on fait bien d'autres choses encore. Et la radio n'est maintenant plus qu'une toute petite branche de l'électronique. Et l'amateur radio est devenu l'amateur électronicien.

Car les transistors se prêtent à une multitude d'applications, souvent fort intéressantes et très utiles en pratique. En voici quelques-unes que nous vous décrirons ici.

Remarquez que nous avons toujours recherché des dispositifs aussi simples que possible, d'une réalisation facile, sans aléas, donc à la portée de tout amateur radio.

Vous pourrez réaliser ces appareils non seulement **pour votre amusement**, mais également **pour votre travail** : ils se prêtent à de nombreuses applications industrielles.

DES MINUTERIES ELECTRONIQUES

Les appareils que nous allons décrire ici sont en fait des **temporisateurs électroniques**. Lorsqu'on appuie sur un bouton, on obtient une action après un certain temps. Cette action peut être à notre gré, soit la mise en route d'un appareil ou d'un dispositif quelconque, soit son arrêt.

Une application courante d'un tel dispositif est la minuterie d'escalier. Lorsqu'on appuie sur le bouton, on allume la lumière et on déclenche égale-

---

Rappelons que le brochage des transistors est détaillé au début de ce livre.

ment une minuterie. Au bout d'un certain temps, la minuterie arrête la lumière, automatiquement et sans autre intervention.

Une autre application très répandue d'un tel système est le compte-pose du photographe. L'exposition d'un papier sensible à la lumière doit se faire durant un certain temps bien déterminé, suivant la sensibilité du papier. Le compte-pose permet de couper la lumière toujours au bout du même temps, que l'on fixe et règle une fois pour toutes.

Tel qu'il est conçu, le temporisateur actionne un relais. Ce relais est un **inverseur**, c'est-à-dire que d'une part **il coupe un circuit**, et que d'autre part, **il établit un contact**, donc branche un circuit. Autrement dit, il peut soit «allumer», soit «éteindre». C'est dire que son emploi peut être étendu à de nombreuses applications. Dans l'industrie notamment, toute machine-outil peut être asservie par un tel dispositif, pour en obtenir une action toujours identique, suivant un temps bien fixé, et que l'on peut déterminer d'avance à volonté.

Telles qu'elles sont conçues, les minuteries que nous allons décrire actionnent un relais à fort pouvoir de coupure : 250 V - 6 A - 550 W.

T1 20 à 50 sec
T2 45 s à 2 mn

MINUTERIE TYPE TEMP. 2

Examinons tout d'abord le plus simple des modèles que nous avons conçus, et dont le schéma est représenté en figure 130.

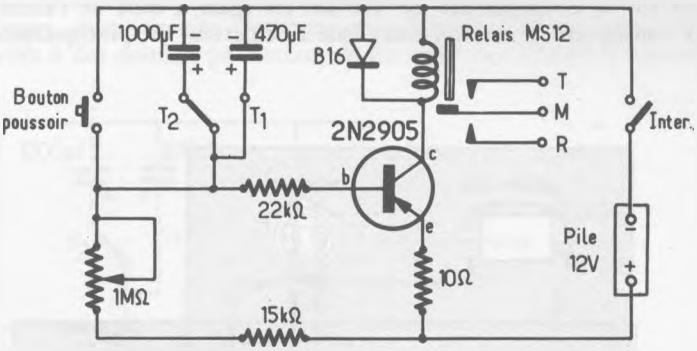


Fig. 130 — On peut réaliser une minuterie électronique avec un montage à un seul transistor.

Comme on peut le constater, il est très simple. Un seul transistor 2N2905 (un PNP) est mis en œuvre. Son circuit collecteur est chargé par la bobine d'excitation d'un relais 12 volts à un seul inverseur (repos-travail) qui ouvrira ou fermera le circuit électrique qu'on désire commander. Le circuit émetteur contient une résistance de stabilisation d'effet de température de 10 ohms. Une résistance de 22 kilohms est insérée dans le circuit de base. L'extrémité de cette résistance opposée à la base est reliée au + ali-

mentation par un potentiomètre de 1 mégohm utilisé en résistance variable et placé en série avec une 15 kilohms.

Un commutateur à 1 circuit 2 positions permet de placer entre la même extrémité de la 22 000 ohms et le Moins-alimentation, soit un condensateur de 470 µF, soit le même condensateur en parallèle avec un 1 000 µF, ce qui donne une capacité résultante de 1 470 µF. Un bouton poussoir court-circuite le condensateur en service. La diode B16 qui shunte la bobine du relais sert à protéger le transistor contre les extra-courants de rupture qui prennent naissance lors du blocage et du déblocage de celui-ci. L'alimentation se fait sous 12 volts, tension qui est délivrée par 8 piles de 1,5 volt branchées en série.

Le fonctionnement est basé sur la charge d'un condensateur à travers une résistance. Cette charge est d'autant plus lente que la capacité du condensateur et la résistance sont grandes. Voyons ce qui va se passer dans notre montage et pour cela, supposons que le condensateur de 470 µF soit en service. En enfonçant le bouton poussoir, on court-circuite le condensateur qui, s'il possède encore une charge résiduelle, se décharge complètement. La tension aux bornes du condensateur étant nulle, celle aux bornes de la résistance variable de 1 mégohm et de la 15 kilohms, correspond à la tension d'alimentation. Le courant base-émetteur provoqué par cette tension donne naissance à un courant collecteur maximum qui, traversant l'enroulement du relais, entraîne le collage de ce dernier.

Lorsque l'on cesse d'appuyer sur le bouton poussoir, le condensateur en service se charge lentement à travers la résistance variable de 1 mégohm et celle de 15 kilohms Au fur et à mesure de cette charge, le potentiel négatif de la base par rapport à l'émetteur diminue. En fin de charge, la tension sur le condensateur de 470 µF est égale à celle de l'alimentation et par conséquent la tension entre base et émetteur est pratiquement nulle,

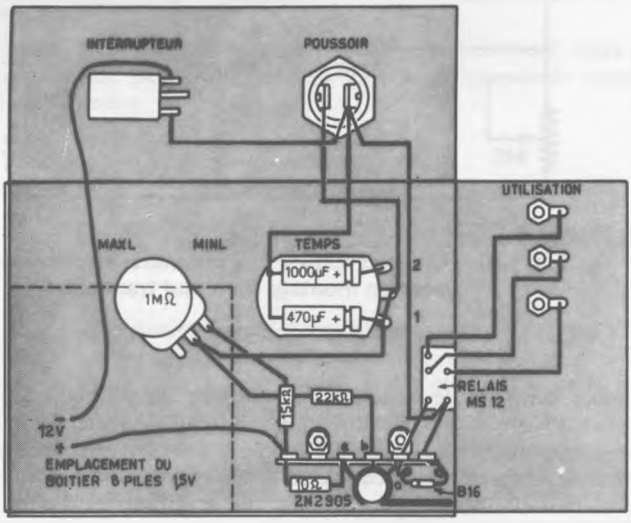


Fig. 131 — Le câblage du modèle TEMP.2

ce qui a pour effet de bloquer le 2 N 2905. Le courant collecteur est alors insuffisant pour exciter le relais qui décolle et ouvre le circuit d'utilisation.

Pour réarmer cette minuterie, il faut enfoncer à nouveau le bouton poussoir, ce qui décharge le condensateur et permet au cycle de se renouveler.

En position T1 on obtient par la manœuvre de la résistance variable une gamme de temps allant de 20 à 50 secondes. En position T2, la gamme des temps va de 45 secondes à 2 minutes environ.

La construction de cette minuterie se fait selon les indications de la figure 131 dans un boîtier en matière plastique de 120 x 90 x 50 mm.

L'alimentation établie, l'appareil doit fonctionner immédiatement. La consommation est pratiquement nulle en période de veille et de l'ordre de 40 mA en période de travail. Pour éviter tout contact entre le montage et le coupleur des piles, on les isole par une feuille de mousse de plastique.

MINUTERIE TYPE TEMP.1.S

Cette minuterie est pratiquement la même que la TEMP.2 ; seule l'alimentation est différente et pour cette raison, nous ne reviendrons pas sur son principe de fonctionnement.

Pour certaines utilisations, il est préférable de posséder un appareil autonome qui fonctionne exclusivement sur pile. Dans d'autres cas, il vaut mieux que le dispositif soit raccordé au secteur. C'est le cas de ce modèle.

Le relais utilisé possède deux inverseurs identiques et peut donc faire fonctionner deux circuits électriquement séparés. Les contacts des relais sont reliés à des douilles permettant de les relier aux circuits à commander.

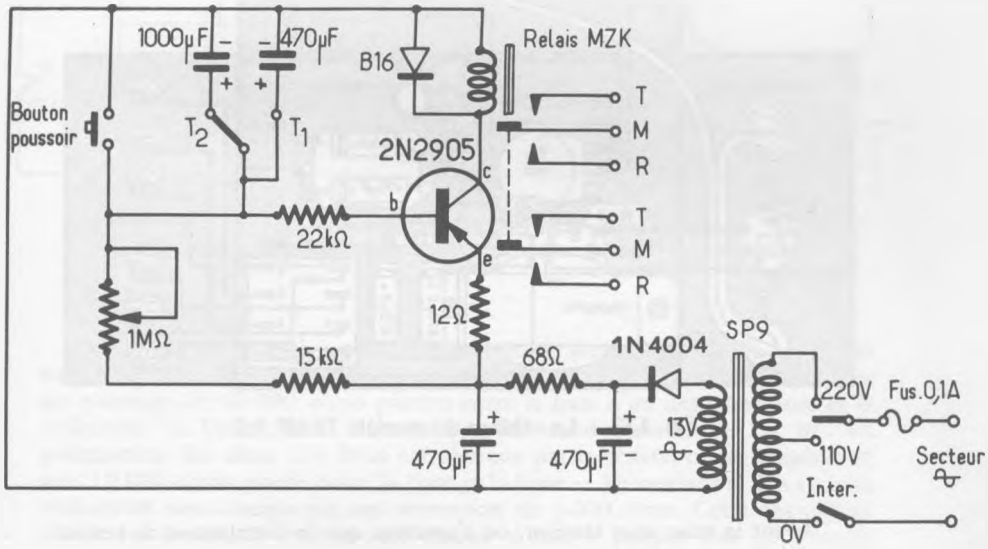


Fig. 132 — Une minuterie s'alimentant sur le secteur

Le schéma de cette minuterie est donné à la figure 132. Par comparaison avec le schéma de la figure 130, vous pouvez constater la parfaite identité des parties électroniques de déclenchement : même transistor, mêmes condensateurs et résistances.

L'alimentation comprend un transformateur doté d'un distributeur de tensions permettant l'adaptation à un secteur 110 V ou 220 V selon le besoin de l'utilisateur. Un fusible de 0,1 A protège l'entrée secteur. Un interrupteur assure l'arrêt ou la mise en marche.

Le secondaire du transformateur délivre une tension de l'ordre de 13 V. Cette tension est redressée par une diode 1 N 4004 et filtrée par une cellule composée d'une résistance de 68 ohms et deux condensateurs de 470 μF. La consommation de l'ensemble est pratiquement nulle en période de veille et de l'ordre de 50 mA en période de travail.

Le plan de câblage est donné à la figure 133. Le montage s'effectue dans un coffret de 120 x 90 x 50 mm. Sur la face avant, on monte le commutateur, le potentiomètre de 1 mégohm, un relais à 4 cosses isolées et le transformateur. Toujours sur la face avant, on colle le relais. Sur la face supérieure, on monte l'interrupteur et le bouton poussoir. Sur une face latérale, on fixe le fusible et le distributeur de tensions et sur l'autre face latérale, les douilles d'utilisation.

On procède ensuite au câblage, en se reportant aux figures 132 et 133. Le transistor est muni d'un clip de refroidissement.

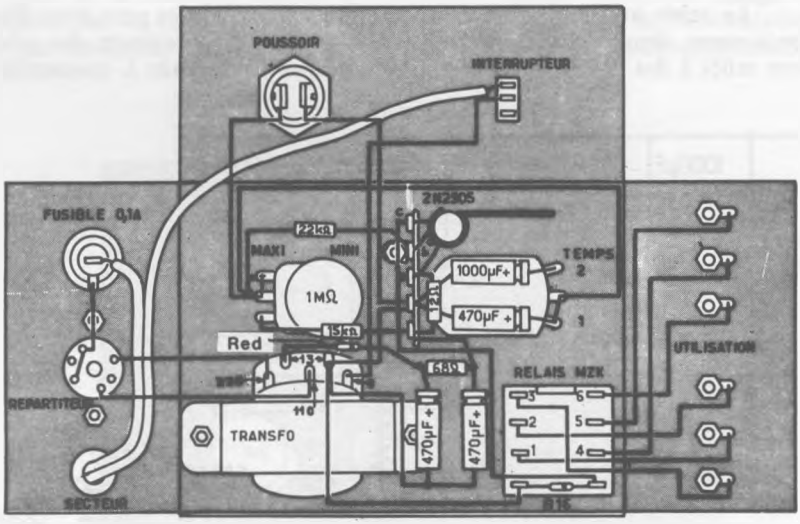


Fig. 133 — Le câblage du modèle TEMP.1.S

Avant la mise sous tension, on s'assurera que le distributeur de tension est positionné sur la tension secteur convenable. En position 1, la gamme des temps va de 25 secondes à 1 minute 30 secondes et en position 2, de 1 mi-

nute 15 secondes à 4 minutes. Précisons que ces temps peuvent être facilement modifiés, en modifiant la valeur des résistances et condensateurs qui les déterminent.

MINUTERIE CYCLIQUE, TYPE MC.2

La MC2 est une minuterie cyclique, c'est-à-dire qui, après son déclenchement dont la durée est réglable, se réarme automatiquement pour un temps que l'utilisateur peut ajuster. On obtient un **chronocontacteur**, un système qui fournit des **contacts** en fonction **d'espaces de temps**. Chaque temps peut être réglé par l'intermédiaire d'un potentiomètre. Parmi les nombreuses applications de cet appareil nous citerons simplement la commande de l'illumination et de l'animation d'une vitrine.

Le schéma est donné à la figure 134. Un transistor unijonction 2 N2646 est utilisé en générateur d'impulsions et commande une bascule bistable.

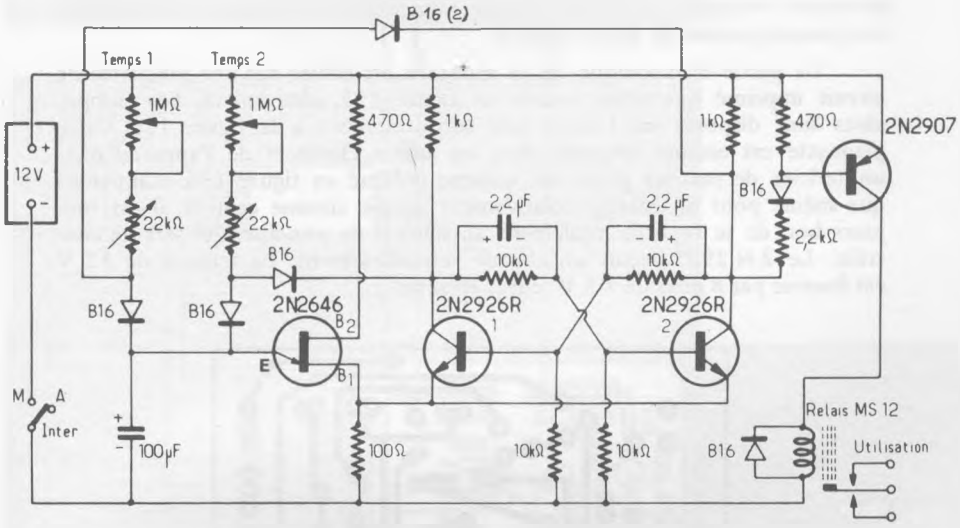


Fig 134 — Une minuterie qui se remet en marche elle-même

L'impulsion positive qui prend naissance sur la base B1 du transistor unijonction est transmise à l'émetteur des deux 2 N 2926. Les résistances de couplage de 10 000 ohms placées entre la base d'un des transistors et le collecteur de l'autre sont shuntées par des condensateurs de 2,2 µF. La polarisation des deux 2 N 2926 est obtenue par la résistance de couplage et une 10 000 ohms placée entre la base et la ligne — Alimentation. Les circuits collecteurs sont chargés par des résistances de 1 000 ohms. Cette disposition donne un basculeur bistable qui change d'état à chaque fois qu'il reçoit une impulsion mais ne peut de lui-même passer d'un état à l'autre. Le collecteur du second 2 N 2926 de cette bascule attaque à travers une résistance

de 2 200 ohms et une diode B16 la base du 2 N 2907. Le collecteur est chargé par la bobine d'excitation du relais MS12. Une diode shunte cette bobine et protège ainsi le transistor.

Le réarmement automatique de cet appareil est fait par le second circuit de temporisation composé du condensateur de 100 µF et des résistances réglables de 22 000 ohms et de 1 mégohm. Pendant ce Temps 1, le réseau de temporisateur réglant la durée de fonctionnement est réuni par une diode B16 (2) au collecteur du 2 N 2926, R2 de la bascule. Le second réseau est relié par une diode de même type au collecteur du transistor 1 de la bascule (Temps 2). Le condensateur de 100 µF se charge à travers un des réseaux de résistances réglables. Lorsque la tension de pic de l'unijonction est atteinte, l'impulsion positive sur la base de B1 fait basculer le bistable, ce qui a pour effet de mettre en service un autre réseau de résistances réglables à travers lequel se charge le condensateur de 100 µF. Lorsque la tension de pic est atteinte à nouveau, le 2 N 2646 redevient conducteur ce qui provoque sur B1 une nouvelle impulsion positive qui fait basculer le bistable et ainsi de suite.

L'alimentation est faite en 12 V par huit piles de 1,5 V. Rien n'empêcherait évidemment de prévoir une alimentation sur secteur, fournissant un courant continu de même tension.

La partie électronique de ce montage est câblée sur une plaquette de circuit imprimé que nous voyons en figure 135, côté cuivre. Les composants sont disposés sur l'autre face conformément à la figure 136. Cette plaquette est ensuite disposée avec les autres éléments de l'appareil dans un boîtier de matière plastique, comme indiqué en figure 136. Rappelons que même pour un câblage relativement simple comme celui-ci, il est toujours bon de se reporter également au schéma de principe, qui sert de contrôle. Le 2 N 2907 reçoit un clip de refroidissement. La tension de 12 V est fournie par 8 piles de 1,5 V reliées en série.

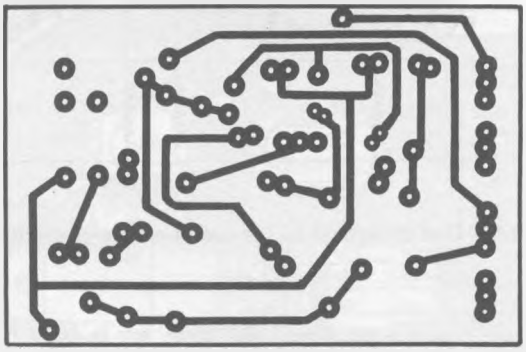


Fig. 135 — La plaquette de circuit imprimé, vue côté cuivre.

Pour la mise en marche on règle les résistances ajustables à mi-course. A l'aide de ces résistances, on ajuste le minimum de chaque temps entre 1 et 5 secondes. Les potentiomètres de 1 mégohm permettent de régler les temps entre 1 et 2 minutes 30 secondes.

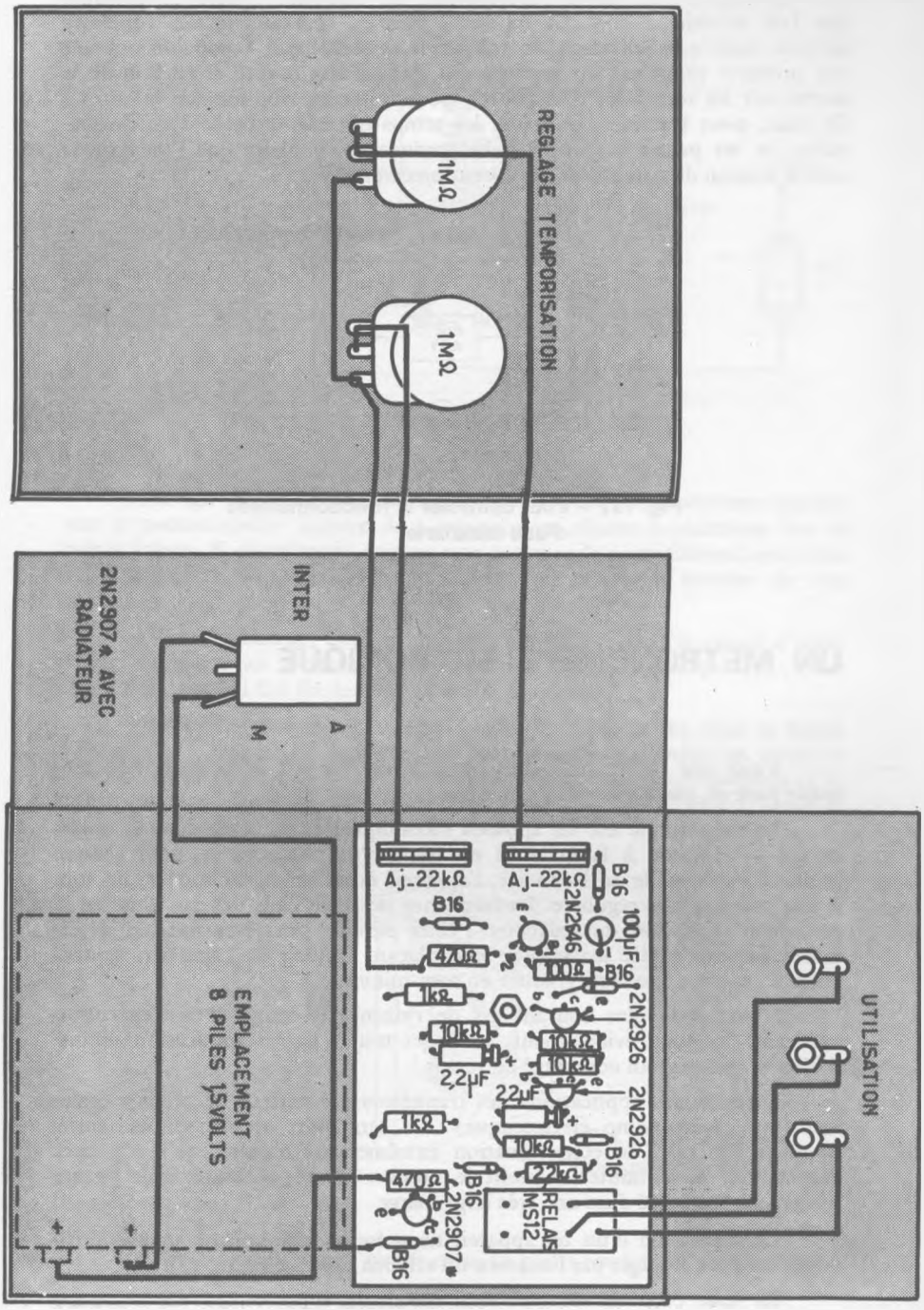


Fig. 136 – La mise en place des éléments dans le coffret

En figure 137, nous représentons un dispositif simple de contrôle que l'on branche à la sortie du relais pour en constater le bon fonctionnement, *ainsi que les temps de collage et de décollage. Lorsqu'on procède aux premiers essais sur un appareil qui vient d'être monté, il est bon de se* mettre sur les temps les plus courts, pour éviter les trop longues attentes... On peut, pour terminer, contrôler les temps obtenus à l'aide d'un chronomètre, et les porter sur une échelle graduée et circulaire que l'on dispose sous le bouton de commande du potentiomètre.

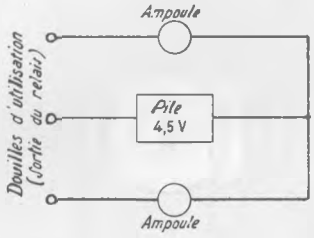


Fig. 137 — Pour contrôler le fonctionnement d'une minuterie.

UN METRONOME ELECTRONIQUE

Voici une petite réalisation très instructive sur le plan de l'électronique pure et, particulièrement pratique.

Le métronome est un appareil mécanique destiné à marquer le temps et qui se remonte à la main. Il est muni d'un balancier et, pour chaque position extrême de ce balancier, l'appareil émet un signal sonore, un top, à une cadence très régulière. La fréquence des tops émis dépend donc de la période d'oscillation du balancier ; cette période peut être fixée et déterminée par une petite masselotte se déplaçant le long du balancier, celui-ci porte à cet effet une règle graduée en tops-minute.

L'emploi le plus courant est de rythmer le temps d'une exécution musicale. On peut, évidemment, envisager toutes autres applications industrielles nécessitant un comptage de temps.

Entre autres applications, les transistors permettent de réaliser également un «métronome électronique». Ce sera alors un métronome fonctionnant sur pile, de consommation extrêmement réduite, qu'il n'y aura plus besoin de remonter et dont le nombre de tops-minute émis pourra facilement être réglé dans une très large marge.

La réalisation d'un tel appareil ne présente absolument aucune difficulté. On peut en juger par l'examen du schéma proposé figure 138.

En tout et pour tout, un seul transistor, type AC132. Ce transistor est monté et fonctionne en oscillateur bloqué comprenant notamment le primaire du transformateur à prise médiane. La fréquence des oscillations,

et partant de là le nombre de tops émis, est déterminée par la valeur des résistances et condensateur mis en jeu.

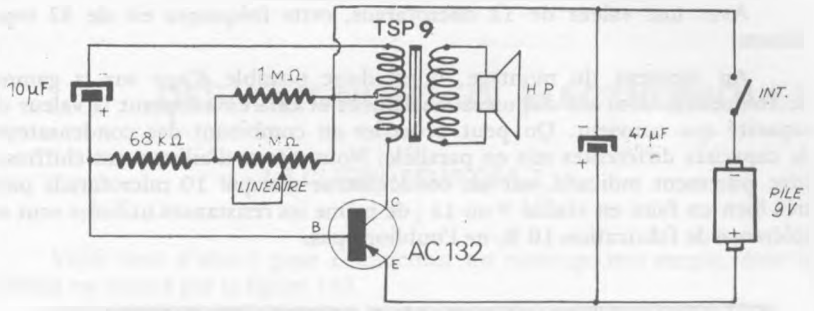


Fig. 138 — Le métronome électronique MT.1.

Pour agir sur cette fréquence, l'utilisateur peut à tout moment manœuvrer le potentiomètre linéaire de 1 mégohm qui shunte la résistance fixe de même valeur. Il se présente comme une commande normalement accessible à l'extérieur de l'appareil et que l'usager règle suivant le nombre de tops désiré.

Le transformateur, dont le primaire est intégré dans le circuit d'oscillation, comporte un secondaire qui débite sur un petit haut-parleur ; c'est ce haut-parleur qui fait finalement entendre les signaux.

Nous avons monté cet appareil dans un petit coffret dont la figure 139 montre l'aspect. Le haut-parleur comporte normalement un étrier et c'est sur cette pièce que sont fixés mécaniquement une barrette-relais et le transformateur. Tout le câblage se fait ensuite sur ces éléments, dont la figure 140 montre la disposition.

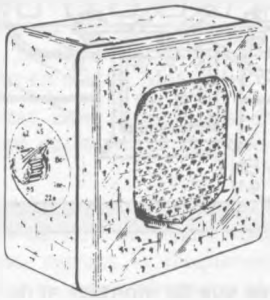


Fig. 139 — Aspect de l'appareil terminé

A la fin du câblage, une petite mise au point est à faire, bien petite en vérité.

Le condensateur de 10 microfarads intervient dans la fréquence des oscillations de relaxation. Avec une valeur de 10 microfarads, par exemple,

nous avons obtenu une fréquence s'étendant de 35 à 220 tops par minute, d'un bout à l'autre de la course du potentiomètre.

Avec une capacité de 4,7 microfarads, la fréquence la plus faible obtenue est de 60 tops par minute.

Avec une valeur de 12 microfarads, cette fréquence est de 32 tops-minute.

Au moment du montage, il est donc possible d'agir sur la gamme de fréquences dont on disposera finalement et cela en adoptant la valeur de capacité qui convient. On peut procéder en combinant des condensateurs de capacités différentes mis en parallèle. Nous citons d'ailleurs ces chiffres à titre purement indicatif, car un condensateur marqué 10 microfarads peut très bien en faire en réalité 9 ou 11 ; de même les résistances utilisées sont de tolérance de fabrication 10 %, ne l'oublions pas.

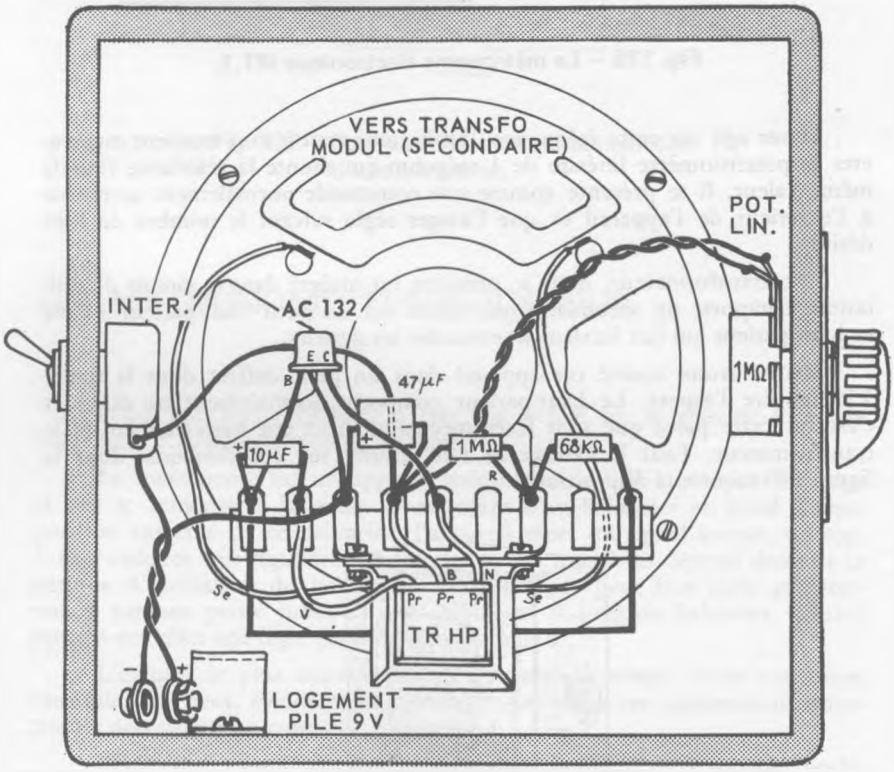


Fig. 140 — Une vue du montage et du câblage

Reste l'étalonnage.

Le potentiomètre est commandé par un bouton à index. Dans un carton suffisamment rigide et bien blanc, on découpe un cercle que l'on dispose sous l'écrou de fixation du potentiomètre. On trace un trait circu-

laire faisant exactement la course de l'index et on porte une division de traits de 20 en 20 degrés, par exemple. Et pour chaque position du potentiomètre, on porte le nombre de tops émis... que l'on aura comptés et chronométrés... Petite opération demandant un peu de patience...

DES CLIGNOTEURS ELECTRONIQUES

LE CLIGNOTEUR CEA.2

Voici tout d'abord pour commencer un montage très simple, dont le schéma est donné par la figure 141.

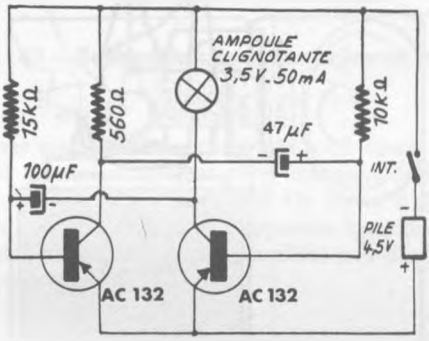


Fig. 141 — Le clignoteur électronique CEA.2

Nous y voyons deux transistors dont le montage rappelle le multivibrateur bien connu. Lorsqu'un des transistors débite, lorsqu'il conduit, l'autre se trouve bloqué, ne débite plus. Puis le cycle s'inverse, chaque transistor se trouve tour à tour en état de blocage et de débit.

Ce changement d'état, cette inversion, se fait périodiquement et cela à une fréquence qui dépend de la valeur des résistances et des condensateurs qui sont mis en circuit.

Or, nous voyons qu'une petite ampoule d'éclairage se trouve insérée dans le circuit collecteur de l'un des transistors. Elle va donc s'allumer et s'éteindre périodiquement, suivant la fréquence d'oscillations du montage. Avec les éléments utilisés ici, nous observons une fréquence d'allumage qui est de l'ordre de 80 par minute. Il est d'ailleurs très facile de modifier cette fréquence, comme nous le verrons plus loin.

Quelles utilisations pratiques peut recevoir un tel dispositif ?

Nous en citons quelques-unes à titre indicatif, bien persuadés d'ailleurs que l'imagination de nos lecteurs ne manquera pas d'en découvrir bien d'autres. Par exemple, un signalisateur d'obstacles. Tout feu clignotant ne manque pas d'attirer l'attention, beaucoup plus efficacement qu'un feu fixe. Il peut

servir d'appel visuel dans une installation d'interphone ou de téléphone privé. Il peut être incorporé dans une installation de vitrine, dans un but publicitaire. Il peut être monté à bord d'une moto, d'un cyclomoteur. Installé en double exemplaire, il constitue un efficace système de clignotage indiquant le changement de direction et dans cet emploi, il présente l'avantage d'être absolument autonome, ne demandant aucune alimentation au véhicule, se contentant d'une seule pile dont le débit est insignifiant.

La figure 142 représente la réalisation pratique de ce montage. A titre d'exemple, nous avons équipé ainsi un boîtier ordinaire de lampe de poche. Ce boîtier comporte un feu blanc à l'avant et un feu rouge à l'arrière, ces deux éclairages deviennent donc ainsi clignotants. Ceci, bien entendu, tout à fait à titre d'exemple, le dispositif lui-même pourra être transposé et adapté, suivant le genre d'application pratique qu'on en attend.

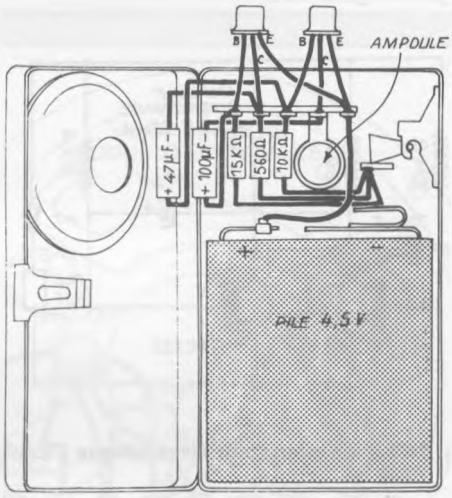


Fig. 142 — Le câblage de ce petit appareil

CLIGNOTEUR UNIVERSEL CL 2

Le second de nos dispositifs est représenté en figure 143.

Nous avons ici une bascule, un système où chacun des transistors conduit lorsque l'autre est bloqué. De ce fait, un courant parcourt le circuit de collecteur, donc les résistances R2 et R3, et ceci alternativement. Le dispositif peut fonctionner ainsi... sans que l'on n'observe rien... ce qui n'est pas un résultat bien positif...

Mais on a inséré un jack autocoupeur J1 et J2 dans chaque branche. Si l'on introduit une fiche de branchement appropriée dans ce jack, on élimine la résistance de charge, et l'on peut brancher un autre élément à sa place. Par cette combinaison, il est possible :

– de brancher une ampoule à la place de R3 : on dispose donc d'un clignoteur à une lumière ;

– de brancher une autre ampoule à la place de R2. On obtient un clignoteur à deux lumières, l'une s'éteint lorsque l'autre s'allume ;

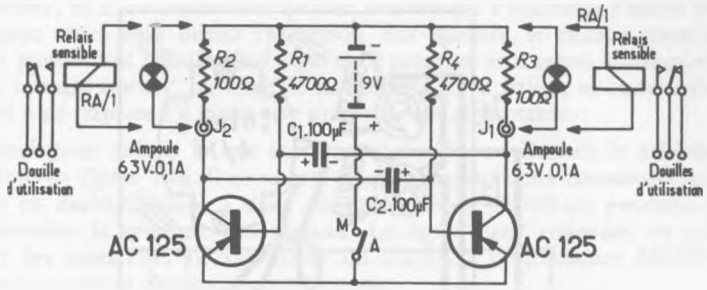


Fig. 143 – Schéma du clignoteur universel CL 2

– de brancher un, ou deux relais, qui vont donc battre, «clignoter» également. Ces relais peuvent alors commander à leur tour d'autres allumages, ou tout autre dispositif. On arrive à des combinaisons et des possibilités très étendues. Rappelons à ce sujet en figure 144 les deux modes de branchements possibles aux douilles d'un relais qui bat en permanence.

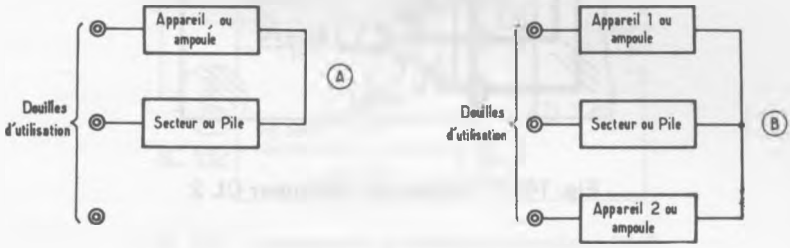


Fig. 144 – En A, le relais fonctionne en interrupteur : clignotement simple ; en B : le relais fonctionne en inverseur : clignotement double.

En A le relais fonctionne en simple interrupteur. La tension d'alimentation peut être le secteur, ou une pile, ou toute autre source, qui débite à intervalles réguliers dans l'appareil ou l'ampoule. En B l'ampoule 1, puis l'ampoule 2 sont allumées alternativement, on peut imaginer dans une vitrine par exemple deux objets éloignés l'un de l'autre et éclairés tour à tour.

L'exécution pratique de ce petit appareil est représentée en figure 145. L'ensemble est contenu dans un boîtier de 9 x 6 x 5 cm. Ampoules ou relais

sont raccordés à l'appareil par les fiches des jacks, et peuvent donc être disposés dans tel endroit préférentiel, plus ou moins éloigné. Rien n'empêche d'ailleurs d'intégrer un ou deux relais à l'intérieur du boîtier, pour une utilisation en bloc compact.

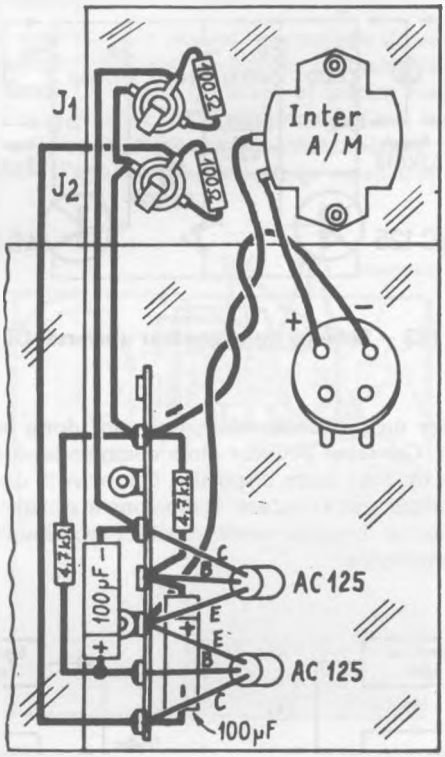


Fig. 145 — Câblage du clignoteur CL 2

Avec les valeurs adoptées ici, on obtient pour chaque branche de la bascule une fréquence de clignotement de 100 lueurs par minute. Avec une capacité portée à 220 microfarads, nous avons observé une cadence de 42 éclats.

Il est inutile de préciser que tous ces appareils ne demandent absolument aucune mise au point. Si le câblage est réalisé sans erreur, le fonctionnement est immédiat, dès la dernière soudure posée.

Amateurs de radiocommande, remarquez qu'un tel dispositif peut être installé à bord de votre bateau. Mis en route par l'un des canaux de votre émetteur, il pourra faire clignoter des feux de position... ou déclencher toute action mécanique de votre choix... ou un signal sonore intermittent...

UNE BALISE ÉLECTRONIQUE

Sur la voie publique, les travaux, excavations ou amas de matériaux doivent être signalés de nuit pour éviter des accidents. Ils sont balisés, par une lumière, et il est indéniable qu'une lumière qui s'allume et s'éteint périodiquement attire bien mieux l'attention. Sur la route, le camion immobilisé par une panne doit signaler le danger qu'il présente aux autres automobilistes par un **triangle routier**, ou triangle de sécurité. Il se balise, et ce triangle est d'autant plus efficace s'il comporte une ampoule clignotante.

Ceci pour définir le but et l'emploi du dispositif dont le schéma est représenté en figure 146. Il comporte essentiellement deux transistors AC132 montés en multivibrateur : dans chaque base est inséré un potentiomètre qui détermine la symétrie des signaux. Le signal carré engendré est prélevé sur l'un des émetteurs et commande un transistor de puissance AD149 qui fonctionne par tout ou rien, en **interrupteur**.

Dans son circuit de collecteur est branchée l'ampoule clignotante, dont la tension doit être la même que celle de la batterie d'alimentation, car lorsque le transistor conduit, sa résistance interne est pratiquement nulle. Le montage peut fonctionner pour toute tension de 4 à 24 volts, on utilise par exemple une ampoule de 12 volts pour une tension de 12 volts, etc...

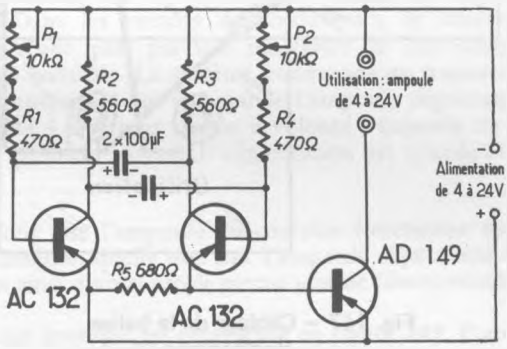


Fig. 146 — Schéma de la balise électronique CL 3. L'ampoule branchée entre les deux bornes « utilisation », doit être de même tension que l'alimentation (4 à 24 V).

Pour les potentiomètres sur leur position maximale, la cadence est de 34 éclairs par minute. En position minimale, la cadence est trop rapide pour pouvoir être comptée aisément. Si l'on décale le réglage des potentiomètres entre eux, on peut modifier à volonté le temps d'éclairage par rapport au temps d'extinction.

Le montage est représenté en figure 147. La liaison à la batterie se fait par deux douilles qu'il est bon de repérer par des couleurs, rouge pour le positif et bleu ou noir pour le négatif. Et la liaison à l'ampoule se fait par deux douilles de couleurs différentes, et identiques entre elles.

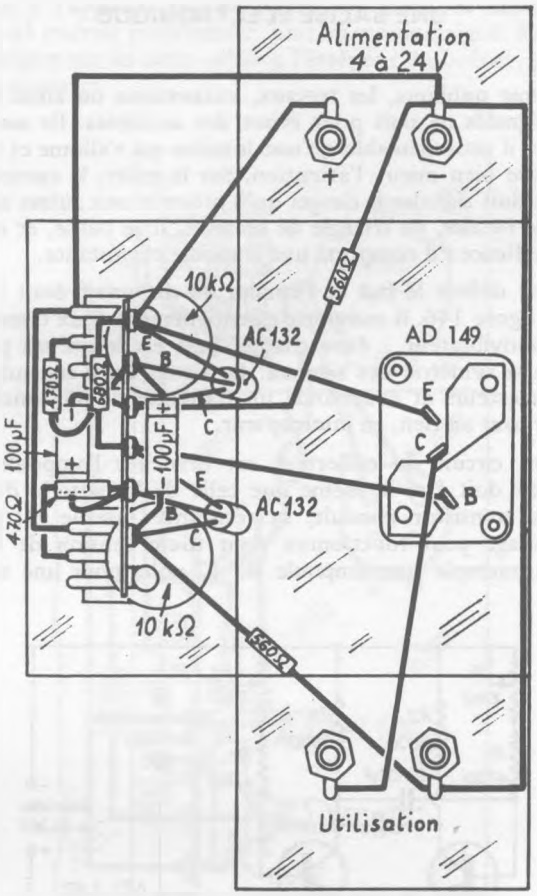


Fig. 147 — Câblage de la balise électronique CL 3.

Le support du transistor de puissance est fixé dans le fond du coffret par deux vis et deux petites colonnettes, les broches de liaison vers le haut. Dès que les potentiomètres sont fixés sur le coffret, on soude dessus la barrette-relais, le câblage se fait ensuite sur tous ces éléments.

UN CLIGNOTANT POUR CYCLES ET MOTOCYCLES

Nous avons en figure 148 une forme de clignotant que nous avons plus spécialement adaptée à l'usage auquel on le destine. Nous voulons établir un système de clignotant pouvant être monté à bord d'un cycle,

pour indiquer les changements de direction. Il nous faut donc disposer de deux ampoules clignotantes, que nous devrons pouvoir commuter à droite ou à gauche. D'autre part, il nous faut disposer à l'avant, d'un contrôle, facilement visible, évitant d'oublier le système en fonctionnement.

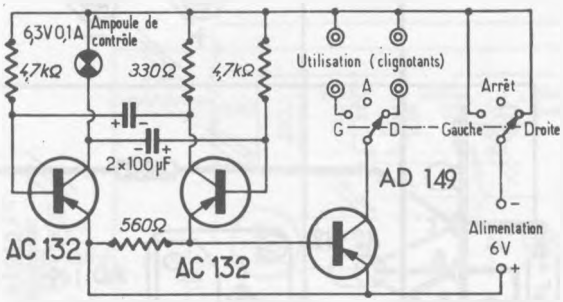


Fig. 148 – Schéma du clignotant pour cycle CL 4.

Nous retrouvons sur le schéma deux transistors AC 132 montés en multivibrateur. Dans les circuits des collecteurs, la résistance de charge est constituée, d'une part par une résistance de 330 ohms, d'autre part par l'ampoule de contrôle. Le système commande un transistor de puissance, monté en interrupteur, et qui commande l'ampoule clignotante. Le commutateur à 2 circuits 3 positions allume à volonté l'ampoule de droite ou celle de gauche ; en position centrale l'alimentation est coupée et le fonctionnement est arrêté.

Remarquons que l'ampoule de contrôle fonctionne toujours, dès que l'appareil est alimenté, quelle que soit l'ampoule clignotante mise en service. On dispose bien ainsi d'un contrôle permanent de fonctionnement.

Le montage pratique est représenté en figure 149. Pour des raisons de commodité de manipulation, nous l'avons intégré dans un petit coffret identique à ceux des montages précédents. Mais en mise en place sur une petite moto par exemple, il serait intéressant de le loger dans le phare devant le conducteur, qui a ainsi également devant lui le clignotement de l'ampoule témoin.

L'alimentation peut être prise sur une batterie d'accu de 6 volts, ou être fournie par une pile, constituée par exemple par 4 piles de 1,5 volt branchées en série. Il est recommandé d'utiliser des couleurs de repérage pour la liaison, rouge au positif, noir ou bleu au négatif. La liaison aux clignotants peut se faire par douilles de mêmes couleurs.

La fréquence de clignotement est d'environ 80 éclats par minute. Les ampoules utilisées sont des 6 volts 15 watts. Pour utilisation en 12 volts, il faut insérer une résistance de 100 ohms 1 watt en série avec l'ampoule de contrôle, remplacer la 330 ohms par une 4 700 ohms, et mettre en clignotement des ampoules de 12 volts 15 watts.

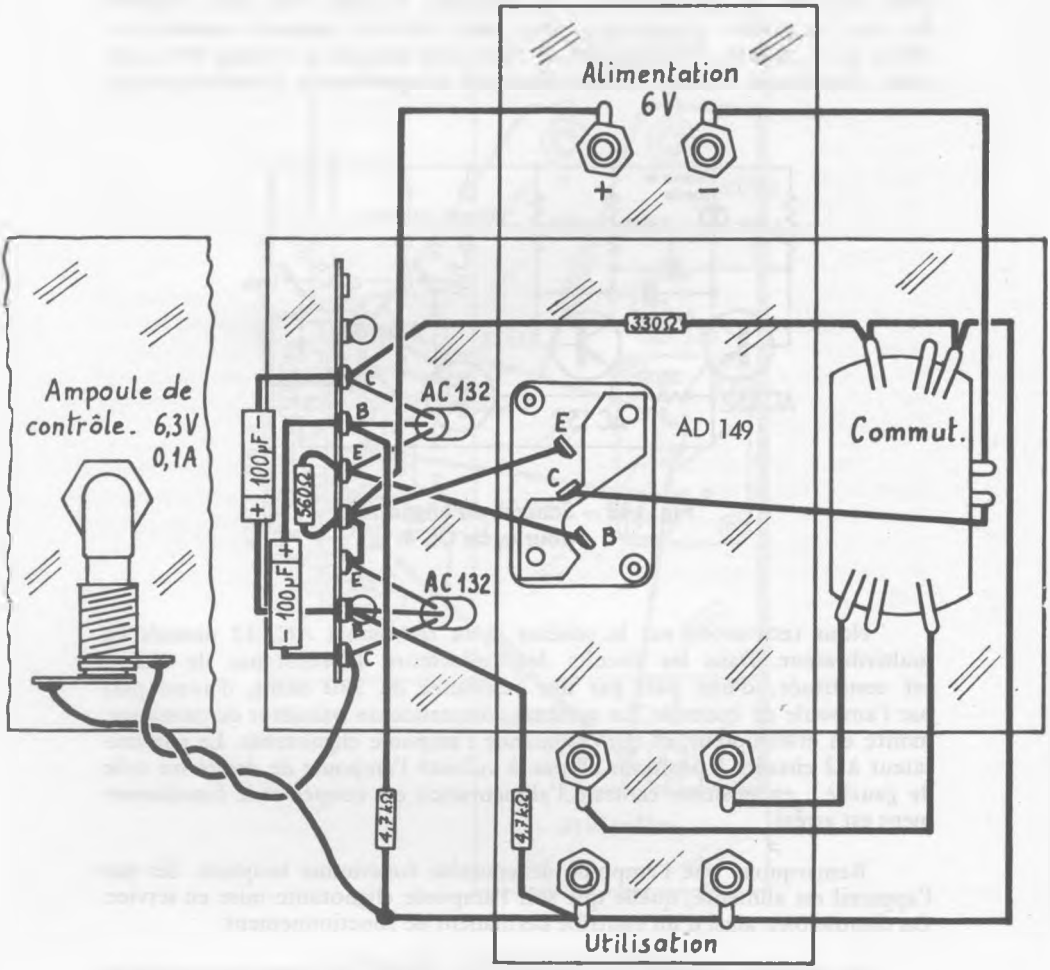


Fig. 149 — Câblage du clignotant CL 4

UN CLIGNOTEUR INDUSTRIEL

Il y a lieu de considérer dans tout relais la **puissance de coupure** dont on peut disposer à ses contacts, qui en somme sont des interrupteurs. Pour des petits relais sensibles, ce pouvoir de coupure est de 30 watts. Or pour des applications industrielles, il peut être nécessaire de disposer d'une puissance de coupure plus élevée. Mais un relais à fort pouvoir de coupure exige pour l'alimentation de sa bobine une tension ou un courant élevés et de ce fait un tel relais ne peut être monté directement en circuit de transistor comme nous l'avons fait.

Ces considérations nous ont amenés à la conception du schéma représenté en figure 150. Nous retrouvons ici un multivibrateur qui actionne un relais sensible. Mais le contact de celui-ci a pour effet de brancher le secteur 110 V sur la bobine d'un relais de puissance, qui va donc battre à la même cadence que le premier relais.

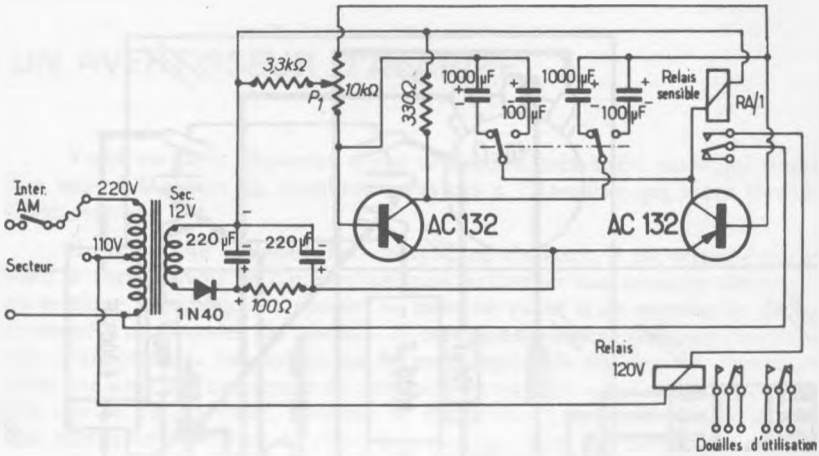


Fig. 150 – Schéma du clignoteur de puissance CL 5.

Le relais secteur comporte deux contacts «Repos-Travail» dont le pouvoir de coupure de chacun est de 550 watts ; cela correspond à un courant de 5 ampères sous une tension de 110 volts. Remarquons encore qu'en cas de nécessité, il est possible de brancher en dérivation, l'un sur l'autre, la sortie des contacts, ce qui en double la possibilité : 1 100 watts. Avec un tel appareil, nous avons commandé une sirène puissante, de sortie d'usine. On peut actionner une machine-outil, des lampes d'éclairage d'une vitrine, jusqu'à concurrence de cette puissance.

Un commutateur à 2 circuits 2 positions permet de disposer de 2 cadences de battement ; l'une est lente, de l'ordre de une période toutes les 30 secondes, l'autre plus rapide est de l'ordre de une période toutes les 2 secondes.

Ces temps peuvent être **facilement modifiés** en adoptant des valeurs de capacités différentes ; il en est d'ailleurs de même pour les montages décrits précédemment, et de tous les systèmes mettant en jeu un circuit à **constante de temps** qui est égale au produit «capacité x résistance».

Le potentiomètre P1 permet de faire varier le rapport signal/silence. C'est-à-dire que si l'on branche simplement une ampoule comme indiqué sur la figure 144, on peut faire varier le temps de l'allumage par rapport au temps de l'extinction pour chaque période.

Pour éviter usure et remplacement de piles, l'appareil est alimenté sur le secteur. Un secondaire abaisseur fournit une tension de 12 volts environ, qui est redressée en monoalternance par une diode, puis filtrée. La bobine du

relais secteur est alimentée sur le primaire du transformateur, qui fonctionne ici en **auto-transformateur**, délivre toujours une tension de 110 volts sur cette prise, alors qu'il peut être branché sur 110 ou 220 volts.

La figure 151 représente le câblage de l'appareil. Le transformateur est fixé dans le fond du coffret, on soude dessus la cosse de masse d'un petit relais à 5 cosses ; les trous de 3 de celles-ci sont taraudés convenablement

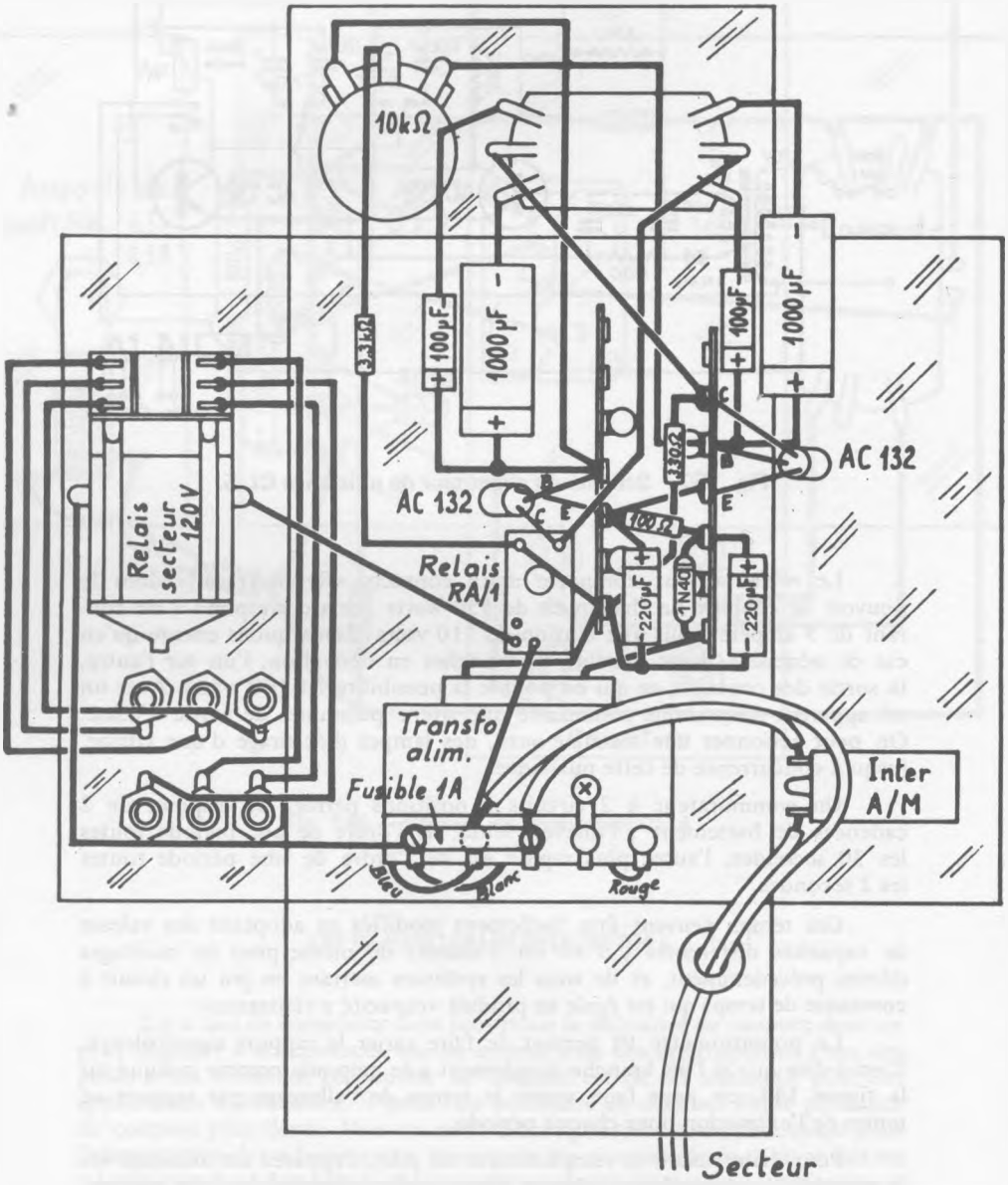


Fig. 151 – Câblage du clignoteur CL 5

pour recevoir une plaquette-fusible dont le déplacement constitue un commutateur 120-220 simple et peu encombrant. Tous les éléments principaux sont fixés sur le coffret et servent de support au câblage tel qu'il est représenté sur la figure.

UN AVERTISSEUR D'ALARME

Voici un petit dispositif d'une réalisation très aisée, mais qui pourra être amené à rendre de nombreux services à l'Amateur qui saura l'utiliser à bon escient.

Il est destiné à déclencher un système d'alarme, il est terminé par un relais à fort pouvoir de coupure qui peut actionner une sonnerie électrique, un système lumineux à ampoule, la mise en route d'un moteur, le déclenchement d'un appareil de photo... Il est essentiellement basé sur l'interruption d'un contact. Supposons un fil métallique très fin disposé devant une porte ou une fenêtre, tendu au sol dans un passage que l'on veut protéger. Dès que le fil est cassé, l'alarme se déclenche. L'appareil peut également être relié à un **détecteur de choc**, fixé sur une vitre, une porte, une voiture.

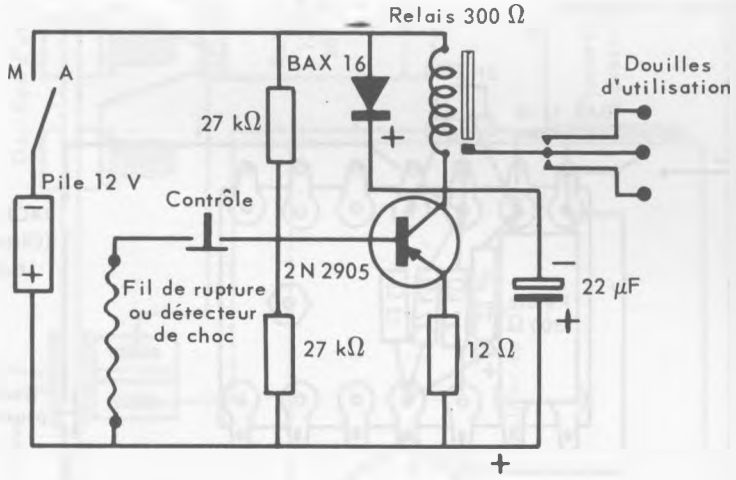


Fig. 152 — Le schéma de principe du PA 2

Ce détecteur de choc est un petit appareil qui comporte une masselotte mobile, à sensibilité réglable par vis pointeau. Cette masselotte est au repos en contact avec une borne. Sur réception d'un choc ou d'une vibration, elle vibre et interrompt le contact. On peut encore à une porte ou fenêtre installer un **contact de feuillure** en permanence, c'est un petit élément qui

interrompt le contact entre 2 bornes lorsqu'on ouvre la fenêtre. Cet appareil sera relié à une installation permanente de fils reliés à notre appareil. Rien n'empêche d'ailleurs de combiner entre elles ces diverses installations, la longueur du fil n'est pas critique, et toute interruption en un point quelconque du circuit déclenchera l'alarme.

L'alimentation du montage est faite sous 12 V, fournie par 8 piles 1,5 V reliées par un coupleur. Le principe de fonctionnement est basé sur celui du transistor. Lorsque la base est au même potentiel que celui de son émetteur, le transistor ne conduit pas, le courant ne passe pas, le relais ne colle pas. Si l'on coupe le fil ou si l'on déclenche le détecteur de choc la base se trouve polarisée par les deux résistances de 27 kΩ le transistor conduit et le relais colle. Le condensateur de 22 μF permet un collage plus franc du relais. En état de veille, le débit de la pile est infime.

Nous avons prévu un système de contrôle rapide de l'installation. Pour cela nous avons inséré dans le circuit de rupture un bouton-poussoir, à contact inversé. C'est en somme l'inverse d'un bouton sonnerie, il établit en permanence un contact, et celui-ci est coupé lorsqu'on appuie sur le bouton. Le contrôle de l'installation consiste donc à appuyer un court instant sur ce poussoir, et de constater que cela déclenche bien l'alarme.

Il est possible de retarder le déclenchement de l'alarme. C'est le cas si par exemple pour laisser au propriétaire d'un appartement le temps d'ouvrir ou de fermer sa porte de sortie sans déclencher l'alarme. Il suffit pour cela de remplacer la résistance de 27 kilohms branchée entre base et + par un condensateur de 2 200 microfarads. On obtient ainsi un retard qui est de l'ordre de 7 secondes.

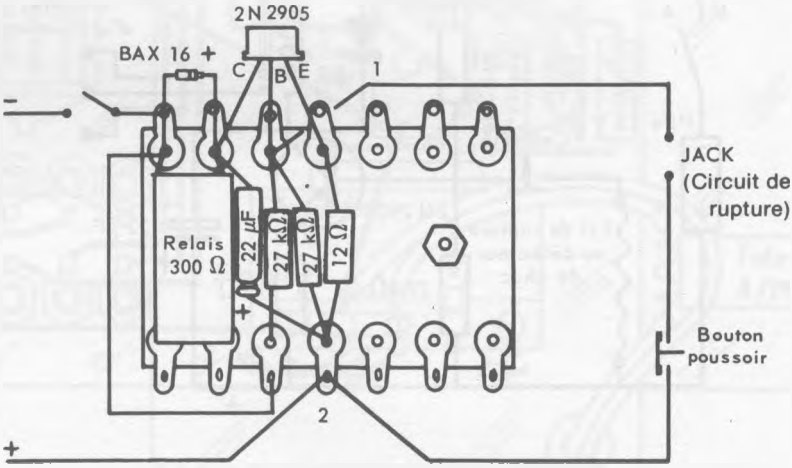


Fig. 153 — Le câblage de la plaquette à cosses

Nous avons réalisé ce petit montage sur une plaquette à cosses, comme représenté en figure 153. En figure 154, la disposition des divers éléments dans le coffret. Le relais présente un pouvoir de coupure de 250 V, 550 W, 6 A. C'est dire qu'il peut commander un appareil qui serait relié au secteur

par exemple, ou encore un avertisseur de voiture dont la consommation de courant est de l'ordre de 3 ampères.

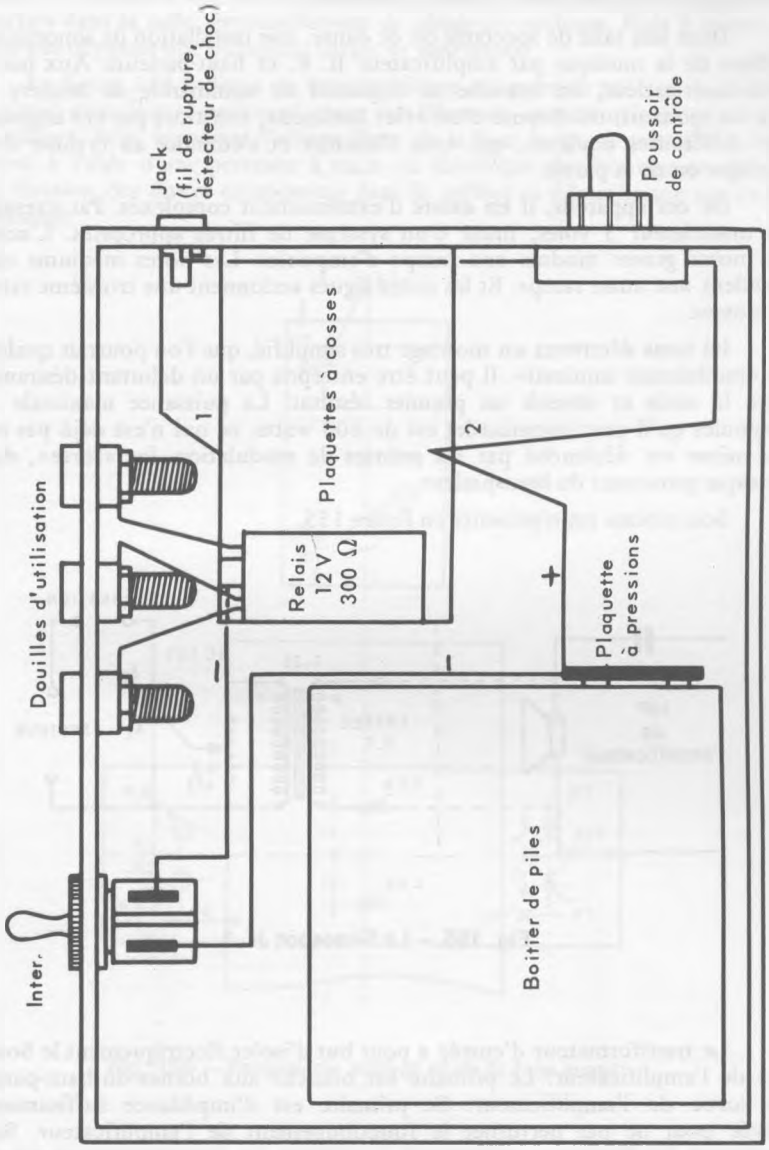


Fig. 154 – Vue du câblage des éléments dans le coffret

MUSIQUE ET LUMIERE

Lumière commandée par la musique, modulateur de lumière, effets musicaux et lumineux... On trouve maintenant fréquemment sous ces termes des dispositifs qui réalisent l'action suivante.

Dans une salle de spectacle ou de danse, une installation de sonorisation diffuse de la musique par amplificateur B. F. et haut-parleurs. Aux bornes d'un haut-parleur, on branche ce dispositif de commande de lumière. Et dès ce moment, on dispose d'un effet lumineux, constitué par des ampoules de différentes couleurs, qui vont s'allumer et s'éteindre au rythme de la musique ou de la parole.

De ces appareils, il en existe d'extrêmement complexes. Par exemple, un modulateur 3 voies, muni d'un système de filtres appropriés. L'action des notes graves module une rampe d'ampoules. Les notes médiums commandent une autre rampe. Et les notes aiguës actionnent une troisième rampe lumineuse.

Ici nous décrivons un montage très simplifié, que l'on pourrait qualifier de «modulateur minimal». Il peut être entrepris par un débutant désirant se faire la main et obtenir un premier résultat. La puissance maximale des ampoules qu'il peut commander est de 600 watts, ce qui n'est déjà pas mal. Lui-même est déclenché par les pointes de modulation, les «forte», de la musique provenant du haut-parleur.

Son schéma est représenté en figure 155.

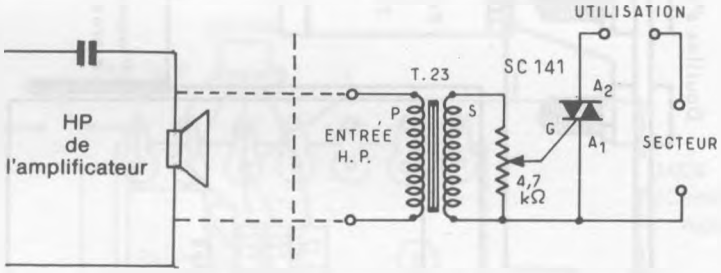


Fig. 155 – Le Sonospot JL 1

Le transformateur d'entrée a pour but d'isoler électriquement le Sonospot de l'amplificateur. Le primaire est branché aux bornes du haut-parleur de sortie de l'amplificateur. Ce primaire est d'impédance suffisamment élevée pour ne pas perturber le fonctionnement de l'amplificateur. Seuls subsistent les éléments strictement nécessaires au fonctionnement du système : transformateur, potentiomètre, triac. Tout système de filtre est supprimé, ce sont les pointes de la modulation qui déclenchent l'effet de lumière. On dispose d'un potentiomètre de réglage. En effet, suivant que la puissance de sortie de l'amplificateur est élevée ou faible, on risquerait de voir la lumière continuellement éteinte ou continuellement allumée. On

agit donc sur ce potentiomètre pour obtenir l'effet désiré, en fonction de la puissance de sortie.

Tel quel, l'appareil est alimenté directement par le secteur. Aux douilles d'utilisation, c'est là que l'on branche la ou les ampoules commandées. Suivant la puissance de ces ampoules, on peut en relier plusieurs en parallèle, réparties dans la salle, éventuellement de plusieurs couleurs. Mais il convient de ne pas dépasser une puissance totale de 600 watts.

La figure 156 indique en vue extérieure les cotes de perçage du coffret plastique dans lequel prennent place les éléments constitutifs. Le plastique du coffret, aussi bien que l'alliage léger de la face avant, se travaillent facilement à l'aide d'une perceuse à main ou électrique. Le montage se résume à la fixation des divers composants dans le coffret et à leur liaison par du fil de câblage.

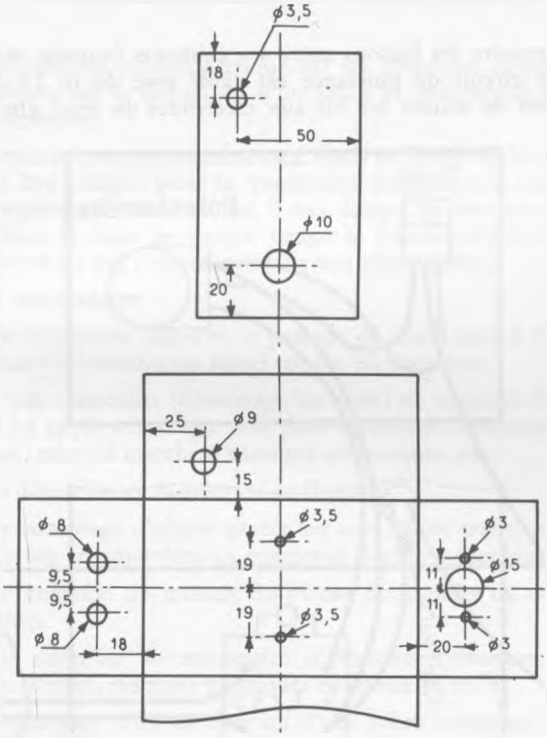


Fig. 156 — Perçage du coffret et de la face avant

On pourra donc monter successivement : les deux douilles de sortie (avec les deux cosses de masse), le transformateur (2 vis de 3 x 8 et rondelles éventail), la douille d'entrée (2 vis de 2,5 x 8), le potentiomètre et le passe-fil. Le primaire et le secondaire du transformateur sont repérés respectivement par les lettres P et S. Le triac est fixé par une vis de 2,5 x 8 mm. Attention, rappelons que le boîtier du triac est relié à l'anode A2, donc directement au

secteur. En conséquences, ne pas oublier d'utiliser le canon et le mica isolant selon les indications de la figure 157. La prise d'entrée se fixe plus facilement en limant la glissière intérieure du coffret.

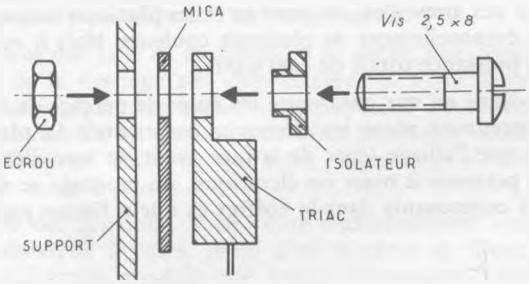


Fig. 157 — La mise en place du triac

Réaliser ensuite les liaisons entre les éléments (comme représenté en figure 158). Le circuit de puissance est câblé avec du fil 15 dixièmes de millimètre. Avant de souder les fils aux électrodes du triac, glisser un petit

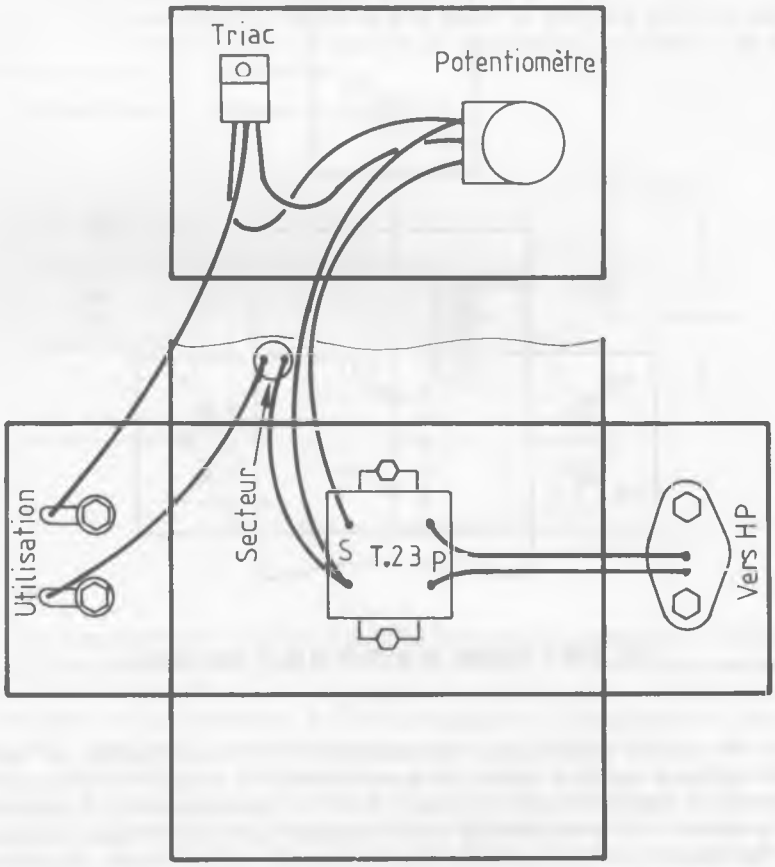


Fig. 158 — Montage et câblage

morceau de gaine thermo-rétractable sur chacun d'eux. Après soudage, ramener la gaine sur les électrodes, puis chauffer avec le fer à souder pour provoquer la rétraction. Ce procédé permet une bonne tenue mécanique des soudures.

UTILISATION

Régler le potentiomètre au minimum, brancher les ampoules montées sur les douilles de sortie, raccorder l'entrée aux bornes du haut-parleur et l'ensemble au secteur. En présence d'une modulation, régler le potentiomètre, afin d'obtenir le déclenchement désiré.

DES DECLENCHEURS PHOTOELECTRIQUES

Un déclencheur photoélectrique est un dispositif électronique provoquant l'ouverture ou la fermeture d'un relais et commandé par la coupure d'un rayon lumineux.

Ses applications sont nombreuses. Nous ne ferons qu'en citer quelques-unes. Il peut être utilisé : pour la protection du personnel travaillant sur des machines dangereuses. Dans ce cas, il sera disposé de manière que l'approche de la main dans la zone de danger coupe le faisceau lumineux et entraîne l'arrêt de la machine par l'interruption de son alimentation.

Il peut servir encore :

- Comme avertisseur anti-vol, le passage du malfaiteur à travers le rayon lumineux déclenchant un signal sonore ou lumineux.
- Pour l'asservissement (démarrage ou arrêt) de moteurs électriques avec toutes les applications que cela peut entraîner : ouverture automatique de porte, mise en marche d'escaliers mécaniques, etc.
- Pour la détection de fumées ou de flammes.
- Pour le comptage d'objets placés sur une bande transporteuse. Dans ce cas, le relais commandera un compteur électro-mécanique.
- Pour le contrôle de montée du niveau de liquides ou de matières pulvérulentes.
- Pour le contrôle de continuité d'éléments filiformes, textiles, fils, ficelles, papiers, matières plastiques en ruban ou en fil.
- Pour l'allumage d'un escalier ou d'une pièce lorsqu'un visiteur se présente.

Nous arrêtons là cette énumération, qui donne un aperçu suffisamment large des immenses possibilités de ce dispositif.

Comme toujours, chacun pourra, selon son cas particulier, trouver d'autres applications.

DES DÉCLENCHEURS SUR PILE

Le fonctionnement d'une cellule photoélectrique est basé sur le principe de photo-conductivité d'une jonction de semi-conducteurs. Ce

principe est le suivant : si on éclaire une jonction, sa résistivité décroît en fonction de l'intensité du flux lumineux auquel elle est soumise. Dans ces conditions une photodiode alimentée par une source continue et polarisée convenablement, en l'absence d'éclairement laisse circuler dans le circuit un courant pratiquement indépendant de la tension appliquée. Lorsqu'elle est éclairée, ce courant croît en fonction du flux lumineux qu'elle reçoit.

Dans notre appareil, la photodiode est alimentée par la pile de 9 V qui sert pour l'ensemble du dispositif. Cette alimentation se fait à travers une résistance variable de 4 700 Ω. Remarquez que cette résistance variable forme avec une 100 000 Ω le pont de polarisation de la base d'un transistor AC 132. Le circuit émetteur de ce transistor contient une résistance de stabilisation d'effet de température de 10 Ω. Le circuit collecteur contient l'enroulement du relais 300 Ω ,qui possède un contact de fermeture et un contact d'ouverture. Dans ces conditions, l'excitation du relais (collage de la palette) permet soit de fermer, soit d'ouvrir le circuit d'utilisation.

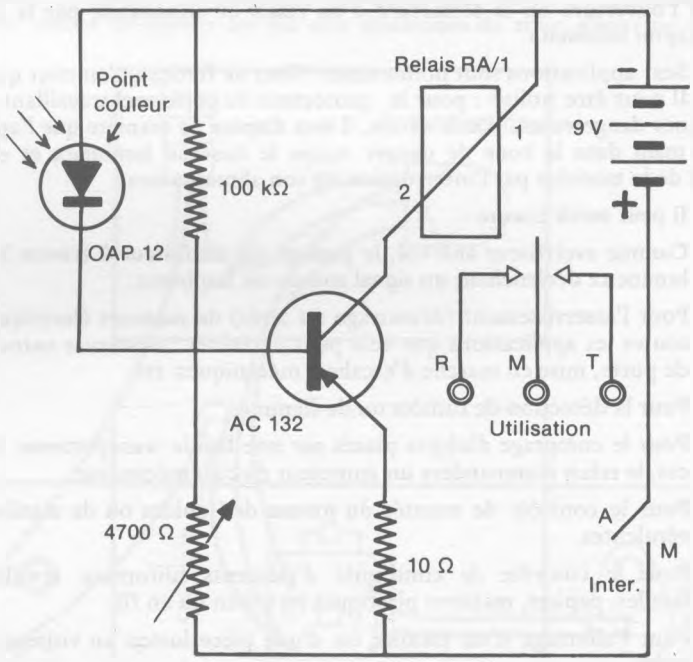


Fig. 159 – Le DPEP., déclencheur photoélectrique sur pile

La photodiode est en parallèle sur la 100 kilohms du pont de base du transistor. Nous avons dit que lorsque cette photodiode était éclairée sa résistance diminuait. Il en résulte une diminution de la résistance de la branche du pont correspondante, d'où augmentation de la polarisation négative de la base de l'AC 132 et, par conséquent, augmentation du courant collecteur. Le réglage est fait de telle sorte que le courant collecteur au repos ne soit pas suffisant pour provoquer le collage de la palette du relais. L'augmen-

tation de courant au moment de l'éclairement de la photodiode entraîne ce collage.

La résistance ajustable de 4 700 Ω sert à doser la sensibilité de la photodiode et également à régler le courant collecteur du transistor, puisqu'elle modifie la tension de polarisation de la base.

Il convient d'envoyer sur la cellule un flux concentré par un réflecteur. A titre d'exemple, il y a déclenchement par une ampoule de 6,3 V, 0,3 A avec réflecteur de 30 mm de diamètre, cette ampoule étant située à 30 cm de la photodiode. A la même distance il y a encore déclenchement avec une ampoule de 75 W mais à lumière diffusée. Il est à noter que la cellule ne réagit pas à un éclairage ambiant ordinaire.

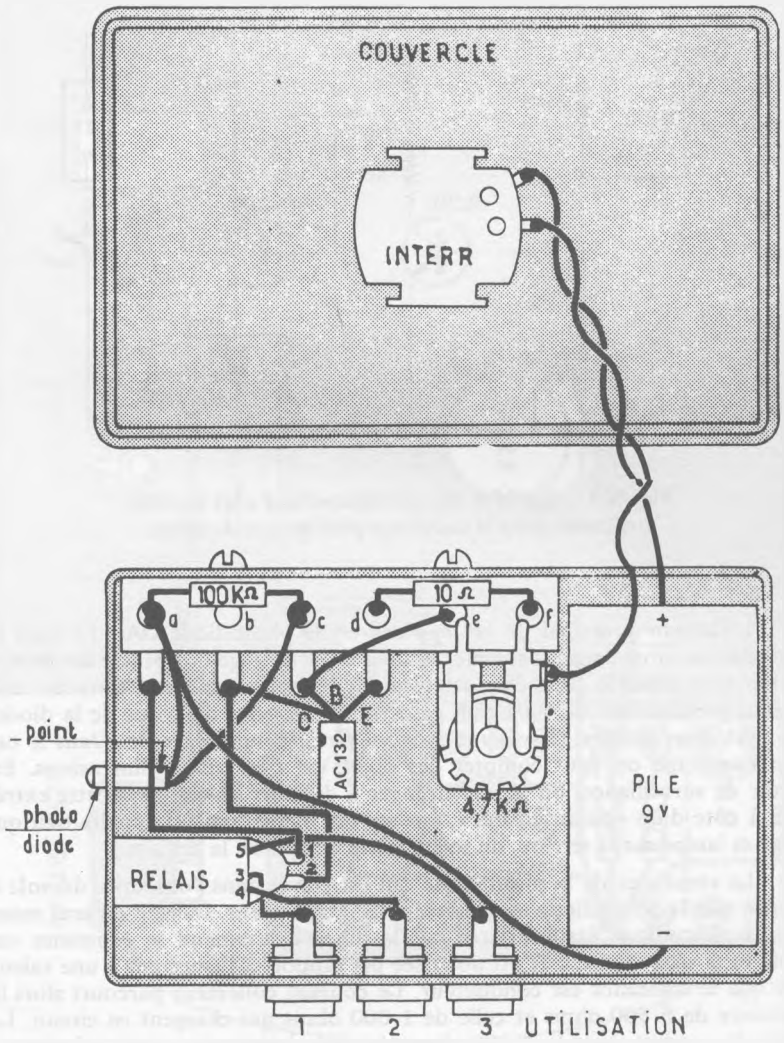


Fig. 160 — La réalisation pratique.

Si on veut obtenir un fonctionnement pour une plus grande distance entre la cellule et la source lumineuse il faut prévoir une ampoule plus puissante avec réflecteur. On peut aussi utiliser un système de concentration optique formé de lentilles.

Nous avons monté cet appareil dans un coffret de dimensions 90 x 55 x 30 mm. La figure 160 en représente la réalisation pratique.

En figure 161, nous représentons le schéma d'un dispositif plus sensible, amplifiant par deux transistors successifs. Le pouvoir de coupure du relais est de 550 watts. La cellule est amovible et peut être disposée à distance de l'appareil. Une simple lampe-torche à foyer réglable déclenche cette cellule à une distance de 6 mètres.

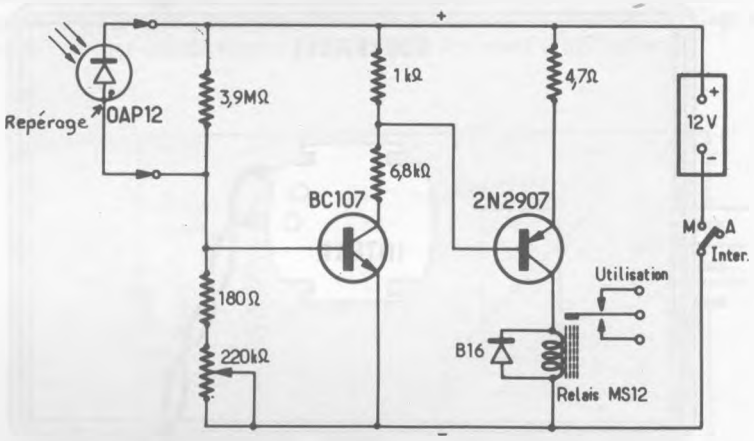


Fig. 161 – Le DPF.15, un déclencheur plus sensible, utilisable dans le cas d'une plus longue distance.

L'élément principal de cet appareil est la photodiode OAP 12 dont la sensibilité se situe dans les gammes visibles et infrarouge du spectre lumineux. La jonction sensible peut être atteinte par le rayon lumineux à travers une fenêtre ponctiforme de 0,01 mm carré située au bout du corps de la diode. On peut donc utiliser ce système avec un pinceau lumineux fin. Dans le cas d'un comptage on peut compter des objets de très faibles dimensions. En alarme de surveillance, on peut s'arranger à disposer uniquement cette extrémité à côté d'un «point sensible», une serrure par exemple. Le malfaiteur qui dirige sa lampe sur la serrure, du même coup déclenche la cellule.

La résistance de la photodiode qui est élevée dans l'obscurité décroît à mesure que la photodiode est éclairée plus intensément. Dans le présent montage la photodiode étant excitée par le pinceau lumineux sa résistance est faible et la base du BC 107 est polarisée par rapport à l'émetteur à une valeur telle que le transistor est conducteur. Le courant collecteur parcourt alors la résistance de 6 800 ohms et celle de 1 000 ohms qui chargent ce circuit. La chute de tension dans la 1 000 ohms est assez importante pour polariser la base du 2 N 2907 par rapport à l'émetteur. Sous l'influence de cette polari-

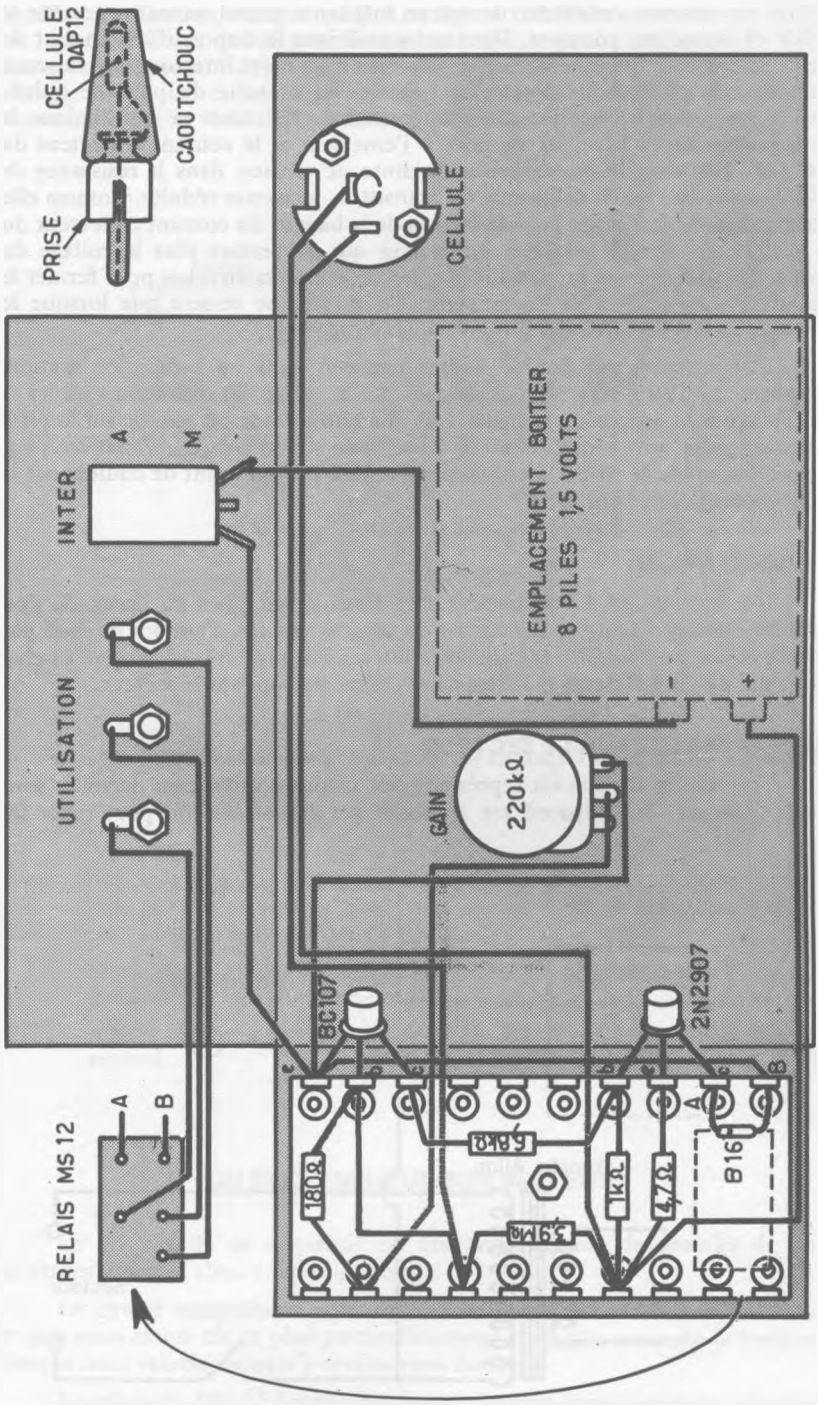


Fig. 162 – Le montage du dispositif DPF.15.

sation un courant collecteur de valeur suffisante prend naissance, excite le relais et ferme ses contacts. Dans ces conditions le dispositif est en état de veille. Lorsque le passage d'une personne ou d'un objet interrompt le faisceau lumineux la photodiode n'est plus éclairée. La branche du pont de polarisation qui contient la photodiode augmente de résistance ce qui diminue la polarisation de la base par rapport à l'émetteur et le courant collecteur du BC 107. Par voie de conséquence la chute de tension dans la résistance de 1000 ohms du circuit collecteur du transistor, se trouve réduite. Comme elle conditionne la valeur de la polarisation de la base et du courant collecteur du 2 N 2907 ce dernier tombe à une valeur qui ne permet plus le collage du relais. On utilise donc la **position Repos** des contacts du relais pour fermer le circuit d'alimentation de l'avertisseur. Ce dernier ne cessera que lorsque le faisceau lumineux atteindra à nouveau la photodiode.

Cet appareil est destiné à être contenu dans un boîtier en matière plastique de 120 x 90 x 50 millimètres. Le montage des différentes pièces et le câblage sont montrés à la figure 162 . La photodiode est soudée sur la prise coaxiale mâle qui se monte sur la prise fixée sur le boîtier en matière plastique. On soude le fil de la photodiode repéré par un point de couleur sur le contact central de la prise.

ALIMENTATION

La tension de 12 volts peut être fournie par piles ou accus. Si l'on préfère l'alimentation sur le courant du secteur, en cas d'emploi intensif par exemple, on peut employer l'alimentation secteur type AL.12. Voyez au chapitre qui décrit différents modèles de ces alimentations sur le secteur.

EMPLOI DIRECT SUR LE SECTEUR

Tel que le schéma est représenté, les sorties d'utilisation du relais sont indépendantes. Si l'appareil est alimenté par le secteur, on peut relier les

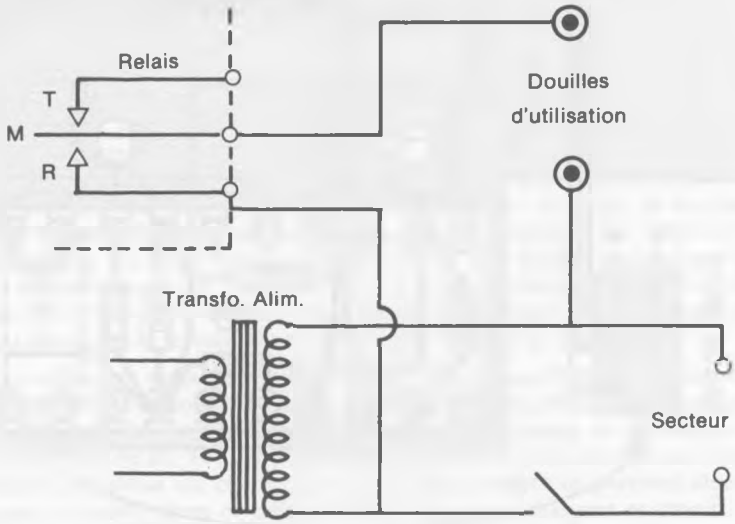


Fig. 163 — L'appareil branché aux douilles d'utilisation est alimenté directement par le secteur et par l'intermédiaire du relais.

douilles d'utilisation comme indiqué en figure 163. Dans ce cas l'appareil qui est branché à ces douilles est commandé directement par le secteur. Ici la liaison au contact Repos est faite une fois pour toutes, au moment du câblage. Si sur un certain dispositif on veut pouvoir disposer à volonté des contacts Repos et Travail, on peut adopter le montage de la figure 164. Le

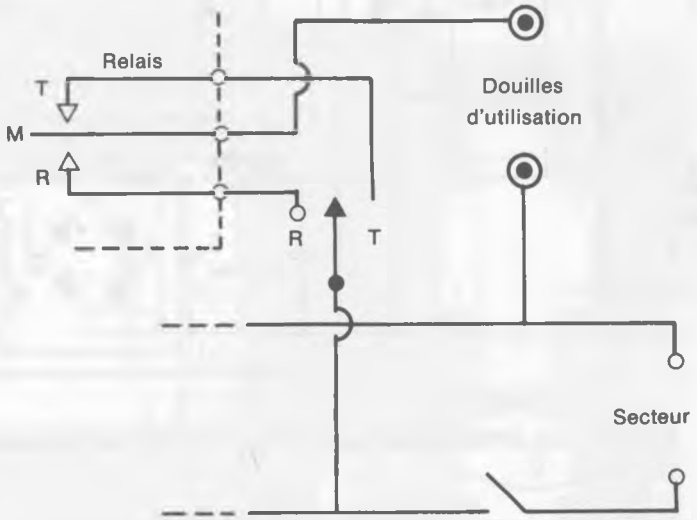


Fig. 164 – On peut disposer à volonté du contact Travail ou du contact Repos.

commutateur à 1 circuit 2 positions est disposé sur le panneau de commande. Ceci est très général et valable pour tous les appareils se terminant par un relais. On est ainsi toujours maître de pouvoir, soit :

- interrompre quelque chose qui fonctionnait en permanence (sécurité sur une machine-outil...)
- mettre en route quelque chose qui était normalement arrêté (alarme antivol...)

UN DECLENCHEUR SUR SECTEUR

Le schéma de ce dispositif est une transposition du premier de nos montages, mais ici alimenté par le secteur.

Le circuit comprenant la photodiode et le transistor est identique. Tout ce que nous avons dit et plus particulièrement en ce qui concerne le fontionnement reste valable, nous n'y reviendrons donc pas.

Le relais de 300 Ω dont la bobine est insérée dans le circuit collecteur de l'AC 132 commande un relais plus puissant permettant de couper des

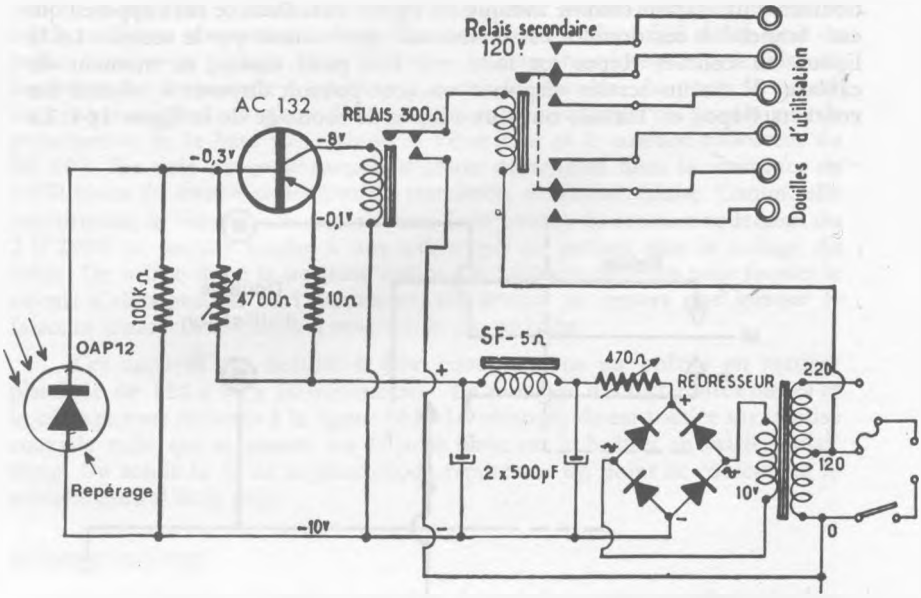


Fig. 165 — Le DPES version industrielle, à fort pouvoir de coupure.

circuits de 550 W. Ce relais est alimenté en 120 V alternatif. Il comporte 2 contacts de fermeture et 2 contacts d'ouverture ce qui permet une gamme d'utilisation très étendue.

L'alimentation secteur comprend un transformateur dont le primaire permet l'adaptation à un secteur 120 ou 220 V. Remarquons en passant que la bobine du relais primaire est branchée sur la partie 120 V de ce primaire, ce qui permet, quelle que soit la tension secteur de l'alimenter toujours sous 120 V.

Le transfo d'alimentation comporte un secondaire délivrant 10 V. Cette tension est redressée à l'aide d'un redresseur sec en pont, réglée par une résistance variable de 470 Ω et filtrée par une self de 5 Ω et deux condensateurs électrochimiques. La tension de sortie de cette alimentation doit être réglée à 10 V. Pour un bon fonctionnement et pour éviter un débit excessif du transistor il convient de ne pas dépasser les autres valeurs de tension mentionnées sur le schéma.

La figure 166 représente le câblage de ce modèle.

La mise au point de ces appareils consiste à agir sur la résistance ajustable de telle sorte que le courant de repos de collecteur soit de 4 milliampères au maximum. Sur éclairement de la photodiode, ce courant doit monter à 10 milliampères et coller franchement le relais.

Quelques spécifications d'utilisation

Au repos, en position d'attente, le relais est décollé. Dès qu'un rayon lumineux frappe la cellule photoélectrique, le relais colle. Mais nous avons vu

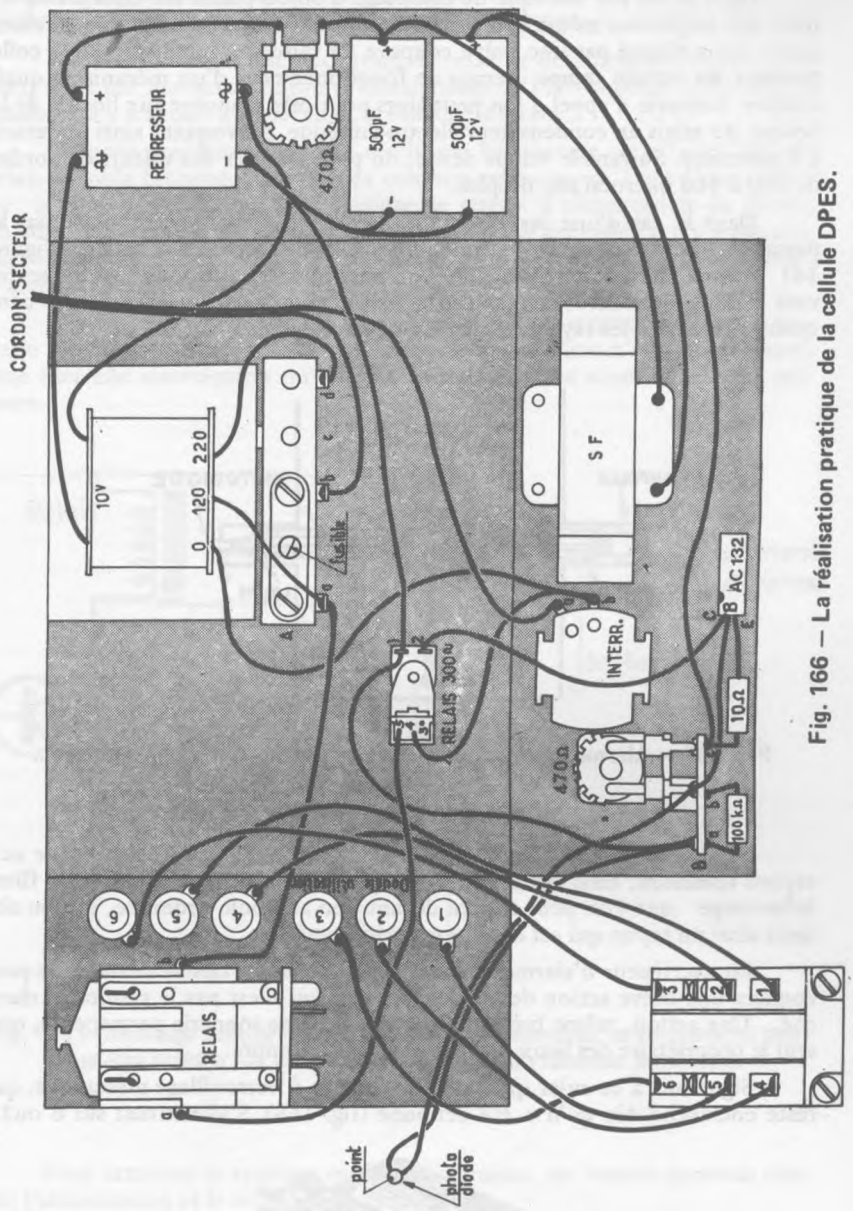


Fig. 166 — La réalisation pratique de la cellule DPES.

qu'en fait, le relais est muni de deux contacts, un Repos et un Travail. C'est dire que, suivant que l'on utilise l'un ou l'autre de ces contacts, l'arrivée d'un rayon lumineux peut toujours :

— soit **interrompre** quelque chose qui fonctionne en permanence,

— soit **mettre en route** quelque chose qui est normalement arrêté.

Dans le cas par exemple de comptage d'objets placés sur tapis transporteur, une impulsion même brève convient. Mais on peut désirer que le relais, ayant été actionné par une brève coupure du faisceau lumineux, **reste collé pendant un certain temps** : temps de fonctionnement d'un mécanisme quelconque, sonnerie d'appel... On peut alors pour cela brancher aux bornes de la bobine du relais un condensateur électrochimique, provoquant ainsi un retard à l'ouverture. Suivant le temps désiré, on peut adopter des valeurs de l'ordre de 100 à 500 microfarads, ou plus.

Dans le cas d'une installation à plus longue distance, actionnée par le passage d'une personne par exemple, on pourra adopter le schéma de la figure 161. Comme indiqué en figure 167, on aura intérêt à disposer une loupe devant la source lumineuse et devant la cellule photoélectrique, ceci pour concentrer utilement les rayons lumineux en un seul point, sur la cellule.

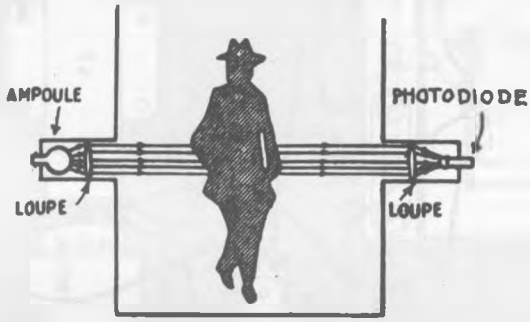


Fig. 167 — Alarme, anti-vol, ouverture de portes, sonnettes d'entrée...

Rappelons que la photodiode OAP.12 est non seulement sensible aux rayons lumineux, mais également **aux rayons infra-rouges** . Il existe un **filtre infra-rouge** que l'on peut mettre devant une ampoule ordinaire, et l'on obtient ainsi un rayon qui est devenu **non visible** .

En avertisseur d'alarme, un bref passage dans le faisceau lumineux provoquera une brève action de la sonnerie... ce qui n'est pas le résultat recherché... Une action, même brève, doit provoquer une sonnerie permanente, que seul le propriétaire des lieux devra pouvoir interrompre.

Signalons à ce sujet qu'il existe un relais à **verrouillage mécanique**, qui reste enclenché dès qu'il a été actionné (fig. 168). S'alimentant sur 6 ou12

Fig. 168 — Un relais à enclenchement mécanique, dit également à verrouillage

volts, il peut être actionné par le relais sensible du déclencheur et disposé à distance, au besoin camouflé. C'est lui qui actionnera la sonnerie d'alarme.

Mais sur une nouvelle excitation, le relais se déclenche et coupe le contact. Et si par inadvertance (ou volontairement...) l'intrus coupe à nouveau le faisceau, il y a action à nouveau et la sonnerie s'arrête...

Ce petit problème peut être résolu par le montage de la figure 169. Le relais sensible branché ici est à deux contacts repos-travail. L'un d'eux actionne la sonnerie d'alarme, l'autre coupe le circuit d'alimentation du déclencheur. Sur réception du faisceau lumineux, le relais est collé ; il n'y a pas contact en A et la sonnerie n'est pas actionnée, il y a contact en B et le courant d'alimentation peut passer.

Sur coupure du rayon, le relais décolle. Il y a contact en A et la sonnerie retentit, il n'y a plus contact en B et le déclencheur n'est plus alimenté. Une nouvelle interception du rayon sera sans effet, la sonnerie retentit toujours.

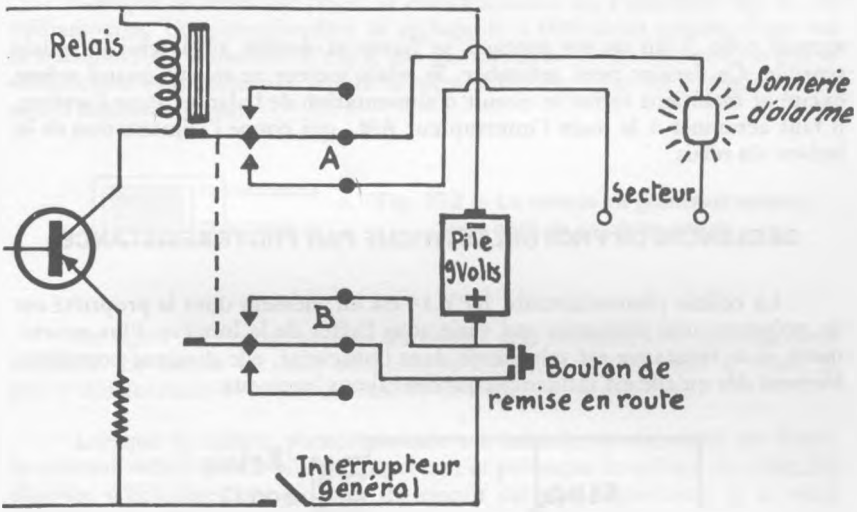


Fig. 169 — Montage spécial d'alarme. Une fois déclenchée, la sonnerie ne peut plus être arrêtée par une nouvelle coupure du faisceau lumineux.

Pour remettre le système en fonctionnement, un bouton-poussoir rétablit l'alimentation et le relais se réenclenche.

La figure 170 représente une variante de ce dispositif. Ici, la sonnerie d'alarme se trouve dans une pièce, voire même dans un immeuble, loin du local que l'on veut surveiller. La liaison se fait par un cordon secteur ordinaire à 2 conducteurs.

Lorsque le dispositif de surveillance est excité, le relais sensible établit le contact «Travail». Ceci a pour effet de brancher le secteur sur la bobine du relais «Secteur» et également sur l'alarme, qui entre en action. Le relais

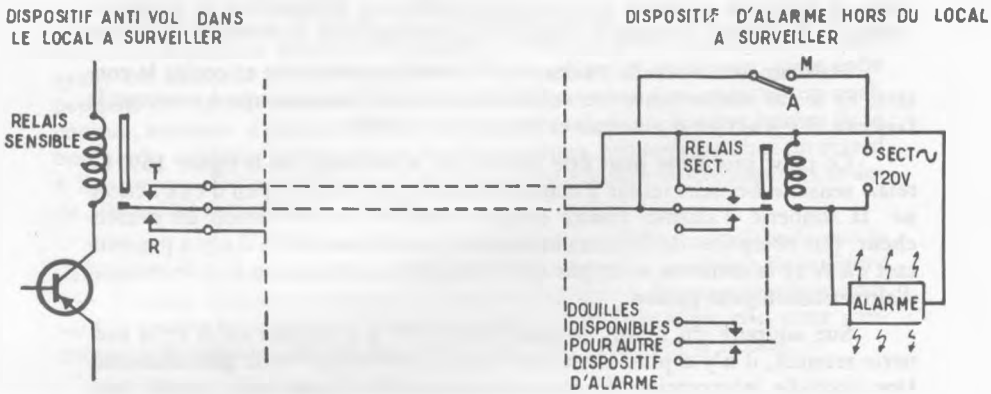


Fig. 170 — Alarme pour surveillance à distance.

secteur colle. L'un de ses contacts se ferme et double ainsi celui du relais sensible. Ce dernier peut retomber, le relais secteur se trouve quand même excité et maintient fermé le circuit d'alimentation de l'alarme. Pour l'arrêter, il faut actionner à la main l'interrupteur AM., qui coupe l'alimentation de la bobine du relais.

DECLENCHEUR PHOTOELECTRIQUE PAR PHOTORESISTANCE

La cellule photorésistante RPY.14 est un élément dont la propriété est de présenter une résistance qui varie sous l'effet de la lumière. Plus exactement, si sa résistance est très élevée dans l'obscurité, elle diminue considérablement dès qu'elle est influencée par des rayons lumineux.

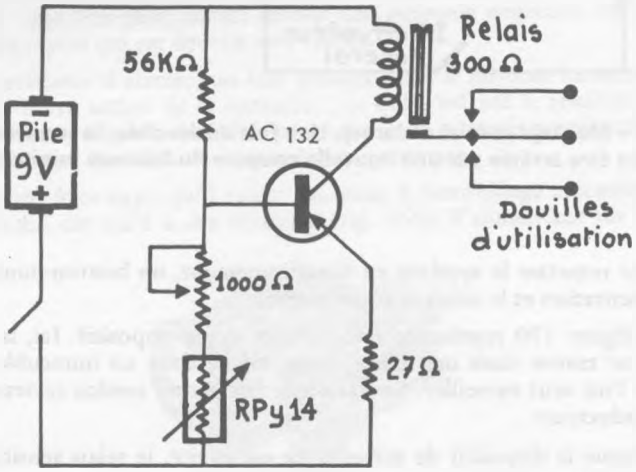


Fig. 171 — Déclencheur photoélectrique par photorésistance.

Cette propriété peut donc être utilisée pour constituer un déclencheur photoélectrique, qui actionne un relais sous l'influence de la lumière.

Un premier montage possible nous est proposé par la figure 171.

La photorésistance est intégrée dans le pont diviseur de tension qui fixe le potentiel de la base du transistor AC 132. En obscurité, la résistance est élevée, le potentiel de la base est éloigné de celui de l'émetteur, le transistor «conduit», le relais colle. Sur lumière, la résistance diminue, le potentiel de la base se rapproche de celui de l'émetteur, le transistor ne conduit plus, le relais décolle.

Ce montage est suffisamment sensible pour que le relais soit actionné entre la lumière du jour et la tombée de la nuit. Entre autres applications possibles, il convient notamment pour éclairer automatiquement une vitrine dès la tombée de la nuit. Disons encore pour situer se sensibilité qu'il réagit à 4 mètres sur la lumière d'une simple lampe de poche (ampoule de 3,5 volts).

Lorsque le relais est collé, la consommation de l'ensemble est de 12 milliampères. Un potentiomètre de réglage de 1 000 ohms permet d'agir sur la sensibilité du dispositif. C'est le cas par exemple si l'on ne veut pas que le déclencheur soit influencé par la lumière ambiante, mais qu'il réagisse à un rayon lumineux direct.

Fig. 172 — La cellule en grandeur nature, vue côté de sa phase active.

En figure 173, nous voyons un circuit plus rudimentaire, extrêmement simplifié. La cellule est tout simplement disposée en série avec le relais, la pile d'alimentation, et le potentiomètre de réglage de sensibilité.

Lorsque la cellule photorésistante est éclairée, sa résistance est faible, le courant débité par la pile est important et provoque le collage du relais. En absence d'éclairage, la résistance du circuit est plus importante et le relais décolle.

Fontionnant sans amplification, ce montage est évidemment moins sensible que le précédent. Disons qu'il réagit à 2 mètres sur le rayon lumineux issu d'une lampe de poche (ampoule de 3,5 volts). Il peut cependant être

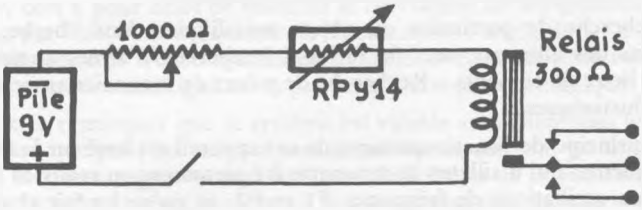


Fig. 173 — Montage simplifié, sans amplification.

actionné par les variations produites entre la lumière du jour et la nuit. Relais collé, la consommation du dispositif est de 12 milliampères.

De tels dispositifs peuvent être amenés à être branchés et en fonctionnement durant des heures entières, sinon 24 heures sur 24, auquel cas l'alimentation par pile peut se révéler défaillante. Nous donnons donc à cet effet en figure 174 le schéma d'une alimentation possible sur le secteur.

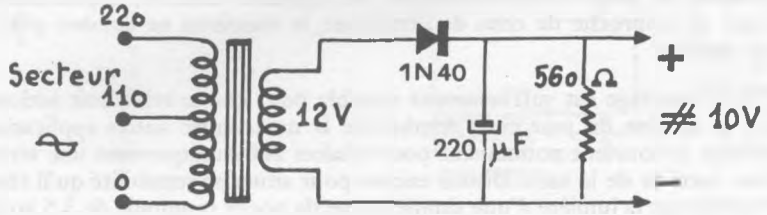


Fig. 174 — Une alimentation sur secteur, convenant pour les deux montages précédents.

Disons encore qu'un déclencheur photoélectrique peut très bien être utilisé pour mettre en route automatiquement, dès la tombée de la nuit, l'un des clignoteurs que nous avons examinés dans le présent chapitre.

UN DETECTEUR DE METAUX

Détecteur de métaux, localisateur de métaux, l'appareil dont nous nous proposons de décrire ici la réalisation pratique a été fort répandu sous la forme de détecteur de mines en des temps heureusement fort lointains. A des fins plus pacifiques, nous dirons qu'il a pour but de permettre la recherche d'objets métalliques, de signaler la présence (ou l'absence) de masses métalliques, câbles, conduites, poutrelles, pièces quelconques, ceci dans des endroits où l'on ne peut les voir, ou encore là où il n'est pas possible d'aller.

En construction immobilière par exemple, il est fréquent de vouloir localiser dans une cloison la présence d'une conduite d'eau ou de gaz, d'une armature métallique. Ou inversement de savoir si un mur ne comporte aucune partie métallique avant d'y entreprendre des travaux.

Recherche de particules ou objets métalliques dans l'herbe, dans le sable, dans des aliments, sacs de farine... Recherche d'armes anciennes sur d'anciens lieux de combats... Recherche de pièces de monnaies anciennes dans des lieux historiques...

Le principe de fonctionnement de cet appareil est basé sur la technique des battements, qui d'ailleurs se rencontre fréquemment en radio. Si l'on considère deux oscillations de fréquence F1 et F2 et qu'on les fait «battre» ensemble, interférer, qu'on les mélange, il en résulte un son de fréquence F3 , qui est égale à F1 - F2 ou à F2 - F1 suivant que F1 est plus grande ou plus petite que F2 .

Si par exemple, nous disposons un oscillateur qui est réglé sur 100 kHz et un autre qui se trouve sur 103 kHz, le battement entre ces 2 fréquences nous donne un son de hauteur 3 kHz, soit 3 000 Hz. Remarquons que, partant de **deux hautes fréquences** (inaudibles), nous avons abouti à une basse

Fig. 175 — L'appareil D.M.6.T. et son cadre de recherche

fréquence (audible). Si les deux fréquences de battement sont identiques, de même valeur, le son est nul ; c'est ce qui les radios appellent le «battement zéro», ou encore le «battement nul».

Dans l'appareil qui est décrit ici, un étage est monté en **oscillateur fixe** , ou oscillateur de référence. Il est disposé à l'intérieur de l'appareil, et il doit être aussi stable que possbile. Un autre étage est monté en **oscillateur variable** ; son bobinage est constitué par un enroulement à grande surface, extérieur au montage, c'est le **cadre explorateur** , ou cadre de **recherche** . Le son résultant de ces 2 fréquences est perçu sur haut-parleur ou sur casque à écouteurs.

En période d'attente, de recherche, la fréquence d'oscillation des 2 étages ne bouge pas, il en résulte un battement donnant un son de hauteur fixe, invariable. Mais si l'on approche un objet métallique quelconque du cadre explorateur, ceci a pour effet de modifier le coefficient de self-induction du bobinage, et par voie de conséquence, la fréquence de l'oscillation. Le son résultant du battement se trouve également, modifié, et c'est par cette **variation du son** qu'on se trouve renseigné sur la présence d'une pièce métallique.

Il est à remarquer que le système est valable aussi bien pour les métaux **magnétiques** que pour les métaux **non magnétiques**, qui vont produire respectivement soit une **augmentation** soit une **diminution** de la self-induction du bobinage. Le résultat reste le même, il se traduit toujours par une **variation** du son résultant, et c'est ce qui en dernier lieu nous intéresse ; toute variation perçue, plus ou moins importante, décèle la présence d'une masse métallique plus ou moins importante.

La figure 175 représente ce détecteur de métaux, tel que nous l'avons réalisé matériellement.

Lorsqu'on fait battre ensemble deux oscillateurs de fréquences très proches, voisines, ils ont toujours une fâcheuse tendance à **se synchroniser** l'un sur l'autre, à s'accrocher, et à rester ainsi calés sur la même fréquence. Pour pallier cet inconvénient, ici l'oscillateur variable est réglé sur une fréquence fondamentale de 125 kilohertz, et l'oscillateur fixe est réglé directement sur 625 kilohertz. Il bat **avec l'harmonique cinq** : 125 x 5 = 625.

On aboutit à un premier projet dont le diagramme est montré en figure 176.

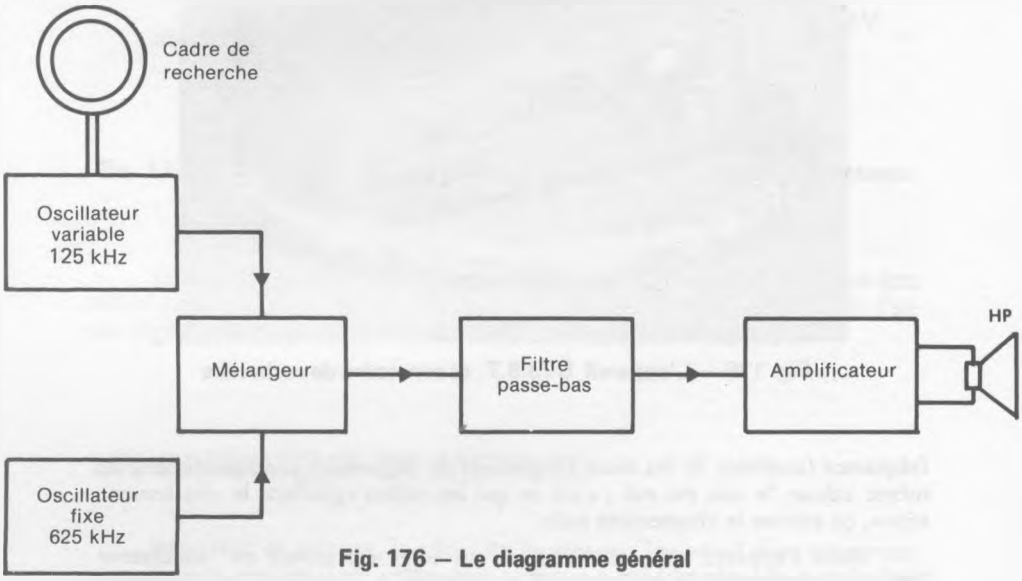


Fig. 176 – Le diagramme général

Le choix de cette fréquence de battement présente un autre avantage fort intéressant, qui se traduit par un **gain en sensibilité**. Faisons battre deux fréquences identiques : F1 = 625 hertz, et également F2 = 625 hertz.

Si F1 varie de 5 hertz et passe à 63o, cela se traduit par **une variation** de 630 - 625 = 5 hertz.

Mais avec les valeurs que nous avons adoptées, une variation de 5 sur 125 fait passer à 130. Et l'harmonique 5 de 150 est 650 hertz. La **variation utile** obtenue est de 25 hertz, ce qui se perçoit beaucoup mieux.

Puis on amène les deux signaux dans un étage mélangeur où s'opère le battement. La différence de fréquence est ensuite sélectionnée dans un filtre passe-bas, éliminant toute haute fréquence. Et enfin le signal résultant est envoyé dans un étage amplificateur basse fréquence qui actionne le haut-parleur ou l'écouteur.

La conception du cadre de recherche résulte de nombreuses expériences pratiques. Entre autres, le bobinage **doit être blindé**, par un blindage électromagnétique s'entend. Ceci pour éviter les variations dues à des **effets de capacité** produits lorsque le cadre s'éloigne ou se rapproche du sol.

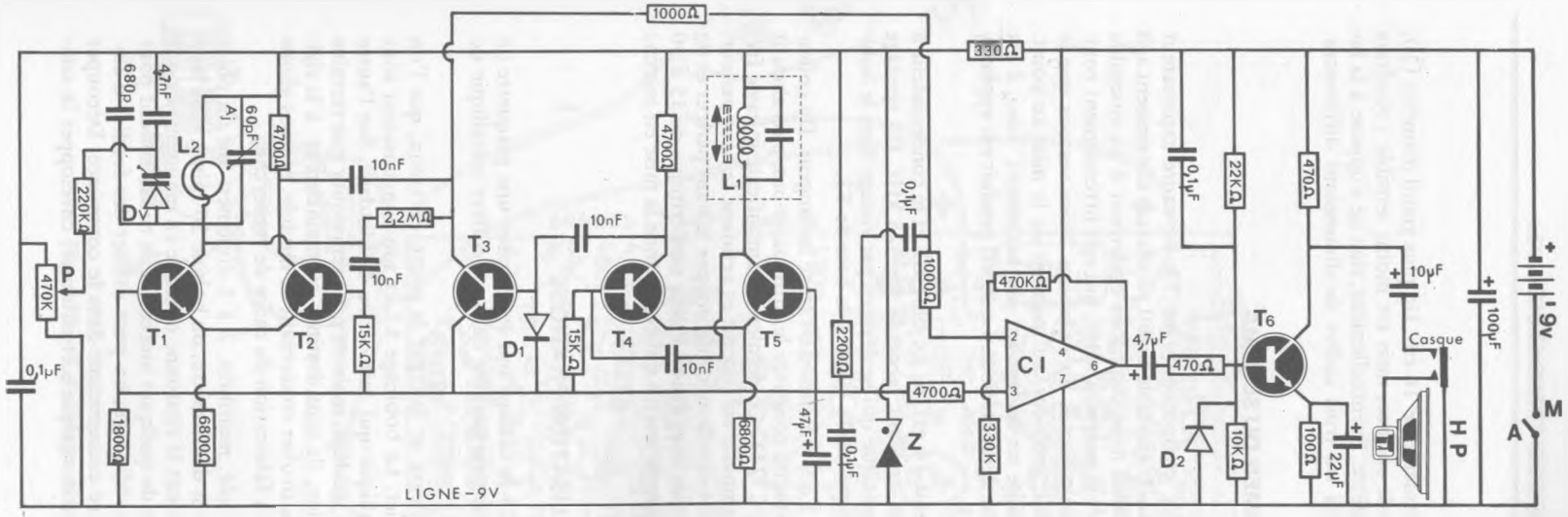


Fig. 177 — Le détecteur de métaux DM 6 T

T1 et T2	:	BC 238 B	L2	:	Bobinage explorateur
T3	:	BC 308 B	L1	:	Bobinage oscillateur fixe
T4 et T5	:	BC 238 B	HP	:	7 cm, impédance 50 ohms
C.I	:	SFC 741	P	:	220 kilohms, linéaire, avec interrupteur.
T6	:	BCW 94 B			
DV Varicap	:	BA 102			
D1 et D2	:	1 N 4148			
Z	:	Diode Zener 6,8 V			

Les dimensions...

Nous avons adopté un diamètre de 16 cm. Un plus grand diamètre (20, 25 cm...) couvre une plus grande surface, mais est moins sensible ; résultats inverses pour un plus petit diamètre. Eventuellement, rien ne s'oppose à la fabrication, par la suite, de deux ou trois cadres de dimensions différentes.

EXAMEN DU SCHEMA

Voyons en figure 177.

L'étage oscillateur variable comprend T1 et T2. Le cadre explorateur est symbolisé par le bobinage L2. L'ajustable de 60 picofarads notamment agit sur la fréquence d'oscillation. Mais nous disposons également d'un ensemble constitué par la diode varicap et le potentiomètre, qui agit littéralement comme un condensateur variable aux bornes du bobinage. Nous verrons que le 60 pF réalise un réglage grossier, **intérieur**, au moment de la mise au point. Alors que le potentiomètre réalise un **réglage fin** du battement zéro, il est toujours disponible et accessible de l'extérieur. Le signal produit est appliqué par le 10 nF au collecteur de T3.

L'oscillateur fixe comprend T4 et T5. Le bloc L1 et le condensateur à ses bornes constituent le circuit oscillant accordé sur 625 kHz. Un ajustage est possible par un noyau magnétique qui se déplace par vissage dans le bobinage. Le signal produit est appliqué par le 10 nF à la base de T3.

Ce sont les circuits de T3 qui constituent l'étage mélangeur. Du collecteur, la liaison par résistance-capacité constitue le filtre passe-bas, puis aboutit à l'entrée du circuit intégré SFC. 741. Ce dernier est amplificateur basse fréquence en tension. Ensuite T6 amplifie en courant et actionne le haut-parleur. Un jack auto-coupeur permet éventuellement de couper le haut-parleur et de le remplacer par un écouteur basse impédance, valeur non critique de 15 à 30 ohms. C'est l'interrupteur du potentiomètre qui commande la mise en marche et l'arrêt.

LA REALISATION PRATIQUE

Nous voyons en figure 178 le câblage qui est fait sur une plaquette de verre époxy de 11 x 5,5 cm, qui sera intégrée dans un coffret métallique de 14 x 7 x 4 cm.

Le repérage du circuit intégré se fait par le point, en creux, que l'on peut voir sur le dessus du boîtier. Le bobinage L1 et son condensateur sont contenus dans un boîtier métallique qui fait office de blindage. Sur l'autre face on voit plusieurs points de soudage, mais on peut remarquer que certains n'aboutissent à aucune connexion, ils sont destinés au maintien et à la rigidité du bloc. Il n'y a rien de particulier concernant ce module, et nous allons examiner plus particulièrement la fabrication du cadre de recherche.

On utilise du fil souple, isolé, multibrin, 2 à 3 dixièmes. Sur un objet cylindrique quelconque de 16 cm de diamètre, on bobine 50 spires, sans trop serrer. Retirer précautionneusement la couronne obtenue en maintenant pour que rien ne se défasse, entourer de quelques morceaux de ruban adhésif pour maintenir. Pour confectionner le blindage, on peut utiliser des feuilles d'aluminium ménager que l'on trouve couramment dans le commerce. Découper des bandes de 5 cm de large (non critique), et entourer, envelopper la cou-

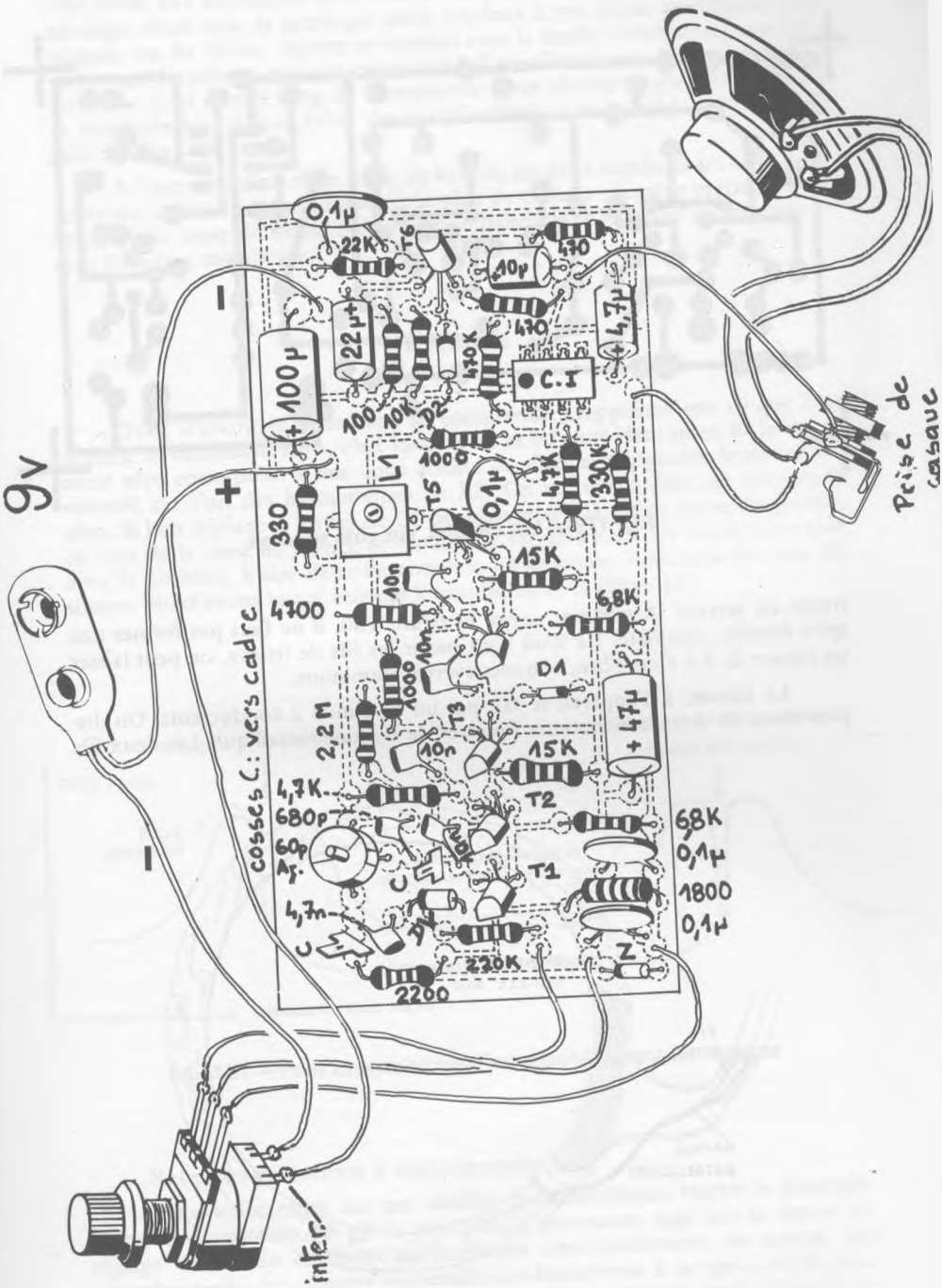


Fig. 178 — Le câblage de la plaquette.

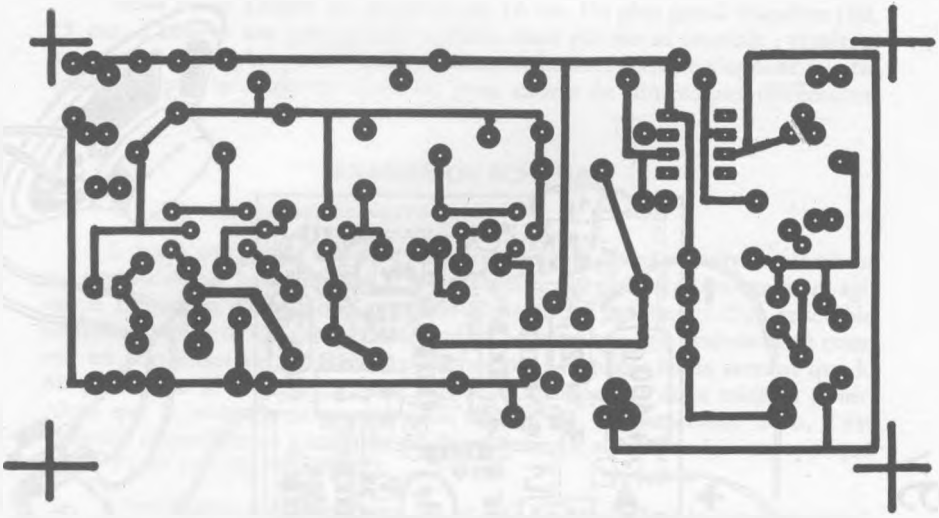


Fig. 179 — Les circuits, vus côté soudage.

ronne en serrant. Attention, voyez la figure 180, **il ne faut pas former une spire fermée**, complète. Là d'où vont partir les fils de liaison, on peut laisser un espace de 4 à 5 cm libre, non recouvert d'aluminium.

La liaison, à l'appareil se fait par un fil blindé 2 conducteurs. On dispose donc de deux conducteurs isolés et de la gaine métallique. Les deux fils

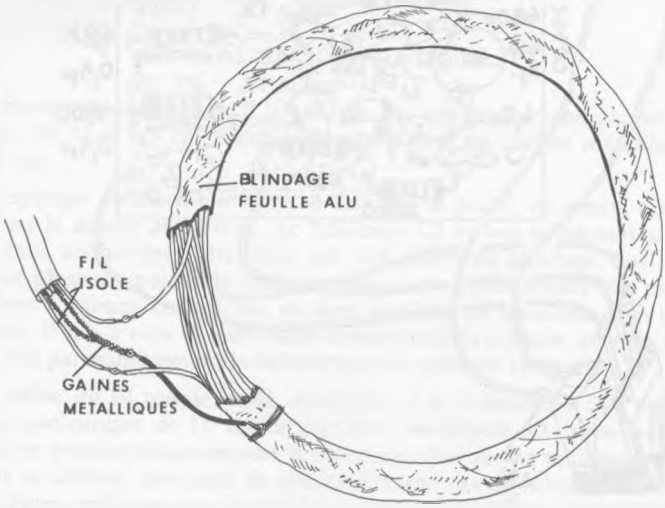


Fig. 180 — Une vue plus détaillée du cadre.

sont reliés aux extrémités de la bobine. La gaine métallique doit être reliée au blindage. Pour cela, la prolonger en la soudant à une tresse métallique quelconque, ou du fil nu, mettre en contact avec la feuille d'aluminum, entourer en serrant fortement avec un ruban adhésif textile robuste, genre chatterton. Entourer ainsi tout le long de la couronne pour aboutir à une bobine rigide et indéformable, il faut éviter des modifications dans les réglages qui seront faits à la fin.

A l'autre extrémité du câble de liaison, les deux conducteurs isolés sont reliés aux cosses comme indiqué sur le plan de câblage ; la gaine métallique est soudée à la cosse de masse qui la met en liaison avec le Moins du montage et avec le boîtier métallique.

RÉGLAGES

Tout d'abord et pour bien se comprendre, rappelons que ce que l'on nomme le **battement zéro**, c'est lorsque F1 et F2 sont identiques. Et le battement zéro correspond à une zone étroite de silence. Supposons le circuit L1 accordé sur l'un des harmoniques de L2. On se trouve donc en battement zéro. Si l'on déplace le noyau de L1 par vissage vers la droite ou vers la gauche, on sort de la zone de silence et on entend un sifflement, de tonalité variable avec la position. Entre deux battements, on se trouve également en zone de silence. Nous avons imagé cela par le graphique de la figure 181.

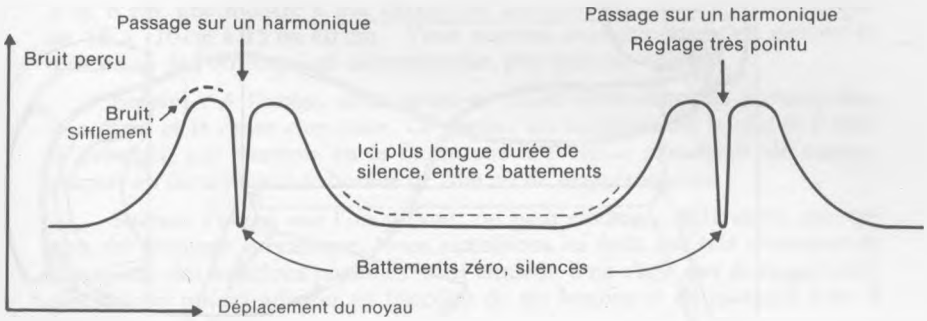


Fig. 181 — Pour imager ce que l'on entend durant les réglages

Revenons maintenant à notre appareil.

Disposer le cadre sur une surface non métallique. Mettre le potentiomètre et l'ajustable 60 pF à peu près à mi-course. Agir sur le noyau de réglage de L1. En dévissant ou en vissant continuellement, on entend une série de «tiou... ou.... ouit» successifs. Conformément à ce qui a été dit plus haut, chacun correspond au passage sur un harmonique de L2. Rester sur le réglage pour lequel le signal entendu est le plus fort, et pour lequel le

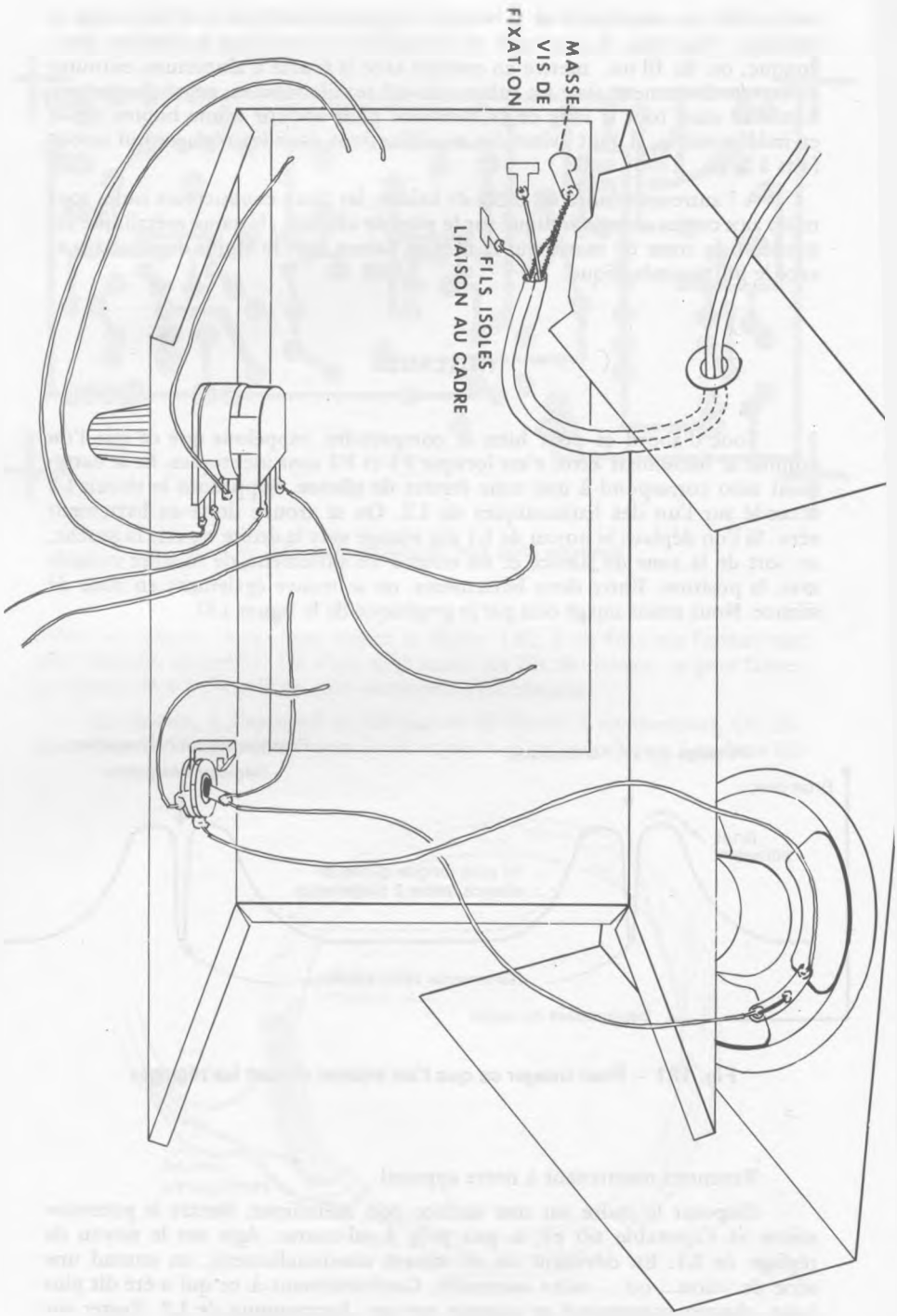


Fig. 182 — La disposition dans le coffret métallique

noyau est le plus sorti. Agir ensuite sur l'ajustable pour obtenir le silence du battement zéro, et enfin fignoler avec le potentiomètre qui permet le réglage fin.

Par la suite, le potentiomètre pourra être continuellement retouché en cours d'utilisation, et c'est pourquoi il est ainsi accessible de l'extérieur.

Remarque : La fréquence de 625 kHz correspond à la longueur d'onde de 480 mètres, et peut être perçue par un récepteur de radio, dans la gamme P.O.

La figure 182 représente la mise en coffret. Haut-parleur fixé par deux agrafes métalliques, avec interposition d'un tissu anti-poussière. La plaquette est fixée par 3 vis, avec écrous et contre-écrous pour la séparer du coffret. La mise à la masse au coffret du Moins du montage se fait par les fils de liaison du haut-parleur et du jack. Éventuellement, retoucher et fignoler les réglages après la mise en coffret.

USAGE - UTILISATION

Disons que cet appareil doit être «pris en main», qu'un certain entraînement pratique est nécessaire. Cette prise en main peut être faite chez soi, sur des objets métalliques de dimensions connues, de nature connue.

On peut se régler en permanence sur le battement zéro, le «point de silence». On peut aussi se régler sur une tonalité basse, c'est une affaire personnelle d'oreille ; ce qu'il faut surtout, c'est rechercher la meilleure sensibilité à une **perception de variation.**

Sensibilité : L'appareil détecte une bague ou une pièce de monnaie à 5 ou 6 cm, une montre à une dizaine de centimètres, une plaque métallique de 10 x 10cm à 35 ou 40 cm. Vous pourrez constater que c'est surtout la dimension de l'objet qui est déterminante, plus que son volume.

Emploi : A l'usage, nous avons en mains deux éléments à manipuler, le coffret et le cadre chercheur. Ce dernier est relativement fragile et il faut le protéger, par exemple en le fixant sur une mince planchette de contreplaqué, ou sur une grande bobine de film ou de magnétophone.

Suivant l'usage que l'on prévoit, on peut envisager différentes conception du montage mécanique. Nous examinons ici deux cas très classiques et proposons des solutions possibles. Bien entendu il ne s'agit que de suggestions que chacun pourra adapter en fonction de ses besoins et du matériel dont il dispose.

1°) Recherche de câbles ou de tuyaux.

C'est une utilisation fréquente, avant de percer un trou dans un mur, un plancher, il est parfois nécessaire de vérifier qu'aucune conduite ou fil électrique ne circule à l'endroit du perçage.

Voyez en A de la figure 183. Sur un support circulaire, le cadre est fixé à l'aide de colliers en plastique habituellement utilisés en électricité pour maintenir des câbles ou des gaines. Le boîtier est fixé sur l'autre face. Pour éviter d'introduire une masse métallique au milieu du bobinage, il vaut mieux utiliser un boîtier en matière plastique. Et dans ce cas, le fil de masse du bobinage que nous avions relié au coffret métallique doit être relié à la ligne «Moins» du montage.

Cette disposition permet de tenir facilement le détecteur de métaux par son boîtier pour explorer la surface à sonder.

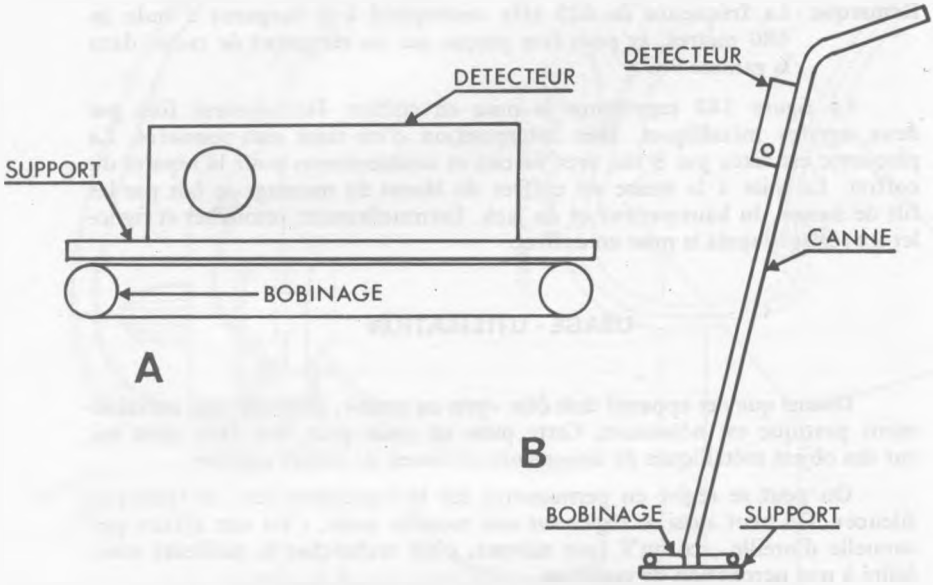


Fig. 183 Suggestions pour un emploi pratique

2°) Recherche d'objets métalliques dans le sol.

Dans ce cas, la solution précédente convient mal, car il faut constamment se baisser. Il est préférable de monter le tout sur une sorte de canne que l'on tient à la main en marchant normalement, sans fatigue.

Voyez en B de la figure 183. Le bobinage est fixé cette fois sur la face supérieure de son support, afin de ne pas l'abîmer en râclant le sol. Le coffret est fixé à la partie supérieure de la canne. Pour réaliser cette dernière, il est commode d'utiliser un morceau de tube de PVC de diamètre 30 mm par exemple. Le PVC est ce matériau plastique gris, maintenant très utilisé en plomberie. Il possède la propriété très intéressante de pouvoir être déformé à chaud. Dans notre cas, nous allons mettre cette propriété à contribution pour réaliser deux coudes. Le premier, haut de la canne, permet une prise en main plus facile. Le second facilite l'assemblage de la canne sur le support du cadre. On perce un trou circulaire sur le support, dans lequel on enfonce l'extrémité du tuyau. L'immobilisation est faite ensuite par collage.

La partie électronique est fixée sur la partie supérieure de la canne. Éventuellement, si on le juge nécessaire, on peut prévoir à l'extrémité restée libre de la canne, un contrepoids afin d'équilibrer la tenue du détecteur dans la main et pouvoir l'utiliser longtemps sans fatigue. Le fil de liaison passe à l'intérieur du tube.

UN DETECTEUR D'APPROCHE ET DE CONTACT

L'appareil que nous nous proposons de décrire ici est également dénommé «déclencheur de proximité» ou encore : «signalisateur d'approche».

Son action consiste essentiellement à «réagir» lorsque quelqu'un touche ou s'approche d'une plaque métallique à laquelle l'appareil est relié.

Partant de là, on conçoit qu'un tel dispositif puisse trouver de nombreuses applications...

L'appareil est relié à une plaquette métallique, que nous appellerons ici «plaque sensible», en raison du rôle qu'elle joue et il comporte en sortie un relais. Lorsqu'une personne touche la plaque sensible ou s'en approche, cela provoque l'action du relais qui peut, dès lors, déclencher une sonnerie électrique d'alarme, par exemple, ou arrêter le moteur d'une machine-outil qui est en fonctionnement, mettre en marche un moteur qui va ouvrir une porte, allumer un éclairage de vitrine ou l'éteindre.

Voyons l'utilisation en **attraction publicitaire** de vitrine.

La plaque métallique est disposée contre la vitrine et à l'intérieur. Le simple passage d'un promeneur à proximité de cette plaque va provoquer dans la vitrine par exemple l'allumage d'un projecteur dirigé sur un objet ou toute autre action électrique. Et cette action cesse dès que le passant s'éloigne.

Étonnement du passant... qui revient... pour voir... pour redéclencher... Le but est atteint.

Utilisation en **système d'alarme.**

La plaque sensible peut être disposée près d'une porte, sous un paillasson, le long d'un couloir, près de toute zone de passage que l'on veut protéger. Le passage d'un indésirable dans cette zone provoque le déclenchement d'une sonnerie d'alarme, l'allumage de voyants, de lumière. On peut piéger une pièce métallique, un objet, une serrure, une poignée de tiroir, un tiroir-caisse. Il suffit que l'objet piégé soit métallique, il remplace la plaque sensible et le seul fait de le toucher déclenche l'alarme. On peut même piéger ainsi la poignée d'une voiture.

Utilisation en **dispositif de sécurité.**

Lorsqu'un ouvrier travaillant sur une machine-outil approche les mains d'une zone dangereuse, le détecteur d'approche coupe le courant alimentant cette machine. On peut piéger directement une partie d'une machine (un rouleau, une grille...), telle que dès qu'on la touche, la machine s'arrête. De nombreuses applications sont possibles dans l'industrie, car l'appareil réagit également à l'approche d'une pièce métallique quelconque. Supposons, par exemple, un tapis roulant véhiculant des pièces métalliques. Le passage d'une pièce peut provoquer un comptage, l'arrêt du tapis roulant ou la mise en marche de tout autre mécanisme.

Dans cet esprit, de nombreuses applications peuvent être faites.

Voyons maintenant de plus près le fonctionnement de cet appareil.

EXAMEN DU SCHÉMA

Le schéma de principe du signalisateur SA.2 est représenté figure 184.

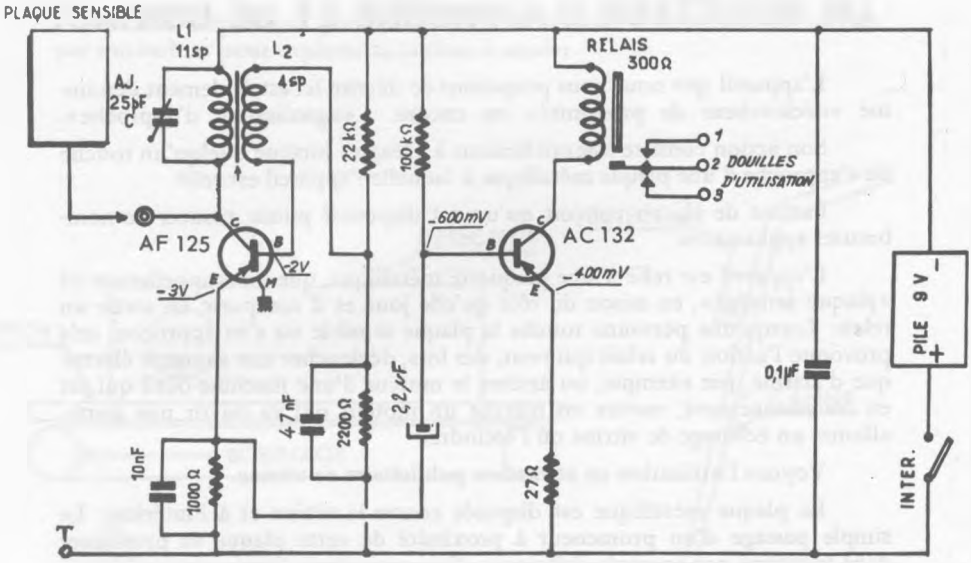


Fig. 184 — Schéma du signalisateur électronique d'approche SA.2.

Un transistor AF.125 fonctionne en oscillateur haute fréquence. Pour cela, le collecteur et la base sont couplés ensemble par les bobinages L1 et L2. La fréquence d'oscillation est déterminée par la capacité du condensateur ajustable C et le nombre de spires du bobinage L1.

L1 et L2 sont bobinés sur un mandrin en matière isolante, qui contient un noyau réglable. C'est en agissant sur ce noyau réglable, ainsi que sur le condensateur ajustable, qu'on règlera la sensibilité de l'appareil, au moment de la mise en place.

La sensibilité de cet appareil est son aptitude à réagir au passage d'une personne ou d'un objet, à une distance plus ou moins éloignée de la plaque sensible.

Cette plaque sensible est reliée par un fil au circuit du collecteur. Lorsqu'on touche ou approche cette plaque, on apporte une capacité supplémentaire, capacité qui fait «décrocher» l'oscillation. Généralement, dans tout oscillateur, on recherche un montage qui soit très stable, qui oscille bien. Ici, au contraire, on va rechercher, au moment des réglages, à établir un oscillateur se trouvant à la stricte limite de l'accrochage, c'est-à-dire de l'entretien des oscillations. Et cela de façon que, dès qu'une capacité parasite est amenée au collecteur, elle fasse décrocher l'oscillation.

Lorsque le transistor oscille, la tension existant sur l'émetteur est de — 3 volts. En absence d'oscillations, cette tension monte à — 1 volt ou plus. C'est cette variation de tension qui est ensuite transmise pour amplification au transistor suivant.

Dans le circuit de son collecteur se trouve le relais. En position d'attente, en oscillation, la palette mobile de ce relais est collée, attirée et il y a contact entre les douilles 1 et 2. En absence d'oscillation, au déclenchement, le relais

décolle et il y a contact entre les douilles 2 et 3. C'est à ces douilles que l'on branche ce que l'on veut actionner.

Alimentation par pile 9 volts, interrupteur à bouton basculant. Le condensateur de 0,1 microfarad qui shunte la pile stabilise le fonctionnement de l'oscillateur, évite des perturbations provoquées par la résistance interne de la pile.

ATTENTION — Nous avons pu constater parfois que, pour améliorer la stabilité du relais, il est bon de brancher un condensateur de 10 microfarads entre le collecteur de l'AC132 et la masse (le + 9 volts).

LA RÉALISATION PRATIQUE

La figure 185 donne une vue du montage, fait sur circuit imprimé. Le transistor oscillateur comporte 4 broches ; en plus des 3 broches classiques, l'une correspond à un blindage et doit être reliée à ce qui correspond à la masse du montage. Le transistor AC132 est repéré par point rouge côté collecteur. Il est serré dans un clip métallique qui sert de refroidisseur et ce clip est soudé à l'ergot central du support 7 broches. On veillera tout particulièrement à la confection du bobinage oscillateur, dont dépend essentiellement le bon fonctionnement final. Sur un mandrin isolant de 8 millimètres, on établit les deux bobinages en fil émaillé, dont le diamètre est de

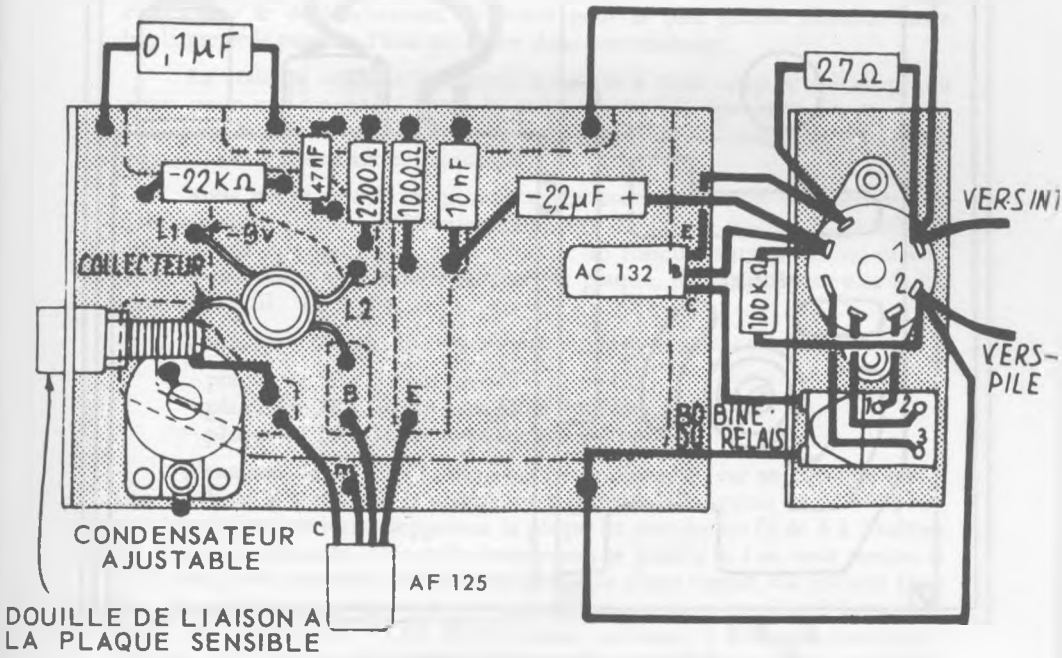


Fig. 185 — Le câblage sur le module de circuit imprimé

9 dixièmes de millimètre, à spires jointives. Les deux bobinages sont absolument l'un contre l'autre. Si, par exemple, on part de la base, on entoure le fil dans le sens des aiguilles d'une montre autour du mandrin, 4 spires bien serrées, l'extrémité aboutit au pont des résistances. On bobine ensuite L1 toujours dans le sens des aiguilles d'une montre (figure 186).

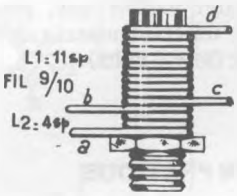


Fig. 186 — Réalisation du bobinage oscillateur

La figure 187 montre la disposition des différents éléments dans le coffret. Sous le bouton de l'interrupteur, nous avons fixé une petite plaquette marquée «A - M» qui indique si le bouton est sur arrêt ou sur marche.

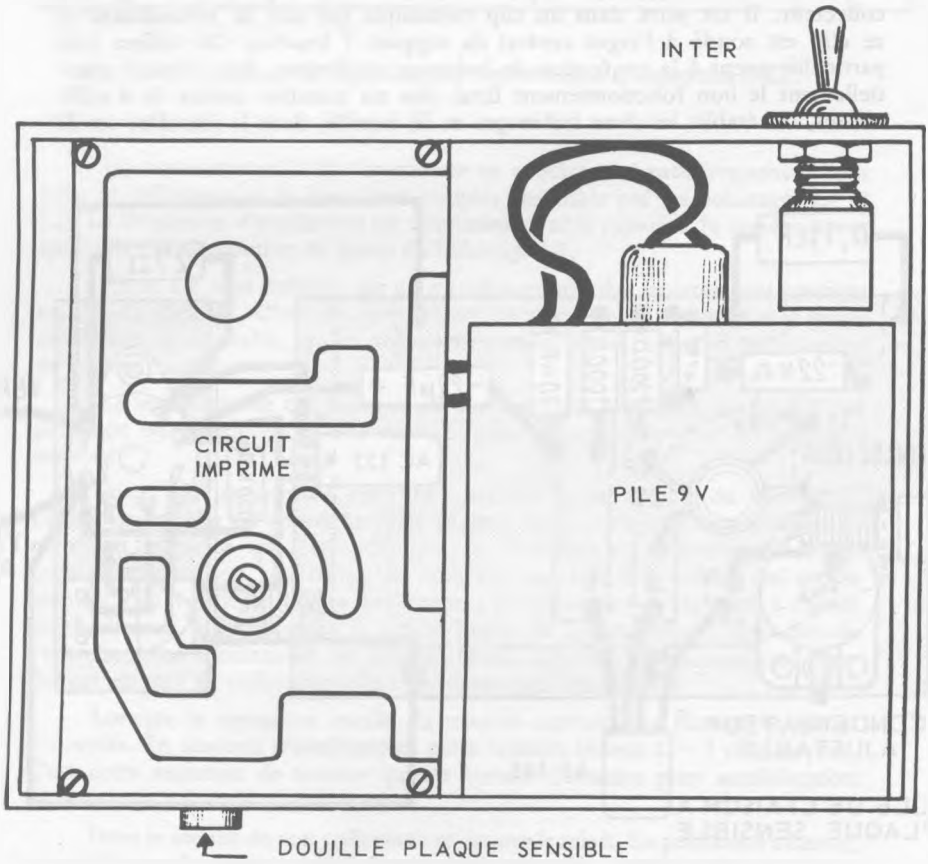


Fig. 187 — Disposition des éléments dans le coffret

Sur la plaquette de montage sont fixées deux petites ferrures ; ce sont ces ferrures qui sont ensuite fixées dans le boîtier de plastique. Il est commode de disposer le réglage du noyau magnétique vers le haut, côté couvercle. De cette façon, on y a facilement accès, couvercle retiré.

RÉGLAGE ET MISE AU POINT

Le réglage du condensateur ajustable peut être fait avec un tournevis ordinaire, mais pour le noyau magnétique il faut utiliser un tournevis en matière isolante.

Mettre l'appareil sous tension, on doit immédiatement constater si l'oscillation se fait bien, d'après le collage du relais. Relier par un fil la douille de sortie à une plaque métallique quelconque. En touchant franchement cette plaque, le relais doit décoller.

Les réglages qui suivront ont pour but de donner à l'appareil une bonne sensibilité, compatible avec une bonne stabilité de fonctionnement, à un collage et décollage très sûrs, du relais. Or, la surface de la plaque sensible et la longueur du fil qui la relie à l'appareil sont deux éléments qui interviennent dans ces réglages. Il y a donc lieu de les mettre en place, suivant ce qui est prévu pour l'installation finale.

L'appareil étant ainsi prêt pour son emploi, régler la capacité ajustable à peu près à la moitié de sa valeur. Ensuite, fignoler avec le noyau du bobinage, jusqu'à obtenir en un point bien précis, le collage du relais et au besoin, revenir un peu en arrière : rechercher le maximum de sensibilité, c'est-à-dire le déclenchement du relais pour la plus grande distance entre la plaque et le passage d'une personne dans son voisinage.

La stabilité consiste à obtenir toujours à tout coup le décollage du relais pour une approche, puis le collage pour l'éloignement. Si, au cours des essais, le noyau vient à se trouver trop sorti du bobinage, on peut agir à nouveau sur le condensateur ajustable.

Nous avons fait de nombreux essais avec différentes surfaces de plaques sensibles et avec différentes longueurs de fils de liaison. Il est très intéressant de constater que, pour obtenir un fonctionnement précis et sensible, si on utilise une grande surface de plaque, il faut adopter une faible longueur de fil.

Voici, par exemple, quelques valeurs que nous avons notées :

– plaque de 50 x 50 cm avec fil de 1 mètre ;
– plaque de 20 x 20 cm avec fil de 2 mètres ,
– plaque de 10 x 10 cm avec fil de 3 mètres.

L'examen de ce petit tableau est très intéressant, car on constate que si l'on diminue la surface de la plaque, on augmente la longueur du fil. On peut, par conséquent, arriver à supprimer la plaque et prendre un fil de 4 à 5 mètres de long, par exemple. Une telle installation se justifie si l'on veut mettre le fil le long d'un corridor, autour d'une porte ou d'une vitrine. On obtient alors une très grande longueur, une très grande zone, qui est soumise à la surveillance du déclencheur. Et un fil se masque aisément à la vue. Inversement, dans le cas d'une machine-outil, par exemple, on peut rechercher le déclenchement pour un point précis, pour une zone restreinte et bien localisée ; on met alors une plaque sensible de surface appropriée.

Il y a une douille «T», pour recevoir éventuellement une prise de terre. On peut également y brancher une autre plaque ; dans le cas d'un passage de personnes, on dispose alors ces 2 plaques de chaque côté du passage. Toutes ces indications constituent différents essais à mener.

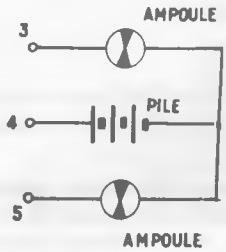


Fig. 188 — Ce dispositif facilitera la mise au point du montage.

Pour tous ces réglages, pour savoir quand le relais a bien déclenché ou réenclenché, on peut se baser sur le bruit du relais... qui n'est pas très intense. Il est commode de réaliser le petit montage de la figure 188. Avec simplement une pile et deux ampoules, on voit très bien à distance si le relais a fonctionné. L'ampoule 1 s'éteint lorsque l'ampoule 2 s'allume et inversement. On branche ce petit montage aux douilles d'utilisation de l'appareil.

UN SIGNALISATEUR DE PLUIE ET DE LIQUIDE

Surveillance de liquides, détecteur de pluie, détecteur d'humidité. Ces différentes dénominations concernant le dispositif décrit ici en déterminent bien le but et l'utilisation.

Détecteur de pluie par exemple. En disposant cet appareil convenablement, on peut faire fonctionner une alarme, ou un mécanisme dès la tombée des premières gouttes d'eau. Nous voyons deux sondes détectrices, que nous décrirons plus loin, branchées dans le circuit de base (figure 189) du transistor. Dès qu'elles sont reliées par un liquide, le circuit s'établit et le relais se colle.

Le relais peut actionner une ampoule, ou une alarme sonore, ou un moteur. Ce moteur peut fermer des fenêtres, ou une porte... Ce relais présente à ses contacts un pouvoir de coupure de 30 watts, si l'on doit actionner un moteur de plus forte puissance, on interpose un relais intermédiaire à plus fort pouvoir de coupure.

Ce schéma est extrait d'une revue américaine, pays où existent des voitures décapotables qui se couvrent ou se découvrent par un mécanisme mû par un moteur approprié. Le détecteur de pluie peut être installé à bord, les sondes sur le pare-brise, son relais déclenchant le moteur, donc le mécanisme qui couvre automatiquement la voiture dès que la pluie commence à tomber... Peut-être pourrez-vous procéder de même...

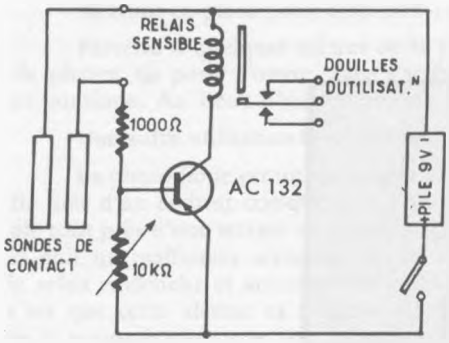


Fig. 189 – Le détecteur SPL

Prenons le cas dans l'industrie d'un réservoir se remplissant d'un liquide. Exemple très général... A la hauteur désirée on peut placer contre une paroi les deux sondes détectrices, lorsque le liquide les atteint, le surveillant actionne une alarme, ou tout autre dispositif de sécurité. A partir d'un relais qui se ferme, donc d'un contact électrique qui s'établit, on peut déclencher tout ce que l'on veut.

La configuration utilisée pour le circuit détecteur utilise la résistance provoquée par les gouttes de pluie pour contrôler le potentiel de la base du transistor, qui fonctionne ensuite en amplificateur et actionne le relais. La résistance ajustable agit en **réglage de sensibilité**, si sa valeur est faible la sensibilité du dispositif est diminuée. Cela peut être nécessaire si l'on ne veut pas une action dès la moindre goutte d'eau.

La sonde détectrice peut être constituée par deux conducteurs quelconques, deux tiges métalliques, dénudés. Dans l'emploi de surveillance de montée de liquide, la disposition de ces deux conducteurs n'a pas d'importance. Dans l'emploi de détecteur de pluie, il convient qu'ils soient très rapprochés l'un de l'autre, moins de 1 millimètre, et avec une longueur de 5 à 10 centimètres.

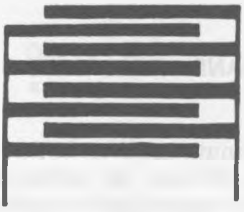


Fig. 190 – Exemple de sondes imbriquées. On peut les réaliser en circuits imprimés.

Il est même à remarquer que l'on peut très bien disposer de plusieurs de ces tiges métalliques, reliées en parallele, imbriquées les unes dans les autres. On peut ainsi couvrir une surface aussi grande que l'on veut, sur laquelle la moindre goutte d'eau sera détectée. On peut encore, répartir plusieurs sondes disposées en des endroits différents.

La figure 191 représente le câblage de ce petit dispositif.

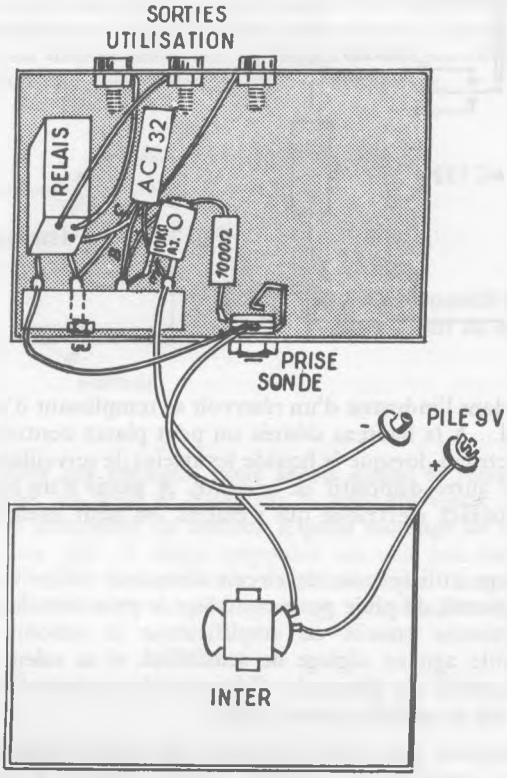


Fig. 191

UNE MINUTERIE PHOTOSENSIBLE

UNE ALARME PERMANENTE

Nous avons examiné des schémas de minuteries, dont la mise en route se fait en appuyant sur un bouton-poussoir, donc par **une action mécanique**, et faite à la main. Nous allons ici examiner un appareil qui est également une minuterie, mais dont le déclenchement se fait de tout autre façon.

Avant toute explication, et pour bien définir de quoi il s'agit ici, citons-en une application pratique.

Un automobiliste doit régulièrement passer une porte, qui est normalement fermée. Ce peut être la porte de son garage privé, la grille d'entrée d'un parc, la porte d'un immeuble. Il doit donc lorsqu'il arrive devant cette porte : — arrêter sa voiture et en descendre — aller ouvrir la porte — remonter en voiture et rouler quelques mètres — s'arrêter à nouveau et descendre — aller refermer la porte — remonter en voiture et repartir...

Mettons en place notre dispositif ; tout va changer.

Parvenu à quelques mètres de la porte, l'automobiliste donne un coup de phares. La porte s'ouvre. **Sans s'arrêter**, la voiture franchit l'entrée, passe et continue. Au bout d'un temps bien déterminé, la porte se referme seule.

Une autre utilisation fort intéressante est l'emploi en **antivol permanent**...

La photodiode est un élément très petit, qui peut être installé et camouflé près d'un endroit critique, que l'on veut protéger contre le vol. Par exemple tout près d'une serrure de porte, ou près de la serrure d'un coffre. Lorsque la nuit un malfaiteur arrive en cet endroit et dirige sa lampe sur la serrure, le relais enclenche et actionne une alarme. Mais ce qui est très intéressant ici, c'est que cette alarme va retentir pendant 2 minutes par exemple, le temps de la temporisation que l'on a fixé soi-même, et va s'arrêter d'elle-même. Et le système d'antivol se remet en attente, en veilleuse, il est à nouveau prêt à fonctionner sans qu'il y ait eu aucune intervention. Si huit jours après il y a à nouveau tentative d'effraction, il est prêt à nouveau à jouer son rôle.

Ceci est particulièrement intéressant dans le cas de locaux d'habitation dont le propriétaire est absent pendant longtemps, un ou deux mois par exemple. D'où ce nom d'**alarme permanente**, toujours en éveil, toujours prête à fonctionner, se réarmant automatiquement.

Ce dispositif pourrait encore s'appliquer à une cour d'usine, où des chariots de manutention de marchandises doivent fréquemment passer une porte. Des utilisations sont certainement également possibles en commande de machines-outils, en photographie.

Examinons le schéma du photo-temporisateur PH.2, représenté en figure 192.

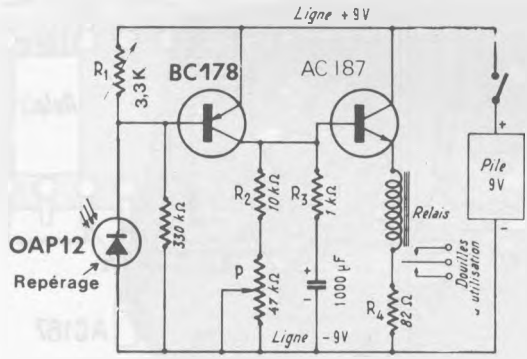


Fig. 192 — Une minuterie déclenchée par la lumière.

L'élément sensible, l'élément «déclencheur», est une **photodiode** qui est influencée par la lumière reçue. Dans l'obscurité, sa résistance est élevée, elle bloque le premier transistor BC178 qui ne conduit pas, tout l'ensemble est au repos, en attente.

Sur réception d'un signal lumineux, la résistance de la photodiode diminue, le premier transistor se trouve débloqué et devient conducteur, un

courant circule dans le circuit émetteur-collecteur. Ce courant traversant les résistances de 10 et 47 kilohms du circuit de collecteur y crée une différence de potentiel qui polarise le second transistor et en même temps charge le condensateur de 1 000 microfarads. Le second transistor polarisé conduit, le relais colle. C'est ce qui provoquera par exemple l'ouverture d'une porte.

Mais même en l'absence de lumière, la charge du condensateur maintient la polarisation de la base du transistor, donc le collage du relais. Le condensateur commence à se décharger dans les résistances R2 et R3 et dans le potentiomètre P monté en résistance variable. Cette opération de décharge s'effectue durant un certain temps, d'autant plus long que la valeur des résistances est élevée, et pendant lequel le relais est maintenu collé. Lorsque le condensateur est totalement déchargé, le transistor se bloque à nouveau et le relais décolle ; la porte se referme.

Le temps de temporisation, pendant lequel le relais reste enclenché, est réglable par le potentiomètre de 47 kilohms. Avec les valeurs adoptées ici, nous avons obtenu de 5 secondes à 3 minutes. Ce temps peut être augmenté si l'on augmente la valeur du condensateur, jusqu'à 2 000 microfarads par exemple.

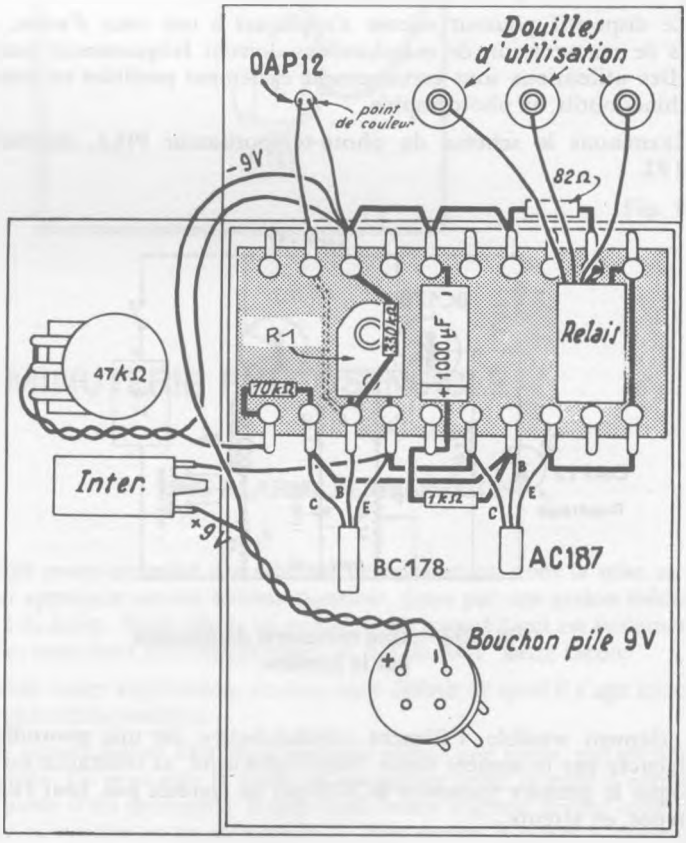


Fig. 193 — Le câblage de la minuterie PH.2

La photodiode n'est pas sensible à la lumière du jour ambiante, un réglage de sensibilité est malgré tout nécessaire, on peut ainsi régler l'appareil pour qu'il n'entre en action qu'à partir d'une certaine intensité d'éclairement. C'est là le rôle de la résistance ajustable R1.

La figure 193 représente le câblage de ce petit appareil.

Nous avons disposé le tout dans un coffret qui contient également la pile d'alimentation. On aboutit ainsi à un ensemble autonome et transportable, rien n'empêcherait d'ailleurs de l'alimenter par le courant du secteur par l'intermédiaire d'une alimentation appropriée.

Le pouvoir de coupure des contacts du relais est de 30 watts, avec maximum de 100 volts et 1 ampère. L'axe du potentiomètre est commandé par un bouton extérieur, de façon qu'il soit toujours accessible et facilement manœuvrable.

UN VARIATEUR DE VITESSE POUR MOTEUR

Ce dispositif est destiné à commander la vitesse de rotation d'un moteur électrique de petite et moyenne puissance, actionnant par exemple une petite machine-outil, un appareil électro-ménager, une scie électrique, une perceuse. Il a la capacité de commander des moteurs universels consommant jusqu'à 600 watts de puissance électrique.

Fig. 194 – Le rhéostat électronique RH.22

Le schéma du RH.22 est représenté figure 195.

L'espace anode-cathode du thyristor est placé en série avec le courant secteur et les douilles d'utilisation sur lesquelles le moteur à commander est branché. L'anode se trouve donc périodiquement portée à un potentiel positif. Le circuit d'amorçage, destiné à fournir à la gâchette les impulsions de déclenchement, est constitué en premier lieu par le pont déphaseur que forment la résistance de 68 kΩ, le potentiomètre de 22 kΩ, la diode SD6, et le condensateur de 0,47μF. Ce circuit déphase la tension appliquée à l'élément suivant du circuit d'amorçage par rapport à celle appliquée à l'anode du thyristor. L'angle de déphasage est commandé par la manœuvre du potentiomètre. C'est lui qui déterminera la vitesse du moteur. Cette tension déphasée est appliquée, à travers la deuxième diode SD6, au «SBS» du type 2 N 4991. Ce composant encore assez peu utilisé, parce que relativement récent, peut être comparé à un diac dont la tension de déclenchement serait de l'ordre de 8 V. SBS est la contraction de l'anglo-saxon «Silicon Bilateral Switch». Tant que la tension appliquée à l'entrée de cet élément n'a pas atteint la tension de déclenchement, le SBS est bloqué, aucun courant ne circule dans la gâchette du thyristor. Par contre, si la tension d'entrée atteint cette valeur, le SBS se débloque et fournit l'impulsion nécessaire à l'amorçage du thyristor. Le SBS 2 N 4991 se présente sous la forme d'un transistor. Les deux broches extérieures correspondent à l'entrée et à la sortie de l'élément. C'est un élément symétrique, ces deux broches peuvent donc être inversées sans inconvénient lors du montage. La broche centrale est une gâchette qui n'est pas utilisée dans le montage du RH.22. Elle permet le déclenchement

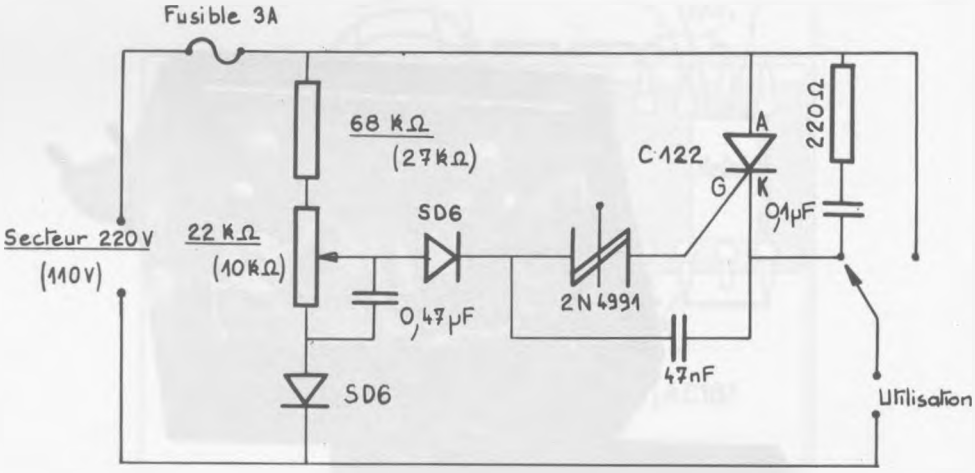


Fig. 195

synchronisé du SBS dans d'autres types d'utilisation.

Le moteur commandé par le RH.22 est alimenté à travers le thyristor pendant une demi-alternance au maximum et fonctionne en générateur pendant l'autre demi-alternance, celle où l'anode du thyristor est négative par rapport à la cathode. La tension de déclenchement du 2 N 4991 est la

différence entre la tension envoyée dans le condensateur de 0,47µF par le potentiomètre et la tension induite par le moteur pendant la demi-alternance où il fonctionne en générateur. Si le moteur ralentit sous l'effet d'une charge, la tension qu'il induit diminue. La tension de déclenchement du SBS apparaît plus tôt et le thyristor s'amorce de même dans l'alternance. La puissance électrique fournie au moteur croît et la vitesse reste constante. Le courant d'alimentation du moteur est donc obtenu par une succession d'amorçages et de désamorçages du thyristor dont les temps relatifs sont déterminés par la vitesse affichée à l'aide du potentiomètre et par la charge appliquée au moteur commandé.

Le condensateur de 0,1µF ainsi que la résistance de 220 Ω montés aux bornes du thyristor ont pour rôle d'éviter que les parasites produits ne passent dans le secteur et n'aillent perturber les récepteurs de radio voisins.

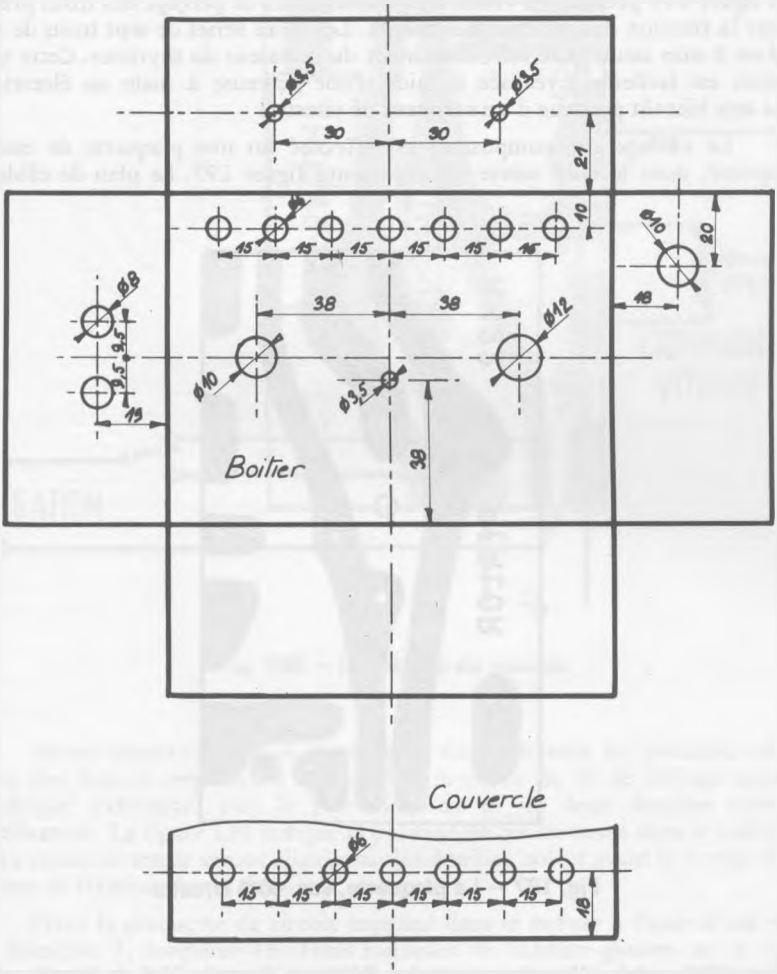


Fig. 196 — La préparation du coffret

Le potentiomètre permet de régler la vitesse du moteur jusqu'à environ 80 % de sa vitesse nominale. Un commutateur court-circuite la commande rhéostatique et alimente le moteur directement afin qu'il retrouve sa vitesse maximale.

Le schéma est prévu pour une utilisation sur courant secteur 220 V. Pour utilisation sur 110 V, il suffit de changer la résistance de 68 kΩ et le potentiomètre de 22 kΩ par une résistance de 27 kΩ et un potentiomètre de 10 kΩ.

RÉALISATION PRATIQUE

Le montage débute par le perçage du boîtier plastique de 12 x 9 x 5 cm. La figure 196 précise, en vue extérieure, les cotes de perçage des trous prévus pour la fixation des différents éléments. Les deux séries de sept trous de diamètre 6 mm assurent le refroidissement du radiateur du thyristor. Cette opération est facilement réalisée à l'aide d'une perceuse à main ou électrique qui sera bientôt pourvue d'un variateur de vitesse !

Le câblage des composants est effectué sur une plaquette de circuit imprimé, dont le côté cuivre est représenté figure 197. Le plan de câblage,

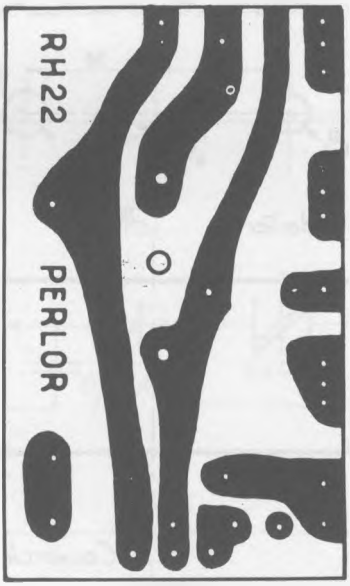


Fig. 197 — La plaquette, vue côté circuits

figure 198, précise l'implantation des éléments. Pour le SBS, la broche centrale correspondant à la gâchette, est soudée au circuit simplement pour la tenue mécanique de l'élément. Comme on peut le vérifier, elle n'est reliée à

aucun autre composant. Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, les deux broches extérieures peuvent être interverties compte tenu de la symétrie de l'élément. Souder ensuite au circuit imprimé les différents fils de liaison aux autres éléments. Avant de souder le cordon secteur, mettre en place le passe-fil sur le boîtier, passer le cordon, et faire un nœud à l'intérieur. Cette opération ne pourrait pas être effectuée une fois les soudures réalisées. Fixer le radiateur sur le thyristor à l'aide d'une vis de diamètre 3, longueur 6.

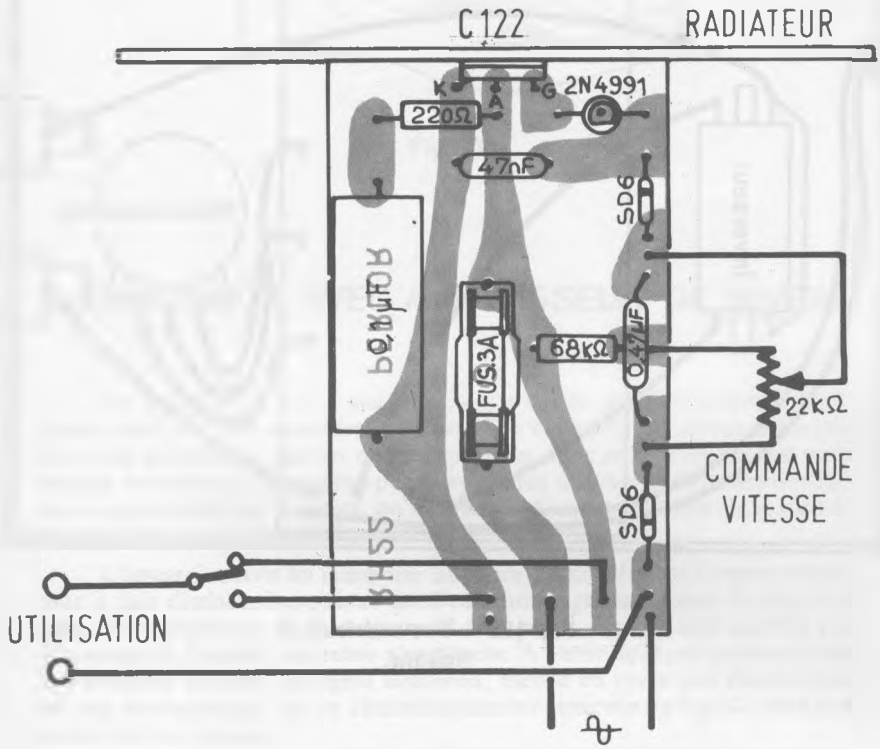


Fig. 198 — Le câblage du module

Mettre ensuite en place l'inverseur, dont on aura au préalable relié deux des bornes opposées à l'aide d'un morceau de fil de câblage soudé à chaque extrémité, puis le potentiomètre et les deux douilles isolées d'utilisation. La figure 199 indique la position de ces éléments dans le boîtier. Deux cosses de masse seront glissées sur les douilles isolées avant le serrage des écrous de fixation de ces dernières.

Fixer la plaquette de circuit imprimé dans le boîtier à l'aide d'une vis de diamètre 3, longueur 15. Trois rondelles de bakélite glissées sur la vis, entre le boîtier et le circuit imprimé, permettent de surélever ce dernier. La vis passe par le trou central du porte-fusible. La fixation du radiateur au boîtier est représentée figure 200. Les traversées en stéatite isolent électrique-

ment les vis du radiateur. En effet, il ne faut pas oublier que **l'anode et le boîtier métallique** du thyristor **sont en contact**. Le radiateur se trouve donc en liaison avec le courant secteur.

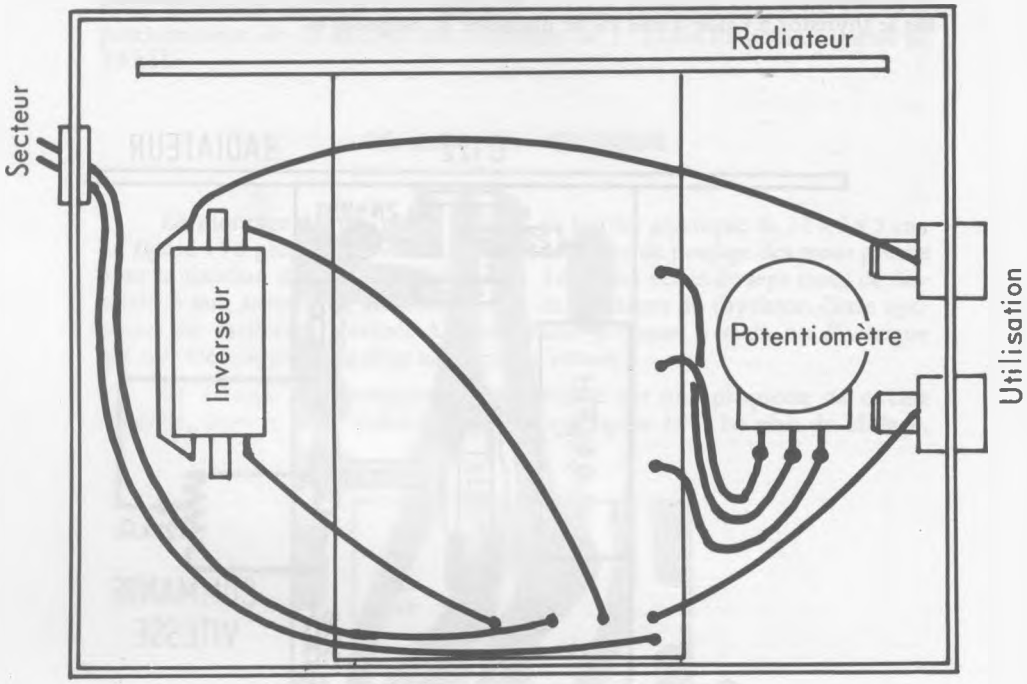


Fig. 199 — Vue intérieure et liaisons.

ESSAIS - UTILISATION

Placer l'inverseur sur la position «Vitesse réduite», brancher la perceuse sur les douilles d'utilisation et le rhéostat au secteur. En jouant sur le bouton du potentiomètre, la vitesse de rotation de la perceuse doit varier. En diminuant la vitesse du moteur on trouvera un seuil inférieur de régulation au-dessous duquel le moteur «décroche». Le potentiomètre est alors utilisé en interrupteur, ce qui peut être pratiquement très utile. Quelle que soit la position du potentiomètre, l'inverseur peut être commuté sur la position «Vitesse normale». Le moteur retrouve alors, sans autre manipulation, sa vitesse nominale. Le RH.22 permet par lui-même de faire varier le régime de rotation du moteur jusqu'à 80 % environ de cette vitesse.

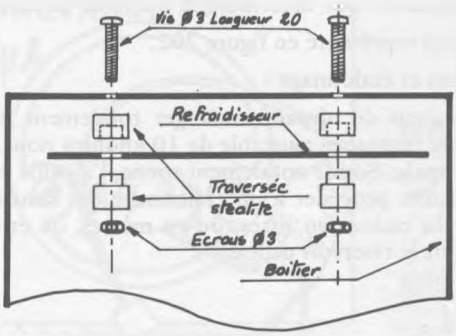


Fig. 200.

UNE JAUGE AVEC AVERTISSEUR DE NIVEAU

Cet appareil est relié à une jauge, à une sonde, que l'on immerge dans le liquide dont on veut surveiller le niveau. Les variations du niveau du liquide sont lues directement sur un cadran, qui peut donc se trouver plus ou moins éloigné du réservoir. Le cadran peut être gradué directement en mètres cubes, ou en centimètes, ou en litres, ou en mètres. Ceci en fonction de la capacité du réservoir qui contient le liquide.

L'appareil décrit ici comporte un autre dispositif, d'un fonctionnement tout à fait distinct. Supposons que l'eau monte graduellement le long de la jauge de surveillance. A un moment donné, pour un point fixé que l'on peut déterminer à l'avance, un relais s'enclenche. A partir de là, on peut actionner une sonnerie d'alerte, un signal lumineux, mettre en route une électro-vanne ou une moto-pompe, qui va automatiquement remettre du liquide dans le réservoir, ou en évacuer...

Ce système se prête à la surveillance de tous les liquides, à la seule condition qu'ils soient bons conducteurs. Le schéma de principe est représenté en figure 201.

La jauge proprement dite, la partie immergée, est constituée par une longueur de fil résistant disposé à l'intérieur d'un tube métallique. Le liquide établit un contact, un court-circuit entre ces deux éléments, et l'on dispose alors d'une résistance qui est variable en fonction de la hauteur du liquide. Cette variation de résistance est insérée dans le circuit qui comporte, reliés en série : pile - sonde - galvanomètre - résistance ajustable de 10 kilohms - interrupteur - pile. L'indication du galvanomètre est donc fonction de la résistance variable, donc de la hauteur du liquide.

Voyons maintenant la seconde fonction, l'avertisseur de niveau.

On dispose au point B d'un potentiel qui est également variable en fonction de la résistance présentée par la jauge. Ce potentiel est appliqué en pola-

risation de commande à la base du transistor, à travers la résistance de sécurité et le potentiomètre qui détermine le point de déclenchement du relais.

Le câblage est représenté en figure 202.

Mise au point et étalonnage :

Pour l'indicateur de niveau, immerger totalement la sonde dans le liquide et agir sur la résistance ajustable de 10 kilohms pour amener l'aiguille à sa déviation maximale. Sonde totalement sortie, l'aiguille doit se retrouver au zéro. On peut ensuite procéder à un étalonnage qui consite à graduer directement l'échelle du cadran en litres, ou en mètres, ou en milliers de mètres cubes... ceci suivant le réservoir utilisé.

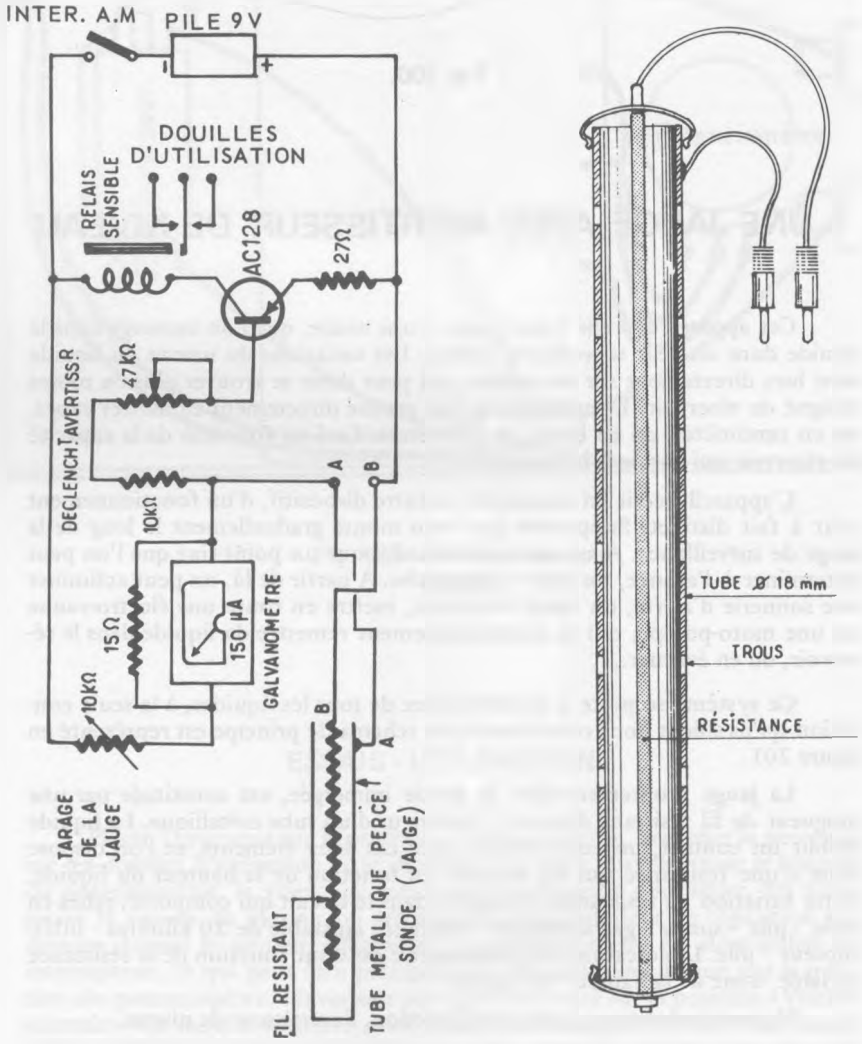


Fig. 201 — Jauge et surveillance de niveau.

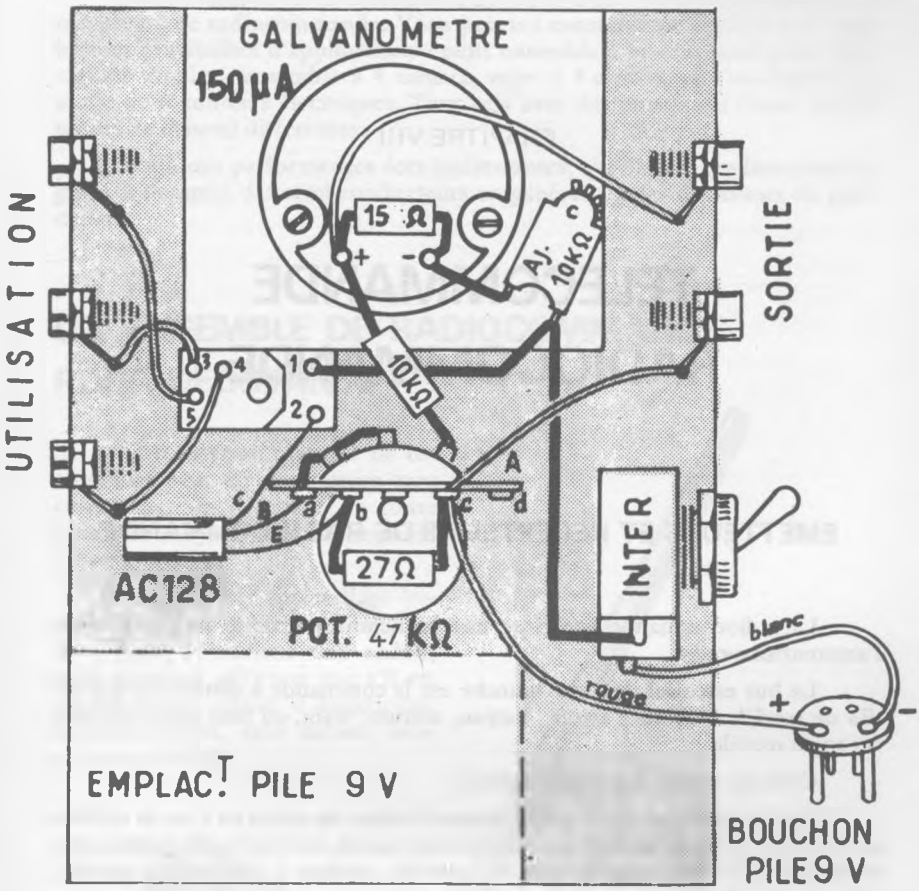


Fig. 202 – Le câblage du dispositif JA. 1.

Pour l'avertisseur de niveau, agir sur le potentiomètre, faire monter le liquide jusqu'au point où l'on désire le déclenchement, et en cet endroit provoquer le collage du relais à l'aide du potentiomètre.

◆

CHAPITRE VIII

TELECOMMANDE RADIOCOMMANDE

EMETTEURS ET RECEPTEURS DE RADIOCOMMANDE

La radiocommande constitue une branche importante de l'activité de l'amateurisme-radio.

Le but essentiel de cette branche est la commande **à distance et par radio** de modèles réduits : avion , bateau, voiture, train, ou tout autre véhicule ou engin mobile.

C'est une technique passionnante.

Car on peut ainsi faire véritablement évoluer un avion en l'air, et réaliser un véritable pilotage à distance, sans aucune liaison matérielle. De même pour un bateau, qui peut avancer, reculer, s'arrêter, évoluer à droite ou à gauche, s'illuminer, jeter l'ancre, faire tourner son radar...

La radiocommande peut d'ailleurs très bien ne pas se limiter à l'évolution des modèles réduits. Car en définitif on dispose :

— d'un émetteur de radio,

— d'un récepteur de radio,

— qui se termine par un relais.

Or, vous avez pu voir qu'un relais est un élément qui vous fournit un **contact électrique**. Si on le branche aux bornes du déclencheur d'une caméra, on peut donc commander **à distance et par radio** les prises de vues de cette caméra. De même pour un appareil photographique ou un magnétophone, le tout avec une installation adéquate bien entendu. A partir d'une voiture, on peut déclencher l'ouverture d'une porte de garage. En photographie animalière, on peut : - envoyer un bateau (ou un engin roulant au sol) près d'animaux d'une approche difficile - prendre des photos - ramener le tout.

Déclenchement d'un projecteur de diapositives. Le conférencier se promène dans la salle de projection, les deux mains dans les poches. Et quand il en donne l'ordre, la diapositive suivante passe... Tout est possible dès l'instant qu'on a provoqué l'enclenchement d'un relais.

Nous donnons ici la description pratique d'une série d'émetteurs et de récepteurs de radiocommande. Vous pourrez constater qu'ils offrent de nombreuses possibilités d'applications : petit ensemble à un seul canal pour applications simples ; ensemble à 4 canaux, voire à 8 canaux, où l'on dispose à la sortie de 8 contacts électriques. Tout cela avec des puissances (donc des distances de liaison) différentes.

Voilà des performances fort intéressantes, qui ont été rendues possibles grâce à l'emploi des semi-conducteurs en général, et des transistors en particulier.

UN ENSEMBLE DE RADIOCOMMANDE POUR DEBUTANTS

La réalisation pratique de cet ensemble peut être entreprise sans crainte par un débutant ou toute personne n'ayant pas de connaissances spéciales.

En effet, cet appareillage (représenté figure 203) est simple et d'un prix de revient très réduit, nous pouvons afffirmer que s'il est correctement réalisé il fonctionne immédiatement, sans aucune mise au point difficile.

Fig. 203.

CARACTERISTIQUES GENERALES

Pour l'ensemble :

- Liaison haute fréquence sur 27,12 MHz ;
- Monocanal ;
- Entièrement transistorisé ;
- Tous transistors au silicium ;
- Entièrement sur circuits imprimés, fournis prêts à l'emploi ;
- Portée de l'ordre de 100 mètres.

Pour l'émetteur :

- En coffret plastique de 90 x 55 x 30 mm ;
- Un seul transistor ;
- Alimentation sur pile 9 volts incorporée dans le boîtier ;
- Emission sur onde pure, non modulée.

Pour le récepteur :

- Détection à super-réaction ;
- En coffret plastique de 90 x 55 x 30 mm ;
- Quatre transistors ;
- Poids 90 grammes ;
- Alimentation sur pile 9 volts, extérieure au boîtier ;
- Fonctionne sur réception d'une onde pure ou d'une onde modulée.

EXAMINONS LES SCHEMAS

L'émetteur EMT. 1.

Le schéma de principe de l'émetteur est représenté figure 204.

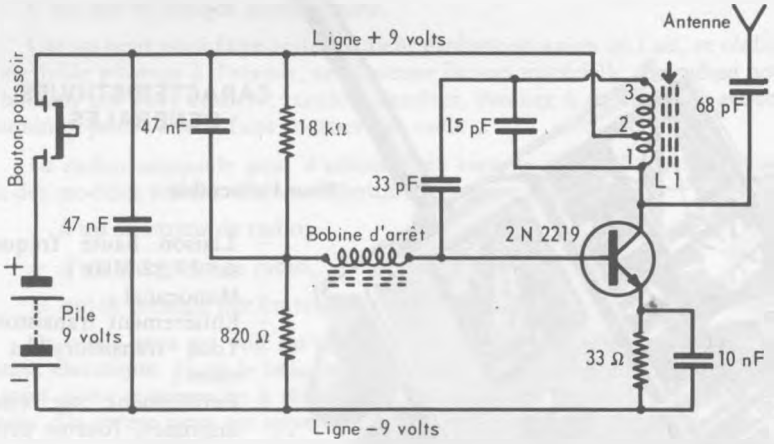


Fig. 204 — Schéma de l'émetteur EMT. 1.

La tension d'alimentation est fournie par une pile de 9 volts, petit modèle. Le bouton-poussoir coupe ou établit le circuit d'alimentation ; c'est l'élément de commande qui permet d'envoyer à volonté des ordres plus ou moins

longs. En fonctionnement, la pile est shuntée par le condensateur de 47 nanofarads qui évite que la résistance interne de la pile ne perturbe le fonctionnement de l'ensemble.

On utilise essentiellement ici un transistor haute fréquence de type NPN à fort gain, monté en oscillateur Hartley, montage bien connu pour ses qualités de stabilité. Le bobinage L 1 et le condensateur de 10 picofarads constituent le circuit oscillant. La valeur de ces deux éléments détermine la fréquence de l'onde émise. Le bobinage est pourvu d'un petit noyau magnétique vissable et qui règle donc la fréquence de l'émission.

Le couplage entre base et collecteur, devant être nécessairement réalisé dans tout montage oscillateur, est assuré ici par le condensateur de réaction de 33 picofarads. Le montage est stabilisé en température par la résistance de 33 ohms.

Comme on le voit, cet appareil destiné aux débutants est d'une extrême simplicité, gage d'une réussite assurée. S'il est correctement réalisé et avec du matériel convenable, on peut dire qu'il fonctionne obligatoirement et à coup sûr.

Le récepteur R. 27. T.

Le schéma de principe du récepteur est représenté figure 205

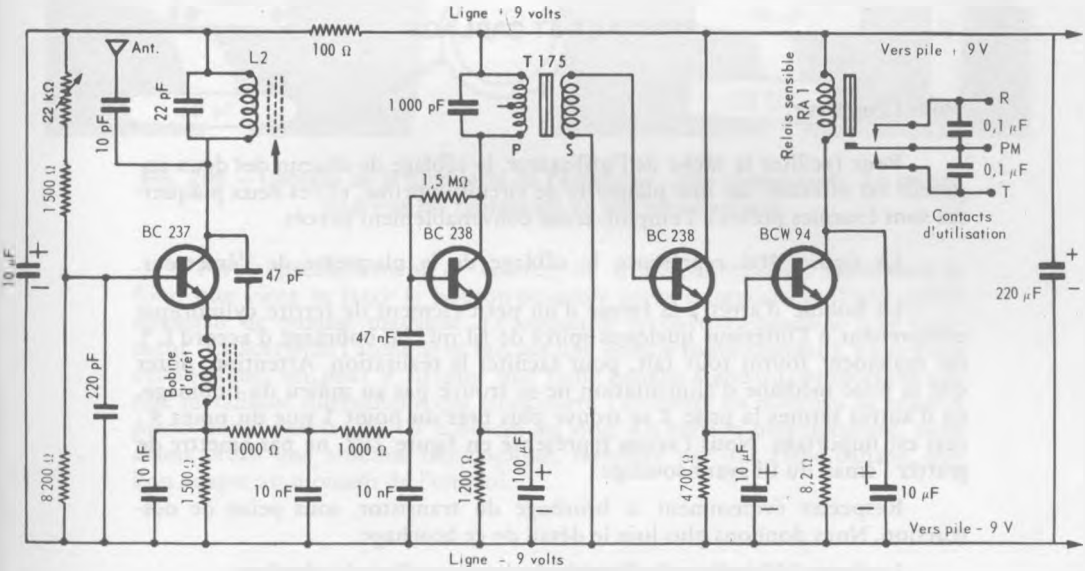


Fig. 205 — Schéma du récepteur R27. T.

Le premier étage fonctionne en détecteur super-réaction, les trois étages suivants en amplificateur. La base du transistor BC 237 est polarisée au moyen du pont de résistances de 8 200 ohms, 1 500 ohms et 22 kilohms ajustable. Cette dernière permet de régler le potentiel de la base et de commander

le fonctionnement de l'étage, ce que l'on appelle «l'accrochage de la super-réaction». Cette remarque est très importante quant au fonctionnement du récepteur. En l'absence d'émission, cet accrochage produit un signal, un souffle qui est amplifié par les étages suivants et **provoque le collage du relais.** En présence d'une émission provenant de l'émetteur, le signal est bloqué, le souffle disparaît, ce qui a pour conséquence de **décoller le relais.**

Nous pouvons donc résumer ainsi le fonctionnement du récepteur R27.T : l'ajustage de la résistance de 22 kilohms commande le fonctionnement de la super-réaction et le collage du relais. En présence d'une émission, le relais décolle.

L'accord du récepteur sur l'onde provenant de l'émetteur est obtenu en agissant sur le noyau magnétique se trouvant à l'intérieur du bobinage L 2. La bobine d'arrêt est d'un modèle identique à celui employé dans l'émetteur. Le petit transformateur T. 175 est un adaptateur d'impédance. Le primaire et le secondaire ayant des caractéristiques différentes, leur branchement devra être respecté lors du montage. Les deux condensateurs de 0,1 microfarad sont destinés à antiparasiter les contacts du relais.

Comme on peut le constater, l'ensemble émetteur et récepteur EMT. 1-R27. T est d'une extrême simplicité pour un montage de radiocommande.

MONTAGE ET CABLAGE

Pour l'émetteur.

Pour faciliter la tâche de l'utilisateur, le câblage de chacun des deux appareils est effectué sur une plaquette de circuit imprimé, et ces deux plaquettes sont fournies prêtes à l'emploi, trous convenablement percés.

La figure 206 représente le câblage de la plaquette de l'émetteur.

La bobine d'arrêt a la forme d'un petit élément de ferrite cylindrique comprenant à l'intérieur quelques spires de fil nu. Le bobinage d'accord L 1 est également fourni tout fait, pour faciliter la réalisation. Attention, noter que la prise médiane d'alimentation ne se trouve pas au milieu du bobinage, en d'autres termes la prise 2 se trouve plus près du point 1 que du point 3 ; ceci est important. Nous l'avons représenté en figure 207, ne pas omettre de gratter l'émail du fil avant soudage.

Respecter évidemment le brochage du transistor, sous peine de destruction. Nous donnons plus loin le détail de ce brochage.

La figure 208 indique la disposition dans le coffret de plastique.

Nous vous rappelons que les brochages des transistors sont figurés au début de ce livre.

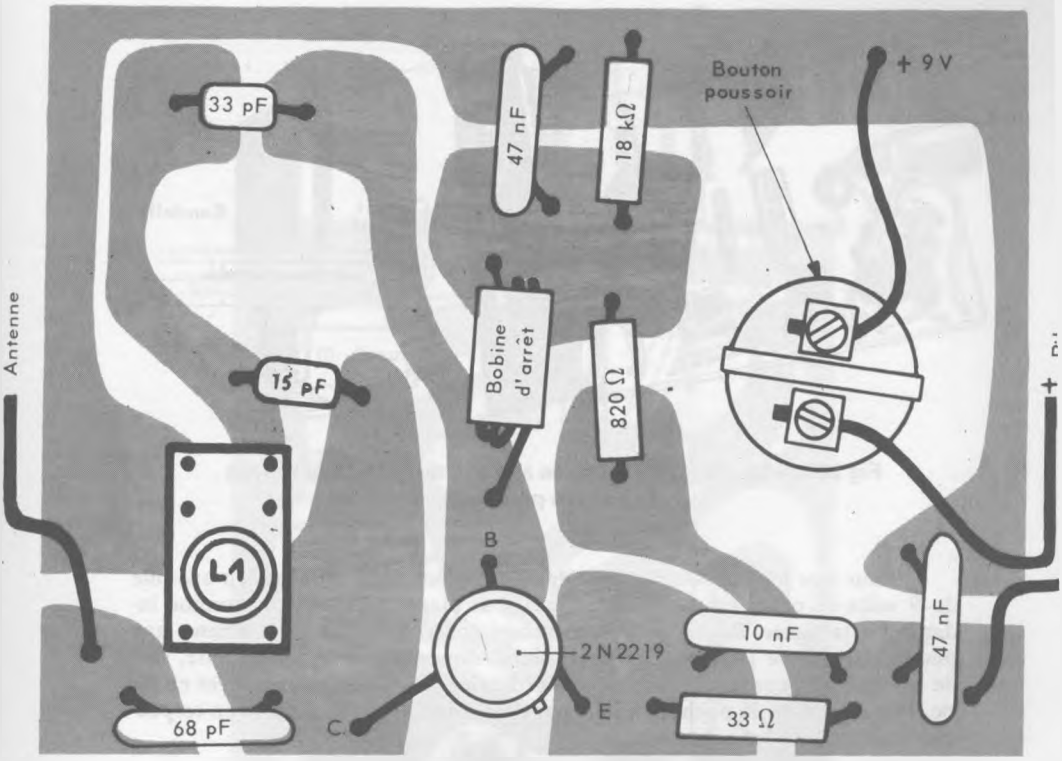


Fig. 206 — Câblage de la plaquette de l'émetteur, côté composants. Le circuit imprimé est représenté vu par transparence.

Percer préalablement ce coffret, de trous convenables. C'est dans le fond que vient se fixer le bouton-poussoir après interposition d'une petite épaisseur de mousse plastique. Le couvercle recouvrira ensuite le tout librement. La sortie de l'antenne se fait sur une douille isolée standard. En version économique, on peut y adapter une fiche banane standard, supportant une tige métallique quelconque qui constituera l'antenne, un morceau de corde à piano par exemple, de 70 à 80 cm de long. En version plus luxueuse, nous avons prévu une antenne télescopique, terminée par une fiche banane, que l'on adapte au moment de l'emploi.

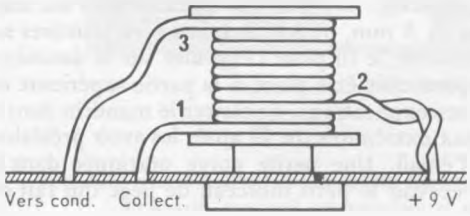


Fig. 207 — Représentation des fils de sortie du bobinage oscillateur

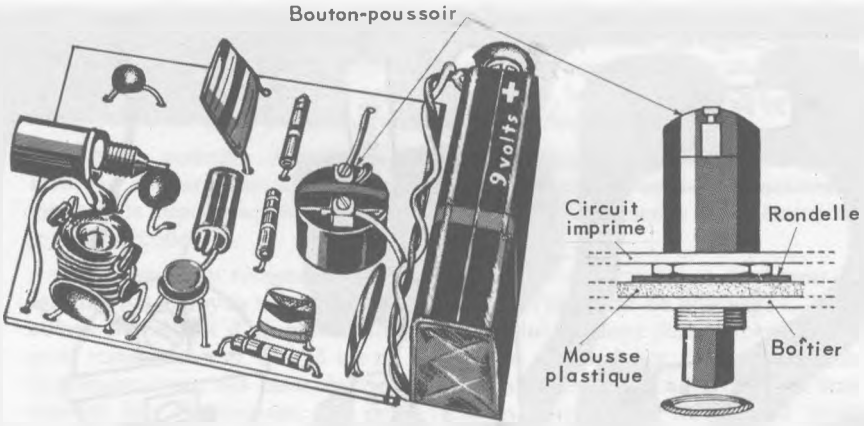


Fig 208 — La plaquette est fixée au fond du coffret au moyen du bouton-poussoir.

Pour que le tout soit contenu dans le coffret, nous avons prévu une pile de 9 volts de petites dimensions, trouvant sa place à l'intérieur, comme indiqué sur la figure. Pour un usage prolongé et fréquent, on peut utiliser une pile extérieure de plus grandes dimensions, donc de plus forte capacité, soit de 9 volts, soit constituée par 2 piles ordinaires de 4,5 volts branchées en série. Pile mise dans la poche, on relie par un cordon à 2 conducteurs en respectant surtout bien les polarités.

Le courant débité par la pile est d'environ 60 milliampères, courant qui se réduit à seulement quelques milliampères si l'oscillation ne se produit pas. La portée possible est supérieure à 100 mètres et signalons ici qu'avec cet émetteur non muni d'antenne, simple petite boîte tenue à la main, on obtient encore une liaison à une dizaine de mètres. Compte tenu de ses faibles dimensions, cet émetteur peut facilement être dissimulé sur soi, dans une poche. Applications possibles à l'illusionnisme, entre autres.

Pour le récepteur.

La figure 209 représente le câblage de la plaquette du récepteur.

Pour identifier les enroulements du transformateur T 175, signalons que le primaire comprend 3 fils, la prise médiane n'étant pas utilisée. Le bobinage L 2 est à confectionner soi-même. Pour cela, on enroule un tour de fil émaillé 4 dixièmes de millimètre sur une des deux oreilles du mandrin isolant miniature, de diamètre 6 mm, puis huit spires bien jointives sur le corps du mandrin. Enfin, remonter le fil pour l'enrouler sur la deuxième oreille. L'enroulement de huit spires doit être placé à la partie supérieure du mandrin. La figure 210 illustre ces explications. Encastrer le mandrin dans le circuit imprimé et souder les deux extrémités du fil après les avoir préalablement grattées, afin d'éliminer l'émail. Une petite gorge pratiquée dans le noyau de ferrite est destinée à recevoir le petit morceau de liège qui fait office de frein.

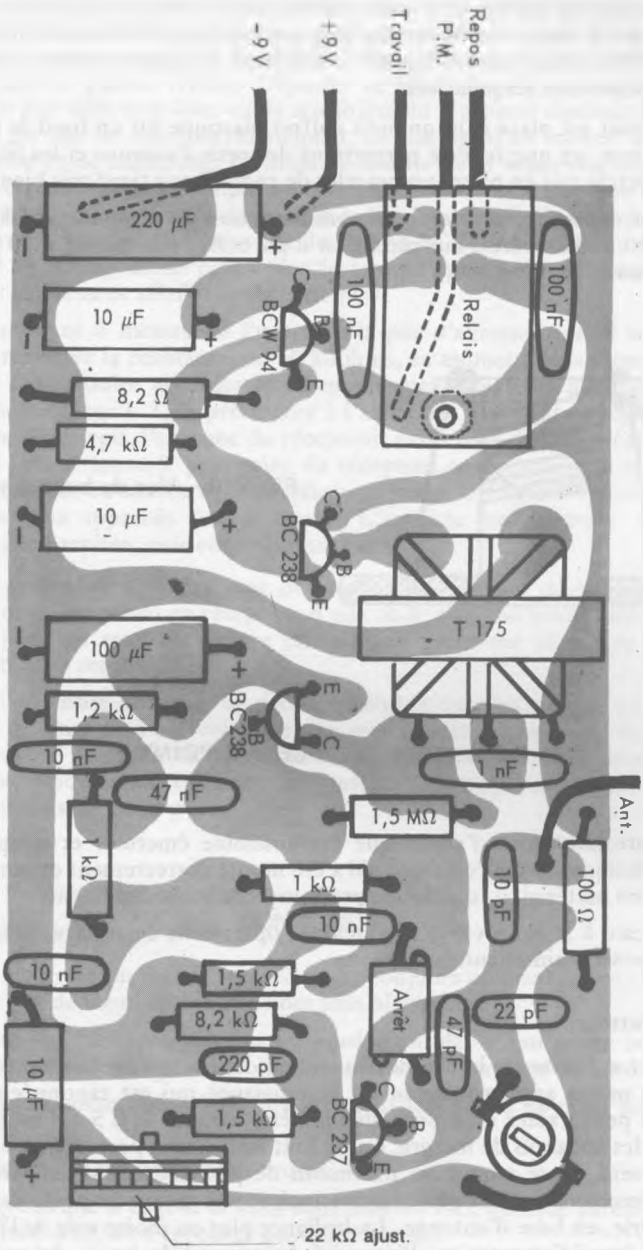


Fig 209 — Câblage de la plaquette du récepteur, côté composants. Le circuit imprimé est représenté vu par transparence.

Le relais. Cet élément est placé verticalement sur le circuit imprimé, dans lequel ont été pratiqués les trous destinés à recevoir ses bornes.

Terminer le câblage en soudant sur le circuit l'antenne constituée par un morceau de fil souple de 80 cm de long environ, les fils de sortie du relais et les deux fils d'alimentation. Souder le bouchon à quatre broches sur ces derniers, en respectant les polarités.

Le tout est placé dans un petit coffret plastique sur un fond de mousse. Un petit trou et une fenêtre permettent de sortir l'antenne et les fils de liaison. Couvercle mis en place, un bracelet de caoutchouc tient très bien le tout.

Hors émission, en attente, la consommation du récepteur est de l'ordre de 25 à 30 milliampères. Sur réception d'un ordre, elle tombe à 10 milliampères environ.

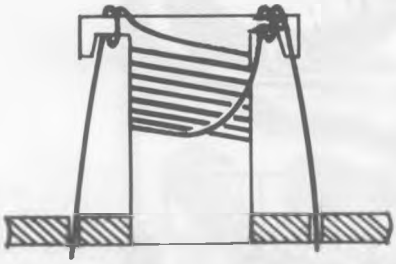


Fig. 210 — Vue du bobinage L 2.

REGLAGES ET MISE AU POINT

Confirmons tout d'abord que cet ensemble émetteur et récepteur est d'une technique éprouvée et que s'il a été monté correctement et sans erreur, avec du bon matériel, il fonctionne pratiquement immédiatement.

Il reste à la fin à exécuter quelques opérations de réglage, ce que nous allons exposer maintenant.

Pour l'émetteur.

Pour constater le bon fonctionnement, la mise en oscillation, pour connaître au moins approximativement la puissance qui est rayonnée par l'antenne, on peut s'aider d'un petit champmètre, comme le C 5 qui est décrit au chapitre des appareils de mesure, ou de tout instrument permettant de juger à quel moment on se trouve au maximum de puissance et si l'appareil fonctionne correctement. On peut encore insérer une petite ampoule de 3 V-50 mA en série, en base d'antenne. La brillance plus ou moins vive de l'ampoule renseigne immédiatement sur l'intensité du courant de haute fréquence qui parcourt l'antenne. Visser le noyau de réglage du bobinage pour rechercher le maximum de brillance, antenne mise en place. Pour constater le fonctionnement de l'émetteur, on peut également faire l'essai d'émettre au voisinage d'un téléviseur, ce qui provoque des stries sur l'écran.

Pour le récepteur.

Le fonctionnement de la super-réaction sera obtenu en agissant sur la résistance de 10 kilohms, ajustable. La palette mobile du relais étant décollée, en faisant tourner la molette de réglage, cette palette doit coller. Dans un premier temps, la palette frétille. Dépasser ce stade jusqu'à obtenir un collage franc. Ne pas aller trop loin, car la sensibilité du récepteur diminue alors rapidement. En cas de non-fonctionnement, on dispose d'un moyen très simple de contrôle et de recherche. Le bruit de souffle de la super-réaction peut en effet être perçu avec un simple écouteur piézoélectrique que l'on branche : d'une part au + 9 volts, d'autre part à la base puis au collecteur du premier BC 238 ; à la base puis à l'émetteur du second BC 238 et, enfin, au collecteur du BCW 94. Le signal est perçu plus fortement après les deux premiers transistors et légèrement affaibli après le dernier.

Au fur et à mesure de l'usure de la pile d'alimentation, il sera nécessaire de réajuster la résistance de 10 kilohms, au moment de la mise sous tension . Il faut ensuite accorder le récepteur sur l'émetteur en agissant sur le noyau du bobinage L 2, de préférence à l'aide d'un tournevis de réglage haute fréquence. Pour cela, l'antenne du récepteur, étant bien dépliée, l'émetteur en route et sans antenne, à proximité du récepteur, on recherche le réglage qui provoque l'arrêt du souffle et le décollage du relais. On fignole ensuite en éloignant les deux appareils l'un de l'autre. L'antenne de l'émetteur étant d'abord à moitié repliée, puis complètement déployée.

La résistance ajustable agit notamment sur le gain du premier étage. Pour le fonctionnement en réception d'une onde pure, on positionne cette résistance juste au seuil du collage du relais, le récepteur se trouve alors au maximum de sa sensibilité.

Si l'on désire diminuer un peu la sensibilité dans les emplois particuliers à courte distance où l'on recherche une grande sécurité (antivol, commande d'ouverture de porte...), on pousse la résistance légèrement au-dessus du seuil de collage, modérément car sinon, le souffle étant trop fort, le récepteur ne répondrait plus sur onde pure.

CONCLUSION

La lecture d'un article technique est toujours un peu austère ; essayons pour une fois de terminer sur une note plus plaisante...

Vous vous trouvez un jour au bord d'un plan d'eau, votre bateau fin prêt et soigneusement fignolé évolue à une dizaine de mètres du bord.

Vous le commandez à la voix ou au sifflet, ou du bout du doigt ou à voix basse.

Et votre bateau obéit à vos ordres.

Gageons que si ce jour-là vous vous trouvez avec quelque parent ou ami, il sera en bon droit d'en éprouver quelque surprise.

Vous avez certainement déjà compris l'explication de ce petit mystère.

L'émetteur EMT. 1 est suffisamment petit pour être dissimulé dans la poche et nous laissons à votre ingéniosité le soin de camoufler dans vos vêtements un quelconque fil d'antenne. Et pendant que, une main dans la poche,

vous manœuvrez consciencieusement le bouton-poussoir, vous enverrez tous autres commandements plus ou moins fantaisistes dont nous vous laissons le choix.

EMETTEUR 27,120 MEGAHERTZ. MONOCANAL. ONDE PURE

L'émetteur E.3.P. qui est représenté en figure 211 est un peu plus important et plus puissant que le précédent, mais il convient également pour le même récepteur R.27.T. L'onde de haute fréquence émise est pilotée par quartz, c'est-à-dire qu'elle est absolument stabilisée et fixée, et ne risque pas de dériver, de se déplacer en cours d'utilisation.

Fig. 211 — L'émetteur E. 3. P. convient également pour le récepteur R.27.T.

La portée est de l'ordre de 200 mètres. Alimentation par pile sous 12 volts. Antenne télescopique de 1,25 mètre. Le schéma de principe est représenté en figure 212 ; il comporte essentiellement deux étages successifs, l'un qui est oscillateur et l'autre qui est amplificateur.

Le transistor BCW 94 constitue l'étage dit «pilote» chargé d'engendrer l'onde haute fréquence 27 mégahertz. Il est monté en oscillateur haute fréquence à l'aide du bobinage L 1, du condensateur de 33 picofarads et du quartz taillé pour osciller dans la bande des 27 mégahertz. Ce quartz fixe rigoureusement la fréquence d'oscillation de l'étage. On dit que l'émetteur est «piloté par quartz».

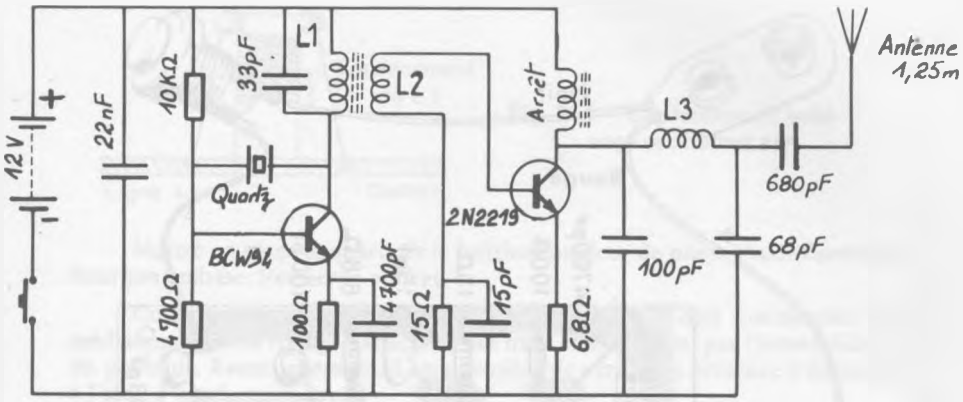


Fig. 212 — Schéma de l'émetteur E. 3. P.

L'onde générée par l'étage pilote est de puissance insuffisante pour être utilisée directement. Elle est donc transmise par le bobinage L 2 au transistor 2 N 2219 monté en amplificateur haute fréquence. L'onde ainsi amplifiée est ensuite appliquée à l'antenne où elle est rayonnée.

L'ensemble est alimenté sous 12 volts par huit piles de 1,5 volt. Le bouton-poussoir de commande est utilisé comme interrupteur du circuit d'alimentation. C'est l'élément de commande qui permet d'envoyer à volonté des ordres plus ou moins longs.

MONTAGE ET CABLAGE

Nous voyons en figure 213 le câblage sur la plaquette de circuit imprimé. Ce dessin est très clair et se suffit à lui-même, voici quelques indications complémentaires qui permettront de mener à bien ce petit travail.

- **Bobinage L 1** : ce bobinage est réalisé sur un mandrin miniature à oreilles de diamètre 6 mm. Voir figure 214. Commencer par enrouler un tour de fil émaillé 5 dixièmes sur une des deux oreilles du mandrin, puis enrouler 12 spires bien jointives à la partie supérieure du mandrin. Remonter ensuite le fil pour enrouler une dernière spire sur la seconde oreille. Agit avec précaution. Ces oreilles sont relativement fragiles.

- **Bobinage L 2** : Fil de 5 dixièmes isolé sous plastique De 2 spires et demie à 3 spires, jointives. Cet enroulement se situe sur le bobinage L 1, en bas de ce bobinage, et sur la partie qui est côté collecteur. C'est pour plus de clarté que nous n'avons représenté que L 1 sur la figure. Encastrer le mandrin ainsi équipé sur le circuit imprimé et souder les quatre fils. Bien gratter les extrémités du fil émaillé afin d'éliminer l'émail qui les recouvre. Visser le noyau magnétique à peu près au milieu du mandrin. La gorge pratiquée dans ce noyau est destinée à recevoir le petit morceau de liège qui fait office de frein.

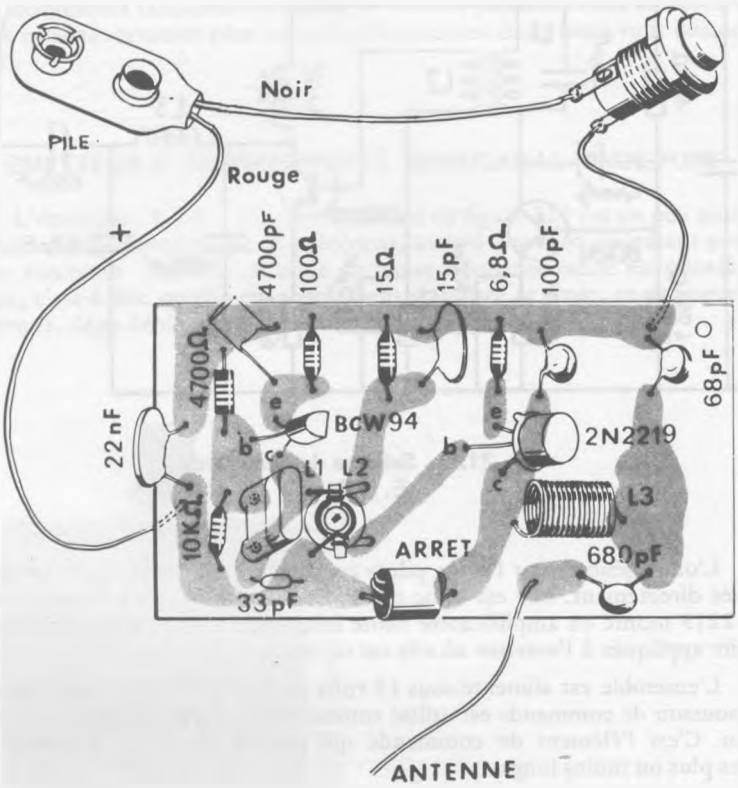


Fig. 213 — Le câblage, vu côté composants. Le circuit imprimé est sur l'autre face.

- **Bobinage L 3** : sur un cylindre quelconque de diamètre 8 mm (queue de foret par exemple), enrouler 14 spires jointives de fil émaillé 8 dixièmes. Enlever le cylindre, gratter les extrémités et souder sur le circuit imprimé.

D'une façon générale, on prêtera attention à la qualité de réalisation de ces bobinages. Les performances de l'émetteur en dépendent.

- **Les transistors** : bien repérer les trois broches des deux transistors. Au soudage, toute la longueur des pattes est conservée.

- **La bobine d'arrêt** : petit cylindre de ferrite grise. Se soude à plat sur le circuit imprimé.

Monter l'embase d'antenne (figure 215) et le bouton-poussoir sur le coffret. Souder sur le circuit imprimé le fil de liaison au bouton-poussoir, le fil de liaison à l'antenne ainsi que le fil rouge de la plaquette pression.

Glisser le circuit imprimé dans la sixième rainure à partir de l'embase d'antenne. Souder sur le poussoir le fil noir de la plaquette pression. Terminer les deux liaisons au poussoir et à l'antenne.

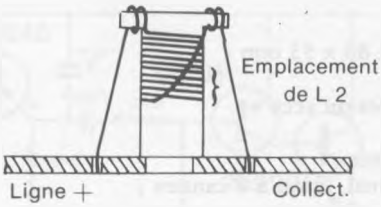


Fig. 214 — Confection du bobinage oscillateur.

Mettre en place le quartz et le boîtier coupleur de piles. Visser l'antenne dans son embase. Fermer le coffret.

Compte tenu de sa conception, l'émetteur E 3 P doit fonctionner immédiatement sans réglage particulier dès mise sous tension, par l'intermédiaire du poussoir. Eventuellement, il sera possible de vérifier la présence d'émission à l'aide d'un champmètre.

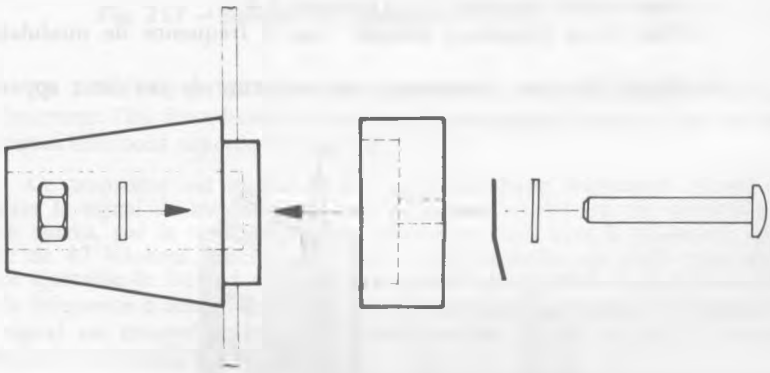


Fig. 215 — Fixation de l'embase d'antenne sur le coffret.

EMETTEUR ET RECEPTEUR MONOCANAL 72 MHz A CIRCUIT BF ACCORDE

Voici quelles sont les caractéristiques générales de l'ensemble émetteur et récepteur dont nous nous proposons de décrire ici la réalisation pratique.

Pour l'ensemble.

- Liaison haute fréquence sur 72 mégahertz ;
- Monocanal ;
- Entièrement sur circuits imprimés ;
- Portée supérieure à 500 m ;
- Sécurité et sélection accrues par l'emploi d'un circuit basse-fréquence du récepteur accordé sur la modulation de l'émetteur.

Pour l'émetteur.

- En coffret métallique de 175 x 80 x 55 mm ;
- Antenne télescopique 1 m ;
- Alimentation sous 12 V par piles ou accu ;
- Puissance totale 720 mW ;
- Oscillateurs H.F. et B.F. stabilisés ;
- Facilité d'extension en multicanal, jusqu'à 8 canaux ;
- Onde modulée.

Pour le récepteur.

- A superréaction ;
- En coffret métallique de 70 x 35 x 35 mm ;
- Poids 75 g ;
- Alimentation par pile 9 V ou par accu 8,4 V ;
- Filtre basse fréquence accordé sur la fréquence de modulation.

La figure 216 nous donne une vue extérieure de ces deux appareils.

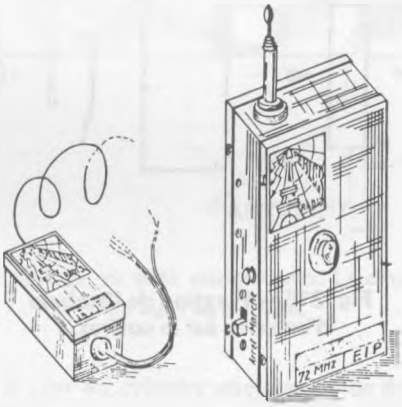


Fig. 216 — L'ensemble E1P1 et RSC1

EXAMINONS LES SCHEMAS

L'émetteur E 1 P/1

Le schéma de principe de l'émetteur est représenté en figure 217. Voici quel est le rôle de chacun des étages et du transistor qui l'équipe :

- 2 N 2646, oscillateur basse fréquence ;
- BC 108, mise en forme des signaux de basse fréquence ;
- 2 N 2907, amplificateur B.F. et modulateur ;
- 2 N 2905, oscillateur Haute Fréquence.

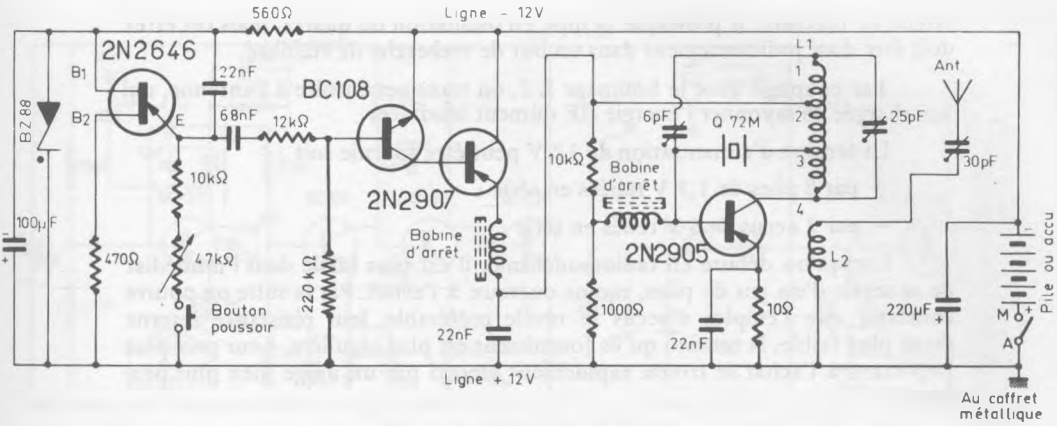


Fig. 217 — Schéma de l'émetteur E 1 P 1

Le 2 N 2646 est un transistor unijonction, comportant deux bases et un émetteur. Ces deux bases ne sont pas interchangeables entre elles, et c'est pourquoi elles sont repérées B 1 et B 2.

Ce transistor est monté ici en oscillateur basse fréquence, chargé de générer le signal de modulation. La fréquence d'oscillation est déterminée, entre autres, par la résistance de 10 kilohms en série avec la résistance ajustable de 47 kilohms. Au moment de la mise au point, on règle cette résistance ajustable de façon à accorder la fréquence du signal de modulation émis sur la fréquence d'accord du filtre basse fréquence que comporte le récepteur. Ce signal est envoyé grâce au bouton-poussoir, qui est en fait le bouton «envoyeur» d'ordres de l'émetteur.

La fréquence de ce signal peut se situer entre 1 000 et 2 000 Hz. Il suffit donc pour l'équipement du récepteur de choisir un filtre se situant dans cette plage, et l'on sait que par la manœuvre de la résistance ajustable on pourra toujours régler la modulation sur cette valeur.

On demande essentiellement à tout oscillateur d'être stable, de fournir un signal dont la fréquence ne se déplace pas, «ne bouge pas». Ici ce montage à unijonction oscillateur par résistances et capacités est déjà en soi fort réputé pour sa stabilité. Pour y contribuer, il est alimenté sous une tension qui est elle-même stabilisée, par les éléments 560 ohms, 100 microfarads, et la diode Zener BZ 88 ; la tension d'alimentation peut chuter de 12 V jusqu'à 8 V sans que la stabilité de la basse fréquence en soit affectée.

Ce premier étage génère des signaux en dent de scie, impropres à moduler correctement un émetteur. L'étage suivant a donc pour but une mise en forme de ces signaux, qu'il transforme en rectangulaires, et qui sont ensuite amplifiés par le 2 N 2907 ; c'est celui-ci qui est chargé d'appliquer la modulation B.F. à l'étage oscillateur haute fréquence, équipé du 2 N 2905.

C'est cet étage qui est chargé de générer la fréquence porteuse, l'onde de haute fréquence. Ici, également, et surtout ici, une très grande stabilité est demandée à l'oscillation produite ; c'est là le but et le rôle du quartz, il détermine et fixe rigoureusement la fréquence de l'oscillation, directement sur 72 MHz. Le condensateur ajustable de 25 picofarads accorde la fréquence du circuit oscillant sur celle du quartz ; celui de 6 picofarads est un conden-

sateur de réaction, il provoque la mise en oscillation du quartz, mais cet effet doit être dosé judicieusement dans un but de recherche de stabilité.

Par couplage avec le bobinage L 2, on transmet ensuite à l'antenne, qui est chargée de rayonner l'énergie HF dûment modulée.

La tension d'alimentation de 12 V peut être fournie soit :

— par 8 piles de 1,5 V reliées en série ;

— par 2 accus de 6 V reliés en série ;

Lorsqu'on débute en radiomodélisme, il est plus facile dans l'immédiat de se servir d'un jeu de piles, moins onéreux à l'achat. Par la suite on pourra constater que l'emploi d'accus se révèle préférable, leur résistance interne étant plus faible, la tension qu'ils fournissent est plus régulière. Leur prix plus important à l'achat se trouve rapidement amorti par un usage bien plus prolongé.

Sous cette tension de 12 V, le débit est de 60 mA, ce qui correspond bien à une puissance de 720 mW.

Le Récepteur RSC. 1.

Il comporte un filtre basse fréquence qui est accordé sur la fréquence de modulation de l'émetteur. Ceci a été adopté en vue d'obtenir une certaine sécurité de fonctionnement. En effet, si une quelconque onde H.F. de 72 mégahertz atteint son antenne, le récepteur ne sera pas actionné. Il ne fonctionnera que si l'onde H.F. est également modulée par une fréquence B.F. identique à celle de son filtre B.F.

Son schéma est représenté en figure 218.

Le transistor BCY 57 équipe le premier étage, détecteur à superréaction. Le bobinage L 1 et le condensateur de 10 pF constituent le circuit oscillant d'accord que l'on accorde sur l'onde de 72 MHz rayonnée par l'émetteur. Cet accord est obtenu par le déplacement du noyau magnétique se trouvant à l'intérieur du bobinage. Le signal reçu et détecté par ce premier étage est transmis par le 47 nF à la base du premier BC 109. Nous trouvons ensuite trois étages amplificateurs successifs montés en liaison directe. Après le BC 108, la résistance potentiométrique de 10 kΩ permet de doser la tension que l'on transmet au dernier étage « filtre et relais », par les condensateurs de 2,2 μF. Les 2 diodes montées en opposition ont un but de régulation de la tension transmise au dernier étage.

Le dernier étage comporte un filtre basse fréquence, circuit accordé sur une fréquence se situant entre 1 500 et 2 000 Hz. A l'émission on accorde la fréquence de la modulation sur celle du filtre, ce qui a pour conséquence que le récepteur ne réagit que sur son émetteur propre, sur lequel il est accordé en H.F. et en B.F. C'est une grande sécurité, il est très peu sensible aux parasites industriels et aux autres émissions ne répondant pas à ses caractéristiques.

Le récepteur se termine par un relais, présentant 3 points de contact : palette mobile, contact travail, contact repos. C'est à ces points de sortie que l'on raccorde le ou les éléments que l'on veut commander par la radiocommande : moteur, servo, relais secondaire... Le pouvoir de coupure des contacts est de 30 W avec maximum de 1 A et de 100 V, ce qui est amplement suffisant pour les besoins courants.

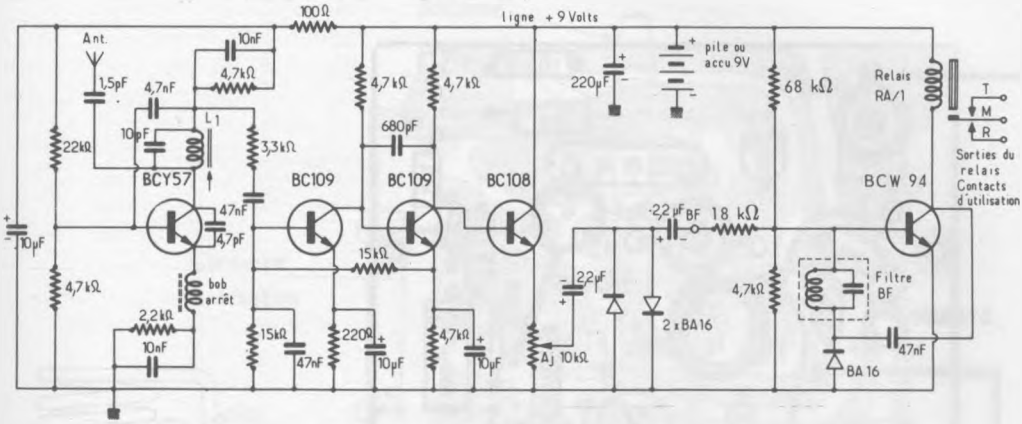


Fig. 218 — Le récepteur RSC. 1.

L'alimentation peut être faite par pile de 9 V. Ici également et comme pour l'émetteur, on pourra être amené par la suite à préférer une alimentation par accu. On peut adopter un modèle de faible capacité, au cadmium-nickel. Chaque élément fournissant 1,2 V, on constitue une batterie de 7 éléments, ce qui donne 8,4 V.

La consommation est d'environ 8 mA en attente, et de 20 mA sur réception d'un ordre, lorsque le relais colle.

MONTAGE ET CABLAGE

POUR L'EMETTEUR

Le câblage de tous les constituants est fait sur une plaquette de circuit imprimé qui est reproduite en figure 219.

Pour l'émetteur et le récepteur, les bobines d'arrêt sont des modèles identiques et sont fournies toutes faites. Cet élément se présente comme un petit cylindre de ferrite traversé par quelques spires de fil nu. Les bobinages haute fréquence doivent être confectionnés de la façon suivante :

L 1 : sur un mandrin quelconque de diamètre 10 mm, bobiner 5 spires et demie de fil nu étamé 10 dixièmes espacées pour constituer un bobinage de longueur 12 mm. La prise du quartz se fait à 1 spire du côté collecteur, et la prise d'alimentation se fait à 2 spires et demie. Le mandrin est ensuite retiré et le bobinage reste ainsi sur air. Il doit être ensuite disposé verticalement sur la plaquette de câblage.

L 2 : en fil de câblage 7 dixièmes sous thermoplastique, on constitue 2 spires jointives de diamètre suffisant pour qu'elles puissent être enfilées sur le

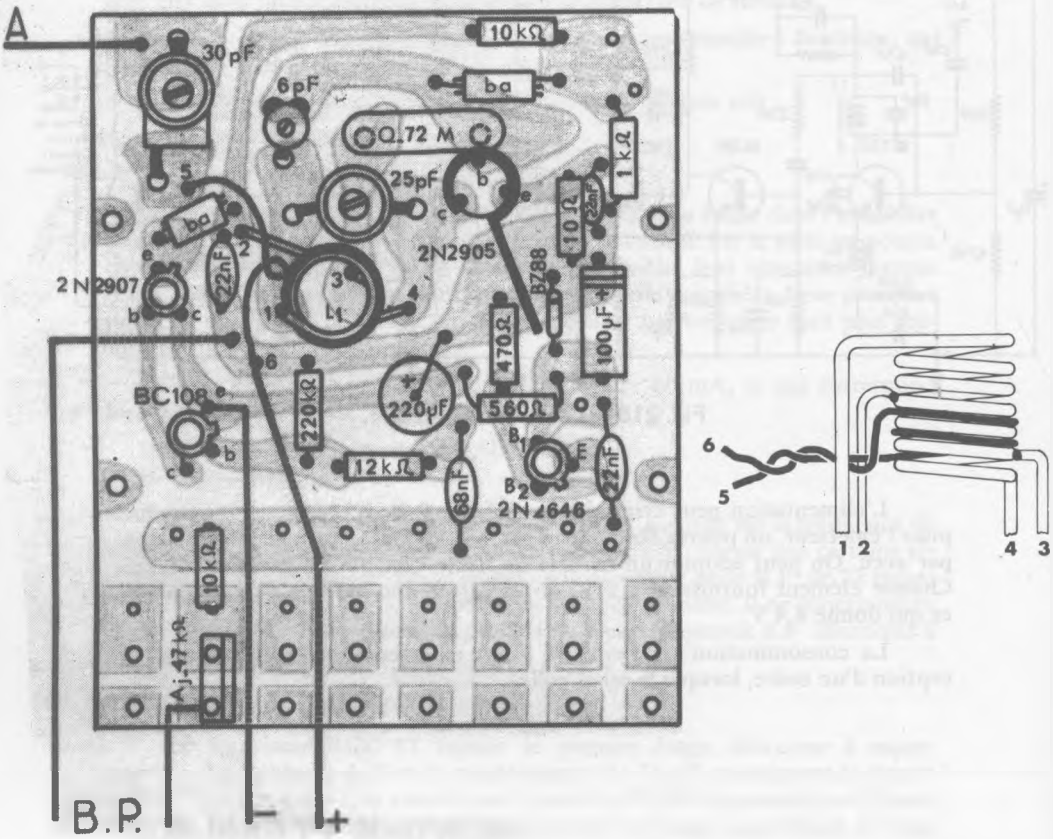


Fig. 219 - Emetteur E1P/1. Câblage du module. Détail du bobinage HF.

bobinage L 1. Elles doivent être couplées avec ce dernier, côté collecteur, et pratiquement toucher et enserrer 2 spires. On torsade ensuite serré, pour faire ensuite la liaison à la masse et à l'ajustable de l'antenne.

Le transistor haute fréquence doit être muni d'un dissipateur de chaleur de dimension appropriée. Pour la diode Zener, le côté positif est repéré par un cercle de couleur ; il est recommandé de ne pas souder trop court, faire une petite boucle à chacune des broches.

La figure 220 représente la disposition des différents organes dans le coffret métallique. Celui-ci est constitué en fait d'une ceinture, sur laquelle se fixent le panneau avant et un panneau arrière, disposition fort commode, car on a ainsi un accès très aisé aux différents éléments. La plaquette de montage est maintenue par 2 cornières métalliques. Rappelons que pour relier des piles ou des accus en série, on branche «le plus de l'un au moins de l'autre».

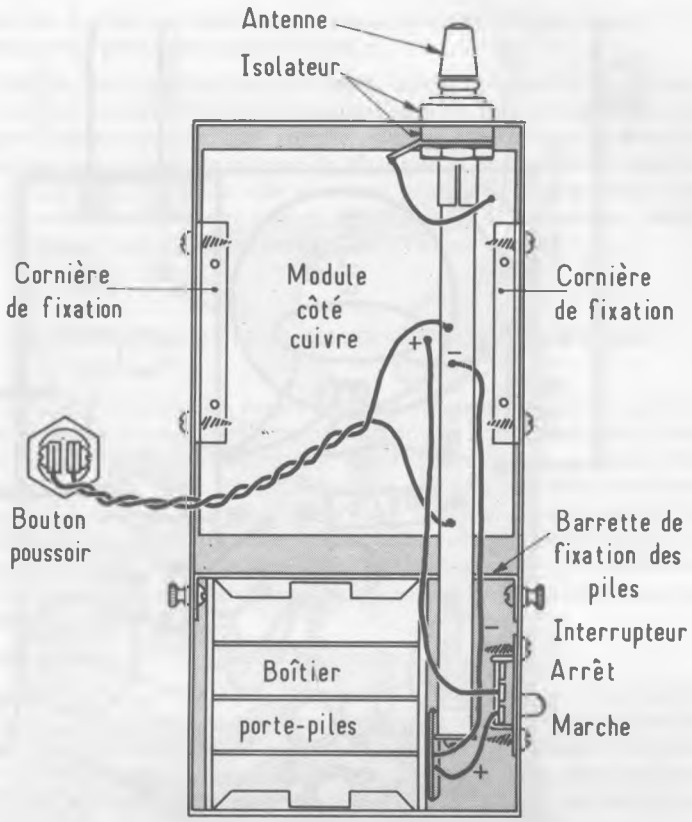


Fig. 220 — Emetteur E1P/1. Disposition des éléments dans le coffret.

POUR LE RECEPTEUR

Ici également, le câblage de tous les éléments constituants est fait sur plaquette de circuit imprimé, et qui est reproduite en figure 221.

Attention, dans le cas d'un récepteur de radiocommande, le poids et surtout les dimensions sont des valeurs que l'on s'efforce toujours de réduire, cet appareil étant lui embarqué à bord du modèle réduit. Ici, la plaquette de montage ne fait que 65 sur 30 millimètres, et pour faire tenir le tout sur ces dimensions, le câblage doit être fait «en épi», c'est-à-dire que tous les éléments doivent être disposés **verticalement** ; et bien entendu le câblage doit être mené très soigneusement.

Le filtre basse fréquence est livré tout fait. Le bobinage d'accord L 1 doit être confectionné de la façon suivante ; sur le mandrin isolant de 6 mm, avec du fil émaillé 4 dixièmes faire tout d'abord 2 tours sur l'un des ergots, pour fixation, puis bobiner au centre du mandrin 4 spires jointives, et enfin

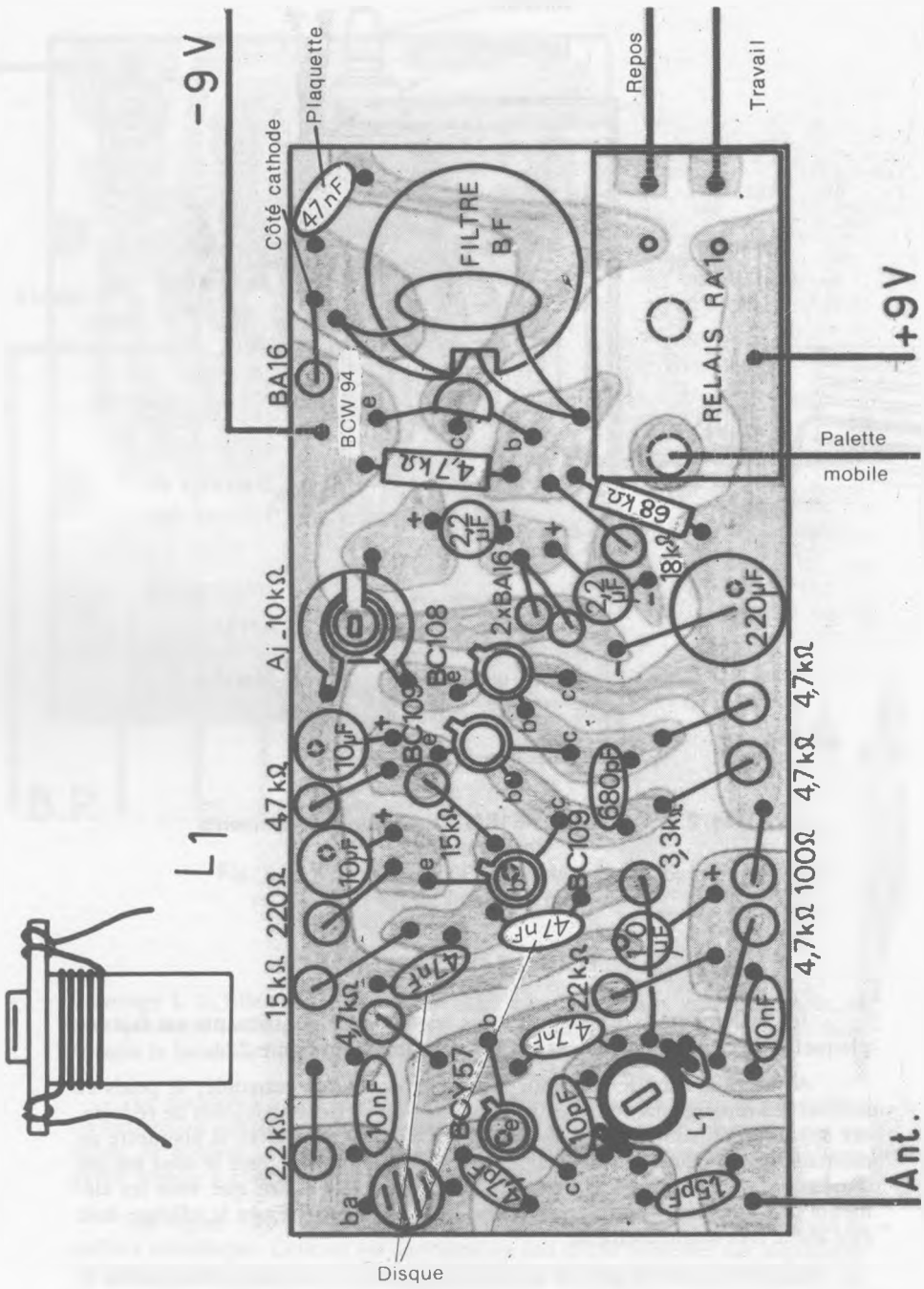


Fig. 221 — Récepteur RSC 1. Câblage du module. Détail du bobinage.

terminer par 2 tours sur l'autre ergot, pour fixation. On peut ensuite immobiliser le tout avec de la cire haute fréquence.

Il n'y a pratiquement aucun élément de réglage pour le démarrage de la super-réaction, on peut dire de cet appareil que s'il est correctement exécuté, il démarre immédiatement, sans aucune mise au point. Pour terminer, on entoure la plaquette câblée de mousse de plastique et on l'introduit ainsi dans le coffret. C'est très commode, elle se trouve protégée électriquement (courts-circuits...) et mécaniquement (chocs, vibrations...). L'antenne est constituée par un fil souple isolé de 70 cm environ, ce n'est pas critique.

VERIFICATION ET MISE AU POINT POUR L'EMETTEUR

En ce qui concerne les étages de basse fréquence, il n'y a aucune mise au point à prévoir, toute cette partie fonctionne immédiatement et sans réglage. Il est très facile d'en constater le bon fonctionnement à l'aide d'un simple casque, puisqu'il s'agit ici de fréquences qui sont **audibles**. On le branche d'une part à la masse (au + 12 V), et l'autre borne prolongée par un condensateur de sécurité de 22 nF «touche» les différents points d'entrée et de sortie de chaque étage B.F., de chaque transistor. A partir de l'oscillateur, on entend ainsi le signal de modulation tout le long des différents étages, jusqu'à l'émetteur du 2 N 2907.

Voyons ensuite l'étage haute fréquence.

Pour s'aider dans les réglages, on peut s'aider d'un petit champmètre extérieur, qui donne toujours en permanence une vue sur la puissance qui est rayonnée, ou d'une boucle de couplage. Agir tout d'abord sur les ajustables de 25 et 6 picofarads, en retouchant l'un et l'autre à l'aide d'un tournevis de réglage H.F. en matière isolante. On constate la présence de l'oscillation en couplant avec L 1 le bobinage du champmètre ou la boucle.

Il importe de vérifier si l'oscillation est bien commandée par le quartz, pour cela faire l'essai de le retirer de son support, l'oscillation **doit cesser** (plus rien au champmètre). Si l'oscillation subsiste, il faut diminuer le 6 pF, c'est sur cet élément qu'il faut agir pour **absolument observer** :

— quartz en place, oscillation ;

— quartz retiré, plus d'oscillation ;

Et ceci d'une façon très sûre, il ne faut pas craindre de retoucher et fignoler. Le 25 pF qui accorde le circuit oscillant sur la fréquence du quartz permet de déterminer **un seul point** de fonctionnement.

Passer ensuite au 30 pF d'antenne en recherchant la maximum de déviation au champmètre ou de brillance à la boucle. Ne pas craindre de retoucher tous ces réglages. A la fin, lorsque le tout est monté dans le coffret métallique, on peut encore fignoler ces réglages avec le coffret tenu d'une main, et la masse du montage reliée au coffret métallique.

Pour faciliter les différentes opérations de vérification, de recherche et de mise au point, rappelons que dans le cas d'un tel type de récepteur :

— L'étage détecteur à super-réaction, équipé du BCY 57, produit un bruit de souffle qui est très bien entendu avec un simple casque à écouteurs.

— Ce bruit de souffle peut être entendu tout le long des 3 étages suivants, à l'entrée et à la sortie de chaque étage.

— Atteignant le dernier étage, il y provoque un **frétillement** du relais, un battement continuel.

— Le bruit de souffle se trouve stoppé dès que le récepteur reçoit l'onde de haute fréquence qui provient de l'émetteur.

— En état de réception, on entend également avec un casque les signaux de basse fréquence issus de l'émetteur, tout le long des différents étages.

Tout ceci est extrêmement commode et très efficace, et en plus fort simple, puisque ne nécessitant qu'un casque à écouteurs. Voici donc comment vous pourrez procéder.

Au début, l'appareil étant seul sur table, curseur de la résistance ajustable du côté de la masse, rien n'arrive donc au dernier étage. Tourner lentement le curseur, le relais commence à frétiller lorsqu'il reçoit du souffle. Régler au seuil du frétillement.

Accorder le circuit d'accord sur la fréquence de l'émetteur en agissant sur le noyau de réglage du bobinage L 1. L'accord est repéré par l'extinction du souffle. Il existe d'ailleurs un procédé très commode de contrôle et d'accord. Voyez en figure 222 la **boucle à quartz**. Elle est constituée par deux spires de fil émaillé 9 dixièmes, en faisant 25 à 30 mm environ. Elle reçoit le quartz de l'émetteur, garantie d'un accord absolument précis.

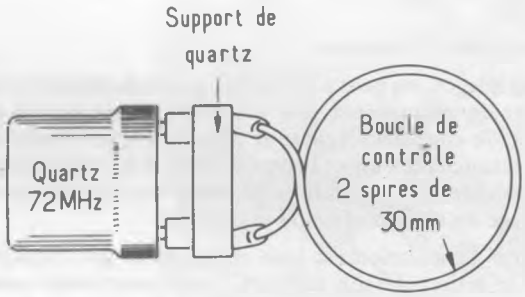


Fig. 222 — Boucle de réglage à quartz pour l'accord rigoureux du récepteur

Quartz tenu à la main, la boucle approchant le bobinage, on agit sur le noyau de réglage jusqu'à ce qu'on obtienne l'arrêt du souffle, et ceci se manifeste par l'arrêt du frétillement du relais. Au début on peut approcher assez près, puis fignoler en éloignant progressivement la boucle.

Dernier réglage. Emetteur et récepteur en route, on agit sur la 47 kΩ de l'émetteur, de façon à accorder la fréquence de la modulation sur le filtre B.F du récepteur. Cela se traduit par le collage du relais, but final recherché. Encore une fois, ne pas craindre de fignoler tous ces réglages. En particulier, lorsque tout est terminé, éloigner le récepteur de l'émetteur et retoucher le noyau d'accord L 1 du récepteur, le fignoler, c'est de lui que dépendra la sensibilité du récepteur, la bonne distance de portée de l'ensemble.

EN ANNEXE

Nous vous donnons en figure 223 un schéma complémentaire qui pourra permettre, au besoin, de transformer votre émetteur monocanal en émet-

teur multicanal de 2 canaux, ou 3 canaux, ou plus, et ceci par la simple adjonction de résistances. C'est extrêmement intéressant.

Bien entendu, il y aura également à prévoir sur le panneau avant, des clés de commande en nombre de contacts correspondants.

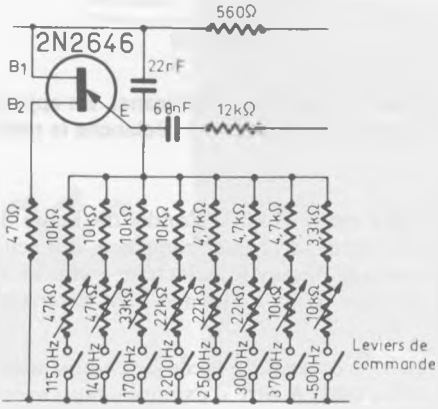


Fig. 223.

UN ENSEMBLE MULTICANAL

DEFINITIONS ET GENERALITES

Qu'est-ce que la radiocommande en multicanal ?

En quoi consiste ce procédé ?

Prenons l'exemple d'une installation en 4 canaux, puisque c'est un tel ensemble que nous allons décrire ici.

A l'émission, nous disposons de 4 boutons, chaque bouton correspondant à un canal. Le récepteur comporte 4 relais et lorsque l'on appuie sur l'un des boutons, on actionne l'un des relais correspondants.

On dispose donc ainsi d'une commande précise et bien déterminée, **non séquencée**. Si par exemple un bouton correspond à la commande «gauche» et un autre à la commande «droite», nous pourrons toujours passer très exactement un ordre bien déterminé, qui sera **ou** droite **ou** gauche. Le même ordre pourra être répété si nécessaire, sans qu'il soit besoin de passer par d'autres manœuvres intermédiaires. Comment procède-t-on ?

Le principe de fonctionnement d'une installation en multicanal est schématisé par la figure 224.

A l'émission, nous disposons de 4 oscillateurs **basse fréquence**, chacun d'eux étant mis en route par un bouton de commande. Le signal engendré **module** un émetteur haute fréquence ; c'est cette onde modulée qui est rayonnée par l'antenne d'émission.

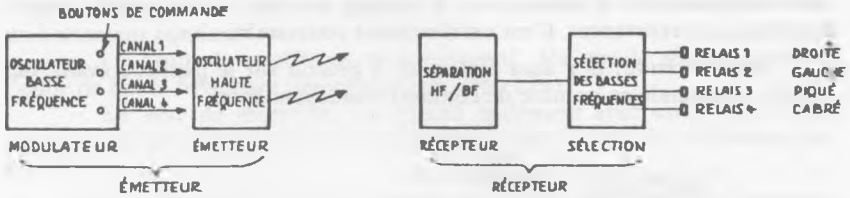


Fig. 224 — Schématisation d'une émission en multicanal. En appuyant sur le bouton 4, on déclenche le relais 4. Le bouton 1 déclenche le relais 1, etc.

A la réception, un premier étage élimine l'onde de haute fréquence pour ne laisser subsister que le signal de basse fréquence, qui seul nous intéresse. Ensuite, nous trouvons un ensemble **sélecteur** composé de filtres, dont chacun ne réagit que sur une basse fréquence bien déterminée et déclenche un relais.

A la suite de chaque relais, il est ensuite facile de commander tout moteur ou servo-mécanisme que l'on veut. A titre d'exemple, nous avons indiqué sur la figure 224 les 4 commandes-type que l'on installe souvent sur un avion radiocommandé :

— droite et gauche agissent sur la gouverne de direction ;
— cabré et piqué agissent sur la gouverne de profondeur.

Mais il est bien entendu que sur tout mobile télécommandé quel qu'il soit, on peut installer toute commande appropriée.

UN ENSEMBLE EMETTEUR RECEPTEUR 4 OU 8 CANAUX

Voici les caractéristiques générales de cet ensemble émetteur et récepteur de radiocommande.

Pour l'ensemble :

— Liaison haute fréquence sur 72 mégahertz ;
— 4 canaux, avec facilité d'extension en 8 canaux ;
— Entièrement sur circuits imprimés ;
— Portée de l'ordre de 1 000 m.

Pour l'émetteur :

— En coffret métallique de 180 x 120 x 80 mm ;
— Antenne télescopique rentrante de 1 m ;
— Pouvant très facilement être équipé en 2 ou 4 ou 6 ou 8 canaux ;
— Alimentation par pile ou accu, sous 12 volts ;
— Puissance 850 milliwatts ;
— Oscillateur basse fréquence stabilisé ;
— Emission haute fréquence stabilisée par quartz.

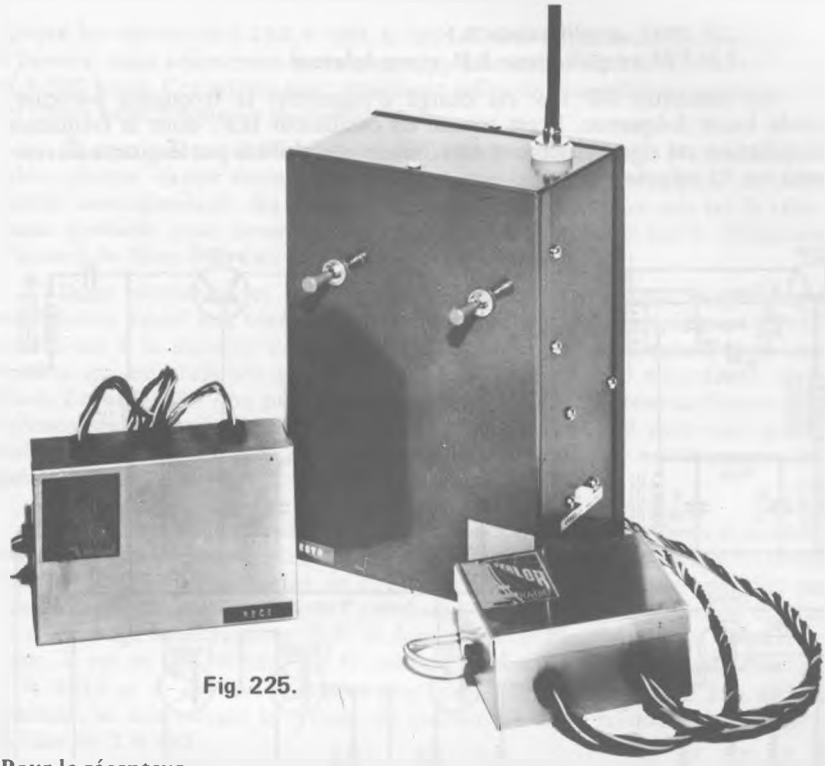


Fig. 225.

Pour le récepteur :

- A super-réaction ;
- Sélection par filtres basse fréquence ;
- En coffret métallique de 108 x 73 x 35 mm, poids 180 g ;
- En 8 canaux, adjonction d'un coffret de 78 x 58 x 35 mm, poids 130 g ;
- Alimentation par pile 9 volts, ou par accu 8,4 volts ;

La figure 225 représente une vue extérieure de l'ensemble de cet équiment.

EXAMINONS LES SCHEMAS

L'émetteur EST 4.

Le schéma de principe de l'émetteur est représenté figure 226.

Pour mieux saisir le fonctionnement, nous avons séparé les étages qui le composent, haute et basse fréquence. Voici ensuite quel est le rôle de chaque étage et du transistor qui l'équipe.

- BC 109, oscillateur pilote haute fréquence ;
- BCY 57, étage amplificateur séparateur ;
- 2 N 2219, amplificateur haute fréquence de puissance ;
- 2 N 2646, oscillateur basse fréquence ;
- BC 109, mise en forme des signaux B.F. ;

– 2 N 2907, amplificateur B.F. ;
– 2 N 697, amplificateur B.F. et modulateur.

Le transistor BC 109 est chargé d'engendrer la fréquence porteuse, l'onde haute fréquence. Il est monté en oscillateur H.F. dont la fréquence d'oscillation est rigoureusement déterminée et stabilisée par le quartz directement sur 72 mégahertz.

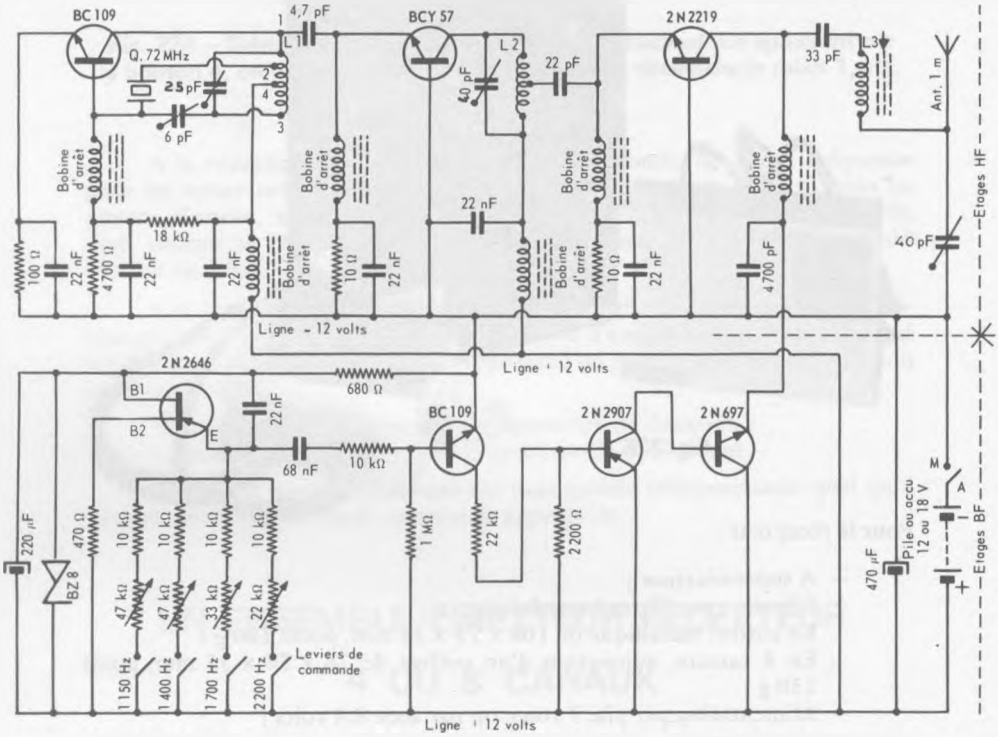


Fig. 226 — Schéma de principe de l'émetteur EST 4 (4 canaux).

Vient ensuite le BCY 57, étage amplificateur et séparateur, intermédiaire entre le pilote et l'étage amplificateur de puissance équipé du 2 N 2219. C'est ce dernier qui alimente l'antenne en énergie de haute fréquence, et qui est modulé par les signaux issus des étages de basse fréquence.

Le 2 N 2646 est un transistor unijonction, comprenant 2 bases et un émetteur, il importe de respecter le branchement respectif des bases B 1 et B 2 qui ne sont pas interchangeables entre elles. Ce type de transistor est monté ici en oscillateur basse fréquence, chargé d'engendrer les signaux de modulation.

Cet étage suffit à lui seul à couvrir une plage qui s'étend de 850 à 7 500 hertz, plage dans laquelle il est facile de choisir 4 valeurs si l'on veut faire un 4 canaux ou 6 ou 8 à volonté. Ici, par exemple, pour 4 canaux nous avons

adopté les valeurs de 1 150, 1 400, 1 700 et 2 200 hertz. Pour équipement en 8 canaux, nous adopterons les valeurs supplémentaires de 2 500, 3 000, 3 700 et 4 500 hertz. Ces valeurs sont également celles sur lesquelles seront accordés les filtres basse fréquence du récepteur.

Chaque valeur est déterminée par la résistance fixe et la résistance ajustable, chaque circuit étant mis en service par le contact du levier de commande correspondant. Au moment de la mise au point, on agit sur la résistance ajustable pour accorder la fréquence du signal émis sur la fréquence d'accord du filtre B.F. du récepteur.

Il est nécessaire, et ceci est très important, que chaque fréquence de modulation émise soit bien stable, «ne bouge plus», ne se déplace pas. Pour contribuer à la stabilité de cet étage, l'alimentation est effectuée sous une tension qui est stabilisée par les éléments 680 ohms, 220 microfarads et la diode Zener BZ 88 ; on peut constater en pratique que la tension fournie par l'alimentation principale peut chuter de 18 volts jusqu'à 9 volts sans que la stabilité des signaux B.F. soit affectée. C'est un résustat extrêmement appréciable.

Cet étage engendre des signaux en dents de scie, impropres à moduler correctement l'émetteur. L'étage suivant a donc pour rôle de mettre en forme ces signaux, qu'il transforme en signaux rectangulaires, ensuite amplifiés par les 2 étages suivants. Le 2 N 697 est chargé d'appliquer la modulation B.F. au dernier étage amplificateur H.F. Il fonctionne comme une sorte d'interrupteur, il est en fait traversé par le courant total qui alimente le collecteur du 2 N 2219 et ce courant se trouve plus ou moins «libéré» par le 2 N 697 et modulé, et cela suivant le rythme du courant de basse fréquence appliqué à la base du 2 N 697.

L'alimentation peut se faire :

— sous 12 volts, par 2 accus de 6 volts branchés en série ;
— sous 13,5 volts, par 3 piles de 4,5 volts ;
— sous 18 volts, par 3 accus de 6 volts, ou par 2 piles de 9 volts.

Lorsqu'on commence un tel montage, il est évidemment plus facile, dans l'immédiat, de se servir d'un jeu de piles, d'ailleurs moins coûteux à l'achat. Mais par la suite, on peut constater que l'on obtient de bien meilleurs résultats avec une batterie d'accus, dont la résistance interne est plus faible et la tension fournie plus régulière. Le prix important à l'achat est rapidement amorti par un usage bien plus prolongé.

Sous 12 volts, le débit de la source d'alimentation est supérieur à 70 milliampères, ce qui donne une puissance de l'ordre de 850 milliwatts.

Cet appareil peut être alimenté à volonté tel quel sous 12 ou 18 volts, sans aucune modification. Sous 12 volts, il convient pour commande de bateau ou d'avion en évolutions normales au-dessus d'un terrain, jusqu'à 400 ou 500 mètres (rappelons à ce sujet un excellent point de comparaison : le sommet de la Tour Eiffel est situé à 300 mètres...). On pourra adopter le 18 volts, dont la portée est alors de plusieurs kilomètres, si l'on désire réellement une très grande puissance, une grande sécurité de manœuvre.

Le récepteur RSC. 4.

Le schéma de principe du récepteur est représenté figure 227.

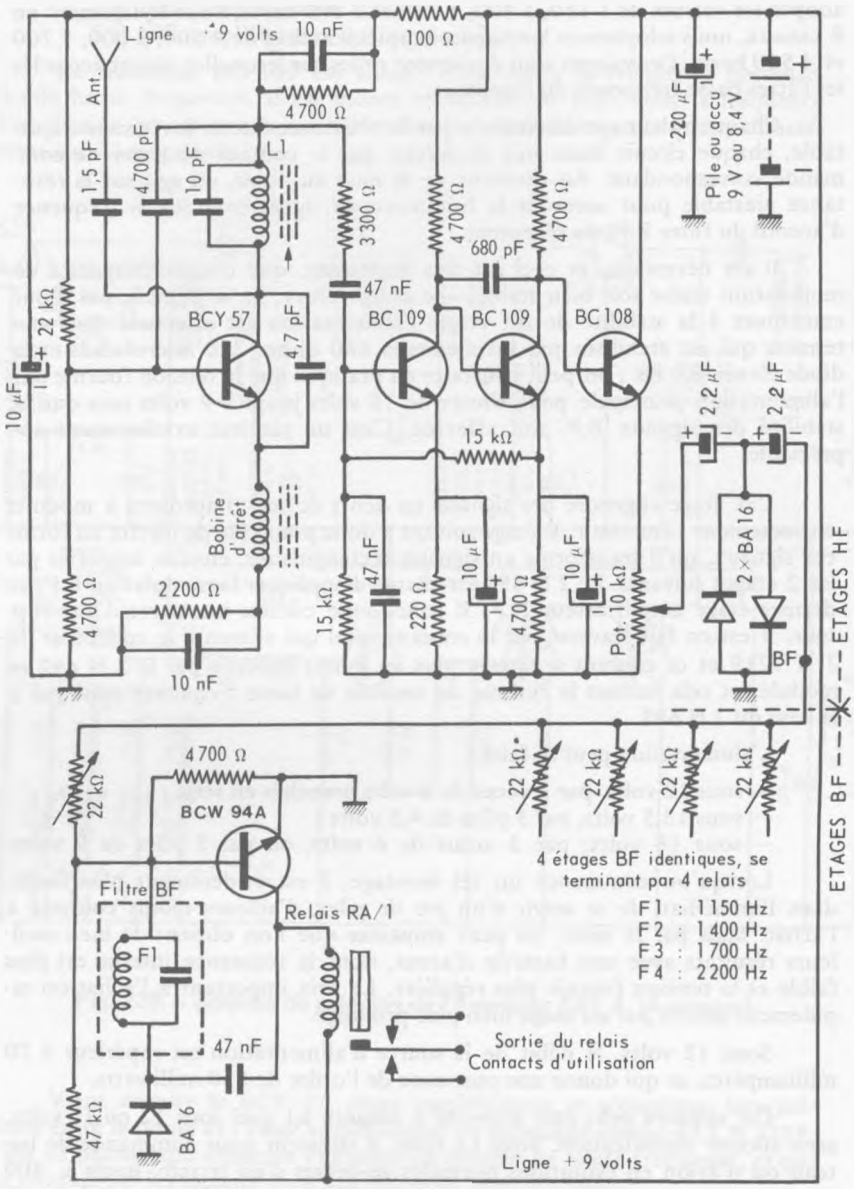


Fig. 227 – Schéma de principe du récepteur RSC. 4.

Ici également nous avons séparé les étages H.F. des étages B.F. pour faciliter l'examen des circuits. Le transistor BCY 57 équipe le premier étage, détecteur à super-réaction. Le bobinage L 1 et le condensateur de 10 picofarads branché à ses bornes constituent le circuit oscillant d'accord, que l'on accorde sur l'onde haute fréquence de 72 mégahertz rayonnée par l'émetteur.

Cet accord est obtenu par déplacement du noyau magnétique se trouvant dans le bobinage.

Le signal reçu et détecté par ce premier étage est transmis par le 47 nanofarads à la base du premier BC 109. Nous trouvons à partir de là trois étages amplificateurs successifs montés en liaison directe, sans condensateur de liaison. Après le dernier transistor, le potentiomètre de 10 kilohms permet de transmettre tout ou partie de la tension disponible, aux étages «filtres et relais», par les condensateurs de 2,2 microfarads. Les 2 diodes montées en opposition ont pour rôle d'écrêter et d'égaliser entre eux les signaux provenant des différents canaux, pour que tous aient une amplitude identique, à l'entrée des étages filtres et relais.

Nous n'avons représenté qu'un seul des quatre étages, puisque tous sont exactement identiques, mais le récepteur comprend bien en réalité quatre étages, recevant tous les signaux B.F. à travers une résistance réglable de 22 kilohms. Nous avons ici quatre étages sélecteurs terminés par un relais sensible, chacun de ces relais devant être actionné par l'une des fréquence B.F. provenant de l'émetteur. Cette sélection est opérée par un filtre basse fréquence réglé et accordé sur une fréquence bien déterminée. Ici, par conséquent, nous aurons 4 filtres, accordés sur 1 150, 1 400, 1 700 et 2 200 hertz. Pour la transposition de ce récepteur en un 8 canaux, nous ajouterons un bloc B.F. supplémentaire, comprenant quatre étages filtres et relais, accordés sur les fréquences, 2 500, 3 000, 3 700 et 4 500 hertz. Toutes ces valeurs n'ont d'ailleurs rien de rigoureusement absolu, puisqu'à l'émission les résistances ajustables permettent d'accorder chaque voie sur le filtre qui lui correspond.

En définitive, le fait d'envoyer un signal destiné au canal 1, par exemple, commande sur le récepteur l'action du relais 1, et ainsi de suite. A partir du relais on peut ensuite actionner un servomécanisme qui va agir sur une gouverne ou mettre un moteur en marche ou provoquer toute autre action que l'on désire. Le pouvoir de coupure des relais est de 30 watts, avec maximum de 1 ampère et de 100 volts.

L'alimentation peut être faite par pile de 9 volts, il en existe de différents modèles. Ici également, et comme pour l'émetteur, on pourra être amené par la suite à préférer une alimentation par accumulateur. On peut adopter un modèle de faible capacité, au cadmium-nickel. Chaque élément fournissant une tension de 1,2 volt , on constitue une batterie de 7 éléments, ce qui donne en tout 8,4 volts.

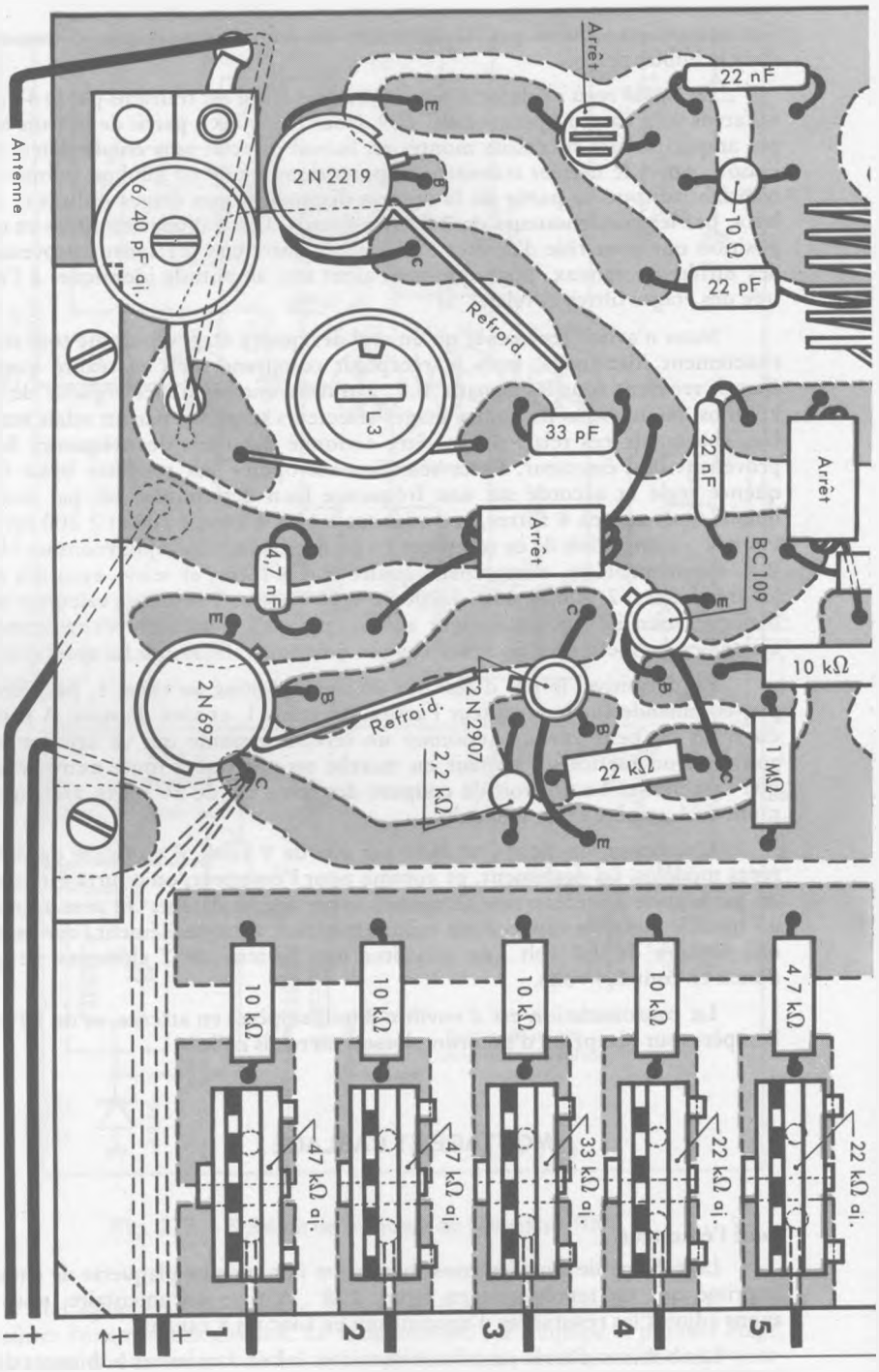
La consommation est d'environ 8 milliampères en attente, et de 20 milliampères sur réception d'un ordre, lorsqu'un relais colle.

MONTAGE ET CABLAGE

Pour l'émetteur.

Le câblage de tous les constituants est fait sur une plaquette de circuit imprimé qui est représentée en figure 228 . A titre documentaire, nous y avons adjoint les résistances d'appoint qui en font un 8 canaux.

Les bobines d'arrêt sont fournies toutes faites. Les autres bobinages doivent être confectionnés avec les spécifications suivantes, et en se reportant à la figure 229.


Antenne
6/40 pF ai.
2N2219
Arrêt
22 nF
10 Ω
22 pF
Refroid.
L3
33 pF
22 nF
Arrêt
BC 109
Arrêt
4,7 nF
2N697
Refroid.
2N2907
2,2 kΩ
22 kΩ
1 MΩ
10 kΩ
10 kΩ
10 kΩ
10 kΩ
10 kΩ
4,7 kΩ
47 kΩ ai.
47 kΩ ai.
33 kΩ ai.
22 kΩ ai.
22 kΩ ai.
1
2
3
4
5
+
+
−

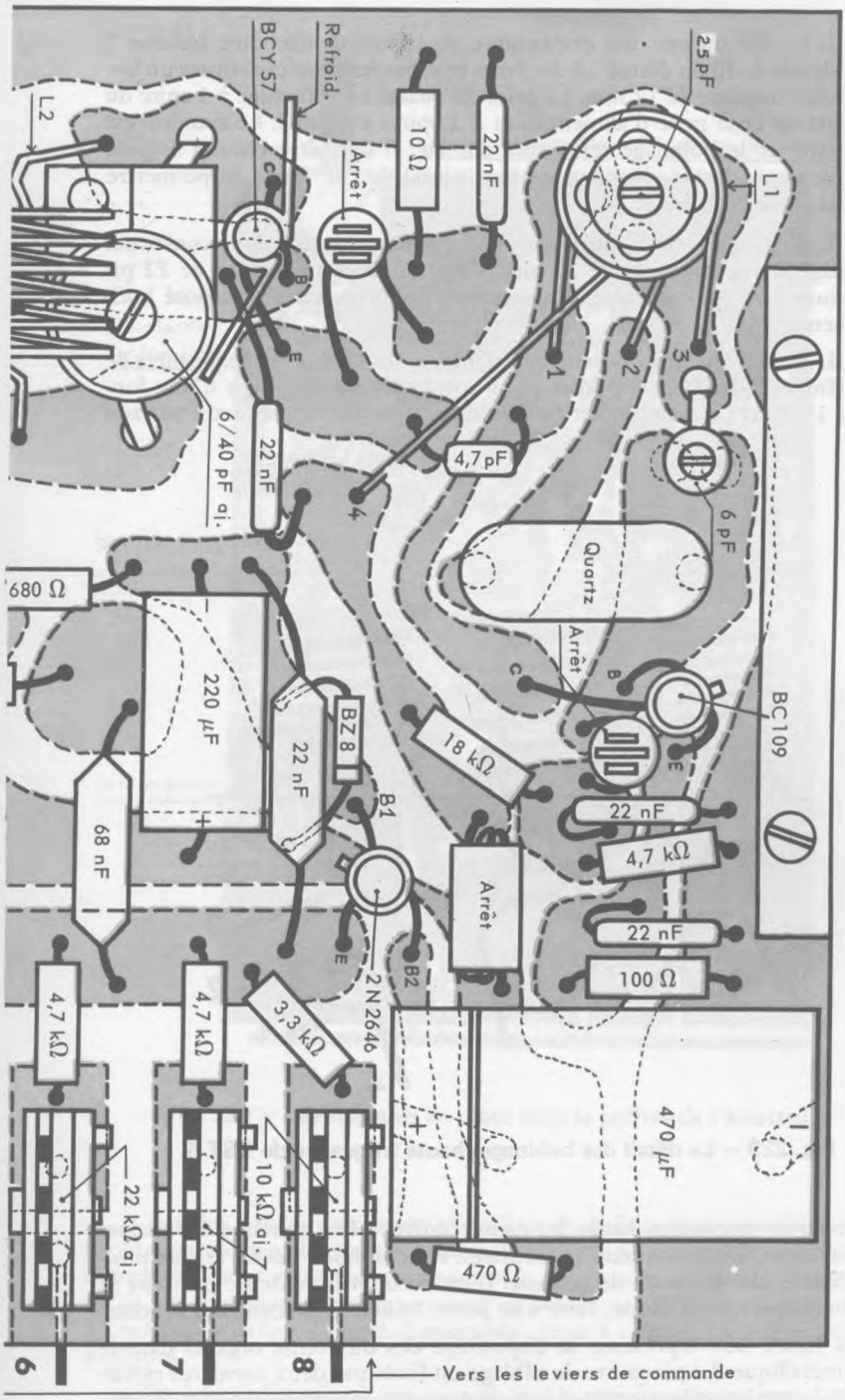


Fig. 228 — Câblage de la plaquette de l'émetteur EST 4 ; le circuit imprimé est vu par transparence.

— L 1 : Sur un mandrin quelconque, de 10 mm de diamètre, bobiner 5 spires et demie de fil nu étamé 10 dixièmes et espacées pour constituer un bobinage d'une longueur de 12 mm. La prise du quartz est effectuée à 1 spire du côté collecteur et la prise d'alimentation à 2 spires et demie. Le mandrin est ensuite retiré et le bobinage reste ainsi sur air. Il doit être ensuite disposé verticalement, au-dessus du condensateur ajustable, de façon à permettre l'accès à la vis de réglage.

— L 2 : 6 spires de fil nu étamé 10 dixièmes espacées pour constituer un bobinage d'une longueur de 15 mm. La prise du condensateur de 22 pF est effectuée à 1 spire du côté alimentation. Bobinage sur air, disposé horizontalement.

— L 3 : Sur mandrin isolant de 10 mm, à noyau de réglage, 8 spires de fil nu étamé 10 dixièmes espacées pour constituer un bobinage d'une longueur de 15 mm. Le mandrin est fixé verticalement sur la plaquette par son écrou.

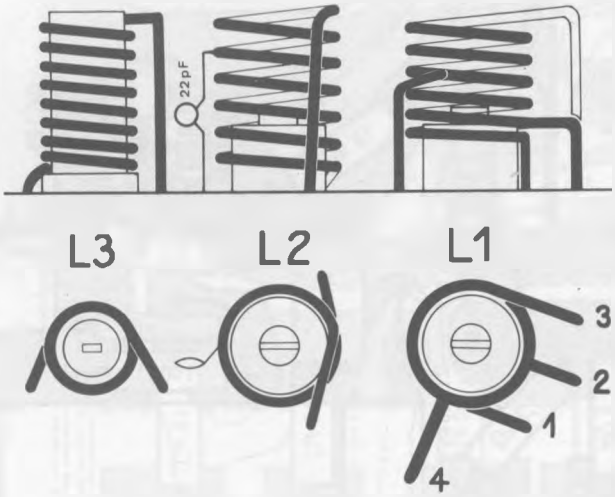


Fig. 229 — Le détail des bobinages haute fréquence du EST 4.

Les trois transistors haute fréquence doivent être munis d'un dissipateur de chaleur, de dimensions appropriées. Pour la diode Zener, le côté positif est repéré par un cercle de couleur. Il est recommandé de ne pas faire la soudure très près de la diode, faire une petite boucle à chacune des broches.

La figure 230 représente la disposition des différents organes dans le coffret métallique. La plaquette de câblage est fixée par deux cornières métalliques et, intentionnellement, les vis taraudeuses de fixation réalisent la mise à la masse (au coffret métallique) du négatif de l'alimentation, ceci dans l'intention de recherche de stabilité.

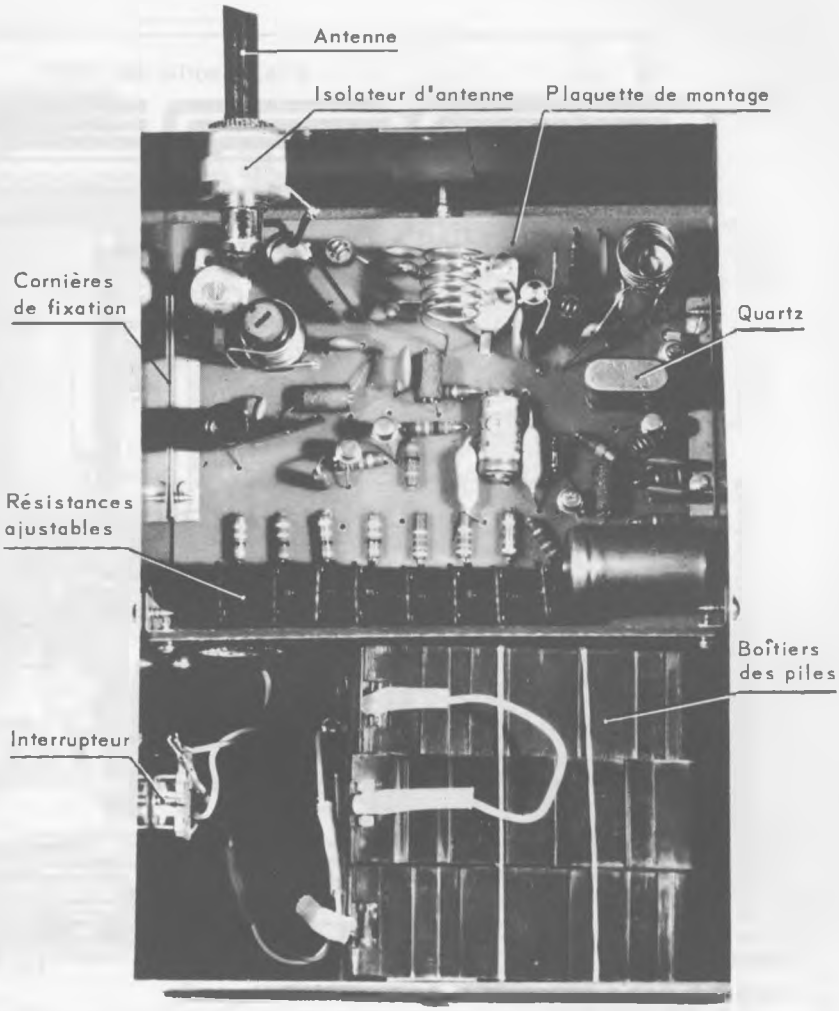


Fig. 230 — Les éléments en place dans le coffret de l'émetteur.

Les deux panneaux, avant et arrière, du boîtier sont amovibles, ce qui facilite grandement les manipulations. Les leviers de commande sont fixés sur le panneau avant et se trouvent tout près des circuits imprimés ; veiller à ce qu'ils n'y touchent pas en intercalant au besoin un isolant quelconque. Pour 2 canaux, on utilise 2 clés à 2 positions ; pour 4 canaux, on utilise 2 clés à 4 positions.

Par cette disposition, on a accès par le panneau arrière aux différents éléments de réglage, que l'on peut retoucher une dernière fois pour fignoler, tout en pouvant toujours actionner les clés de commande.

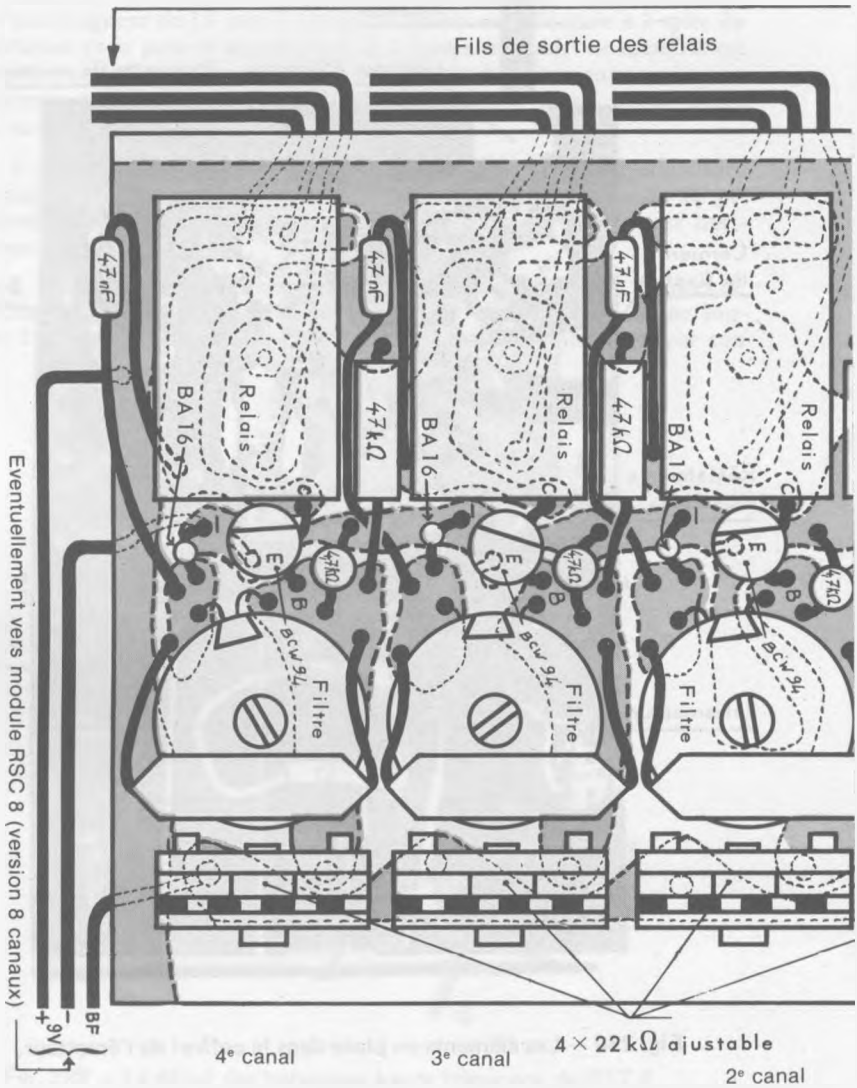
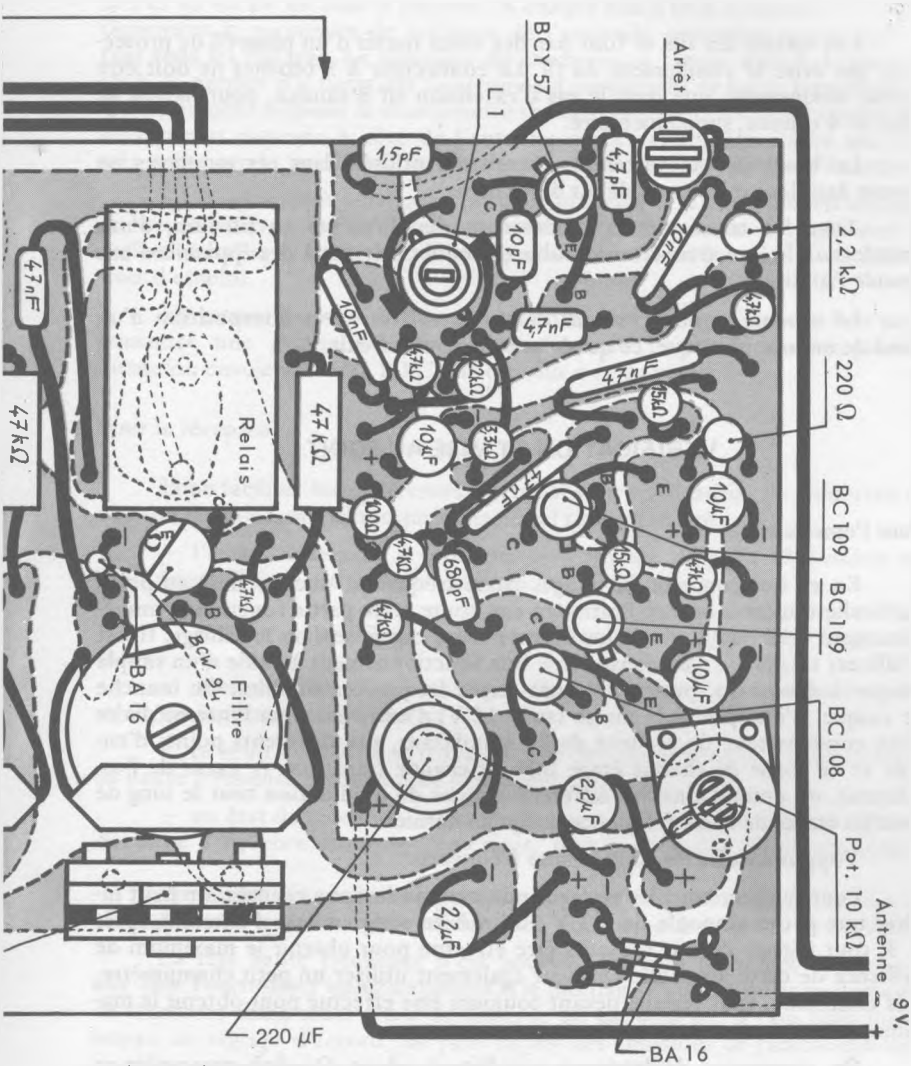


Fig. 231 — Câblage de la plaquette du récepteur RSC 4 (4 canaux) ; le circuit imprimé est vu par transparence. Important: la disposition de certaines diodes BA 16 ne permettent pas de représenter l'anneau de repère dont ces diodes sont pourvues, le fil de connexion côté anneau est repéré par un signe — sur le plan ci-dessus.



1er canal

Pour le récepteur.

Le récepteur est câblé en un seul bloc sur une seule plaquette, mais on y distingue malgré tout, nettement groupés, les circuits H.F. d'une part, et les circuits B.F. d'autre part.

La figure 231 représente le câblage de ce module.

La bobine d'arrêt est identique à celles de l'émetteur. Pour confectionner le bobinage d'accord L 1, sur un mandrin isolant à noyau de réglage, on bobine 4 spires et demie, jointives, en fil émaillé 4 dixièmes ; placer le bobinage au milieu du mandrin pour obtenir un réglage facile au moyen du noyau

magnétique. Pour les diodes, le côté positif est repéré par un cercle de couleur.

Les sorties des fils se font par des trous munis d'un passe-fil de protection qui évite le cisaillement du fil. Le connecteur à 3 broches ne doit être utilisé uniquement que dans le cas d'extension en 8 canaux, pour liaison au bloc de 4 canaux, supplémentaire.

Le brochage des différents transistors utilisés dans ces montages, se trouve dans les tableaux au début de ce livre.

Tous les transistors et diodes sont des éléments au silicium, d'une grande stabilité en température, robustes, et aboutissant à des appareils d'une grande fiabilité.

Le module terminé est mis dans son coffret après interposition d'un fond de mousse plastique, ce qui évite tout court-circuit.

VERIFICATION ET MISE AU POINT

Pour l'émetteur.

En ce qui concerne les étages basse fréquence, aucune mise au point particulière n'est à opérer. Pratiquement, toute cette partie fonctionne immédiatement telle quelle, si aucune erreur n'a été commise dans le câblage. Il est d'ailleurs très facile d'en constater le bon fonctionnement à l'aide d'un simple casque à écouteurs, puisqu'il s'agit ici de fréquences audibles. On branche ce casque, d'une part à la masse (au + 12 V) d'autre part, par l'intermédiaire d'un condensateur de sécurité de 22 nanofarads, aux différents points d'entrée et de sortie de chaque étage B.F. de chaque transistor. A partir de l'oscillateur, on entend ainsi les différentes notes de modulation tout le long de tous les étages de basse fréquence, jusqu'au dernier.

Voyons ensuite les étages haute fréquence.

Pour faciliter tous les réglages que nous indiquons ci-après, on peut insérer une petite ampoule de 6,3 V 100 mA en série en base d'antenne, après L 3, tout réglage devant toujours être effectué pour obtenir le maximum de brillance de cette ampoule. On peut également utiliser un petit champmètre, très commode, tout réglage devant toujours être effectué pour obtenir le maximum de déviation de l'aiguille du galvanomètre.

On commence évidemment par l'étage pilote. On doit provoquer sa mise en oscillation en agissant sur le condensateur de réaction de 6 picofarads et sur le condensateur d'accord de 25 pF, ceci à l'aide d'un tournevis de réglage H.F., en matière isolante. On constate la présence de l'oscillation en couplant avec L 1 le bobinage du champmètre C 5, l'aiguille doit dévier.

Il importe de vérifier si l'oscillation est bien commandée par le quartz ; pour cela, faire l'essai de retirer celui-ci de son support, l'oscillation doit cesser (plus rien au champmètre). Si l'oscillation subsiste il faut diminuer le 6 pF ; c'est sur cet élément qu'il faut agir pour absolument observer :

- quartz en place, oscillation ;
- quartz retiré, plus d'oscillation, et ceci d'une façon très sûre. Ne pas craindre de retoucher et de fignoler.

Passer ensuite au 40 pF aux bornes de L 2, puis au noyau de réglage de L 3 et au 40 pF en base d'antenne. A chaque fois il faut rechercher systématiquement le maximum de brillance de l'ampoule, retoucher autant qu'il le faut tous les réglages. Le bobinage du champmètre couplé avec L 1, ou L 2, ou L 3, permet d'y constater la présence d'oscillations de haute fréquence. A la fin, on peut disposer le champmètre sur table, son antenne télescopique développée et disposée à côté de l'antenne de l'émetteur. On a ainsi une vue très nette sur le maximum de champ de rayonnement créé par l'émetteur.

C'est également ainsi que l'on peut procéder à la fin, appareil terminé et mis en coffret. On peut encore retoucher et fignoler les réglages avec le coffret métallique tenu de la main gauche, donc dans les conditions définitives d'emploi.

En raison du procédé de modulation adopté ici, signalons que l'on peut constater une diminution de la déviation de l'aiguille du champmètre lorsqu'on envoie un ordre B.F., cela est tout à fait normal.

Pour le récepteur.

Pour faciliter les différentes opérations de vérification, de recherche et de mise au point, rappelons que dans un tel type de récepteur :

— l'étage détecteur à super-réaction, équipé du BCY 57, produit un bruit de souffle qui est très bien entendu avec un simple casque ;

— ce bruit de souffle peut être entendu tout le long des trois étages suivants ;

— atteignant les derniers étages, il y provoque un **frétillement** des relais, un battement continuel ;

— ce bruit de souffle se trouve stoppé dès que le récepteur reçoit l'onde de haute fréquence provenant de l'émetteur ;

— en état de réception, on entend également avec un casque les signaux de basse fréquence issus de l'émetteur, tout le long des différents étages.

Ces simples constatations permettent des vérifications très commodes et très efficaces, que l'on peut mener avec un casque à écouteurs, ordinaire.

La tête haute fréquence n'est pourvue d'aucune résistance de réglage, elle doit fonctionner immédiatement si le montage a été réalisé correctement. ce récepteur étant muni d'une antenne de 60 cm environ, si l'on actionne le noyau de réglage d'accord, on peut capter des émissions de radiotéléphonie que l'on entend avec un casque branché à la sortie B.F.

Accorder le circuit d'accord sur la fréquence, en agissant sur le noyau de réglage de L 1. L'accord est caractérisé par l'extinction du souffle. Il existe d'ailleurs un procédé rigoureux de contrôle et d'accord, que l'on pratique à l'aide de la boucle de contrôle à quartz, déjà utilisée avec le récepteur RSC. 1.

Quartz tenu en main, la boucle approchant le bobinage du récepteur, ce petit élément se comporte comme un ondemètre à absorption et provoque la suppression du souffle dès que le circuit d'accord est réglé sur la fréquence du quartz. Au début, on approche donc la boucle assez près et on agit sur le noyau magnétique avec un tournevis de réglage, puis, dès que l'on a obtenu un accord, on fignole en éloignant progressivement la boucle. C'est un procédé d'une extrême précision.

Ensuite, mettre les résistances ajustables de 22 kilohms au maximum de leur valeur et la résistance potentiométrique de 10 kilohms aux trois quarts de sa valeur, curseur tourné vers la gauche, ceci approximativement, car il y aura à fignoler. Diminuer les 22 kilohms jusqu'au moment où commence à apparaître le frétillement des relais, tous les quatre étages identiques. A ce moment, si l'on approche la boucle, le souffle doit cesser et le frétillement des relais doit cesser également.

Emetteur en route, régler chaque résistance de l'oscillateur B.F. de façon à provoquer le collage du relais correspondant sur le récepteur. On doit absolument obtenir un collage net et franc du relais ; ne pas craindre de recommencer tous les réglages et de fignoler.

DISPOSITIF COMPLEMENTAIRE DE VERIFICATION

Voyez la figure 232.

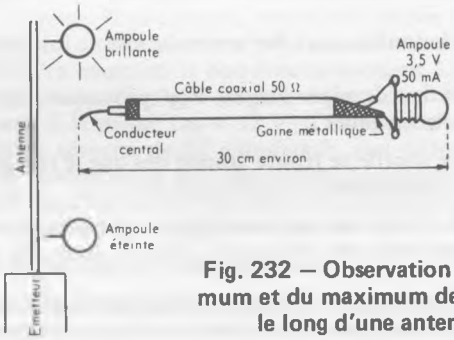


Fig. 232 — Observation du minimum et du maximum de courant le long d'une antenne.

On sait qu'une antenne d'émission est le siège de nœuds et ventres d'intensité et de tension (voir au besoin un livre de radiotechnique générale). Ici, dans le cas qui nous intéresse, si l'on déplace le conducteur coaxial le long de l'antenne, on peut constater que l'ampoule reste éteinte en base d'antenne et doit s'illuminer en haut. C'est également un indicateur de puissance et de rayonnement : on peut faire les réglages au maximum de brillance.

Sur la figure 233 est représentée la modification à apporter au schéma de l'émetteur EST 4 pour une transformation en 8 canaux. C'est très simple : c'est uniquement l'oscillateur B.F. qui est modifié, tous les autres éléments restent identiques, on ajoute simplement un circuit de deux résistances par canal, en prévoyant évidemment des leviers de commande qui conviennent. Pratiquement, ce type d'émetteur peut être facilement équipé en autant de canaux qu'on le désire.

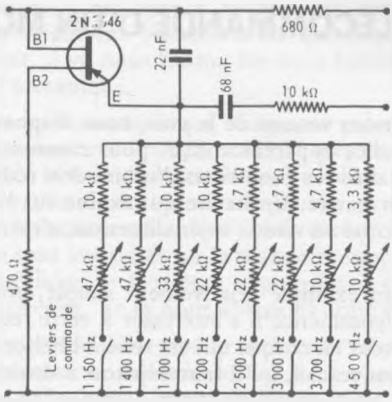


Fig. 233 — L'émetteur EST 4 peut facilement être équipé aussi bien en monocanal qu'en multicanal. Sur le schéma ci-dessus, 8 canaux sont représentés.

Sur la figure 234 est représenté le câblage du bloc 4 canaux qui s'ajoute au récepteur RSC 4 pour le transformer en un 8 canaux.

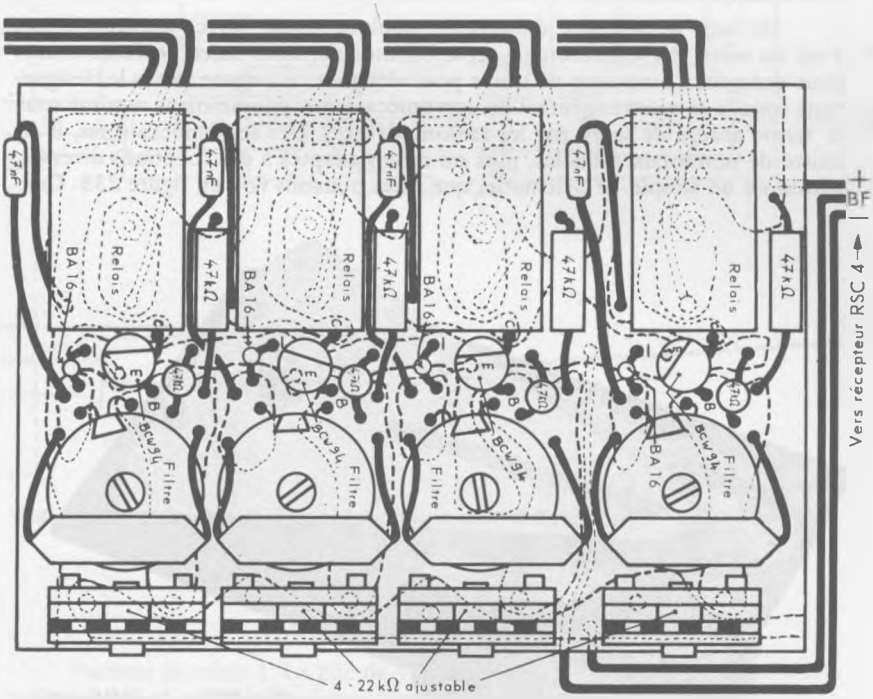


Fig. 234 — Module à 4 canaux supplémentaires pouvant être adjoint au récepteur RSC 4 pour transformer ce dernier en un 8 canaux.

TELECOMMANDE D'UN MODELE REDUIT

Donc, comme nous venons de le voir, nous disposons d'un émetteur et d'un récepteur de radio, appareils conçus pour commande à distance. Nous voulons commander ainsi les évolutions d'un modèle réduit. Par exemple une petite voiture, ou un navire. Un navire qui évolue sur l'eau, à distance, que l'on commande à volonté en vitesse et en direction, c'est extrêmement spectaculaire.

Décrivons ici un exemple relativement simple, propre à être entrepris par un débutant qui commence à s'intéresser à cette technique. A bord d'un bateau, il y a un moteur électrique qui est relié à l'hélice ; c'est **la propulsion.** Il y a également un gouvernail, qu'il faut déplacer à droite ou à gauche, ou ramener au centre ; c'est **la direction.** Pour commander la propulsion, il nous faut disposer d'une action **électrique**, propre à agir sur le moteur. Pour commander la direction, il nous faut disposer d'une action **mécanique**, propre à agir sur le gouvernail.

La même chose s'appliquerait à une voiture. Moteur électrique entraînant les roues arrière de propulsion. Déplacement des roues avant pour la direction.

Or nous avons vu qu'un récepteur de radiocommande se termine par un relais, qui est en somme un contact électrique. A partir de là, que faire ?

On sent la nécessité d'intercaler quelque chose. Et ce quelque chose, c'est un **servo.** Servo-gouvernail, servo-commande, servo-barre, servo-moteur... vous entendrez beaucoup de noms pour désigner cet organe. Nous le désignerons sous le terme très général de **servomécanisme**, couramment nommé sous le terme abrégé de servo par les radiomodélistes. Des servomécanismes, il en existe de nombreux modèles, plus ou moins adaptés à des fonctions diverses. Citons-en un simple, le Sélématic, que nous pouvons voir en figure 235. Qua-

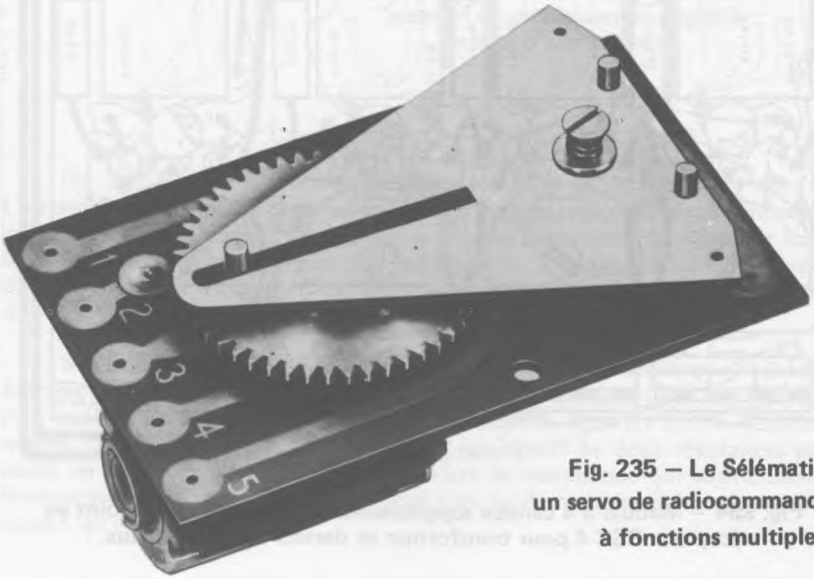


Fig. 235 – Le Sélématic, un servo de radiocommande à fonctions multiples.

lifié de servo universel, il est apte à fournir des fonctions extrêmement diverses, ceci en modifiant les branchements qui aboutissent à ses cosses. Dans notre cas présent, il va nous fournir les deux fonctions dont nous avons besoin : électrique et mécanique.

Il comporte un petit moteur qui s'alimente par une pile ordinaire de 4,5 volts. Quand le moteur est ainsi alimenté, il **met en mouvement** la pièce métallique triangulaire, **le bras de commande**, que nous voyons sur le dessus. Ce bras se déplace vers la droite ou vers la gauche, revient au centre. Nous avons donc obtenu une action **mécanique**. Mais d'autre part nous voyons des circuits de cuivre qui sont imprimés sur la plaquette-support. Quand le bras se déplace, par l'intermédiaire de frotteurs appropriés il établit ou interrompt des contacts sur ces circuits. Et là nous obtenons donc une action **électrique**.

Ces pistes de cuivre peuvent être branchées et reliées de diverses façons aux points d'aboutissement numérotés de 1 à 5, et c'est ce qui nous permet d'obtenir des modes de fonctionnement différents avec un même modèle de servo.

Voyons maintenant en figure 236 le schéma général de notre installation.

Nous disposons des deux relais qui terminent un récepteur deux canaux. Un canal est affecté à la commande de propulsion, l'autre canal est affecté à la commande de direction.

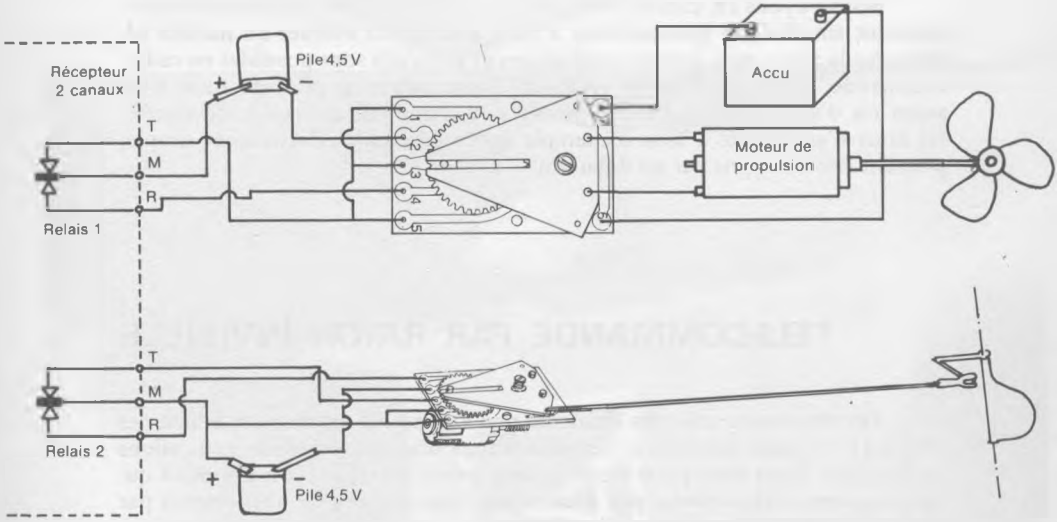


Fig. 236 — Un exemple d'une installation de radiocommande d'un navire, par 2 canaux.

Partons du relais 1. La pile de 4,5 volts alimente le moteur du servo. Les points 1 à 5 sont reliés conformément à la documentation du fabricant dans le cas d'une commande de moteur. L'accu alimente le moteur de l'hélice. Accu 6 volts pour un moteur 6 volts, accu 12 volts pour un moteur 12 volts. Et cet accu doit être choisi de capacité convenable, en rapport avec la puissance du

moteur. Dans le cas d'un tout petit navire, on peut même prévoir là une simple pile de 4,5 volts qui alimente un petit moteur de 4,5 volts.

Ensuite le relais 2. Même pile de 4,5 volts pour le servo. Nous constatons que les points 1 à 5 sont branchés différemment. Et cette fois, c'est sur le bras de commande que nous adaptons une tringlerie appropriée, qui finalement va déplacer le gouvernail.

Fonctionnement. Bateau à l'arrêt, gouvernail au centre. Sur le canal 1, j'envoie un ordre bref, ce qu'on appelle «un top» : le bateau démarre en marche avant. Top bref à nouveau : le bateau s'arrête. Top à nouveau : le bateau part en marche arrière. Nouveau top : arrêt. Top : marche avant. Et ainsi de suite. On voit qu'avec un seul canal et un seul servo, on dispose de trois régimes différents. C'est une petite pratique à prendre, un «coup de main». Par exemple, on vient de faire Marche Avant et Arrêt, et on veut repartir à nouveau en marche avant. On donne deux coups très rapides, pour passer Marche Arrière et Avant, le bateau n'a pas le temps de bouger. Et un troisième top nous donne bien la marche avant à nouveau.

Sur le canal 2, j'envoie un **ordre maintenu**, le gouvernail se met à droite. J'arrête l'envoi de l'ordre, le gouvernail revient au centre. J'envoie un top bref suivi d'un ordre maintenu, le gouvernail se met à gauche. J'arrête l'ordre, retour en ligne droite. Les deux fonctions Droite ou Gauche sont disponibles à volonté, individuellement.

Nous voyons en conclusion qu'en mettant en œuvre des procédés relativement simples, on parvient déjà à faire totalement évoluer un modèle réduit. Par la suite bien d'autres techniques et procédés sont possibles en radiocommande, plus ou moins complexes. Entre autres le pilotage **total** d'un avion ou d'un planeur ; ou d'un voilier ; ou d'une voiture rapide de course. Ici nous n'avons cité à titre d'exemple qu'un ensemble relativement simple, pouvant être entrepris par un débutant.

TELECOMMANDE PAR RAYON INVISIBLE

Les transistors sont des éléments que l'on peut accommoder à bien des usages et qui nous permettent des réalisations originales, comme nous allons en juger ici. Nous vous présentons la description pratique d'un dispositif qui ne manquera certainement pas d'intéresser bon nombre de nos lecteurs par les nombreuses applications qu'il autorise.

Voyez en figure 237.

Nous avons un système **récepteur**, terminé par un relais, et un **émetteur**, sans antenne, d'où l'on n'entend rien ni ne voit rien sortir lorsque l'on appuie sur le bouton de commande. Et cependant, lorsque l'on envoie une impulsion **dirigée** sur le récepteur, on actionne le relais. Et à partir d'un relais qui enclenche à volonté, on peut commander... tout ce qu'on veut...

Explication de ce petit mystère ?

Nous procédons ici par **ultra-sons.**

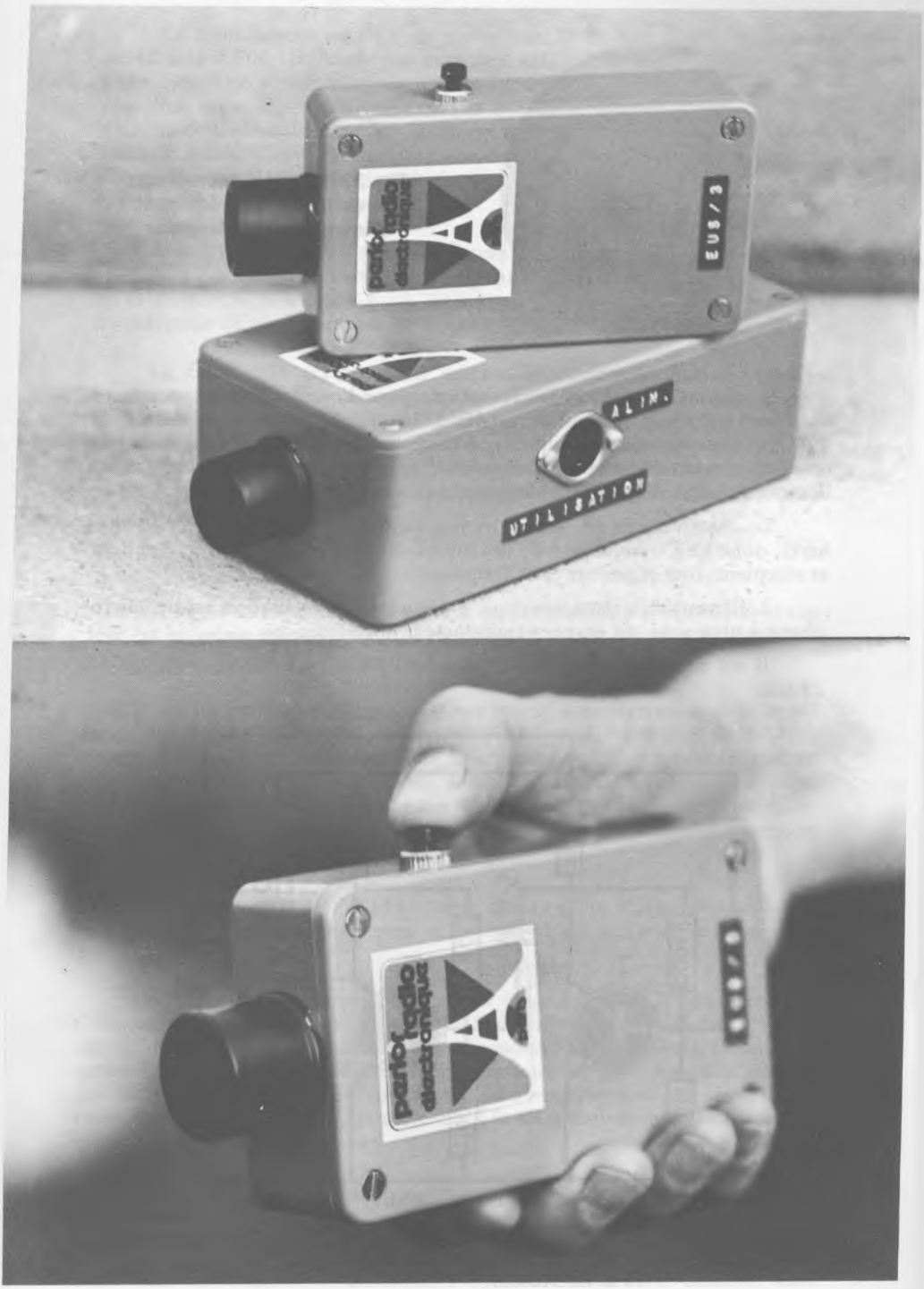


Fig. 237 — L'ensemble émetteur et récepteur.

Fig. 237bis — Le microphone ultrasonique 1404 équipant l'émetteur et le récepteur

La gamme des fréquences acoustiques, que l'oreille humaine peut normalement percevoir, s'étend de 20 Hz à 20 000 Hz environ. Au-dessus, ce sont les fréquences **ultra-soniques** que l'être humain n'entend plus, mais que certains animaux perçoivent, comme les chiens par exemple (il existe des sifflets pour chiens, dit «sifflets silencieux...»).

Le dispositif mis en œuvre ici fonctionne sur la fréquence de 40 kilohertz, donc bien dans la gamme des ultra-sons. Les deux appareils, émetteur et récepteur, sont réglés sur cette fréquence.

L'élément très particulier qui a permis cette réalisation est un **microphone à ultra-sons**, dit encore **«transducteur ultra-sonique»**.

Il est représenté ci-dessus. Dimensions : longueur : 20 mm, diamètre : 23 mm.

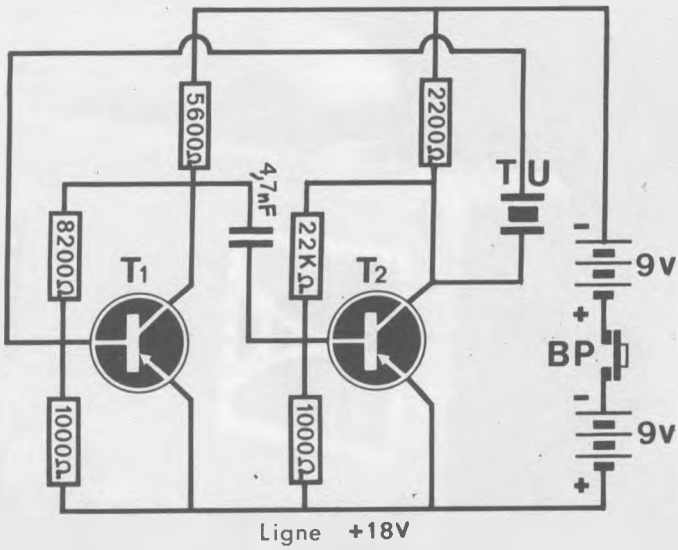


Fig. 238 — L'émetteur à ultra-sons EUS.3

T1 et T2 : AC 128
T.U : Transducteur ultra-sonique

Ce transducteur est du type céramique. Sa fréquence de résonance est de 40 kHz ± 500 Hz, bande passante de 4 kHz. Le rayon ultra-sonique, car il s'agit bien d'un véritable rayon, se propage en ligne droite. A l'instar des rayons lumineux, il peut être réfléchi par une surface métallique, un miroir et d'une façon générale sur tout corps solide non absorbant. Cette propriété est susceptible d'applications intéressantes. En particulier dans le cas d'un dispositif antivol on peut par plusieurs réflexions successives, constituer un rayon brisé, véritable filet invisible.

Si à 2 ou 3 mètres il n'y a pas besoin de diriger absolument le transducteur émetteur sur le transducteur récepteur, le rayon est toutefois suffisamment concentré pour qu'à 8 ou 10 mètres il faille viser **très précisément** le transducteur du récepteur avec celui de l'émetteur.

La figure 238 représente le schéma de l'émetteur EUS. 3. C'est en somme un mutivibrateur, montage maintenant fort répandu en électronique, mais dont l'une des capacités de liaison est constituée par un **microphone ultra-sonique**. L'alimentation est faite sous 18 volts, pour disposer du maximum de puissance possible avec un montage aussi simple. Un bouton-poussoir coupe le circuit d'alimentation et permet l'envoi des signaux de commande.

Montage très simple, sans particularités et qui, pratiquement, fonctionne immédiatement.

La figure 239 représente le schéma du récepteur RUS. 6. L'élément capteur est **ce même microphone**, dont les tensions qu'il délivre sont amplifiées par un amplificateur à 5 transistors montés en cascade.

Dans l'avant-dernier étage, nous voyons un transformateur dont le primaire constitue un circuit bouchon accordé sur la fréquence de 40 kilohertz, donc la seule fréquence qui nous intéresse. Ce transformateur est d'autre part adaptateur d'impédance, son secondaire est abaisseur et attaque la base du dernier transistor en basse impédance. Par l'emploi de ce filtre, seul un signal de fréquence 40 kilohertz peut déclencher le fonctionnement du dispositif.

La résistance de 1 000 Ω ajustable constitue un **réglage de sensibilité**, elle doit être réglée au maximum de sensibilité au moment de la mise au point.

Dans le circuit collecteur du dernier étage se trouve le relais sensible. C'est un modèle à contacts «1 Repos - 1 Travail». De cette façon, à l'utilisation, on a toujours la possibilité **soit de couper, soit d'établir** un circuit. Cet appareil se prêtant à de nombreuses applications, on peut donc soit **arrêter**, soit **démarrer** quelque chose, un moteur, une machine-outil, un signal lumineux, un signal sonore, etc., et ceci, soit **à la réception** du faisceau émetteur, soit **à la coupure** de ce faisceau.

Les contacts du relais peuvent couper 220 volts, 2 ampères.

Remarquez les deux douilles marquées «Alimentation Extérieure». En cas d'usage prolongé, pour lequel l'alimentation par pile incorporée se révèlerait insuffisante, on peut raccorder là, soit un accu de forte capacité, soit une alimentation secteur comme par exemple la AL. 12 décrite dans ce livre.

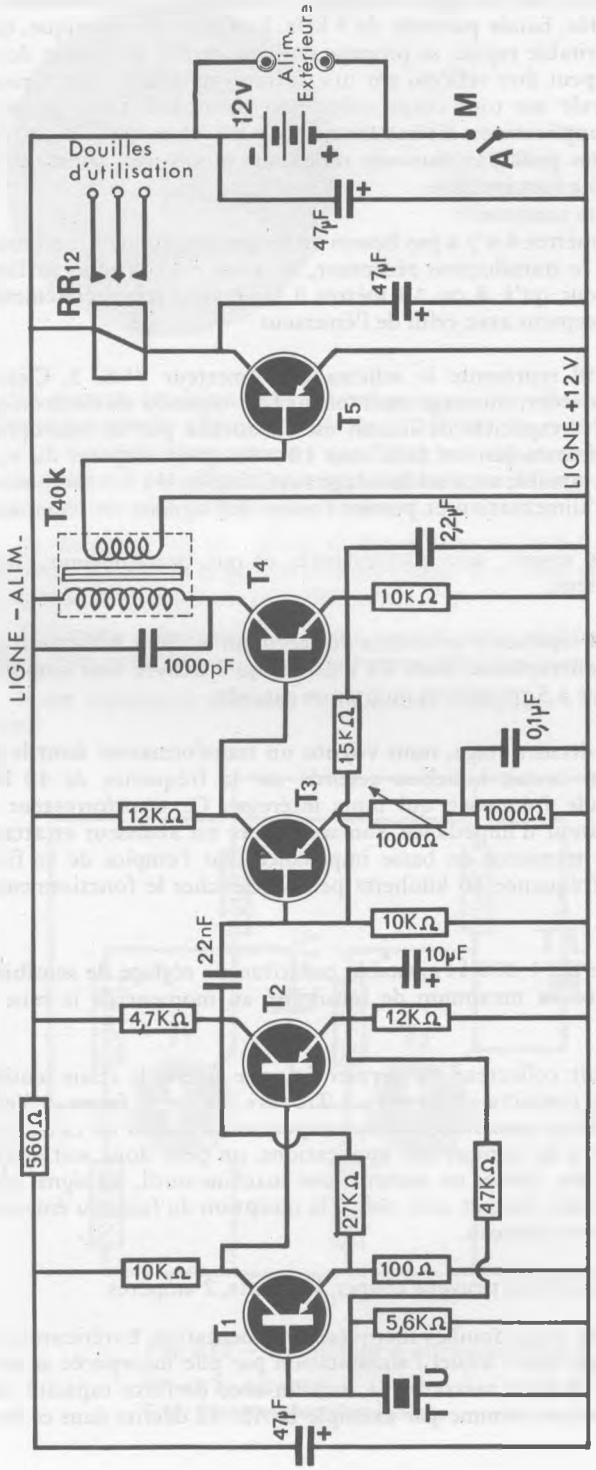


Fig. 239 — Le récepteur à ultra-sons RUS.6

T1 à T4 : AC 125
T5 : 2 N 2905
T.U : Transducteur ultra-sonique
RR 12 : Relais 12 volts
T40 K : Transformateur-Filtre 40 kilohertz

MONTAGE ET CABLAGE

Commençons par l'émetteur, voyez en figure 240.

Il est câblé sur un circuit imprimé de 40 x 28 mm. Nous pouvons voir deux plaquettes-pressions, dont chacune s'adapte sur une pile de 9 volts. Ces piles se trouvent bien ainsi reliées en série pour fournir une tension totale de 18 volts. La liaison au transducteur se fait par une fiche coaxiale B.F. d'un modèle très courant, qui s'adapte sur la broche du transducteur.

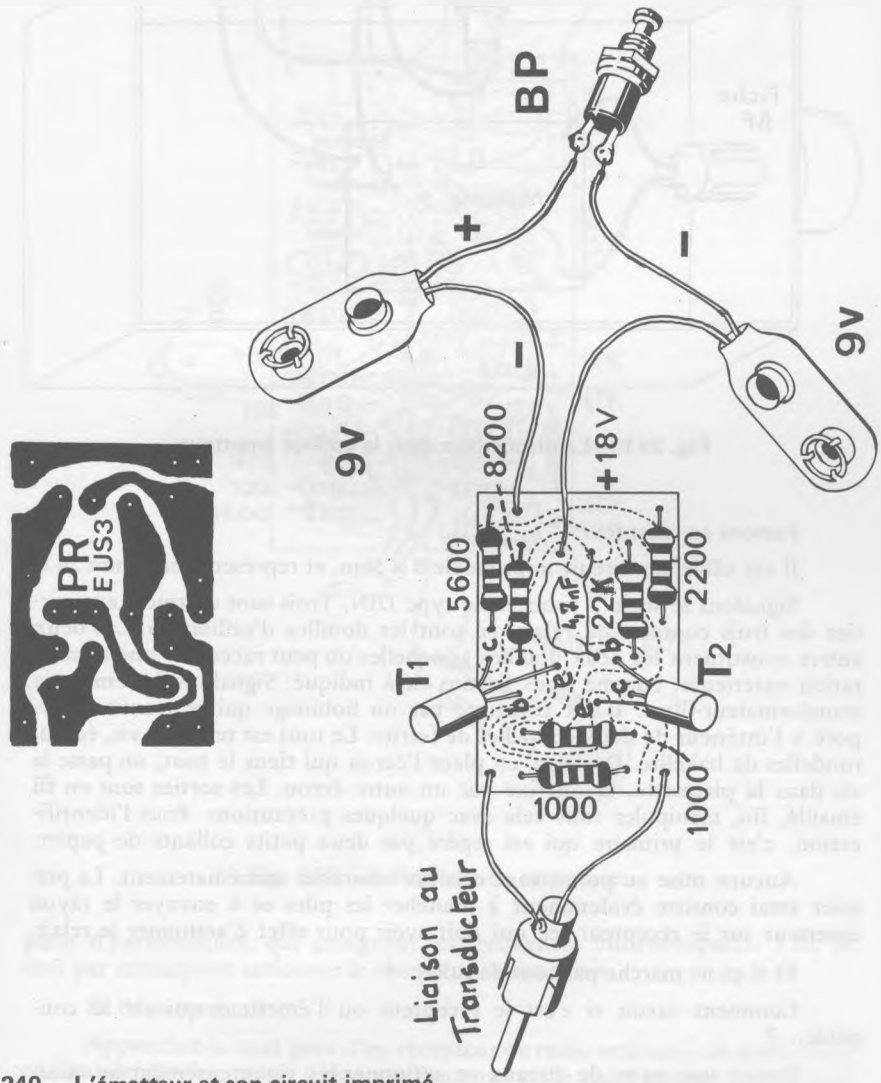


Fig. 240 — L'émetteur et son circuit imprimé, vu côté soudage.

En figure 241, la disposition des éléments dans le coffret. La plaquette est fixée dans le fond par une simple vis. On intercale un écrou de séparation pour laisser un espace entre la plaquette et le coffret. Pour le transducteur, on perce un trou de dimension convenable, puis on le colle à la Cyanolit. Aucune particularité à signaler.

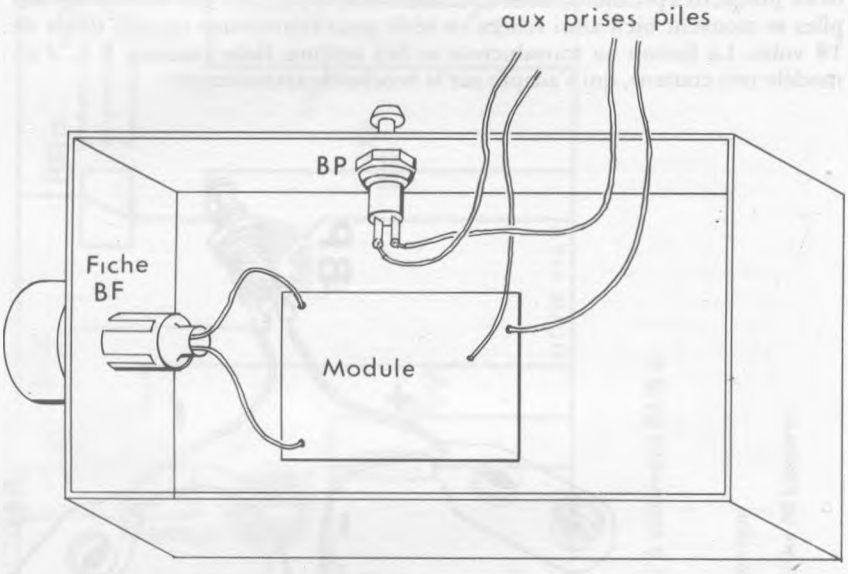


Fig. 241 — La disposition dans le coffret émetteur.

Passons au récepteur.

Il est câblé sur circuit imprimé de 8 x 5cm, et représenté en figure 242.

Signalons le socle 5 broches de type DIN. Trois sont destinées aux sorties des trois contacts du relais, ce sont les douilles d'utilisation. Les deux autres constituent les deux douilles auxquelles on peut raccorder une alimentation extérieure, comme nous l'avons déjà indiqué. Signalons également le transformateur-filtre. Il est constitué par un bobinage qui se trouve incorporé à l'intérieur de deux coupelles de ferrite. Le tout est tenu par vis, écrou, rondelles de bakélite. On laisse en place l'écrou qui tient le tout, on passe la vis dans la plaquette, et on fixe par un autre écrou. Les sorties sont en fil émaillé, fin, manipuler tout cela avec quelques précautions. Pour l'identification, c'est le primaire qui est repéré par deux petits collants de papier.

Aucune mise au point, tout cela doit marcher immédiatement. Le premier essai consiste évidemment à brancher les piles et à envoyer le rayon émetteur sur le récepteur, ce qui doit avoir pour effet d'actionner le relais.

Et si ça ne marche pas tout de suite... ?

Comment savoir si c'est le récepteur ou l'émetteur qui est le coupable... ?

Prenez une paire de ciseaux et actionnez-les vigoureusement au voisinage du micro du récepteur. Ça fait des bruits très peu musicaux, avec tout

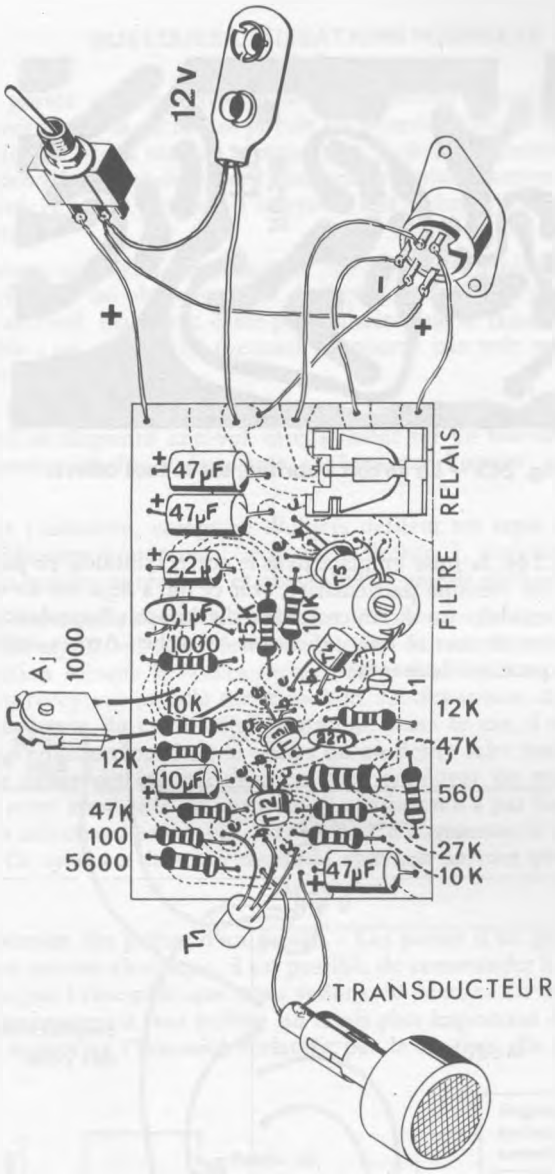


Fig. 242 — Le câblage du récepteur.

plein d'harmoniques, qui atteignent les fréquences ultra-soniques... ! Et ça doit par conséquent actionner le récepteur et son relais.

Et l'émetteur... ?

Approchez-le tout près d'un récepteur de radio ordinaire, de préférence en Grandes Ondes, rayon dirigé sur l'antenne ou le cadre capteur ; on entend un sifflement.

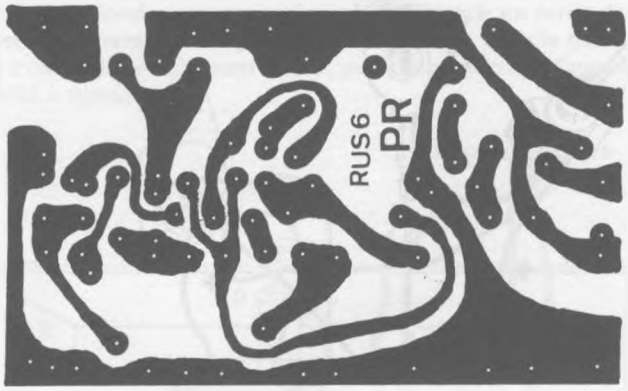


Fig. 243 — Le circuit imprimé, sur la face cuivre.

En figure 244, la mise en place dans le coffret, modèle en plastique dur de 15 x 8 x 5 cm. Aucune particularité, voir ce qui a déjà été dit concernant la fixation du module et du micro. Près du bouton basculant de l'interrupteur, il est bon de mettre une indication «Marche - Arrêt», évitant l'oubli de l'appareil en position de marche.

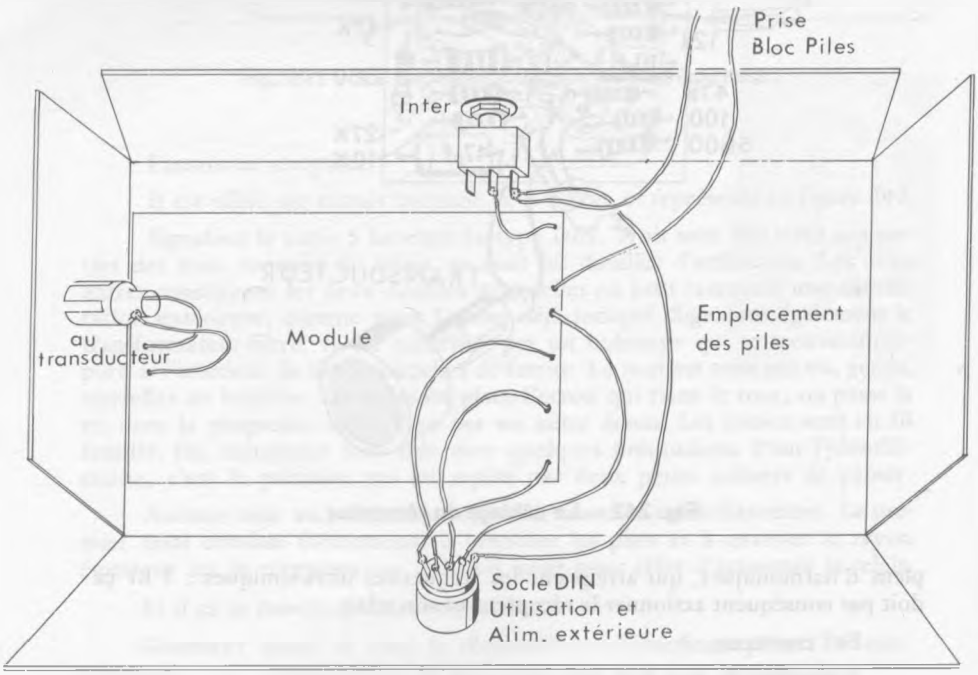


Fig. 244 — La disposition dans le coffret récepteur.

QUELQUES UTILISATIONS POSSIBLES

La portée de l'émetteur peut être obtenue jusqu'à une dizaine de mètres environ, et la meilleure portée est obtenue lorsque la tête de l'émetteur est dirigée sur la tête du récepteur. A la distance maximale, l'ensemble est **très directif**, c'est-à-dire que l'émetteur n'a plus d'action sitôt qu'il n'est plus orienté. A faible distance, l'émetteur agit, même s'il n'est pas dirigé sur le récepteur.

Comme un rayon lumineux, le rayonnement émis par l'émetteur se trouve **arrêté par un obstacle.** C'est dire que cet ensemble peut être utilisé en dispositif anti-vol, mais avec cette particularité que le faisceau de commande **est invisible** ; un malfaiteur éventuel ne pourra pas voir ce rayon, donc ne pourra chercher à l'éviter.

Sur la notice d'origine américaine concernant le microphone, il est prévu l'emploi en dispositif anti-vol, et également sur un téléviseur la commutation «première chaîne - deuxième chaîne» par l'usager, sans quitter son fauteuil...

Dans l'industrie, comptage d'objets défilant sur tapis transporteur, ou même d'éléments importants (chariots, voitures...), toujours avec indépendance de la lumière extérieure, et possibilité de grande distance.

Télécommande de modèles réduits. - On peut commander un engin mobile dans un rayon de l'ordre de 10 m, le relais du récepteur fermant le circuit d'alimentation lorsque le faisceau ultra-sonore de l'émetteur atteint le transducteur du récepteur installé sur le mobile. La disparition de ce faisceau entraîne l'ouverture du circuit d'alimentation. Dans ce cas, il est nécessaire de maintenir l'émission pendant le temps qu'on désire faire manœuvrer le véhicule. Pour éviter cet inconvénient on peut employer un relais à enclenchement qui reste armé tant qu'une nouvelle émission n'a pas lieu. On peut aussi utiliser un sélecteur, pas à pas, qui permet d'augmenter le nombre des manœuvres. Ce système de télécommande convient surtout pour un engin terrestre.

Ouverture des portes d'un garage. - Les portes d'un garage étant déplacées par un moteur électrique, il est possible de commander la mise en marche du moteur par l'ensemble que nous venons de décrire. En cas de commande de forte puissance, il faut utiliser un relais plus important dont les contacts pourront supporter l'intensité réclamée par le moteur. Ce relais secondaire

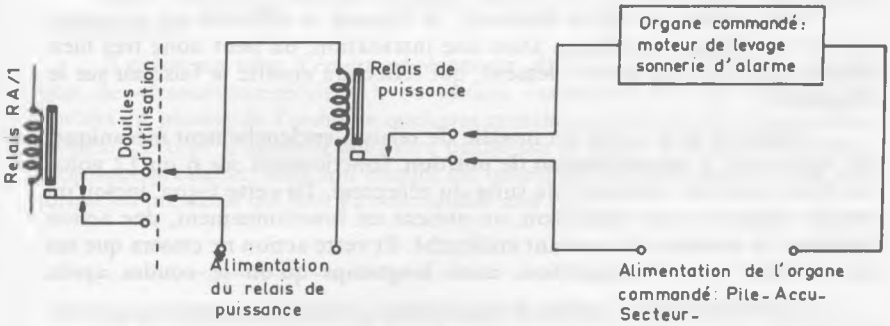


Fig. 245 — Utilisation d'un relais de puissance.

sera bien entendu commandé par celui du récepteur. La figure 245 montre le branchement à effectuer dans le cas de l'utilisation d'un relais secondaire de puissance.

Alarme anti-vol. - C'est là, une des principales applications de ce dispositif, l'invisibilité du rayon permettant un camouflage total de l'installation. Le récepteur et l'émetteur étant disposés de part et d'autre de l'issue du passage à protéger, toute personne coupant le faisceau déclenche le dispositif d'alarme : sonnerie, sirène, ampoules.

La figure 246 montre la protection d'un local situé loin de l'endroit où doit être placé l'avertisseur. Le fonctionnement est très simple. Lorsque le faisceau est intercepté le relais du récepteur décolle, ce qui branche le secteur sur l'alarme et sur la bobine d'excitation du relais secteur qui colle. A ce moment, son contact double celui du relais sensible du récepteur. Ce dernier peut alors être de nouveau excité, le relais secteur reste collé et maintient fermé le circuit d'alimentation de l'alarme qui continue à fonctionner. Pour l'arrêter, il faut intervenir manuellement et actionner l'interrupteur «Marche-Arrêt» qui coupe l'alimentation de l'ensemble.

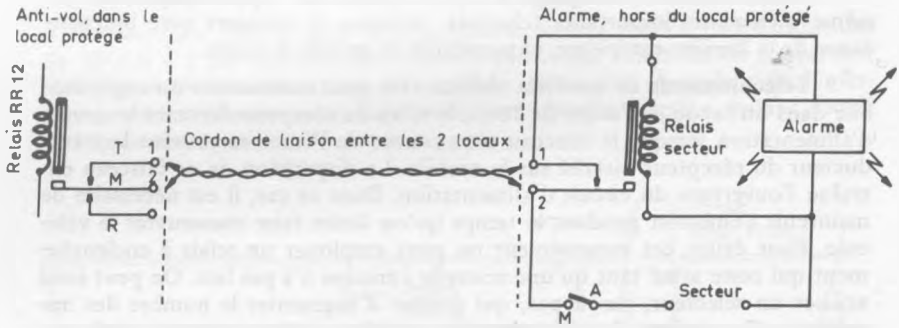


Fig. 246 — L'alarme, située loin du local à surveiller, sonne en permanence dès que le relais primaire a été actionné même brièvement.

Indiquons ici que dans le cas d'une commande à **courte distance**, de l'ordre de 2 à 3 mètres par exemple, il y a lieu de **réduire la sensibilité** du récepteur en agissant sur la résistance ajustable de 1 000 ohms. Ceci pour éviter un **effet de saturation** si l'on veut procéder par coupure du faisceau.

Tout comme un rayon lumineux, ce faisceau **se réfléchit** sur un miroir ou sur une plaque métallique. Dans une installation, on peut donc très bien diriger l'émetteur sur un tel élément, qui réfléchira ensuite le faisceau sur le récepteur.

Signalons qu'il existe un modèle de relais à **enclenchement mécanique**, dit également **à immobilisation de position**, fonctionnant sur 6 ou 12 volts. Ce relais peut être branché à la suite du récepteur. De cette façon, lorsqu'on envoie seulement une impulsion, on obtient un fonctionnement, une action **continue**, le second relais restant enclenché. Et cette action ne cessera que sur envoi d'une seconde impulsion, aussi longtemps qu'on le voudra après.

Ce ne sont là que quelques suggestions... Pour votre agrément et pour votre travail, nous sommes certains que vous découvrirez beaucoup d'autres applications possibles...

CHAPITRE IX

RADIOTELEPHONIE

Radiotéléphonie, transmission de la voie humaine par les ondes radio-électriques...

Ce que les radios de bord appellent couramment «transmette en phonie», par opposition à l'émission radiotélégraphique, en «graphie», en Morse.

Nous vous présentons ici une sélection de quelques montages émetteurs, et émetteur-récepteurs. Ils vous permettront de vous initier à cette technique, de faire des essais et des expériences amusants ; car, tous ces montages d'émission permettent de «sortir» un peu de l'esprit des montages uniquement récepteurs, plus ou moins variés.

Maintenant, **attention**...

En France, comme d'ailleurs dans tous les pays, il existe une réglementation très sévère qui, au départ, interdit toute émission privée sur les ondes de radio.

Pour pouvoir émettre **à longue distance**, il convient de passer au préalable un examen technique sérieux, ceci avant toute demande d'autorisation. Toutes précisions à ce sujet pourront vous être fournies par le Réseau des Emetteurs Français, 2, Square Trudaine - 75009 Paris -, association privée qui groupe les Radio-Amateurs Emetteurs.

Mais l'émission à longue distance n'est pas ce que nous nous proposons de réaliser ici.

Il existe un type d'émetteur-récepteur, dit aussi «transceiver» (contraction de «transmitter-receiver»), ou encore «talkie-walkie», qui permet des portées en phonie de l'ordre de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres. Ce type d'appareil peut être utilisé par le grand public sans examen technique préalable, mais son emploi est quand même subordonné à une autorisation préalable qui doit être demandée aux P et T.

Nous rappelons que les brochages des transistors utilisés sont figurés au début de ce livre.

Techniquement, il doit répondre à certaines exigences de fonctionnement, notamment être piloté par quartz pour être parfaitement stable. Sa fréquence se situe sur 27 125 kilohertz.

Disons enfin qu'une certaine **tolérance** est admise par les Services des P. et T. en ce qui concerne les émissions de **très faible puissance**, d'une portée de quelques dizaines de mètres, ne dépassant pas les limites d'une propriété. Précisons bien qu'il s'agit d'une tolérance **et non d'un droit**, pour les appareils réalisés à titre expérimental, d'études, d'essais, et que leur utilisation doit être immédiatement stoppée si elle risque d'apporter une gêne quelconque à des auditeurs du voisinage.

On nous a souvent demandé quelle est la portée d'un transceiver.

Il n'est pas possible de répondre par un simple chiffre. La liaison se fait sur la fréquence de 27,12 mégahertz, ce qui correspond à une longueur d'onde de 11 mètres environ, donc à la gamme des **ondes très courtes**. Or, dans cette gamme la propagation ne se fait pas du tout comme sur les petites ondes ou les grandes ondes par exemple.

Pour fixer les idées, pour donner un ordre de grandeur, et pour un appareil moyen d'une puissance de 100 milliwatts, nous dirons que la portée pourra être de :

— 500 à 1 000 mètres environ en zone urbaine, en ville, dans les bois, là où se trouvent de nombreux obstacles, en particulier de murs, ou cloisons en ciment armé ;

— jusqu'à 3 kilomètres environ en campagne, en terrain découvert et accidenté ;

— jusqu'à 10 kilomètres «à vue», sur des plages, en montagne, en mer ;

— et ces portées peuvent encore être plus importantes de jour, lorsque la propagation des ondes courtes est favorisée.

UN EMETTEUR A 1 TRANSISTOR

Petit montage très simple, pour faire ses premières armes dans cette technique...

Son schéma est représenté en figure 247.

L'unique transistor utilisé est un AF. 125. Le circuit oscillant est constitué par le bobinage MR. PO. et le condensateur ajustable de 30 picofarads. Microphone à grenaille, dit également «au charbon», modèle qui se comporte comme une résistance qui varie sous l'effet de la parole. Pratiquement, un tel type de microphone n'est plus fabriqué. On peut parfois en trouver en matériel d'occasion, car c'est le modèle qui équipait les anciens postes téléphoniques.

La figure 248 représente un aspect de réalisation pratique possible. En version économique, on pourra employer une petit boîte de plastique, et pour antenne un brin métallique de 1 mètre environ. Si l'on veut faire mieux les choses, un coffret métallique et une antenne télescopique.

Le condensateur ajustable et le noyau magnétique qui se déplace dans le bobinage déterminent la fréquence de l'émission. Celle-ci a lieu sur la gamme

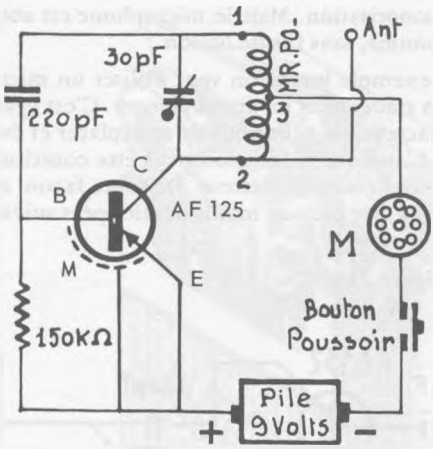


Fig. 247 — Un petit émetteur à 1 transistor.

des petites ondes, elle peut donc être reçue sur un récepteur de radio ordinaire.

A la mise en route, on recherche l'émission sur la gamme P.O. du récepteur, et on agira au besoin sur les éléments de réglage pour que l'émission se fasse dans le bas de la gamme, vers 200 mètres, pour ne pas risquer de gêner des postes du voisinage. La portée peut être de quelques dizaines de mètres.

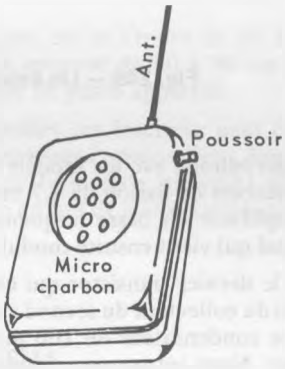


Fig. 248 — Une forme de réalisation possible.

UN EMETTEUR A TROIS TRANSISTORS

Il s'agit ici en fait d'un petit émetteur à 3 transistors, de faible portée, pouvant être utilisé à usage de microphone sans fil.

De quoi s'agit-il ?

L'émission rayonnée par cet appareil peut être captée dans un rayon de quelques dizaines de mètres par un récepteur, même rudimentaire. Après détection, il est possible d'envoyer la modulation sur un amplificateur, des

haut-parleurs, une installation de sonorisation. Mais le microphone est absolument mobile et indépendant, autonome, sans fils de liaison.

Un tel emploi se justifie par exemple lorsqu'on veut utiliser un microphone au milieu d'une foule, sur un stade, dans un attroupement. C'est également le cas sur une scène, pour un acteur qui veut pouvoir se déplacer et évoluer librement, sans fils de liaison. L'antenne d'émission peut être constituée par un fil souple, plus ou moins camouflé sur l'utilisateur. De toute façon, antennes émettrice et réceptrice devront être plus ou moins développées suivant la distance de liaison.

Le schéma est représenté en figure 249.

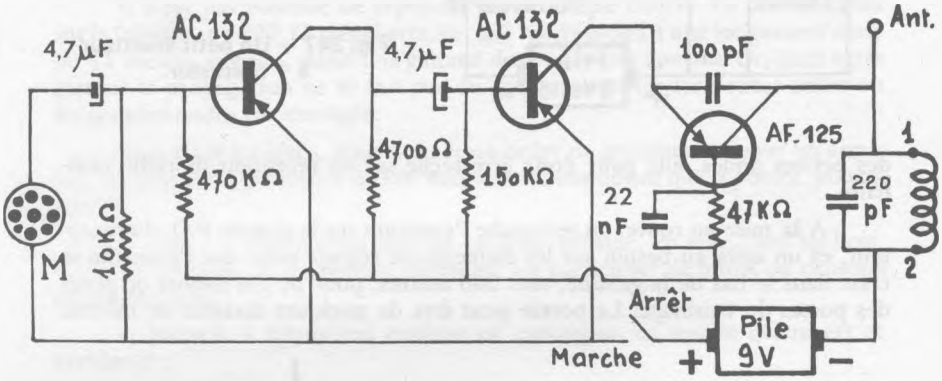


Fig. 249 — Un émetteur à 3 transistors.

Le microphone est un modèle à basse impédance, électromagnétique. Par condensateurs de liaison de 4,7 microfarads, nous atteignons deux transistors qui amplifient en basse fréquence, la modulation issue du microphone. C'est ce signal qui vient ensuite moduler l'oscillateur haute fréquence.

C'est le dernier transistor qui est l'oscillateur H.F. Son courant d'émetteur est celui du collecteur du second amplificateur B.F. L'entrée en oscillation se fait par le condensateur de 100 picofarads, qui couple ensemble émetteur et collecteur. Nous retrouvons ensuite dans le collecteur le circuit oscillant, dont le condensateur de 220 picofarads et le bobinage MR.PO. déterminent la fréquence de l'émission. Celle-ci se situe en gamme petites ondes. Le bobinage comporte un noyau de réglage qui agit sur la fréquence de l'émission.

Ici également, on cherchera à se placer en un point de la gamme qui ne risque pas de gêner une émission de radiodiffusion.

LE MINI-EMETTEUR EFM 70

Le EFM 70 est un émetteur travaillant en modulation de fréquence caractérisé par sa simplicité et ses faibles dimensions. Comme le montre la figure 250, cet appareil entre facilement dans une boîte de cigarettes de

Fig. 250 — L'équipement en écoute discrète.

90 x 55 x 30 mm. La portée sans antenne est de l'ordre de 30 à 40 mètres. Elle peut être améliorée en utilisant une antenne de 30 à 40 cm tout en restant dans les limites tolérées pour ce genre de petits appareils.

La bande des fréquences sur lesquelles cet émetteur peut être accordé s'étend de 75 à 150 MHz. Par conséquent son émission peut être captée par un récepteur classique en modulation de fréquence, couvrant de 88 à 108 MHz. On choisira une valeur en haut ou en bas de gamme sur laquelle il n'y a aucune autre émission.

LE SCHEMA

Le schéma est donné à la figure 251. Examinons-le. L'alimentation s'effectue à l'aide d'une pile 9 V, découplée par un 47 μF. Certains s'étonneront qu'il n'y ait pas d'interrupteur mais étant donné le côté expérimental de cet appareil nous n'avons pas jugé utile d'en prévoir un ; l'utilisation terminée il suffit de débrancher la pile. Il est aussi possible d'insérer un interrupteur miniature soit dans le + soit dans le − alimentation.

L'étage oscillateur est équipé avec un transistor BF 194. La fréquence porteuse est déterminée par le bobinage L et un condensateur ajustable de 25 pF insérés dans le circuit collecteur. La variation du condensateur ajustable permet de couvrir la gamme indiquée plus haut. Un condensateur de 3,3 pF reliant le collecteur et l'émetteur assure le couplage nécessaire à l'entretien des oscillations. L'antenne, si on en utilise une, se branche sur une prise de la self, à un point marqué d'une croix sur le circuit imprimé.

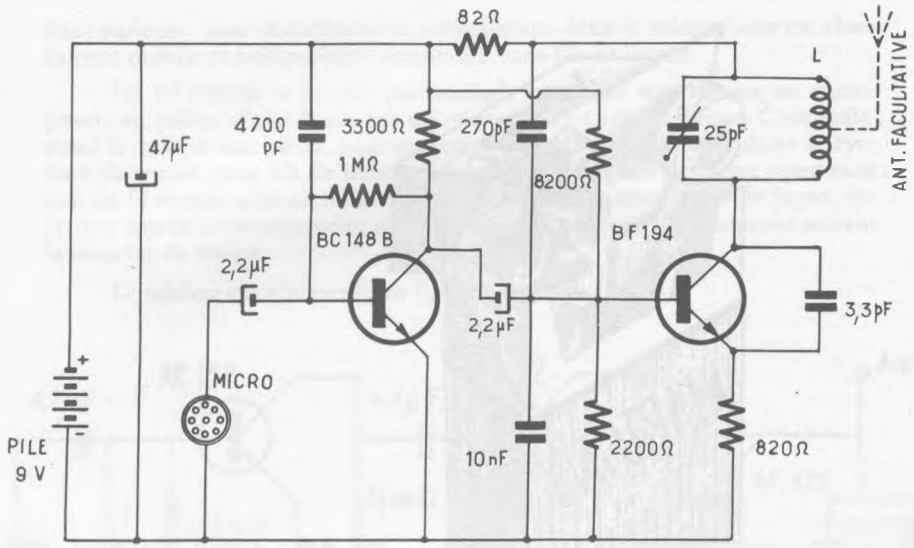


Fig. 251

L'étage modulateur met en oeuvre un transistor BC 148 monté en émetteur commun. Sa base est polarisée par une 1 MΩ venant du collecteur, et est attaquée, par un microphone piézoélectrique à haute sensibilité à travers un 2,2 µF. Le signal BF créé par le microphone et amplifié par le BC 148 B est transmis par un 2,2 µF à la base du BF 194.

Il semble que sous cette forme cet appareil est modulé en amplitude et non en fréquence. En fait, il est exact que les variations de potentiel appliquées à la base du BF 194 provoquent une variation d'amplitude de l'oscillation VHF, mais il se produit en même temps une modulation en fréquence qui est due à une variation de capacité d'une jonction du transistor comme cela a lieu dans une diode varicap. Quoi qu'il en soit cet émetteur est parfaitement reçu sur un poste MF. La sensibilité est remarquable. Lors d'essais faits dans une pièce normale on pouvait entendre les moindres bruits y compris le tic-tac d'une pendule.

REALISATION PRATIQUE

La construction se fait sur un circuit imprimé de 80 x 50 mm. En examinant son côté cuivre on remarque que la self d'accord (L sur le schéma) est constituée par une connexion gravée en forme de boucle.

Sur la face bakélite on place les différents composants selon la disposition indiquée à la figure 252. Ce câblage doit se faire à plat c'est-à-dire que le corps des composants doit être le plus proche possible de la bakélite. Le microphone doit être collé en haut du circuit imprimé à côté du condensateur ajustable. Il est nécessaire de retirer l'embout en plastique inutile dans ce cas.

Si le montage est correct le fonctionnement est immédiat. Il suffira d'agir sur le condensateur ajustable pour caler la fréquence à une extrémité ou à l'autre de la gamme MF.

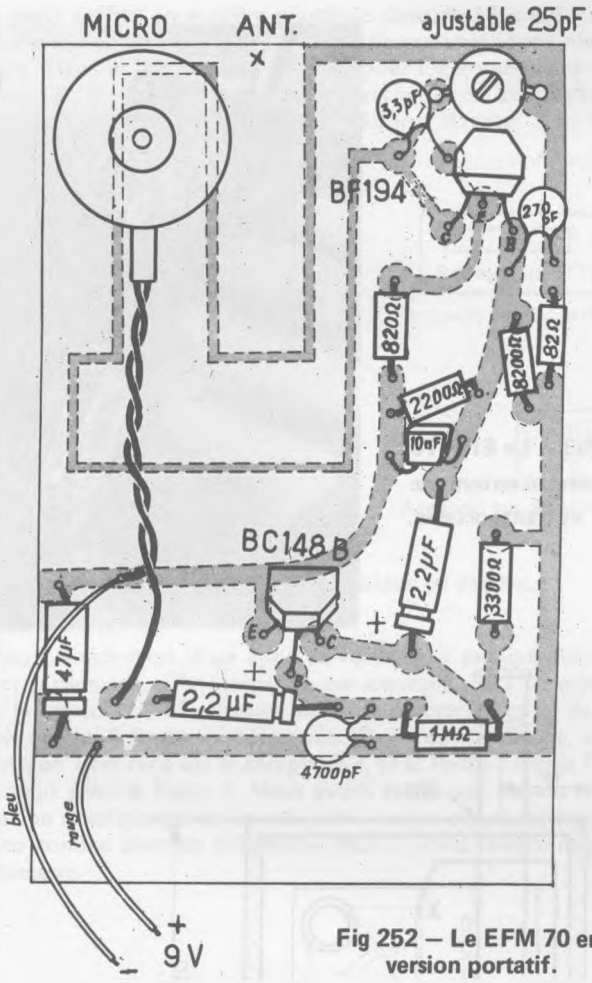


Fig 252 – Le EFM 70 en version portatif.

Si on dispose le module dans une boîte, il faut percer un trou à la hauteur du micro pour faciliter le passage des sons. On a prévu aussi un boîtier plastique de dimensions convenables.

Disposé dans une pièce quelconque, pouvant facilement être camouflé en raison de ses faibles dimensions, ce petit émetteur retransmet tous les bruits, sons, conversations, se produisant dans la pièce. L'émission est reçue à plusieurs dizaines de mètres de distance sur un récepteur ordinaire du commerce. C'est dire qu'un tel appareil se prête à de très nombreuses applications et utilisations pratiques.

LE EFM. 70 EN VERSION PORTATIF

Voyons maintenant la réalisation sous une autre version de cet appareil.

C'est à partir **du même module** que nous aboutissons à un émetteur qui est plus transportable, comme nous pouvons le voir en figure 253. Nous dis-

Fig. 253 – Le EFM 70 en version autonome et transportable.

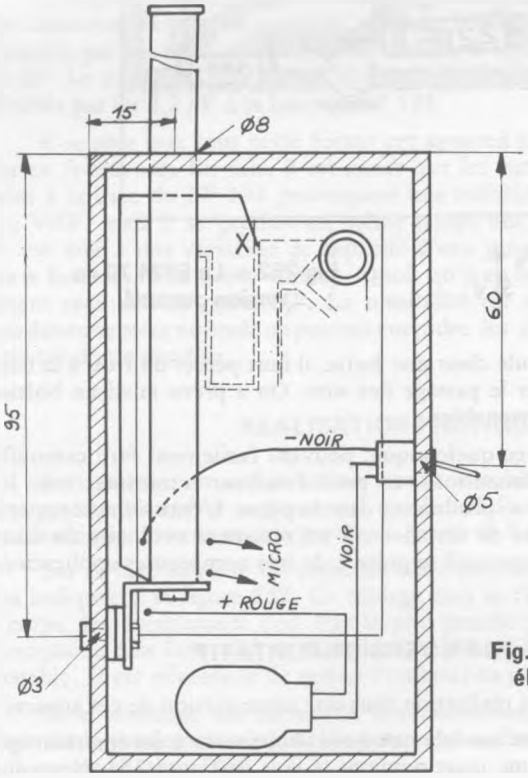


Fig. 254 – La disposition des éléments dans le coffret.

posons d'un petit coffret en matière plastique dure de 12 x 6,5 x 4 cm, peu encombrant. Nous l'équipons d'une antenne télescopique (donc rentrante) de 70 cm environ. Dans le bas, il y a de la place pour loger une pile de plus grandes dimensions. A droite un interrupteur Marche-Arrêt, avec indication des positions sur le coffret (évitons l'oubli en position Marche...) La figure 254 vous montre l'équipement intérieur du coffret.

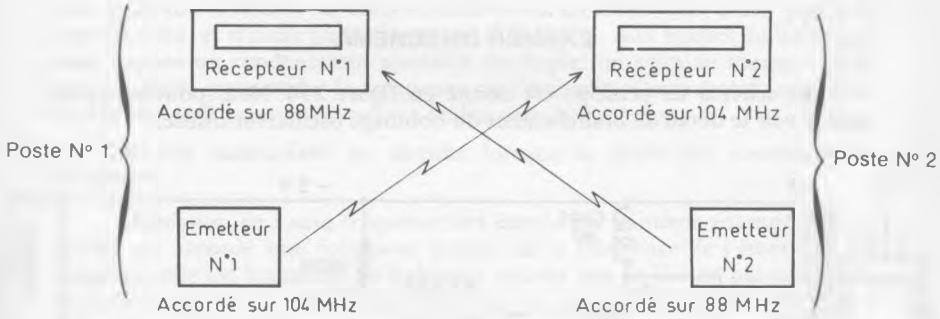


Fig. 255 — Une liaison radiophonique en duplex.

On dispose finalement d'un appareil facilement manipulable, que l'on peut emporter facilement, à la campagne par exemple. Et à ce sujet... voyez le tableau de la figure 255. On dispose de deux émetteurs et de deux récepteurs, accordés sur des fréquences différentes. Dans ces conditions, à partir du Poste 1 l'émetteur 1 est reçu sur le récepteur 2, et le Poste 1 reçoit l'émetteur 2. Et inversement pour le Poste 2. Nous avons établi une liaison radio complète, en émission et en réception, et cela sans aucune commutation. La conversation a lieu comme avec un téléphone. Mais c'est du téléphone par radio, donc radiophonique.

UN EMETTEUR-RECEPTEUR DEUX TRANSISTORS, ONDE MOYENNE

Emetteur-récepteur de faible puissance, utilisant des transistors se trouvant couramment, que l'on réalisera à titre d'essais et d'expériences. Il fonctionne avec antenne et prise de terre.

La portée est de quelques dizaines de mètres, et pourra justement varier en fonction de l'importance des antennes installées sur les deux appareils. Emission se situant dans le bas de la gamme des petites ondes. On devra par conséquent bien s'assurer que l'on ne cause aucune gêne à un quelconque récepteur du voisinage. On devra absolument stopper toute émission si l'on apporte une telle gêne, et au besoin réduire la longueur des antennes pour diminuer la portée des émetteurs. Nous verrons d'ailleurs dans la description

donnée ici qu'il est possible de régler l'oscillateur de façon à opérer dans une zone fort peu écoutée.

Remarquons encore que chaque appareil étant un émetteur-récepteur, il faut donc en employer deux pour émettre et recevoir l'un sur l'autre ; disons encore que si l'on considère le schéma commuté en position «émission», on peut l'adopter pour monter un simple émetteur à deux transistors.

EXAMEN DU SCHEMA

Le schéma de principe est donné en figure 256. Nous pouvons également y voir le détail de branchement du bobinage oscillateur utilisé.

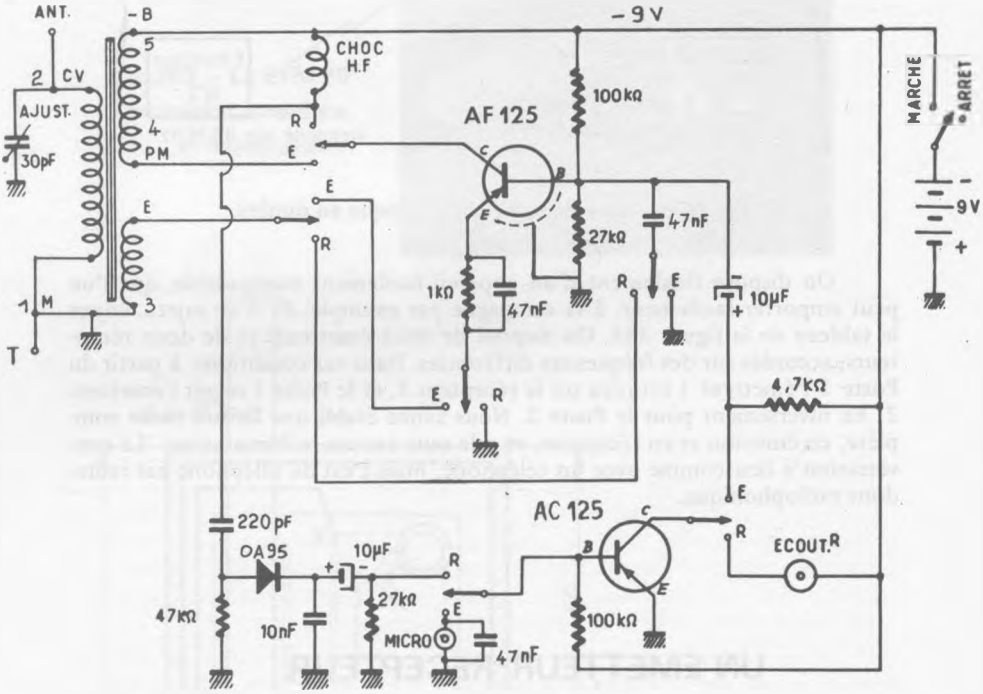


Fig. 256 — Le ERT. 2, émetteur-récepteur expérimental.

Cet appareil utilise principalement deux transistors. En fonction émission, le AF 125 est monté en oscillateur haute fréquence, et le AC 125 en modulateur basse fréquence. En fonction réception, le AF 125 est monté en amplificateur haute fréquence, suivi d'une détection par diode au germanium, puis de l'AC 125 amplificateur de basse fréquence.

Sur l'ensemble du schéma, on voit plusieurs commutateurs «émission-réception» ; tous sont en fait commandés par un seul et même axe et un seul bouton, actionnant un commutateur à 6 circuits et 2 positions.

Pour examiner le fonctionnement de ce schéma, suivons par exemple les circuits lorsque le poste est **commuté sur émission.**

Le microphone attaque la base du transistor AC 125, la tension de modulation se retrouve amplifiée dans le circuit du collecteur aux bornes de la 4,7 kilohms. De là, elle est transmise par le 10 microfarads à la base du AF 125 et le module. Celui-ci oscille en haute fréquence par les bobinages de l'émetteur et du collecteur qui sont couplés ensemble. Ils sont également couplés avec le circuit oscillant rayonnant, celui-ci est en effet relié, d'une part à la prise de terre, et d'autre part à l'antenne d'émission. Aux bornes du bobinage, nous voyons un condensateur ajustable sur lequel on agira au moment de la mise au point pour régler la fréquence de l'émission. Cette émission se situe dans le bas de la gamme des petites ondes, vers 200 mètres.

Suivons maintenant les circuits lorsque le poste est **commuté sur réception.**

L'émission de haute fréquence est captée par la même antenne, dont le circuit est accordé une fois pour toutes sur la fréquence de l'émetteur. Par couplage, elle est transmise au bobinage qui est mis en liaison par deux commutateurs successifs avec le condensateur de 47 nanofarads qui transmet à la base du AF 125. Ce transistor fonctionne en amplificateur haute fréquence. La tension H.F. amplifiée se retrouve dans le circuit du collecteur aux bornes de la bobine de choc et est transmise par le condensateur de 220 picofarads à la diode, pour détection. Après détection, le signal de basse fréquence attaque la base de l'AC 125 et se retrouve amplifié dans le circuit du collecteur, où il actionne l'écouteur.

Ce poste est alimenté par une tension de 9 volts. La borne positive est reliée à la masse générale, la borne négative est isolée et par l'intermédiaire de l'interrupteur «Marche-Arrêt» c'est ce pôle qui distribue la tension d'alimentation aux points voulus.

Le système récepteur est constitué par un casque à deux écouteurs que l'on dispose en permanence sur les deux oreilles. Quant au microphone, il est tout simplement constitué **par un élément d'écouteur** devant lequel on parle. Solution simple et économique...

LA REALISATION PRATIQUE

L'ensemble est contenu dans un petit coffret de dimensions 14 × 11 × 6 cm. Le microphone est fixé à l'avant du coffret, devant une ouverture grillagée qui laissera passer les sons. Tout le montage et le câblage sont faits sur le panneau arrière qui est mobile et fixé au coffret par 4 vis ; la liaison au microphone est assurée par un cordon souple à 2 conducteurs. On retrouve une disposition analogue à celle de l'interphone déjà décrit.

Le plan de câblage est illustré par la figure 257. On commence par mettre en place les quatre douilles pour le branchement du casque, de l'antenne et de la terre, puis le commutateur principal et le petit inverseur «Marche-Arrêt». Sous les vis du commutateur, on fixe deux barrettes-relais, et c'est sur ces supports mécaniques que se fera tout le câblage.

Les deux piles de 4,5 volts se fixent contre l'une des parois du coffret. La plaquette qui porte le bobinage oscillateur H.F. comporte des cosses qui ne sont pas reliées aux bobinages, nous les emploierons très utilement comme cosses-relais.

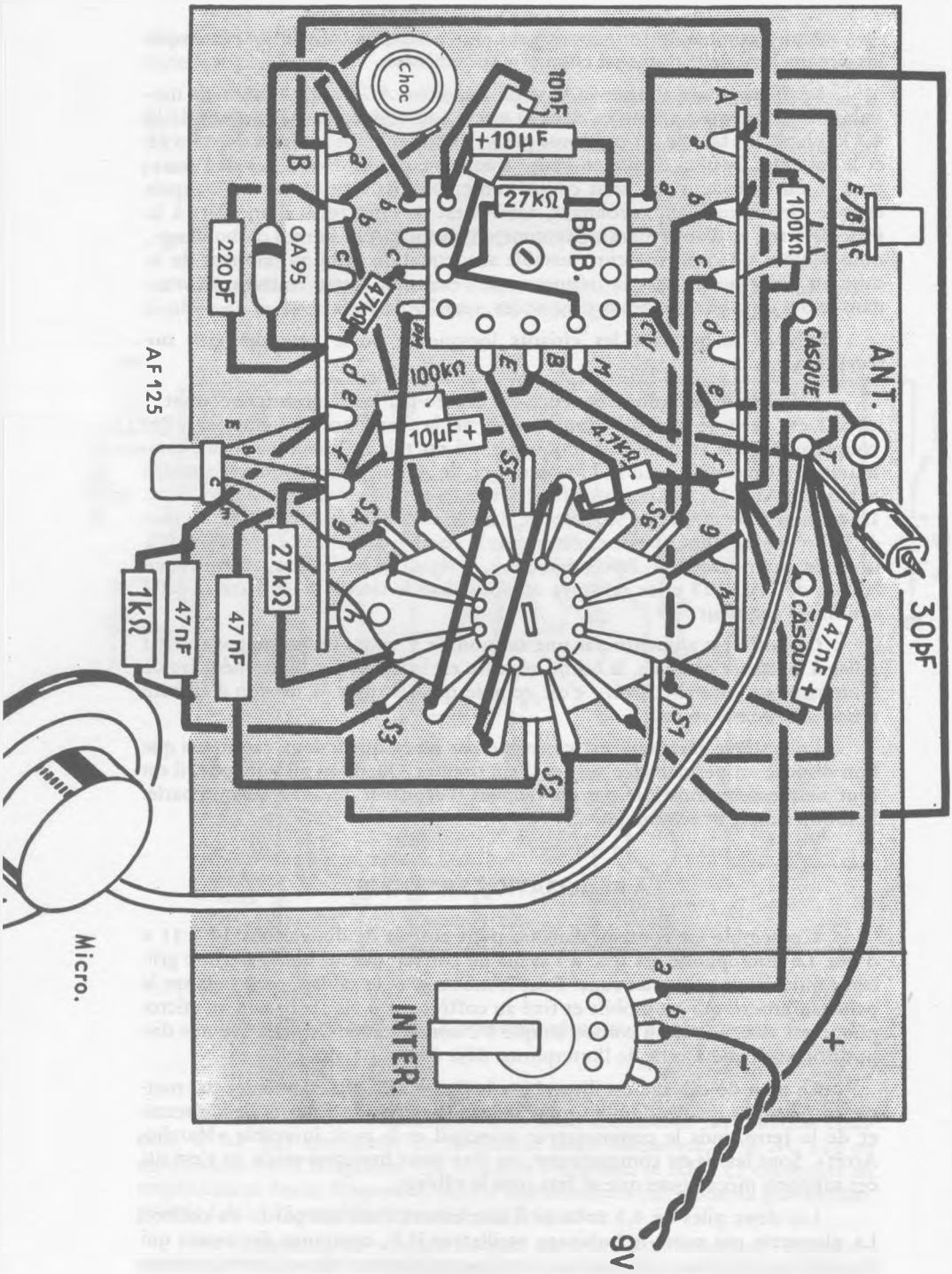


Fig. 257 – Le dessin du câblage de l'ERT. 2.

L'arrière de l'appareil comporte deux douilles recevant respectivement l'antenne et la terre, et deux autres douilles dans lesquelles on branche le casque à deux écouteurs. Celui-ci se trouve donc à l'extérieur du coffret. Quant au microphone, il est incorporé à l'intérieur de l'appareil. A l'usage, on tient donc d'une main le coffret devant la bouche et de l'autre on actionne le commutateur «émission-réception», casque-récepteur aux oreilles.

LA MISE AU POINT

Dès que le câblage des deux appareils est terminé et soigneusement vérifié, il y a lieu de les régler l'un sur l'autre pour qu'ils émettent et reçoivent sur la même fréquence.

On dispose pour procéder à ces réglages de deux éléments sur chaque appareil :

— d'une part le condensateur ajustable de 30 picofarads ;

— d'autre part, le noyau de réglage qui se trouve sur le bobinage ;

— oscillateur, on l'actionne avec un tournevis et il s'enfonce plus ou moins à l'intérieur du bobinage.

Pour faciliter les opérations de réglage, tout au moins dans leur début, il est commode de s'aider d'un poste récepteur ordinaire, un superhétérodyne secteur qui sera réglé sur petites ondes et vers le bas de la gamme, sur 200 mètres par exemple. L'un des appareils étant en route, on parle devant le microphone et on actionne les réglages pour arriver à l'entendre dans le récepteur, et ce au maximum de puissance. On procède ensuite de même pour le second appareil.

A ce moment, les deux postes sont réglés en émetteurs sur la même fréquence et doivent pouvoir émettre et recevoir l'un sur l'autre. Ne pas craindre éventuellement de retoucher et fignoler les réglages. Remarquons bien qu'au cours de toutes ces opérations, tous les éléments doivent être branchés : antenne, terre, microphone et également le casque.

Pour éviter tout risque de brouillage intempestif, on pourra si besoin est, «redescendre» le plus bas possible dans la gamme P.O., là où il n'y a pratiquement plus d'émetteurs couramment captés. En poursuivant les réglages, on peut même arriver à se situer immédiatement «en-dessous» de la gamme P.O.

Nous avons vu que nos postes doivent être munis d'antenne et de prise de terre. Ces installations ne présentent aucune difficulté si l'on se trouve à la campagne, où l'on pourra utiliser une antenne extérieure ou intérieure, suivant les possibilités locales. En ville, on peut employer l'antenne d'appartement ordinaire et une conduite d'eau ou de chauffage central comme prise de terre. Il sera également intéressant de faire l'essai du secteur, aussi bien comme antenne que comme prise de terre. Prendre toujours bien soin d'intercaler un condensateur de 2 à 5 nanofarads environ, et de rechercher quel est le pôle du secteur qui donne les meilleurs résultats.

En terrain de camping, la prise de terre est avantageusement constituée par un piquet de tente fiché en terrain humide, et l'antenne par un fil tendu entre deux mâts de tente, ou entre deux arbres.

UN WALKIE-TALKIE, ONDES COURTES

Nous réalisons maintenant un modèle d'émetteur-récepteur de petites dimensions, portatif, fonctionnant dans la bande autorisée des 27,120 mégahertz. Portée d'au moins 200 mètres, pouvant atteindre 500 à 1 000 mètres dans les cas de liaison favorable.

Nous confirmons qu'un tel appareil s'utilise **par paire**, il a pour but d'établir une liaison radiophonique **bilatérale**, entre deux correspondants. Pendant que l'un des correspondants émet et parle devant le microphone, l'autre reçoit et écoute sur haut-parleur. Ensuite on inverse, celui qui émettait passe sur réception et celui qui recevait passe sur émission. On réalise tout de suite qu'il faut disposer sur chaque appareil d'une commutation «Emission-Réception». D'autre part, et pour la bonne compréhension des circuits, disons que c'est le même petit haut-parleur qui sera utilisé tour à tour en microphone à l'émission, puis en haut-parleur à la réception. Rappelons en effet qu'un tel appareil est dit **réversible**.

Nous voyons cet appareil en figure 258 — Dimensions 15 x 8 x 5 cm. Antenne télescopique de 1 mètre.

Fig. 258 — L'émetteur — récepteur V.T. 27.

Maintenant identifions les circuits que nous voyons en figure 259.

Tous les inverseurs référencés de I 1 à I 5 forment la commutation «Emission-Réception». Ils sont actionnés par un seul et même bouton-poussoir, à deux positions enclenchées. Ces inverseurs sont ici représentés en com-

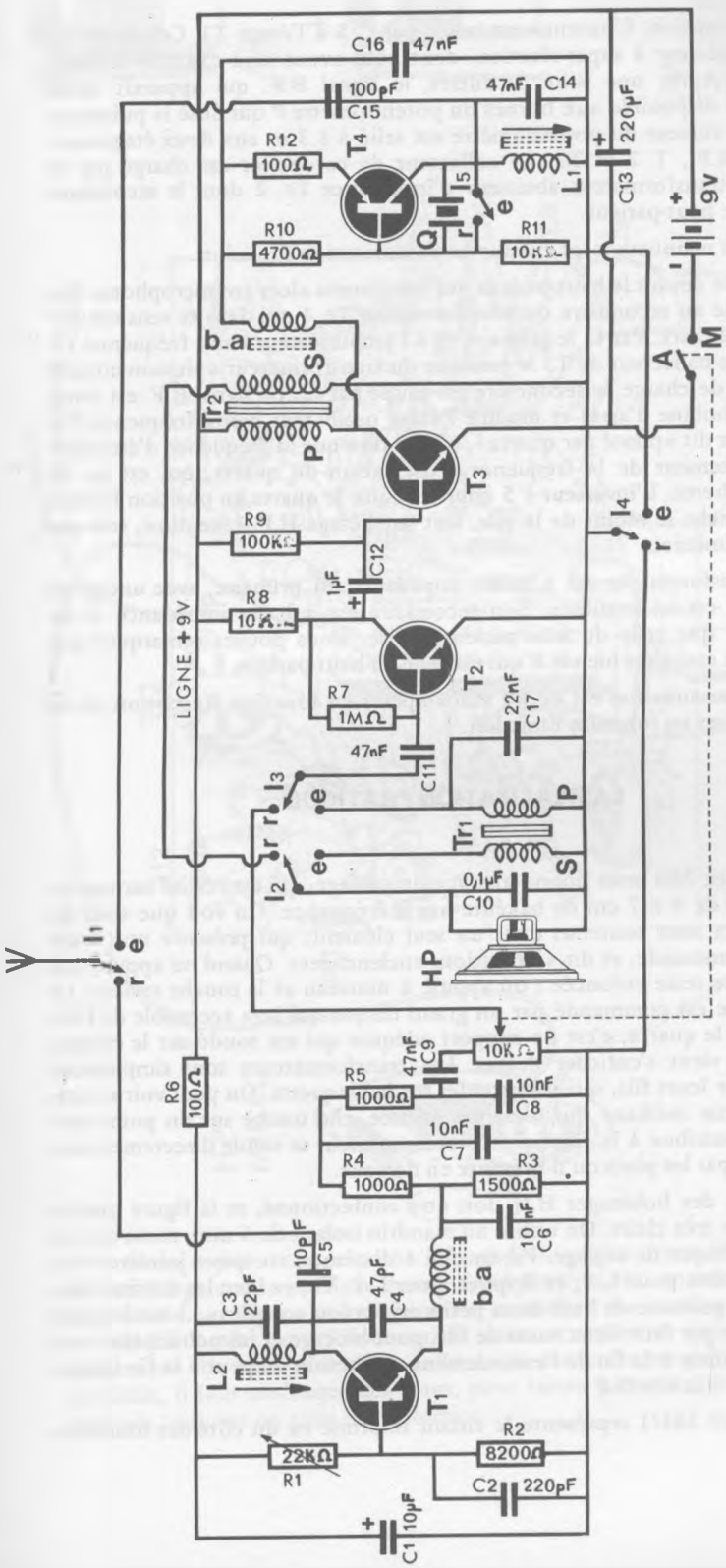


Fig. 259 – Le VT 27, émetteur-récepteur radiophonique, dit également «walkie-talkie»

I1 à I5 : Commutateur 5 circuits 2 positions
Q : Quartz 27, 120 mégahertz
T 1 à T 3 : BC 237 A
T 4 : BCW 96 B

B.A. : Bobines d'arrêt VK 200
Tr 1 et Tr 2 : Transformateurs BF - TS.30
HP : 7 cm, impédance 8 ohms

*mutation Réception. L'antenne est reliée par C 5 à l'étage T1. Celui-ci fonc*tionne en détecteur à super-réaction, dont nous avons déjà examiné le fonctionnement. Après une suite de filtres, le signal B.F. qui apparaît après détection est disponible aux bornes du potentiomètre P qui dose la puissance d'écoute. Le curseur du potentiomètre est relié à I 3 et aux deux étages amplificateurs B.F., T 2 et T3. Le collecteur de ce dernier est chargé par le primaire du transformateur abaisseur d'impédance Tr. 2 dont le secondaire débite dans le haut-parleur.

Suivons maintenant les circuits en commutation Emission.

On parle devant le haut-parleur qui fonctionne alors en microphone. Par I 2, il est relié au secondaire du transformateur Tr. 1 qui dans ce sens est élévateur d'impédance. Par I3 le primaire va à l'amplificateur basse fréquence T2 et T3. Dans le collecteur de T3 le primaire du transformateur uniquement sert d'impédance de charge, le secondaire est coupé par I2. Le signal B.F. est donc dirigé sur la bobine d'arrêt et module l'étage oscillateur haute fréquence T4. Cet étage est dit «piloté par quartz», c'est-à-dire que sa fréquence d'émission dépend strictement de la fréquence d'oscillation du quartz, qui est ici de 27,120 mégahertz. L'inverseur I 5 court-circuite le quartz en position Réception. I 4 branche le Moins de la pile, soit sur l'étage H.F. réception, soit sur l'étage H.F. émission.

Le transformateur est à haute impédance au primaire, avec une prise médiane qui est ici inutilisée. Son secondaire est à basse impédance et de même valeur que celle du haut-parleur utilisé. Vous pouvez remarquer que dans les deux cas, c'est bien le S qui est relié au haut-parleur.

La consommation est de 20 milliampères en fonction Réception, et de 30 millampères en fonction Emission.

LA REALISATION PRATIQUE

La figure 260 nous donne une vue du câblage, qui est réalisé sur un circuit imprimé de 9 x 7 cm de bakélite haute fréquence. On voit que tous les commutateurs sont contenus dans un seul élément, qui présente une seule touche de commande, et dit «à positions enclenchées». Quand on appuie une fois, la touche reste enfoncée ; on appuie à nouveau et la touche revient. Le potentiomètre est commandé par un grand disque qui sera accessible de l'extérieur. Pour le quartz, c'est un support adéquat qui est soudé sur le circuit, et le quartz vient s'enficher dessus. Les transformateurs sont simplement maintenus par leurs fils, qui sont soudés sur la plaquette. On peut voir au primaire une prise médiane qui n'est pas utilisée, elle tombe sur un point non relié, mais contribue à la fixation. Le commutateur se soude directement sur la plaquette, par les plots qu'il présente en dessous.

Chacun des bobinages H.F. doit être confectionné, et la figure qui les représente est très claire. On utilise un mandrin isolant de 6 mm, muni de son noyau magnétique de réglage. Fil émaillé 4 dixièmes, en spires jointives. On compte 12 spires pour L 1, et 8 spires pour L 2. Voyez bien les dessins, chaque mandrin présente en haut deux petits ergots (ou «oreilles»...) sur lesquels on commence par faire deux tours de fils, pour blocage et immobilisation ; on procède de même à la fin de l'enroulement. Au besoin on peut à la fin immobiliser le tout à la cire H.F.

La figure 261/1 représente le circuit imprimé vu du côté des soudures.

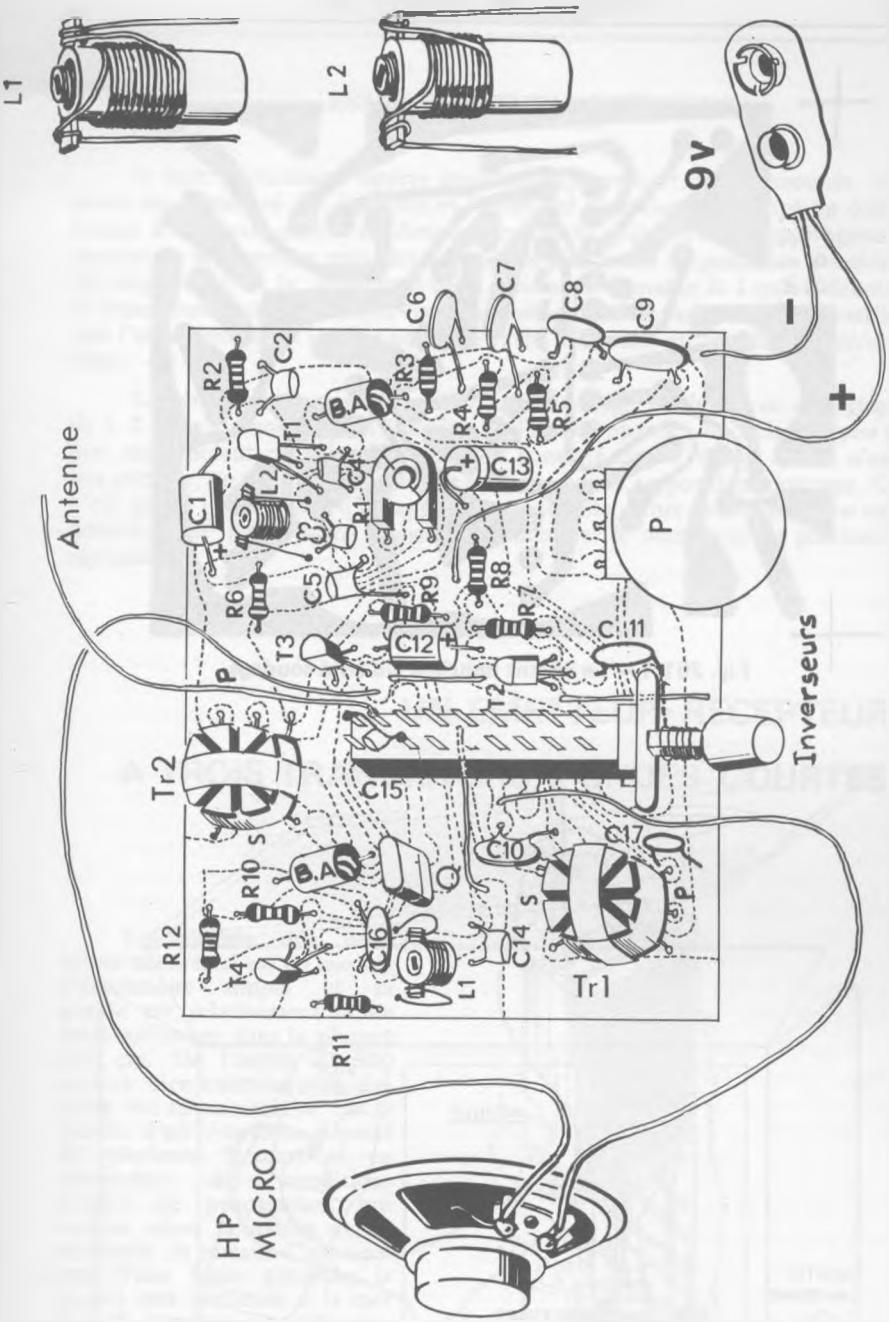


Fig. 260 — Le câblage et la réalisation des bobinages.

Nous voyons en figure 261/2 la disposition des divers éléments dans le coffret. La plaquette est fixée dans le fond par trois vis ; on intercale un écrou pour laisser un espace entre plaquette et coffret. La tension de 9 volts est fournie par 6 piles de 1,5 volt qui se trouvent reliées en série par le boîtier-connecteur. Le haut-parleur est collé sur le couvercle par de la cyanolit. Au préalable, il faut aménager des trous, pour laisser passer le son et la voix. On intercale toujours un tissu de protection.

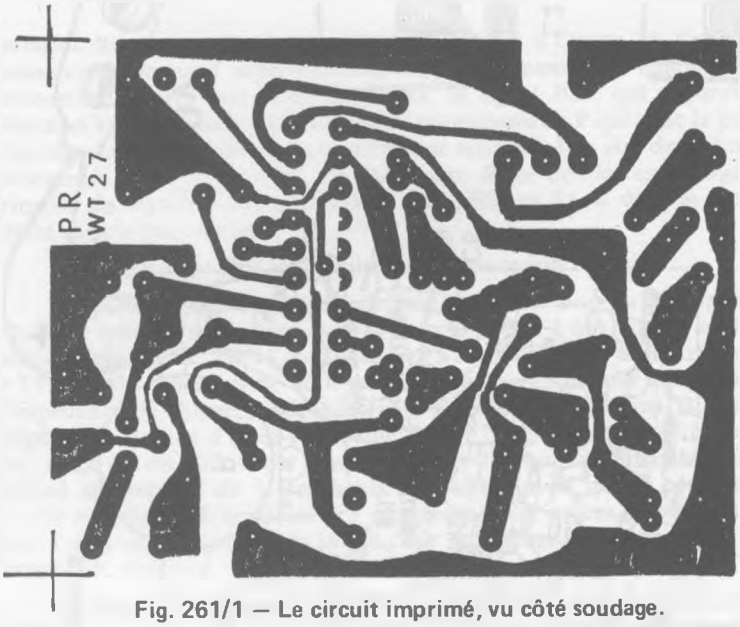


Fig. 261/1 — Le circuit imprimé, vu côté soudage.

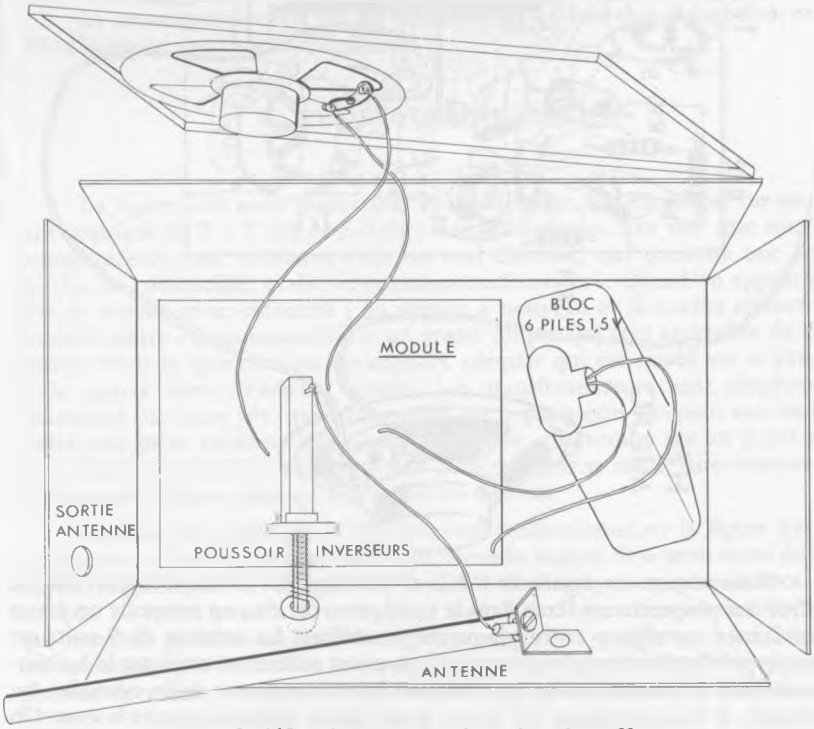


Fig. 261/2 — La mise en place dans le coffret.

ESSAIS ET MISE EN ROUTE

Il faut évidemment opérer avec deux appareils et deux personnes. Un poste est commuté sur émission et l'autre sur réception. Au début on commence à quelques mètres de distance seulement, puis on s'éloigne progressivement en recherchant toujours à régler au maximum de puissance possible. En réception c'est la manœuvre de la résistance ajustable R 1 qui déclenche le fonctionnement de la super-réaction, cela se traduit par un bruit de souffle que l'on entend dans le haut-parleur ; ceci a été traité au chapitre des récepteurs.

Le récepteur étant en fonctionnement, on agit sur le noyau de réglage de L 2 pour s'accorder sur l'émission de l'autre appareil ; on s'éloigne peu à peu, en fignolant ce réglage. Nous avons constaté que le réglage de L 1 n'est pas critique, on peut se contenter de laisser le noyau en position moyenne. Ce n'est que si l'on dispose d'un appareil de contrôle, genre champmètre ou ondemètre, que l'on pourra essayer de rechercher le maximum de puissance rayonnée.

UN EMETTEUR-RECEPTEUR A TROIS TRANSISTORS, A ONDES COURTES

Le modèle que nous allons décrire ici est un modèle relativement simple et sa portée est relativement faible mais suffisante dans la plupart des cas. De l'ordre de 500 mètres. Bien entendu cette distance est approximative car la portée d'un émetteur dépend de plusieurs facteurs et en particulier des conditions locales de propagation qui varient selon la nature et les accidents du terrain. C'est ainsi que d'une façon générale, la portée sera meilleure à la mer qu'à la campagne et à la campagne qu'en ville.

Les performances du TW 3 sont suffisantes pour de nombreux usages. Indiquons à titre d'exemple : l'installation des antennes TV ; liaison entre voitures, entre bateaux de plaisance, etc.

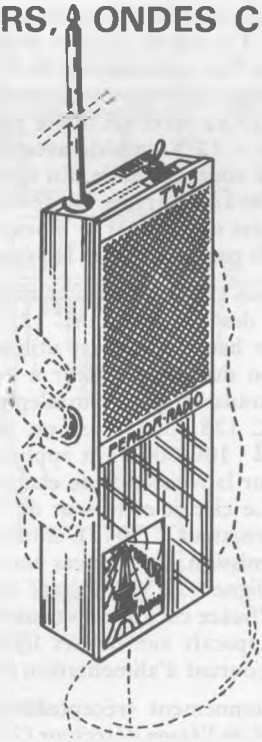


Fig. 262 – Le walkie-talkie TW 3.

CARACTERISTIQUES GENERALES

- Nombre de transistors : 3 ;
- Fréquence porteuse : 27,12 MHz stabilisée par quartz ;
- Puissance : 60 mW ;
- Alimentation : 12 V par piles incorporées ;
- Portée moyenne : 500 mètres ;
- Antenne télescopique de 1 mètre ;
- Dimensions du coffret : 180 x 60 x 35 mm.

LE SCHEMA DE PRINCIPE

Le schéma de cet appareil est donné à la figure 263. Un transistor unique 2 N 2219, fonctionne en oscillateur à l'émission et en détecteur super-réaction à la réception. La commutation émission-réception est réalisée par un commutateur à poussoir à 4 circuits de deux positions avec rappel à la position de repos, qui est celle de réception.

Dans les deux modes de fonctionnement (émission-réception), l'étage équipé par le 2 N 2219 a des circuits communs. Le collecteur est chargé par un circuit oscillant composé de la self L 1 accordée sur 27,12 MHz par un condensateur de 4,7 pF. A L 1, est couplée une self L 2 qui assure la liaison avec l'antenne télescopique. Comme l'adaptation de l'antenne a une influence déterminante sur la puissance rayonnée et par voie de conséquence sur la portée, une self L 3 à noyau réglable permet d'ajuster au mieux l'accord du collecteur d'ondes. Un condensateur de 47 pF placé entre émetteur et collecteur assure le couplage nécessaire à l'entretien de l'oscillation ; en position émission le quartz 27,12 MHz est inséré par une section de commutateur entre la base et la ligne − 12 V en série avec un 4,7 nF. En même temps la résistance de 2 200 Ω est court-circuitée. En réception c'est le quartz qui est court-circuité et la 2 200 Ω en service. Le découpage nécessaire au fonctionnement en super-réaction est obtenu par le blocage et le déblocage périodiques du transistor provoqués par la charge et la décharge du 4,7 nF.

Continuons l'examen du schéma et du fonctionnement en émission. Les étages équipés des transistors AC 125 et AC 132 servent d'amplificateur de modulation. Le haut-parleur est utilisé alors en microphone. Il est raccordé par une section du commutateur à l'enroulement 1-2 d'un transformateur T 114, lequel transmet par l'enroulement 5-6, le signal BF de modulation, à la base de l'AC 125. Cette base est polarisée par la tension obtenue par le pont 10 000 Ω - 100 000 Ω et appliquée au point 6 de T 114. Le signal amplifié prélevé sur la résistance de charge est transmis par un 0,1 μF de la base de l'AC 132. Le circuit collecteur de l'AC 132 est chargé par l'enroulement 1-3 du transformateur T 304. L'enroulement 4-5 de ce transformateur n'est pas utilisé en émission. Dans ce cas une section du commutateur relie au point 1 de T 304 la ligne − 12 V de l'étage oscillateur 2 N 2219. Ce procédé de modulation très efficace est appelé «choke-system». Le signal BF de modulation, amplifié, qui apparaît aux bornes 1-3 du transfo fait varier au rythme de la modulation le courant d'alimentation du 2 N 2219.

En fonctionnement «récepteur» une des sections du commutateur relie la ligne − 12 V de l'étage détecteur (2 N 2219) directement à la ligne − 12 V générale. Une autre section du commutateur transmet à l'enroulement 3-4 du

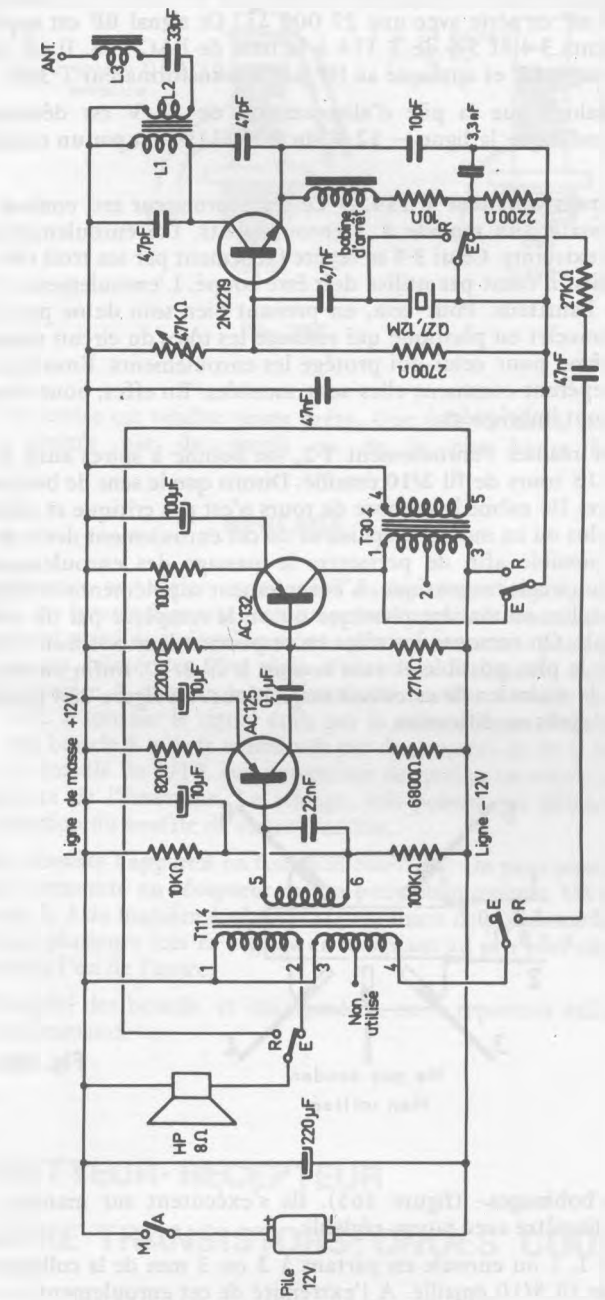

ANT.
L3
33pF
L2
L1
47pF
10pF
3,3nF
4,7pF
bobine d'arrêt
10Ω
220Ω
R
E
2N2219
4,7nF
27KΩ
47KΩ
27,12M
2700Ω
47nF
47nF
100µF
T304
100Ω
AC132
2200Ω
10µF
0,1µF
27KΩ
AC125
Ligne de masse +12V
820Ω
10µF
22nF
6800Ω
Ligne −12V
10KΩ
100KΩ
T114
Non utilisé
HP 8Ω
220µF
M
A
Pile 12V

Fig. 263.

transformateur T 114 le signal BF fourni par l'étage super-réaction qui apparaît sur la 2 200 Ω de charge de l'émetteur du 2 N 2219. La liaison est opérée par un 47 nF en série avec une 27 000 Ω. Ce signal BF est appliqué par les enroulements 3-4 et 5-6 de T 114 à la base de l'AC 125. Il est amplifié par les deux étages BF et appliqué au HP par le transformateur T 304.

Signalons que la pile d'alimentation de 12 V est découplée par un 220 μF tandis que la ligne – 12 V du 2 N 2219 l'est par un condensateur de 47 nF.

Le transformateur T 114. – Ce transformateur est, comme nous avons pu le constater, un modèle à 3 enroulements. Les enroulements 5-6 et 3-4 sont déjà existants. Celui 3-4 se repère facilement par ses trois fils étamés. Celui du milieu n'étant pas utilisé doit être coupé. L'enroulement 1-2 est à exécuter par l'amateur. Pour cela, en prenant bien soin de ne pas l'abîmer, on retire le bracelet en plastique qui entoure les tôles du circuit magnétique. On fait de même pour celui qui protège les enroulements. Ensuite on retire les tôles en repérant comment elles sont montées. En effet, pour réduire l'entrefer, elles sont imbriquées.

Pour réaliser l'enroulement 1-2, on bobine à spires aussi jointives que possible 115 tours de fil 2/10 émaillé. Disons que le sens de bobinage est sans importance. De même le nombre de tours n'est pas critique et tolère quelques tours en plus ou en moins. L'épaisseur de cet enroulement devra être aussi faible que possible afin de permettre le passage des enroulements dans les fenêtres du circuit magnétique. L'enroulement supplémentaire terminé, on replace le collier en matière plastique ou on le remplace par du ruban adhésif moins épais. On remonte les tôles en respectant leur position tête-bêche en les tassant le plus possible et sans couper le fil 2/10. Enfin on remet en place le collier de maintien de ce circuit magnétique. La figure 264 montre le transformateur après modification.

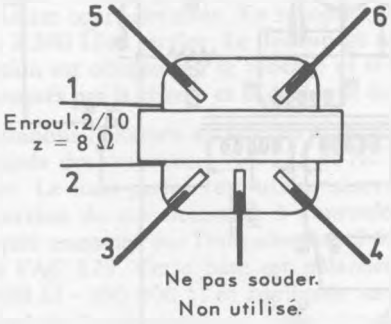


Fig. 264.

Les bobinages.- (figure 265). Ils s'exécutent sur mandrin isolant de 6 mm de diamètre avec noyau réglable.

Pour L 1 on enroule en partant à 2 ou 3 mm de la collerette 12 spires jointives de fil 5/10 émaillé. A l'extrémité de cet enroulement L 1 on bobine 2 spires jointives de fil émaillé 9/10, de manière à constituer L 2.

Pour obtenir L 3 on enroule sur un autre mandrin 24 spires de fil émaillé de 4/10. La bobine d'arrêt constituée par du fil nu passé dans les trous

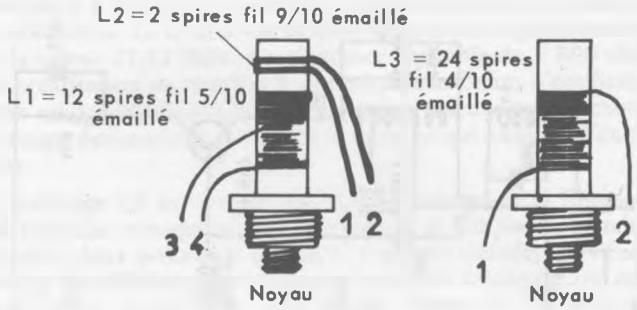


Fig. 265.

d'une perle en ferrite est vendue toute prête. Une fois terminés, les enroulements sont arrêtés par du vernis ou de la cire haute fréquence.

REGLAGE

On commence par régler un appareil en fonction récepteur sur 27,12 MHz soit avec une boucle à quartz, soit un second appareil commuté en émetteur, c'est souvent possible puisqu'on monte généralement une paire pour permettre les liaisons bilatérales. On règle d'abord la résistance ajustable du récepteur de manière à obtenir le maximum de souffle. Ensuite on règle le noyau de L 1- L 2 soit sur le signal émis par le second appareil soit en couplant à L 1 une boucle à quartz constituée par deux spires de 25 à 30 mm de diamètre en fil émaillé de 9/10, aux extrémités desquelles on soude, provisoirement, le quartz de l'émetteur. Le réglage, très pointu, est obtenu au moment de l'extinction du souffle de super-réaction.

On règle ensuite l'appareil en fonction émetteur. On peut pour cela utiliser le second commuté en récepteur ou un petit champmètre. On agit alors sur le bobinage L 3 de manière à obtenir le maximum de puissance rayonnée. On renouvellera plusieurs fois ce réglage en éloignant un peu plus chaque fois les deux appareils l'un de l'autre.

Pour l'emploi des boucle et champmètre, on se reportera utilement au chapitre «Télécommande».

UN EMETTEUR-RECEPTEUR A QUATRE TRANSISTORS, ONDES COURTES

Examinons le schéma de ce modèle, représenté en figure 266.

Nous voyons deux appareils bien distincts, un récepteur et un émetteur. L'antenne est commutée soit sur l'un, soit sur l'autre ; il en est de même de la

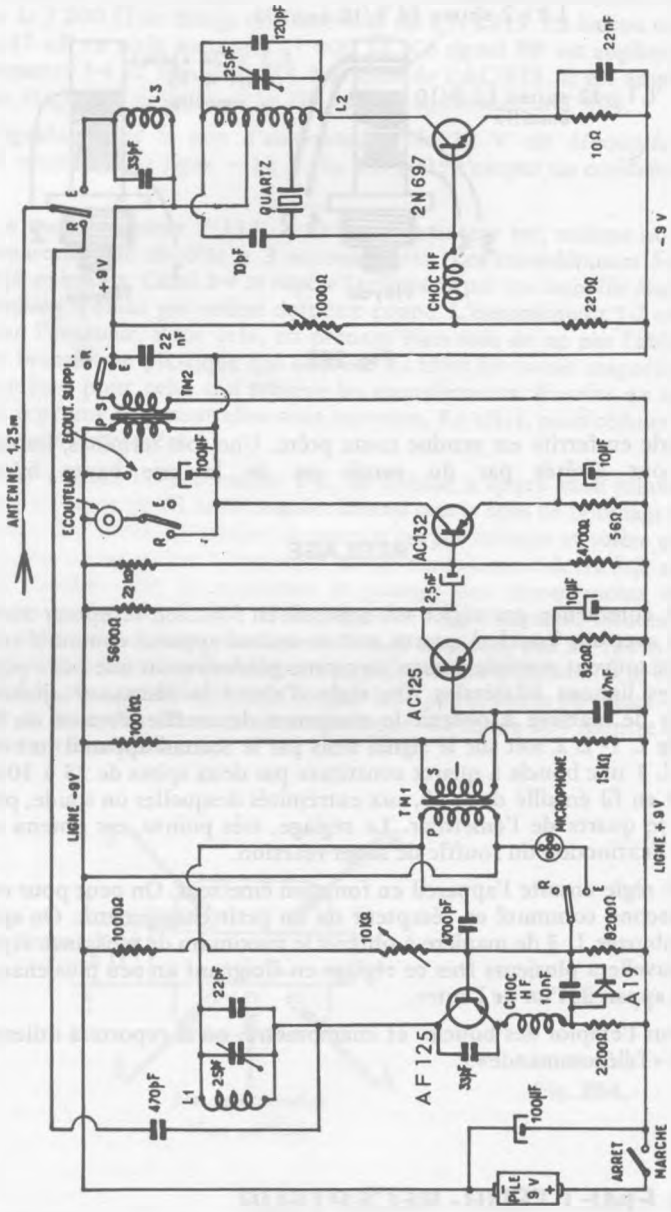


Fig. 266 — L'émetteur-récepteur ERT. 4.

pile de 9 volts, qui alimente l'un ou l'autre des appareils. Le commutateur «émission-réception» est donc un modèle à 2 circuits 2 positions.

L'oscillateur H.F. - Il est équipé d'un transistor NPN 2 N 697. Un circuit oscillant composé du bobinage L 2 et d'un 120 pF en parallèle avec un ajustable de 25 pF détermine la fréquence de l'oscillation. Un 10 pF relie

l'autre extrémité à la base, de manière à créer le couplage nécessaire à l'entretien des oscillations. Le quartz est destiné à maintenir rigoureusement la fréquence à la valeur 27,12 MHz. La résistance ajustable de 1 000 ohms sert à ajuster la polarisation de manière à obtenir le maximum d'oscillation. Cette polarisation est appliquée à la base du transistor par une self de choc H.F. qui évite le passage des courants H.F. dans le pont, ce qui nuirait à l'entretien des oscillations.

Un bobinage L3 est couplé avec L2. Le passage de la fonction «émetteur» à la fonction «récepteur» ou inversement se fait par un commutateur à quatre circuits, deux positions. La self L 3 sert au transfert de l'énergie H.F. engendrée par l'oscillateur, dans le circuit antenne. L'antenne qui est du type télescopique a une longueur de 1,25 mètre. Comme 27,12 MHz correspond approximativement à une longueur d'onde de 11 mètres notre antenne est accordée sur l'harmonique 2 de la fréquence du signal H.F. produit. Cela permet d'obtenir un excellent rendement au point de vue énergie rayonnée en conservant à l'antenne une dimension raisonnable.

La mise en service de l'étage oscillateur est obtenue simplement en établissant en position «émission» l'alimentation + 9 V à l'aide d'une autre section du commutateur.

Le récepteur.- La réception se fait par un étage détecteur équipé d'un transistor AF 125. Le circuit d'accord qui doit être réglé sur 27,12 MHz est constitué par la self L 1, et un 22 pF shunté par un ajustable de 25 pF. En position «réception» du commutateur l'antenne est reliée au collecteur de l'AF 125 par un condensateur de 470 pF. Une diode A 19 shuntée par un condensateur de 10 nF améliore l'effet de détection de la jonction émetteur-base. Un condensateur de 33 pF entre collecteur et émetteur procure le couplage nécessaire à l'accrochage. Cet accrochage doit périodiquement être supprimé à une fréquence inaudible appelée «fréquence de découpage». Ce découpage se fait par la charge et la décharge périodique du condensateur de 4,7 nF du circuit de base. Le cycle est le suivant : l'oscillation a lieu et est redressée par la jonction «base-émetteur», ce qui a pour effet de charger le condensateur. Cette charge provoque une polarisation sur la base du transistor qui a pour conséquence de bloquer ce dernier et par suite entraîne l'arrêt de l'oscillation. A partir de ce moment le condensateur se décharge. Lorsque cette charge est suffisamment faible le transistor est débloqué, l'oscillation apparaît à nouveau et tout recommence. En raison de la constante de temps du circuit, la charge et la décharge du condensateur et par suite le découpage se font à un rythme inaudible ce qui est une condition essentielle du fonctionnement correct de l'étage.

L'amplificateur B.F. - Cet amplificateur comprend deux étages. Le premier est équipé par un AC 125 dont la base est attaquée par le secondaire de transfo TM 1. Cette base est découplée vers la ligne + 9 V par un condensateur de 47 nF qui élimine les fréquences trop aiguës de manière à augmenter l'intelligibilité des paroles reproduites.

Le second étage met en œuvre un AC 132 dont la base est attaquée par le collecteur de l'AC 125 de l'étage précédent. Une troisième section du commutateur «Emission-Réception» en position «Réception» place l'écouteur en parallèle sur le primaire du transfo TM 2. Il est également prévu une prise d'écouteur supplémentaire qui est connectée au collecteur de l'AC 132 par un condensateur de 100 μF. On peut y brancher un casque à deux écouteurs qui fournit une meilleure puissance aux oreilles et surtout isole des bruits extérieurs éventuels.

Cet amplificateur BF sert également à l'émission comme amplificateur de modulation. Pour cela la quatrième section du commutateur «Emission-Réception» en position «Emission» place un microphone à grenaille en parallèle sur la branche du pont de polarisation de l'AF 125 constituée par la résistance ajustable de 10 000 ohms et la résistance fixe de 1 000 ohms. Dans ces conditions, les variations de résistance de ce micro correspondant aux paroles prononcées devant lui modifient la polarisation du transistor. Ce courant B.F. est amplifié par l'AF 125 puis par les deux étages de l'amplificateur B.F. Le secondaire du transfo de sortie TM 2 est inséré dans le circuit collecteur du transistor oscillateur 2 N 697, les courants B.F. amplifiés sont donc injectés dans ces circuits et modulent en amplitude l'oscillation H.F.

L'étage oscillateur H.F. est câblé sur un circuit imprimé de 60 x 25 mm tandis que le récepteur y compris l'amplificateur B.F. est exécuté sur un autre circuit imprimé dont les dimensions sont 85 et 50 mm. Il faut commencer par équiper ces circuits imprimés.

Commençons par l'étage oscillateur. On réalise tout d'abord les bobinages. La self de choc se trouve toute faite. La self L 2 est obtenue en bobinant sur un mandrin quelconque de 10 mm de diamètre 5 tours et demi de fil étamé 10 dixièmes, spires jointives. Après l'avoir retiré du mandrin, on l'étire de manière à écarter les spires et à lui donner une longueur de 12 mm.

Sur le circuit imprimé, on soude le condensateur ajustable de 25 pF, comme il est indiqué à la figure 267. La self L 2 que l'on vient de constituer

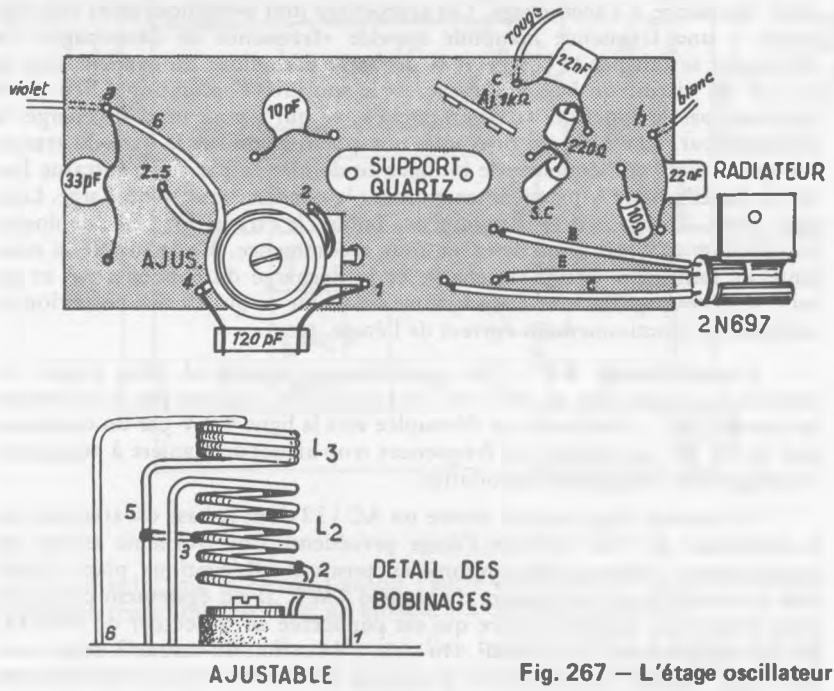


Fig. 267 — L'étage oscillateur haute fréquence.

est soudée par ses extrémités 1 et 4 sur le circuit imprimé au-dessus du condensateur ajustable. A une spire du côté de l'extrémité 1, on soude un fil qui constitue la prise allant au quartz. A 2,5 tours comptés toujours à partir de l'extrémité 1, on soude un autre fil qui constitue la prise d'alimentation. Ces deux prises sont soudées sur le circuit imprimé aux points indiqués sur la figure 267.

Pour obtenir la self L 3, on bobine à spires jointives sur un mandrin de 12 mm de diamètre 4 spires de fil émaillé de 9 dixièmes. Le mandrin retiré, on dénude les extrémités de cette self et on la soude sur le circuit imprimé de manière qu'elle soit située au-dessus de L 2. L'espace entre ces deux selfs doit être de 2 mm. L'extrémité 5 de L 3 est soudée sur la prise 3 de L 2.

Pour confectionner le bobinage L 1, sur un mandrin isolant de 8 mm on bobine 10 spires jointives de fil émaillé 9 dixièmes.

Câblage terminé, toutes vérifications faites, piles branchées dans le bon sens, on procède à la mise au point.

Signalons immédiatement que les consommations que l'on doit relever, la mise au point terminée sont :

– En réception : 20 mA.

– En émission : 50 mA.

Pour chaque appareil commuté en récepteur, on constate le bon fonctionnement de la partie réceptrice par la perception du souffle caractéris-

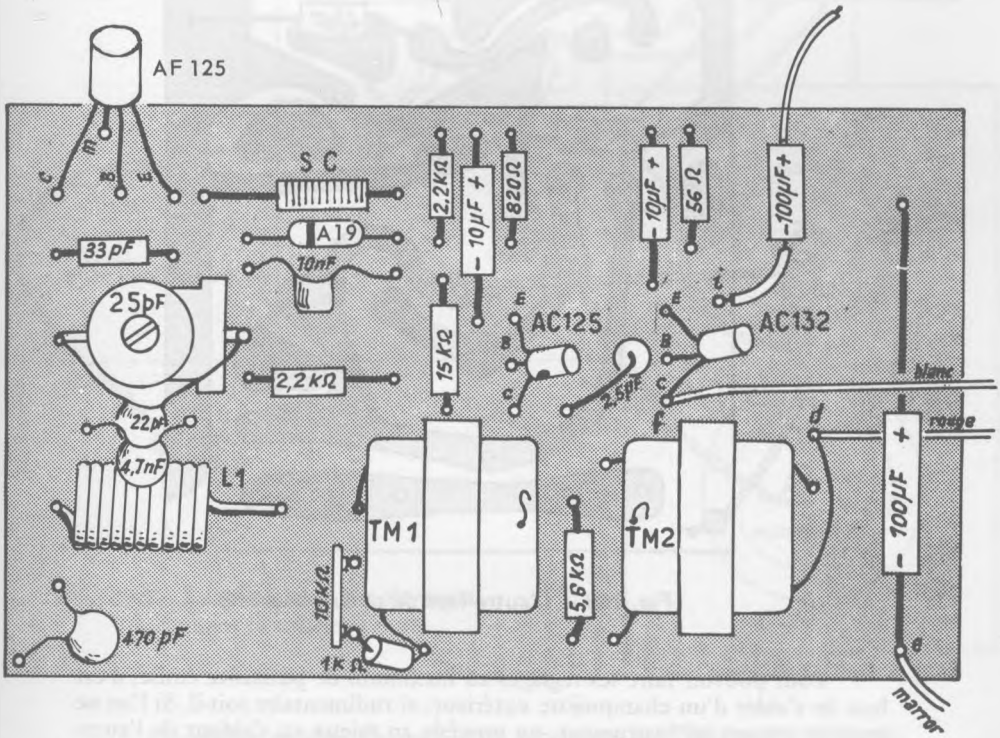


Fig. 268 – Le récepteur et l'amplificateur basse fréquence.

tique de la super-réaction, que l'on entend à l'écouteur. Le déclenchement du souffle se fait en agissant sur la résistance ajustable de 10 000 ohms disposée dans le pont de polarisation de la base de l'AF. 125. Lorsque l'on est sûr du fonctionnement en récepteur, on passe au réglage de chacun des appareils commutés en émetteur.

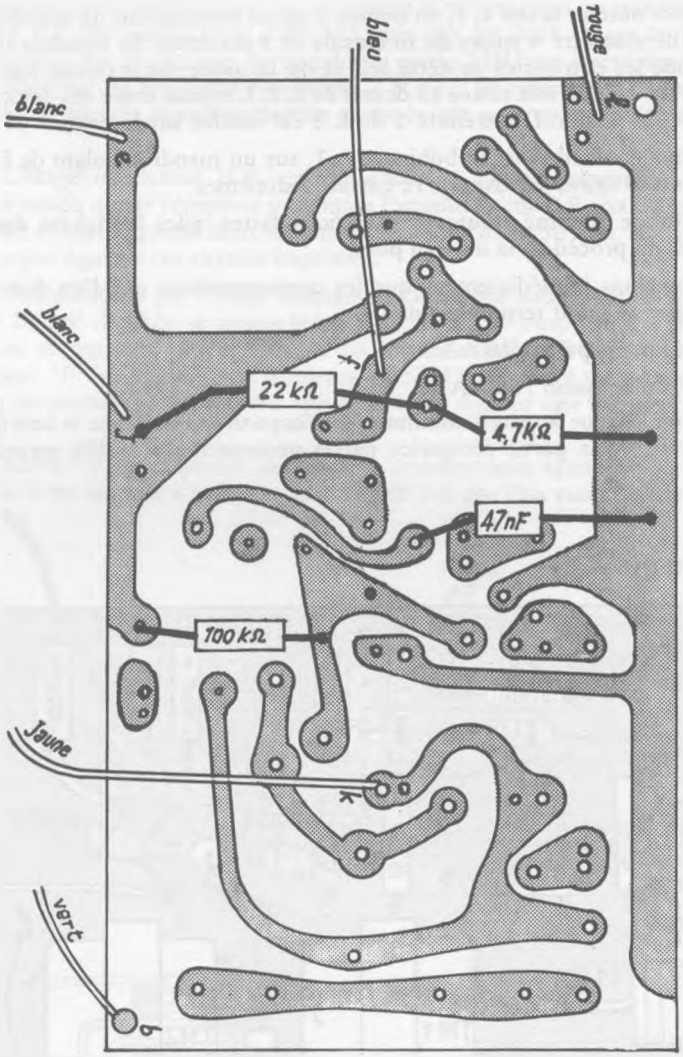


Fig. 269 – L'autre face du circuit imprimé

Pour pouvoir faire les réglages au maximum de puissance émise, il est bon de s'aider d'un champmètre extérieur, si rudimentaire soit-il. Si l'on ne possède pas un tel instrument, on procède au mieux en s'aidant de l'autre appareil commuté en récepteur.

On agit tout d'abord sur la résistance ajustable de 1 000 ohms dont on déplace le curseur vers le maximum de résistance, c'est-à-dire vers la gauche en regardant le chiffre marqué.

On règle ensuite le condensateur ajustable de 25 pF. A un moment donné, au cours de ce réglage, on observe une déviation franche du champmètre. Il faut alors fignoler car cela correspond à l'accord du circuit oscillant sur la fréquence du quartz et par conséquent à l'oscillation d'amplitude maximum.

On retouche le réglage de la résistance ajustable de 1 000 ohms pour obtenir la maximum de déviation au champmètre, donc le maximum de puissance rayonnée.

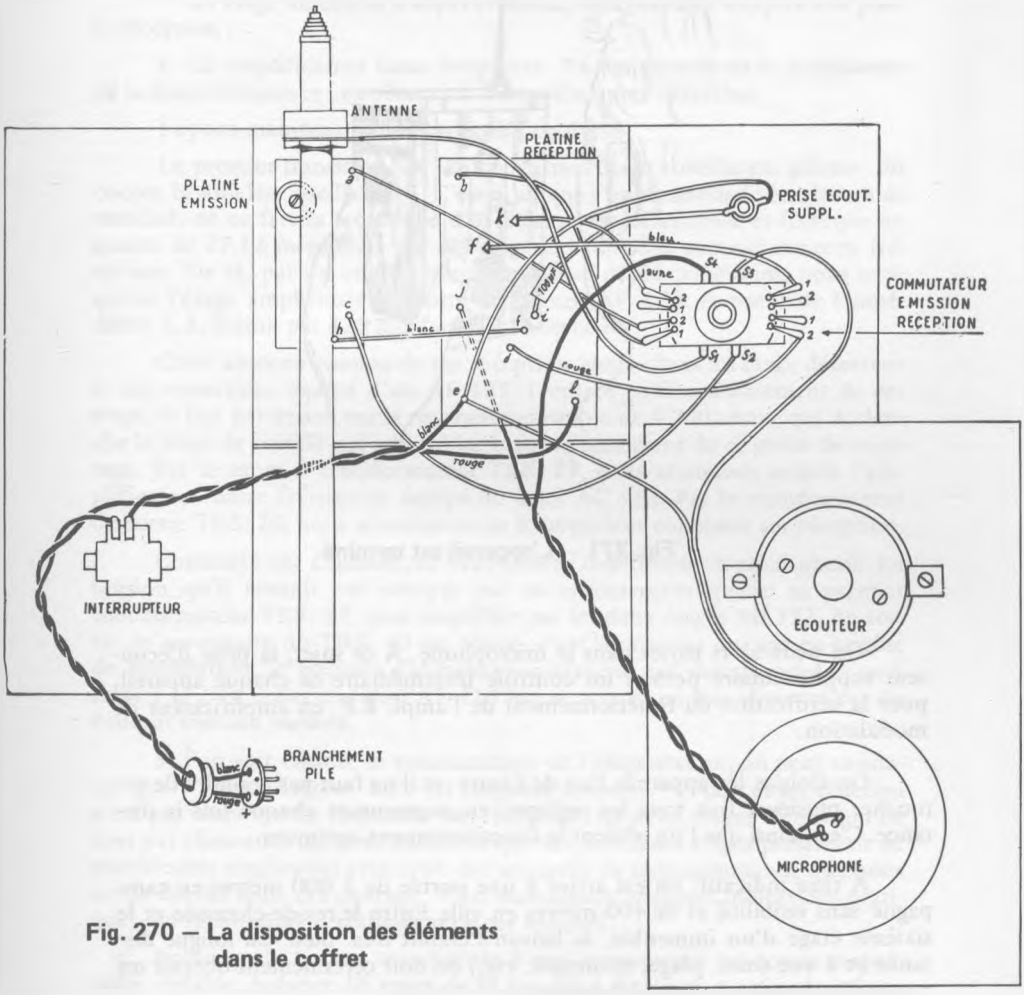


Fig. 270 — La disposition des éléments dans le coffret

On réalise ensuite l'accord d'un récepteur sur l'émetteur de l'autre appareil. Ce dernier émettant en permanence sans modulation (ne pas parler

au microphone). Sur l'appareil commuté en récepteur, on règle le condensateur ajustable de 25 pF de l'étage détecteur jusqu'à obtenir la suppression du souffle. Cette élimination du souffle indique de façon catégorique le réglage exact. On inverse les commutations et on procède de la même façon à l'accord de la partie réceptrice de l'appareil qui précédemment fonctionnait en émetteur.

Fig. 271 – L'appareil est terminé

On peut alors parler dans le microphone. A ce sujet, la prise d'écouteur supplémentaire permet un contrôle intermédiaire de chaque appareil, pour la vérification du fonctionnement de l'ampli B.F. en amplificateur de modulation.

On éloigne les appareils l'un de l'autre et il ne faut pas craindre de retoucher plusieurs fois tous les réglages, en augmentant chaque fois la distance. C'est ainsi que l'on obtient le fonctionnement optimum.

A titre indicatif, on est arrivé à une portée de 1 000 mètres en campagne sans visibilité et de 400 mètres en ville. Entre le rez-de-chaussée et le sixième étage d'un immeuble, la liaison s'établit très bien. En longue distance et à vue (mer, plage, montagne, etc.) on doit certainement obtenir un rayon d'action de plusieurs kilomètres.

Notons pour terminer, qu'il faut parler près du microphone, comme avec un combiné téléphonique. A la réception, il faut aussi placer l'écouteur près de l'oreille.

UN EMETTEUR-RECEPTEUR A CINQ TRANSISTORS ONDES COURTES

Voici maintenant, un modèle de transceiver plus important, pouvant donner de bons résultats s'il est correctement réalisé, et dont les portées sont de l'ordre de celles qui ont été données au début de ce chapitre.

Examinons point par point le schéma proposé en figure 272.

Nous y voyons essentiellement :

— deux transistors pour l'émission de haute fréquence ;

— un étage détecteur à super-réaction, fonctionnant uniquement pour la réception ;

— un amplificateur basse fréquence. En émission il est le **modulateur** de la haute fréquence ; en réception il amplifie après détection.

Voyons maintenant ces étages plus en détail.

Le premier transistor AF 125 constitue l'étage «oscillateur pilote», dit encore le «maître oscillateur». C'est à lui que l'on demande le maximum de stabilité, de ce fait sa fréquence d'oscillation est déterminée et fixée par un quartz de 27,12 mégahertz. Le bobinage L 1 doit être accordé sur cette fréquence. De là, par un condensateur de liaison de 22 picofarads, nous attaquons l'étage amplificateur hautre fréquence AF 124. A partir de l'impédance L 2, liaison par 470 picofarads à l'antenne.

Cette antenne commutée sur réception, nous allons à l'étage détecteur à super-réaction, équipé d'un AF 125. L'entrée en fonctionnement de cet étage se fait par action sur la résistance ajustable de 4 700 ohms, qui déclenche le bruit de souffle qui caractérise le fonctionnement de ce genre de montage. Par le premier transformateur TRS. 17, nous attaquons ensuite l'amplificateur basse fréquence, équipé de deux AC 132. Par le transformateur de sortie TRS. 20, nous aboutissons au haut-parleur commuté sur réception.

Commuté sur émission, ce haut-parleur fonctionne en microphone. La tension qu'il fournit est envoyée par un enroulement spécial au premier transformateur TRS. 17, puis amplifiée par les deux étages AC 132. En sortie, le secondaire du TRS. 20 est coupé, c'est le primaire qui agit en **bobine de modulation**, le courant d'alimentation traverse cet enroulement et va à travers L 2 au collecteur de l'AF 124 qui se trouve en fait alimenté par du **courant continu modulé**.

Si l'on suit ensuite la commutation de l'alimentation, on peut constater que : l'amplificateur B.F. est toujours alimenté - l'étage super-réaction n'est pas alimenté en émission - sur réception, les deux étages d'émission ne sont pas alimentés. On peut constater que ces différents étages présentent de nombreuses similitudes avec ceux des appareils de radiocommande que nous avons décrits dans cet ouvrage. Voici maintenant quelques indications pratiques qui faciliteront la réalisation de cet appareil.

Bobinage L 1 : sur mandrin de 8 mm comportant un noyau magnétique réglable, bobiner 16 tours de fil émaillé 5 dixièmes en spires jointives. Prise à 4 spires à partir du bas. Le noyau permet l'accord sur la fréquence de 27,12 mégahertz pour déclencher l'oscillation du quartz.

Bobinage L 2 : même mandrin, même fil, bobiner 18 spires, prise à 6 spires à partir du bas.

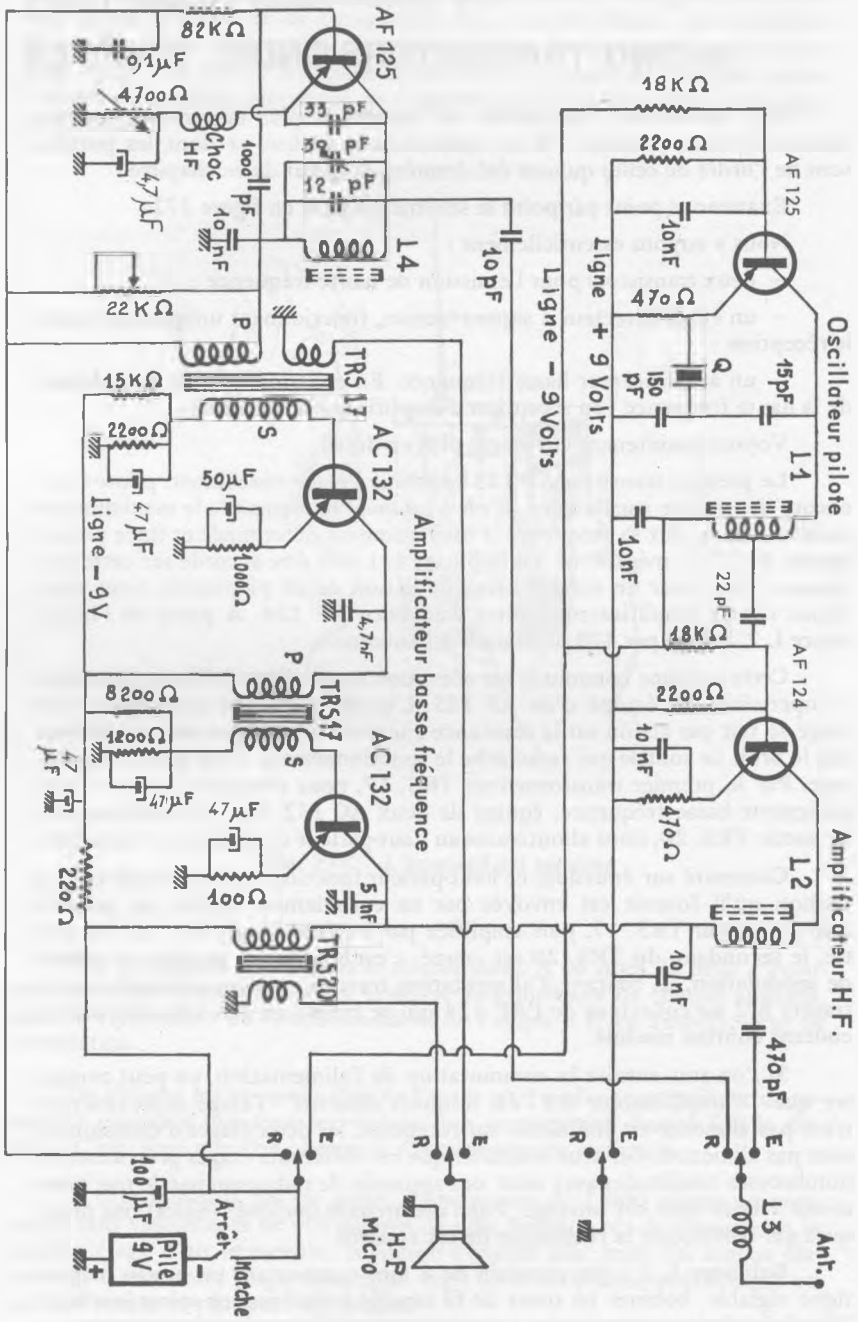


Fig. 272 — Un transceiver à 5 transistors, ondes courtes.

Bobinage L 3 : sur un même mandrin, bobiner 3 spires de fil émaillé 9 dixièmes, écartées entre elles de 1 mm environ. Le mandrin est ensuite retiré, l'enroulement reste ainsi sur air.

Bobinage L 4 : sur mandrin de 8 mm, bobiner 15 spires de fil émaillé 5 dixièmes en spires jointives. L'accord sur l'émission se fait par l'action sur le noyau magnétique et sur le condensateur ajustable de 30 picofarads.

Les transformateurs basse fréquence TRS. 17 et TRS. 20 existent tout faits dans le commerce. Mais pour le premier, il y a lieu d'y ajouter un enroulement de modulation. Pour cela, démonter les tôles et enlever le papier de l'isolement extérieur ; l'emplacement ainsi dégagé permet de bobiner 70 spires de fil émaillé 3 dixièmes. Remonter ensuite dans les tôles, tout cela doit être fait très soigneusement. Le secondaire comporte une prise médiane, qui n'est pas utilisée.

Antenne télescopique de 1,25 mètre.

Bobine de choc H.F., type VK. 200.

Le commutateur est un modèle à 4 circuits 2 positions. Le potentiomètre de 22 kilohms commande la puissance sonore en position réception.

La mise au point d'un tel appareil doit se faire méthodiquement, étage par étage. On commence par l'oscillateur pilote, on agit sur le noyau de L 1 pour déclencher l'oscillation de l'étage. On agit ensuite de même avec L 2, que l'on règle au maximum de déviation du champmètre.

Passons ensuite à la section réception.

La résistance ajustable de 4 700 ohms de l'étage détecteur déclenche le bruit caractéristique de la super-réaction (bruit de souffle) qui indique que l'étage fonctionne, et que l'on peut percevoir avec un casque branché dans les étages B.F., ou au haut-parleur.

Il faut ensuite accorder le récepteur sur l'émetteur, en fait sur un autre transceiver commuté en position émission. Les deux appareils étant rapprochés l'un de l'autre, on peut agir sur le noyau magnétique de L 4 et sur le condensateur ajustable de 30 picofarads. La réception de l'onde porteuse de l'émetteur provoque l'extinction du souffle de la super-réaction ; c'est un signe très caractéristique et fort commode. On fignolera ensuite tous ces réglages en éloignant de plus en plus les deux appareils.

L'ensemble sera utilement monté dans un coffret métallique de dimensions convenables, les points de masse étant reliés électriquement au coffret. Après mise au point des appareils «sur table», et fixation dans les coffrets, il sera souvent utile de retoucher les réglages faits précédemment, on pourra pour cela pratiquer des trous dans le coffret pour laisser le passage au tournevis de réglage (qui doit être en matière isolante).

Les seules commandes qui doivent être manœuvrées en usage normal sont le bouton interrupteur «marche-arrêt», le bouton de commande de puissance sonore, et le commutateur «émission-réception». Une petite plaquette «A-M» disposée sous l'interrupteur sert de contrôle de marche, évitant l'oubli dans cette position.

Signalons enfin que dans ces montages sur ondes courtes, il faut toujours rechercher des connexions rigides, courtes, solides, sans déformations mécaniques, de très bonnes soudures, de bonnes masses électriques et mécaniques.

CHAPITRE X

DES MONTAGES DIVERS

DES ALIMENTATIONS SUR SECTEUR

La plupart des appareils qui sont équipés de transistors sont alimentés sous une tension de 9 volts, parfois de 4,5 volts ou de 12 volts. Cette source d'alimentation peut être fournie par des éléments de piles que l'on relie en série.

On peut également alimenter par un accumulateur, qui délivre, lui aussi, une basse tension continue. Disons ici qu'à l'achat un accumulateur coûte plus cher qu'une pile, mais que pour un usage prolongé il se révèlera plus économique puisqu'on peut le recharger périodiquement.

Mais prenons le cas d'un récepteur de radio, autonome, alimenté sur pile. Si on l'utilise fréquemment sur table, en appartement, à demeure, il sera plus économique de l'alimenter par le courant du secteur. C'est d'ailleurs pourquoi nous avons prévu, à titre d'exemple, une prise d'alimentation secteur dans les récepteurs AD.3 et AD.4 qui sont décrits au chapitre III de cet ouvrage.

Dans une alimentation sur secteur, nous retrouverons toujours :

– un transformateur **abaisseur de tension,**

– un circuit **de redressement,** qui transforme le courant alternatif en un courant de même sens, se dirigeant **en un seul sens,**

– éventuellement **une cellule de filtrage,** qui transforme le courant ondulé issu du redressement en un courant rigoureusement continu, sans variations.

– éventuellement un **circuit de stabilisation,** qui stabilise la tension continue disponible à la sortie, qui la rend indépendante de l'intensité du courant qui est débité. Dans ce dernier cas, on dit que l'alimentation est régulée et stabilisée.

L'ALIMENTATION 10.VTR

Voici un montage d'alimentation très simplifié, que nous pourrons utiliser dans certains cas bien déterminés. Son schéma est représenté en figure 273.

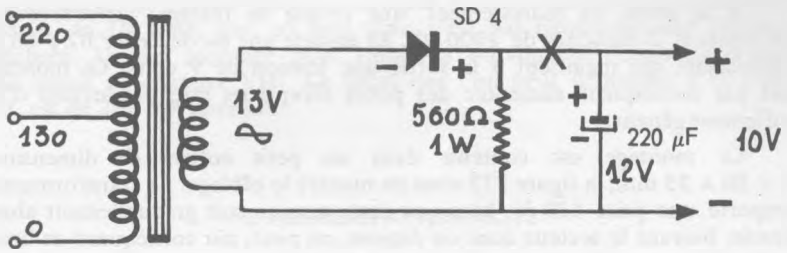


Fig. 273 – L'alimentation 10.VTR

Lorsqu'on alimente un poste récepteur, il convient d'établir un filtrage soigné du courant redressé, pour obtenir à la sortie un courant continu rigoureusement pur, évitant tout **ronflement** dans le haut-parleur.

Mais on n'alimente pas toujours un récepteur ou un amplificateur. Voyez par exemple le récepteur d'ultra-sons, voyez les systèmes photoélectriques, les clignoteurs, les systèmes d'alarme. Nous avons donc, ici, un filtrage très rudimentaire, constitué par le seul condensateur de 220 µF, souvent dénommé pour cette raison **condensateur-réservoir** parce qu'il se charge aux pointes du courant ondulé et les atténue.

La résistance de 560 ohms produit un effet de **régulation de tension.** Elle évite de trop forts écarts de la tension de sortie, suivant que l'appareil alimenté consomme beaucoup ou peu ; c'est le cas des dispositifs à relais, lequel est attiré ou relâché. Nous avons donc ici une stabilisation rudimentaire. La tension disponible est de l'ordre de 10 volts. En cas de besoin, il est toujours possible de la diminuer en disposant une résistance en série dans le circuit, au point marqué d'une croix. Le débit que l'on peut demander à cette alimentation est de 200 milliampères.

L'ALIMENTATION AL.1

Nous voyons en figure 274 le schéma d'une alimentation un peu plus élaborée.

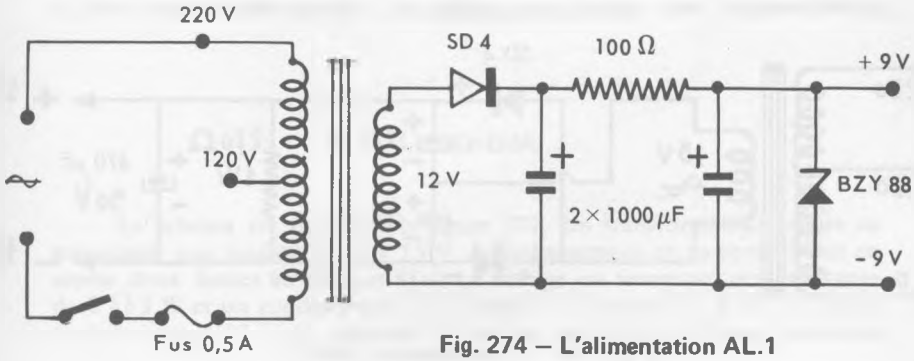


Fig. 274 – L'alimentation AL.1

A la sortie du redressement, une cellule de filtrage, constituée par 100 ohms et 2 capacités de 1000 µF. Et ensuite une diode Zener BZY 88 de stabilisation, qui maintient à la sortie une tension de 9 volts. Ce montage peut par conséquent alimenter des petits récepteurs sans production d'un ronflement gênant.

Ce montage est contenu dans un petit coffret de dimensions 90 x 50 x 55 mm, la figure 275 vous en montre le câblage. Le transformateur comporte une prise 120 V, bien que cette tension soit graduellement abandonnée. Suivant le secteur dont on dispose, on peut, par conséquent, se brancher sur l'une ou l'autre prise. La sortie se fait sur une petite prise de jack, que l'on introduit dans le jack de l'appareil à alimenter.

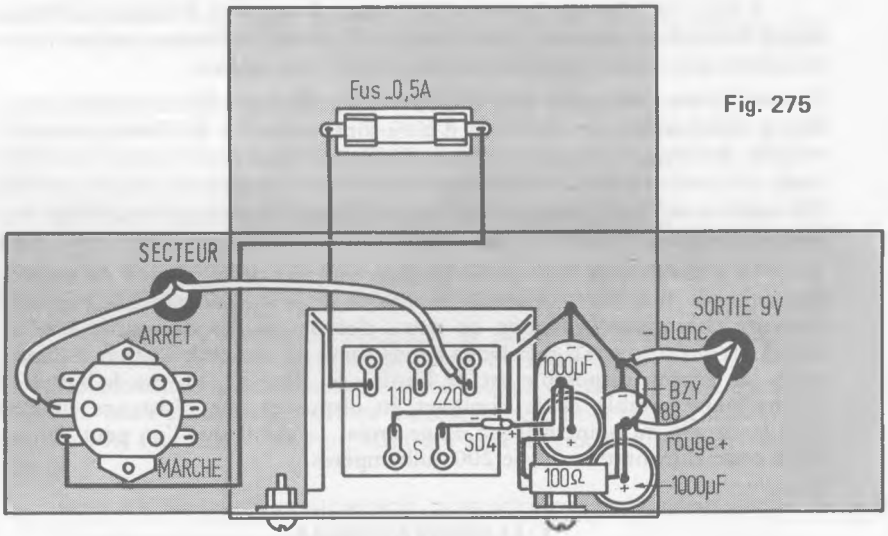


Fig. 275

L'ALIMENTATION 18.VTR

Montage **doubleur de tension**. A partir du même transformateur que précédemment, nous voyons un système de 2 diodes redresseuses et de 2

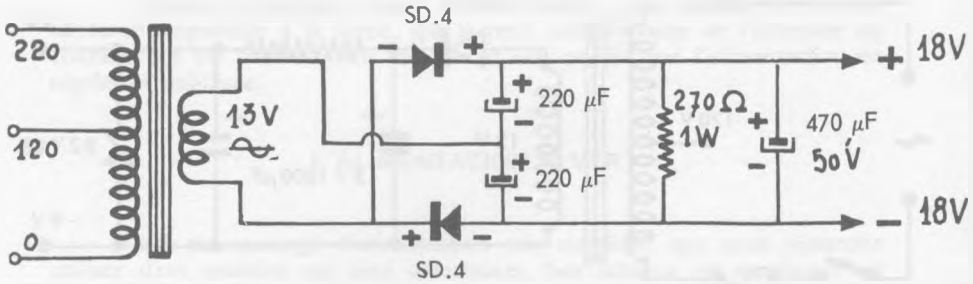


Fig. 276 — L'alimentation 18.VTR

condensateurs de 220 µF disposés en série. Nous disposons à la sortie d'une tension de 18 volts, qui, ici non plus, n'est pas rigoureusement filtrée ni stabilisée. Un tel montage peut alimenter notamment l'émetteur d'ultrasons décrit au chapitre VIII. Le débit que l'on peut demander à ce dispositif, est de 200 mA environ.

L'ALIMENTATION AL.12

Ce modèle délivre une tension continue, régulée, stabilisée et filtrée, de 12 volts, avec débit possible jusqu'à 300 milliampères. Il trouve son emploi dans l'alimentation par le secteur, de nombreux appareils qui, au départ, sont prévus pour fonctionner sur batterie d'accus de 12 volts : dispositifs antivols, appareillage voiture... Tel qu'il est réalisé : module et transformateur séparé il pourra fréquemment être intégré à l'intérieur de l'appareil qu'il est destiné à alimenter.

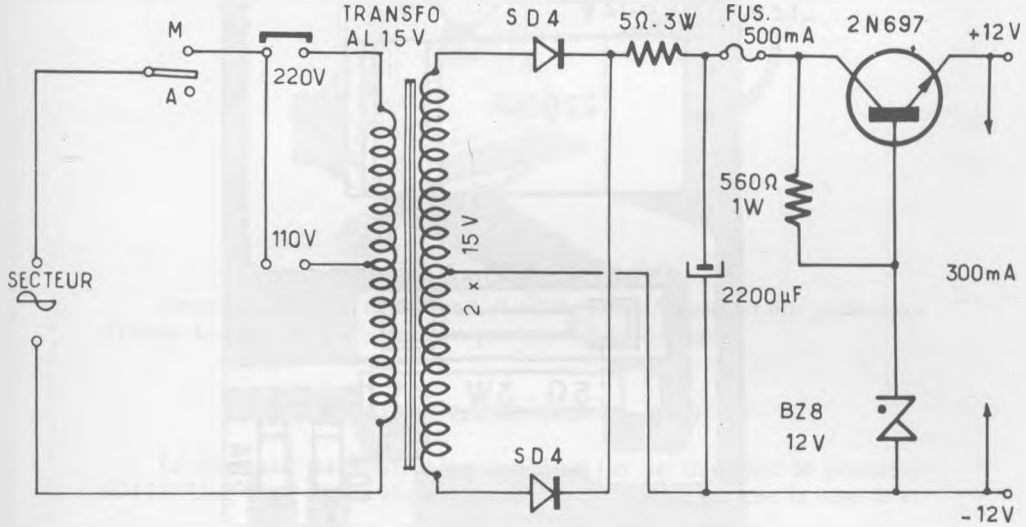


Fig. 277 — L'alimentation AL.12

LE SCHÉMA

Le schéma est donné à la figure 277. Un transformateur délivre au secondaire une tension de 2 x 15 V. Le redressement en va-et-vient met en œuvre deux diodes au silicium SD4. Le filtrage est assuré par une résistance de 5 Ω 3 W et un condensateur de 2 200 µF. Un transistor 2 N 697 est inséré dans la ligne + 12 V. Le potentiel de la base est fixé d'une façon immuable

par une diode Zener 12 V, alimentée par une résistance de 560 Ω. Toute variation de courant collecteur ou émetteur se traduit par une variation de résistance du transistor qui la compense.

RÉALISATION PRATIQUE

On utilise pour monter cette alimentation un circuit imprimé de 65 x 50 mm, sur lequel on soude la résistance bobinée de 5 Ω, la 560 Ω,

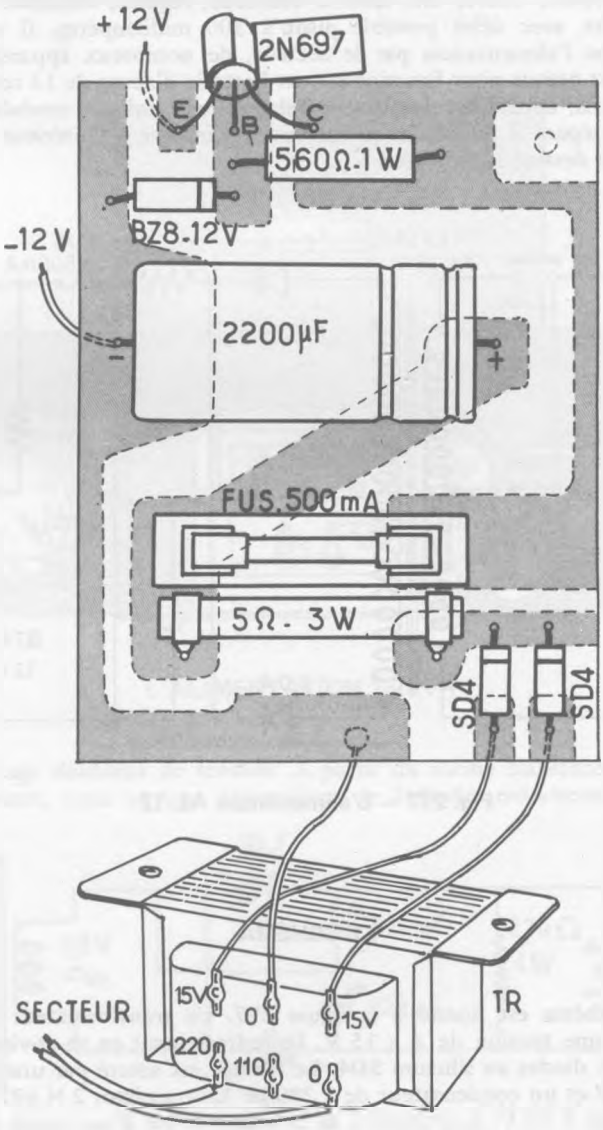


Fig. 278

les diodes, la Zener, le porte-fusible, le condensateur, le transistor qui doit être muni d'un clip de refroidissement (voir figure 278). Le transformateur est extérieur au circuit imprimé auquel il est raccordé par des fils de câblage souples.

L'ALIMENTATION AL.6912

Ce modèle délivre 3 tensions stabilisées, fixes, 6, 9 et 12 V. Son débit maximum atteint 500 mA , la surcharge maximum se situant à 800 mA.

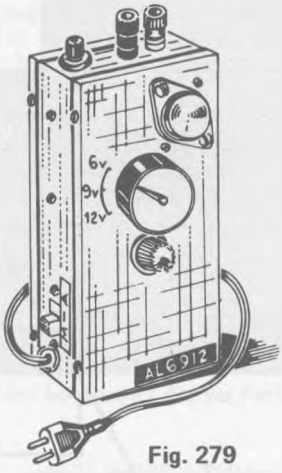


Fig. 279

Deux fusibles : un de 200 mA et un de 800 mA assurent une protection efficace. Le taux de ronflement est pratiquement inexistant.

ANALYSE DU SCHÉMA (fig. 280)

Le dispositif stabilisateur est constitué par un transistor de puissance AD149. Une diode Zener alimentée par une 390 ohms polarise la base de ce

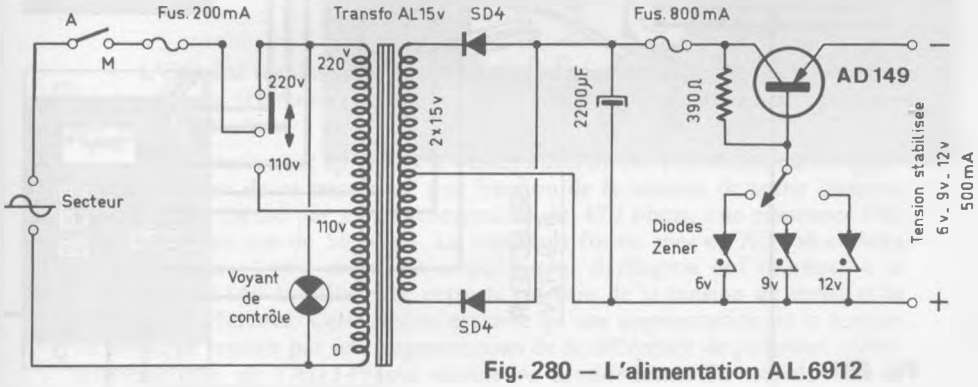


Fig. 280 – L'alimentation AL.6912

transistor à une valeur constante par rapport à la ligne positive. De cette façon, toute variation de tension à l'entrée ou à la sortie de ce dispositif, provoque une variation égale de la tension base-collecteur ou émetteur-base qui tend à maintenir la tension de sortie à une valeur constante et égale à la

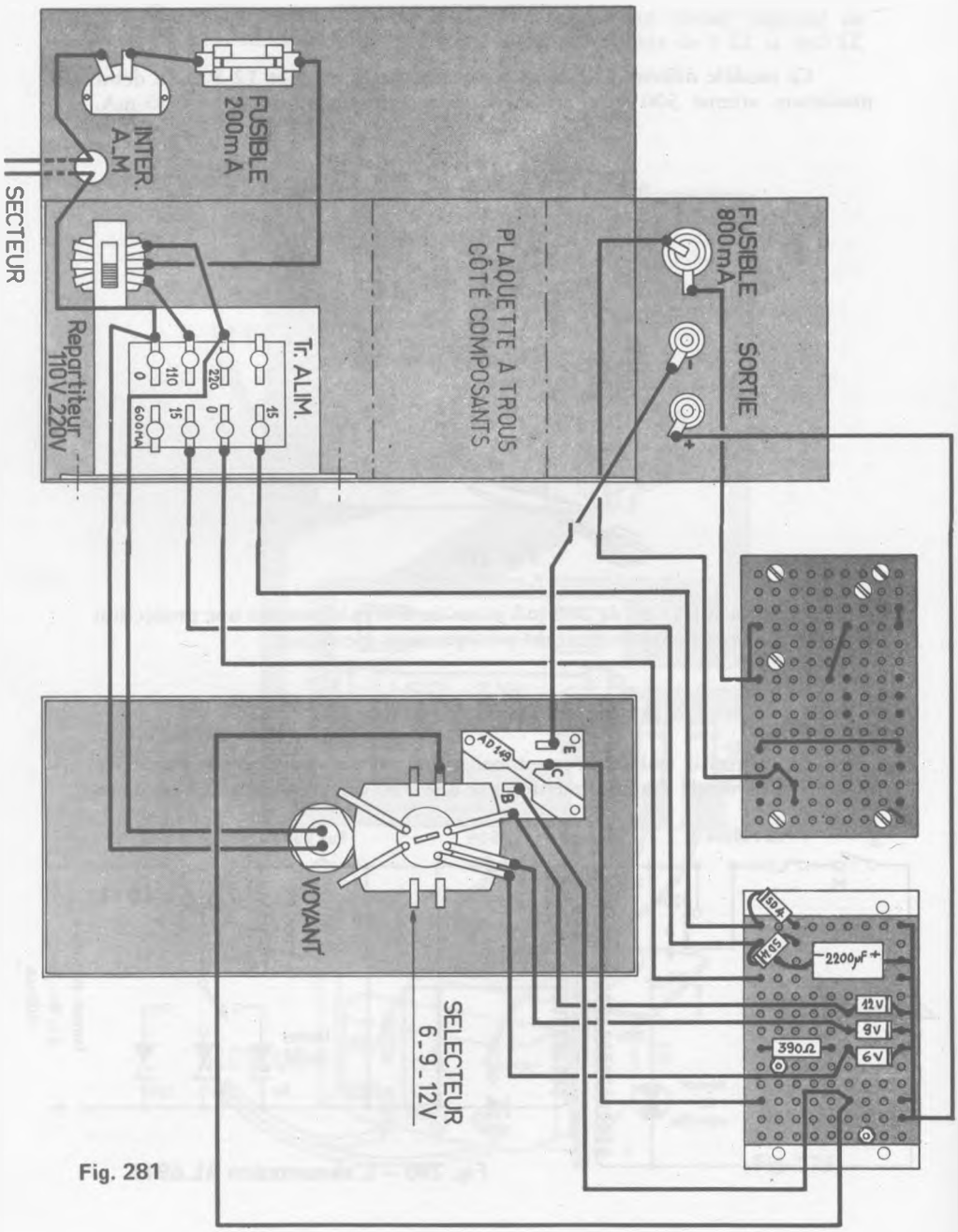


Fig. 281

tension Zener de la diode utilisée. Un commutateur permet de mettre en service une diode Zener choisie parmi trois de tension Zener différente : 6, 9 et 12 V qui procurent en sortie de l'alimentation des tensions de valeurs correspondantes. Il est d'ailleurs possible de disposer des diodes de tension différente, pour disposer à la sortie de tensions différentes.

RÉALISATION PRATIQUE

Une grande partie des circuits électroniques de cette alimentation est exécutée sur une plaquette de bakélite perforée. Ce genre de matériau est souvent utilisé car il permet de réaliser un câblage à mi-chemin entre le câblage classique et le circuit imprimé. Ici, la plaquette est percée de 9 rangées de 15 trous. La figure 281 montre la disposition des composants et les connexions sur les deux faces de cette plaquette. Sur une des faces, on réalise, en fil nu, la ligne + et on dispose les diodes SD4, les diodes Zener 6 V, 9 V et 12 V, la résistance 390 ohms et le condensateur de 2 200 µF. On exécute sur l'autre face les connexions pour lesquelles on utilisera, chaque fois que cela sera possible, les fils des composants de l'autre face.

Sur la face avant du boîtier, on met en place le voyant, le commutateur de tension et le transistor AD 149. Ce transistor est placé extérieurement au boîtier, ce dernier faisant office de radiateur thermique. On intercale entre le corps et la tôle, une rondelle de mica. Sur la face interne du panneau avant, on enfiche un support de transistor sur les sorties Base et Émetteur. Le tout est fixé par des boulons et des vis Parker.

L'ALIMENTATION ALR.315

Cet appareil permet d'obtenir une tension régulée réglable progressivement, **d'une façon continue**, de 3 à 15 V, ce qui peut être très utile, notamment pour des essais de maquettes. L'intensité maximum pour la plus forte tension (15 V) est de 600 milliampères.

LE SCHÉMA (fig. 283)

L'élément régulateur est un AD 149 monté en série dans la ligne «moins». La tension de référence est fournie par une diode Zener de 3,1 V alimentée par une 1 000 ohms.

Cette tension est appliquée à l'émetteur d'un AC 162 tandis qu'on applique, à la base de ce transistor, une fraction de la tension de sortie obtenue par un pont formé par un potentiomètre de 470 ohms, une résistance fixe de 75 ohms et une de 56 ohms. Le transistor forme avec un AC 188 et deux résistances de 10 000 ohms, un amplificateur darlington qui transmet à la base de l'AD 149 la différence entre la fraction de la tension de sortie et la tension de référence. Cette action est telle qu'une augmentation de la tension de sortie se traduit par une augmentation de la différence de potentiel collecteur-émetteur de l'AD 149 qui compense pratiquement la variation de la

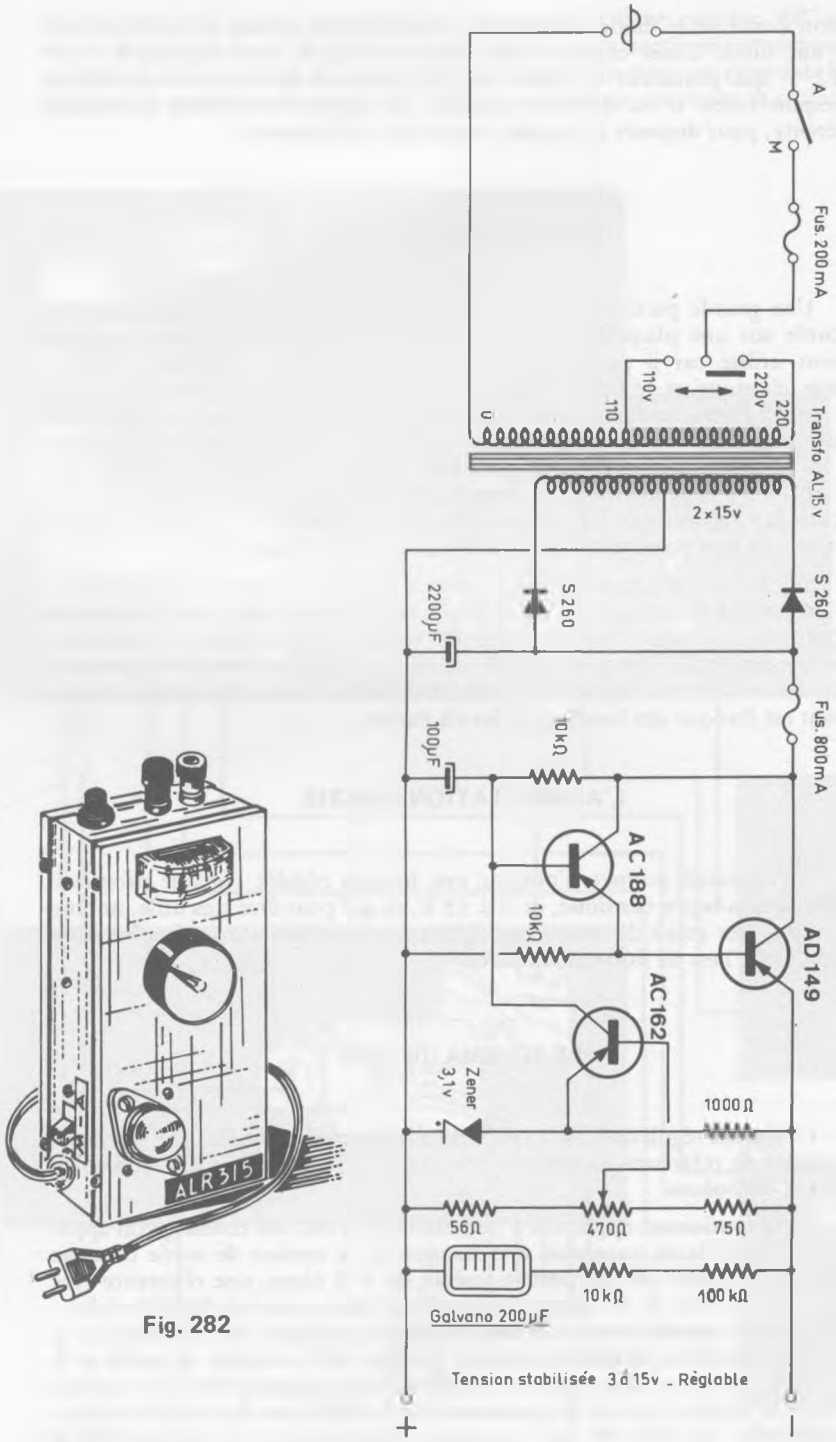


Fig. 282

Fig. 283 — L'alimentation ALR.315

tension de sortie. L'action sur le potentiomètre, modifiant la tension du signal différence, permet un réglage progressif de la tension de sortie dans les limites indiquées plus haut. Cette tension est contrôlée par un voltmètre formé d'un galvanomètre de 200 μA en série avec les résistances de 100 kilohms et 10 kilohms.

Un fusible (800 mA) est inséré entre le condensateur de 2 200 μF et le dispositif de régulation afin qu'à la mise en route, la surintensité due à la charge du 2 200 μF ne le fasse pas sauter.

RÉALISATION PRATIQUE

Cette alimentation est également prévue pour être montée dans un boîtier métallique identique à celui de l'AL 6912. Mais ce montage utilise un circuit imprimé et non une plaquette à trous.

Le circuit imprimé une fois équipé, est fixé dans le coffret par deux cornières. A l'intérieur du coffret on dispose : le transformateur d'alimentation, l'interrupteur à glissiere, les porte-fusibles et les deux bornes de sortie qui seront de préférence prises de couleurs différentes : rouge pour le + et noire pour le −.

Sur la face avant on monte le galvanomètre, le potentiomètre et le transistor de puissance monté avec son support. Il ne faudra pas oublier la plaque de mica destinée à isoler le corps du transistor de la face métallique du boîtier. On soude le répartiteur de tensions sur l'étrier du transfo. Rappelons que pour les diodes Zener, c'est le côté + qui est repéré par une bague de couleur.

UNE ALIMENTATION STABILISEE POUR VOITURE

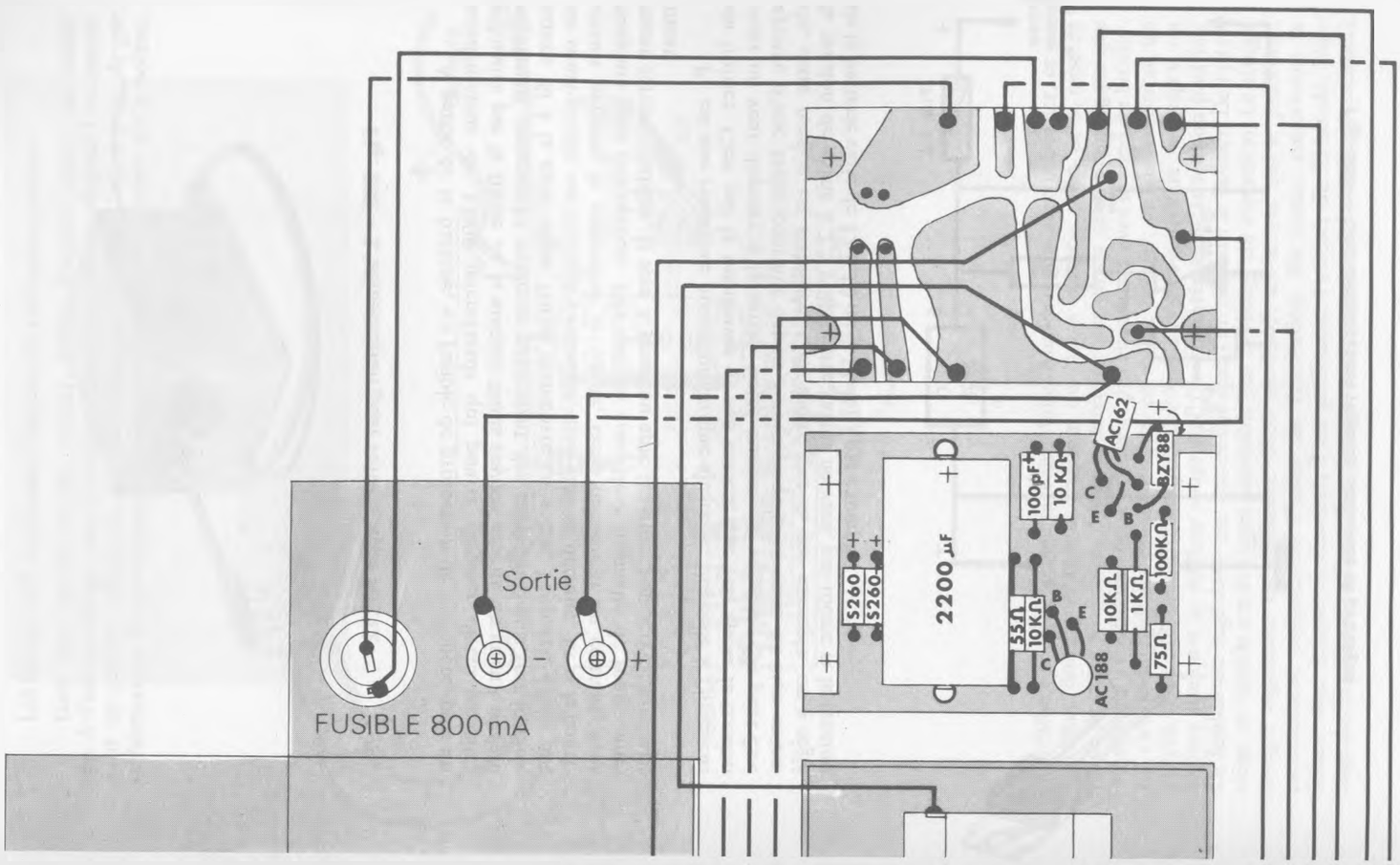
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Tension d'entrée : 12 à 14 volts.
Tension de sortie: stabilisée et filtrée, ajustable à volonté de 5 à 11 volts.
Débit maximum : 500 milliampères.
Protégée par fusible et circuit intégré.
Dimensions : 70 x 55 x 40 mm.

Voici quel est le but essentiel du petit montage que nous décrivons ici.

La tension de la batterie d'accus installée à bord des automobiles, tend de plus en plus à s'uniformiser à 12 volts. Et à partir de cette batterie, on veut alimenter des appareils tels que radiorécepteur, magnétocassette... Ces divers appareils doivent souvent être alimentés sur des tensions qui peuvent être de 6 volts, ou de 7,5 volts, ou de 9 volts. Nous allons donc intercaler ce montage, qui se branche sur la batterie, et qui nous fournit la tension désirée.

Nous en voyons l'aspect en figure 285, et le schéma en figure 286.


FUSIBLE 800 mA
Sortie
S260
S260
2200 µF
100pF
10 KΩ
55Ω
10KΩ
10KΩ
1KΩ
100KΩ
75Ω
AC188
AC162
BZY88
B
C
E

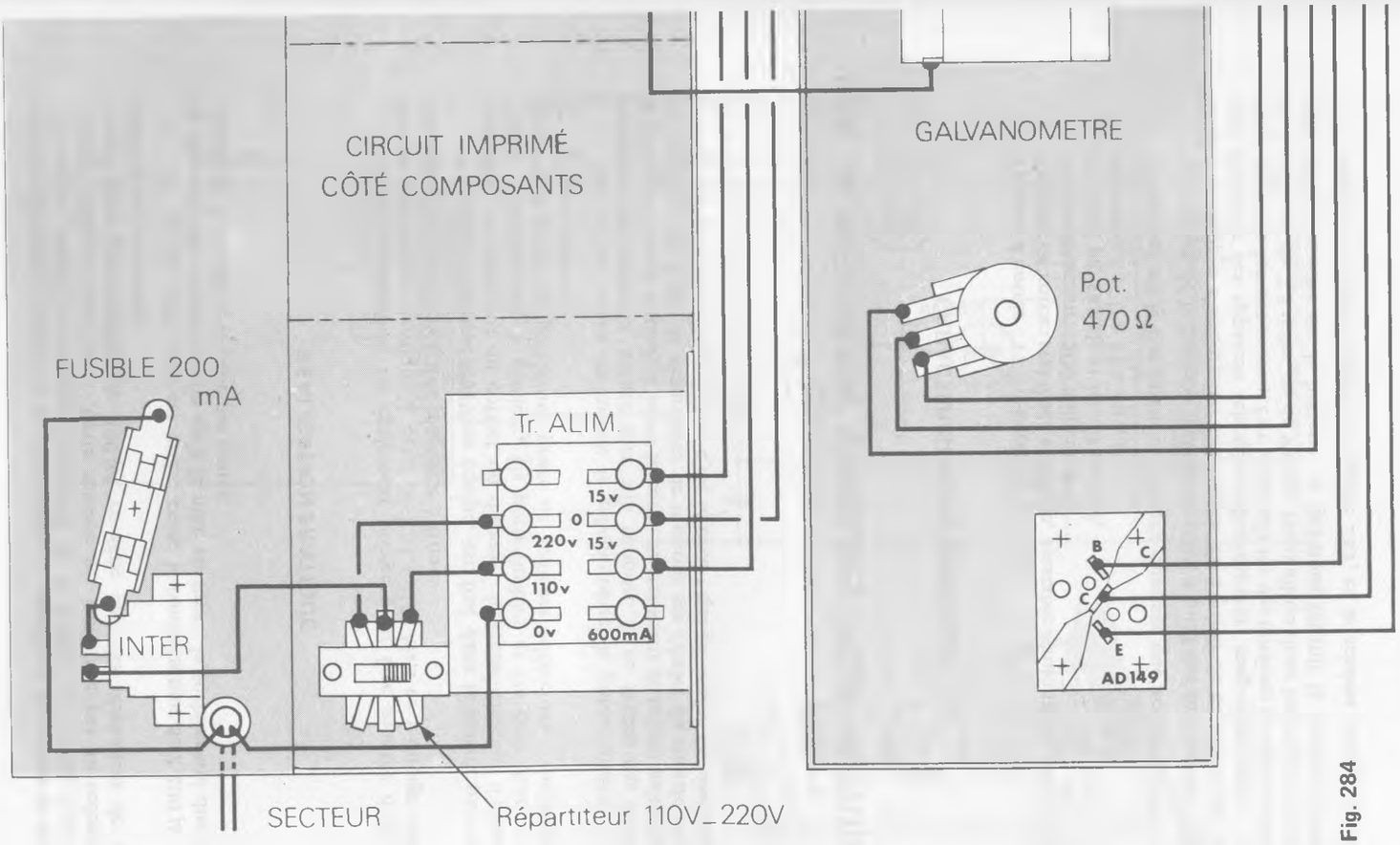

CIRCUIT IMPRIMÉ
CÔTÉ COMPOSANTS
GALVANOMETRE
Pot.
470 Ω
FUSIBLE 200
mA
Tr. ALIM.
15 v
0
220v
15 v
110v
0v
600mA
INTER
AD149
B
C
E
SECTEUR
Répartiteur 110V_220V

Fig. 284

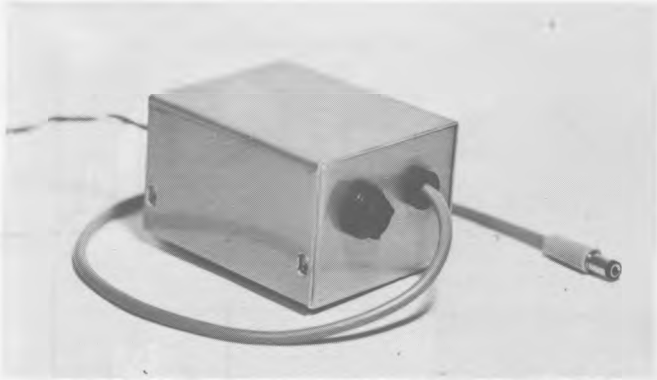


Fig. 285 – L'alimentation pour voiture, type AV.12

A partir de la batterie, un fusible de protection de 1 ampère, puis un condensateur de 1 000 microfarads qui pourra éliminer divers parasites véhiculés par la filerie de la voiture. Nous voyons ensuite un circuit intégré **régulateur**, composant moderne présentant des caractéristiques fort intéressantes. Si à la suite d'une fausse manœuvre en sortie, l'appareil débite sur un court-circuit, cet élément s'échauffe, mais sans se **détruire**. Et si le court-circuit persiste, le régulateur se coupe, cesse de fournir du courant, mais toujours sans destruction. Dès que les conditions normales de fonctionnement seront rétablies, il sera à nouveau apte à assurer son service normalement.

P est une résistance potentiométrique ajustable, disposée à l'intérieur du boîtier. C'est par la manœuvre de son curseur que l'on ajuste la tension dont on veut disposer à la sortie. Cette tension est variable, elle peut être ajustée d'une façon continue depuis 5 volts jusqu'à 11 volts. Et bien entendu, cette tension est **stabilisée**. C'est-à-dire que si, par exemple, on a réglé la tension de sortie à 7,5 volts, cette valeur ne varie pas même si la tension de la batterie varie de 12 à 10 ou à 14 volts par exemple.

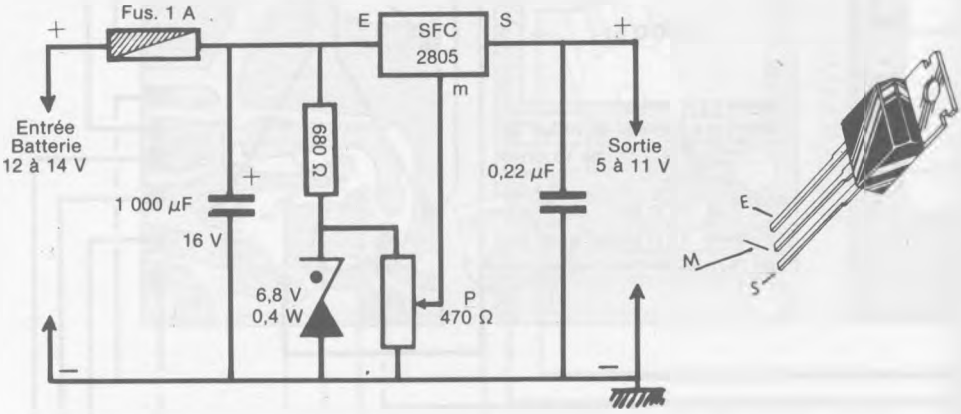


Fig. 286 – Une alimentation régulée, stabilisée et protégée

Les figures 287 et suivantes illustrent la réalisation pratique.

Dans une installation sur voiture, il faut toujours penser aux parasites, à l'antiparasitage, aux blindages. C'est pourquoi ce dispositif est monté dans un coffret métallique, qui fait office de blindage. D'autre part, de par la fabrication du circuit imprimé, lorsqu'on fixe cette plaquette sur le boîtier,

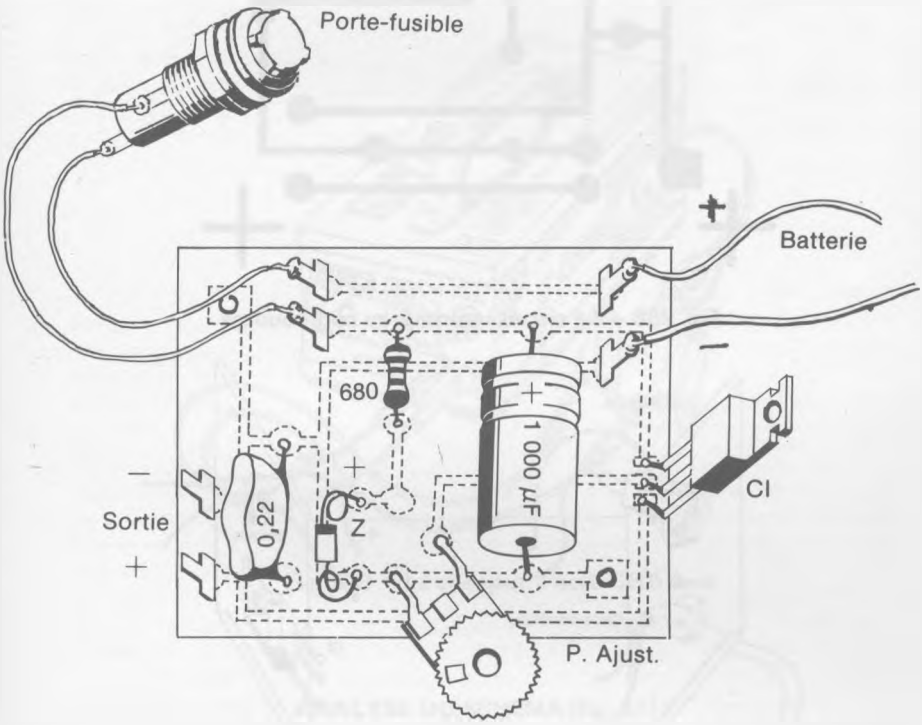


Fig. 287

on réalise une mise en contact du Moins Alimentation avec le boîtier, ce qui constitue donc une mise à la masse du Moins Batterie. Lors de la mise en place de cette plaquette, il faut la surélever par un ou deux écrous pour que les circuits et soudures ne se trouvent pas en contact avec le fond du boîtier. Le circuit intégré est plaqué contre ce même boîtier, ce qui constitue un moyen pratique de refroidissement. Pour tous ces genres de montages, on réserve toujours la couleur rouge aux fils qui intéressent la tension positive. Le fusible est logé dans une cartouche que l'on visse sur le boîtier. De l'extérieur, ce fusible est toujours accessible par dévissage du capuchon. Le circuit intégré régulateur est référencé 2805 ou 7805, les lettres qui le précèdent caractérisent uniquement l'usine de fabrication. En sortie, concernant la liaison avec l'appareil alimenté, il est préférable d'utiliser du fil blindé, blindage du fil relié au coffret ; il y a beaucoup de parasites à bord d'une voiture...

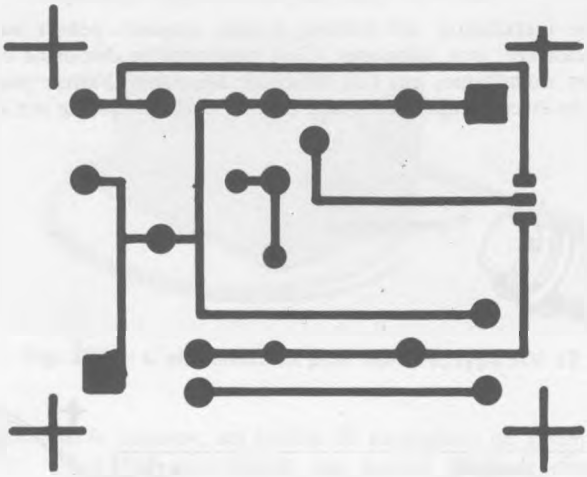


Fig. 288 — Le circuit imprimé, vu côté soudage

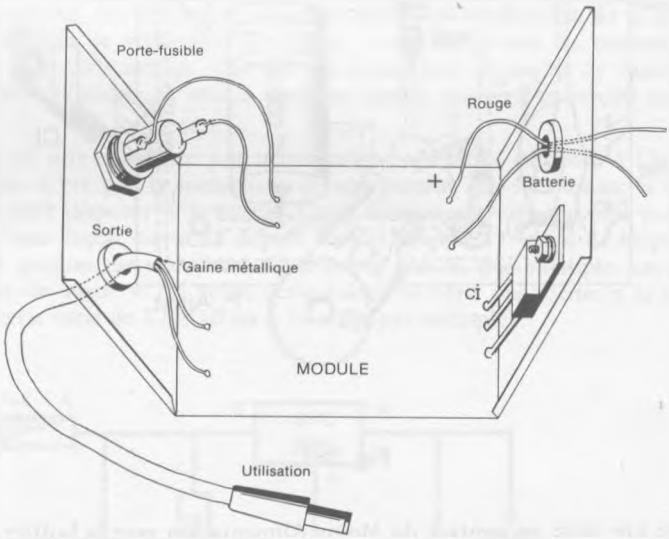


Fig. 289

UN CHARGEUR D'ACCU

Il n'est pas utile croyons-nous, d'insister sur l'intérêt que présente pour le possesseur de voiture un chargeur de batterie. Rappelons simplement qu'il permet un entretien de la charge et assure, même en hiver, des démarrages

sans difficultés. Le fonctionnement à pleine charge permet d'augmenter la durée de la vie de la batterie, ce qui se traduit par une économie non négligeable.

Le CH 5 A est un chargeur d'utilisation simple prévu pour batterie 6 et 12 V. Il permet les régimes de charge suivants :

– Charge normale - 5 ampères sous 6 ou 12 volts.
– Charge réduite - 3 ampères sous 6 ou 12 volts.

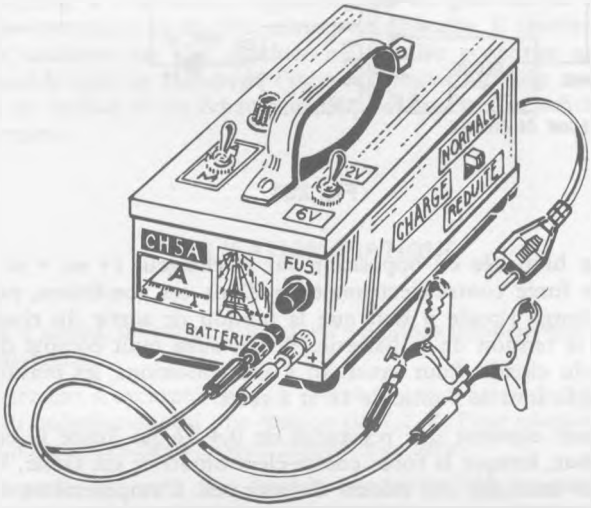


Fig. 290 – Le chargeur d'accu CH 5 A

ANALYSE DU SCHÉMA (fig. 291)

Cet appareil met en œuvre un transformateur permettant l'adaptation à l'une ou à l'autre des tensions 110 ou 220 V. En plus des prises 110 et 220 V, il possède une prise R qui peut être mise en service ou hors service par le jeu d'un commutateur. Lorsqu'elle est en service, le nombre de tours primaires étant augmenté, le rapport de transformation est plus petit et les tensions secondaires plus faibles. On obtient par ce moyen un régime de charge plus réduit qui pourra être utilisé, par exemple, pour la charge de batteries de faible capacité.

Le secondaire comporte une prise milieu permettant le redressement par deux redresseurs montés en va-et-vient. Ce secondaire possède également deux prises 6 V et deux prises 12 V pouvant être sélectionnées par un commutateur deux circuits et deux positions dont les communs sont reliés à l'anode des diodes. Il est évident que la position 12 V sera à utiliser pour les batteries de cette tension et la position 6 V pour les batteries de 6 V.

En fait, cette appellation 6 et 12 V est tout à fait conventionnelle car les tensions délivrées au secondaire doivent être plus élevées. En effet, la

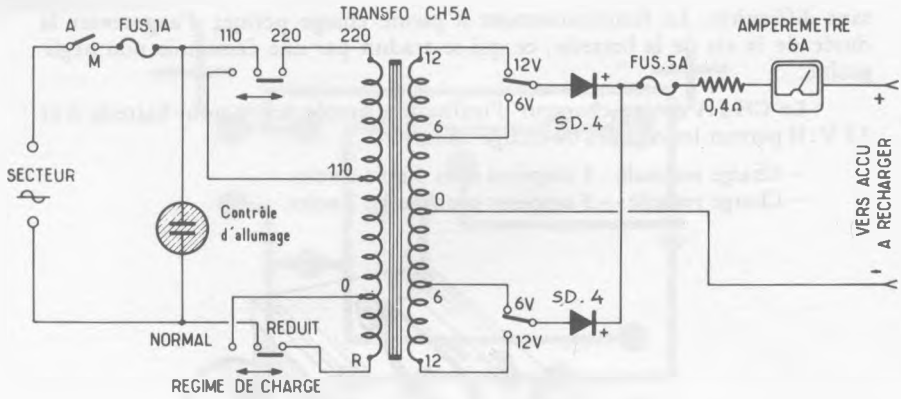


Fig. 291

batterie étant branchée en opposition sur le chargeur (+ au + et − au −) constitue une force contre-électromotrice. Dans ces conditions, pour qu'un courant de charge circule il faut que la tension de sortie du chargeur soit supérieure à la tension de la batterie. Il faut aussi tenir compte de la résistance totale du circuit. Pour satisfaire à ces conditions, les tensions sur les prises du transfo sont de l'ordre de 16 et 8 volts.

Le circuit contient une résistance de 0,4 Ω qui limite le courant de charge au début, lorsque la force contre-électromotrice est faible, le courant pourrait alors atteindre des valeurs dangereuses. L'ampèremètre 6 ampères permet de connaître ce courant à tout instant.

RÉALISATION PRATIQUE (fig. 292)

Le montage s'effectue dans un coffret métallique de 18 x 12 x 8 cm, dont le panneau du dessus et celui de dessous sont amovibles et normalement fixés par des vis taraudeuses. On fixe le transformateur sur la face intérieure du panneau du dessous, par les tiges filetées de serrage du circuit magnétique. Sur chacune de ces tiges, on place deux écrous entre lesquels on serre le panneau métallique. Pour augmenter la rigidité, on prévoit une rondelle sous chaque écrou.

On fixe ensuite les deux diodes redresseuses sur une plaque d'aluminium de 10 x 5 cm et de 1 mm d'épaisseur qui constitue le radiateur thermique. Il y a aussi lieu de prévoir une cosse à souder sur la tige de fixation de chacune. Notons que le boîtier correspond à la cathode. Le radiateur est fixé sur le panneau du dessous. Cette plaque, correspondant à la ligne + du chargeur, doit être isolée et pour cela on prévoit sur chaque vis de fixation une traversée en stéatite.

On continue l'équipement par la pose, sur une des faces latérales, du répartiteur de tension, du porte-fusible 1 ampère et du commutateur de régime de charge. Il faut noter que par mesure de prudence, le répartiteur de tension ne doit pas être accessible de l'extérieur ; pour cela le commutateur qui en tient lieu a son bouton tourné vers l'intérieur du coffret.

Sur la face avant on monte les deux bornes pour la liaison avec la batterie, le porte-fusible 5 A et l'ampèremètre. L'ampèremètre doit être collé avec de la cyanolit de manière que son cadran apparaîsse par la découpe de la face avant.

Enfin, intérieurement au panneau du dessus, on monte le voyant lumineux, le commutateur 6 - 12 V et l'interrupteur général.

Le câblage ne présente aucune difficulté. La majeure partie de ce câblage utilise les fils de sortie du transformateur qu'on coupe à la longueur voulue et qu'on dénude à l'extrémité. Signalons que les gros fils de sortie correspondent au secondaire et les plus minces au primaire. Il convient de réaliser de bonnes soudures car une soudure mal coulée constitue une résistance non négligeable qui, en raison de l'intensité importante du courant, créera une chute de tension et un échauffement pouvant être préjudiciables au bon fonctionnement.

UTILISATION PRATIQUE

Tout d'abord, il faut se remémorer certaines données qui caractérisent les accumulateurs.

Un élément d'accumulateur au plomb a une tension de 2 V et un accumulateur au cadmium-nickel une tension de 1,2 V. Pour obtenir une tension supérieure il faut brancher plusieurs éléments en série.

La capacité est aussi une donnée essentielle. Elle exprime la quantité d'électricité que peut emmagasiner une batterie et, par conséquent, qu'elle peut restituer au rendement près. La capacité s'exprime en ampères-heures. On parle ainsi d'une batterie de 45 ampères-heures, de 60 ampères-heures, etc. Un accumulateur de 45 A-h lorsqu'il est complètement chargé peut débiter un courant de 4,5 ampères pendant 10 heures ou encore de 0,45 ampère en 100 heures. En pratique, ces quantités ne sont jamais atteintes car il est recommandé de ne pas pousser la décharge à fond.

En principe, un accumulateur au cadmium-nickel peut être chargé à n'importe quel régime. Pour un accumulateur au plomb il en va autrement, la charge doit s'effectuer aux environs de 1/10 de la capacité. Ainsi pour un accumulateur de 60 A-h, le courant de charge devra être de l'ordre de 6 ampères.

Lors de la mise en charge, il faut relier le **pôle + de la batterie à la borne +** du chargeur et le pôle moins à la borne moins. Une inversion de polarité entraînerait une détérioration de la batterie. Mais cette éventualité n'est pas à craindre avec notre chargeur car le courant devenant très important ferait sauter les fusibles de protection.

La charge d'une batterie étant une réaction électro-chimique, elle s'accompagne d'un dégagement gazeux, il est recommandé de retirer les bouchons, de manière à faciliter l'évacuation.

Les indices de fin de charge sont nombreux, les plus importants sont les suivants :

1°) Concentration de l'électrolyte à 28° baumé. La concentration peut être mesurée au pèse-acide qui est un petit instrument peu onéreux

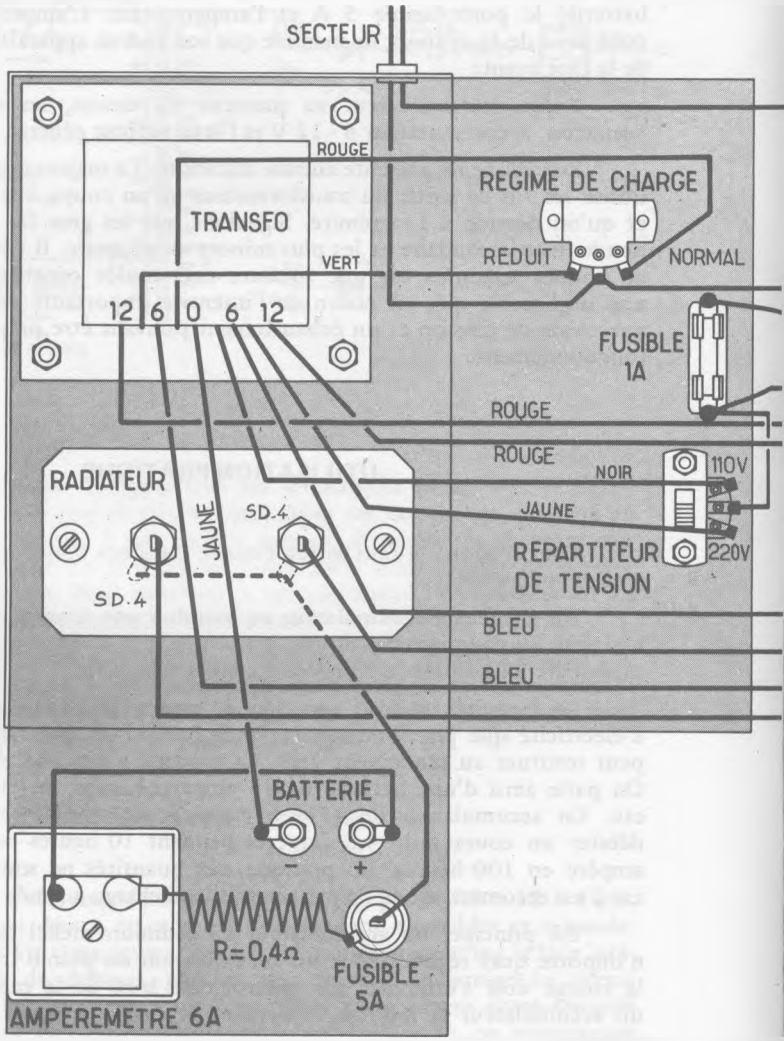
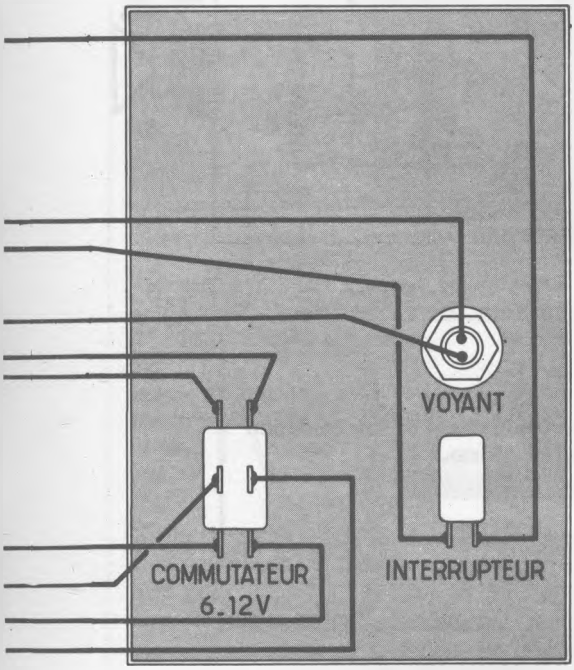


Fig. 292

et bien utile. Pour la commodité de la mesure, il est contenu dans une pipette à poire en caoutchouc, permettant le prélèvement de l'électrolyte. La concentration est indiquée par la graduation qui coïncide avec le niveau du liquide.

2°) Bouillonnement intense de l'électrolyte.

Lorsque la charge est terminée, il faut remettre en place les bouchons et pour éviter la production de sels grimpants, générateurs de mauvais contacts, il faut enduire les bornes avec de la graisse.



UNE TABLE DE LECTURE AU SON

Un opérateur radiotélégraphiste doit savoir manipuler les signaux de l'alphabet Morse, et également savoir lire au son ces mêmes signaux. L'appareil que nous avons réalisé et que nous allons décrire ici fournit la possibilité de s'entraîner dans l'apprentissage de cette manipulation et de cette lecture au son.

Il comporte essentiellement un manipulateur et un oscillateur capable d'émettre des signaux de basse fréquence, donc audibles. Lorsqu'un opérateur actionne le manipulateur de cet appareil, il entend les signaux qu'il émet, ce qui lui permet de se contrôler. Et un deuxième opérateur qui se trouve à proximité peut recevoir ces signaux et les transcrire, donc s'entraîner à la lecture au son.

L'audition peut se faire soit sur un petit haut-parleur, soit sur casque à deux écouteurs si l'on risque de gêner des personnes du voisinage. Nous voyons tout d'abord un transistor de type AC 125 ou similaire, monté en oscillateur basse fréquence par couplage entre les circuits de base et de collecteur, ceci par l'intermédiaire d'un transformateur basse fréquence.

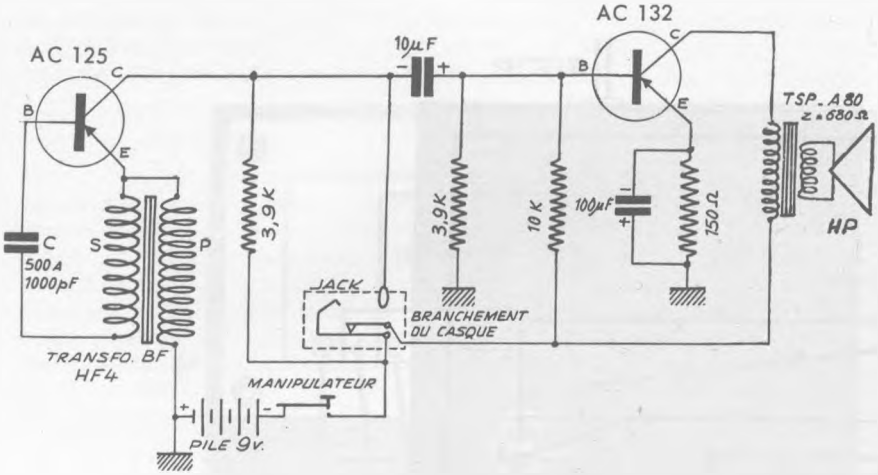


Fig. 293 — Un dispositif d'entraînement en manipulation et lecture au son du Morse.

Le circuit d'oscillation est purement et simplement coupé par le manipulateur branché en série, et qui en interrompt ou rétablit le fonctionnement à la cadence des signaux Morse. La tonalité, la note de l'émission, peut être réglée et modifiée par le condensateur C pour lequel nous avons indiqué une valeur possible de 500 à 1 000 picofarads environ.

Une prise de jack est destinée à recevoir la fiche venant du casque. L'introduction de la fiche dans le jack coupe l'étage suivant et l'écoute se fait au casque. Lorsqu'on retire la fiche, le second étage se trouve alimenté, connecté et remis en fonctionnement. Nous disposons alors d'un étage amplificateur basse fréquence, équipé d'un transistor AC 132, et qui délivre une puissance suffisante pour actionner un petit haut-parleur de 12 cm de diamètre. L'impédance du transformateur de modulation doit être de 680 ohms.

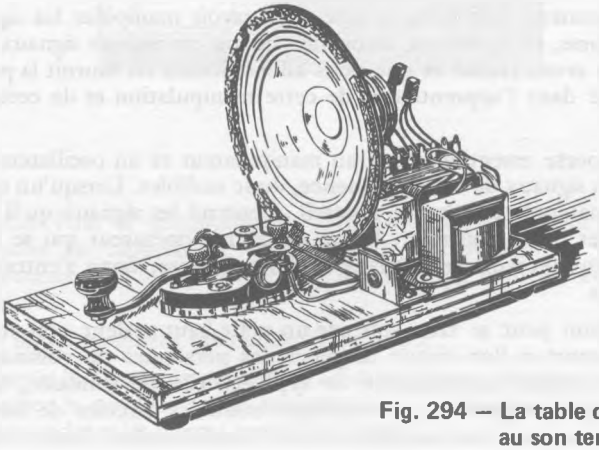


Fig. 294 — La table de lecture au son terminée.

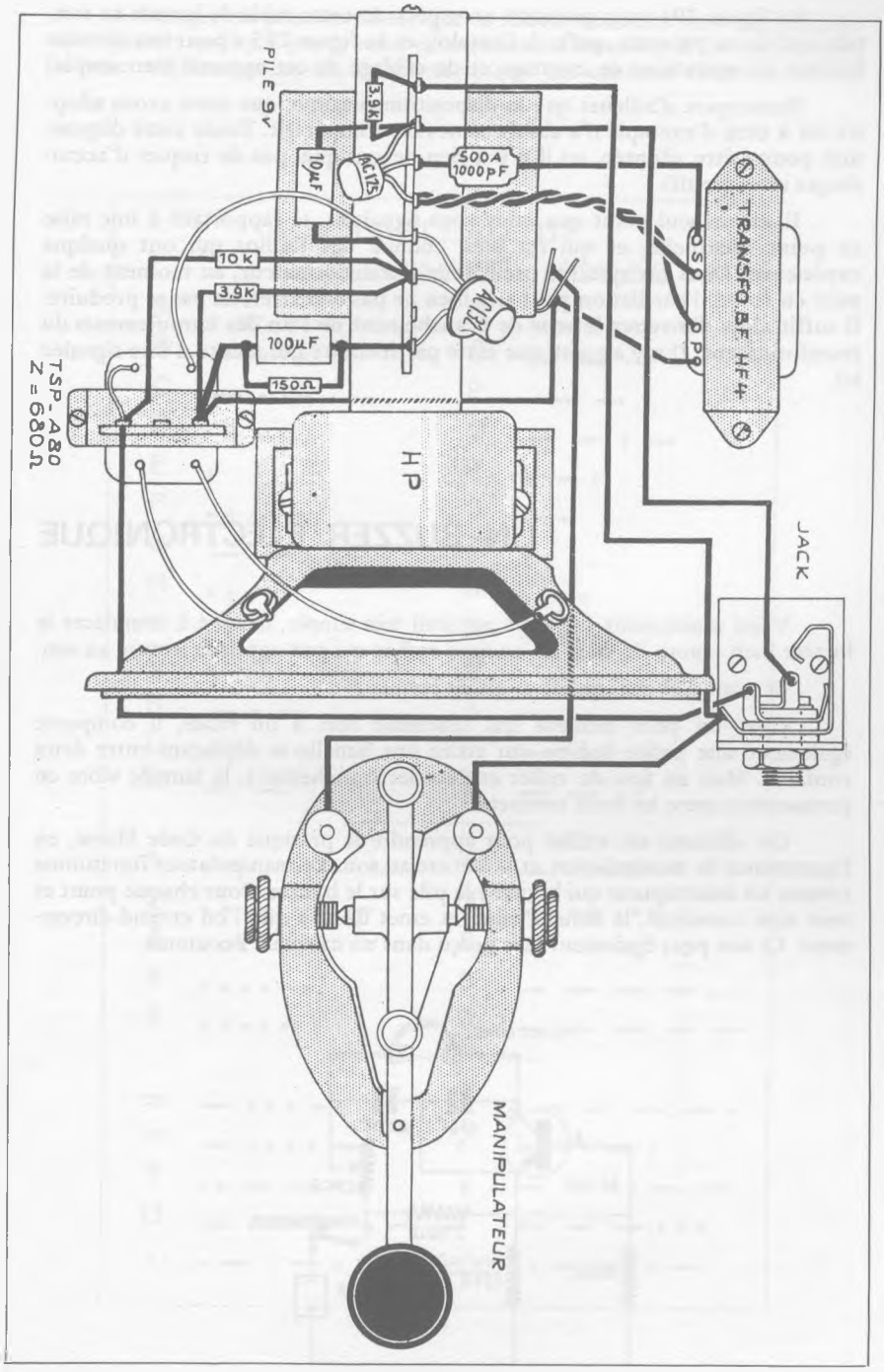


Fig. 295 — Cette vue sera fort utile pour la réalisation de l'appareil

La figure 294 vous présente un aspect de cette table de lecture au son, telle qu'elle se présente, prête à l'emploi, et la figure 295 a pour but de vous faciliter les opérations de montage et de câblage de cet appareil bien simple.

Remarquez d'ailleurs que la disposition pratique que nous avons adoptée ici à titre d'exemple n'a absolument rien d'impératif. Toute autre disposition pourra être adoptée, ici il n'y a rien de critique, pas de risques d'accrochages intempestifs.

Il est un seul point que nous vous signalons, se rapportant à une mise au point éventuelle, et qui est bien connue des Radios qui ont quelque expérience. Dans un système oscillateur à transformateur, au moment de la mise en route, l'oscillation peut très bien ne pas démarrer, ne pas se produire. Il suffit alors **d'inverser le sens de branchement de l'un des enroulements** du transformateur. Il n'y a guère que cette particularité qui mérite d'être signalée ici.

UN BUZZER ELECTRONIQUE

Voici maintenant un petit appareil très simple, destiné à remplacer le buzzer bien connu de tous les anciens radios qui ont appris la lecture au son.

Et, tout d'abord, qu'est-ce qu'un buzzer ?

C'est un petit élément qui ressemble fort à un relais, il comporte également une petite bobine qui attire une lamelle se déplaçant entre deux contacts. Mais au lieu de coller et décoller franchement, la lamelle vibre en permanence entre les deux contacts.

Cet élément est utilisé pour apprendre la pratique du Code Morse, en l'occurrence la manipulation et la lecture au son. Le manipulateur fonctionne comme un interrupteur qui branche la pile sur le buzzer. Pour chaque point et trait ainsi constitué, la lamelle vibre et émet un son que l'on entend directement. Ce son peut également être perçu dans un casque à écouteurs.

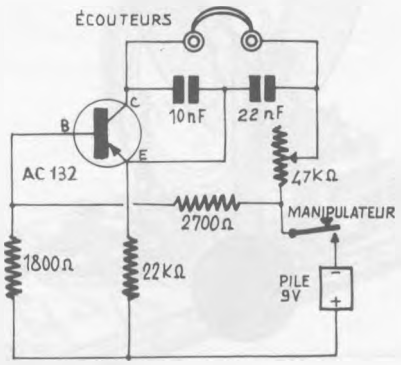


Fig. 296 – Schéma du buzzer électronique B.1.

A l'usage, on peut constater que le fonctionnement n'est pas toujours très régulier, qu'il y a production de minuscules étincelles à la rupture entre la lame vibrante et les vis de contact, que ces contacts s'encrassent, etc.

TABLEAU DE L'ALPHABET MORSE

A	. —	N	— .
B	— . . .	O	— — —
C	— . — .	P	. — — .
D	— . .	Q	— — . —
E	.	R	. — .
F	. . — .	S	. . .
G	— — .	T	—
H	. . . .	U	. . —
I	. .	V	. . . —
J	. — — —	W	. — —
K	— . —	X	— . . —
L	. — . .	Y	— . — —
M	— —	Z	— — . .
1	. — — — —	6	— . . . .
2	. . — — —	7	— — . . .
3	. . . — —	8	— — — . .
4	. . . . —	9	— — — — .
5	. . . . .	0	— — — — —
=	— . . . —	,	. — — — — .
–	— . . . . —	/	— . . — .
?	. . — — . .	,	— — . . — —
()	— . — — . —	:	— — — . . .
.	. — . — . —	Souligné	. . — — . —

Fig. 297 — Pour apprendre la lecture au son et la manipulation du Morse.

Le petit dispositif dont le schéma est donné figure 296 constitue également un buzzer, mais absolument statique, **sans aucune pièce mécanique en mouvement**, sans vibrations, donc d'un fonctionnement sûr et stable.

C'est tout simplement un transistor, que l'on fait osciller en basse fréquence. Un tel montage est également appelé un «oscillateur RC», parce qu'il fait appel uniquement à des résistances et des condensateurs.

Le manipulateur est branché en interrupteur : lorsqu'on appuie dessus, le montage oscille en basse fréquence et cette oscillation peut être entendue directement dans le casque à deux écouteurs. Le débit de la pile est de 1,2 milliampère. L'impédance du casque doit être de 1 500 ohms. Le potentiomètre de réglage agit sur la puissance du son émis et légèrement sur sa fréquence, donc sur la tonalité. Malgré l'extrême simplicité de ce montage, nous en donnons quand même un petit plan de câblage, figure 298.

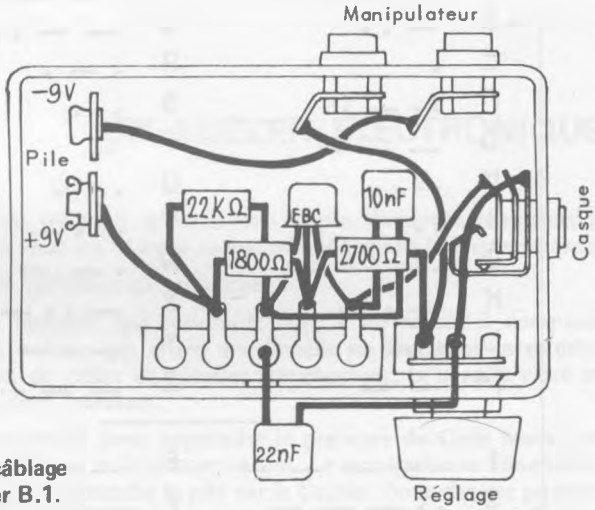


Fig. 298 — Plan de câblage du buzzer B.1.

Nous avons monté les divers éléments dans un boîtier de matière plastique de dimensions 90 x 55 x 30 millimètres. Pour éviter des erreurs de branchement, les douilles auxquelles se branche le manipulateur sont différentes de la prise à laquelle est raccordé le casque ; nous avons prévu

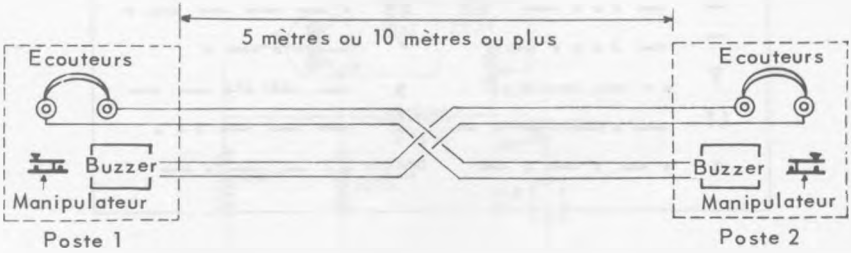


Fig. 299 — Avec deux ensembles complets, on peut établir deux «stations d'émission» figurant une véritable liaison radiotélégraphique.

ici un jack miniature, identique à celui utilisé sur les récepteurs de radio courants.

Il existe 3 modes d'emploi possibles d'un tel ensemble.

A deux, l'un manipule et l'autre recevant les signaux Morse au casque les transcrit, **il lit au son.**

Seul, vous manipulez et vous vous écoutez au casque, pour contrôler votre manipulation.

Avec deux ensembles et à deux, comme indiqué en figure 299, chacun tour à tour manipule et transcrit les signaux qui lui sont envoyés par l'autre. Avec de longs fils aboutissant aux casques, on a ainsi l'image d'une véritable liaison par radiotélégraphie. Chacun manipule sur son buzzer et a aux oreilles le casque branché sur l'autre buzzer.

UN CONTROLEUR DE QUARTZ

Les radio-amateurs qui font de l'émission utilisent largement les quartz ; ces éléments se trouvent également souvent dans des appareils de mesure, et on les emploie beaucoup aussi sur les émetteurs portatifs de radiocommande, ainsi que sur les émetteurs-récepteurs de radiotéléphonie.

Il est donc très utile de pouvoir s'assurer du bon fonctionnement d'un quartz que l'on possède, et même d'avoir une estimation sur son activité, sur son amplitude d'oscillation. C'est le but de ce petit appareil, il permet également de comparer l'activité de plusieurs quartz entre eux.

En fait, nous allons pouvoir constater que cet appareil peut être utilisé dans plusieurs fonctions :

– Contrôleur de quartz.
– Générateur ou émetteur étalon de fréquence.
– Mesureur de champ.
– Marqueur.

Afin de bien comprendre comment il peut remplir ces diverses fonctions, nous allons examiner le schéma qui définit sa constitution, représenté en figure 300.

Il montre que cet appareil est constitué par deux étages. L'un d'eux met en œuvre un transistor 2 N 2905, utilisé en oscillateur H.F.

Il s'agit d'un oscillateur de type classique mettant en œuvre un quartz. Ce quartz est placé entre collecteur et base et par conséquent constitue le couplage nécessaire à l'entretien des oscillations. Étant donné que la fréquence de la tension qui apparaît entre ses armatures est conditionnée exactement par celle de la vibration mécanique du cristal, la fréquence d'oscillation du montage est rigoureusement celle qui correspond à la taille du quartz utilisé. Deux supports de quartz sont prévus de façon à pouvoir essayer des quartz de standards différents.

Le second étage constitue un voltmètre électronique qui permet de mesurer la tension H.F. disponible sur le collecteur du 2 N 2905. Ce signal

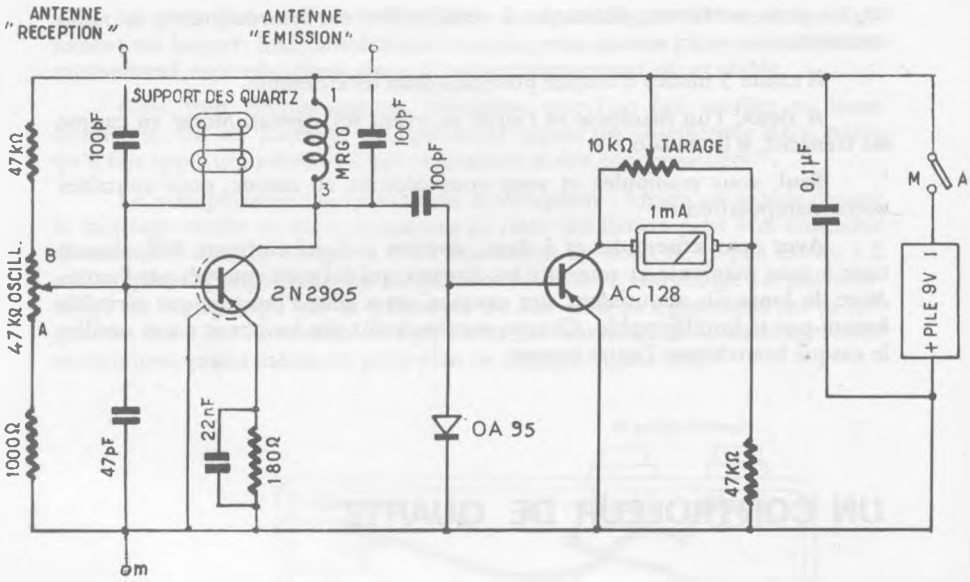


Fig. 300 — Le CM.2, un contrôleur à usages multiples

est appliqué par un condensateur de 100 pF à une diode dont la cathode est reliée à la ligne + 9 V. En raison de sa différence de résistance dans le sens direct et dans le sens inverse, il apparaît aux bornes de cette diode une tension pulsée qui par suite du sens de branchement polarise négativement par rapport à l'émetteur, la base d'un transistor AC 128. Il en résulte un courant collecteur proportionnel à la valeur de cette polarisation et par conséquent à l'amplitude du courant H.F. détecté. Ce courant collecteur est mesuré par un milliampèremètre de 1 mA de déviation totale. La déviation de l'aiguille de ce galvanomètre permet de chiffrer la valeur du courant H.F. Étant donné que le courant de repos du transistor n'est pas nul, on a prévu un dispositif de remise à zéro (Tarage). Il est constitué par une résistance de 47 000 Ω et un potentiomètre de 10 000 ohms. Dans ces conditions, le courant collecteur provoque une certaine chute de tension dans la portion du potentiomètre comprise entre le curseur et le collecteur. L'autre portion du potentiomètre et la 47 000 ohms constituent un diviseur de tension appliquant une tension réglable au galvanomètre. Il est facile de vérifier que les tensions ainsi appliquées aux deux bornes de l'appareil de mesure sont en opposition de phase. Si par le réglage du curseur du potentiomètre on égalise ces deux tensions, aucun courant ne circule dans le galvanomètre dont l'aiguille reste à zéro. Toute augmentation du courant collecteur détruit l'équilibre et provoque la déviation de l'aiguille.

UTILISATION EN CONTROLEUR DE QUARTZ

Après fermeture du circuit d'alimentation par l'interrupteur, on agit sur le potentiomètre de 10 kilohms pour effectuer la **mise à zéro**. Si on

place un quartz sur un des supports et que l'on manœuvre lentement le potentiomètre de 47 kilohms, on détermine une polarisation de base favorable à l'oscillation du système. Il y a donc production d'une oscillation entretenue. Le courant H.F. ainsi produit est détecté et provoque une déviation du galvanomètre qui permet d'apprécier l'importance de l'oscillation. Cette importance définit l'activité du quartz. Sans toucher au potentiomètre, on peut juger et comparer l'activité de plusieurs quartz ; le meilleur étant celui donnant la plus grande déviation.

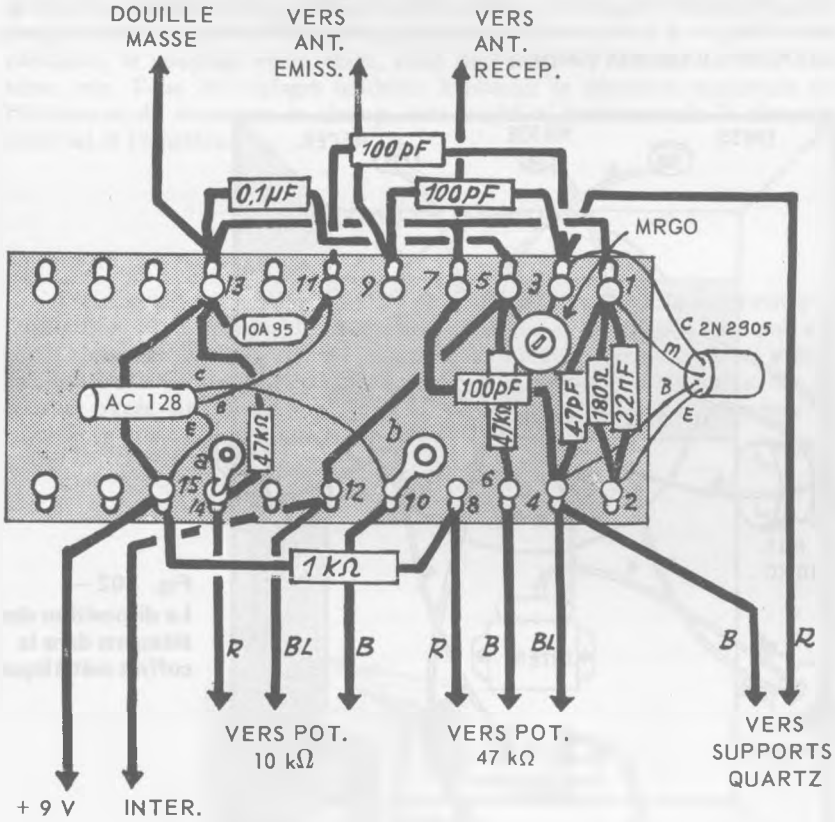


Fig. 301 — Le câblage sur barrette à cosses

Un quartz très actif, par exemple dans les valeurs supérieures à 1 MHz peut provoquer une très forte déviation, supérieure à celle maximum de l'appareil de mesure. On limite dans ce cas le courant en agissant sur le potentiomètre de tarage.

Après emploi, il faut toujours ramener le potentiomètre de 47 kilohms à zéro.

UTILISATION EN ÉMETTEUR ÉTALON

Si on branche une antenne à la douille «antenne émission», cet appareil se comporte comme un émetteur et rayonne une énergie H.F. dont la fréquence est très exactement celle du quartz utilisé. Cette émission de portée limitée peut être reçue par un récepteur disposé au voisinage. Un même quartz permet d'obtenir plusieurs fréquences nettement définies : la fondamentale et les harmoniques successifs.

Ceci peut être très utile pour contrôler la sensibilité d'un récepteur. On peut également grâce à cette émission aligner avec précision un récepteur A.M. en P.O. et en G.O. avec des quartz 1 000 kHz et 455 kHz, puis en OC avec un quartz 6 MHz.

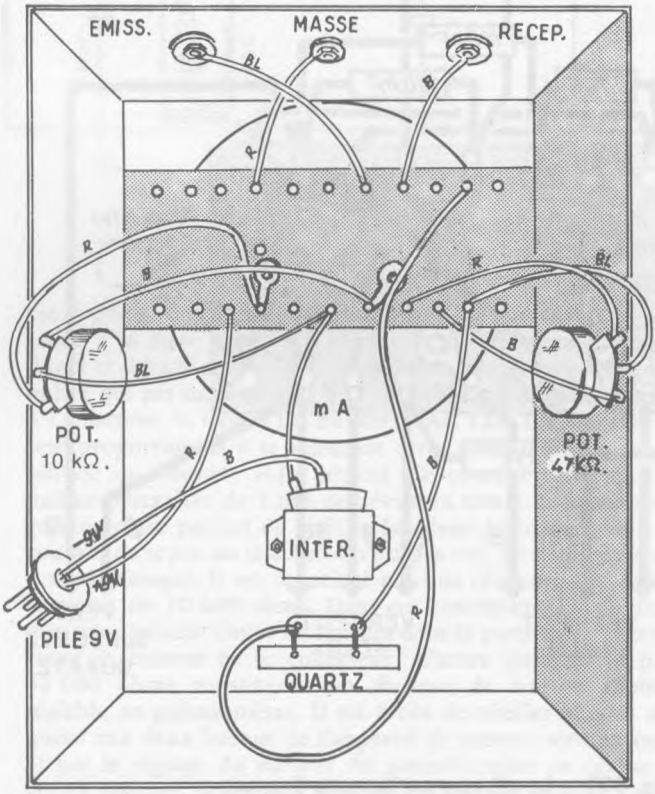


Fig. 302 — La disposition des éléments dans le coffret métal lique.

Avec des quartz 27,120 MHz et 72 MHz les radio-modélistes peuvent régler avec une très grande précision leur récepteur de radiocommande.

UTILISATION EN MESUREUR DE CHAMP

Si on supprime le quartz et que l'on branche une antenne, cet appareil constitue un récepteur apériodique, c'est-à-dire sans dispositif d'accord

permettant le réglage sur une fréquence bien définie. Il peut donc capter une gamme étendue de fréquence.

Un coup d'œil au schéma figure 300 montre que le transistor 2 N 2905 dont la base est attaquée par l'antenne fonctionne en étage H.F. apériodique. Le signal H.F. recueilli dans le circuit collecteur est détecté et amplifié. La déviation du galvanomètre est alors proportionnelle à l'intensité du signal capté par l'antenne.

On peut ainsi constater le bon fonctionnement d'un émetteur disposé au voisinage et apprécier sa puissance rayonnée. Cette possibilité est très utile pour effectuer les différents réglages d'un émetteur en vue d'obtenir la valeur maximale de la puissance rayonnée et obtenir ainsi le meilleur rendement possible. Parmi les réglages possibles, nous citerons l'accord des circuits oscillants, le couplage entre étage, celui de l'antenne, l'accord de cette dernière, etc. Tous ces réglages tendront à obtenir la déviation maximum de l'indicateur du mesureur de champ, sans modifier, bien entendu, la distance entre lui et l'émetteur.

UTILISATION EN MARQUEUR

Pour cette application on fait fonctionner l'appareil en générateur par l'utilisation d'un quartz de fréquence appropriée. En appliquant par un cordon coaxial le signal prélevé à la douille «antenne émission» à un vobuloscope ou à un oscilloscope accouplé à un vobulateur, on produit sur la courbe tracée un «accident» (dip) qui permet de définir la fréquence à laquelle ce point correspond.

Fig. 303 – L'appareil prêt à l'emploi

Un tel signal permet également le réglage et l'alignement des récepteurs AM et FM. En dépannage, il procure un moyen efficace de vérification et d'alignement de tous les récepteurs.

CHAPITRE XI

AMELIORATIONS ET ADAPTATIONS

LE BRANCHEMENT DE L' ECOUTEUR

Lorsqu'un récepteur possède un nombre suffisant d'étages amplificateurs basse fréquence, l'écoute se fait normalement sur haut-parleur. Mais lorsqu'on possède un tel appareil, il est malgré tout des cas où l'on préférerait stopper le fonctionnement de ce haut-parleur pour passer à l'écoute sur casque.

A cet effet, une solution a été adoptée et s'est rapidement répandue, on peut dire que pratiquement une très grande partie des récepteurs du commerce en est pourvue.

Elle consiste en un écouteur qui est relié à une fiche, et lorsqu'on introduit cette fiche dans le jack approprié que comporte le récepteur, cette action a pour effet de couper le **fonctionnement du haut-parleur** et de mettre l'écouteur en fonctionnement.

Où et comment se fait cette adaptation ?

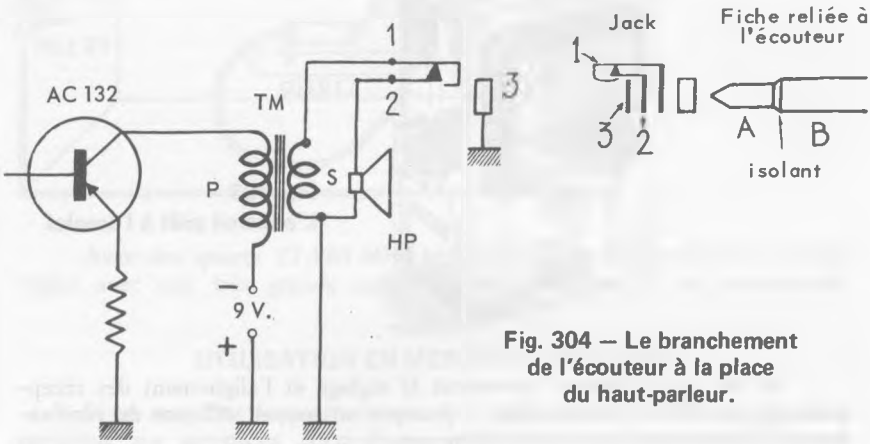


Fig. 304 — Le branchement de l'écouteur à la place du haut-parleur.

Voyez en figure 304, nous avons représenté l'étage final d'un récepteur, qui peut d'ailleurs être également un push-pull sans que cela change quoi que ce soit au branchement qui nous intéresse.

Le secondaire du transformateur de modulation débite dans le haut-parleur et l'actionne. L'une des bornes est reliée à la masse, l'autre passe par l'intermédiaire d'un **jack à coupure**. Lorsque les lamelles 1 et 2 sont en contact, c'est le haut-parleur qui est actionné.

Lorsqu'on introduit dans le jack la fiche de l'écouteur, elle sépare 1 et 2 et se met en contact avec 1 et 3 ; l'écouteur se trouve bien ainsi alimenté.

Nous avons représenté schématiquement un jack et une fiche du type **miniature**, modèles fort répandus. Les parties A et B sont séparées par un isolant et reliées par un fil souple à l'écouteur. En service, A est en contact avec 1, et B avec 3.

La figure 305 représente un modèle d'écouteur auriculaire très répandu. C'est un type **basse impédance**, de 20 à 30 ohms environ. L'appareil lui-même se présente sous la forme d'un petit bouchon de caoutchouc que l'on introduit dans l'oreille, et une forme de matière plastique aide à l'y maintenir. Le tout est suffisamment petit pour pouvoir être contenu dans une boîte de quelques centimètres, et facilement transportable dans une poche.

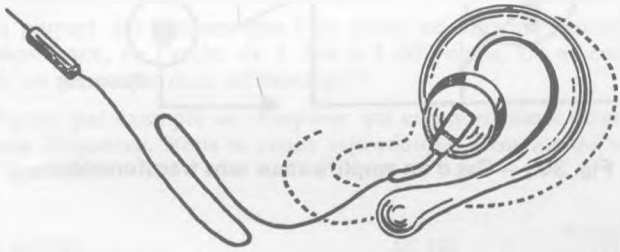


Fig.305 — L'écouteur basse impédance

Voyons maintenant le cas d'un récepteur ou d'un amplificateur de petite puissance, se terminant par un push-pull sans transformateur de sortie. Par exemple le récepteur AD 4 ou l'amplificateur Vivaldi. Nous reproduisons en figure 306 les circuits de sortie. C'est à l'endroit marqué d'une croix qu'il faut insérer le jack auto-coupeur. L'écouteur est branché aux bornes du haut-parleur, mais il faut insérer en série une certaine résistance, car la puissance encaissée par l'écouteur serait beaucoup trop importante. La valeur de cette résistance est de l'ordre de 500 à 1 000 ohms, ou plus. C'est un essai à faire, en fonction de la puissance délivrée par l'étage de sortie.

L'ADAPTATION DU HAUT-PARLEUR

Prenons l'un de nos petits récepteurs du début, qui reçoit normalement sur casque.

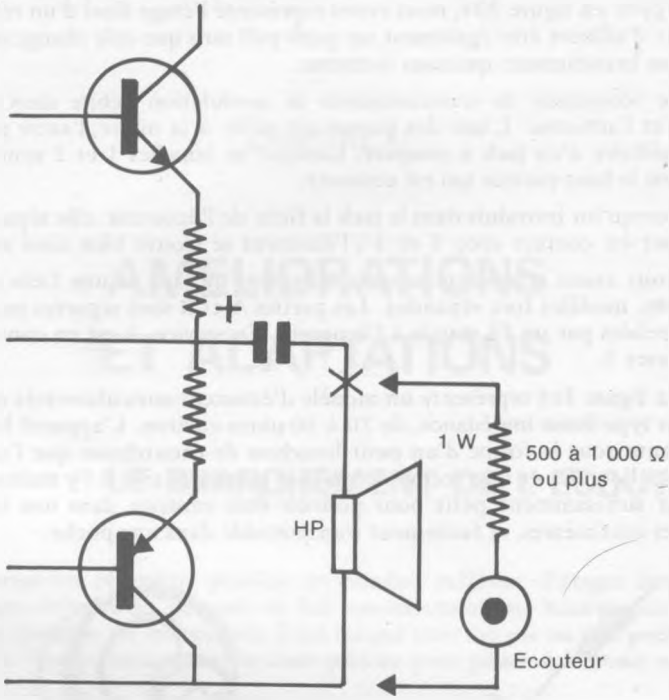


Fig. 306 — Cas d'un amplificateur sans transformateur.

Si un tel appareil se trouve dans une région de réception favorisée, près d'un émetteur puissant, et doté d'une bonne installation d'antenne et de prise de terre, il est possible que la réception soit très puissante et que l'on puisse prétendre faire de l'audition sur haut-parleur.

Le remplacement est possible, mais il ne suffit pas dans un tel cas de supprimer l'écouteur et de brancher purement et simplement le haut-parleur lui-même à sa place.

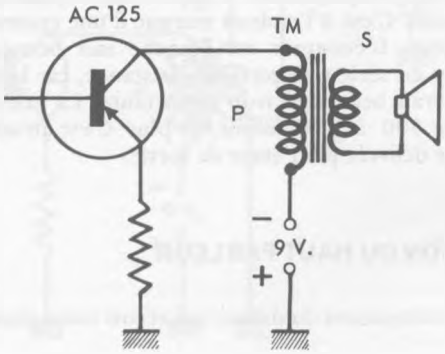


Fig. 307 — Le branchement du haut-parleur à la place de l'écouteur.

Il faut y insérer **le primaire** d'un transformateur de modulation, d'impédance 1 000 ohms environ, et dont le secondaire lui, alimente le haut-parleur. Ce branchement est représenté en figure 307. Si on dispose d'un transformateur pour push-pull, on peut également l'utiliser en branchant les deux points extrêmes du bobinage et en laissant le point milieu inutilisé.

L'ADAPTATION DU CASQUE

Lorsqu'on possède un récepteur recevant sur haut-parleur, on peut inversement vouloir faire de l'audition sur écouteur individuel. C'est le cas par exemple lorsqu'on se trouve dans un lieu public que l'on ne veut pas gêner.

Si l'on veut stopper le fonctionnement du haut-parleur, tout en se réservant la possibilité de le remettre rapidement en service, on se retrouve dans le cas déjà étudié précédemment. On utilise un écouteur à **basse impédance** que l'on relie au secondaire du transformateur de modulation, à la place du haut-parleur.

Mais on peut vouloir également intervenir dans le montage, d'une façon plus définitive.

La plupart des casques que l'on utilise en amateurisme-radio sont en **haute impédance**, de l'ordre de 1 500 à 2 000 ohms. Où et comment peut s'intégrer un tel casque dans un montage ?

Voyons par exemple un récepteur qui comporte deux étages amplificateurs basse fréquence. Nous en avons reproduit les éléments qui nous intéressent en figure 308.

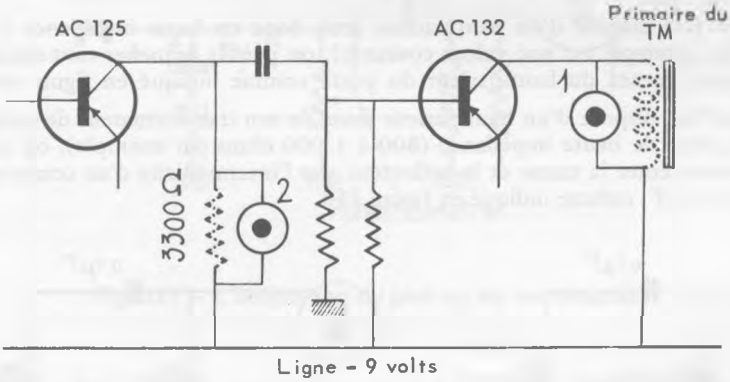


Fig . 308 — Les branchements du casque à haute impédance.

En 1, le casque peut être branché à la place du transformateur de modulation. On conserve toujours ainsi l'amplification totale de tout l'appareil, ce branchement est préconisé dans le cas de réceptions difficiles, dans une région défavorisée.

En 2, il peut être branché à la place de la résistance de 3 300 ohms. Ici on se retrouve dans le cas d'un récepteur à un seul étage amplificateur basse fréquence, car alors le second étage AC 132 peut être supprimé.

LE HAUT-PARLEUR SUPPLEMENTAIRE

Le récepteur à transistors étant normalement alimenté sur piles est essentiellement un appareil portatif, que l'on déplace et écoute en tous lieux, même dépourvus de secteur électrique.

Mais on peut également l'écouter en appartement, en poste fixe, et en l'alimentant sur le secteur par l'intermédiaire d'une alimentation secteur.

Un poste étant ainsi installé, on peut vouloir le munir d'un haut-parleur supplémentaire. Ce peut être par exemple pour sonoriser une autre pièce plus ou moins éloignée, ou encore pour disposer le haut-parleur supplémentaire dans la même pièce que le poste, dans le but d'obtenir une meilleur ambiance musicale.

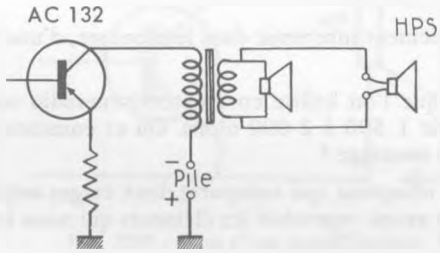


Fig. 309 — Le haut-parleur supplémentaire en basse impédance.

Si l'on dispose d'un haut-parleur seul, donc en basse impédance (3,5 ohms par exemple est une valeur courante), on peut le brancher tout simplement aux bornes du haut-parleur du poste comme indiqué en figure 309.

Si l'on dispose d'un haut-parleur muni de son transformateur de modulation, donc de haute impédance (800 à 1 000 ohms par exemple), on doit le brancher entre la masse et le collecteur, par l'intermédiaire d'un condensateur de 0,1 μF, comme indiqué en figure 310.

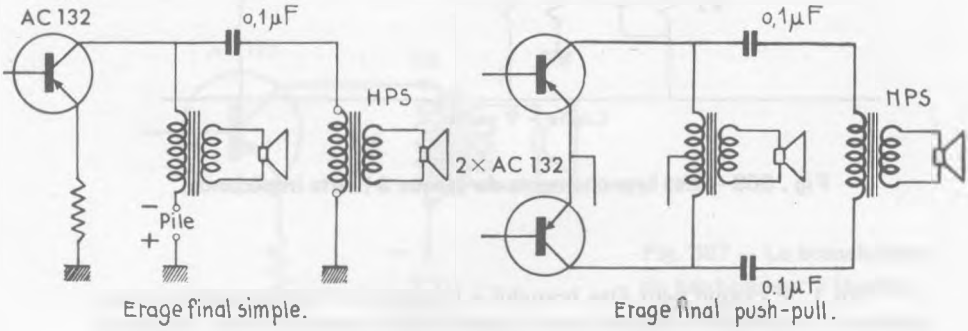


Fig. 310 — Le haut-parleur supplémentaire en haute impédance.

Un tel branchement n'entraîne aucune consommation supplémentaire de courant, ni aucune charge ou fatigue du transistor. Le haut-parleur utilisé peut très bien être d'un diamètre différent de celui du poste, mais les transformateurs doivent être de même impédance.

Nous avons également indiqué le montage qui doit être adopté dans le cas d'un étage push-pull.

L'ADAPTATION D'UNE PRISE DE PICK-UP

Lorsqu'on possède une platine tourne-disques et un récepteur de radio, il vient immédiatement à l'esprit d'utiliser le récepteur comme amplificateur du pick-up.

Une telle adaptation est très possible. En effet, si on examine et compare le schéma d'un amplificateur basse fréquence et celui d'un récepteur, on peut constater qu'en fait ce dernier comporte **à partir de la diode détectrice** exactement les mêmes étages amplificateurs basse fréquence. Il suffit donc de les utiliser convenablement.

On peut brancher la prise de pick-up à l'entrée de ces étages. Pour profiter du potentiomètre qui continuera à agir en réglage de puissance, on peut brancher le pick-up **après** la diode détectrice, et **avant** le potentiomètre.

La figure 311 illustre un tel montage. Il est valable pour tous les récepteurs : à 1 transistor sur casque, à 2 transistors sur haut-parleur, à 3 transis-

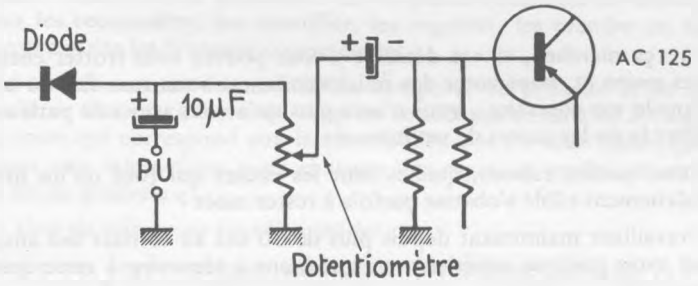


Fig. 311 — L'adaptation du pick-up sur un récepteur.

tors en push-pull. Dans tout récepteur quel qu'il soit, il existe toujours un point où il est possible de brancher une prise de pick-up.

Simplement, la puissance délivrée sera à chaque fois fonction du nombre d'étages amplificateurs mis en service.

Disons encore que, lorsqu'on recherche en quel point d'un montage il est possible de relier le pick-up, on ne risque aucune catastrophe en essayant le branchement en différents points, à condition de toujours prendre la précaution d'intercaler un condensateur comme nous l'avons indiqué sur la figure.

CHAPITRE XII

POUR TERMINER VOS MONTAGES

Lorsqu'un montage vient d'être terminé, lorsque la dernière soudure est faite, on passe à la mise en route.

C'est le moment où l'on se demande avec un peu d'anxiété si le patient travail auquel on vient de se livrer va être immédiatement couronné de succès, et pour le débutant l'instant où le coeur bat un peu plus fort...

Donc on relie la pile à l'appareil, en respectant les polarités telles qu'elles sont toujours indiquées sur les schémas, on actionne l'interrupteur et on attend...

LES CAUSES D'INSUCCES

Si «ça marche», si «ça démarre», vous pouvez vous frotter énergiquement les mains et vous voter des félicitations, car vous avez fait du bon travail. Dans le cas contraire... vous n'avez plus qu'à vous armer de patience et à rechercher la ou les causes de cet insuccès.

Pour quelles raisons, quelles sont les causes qui font qu'un montage tout fraîchement câblé s'obstine parfois à rester muet ?

Travaillant maintenant depuis plus de 30 ans au contact des amateurs, je pense avoir quelque expérience m'autorisant à répondre à cette question. On peut même classer et cataloguer les causes d'insuccès. Examinez-les de près...

DES ERREURS DE CABLAGE

Des erreurs de câblage qui proviennent d'une trop grande hâte. Le cas est fréquent. Dès que l'on vient de faire l'achat des pièces détachées nécessaires à un montage, on fonce tête baissée, vite vite vite, parce que «il faut que ce soit fini ce soir»... parce qu'on est pressé de voir «si ça va marcher»... On copie servilement un plan de câblage, sans trop savoir ce que l'on fait, avec l'espoir que «ça ira quand même».

Avec de telles méthodes, on marche avec 6 probabilités sur 10 d'insuccès. Dans tous les montages qui sont proposés aux amateurs, aussi bien dans cet ouvrage que dans les différentes revues spécialisées, il faut toujours suivre

le schéma de principe et s'assurer en cours de câblage que ce que l'on fait en est bien la matérialisation.

C'est un excellent exercice d'entraînement,qui permet de savoir ce que l'on fait, de le faire bien, et de mieux comprendre aimer et connaître l'électronique. Et ensuite, lorsqu'on vérifie, lorsqu'on suit des circuits, c'est encore d'après le schéma de principe qu'il faut opérer. Cela peut prendre un peu plus de temps, mais bien moins que de démolir un câblage qui vient d'être terminé, à la recherche du défaut de fonctionnement.

MAUVAIS EMPLOI DU MATERIEL

En électronique, comme dans tout amateurisme, il faut quand même posséder un minimum de connaissances théoriques. En photographie par exemple, vous ne sauriez prétendre développer vous-même vos pellicules, faire vous-même vos tirages sur papier sensible si vous n'avez pas «potassé» quelques livres spécialisés au préalable.

Il en est de même ici.

On rencontre souvent des erreurs dans l'interprétation des couleurs des résistances. Ou des condensateurs électrochimiques branchés à l'envers parce qu'on n'a pas regardé quel est le positif et le négatif. Diode à l'envers, brochage des transistors...

Ou encore **confusion dans les valeurs**. Picofarads, nanofarads, microfarads ; ohms, kilohms, mégohms ; tout cela n'est pas pareil, de même qu'un **millimètre** n'est pas la même chose qu'un **kilomètre**, loin s'en faut... !

Quand vous êtes en possession de vos pièces détachées de montage, il vous faut **les reconnaître**, les identifier, les regarder, les prendre en mains, pour savoir ensuite les brancher correctement.

Un transformateur de modulation comporte un primaire et un secondaire, qu'il ne faut pas intervertir. Dans un condensateur variable à 2 cages, il y a une cosse qui correspond aux lames mobiles, une ou deux cosses qui correspondent aux lames fixes pour chacune des cages, et parfois en sus une cosse de masse générale.

Et ainsi de suite pour tout le matériel...

Au besoin, voyez quelques ouvrages de technologie, de radio et d'électronique.

MAUVAIS CABLAGE, MAUVAISES SOUDURES

On doit toujours s'efforcer de réaliser un câblage ayant un aspect clair, propre et net, «aéré». C'est souvent un gage de réussite, et à ce sujet on peut s'inspirer du plan de câblage qui est donné, quant à la disposition des pièces, car il est souvent relevé sur le prototype lui-même de l'appareil.

Un câblage «en fouillis» peut évidemment fonctionner également ; mais seul un câbleur suffisamment entraîné peut se le permettre. En l'évitant, on évite du même coup des risques de fautes. Et en cas dépannage ultérieur, il est toujours plus facile d'effectuer des recherches et mesures dans un montage où l'on y voit clair.

Dans un câblage clair et aéré, les principaux points sont toujours plus commodément accessibles, et il est toujours plus aisé d'y opérer des recherches et vérifications.

Enfin, nous ne saurions trop insister sur le soin qui doit être apporté aux soudures. Une mauvaise soudure et une seule, c'est la perspective d'un montage qui fonctionnera mal, ou pas du tout, ou par intermittences ; c'est la perspective de recherches longues et fastidieuses, à la recherche de cette fameuse mauvaise soudure... il est beaucoup plus simple et plus rationnel de soigner toutes ses soudures dès le début...

PIECES DETACHEES DEFECTUEUSES

Parmi les causes possibles d'insuccès, on peut encore classer l'emploi de pièces de montage qui sont défectueuses.

Pas forcément **défectueuses** au sens propre du terme ; il peut s'agir par exemple de pièces qui sont **mal adaptées**. Elles ont été récupérées sur un montage différent, mais ne conviennent pas pour l'appareil que l'on veut réaliser.

Prenons par exemple un transformateur de modulation que l'on a récupéré sur un poste à lampes. Son impédance peut faire 5 000 ohms, 7 000 ohms, voire même 10 000 ohms pour un poste à lampes batteries. Or sur un poste à transistors l'impédance de cet organe doit être de l'ordre de 600 à 1 000 ohms... ! Ce n'est pas pareil...

On peut toujours essayer d'utiliser des pièces de récupération, mais à condition de posséder quelques connaissances permettant de juger si elles conviennent et la possibilité de les vérifier.

Il peut encore s'agir de pièces qui, en toute conscience, ont été achetées neuves, sous garantie, et bien pour le montage auquel elles sont destinées. Mais même dans un tel cas, on peut rencontrer un élément défectueux par suite d'un défaut de fabrication. Le cas est maintenant très rare fort heureusement, mais enfin il faut toujours l'envisager et éviter une confiance aveugle : «ce condensateur est neuf, donc il est bon».

Dans la mesure du possible, et suivant les moyens dont on dispose, il ne faut pas hésiter à vérifier les différents éléments que l'on a en mains avant utilisation, et cela surtout pour les montages importants.

Nous allons maintenant examiner dans la rubrique suivante comment il est possible de localiser une panne et d'y remédier, mais auparavant, permettez-moi un bon conseil :

Si vous vous trouvez devant un appareil qui s'obstine à ne pas vouloir «démarrer», ne dites pas comme je l'ai parfois entendu : «je vais tout décâbler et recommencer». Cette solution n'est pas fameuse.

D'abord vous risquez fort d'abîmer vos semiconducteurs en les chauffant à plusieurs reprises au fer à souder. Ensuite, si vous avez fait une erreur une première fois, vous pouvez très bien la refaire une seconde fois et ce n'est pas cette opération qui vous la fera découvrir.

Si votre câblage est bien exécuté, clair et accessible, c'est en procédant dessus à des investigations et à des mesures comme nous l'indiquons plus loin que vous pourrez découvrir votre erreur... ou l'élément défectueux. La seule raison qui pourrait vous amener à tout décâbler et recâbler, ce serait d'avoir fait un très mauvais montage dans lequel aucune investigation ne serait possible.

LE REGLAGE DES CIRCUITS, L'ALIGNEMENT

Lorsqu'on vient de terminer le montage d'un petit récepteur simple, à 1 transistor par exemple, il n'y a pratiquement plus rien à faire sinon à y brancher antenne et terre. Il n'en est pas de même dans le cas d'un superhétérodyne, comme le RMP. 4 par exemple.

En effet, il reste ici à effectuer l'opération d'**alignement**, qui consiste à régler les circuits des transformateurs fréquence intermédiaire et du bloc accord-oscillateur.

Mais **attention**. Tous ces éléments sont fournis **préréglés** par le fabricant, et les réglages qu'il reste à opérer ne consistent qu'en quelques retouches. Et si votre poste ne «démarre» pas, s'il reste obstinément muet, **vous ne devez absolument pas compter sur ces opérations pour le faire marcher.**

Un poste qui vient d'être monté doit absolument vous faire entendre quelques émissions, même faibles, aussi bien qu'en P.O. qu'en G.O. et l'alignement a pour but de donner au récepteur le maximum de sensibilité que l'on est en droit d'en attendre.

Et tant que vous n'avez pas capté quelques émissions, vous ne devrez absolument pas toucher aux éléments de réglage. Agir dessus sans rien entendre, c'est courir le risque de désaccorder tous les circuits... Vous n'aurez fait qu'ajouter une panne coriace à celle (ou celles) qui existe déjà, ce n'est pas cela qui vous facilitera les recherches...

D'une part, il y a à régler les transformateurs fréquence intermédiaire très exactement sur leur fréquence, qui est généralement de 455 kHz. Il faut ensuite régler les circuits d'accord et d'oscillation du bloc d'accord pour que l'emplacement des stations reçues coïncide bien avec les noms qui sont portés sur le cadran.

Comment procède-t-on pratiquement ?

Chaque transformateur F I comporte un **noyau de réglage**, par vissage il s'enfonce plus ou moins dans chaque enroulement et en modifie la self-induction. **Attention, ces noyaux sont fragiles** et cassent très facilement si on les force. Le bloc d'accord comporte de ces mêmes noyaux de réglage ; on leur donne parfois le nom de **padding**.

Sur le condensateur variable se trouvent deux **trimmers**, petits condensateurs ajustables par vis, branchés en dérivation sur chaque cage. Le cadre collecteur d'ondes est constitué par un bâtonnet de ferroxcube sur lequel se trouvent deux bobinages d'accord P.O et G.O. ; les réglages se font en déplaçant plus ou moins ces bobinages le long du bâtonnet.

Pour tous ces réglages, il est bon d'utiliser un tournevis **entièrement en matière isolante**, ou tout au moins comportant un embout métallique très réduit. On évite ainsi l'effet de capacité causé par le voisinage de la main, qui fausse tous les réglages.

Lorsque l'alignement d'un poste est terminé, il y a intérêt à immobiliser tous ces différents éléments de réglage, donc mobiles, par quelques gouttes de cire H.F. que l'on fait couler en la chauffant au fer à souder.

Mais **attention**, il faut absolument éviter l'emploi d'une colle dure par exemple, ou de tout autre produit, qui provoquerait une fixation totale et **définitive**. Un poste qui a fonctionné depuis quelque cinq années ou plus ga-

gne toujours à être réaligné, pour retrouver une meilleure sensibilité, et cela surtout si l'on a changé l'un de ses éléments dans les circuits H.F. Il faut donc absolument se réserver la possibilité de retoucher ces réglages, et pour cela de pouvoir enlever la cire d'immobilisation en la grattant avec un tournevis.

L'ALIGNEMENT AVEC L'AIDE D'APPAREILS DE CONTROLE

Il faut disposer d'un **indicateur visuel d'accord**, dispositif qui, comme son nom l'indique, permet de juger lorsqu'un circuit oscillant se trouve à l'accord optimum. Il existe plusieurs dispositifs possibles. Dans un poste à transistors dont les éléments de câblage sont souvent très tassés et peu facilement accessibles, nous pensons que le plus commode est constitué comme indiqué en figure 312.

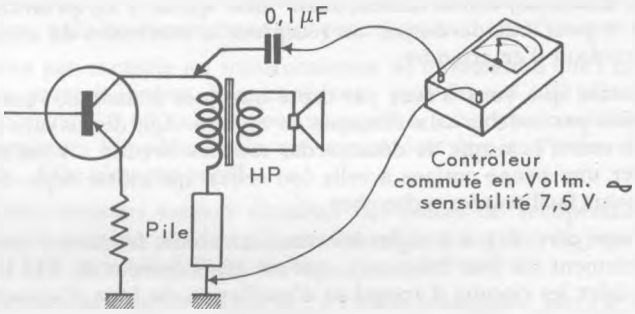


Fig. 312 — Le branchement du contrôleur utilisé en indicateur d'accord.

Le contrôleur est commuté en voltmètre alternatif, sensibilité 7,5 volts, relié à la masse d'une part, et d'autre part au collecteur du dernier étage amplificateur avec interposition d'un condensateur de 0,1 μF environ. Dans le cas d'un push-pull, le fil qui va à la masse est relié à l'autre collecteur, également par l'intermédiaire d'un condensateur de 0,1 μF.

L'accord précis est indiqué par la déviation maximale de l'aiguille.

On se sert comme générateur d'une hétérodyne, petit émetteur qui permet de disposer d'émission de puissance et de fréquence réglables à volonté.

ALIGNEMENT DES TRANSFORMATEURS FREQUENCE INTERMÉDIAIRE

On établit le montage de la figure 313.

L'hétérodyne est réglée pour émettre sur 455 kHz, en **onde entretenue modulée** (en onde pure, le voltmètre ne dévierait pas). Les masses de deux appareils sont reliées ensemble par la gaine métallique du cordon blindé de liaison.

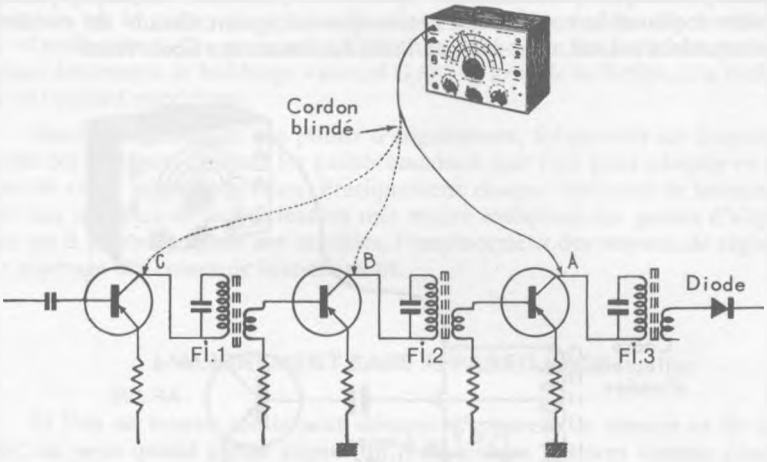


Fig. 313 — Branchement de l'hétérodyne pour l'alignement des transformateurs moyenne fréquence. Les masses sont reliées ensemble.

L'extrémité du cordon blindé est d'abord appliquée en A et on agit sur le noyau de réglage de FI.3 pour rechercher le maximum de déviation possible au voltmètre, maximum qui se perçoit d'ailleurs également au son.

Ensuite on applique l'hétérodyne en B et on règle FI. 2 puis on retouche FI.3 toujours en recherchant le maximum de déviation au voltmètre. Puis on applique le signal de l'hétérodyne en C, on règle FI.1 et l'on retouche FI.2 et FI.3 ; il ne faut pas craindre au besoin de revenir à FI.1 pour fignoler.

Il faut agir lentement sur les noyaux de réglage, visser et dévisser doucement pour rechercher la plus forte déviation possible de l'aiguille. Il faut procéder prudemment, car les réglages sont «pointus», et 3 ou 4 tours de vis donnés trop loin suffiraient pour un déréglage complet, d'où un poste totalement muet...

Au début, lorsque l'hétérodyne est appliquée en A, il se peut que la déviation de l'aiguille soit peu perceptible, car l'amplification est faible. On peut alors commuter le voltmètre sur une sensibilité plus basse, 3 volts par exemple, et de toute façon il faut mettre le potentiomètre du poste au maximum de puissance.

ALIGNEMENT DU BLOC D'ACCORD

Nous avons ici à régler les circuits d'accord et d'oscillation. Rappelons que les circuits d'oscillation permettent de «déplacer» une station reçue, ce qui permet de la caler à sa place sur le cadran, en face de son repère. Ensuite les circuits d'accord améliorent la puissance de réception.

Il nous faut cette fois brancher l'hétérodyne tout à fait à l'entrée du poste. La figure 314 indique comment on peut procéder. Dans des circuits qui

ne sont pas toujours commodes à repérer et à identifier, un moyen pratique consiste à pincer le cordon de l'hétérodyne au «point chaud» du condensateur variable d'**accord**, c'est-à-dire à l'une des cosses des **lames fixes**.

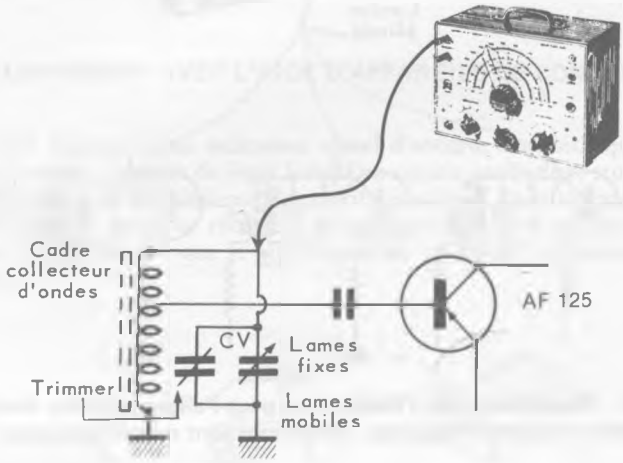


Fig. 314 — Branchement de l'hétérodyne pour l'alignement du bloc accord-oscillateur. Les masses sont reliées ensemble.

On commence par la gamme des petites ondes et dans ce but on commute l'hétérodyne et le poste sur cette gamme.

L'hétérodyne émettant un signal de 1 400 kHz (longueur d'onde 214 mètres), on cherche en tournant le C.V. du poste à capter cette émission dans le bas de la gamme, donc C.V. ouvert. On agit sur le **trimmer de la cage d'oscillation du C.V.** pour amener cette émission à sa place sur le cadran. Nous entendons par là que l'aiguille indicatrice, solidaire du C.V., doit être amenée en face du point 214 mètres du cadran, et en ce point on doit entendre l'émission de l'hétérodyne.

Ensuite on agit sur le **trimmer de la cage d'accord** pour rechercher le maximum de puissance, se traduisant par la plus grande déviation de l'indicateur d'accord.

On passe en haut de gamme. On règle l'hétérodyne sur 574 kHz (523 mètres) et l'on recherche son émission dans le haut de la gamme, donc C.V. fermé. On agit cette fois sur le noyau de réglage du bloc accord-oscillateur marqué «Oscillateur P.O.» pour amener l'émission à sa place sur le cadran.

On agit ensuite sur le réglage d'accord P.O., il est cette fois constitué par le bobinage marqué «accord P.O.» qui est enfilé sur le bâtonnet de ferroxcube du cadre. A la main, on le déplace doucement plus ou moins, en recherchant le maximum de déviation au voltmètre.

L'alignement de la gamme P.O. est terminé, on pourra au besoin recommencer les réglages pour les fignoler.

En grandes ondes, il n'y a bien souvent qu'un seul point d'alignement qui est prévu, sur 160 kHz, soit 1 875 mètres. On procède toujours suivant

le même principe : l'hétérodyne émettant sur cette fréquence, on recherche l'émission sur le poste, on agit sur le noyau de réglage du bloc d'accord marqué «Oscillateur G.O.» pour caler l'émission à sa place sur le cadran, puis on déplace lentement le bobinage «accord G.O.» le long de la ferrite, à la recherche de l'accord maximum.

Nous avons indiqué des **points d'alignements**, fréquences sur lesquelles se font les réglages. Ce sont les **points standard**, que l'on peut adopter en absence de toute autre indication. Pratiquement chaque fabricant de bobinages joint aux modèles de sa fabrication une notice indiquant les points d'alignement qu'il préconise pour ses modèles, l'emplacement des noyaux de réglage, et le repérage des cosses de branchement.

L'ALIGNEMENT SANS APPAREILLAGE

Si l'on se trouve totalement démuni d'appareils de mesure et de contrôle, on peut quand même aligner un récepteur en utilisant comme générateur les émissions extérieures de la radiodiffusion, et comme indicateur d'accord... l'oreille tout bonnement.

Les résultats seront évidemment moins bons, car une oreille perçoit beaucoup moins bien un maximum de son que l'oeil ne perçoit l'avancée maximale d'une aiguille. D'autre part, les émissions que l'on peut recevoir ne tombent pas toujours sur les points d'alignement qui sont préconisés pour chaque bloc de bobinage. Mais enfin, compte tenu de ce que les bobinages sont pratiquement fournis préréglés, les résultats seront quand même très admissibles.

On commence donc également par les transformateurs FI. En petites ondes, on recherche une émission vers le milieu de la gamme, et on agit successivement sur tous les réglages, en commençant par le dernier.

Ici, plus spécialement, il faut agir prudemment, doucement. Pour mieux apprécier un maximum à l'oreille, il est préférable de rechercher une **émission parlée** plutôt que de la musique.

Ensuite, pour le bloc d'accord, on procèdera suivant le même processus que nous avons déjà indiqué. Mais au lieu de rechercher l'émission de l'hétérodyne, on recherche d'abord dans le bas de la gamme, le plus près possible du point d'alignement, une émission connue, que l'on sait identifier ; on règle les trimmers du C.V.

Puis on passe en haut de gamme, on recherche une émission et on agit sur l'oscillateur du bloc d'accord, puis sur le bobinage d'accord du cadre.

On procède ensuite de même en G.O.

VERIFICATIONS ET MESURES

Vous vous trouvez devant un appareil, récepteur ou amplificateur, qui ne fonctionne pas. Ce peut être par exemple un poste dont vous venez de terminer le montage, et qui reste obstinément muet. Ce peut être également un

poste qui a fonctionné durant un laps de temps plus ou moins long, puis qui est tombé en panne pour une cause qui reste à découvrir.

Un excellent moyen de rechercher un défaut de fonctionnement consiste à tout mesurer. On mesure des tensions, on mesure des résistances, on sonne des circuits, on vérifie les transistors, on vérifie les réglages... A la suite de cela, la panne doit être localisée dès que l'on rencontre une mesure anormale.

L'ALIMENTATION

Tout d'abord et dans tous les cas, il faut commencer par s'assurer si l'appareil est correctement alimenté, donc partant de là vérifier l'état de la pile d'alimentation. Il sera toujours temps ensuite d'aller voir plus loin...

La vérification d'une pile se fait par la mesure de sa tension, mais attention, cette opération doit être faite **lorsque la pile débite**, lorsqu'elle est branchée sur le poste en position «allumé». Une pile de 9 volts qui fournit encore 8 volts en débit est bonne ; mais une pile peut par exemple accuser 9 volts **à vide**, puis chuter à 3 ou 4 volts **en charge** ; elle est à rejeter.

Il faut ensuite s'assurer qu'il n'existe pas de court-ciucuit entre la **masse générale**, à laquelle est relié le **positif** de la pile et la **ligne de distribution** haute tension à laquelle est relié le **négatif**. Pour cela on peut sonner à l'ohmmètre entre ces deux lignes, **pile débranchée**. On doit trouver au minimum une résistance de l'ordre de 2 000 ohms environ, compte tenu du condensateur de 50 à 100 μF qui se trouve généralement aux bornes, et des **ponts diviseurs** de résistances qui alimentent les bases des transistors.

Une pile débitant sur une ligne en court-circuit plus ou moins franc se trouve rapidement mise hors d'usage. Si l'on trouve à l'ohmmètre une valeur de résistance trop faible ou nulle, il est évident qu'il ne faut pas aller plus loin avant d'avoir trouvé la cause de ce défaut et y avoir porté remède.

Quels sont les symptômes qui révèlent l'épuisement de la pile ?

Du fait de l'augmentation de sa résistance interne, on pourra observer des accrochages, provoquant des **sifflements**, ou du motor-boating (du «teuf-teuf»). Du fait de la diminution de tension, on observera de la **distorsion** et un **manque de puissance**.

Sur un récepteur, on pourra constater parfois que la gamme des grandes ondes ne donne plus rien, alors que la gamme des petites ondes fonctionne toujours ; on observe une augmentation du souffle.

A la lecture de tout ceci, on comprend fort bien que lorsqu'un récepteur à transistors arrive en atelier de réparation, le dépanneur commence **toujours** par l'examen de la pile et du circuit d'alimentation...

Quel est le courant que débite normalement la pile ? De l'ordre de 5 milliampères en absence d'émission, courant qui monte à 30 milliampères et plus sur émission, suivant l'importance du montage et la puissance de l'audition.

L'EMPLOI DU VOLTMETRE

Sur certains des montages qui sont décrits dans cet ouvrage, nous avons porté les tensions que l'on doit normalement mesurer sur les broches des transistors, qui constituent les principaux points du montage.

Dans le petit tableau de la figure 315, nous indiquons les tensions relevées sur les broches des transistors d'un récepteur superhétérodyne classique. Il est bien entendu que ces valeurs n'ont rien d'absolu, et qu'il

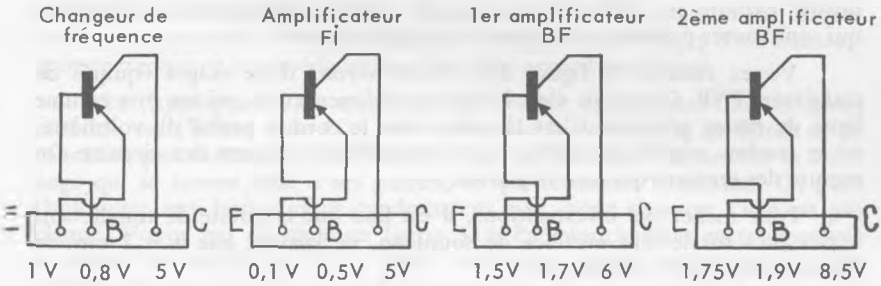


Fig. 315 — Exemples de tensions relevées sur les électrodes de transistors.

n'y a pas à prétendre les relever automatiquement sur tout récepteur existant. Mais elles donnent une **idée de grandeur.** Reportez-vous d'ailleurs à ce sujet au début de ce livre, où nous avons également donné des exemples de tensions observées. Voyez le cas du transistor en amplification et en commutation. Remarquez qu'on observe toujours une **faible différence de potentiel** entre l'émetteur et la base.

Les mesures des tensions doivent être effectuées à l'aide d'un voltmètre présentant une très forte résistance interne, aussi élevée que possible. L'idéal dans ce sens est le **voltmètre électronique,** appareil dont la consom-

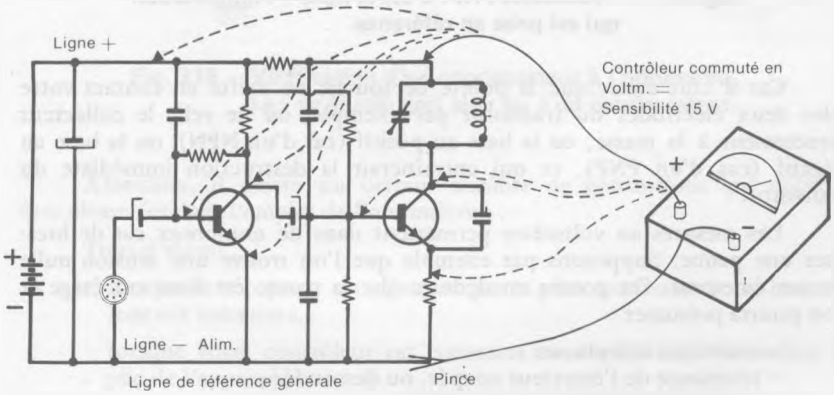


Fig. 316 — Transistors NPN. C'est la ligne — Alimentation qui sert de référence

mation peut être considérée comme pratiquement nulle. Si on utilise un contrôleur, il devra présenter si possible une résistance interne de 20 000 ohms par volt ; une valeur de 10 000 ohms par volt doit être considérée comme un minimum. Un voltmètre de résistance plus faible donnerait des lectures erronées, et de surcroît modifierait le point de fonctionnement des transistors.

Voyez maintenant en figure 316. Nous avons un appareil qui est équipé de transistors NPN. C'est le **Moins** de l'alimentation qui est considéré comme la ligne de masse générale. C'est à partir de cette ligne qu'on fait la mesure des tensions. C'est la qu'on relie le cordon **négatif** du voltmètre, et le cordon **positif** explore les différents points des circuits. On mesure des tensions qui sont toutes **positives** par rapport à la ligne de masse.

Voyez ensuite en figure 317. Nous voyons deux étages équipés de transistors PNP. Cette fois c'est le **Plus** de l'alimentation qui est pris comme ligne de masse générale. C'est là qu'on relie le cordon **positif** du voltmètre, et le cordon **négatif** se déplace dans les différents points des circuits. On mesure des tensions qui sont négatives.

Pour mener ces investigations, il est bon que la pointe de touche soit à peu près totalement enrobée de souplisso, ne laissant que 1 à 2 mm de son extrême pointe, découverts.

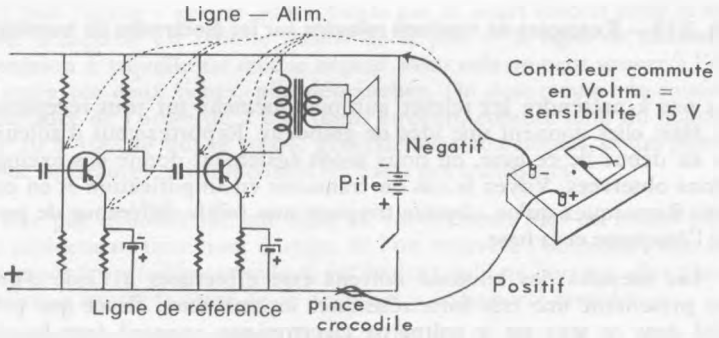


Fig. 317 — Transistors PNP. C'est la ligne + Alimentation qui est prise en référence.

Car il faut éviter que la pointe de touche ne mette en contact entre elles deux électrodes du transistor par exemple, ou ne relie le collecteur directement à la masse, ou la base au positif (cas d'un NPN), ou la base au négatif (cas d'un PNP), ce qui entraînerait la destruction immédiate du transistor.

Les mesures au voltmètre permettent dans de nombreux cas de localiser une panne. Supposons par exemple que l'on trouve une tension nulle sur un émetteur. On pourra en déduire que la panne est dans cet étage et l'on pourra présumer :

— transistor défectueux ;
— résistance de l'émetteur coupée, ou dessoudée ;
— condensateur qui la shunte claqué ;

... ce que l'on vérifiera...

L'EMPLOI DE L'OHMMETRE

L'ohmmètre est également fort utilisé en dépannage. En principe, cet appareil a pour but initial de mesurer **la valeur des résistances.** En pratique, on l'utilise non seulement pour cela mais également pour **sonner des circuits.**

Si on applique par exemple l'ohmmètre aux bornes d'un haut-parleur, on sonne la bobine mobile et on vérifie si elle n'est pas coupée. Si on l'applique au secondaire du transformateur de modulation, on vérifie la continuité de cet enroulement. Appliqué au primaire du transformateur de modulation, on vérifie cet enroulement et du même coup on doit entendre un claquement au haut-parleur. On peut de même vérifier les bobinages d'un transformateur fréquence intermédiaire, ou d'un bloc accord-oscillateur.

En l'appliquant à un condensateur variable, entre lames fixes et lames mobiles, on s'assure si le C.V. n'est pas en court-circuit, si les lames ne se touchent pas. Attention, pour cela il faut au préalable débrancher le bobinage qui se trouve relié à ses bornes, et qui fausserait le résultat. On peut l'appliquer aux bornes d'un condensateur fixe, pour s'assurer s'il n'est pas claqué. Voyez par exemple en figure 318. Par branchement entre émetteur et masse, on vérifie qu'il y a bien continuité, que la résistance n'est pas coupée, ou que sa valeur ne s'est pas modifiée. En débranchant le condensateur par l'une de ses bornes, on peut le sonner individuellement.

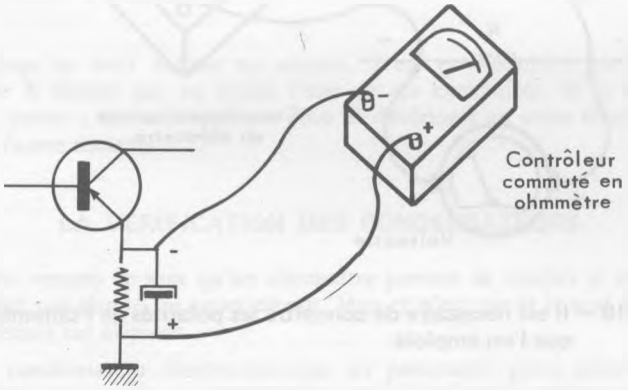


Fig. 318 — Vérification d'un condensateur à l'ohmmètre. Le + de la pile doit aller au + du condensateur.

Attention, il existe un certain nombre de précautions qui doivent être observées dans l'emploi de l'ohmmètre.

Tout d'abord :

— lorsque le récepteur est **alimenté** par sa pile, commutez votre contrôleur sur **voltmètre.**

— lorsque votre contrôleur est commuté **en ohmmètre, débranchez la pile** de l'appareil.

C'est là une excellente habitude à prendre, et qui pourra parfois vous éviter de violentes surcharges de votre contrôleur.

Ensuite il vous faut connaître **les polarités** de votre ohmmètre. Un tel appareil est généralement alimenté par une pile intérieure. Or pour sonner un condensateur électrochimique comme indiqué en figure 318 par exemple, il est préférable de brancher le positif du contrôleur au positif du condensateur. Cela permet d'observer le **courant de charge** du condensateur : l'aiguille commence par dévier rapidement vers des résistances faibles, puis revient lentement vers des résistances élevées.

Or, si un contrôleur comporte souvent un fil rouge positif et un fil noir négatif, ce repérage correspond à l'emploi **en voltmètre** et il n'est absolument pas prouvé qu'il soit **valable en ohmmètre**. Vous devez vous en assurer. Vous pouvez pour cela réaliser le montage de la figure 319. L'ohmmètre est branché aux bornes d'une résistance de l'ordre de 5 000 ohms par exemple, valeur absolument pas critique. Et ensuite avec un voltmètre dont vous connaissez les polarités, vous mesurez aux bornes. La déviation normale de l'aiguille indique un branchement correct et permet donc l'identification des fils de l'ohmmètre.

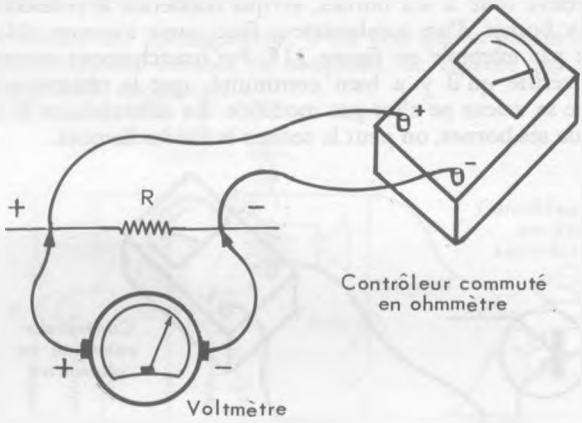


Fig. 319 — Il est nécessaire de connaître les polarités de l'ohmmètre que l'on emploie.

Cet essai peut, par ailleurs, vous faire connaître la tension qui existe aux bornes de votre ohmmètre, et qui n'est pas nécessairement celle de la pile intérieure.

Chaque fois que vous vérifiez un circuit avec un ohmmètre, assurez-vous s'il n'y a pas un autre circuit branché en dérivation dessus, et qui, par conséquent, fausserait votre mesure. En effet, du point de vue continu, le transistor se présente comme **une double diode** dont le sens de conduction favorable, de plus faible résistance, est celui indiqué par les flèches de la figure 320. Si donc vous sonnez entre A et B par exemple la résistance de 100 kilohms, le transistor met en dérivation la résistance de 4 700 ohms et fausse la mesure.

Il en est de même entre B et C, la résistance de 2 700 ohms se trouve mise en dérivation sur celle de 22 kilohms.

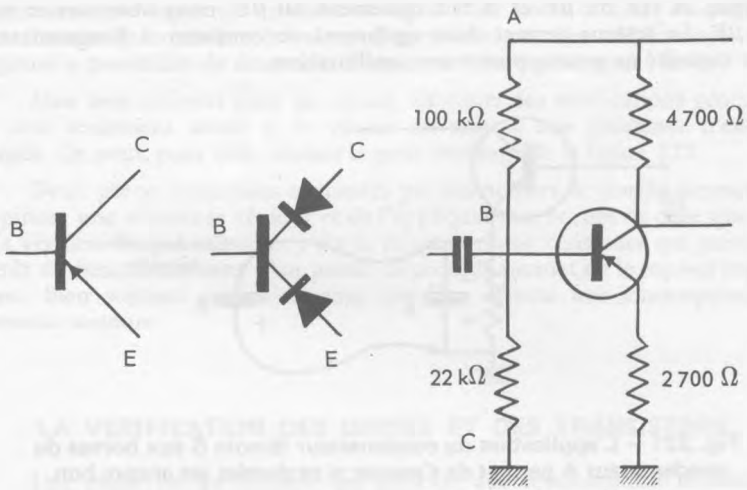


Fig. 320 — Un transistor se présente comme deux diodes dont le sens de faible résistance est indiqué par les flèches.

Lorsqu'on veut sonner un circuit, il est en définitive bien souvent payant de le libérer par au moins l'une de ses extrémités, de le dessouder «par une patte» ; on ne risque pas ainsi de détériorer un autre élément, ni de faire une fausse mesure.

LA VÉRIFICATION DES CONDENSATEURS

Nous venons de voir qu'un ohmmètre permet de vérifier si un condensateur n'est pas claqué, en court-circuit. Mais ce n'est pas là le seul défaut que peut présenter cet élément.

Le condensateur électrochimique en particulier peut, avec le temps, se dessécher, perdre de sa capacité. Et, dans un récepteur, un condensateur qui présente une capacité insuffisante, peut provoquer quantité de troubles extrêmement variés : sifflements, grincements, manque de puissance, distorsion, motor-boating...

Il existe un moyen très simple d'opérer cette vérification d'un condensateur, c'est d'en appliquer un autre en shunt, à ses bornes, comme réprésenté en figure 321. Supposons que le condensateur A fasse partie d'un récepteur siège d'un accrochage qui se traduit par un magnifique sifflement. Si en appliquant à ses bornes le condensateur témoin B le sifflement disparaît, la panne est trouvée, et le coupable également.

Vous pouvez vous équiper d'un condensateur témoin de 100 microfarads, muni d'une pince crocodile et d'une pointe de touche, donc tout prêt à être utilisé pour cet usage de vérification des autres condensateurs.

Accessoirement, n'oubliez pas que l'on augmente la capacité d'un condensateur en en branchant un autre en dérivation à ses bornes. Si, par

exemple, A fait 50 μF et B fait également 50 μF, nous obtenons en tout 100 μF. Le testeur permet donc également de constater si l'augmentation d'une capacité ne peut apporter une amélioration.

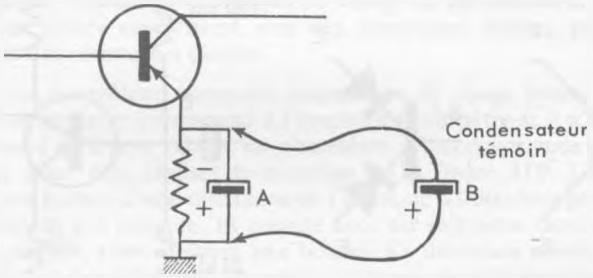


Fig. 321 — L'application du condensateur témoin B aux bornes du condensateur A permet de s'assurer si ce dernier est encore bon.

Lorsqu'on sonne à l'ohmmètre un condensateur au papier qui est sain, l'aiguille ne bouge pratiquement pas, la résistance présentée étant de l'ordre de plusieurs mégohms. Il n'en est pas de même avec un condensateur chimique. L'aiguille varie, on la voit descendre par exemple jusqu'à 30 à 50 000 ohms, puis remonter jusqu'à 500 000 ohms. Ceci correspond à la charge du condensateur par la pile de l'ohmmètre. Lorsqu'un chimique est desséché, on n'observe plus cette variation de l'aiguille.

LA VÉRIFICATION DES RÉSISTANCES

Nous avons vu que les résistances peuvent être vérifiées à l'ohmmètre. Mais nous avons également vu que la mesure peut parfois être faussée par un

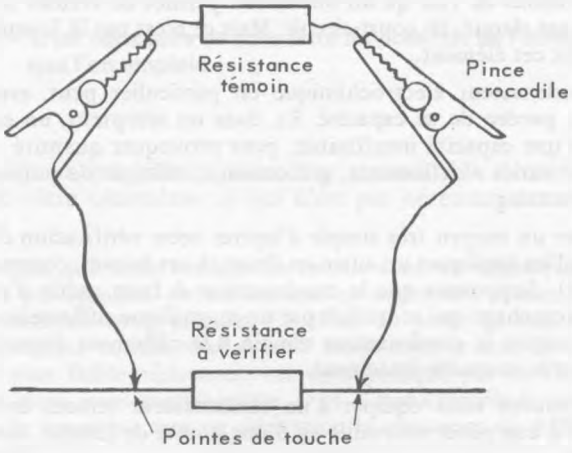


Fig. 322 — Petit montage d'essai pour vérifier si une résistance n'est pas coupée.

autre circuit ou organe se trouvant en shunt. Pour éviter cela, si l'on a absolument besoin de connaître la valeur d'une résistance bien déterminée, on a toujours la possibilité de dessouder l'une de ses extrémités pour l'isoler.

Mais bien souvent dans un circuit, au cours des vérifications générales, on veut seulement savoir si un circuit est sain, si une **résistance n'est pas coupée**. On peut, pour cela, réaliser le petit montage de la figure 322.

Deux pinces crocodiles terminées par des pointes de touche permettent de pincer une résistance témoin et de l'appliquer aux bornes de celle que l'on veut vérifier. Si, par exemple, c'est la coupure d'une résistance qui provoque l'arrêt de fonctionnement d'un poste, ce procédé permet de le repérer rapidement. Bien souvent aussi c'est ainsi que l'on détecte une interruption par mauvaise soudure.

LA VÉRIFICATION DES DIODES ET DES TRANSISTORS

Une diode est un élément qui présente une **conductibilité unilatérale**, c'est-à-dire que sa résistance est très faible dans un sens et bien plus élevée dans le sens opposé. Partant de là, il vient tout naturellement à l'esprit de vérifier à l'ohmmètre. Cela est en effet possible et sans risque, l'ohmmètre appliqué aux bornes, on lira par exemple 500 ohms dans un sens et 500 000 et plus en sens inverse. Ici également, si l'on veut faire une vérification exacte, il faut débrancher la diode par l'une de ses extrémités.

Au chapitre des appareils de mesure, nous avons décrit différents appareils avec lesquels on peut vérifier l'état d'un transistor. Pour une vérification rapide et rudimentaire, on peut également utiliser l'ohmmètre.

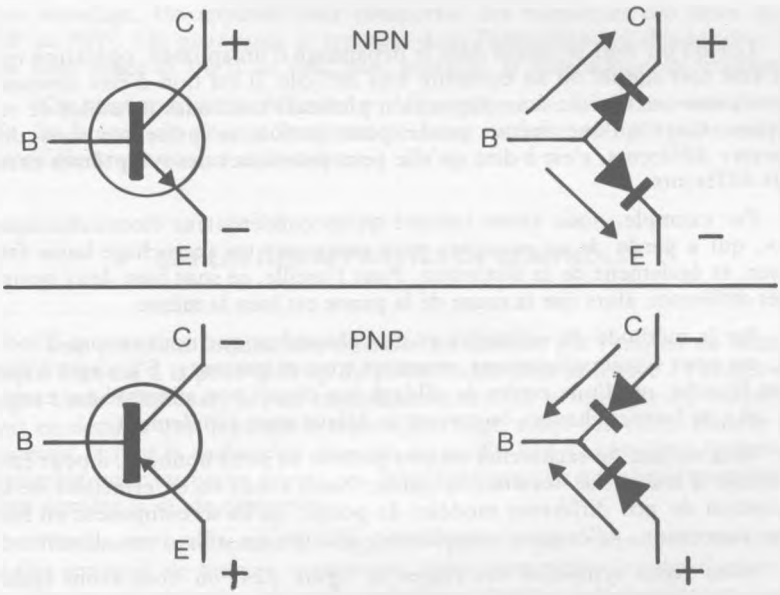


Fig. 323 – Equivalence des jonctions intérieures – – Polarités – Sens passant –

Voyez en figure 323. Les jonctions internes d'un transistor peuvent être figurées par deux diodes, et nous indiquons par des flèches le **sens passant** du courant dans ces diodes, donc entre les électrodes. Partant de là, on peut donc appliquer les cordons de l'ohmmetre aux bornes de chaque diode, dans un sens puis dans le sens inverse. A chaque fois on doit trouver, comme pour une diode, une résistance faible puis une résistance élevée.

Si dans les deux sens, on observe :
– une résistance très élevée, ou infinie, la jonction est coupée ;
– une résistance très faible, la jonction est brûlée, en court-circuit.

Remarquer d'autre part qu'entre **Émetteur et Collecteur**, la résistance est toujours très grande.

DEPANNAGE ET MISE AU POINT

Vous avez devant vous un appareil, récepteur ou amplificateur, qui ne fonctionne pas, ou qui fonctionne mal ; nous allons examiner les différents procédés possibles qui vous permettront de découvrir la panne, puis d'y porter remède.

Vous pouvez avoir en mains un poste qui a fonctionné normalement pendant un temps plus ou moins long, puis qui est tombé en panne par suite de la défection de l'un de ses éléments. Ce peut être aussi un appareil que vous venez de monter, et qui s'obstine à rester muet, ou à manquer de sensibilité, etc...

Nous allons examiner ici des méthodes générales de recherches de pannes, qui pourront par conséquent être appliquées aux deux cas.

LOCALISATION DE LA PANNE

Lorsqu'on veut se lancer dans le dépannage d'un appareil, opération qui peut être fort simple ou au contraire très difficile, il est bon d'être sérieusement «armé» et d'avoir à sa disposition plusieurs méthodes possibles de recherches. C'est qu'une même panne peut parfois se présenter sous des «aspects» différents, c'est-à-dire qu'elle peut provoquer des **symptômes extérieurs** différents.

Par exemple, nous avons indiqué qu'un condensateur électrochimique «sec», qui a perdu de sa capacité, peut provoquer un accrochage basse fréquence, et également de la distorsion. Pour l'oreille, ce sont bien deux symptômes différents, alors que la cause de la panne est bien la même.

Par la méthode du voltmètre et de l'ohmmètre que nous venons d'indiquer, on peut systématiquement «mesurer tout et partout». S'il s'agit d'une panne franche, ou d'une erreur de câblage (un circuit non alimenté par exemple), on a de bonnes chances de trouver le défaut assez rapidement.

Mais au lieu de rechercher un peu partout au petit bonheur, il peut être préférable d'essayer de **localiser** la panne. Nous avons vu en effet lors de la description de nos différents modèles de postes, qu'ils se composent en fait d'une succession «d'étages» remplissant chacun un rôle bien déterminé.

Nous avons symbolisé ces étages en figure 324, où nous avons également indiqué comment nous en parlerons et comment nous les nommerons. Nous vous prions d'excuser ce langage peut-être pas très académique mais qui

présente l'avantage d'être celui que parlent les radiotechniciens en atelier ; c'est pourquoi nous l'utilisons.

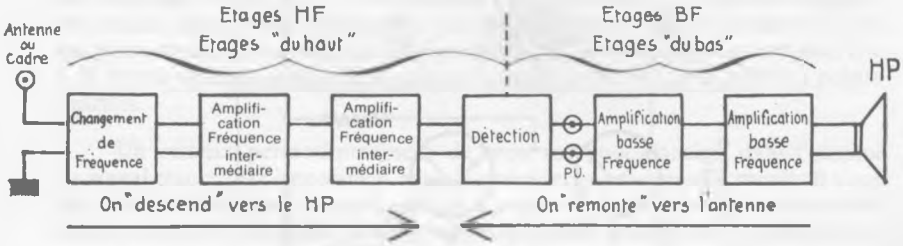


Fig. 324 — Les différents étages d'un poste, et comment on en parle dans un atelier de radio.

Il est donc intéressant d'essayer tout d'abord de déterminer **dans quel étage** se tient la panne. Si l'on y parvient avec certitude, on pourra ensuite se livrer à des recherches systématiques et approfondies sur un nombre de circuits et d'éléments **bien plus restreint**.

On peut essayer une première localisation rudimentaire en mettant à la masse, successivement, les électrodes d'entrée (base) et de sortie (collecteur). Supposons par exemple que le poste fasse entendre un sifflement continuel. Mettez à la masse l'entrée de l'amplificateur fréquence intermédiaire. Si le sifflement persiste, c'est qu'il prend naissance **plus bas**, après la F.I. S'il cesse, c'est qu'il prend naissance **plus haut**, dans l'étage changeur de fréquence.

Mais **attention**... Il est toujours un peu risqué de faire une mise à la masse **en direct**, en continu, avec un simple tournevis qui réunit deux points d'un montage. Un appareil peut comporter des transistors **des deux types** PNP et NPN. On peut aussi se tromper dans l'identification des broches. Et une base reliée là où il ne faut pas entraîne la destruction du transistor.

On peut tourner la difficulté en faisant une mise à la masse **«en alternatif»**, en branchant un condensateur de forte capacité (50 μF par exemple) entre l'électrode voulue et la masse.

EMPLOI DES APPAREILS DE CONTROLE

Une première localisation possible est fournie par l'emploi du tourne-disque branché à la prise pick-up du poste. Cette prise se trouve à l'entrée des étages basse fréquence, si l'on entend correctement la musique du disque on peut en déduire que la panne se trouve **plus haut**, avant détection. Dans le cas contraire, il faut la rechercher dans les étages du bas. Cet essai est également applicable pour les petits postes, où le pick-up peut être appliqué immédiatement derrière la diode détectrice.

Venons-en maintenant à l'emploi d'appareils plus rationnels. Au chapitre des appareils de mesure, nous avons décrit notamment un signal-tracer et un injecteur de signaux, appareils justement destinés à la localisation, aussi bien dans un récepteur que dans un amplificateur. Reportons-nous à la figure

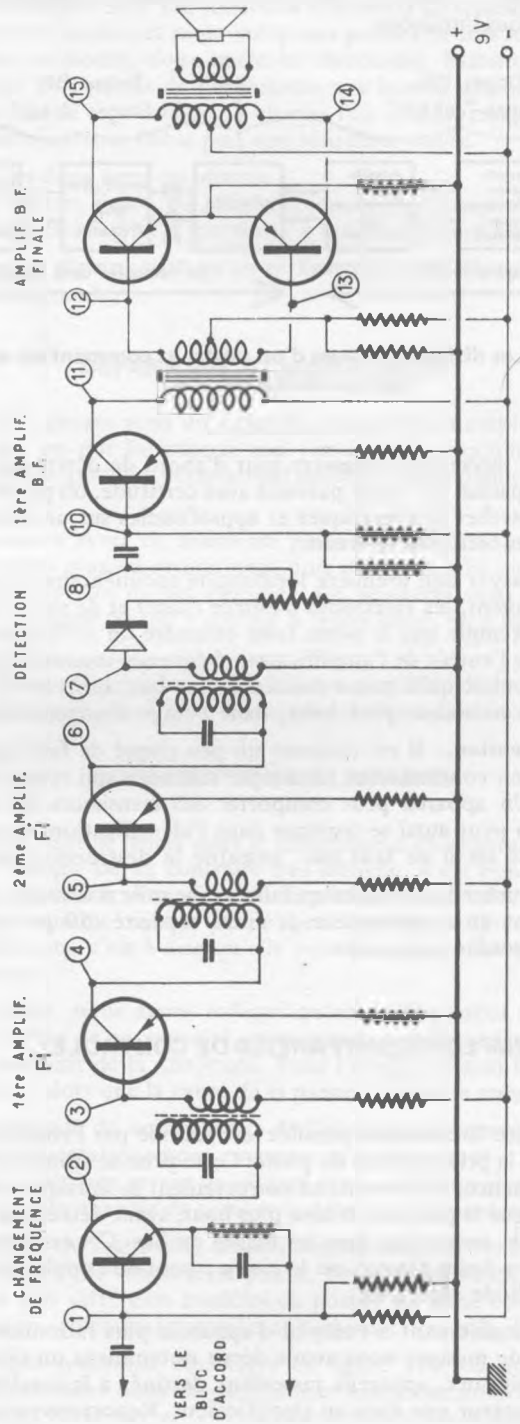


Fig. 325 — Le schéma très simplifié d'un récepteur classique indique les principaux points où il est possible de percevoir l'émission.

325 bien connue, et commençons par l'emploi de l'injecteur. C'est un appareil qui **fabrique** des signaux, **qui émet.** On commence par les étages du bas, ici les points 15, 14, 13... et on remonte vers l'antenne, aux points marqués. On entend dans le haut-parleur du poste le signal émis par l'injecteur. Si à un moment donné on ne perçoit plus ce signal, ou s'il est fortement atténué, il y a de fortes chances pour que la panne se trouve entre les deux derniers points touchés.

Un sérieux perfectionnement de cette méthode consiste dans l'emploi du signal-tracer. Par opposition avec le précédent, cet appareil **reçoit.** Il vous **fait entendre** le signal, la parole ou la musique, qui est présent dans les différents circuits. Et ce signal, **vous le suivez à la trace** tout le long des différents circuits du poste.

Supposons le récepteur captant une émission. Avec le signal-tracer il est possible **d'entendre cette émission** en touchant tour à tour les points 15, puis 14, puis 13 etc..., en descendant de l'antenne vers le haut-parleur. Mais ici ce n'est plus uniquement un arrêt total ou un affaiblissement que l'on peut percevoir, ce qui constitue des pannes peu difficiles.

Supposons par exemple que le poste fait de la **distorsion**, que la musique, qu'il reproduit est **déformée**, mauvaise. Avec le signal-tracer, on peut entendre l'émission claire et correcte en touchant successivement les points 1, 2, 3... Puis en un certain point, on perçoit tout à coup une émission déformée. La panne est là, bien localisée, délimitée.

On peut également localiser avec le signal-tracer les pannes difficiles, tous les défauts pouvant affecter un récepteur : manque de puissance, distorsion sifflement, manque de sensibilité, et à plus forte raison l'arrêt total pur et simple.

Le générateur Haute Fréquence, couramment appelé hétérodyne, délivre des signaux H.F. dont la fréquence et la tension peuvent être réglées à volonté. Ces signaux sont disponibles à l'extrémité d'un cordon blindé dont la gaine métallique est reliée à la masse du poste, et le fil isolé au circuit auquel on veut appliquer le signal.

Si on règle l'hétérodyne sur 455 kHz, on peut injecter son signal aux points 6, 5, 4, 3, 2. Cette opération a pour but de vérifier tout l'amplificateur fréquence intermédiaire. On peut également retoucher l'accord des transformateurs FI pour les réaligner impeccablement sur la même fréquence, ce qui améliore toujours la **sensibilité** d'un poste.

Si par exemple on entend le signal correctement en injectant au point 6, puis plus rien ou très faible en injectant au point 4, la panne se trouve localisée entre ces deux points. Un transformateur FI qui ne réagit pas lorsqu'on tourne son noyau de réglage est défectueux.

L'hétérodyne peut être réglée sur la **fréquence d'accord** du poste, et son signal injecté à l'antenne ou au cadre ; cette opération a pour but de vérifier le fonctionnement de l'étage changeur de fréquence et de retoucher les circuits d'accord et d'oscillation, ce qui peut bien également améliorer la sensibilité du poste.

L'hétérodyne délivre également un signal de basse fréquence, sur une fréquence unique qui est souvent fixée à 800 hertz. Ce signal peut être appliqué après détection, aux différents points des étages B.F., ce qui permet d'en vérifier le fonctionnement.

Citons encore deux autres appareils qui peuvent évidemment être utilisés avec profit en dépannage (qui peut le plus peut le moins), mais dont l'emploi se justifie plus spécialement en mise au point et étude d'appareils électroniques,

Le générateur basse fréquence délivre des signaux audibles, dont la tension peut être dosée à volonté, et dont la gamme de fréquences utilisables s'étend de 20 hertz à 20 000 hertz environ. Ces signaux peuvent être injectés dans tout amplificateur B.F. et dans les étages B.F. d'un récepteur.

Le voltmètre électronique est fort intéressant. Il offre l'avantage de présenter une résistance interne extrêmement élevée, de l'ordre de 10 mégohms. De ce fait **en courant continu**, il permet de mesurer des tensions sans risque d'erreurs, même sur des circuits parcourus par des courants très faibles. Nous avons en effet déjà indiqué dans cet ouvrage que pour des mesures sur un poste à transistors, un contrôleur doit présenter une résistance interne d'au moins 10 000 ohms par volt. Un modèle de 20 000 ohms par volt n'en vaudra que mieux, et un voltmètre électronique sera l'idéal.

Mais cet appareil présente une autre possibilité extrêmement précieuse. C'est qu'il peut mesurer également **les tensions alternatives**, de haute et basse fréquence, qui se rencontrent dans les différents étages d'un poste. On réalise immédiatement à quel point cette propriété est intéressante. Dans un montage amplificateur par exemple, qu'il soit en haute ou en basse fréquence, on peut mesurer la tension alternative à amplifier qui est appliquée **à l'entrée**, sur la base ; puis on mesure la tension amplifiée, **à la sortie**, sur le collecteur. On en déduit immédiatement si l'amplification est correcte, ou insuffisante.

LES PANNES PLUS DIFFICILES

Parlons maintenant du dépannage des postes à transistors, vu sous un aspect plus général.

C'est que pour prétendre pouvoir **toujours** venir à bout de toute panne se présentant, il ne faut pas craindre d'être sérieusement armé de solides connaissances, d'avoir à sa disposition plusieurs méthodes, plusieurs moyens, plusieurs possibilités. Il existe souvent des pannes simples, mais on rencontre parfois aussi des pannes rebelles, difficiles à localiser et à guérir ; elles sont d'ailleurs rares, il faut bien le dire.

Devant un poste en panne, on commence par vérifier si l'alimentation est correcte. C'est logique, dans le cas d'une voiture on commence de même par vérifier essence, huile et eau ; il est ensuite temps d'aller voir «plus loin». Egalement dans cet esprit, nous recommandons de penser d'abord aux choses simples, il sera ensuite temps si on n'obtient pas de résultat de penser à une panne difficile.

Ensuite, localisation de l'étage défectueux. Nous avons indiqué comment on peut s'y prendre. Quand la panne est franche (mutisme absolu), c'est relativement facile. Ça l'est moins dans le cas d'une panne moins bien déterminée, moins nette, comme du manque de puissance par exemple, ou de la distorsion.

Si l'on parvient à localiser l'étage défectueux avec quelque certitude, il ne reste plus qu'à le passer au crible, à tout vérifier et mesurer : remplacement ou vérification des transistors, emploi du voltmètre et de l'ohmmètre,

sonnage des bobinages, doublage des condensateurs et résistances... Voyez tout ce qui a déjà été dit à ce sujet.

On peut appeler **panne simple** celle qui se traduit par un arrêt net de l'audition, ou même un affaiblissement nettement marqué. Mais il en est de plus complexes, que l'on peut désigner par les symptômes qu'elles présentent et provoquent :

— sifflements, accrochages - distorsion - manque de puissance - manque de sensibilité - souffle - grincements - motor-boating.

Nous allons examiner quels sont les éléments qui peuvent être cause de ces pannes, et quels sont les remèdes particuliers qui doivent y être apportés. Il est bien entendu que ce que nous appelons les **vérifications classiques** consistent toujours dans la vérification de l'alimentation d'abord, puis des tensions et des différents éléments comme nous l'avons déjà indiqué.

SOUFFLE

Les émissions sont captées, souvent faiblement, mais accompagnées d'un «chchchch» continu, bruit que l'on compare souvent à celui d'une chute d'eau. Il faut rechercher cette panne dans les **étages du haut.** Elle provient la plupart du temps d'un désalignement des transformateurs F.I. ou du bloc d'accord. Ensuite, on peut songer à un vieillissement des transistors. Enfin, on procéde aux vérifications classiques, en songeant plus particulièrement aux condensateurs de découplage.

MANQUE DE PUISSANCE

Dans la plupart des cas, un manque de puissance est imputable aux **étages du bas**, de la basse fréquence ; on commence les recherches de ce côté, en songeant à la diode également qui peut être défectueuse. Mais ici, il n'y a rien d'absolu, les étages H.F. peuvent également être incriminés. Pour «séparer», il est souvent commode de faire l'essai pick-up, ou d'utiliser le multivibrateur. Lorsque les étages H.F. sont fautifs, le manque de puissance est souvent accompagné de souffle. Ce sera le cas par exemple si la panne provient d'un enroulement de transfo F.I. coupé.

En fait, on peut dire du manque de puissance, qu'il peut être recherché dans tous les étages, en commençant par ceux du bas, et que tous les éléments peuvent en être la cause... ! En cas de panne rebelle, c'est l'une de celles qui justifient l'emploi d'appareillage de dépistage plus perfectionné comme le signal-tracer.

DISTORSION

On appelle distorsion une déformation du son, une mauvaise musicalité, une mauvaise reproduction.

Une distorsion permanente du son provient généralement des **étages du bas.** Voir d'abord l'alimentation et le haut-parleur, puis procéder aux vérifications classiques. Une distorsion accompagnée d'un manque de puissance est souvent due à l'un des nombreux condensateurs électrochimiques qui est desséché : voir en particulier celui que shunte la pile.

Une distorsion se produisant uniquement sur les émissions puissantes peut provenir de la ligne antifading ; voir coupure de cette ligne, état de la diode, ou condensateur défectueux. Un cas de distorsion difficile à trouver est également l'un de ceux qui justifient l'emploi du signal-tracer.

SIFFLEMENT

S'il s'agit d'un sifflement continu qui se déclenche **lorsqu'on pousse le potentiomètre** de puissance, il s'agit d'un accrochage basse fréquence. C'est donc par les **étages du bas** que l'on commencera les recherches. Voir en particulier les condensateurs électrochimiques, et surtout celui qui shunte la pile.

On peut aussi constater de nombreux petits sifflements **dont la tonalité varie lorsqu'on tourne le C.V.** Ce sont alors les étages du haut qui sont en cause, et fort probablement l'un des étages F.I. qui est en état d'accrochage. Vérifications classiques, voir en particulier tous les condensateurs de découplage, d'antifading, et le chimique qui est aux bornes de la pile.

Eventuellement procéder au réalignement.

MANQUE DE SENSIBILITÉ

On dit d'un poste qu'il manque de sensibilité lorsqu'il ne peut capter que les émetteurs locaux, puissants. En dehors de cela, il lui est impossible de capter les émissions plus lointaines, faibles. Parfois, le poste ne capte uniquement que le seul émetteur local et c'est tout.

Ici, il est à peu près certain que ce sont les **étages du haut** qui sont en cause. Procéder aux vérifications courantes, puis éventuellement au réalignement des transfos F.I. et du bloc d'accord. Il est bien entendu que les «vérifications classiques» que nous indiquons doivent être menées sérieusement et à chaque fois appropriées à chaque étage. Ici par exemple, il y a le cadre collecteur d'ondes dont les enroulements doivent être sonnés, et vérifiés les soudures et les fils de liaison. Ce peut être aussi la ferrite qui est brisée... mais cela se voit immédiatement sans recherches.

On peut parfois se trouver devant des transfos F.I. qui ont été fortement déréglés par le propriétaire du poste, au point que si l'on applique le signal au collecteur du premier transfo F.I. on n'entend plus rien. Attention, on pourrait dans ce cas être tenté d'augmenter exagérément la tension délivrée par l'hétérodyne, cela peut être dangereux pour les transistors. Il vaut mieux commencer par appliquer l'hétérodyne **au dernier** transformateur et régler celui-ci même grossièrement pour dégrossir. Puis on applique au second transformateur que l'on règle également et on retouche ensuite le dernier. Puis on applique l'hétérodyne au premier transformateur que l'on règle et on termine en fignolant tous les réglages.

MOTOR-BOATING - GRINCEMENT

Un poste qui fait du motor-boating fait entendre un bruit de teuf-teuf, du «toc-toc» continuel, un bruit de petits pois qui tombent.

Du grincement, c'est une sorte de bruit métallique qui accompagne certaines tonalités de la parole et de la musique.

Ces symtômes différents se guérissent par les mêmes remèdes. La panne réside à peu près sûrement dans les étages basse fréquence. Avant de passer aux autres vérifications classiques, vous pouvez commencer par doubler tour à tour tous les condensateurs chimiques ; il est fort probable que la panne est là...

LA MISE AU POINT

Lorsqu'on vient de terminer le montage d'un récepteur, en dehors des différentes vérifications qui peuvent se révéler nécessaires et des opérations d'alignement que l'on doit toujours faire, il existe quelques fignolages qui peuvent parfois améliorer certaines performances ou supprimer de légers défauts. Nous allons les examiner ici.

LE NEUTRODYNAGE

De par sa constitution, le transistor présente une certaine capacité **entre base et collecteur**, autrement dit entre circuit d'entrée et circuit de sortie.

Dans le cas d'un étage amplificateur F.I., cette capacité créant un couplage entre circuit de base et circuit de collecteur peut être suffisante pour déclencher l'entrée en oscillation de l'étage. Le transistor fonctionne alors en oscillateur, l'étage est en état d'accrochage.

Le remède à cet inconvénient consiste à établir une sorte de **circuit compensateur**, dit aussi **circuit de neutrodynage**, qui produit un effet contraire et neutralise par conséquent cette capacité base-collecteur.

Voyez par exemple en figure 326.

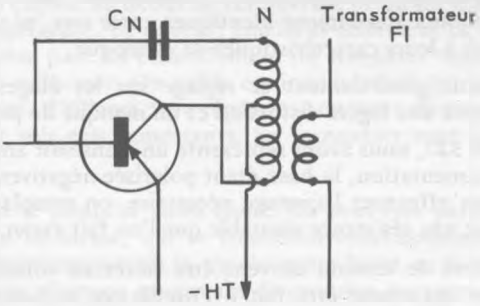


Fig. 326 — Neutrodynage très simple par condensateur.

Le neutrodynage est très simplement obtenu par un condensateur C de faible capacité, branché entre base et le circuit de collecteur, en l'occurrence la prise marquée N prévue à cet effet sur le primaire du transformateur.

Le condensateur de neutrodynage est toujours de faible valeur, que l'on peut déterminer par tâtonnements. Si après montage et réglage le circuit se

comporte correctement, tout est parfait et aucun neutrodynage n'est nécessaire. Si l'accrochage se déclenche (voir en rubrique «dépannage» comment il se manifeste), on fait l'essai de mettre un condensateur entre les deux points voulus en recherchant **la plus faible valeur de capacité** qui fait cesser l'accrochage.

Il faut bien retenir que ce n'est pas **toujours** que l'accrochage F.I. se déclenche, et que ce n'est pas d'une façon quasi-automatique que le neutrodynage doit être établi. Mais il s'agit là d'un remède qu'il est bon de connaître pour pouvoir l'appliquer éventuellement.

DES REGLAGES DE RESISTANCES

L'AJUSTAGE DE LA POLARISATION

Nous avons déjà indiqué que c'est la différence de potentiel entre base et émetteur qui détermine en définitive l'amplification fournie par le transistor.

Pour une tension trop faible, l'amplification est insuffisante. Pour une tension excessive, le courant collecteur augmente exagérément, ce qui entraîne des distorsions et un échauffement du transistor avec risque de destruction. Un juste milieu est à rechercher.

Ce sont les résistances de l'émetteur et du **pont diviseur** de la base qui fixent la tension de polarisation. Généralement, les valeurs données dans des schémas pratiques ont été éprouvées et conviennent. Mais tous les transistors ne sont pas toujours absolument identiques entre eux, ni surtout rigoureusement conformes à leurs caractéristiques de catalogue.

On effectue généralement ce réglage sur les étages basse fréquence, lorsqu'on constate une légère distorsion et un manque de puissance.

En figure 327, nous avons représenté un transistor amplificateur B.F. et ses circuits d'alimentation, la base étant polarisée négativement par rapport à l'émetteur. Pour effectuer l'ajustage nécessaire, on remplace la résistance de 100 kilohms par une résistance ajustable que l'on fait varier.

Les mesures de tension doivent être faites au voltmètre électronique. Le réglage peut également être fait à l'oreille, en recherchant la plus forte puissance alliée à la meilleure musicalité. On peut éventuellement agir de même sur la résistance de 22 kilohms. Et on peut ensuite procéder au même réglage sur le pont diviseur qui polarise la base de l'étage final, du ou des AC 132.

Il convient d'être prudent... comme toujours...

Remarquez qu'en **diminuant** la résistance de 100 kilohms la valeur de la tension de polarisation, de - 2,4 V se rapproche de - 9 V, donc **augmente**, ce qui augmente le courant de collecteur. Il faut donc au début disposer le réglage de la résistance à peu près en position médiane, et établir dès le début le contrôle auditif de ce qui se passe dans le poste.

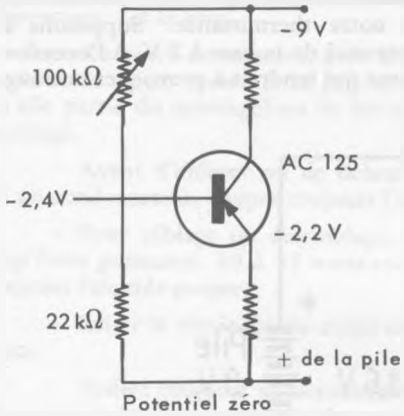


Fig. 327 — L'ajustage de la résistance variable permet de modifier la tension de polarisation.

Si on agit sur la résistance de 22 kilohms, remarquez cette fois qu'en la **diminuant** on se rapproche du potentiel zéro, donc qu'on se rapproche de la tension de l'émetteur, donc qu'on diminue le courant de collecteur.

Tous réglages terminés, si pour des raisons d'encombrement on ne veut pas laisser chaque résistance ajustable sur le montage, il est toujours possible de la dessouder, de la mesurer à l'ohmmètre, puis de la remplacer par une résistance de même valeur.

LA THERMISTANCE

Nous avons exposé au début de cet ouvrage ce qu'est le montage à compensation de température. Le courant émetteur-collecteur tend à échauffer le transistor, et d'autre part un échauffement du transistor tend à augmenter le courant émetteur-collecteur. On pallie cet inconvénient par un montage à résistances - capacité, d'ailleurs fort répandu ; on peut dire que dans tous les appareils un tant soit peu importants, les transistors sont montés de cette façon.

Mais il peut se produire autre chose. Ce peut être par exemple tout le montage, le poste lui-même, qui se trouve en fonctionnement dans un lieu très chaud. Le plus classique est le cas du poste laissé en fonctionnement en plein soleil, sur une plage ou un terrain de camping, ou encore sur la tablette près de la lunette arrière d'une voiture. Cette fois, ce n'est plus le transistor lui-même qui provoque son échauffement, mais l'ambiance dans laquelle il se trouve.

Mais le résultat est le même : température plus élevée, augmentation du courant, le cercle vicieux recommence... pour aboutir à la destruction du transistor. On remédie à cet inconvénient par l'emploi d'une **thermistance.** C'est une résistance fabriquée de telle sorte que sa **résistance diminue** lorsque sa **température augmente.** On la dénomme également «résistance C.T.N.» (coefficient de température négatif).

Voyons par exemple ce qui va se produire dans le cas de la figure 328.

Nous retrouvons le pont de résistances R1 et R2 qui fixe le potentiel de polarisation de la base, R2 étant ici notre thermistance. Supposons le potentiel de l'émetteur à 1,6 V et le potentiel de la base à 2 V. A l'occasion d'une élévation de la température ambiante qui tendrait à provoquer une aug-

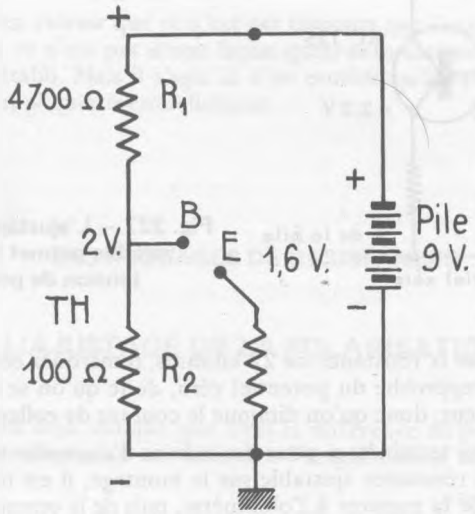


Fig. 328 — Principe de la régulation de température par thermistance.

mentation du courant de collecteur, la valeur ohmique de R2 va diminuer. Le potentiel de la base va donc tendre vers des valeurs 1,9 V, 1,8 V, 1,7 V etc... donc se rapprocher de la tension de l'émetteur. Donc la diminution de la tension base-émetteur tend à diminuer le courant collecteur que l'élévation de température tendait à augmenter.

Généralement, on applique cette stabilisation de température aux transistors de puissance, à l'étage final qui comporte un ou deux transistors.

QUELQUES RAPPELS ET INDICATIONS PRATIQUES

— Lorsque vous remplacez un condensateur, si vous ne disposez pas exactement de la même valeur de capacité, il est préférable de mettre une capacité de plus forte valeur.

— Les valeurs des résistances ne sont pas absolument critiques, dans la plupart des cas et sauf indication contraire. Elles peuvent varier dans une proportion de plus ou moins 10 % environ sans nuire au bon fonctionnement de l'appareil.

— Un condensateur électrochimique isolé à 6 volts par exemple peut être facilement remplacé par un modèle isolé de 12 volts ; il risquera moins de

claquer, cela n'en vaudra que mieux. Mais on est limité dans cette voie par les dimensions... et le prix...

— Au cours de mesures, avec la pointe de touche du contrôleur, évitez de toucher deux cosses à la fois d'un transistor (ou même de n'importe qu'elle partie du montage) ou de les relier directement à tout autre point du montage.

— Avant d'enlever ou de débrancher un transistor, ou une résistance, ou un condensateur, couper toujours l'alimentation de la pile.

— Pour câblage ou dessoudage, éviter d'employer un fer à souder de trop forte puissance. 30 à 35 watts est une bonne moyenne. Et sa panne doit toujours être très propre.

— Eviter le voisinage du corps chauffant du fer à souder avec un transistor.

— Veillez toujours au branchement correct des polarités de la pile ; le propriétaire du poste peut très bien avoir fait une erreur.

— Une pile qui fonctionne durant 5 heures sans interruption s'use beaucoup plus vite que si elle fonctionne 5 fois une heure avec repos prolongé entre chaque heure.

— La plupart des postes et appareils à transistors ne comportent pas de contrôle d'allumage. Si on ramène le potentiomètre à zéro sans actionner l'interrupteur, le poste semble éteint... et les piles continuent à débiter... Mettez des marquages, bouton-flèche, bouton rond avec trait de repérage, plaquette A-M sous l'interrupteur.

◆

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE PREMIER

CONNAISSANCE DES MATERIAUX DE NOS MONTAGES 7

Le transistor classique — D'autres types de transistors — La diode détectrice La diode redresseuse — La diode zener — La photodiode — La diode électroluminescente — La diode varicap — Le thyristor — Le triac — Piles et accus

CHAPITRE II

PRATIQUE DES CIRCUITS IMPRIMES 29

Principe du circuit imprimé — Le dessin — L'attaque du cuivre — Le perçage Le câblage — Les autres supports de câblage

CHAPITRE III

DES RECEPTEUR SIMPLES 42

Des postes à une diode — Un réflex à 2 transistors — Un réflex à 3 transistors Un réflex à 4 transistors — Les conditions d'une bonne écoute.

CHAPITRE IV

DES RECEPTEURS EN MONTAGES PROGRESSIFS 60

Un poste ultra-simplifié — Un poste à 1 transistor — Audition sur haut-parleur — Un superhétérodyne complet — Etage de puissance push-pull

CHAPITRE V

LES TRANSISTORS EN BASSE FREQUENCE 74

Un interphone simple et efficace — Un mini amplificateur — Un porte-voix électronique — Un amplificateur stéréophonique — Un amplificateur téléphonique — Une alarme acoustique — Une commande automatique pour magnétophone — Un klaxon électronique — Un avertisseur électronique.

CHAPITRE VI

DES APPAREILS DE MESURE ET DE DEPANNAGE 105

Vérificateur très rudimentaire — Vérificateur pour semiconducteurs — Transistest tous transistors — Transistormètre de mesures — Testeur pour diodes zener — Testeur pour triacs et thyristors — Un signal-tracer — Un générateur-injecteur — Testeur sonore — Mini-mire pour téléviseur — Champmètre et boucle.

CHAPITRE VII

LES TRANSISTORS EN ELECTRONIQUE 136

Des minuteries - Un métronome - Des clignoteurs - Un avertisseur d'alarme Musique et lumière — Des déclencheurs photoélectriques — Un détecteur de métaux — Un détecteur d'approche et de contact — Un signalisateur de pluie et de liquide — Minuterie photosensible (alarme permanente) Rhéostat électronique — Jauge avec avertisseur de niveau

CHAPITRE VIII

TELECOMMANDE — RADIOCOMMANDE 206

Un ensemble de radiocommande pour débutant — Emetteur 27,120 MHz Emetteur et récepteur monocanal 72 MHz — Un ensemble émetteur et récepteur multicanal — Télécommande d'un modèle réduit — Télécommande par rayon invisible.

CHAPITRE IX

RADIOTELEPHONIE 259

Un émetteur à 1 transistor — Un émetteur à 3 transistors — Un mini-émetteur M.F. — Emetteur-récepteur 2 transistors — Un walkie-talkie, ondes courtes Emetteur-récepteur 3 transistors — Emetteur-récepteur 4 transistors Emetteur-récepteur 5 transistors

CHAPITRE X

DES MONTAGES DIVERS 292

Des alimentations sur secteur — Des alimentations stabilisées — Une alimentation stabilisée sur voiture — Une table de lecture au son — Un buzzer électronique — Un contrôleur de quartz.

CHAPITRE XI

AMELIORATIONS ET ADAPTATIONS 322

Le branchement de l'écouteur — L'adaptation du haut-parleur — L'adaptation du casque — Le haut-parleur supplémentaire — L'adaptation d'une prise de pick-up

CHAPITRE XII

POUR TERMINER VOS MONTAGES 328

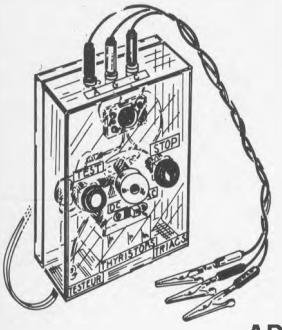
Les causes d'insuccès — Le réglage des circuits, l'alignement — Vérifications et mesures — Dépannage et mise au point — Quelques rappels pratiques.

ACHEVE D'IMPRIMER
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE CEDET A PARIS
JANVIER 1980

Dépôt légal
1er trimestre 1980

Imprimé en France

Au service des Amateurs de
Radio et d'Electronique



amis lecteurs...

- Pour vous permettre de monter vous-mêmes les différents appareils décrits dans cet ouvrage.
- Pour mettre de votre côté toutes les chances de réussite.

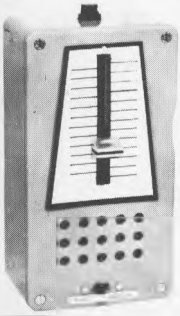
ADRESSEZ-VOUS EN TOUTE CONFIANCE A

Perlor-Radio Electronique

Nous vous proposons notre catalogue général TR.10 qui contient:

- une documentation spéciale Radiocommande
- une documentation spéciale Petits montages
- une documentation spéciale Applications de l'Electronique
- une documentation spéciale Appareils de Mesure
- un répertoire sur les composants de radio et d'électronique, l'outillage, les livres sélectionnés.

Envoi par retour de courrier contre 12 timbres-lettre.



- Des techniciens spécialistes,
- Un service après-vente
- Plus de 30 années de pratique

sont à votre service...

chez nous

PERLOR-RADIO
ELECTRONIQUE

Direction L. PERICONE - Maison fondée en 1946

25, rue Hérold - 75001 Paris

Tél. 236 65-50 C.C.P. 5050-96 Y Paris

Métro: Palais-Royal - Sentier - Louvre - Les Halles

Ouvert tous les jours, sauf dimanche, de 9 à 12 h et de 13 h 30 à 19 h.

DANS CE LIVRE

- *Connaissance des matériaux de nos montages*
- *Pratique des circuits imprimés*
- *Des récepteurs simples*
- *Des récepteurs en montages progressifs*
- *Les transistors en basse fréquence*
- *Des appareils de mesure et de dépannage*
- *Les transistors en électronique*
- *Télécommande, Radiocommande*
- *Radiotéléphonie*
- *Des montages divers*
- *Améliorations et adaptations*
- *Pour terminer vos montages*

Ce sont là, les têtes de chapitres contenus dans ce livre. C'est par conséquent une remarquable documentation qui est ainsi mise à votre disposition.

Tous les schémas sont expliqués et commentés, tous les plans de câblage correspondent à des appareils qui ont été **réellement** réalisés.

DONC ...

Vous pourrez vous procurer ce livre...

1° — Pour acquérir ou améliorer des connaissances théoriques

2° — Pour "faire de la pratique" pour réaliser des montages qui fonctionneront

DONC ...

Pour **Comprendre,** pour **Expérimenter**

PERLOR-RADIO AU SERVICE DES AMATEURS RADIOELECTRONICIENS