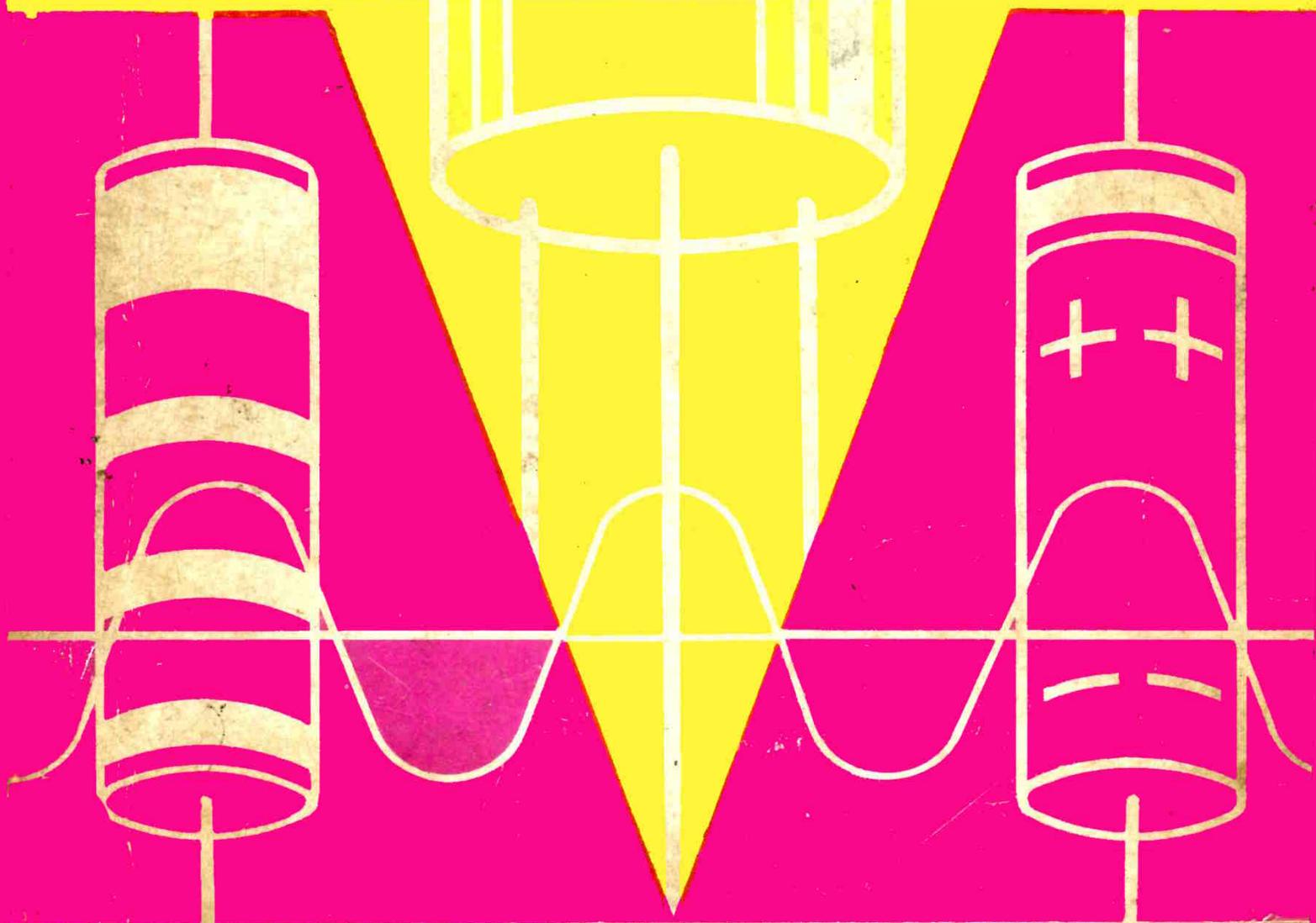


L. PERICONE

# MONTAGES PRATIQUES D'ÉLECTRONIQUE

MONTAGES, MESURES ET EXPÉRIENCES MULTIPLES DE RADIO ET D'ÉLECTRONIQUE



PUBLICATIONS PERLOR-RADIO - PARIS

Voici quelques ouvrages qui pourront compléter utilement votre documentation sur les transistors et les montages d'électronique :

- Mémento Radiotechnique**, par R. Aronsohn. — Documentation sur la production de la Radio-technique portant sur les caractéristiques de 1 600 tubes électroniques et 250 semiconducteurs. Format 13 × 21, 336 pages ..... 14,50
- Radiotéléphones à transistors**, par A. Prizzi. — Un ouvrage consacré uniquement aux émetteurs-récepteurs (ou radiotéléphones) à transistors. Nombreux schémas et plans de montage d'une gamme très étendue de modèles, commençant par de très simples. Guide de montage, d'étalonnage et de mise au point. Format 25 × 16, 128 pages ..... 17,80
- Radiocommande**, par L. Péricone. — Essentiellement pratique, contient absolument tout ce qu'il est nécessaire et suffisant de connaître pour pratiquer la radiocommande des modèles réduits. Nombreux exemples pratiques d'appareils ayant été réellement réalisés. Dispositifs annexes. Format 16 × 24, 390 pages ..... 23,80
- Appareils de mesures à transistors**, par Schaff et Cormier. — Description d'une gamme très étendue d'appareils de mesures et de dispositifs accessoires, utilisant tous des transistors. Format 14 × 21, 116 pages ..... 16,50
- Schémas d'amplificateurs B.F. à transistors**, par R. Besson. — Amplificateurs pour radio, pick-up, prothèse auditive, préamplificateurs, interphones, etc... Format 21 × 27, 48 pages ..... 10,90
- Pratique des transistors**, par L. Péricone. — Initiation complète à la pratique des montages à transistors. Technologie de montage, mise au point et alignement des récepteurs, dépannage, vérifications, adjonctions et améliorations. Nombreux exemples pratiques, avec plans de câblage conventionnel. Format 16 × 24, 320 pages ..... 23,80
- Applications professionnelles des transistors**, par M. Cormier. — Une collection de schémas expliqués et commentés. Alimentations stabilisées. Convertisseurs statiques. Appareillage de mesure. Compteur Geiger. Flashes. Oscillateurs, etc... Format 16 × 24, 96 pages ..... 14,00
- Emploi rationnel des transistors**, par J. Oehmichen. — Un livre de base très complet traitant de toutes les applications des semiconducteurs dans tous les secteurs de l'électronique. Format 16 × 24, 376 pages ..... 32,80
- Schémas pratiques de radio**, par L. Péricone. — Une collection de plus de 100 schémas, expliqués et commentés, anciens et modernes, à lampes et à transistors. Récepteurs, amplificateurs, petits montages, appareils de mesures, etc... Format 21 × 27, 140 pages ..... 21,00
- Applications pratiques des transistors**, par F. Huré. — Alimentations à transistors. Récepteurs et amplificateurs. Appareils de mesures à transistors. Organes de commande et de contrôle. Oscillateurs. Générateurs. Applications diverses. Format 21 × 14, 210 pages ..... 21,00
- Dépannage des récepteurs à transistors**, par F. Huré. Instruments de mesure nécessaires. Précautions en cours de dépannage. Méthodes générales de recherches et de mise au point des récepteurs. Tableaux annexes. Format 22 × 14, 230 pages ..... 27,00
- Les petits montages radio**, par L. Péricone. — Description pratique, avec plans de montage détaillés, de petits montages à transistors à lampes sur piles, à lampes sur secteur. Installation des antennes et prises de terre. Format 16 × 24, 144 pages ..... 12,25
- 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. Format 18 × 23, 148 pages ..... 15,00
- Le multi-tracer**, par H. Schreiber. — Description et montage pratiques d'un signal-tracer avec multivibrateur. Application de la méthode de dépannage dynamique du signal-tracing. Utilisation pratique, exemples de nombreuses pannes prises sur le vif et localisées par le signal-tracer. Format 16 × 24, 64 pages ..... 8,50
- Construction-Radio**, par L. Péricone. — Ouvrage de montage essentiellement pratique, s'appliquant aux appareils à lampes et à transistors. Technologie de montage, soudage, alignement et mise au point avec ou sans appareillage. Connaissance des pièces détachées. Exemples pratiques de réalisations, avec plans de câblage détaillés. Format 16 × 24, 216 pages ..... 14,50
- Emission réception V.H.F. à transistors**, par R. Piat. — Dans la bande de 144 mégahertz, étude, conception, réalisation d'une gamme d'appareils émetteurs et récepteurs de radiotéléphonie, tous à transistors. Format 15 × 21, 182 pages ..... 20,50
- Transistor-Service**, par W. Schaff. — Montages élémentaires des transistors. Appareils de dépannage, méthodes de travail. Mesures et vérifications. Notes sur l'alignement des circuits. Format 15 × 21, 74 pages ..... 8,20
- Sélection de montages B.F.**, par M. Cormier. — Une sélection de montages amplificateurs basse fréquence, à lampes et à transistors, monophonie, stéréophonie, haute fidélité. Format 16 × 24, 52 pages ..... 7,20
- Téléviseurs à transistors**, par R. Besson. — Technologie des transistors. Etude rationnelle et systématique des différents étages de téléviseurs transistorisés modernes. Format 16 × 24, 244 pages ..... 29,80

*Les prix donnés comprennent tous les frais d'envoi par paquet-poste recommandé. Expédition dans les 48 heures dès réception de votre commande. Règlement par mandat ou virement postal. Pas d'envoi contre remboursement. Prix donnés sous réserve de modification par les Editeurs.*

**PERLOR-RADIO, 25, rue Hérold, Paris-1<sup>er</sup> — C.C.P. 5050-96 Paris**

Joseph MICHEL

MAÎTRE ARTISAN

Travaillant spécialement en électronique

7, Rue Strass, PARIS (13<sup>e</sup>)

# MONTAGES PRATIQUES D'ÉLECTRONIQUE

#### OUVRAGES DU MEME AUTEUR

- Le Mémento de l'Etudiant Radiotechnicien (épuisé)
- Construction Radio
- Formation technique et commerciale du dépanneur radio
- Les petits montages radio
- Les appareils de mesure en radio
- Pratique des transistors
- Schémas pratiques de radio
- Radiocommande

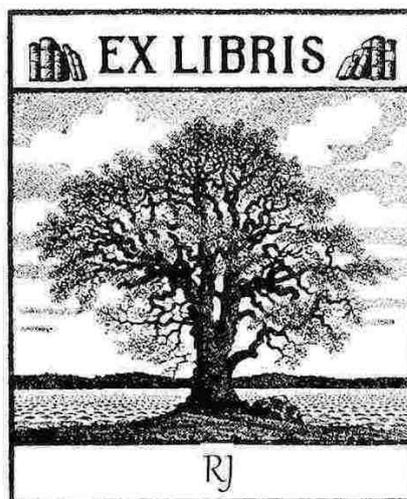
L. PERICONE

# MONTAGES PRATIQUES D'ÉLECTRONIQUE

MONTAGES  
MESURES  
ET  
EXPÉRIENCES MULTIPLES  
DE  
RADIO ET D'ÉLECTRONIQUE



PUBLICATIONS PERLOR RADIO  
25, Rue Héroid - PARIS 1<sup>er</sup>



Numérisé en Juillet 2025 par F1CJL , 300dpi

*Tous droits de reproduction, adaptation  
ou traduction réservés pour tous pays.*

© COPYRIGHT 1967 BY PERLOR RADIO

## Voici la liste...

des montages que nous avons étudiés et réalisés pour vous et dont vous trouverez la description dans cet ouvrage.

DÉSIGNATION	PAGES
Ce qu'il faut savoir sur les transistors.....	9
Les unités des résistances et condensateurs.....	13
Le code des couleurs.....	14
Le soudage.....	16
Organisons nos montages.....	18
Un récepteur à une diode.....	20
Un récepteur à une diode et un transistor.....	22
Un récepteur à une diode et deux transistors.....	25
Un amplificateur pour microphone.....	27
Un buzzer électronique.....	30
Démonstration de la réversibilité électromagnétique.....	32
Un récepteur ultra-simplifié.....	33
Un oscillateur basse fréquence, par résistances-capacités.....	34
Un oscillateur basse fréquence, par transformateur.....	36
Une table de lecture au son.....	37
Une sirène électronique commandée par rupture de fil.....	41
Un métronome électronique, avec voyant lumineux.....	43
Amplificateur basse fréquence (1 transistor - sur casque).....	45
Amplificateur basse fréquence (2 transistors - sur haut-parleur).....	46
Une liaison téléphonique, avec Poste Chef.....	47
Un émetteur radiotélégraphique.....	49
Un émetteur radiotéléphonique.....	51
Un orgue électronique.....	54
Amplificateur basse fréquence (3 transistors - 200 milliwatts).....	58
Amplificateur basse fréquence (4 transistors - 800 milliwatts).....	60
Amplificateur basse fréquence (4 transistors - 1 watt).....	62
Amplificateur basse fréquence (3 transistors - 2,5 watts).....	64
Un interphone complet.....	67
Un émetteur radiophonique (2 transistors - P. O.).....	69
Un émetteur radiophonique (3 transistors - P. O.).....	71
Des relais photoélectriques.....	73
Photodiode (1 transistor).....	74
Photodiode (2 transistors).....	75
Photorésistance.....	77
Photorésistance (1 transistor).....	79

Un surveilleur de liquides . . . . .	80
Notes sur l'utilisation pratique des relais . . . . .	83
Un relais auto-clignotant . . . . .	87
Clignoteur électronique à 1 feu . . . . .	89
Clignoteur électronique à 2 feux . . . . .	90
Clignoteur électronique à 3 feux . . . . .	92
Un avertisseur d'incendie . . . . .	93
Une sirène électronique commandée par la lumière . . . . .	95
Un émetteur ondes courtes, radiophonie . . . . .	97
Un récepteur ondes courtes, radiophonie . . . . .	100
Un mesureur de champ . . . . .	103
Réalisation pratique d'un radio-contrôleur . . . . .	105
Une minuterie électronique . . . . .	114
Une minuterie cyclique . . . . .	116
Une minuterie photosensible . . . . .	118
Un testeur sonore . . . . .	120
Un mégaphone électronique . . . . .	122
Un microphone haute fréquence . . . . .	123
Expérimentations sur les transistors . . . . .	126
Etude et conception d'un transistormètre . . . . .	132
Réalisation d'un transistormètre . . . . .	135
Un stroboscope électronique . . . . .	142
Un relais déclenché par rupture de fil . . . . .	146
Un relais commandé par le son . . . . .	147
Alarme déclenchée par la lumière . . . . .	150
Un signal-tracer sur casque . . . . .	151
Un signal tracer sur haut-parleur . . . . .	154
Un générateur-tracer . . . . .	157
Un disjoncteur électronique . . . . .	158
Un amplificateur téléphonique . . . . .	161
Un voltmètre électronique . . . . .	164
Un vérificateur de quartz . . . . .	166
Un localisateur de métaux . . . . .	169
Une clôture électrique . . . . .	172
Des compte-tours pour voitures . . . . .	174
Un compte-tours extrêmement simplifié . . . . .	175
Un compte-tours à 1 transistor . . . . .	176
Un compte-tours à 2 transistors . . . . .	178
Un détecteur d'approche et de contact . . . . .	180
Un passe-vues automatique . . . . .	183
Une jauge électronique . . . . .	184
Une serrure électrique à secret . . . . .	187
Une commande de vitesse de moteur . . . . .	188
Des mesures électriques simples . . . . .	191
Un fréquencemètre émetteur et récepteur . . . . .	199
Un commutateur électronique . . . . .	203
Phonemètre. Un mesureur de bruit . . . . .	205
Amplificateur de puissance pour poste voiture . . . . .	207
Commande de moteur par la lumière . . . . .	210
Un thermomètre électronique . . . . .	211
Un comparateur de lumière . . . . .	213
Une alimentation sur secteur . . . . .	215
Un correcteur de tonalité . . . . .	218
Un mélangeur amplificateur B.F. . . . .	220
Des adaptateurs d'impédance . . . . .	223
Un radiogoniomètre . . . . .	227



## AMIS LECTEURS

*Si vous me le permettez, je me propose de vous présenter ici ce livre que vous allez lire, ce qu'il est, ce qu'il contient, ce que vous êtes en droit d'en attendre, ce que vous pourrez en tirer.*

*Son but est essentiellement de vous familiariser avec la pratique des montages d'électronique. Pour une application matérielle commode, j'ai recherché un procédé à montages multiples, un procédé qui vous permet de réaliser pratiquement de nombreux schémas d'électronique, très variés, intéressant des branches très diverses. Ceci sans gaspiller ou abîmer du matériel et des pièces détachées. Et ainsi toutes les pièces employées lors d'un montage pourront toujours servir à nouveau pour les montages suivants.*

*Par ce système de barrettes à vis, vous pourrez monter, démonter, remonter encore et à nouveau, sans risques ni dégradations pour le matériel, pour expérimenter pratiquement des dispositifs d'électronique et de radio. Ce procédé évite notamment les soudages et dessoudages répétés, ce que les transistors et beaucoup de composants n'aiment pas tellement.*

*Avec mes collaborateurs, nous nous sommes efforcés de produire une gamme de montages aussi simples que possible, accessibles à tous, et s'appliquant à des appareils extrêmement divers, comme vous pourrez le constater en vous reportant à la liste qui suit. Cela pour que cette initiation à la pratique de l'électronique vous soit aussi complète et aussi profitable que possible.*

*Et je puis vous dire que des schémas, nous en avons « pioché » beaucoup ! Nous en avons essayé, monté et démonté, transposé, simplifié. Cela afin de vous présenter en définitive quelque chose d'accessible et de réel, qui a fonctionné.*

*Ceci est très important pour vous et met toutes les chances de réussite de votre côté. Ce n'est pas un recueil de schémas que je vous présente ici, mais bien une série de réalisations pratiques que nous avons expérimentées avant vous.*

Tous les montages proposés sont basés sur l'emploi des semiconducteurs, principalement des transistors. Par cette pratique, vous serez donc à même de mieux connaître, ou vous découvrirez, toutes les remarquables possibilités et propriétés des transistors. Et après cela, vous en connaîtrez bien le fonctionnement, l'explication du comportement de certains montages constituant une véritable démonstration expérimentale.

Vous pourrez constater que si certains petits montages ont été établis un peu à titre démonstratif, dans un but éducatif, la grande majorité correspond à des appareils réels, à des appareils qui sont bel et bien répandus dans l'industrie où ils sont couramment utilisés dans des applications pratiques et utilitaires.

Donc vous aussi, vous pourrez littéralement puiser dans cette collection. Pour votre agrément, pour vos commodités personnelles, pour votre activité professionnelle, après avoir expérimenté en montage sur table, vous pourrez ensuite transposer en câblage conventionnel (1) et établir un appareil définitif dont vous aurez constaté au préalable le bon fonctionnement.

Et je puis vous dire que maintenant, nous-mêmes en atelier, lorsque nous avons un prototype à étudier, c'est ainsi que nous procédons : montage et mise au point sur barrettes à vis, puis ensuite câblage conventionnel et appareil définitif... C'est très commode...

Lecteurs, mes amis, je souhaite et j'espère que vous tirerez beaucoup de satisfaction et de profit de la lecture de cet ouvrage.

L. P.



---

(1) Au besoin à ce sujet, voyez le livre « Pratique des Transistors ».

# QUELQUES RAPPELS QUI POURRONT ÊTRE UTILES

## Ce qu'il faut savoir sur les transistors

Nous vous rappelons ici quelques notions essentielles concernant l'utilisation pratique des transistors.

Nous rencontrerons dans nos montages des transistors de type P.N.P. et de type N.P.N.

Nous voyons en figure 1 le symbole de représentation graphique du transistor P.N.P. à conductivité positive. Il est constitué par le contact de 3 couches de cristal de germanium, positif, négatif, et positif.

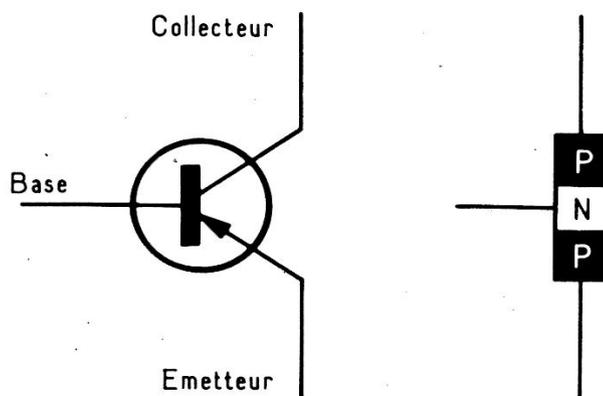


Fig. 1 Le transistor P.N.P., à conductivité positive.

De même en figure 2 le transistor N.P.N. à conductivité négative. Il est constitué par le contact de 3 couches de cristal de germanium, négatif, positif, et négatif.

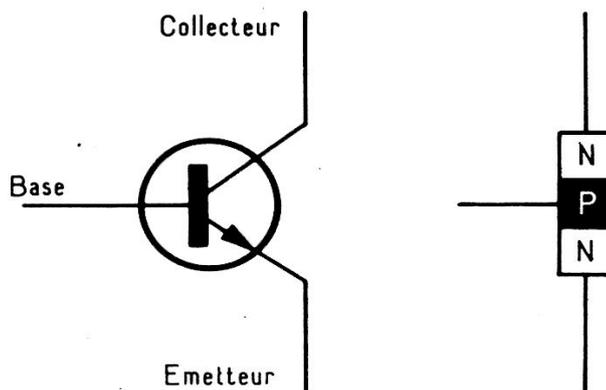


Fig. 2 Le transistor N.P.N., à conductivité négative.

Ceci se traduit par une différence de montage que nous devons toujours avoir présente à l'esprit lors de nos montages, et qui ressort de l'examen des deux schémas de la figure 3 :

P.N.P. : l'émetteur est réuni au positif de la pile, et le collecteur au négatif.

N.P.N. : l'émetteur est réuni au négatif de la pile, et le collecteur au positif.

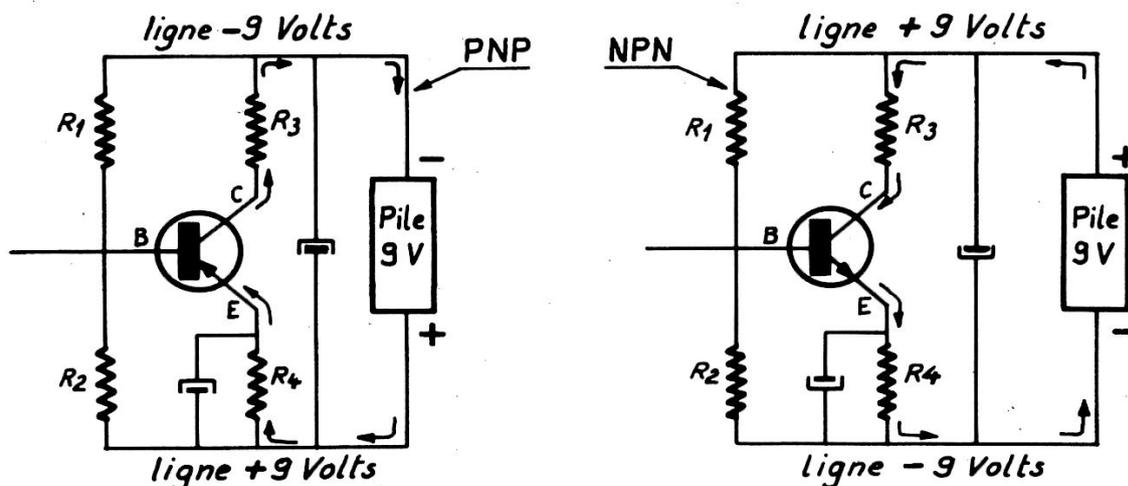


Fig. 3 Le montage de base des deux types de transistors.

Nous avons intégré dans ces schémas-types des condensateurs électrochimiques, pour rappeler que le branchement de leur polarité doit être adapté à celle de la pile.

Les flèches représentent le sens conventionnel du courant débité par la pile, et ceci pour le circuit émetteur-collecteur, celui qui nous intéresse, et que nous pourrions appeler le courant utile.

Ce courant peut être déclenché, ou annulé, ou modifié, par le potentiel de la base, plus exactement par la différence de potentiel qui existe entre la base et l'émetteur. Et bien des montages que nous allons réaliser dans cet ouvrage constituent une remarquable démonstration pratique du fonctionnement d'un transistor tel que nous l'exposerons ici.

Examinons plus particulièrement ce fonctionnement en nous reportant au montage P.N.P., fort répandu en pratique.

Suivant que la différence de potentiel existant entre la base et l'émetteur est plus ou moins importante, le courant émetteur-collecteur est lui-même plus ou moins important. Si la base se trouve au même potentiel que l'émetteur (base reliée à la ligne + 9 volts), le courant émetteur-collecteur est nul.

Les résistances  $R_1$  et  $R_2$  constituent ce que l'on dénomme souvent le pont de base. C'est un pont diviseur de tension, qui en fait se trouve branché aux bornes de la pile d'alimentation. Son point de jonction détermine le potentiel auquel est portée la base par rapport à l'émetteur. En modifiant le rapport des valeurs des deux résistances, on peut agir sur le potentiel de la base, donc sur le courant émetteur-collecteur. Raison pour laquelle nous trouverons dans certains montages l'une de ces résistances remplacée par une résistance ajustable manuellement, ou par une thermistance (résistance variant avec la température).

Et si l'une de ces résistances est une photorésistance (résistance variant sous l'effet de la lumière), on commande facilement le courant du transistor par un rayon lumineux...

La ligne + 9 volts est la ligne de référence. C'est le « point froid » du montage, le point de *potentiel zéro*, le point de masse, à partir duquel sont comptées et mesurées les tensions sur les broches du transistor. Remarquez que dans le cas présent ces tensions sont toutes négatives par rapport à la masse.

Dans le cas d'un classique montage d'amplificateur, la tension alternative à amplifier est appliquée entre base et masse, et la tension amplifiée est recueillie aux bornes de la résistance de collecteur R3 qui est la résistance de charge. Eventuellement, c'est à partir de là que l'on transmet à un autre étage amplificateur suivant.

La résistance d'émetteur R4 joue un rôle de *compensation thermique*. On peut constater qu'un échauffement du transistor provoque une augmentation du courant émetteur-collecteur, et qu'inversement une augmentation de ce courant provoque un échauffement du transistor. Dès que ce cycle est déclenché et atteint, c'est « l'emballement », le cercle vicieux qui se termine par la destruction du transistor par fusion de ses jonctions. Le rôle de la résistance d'émetteur R4 est de s'opposer à cet emballement, dans une certaine marge de fonctionnement.

On rencontre maintenant des transistors *au germanium*, et des transistors *au silicium*. Disons brièvement que si les premiers s'accommodent des températures ordinaires et supportent mal les températures élevées, il en est du contraire pour les seconds.

Voyons maintenant de très près le branchement et repérage des transistors.

C'est une partie très importante et que nous vous demandons d'examiner avec attention. Nous avons pu constater en effet que c'est fréquemment une mauvaise identification des broches d'un transistor, une erreur de branchement, qui sont la cause d'un montage « qui ne marche pas », voire d'un transistor détruit, hors service.

Voyez en figure 4.

Nous y avons représenté les principaux repérages des modèles que nous serons amenés à employer.

En A, brochage extrêmement classique de transistors tels que les OC71, OC72, OC76, OC80. On peut dire que c'est le premier qui fut adopté dès la diffusion des transistors au stade public. Le repérage se fait à partir d'un point de couleur qui indique le collecteur.

En B, observons une nette dissymétrie dans la répartition des broches, celle du collecteur étant nettement éloignée. D'autre part, ce modèle que nous rencontrerons dans les montages à très haute fréquence comporte une broche de masse reliée au boîtier, et qui fait office de blindage.

En C, remarquons que si les broches E et B sont bien isolées, celle du collecteur est reliée au boîtier. Il y a lieu d'en tenir compte lors des branchements et manipulations.

En D, le transistor de puissance, pouvant admettre un courant de collecteur de l'ordre de l'ampère et plus. Remarquez que les broches E et B ne sont pas en réalité au milieu du boîtier, et c'est ce qui permet leur repérage. Quant à la prise du collecteur, elle se fait sur le boîtier lui-même, par exemple par cosse à souder et vis dans l'un des trous de fixation.

En E, les cosses E et C sont isolées, mais cette fois c'est la cosse de la base qui est réunie au boîtier.

En F, repérage des broches par une répartition en triangle disposé de telle sorte que l'identification soit toujours possible.

En G, répartition également en triangle, mais ici les cosses très rapprochées pourraient présenter quelques difficultés d'identification. Il y a donc un point de couleur qui repère le collecteur.

En H, nous trouvons encore ici une cosse de blindage qui devra être reliée à la masse. Répartition symétrique, le repérage se fait à partir d'un petit ergot métallique.

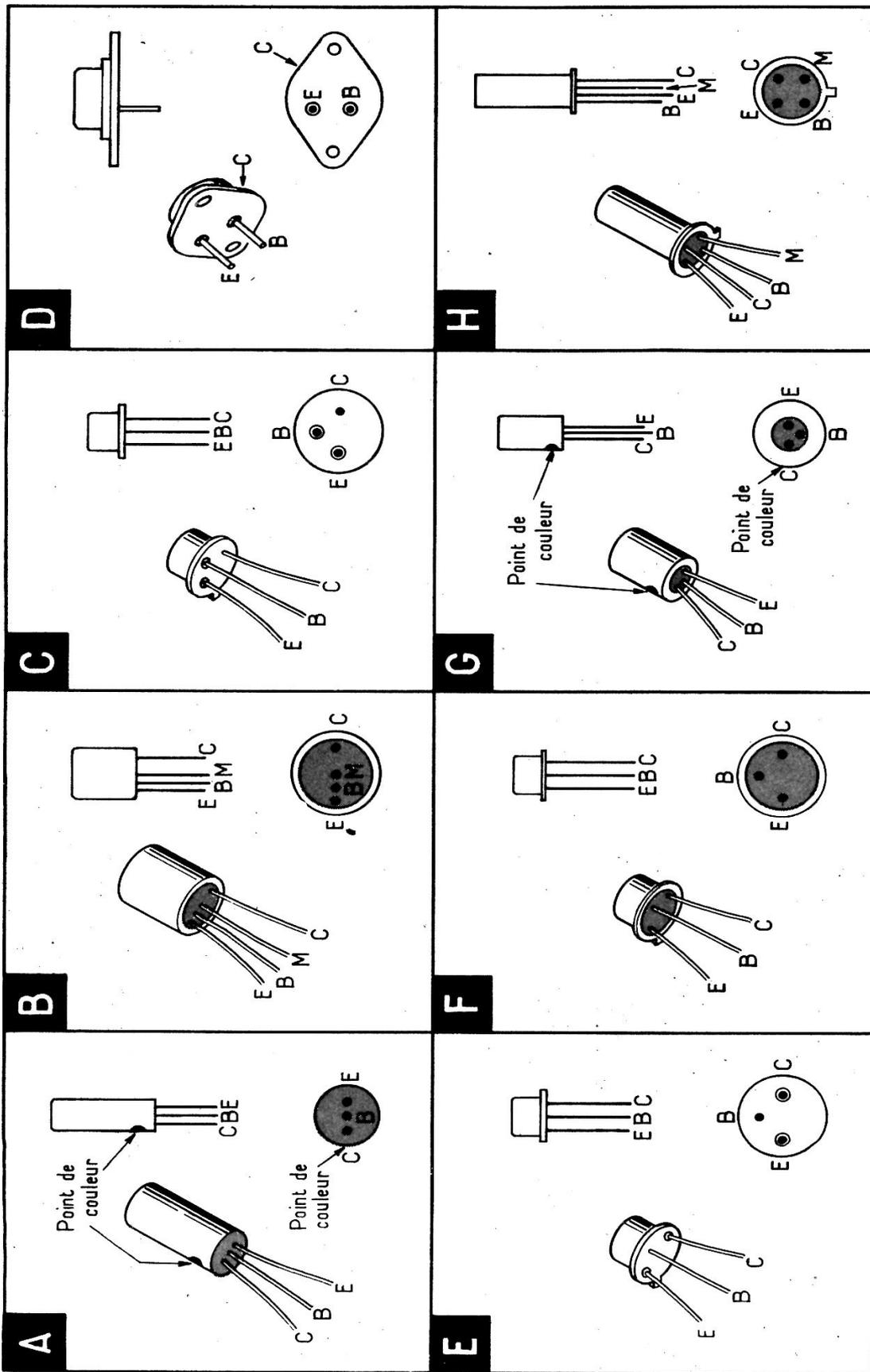


Fig 4 Branchement et repérage des broches des transistors, pour les modèles les plus usités

## Les unités des résistances et condensateurs

De même que l'on utilise des unités pour mesurer des longueurs ou des surfaces, on utilise des unités pour mesurer la résistance ohmique des résistances, et la capacité des condensateurs.

L'unité de résistance ohmique est l'OHM, que l'on désigne dans les schémas par la lettre grecque  $\Omega$  (oméga). Nous n'aurons pratiquement jamais à utiliser ses sous-multiples, mentionnons donc ses multiples :

- le KILOHM, qui vaut 1 000 ohms, et que l'on écrit sur les schémas  $k\Omega$ ,
- le MEGOHM, qui vaut 1 million d'ohms, et que l'on écrit sur les schémas  $M\Omega$ .

Partant de là, et en simple application du système décimal si commode, il est bien entendu que par exemple :

2,2 kilohms est équivalent à 2 200 ohms

De même que :

0,47 mégohm	est équivalent à	470 kilohms
0,056 mégohm	»	56 kilohms
18 kilohms	»	18 000 ohms
0,1 mégohm	»	100 kilohms
0,27 kilohm	»	270 ohms
1 kilohm	»	1 000 ohms

L'unité de capacité des condensateurs est le MICROFARAD, que l'on désigne sur les schémas par les lettres  $\mu F$  ( $\mu$  : lettre grecque mu). Nous rencontrerons très couramment ses sous-multiples :

- le NANOFARAD, qui vaut 1 000 fois moins, et que l'on écrit sur les schémas nF,
- le PICO FARAD, qui vaut 1 million de fois moins, et que l'on écrit sur les schémas pF.

Ici encore, il est bien entendu que par exemple :

0,1 microfarad	est équivalent à	100 nanofarads
0,047 microfarad	»	47 nanofarads
47 nanofarads	»	47 000 picofarads
0,01 nanofarad	»	10 picofarads
0,22 nanofarad	»	220 picofarads
10 nanofarads	»	10 000 picofarads
0,47 nanofarad	»	470 picofarads
0,22 microfarad	»	220 nanofarads
0,22 nanofarad	»	220 picofarads

Nous vous engageons vivement à vous familiariser avec le « maniement » de ces unités et de leur marquage. Nous avons souvent pu constater des erreurs et des confusions dues à leur mauvais emploi. Et de même qu'il y a une « certaine » différence entre un mètre et un millimètre (!), il existe la même différence entre un nanofarad et un picofarad.

Il faut d'ailleurs déplorer que certains fabricants de condensateurs ne facilitent guère les choses en ne respectant pas ces symboles. On rencontre parfois en marquage :

- MF pour microfarad. Ce qui signifie en réalité mégafarad, soit donc 1 million de farads !...
- 0,005  $\mu F$ . Plutôt que cette alignée de zéros, il serait si simple de marquer 5 nanofarads : 5 nF.

— 10 000 cm par exemple, soit 10 000 centimètres, unité désuète, totalement abandonnée. Pour votre gouverne, retenez que le centimètre est sensiblement égal au picofarad.

## Le code des couleurs

Les résistances et les condensateurs à la céramique ne portent pas leur valeur marquée en chiffres, elle est indiquée par un code des couleurs qu'il importe de connaître et de savoir appliquer.

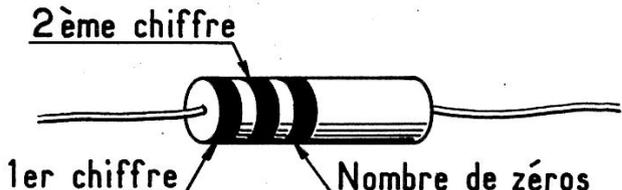
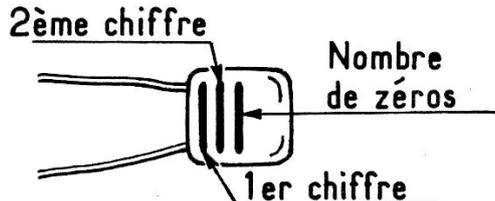
RÉSISTANCES		CONDENSATEURS	
			
Couleur	1er cercle 1er trait	2ème cercle 2ème trait	3ème cercle 3ème trait
Noir	Zéro	Zéro	Aucun
Marron	1	1	0
Rouge	2	2	00
Orange	3	3	000
Jaune	4	4	0000
Vert	5	5	00000
Bleu	6	6	000000
Violet	7	7	
Gris	8	8	
Blanc	9	9	

Fig. 5 Pour tout montage de radio ou d'électronique, il est indispensable de connaître ce code des couleurs.

Reportez-vous au tableau de la figure 5, que nous allons soigneusement commenter ; commençons par les résistances.

On part toujours du cercle de couleur qui se trouve à l'une des extrémités ; il nous donne le premier chiffre.

Ensuite le second cercle donne le second chiffre, et le troisième cercle indique le nombre de zéros qu'il faut ajouter.

Voici quelques exemples d'applications :

- Premier cercle, rouge : 2.
- Second cercle, violet : 7, soit donc 27.
- Troisième cercle, rouge : 2 zéros à ajouter, soit donc 2 700 ohms.

Poursuivons :

- jaune - violet - orange : 47 000 ohms, soit 47 kilohms ;
- jaune - violet - jaune : 470 000 ohms, soit 470 kilohms ;
- orange - orange - noir : 33 ohms ;
- orange - orange - marron : 330 ohms ;
- marron - noir - bleu : 10 000 000 ohms, soit 10 mégohms ;
- trois cercles rouges : 2 200 ohms ;
- trois cercles orange : 33 000 ohms, soit 33 kilohms ;
- orange - blanc - rouge : 3 900 ohms ;
- marron - noir - noir : 10 ohms.

Ces quelques exemples vous feront certainement bien saisir le mécanisme de fonctionnement de ce code, qui peut paraître compliqué à première vue, mais qui, en réalité, est fort simple et se justifie à l'usage. Nous vous conseillons de vous familiariser avec, de vous entraîner à son emploi. Remarquez bien qu'il n'est pas nécessaire du tout de l'apprendre par cœur. Il vous suffit de recopier par exemple sur un papier que vous aurez facilement à portée de la main, uniquement la liste des couleurs avec le chiffre qui lui correspond. Le reste est une question d'application.

Pour les condensateurs en plaquette, comme nous en avons représenté un exemplaire, nous suivrons exactement le même processus, avec les seules spécifications suivantes :

- on part du trait situé du côté des fils de câblage ;
- le résultat est donné en picofarads.

Par exemple :

- marron - noir - orange : 10 000 picofarads, soit 10 nanofarads.

**ATTENTION :** Résistances et condensateurs pourront comporter d'autres cercles ou bandes, indiquant des tolérances de fabrications, des coefficients de température... Nous ne les avons pas cités, ils ne sont pas utiles pour les besoins pratiques des montages courants.

Et cela dans le but de vous faciliter les choses, de simplifier, de localiser uniquement à ce qui est nécessaire et suffisant, ce qu'il est essentiel de connaître.

Me trouvant maintenant depuis plus de vingt années en contact avec l'Amateurisme-Radio, je puis dire que, parmi les causes classiques qui font qu'un montage « ne marche pas », l'une des plus courantes est l'erreur dans l'application du code des couleurs.

Par exemple : interversion entre une 2 700 ohms et une 270 000 ohms... Bien qu'il n'y ait qu'une « légère » différence sur une couleur, ce n'est quand même pas tout à fait pareil !... Et imaginez un peu le résultat que cela peut donner sur un montage...

Pensez-y !



## Le soudage

Voyons maintenant l'opération du soudage.

Si je l'ai également retenue dans cette rubrique des rappels utiles, c'est que je puis dire ici encore que la mauvaise soudure est l'une des causes parmi les plus fréquentes de l'échec, du résultat décourageant.

Un appareil qui comporte un ou plusieurs soudages mal faits peut ne pas marcher du tout, ou fonctionner par intermittence, ou faire entendre des crachements et crépitements, ou s'arrêter sur chocs et secousses, à moins qu'il ne démarre et fonctionne que sur chocs et secousses...

Et parfois, pour rechercher *une* mauvaise soudure dans un appareil dit « terminé », on passe plus de temps qu'on en a passé au montage total.

Ceci posé, venons-en au fait.

Nous disposons d'un fer à souder d'une puissance de l'ordre de 35 à 60 watts environ, et dont la panne doit toujours être maintenue bien propre. L'essuyer de temps à autre avec un chiffon, ou la gratter avec une carte ou avec une lime.

Nous disposons également d'un rouleau de soudure auto-décapante, constituée par un alliage à base d'étain, se présentant sous la forme d'un gros fil malléable de 1 à 2 millimètres de diamètre, creux, et contenant une composition décapante. Au moment du soudage, le décapant fond avant l'étain, coule sur les parties de pièces à souder, et les décape, les préparant à recevoir la soudure.

Voyez maintenant en figure 6.

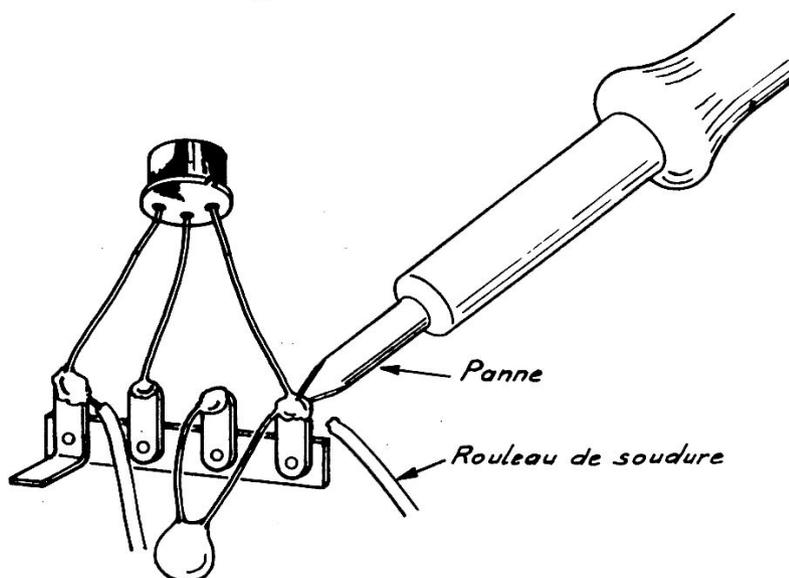


Fig. 6 Un bon soudage : gage de bons contacts, d'un montage « qui marche »...

Nous avons deux ou plusieurs fils de connexions que nous voulons relier ensemble par soudage. Il faut tout d'abord que ces fils tiennent d'eux-mêmes, car nos deux mains vont être occupées. Pour cela, faire à la pince une légère boucle, juste ce qu'il faut pour que ça tienne. Ne pas pincer et refermer totalement, car il faut toujours se réserver la possibilité de pouvoir dessouder en vue de vérifications ou remplacements ultérieurs.

Déposer un peu de soudure sur la panne.

Appliquer la panne sur les pièces à souder. La soudure qui a été préalablement déposée a uniquement pour but d'établir une meilleure conduction de chaleur, entre la panne et les fils de connexions que l'on veut chauffer.

Appliquer l'extrémité de la soudure sur les pièces à souder (et non sur la panne). Si elles sont bien chauffées, le décapant coule d'abord, puis l'étain fond comme un liquide visqueux. Il doit se répandre sur les fils que l'on veut souder, les recouvrir, les enrober.

Enlever fer et soudure et attendre que ça refroidisse.

Durant ce court laps de temps, les fils doivent être maintenus rigoureusement immobiles. L'opération terminée, on peut pour vérifier, tirer légèrement sur les fils ; rien ne doit bouger.

Quelques observations :

— Une soudure bien faite est *lisse et brillante*, bien coulée, aplatie, faisant corps avec les éléments.

— Une mauvaise soudure est *granuleuse et terne*, elle reste en boule, elle ne fait pas corps.

— Un fer à souder qui n'est pas assez chaud est cause de mauvaise soudure.

— Une mauvaise soudure aboutit à des fils *collés* et non réellement soudés. Si l'on tire dessus, ça finit par venir. Alors qu'on ne peut absolument pas arracher les fils d'une bonne soudure.

— Le décapant doit être entièrement résorbé, brûlé, c'est une matière brune, il ne doit plus en rester de trace.

— Une parcelle de décapant mal résorbée peut se comporter comme un isolant, qui empêche de bons contacts. Ce n'est pas ce qu'on recherche...

— Si vous vous trouvez devant un appareil comportant plusieurs soudures défectueuses, douteuses, la solution est simple et immédiate : fer bien chaud, vous appliquez à nouveau et faites fondre. Ne rajouter de la soudure qu'en cas d'insuffisance.

— L'opération du soudage se fait relativement rapidement, avec un fer bien chaud et propre. Dans le cas contraire, il faut laisser le fer plus longtemps en contact ; pendant ce temps, la chaleur se propage et risque d'aller détériorer transistors, diodes ou autres composants.

— Donc, et bien que cela puisse paraître paradoxal, un fer bien chaud risque moins de détruire des semiconducteurs.

— Les fils ou pièces que l'on se propose de souder doivent toujours être très propres. Cela facilite l'action du décapant.

Tout ceci étant bien vu :

Nous avons insisté et largement développé cette pratique du soudage. Mais dites-vous bien qu'une fois un tant soit peu entraîné, une telle opération se fait rapidement, d'une façon quasi automatique, sans y réfléchir. Au besoin, entraînez-vous au préalable sur quelques pièces de rebut.

Nous avons indiqué plus haut qu'il faut éviter de faire aux fils des connexions des boucles pincées ou entortillées. Parce que, en cas de nécessité de dessoudage, il faut :

— d'une main, appliquer le fer pour liquéfier à nouveau ;

— de l'autre main, tirer sur la connexion à retirer.

Si les fils sont enroulés ou entortillés, il faudrait alors une troisième main pour les défaire...



## Un récepteur à une diode et deux transistors

Nous poursuivons la réalisation de nos modèles réduits de récepteurs.

A partir des mêmes éléments de haute fréquence, nous trouvons maintenant une amplification de basse fréquence constituée par deux transistors successifs. Cette amplification plus importante nous autorise à pouvoir actionner un petit haut-parleur.

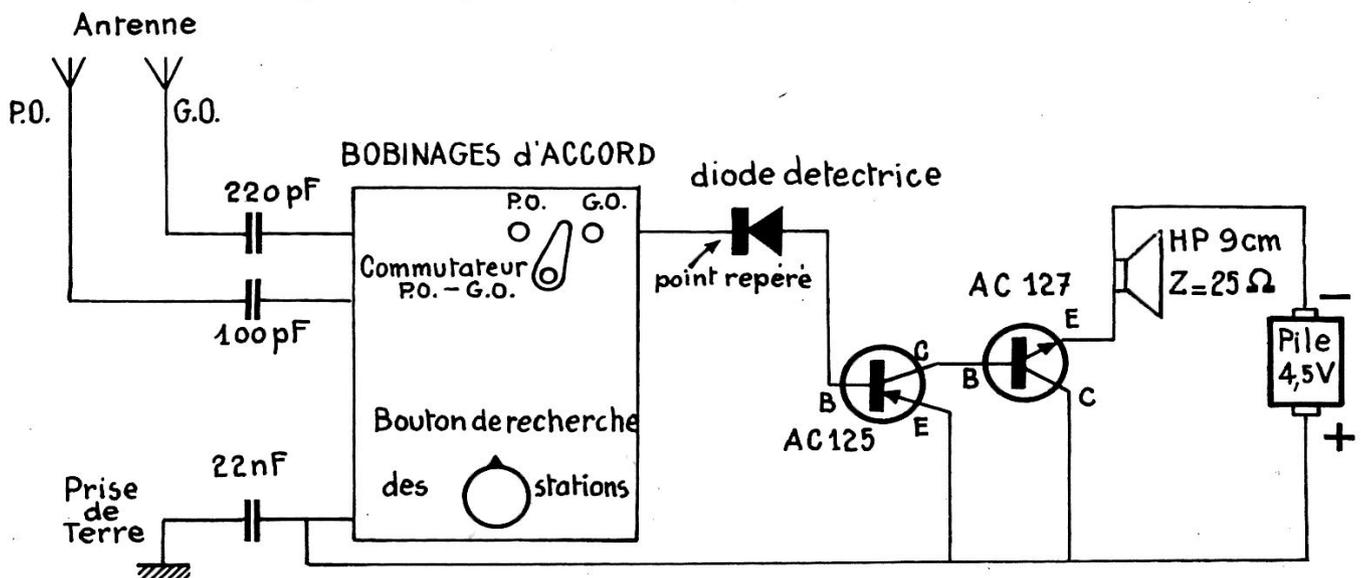


Fig. 11

Toujours dans un but de recherche de simplicité, nous avons établi une combinaison de transistors P. N. P. et N. P. N. qui a abouti à ce schéma.. sans résistances ni condensateurs... D'autre part, le haut-parleur est

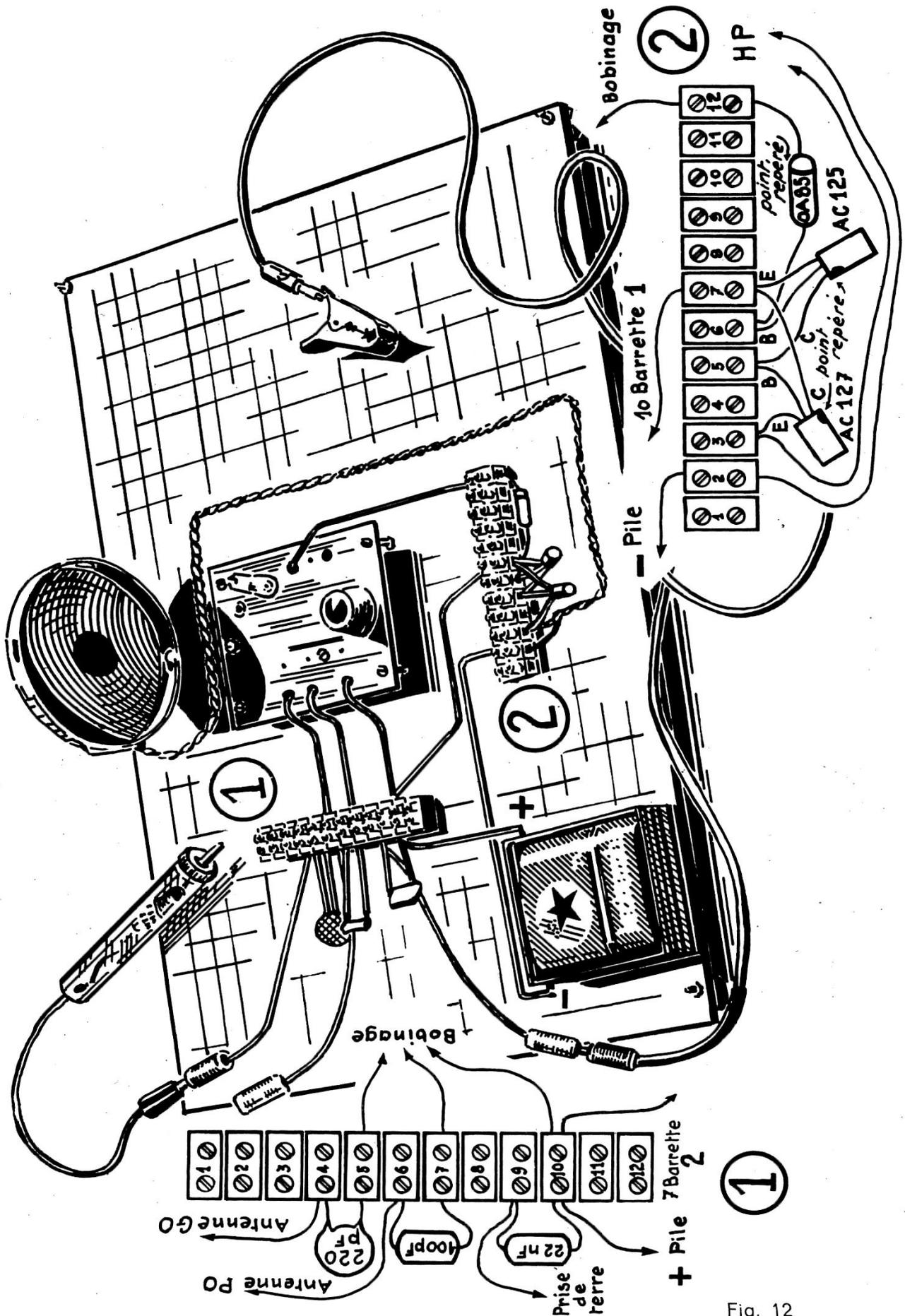


Fig. 12

branché sans transformateur de modulation, mais il doit être d'impédance élevée : 25 ohms.

En figure 12, la réalisation pratique sur la table de travail.

Nous veillerons ici à éviter erreurs et confusions. C'est l'AC 125 qui est un P. N. P., c'est l'AC 127 qui est un N. P. N. Il faut également respecter le sens de branchement de la diode, c'est le côté négatif, non marqué, qui est relié à la base du P. N. P.

Chaque fois que vous avez en main des transistors nouveaux, identifiez-les, regardez leur brochage, reportez-vous au tableau de la figure 4, repérez l'emplacement des broches. Ici, plus particulièrement, isolez les fils par du souplisso, ils se croisent et risquent fort de se toucher. Un court-circuit entre certaines broches entraîne la mort certaine du transistor visé.

Le haut-parleur est un modèle de 9 centimètres de diamètre, nous l'avons vissé directement sur le panneau.

Résultats d'écoute : intéressants lorsqu'on considère le peu de matériel mis en jeu ; écoute confortable sur haut-parleur de plusieurs stations en Petites Ondes et en Grandes Ondes. Nous sommes en ville et ne pouvons utiliser que l'antenne-secteur. Rappelons encore qu'avec ces types de récepteurs à amplification directe, si réduits, les performances dépendent étroitement du lieu géographique de la réception. C'est suivant l'endroit où vous vous trouvez que vous pourrez capter telle station plutôt qu'une autre, et que vous en capterez un nombre plus ou moins grand.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

Au matériel utilisé dans le montage précédent, il faut ajouter :

- Transistor AC 127.
- Haut-parleur.

## Un amplificateur pour microphone

Nous abandonnons la catégorie des récepteurs, voici maintenant le schéma d'un petit amplificateur à un transistor, représenté en figure 13.

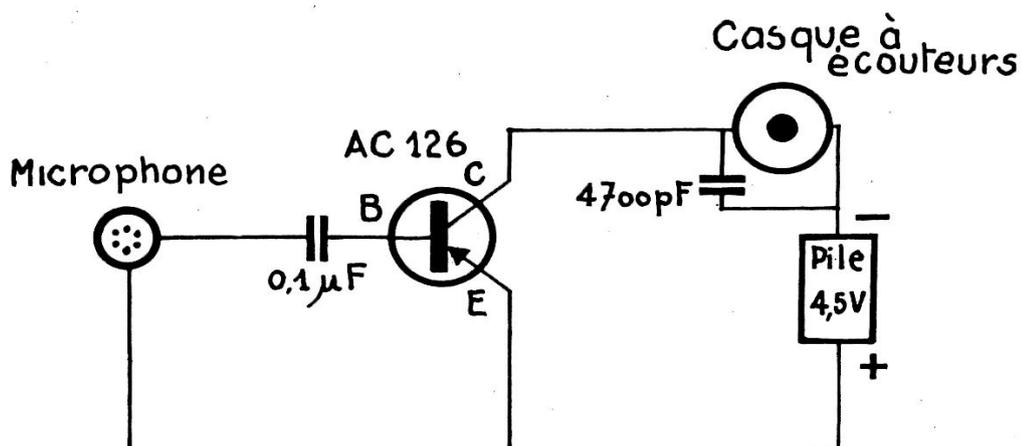


Fig. 13

L'amplificateur est constitué par un transistor AC 126, préamplificateur à fort gain monté en émetteur commun.

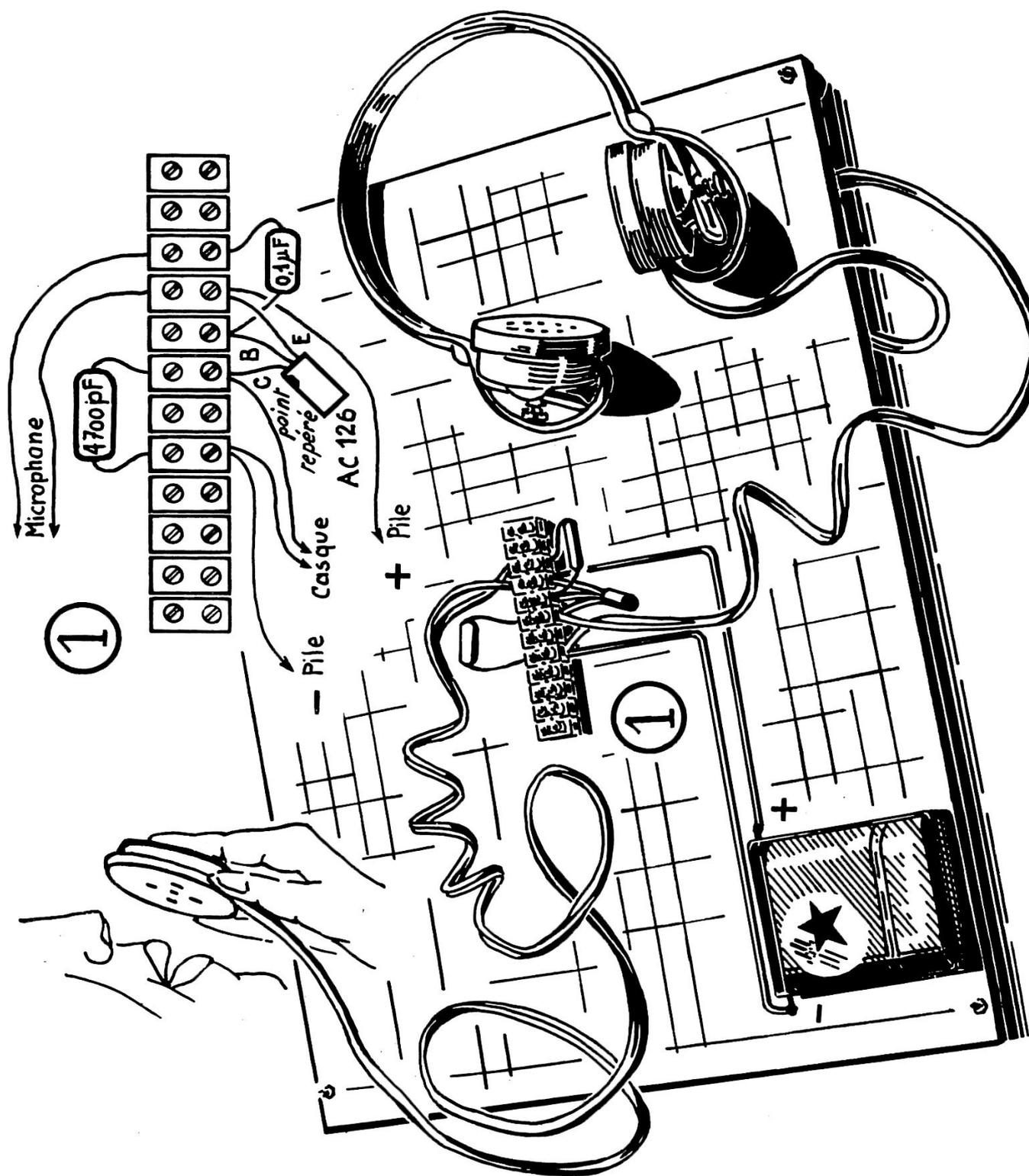


Fig. 14

Un transistor est toujours à faible impédance d'entrée, et, dans un montage amplificateur, il y a lieu d'adapter l'impédance du microphone (ou du pick-up) à celle de l'entrée de l'amplificateur. C'est le rôle ici du condensateur de 0,1 microfarad.

Le microphone est un modèle électromagnétique. En fait, c'est un écouteur, comportant un très bon aimant, de bonne qualité, ce qui lui confère une très bonne sensibilité lorsqu'on l'emploie en microphone. Nous parlerons d'ailleurs plus loin de cette *réversibilité*.

Le condensateur de 4 700 picofarads disposé aux bornes du casque a pour but d'atténuer les fréquences trop aiguës.

Le plan de montage est représenté en figure 14.

Extrêmement simplifié comme vous pouvez le constater, ce modèle d'amplificateur peut être considéré comme le type parfait de petit montage sur lequel on se « fait la main » sans grand risques d'erreur... : 2 condensateurs, pas une seule résistance...

Nous avons effectué les essais avec un cordon ordinaire à 2 conducteurs, reliant la planche du montage au casque. Avec le microphone tenu normalement à 20 centimètres environ de la bouche, la communication est reçue confortablement.

S'il vous est possible de réaliser deux ensembles, vous aboutirez à la liaison représentée en figure 15. Il est alors absolument possible de parler comme dans une liaison téléphonique courante, sans commutation.

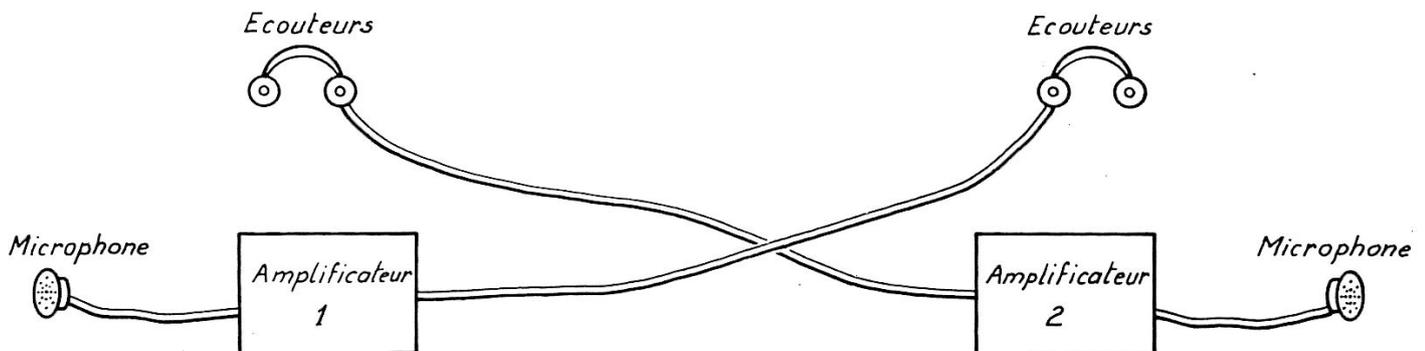


Fig. 15 Vous pouvez faire cette liaison téléphonique, sans commutation.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE





- Transistor AC 126.
- 2 condensateurs.
- Casque à 2 écouteurs.
- Micro-écouteur.

Il est bien entendu qu'à chaque fois, le matériel indiqué pour chaque montage s'ajoute au **matériel de base** que nous avons détaillé dans le chapitre précédent.

## Un buzzer électronique

Le buzzer est un petit élément très connu des Radios de Bord qui l'ont utilisé pour s'entraîner à la pratique du Code Morse, en l'occurrence la manipulation et la lecture au son. Ce mot anglais de buzzer se traduit en français par « vibreur ». Mais un vibreur désigne également l'organe qui était très employé pour l'alimentation des postes voiture à lampes. Raison pour laquelle on conserve toujours le mot de buzzer pour cette application particulière au Code Morse.

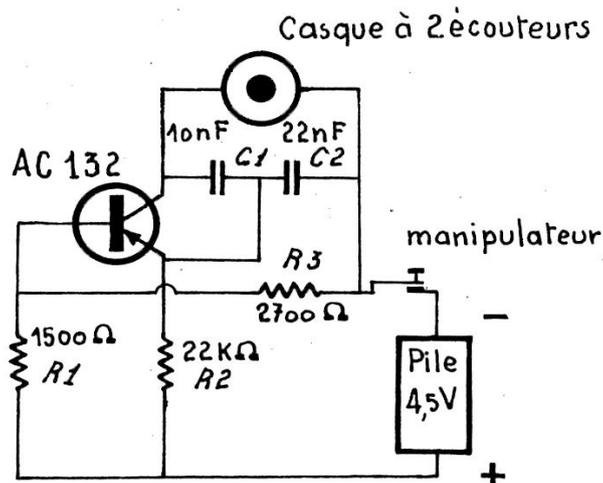


Fig. 16



Il comporte essentiellement une bobine qui attire et fait vibrer une lamelle, celle-ci en vibrant ainsi fait entendre un bruit qui correspond à la cadence des signaux Morse qu'émet l'opérateur en manipulant.

Le modèle que nous allons réaliser ici est essentiellement *électronique*, c'est-à-dire qu'il ne comporte aucune pièce mécanique en mouvement, aucune vibration. Nous voyons en figure 16 un transistor AC. 132 monté en oscillateur basse fréquence de type Colpitts, et où c'est l'enroulement du casque qui sert de bobinage oscillateur.

Le manipulateur est monté en interrupteur sur le circuit d'alimentation, lorsqu'on appuie dessus le transistor est alimenté, l'oscillation se produit et peut être entendue dans le casque.

Il est possible de modifier la tonalité produite. Pour la rendre plus grave on peut augmenter la capacité du 10 nanofarads, jusqu'à 0,1 microfarad par exemple ; pour la rendre plus aiguë on peut mettre pour C 1 et C 2 deux condensateurs de 4 700 picofarads.

Ce petit montage, représenté en figure 17, constitue un excellent entraînement à des réalisations pratiques que l'on exécute à partir d'un schéma de principe ; et un excellent entraînement à la vérification d'un montage en se reportant au schéma, et inversement. Entraînez-vous, comparez, constatez, vérifiez...

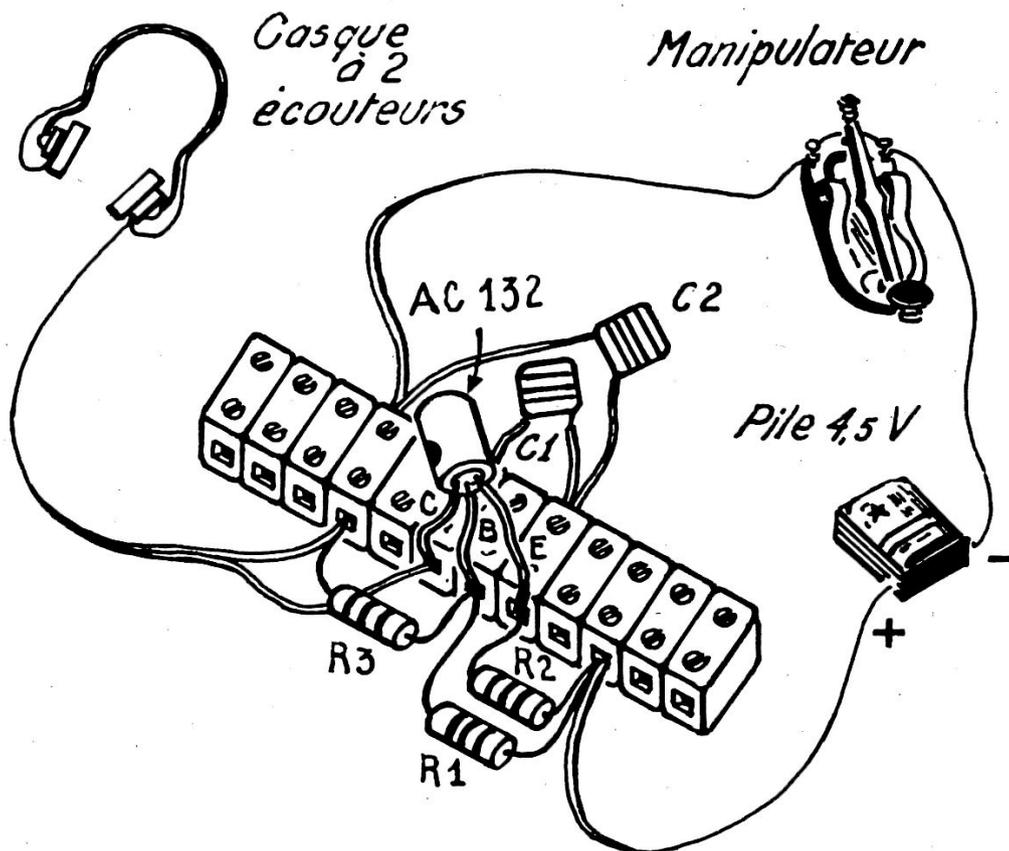
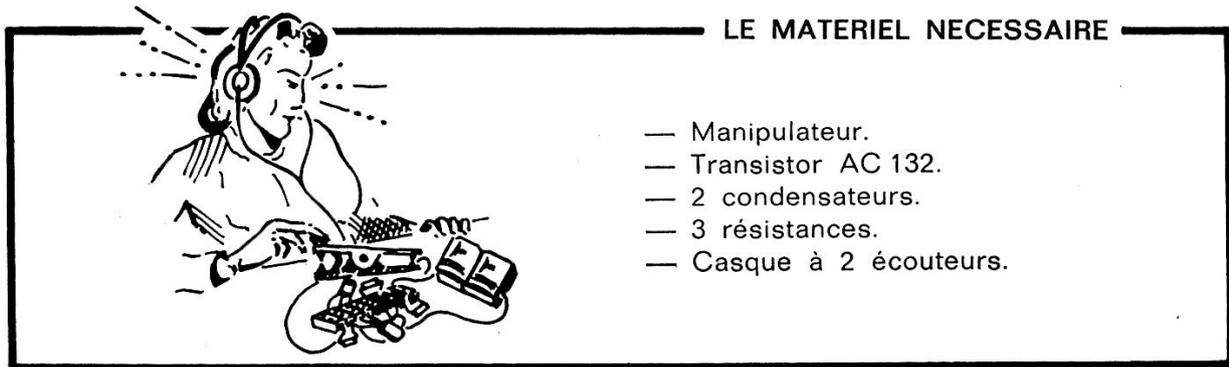


Fig. 17

Ici également, vous pouvez établir une liaison à distance dans le genre de celle que nous avons préconisée en figure 15. D'un poste émetteur, avec son manipulateur, on fait partir un fil de 10 mètres par exemple, aboutissant à un casque qu'utilise l'opérateur du poste émetteur 2. Cet opérateur dispose inversement d'un poste qui envoie des signaux dans le casque du poste 1. Voici réalisé un excellent exemple d'une liaison radiotélégraphique comme en établissent les Radios de Bord.



## Démonstration de la réversibilité électromagnétique

Lors du montage des figures 13 et 14 nous avons parlé d'un écouteur fonctionnant en microphone. Revenons un peu sur cette question.

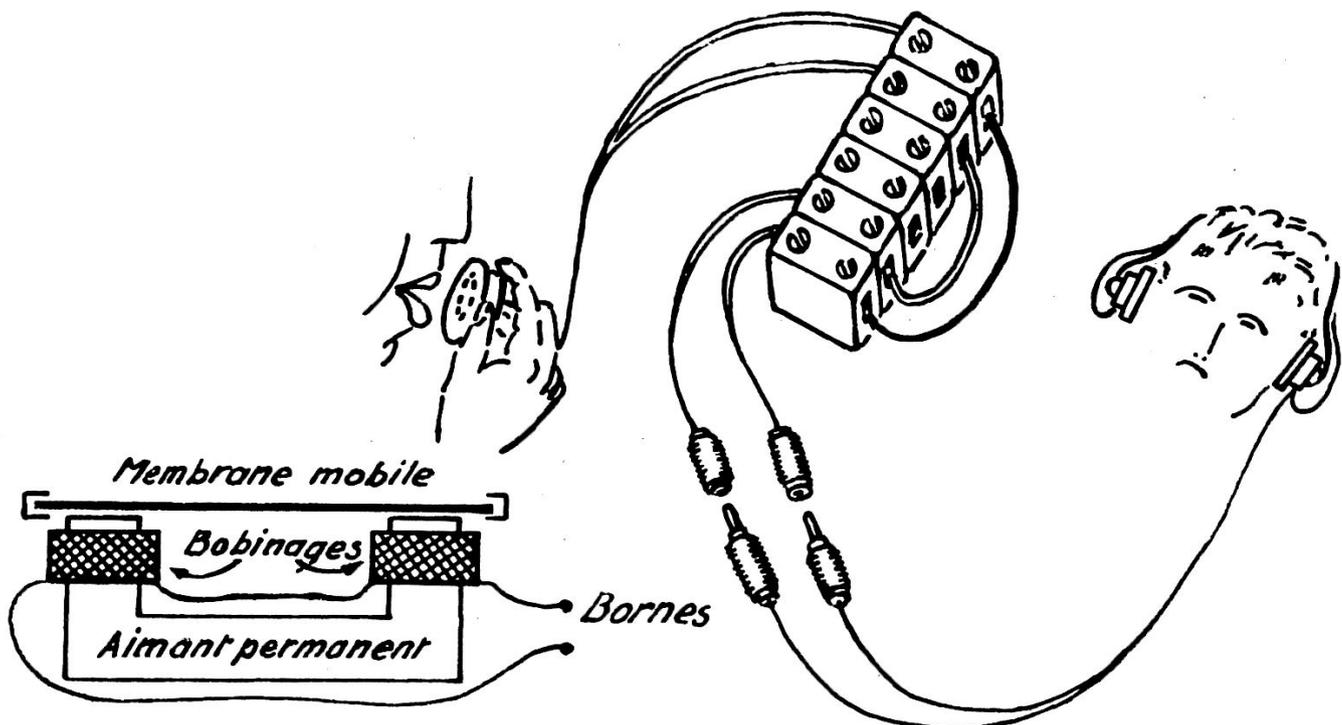


Fig. 18

Voyez en figure 18, nous y avons représenté les éléments constituant un écouteur électromagnétique, modèle tout à fait ordinaire, utilisé couramment sur les casques à 2 écouteurs. Sur les 2 pôles d'un petit aimant permanent se trouvent fixées deux bobines, deux enroulements, reliés en série. En face des pôles de l'aimant est disposée une membrane métallique, très mince, qui peut être plus ou moins attirée par l'aimant.

Si l'on envoie dans les bobinages un courant variable, un courant de modulation qui représente la parole ou la musique, il se produit des variations d'aimantation qui attirent plus ou moins la membrane. Celle-ci se déplace au rythme des courants reçus et reproduit en variations sonores le courant de modulation.

On a transformé des variations électriques en variations sonores. Un tel dispositif est également dit « transformateur électro-acoustique ».

Mais on peut faire le contraire.

Si cette fois l'on parle devant la membrane, elle se met à vibrer au rythme de la parole devant l'aimant. Etant métallique elle crée des variations d'aimantation, des variations de flux magnétique, qui traversent les bobinages, qui sont le siège de courants induits. Ceux-ci pourront être envoyés ensuite dans un amplificateur.

On a fait l'opération inverse, on a transformé des variations sonores en variations électriques.

Les résultats obtenus sont fonction de la qualité des composants, et principalement de l'aimant, qui doit pouvoir créer un champ magnétique aussi élevé que possible.

Avec deux écouteurs identiques, de bonne qualité, vous pouvez également établir une liaison très simple d'une dizaine de mètres par exemple. A chaque extrémité deux personnes parleront et écouteront tour à tour.

Remarquez qu'on retrouve exactement le même fonctionnement dans le cas d'un haut-parleur, avec l'interphone en principale application pratique... extrêmement répandue...

Nous avons ici la membrane mobile en forme de cône qui est solidaire d'une petite bobine de carton sur laquelle sont fixés quelques tours de fil. Cette bobine se déplace dans l'entrefer d'un aimant permanent, donc dans un champ magnétique qui doit être aussi élevé que possible.

Suivant le même processus qui a été développé plus haut, si l'on envoie un courant variable dans l'enroulement la membrane se déplace. Mais inversement si l'on parle devant la membrane (ce qui la déplace), on crée un courant dans l'enroulement.

Dans un interphone, c'est le même élément qui sert à la fois de haut-parleur et de microphone.

## Un récepteur ultra-simplifié

Nous avons commencé dans ce livre par des descriptions de petits récepteurs, déjà fort réduits. Dans cet esprit on peut se demander s'il n'est pas possible d'aller plus loin.

Nous l'avons fait pour vous...

Voyez le résultat, donné en figure 19 : une antenne — une diode détectrice et le casque — une prise de terre.

Aucun système d'accord ni d'amplification. Le moins que l'on puisse dire, c'est que ça vaut la peine d'essayer, mais il est bien évident qu'on n'aura quelques chances de recevoir quelque chose qu'au voisinage d'une station d'émission puissante, dans les proches environs du lieu où se trouvent les antennes d'émission, et que ce n'est uniquement que cette station qu'il sera possible de capter.

Si c'est possible, ne pas manquer de faire l'essai d'une grande antenne extérieure.

Au sujet d'un tel montage, beaucoup de radios connaissent une histoire assez curieuse et qui vaut d'être contée, car elle présente un sérieux intérêt technique :

Une diode détectrice, un transistor, sont des semi-conducteurs en ce sens qu'ils présentent des jonctions faites d'éléments conducteurs et non conducteurs. Autrement dit ils présentent des contacts imparfaits. Or dans une installation de sonorisation, nous trouvons :

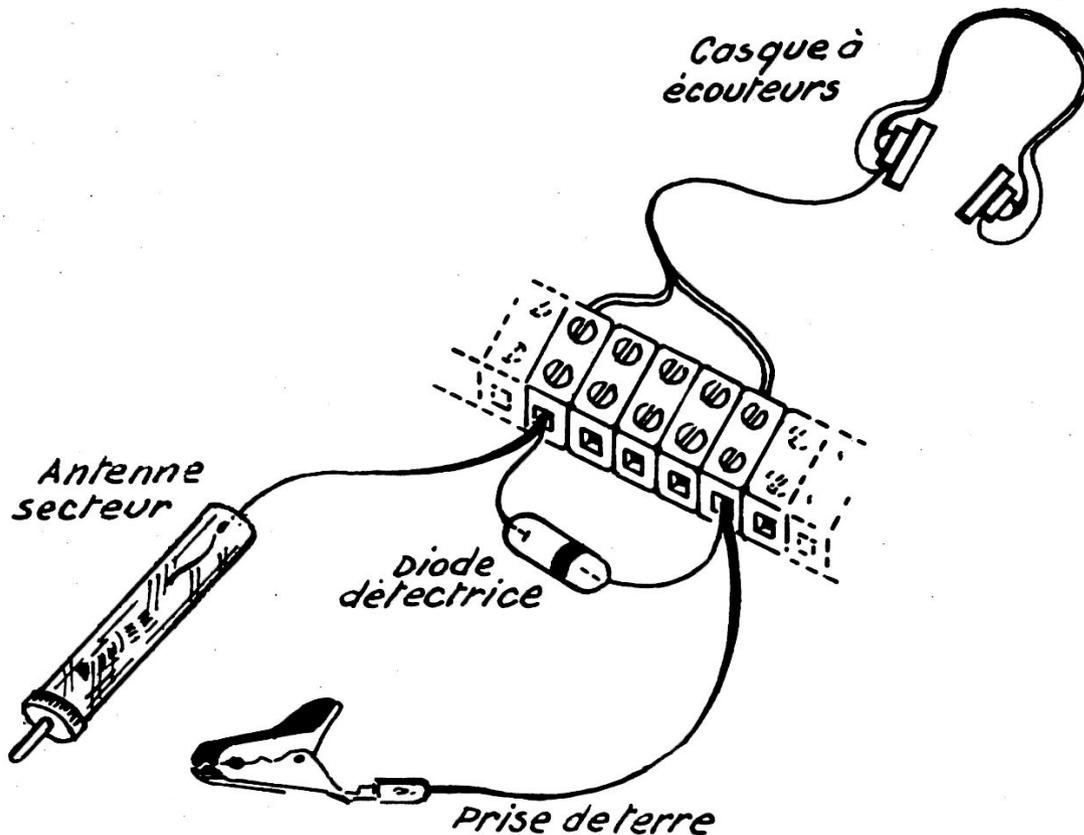


Fig. 19

— un microphone — des fils assez longs qui vont à l'entrée de l'amplificateur — à la sortie, des fils qui vont aux haut-parleurs.

Imaginez qu'à l'entrée de l'amplificateur un fil relié à un potentiomètre présente une mauvaise soudure, donc un contact imparfait...

Et voilà comment un beau jour on entendit dans les haut-parleurs d'un lieu public sonorisé les émissions de la station régionale voisine... !

Ce qui pouvait être drôle, ou constituer un petit scandale...

Lorsqu'un radio se trouve devant un tel cas pour la première fois, convenons que la panne n'est pas facile à trouver.

## Un oscillateur basse fréquence, par résistances-capacités

Nous avons en figure 20 un transistor AC132 monté en oscillateur basse fréquence dont les éléments d'entretien des oscillations sont constitués par des résistances et des condensateurs. On dénomme souvent un tel montage « un oscillateur R. C. ». Le signal qu'il engendre est sinusoïdal et ici très pur, sans déformation de la sinusoïde observée.

Ce signal est disponible aux douilles marquées « Sortie B.F. » et peut être entendu en branchant à ces douilles un casque à écouteurs.

Dans l'exemple présent la fréquence du signal est de 800 Hertz. Il est possible de la modifier, d'agir sur cette fréquence, en modifiant les valeurs des résistances et des condensateurs. Ceci pourra donner lieu à quelques essais, quelques manipulations et expériences.

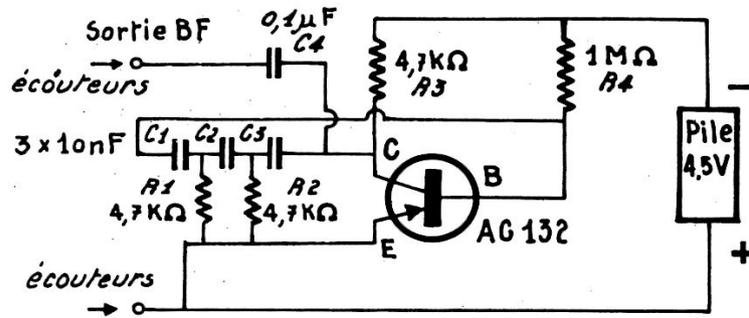


Fig. 20

— Lorsqu'on diminue la valeur des 3 condensateurs C1 à C3, la fréquence augmente.

— Lorsqu'on augmente la valeur des résistances R1 et R2, la fréquence diminue.

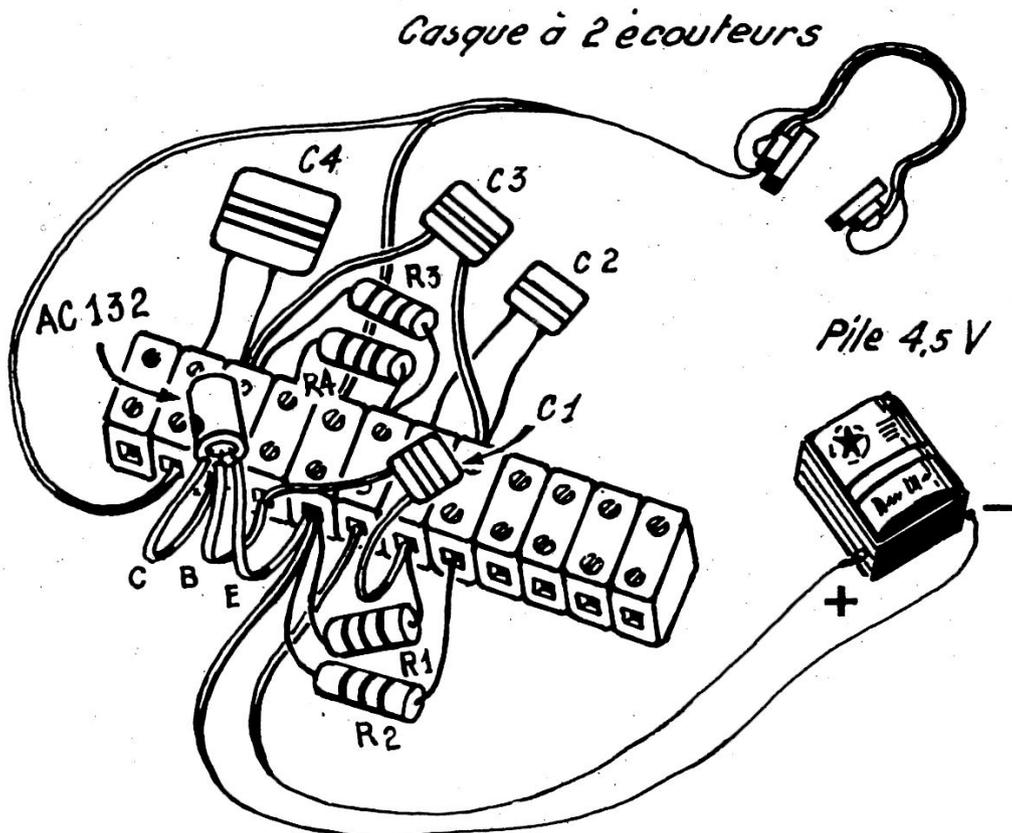


Fig. 21

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistor AC 132.
- 4 résistances.
- 4 condensateurs.
- Casque à 2 écouteurs.

## Un oscillateur basse fréquence, par transformateur

Ici l'entretien des oscillations se fait par un transformateur, dont les enroulements, primaire et secondaire, couplent entre eux deux électrodes, ici l'émetteur et la base. Le signal de basse fréquence engendré apparaît aux bornes de la résistance de charge  $R1$  et de là un condensateur de 0,1 microfarad peut transmettre ce signal à un dispositif suivant.

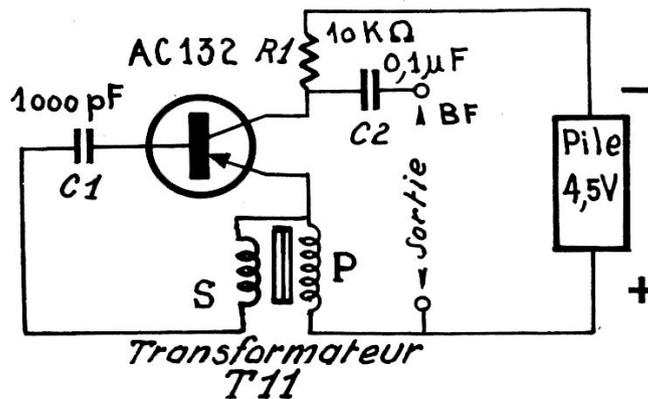


Fig. 22

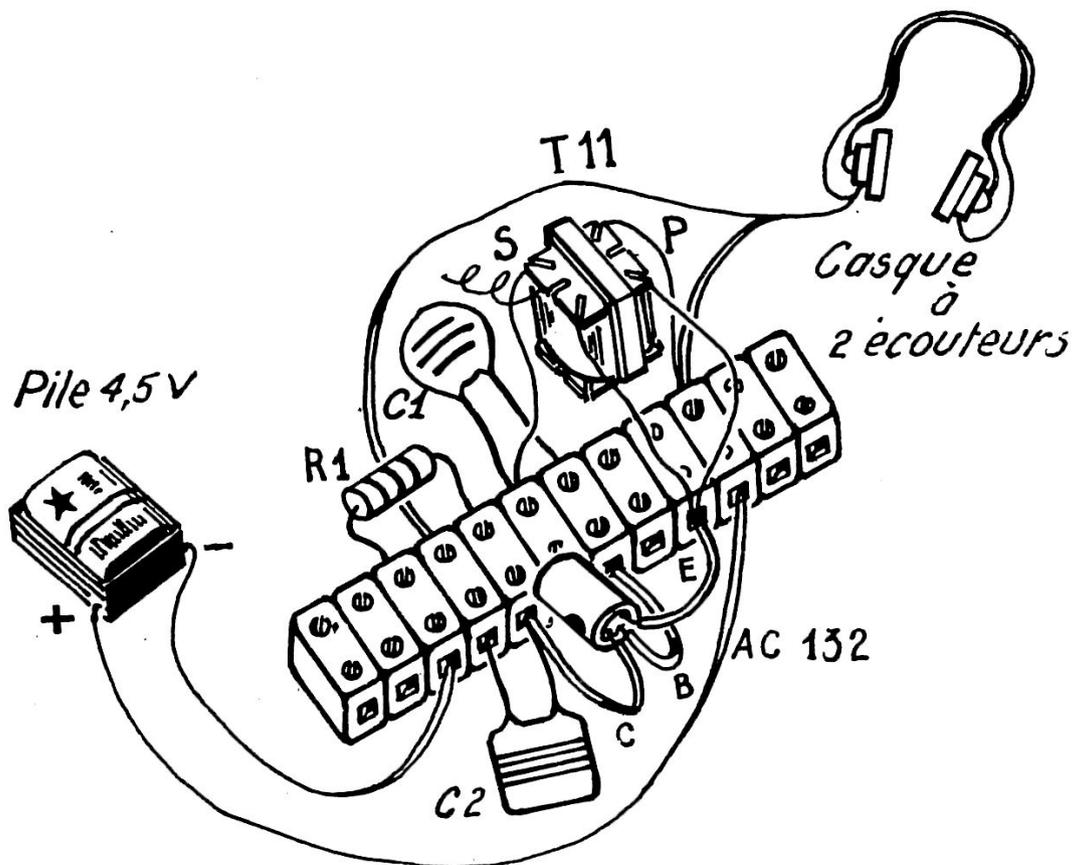


Fig. 23

Nous pouvons brancher en ce point notre casque à écouteurs, et nous entendons la fréquence de l'oscillation disponible, soit 1 000 Hertz dans le cas présent.

Il est possible de modifier cette fréquence en remplaçant le condensateur C1 par des valeurs différentes, plus faibles ou plus élevées que 1 000 picofarads.

Le transformateur utilisé comporte à son secondaire une prise médiane que nous n'utilisons pas dans le présent montage. Ceci permet d'ailleurs une identification des deux enroulements ; lors du montage pratique ne pas omettre de décaper soigneusement les fils, les extrémités doivent être grattées, l'émail éliminé. Veiller à établir des contacts corrects dans les connecteurs des barrettes serre-fils.

Remarquez que les deux oscillateurs basse fréquence que nous venons de réaliser peuvent très bien être utilisés en entraînement de lecture au son. Il suffit pour cela d'insérer un manipulateur dans l'un des fils d'alimentation qui provient de la pile.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistor AC 132.
- Transformateur T 11.
- 2 condensateurs.
- 1 résistance.
- Casque à 2 écouteurs.

## Une table de lecture au son

Voici un petit montage qui est caractérisé par l'emploi de deux transistors de types opposés. Nous avons en effet ici un AC 132 qui est un P.N.P. et un AC 127 qui est un N.P.N. Il est remarquable de constater comme l'emploi de cette combinaison aboutit à des circuits très simplifiés, sans condensateur de liaison, avec peu de résistances.

Ces deux transistors sont montés en *multivibrateur*, système oscillateur ayant la propriété de produire des signaux très riches en harmoniques, non sinusoïdaux, se rapprochant de la forme de signaux rectangulaires.

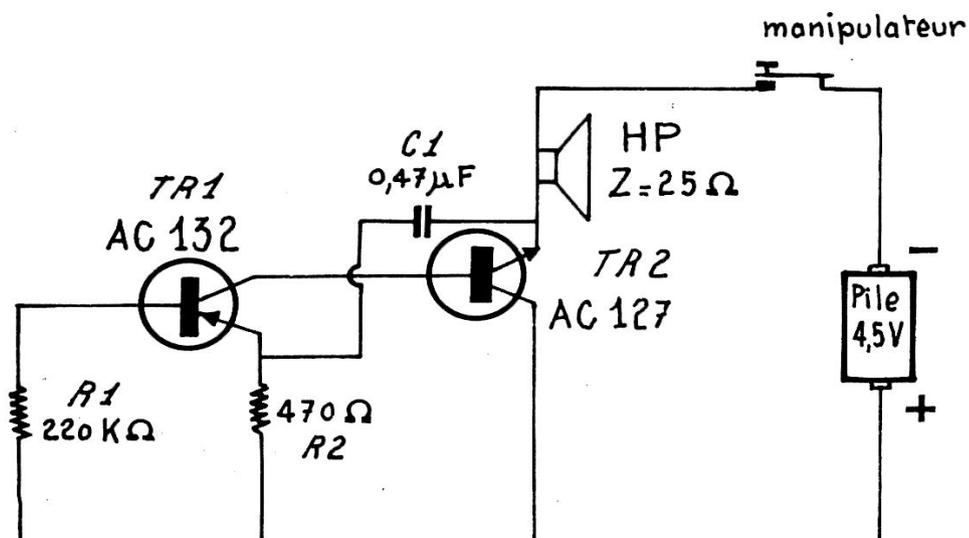


Fig. 24



Liaison au haut-parleur en direct, sans transformateur de modulation ; mais le haut-parleur doit être un modèle d'impédance 25 ohms. Nous avons adopté un diamètre de 9 centimètres, un diamètre différent pourrait d'ailleurs convenir.

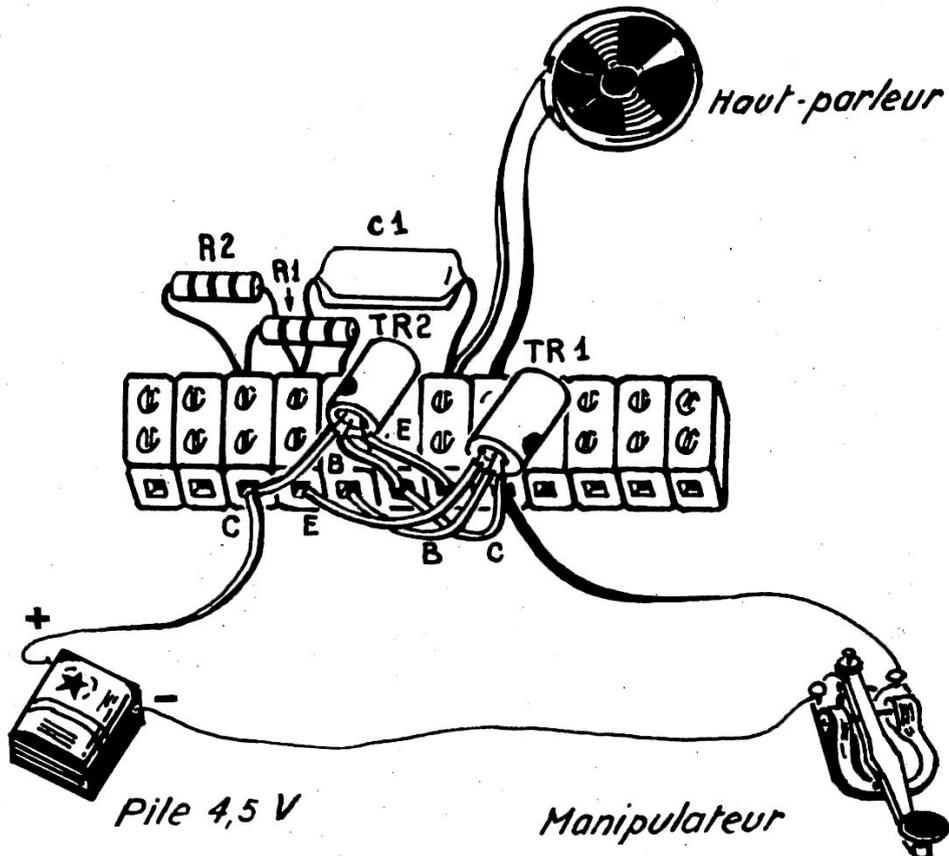


Fig. 25

### TABLEAU DE L'ALPHABET MORSE

<p>A . _</p> <p>B _ . . .</p> <p>C _ . _ .</p> <p>D _ . .</p> <p>E .</p> <p>F . . _ .</p> <p>G _ _ .</p> <p>H . . . .</p> <p>I . .</p> <p>J . _ _ _</p> <p>K _ . _</p> <p>L . _ . .</p> <p>M _ _</p>	<p>N _ .</p> <p>O _ _ _</p> <p>P . _ _ .</p> <p>Q _ _ . _</p> <p>R . _ .</p> <p>S . . .</p> <p>T _</p> <p>U . . _</p> <p>V . . . _</p> <p>W . _ _</p> <p>X _ . . _</p> <p>Y _ . _ _</p> <p>Z _ _ . .</p>
_____	
<p>1 . _ _ _ _</p> <p>2 . . _ _ _</p> <p>3 . . . _ _</p> <p>4 . . . . _</p> <p>5 . . . . .</p>	<p>6 _ . . . .</p> <p>7 _ _ . . .</p> <p>8 _ _ _ . .</p> <p>9 _ _ _ _ .</p> <p>0 _ _ _ _ _</p>
_____	
<p>= _ . . . _</p> <p>- _ . . . . _</p> <p>? . . _ _ . .</p> <p>( ) _ . _ _ . _</p> <p>• . _ . . _</p>	<p>' . _ _ _ _ .</p> <p>/ _ . . . .</p> <p>’ _ _ . . _ _</p> <p>: _ _ _ . . .</p> <p><u>Souligné</u> . . _ _ . _</p>

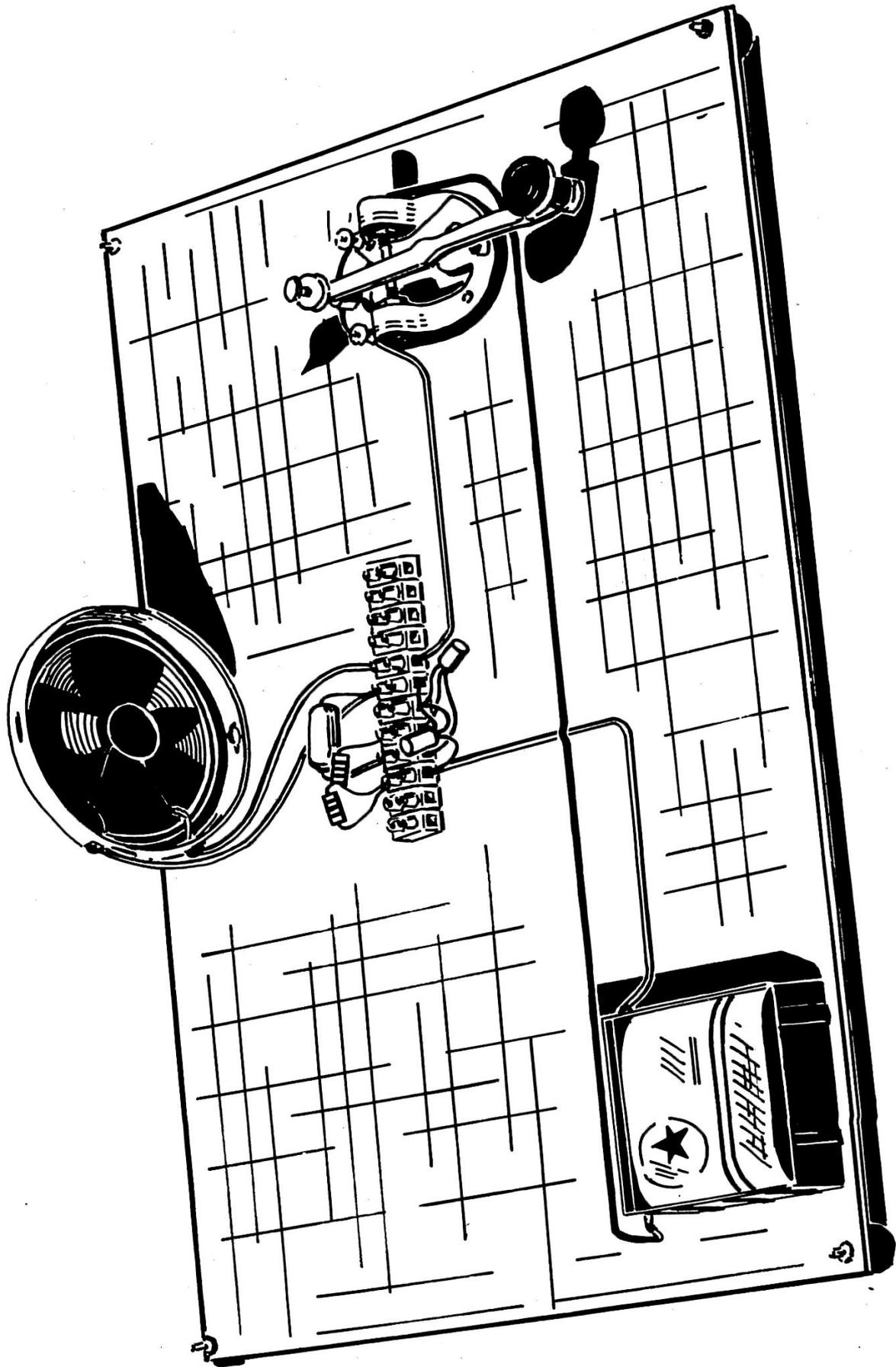


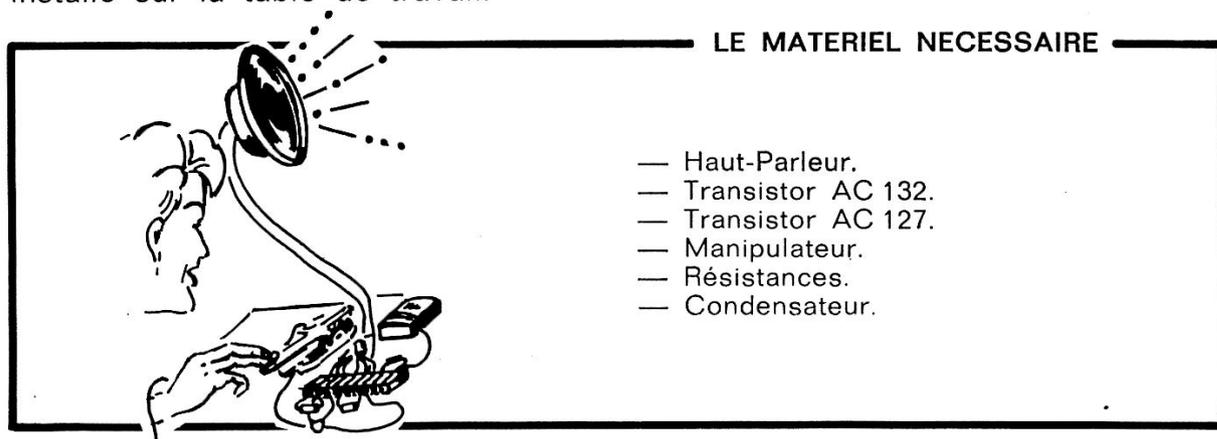
Fig. 26

Le manipulateur coupe le circuit d'alimentation de la pile, donc lorsqu'on manipule on entend les signaux Morse produits dans le haut-parleur. Le son émis se situe dans une fréquence de 800 à 1 000 Hertz environ. Il est possible de modifier cette fréquence en remplaçant le condensateur C 1 de 0,47 microfarad par des valeurs différentes, plus faibles ou plus élevées.

Signalons à ce sujet qu'au cours des essais que nous avons menés, nous avons pu constater que si l'on branche en ce point un condensateur de forte capacité, 20 microfarads dans le cas présent, on dispose d'un son de fréquence très basse, rappelant celui qui est émis par la *sirène de brume d'un bateau*.

Partant de là, on peut destiner ce montage à un tout autre emploi. En radiocommande de modèles réduits, on peut le disposer à bord d'un bateau radiocommandé. Le manipulateur étant remplacé par le relais du récepteur installé à bord, lorsqu'on envoie un ordre le bateau émet un bruit de sirène d'un effet très saisissant. Il est à remarquer que dans un tel emploi, l'ensemble du montage peut être réalisé en poids et dimensions extrêmement réduits.

A titre documentaire, nous l'avons représenté en figure 26 totalement installé sur la table de travail.



## Une sirène électronique commandée par rupture de fil

Nous retrouvons ici un montage multivibrateur, combinant 2 transistors de type différent, P.N.P. et N.P.N. Cet ensemble est commandé par la mise en place d'un fil fin, d'un fil de rupture. Ce fil dont la longueur n'est pas critique peut être disposé en anti-vol devant une porte, une fenêtre, ou tout endroit ou objet que l'on veut protéger. On peut utiliser le fil émaillé, donc isolé, suffisamment fin pour se casser sans effort.

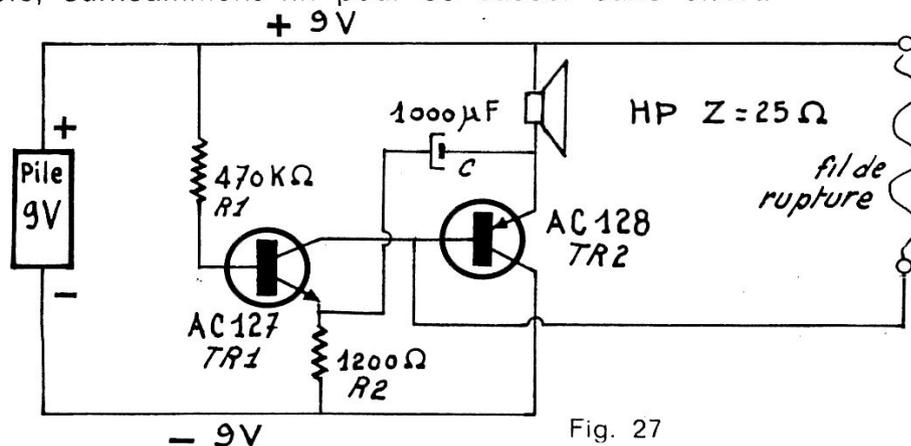


Fig. 27

A la rupture du fil, la sirène se déclenche et émet un son d'alarme. Si l'on examine le schéma de principe, on constate qu'en position d'attente, le fil de rupture relie la base de l'AC 128 directement au + 9 volts, donc à l'émetteur. Base et émetteur au même potentiel, le transistor ne conduit pas, il est bloqué.

La cassure du fil supprime ce court-circuit, la base se trouvant portée à un potentiel différent, le transistor conduit et l'ensemble entre en oscillation.

On peut procéder aux essais du montage terminé sans brancher le fil de rupture, le son émis par le haut-parleur est très puissant, avec des périodes d'affaiblissement et de renforcement convenant tout à fait bien pour une *sirène d'alarme*. Dès qu'on branche le fil, le système s'arrête.

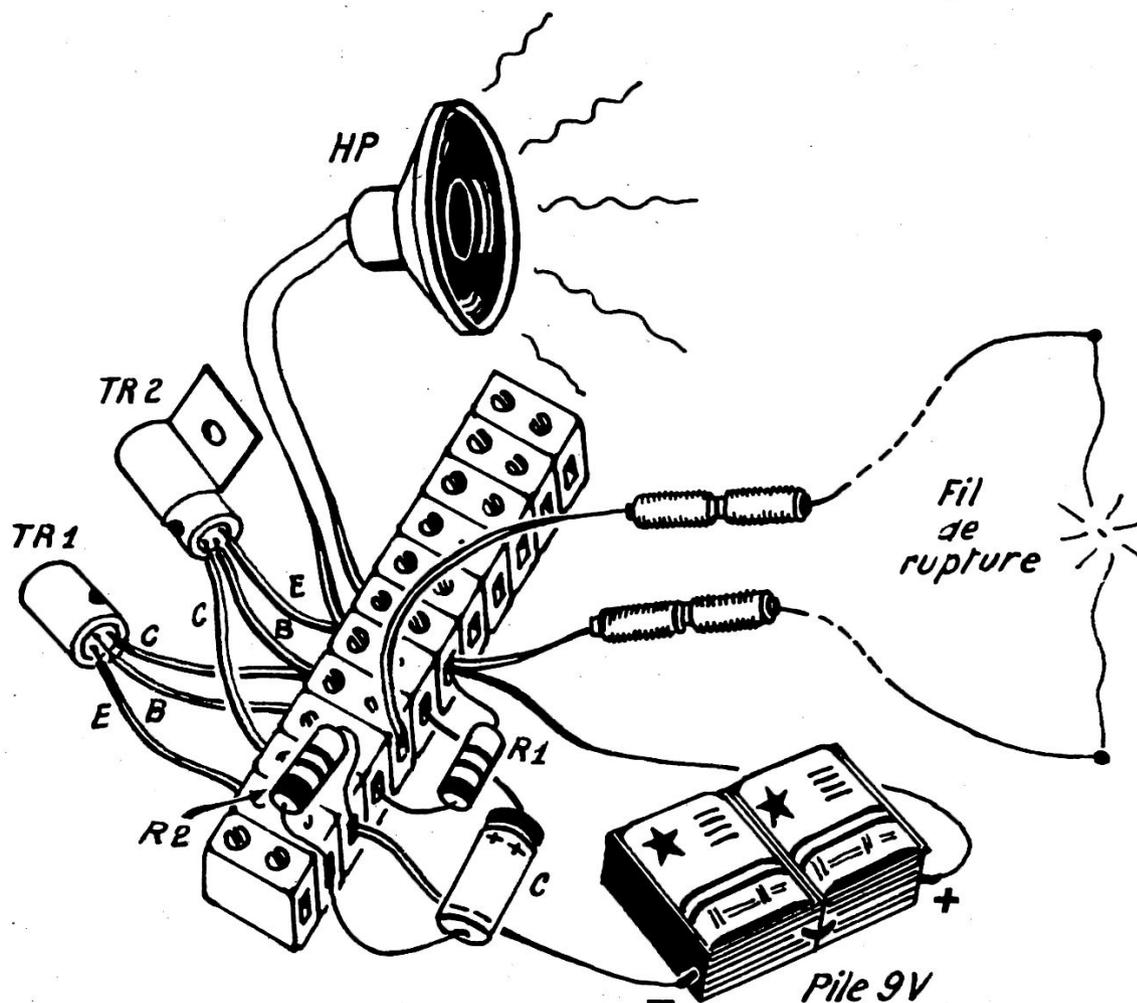
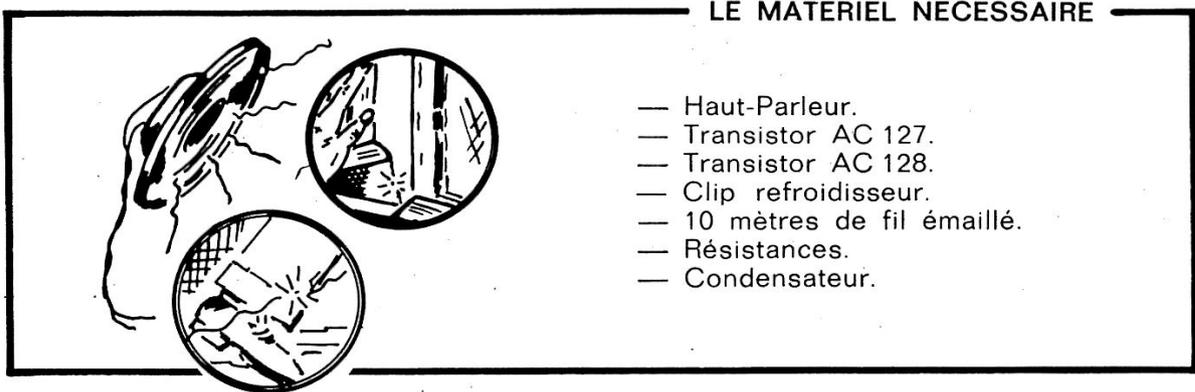


Fig. 28

Remarquons que le transistor AC 128 qui chauffe un peu ici est muni d'un clip refroidisseur ; nous avons parlé de cet accessoire au début de cet ouvrage. Haut-parleur d'impédance 25 ohms, diamètre 9 centimètres.

Ici également, ce dispositif peut être monté en sirène électronique à bord d'un modèle réduit de bateau.

La tension de 9 volts est fournie par 2 piles de 4,5 volts reliées en série. Rappelons que pour cela, on relie la borne positive de l'une à la borne négative de l'autre.



## Un métronome électronique, avec voyant lumineux

Rappelons que le métronome est un petit instrument mécanique, qui se remonte à la main, muni d'un balancier. Pour chaque position extrême de ce balancier, l'appareil émet un « top » sonore. C'est donc un appareil destiné à donner des cadences de temps régulières, son emploi classique est de rythmer les temps d'une exécution musicale, toutes autres amplifications restant bien entendu possibles.

Le montage exécuté ici fournit donc le même résultat, mais il est essentiellement électronique, sans pièces mécaniques en mouvement, sans remontage, uniquement par tensions et courants électriques.

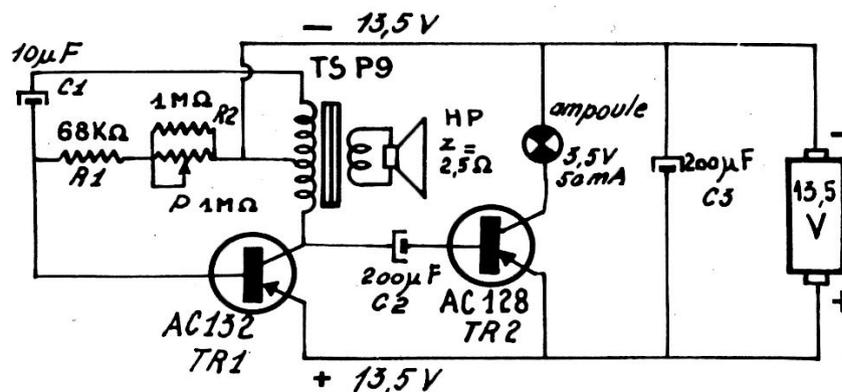


Fig. 29

Considérons tout d'abord sur le schéma de la figure 29 uniquement le transistor AC 132, le potentiomètre et les résistances. Cet ensemble constitue à lui seul le métronome sonore, on entend au haut-parleur une série de « tops » émis à cadence régulière ; cette cadence, cette fréquence, peut être modifiée par la position du potentiomètre de 1 mégohm. En pratique cet appareil est le plus souvent réalisé tel quel.

Le transistor est monté et fonctionne en oscillateur bloqué, et la cadence des oscillations dépend en fait de la tension appliquée, et de la valeur des résistances et des condensateurs mis en service dans le circuit.

C'est tout à fait accessoirement et à titre documentaire que nous avons adjoint un contrôle lumineux à ce premier dispositif. A partir du collecteur de l'AC 132 le signal disponible est transmis par le condensateur C 2 au second transistor AC 128 qui est bloqué et débloqué périodiquement à la cadence des tops. L'ampoule insérée dans son circuit de collecteur s'allume à cette même fréquence.

Le condensateur de forte capacité C3 qui shunte la pile évite que par suite du vieillissement de celle-ci, sa résistance interne ne modifie la cadence des tops.

Le haut-parleur que nous avons utilisé est un modèle de 12 centimètres de diamètre, impédance 2,5 ohms. Le transistor AC 128 doit être muni d'un clip radiateur.

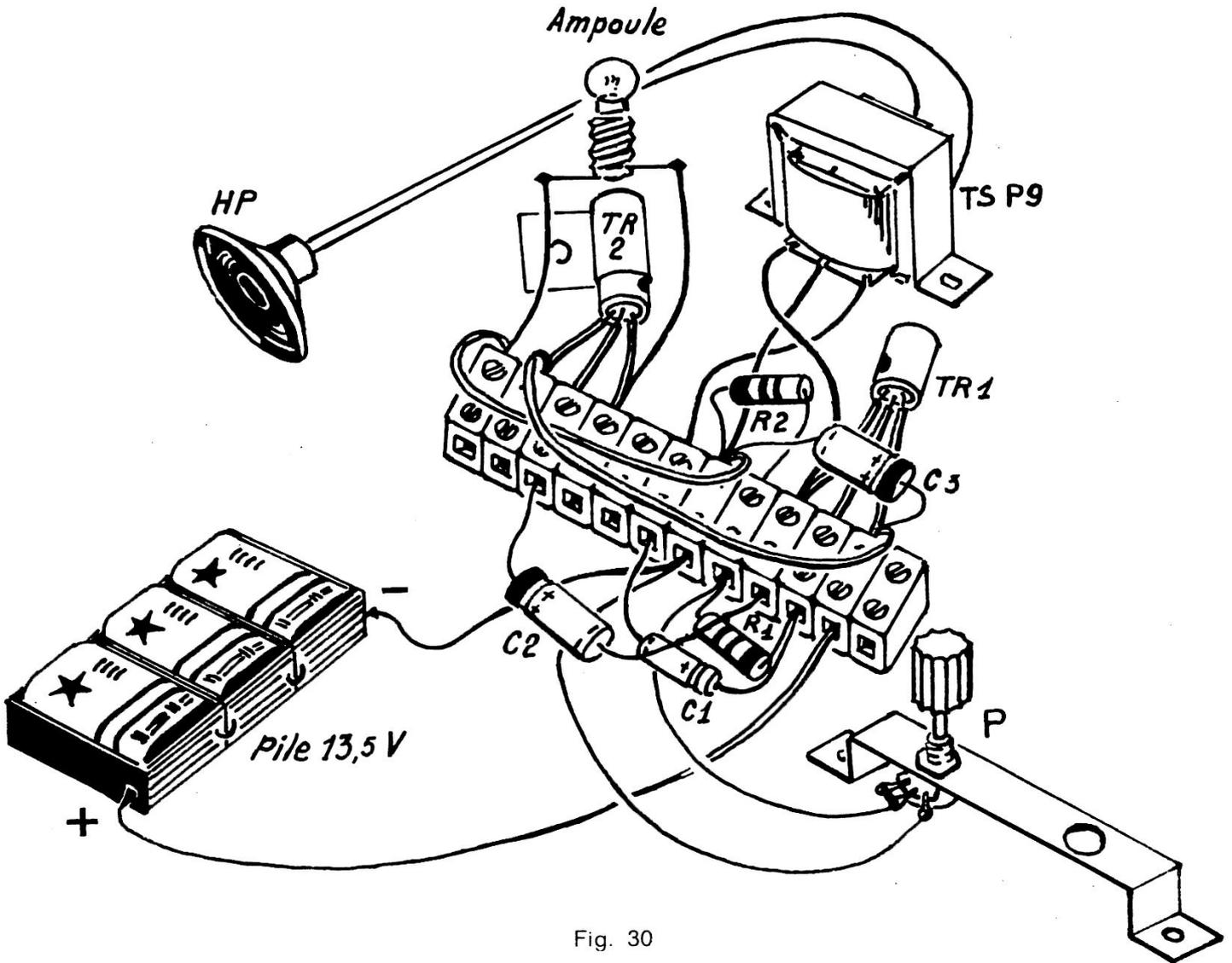
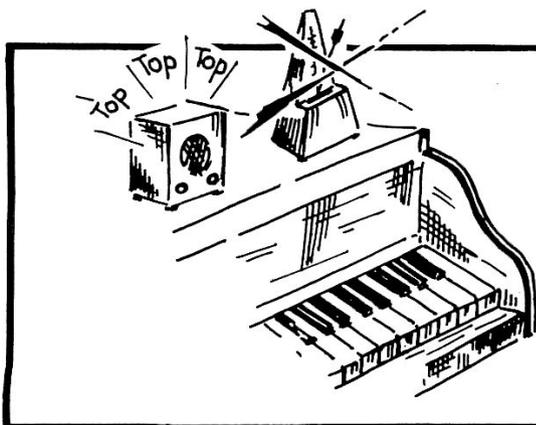


Fig. 30



## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Potentiomètre linéaire.
- Bouton.
- Transistor AC 132.
- Transistor AC 128.
- Clip radiateur.
- Transformateur TSP 9.
- Haut-parleur.
- Ampoule et sa douille.
- Résistances.
- Condensateurs.

## Amplificateur basse fréquence 1 transistor - sur casque

Voici un petit amplificateur d'une extrême simplicité. Il met en œuvre un transistor AC 107, très couramment utilisé en préamplificateur à faible souffle dans des montages à haute fidélité. L'écoute se fait sur casque à écouteurs.

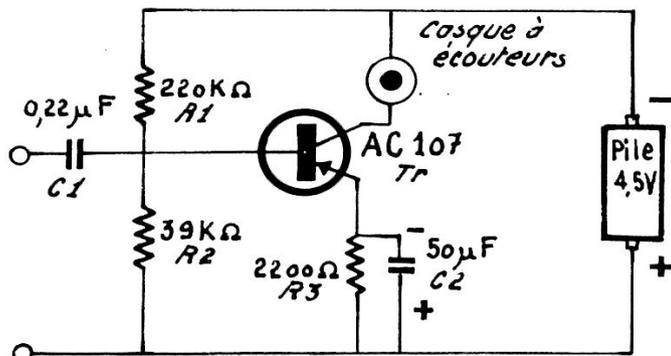


Fig. 31

Quel est l'emploi possible d'un tel montage ?

Pour une écoute discrète, évitant tout bruit dans votre entourage, vous pouvez à l'entrée brancher votre tourne-disques et écouter vos disques. Ceci présente un intérêt particulier dans le cas de l'étude d'une langue étrangère, justifiant de passer les disques à plusieurs reprises.

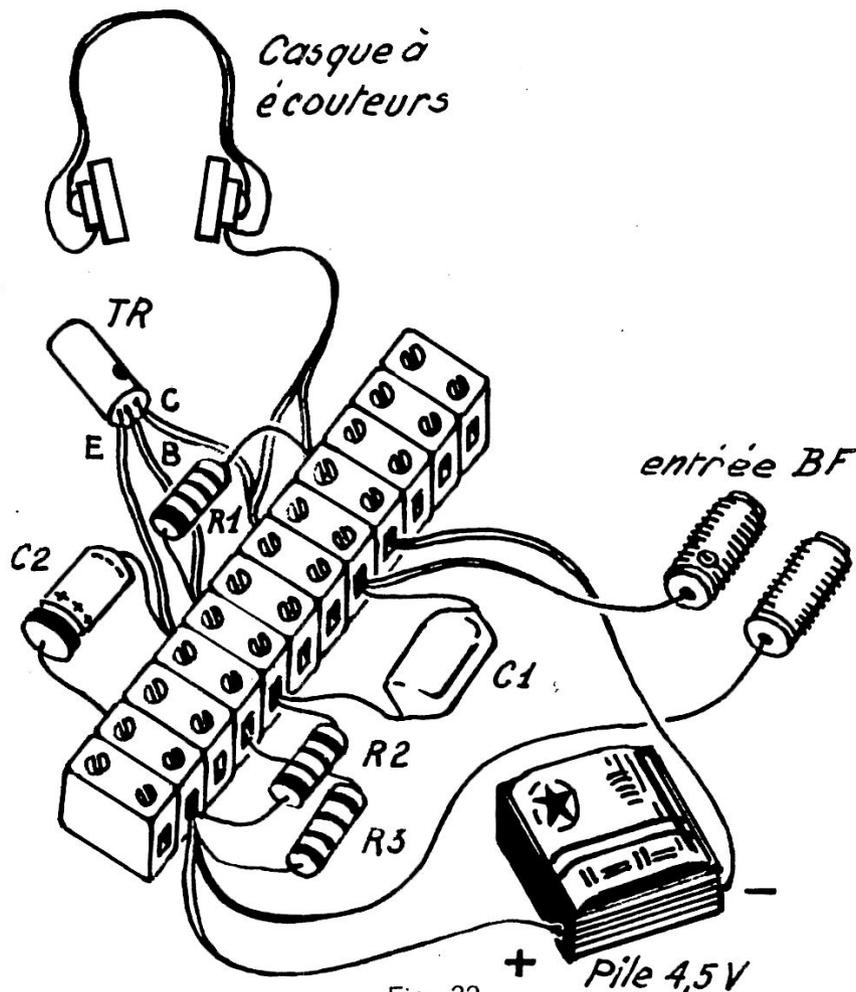
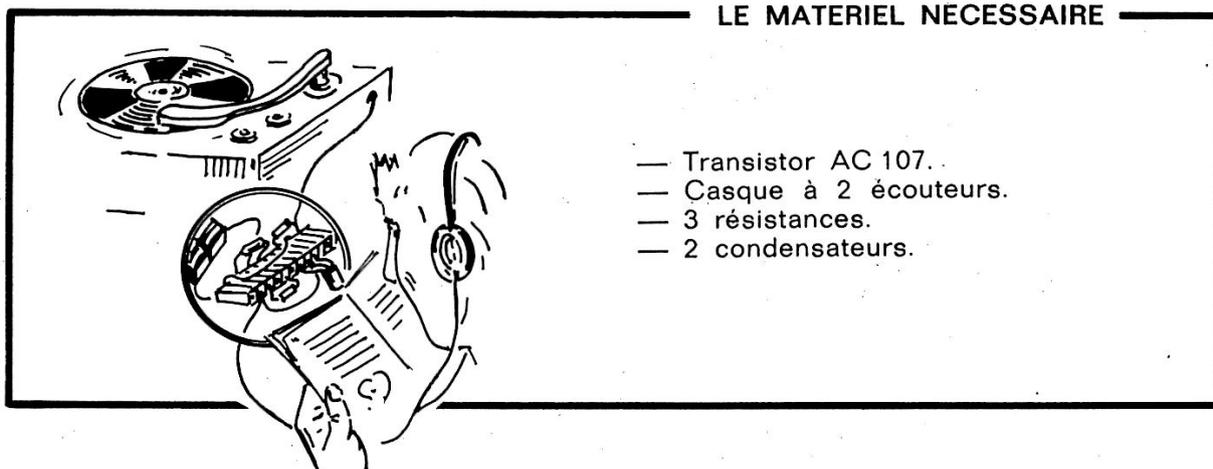


Fig. 32

Cet amplificateur peut faire suite à un petit récepteur ne comportant qu'une diode. A partir de la détection, on dispose de basse fréquence, que l'on peut donc envoyer dans ce montage pour amplification. On peut encore brancher à l'entrée un oscillateur basse fréquence muni d'un manipulateur, pour apprentissage du Morse.

Dans de tels montages, c'est la ligne + 9 volts qui est le point froid, la ligne de référence, le point zéro. Et si vous devez relier à l'amplificateur un cordon blindé provenant par exemple d'un bras de pick-up, la gaine métallique doit être reliée à ce point de masse, et le conducteur isolé est à brancher au « point chaud », au condensateur C 1.



## Amplificateur basse fréquence 2 transistors - sur haut-parleur

Modèle d'amplificateur basse fréquence où nous avons encore recherché la plus grande simplicité possible. Ceci a été rendu possible par l'emploi d'un haut-parleur sans transformateur de modulation, mais qui doit être d'impédance élevée ; et également par l'emploi conjugué de 2 transistors de type opposé, un AC 132 P.N.P. et un AC 127 N.P.N.

Aucune résistance... aucun condensateur... hormis le condensateur de sécurité d'entrée.

Comme pour le montage précédent, la même remarque s'applique quant aux deux bornes d'entrée.

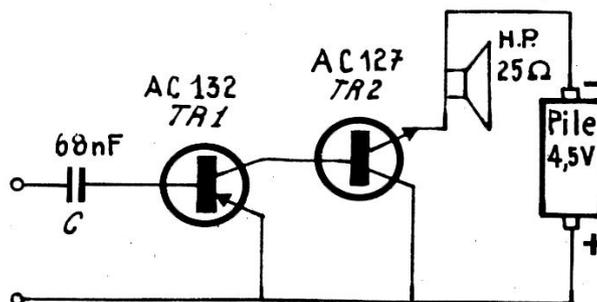


Fig. 33

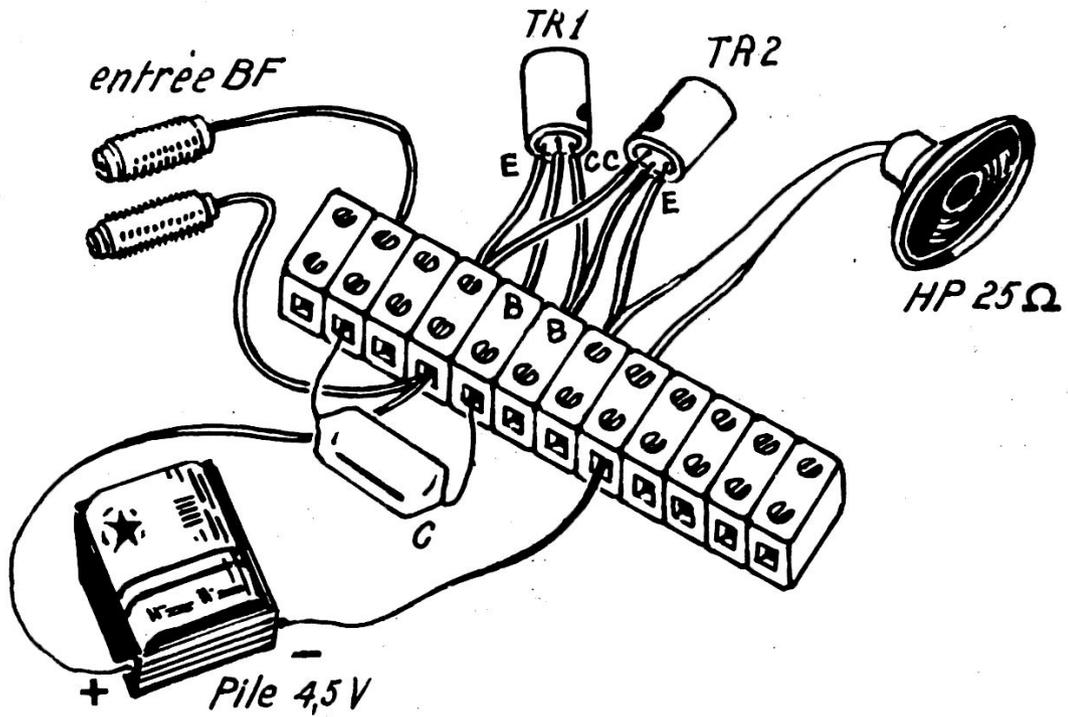


Fig. 34

**LE MATERIEL NECESSAIRE**

- Transistor AC 132.
- Transistor AC 127.
- Haut-parleur.
- 1 condensateur.

## Une liaison téléphonique, avec Poste Chef

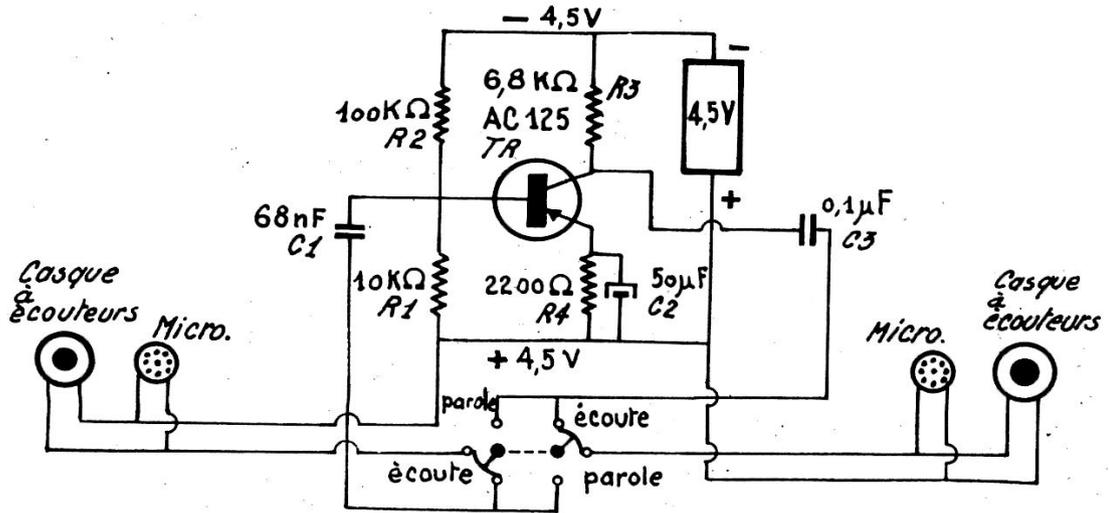


Fig. 35

Pour mieux comprendre un montage, on peut en dégager les circuits « de base », de départ, la disposition des éléments essentiels.

Disons tout d'abord que les écouteurs des casques et les microphones sont en fait tous des éléments identiques. Voir à ce sujet ce qui a été dit sur la réversibilité électromagnétique.

Un tel microphone est donc branché à l'entrée d'un transistor monté en amplificateur basse fréquence, et la parole amplifiée est perçue dans un écouteur.

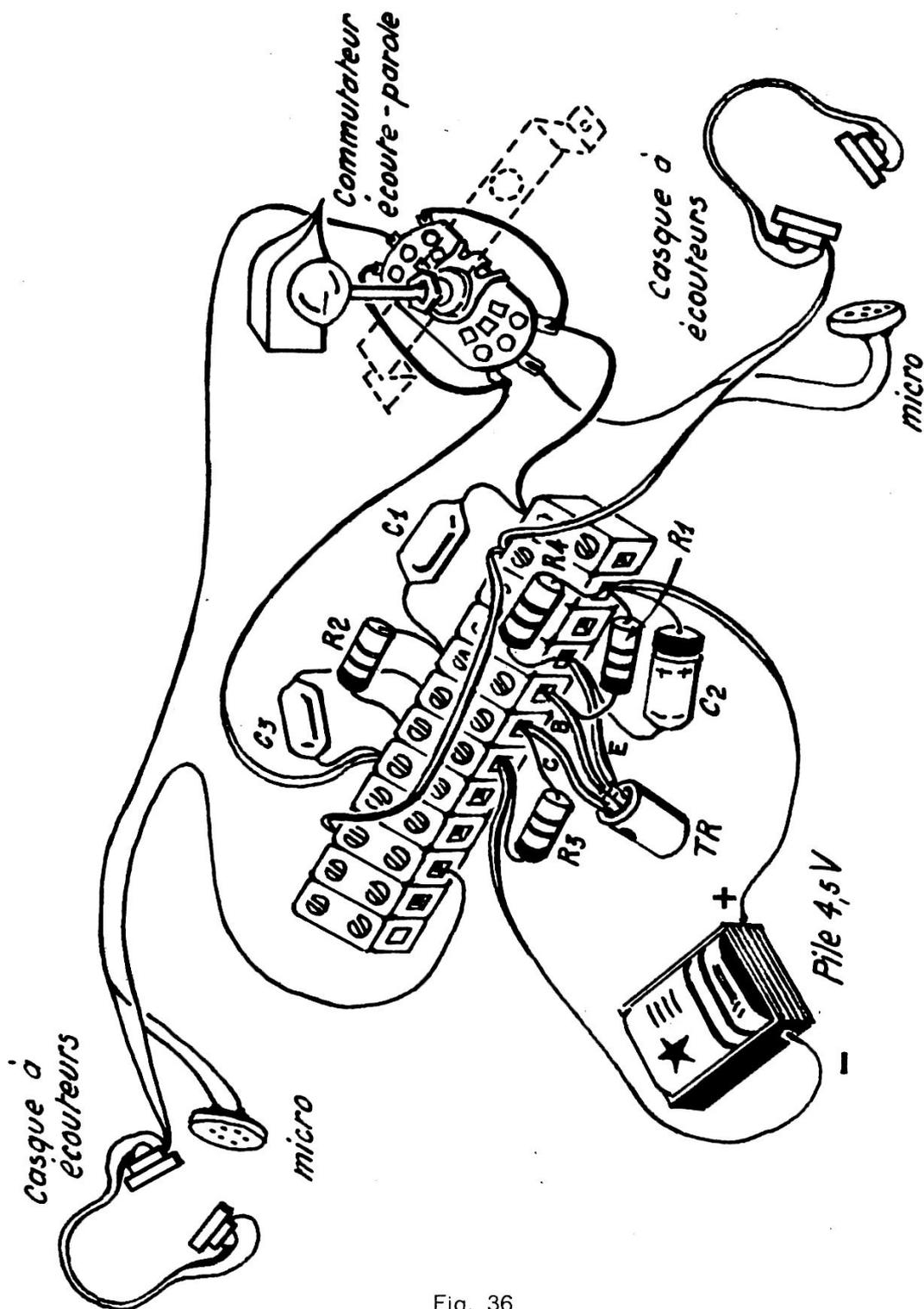


Fig. 36

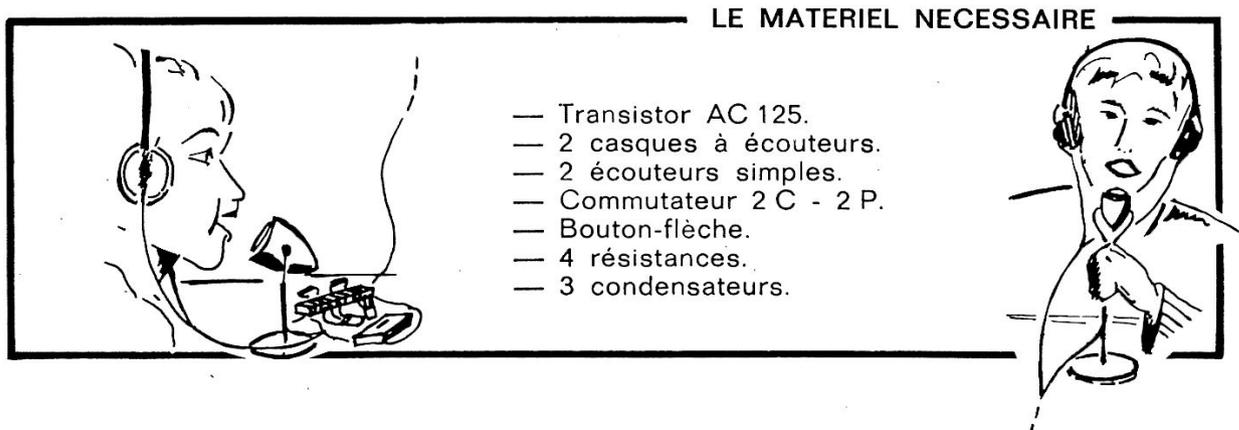
A partir de là, on met à profit cette propriété de réversibilité pour commuter et inverser l'entrée et la sortie sur l'amplificateur. Le microphone devient écouteur, l'écouteur devient microphone. C'est dire que deux personnes pourront correspondre et se parler tour à tour.

Sur la planche de montage, la personne qui dispose du commutateur passe alternativement sur parole et sur écoute. A 10 ou 15 mètres de là, le correspondant relié par un simple fil à 2 conducteurs répond et écoute en conformité avec les indications qui lui sont transmises par le poste chef.

On peut utiliser à chaque extrémité un seul et simple « microphone-écouteur » que l'on porte tour à tour à la bouche et à l'oreille. On peut également, comme indiqué sur le schéma, avoir un casque aux oreilles et un microphone devant la bouche. Dans ce cas le microphone doit être relié aux bornes du casque, en dérivation.

Le commutateur est un modèle à « 2 circuits - 2 positions ». Il est fixé sur une barrette métallique, son axe étant actionné par un bouton-flèche qui permet d'en réperer la position. La barrette est elle-même fixée sur le panneau de travail général.

L'amplificateur est établi d'une façon extrêmement classique : pont diviseur par R 1 et R 2, compensation thermique par R 4, résistance de charge R 3 dans le collecteur.



## Un émetteur radiotélégraphique

Voici un montage qui est un peu plus chargé que ceux que nous avons examinés jusqu'à présent, et qui par ses possibilités va nous changer un peu des réalisations courantes.

Nous avons en effet ici un petit émetteur radiotélégraphique, donc qui nous permet d'envoyer par l'intermédiaire d'un manipulateur des signaux Morse, rayonnés par ondes hertziennes, et qui pourront par conséquent être reçus par un récepteur de radio.

Disons tout de suite qu'il s'agit là d'un appareil purement expérimental, étudié justement dans le but de sortir un peu des montages classiques, et qui ne prétend absolument pas à une longue portée. Et d'ailleurs, dans le but d'en faciliter la réalisation, l'émission se fait dans la gamme des petites ondes, sur laquelle toute émission est interdite. Ceci permet de la recevoir sur un poste récepteur ordinaire, mais il y aura lieu de s'assurer qu'on ne cause aucune gêne à des récepteurs pouvant se trouver dans le voisinage. Si c'est le cas, il y aura lieu de réduire l'antenne, donc la portée, voire même de cesser toute émission. D'ailleurs dans le but de limiter ce risque de gêne, nous avons situé l'émission dans le bas de la gamme, là où en France peu d'auditeurs règlent leurs récepteurs.

Le schéma représenté en figure 37 comporte deux transistors équipant

chacun un étage bien distinct : un étage oscillateur haute fréquence et un étage oscillateur basse fréquence et modulateur.

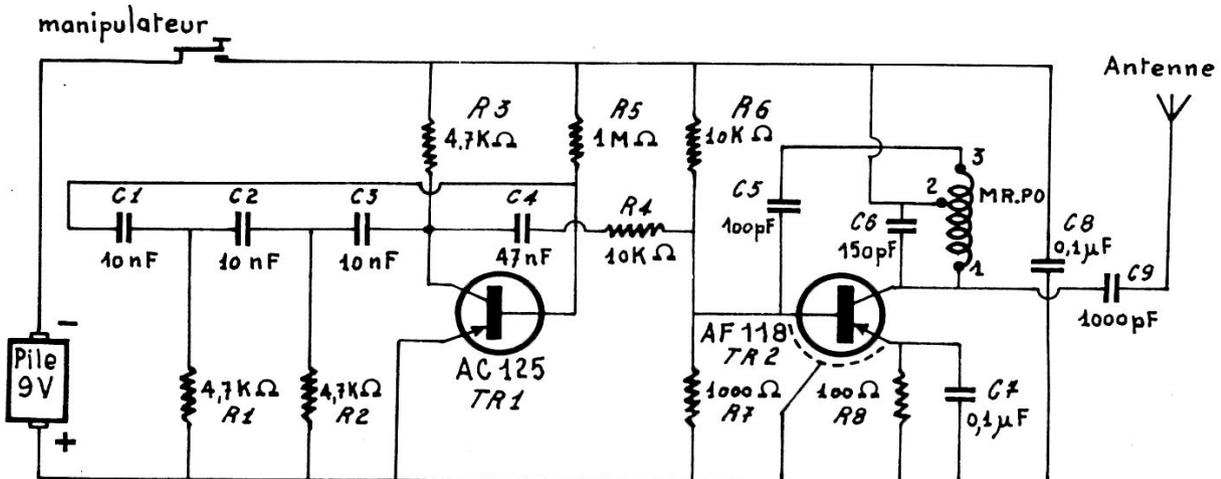


Fig. 37

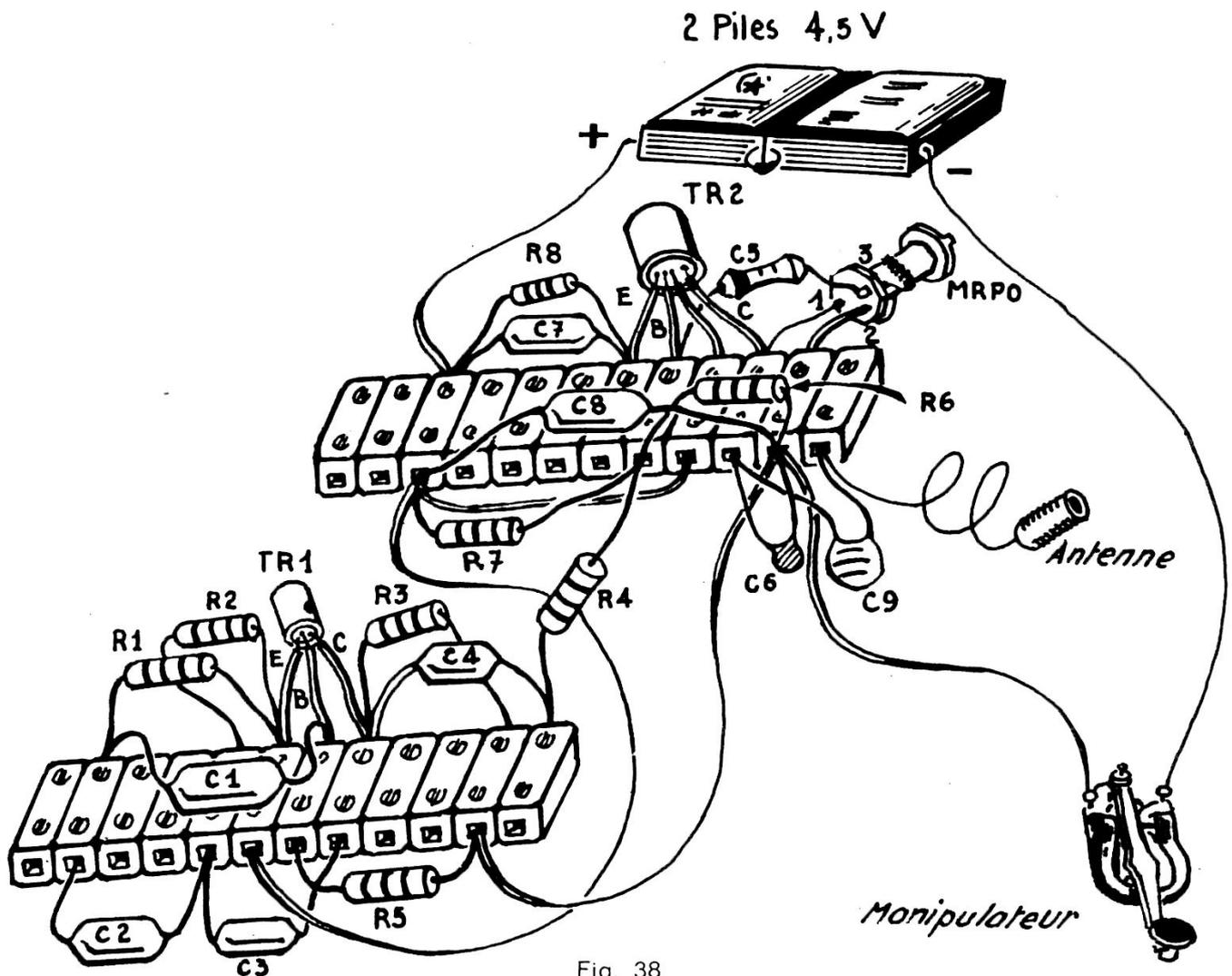
Un transistor AF 118 est monté en oscillateur haute fréquence Hartley. Le bobinage oscillateur référencé MRPO est établi pour que l'oscillation se produise dans le bas de la gamme des petites ondes, vers 180 à 250 mètres. Le déplacement en fréquence, donc en longueur d'onde, se fait par un noyau de ferrite qui se déplace à l'intérieur du bobinage par vissage. Du collecteur, l'énergie haute fréquence est transmise par le condensateur C 9 à l'antenne qui la rayonne ensuite en ondes hertziennes.

Le transistor AC 125 est monté en oscillateur basse fréquence par « résistances-capacités », dit encore « oscillateur R.C. ». Nous avons déjà examiné le principe de ce dispositif, qui produit un signal sinusoïdal se situant ici de 800 à 1 000 hertz environ. C'est ce signal B.F. qui est appliqué à l'oscillation H.F. pour la moduler. A cette fin, il est prélevé sur le collecteur par C 4 et est appliqué par l'intermédiaire de R 4 sur la base de l'oscillateur H.F.

Ce procédé de modulation est simple et économique, il ne nécessite pas une forte puissance basse fréquence, mais il n'est applicable que si la haute fréquence n'est pas elle-même élevée. La cellule R 4/C 4 est nécessaire pour séparer les deux régimes de fonctionnement, pour ne pas provoquer un amortissement de l'étage haute fréquence.

Avec une antenne de 2 mètres environ, nous avons observé une portée d'une cinquantaine de mètres, l'émission étant reçue sur un poste ordinaire du commerce. Si l'on se trouve dans un endroit ne pouvant causer aucun trouble à des récepteurs voisins, et si l'on désire essayer d'augmenter la portée, on peut faire l'essai d'une antenne plus longue et relier une prise de terre à la masse du montage, au point + 9 volts.

Le bobinage d'entretien MRPO est fourni tout fait, la figure 38 montre le repérage de ses broches qui sont numérotées. En agissant sur son noyau de réglage il est possible de se placer tout à fait dans le bas de la gamme, à l'extrême limite, là où il n'y a pratiquement plus d'émissions radiophoniques.



#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Manipulateur.
- Transistor AF 118.
- Transistor AC 125.
- Bobinage MRPO.
- 8 résistances.
- 9 condensateurs.

## Un émetteur radiotéléphonique

Dans le même esprit que l'émetteur que nous venons de voir, ce modèle permet lui d'émettre par radio de la parole ou de la musique, de la « phonie » comme disent les radios, il « émet en phonie ».

Nous débutons par un montage fort simple, comme nous le voyons sur le schéma de la figure 39. Un seul transistor AF-118, choisi pour son fort gain en haute fréquence, est monté en oscillateur.

Nous retrouvons des circuits sensiblement identiques au montage précédent, notamment le même bobinage d'accord, dont il y a lieu de respecter le numérotage des broches. La modulation se fait par un microphone inséré dans le circuit de l'émetteur. C'est un microphone à *grenaille de charbon*, modèle utilisé dans les installations téléphoniques. Cette grenaille se trouve

plus ou moins pressée par la membrane qui vibre sous l'action de la parole ou de la musique. De ce fait la résistance présentée par l'ensemble varie sous l'action de la parole et module le courant qui la traverse.

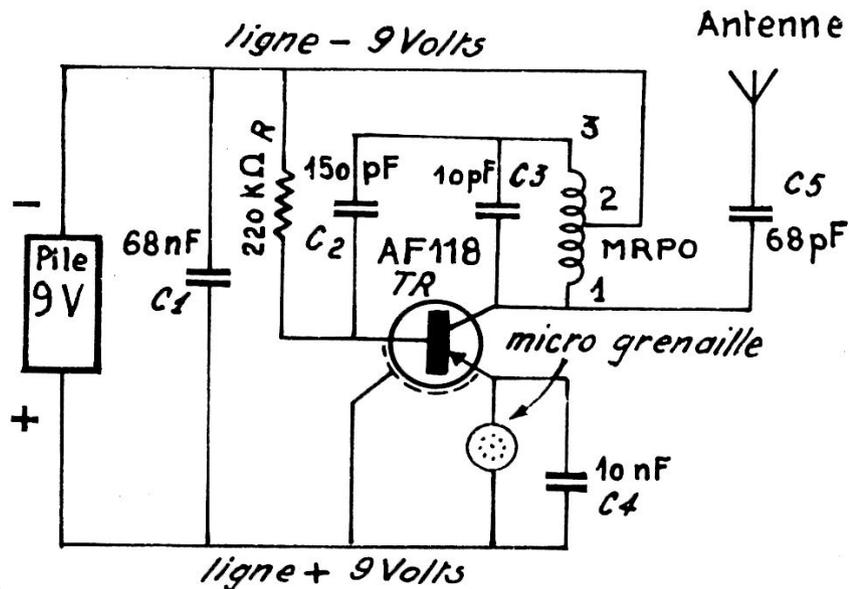


Fig. 39

Retenons que le microphone à grenaille se présente comme une résistance variable et doit être alimenté par une pile pour être parcouru par un courant. D'autres modèles de microphones fonctionnent d'après un principe différent.

Nous avons donc ici en définitive la résistance de l'émetteur du transistor qui est modifiée, modulée par la parole. L'émission de haute fréquence subit donc cette modulation, que l'on retrouvera à la réception.

L'émission se fait sur la gamme des petites ondes, dans le bas, vers 200 mètres, ceci dans un but de facilité d'exécution.

Attention...

Tout ce qui a été dit précédemment sur l'émission dans cette bande s'applique ici, et doit absolument être respecté. *C'est impératif.*

La réception se fait sur un poste ordinaire, réglé en bas de la gamme P.O. Aux essais, nous avons obtenu une portée d'une dizaine de mètres environ avec un brin d'antenne de 1,25 mètre. Cette portée pourrait être augmentée par l'emploi d'une antenne d'appartement ou d'une antenne extérieure. On peut également brancher une prise de terre au côté *positif* de la pile.

Pour régler l'émission à sa place, on agit sur le noyau mobile qui se trouve à l'intérieur du bobinage, avec au début le récepteur placé assez près de l'émetteur. A l'accord, on doit percevoir au haut-parleur un souffle, qui correspond à la réception de l'onde porteuse de haute fréquence, non modulée.

Quand on prend le microphone, on peut observer un effet de main : la capacité parasite produite provoque un déplacement de la fréquence d'accord... Il faut donc effectuer les réglages d'accord avec le microphone tenu à la main...

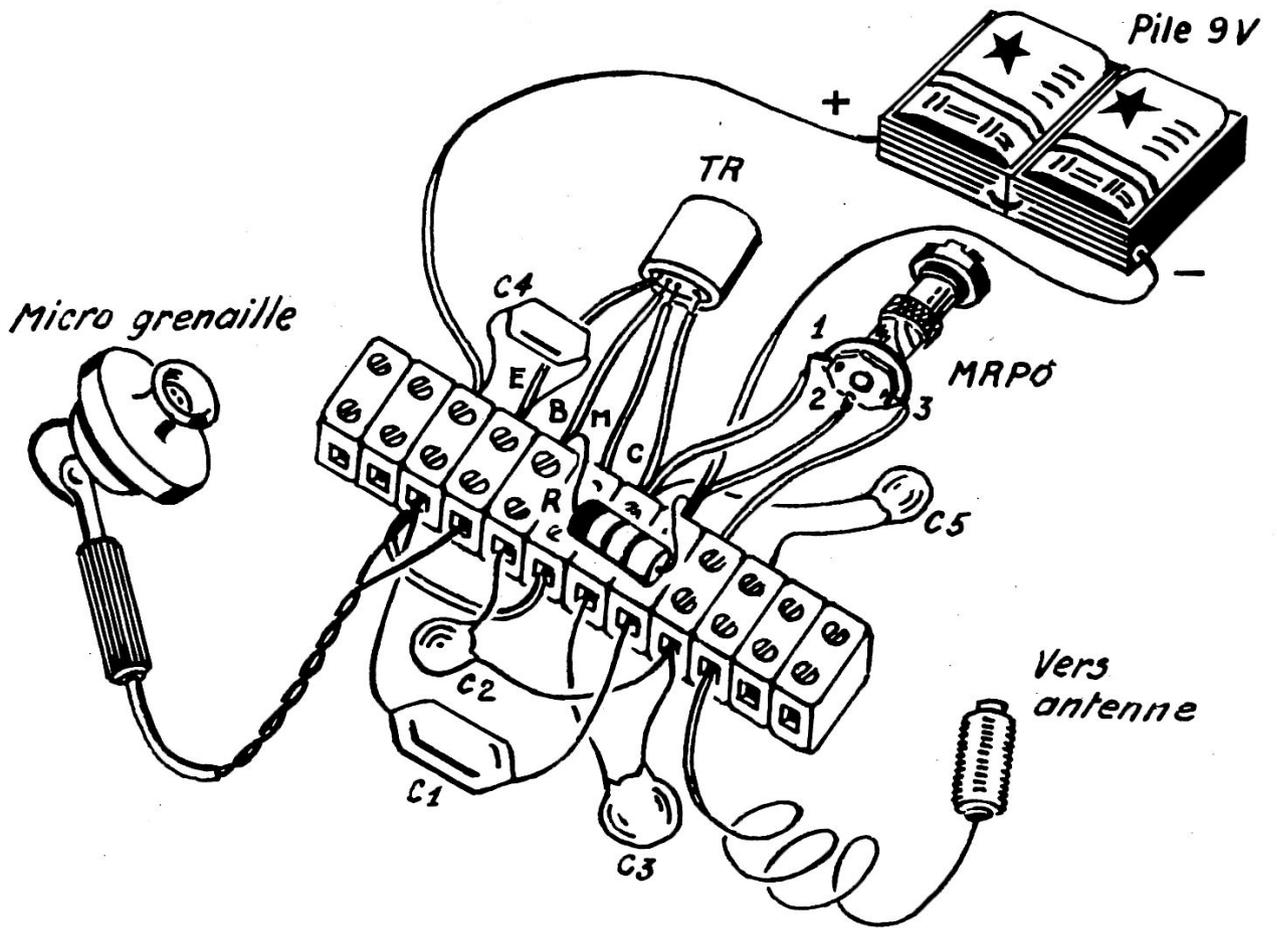
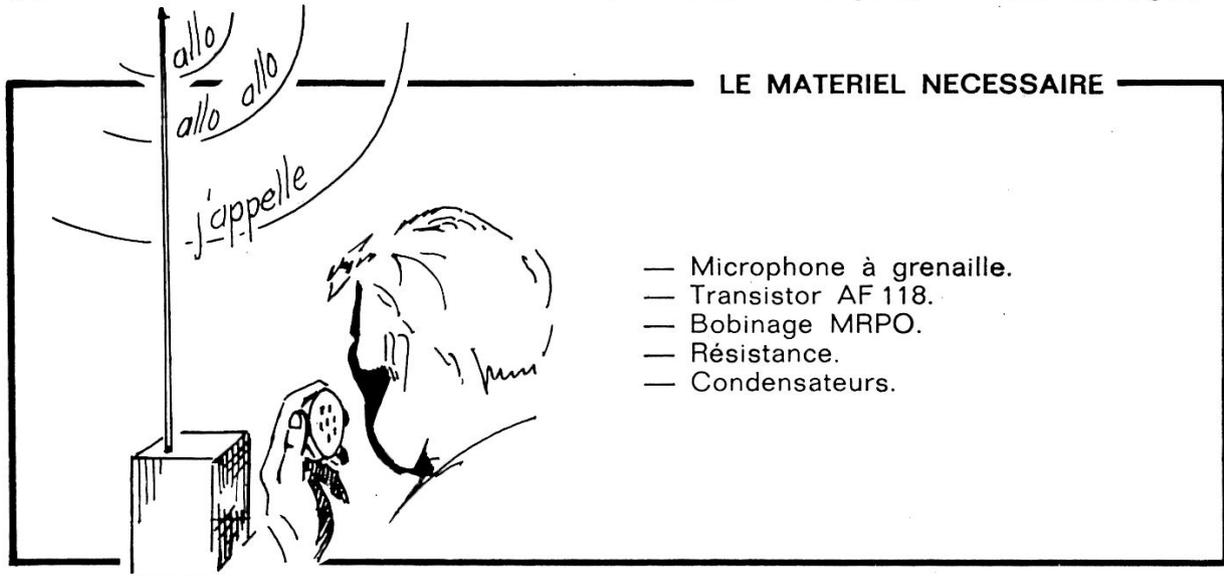


Fig. 40





## Un orgue électronique

Voici un dispositif qui produit des notes de musique uniquement par procédé électronique. Les notes doivent être réglées et ajustées pour correspondre exactement au registre musical. C'est donc le principe de base d'un véritable orgue électronique qui est réalisé ici et cet orgue peut être relié à tout amplificateur basse fréquence dont on dispose. D'autre part l'appareil conçu ici contient un *vibrato électronique* d'un effet très réel.

Sur le schéma de la figure 41, considérons à droite les deux transistors AC 125. Ils sont montés en multivibrateur, générateur de signaux rectangulaires fournissant une oscillation riche en fréquences harmoniques s'additionnant à la fréquence fondamentale.

Dans un multivibrateur la fréquence d'oscillation est déterminée par la valeur des résistances et condensateurs. Ici donc, la résistance de l'une des bases est constituée en fait par une série de résistances ajustables. Chaque résistance est mise en service par un bouton-poussoir, représentant en fait la touche de l'orgue électronique.

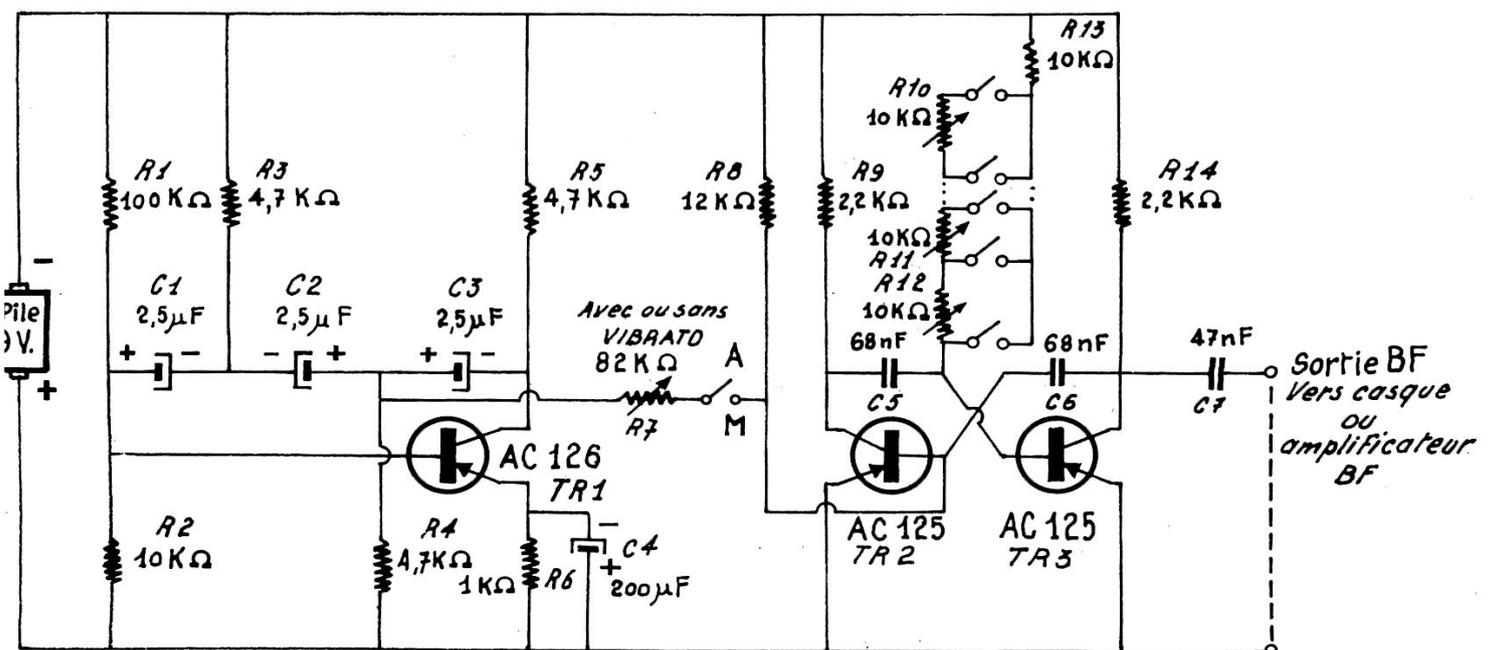


Fig. 41



Chaque résistance ajustable peut être réglée pour produire une note de musique bien déterminée. Et rien n'empêche de prévoir beaucoup plus de résistances que les six que nous avons mises à titre d'exemple. C'est uniquement pour ne pas charger inutilement le schéma que nous ne les avons pas toutes représentées.

A gauche, un dispositif séparé et totalement indépendant, un vibrato électronique. En langage musical, le vibrato est un dispositif qui effectue un tremblement, une répétition rapprochée d'une note de musique.

Ici, ce vibrato est produit électroniquement ; il est constitué en fait par un transistor AC 126 monté en oscillateur à résistances-capacités, système qui fournit une onde sinusoïdale très pure. La fréquence d'oscillation est très basse, de 5 à 10 hertz environ, le signal produit est appliqué sur la base de l'un des transistors du multivibrateur par l'intermédiaire d'un interrupteur. Dans la réalité, cet interrupteur est commandé par une pédale actionnée au pied par l'instrumentiste.

Pour les essais, on peut brancher la sortie de l'appareil sur un simple casque. Vous pourrez également augmenter et figurer ce dispositif, et le brancher sur l'entrée d'un amplificateur basse fréquence, de bonne musicalité, à lampes ou à transistors. Ce sera extrêmement intéressant.

La figure 42 représente la réalisation pratique. Montage assez chargé comme on peut le constater. A titre d'exemple, nous avons donc représenté en figure 43 l'installation complète sur la planche de travail, telle que nous l'avons réalisée.

Pour pouvoir fixer les résistances ajustables, nous avons rallongé les broches en y soudant un centimètre environ de fil nu. L'interrupteur du vibrato est ici un bouton-poussoir à enclenchement, en fait un interrupteur-poussoir. Les autres sont de type « sonnerie » ordinaire. La résistance R 7 agit sur la profondeur du vibrato.

Ajoutons encore que si l'on veut modifier l'octave de la gamme, on peut brancher différents condensateurs, de 0,1 microfarad à 10 nanofarads, à la place des deux condensateurs de 68 nanofarads de l'oscillateur-multi-vibrateur.

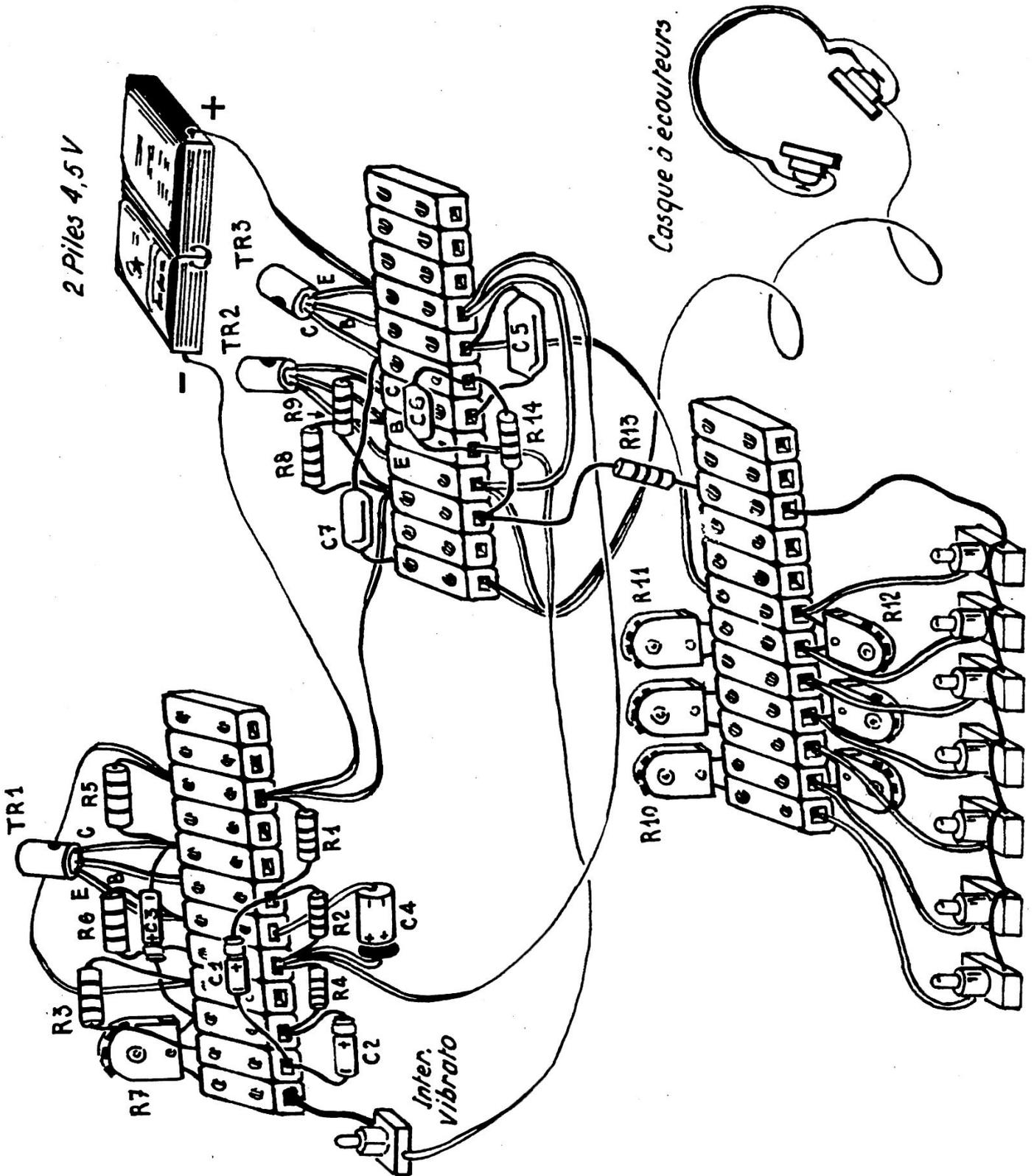


Fig. 42

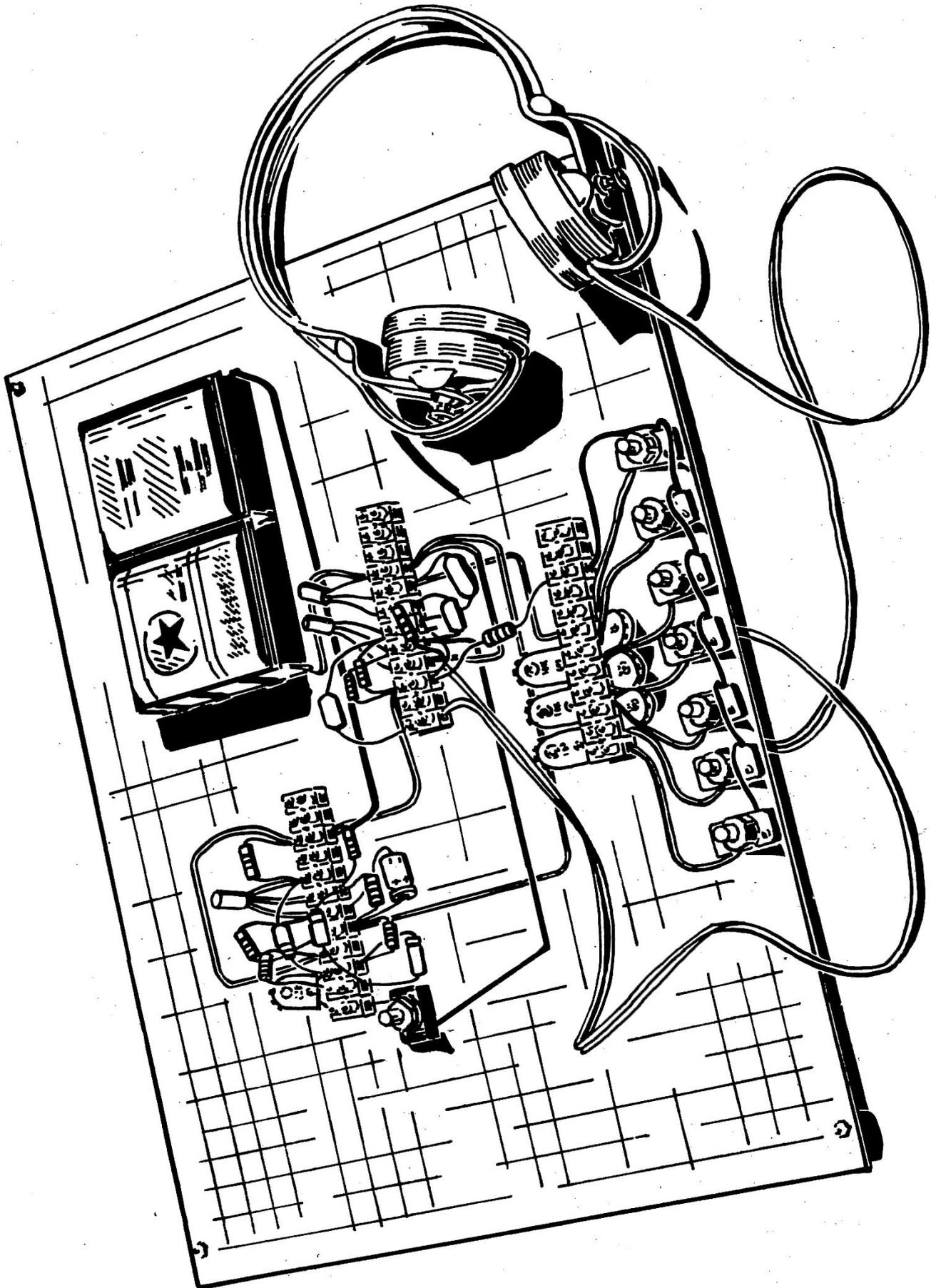
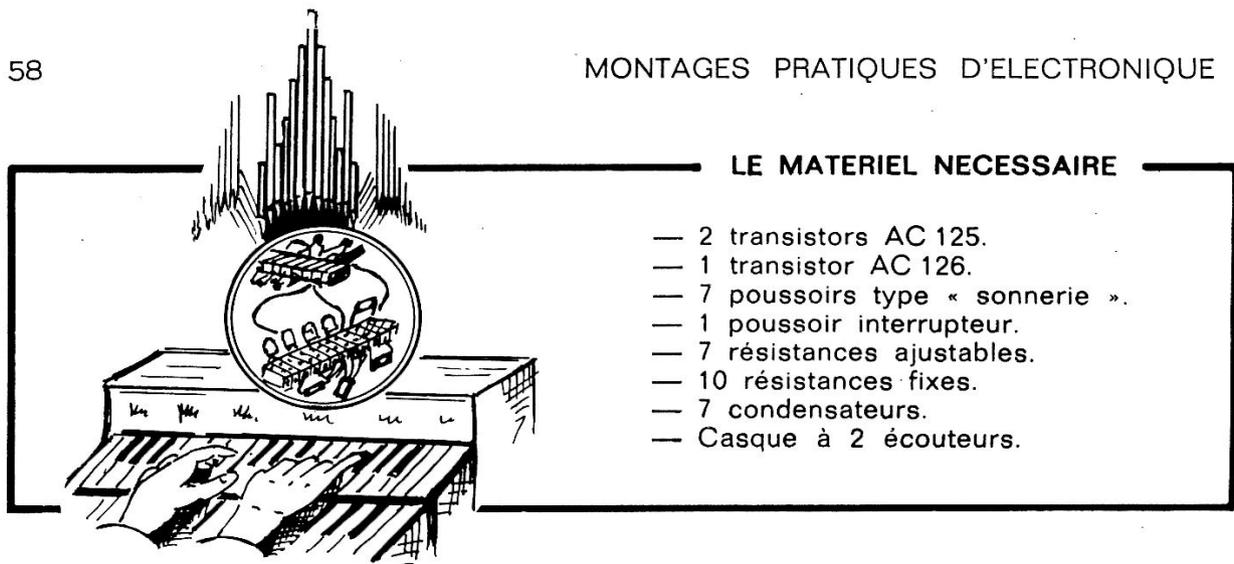


Fig. 43



Nous entamons maintenant la réalisation complète de quatre amplificateurs basse fréquence. De tels appareils sont très répandus et utilisés en pratique. Ils peuvent être destinés à amplifier le signal issu d'un microphone, ou d'un tourne-disques, ou d'une platine de magnétophone. Ils peuvent également constituer les étages de basse fréquence d'un récepteur de radio.

## Amplificateur basse fréquence

### 3 transistors - 200 milliwatts

Nous avons ici un schéma assez classique et fort répandu, on le retrouve en particulier dans les petits récepteurs de radio à 6 transistors, de dimensions réduites. On peut remarquer à ce sujet que l'étage amplificateur final ne comporte pas de transformateur de modulation, ce qui permet de réduire d'autant les dimensions. Le haut-parleur est attaqué directement par un condensateur de forte capacité, ici un 200 microfarads.

A l'entrée de l'amplificateur est relié le bras de pick-up dont on veut amplifier la musique. Ce peut être également l'étage de détection d'un récepteur, point à partir duquel on dispose de tensions de basse fréquence. Le potentiomètre agit en dosage de la puissance.

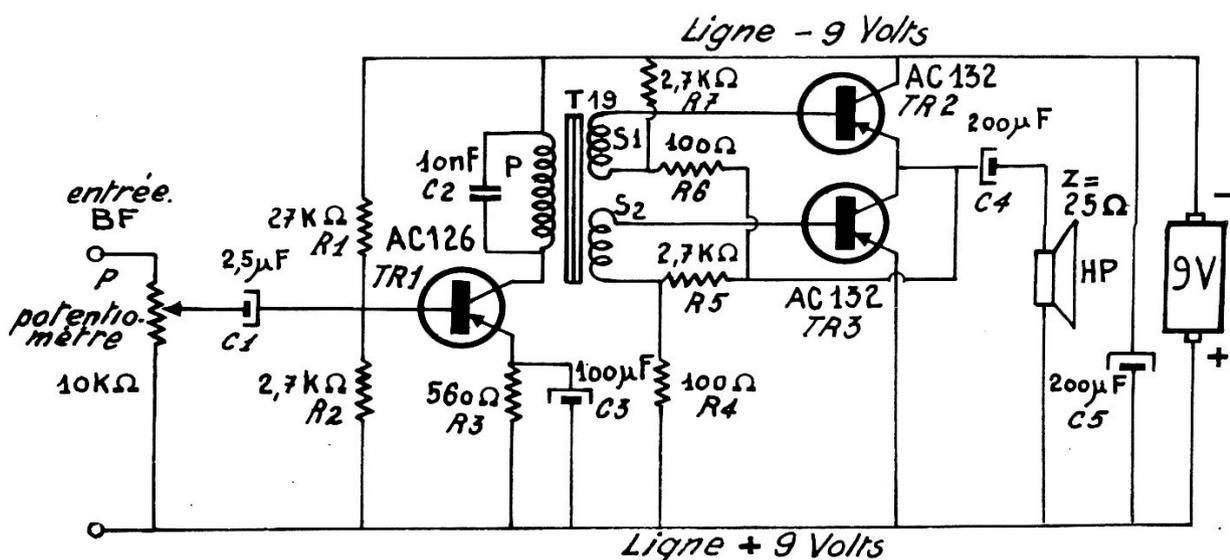


Fig. 44

Le premier transistor TR 1 est amplificateur, son impédance de charge insérée dans le collecteur est constituée par le primaire d'un transformateur. Celui-ci est un transformateur déphaseur, également parfois nommé driver (mot anglais signifiant « conducteur »...) qui est chargé de délivrer au secondaire des tensions déphasées de 180 degrés propres à attaquer l'étage de sortie, constitué par deux transistors fonctionnant en push-pull. Ce mot anglais qui se traduit par « pousse-tire » caractérise bien ce type de montage où une alternance d'une oscillation est amplifiée par l'un des éléments (lampe ou transistor), puis où ensuite l'autre alternance est amplifiée par l'autre élément.

Ce montage présente la particularité d'une consommation très réduite en absence de modulation, consommation qui n'augmente qu'avec la puissance de sortie. Autrement dit, la puissance augmente lorsqu'on pousse la puissance au potentiomètre ; c'est un avantage appréciable pour les petits postes où la pile est souvent de faible capacité.

Remarquons le branchement particulier des transistors, où le collecteur de l'un est relié à l'émetteur de l'autre. Pour le transformateur déphaseur, le branchement des secondaires doit être respecté tel qu'il est représenté sur le dessin du montage pratique. Une inversion provoquerait une mauvaise musicalité, de la *distorsion*.

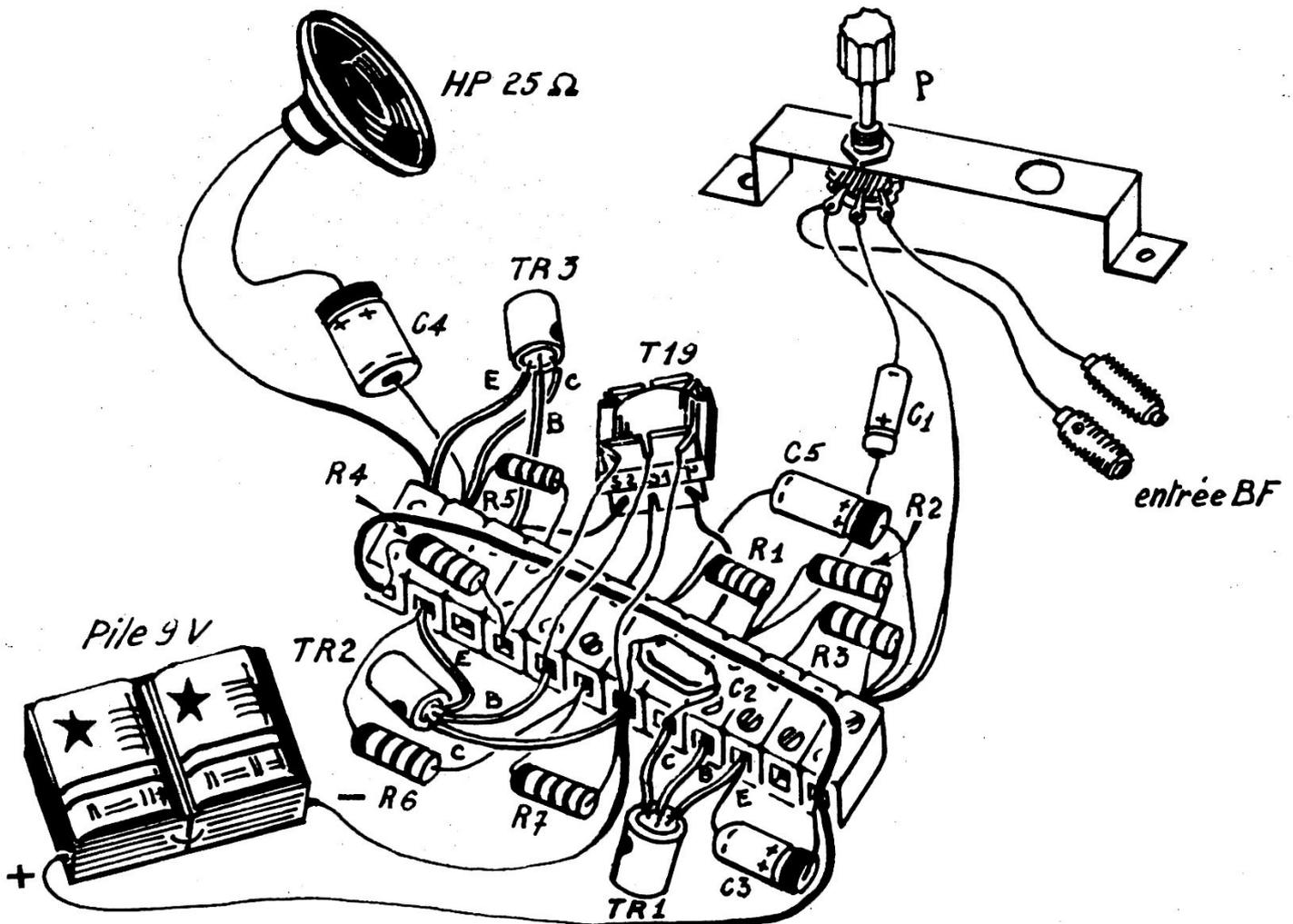


Fig. 45

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transformateur T 19.
- Potentiomètre 10 kilohms.
- Bouton-flèche.
- 2 transistors AC 132.
- 1 transistor AC 126.
- Haut-parleur.
- 7 résistances.
- 5 condensateurs.

## Amplificateur basse fréquence

### 4 transistors - 800 milliwatts

Ce modèle d'amplificateur à 4 transistors délivre une puissance de l'ordre de 800 milliwatts.

Comme complément des transistors P-N-P couramment employés, il est intéressant de disposer de transistors de polarité opposée, des N-P-N. A partir de cette symétrie complémentaire de leurs propriétés, des montages fort attrayants peuvent être établis. De tels montages offrent la possibilité de construire des amplificateurs symétriques en série, sans transformateur d'attaque ni transformateur de sortie. Il en résulte que la distorsion peut être diminuée, les dimensions et poids de l'amplificateur sont réduits, et la courbe de réponse en fréquence se trouve nettement élargie.

En contre-partie, la suppression du transformateur d'attaque fait que l'amplificateur devient moins sensible, ce qui nécessite l'adjonction d'un étage d'amplification supplémentaire afin d'obtenir une sensibilité satisfaisante.

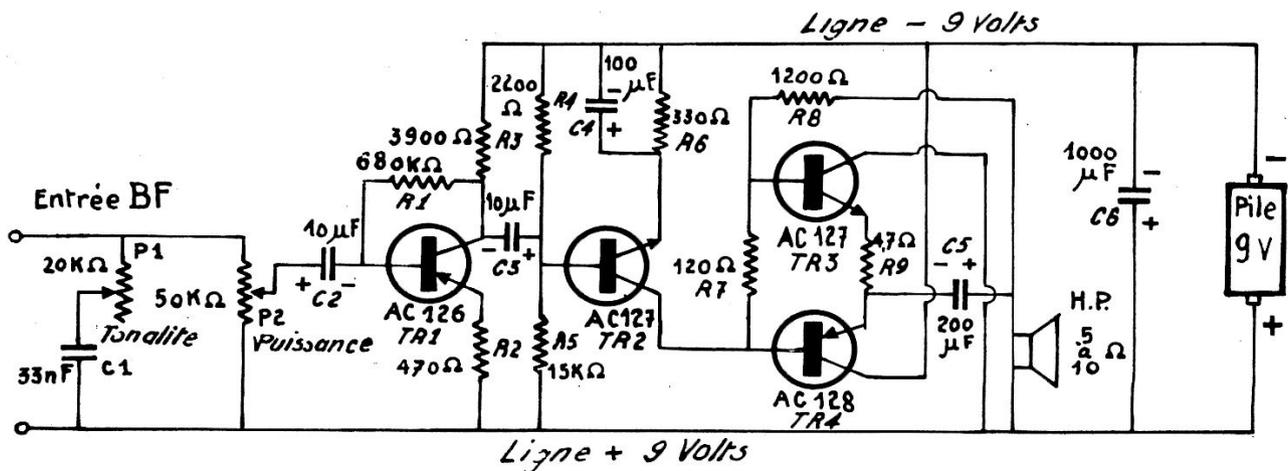


Fig. 46

Le schéma de la figure 46 est une application pratique d'une telle technique. Nous y trouvons 4 transistors, absolument aucun transformateur, des circuits comportant uniquement résistances et condensateurs.

Le potentiomètre P 1 agit en réglage de tonalité en dérivant par le condensateur C 1 vers la masse une partie plus ou moins importante de notes aiguës suivant la position du curseur.

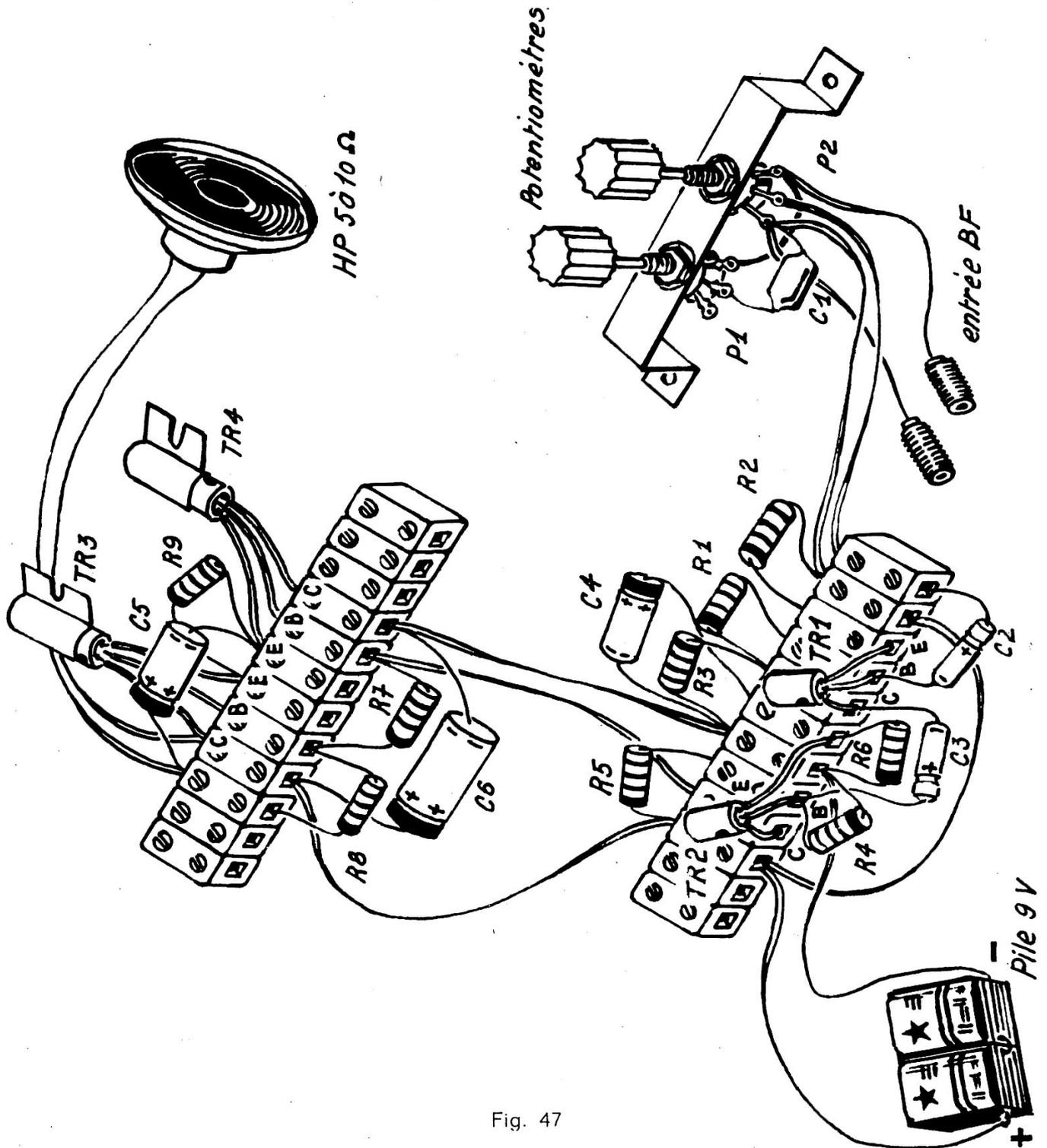
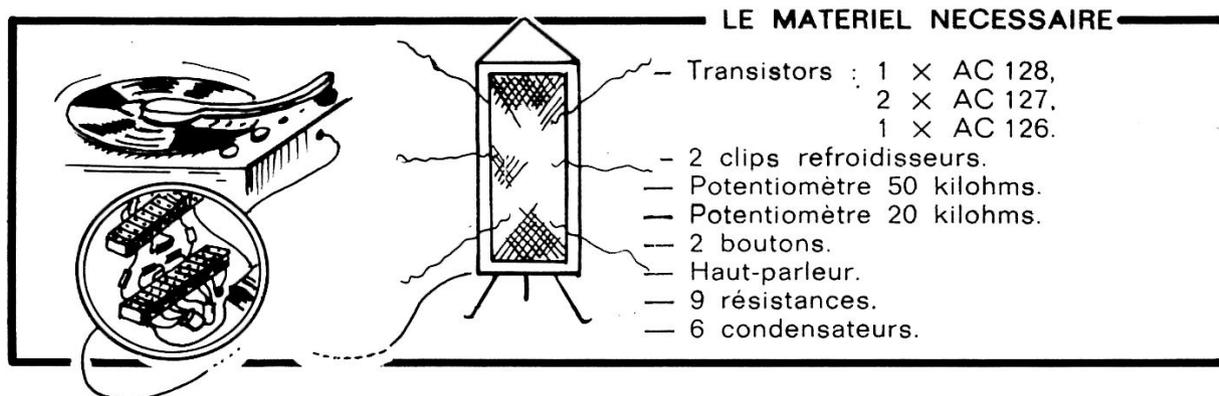


Fig. 47

Le taux de distorsion est réduit, 2 % pour une puissance maximale de 800 milliwatts. La bande passante est pratiquement linéaire de 60 à 15 000 hertz. Le courant de repos est de 20 milliampères, et passe à 100 milliampères sur puissance maximale.

Pour le montage en essais sur table, on peut utiliser le haut-parleur de 9 centimètres du montage précédent. Pour un montage définitif, il faudra adopter un modèle supérieur, un elliptique de 13 × 19 centimètres par exemple, ou mieux un 16 × 24 cm.



## Amplificateur basse fréquence

### 4 transistors - 1 watt

Ce modèle d'amplificateur comporte 4 transistors, équipant 3 étages amplificateurs successifs.

On peut brancher à l'entrée le bras de pick-up d'un tourne-disques, ou la tension de basse fréquence provenant de l'étage de détection d'un tuner A.M. ou F.M. Le potentiomètre agit en doseur de la puissance.

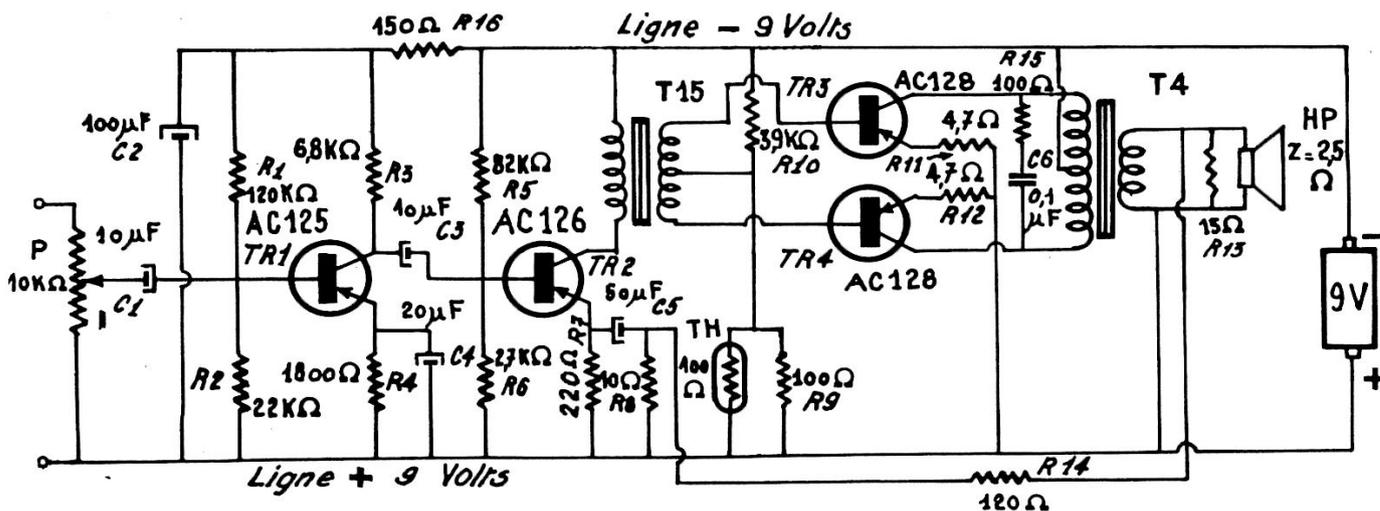


Fig. 48

Chacun des deux premiers transistors équipe un étage amplificateur monté d'une façon tout à fait classique. Dans le circuit de collecteur du second se trouve le primaire d'un transformateur déphaseur dont le secondaire attaque en tensions déphasées de 180 degrés les bases de deux transistors AC 128 montés en push-pull. Le point milieu de cet enroulement est relié au pont diviseur formé par les résistances R9 et R10, qui fixe le potentiel de fonctionnement des bases de l'étage push-pull.

Remarquons la *thermistance* de 100 ohms. C'est une résistance dont la valeur varie avec la température, et son rôle ici est d'agir en compensation, en stabilisation de température. Une élévation de la chaleur ambiante provoquerait une augmentation du courant de collecteur, qui provoquerait ensuite un échauffement des transistors... augmentant à son tour le courant de collecteur... C'est le risque d'emballement, se terminant par la destruction des transistors.

Le but de la thermistance est de modifier le potentiel des bases pour tendre à diminuer le courant lorsque la température augmente.

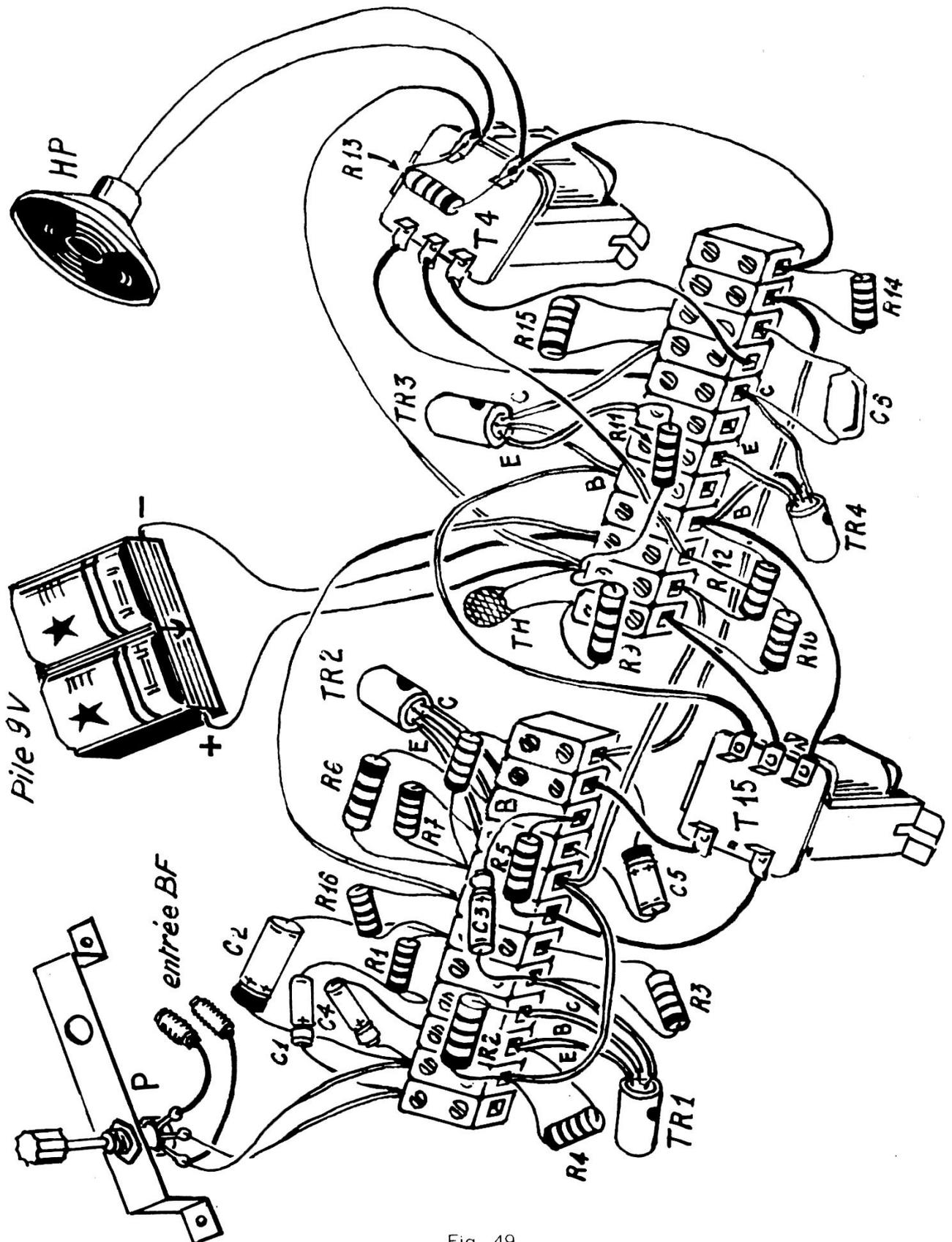


Fig. 49

Aux bornes du primaire du transformateur de modulation T 4 se trouve un circuit R 15 et C 6 dont le but est de favoriser les fréquences basses, donc les notes graves, d'où une amélioration de la bande passante de l'amplificateur.

Venant du haut-parleur, nous voyons un circuit de contre-réaction constitué par les résistances R 13 et R 14, et qui aboutit à l'émetteur de l'AC 126. Un tel circuit est destiné à améliorer la musicalité en compensant des défauts d'amplification provenant du dernier étage.

Le haut-parleur est un modèle de 2,5 ohms d'impédance. Pour les essais en montage sur table, on pourra se contenter d'un 12 centimètres de diamètre. Mais dans le cas d'un montage définitif, à la recherche de la meilleure musicalité possible, nous conseillons un modèle de plus grandes dimensions, un elliptique de 16 x 24 centimètres par exemple.

Disons enfin de cet amplificateur qu'il est tout à fait indiqué pour équiper un électrophone portatif.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| — Transformateur T 15.      | — Haut-parleur 12 cm. |
| — Transformateur T 4.       | — Thermistance.       |
| — 4 transistors.            | — 15 résistances.     |
| — Potentiomètre 10 kilohms. | — 6 condensateurs.    |
|                             | — Bouton.             |

## Amplificateur basse fréquence 3 transistors - 2,5 watts

Cet amplificateur délivre une puissance modulée relativement importante, 2,5 watts, par l'emploi d'un transistor de puissance équipant le dernier étage. En fait, cet appareil constitue les étages d'amplification basse fréquence d'un récepteur auto-radio, dont nous en avons extrait le schéma. Bien entendu, il peut également être utilisé en amplificateur autonome, pour équiper un électrophone portatif par exemple, ou pour sonoriser une voiture publicitaire.

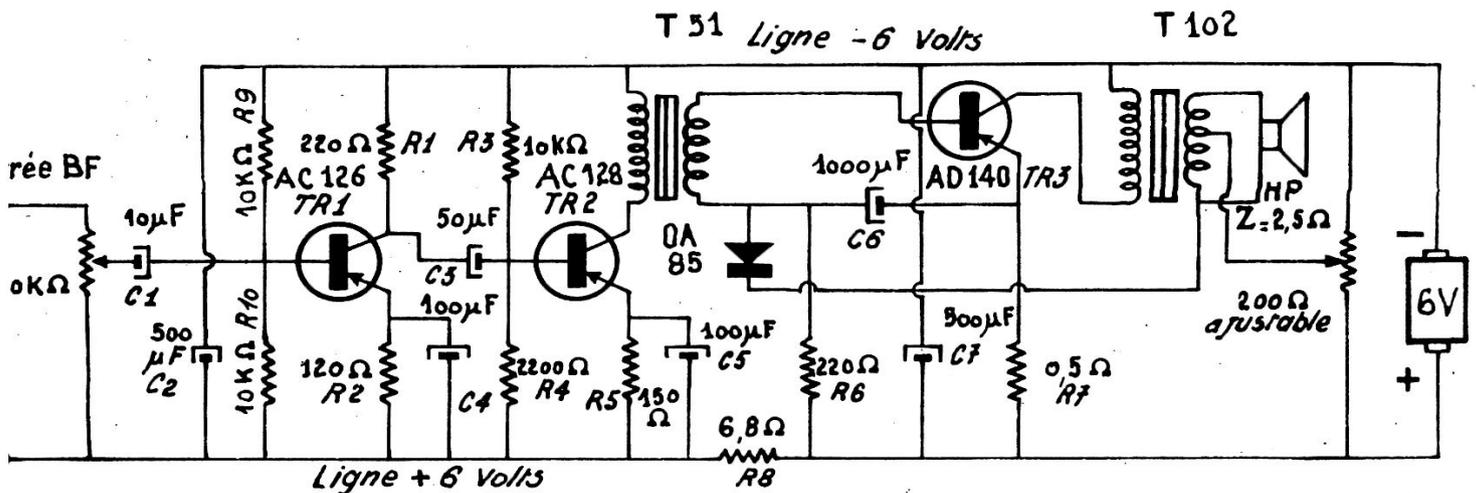


Fig. 50

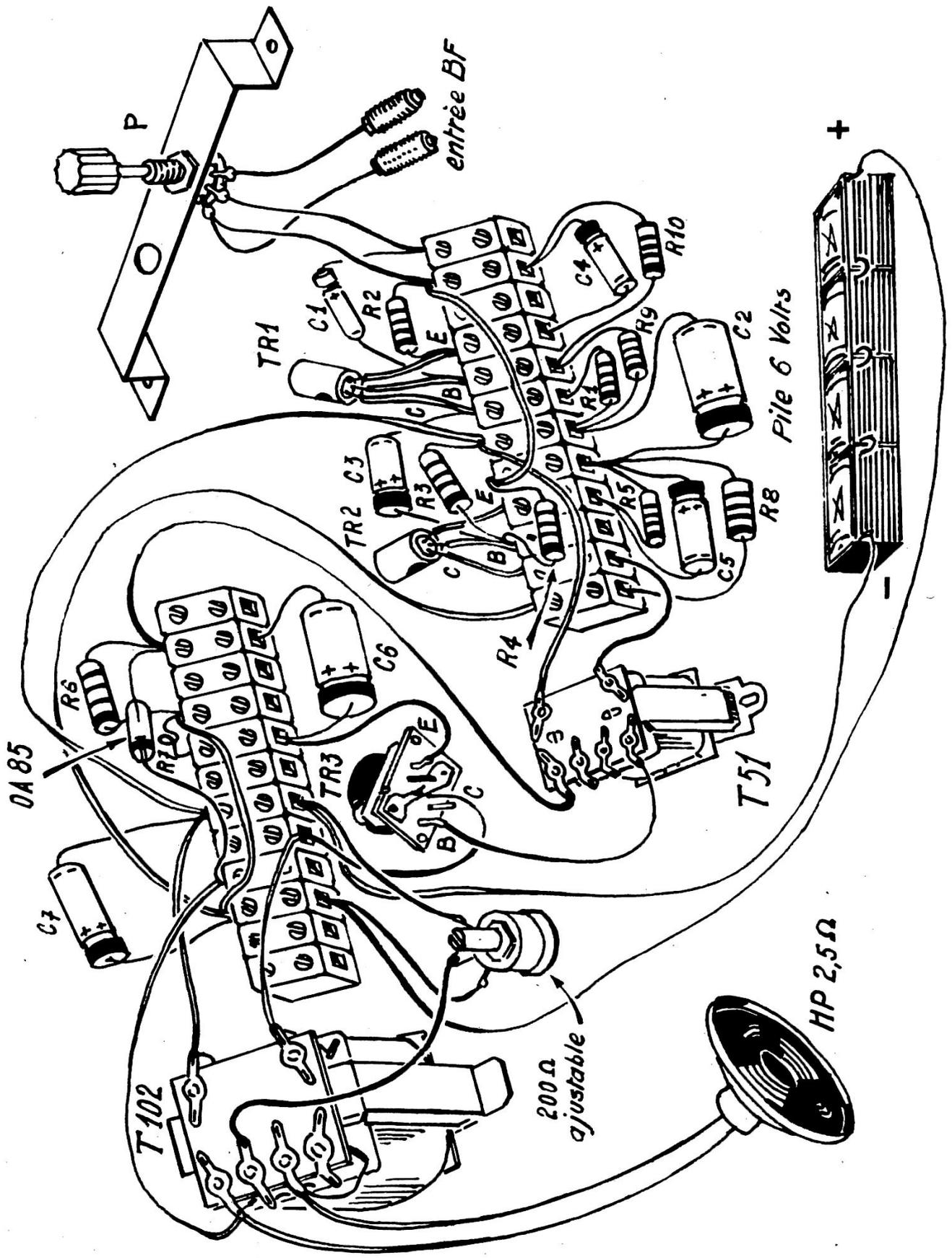


Fig. 51

L'alimentation se fait sous une tension de 6 volts. Pour des emplois permanents, il sera bon de prévoir un accumulateur de capacité convenable adaptée à l'autonomie de fonctionnement que l'on désire. Pour notre montage d'essais sur table, nous avons prévu 4 piles de 1,5 volt de forte capacité, montées en série.

Le transistor de puissance AD 140 est un modèle dont le brochage correspond au classement D de la figure 4. En figure 51 on peut remarquer qu'il existe un support approprié à ce type de transistor. C'est ce support qui, par ses broches, est relié à l'ensemble du câblage, par fils soudés. Le transistor lui-même vient ensuite s'enficher dans le support, sans risque de brûlage.

En utilisation permanente, ce transistor peut risquer de chauffer. En matière de clip refroidisseur, on peut utiliser une plaquette métallique de 5 x 5 cm par exemple, en contact avec le boîtier. Mais attention, ce boîtier correspond au collecteur, veiller donc à ne pas provoquer des courts-circuits intempestifs.

Le dernier étage fonctionne en amplification classe A. Remarquons un branchement très particulier qui est mis en jeu, ceci pour que le courant de repos ne soit pas excessif, et que d'autre part il n'y ait pas de distorsion sur réception d'une émission puissante. Le pont de polarisation est en fait constitué par :

- la R 6 de 220 ohms,
- la diode OA85,
- l'enroulement secondaire du transformateur de sortie,
- le curseur de l'ajustable de 200 ohms, celui-ci ayant l'un de ses points relié au négatif de l'alimentation.

La diode OA85 redresse les tensions de basse fréquence qui apparaissent au secondaire du transformateur de sortie. C'est cette tension redressée qui polarise la base du transistor, en « tension glissante » continuellement adaptée à l'amplitude du signal B.F. qui arrive. On dispose en définitive d'une tension de polarisation qui est variable et toujours en rapport avec l'amplitude des oscillations à amplifier. Ceci limite la consommation sur les émissions faibles, et « libère » suffisamment de courant sur les émissions puissantes pour éviter de la distorsion.

En absence d'émission, le courant de repos doit être réglé à 120 milliampères par le potentiomètre ajustable ; c'est un modèle bobiné, axe fendu pour être actionné par un tournevis, qui se règle une fois pour toutes lors de la mise au point.

Comme pour le montage précédent, on peut mener les essais avec un petit haut-parleur de 2,5 ohms, diamètre 12 centimètres. Mais un tel modèle est absolument incapable « d'encaisser » la puissance de cet amplificateur, en montage définitif il faut prévoir un plus grand diamètre, 21 centimètres circulaire, ou 16 x 24 centimètres elliptique.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| — Haut-parleur 12 cm.   | — Diode OA 85.                      |
| — Transformateur T 51.  | — Potentiomètre 10 kilohms.         |
| — Transformateur T 102. | — Potentiomètre ajustable 200 ohms. |
| — Transistors : AC 126. | — Bouton.                           |
| AC 128.                 | — Support de transistor.            |
| AD 140.                 | — 8 résistances.                    |
|                         | — 7 condensateurs.                  |

## Un interphone complet

Ce montage est la réalisation complète d'un interphone, répondant à toutes les conditions d'utilisation que l'on peut attendre d'un appareil commercial.

Nous avons déjà parlé dans ces pages de la réversibilité électromagnétique ; nous en avons ici une remarquable application pratique.

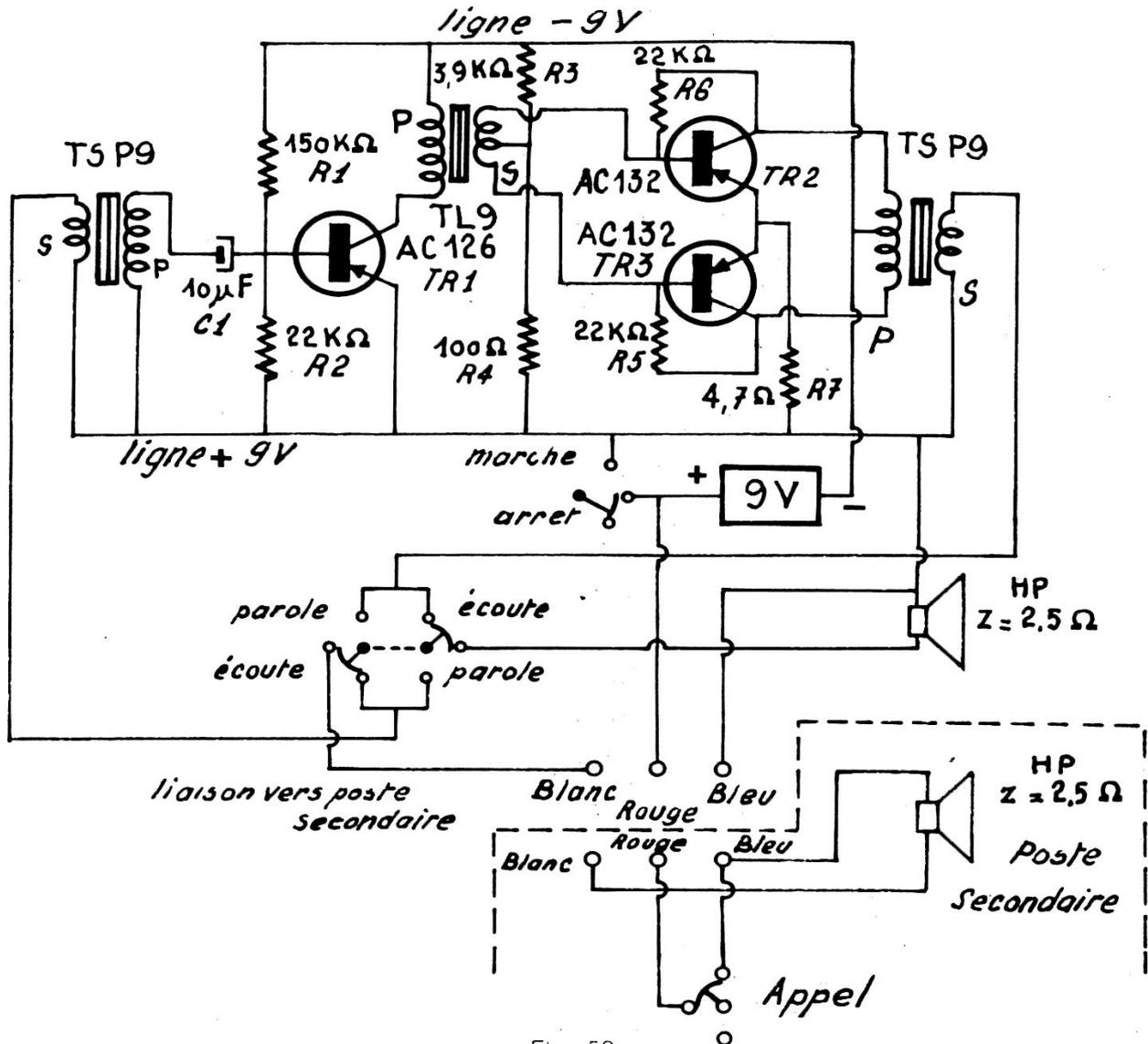


Fig. 52

Si nous examinons le schéma de principe de la figure 52, nous constatons que nous disposons essentiellement d'un amplificateur basse fréquence comportant un premier étage amplificateur, un transformateur déphaseur, et un amplificateur push-pull. A chaque bout, à chaque extrémité, se trouve branché un haut-parleur.

Si l'on parle devant le *haut-parleur 1* se trouvant à l'entrée, il fonctionne en microphone et le *haut-parleur 2* se trouvant à la sortie en reproduit le son.

Ensuite par le jeu d'une commutation, le haut-parleur 2 est branché à l'entrée et fonctionne en microphone ; le haut-parleur 1 branché à la sortie reproduit la parole. Vous pouvez sur le schéma vous livrer au petit travail qui consiste à suivre les circuits commutés, pour vérifier ce fonctionnement.

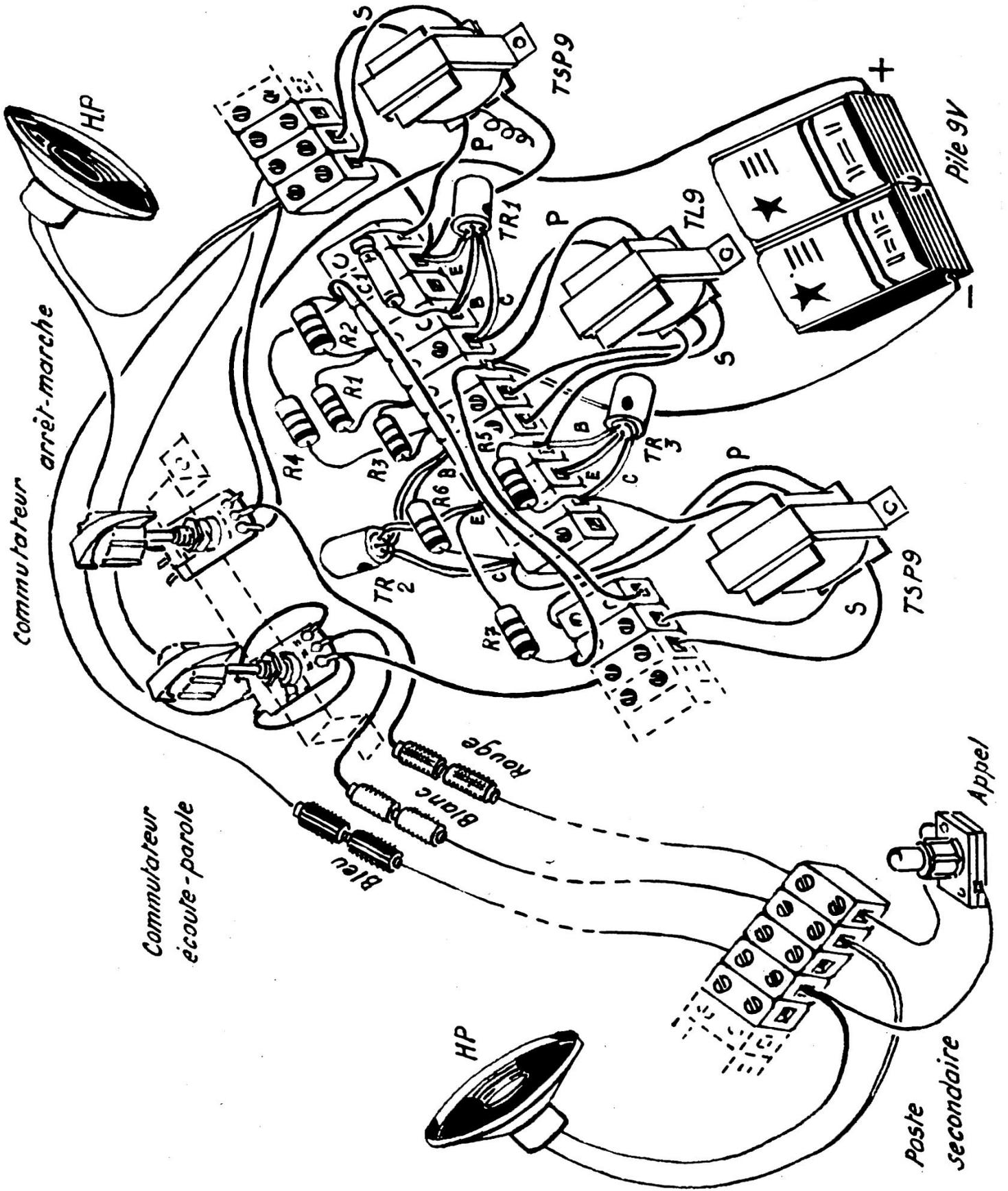


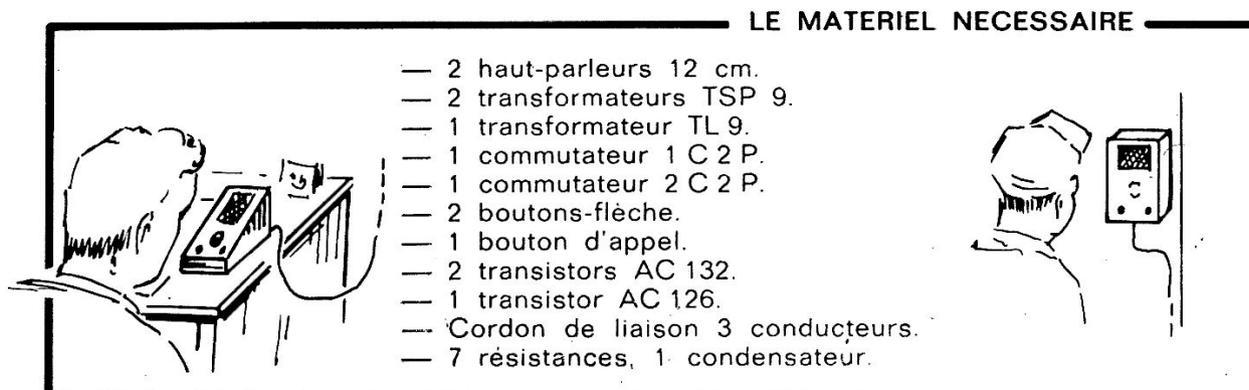
Fig. 53

Le Poste Chef comporte le principal de l'appareil et le commutateur « parole - écoute », c'est lui qui dirige la conversation, le « trafic ». Relié par un cordon à 3 conducteurs et pouvant se trouver à plusieurs dizaines de mètres de là, le Poste Secondaire comporte uniquement un haut-parleur, au moyen duquel on parle et écoute tour à tour.

Pour l'emploi, le Poste Chef actionne le bouton « marche-arrêt » et appelle à la voix. En position d'arrêt, le Poste Secondaire peut également appeler par le bouton dont il dispose, et sans que pour cela les piles ne soient branchées en permanence, ce qui est très important pour un usage normal.

Pour le montage pratique, remarquez que les deux transformateurs TSP 9 sont identiques entre eux, et différents du TL 9. Sur la figure 53, le TSP 9 de droite comporte à son enroulement P une prise médiane qui est inutilisée, ce qui correspond bien au schéma de principe.

Les haut-parleurs sont en impédance 2,5 ohms et peuvent être choisis en 12 centimètres de diamètre.



## Un émetteur radiophonique 2 transistors P. O.

Ce petit émetteur réalisé à titre purement expérimental diffuse sur la gamme des Petites Ondes et peut par conséquent être reçu par un récepteur ordinaire. Nous avons déjà parlé de tels petits montages, et des précautions et restrictions qui doivent être rigoureusement observées.

Nous disposons ici d'un microphone à grenaille de charbon qui module le courant de base d'un transistor basse fréquence AC 126 dont l'impé-

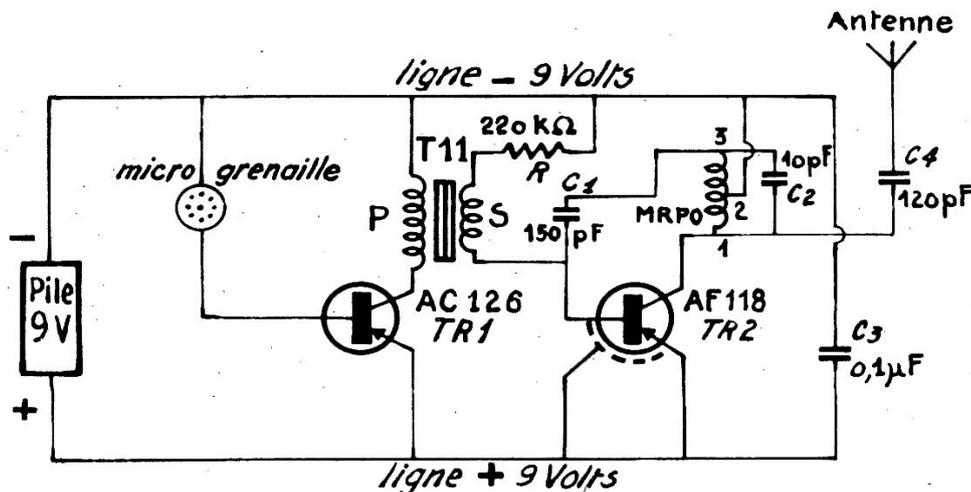


Fig. 54

dance de charge est constituée par le primaire d'un transformateur T 11.

La tension disponible au secondaire est utilisée pour moduler un étage oscillateur haute fréquence. Nous retrouvons ici un AF 118 monté avec un bobinage oscillateur MR PO ; le courant B.F. de modulation est appliqué sur la base du transistor.

Aux essais, nous avons utilisé une antenne télescopique de 0,75 mètre. La portée constatée a été de 20 mètres environ, réception sur un poste ordinaire à transistors et cadre incorporé. Pour réalisation en coffret portatif, on pourrait donc adopter une antenne télescopique de même dimension.

Pour rechercher de plus longues portées, on pourrait adopter une prise de terre et des antennes plus longues.

Pour obtenir une bonne profondeur de modulation, il est nécessaire de parler assez près du microphone.

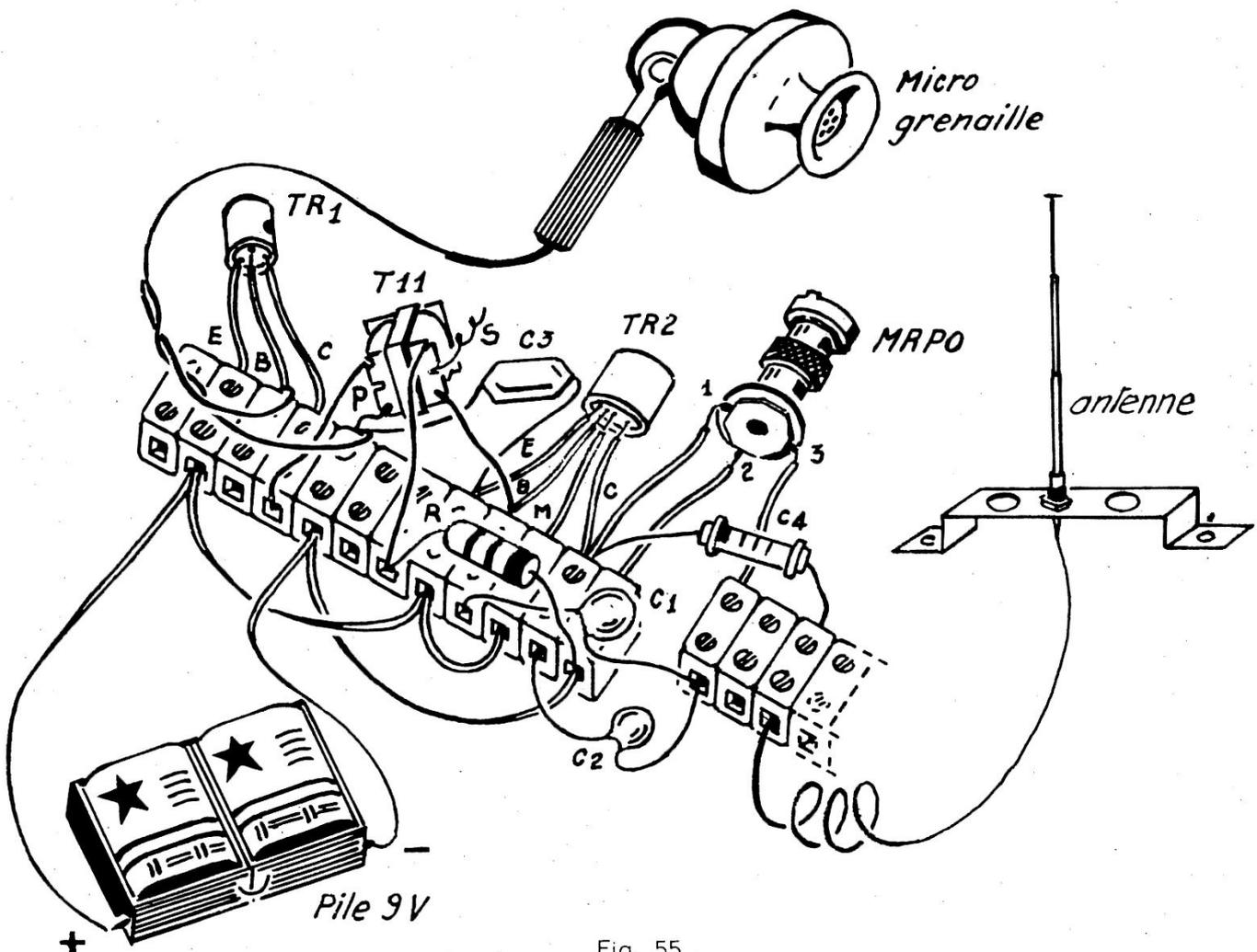


Fig. 55

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| — Transformateur T 11.    | — Bobinage MR PO.       |
| — Microphone à grenaille. | — 4 condensateurs.      |
| — Transistor AF 118.      | — 1 résistance.         |
| — Transistor AC 126.      | — Antenne télescopique. |

## Un émetteur radiophonique 3 transistors P. O.

Si l'on compare les propriétés d'un microphone à grenaille de charbon et d'un modèle piézoélectrique, on peut constater que :

- un micro charbon est peu fidèle, et assez sensible ;
- un micro piézo est plus fidèle, mais moins sensible.

Fidélité. — On utilise donc le micro charbon de préférence pour la parole seulement, la bande des fréquences à transmettre étant très restreinte. Par contre, pour une bonne musicalité on préfère le micro piézo, plus apte à transmettre une large bande de fréquences acoustiques.

Sensibilité. — Le micro charbon est plus sensible, il fournit directement une tension de modulation plus importante. C'est pourquoi on le retrouve dans des montages simples et rudimentaires. Par contre le micro piézo délivrant une tension plus faible nécessite une amplification plus importante.

Ces confrontations expliquent les différences constatées entre le montage de la figure 56 et le montage précédent.

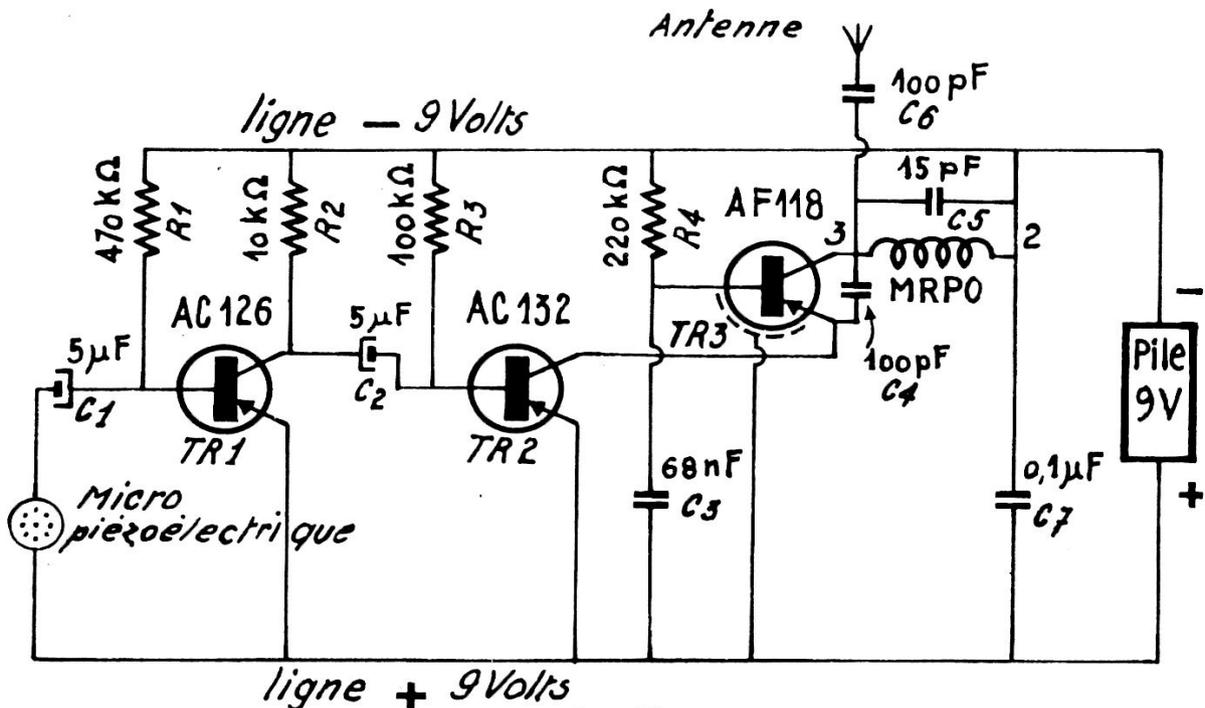


Fig. 56

Nous avons ici un microphone piézoélectrique, suivi de deux étages amplificateurs basse fréquence, le tout modulant un étage oscillateur haute fréquence équipé d'un transistor AF 118. Remarquons le procédé de modulation appliqué ici : la résistance de l'émetteur de l'AF 118 est constituée par le circuit collecteur-émetteur du modulateur AC 132.

Cet appareil s'est révélé très « valable » aux essais, on obtient une très bonne sensibilité et une très bonne « compréhensibilité » de la parole, en parlant à environ 20 centimètres du microphone.

Un tel appareil constitue une version réduite, mais cependant très acceptable, de ce qu'on appelle souvent commercialement un « Micro H.F. », pour « microphone haute fréquence ». C'est un appareil qui est utilisé lorsqu'il n'est pas possible de relier un microphone par fil à un amplificateur ou un magnétophone. C'est le cas par exemple pour un reporter se trouvant dans une foule très agitée, ou un artiste se déplaçant sur scène.

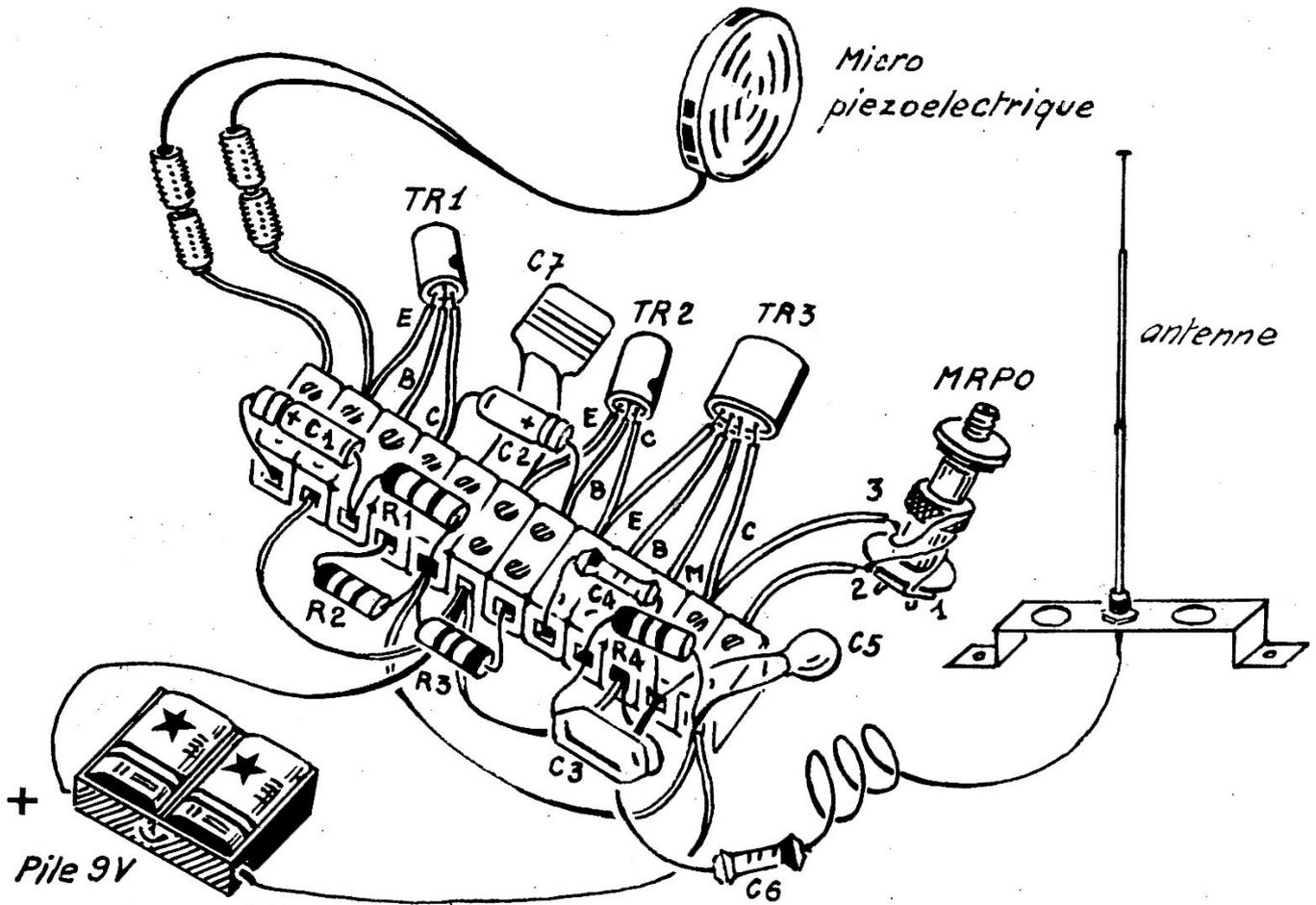


Fig. 57

La parole rayonnée par l'antenne peut être captée à courte distance dans les coulisses ou par un camion disposant d'une installation importante. On peut ensuite l'enregistrer ou la diffuser sur une installation de sonorisation.

Lors des essais, nous avons monté 2 de ces émetteurs et avons établi une liaison en duplex comme indiqué en figure 58. Il faut pour cela que l'émetteur 1 et le récepteur 2 soient accordés sur une même fréquence, différente de celle sur laquelle se trouvent accordés l'émetteur 2 et le récepteur 1. On aboutit à une possibilité de conversation radiotéléphonique, sans commutation.

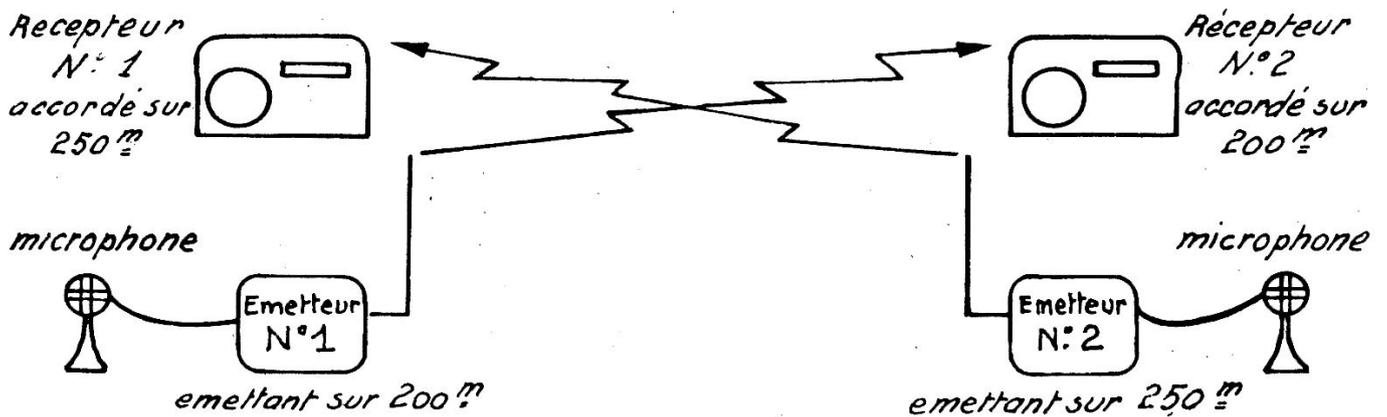
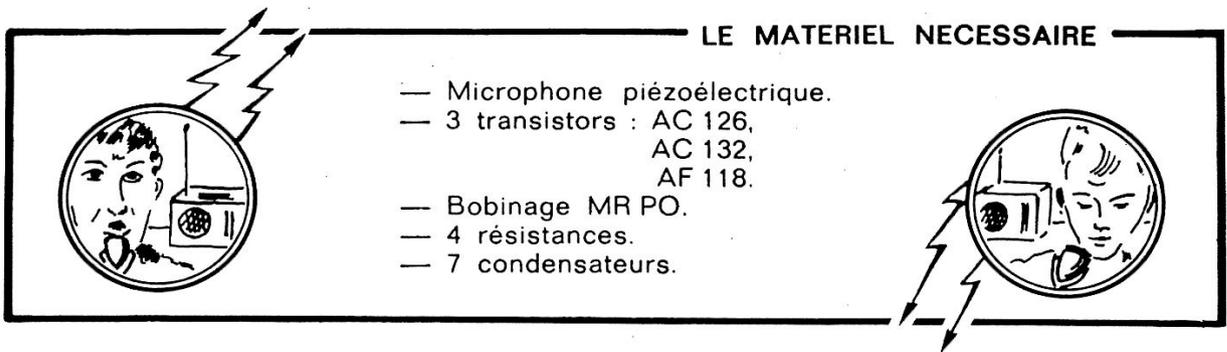


Fig. 58 Un exemple de liaison en « duplex » par radio.



## Des relais photoélectriques

Le relais photoélectrique est un dispositif électronique très répandu, qui trouve des applications nombreuses et variées, tant professionnelles que privées.

Une installation d'un tel dispositif comprend essentiellement une ampoule qui dirige un rayon lumineux sur un appareil comportant une cellule sensible à la lumière, un amplificateur et un relais. Le fait d'intercepter le rayon lumineux peut ouvrir ou fermer le relais ; celui-ci est en fait un interrupteur, ainsi commandé à distance, à partir duquel on peut actionner de multiples éléments. Citons les applications pratiques qui sont les plus répandues :

- Protection d'une personne travaillant sur machine dangereuse. Le fait d'approcher la main d'une zone de danger coupe le rayon lumineux, le relais coupe l'alimentation de la machine.

- Avertisseur anti-vol. Au passage d'un intrus dans le faisceau, le relais actionne une sonnerie d'alarme.

- Allumage de l'éclairage d'un escalier ou d'une pièce dès qu'un visiteur se présente.

- Comptage automatique d'objets placés sur une bande transporteuse. Le relais actionne un compteur électro-mécanique.

- Asservissement de moteurs électriques (démarrage ou arrêt) avec toutes les applications que cela peut entraîner : ouverture d'une porte de garage sur envoi d'un coup de phares, mise en route automatique d'un escalier mécanique..., etc.

- Contrôle de montée du niveau de liquides et de produits pulvérulents.

- L'appareil peut être rendu sensible, non pas à un rayon lumineux qui le frappe, mais à la lumière ambiante générale. On peut alors commander l'éclairage d'une vitrine, ou de la voie publique, en fonction du jour ou de la nuit. La cellule photoélectrique du photographe est également une application.

L'emploi de semiconducteurs modernes a permis la conception de dispositifs de poids et d'encombrement très réduits, de faible consommation, et pouvant être alimentés sur piles, donc autonomes. Un ensemble de qualités fort appréciable... et très apprécié...

## Relais photoélectrique

### Photodiode - 1 transistor

La photodiode est une cellule photoconductrice dont la résistance intérieure varie avec la lumière. Dans le schéma de la figure 59, nous pouvons constater qu'elle se trouve en dérivation sur l'une des résistances du pont de base R1 et R2. Suivant la lumière qu'elle reçoit, elle va donc modifier le potentiel de la base par rapport à celui de l'émetteur, donc agir sur le courant de collecteur.

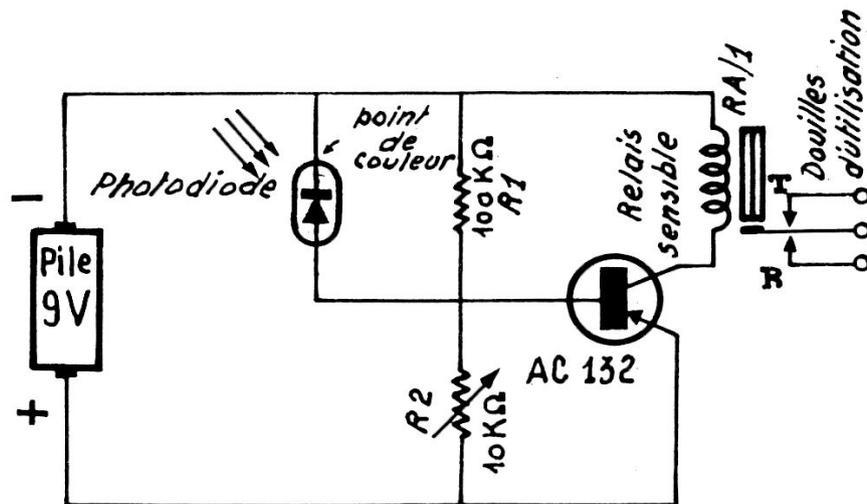


Fig. 59

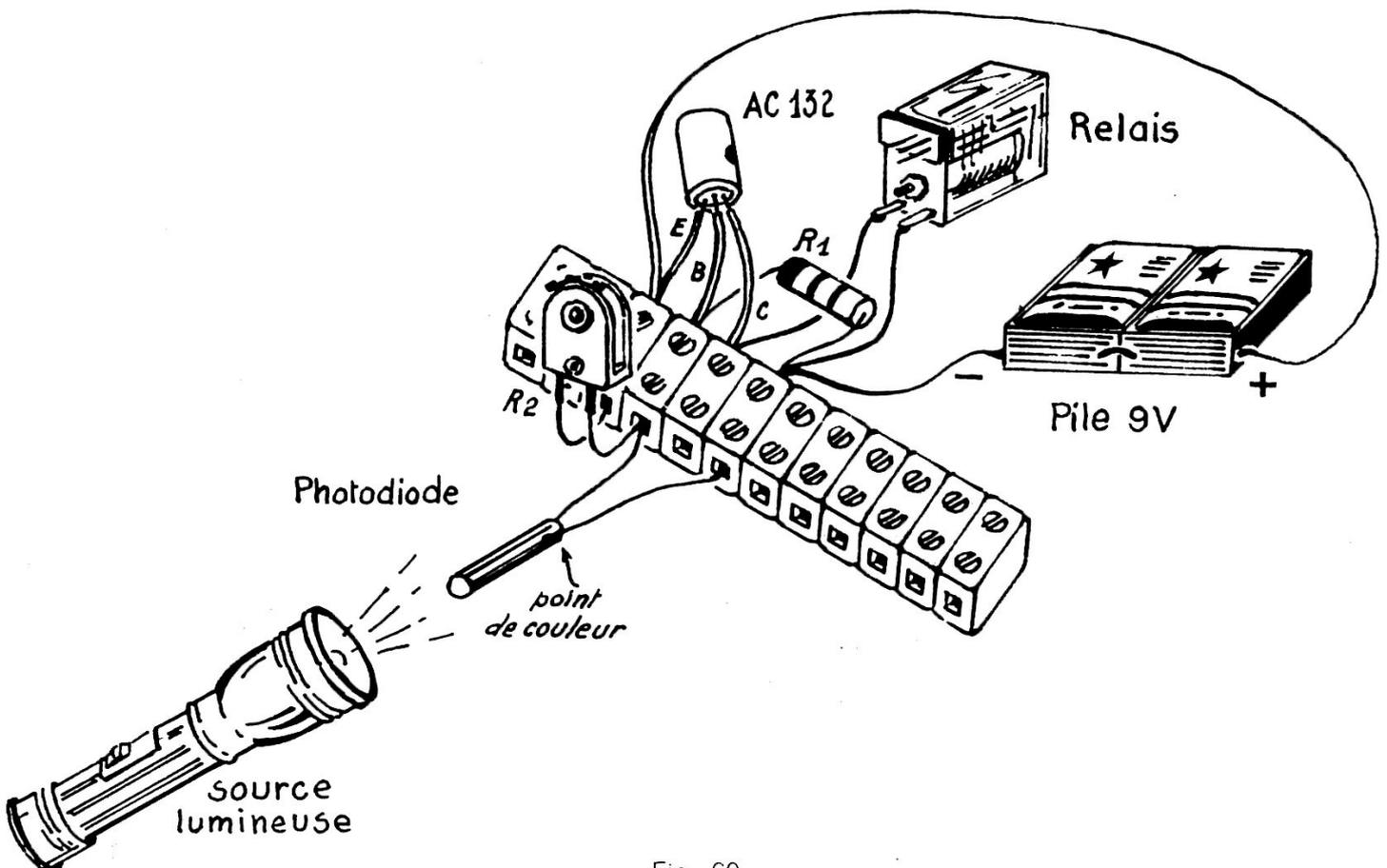


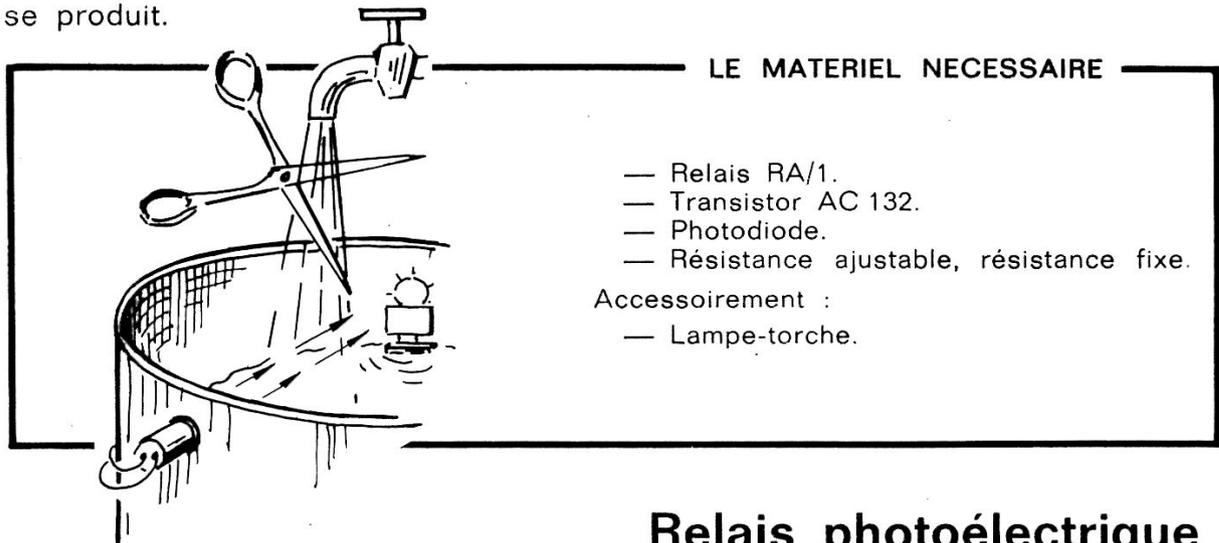
Fig. 60

Dans le collecteur se trouve inséré un *relais sensible*. Cet élément est essentiellement constitué par un bobinage entourant un noyau métallique, en fait un électro-aimant. Lorsque le bobinage est parcouru par un courant, le métal s'aimante et attire une palette mobile métallique. Cette palette établit un contact entre deux points lorsqu'elle est attirée, c'est le contact travail, et établit un autre contact lorsqu'elle retombe, c'est le contact repos. On dispose donc là de deux interrupteurs, ou encore d'un inverseur.

Le modèle utilisé ici présente une résistance ohmique de 300 ohms, il colle à partir d'un courant de 10 milliampères, le pouvoir de coupure de ses contacts est de 30 watts. En position d'attente, le courant de repos est faible, la palette n'est pas attirée, le relais est en contact repos. Dès que le potentiel de base se trouve modifié par l'éclairement de la cellule, le courant de collecteur augmente et excite le relais qui vient en contact travail.

C'est donc aux bornes des contacts du relais que sont reliées les douilles d'utilisation de l'appareil. Dans les pages qui suivent nous avons donné quelques exemples de branchements mettant en évidence le déclenchement d'un relais. Nous avons également consacré un court chapitre à diverses possibilités d'utilisation.

La résistance ajustable R 2 agit en réglage de sensibilité. Par sa valeur, elle détermine le seuil de lumière à partir duquel le déclenchement du relais se produit.



## Relais photoélectrique Photodiode - 2 transistors

Ce montage est une variante du montage précédent dont il reprend les *principaux* éléments. Mais nous avons cette fois une amplification par 2 transistors successifs, donc un fonctionnement plus sensible. Disons pour fixer les idées qu'avec la lampe de poche très ordinaire que nous avons utilisée pour les essais, nous avons déclenché le relais à 2 mètres de la cellule, alors qu'avec le montage précédent on déclenche à moins de 1 mètre.

Les 2 transistors sont montés en amplificateur de courant continu, sans condensateur de liaison ; le seuil de fonctionnement est également déterminé par la résistance réglable R 1.

La photodiode se présente comme un élément très petit, dont le point sensible se situe à son extrémité. L'appareil qu'elle équipe est pratiquement insensible à la lumière ambiante d'une pièce normalement éclairée, et ne réagit que sur un pinceau lumineux concentré sur le point sensible de la photodiode. Dans une installation permanente, on peut prévoir l'emploi de lentilles optiques concentrant le rayon lumineux sur la cellule.

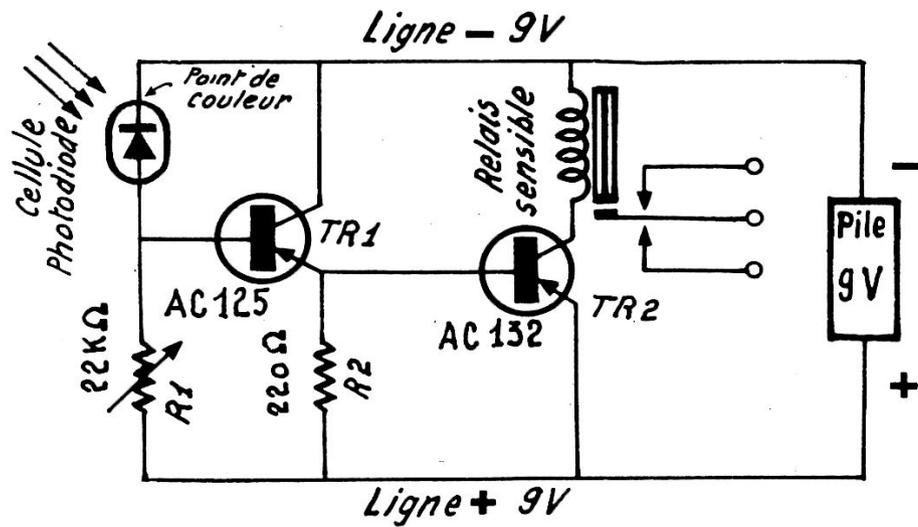


Fig. 61

Celle-ci est également sensible aux rayons infra-rouges, donc à la chaleur. Vous pourrez le constater comme nous en approchant la flamme d'une allumette, ou une résistance électrique chauffante.

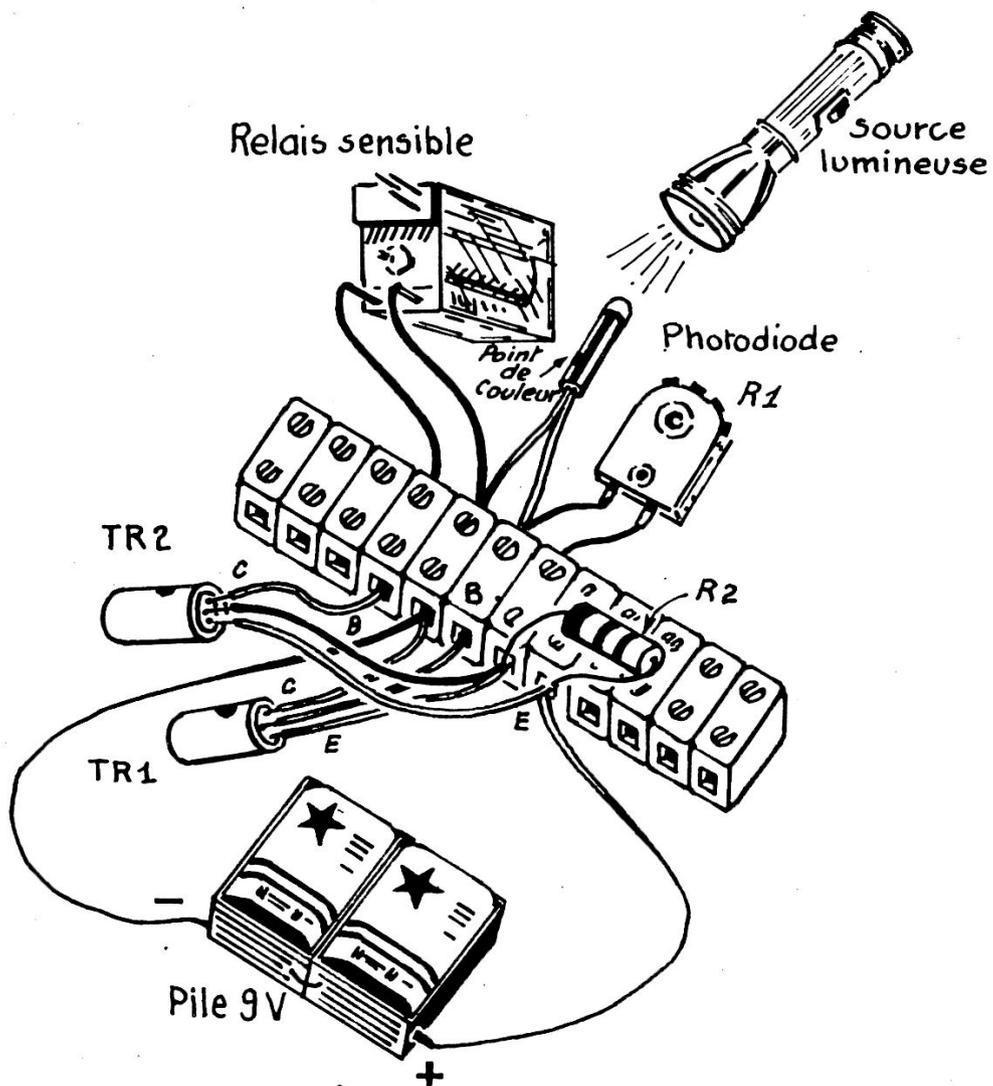
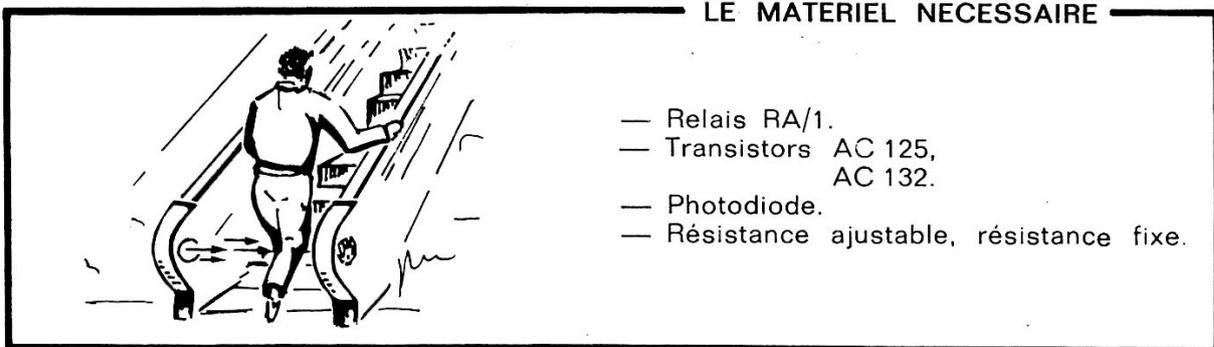


Fig. 62

Une photodiode est un semiconducteur dont le fonctionnement est basé sur le principe de la photo-conductivité. Si l'on éclaire une jonction, sa résistivité décroît en fonction de l'intensité du flux lumineux auquel elle est soumise. Ce principe de fonctionnement est différent de celui de la cellule photorésistante que nous utiliserons dans les montages suivants.



## Relais photoélectrique Photorésistance

D'une extrême simplicité, d'un très bas prix de revient, ce montage est basé sur l'emploi d'une cellule photorésistante au sulfure de cadmium, substance douée de propriétés photo-conductrices. Pratiquement, une telle cellule se comporte comme une résistance dont la valeur varie suivant l'intensité du flux lumineux qui la frappe. Extrêmement élevée dans l'obscurité, cette résistance diminue à la lumière.

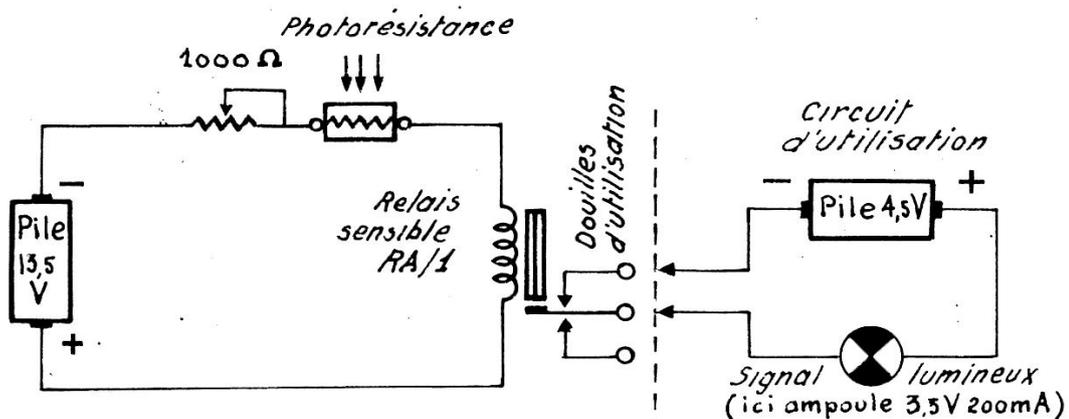


Fig. 63

Le schéma de la figure 63 illustre bien un tel fonctionnement. Dans un seul et même circuit, reliés en série, se trouvent la source d'alimentation de 13,5 volts, la bobine d'excitation du relais, la cellule, et un potentiomètre de réglage de sensibilité de 1 000 ohms. Dans l'obscurité, ou tout au moins au-dessous d'un certain seuil d'éclairement, la résistance de la cellule est importante et le courant débité par la pile est insuffisant pour faire coller le relais. Dès que la cellule est suffisamment éclairée, sa résistance diminue, le courant augmente et peut provoquer le collage du relais. La résistance réglable de 1 000 ohms en intervenant dans la résistance totale du circuit permet d'ajuster le seuil de sensibilité de l'ensemble.

A titre démonstratif, nous avons branché aux douilles de sortie du relais un circuit d'utilisation, le plus simple qui se puisse concevoir : une pile qui alimente une ampoule. On peut constater que le relais se conduit bien comme

un simple interrupteur, qui lors du collage déclenche l'allumage de l'ampoule. Remarquez que si vous branchez le circuit sur le contact repos, le fonctionnement se trouve inversé, il y a interruption au moment du collage.

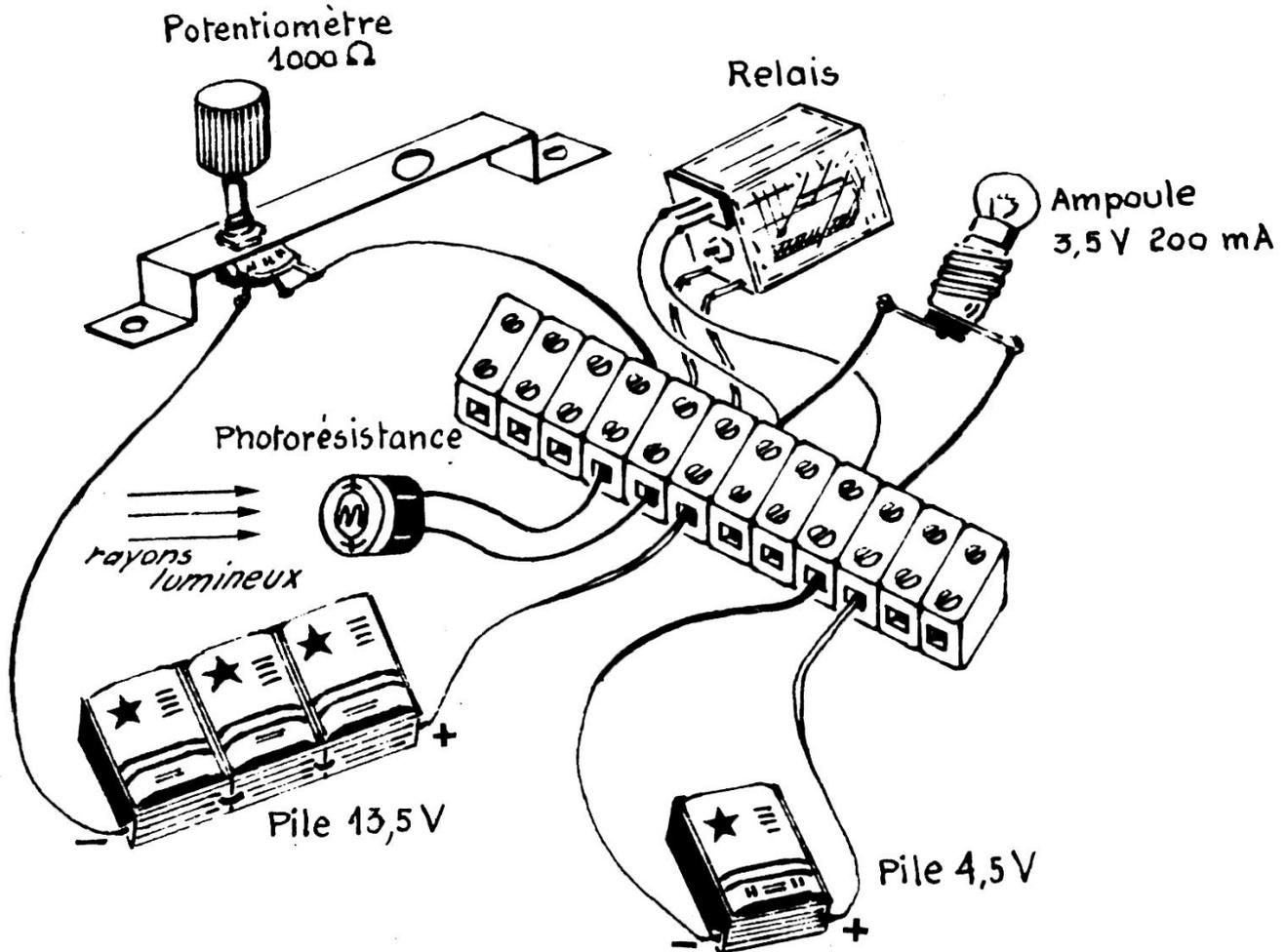
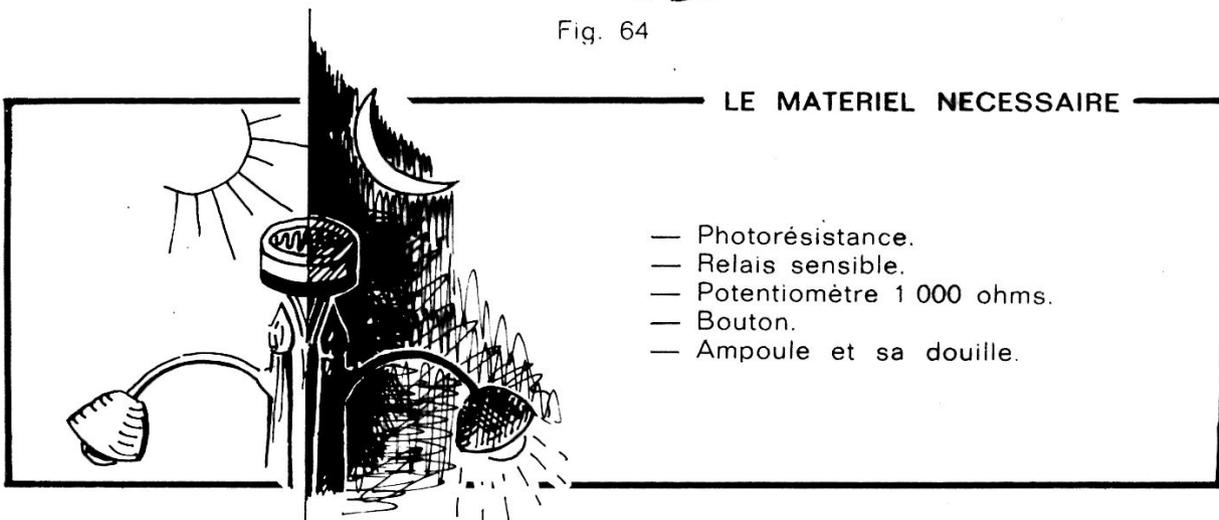


Fig. 64



## Relais photoélectrique Photorésistance - 1 transistor

Ce modèle est plus sensible que le précédent car il possède un système amplificateur, en l'occurrence un transistor AC 132.

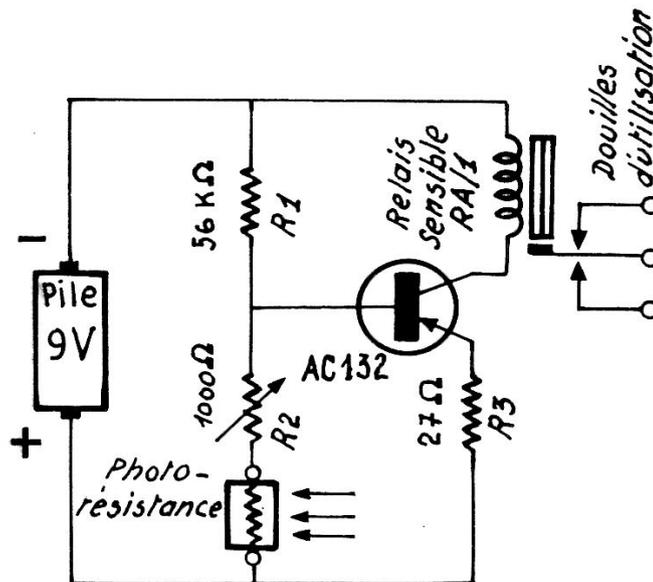


Fig. 65

La polarisation de la base est déterminée par le pont diviseur de tension constitué par :

- côté négatif, la résistance fixe R 1 ;
- côté positif, la cellule photorésistante ;
- et la résistance variable de 1 000 ohms.

Lorsque la cellule se trouve dans l'obscurité, ou très peu éclairée, sa résistance est élevée, la base se trouve portée à un potentiel négatif important par rapport à l'émetteur. Il s'ensuit que le courant de collecteur est également important, et de ce fait provoque le collage du relais.

Sur éclairage de la cellule, sa résistance diminue, le potentiel de la base « se rapproche » de l'émetteur, le courant de collecteur diminue lui aussi, le relais décolle.

Constatons à titre documentaire que le fonctionnement est l'inverse de celui du montage précédent. Pratiquement, ceci n'a aucune importance, le relais comportant deux contacts « 1 repos - 1 travail », on peut toujours choisir l'un ou l'autre suivant que l'on veut *démarrer* ou *arrêter* un dispositif, sur lumière ou sur obscurité.

La résistance variable R 2 agit comme précédemment : elle détermine le seuil de déclenchement.

Ce montage est suffisamment sensible pour réagir entre la lumière du jour et la pénombre de la tombée de la nuit. C'est dire qu'entre autres applications, il peut provoquer l'éclairage automatique d'une vitrine, ou d'un éclairage public. Pour situer sa sensibilité, disons qu'il réagit à une distance de 4 mètres environ sur l'illumination de la cellule par une simple lampe de poche.

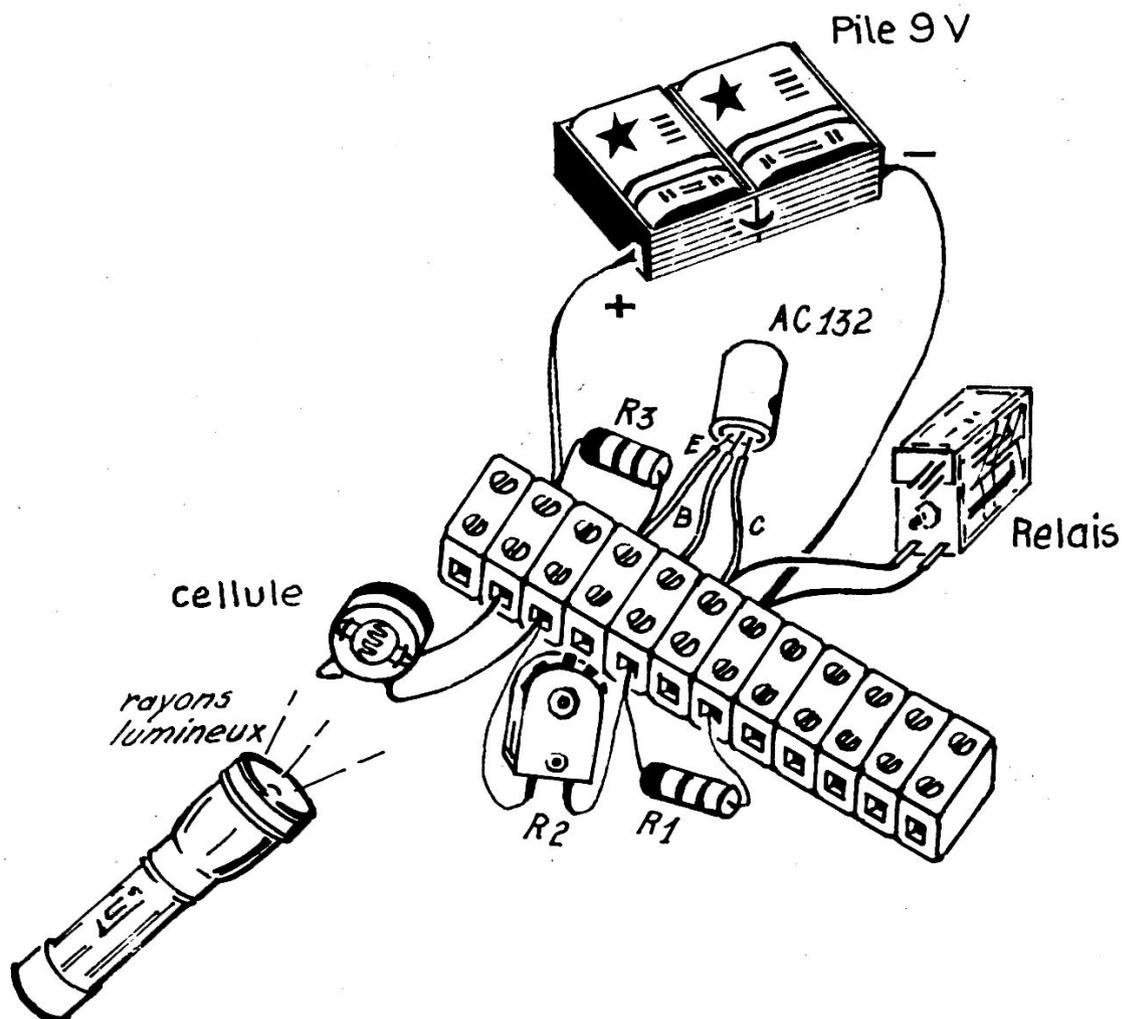


Fig. 66

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistor AC 132.
- Photorésistance.
- Relais sensible.
- Résistance ajustable.
- 2 résistances fixes.

## Un surveilleur de liquides

Après la lumière, les liquides...

Remarquons au cours de ces petites réalisations combien les transistors se prêtent à des montages variés, très divers, et toujours d'une très grande simplicité, mettant en jeu un nombre fort réduit d'éléments.

Le montage de la figure 67 réagit à la présence d'un liquide, provoquant le déclenchement d'un relais. Il comporte deux sondes, pouvant être deux tiges métalliques quelconques, lamelles ou simples fils, destinées à tremper dans le liquide à surveiller.

Examinons le fonctionnement, que d'ailleurs nous commençons à fort bien connaître... Relié aux bornes de la pile d'alimentation, le pont diviseur de tension est constitué par la résistance réglable R 2, la résistance fixe R 1, et l'espace situé entre les deux sondes.

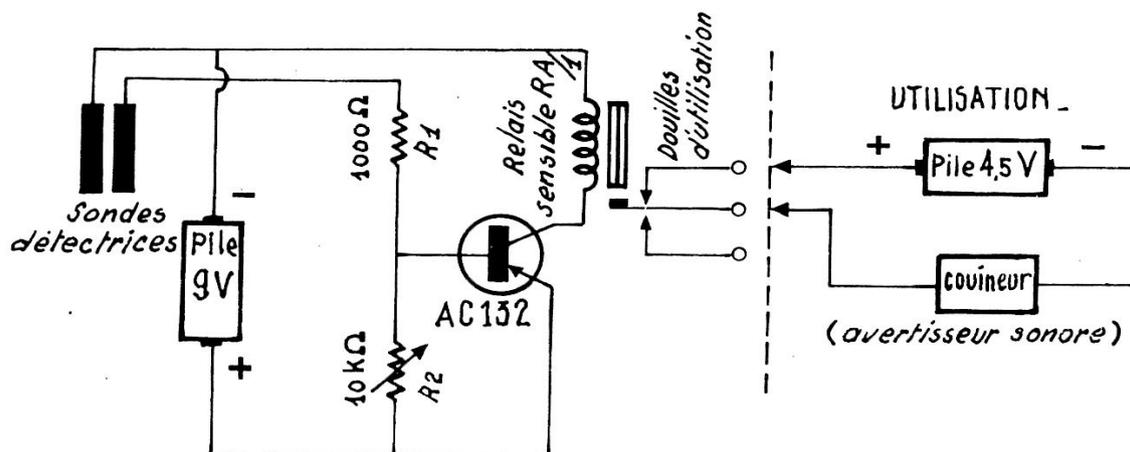


Fig. 67

Supposons le dispositif en attente, au repos. Les sondes sont à l'air, il y a coupure, R1 n'est pas reliée au négatif, la base se trouve pratiquement au même potentiel que l'émetteur, le transistor est bloqué, *il ne conduit pas*, aucun courant ne parcourt le circuit émetteur-collecteur (nous négligeons le courant de fuite, extrêmement faible), le relais est décollé.

Si un liquide (conducteur) atteint les sondes, il y a liaison entre elles, R1 se trouve reliée au négatif, le potentiel de la base « s'éloigne » de celui de l'émetteur, ce qui provoque un courant émetteur-collecteur qui colle le relais.

A partir de cette action, on peut mettre en route beaucoup de choses... : sonnerie ou lumière d'alarme, pompe hydraulique de remplissage, ouverture ou fermeture d'une vanne, fermeture de portes ou de volets d'une maison...

Car entre autres applications, ce dispositif peut être utilisé en détecteur de pluie. Les sondes peuvent être constituées par des plaques ou lamelles très rapprochées entre elles, et même disposées en plusieurs endroits. Les premières gouttes d'eau qui les toucheront déclencheront le relais.

On peut d'ailleurs déterminer le seuil de déclenchement par la résistance ajustable R2. Elle agit également en réglage de sensibilité. Car on peut en effet vouloir que le dispositif ne se déclenche pas pour la moindre goutte de pluie.

Un réservoir se remplit de liquide. A une hauteur bien déterminée, on peut placer contre la paroi les deux sondes de contact. Lorsque le liquide les atteint, le relais actionne une alarme. Ou il stoppe la pompe qui remplissait le réservoir. Ou il ouvre une vanne qui va le vider.

On peut aussi faire le contraire... Les sondes sont immergées en permanence, le liquide descend, le relais est collé. Dès que le liquide quitte les sondes, le relais décolle, son contact Repos met en route une pompe de remplissage.

Ce dispositif peut donc « surveiller » le niveau d'un puits, d'une cuve à vins, de l'électrolyte dans les batteries d'accus...

Ce schéma, transposé en matériel européen, est extrait d'une revue américaine, pays où existent des voitures décapotables qui se découvrent ou se couvrent par un mécanisme mû par un moteur approprié. Le surveilleur de pluie peut être installé à bord, les sondes sur le pare-brise, son relais déclenchant la mise en route du moteur, donc le mécanisme qui couvre automatiquement la voiture dès que la pluie commence à tomber. Peut-être pourrez-vous procéder de même...

Pour une villa, on peut établir une surveillance de pluie qui actionne une sonnerie dès que tombent les premières gouttes. Partant de là, un bon technicien se dira immédiatement que tant qu'à faire, le surveilleur pourra se charger de fermer directement portes et fenêtres, par l'intermédiaire d'un relais de puissance, qui ferme le circuit d'alimentation d'un moteur, qui actionne une mécanique appropriée.

Dans une application très particulière, que nous appellerons « surveillance d'incontinence nocturne », les sondes sont constituées par plusieurs fils nus, fins et souples, cousus dans le drap sur lequel l'enfant repose. Dès qu'il y a... arrosage nocturne... le surveilleur déclenche une sonnerie qui réveille l'enfant ou alerte les parents.

En surveillance de niveau, l'écartement des sondes n'est pas bien critique. En détecteur de pluie, il convient qu'elles soient très rapprochées, on peut même disposer plusieurs tiges ou plaques métalliques *imbriquées les unes avec les autres*.

L'appareil est inutilisable dans le cas de certains liquides gras, comme l'huile ou le pétrole par exemple.

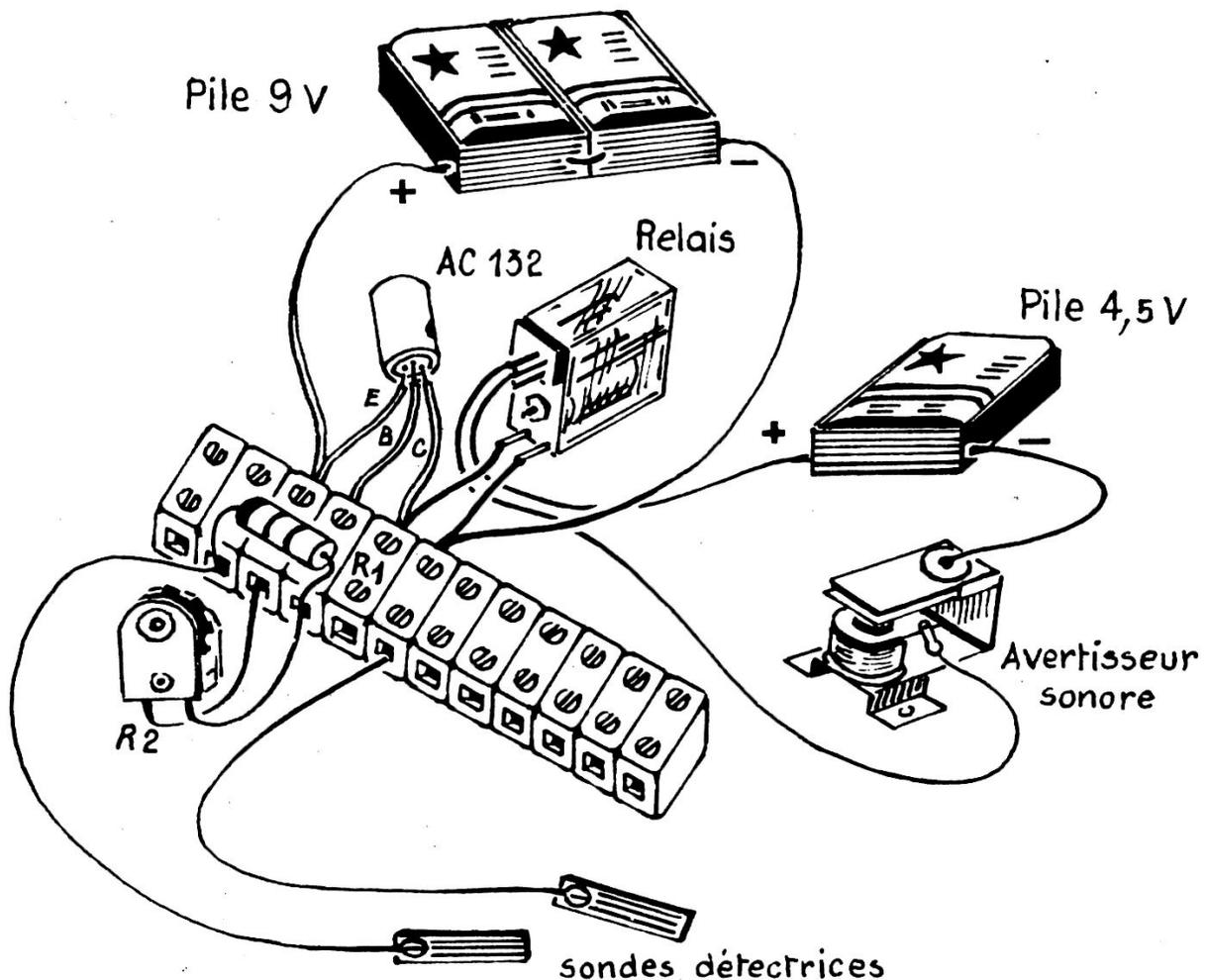
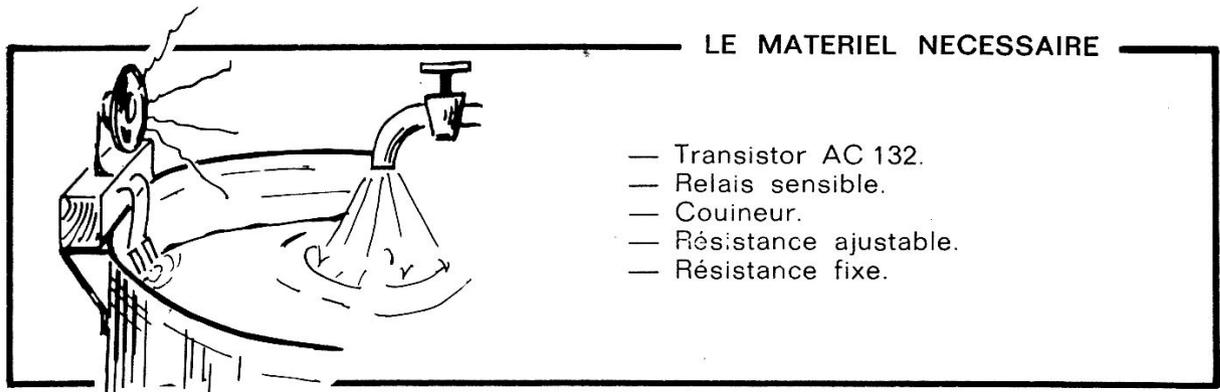


Fig. 68

A titre démonstratif, nous avons branché sur le relais un avertisseur sonore. C'est un « couineur », une sorte de petit vibreur, ou ronfleur, qui émet un son dès qu'une tension de 4,5 volts est appliquée à ses bornes. Il est constitué par un petit électro-aimant disposé en regard d'une lamelle vibrante. L'enclenchement d'un relais se trouve ainsi matérialisé d'une façon saisissante lors d'une expérience ou d'un essai. Il est bien entendu que l'on

peut brancher ce couineur à tout autre relais des divers montages décrits dans cet ouvrage.



## Notes sur l'utilisation pratique des relais

Entre autres montages, cet ouvrage contient de nombreux dispositifs se terminant par un relais : cellules photoélectriques, alarme par rupture de fil, déclencheur par liquides..., etc.

Ouvrons donc une parenthèse dans la réalisation matérielle de montages variés, pour examiner de plus près ce que l'on peut faire à partir d'un relais qui s'enclenche ou se déclenche.

Le but d'un relais est d'actionner des contacts. Voyez en figure 69, lorsque le relais est excité, la palette mobile établit un contact Travail, lorsque le relais n'est plus excité la palette mobile retombe et établit un contact Repos. Le modèle représenté ici comporte un Repos-Travail, un inverseur, il peut également se faire en deux Repos-Travail, deux inverseurs. On peut établir des relais en autant d'inverseurs que l'on veut.

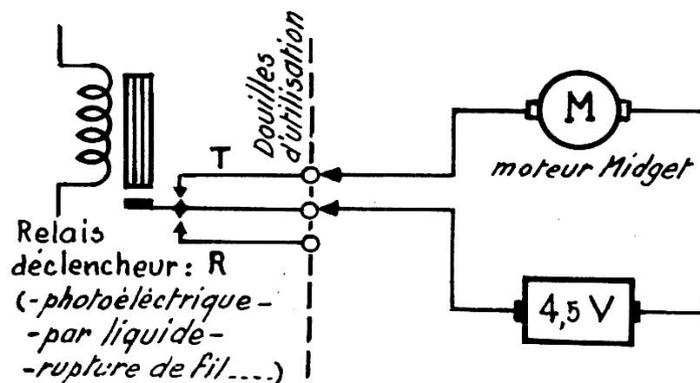


Fig. 69 Simple démonstration de l'enclenchement d'un relais.

La figure 69 est une démonstration spectaculaire de l'enclenchement d'un relais. Un petit moteur type « Midget », s'alimentant sous 4,5 volts, va se mettre à tourner dès que le relais est excité, donc dès que le contact Travail s'établit. Le moteur n'est plus alimenté dès que la palette mobile retombe au contact Repos.

Supposons maintenant un système d'alarme quelconque. Dès que le dispositif est déclenché, le relais colle et actionne une sonnerie d'alarme. Mais si c'est par exemple quelqu'un qui est passé très rapidement dans un faisceau lumineux, le relais est attiré pendant un temps très bref et retombe,

la sonnerie ne retentit que durant un court instant... Ce n'est pas ce que l'on recherche...

Il existe un modèle de relais à verrouillage, dit encore relais à immobilisation, ou relais à *enclenchement mécanique*.

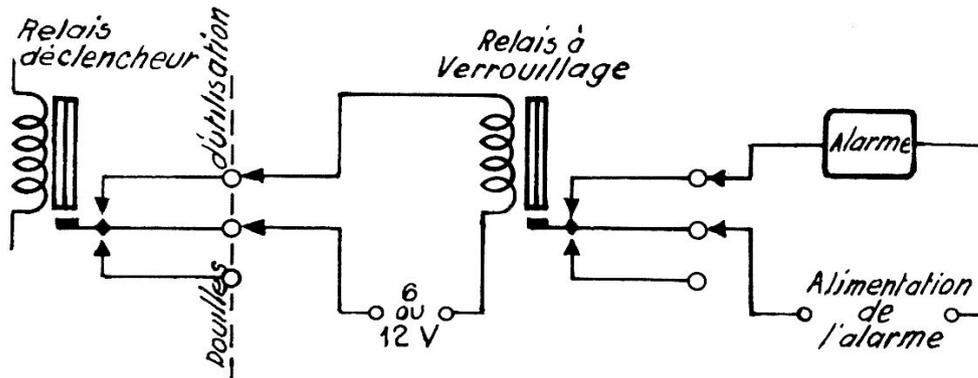


Fig. 70 Action continue par utilisation d'un relais à enclenchement mécanique.

Voyez la figure 70. Pour un contact même bref du dispositif d'alarme, le relais secondaire est excité, colle et reste verrouillé. La sonnerie d'alarme sonne en permanence.

On peut citer un autre exemple d'emploi d'un tel modèle. Supposons un relais photoélectrique, qui actionne un relais à verrouillage, qui actionne un petit moteur, qui fait tourner les roues, le tout monté sur un modèle réduit de voiture. Sur réception d'un faisceau lumineux, même bref, le relais s'enclenche et la voiture roule. Si l'on envoie à nouveau brièvement un faisceau lumineux sur la cellule, le relais bascule et le moteur s'arrête.

Le fait qu'un relais présente deux contacts, un Repos et un Travail, permet une grande souplesse d'utilisation, car on est toujours maître, de par le collage du relais :

- soit d'arrêter quelque chose qui était en marche d'une façon permanente ;
- soit de mettre en route quelque chose qui était normalement arrêté.

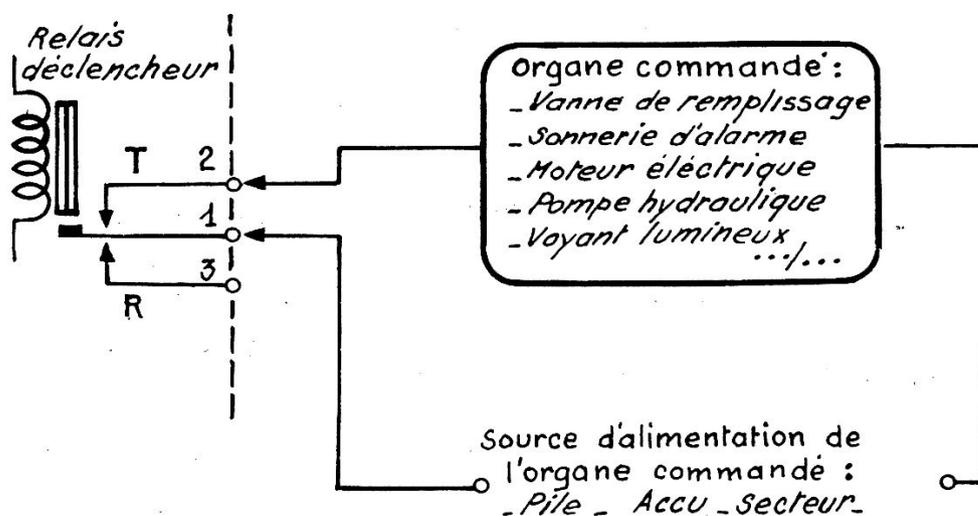


Fig. 71 On peut toujours, soit arrêter, soit démarrer, l'organe commandé, suivant qu'on se branche sur Repos ou sur Travail.

Voyez en figure 71, où nous avons représenté un emploi très général. Si on se branche entre 1 et 2, dès que le relais est excité, la palette mobile vient en contact Travail et l'organe commandé démarre. Il s'arrête en contact Repos.

Mais si maintenant on se branche entre 1 et 3, l'organe commandé est alimenté en permanence et s'arrête dès que le relais est attiré.

Reportons-nous par exemple au Surveilleur de liquides. Admettons que les sondes sont immergées, relais collé, position d'attente. Le liquide descend et quitte les sondes, le relais décolle et met en route une pompe destinée à remplir la cuve de liquide.

Emploi inverse. Les sondes sont hors du liquide, relais décollé, position d'attente. Le liquide monte, atteint les sondes, le relais colle et met en route une sonnerie d'alerte, ou une vanne qui va évacuer le trop-plein...

Pour toute utilisation d'un relais, il y a lieu de tenir compte du pouvoir de coupure de ses contacts. Pour le relais sensible type RA/1 utilisé sur nos montages, ce pouvoir est de 30 watts, avec maximum de 100 volts et 1 ampère. On peut donc commander directement par ce relais tout organe ne dépassant pas ces valeurs.

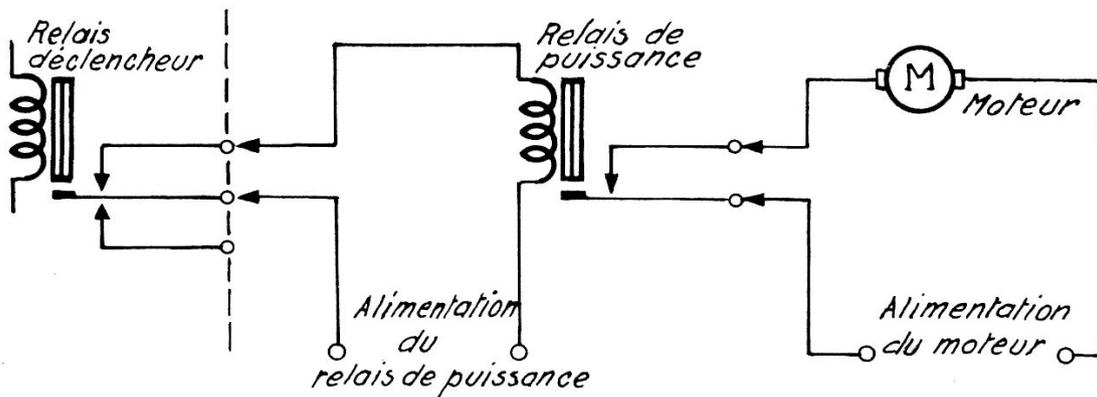


Fig. 72 Le relais intermédiaire doit présenter un pouvoir de coupure d'une puissance équivalente à celle du moteur.

On peut vouloir actionner un moteur de forte puissance, par exemple, dans le cas de vannes, pompes, fermetures de portes. Ou une sirène de forte puissance. Dans ce cas, et suivant le schéma de la figure 72, le relais sensible commande un relais de puissance, muni de son alimentation propre. Suivant le type de relais, cette alimentation peut être un accu de 6 ou 12 volts, ou le secteur. Le pouvoir de coupure du relais secondaire doit être choisi en fonction du moteur à alimenter. Dans le cas d'un moteur de 550 watts alimenté sur le secteur 110 volts par exemple, le relais doit pouvoir couper 5 ampères sous 110 volts.

Examinons maintenant le cas d'un dispositif anti-voil fonctionnant sur coupure du faisceau lumineux frappant une cellule photo-électrique. Sur réception du rayon lumineux, le relais est attiré en permanence. On branche donc la sonnerie d'alarme sur le contact Repos ; sur interception du rayon le relais retombe et actionne la sonnerie.

Mais cela durant un court instant.

Pour que la sonnerie retentisse en permanence, on peut adopter le montage de la figure 73. Le relais branché ici est à deux contacts Repos-Travail. Relais collé, le contact établi en C assure l'alimentation de l'appareil, mais lorsque le relais retombe cette alimentation se trouve coupée, le relais ne peut plus être attiré à nouveau, la sonnerie retentit en permanence. Un bouton-poussoir permet la remise en service et l'arrêt de la sonnerie.

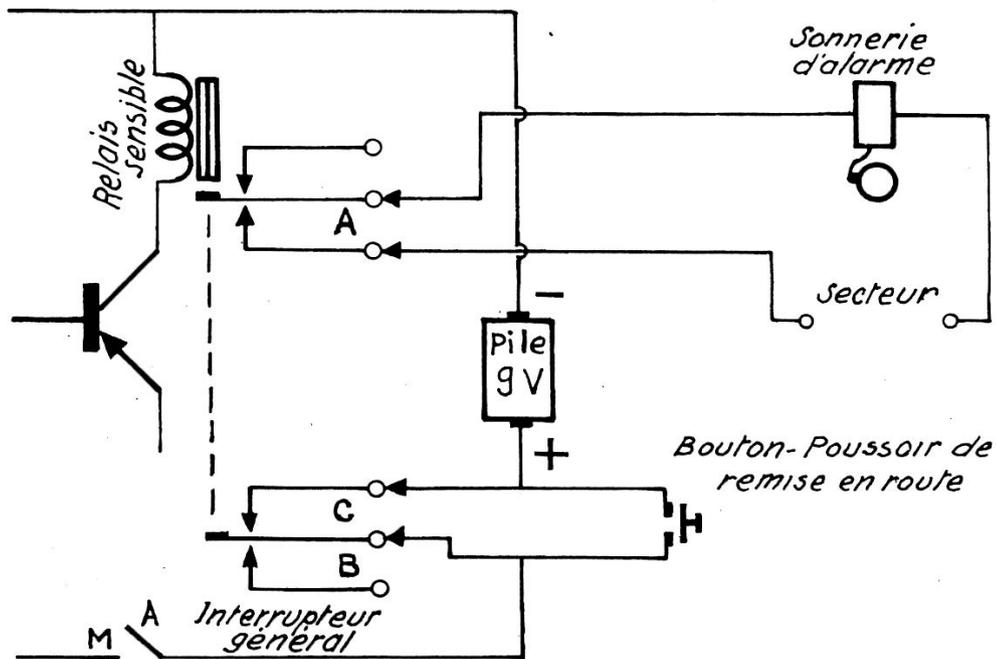


Fig. 73 Montage spécial d'alarme.

Une fois déclenchée, la sonnerie ne peut plus être arrêtée par une nouvelle coupure du faisceau lumineux.

Voyons maintenant le cas d'une sonnerie d'alarme pouvant se trouver dans un local séparé, fort éloigné du local surveillé par un anti-vol. On peut adopter le montage de la figure 74.

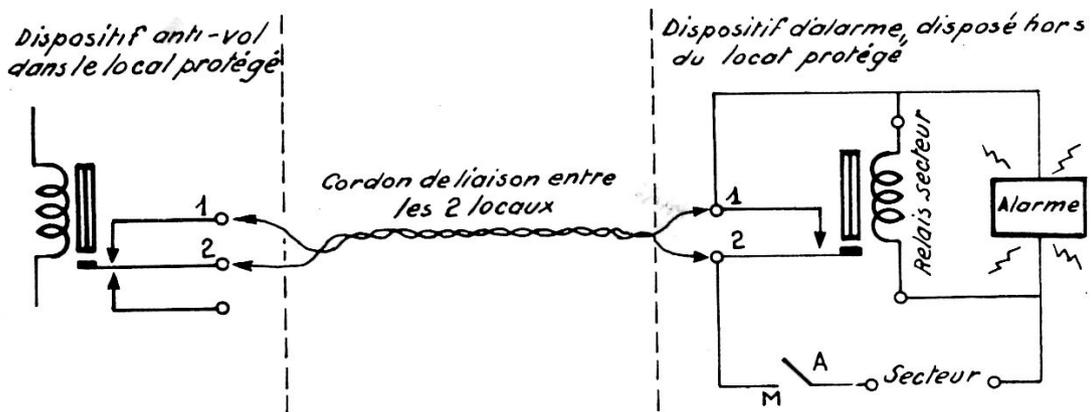


Fig. 74 Le dispositif d'alarme peut être situé loin du local surveillé.

Sur déclenchement du dispositif, le relais colle et établit un contact entre 1 et 2 (en cas d'action par retombée, on branche au contact Repos). Ceci branche le secteur sur l'alarme et sur le relais Secteur, qui colle. Son contact se ferme et double celui du relais sensible. Ce dernier peut retomber, le relais secteur reste excité et maintient fermé le circuit alimentant l'alarme. Pour l'arrêter il faut actionner manuellement l'interrupteur « Marche-Arrêt » qui coupe l'alimentation de l'ensemble.

Voyons enfin le montage de la figure 75.

En Electronique on est souvent amené à actionner des relais à distance. Au moment des essais, il faut pouvoir constater le déclenchement et le réen-

clenchement du relais, ce que l'on constate ici par l'allumage de l'une ou l'autre des ampoules.

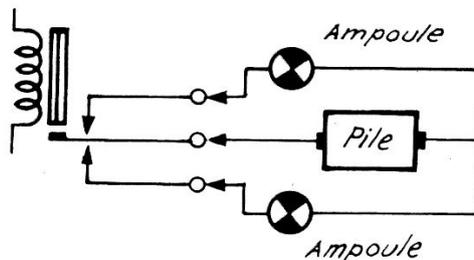


Fig. 75 Pour constater à distance le fonctionnement des deux contacts d'un relais.

La pile peut être remplacée par un accu, ou le secteur, on disposera en ce cas des ampoules de tension convenable. On peut encore les remplacer par un système sonore, le « couineur » du montage de la figure 68, ou des sonneries...

En voici donc terminé avec cette petite digression sur les relais, qui nous a un peu éloigné de nos montages pratiques.

Retournons-y maintenant...

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

Pour des montages expérimentaux, réalisés sur table de travail, nous proposons :

- Petit moteur Midget.
- Relais à verrouillage mécanique.
- Relais secteur.
- Relais sensible à 2 contacts Repos-Travail.

## Un relais auto-clignotant

### Les relais retardés

Tel qu'il est monté, ce relais « bat » régulièrement, il colle et décolle périodiquement, sans aucune intervention manuelle. S'il commande l'alimentation d'une ou plusieurs ampoules, on voit ces ampoules s'allumer et s'éteindre régulièrement, clignoter. Pour atteindre ce résultat, le relais est évidemment monté d'une façon toute particulière, qu'il est intéressant d'examiner.

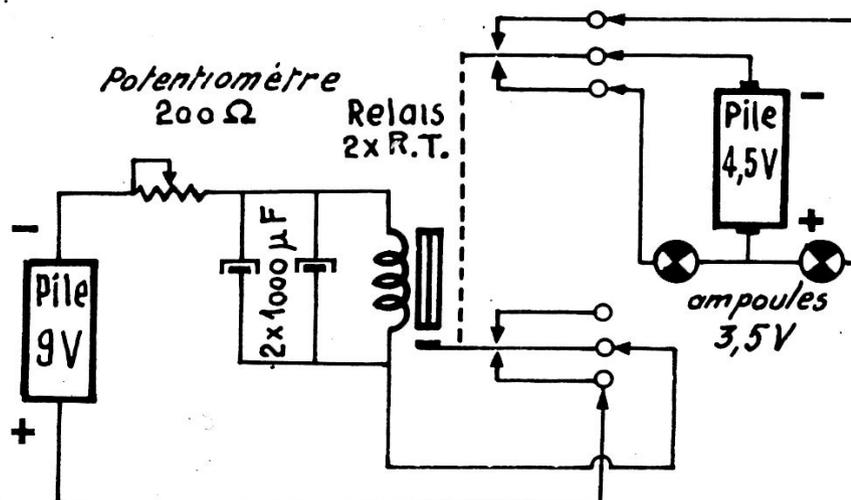


Fig. 76

Remarquons que le circuit d'alimentation passe par le contact repos avant d'atteindre la bobine d'excitation, si nous admettons arbitrairement de partir du positif de la pile. Nous avons d'autre part aux bornes de la bobine un condensateur de forte capacité, 2 000 microfarads, constitué par deux éléments de 1 000 microfarads branchés en parallèle.

Dès que l'on branche le courant, les condensateurs tendent à se charger, mais l'intensité ne peut atteindre sa valeur maximale normale en raison de la résistance constituée par le potentiomètre de 200 ohms. Il y a un *temps de retard*, au bout duquel, les condensateurs étant chargés, la tension à leurs bornes est suffisante pour que le relais soit normalement excité. Il colle, et de ce fait coupe le circuit d'alimentation.

Mais il ne va pas décoller immédiatement, car la quantité d'électricité emmagasinée dans les condensateurs se décharge dans la bobine. Il y a à nouveau un temps de retard, et alors que nous avons au début un *retard au collage* nous avons maintenant un *retard au décollage*.

Dès que les condensateurs sont déchargés, le relais décolle, le contact repos se rétablit, nous nous retrouvons au point de départ, le cycle recommence.

Ce montage constitue une excellente expérience de démonstration de la technique des relais retardés, technique qui trouve de nombreuses applications industrielles, et en particulier dans la radiocommande des modèles réduits.

Les temps de battement, de clignotement, varient avec :  
— la valeur de la résistance,

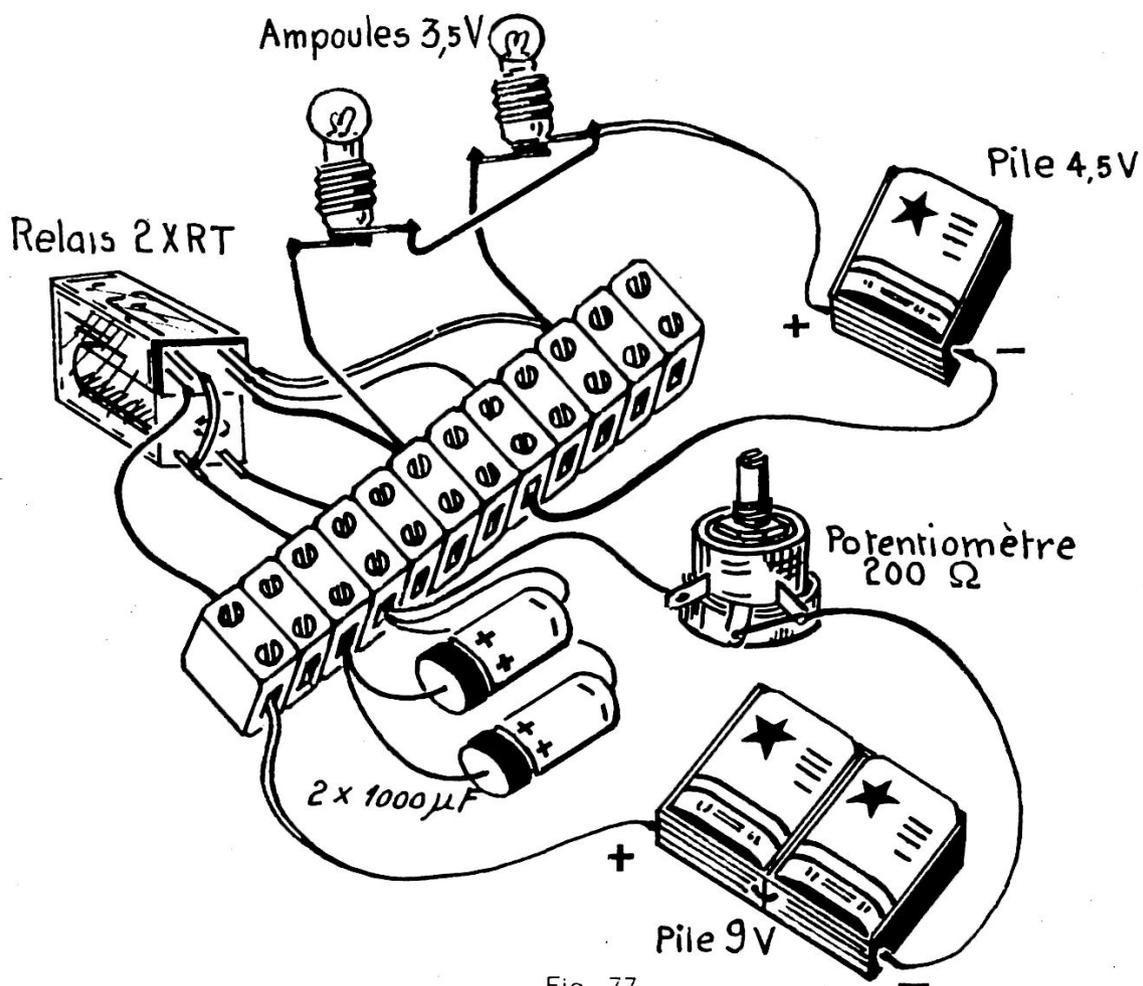


Fig. 77

- la valeur de la capacité,
- la tension d'alimentation.

Il sera intéressant, à titre d'expérience, d'agir sur ces éléments, de les modifier. C'est d'ailleurs à cet effet que la résistance est constituée par un potentiomètre, monté ici en rhéostat puisque deux de ses bornes sont reliées ensemble. Entre ses deux positions extrêmes, nous avons compté une fréquence de battements variant de 120 à 150 à la minute. A partir de 50 microfarads par exemple, jusqu'à 2 000, vous pourrez brancher diverses valeurs et chronométrer.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

— Relais sensible à 2 contacts Repos. Travail.	— 1 condensateur de 50 microfarads.
— Potentiomètre ajustable 200 ohms.	— 1 " " 100 "
— 2 ampoules et leur support.	— 1 " " 200 "
	— 1 " " 500 "
	— 2 " " 1 000 "

## Clignoteur électronique à 1 feu

Nous avons ici un montage qui est une application et une démonstration du multivibrateur, dispositif à 2 transistors très répandu en électronique.

Par l'intermédiaire de circuits à résistances et capacités, lorsque TR 1 conduit, qu'un courant parcourt la résistance R1, le transistor TR 2 est bloqué, il ne conduit pas, l'ampoule insérée dans son circuit de collecteur est éteinte. Puis, en fonction des temps de charge et de décharge des condensateurs, le système bascule et s'inverse. C'est TR 1 qui est bloqué alors que TR 2 conduit, l'ampoule s'allume.

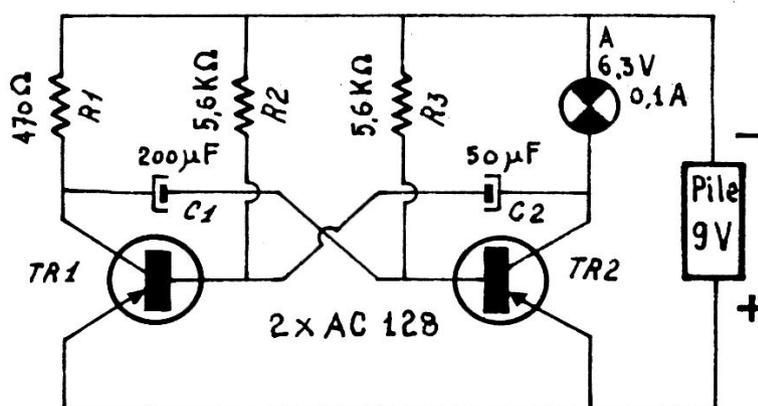


Fig. 78

On obtient ainsi une sorte d'oscillateur, à très basse fréquence, dont d'ailleurs le signal engendré s'approche plus du signal carré que de la sinusoïde. Le nombre d'allumages, de même que la durée d'un allumage par rapport à la durée d'une extinction, varie avec la valeur des capacités et des résistances.

Dans cet esprit, il sera également intéressant à titre expérimental de modifier les valeurs des résistances et des capacités. Il est très facile de modifier les valeurs de C1 et de C2, rappelons à ce sujet que lorsqu'on branche deux condensateurs en dérivation, leurs capacités s'additionnent.

Aux bornes de C 2 par exemple qui est de 50 microfarads, si l'on en branche un autre de même valeur, la capacité résultante est de 100 microfarads. Le branchement en dérivation s'effectue en reliant les deux + ensemble et les deux — ensemble.

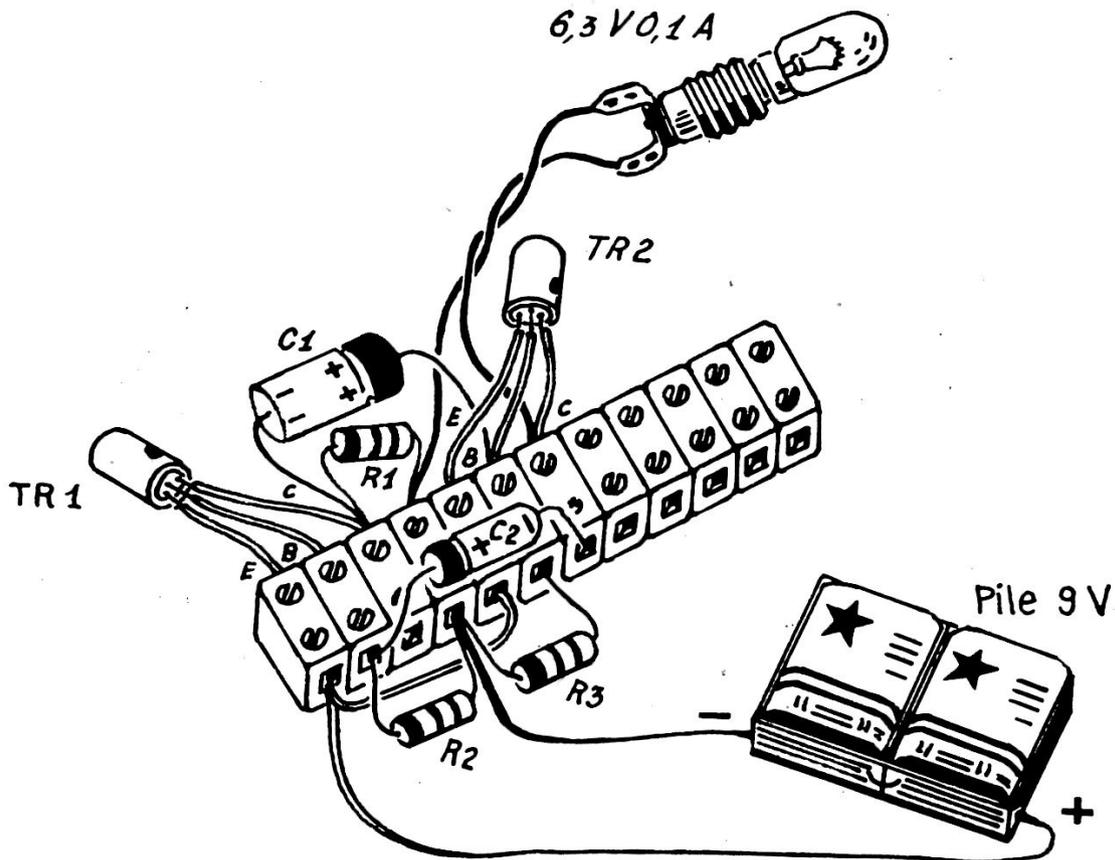


Fig. 79

Le branchement de 2 résistances en dérivation diminue la valeur résultante. Si par exemple aux bornes de R 2 on branche une autre 5 600 ohms, la résistance résultante est de 2 800 ohms.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- 2 transistors AC 128.
- Ampoule et douille-support.
- 3 résistances.
- 2 condensateurs.

## Clignoteur électronique à 2 feux

Nous retrouvons ici un montage sensiblement identique au dispositif précédent.

Tour à tour, chacun des transistors conduit, puis est bloqué. Ceci est mis en évidence par la présence d'une ampoule insérée dans chaque circuit de collecteur, ampoule qui s'éteint lorsque le transistor est bloqué, et qui s'allume lorsque le transistor conduit. On dispose donc d'un clignotement double, un feu est allumé lorsque l'autre est éteint, et inversement.

La cadence obtenue est fonction de la constante de temps présentée par R 1 et C 1 d'une part, et par R 2 et C 2 d'autre part. On peut donc

modifier cette cadence en modifiant la valeur de ces éléments. Si l'on veut obtenir un temps d'allumage plus court (ou plus long) sur l'une des branches, il suffit de modifier la valeur des éléments d'une seule des branches, pour réaliser un montage dissymétrique.

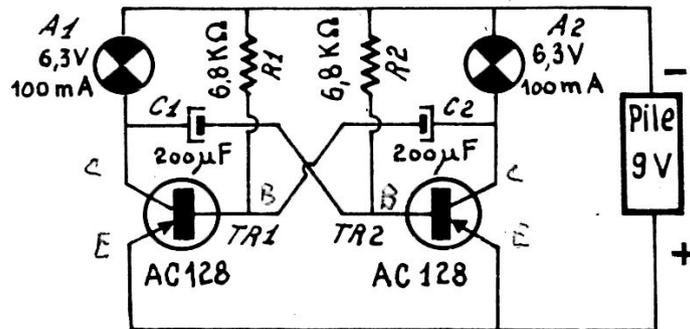


Fig. 80

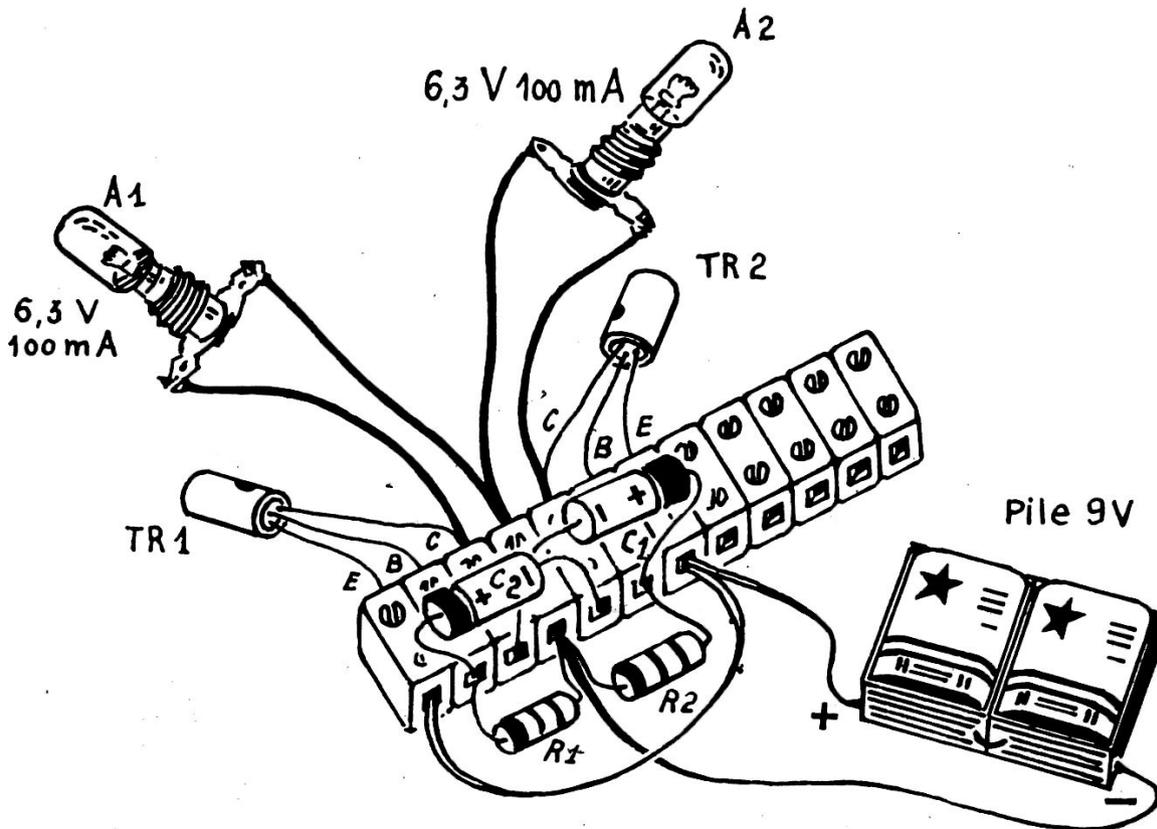


Fig. 81

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- 2 transistors AC 128.
- 2 ampoules.
- 2 douilles-supports.
- 2 résistances.
- 2 condensateurs.



# Clignoteur électronique à 3 feux

Et nous aboutissons à un clignoteur à 3 feux.

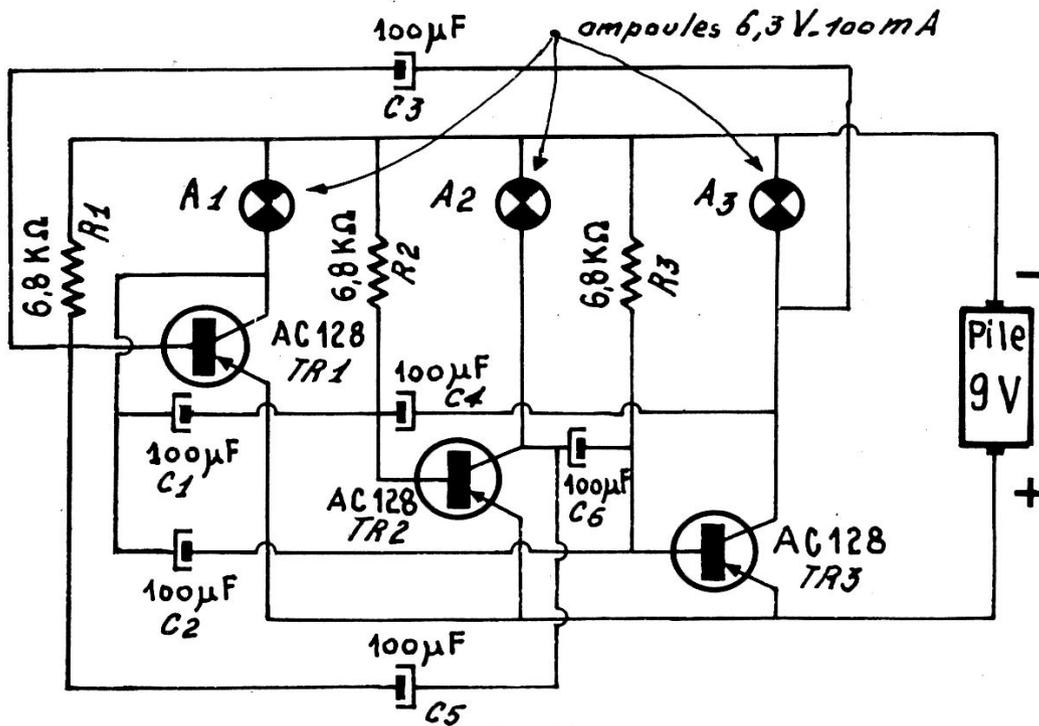


Fig. 82

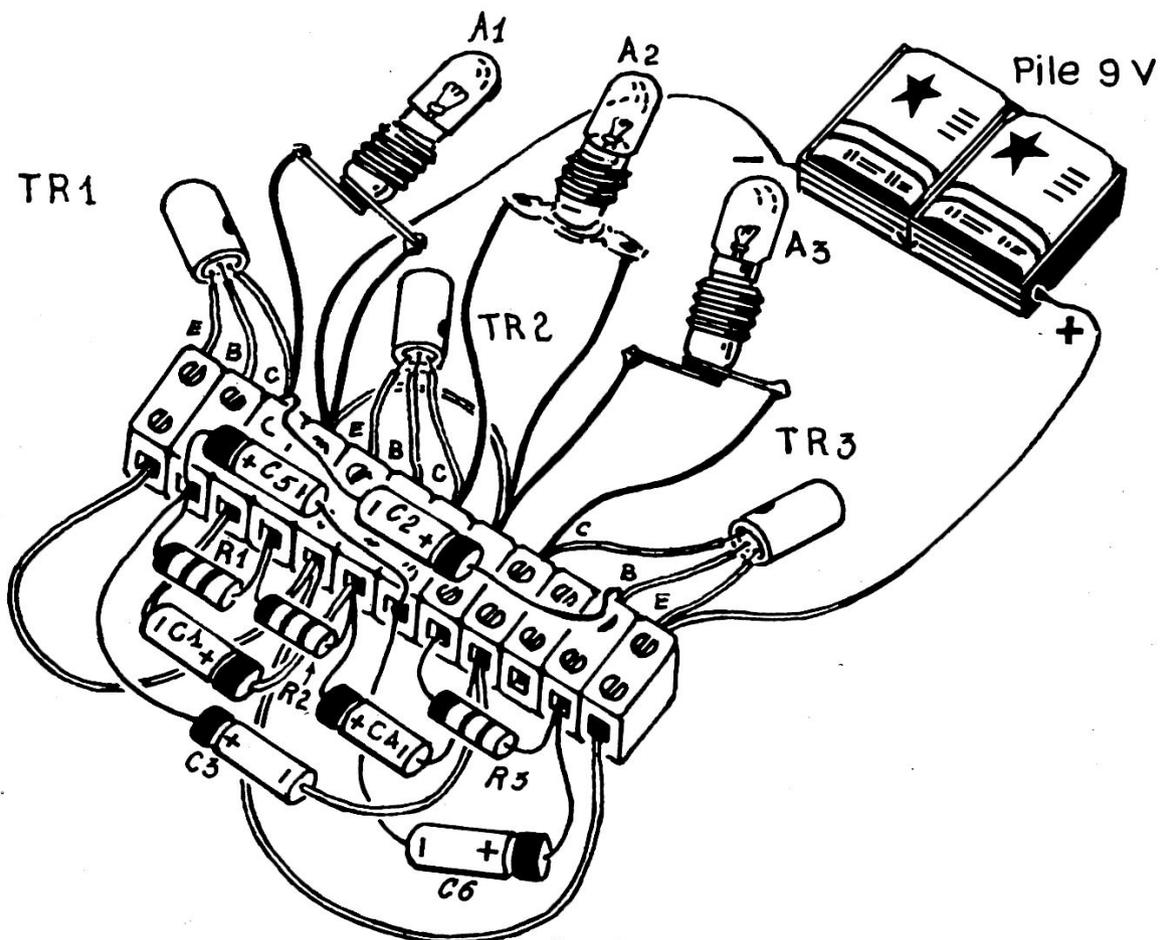


Fig. 83

Le système se complique passablement. En effet, si l'on se reporte au schéma de la figure 82, on constate une prolifération de condensateurs de liaison. En plus des condensateurs établissant la liaison entre 2 transistors voisins, entre 1 et 2, puis entre 2 et 3, il faut également relier 1 à 3...

On pourrait d'ailleurs augmenter ainsi le nombre de transistors et de feux clignotants, en se basant sur ce principe. C'est une question de disposition, de mise en place, de méthode, de vérifications...

La figure 83 représente la réalisation pratique.

Bien entendu, ce qui a été dit précédemment s'applique ici. On peut faire varier la cadence d'éclairement des ampoules en modifiant la constante de temps présentée par les résistances de 68 kilohms et les condensateurs de 100 microfarads. On peut également provoquer un décalage d'éclairement entre les ampoules, en modifiant seulement l'une des branches R et C de l'un des transistors.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- 3 transistors AC 128.
- 3 ampoules.
- 3 douilles-supports.
- 6 condensateurs.
- 3 résistances.

## Un avertisseur d'incendie

Pour aboutir à un dispositif fonctionnant en avertisseur d'incendie, nous avons établi un montage électronique que nous avons rendu sensible à deux manifestations extérieures : la chaleur et la lumière.

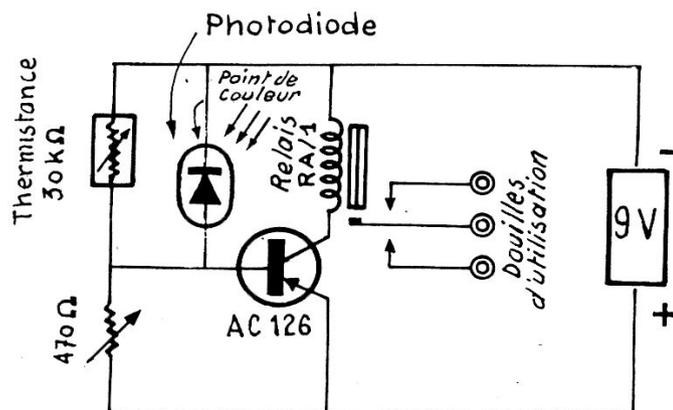


Fig. 84

Et pour augmenter la sécurité et la sensibilité du fonctionnement, nous avons réuni plusieurs éléments dans un même montage, qui réagiront à des modifications extérieures de la chaleur ou de la lumière ambiante :

- un élément photosensible, une photodiode, qui réagit à la lumière et aux rayons infrarouges rayonnés par la chaleur,
- une thermistance, une résistance dont la valeur varie avec la chaleur,
- le transistor lui-même, dont le courant de collecteur augmente avec la température.

Le schéma est représenté en figure 84.

Nous avons choisi le transistor AC 126 en raison de son fort gain. Il

est monté et commandé suivant un principe, toujours le même, et que nous connaissons bien maintenant. Le pont de base branché entre les lignes + et - 9 volts, et qui polarise la base, est constitué par une résistance ajustable d'une part, et d'autre part par la thermistance de 30 kilohms et la photodiode. Au début, en position d'attente, on règle la résistance ajustable à une valeur telle que le relais se trouve au seuil du collage.

Une augmentation de la température ambiante va diminuer la résistance présentée par la thermistance, qui à froid est de 30 kilohms. Donc le potentiel de la base devient plus négatif.

La même action est obtenue par la photodiode. Sous l'effet de la lumière et des rayons infrarouges, sa résistance dans le sens favorable diminue. La base devenant plus négative, la différence de potentiel entre base et émetteur augmente, ce qui provoque une augmentation du courant de collecteur, et le collage du relais.

Le transistor lui-même intervient dans le déclenchement du processus. S'il est soumis à une augmentation de la température, son courant de collecteur augmente, le transistor participe donc à l'opération.

La résistance ajustable fonctionne en *réglage du seuil de déclenchement*. On peut en effet vouloir que l'alarme ne se déclenche qu'à partir de 10 degrés, ou à partir de 20 degrés, ceci en fonction du local et du lieu où se trouve disposé l'avertisseur.

Dans le cas d'une réalisation définitive, il y aurait intérêt à grouper ensemble, en une sorte de « tête sensible » les 3 éléments détecteurs : photodiode, thermistance et transistor.

Le montage expérimental est représenté en figure 85. Pour le rendre plus démonstratif, on peut brancher à la sortie du relais un avertisseur sonore comme le « couineur » tel que nous l'avons représenté en figure 68. Voyez également les figures suivantes, qui se rapportent aussi à l'emploi des relais.

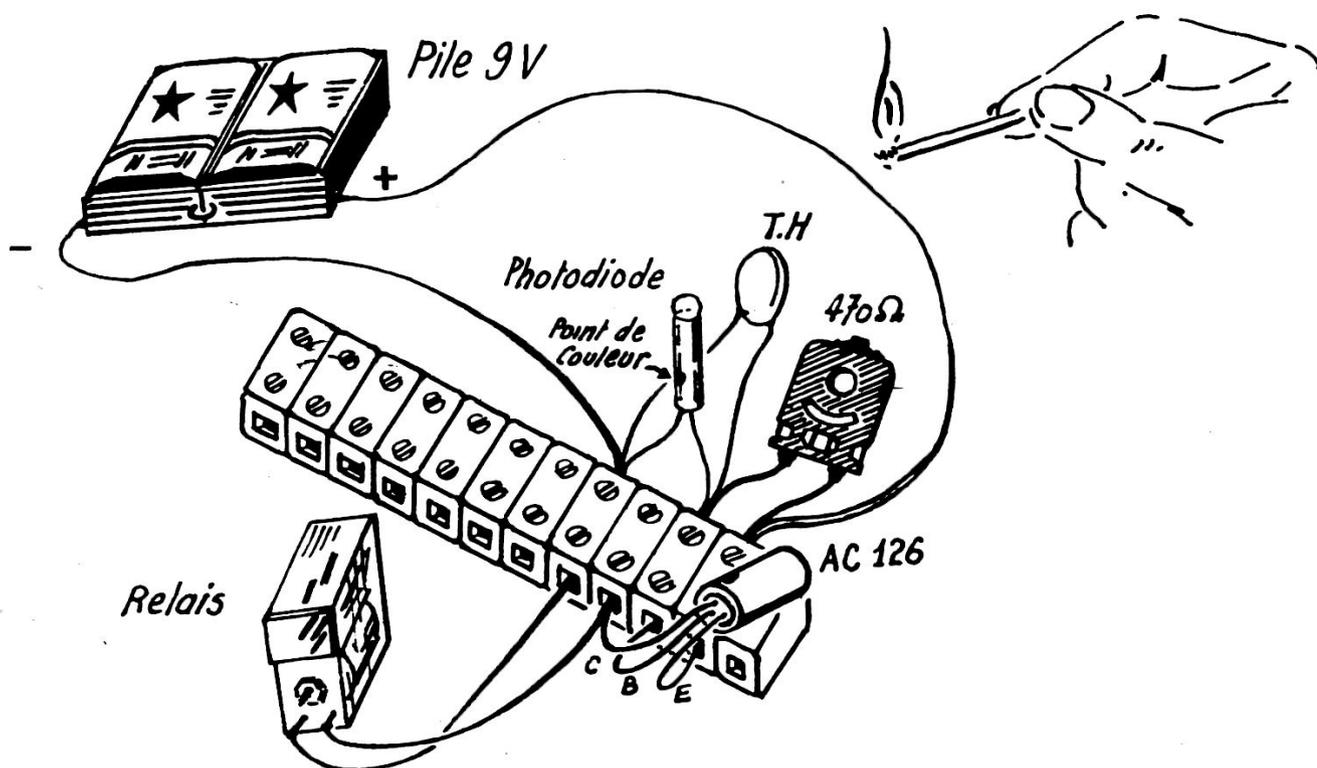
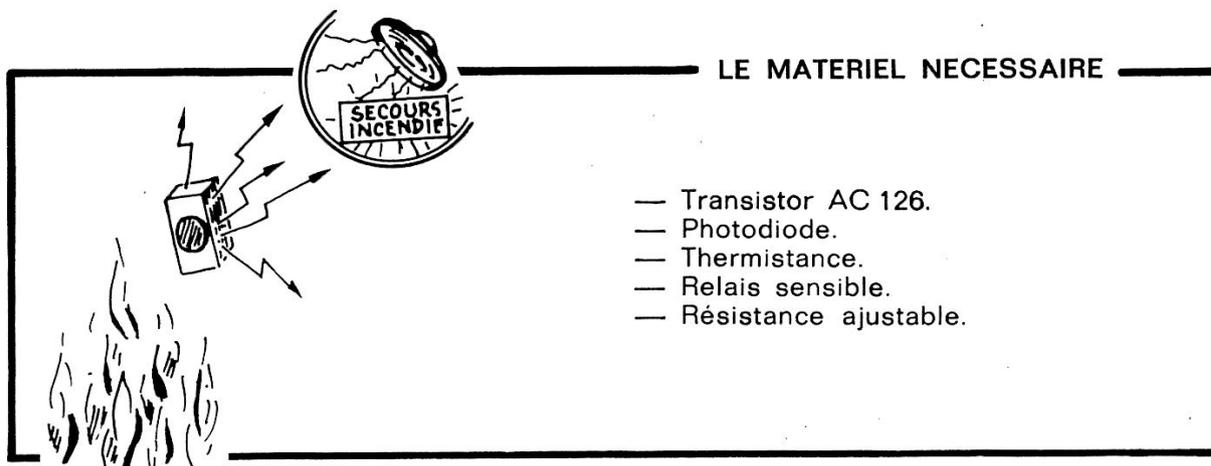


Fig. 85



## Une sirène électronique commandée par la lumière

Ce montage comporte essentiellement un transistor P.N.P. et un transistor N.P.N. montés en multivibrateur : c'est un montage oscillateur engendrant des signaux se rapprochant des signaux carrés, donc riches en harmoniques.

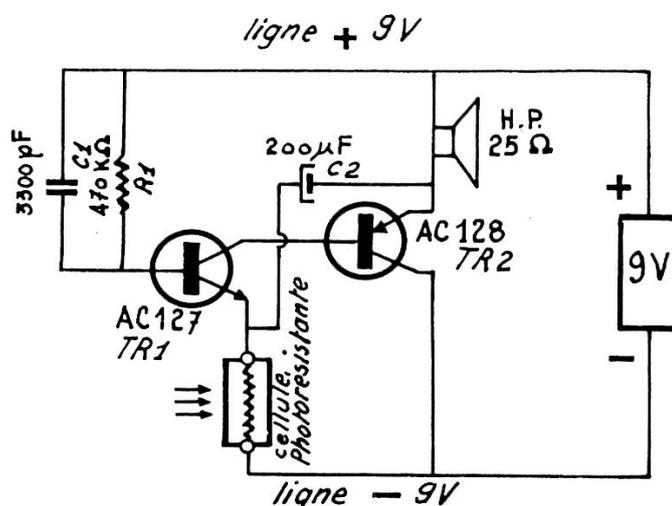


Fig. 86

Mais dans le circuit émetteur de l'AC 127, nous avons inséré une cellule photorésistante, élément dont la résistance varie sous l'action de la lumière.

Lorsque le montage est terminé, il fonctionne ainsi, tel quel : le son émis est continu, régulier. Mais si l'on approche la main devant la cellule, si l'on envoie dessus une quantité plus ou moins importante de lumière, on constate que le son varie, avec ces variations de lumière.

Le son varie en tonalité et en puissance, et vous pourrez constater que le résultat obtenu rappelle d'assez près le bruit des sirènes de police.

Sur un modèle réduit, de bateau ou de voiture, on pourrait imaginer un tel dispositif commandé par un éclairage intermittent. Un tel éclairage pourrait être fourni par un clignoteur électronique comme nous en avons décrit ici, son ampoule disposée tout près de la cellule photosensible.

Tous ces montages sont petits, de poids et d'encombrement réduits, leur consommation est très faible, ils peuvent facilement être intégrés dans un équipement de modèle réduit.

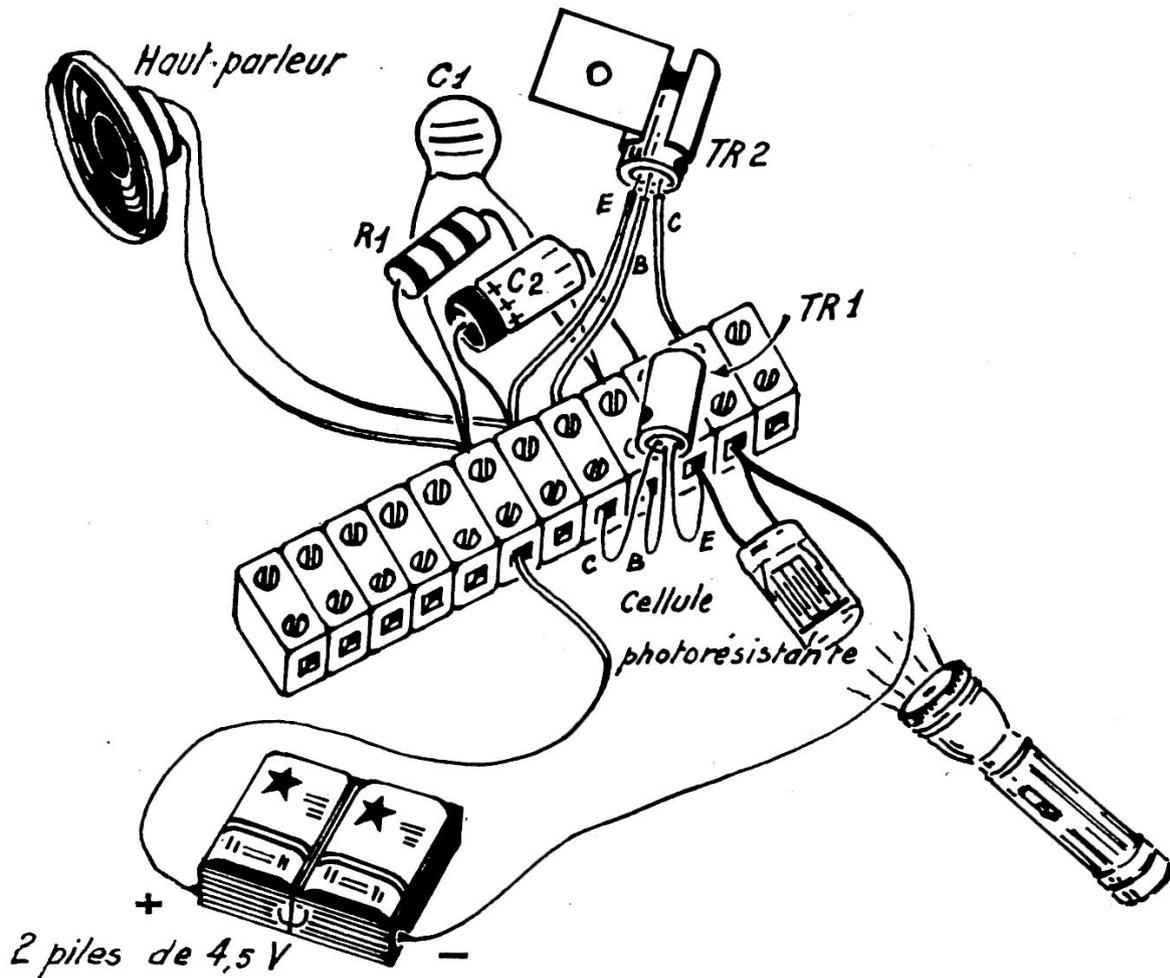


Fig. 87

On peut transformer ce montage.

Si l'on modifie la tonalité en retirant le condensateur C1, si l'on remplace la cellule par une résistance fixe de 1 200 ohms par exemple, on obtient un son continu qui, de par la tonalité émise, rappelle de façon saisissante la sirène de brume des bateaux.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| — Transistor AC 127.    | — Cellule photosensible.                         |
| — Transistor AC 128.    | — Résistances 1 200 $\Omega$ et 470 k $\Omega$ . |
| — Refroidisseur.        | — Condensateurs 200 $\mu$ F et 3 300 pF.         |
| — Haut-parleur 25 ohms. |  |



## Un émetteur ondes courtes, radiophonie

Cet émetteur fonctionne dans la bande des 27 mégahertz, bande qui est réservée à la radiocommande et à la « petite radiotéléphonie ». Pour éviter toute dérive de fréquence, pour éviter que l'émission ne risque de « sortir » de la bande autorisée, l'émission est fixée et déterminée par un quartz, on dit couramment que l'émetteur est « piloté quartz ».

Examinons le schéma, représenté en figure 88.

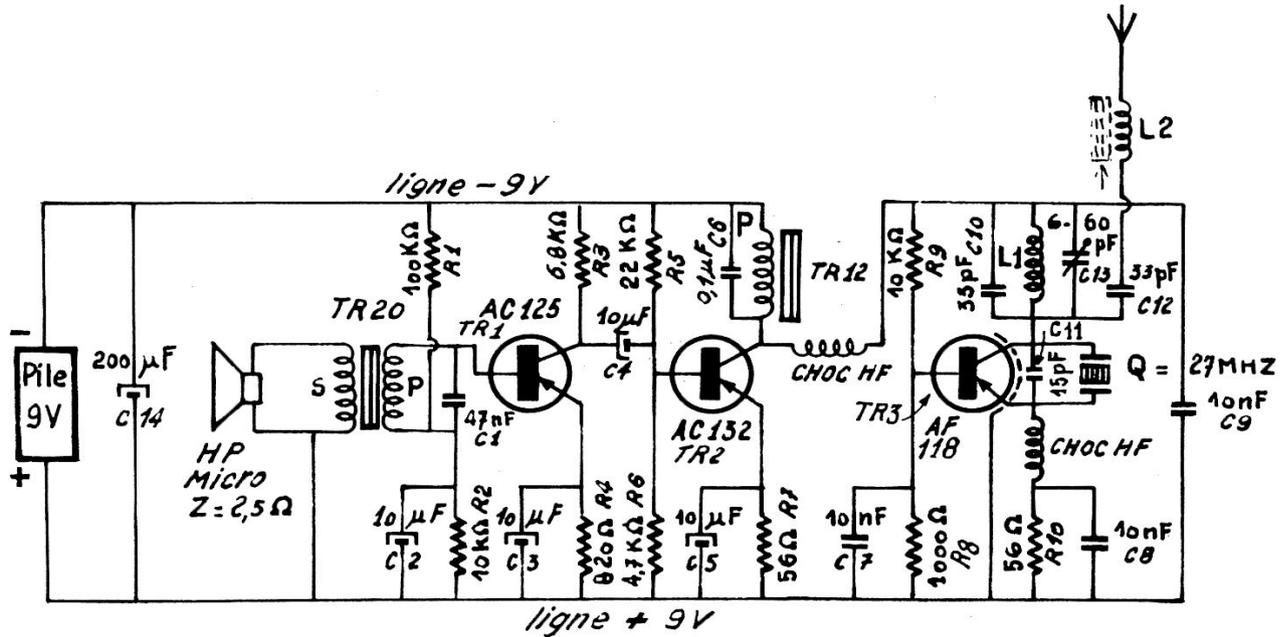


Fig. 88

Il comporte essentiellement un étage oscillateur haute fréquence, chargé d'engendrer l'onde de haute fréquence porteuse, et un amplificateur basse fréquence, amplifiant le signal issu du microphone, et qui va ensuite moduler la haute fréquence.

Le microphone est ici constitué par un petit haut-parleur de 7 centimètres de diamètre. Le transformateur T20 adaptateur d'impédance fonctionne donc ici en élévateur, l'inverse de son branchement habituel, raison pour laquelle primaire et secondaire sont inversés.

La tension de basse fréquence recueillie aux bornes de l'enroulement élévateur P attaque un amplificateur basse fréquence comprenant deux transistors AC125 et AC132, et cette tension après amplification se retrouve aux bornes de l'impédance de charge insérée dans le collecteur du transistor AC132.

Cette impédance est constituée par l'enroulement primaire du transformateur T12 dont le secondaire n'est pas utilisé. A travers la bobine de choc haute fréquence, elle module ensuite l'étage haute fréquence, équipé du transistor AF118.

On peut constater que cet étage est alimenté, côté — 9 volts, en courant modulé, provenant de l'amplificateur B.F., pris sur le collecteur du dernier transistor.

Le quartz est un élément qui, utilisant les propriétés de la piézoélectricité, présente la particularité d'osciller sur une fréquence absolument fixe, bien déterminée, fixée par ses dimensions. Ici il se trouve branché entre émetteur et collecteur et détermine la fréquence d'oscillation de l'étage, sur 27,120 mégahertz, au milieu de la bande autorisée.

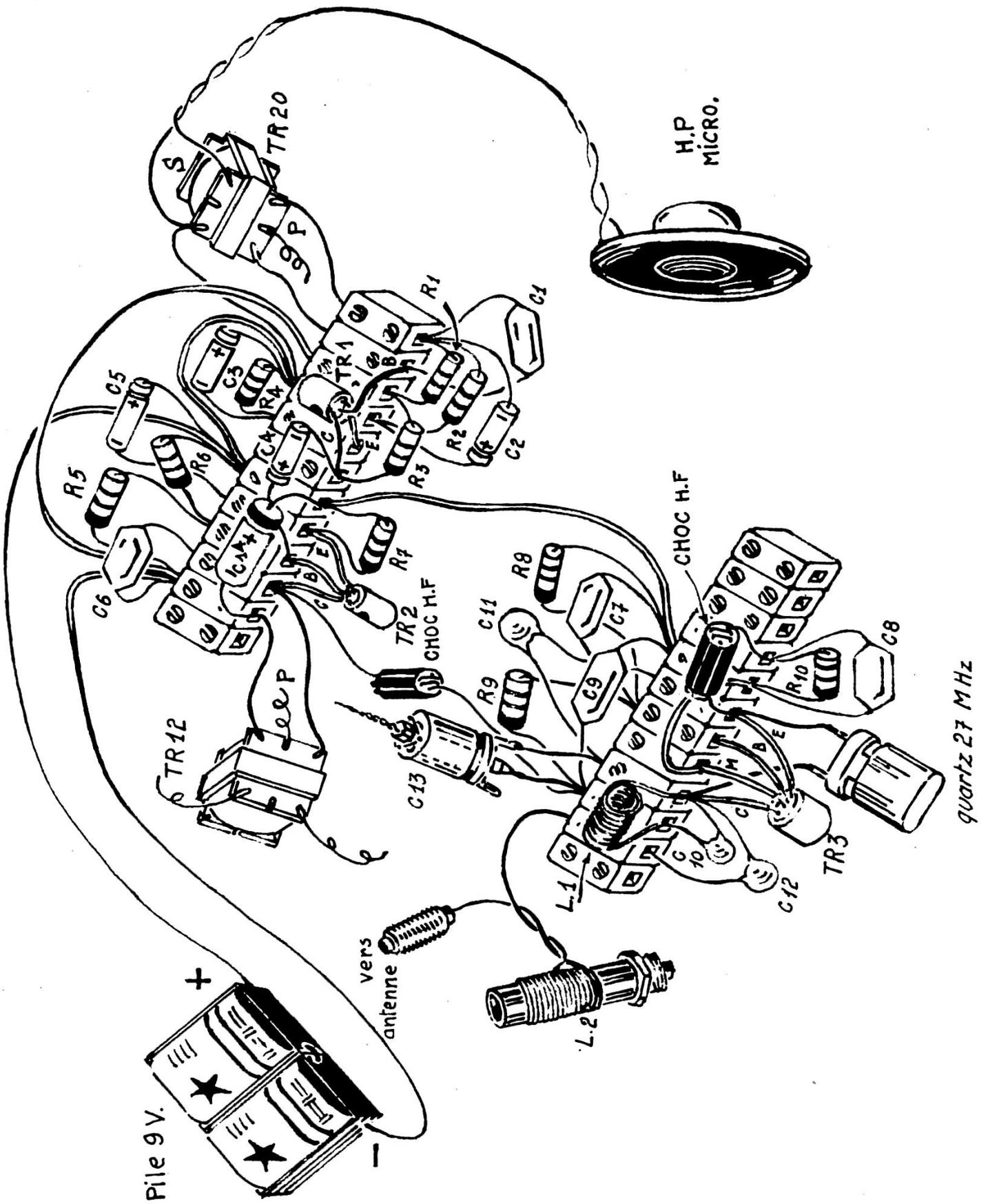


Fig. 89

Le circuit oscillant, siège des oscillations de haute fréquence, est constitué par le bobinage L 1 et les condensateurs C 10 et C 13.

La figure 89 représente la réalisation pratique de ce montage. Voici quelques données pratiques qui pourront vous être utiles.

Les transformateurs T 12 et T 20 comportent des enroulements et des prises qui sont inutilisés, clairement représentés, cela permet leur repérage.

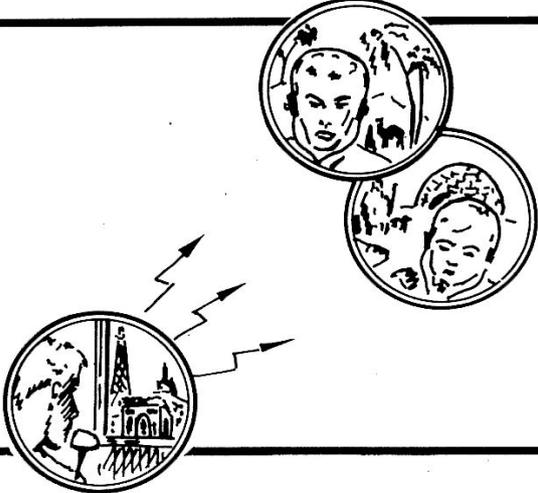
Pour confectionner le bobinage L 1, sur un mandrin de 10 millimètres de diamètre, on bobine 9 spires jointives de fil émaillé 9 dixièmes. Le mandrin est ensuite retiré, le bobinage reste ainsi « sur air », ne pas oublier de gratter l'émail aux extrémités.

Pour confectionner le bobinage L 2, sur le mandrin de 10 millimètres de diamètre, on bobine 16 spires jointives de fil émaillé 7 dixièmes.

Le support de quartz est en matière isolante spéciale pour haute fréquence, souder à ses broches des fils de longueur convenable. L'antenne d'émission est constituée par un brin métallique rigide quelconque de 1 mètre fixé dans une fiche banane. Cette fiche est ensuite fixée dans une douille correspondante, elle-même fixée sur l'équerre métallique que nous utilisons, comme représenté sur la figure 91.

Pour le réglage et la mise au point, il est bon de s'aider d'un petit champmètre comme celui que nous décrivons plus loin. On le dispose à un mètre environ de l'émetteur, puis on agit sur le condensateur ajustable C 13 que l'on visse lentement. On doit observer une déviation au champmètre, ceci indique que l'oscillateur fonctionne, et qu'il est bien piloté par le quartz. Ce dernier point peut être vérifié en retirant le quartz, l'aiguille du champmètre doit retomber.

Pour rechercher le maximum de puissance rayonnée, on agit sur le réglage d'antenne L 2. Son mandrin comporte à l'intérieur un petit noyau de ferrite qui se déplace par vissage. On agit sur ce noyau, en recherchant le maximum de déviation au champmètre. En règle générale, on pourra toujours agir sur ces deux réglages en recherchant le maximum de puissance rayonnée observée au champmètre.



### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistors AC 125 - AC 132 - AF 118.
- Transformateurs T 20 - T 12.
- Haut-parleur-microphone.
- 2 bobines de chos ferrite.
- 1 mandrin isolant 10 mm.
- 1 condensateur ajustable 60 pF.
- 10 résistances.
- 13 condensateurs.
- 1 mètre fil émaillé 9 dixièmes.
- 2 mètres fil émaillé 7 dixièmes.
- Quartz 27,120 mégahertz.
- Support de quartz.

## Un récepteur ondes courtes, radiophonie

Récepteur de type à *superréaction*, pouvant recevoir dans la gamme de 22 à 29 mégahertz. Il permet donc la réception des bandes d'Amateur de 22 mégahertz, de 28 à 29 mégahertz, et la bande des 27 mégahertz réservée aux appareils portatifs « walkie-talkies » ; il reçoit par conséquent l'émission provenant de l'émetteur décrit plus haut. Il peut également recevoir les émissions en modulation de fréquence qui se trouvent dans la bande de 88 à 108 mégahertz.

Son schéma de principe est représenté en figure 90.

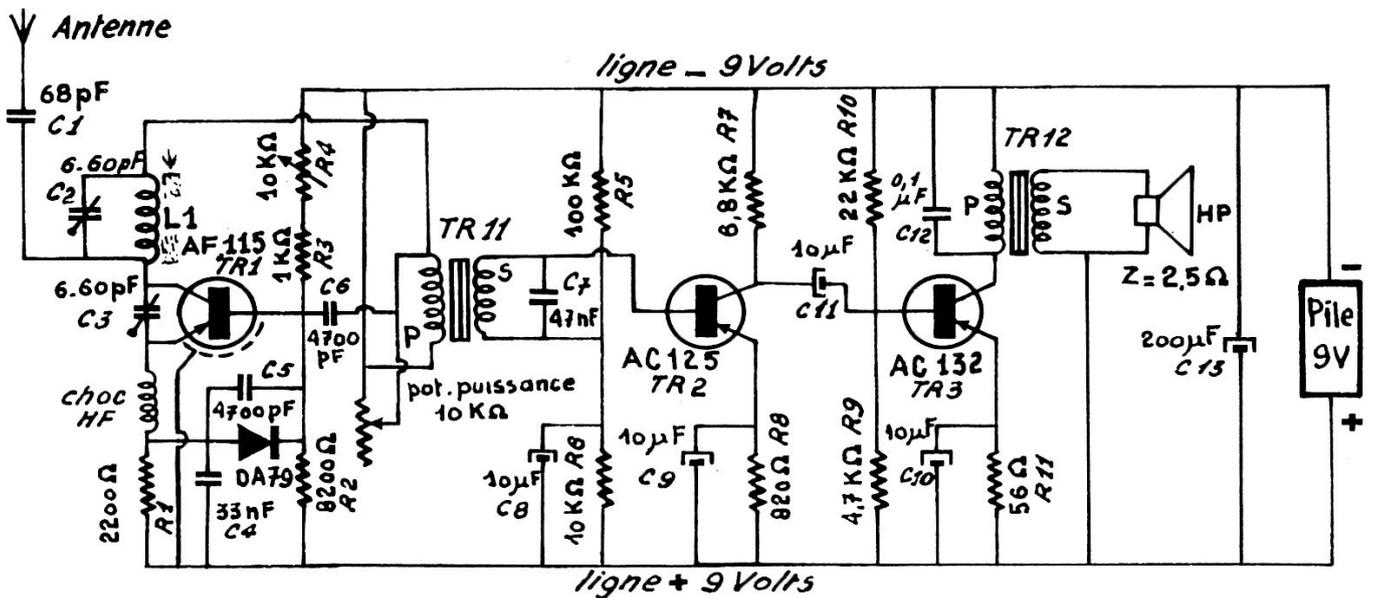


Fig. 90

Le premier étage, comprenant un transistor AF 115, fonctionne en détecteur à superréaction, procédé qui trouve son application principale dans la réception des ondes courtes. C'est en fait un montage qui se trouve à la limite d'accrochage d'oscillation, qui entre en oscillation et se trouve coupé, limité, « décroché » un certain nombre de fois par secondes, suivant une fréquence de découpage qui est de l'ordre de 60 000. Son fonctionnement est caractérisé par la production d'un bruit de souffle que l'on entend très bien dans le haut-parleur.

Lorsque le récepteur est accordé sur une émission, qu'il reçoit l'onde porteuse, en absence de modulation, ce bruit de souffle se trouve éteint, arrêté.

A la sortie du premier étage, aux bornes du secondaire du transformateur T. 11, apparaît la basse fréquence, correspondant à la modulation de l'émetteur. Elle est amplifiée par une suite de deux étages amplificateurs basse fréquence, tout à fait classique.

Le plan de montage est représenté en figure 91.

Le circuit oscillant de réception, permettant l'accord sur la fréquence de l'émission à recevoir, est constitué par le condensateur ajustable C 2 et le bobinage L 1. Pour confectionner L 1, sur un mandrin isolant de diamètre 10 millimètres, on bobine 11 spires jointives de fil émaillé 9 dixièmes. Ce mandrin comporte un noyau magnétique de réglage, se déplaçant par tour-nevis.

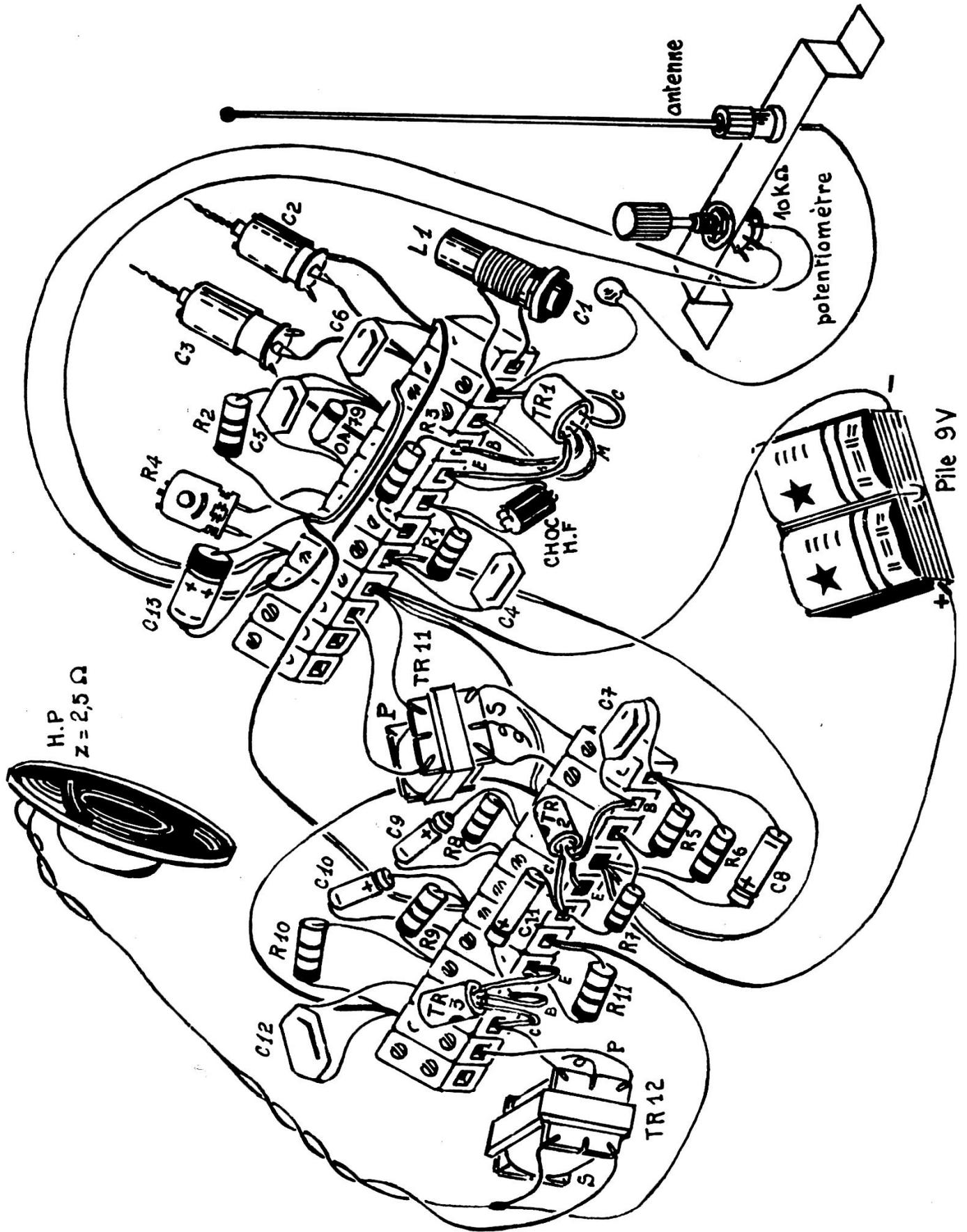


Fig. 91

Les broches des condensateurs ajustables doivent être prolongées par du fil nu soudé pour qu'ils puissent être serrés dans les barrettes à vis. L'antenne peut être constituée par un brin métallique quelconque de 1 mètre à 1,50 mètre environ.

Le câblage étant terminé, on pourra procéder aux premiers essais de la façon suivante.

On met d'abord le potentiomètre de réglage de puissance en position moyenne. Dévisser aux trois quarts de sa course le condensateur ajustable C 3 et agir sur la résistance réglable R 4, de façon à déclencher le souffle de la superréaction. Rechercher l'accord sur les stations d'émission en agissant sur l'ajustable C 2. Lorsqu'on capte une émission, on peut chercher à l'améliorer en « fignolant » sur C 2 et C 3, et sur le noyau mobile du bobinage L 1.

Un tel récepteur peut prétendre capter des émissions fort lointaines, et c'est dans cette recherche que réside tout son intérêt, si l'on considère le peu d'éléments mis en service. On pourra essayer plusieurs types d'antennes, ainsi qu'une prise de terre reliée à la ligne + 9 volts. Rappelons que c'est en particulier le soir que les émissions sur ondes courtes sont bien reçues.

On cherchera tout naturellement avec ce récepteur à capter l'émission provenant de l'émetteur décrit plus haut.

Les deux appareils se trouvant au voisinage l'un de l'autre, on règle le condensateur ajustable C 2 pour rechercher *l'extinction du souffle*, ce qui révèle l'accord du récepteur sur l'onde porteuse de l'émetteur. Dans certaines conditions, si les appareils sont trop rapprochés, il se peut que se déclenche un fort sifflement dans les haut-parleurs ; il faut éloigner les appareils, réduire les antennes.

On peut ensuite commencer la liaison en phonie, pour une bonne compréhension nous avons constaté qu'il ne faut pas parler trop près du microphone, 20 centimètres environ. La portée moyenne peut être de 400 à 500 mètres environ en ville, et de quelques kilomètres en terrain dégagé.

Pour pouvoir capter les émissions en *modulation de fréquence* qui se trouvent dans la gamme de 88 à 108 mégahertz, il faut remplacer le bobinage d'accord L 1 par un autre constitué de la façon suivante : 2 spires de fil émaillé sur air, diamètre 10 millimètres. Remplacer le condensateur d'antenne C 1 par un 1,5 picofarad. La recherche des stations s'opère avec C 2 presque entièrement dévissé.

Les deux appareils récepteur et émetteur onde courtes que nous venons de décrire se prêtent tout à fait bien à une réalisation en « portatif », sous la forme d'émetteur-récepteur.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| — Transistors AF 115 - AC 125 - AC 132. | — Potentiomètre 10 kilohms.       |
| — Diode OA 79.                          | — Bouton.                         |
| — Transformateurs T 11 - T 12           | — 2 condensateurs ajustables.     |
| — Bobine de choc ferrite.               | — Résistance ajustable.           |
| — Haut-parleur.                         | — 10 résistances.                 |
| — Mandrin isolant 10 mm.                | — 11 condensateurs.               |
|   | — 1 mètre fil émaillé 9 dixièmes. |



## Un mesureur de champ

Tout émetteur de radio crée autour de lui un *champ électromagnétique* dont l'importance est proportionnelle à la puissance de l'émetteur. C'est ce champ qui, ensuite, influence l'antenne d'un récepteur, y crée une certaine tension de haute fréquence, tension qui après de multiples transformations actionnera le haut-parleur du récepteur.

Le champ électromagnétique d'un émetteur se mesure en microvolts par mètre, et les installateurs d'antennes de télévision utilisent couramment un véritable mesureur de champ. C'est un appareil fort coûteux qui indique l'importance du champ créé par l'émetteur de télévision que l'on veut recevoir ; on en déduit quelle est l'importance de l'antenne qu'il faut installer.

Il n'est pas dans notre projet de décrire un tel appareil ici... Mais, partant de là, on peut s'inspirer de ce principe et l'adapter.

En radiocommande de modèles réduits, en petite radiotéléphonie, on construit des émetteurs de petite puissance qui nécessitent toujours une certaine mise au point. Elle comporte parfois le réglage d'une série d'étages amplificateurs haute fréquence successifs, pour lesquels on recherche le maximum de puissance rayonnée. On peut donc concevoir pour cela un petit champmètre disposé à côté de l'émetteur, et qui indique à tout instant à quel moment on se trouve au réglage maximum.

Nous en avons d'ailleurs parlé dans la mise au point de l'émetteur de la figure 88, pour lequel le modèle que nous décrivons ici convient fort bien.

Son schéma est représenté en figure 92.

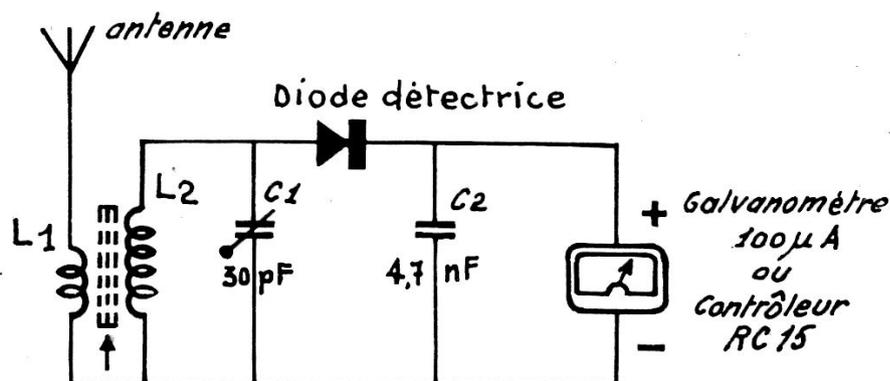


Fig. 92

C'est en fait un petit récepteur, mais qui, au lieu d'aboutir à un casque ou à un haut-parleur, se termine par un galvanomètre. C'est la déviation maximale de l'aiguille de cet appareil qui, à tout instant, indique le meilleur réglage obtenu sur l'émetteur. Lorsqu'on parle de mise au point à l'aide d'un champmètre, on parle souvent de « déviation maxi »...

Ce petit montage tel qu'il est conçu peut convenir pour la mise au point d'émetteurs couvrant de 22 à 35 mégahertz. On peut couvrir d'autres gammes en modifiant les bobinages.

Le bobinage d'accord est établi sur un mandrin isolant de 10 millimètres de diamètre, comportant un noyau magnétique de réglage. Pour l'enroulement L2, on bobine 10 spires jointives de fil émaillé 9 dixièmes. Pour L1, on bobine 4 spires jointives de même fil. Sur le mandrin, les deux enroulements sont espacés de 2 millimètres.

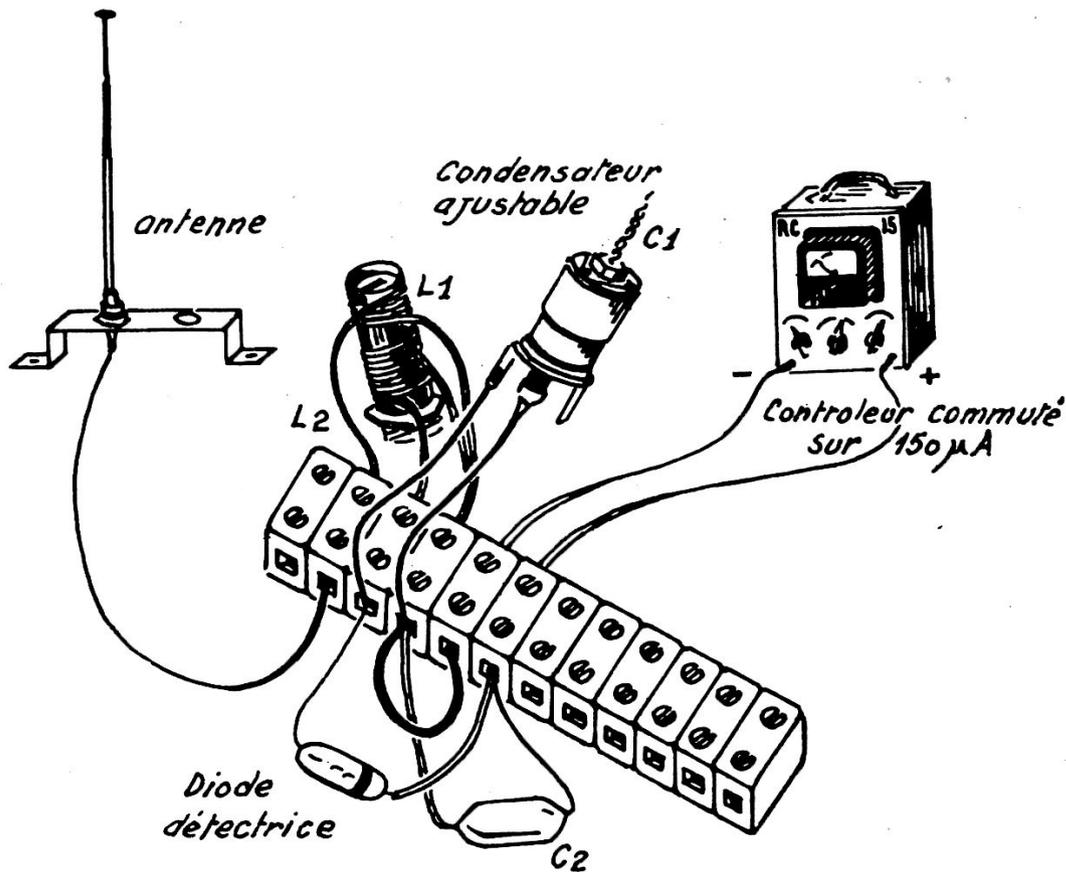


Fig. 93

Pour l'utilisation et l'emploi du champmètre, on commence par l'approcher au voisinage de l'émetteur, et en actionnant le condensateur ajustable C1 on recherche une déviation au galvanomètre. A ce moment, émetteur et mesureur de champ sont accordés l'un sur l'autre. On éloigne ensuite à une distance convenable pour qu'au cours des réglages de l'émetteur l'aiguille ne dévie pas à fond d'échelle.

Ce qu'on recherche toujours, ce que l'on attend de l'aiguille, c'est une *indication de maximum*. Si l'émetteur est puissant, on peut être amené à éloigner les appareils, à réduire l'antenne du mesureur. Si l'émetteur est de faible puissance, on peut être amené à rapprocher les antennes, à quelques centimètres l'une de l'autre. Chaque fois que lors des réglages effectués sur un émetteur, on agit sur un condensateur ajustable ou un noyau magnétique, on voit l'aiguille du mesureur monter, passer par un maximum, puis redescendre. On revient donc en arrière pour rester sur le « réglage maxi ».

Remarquez que le champmètre peut également être utilisé en ondemètre. On sait qu'un émetteur de radiocommande par exemple doit être calé sur la fréquence de 72 mégahertz. Si un jour vous disposez d'un petit émetteur piloté par quartz sur cette fréquence, vous pouvez accorder dessus votre champmètre. Vous disposerez bien d'un récepteur étalonné, donc d'un ondemètre. Par la suite, tout émetteur que vous accorderez sur votre appareil se trouvera bien à son tour réglé sur 72 mégahertz.

Signalons à ce sujet que nous décrivons dans cet ouvrage un émetteur étalon de fréquence.

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Mandrin isolant 10 mm.
- Diode détectrice.
- Condensateur ajustable.
- Condensateur fixe.

- 1,50 mètre fil émaillé 9 dixièmes.
- Antenne télescopique à fiche.

Accessoirement : Radio-contrôleur, ou galvanomètre de 100 microampères.

## Réalisation pratique d'un radio-contrôleur

Le petit montage que nous venons de décrire peut être réalisé pratiquement sous la forme d'un appareil autonome, en coffret métallique, pile incorporée, antenne télescopique, galvanomètre propre intégré. En montage expérimental sur table, on peut utiliser la sensibilité convenable d'un radio-contrôleur.

Nous rencontrerons d'ailleurs de nombreux montages se trouvant dans ce cas.

Un radio-contrôleur est un appareil de mesures, pratiquement indispensable au radiotechnicien, avec lequel on peut faire des vérifications et mesures de tensions en volts, de courant en milliampères, et de résistances en ohms. En voltmètre, sa résistance interne doit être aussi élevée que possible pour ne pas fausser les mesures, et en milliampèremètre elle doit être aussi faible que possible, pour la même raison.

Cette notion est très importante, sur des montages à transistors en particulier, le fait d'appliquer les deux pointes d'un voltmètre risque fort de donner une lecture fautive d'une part, et de perturber le fonctionnement en cours. C'est pourquoi la résistance que présente le voltmètre doit être élevée.

Elle se chiffre en *ohms par volt*. Prenons le cas d'un voltmètre faisant 1 000 ohms par volts, sur la sensibilité 3 volts il présente une résistance

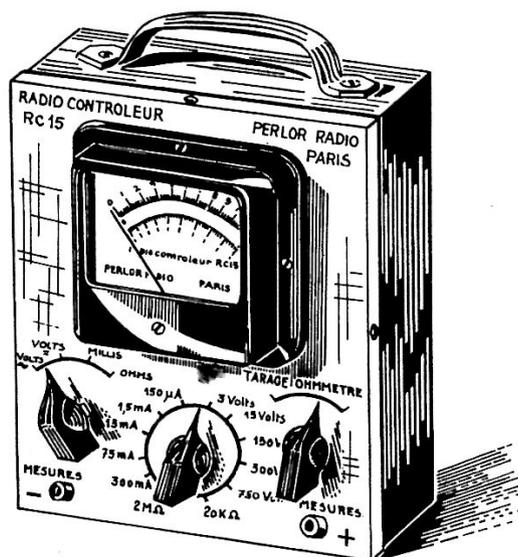


Fig. 94 Le radio-contrôleur RC 15.

interne de 3 000 ohms. Dans le cas d'un modèle de 5 000 ohms par volt, pour le même exemple sa résistance est de 15 000 ohms. Dans le cas d'un 10 000 ohms par volt, elle est de 30 000 ohms.

On peut dire que cette valeur de 10 kilohms par volt est *nécessaire et suffisante* pour les montages à transistors, c'est celle que nous avons retenue pour le modèle RC. 15 que nous proposons de vous décrire ici.

La figure 94 vous montre l'aspect de cet appareil, tel qu'il se présente dès qu'il est terminé. Il est intégré dans un coffret métallique de dimensions  $20 \times 18 \times 7$  centimètres. Les indications d'emploi sont imprimées sur le panneau avant, et c'est sur ce même panneau que, intérieurement, est fait tout le montage et le câblage. Il est ensuite fixé sur le coffret par 4 vis taraudeuses, que l'on peut toujours dévisser facilement et rapidement par la suite, pour remplacer la pile ou en cas de nécessité d'intervention dans le montage.

### PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

Ce contrôleur permet la mesure des tensions continues et alternatives avec, avons nous dit, une résistance de 10 000 ohms par volt, des courants continus et des résistances. Ses sensibilités sont :

*Voltmètre continu* : 3 V, 15 V, 150 V, 300 V, 750 V ;

*Voltmètre alternatif* : même sensibilité qu'en continu ;

*Milliampèremètre continu* : 150  $\mu$ A, 1,5 mA, 15 mA, 75 mA, 300 mA ;

*Ohmmètre* : 0 à 20 000 ohms, 0 à 2 mégohms.

Cet appareil a été conçu de manière à faciliter au maximum le travail du réalisateur. En particulier tout a été fait pour réduire au minimum l'étalonnage qui nécessite de disposer d'un autre contrôleur. Pratiquement, comme nous le verrons, il n'y a qu'en voltmètre alternatif qu'il faille régler une résistance.

Cette opération peut être faite sur le secteur alternatif pour peu que l'on connaisse sa tension exacte.

Pour éviter les opérations toujours délicates de l'étalonnage, toutes les résistances et tous les shunts sont à 1 % de tolérance. Les résistances à 10 % qui sont utilisées en fonction ohmmètre ne sont pas critiques ce qui justifie cette large tolérance.

De manière à simplifier le montage, nous verrons que les résistances additionnelles sont les mêmes en voltmètre continu et en voltmètre alternatif. Pour permettre cela le galvanomètre a une sensibilité de 85  $\mu$ A (déviation totale) et sa résistance interne est 1 700 ohms. Sa sensibilité est ramenée à 100  $\mu$ A aussi bien en alternatif qu'en continu par la cellule redresseuse dans le premier cas ou par un shunt de 9 633 ohms dans le second. La résistance interne devient alors sensiblement 1 500 ohms.

### CONSTITUTION

Pour examiner plus facilement la constitution et le fonctionnement de cet appareil nous avons préféré produire, non pas un schéma global, mais un schéma par fonction.

Outre le galvanomètre ce contrôleur comporte un commutateur de fonctions à 4 circuits, 4 positions, un commutateur de sensibilité, un potentiomètre de tarage, une pile de 1,5 V pour la fonction ohmmètre et bien entendu deux bornes de raccordement aux cordons de mesures.

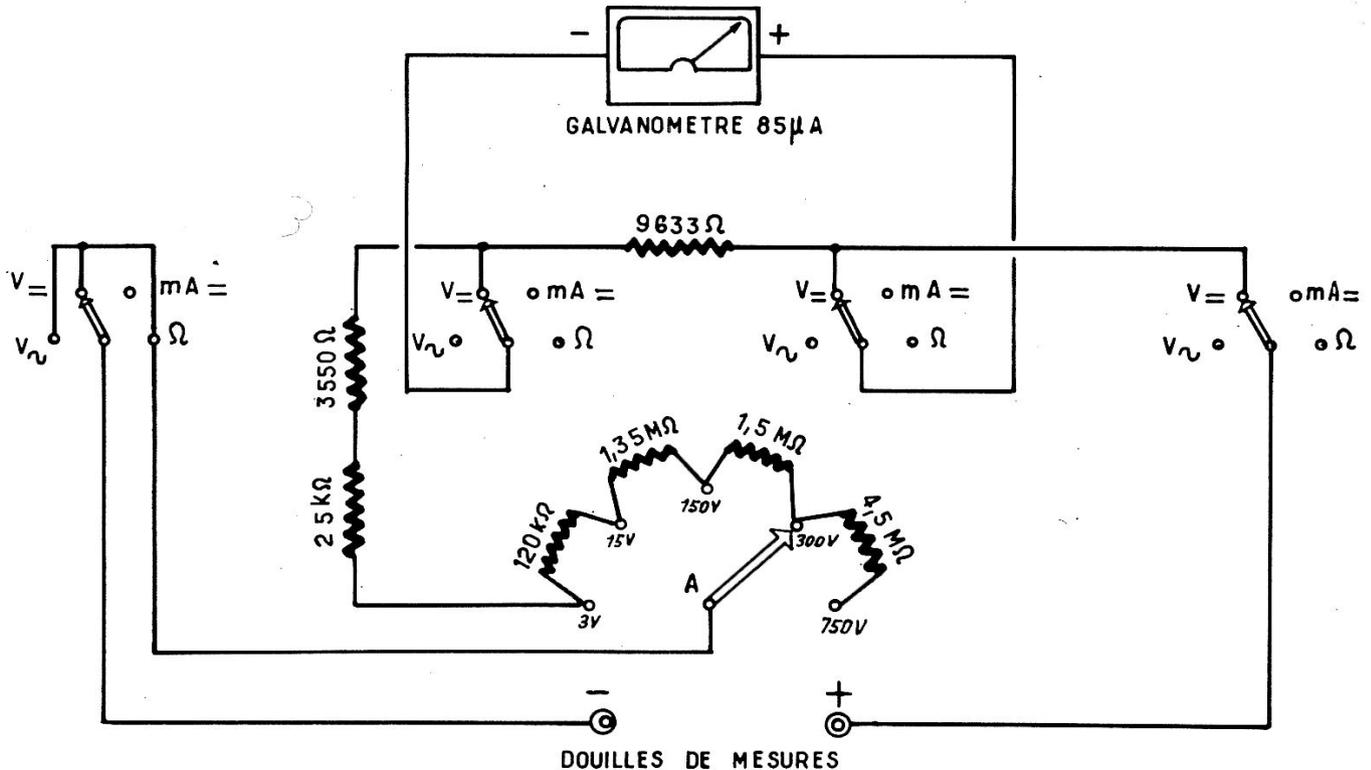


Fig. 95 Fonction en voltmètre pour courant continu.

*Voltmètre continu* — (figure 95). Pour cette utilisation le commutateur de fonctions est dans la position indiquée sur le schéma. La borne — est reliée par la section 1 du commutateur de fonctions au commun du commutateur de sensibilité. Ce dernier en position 3 V établit la liaison avec une résistance de 25 000 ohms en série avec une 3 550 ohms. L'autre extrémité de ce groupement est mis en contact avec le « — » du galvanomètre par la section 2 du commutateur de fonctions. Le + du galvanomètre est relié à la douille d'utilisation « + » par les sections 3 et 4 du commutateur de fonction. De plus les sections 2 et 3 placent une résistance de 9 633 ohms en shunt sur le galvanomètre. Nous avons déjà dit que grâce à ce shunt la déviation totale de l'aiguille avait lieu pour un courant de  $100 \mu\text{A}$  et que la résistance de l'ensemble galvanomètre plus shunt devenait 1 500 ohms. Pour obtenir ce courant lorsque 3 V sont appliqués aux bornes « Mesure », ce qui correspond à ce calibre, il faut une résistance de  $R = E/I = 3/0,0001 = 30\,000$  ohms ce qui correspond bien à quelques ohms près à la somme des résistances dans le circuit : résistance interne modifiée par le shunt + résistances additionnelles de 25 000 ohms et de 3 550 ohms. Pour la position 15 V, le commutateur de fonctions ajoute une résistance de 120 kilohms en série. Pour les positions 150 V, 300 V, et 750 V ce commutateur ajoute successivement des résistances de 1,35 mégohm, 1,5 mégohm et 4,5 mégohms, ce qui, vous pouvez le constater, est conforme pour chaque valeur de tension définissant ces différents calibres, aux résultats donnés par le petit calcul que nous venons d'indiquer.

*Voltmètre alternatif* — Pour obtenir le fonctionnement en voltmètre alternatif le commutateur de fonctions doit-être placé dans la position représentée à la figure 96. Comme vous pouvez le constater la disposition est à quelque chose près la même que pour la figure 95 ; cependant ce quelque chose a une grande importance. Si on examine attentivement ce

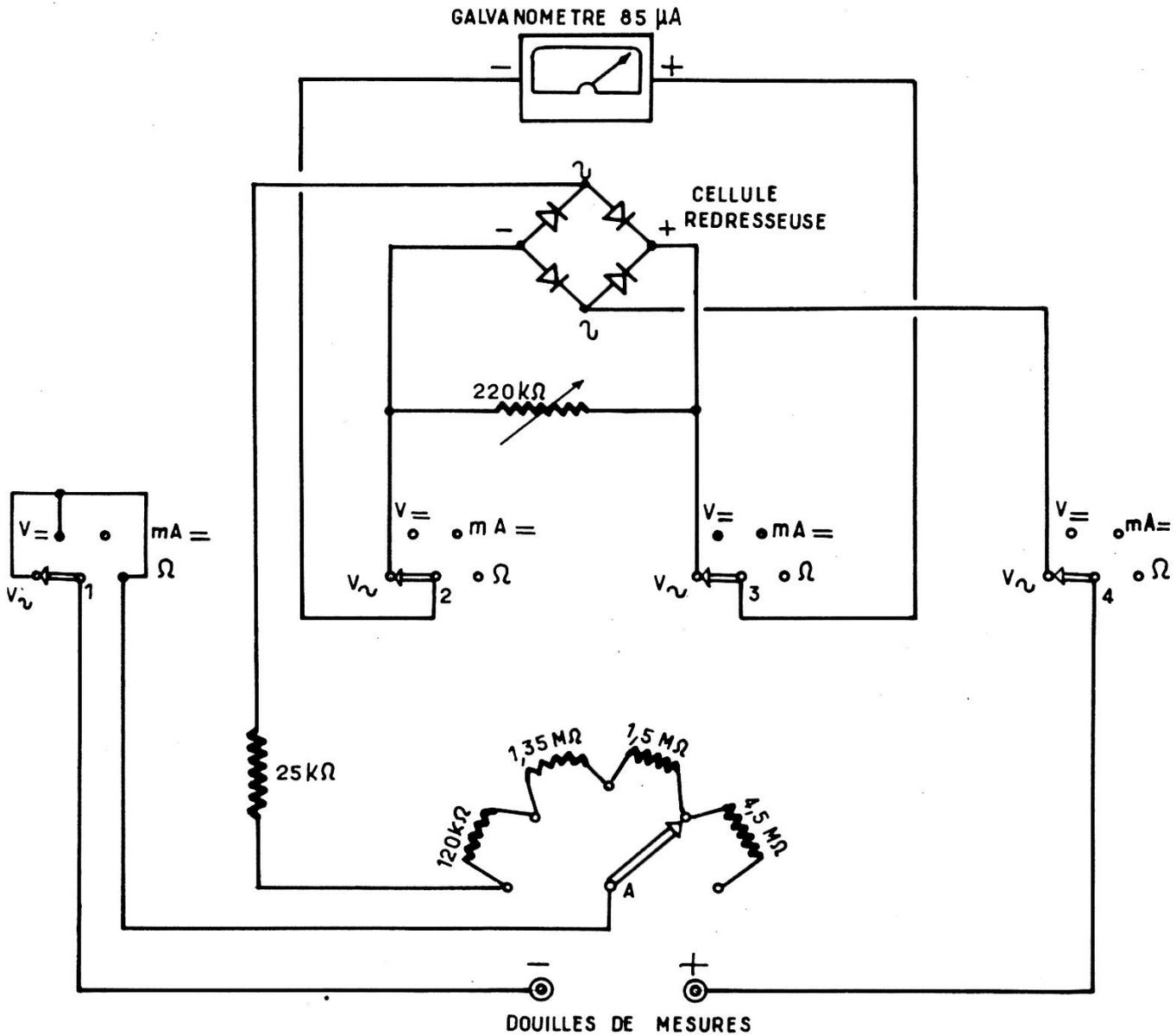


Fig. 96 Fonction en voltmètre pour courant alternatif.

schéma on voit que le shunt de 9 633 ohms qui était aux bornes du galvanomètre est remplacé par *un redresseur* en pont et une résistance de 220 000 ohms ajustable. Ces éléments sont mis en service par les sections 2 et 3 du commutateur de fonctions. En conséquence le circuit est établi comme suit : la douille de mesure « — » est connectée au commun du commutateur de sensibilité par la section 1 du commutateur de fonctions. Notons en passant que, ainsi que nous l'avons signalé au début, les sensibilités sont les mêmes qu'en continu, et sont obtenues par la mise en service des mêmes résistances. Le plot 3 V du commutateur de sensibilité est relié à une des entrées « alternatif » de la cellule redresseuse par une 25 000 ohms. La 3 550 ohms est donc supprimée. La seconde entrée « alternatif » est reliée à la douille de mesures « + » par la section 4 du commutateur de fonctions. Les sections 2 et 3 relient les bornes du galvanomètre aux sorties « + » et « — » du redresseur lesquelles sont shuntées par la résistance ajustable de 220 000 ohms. Une tension alternative appliquée aux bornes « mesures » est redressée par la cellule en pont et appliquée au galvanomètre sous une forme propre à faire dévier l'aiguille

d'une quantité proportionnelle à sa valeur ce qui ne serait pas le cas si la tension alternative était appliquée directement au galvanomètre. En effet, le changement de sens périodique du courant n'aurait pour résultat que de faire osciller l'aiguille autour du point 0 de la graduation.

Il faut bien entendu tenir compte de la résistance interne du redresseur. C'est pour cette raison que la résistance additionnelle de 3 550 ohms et le shunt de 9 633 ohms ont été supprimés. La résistance ajustable de 220 000 ohms est nécessaire parce que la résistance interne de la cellule dans un même type peut varier d'un modèle à l'autre. On peut grâce à cette résistance compenser cette dispersion de caractéristique et cela une fois pour toutes, sur toutes les sensibilités.

*Milliampèremètre continu* — Lorsque le commutateur de fonctions est dans la position de la figure 97 ce contrôleur est apte à mesurer des intensités de courant continu comprises dans les calibres que nous avons indiqués plus haut. Pour cela toutes les résistances additionnelles sont supprimées. Par contre les sections 2 et 3 du commutateur de fonctions introduisent aux bornes du galvanomètre des shunts appropriés. Ces shunts de valeurs différentes pour chaque calibre sont sélectionnés par le commutateur de sensibilités. Pour le calibre 150  $\mu\text{A}$  le shunt fait 2 225 ohms, pour le calibre 1,5 mA le shunt fait 102 ohms. Les calibres 15 mA, 75 mA et 300 mA sont obtenus respectivement par des shunts ayant pour valeurs 9,7 ohms, 1,93 ohm et 0,48 ohm. Les sections 1 et 4 du commutateur relient les douilles « mesures » aux bornes du galvanomètre.

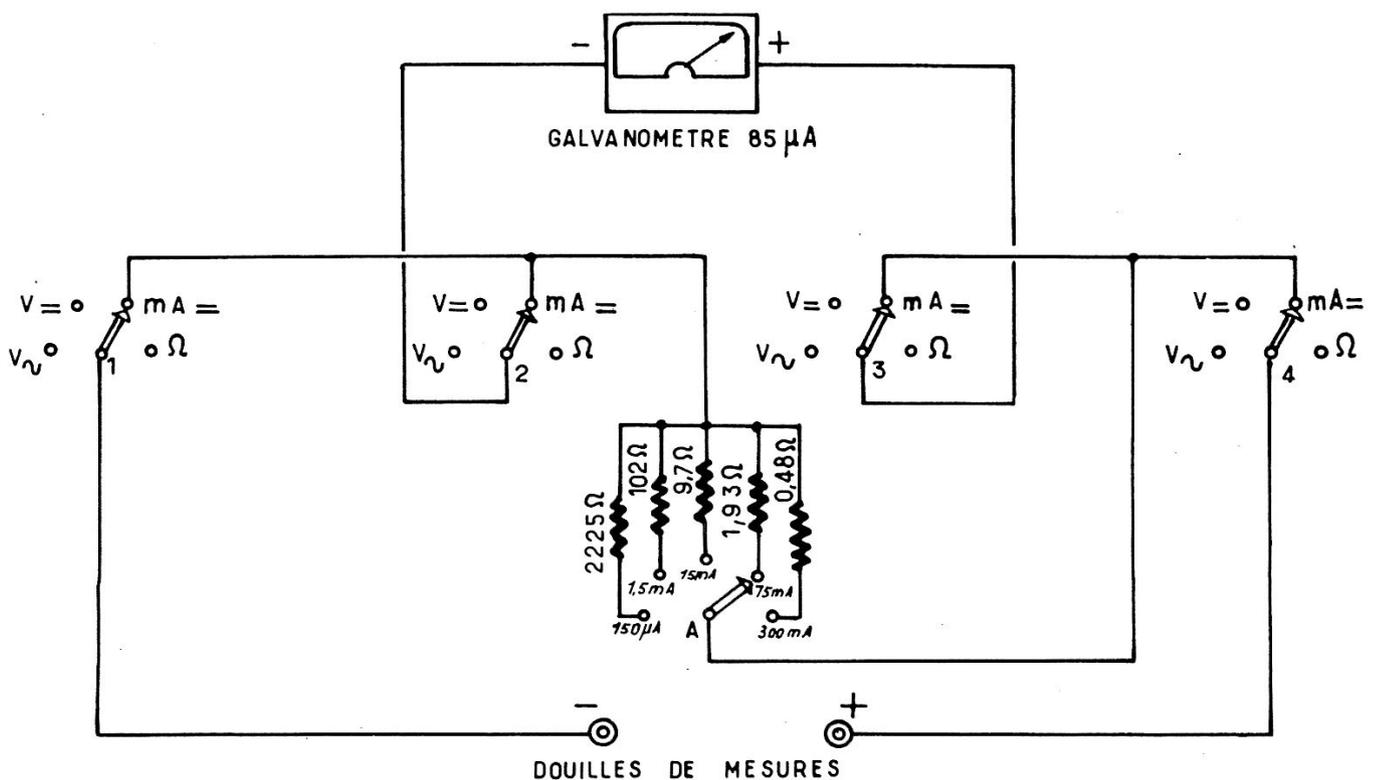


Fig. 97 Fonction en milliampèremètre pour courant continu.

*Ohmmètre* — Le circuit permettant la mesure des résistances est représenté à la figure 98. Pour comprendre le fonctionnement examinons ce qui se passe sur le calibre « 2 mégohms ». Les sections 2 et 3 du commutateur de fonctions placent en parallèle sur le galvanomètre un potentiomètre de 3 000 ohms en série avec une résistance fixe de 6 800 ohms. La douille « mesure — » est mise en liaison avec la borne — du galvanomètre par la

section 1 du commutateur de fonctions. Quant à la douille « mesure + » elle est reliée au curseur du potentiomètre de 3 000 ohms par une pile de 1,5 V en série avec une résistance de 10 000 ohms : liaison établie par la section 4 du commutateur de fonctions.

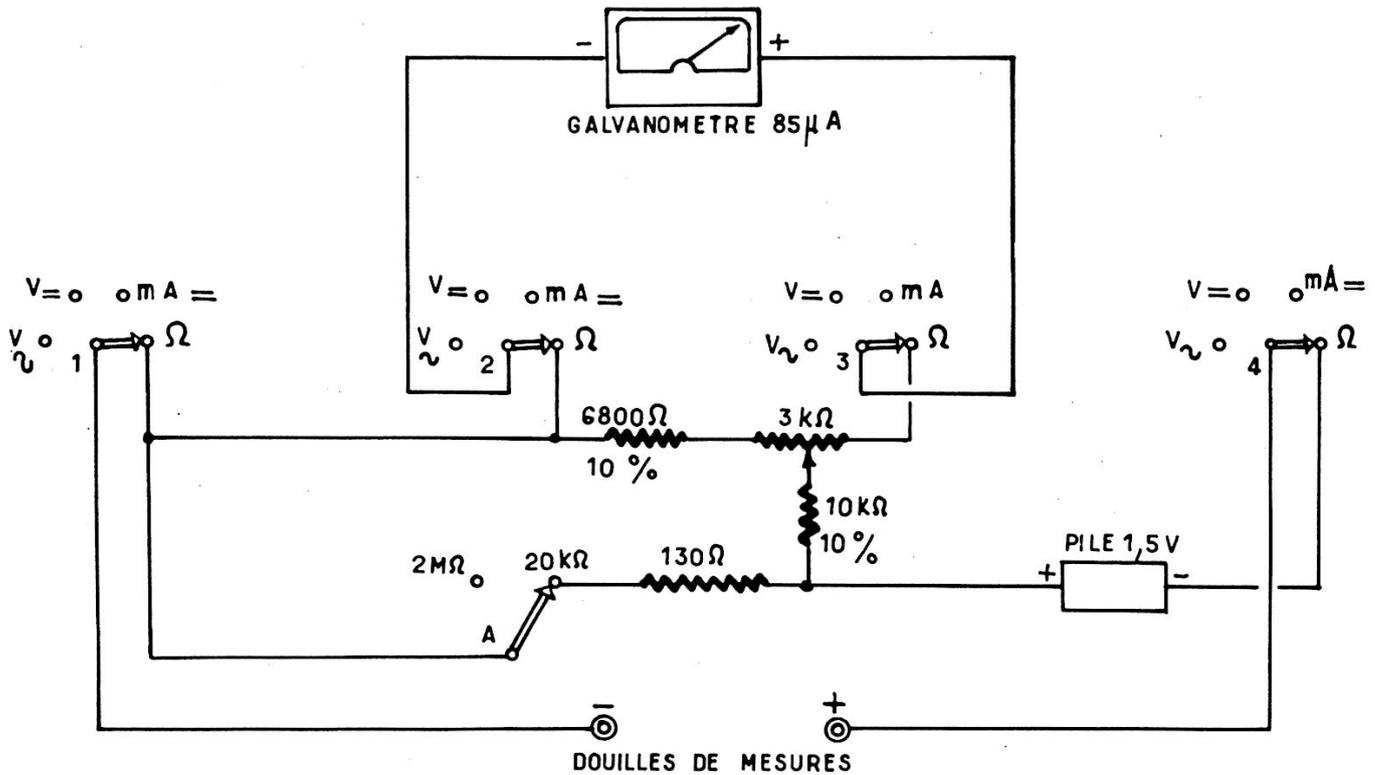


Fig. 98 Fonction en ohmmètre.

Si on court-circuite les douilles « mesures », la pile débite dans le circuit. Le courant passe par la 10 000 ohms et atteint le curseur du potentiomètre de 3 000 ohms. Là il se partage ; une partie passe par la portion du potentiomètre comprise entre le curseur et la section 3 du commutateur de fonctions et par le galvanomètre. Une autre partie emprunte l'autre portion du potentiomètre, la 6 800 ohms. Les deux fractions du courant se rejoignent en ce point et atteignent le pôle — de la pile à travers la section 1 du commutateur, les douilles « mesures », court-circuitées et la section 4 du commutateur de fonctions.

La portion du potentiomètre comprise entre le curseur et la borne + du galvanomètre constitue une résistance additionnelle en série avec celle interne du galvanomètre. L'autre portion du potentiomètre et la 6 800 ohms forment un shunt. Le déplacement du curseur du potentiomètre fait varier de façon inverse le shunt et la résistance additionnelle. On peut obtenir par le réglage de ce curseur que le courant qui traverse le galvanomètre soit de 85  $\mu$ A. L'aiguille vient alors en fin d'échelle, point qui correspond à une résistance mesurée nulle. Si maintenant on remplace le court-circuit des douilles « mesures » par une résistance comprise entre 0 et 2 mégohms. Le courant débité par la pile dans le circuit sera d'autant plus faible que la résistance insérée sera élevée. Le courant dans le galvanomètre étant proportionnel à celui dans le circuit, l'aiguille déviara d'autant moins que la résistance sera voisine de 2 mégohms. Une échelle du cadran indique la valeur de cette résistance en fonction de la position de l'aiguille.

Pour la gamme 20 000 ohms le circuit et le fonctionnement sont les mêmes, mais une résistance de 130 ohms est placée en shunt entre le pôle + de la pile et la douille de mesure —. Il est bien évident que le courant pour une résistance de 20 000 ohms est plus intense que pour une résistance de 2 mégohms et si on veut que la déviation de l'aiguille soit la même il faut dériver une partie de ce courant en sensibilité 20 000 ohms ce qui est obtenu par la résistance de 130 ohms. On peut alors utiliser la même graduation pour les deux sensibilités.

La mesure d'une résistance se fait de la façon suivante : le commutateur de fonctions étant en position « Ohmmètre » et celui de sensibilité sur la position 2 mégohms ou 20 000 ohms, selon l'ordre de grandeur de la résistance à mesurer on court-circuite les douilles « Mesures ». On agit sur le potentiomètre de tarage (3 000 ohms) de manière à amener l'aiguille du galvanomètre exactement en face de la graduation maximum du cadran (Résistance = 0). On décourt-circuite les douilles « Mesures » et on y branche la résistance à mesurer. L'aiguille revient alors en arrière et s'immobilise devant la graduation correspondant à la valeur cherchée. La graduation est faite pour une lecture directe en sensibilité 20 000 ohms. Pour la sensibilité 2 mégohms il faut multiplier la lecture par 100.

Il est bon de remarquer qu'en pratique, le contrôleur en fonction ohmmètre n'est pas utilisé uniquement pour mesurer ou vérifier des résistances, mais également et très fréquemment pour « sonner » des circuits ou divers autres éléments.

Prenons par exemple un bobinage quelconque, un enroulement de transformateur, en appliquant l'ohmmètre à ses bornes nous constatons s'il est bon, s'il n'est pas coupé. Prenons un bobinage inconnu, comportant plusieurs fils de sortie, nous pouvons rechercher à l'ohmmètre quels sont les fils qui correspondent entre eux, ceux qui sont indépendants. Entre deux ou plusieurs points d'un montage, on peut déceler s'il y a contact ou non. On peut sonner le filament d'une ampoule, pour savoir s'il n'est pas grillé. Dans le cas d'un montage qui vient d'être terminé, entre les 2 points où l'on va brancher la pile, on peut au préalable relier l'ohmmètre, pour vérifier qu'il n'y a pas là un court-circuit accidentel.

Et ainsi de suite.

On « sonne » des circuits, et dans cette fonction l'ohmmètre est pratiquement très utilisé.

### LA REALISATION PRATIQUE

Les résistances et shunts sont câblés sur une petite plaquette séparée, sertie de deux rangées de cosses à souder, comme représenté en figure 99. Cette plaquette est ensuite rapportée sur le montage principal, tel qu'il se présente en figure 100.

Sur le panneau avant de l'appareil, on commence par fixer convenablement les commutateurs, le potentiomètre, les douilles, le microampère-mètre. C'est sur ces éléments stables et fixes que se fait ensuite le câblage. La plaquette de résistances vient s'adapter sur deux vis que le commutateur de sensibilités comporte à cet effet. Pour en permettre une meilleure visibilité, la plaquette est figurée à côté. De même pour les deux galettes du commutateur de fonctions, en réalité elles sont superposées.

La petite cellule redresseuse présente 2 broches « alternatif », une broche « positif » et une broche « négatif ». Quel que soit le modèle utilisé, ces broches doivent toujours être repérées, et il y a bien entendu

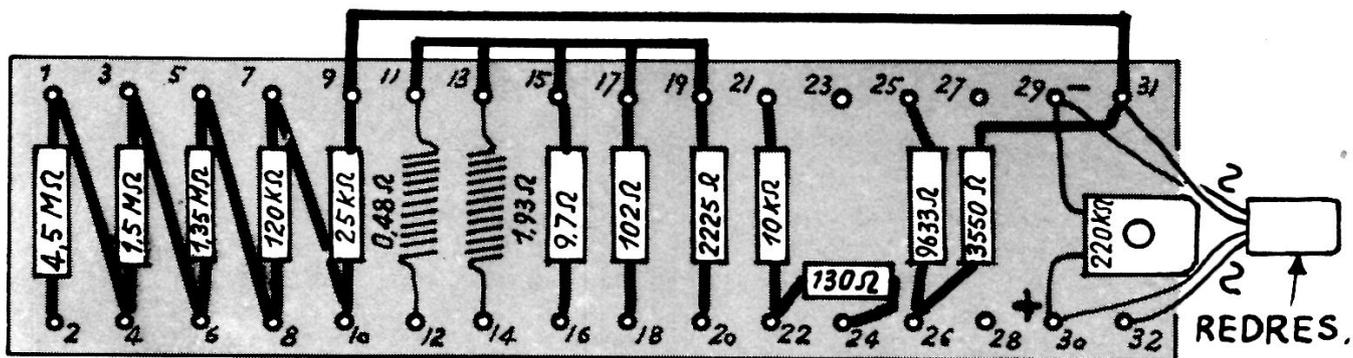


Fig. 99 La plaquette de résistances.

lieu de respecter ce repérage. La pile de 1,5 volt est connectée dans un boîtier de matière plastique, lui-même relié au câblage par un cordon à 2 conducteurs de couleurs ; on affecte généralement le rouge au positif.

La seule mise au point consiste dans le réglage de la résistance ajustable de 220 kilohms. Pour cela on mesure une tension alternative connue, et on agit sur la résistance jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre vienne en face de la graduation correspondante.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Coffret métallique suivant dimensions.
- Galvanomètre.
- 2 commutateurs.
- Plaquette à cosses.
- Potentiomètre.
- 3 boutons-flèche.
- Pile 1,5 V et boîtier.
- Cellule redresseuse.
- Résistances et shunts.
- Douilles, visserie, fils et soudure.

Accessoirement : cordons de raccordement et pointes de touche.

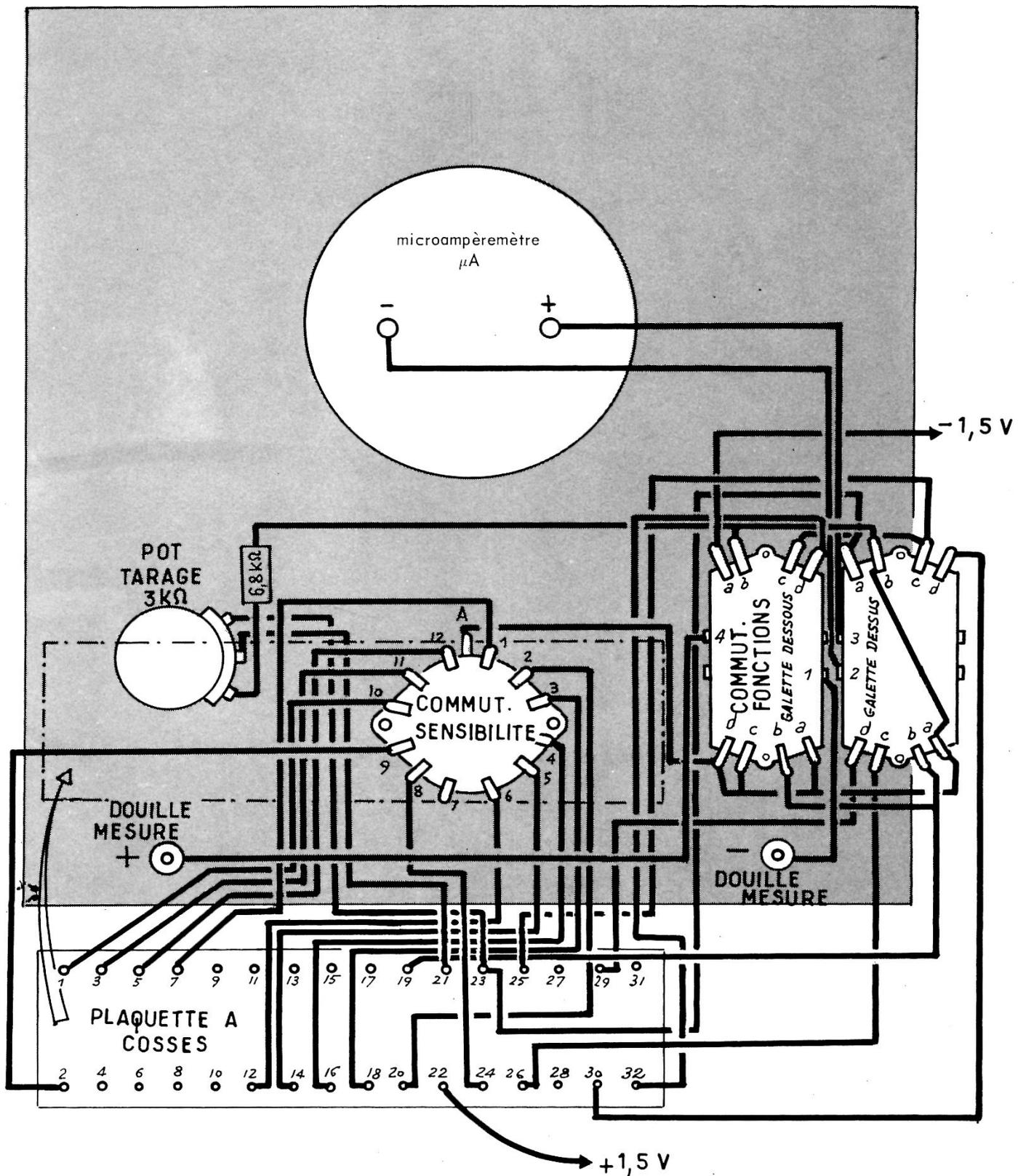


Fig. 100 Le câblage général.

## Une minuterie électronique

La minuterie est un appareil très connu du public en raison d'une application pratique très répandue et utilisée : la minuterie d'escalier. Lorsqu'on appuie sur le bouton, on allume la lumière, qui s'éteindra « toute seule » au bout d'un certain temps. C'est qu'en même temps, on a mis en route une minuterie mécanique, qui au bout d'un temps fixé a provoqué l'arrêt de la lumière.

Une autre application très répandue de ce procédé est le compte-pose du photographe. L'exposition d'un papier sensible à la lumière d'un agrandisseur doit se faire suivant un certain temps bien déterminé, en fonction de la sensibilité du papier et de l'intensité de la lumière. Le compte-pose intervient pour interrompre l'exposition à la lumière toujours au bout du même temps, que l'opérateur peut fixer d'avance.

Le principe consiste toujours à appuyer sur un bouton, ce qui déclenche une action pendant un certain temps, à la fin duquel l'action cesse. Ce temps est le temps de temporisation, d'où le nom plus exact de *temporisateur électronique* de l'appareil que nous décrivons ici.

Il trouve des applications multiples. Dans l'industrie, il peut être nécessaire de mettre en route une machine ou un dispositif pendant un certain temps, que l'on fixe une fois pour toutes, et dont on sait ainsi qu'il sera toujours identique. Il est encore à remarquer que le temps de temporisation peut correspondre, soit à une action qui démarre, qui marche, soit au contraire à une action qui s'arrête, et qui reprendra après le temps voulu.

Notre schéma est représenté en figure 101.

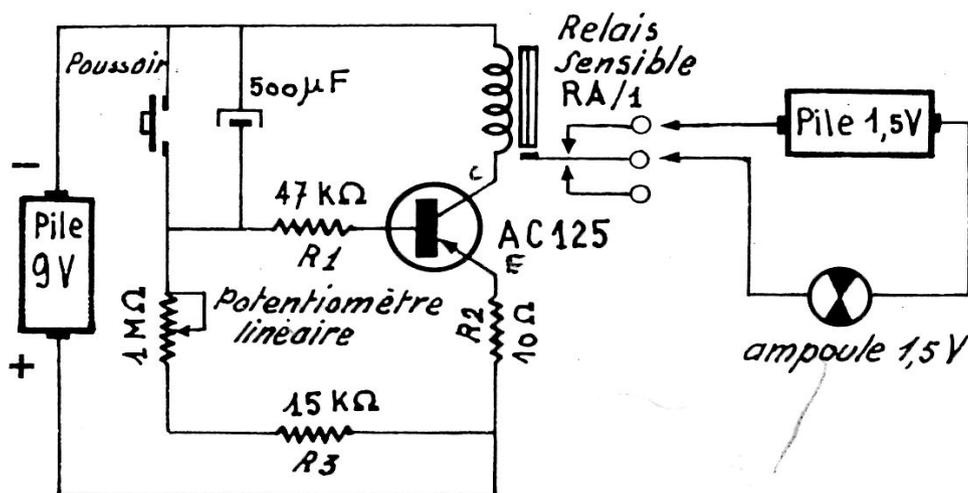


Fig. 101

Examinons le fonctionnement du transistor dès que l'on appuie sur le bouton-poussoir de mise en marche. A ce moment, le condensateur de 500 microfarads est court-circuité, pratiquement sans action, déchargé. La base du transistor est reliée directement à la ligne — 9 volts, alors que l'émetteur reste relié à la ligne + 9 volts. Donc différence de potentiel importante (d'ailleurs limitée heureusement par R1) entre ces 2 électrodes, le transistor conduit fortement, un courant important émetteur-collecteur circule, ce courant colle le relais.

Maintenant, lâchons le bouton-poussoir.

Le condensateur se charge lentement à travers R3 et le potentiomètre. Au fur et à mesure que cette charge augmente, le potentiel négatif de la base diminue, il s'éloigne du potentiel  $-9$  volts pour se rapprocher du potentiel de la ligne  $+9$  volts qui est celui de l'émetteur. En fin de charge, la tension aux bornes du condensateur est égale à celle de la pile, base et émetteur sont au même potentiel, le transistor est bloqué, le courant de collecteur s'annule, le relais retombe.

Le temps de temporisation dépend de la valeur de la capacité et des résistances. C'est pourquoi il est commode d'insérer une résistance variable, en l'occurrence un potentiomètre monté ainsi, pour pouvoir commander ce temps dans une certaine marge.

Avec les valeurs adoptées sur cet exemple de montage, nous avons chronométré pour les positions extrêmes du potentiomètre 35 secondes et 2 minutes 40 secondes. Avec un condensateur de 1 000 microfarads ces temps seraient pratiquement doublés.

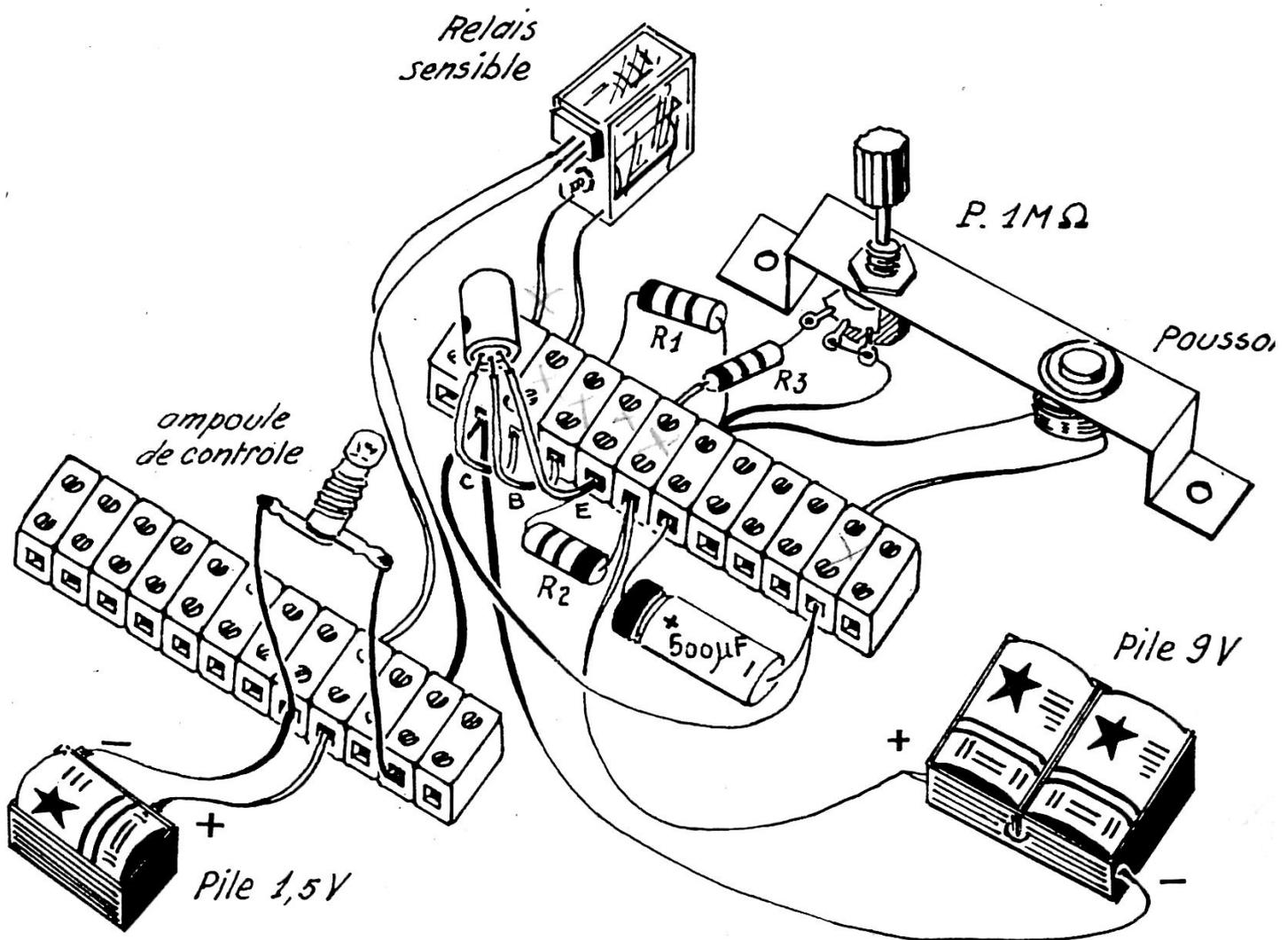
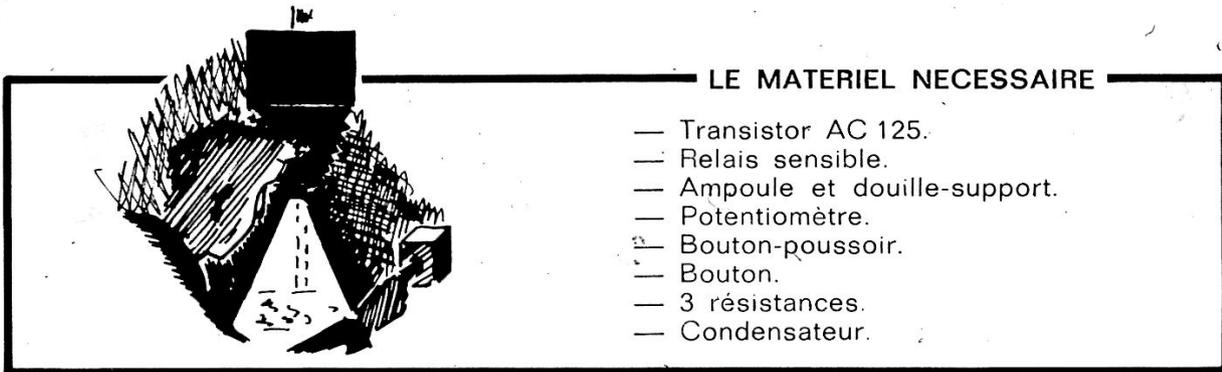


Fig. 102

Nous avons mis un contrôle sur l'action du relais, un voyant lumineux. On pourrait aussi bien y brancher le couineur ou le petit moteur Midget, ce qui est très spectaculaire.

Si l'on se branche sur l'un ou l'autre des contacts du relais, on obtient durant le temps de temporisation, soit l'allumage, soit l'extinction de l'ampoule.



## Une minuterie cyclique

Pour comprendre le but et le fonctionnement de ce second modèle de minuterie, retournons pour un instant au modèle précédent.

Dès que l'on appuie et lâche le bouton, le relais colle pendant un certain TEMPS 1, puis décolle et il ne se passe plus rien. Pour recommencer le cycle, il faut à nouveau appuyer sur le bouton, appelons TEMPS 2 la durée qui s'écoule entre le décollage et un nouveau collage.

La minuterie cyclique permet ce recommencement sans intervention manuelle, son schéma est visible en figure 103.

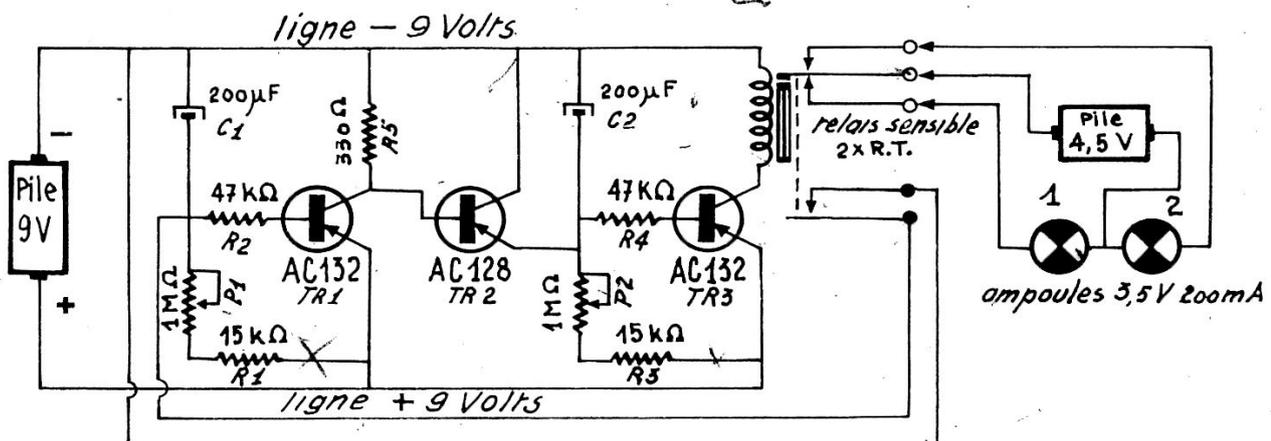


Fig. 103

On peut voir qu'en fait on met en jeu ici deux dispositifs du même modèle que décrit précédemment. Un premier fournit le temps 1, réglable par le potentiomètre P 1. Il commande un transistor AC. 128 qui fonctionne par tout ou rien, et déclenche à son tour la mise en route d'un second qui fournit le temps 2, réglable par le potentiomètre P 2.

Le tout se termine bien entendu par un relais à 2 contacts repos-travail. Aux bornes de l'un de ces contacts sont disponibles les temps 1 et 2. L'autre contact est utilisé pour le fonctionnement, nous avons volontairement établi le dessin de telle sorte qu'il soit visible qu'il tient lieu de contact de mise en route.

Le fonctionnement de cet appareil est mis en évidence par le branchement des deux ampoules 1 et 2 commandées par les contacts du relais de sortie. Chacune illustre les temps disponibles.

Cette minuterie se met en marche automatiquement dès que l'on branche la pile, elle fonctionne ensuite en permanence et ne s'arrête que dès

que l'on coupe l'alimentation. Ceci uniquement par mise en jeu de tensions et de courants, sans système mécanique en mouvement. On conçoit donc qu'elle puisse se prêter à de nombreuses applications domestiques et industrielles.

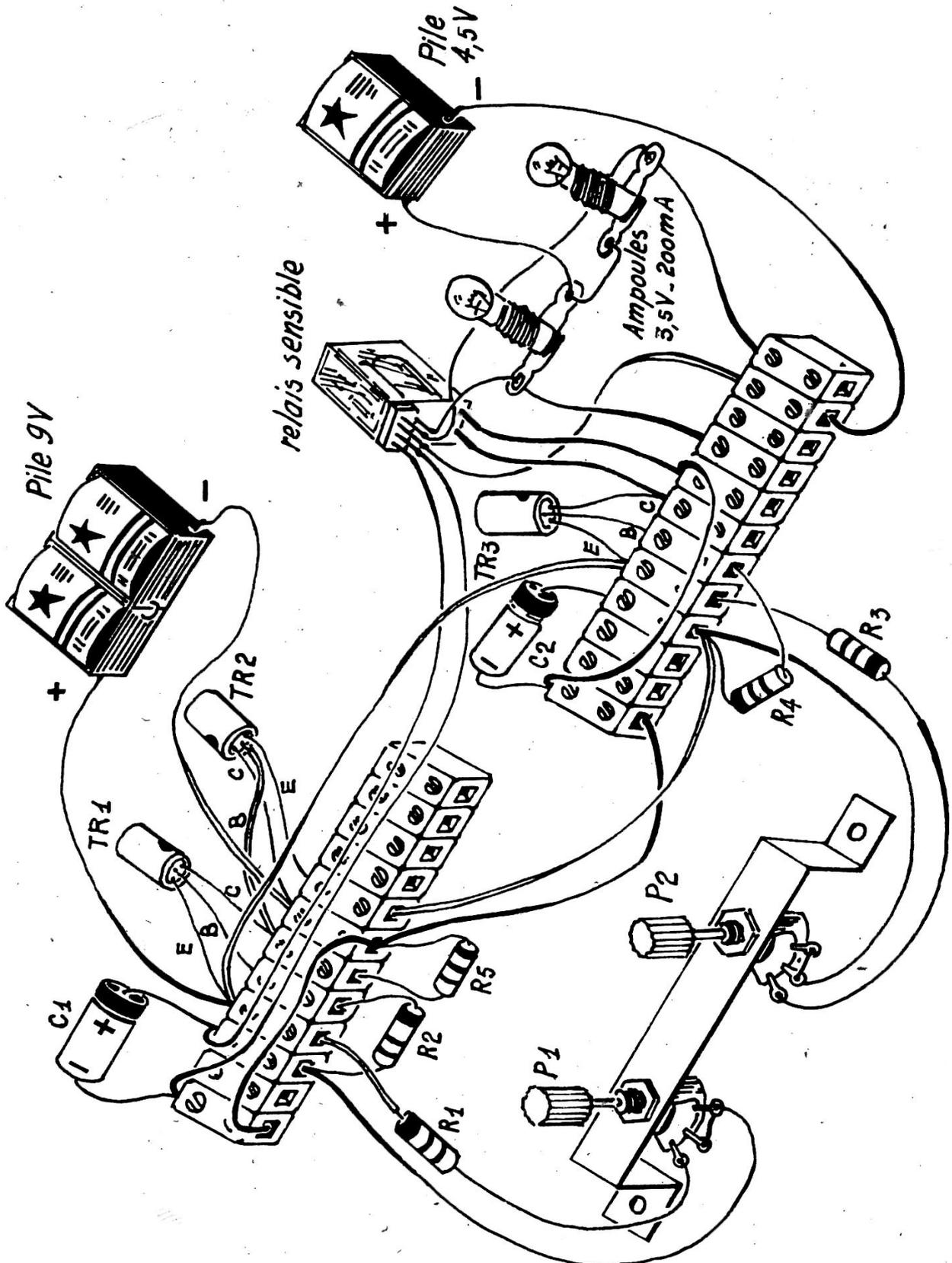


Fig. 104

LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistors : deux AC 132.
- Relais sensible 2 repos-travail.
- 2 potentiomètres.
- 2 boutons.
- 2 ampoules.
- 2 douilles-supports.
- 5 résistances.
- 2 condensateurs.

## Une minuterie photosensible

Avant toute explication technique, matérialisons le but et le fonctionnement de ce modèle.

Un automobiliste doit passer régulièrement une porte qui est fermée. Ceci oblige à s'arrêter *avant*, descendre pour ouvrir, repartir en voiture pour passer la porte, s'arrêter à nouveau et descendre pour fermer la porte, remonter en voiture et repartir...

Et ensuite : mise en place de ce dispositif :

Parvenu à quelques mètres de la porte, l'automobiliste donne un coup de phares. La porte s'ouvre. La voiture continue et passe *sans s'arrêter*. Après un certain temps, la porte se referme seule...

L'électronique est passée par là, ça change tout... !

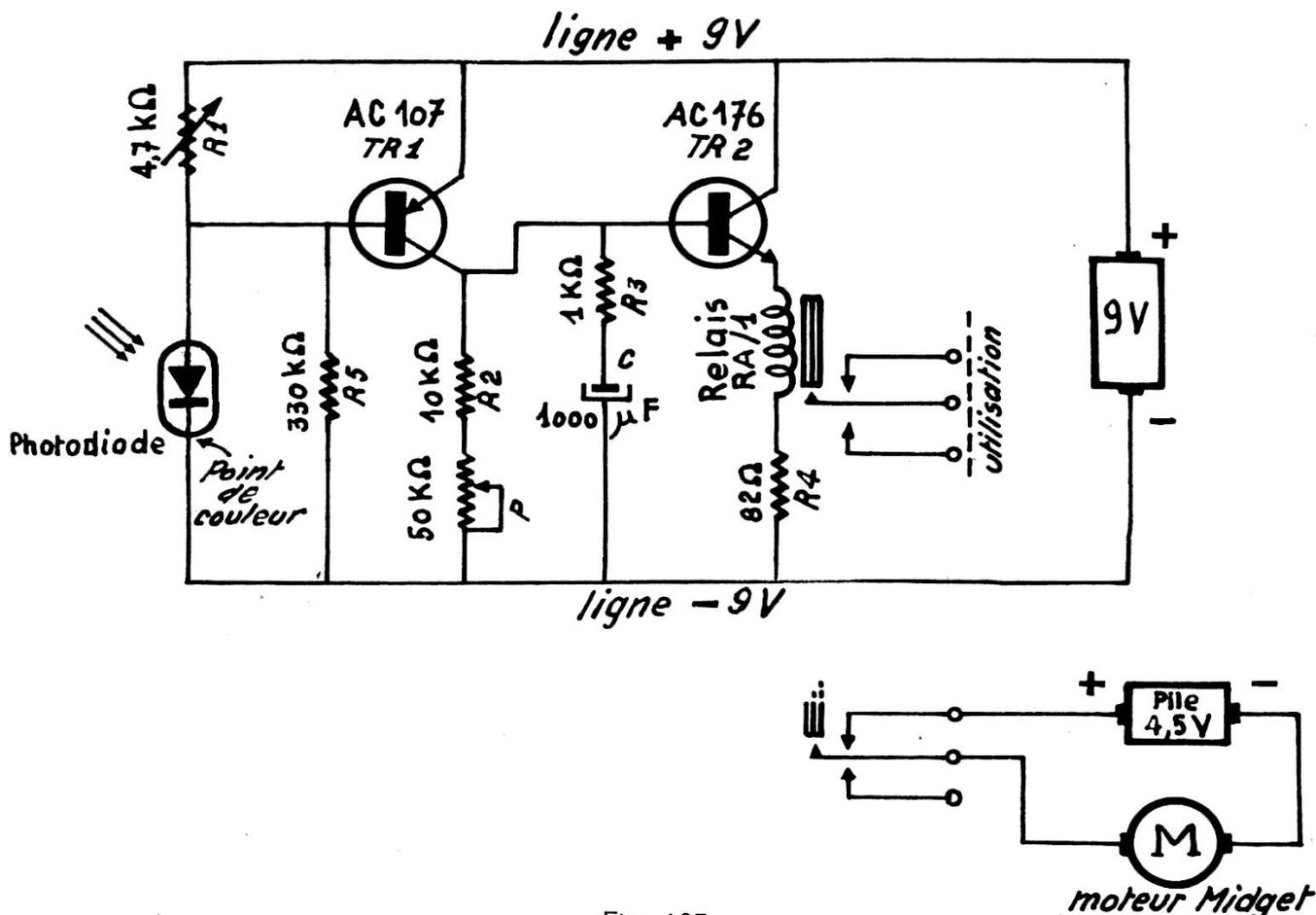


Fig. 105

Passons maintenant à l'explication technique, en nous reportant à la figure 105.

Nous y retrouvons la photodiode que nous avons déjà rencontrée dans l'équipement de nos cellules photo-électriques. Sur réception d'un signal lumineux la résistance de la cellule diminue, le premier transistor se trouve débloqué et devient conducteur. Le courant de collecteur polarise le second transistor et en même temps charge le condensateur de 1 000 microfarads.

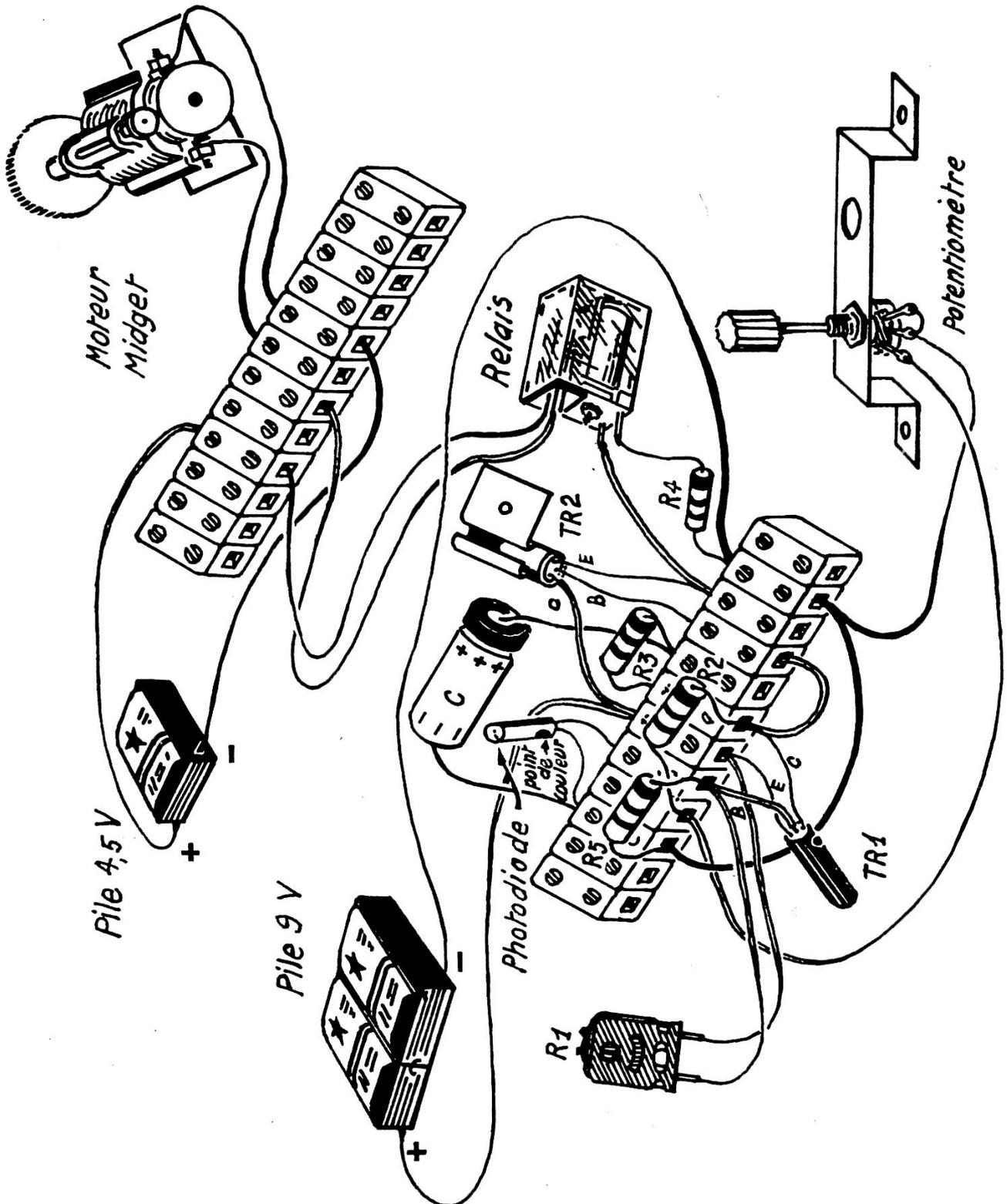


Fig. 106

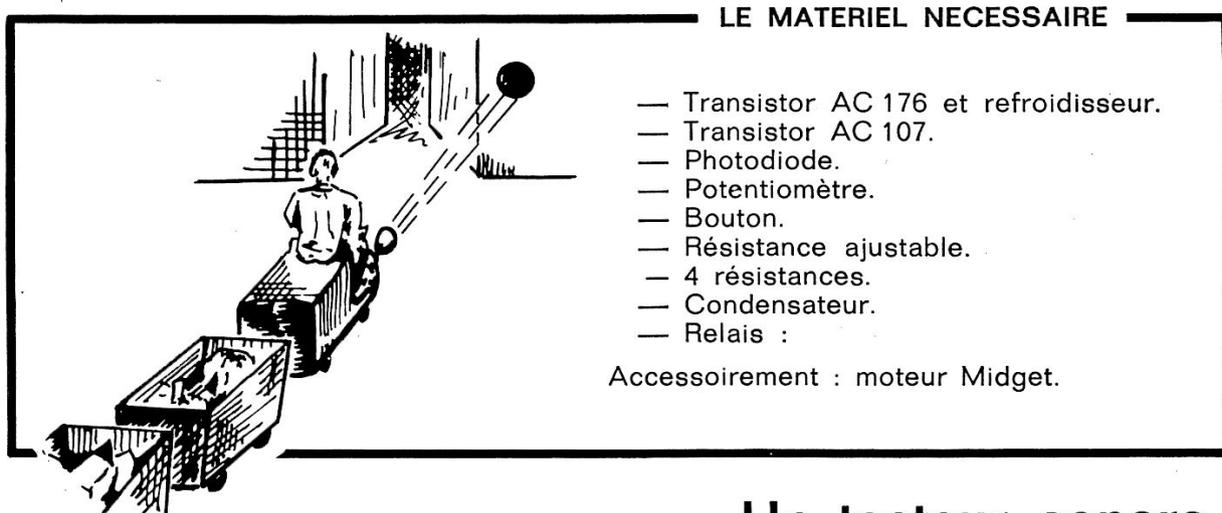
Le transistor TR. 2 polarisé conduit et le relais colle. C'est ce qui provoquera par exemple l'ouverture d'une porte.

Même en absence de lumière, la charge du condensateur maintient la polarisation de TR. 2 et le collage du relais. Le condensateur se décharge ensuite dans les résistances R 2 et R 3 et dans le potentiomètre monté en résistance variable. Cette opération de décharge dure un certain temps durant lequel le relais est maintenu collé. A la fin le transistor se bloque à nouveau et le relais décolle ; la porte se referme.

Nous avons déjà signalé que 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 le rôle de R 1.

Ici également, le potentiomètre détermine le temps de temporisation, pendant lequel le relais reste enclenché. Avec les valeurs adoptées sur ce schéma, 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 ou plus.

A titre démonstratif, nous avons branché sur le relais le petit moteur Midget ; c'est très spectaculaire.



## Un testeur sonore

Lors de la réalisation du Contrôleur, nous avons indiqué que lorsqu'il est commuté en ohmmètre, cet appareil donne la possibilité de *sonner des circuits* ou des éléments, de vérifier en somme s'il y a continuité ou rupture, s'il y a contact ou non entre deux points d'un montage ou d'un organe. Le résultat se voit, se regarde sur un cadran, par une aiguille qui bouge ou reste immobile.

L'appareil que nous décrivons ici remplit la même fonction, mais c'est un testeur *sonore*, les résultats s'entendent sur haut-parleur. Ce peut être parfois commode, lorsque par exemple on ne veut pas quitter des yeux l'appareil sur lequel on est en train d'œuvrer.

La figure 107 illustre ce petit montage.

Le transistor est monté en oscillateur, par couplage entre la base et le collecteur, couplage qui se fait par les enroulements du transformateur T. 12. Mais en circuit continu, en circuit de courant continu, l'émetteur est coupé, interrompu ; l'oscillation ne se produit pas.

Mais le circuit de l'émetteur est relié à des cordons qui aboutissent à des pointes de touche, si ces pointes sont mises en contact, le circuit est

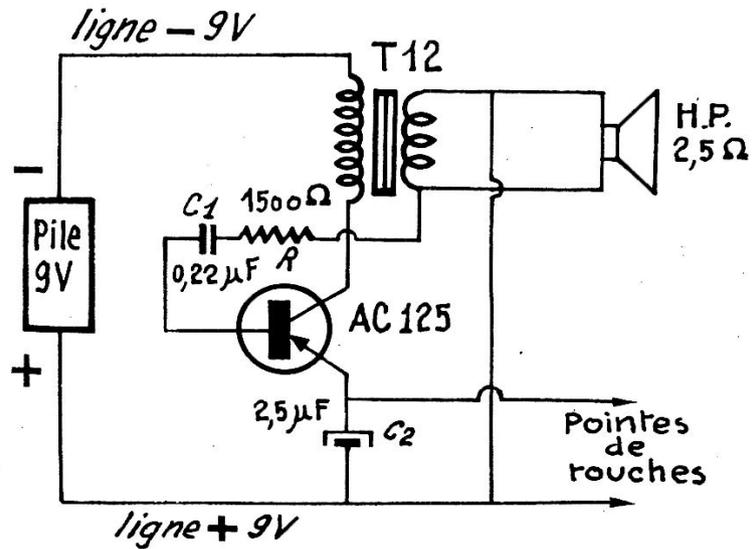


Fig. 107

fermé, l'oscillation a lieu et s'entend dans le haut-parleur. On comprend que ce sont ces pointes qui seront destinées à des recherches de localisation, essais des vérifications.

Si l'on touche deux points qui sont en contact direct, on entend dans le haut-parleur le son de l'oscillation tel quel. Mais ce son se trouve modifié si l'on touche les extrémités d'éléments présentant une certaine résistance

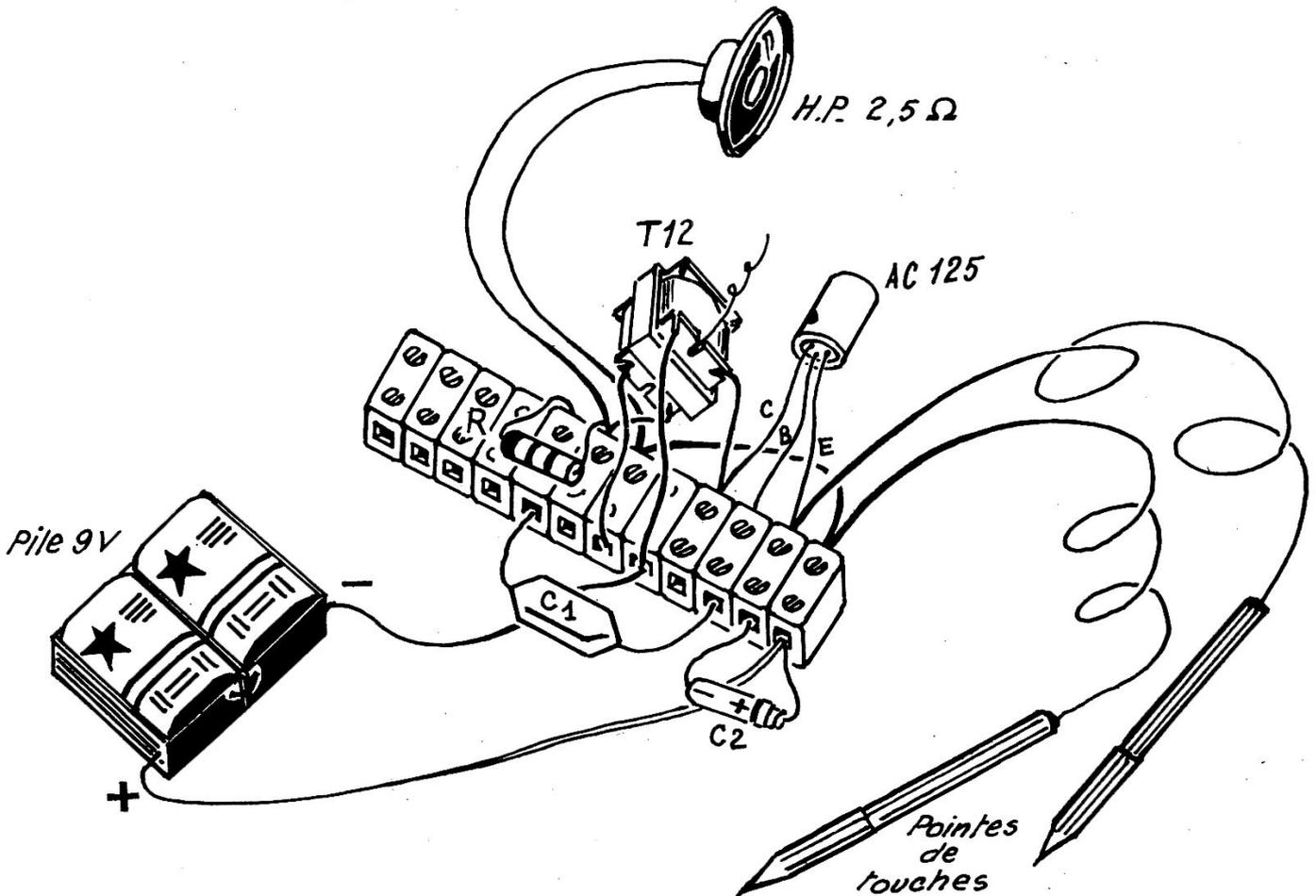


Fig. 108

ohmique et la tonalité devient d'autant plus aiguë que la valeur de la résistance est élevée. Avec un peu d'entraînement, on peut apprécier grossièrement au son la résistance ohmique d'un élément ainsi testé ; il est possible au besoin de se « faire l'oreille » sur quelques résistances de valeur connue.

Mais il existe une limite, le montage n'oscille plus si l'on dépasse des valeurs de 10 à 15 kilohms environ.

Il existe de nombreux éléments qui présentent une résistance faible justifiant l'emploi de cet appareil ; transformateurs (repérage des enroulements), ampoule grillée ou bonne, diode (essai dans les 2 sens), condensateur claqué, rupture d'un circuit imprimé...

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| — Transistor AC 125. | — Cordons et pointes de touche. |
| — Transformateur.    | — Résistance.                   |
| — Haut-parleur.      | — Condensateurs.                |

## Un mégaphone électronique

Le mégaphone est en fait un porte-voix, mais comportant un dispositif d'amplification de la parole, ce qui permet d'en attendre de plus grandes portées.

En raison des faibles dimensions des composants modernes, des transistors en particulier, il est possible de monter l'amplificateur dans le cône métallique qui constitue le porte-voix proprement dit.

Nous voyons le schéma de ce montage en figure 109.

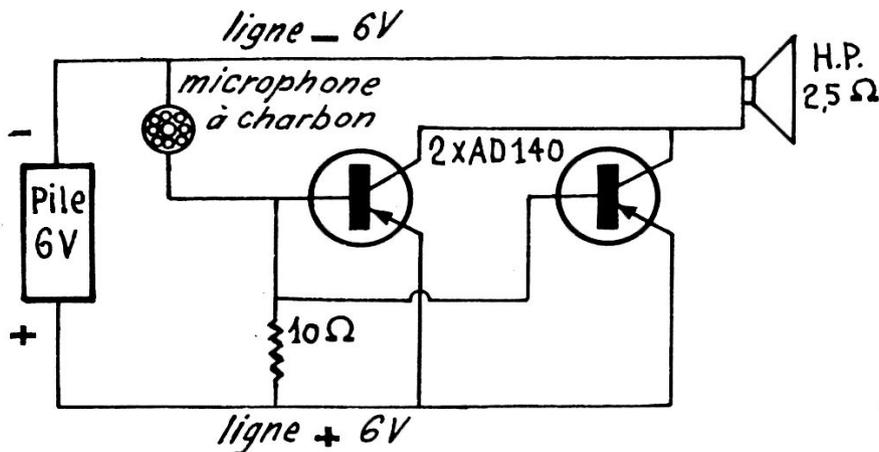


Fig. 109

Nous mettons en jeu deux transistors de puissance, type AD 140 montés en parallèle : bases reliées directement ensemble, de même que les deux émetteurs et les deux collecteurs. Ceci permet de disposer sensiblement du double de la puissance autorisée par un seul transistor.

Nous avons déjà exposé lors de montages précédents le fonctionnement du microphone à grenaille de charbon, qui dans le cas présent agissant en résistance variable module le courant de base. Le montage est ici alimenté par 4 piles de 1,5 volt reliées en série, donc fournissant une tension de 6 volts. Pour un montage définitif, il conviendrait de prévoir des éléments, piles ou petit accumulateur, de plus forte capacité, pour disposer d'une durée plus prolongée.

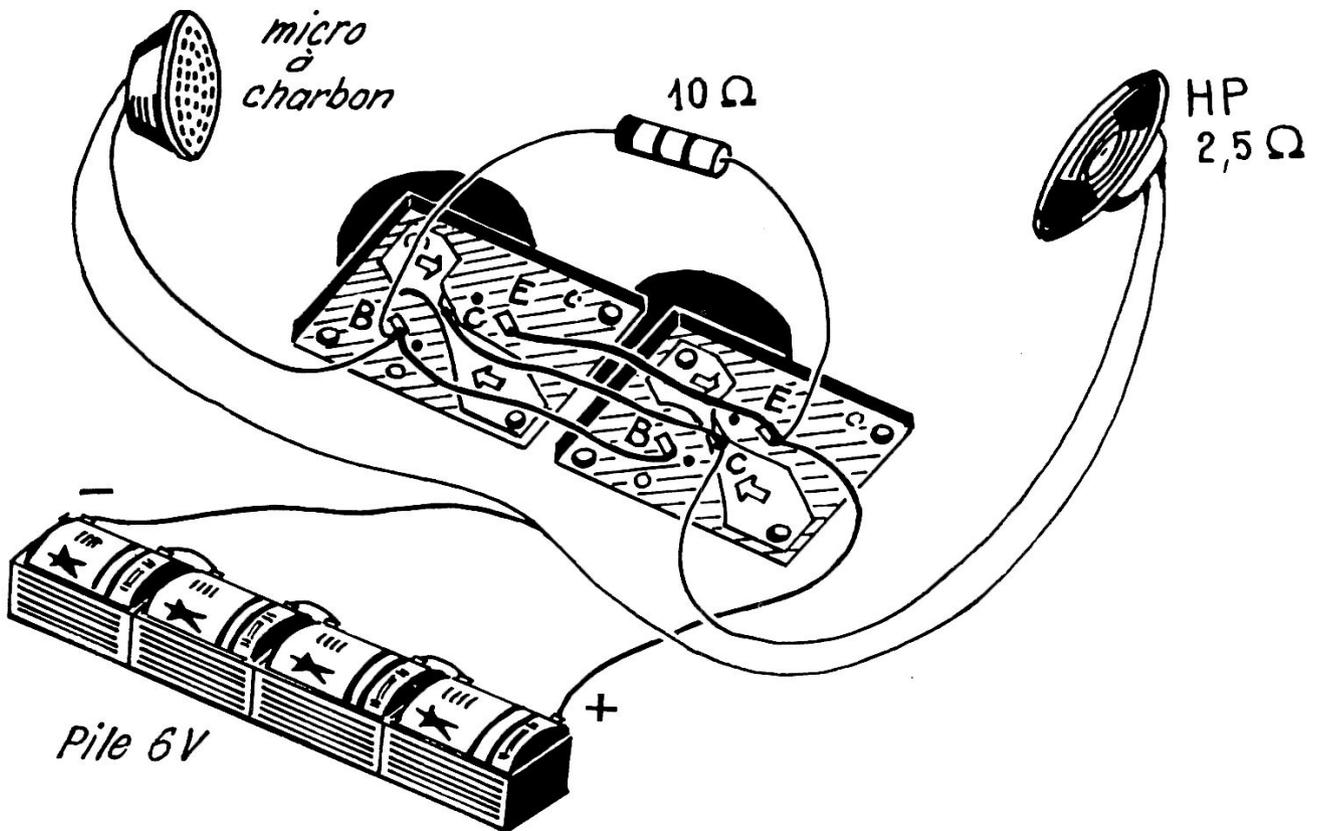
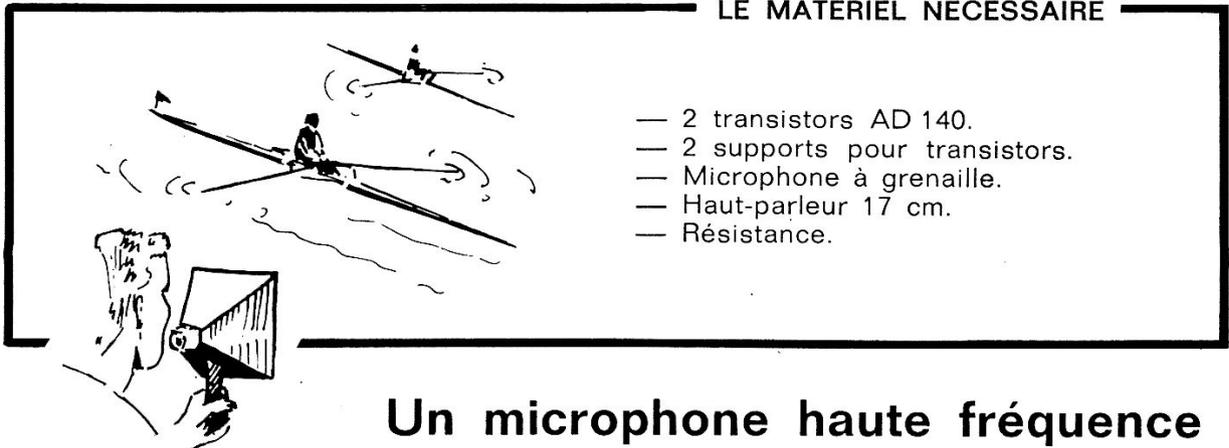


Fig. 110

Le haut-parleur doit pouvoir admettre une puissance de l'ordre de 3 watts, un modèle de 17 ou 21 cm de diamètre conviendra. Pour un montage définitif, il conviendrait de prévoir un refroidisseur pour les transistors. Nous avons déjà indiqué que dans ces modèles le collecteur est relié au boîtier ; on peut donc fixer par vissage les transistors sur plaquette métallique de surface convenable, qui contribuera à la dissipation de chaleur des collecteurs.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE



## Un microphone haute fréquence

Cet appareil qui en fait est un petit émetteur est souvent connu sous le nom de « micro-émetteur », ou « microphone sans fil », « micro H.F. ».

Quel est son emploi, son usage ?

Sur une scène de music-hall, un artiste parle, chante, se déplace. Pour qu'il soit entièrement libre de ses mouvements, on le munit d'un microphone, et de cet appareil, l'ensemble camouflé sur lui. L'appareil étant transistorisé et alimenté par pile est parfaitement autonome, et facilement déplaçable

en raison de ses dimensions restreintes.

Dans les coulisses, une antenne de réception capte l'émission, on détecte, on envoie ensuite sur un amplificateur et sur les haut-parleurs de la salle. L'artiste est alors entendu dans toute cette salle, alors qu'il est parfaitement libre de ses mouvements et ne semble pas parler devant un microphone...

On ne recherche pas ici la puissance et la longue portée, mais surtout la fidélité de reproduction, la musicalité, pour ne pas que la voix et le chant ne soient déformés. Dans cet esprit, on établit un émetteur modulé en fréquence, et l'émission est reçue sur un récepteur à modulation de fréquence dans la gamme qui s'étend de 88 à 108 mégahertz.

Le schéma de principe nous est donné par la figure 111.

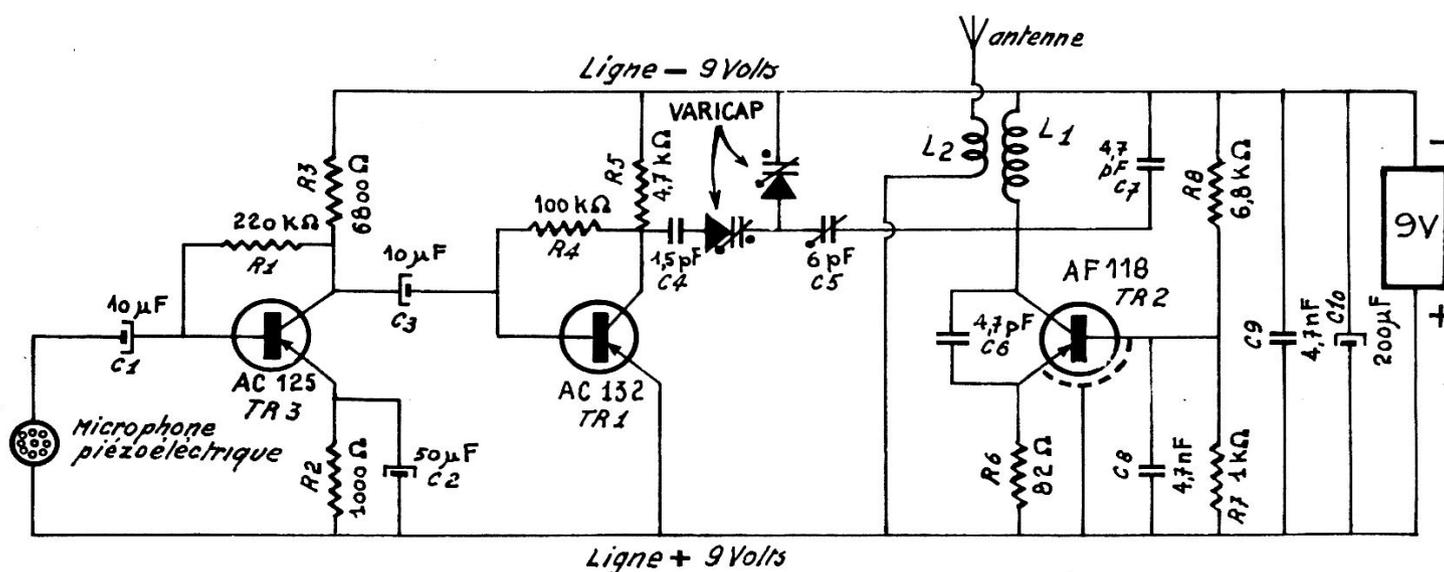


Fig. 111

Le transistor fonctionne en oscillateur haute fréquence, il engendre l'onde porteuse H.F. ; le circuit oscillant, siège de courants de haute fréquence, est constitué par le condensateur C7 et le bobinage L1, celui-ci transmet par couplage au bobinage d'antenne L2. Cet étage constitue l'oscillateur haute fréquence, il est modulé en fréquence par le signal provenant des étages de basse fréquence que nous examinons maintenant.

Le courant provenant d'un microphone piézoélectrique est amplifié d'une façon assez classique par un premier étage équipé d'un AC.125, puis par un second étage équipé d'un AC.132. La tension amplifiée, représentant les variations de la parole, se retrouve et est disponible aux bornes de la résistance de charge R5.

C'est à partir de ce point que se trouve le circuit produisant la modulation de fréquence. Nous utilisons ici des diodes dites Varicap qui présentent la particularité fort intéressante de produire une variation de capacité sous l'action d'une variation de tension. Nous rencontrons donc un circuit composé de C4 et des deux diodes. Nous disposons à partir de là de variations de capacité correspondant à la modulation issue du microphone. Par le condensateur de liaison C5 nous les appliquons aux bornes du circuit oscillant L1 - C7. La fréquence d'accord de ce circuit est donc continuellement variable, nous disposons donc bien d'une émission, modulée en fréquence.

Voyons la réalisation pratique, en nous reportant à la figure 112.

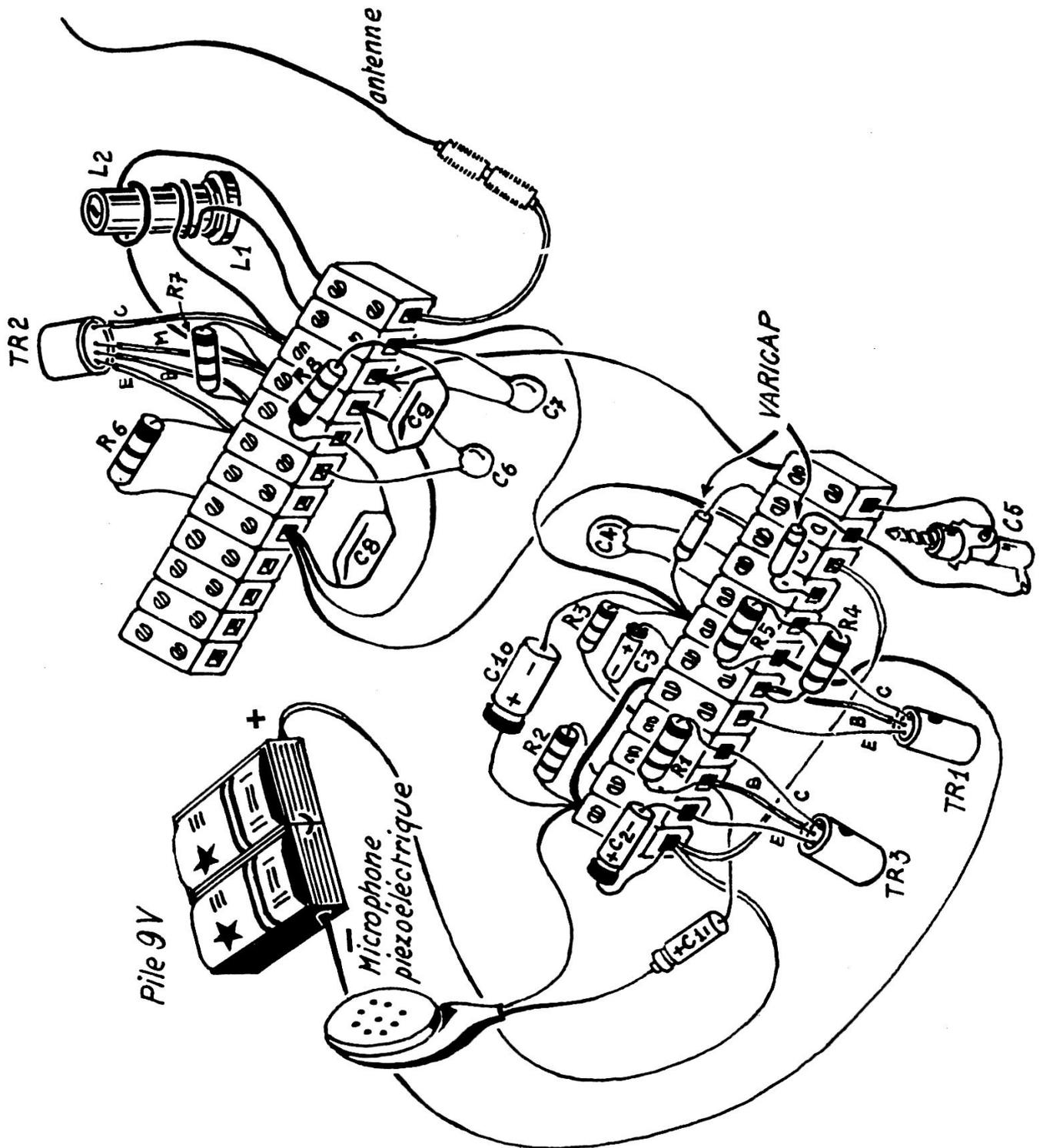


Fig. 112

Pour confectionner le bobinage oscillateur, sur un mandrin isolant de 10 millimètres, on bobine 2 spires de fil émaillé 9 dixièmes, ceci pour l'enroulement L 1. Pour l'enroulement L 2, sur le même mandrin et à 5 millimètres de L 1 on bobine une spire et demie de fil thermoplastique 7 dixièmes.

Le condensateur ajustable C 5 de 6 picofarads doit être réglé de façon à obtenir à la réception la meilleure fidélité de reproduction.

Les essais se feront en effectuant la réception sur un poste récepteur à modulation de fréquence. Pour ne pas risquer de gêner des récepteurs du voisinage, se caler dans le bas de la gamme, vers 88 à 89 mégahertz. Pour « déplacer » l'émission, on dispose sur l'émetteur, du noyau magnétique réglable qui se trouve dans le mandrin des bobinages H.F. Lorsqu'on agit sur C5, cela fait varier légèrement la fréquence de l'émission, il faut retoucher le réglage de L1.

Nous avons mené les essais avec en guise d'antenne un bout de fil souple isolé de 1 mètre, qui peut éventuellement être camouflé sur la personne qui utilise l'appareil. Bien que ne recherchant pas essentiellement de la puissance et de la longue portée, nous avons observé une bonne réception jusqu'à 20 mètres sans antenne sur l'émetteur, et d'une centaine de mètres avec le type d'antenne indiqué plus haut.

Vous pourrez constater que le microphone est très sensible, il n'est pas nécessaire de parler tout près, une distance de 30 centimètres environ nous a paru correcte. Signalons ici qu'il serait possible d'améliorer encore la fidélité et la musicalité en utilisant, sans modification du montage, un microphone dynamique, à basse impédance.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| — Transistors AF 118 - AC 132 - AC 125. | — Condensateur ajustable. |
| — 2 diodes Varicap.                     | — 8 résistances.          |
| — Microphone piézoélectrique.           | — 9 condensateurs.        |
| — Mandrin isolant 10 mm.                |                           |

Je vous propose d'abandonner maintenant un peu nos multiples montages. Nous utilisons beaucoup de transistors, ces petits éléments universels qui nous permettent vraiment de faire beaucoup de choses. Apprenons à les connaître d'un peu plus près.

## Expérimentations sur les transistors

Nous allons faire ici une série de mesures et d'essais sur les transistors, pour en mieux connaître leur comportement. Pour cela, vous pourrez équiper votre table de travail suivant la disposition donnée par la figure 113. C'est un montage de départ, que nous serons amenés à modifier au gré des expérimentations successives.

### Mise en évidence du courant de fuite.

Le contrôleur RC 15 est commuté en fonction milliampèremètre, sensibilité 1,5 milliampère. Etablir le montage conformément au schéma de la figure 114, pour cela éliminer la résistance de 100 ohms et le petit commutateur. Débrancher le fil de la base. Nous avons observé un courant de fuite de l'ordre de 300 microampères. En serrant le transistor entre les doigts, à plus forte raison en y approchant le fer à souder, on constate une nette augmentation du courant. Ceci démontre bien :

— l'existence de ce courant de fuite, qui doit être aussi faible que possible ;

— la conséquence d'une élévation de la température extérieure, qui augmente le courant de collecteur, qui tend à augmenter la température du transistor, ce qui provoque une augmentation du courant... C'est « l'embal-

lement », qui se termine par la destruction des jonctions si l'on ne prend pas les précautions qui s'imposent.

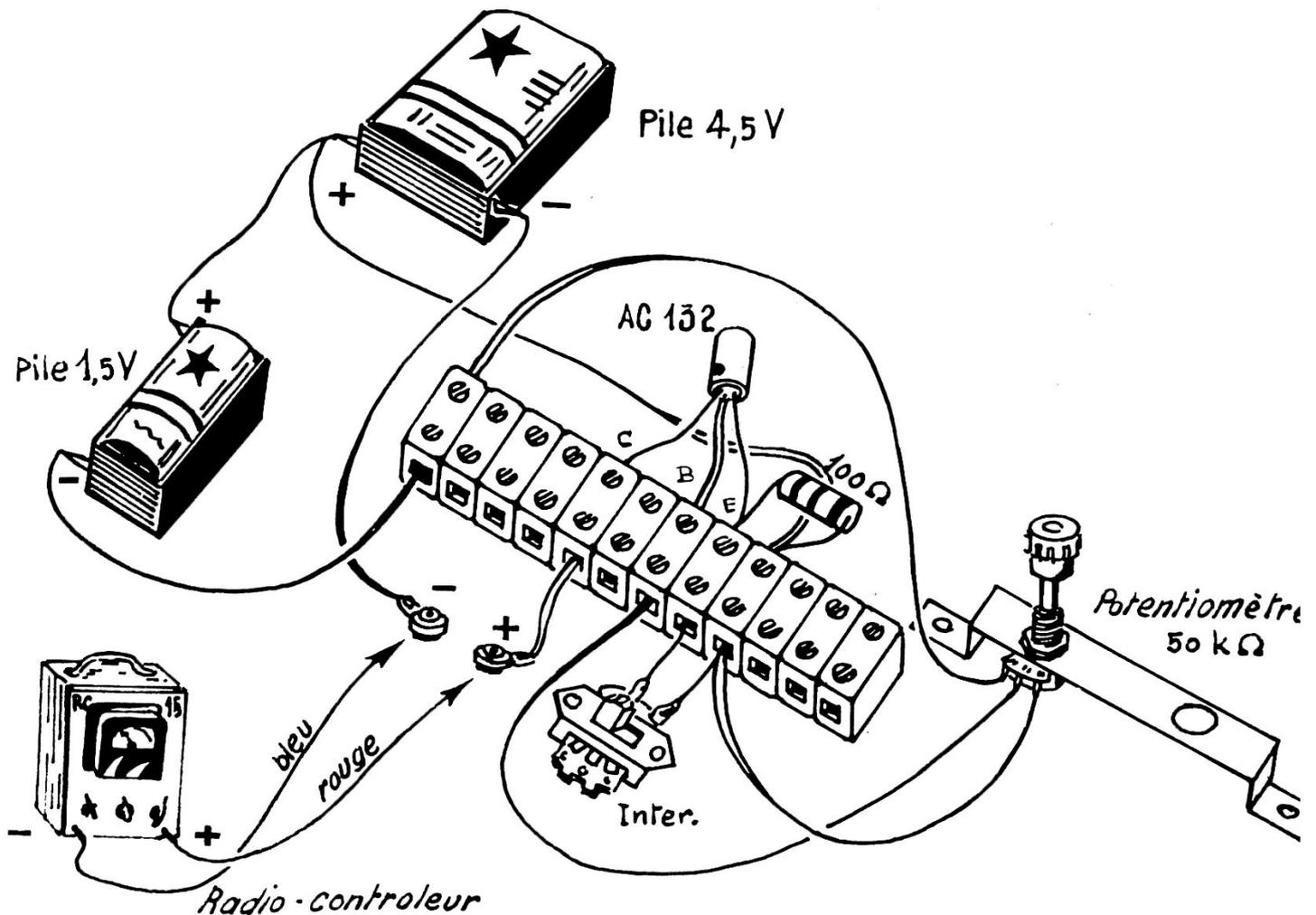


Fig. 113

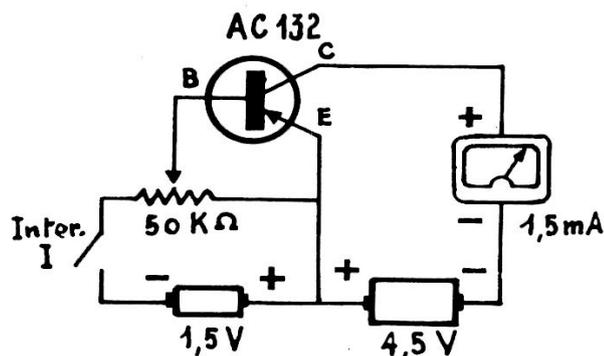


Fig. 114

#### Commande du courant de collecteur.

Fonctionnement du transistor en *interrupteur électronique*, courant de collecteur commandé par le courant de base. Etablir le montage conformément à la figure 114, base reliée, interrupteur en service.

L'interrupteur étant fermé, agir sur le potentiomètre jusqu'à l'établissement d'un courant de collecteur de 1 milliampère, lu au milliampèremètre. Ouvrir l'interrupteur, le courant de collecteur retombe à une valeur très faible.

Il existe aux bornes du potentiomètre une tension de 1,5 volt, positive du côté de l'émetteur. Dès qu'on éloigne le curseur de l'émetteur, on crée une différence de potentiel entre émetteur et base, donc un courant de base émetteur-base, et c'est ce courant de base qui déclenche et commande le courant de collecteur.

Dans ce montage très classique dit « en émetteur commun », c'est le potentiel de l'émetteur qui est pris comme référence, comme « point zéro ». Par rapport à ce point, la base est légèrement négative, et le collecteur est encore plus négatif.

En pratique, on arrive à ne parler que du potentiel de la base par rapport à l'émetteur, qui commande le courant de collecteur. Mais il est bien entendu qu'en fait, c'est le potentiel de base, qui provoque un *courant de base*, qui provoque un courant de collecteur...

#### Action d'une résistance dans l'émetteur.

Etablir le montage de la figure 115, résistance de 100 ohms, interrupteur à ses bornes, base et potentiomètre en circuit.

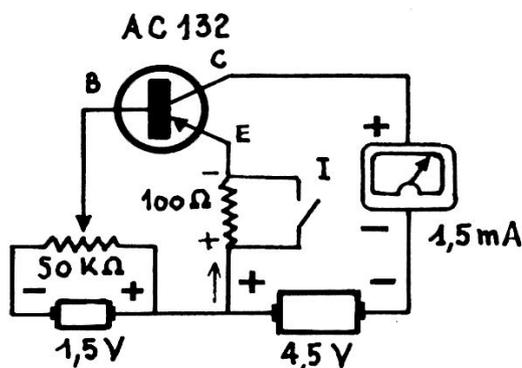


Fig. 115

Court-circuiter la résistance de 100 ohms, manœuvrer le potentiomètre de façon à observer un courant de collecteur de 1 milliampère. Ouvrir l'interrupteur, ce qui branche la résistance dans le circuit de l'émetteur. Le courant tombe à 0,5 milliampère.

Que s'est-il produit ?

Le courant de collecteur traverse la résistance dans le sens de la flèche, il y crée une différence de potentiel ayant le sens que nous avons indiqué, l'émetteur devient plus négatif par rapport au point commun, mais le potentiel de la base n'a pas changé, donc la différence de potentiel entre base et émetteur a diminué : le courant de collecteur diminue.

#### Polarisation de la base par pont diviseur.

Dans les montages précédents, la base est polarisée par la pile de 1,5 volt aux bornes de laquelle est branché le potentiomètre de 50 kilohms ; celui-ci permet de ne prendre qu'une tension plus ou moins importante de la pile, celle-ci étant indépendante et séparée de celle qui alimente le circuit de collecteur.

Il venait tout naturellement à l'esprit d'essayer de ne disposer que d'une seule pile, d'une seule source ; ceci est possible et on aboutit au montage par pont diviseur de tension, extrêmement répandu en pratique.

Voyez le schéma de la figure 116, que vous pouvez réaliser sur votre table de travail.

Le pont diviseur de tension est constitué par la résistance de 100 kilohms et le potentiomètre de 10 kilohms monté en rhéostat. Ils sont branchés en

série, aux bornes de la pile unique, et leur point de jonction est relié à la base.

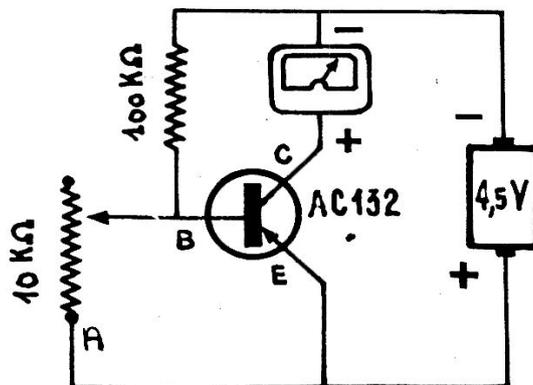


Fig. 116

Si vous placez le curseur du potentiomètre au point A, vous pouvez constater que le courant de collecteur est nul. Le transistor *ne conduit pas*, on dit qu'il est bloqué, la base est reliée au + 4,5 volts, donc au même potentiel que l'émetteur.

Si l'on actionne lentement le curseur, on constate que le courant de collecteur augmente de même. Car ce faisant, on *polarise la base* de plus en plus négativement, son potentiel « s'éloigne » de celui de l'émetteur, la différence de potentiel entre base et émetteur croît, et plus cet écart est important, plus le courant de collecteur est lui-même important ; le transistor conduit.

Ce montage présente l'avantage d'être stable en température, de ne pas être sensible à des variations de température, et dans cet esprit on le complète souvent par une résistance insérée dans le circuit d'émetteur.

#### Fréquence de coupure d'un transistor.

Détermination de la fréquence de coupure d'un transistor.

Il s'agit ici d'une constante qui est souvent prise en considération dans les besoins de la pratique. Un transistor utilisable en haute fréquence, par exemple, peut très bien osciller dans de bonnes conditions sur des fréquences s'étendant jusqu'à 30 mégahertz, et être pratiquement inutilisable sur 70 mégahertz par exemple. On conçoit qu'il existe une certaine fréquence de coupure au-delà de laquelle tel transistor ne doit plus être utilisé. Il est d'ailleurs à remarquer qu'il ne s'agit pas d'une coupure nette et brutale, mais bien d'une perte de caractéristiques, qui diminuent rapidement au-delà d'une certaine valeur de fréquence.

Le montage expérimental est représenté en figure 117, et requiert un appareillage assez important : générateur basse fréquence ou haute fréquence suivant le transistor examiné, millivoltmètre électronique, ou à la rigueur voltmètre électronique.

Nous avons mené l'essai avec un transistor OC 71, donc de basse fréquence.

Insérer dans le circuit de collecteur un milliampèremètre, et à l'aide de la résistance ajustable R1 polariser la base de façon à déterminer un courant de collecteur de 2 milliampères. Brancher un générateur basse fréquence, la valeur du condensateur C peut être de 0,1 microfarad en B.F., et de 500 picofarads en H.F., valeurs d'ailleurs non critiques.

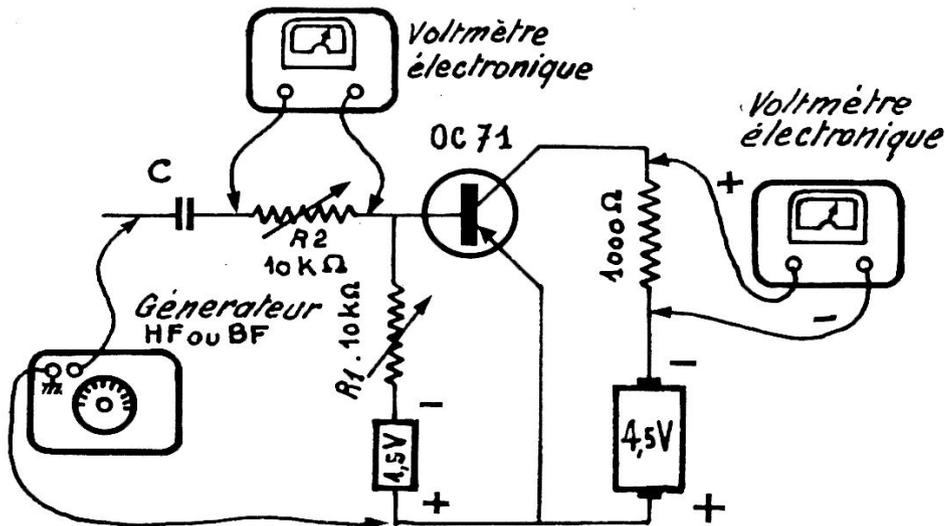


Fig. 117

Supprimer le milliampèremètre, et brancher la résistance de 1 000 ohms. Millivoltmètre branché aux bornes de R2, on agit sur la valeur de R2 et l'amplitude B.F. pour injecter 25 millivolts à l'entrée. Si l'on transporte le millivoltmètre aux bornes de la résistance de charge, on observe une amplitude de 700 millivolts, ceci pour une fréquence de 1 kilohertz.

Poursuivons les mêmes mesures pour une fréquence de 3 kilohertz, nous relevons encore une tension de sortie de 700 millivolts.

Si l'on continue à augmenter la fréquence injectée à l'entrée, on constate que la tension de sortie diminue, ce qui prouve que l'amplification fournie par le transistor décroît quand la fréquence augmente. Vers 20 kilohertz, on n'obtient plus que 450 millivolts.

Il est possible ainsi de tracer une courbe de la tension recueillie en fonction de la fréquence injectée, on constate qu'au-delà de 20 kilohertz ce transistor n'est plus guère utilisable, son gain devient insuffisant.

Cette expérience est valable pour tous les transistors, pour les types de haute fréquence il conviendra de disposer un générateur approprié. On peut parfois constater des différences de la fréquence de coupure pour plusieurs modèles de transistors d'un même type, d'un même numéro. Parmi les différentes caractéristiques d'emploi, les lexiques de transistors doivent indiquer la valeur de la fréquence de coupure.

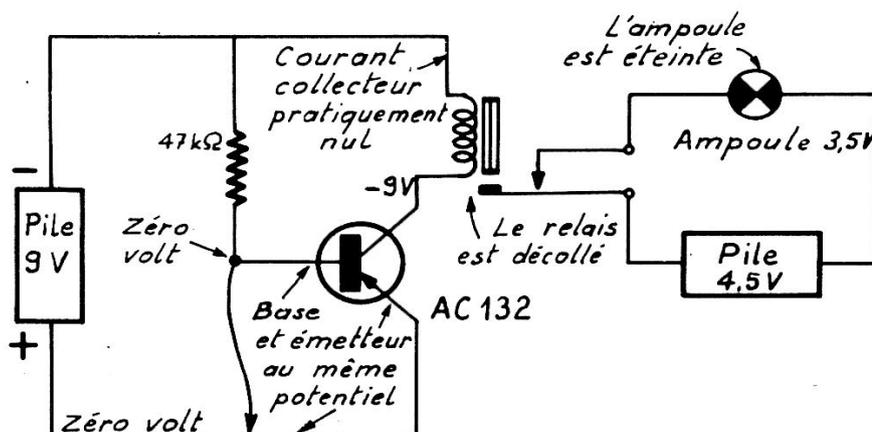


Fig. 118 Base et émetteur au même potentiel : le transistor est bloqué.

Avant de quitter cette série de montages expérimentaux, revenons encore sur le schéma de la figure 116, fort répandu en pratique comme nous l'avons indiqué. On peut en matérialiser le fonctionnement d'une façon plus démonstrative, plus catégorique, par les deux montages qui suivent.

Voyez le schéma de la figure 118.

L'émetteur est relié directement à la ligne de référence du montage, à zéro volt. A partir de ce point, les tensions mesurées sont négatives, et se rapprochent de plus en plus du  $-9$  volts. Par un fil souple, on relie directement la base au point zéro volt, donc au même potentiel que l'émetteur. Dans ces conditions, le transistor ne conduit pas, il est bloqué. Le courant de collecteur est pratiquement nul, il n'y a aucune chute de tension dans la résistance du relais, le collecteur se trouve pratiquement à  $-9$  volts, si l'on néglige le courant de fuite.

Supprimons la liaison de la base.

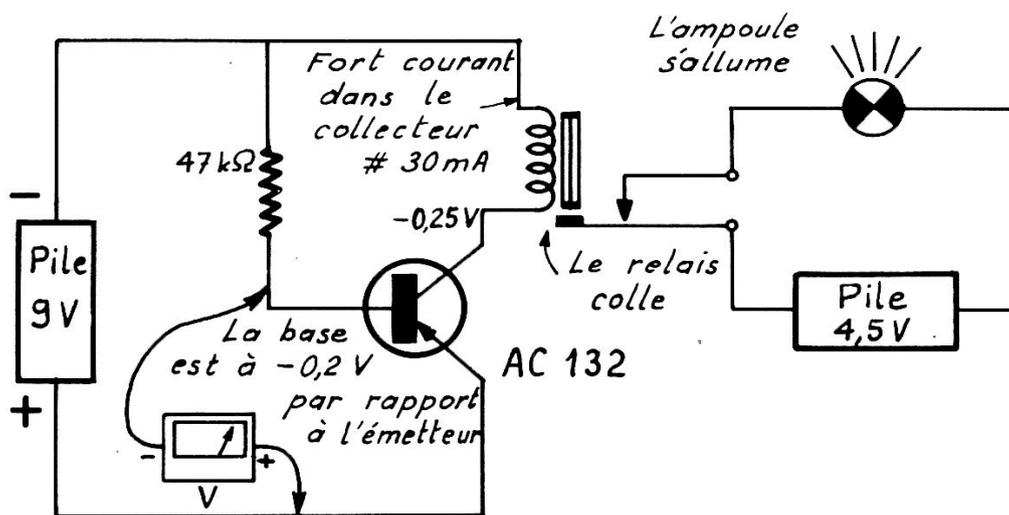


Fig. 119 Différence de potentiel entre base et émetteur : le transistor conduit.

Au voltmètre, nous constatons qu'elle se trouve à une tension négative de 0,2 volt par rapport à l'émetteur. Déclenchement d'un courant de collecteur, le transistor « conduit à saturation », un courant de 30 milliampères environ traverse la bobine du relais, de 300 ohms. Il ne subsiste dans le circuit que la résistance interne du transistor émetteur-collecteur, très faible. En raison de la chute de tension dans la résistance de 300 ohms du relais, le collecteur ne se trouve plus qu'à  $-0,25$  volt. Cette variation du potentiel sur le collecteur est souvent mise à profit dans des montages, pour commander ensuite la base d'un transistor suivant.

Les variations de courants du transistor sont mises en évidence par le déclenchement du relais, qui lui-même allume une ampoule. On peut dire qu'ici le transistor fonctionne en interrupteur, en *interrupteur électronique*, sans contacts mécaniques.

On peut constater dans ces différentes expérimentations qu'une *faible* variation du courant de base provoque une *forte* variation du courant de collecteur. C'est ceci qui caractérise le gain, l'amplification de courant fournie par un transistor. Nous allons retrouver et développer cette notion dans les montages qui suivent. La connaissance du gain d'un transistor est très importante et couramment utilisée en pratique.

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistors AC 132 - OC 71.
- Interrupteur à glissière.
- Potentiomètre 50 kilohms.
- Potentiomètre 10 kilohms.
- 2 boutons.

- 2 résistances ajustables.
- 4 résistances fixes.
- Relais sensible.

Appareillage : Radio-contrôleur.  
Générateur H.F. ou B.F.  
Voltmètre électronique.

## Etude et conception d'un transistormètre

Poursuivons mesures et expérimentations sur des transistors, dans le but maintenant d'en connaître les conditions de fonctionnement « internes » et de savoir les vérifier. Ce qui nous amènera tout naturellement à concevoir un transistormètre.

Etablissons le schéma expérimental de la figure 120, qui se matérialise sur notre table de travail par la mise en place d'éléments illustrés par la figure 121.

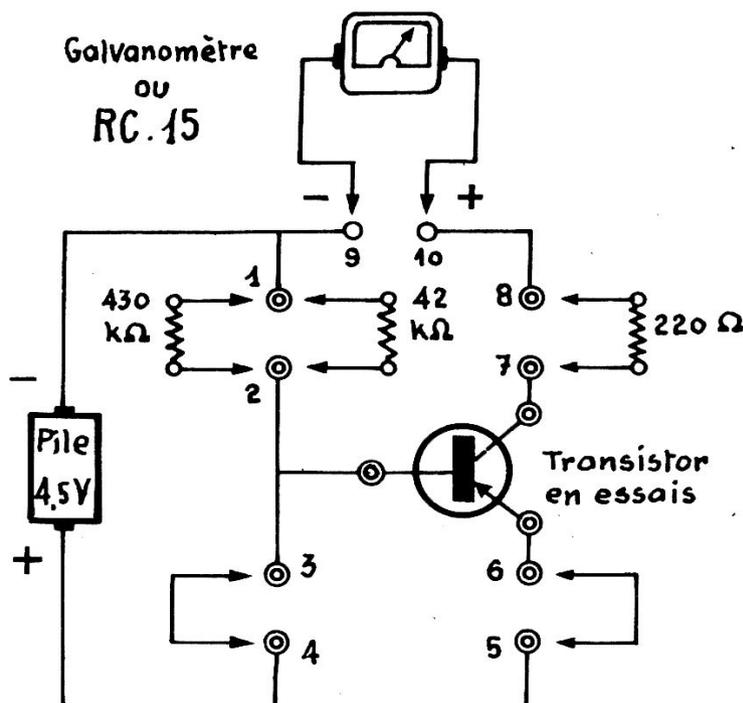


Fig. 120

Des douilles pourvues de cosses à souder sont disposées convenablement et vissées dans les trous du panneau de montage. Pour pouvoir établir des liaisons mobiles, nous disposons de *court-circuiteurs* ; ils sont constitués par 2 fiches bananes simplement reliées par du fil de câblage ordinaire. Nous disposons d'autre part de 3 résistances, également fixées sur fiches bananes ; remarquer que 2 d'entre elles sont des résistances de précision, exactes à 1 % de leur valeur marquée ; la 220 ohms est une résistance ordinaire, de précision 10 %.

Tel qu'il est établi, ce dispositif convient pour les transistors P.N.P. Pour les transistors N.P.N. il conviendrait d'inverser le branchement de la pile et celui du contrôleur.

Par cette petite installation, nous allons pouvoir effectuer des mesures de courants, dans différentes conditions de fonctionnement. Comment savoir si les valeurs relevées correspondent à un état normal ? En les comparant avec les chiffres fournis par les fabricants, et qui sont portés dans les divers lexiques qui se trouvent en librairie.

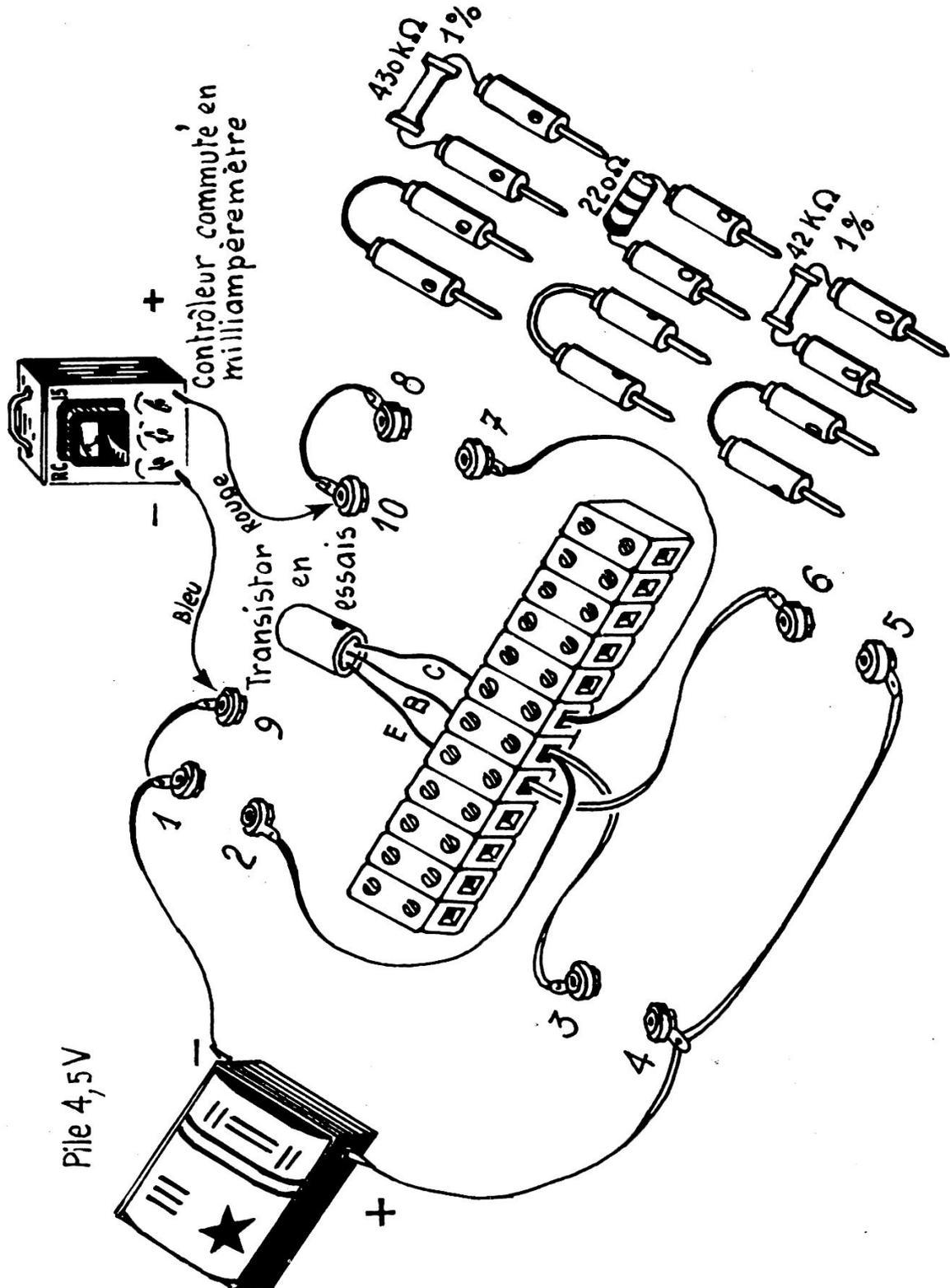


Fig. 121 Expérimentation d'un transistormètre.

Nous avons mené les essais qui suivent avec un transistor AC 132, amplificateur basse fréquence.

1° — Mesure du courant base-collecteur, l'émetteur reste « en l'air », non branché. Relier par un cavalier court-circuiteur 3 à 4, insérer la résistance de 220 ohms entre 7 et 8. Les douilles 1 et 2 d'une part, 5 et 6 d'autre part, ne sont pas reliées. On observe un courant qui théoriquement devrait être nul, qui pratiquement existe mais doit être extrêmement faible ; dans le cas présent, 1,5 microampère.

2° — Mesure du courant collecteur, base et émetteur se trouvant au même potentiel, reliés ensemble. Laisser la résistance en place, court-circuiter 3 et 4, puis 5 et 6. On doit ici encore observer un courant très faible, nous avons relevé 30 microampères. Cet essai est utile lorsqu'on veut connaître le fonctionnement d'un transistor destiné à fonctionner en interrupteur électronique, on dit également « en commutation ». Lorsque l'émetteur et la base sont reliés ensemble, le transistor est bloqué, ce qui correspond à un interrupteur ouvert, donc présentant une résistance infinie, tout au moins aussi élevée que possible. Le transistor ne doit donc pas laisser passer de courant.

3° — Mesure du courant émetteur-collecteur, base coupée.

La résistance reste en place, douilles 5 et 6 reliées, douilles 1, 2, 3 et 4 non reliées. Ce courant de fuite doit toujours être assez faible, mais on peut constater que son importance varie suivant les types de transistors sans pour cela être prohibitif. Pour des transistors H.F. et V.H.F. comme les AF 115 et AF 118, par exemple, il est pratiquement nul, de l'ordre de 10 microampères. Il est normalement plus important pour des transistors B.F., 200 à 500 microampères, 350 pour l'AC 132 expérimenté ici.

4° — Mesure du gain pour un courant de base de 10 microampères.

Douilles 3 et 4 reliées, résistance de 430 kilohms entre 1 et 2. Si l'on tient compte de la résistance émetteur-base, qui se trouve en série avec la 430 kilohms, la pile de 4,5 volts établit dans ce circuit un courant de 10 microampères, c'est donc le courant de base. Et on constate au milliampèremètre un courant de collecteur qui peut être de 1 à 2 milliampères. On a donc bien ici une notion, une démonstration du gain, de l'amplification en courant apportée par le transistor. Ce gain est indiqué dans tous les lexiques, pour chaque type de transistor, sous la lettre grecque « Bêta » ( $\beta$ ).

Ce montage permet de le calculer, et ensuite de le comparer au chiffre donné par le fabricant.

Pour l'AC 132, nous lisons un courant de collecteur de 2 milliampères, soit 2 000 microampères. Mais il faut en déduire le courant de fuite, permanent, qui lui n'est pas du tout provoqué par le courant de base.

Nous avons donc :  $2\ 000 - 350 = 1\ 650 \mu\text{A}$ .

Ce courant de collecteur a été provoqué par un courant de base de 10 microampères, et le gain est de :

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{1\ 650}{10} = 165$$

En matière de transistors, on parle couramment d'un bêta de 100, ou d'un bêta de 150, le nôtre ici a un bêta de 165.

5° — Mesure du gain pour un courant de base de 100 microampères.

Nous remplaçons cette fois la résistance de 430 kilohms par une de 42 kilohms, le reste du montage reste inchangé. La tension de 4,5 volts débitant dans la résistance émetteur-base en série avec la résistance de 42 kilohms y crée un courant qui est sensiblement de 100 microampères.

On lit le courant de collecteur ainsi déclenché, et comme précédemment on en déduit le gain. Théoriquement, il conviendrait à nouveau de déduire le courant de fuite, mais ici il se trouve extrêmement faible devant le courant de collecteur, pratiquement négligeable.

Pour l'AC 132 expérimenté, nous relevons un courant de 12 milliampères ; nous en déduisons que le gain est de :

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{1200}{10} = 120$$

Le tableau des caractéristiques donné par le fabricant indique un bêta de 135, le transistor examiné peut donc être considéré comme correct.

Avec les montages d'essais que nous venons de réaliser, il est possible d'identifier un transistor non marqué, inconnu. En raison de nombreuses manipulations et mesures que nous avons effectuées, nous pouvons constater que lorsque le courant de fuite émetteur-collecteur (test numéro 3) est inférieur à 30 microampères, le transistor est certainement un type H.F. ou V.H.F. Pour des courants sensiblement supérieurs à cette valeur, le transistor est un modèle B.F.

Pour équipement d'un étage amplificateur basse fréquence push-pull, il est très recommandé de mettre deux transistors de caractéristiques identiques ; on dit « appairés », identiques par paire. Ceci est possible par l'emploi de ces petits montages, pour la détermination du gain en particulier, on peut effectuer un tri parmi plusieurs transistors de même type pour en sélectionner 2 identiques.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistor AC 132.
- Résistances de précision 42 et 430 kilohms.
- Résistance ordinaire 220 ohms.

Accessoirement : Lexiques de transistors.

## Réalisation d'un transistormètre

Il nous est maintenant possible de réaliser un appareil de mesures autonome et portatif, en partant des montages sur table que nous venons d'effectuer.

Tel que nous l'avons conçu cet appareil se présente sous l'aspect illustré par la figure 122. Il est contenu dans un coffret métallique de dimensions  $20 \times 18 \times 7$  cm, donc identique à celui du Radio-contrôleur RC 15 ; accessoirement on constitue de la sorte un ensemble homogène qu'il est agréable de disposer sur une table de travail.

Le *premier essai* permet de s'assurer de l'état de la jonction collecteur-base. Pour cela on mesure le courant qui y circule lorsque l'émetteur n'est pas branché (on dit : est en l'air). On établit le circuit représenté à la figure 123. En raison du sens de la jonction et de celui de branchement de la pile, ce courant devrait, théoriquement, être nul. En fait il existe toujours un certain courant de fuite qui, dans les notices des fabricants est désigné par :  $I_{cbo}$ . Ce courant de fuite doit cependant être négligeable et généralement de l'ordre du microampère.

Le *second essai* consiste à mesurer le courant de fuite collecteur-émetteur, la base étant « en l'air ». Toujours pour les mêmes raisons que précédemment ce courant doit être aussi faible que possible. Le circuit est

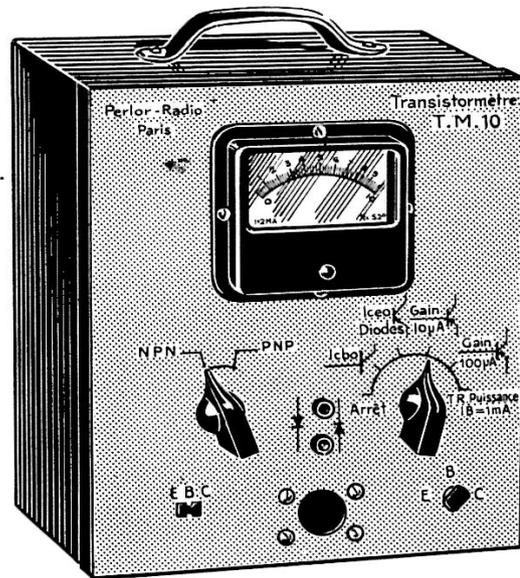
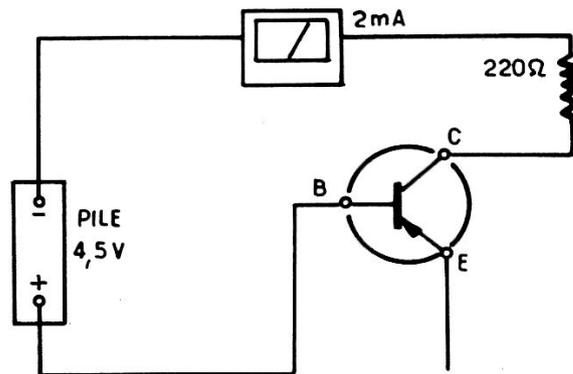


Fig. 122 Le transistormètre TM 10.

Fig. 123 Premier essai.  
— Mesure du courant collecteur-base.

alors celui de la figure 124. L'espace émetteur-collecteur du transistor est placé en série avec une pile de 4,5 V, l'appareil de mesure (milliampèremètre 2 mA), et une résistance de 220 ohms. Les mêmes éléments entraînent dans le circuit de la figure 123. Toujours pour les mêmes raisons que précédemment le courant doit être aussi faible que possible. En fait il est pratiquement nul dans le cas de transistors HF et VHF. Pour les transistors audio-fréquence et à fort gain on observe cependant des valeurs non négligeables. A titre d'exemple ce courant est de : 10 microampères pour un AF 115 ou un AF 118 ; 200 microampères pour un OC 74.

Le circuit de la figure 124 est également prévu pour la *vérification des diodes*. Cette vérification s'effectue en branchant sur deux douilles spéciales la diode à vérifier. Comme vous pouvez le constater cet élément se trouve alors en série dans le circuit avec une résistance limitatrice de 2 200 ohms. Le branchement s'effectue d'abord dans le sens inverse, la déviation étant alors pratiquement nulle, puis dans le sens direct. La déviation de l'appareil de mesure doit alors être de l'ordre de 1,8 à 2 mA. Ce circuit permet également la vérification de l'état de la pile d'alimentation. Pour cela il suffit de court-circuiter les douilles « diodes ». La pile débite alors directement dans la résistance de 2 200 ohms. Dans ces conditions si la pile délivre la tension voulue (4,5 V) le milliampèremètre doit dévier à fond.

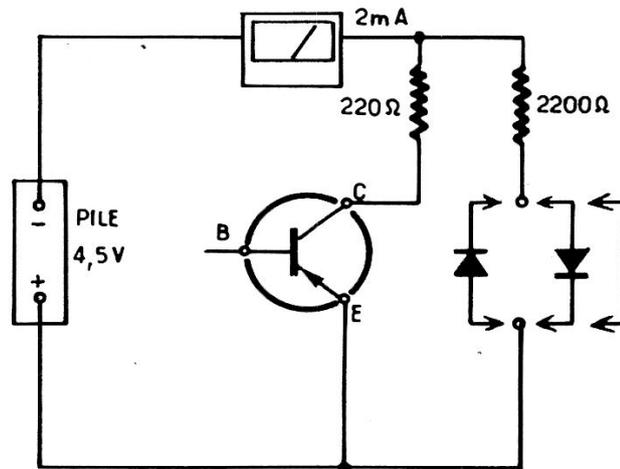


Fig. 124 Second essai.

- Mesure du courant de fuite émetteur-collecteur.
- Essai des diodes.
- Vérification de l'état de la pile.

Les trois autres essais consistent dans la mesure du gain en courant pour des valeurs différentes de courant de base. En conséquence les trois circuits utilisés sont semblables ; seules diffèrent les valeurs des résistances du circuit collecteur et de polarisation de base et la sensibilité de l'appareil de mesure.

Voyons tout d'abord le cas de la figure 125. Ce circuit permet d'apprécier le gain en courant d'un transistor pour un courant de base de 10 microampères. Le circuit branché entre émetteur et collecteur du transistor comprend la pile de 4,5 V, le milliampèremètre (2 mA), et une résistance de 220 ohms. La base est polarisée par une résistance de 430 000 ohms. Si on tient compte de la résistance de l'espace émetteur-base qui provoque une légère chute de tension, on peut vérifier, par application de la loi d'Ohm, que cette valeur de résistance donne bien lieu dans le circuit de base à un courant de 10 microampères.

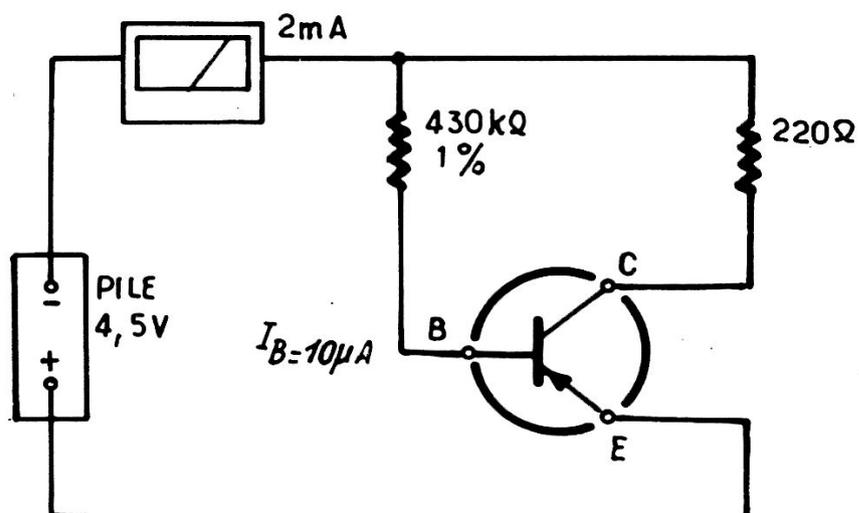


Fig. 125 Troisième essai.

- Mesure du gain pour un courant de base de 10 microampères.

Ce courant émetteur-base donne lieu à un courant collecteur qui est mesuré par le milliampèremètre. Le quotient de l'accroissement du courant collecteur par la valeur du courant de base donne la valeur du gain de courant. Nous insistons bien sur le terme *accroissement*. En effet, il faut tenir compte du courant de fuite précédemment mesuré qui correspondait à un courant de base nul et le déduire de la valeur lue sur le cadran du galvanomètre. Prenons un exemple pour bien nous faire comprendre :

Soit un OC74 pour lequel le second essai a fait apparaître un courant de fuite de 100 microampères. L'essai 3 donne un courant collecteur de 1 milliampère, *la variation de courant* est donc de 900 microampères pour un courant de base de 10 microampères.

Le gain est donc  $900/10 = 90$ .

La figure 126 permet encore la mesure du gain de courant, mais cette fois pour un courant de base de 100 microampères. Pour obtenir ce courant en tenant toujours compte de la résistance base-émetteur du transistor, la résistance de polarisation fait 42 000 ohms. Dans ce cas il n'est pas nécessaire de tenir compte du courant de fuite qui est négligeable devant la valeur du courant collecteur déterminé par la polarisation. Dans ces conditions le galvanomètre donne *la lecture directe du gain* : par exemple 100 pour un OC74. Si on se reporte au tableau de caractéristiques donné par le fabricant on constate que dans ces conditions le transistor est parfait, car c'est bien ce qui doit être obtenu :

$$\beta = 100 \text{ pour } I_c = 50 \text{ mA}$$

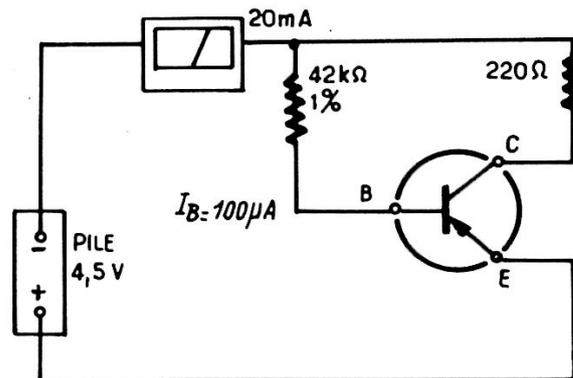


Fig. 126 Quatrième essai.

— Mesure du gain pour un courant de base de 100 microampères.

La figure 127 correspond à la mesure du gain pour un courant de base de 1 mA ; ce circuit est par conséquent réservé exclusivement à l'essai des transistors de puissance admettant au moins 200 mA au collecteur. La résistance dans le circuit de collecteur est alors de 22 ohms 1 watt. Pour obtenir le courant de base de 1 mA la résistance de polarisation est de 3 900 ohms. Le milliampèremètre a dans ce cas une sensibilité de 200 mA. On peut utiliser ce circuit pour la vérification de transistors tel que OC26, OC28, AD140, OC74, etc.

#### LE SCHEMA DU TRANSISTORMETRE

Maintenant que nous connaissons bien le principe des différentes mesures voyons comment est constitué le transistormètre qui permet de les effectuer et pour cela reportons-nous à la figure 128 qui donne son schéma. On y voit représentés deux supports de transistors, un pour les modèles ordinaires de faible puissance et l'autre pour les transistors de

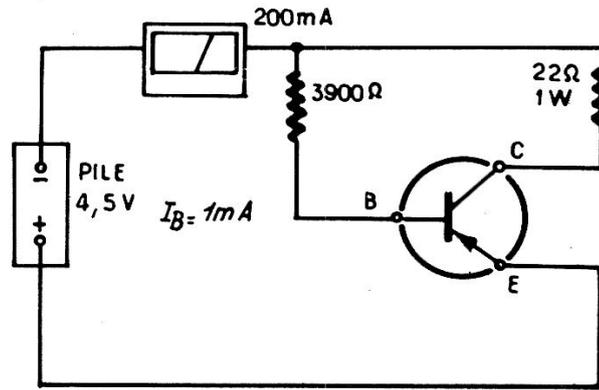


Fig. 127 Position 5.

- Essai des transistors de puissance.
- Courant de base de 1 milliampère.

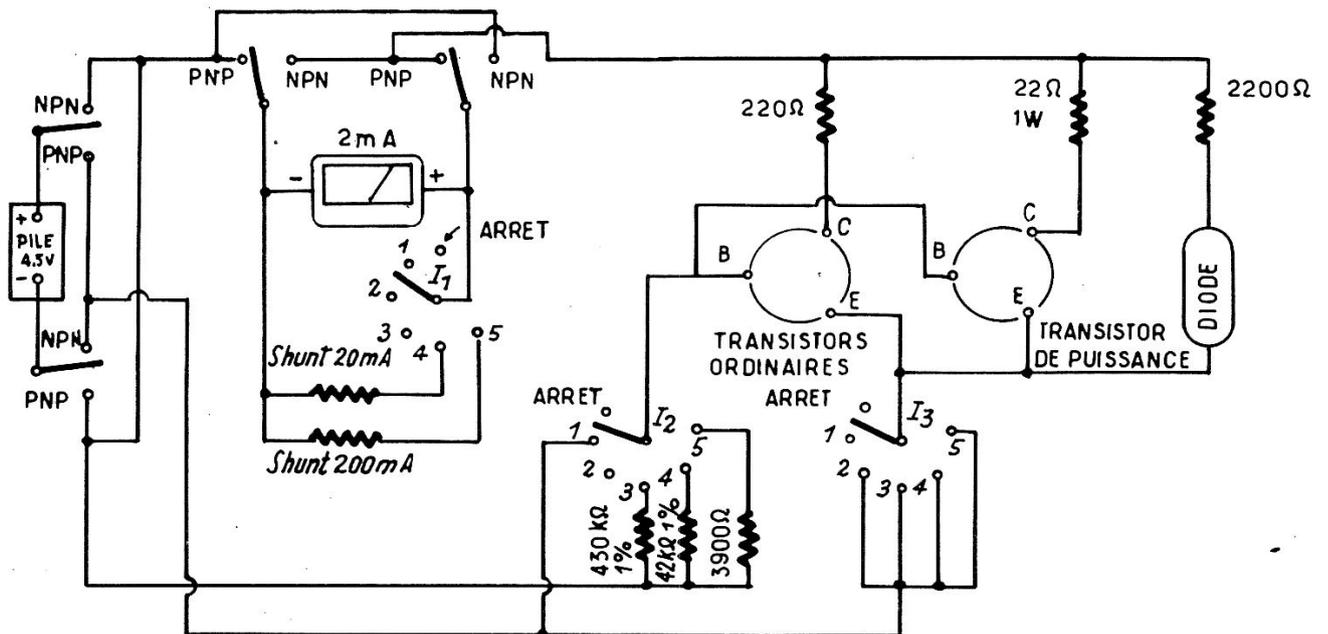


Fig. 128 Le schéma général complet.

grande puissance. En réalité, comme nous le verrons, il y a deux supports pour transistors de faible puissance correspondant aux deux brochages utilisés pour ces modèles. Ces deux supports sont connectés en parallèle, c'est-à-dire que les broches « Collecteur », « Emetteur » et « Base » sont respectivement reliées ensemble. Il en est de même pour le support pour transistor de grande puissance mais alors que pour les premiers la résistance du collecteur est de 220 ohms, elle est pour ce dernier de 22 ohms. Vous pouvez également remarquer la prise à deux douilles en série avec une résistance de 2 200 ohms et destinée à la vérification des diodes. La mise en circuit de la pile d'alimentation et du galvanomètre se fait par un commutateur à quatre sections deux positions. Deux de ces sections inversent les polarités de la pile et les deux autres inversent le branchement du galvanomètre. On peut ainsi utiliser ce transistormètre aussi bien pour les transistors PNP et pour les NPN. Comme chacun sait, pour les premiers il faut que le pôle négatif de l'alimentation soit relié au collecteur alors que pour les seconds c'est le pôle + qui doit être du côté collecteur. L'inversion de la pile se traduit par une inversion du courant dans le circuit, d'où la nécessité de commuter en même temps le galvanomètre.

Les différents essais que nous avons détaillés sont réalisés grâce à un commutateur à trois sections six positions. La position de départ est la position « Arrêt ». Elle coupe les circuits de base et d'émetteur des supports supprimant ainsi tout débit de la pile. La position 1 établit le circuit de la figure 123 de manière à contrôler le courant de fuite « Collecteur-Base ». L'appareil de mesure est un milliampèremètre de 2 mA de déviation totale. La section  $I_2$  relie la base du transistor à la pile d'alimentation tandis que la section  $I_3$  coupe le circuit « Emetteur ».

La position 2 établit le circuit de la figure 124 pour la mesure du courant de fuite « Emetteur-Collecteur ». Pour cela la section  $I_2$  coupe la liaison de Base et établit celle d'Emetteur.

La position 3 procure la disposition de la figure 125 destinée à la mesure du gain pour un courant de base de 10 microampères. La section  $I_2$  introduit la résistance de polarisation de 430 000 ohms. Sa section  $I_3$  ferme le circuit émetteur.

Les positions 4 et 5 établissent les circuits conformes aux figures 126 et 127 pour la mesure du gain pour des courants de base de 100 microampères et 1 milliampère. Vous pouvez constater que la section  $I_2$  met en service en position 4 une résistance de polarisation de 42 000 ohms et en position 5 une résistance de polarisation de 3 900 ohms. La section  $I_1$  en position 4 place sur le galvanomètre un shunt qui permet une déviation totale pour 20 mA tandis qu'en position 5 un autre shunt permet une déviation totale pour 200 mA.

Pour la vérification des diodes nous avons dit plus haut qu'il fallait utiliser la position 2 et brancher la diode sur les douilles d'abord dans un sens puis ensuite dans l'autre. On peut parfaitement se dispenser de cette inversion de branchement et utiliser le commutateur NPN-PNP qui inverse le branchement de la pile.

### REALISATION PRATIQUE

Le montage se fait selon le plan de câblage de la figure 129. Le support général est le panneau métallique sur lequel on commence par fixer les différentes pièces. On place d'abord les trois supports de transistors et les douilles isolées « Diode ». On fixe ensuite les deux commutateurs. Pour éviter que leurs canons dépassent trop de cette face avant on place, avant fixation, un écrou en guise d'entretoise. Le commutateur « Essais » comporte deux tiges filetées de montage qui dépassent d'environ 2 cm de la galette arrière. Sur ces tiges on serre entre des écrous une plaque de bakélite comportant deux rangées de neuf cosses. Cette plaque doit être distante de 1,5 cm de la galette arrière du commutateur. Pour la commodité de la représentation les deux galettes du commutateur et la plaque de bakélite sont dessinées « éclatées » sur le plan de câblage. On termine l'équipement par la pose du galvanomètre.

On exécute alors le câblage, conformément à la figure 129, et en se vérifiant sur le schéma de principe.

Le dispositif de branchement des piles comprend un élément simple et un élément double permettant l'utilisation de trois piles rondes de 1,5 V de forte capacité (R20 Leclanché ou similaire). Ces éléments sont fixés sur le fond du boîtier métallique destiné à enfermer le montage. On les branche en série à l'aide de connexions isolées, par un cordon souple à deux conducteurs ; on relie le pôle + de la batterie ainsi formée au commun  $S_1$  du commutateur PNP-NPN et le pôle — au commun  $S_2$ . Il ne reste plus après vérification qu'à monter l'appareil dans son coffret métallique.

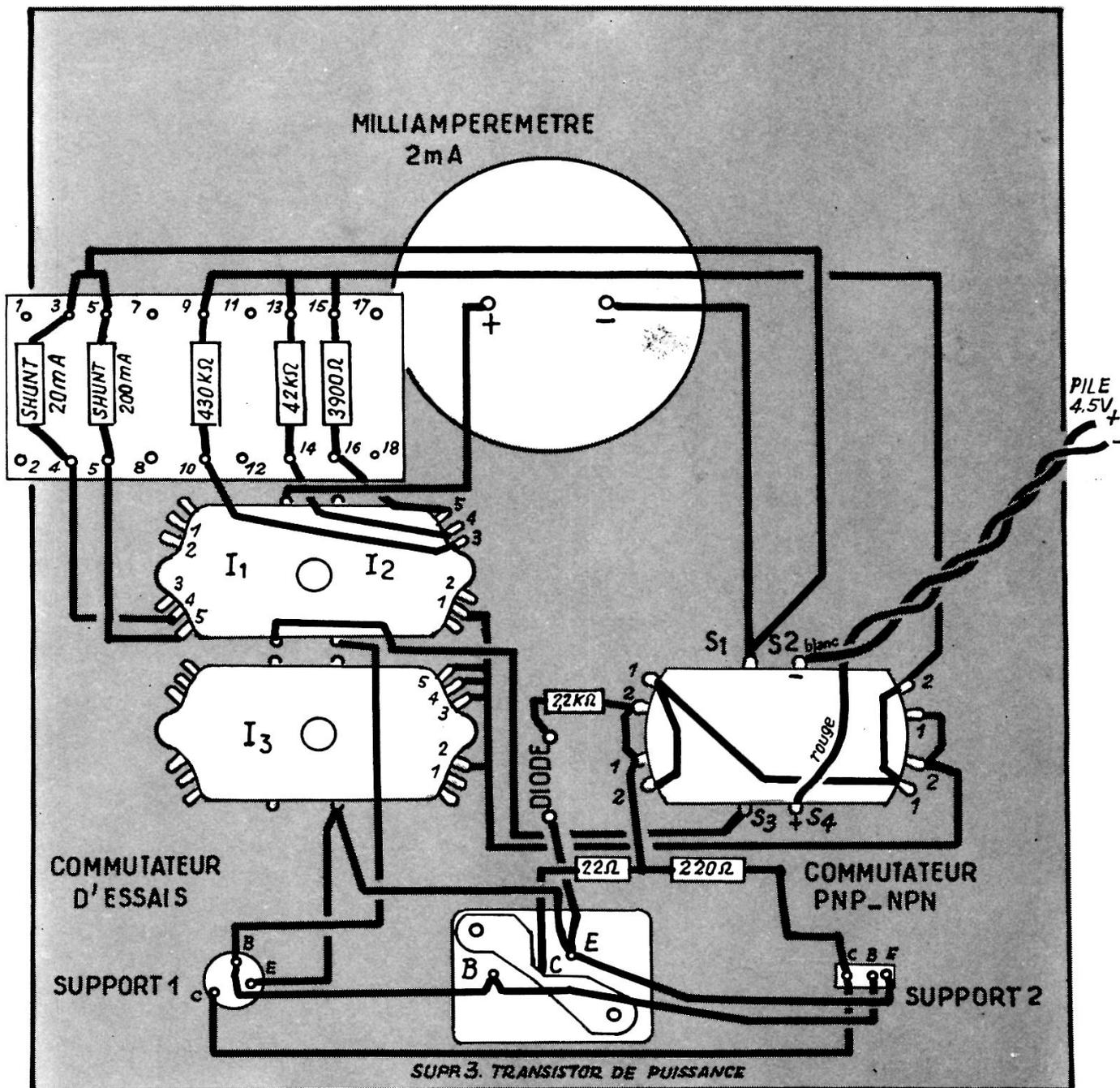


Fig. 129 Disposition du câblage.

### UTILISATION

L'utilisation de cet appareil se déduit normalement des explications du fonctionnement que nous avons données ; nous n'insisterons donc pas à ce sujet. Il est évident que pour se rendre compte de l'état des transistors il faut comparer les indications du transistormètre avec celles données par les fabricants dans leurs notices techniques. On trouve également ces données dans les différents lexiques de transistors.

Un mot encore au sujet des transistors de puissance. Sur ces modèles le contact « Collecteur » se fait par le boîtier. Il faut donc, quand les broches « Base » et « Emetteur » sont engagées dans le support, appuyer à la main ce boîtier contre les deux grosses vis Parker. Si on veut un contact permanent il faut retirer ces vis et fixer le transistor par les trous ainsi libérés.

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Coffret métallique suivant dimensions.
- Galvanomètre.
- 2 commutateurs.
- Supports de transistors.
- Résistances et shunts.
- Pile et boîtier-connecteur.
- 2 boutons-flèche.
- Douilles, fils, visserie.

Accessoirement : Lexiques de transistors.

## Un stroboscope électronique

Stroboscope, stroboscopie, effet stroboscopique...

De quoi s'agit-il ?

Considérons en figure 130 un disque blanc, portant un trait noir, tournant par exemple à raison de 1 tour par seconde. Supposons en face une ampoule qui s'allume très brièvement une fois toutes les secondes. Dans ces conditions, le disque se trouve éclairé *toujours dans la même position*, toujours au même moment et au même endroit de sa rotation, l'œil ne le voit qu'à ce moment et en ce point. On a l'impression qu'il ne tourne pas, qu'il est immobile. Ceci se produit parce qu'il y a égalité entre la vitesse de rotation du disque et la fréquence des éclairs de l'ampoule.

Comme représenté en A de la figure 131, on observe sur le disque un index qui semble immobile. Si l'on connaît la fréquence des éclairs de l'ampoule, on peut en déduire la vitesse de rotation du disque.

Supposons maintenant que l'on augmente le nombre d'éclairs de telle sorte que, comme représenté en B de la figure 131, on éclaire l'index lorsqu'il se trouve en position 1, puis immédiatement en position 2, lorsqu'il n'a encore fait qu'un demi-tour. Dans ce cas, et en raison de la persistance rétinienne pour des observations si rapides, *on voit 2 index*, le nombre d'éclairs est donc le double de la vitesse de rotation.

Le même raisonnement aboutirait à l'observation C, où cette fois le nombre d'éclairs est le triple de la vitesse de rotation.

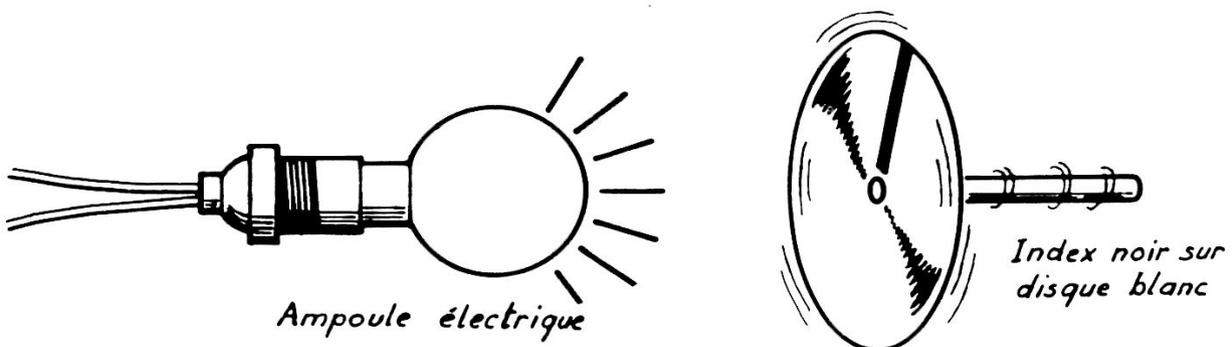


Fig. 130 Stroboscopie.

Une ampoule éclaire par de brefs éclairs un disque tournant.

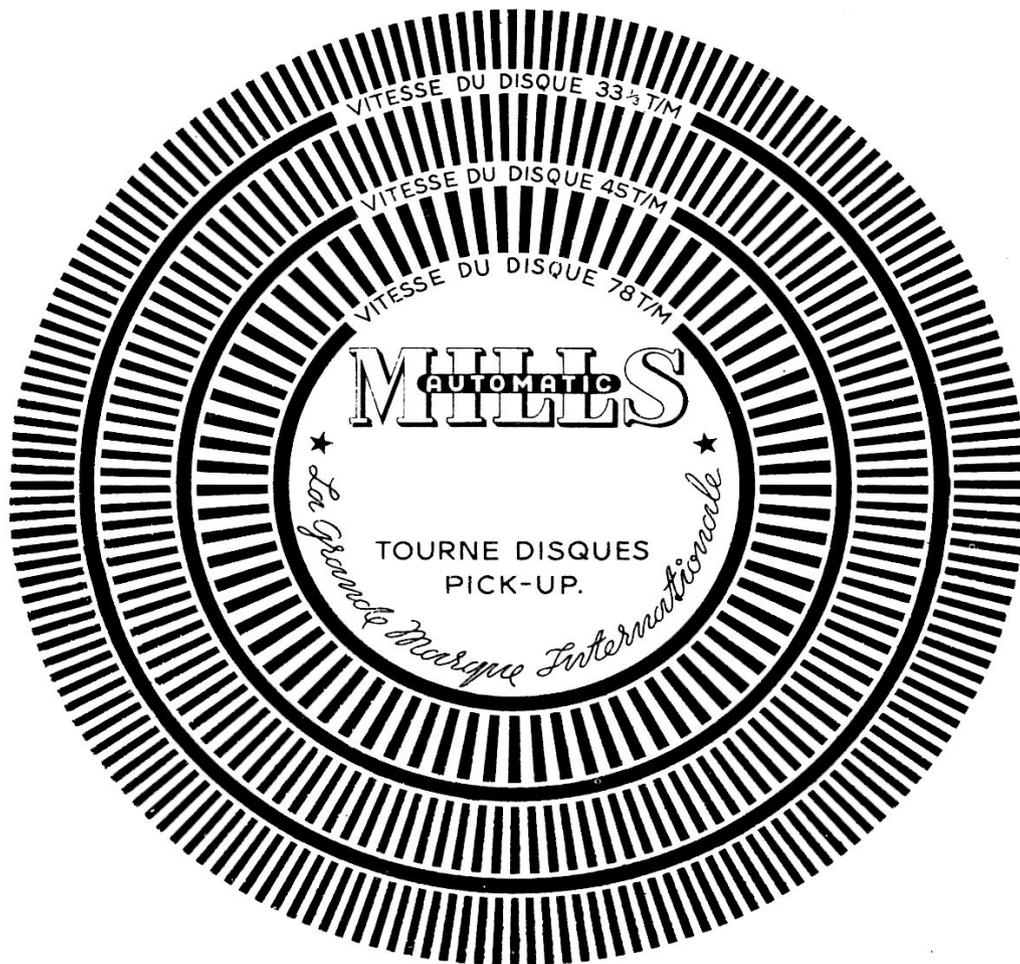


Fig. 130 bis. — Disque stroboscopique, pour observation de la vitesse de rotation d'un plateau tourne-disques.

Revenons maintenant à l'observation A. On éclaire le trait lorsqu'il se trouve en position 1, et au tour suivant on l'éclaire un peu avant, lorsqu'il est en position 2 (dessin D). De même au tour suivant, on l'éclaire en position 3, puis en position 4, et ainsi de suite. Dans ces conditions, on a l'impression que le trait se déplace lentement, dans le sens inverse de la rotation. Ceci donc pour un nombre d'éclairs plus élevé que la vitesse de rotation.

Et si on envoie l'éclair toujours un peu plus tard, on aboutit à l'observation E. Pour un nombre d'éclairs plus petit que la vitesse de rotation, le disque semble se déplacer lentement dans le sens de la rotation.

Revenons à nouveau en A, l'index se trouve « au départ », on l'éclaire en ce point, le disque tourne. Au premier tour, on ne l'éclaire pas, il poursuit et ce n'est qu'au second tour qu'on l'éclaire à nouveau. Dans ces conditions, comme indiqué en F, on ne voit encore qu'un trait, immobile, ceci donc pour un nombre d'éclairs qui est la moitié de la vitesse de rotation. Il en serait de même pour le tiers.

C'est en application de cet effet stroboscopique que l'on dispose sur un plateau de tourne-disques un disque comportant un nombre convenable de stries. A l'observation sous la lumière électrique du secteur, on peut

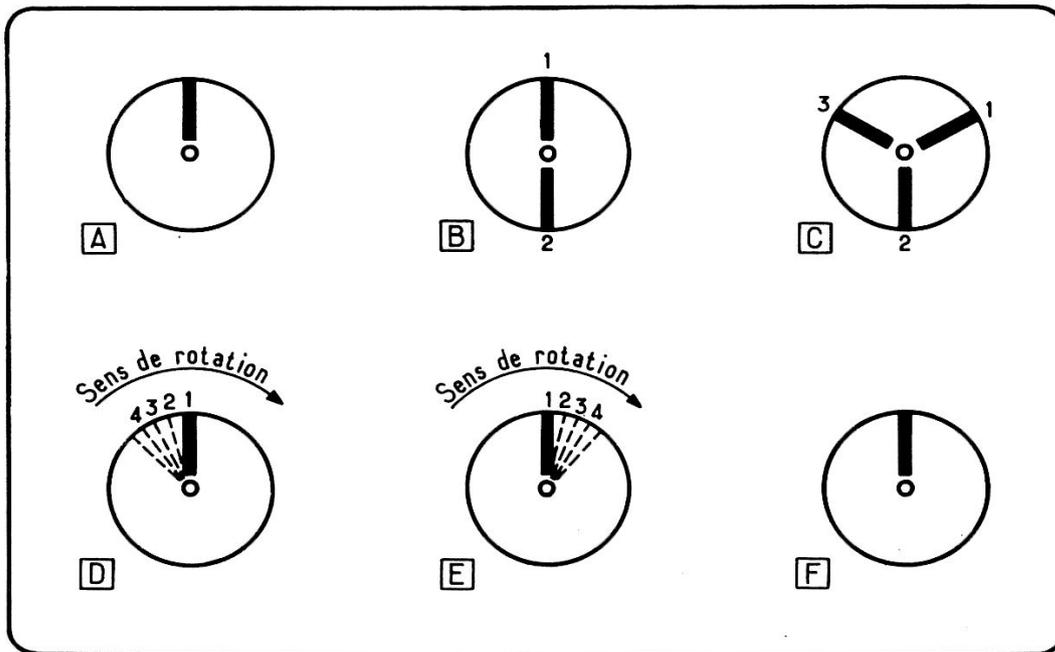


Fig. 131 A - Nombre d'éclairs égal au nombre de tours.  
 B - Nombre d'éclairs double du nombre de tours.  
 C - Nombre d'éclairs triple du nombre de tours.  
 D - Nombre d'éclairs plus grand. Le disque semble se déplacer en arrière.  
 E - Nombre d'éclairs plus petit. Le disque semble se déplacer en avant.  
 F - Nombre d'éclairs moitié du nombre de tours.

régler la vitesse de rotation du plateau pour que les stries semblent immobiles, ce qui correspond à une vitesse correcte.

Signalons à ce sujet qu'une ampoule alimentée par du courant alternatif de 50 hertz s'allume 100 fois par seconde. Raison pour laquelle l'observation du disque stroboscopique doit être faite à la lumière électrique du secteur, et non avec une lampe de poche alimentée par pile.

L'analyse et la mesure de phénomènes trop rapides pour être observés directement sont dans la plupart des cas effectués par stroboscopie, en particulier lorsqu'il s'agit de phénomènes mécaniques à basse fréquence,

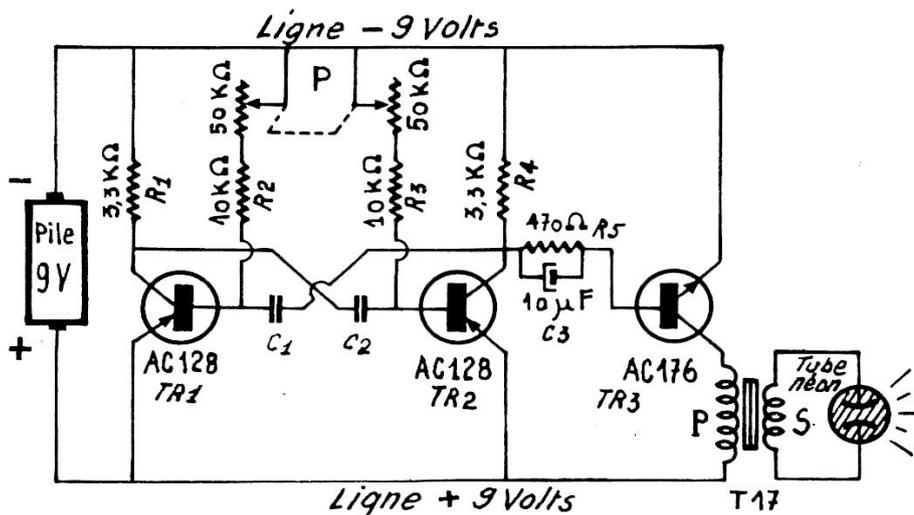


Fig. 132

comme la rotation d'un arbre de moteur, d'un plateau de tourne-disques, le défilement d'un film, d'une bande magnétique, les vibrations d'une corde.

Nous vous donnons en figure 132 le schéma d'un petit stroboscope électronique qui vous permettra des observations et expériences intéressantes ou amusantes ; vous pourrez pour cela vous reporter aux observations consignées plus haut. Si par exemple vous observez l'aiguille en mouvement d'une machine à coudre avec un stroboscope, vous pourrez parvenir à « immobiliser » l'aiguille...

Nous avons ici deux transistors AC128 montés en multivibrateur. Sur le collecteur du TR.2 on utilise les variations de tensions disponibles pour commander en commutation un transistor AC176 ; dans le collecteur de celui-ci se trouve le primaire d'un transformateur adaptateur d'impédance dont le secondaire débite sur un tube au néon. Ce dernier donne donc un nombre d'éclairs égal à la fréquence d'oscillation du multivibrateur.

Cette fréquence est réglable par le potentiomètre double de 50 kilohms ; le pointillé indique que les 2 curseurs sont commandés par un seul axe.

La réalisation pratique est illustrée par la figure 133.

Vous pourrez, comme nous l'avons fait, confectionner un disque de carton ou de toute autre matière, suffisamment robuste, comportant un trait bien marqué, et que vous fixerez sur différents moteurs et systèmes tournants dont vous disposerez...

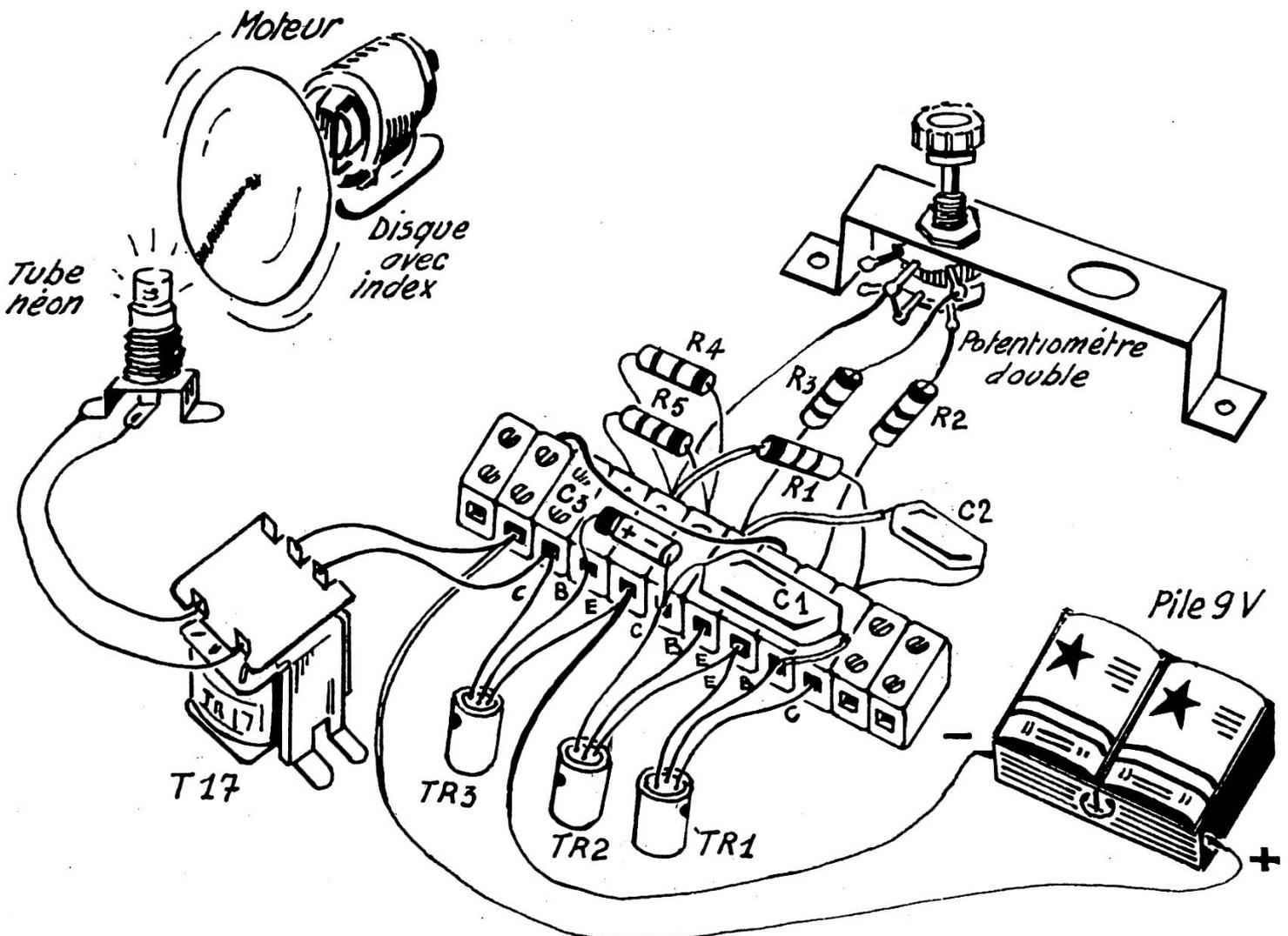


Fig. 133

Nous n'avons pas indiqué de valeurs pour C 1 et C 2. C'est que ces capacités sont déterminantes de la fréquence d'oscillation du multivibrateur, donc du nombre d'éclairs du tube au néon, et il sera intéressant d'en essayer de plusieurs valeurs pour disposer d'une gamme étendue de fréquences. Nous vous communiquons dans le petit tableau ci-dessous quelques relations que nous avons observées ; ceci n'a d'ailleurs rien de limitatif.

C 1	C 2	Fréquence	Nombre de tours/minute
1 $\mu$ F	0,47 $\mu$ F	15 à 120 hertz	900 à 7 200
0,22 $\mu$ F	0,22 $\mu$ F	60 à 190 hertz	3 600 à 11 400
0,1 $\mu$ F	0,1 $\mu$ F	130 à 800 hertz	7 800 à 48 000

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistors : deux AC 128.
- Transformateur.
- Tube néon et son support.
- Potentiomètre double.
- 5 résistances.
- 7 condensateurs.

## Un relais déclenché par rupture de fil

Petit dispositif d'une extrême simplicité, représenté en figure 134, qui pourra être adopté pour diverses applications pratiques, ou à titre expérimental sur le fonctionnement d'un transistor.

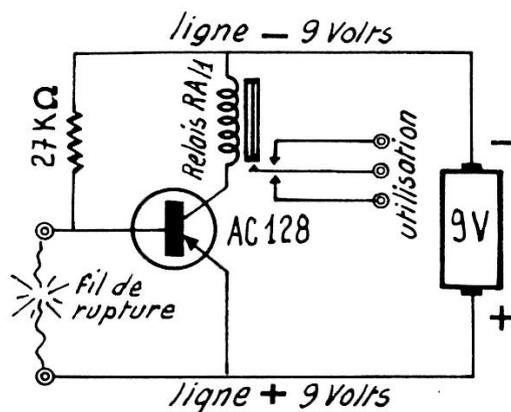


Fig. 134

Fonctionnement en commutation, ou en interrupteur... Nous avons déjà rencontré ces différents termes... Lorsque la base est reliée à l'émetteur, le transistor ne conduit pas, le relais est décollé. Dès que la base est séparée, le transistor conduit, le relais colle.

Le fil court-circuiteur de la base est constitué par un fil fin, long, fragile, cassant facilement. On peut le disposer devant une porte ou une fenêtre, au ras du sol, devant tout lieu que l'on veut protéger par un dispositif anti-vol ; le relais actionne alors une sonnerie d'alarme, une sirène. Le fil peut encore être disposé en bout de course d'une machine quelconque, pour avertir d'un danger déterminé par une position extrême.

Possibilités ouvertes à toutes les imaginations...

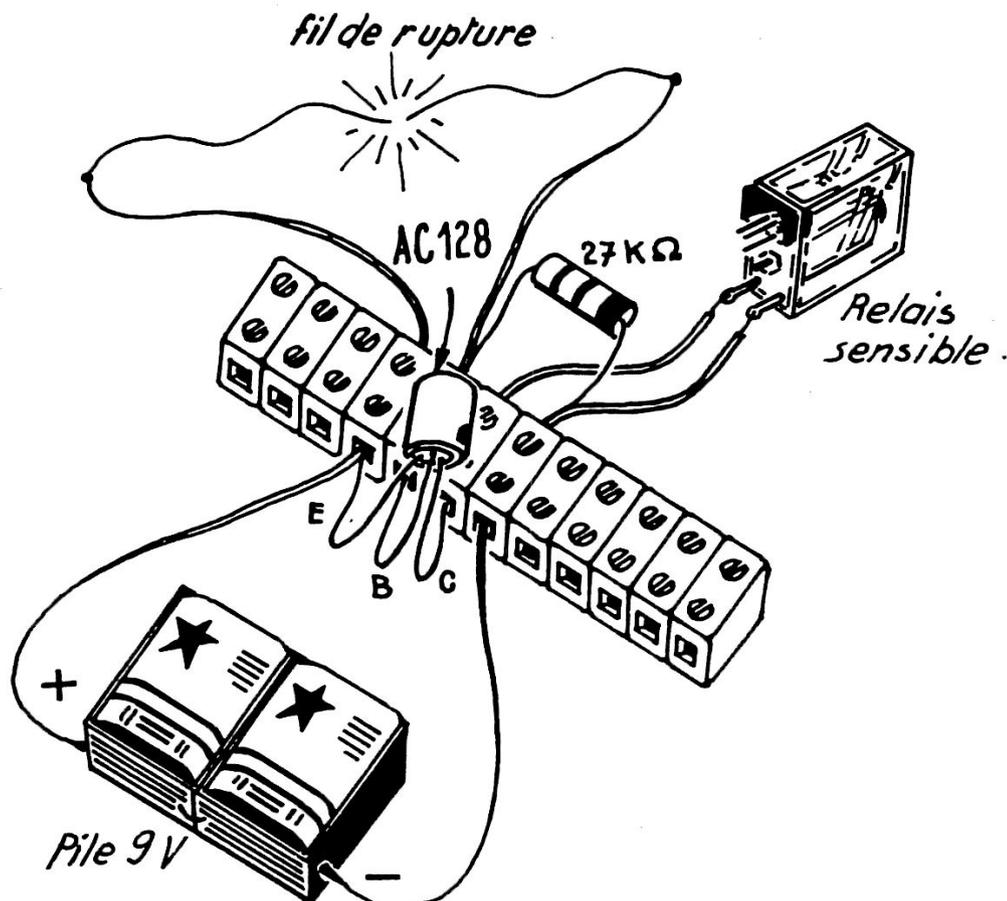


Fig. 135

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistor AC 128.
- Relais sensible.
- Résistance 27 kilohms.
- Fil émaillé, 1 dixième.

## Un relais commandé par le son

Ce dispositif réagit aux sons, aux bruits de toutes sortes, et à réception d'un bruit quelconque il enclenche un relais ; à partir de là, on peut comme toujours actionner tout ce que l'on veut.

Citons quelques applications possibles, à titre indicatif.

- Surveillance d'une chambre d'enfant ;
- Une personne s'approche près d'une porte de villa et émet un sifflement, la porte s'ouvre ;
- La voiture s'approche de la porte d'un garage, sur coup de klaxon la porte s'ouvre ;
- Modèle réduit de train, ou voiture, ou bateau, qui démarre ou s'arrête sur un coup de sifflet ;
- Surveillance nocturne d'un entrepôt, d'un atelier, sur réception de bruits de pas ou de parole une alarme se déclenche ;
- Des personnes entrent dans une pièce, le bruit des pas ou des paroles mettent en route un magnétophone qui va enregistrer clandestinement la conversation ; etc...

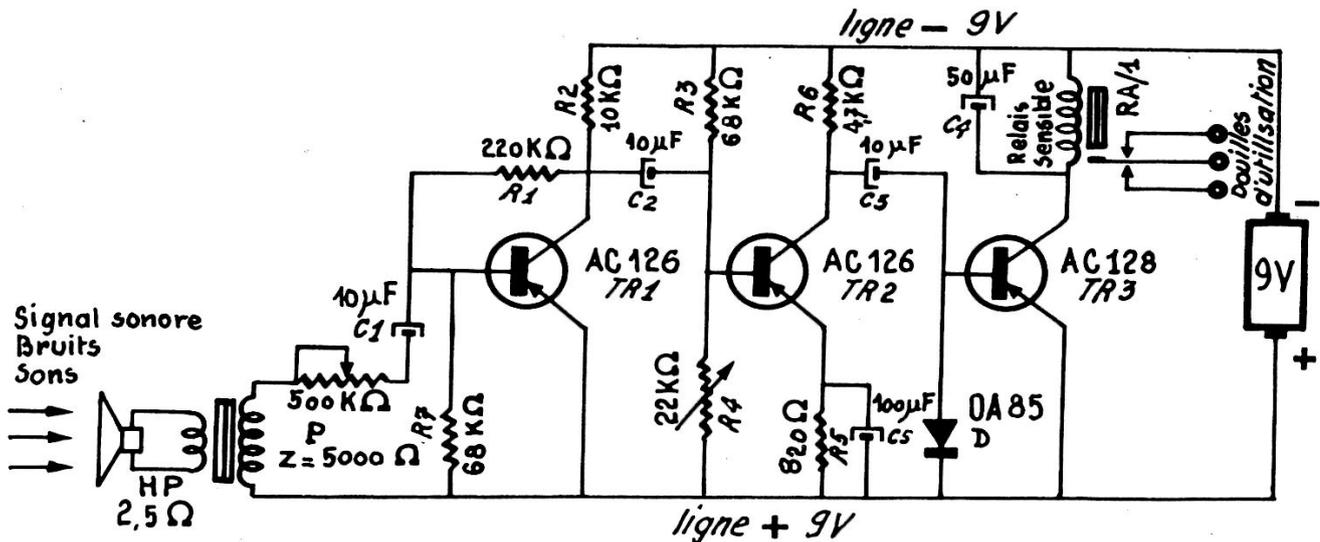


Fig. 136

Le schéma que nous voyons en figure 136 consiste essentiellement en un amplificateur à 3 étages successifs, équipés de deux transistors AC 126 et d'un AC 128.

L'élément capteur disposé à l'entrée est constitué par un haut-parleur fonctionnant en microphone. Cette conception est excellente, il faut en effet réaliser un appareil qui soit sensible à tous les bruits environnants, qui ne soit pas directif, qui capte par exemple tous les bruits et sons provenant de toutes les directions dans une pièce où il est disposé.

Le transformateur adaptateur d'impédance est un modèle pour haut-parleur, mais en fait où primaire et secondaire se trouvent inversés.

Nous trouvons ensuite un potentiomètre qui agit en *réglage de sensibilité*. En effet, il peut être nécessaire que, là où il se trouve, l'appareil ne réagisse pas immédiatement à tous les bruits et au moindre bruit. C'est le cas par exemple pour l'ouverture d'une porte de garage, qui ne doit déclencher qu'au coup de klaxon de son maître, et non à tous les bruits ambiants...

Le dernier étage est monté d'une façon un peu particulière. En effet, des bruits, des sons, sont constitués par des oscillations, qui si on les laissait ainsi « arriver » à la fin de l'amplificateur, feraient vibrer le relais, comme ils font vibrer un haut-parleur ou un casque dans un amplificateur ordinaire. En réalité, il faut disposer à la sortie, d'un courant continu pour provoquer le collage du relais.

Une diode est disposée entre base et masse. D'autre part, l'émetteur est également relié directement à la masse. En raison du sens de branchement de la diode et en absence de signal, base et émetteur sont au même potentiel, le transistor est bloqué, le relais n'est pas excité.

Lorsqu'un signal de basse fréquence atteint la diode, il y a détection, une alternance sur deux est écoulee à la masse, mais l'autre rencontre la forte résistance de la diode et polarise *négativement* la base, ce qui débloque l'AC 128.

Mais on disposerait encore d'un courant ondulé dans le cas de la parole. C'est pourquoi se trouve aux bornes du relais un 50 microfarads, condensateur « réservoir » qui se charge et égalise les fluctuations du courant, maintenant une tension sensiblement constante sur le relais, pour lui éviter de « battre »

La résistance ajustable de 22 000 ohms disposée dans le pont de base du second étage a pour but de rechercher le point de fonctionnement de cet étage procurant le maximum de gain, et de là le maximum de sensibilité à l'ensemble de l'amplificateur.

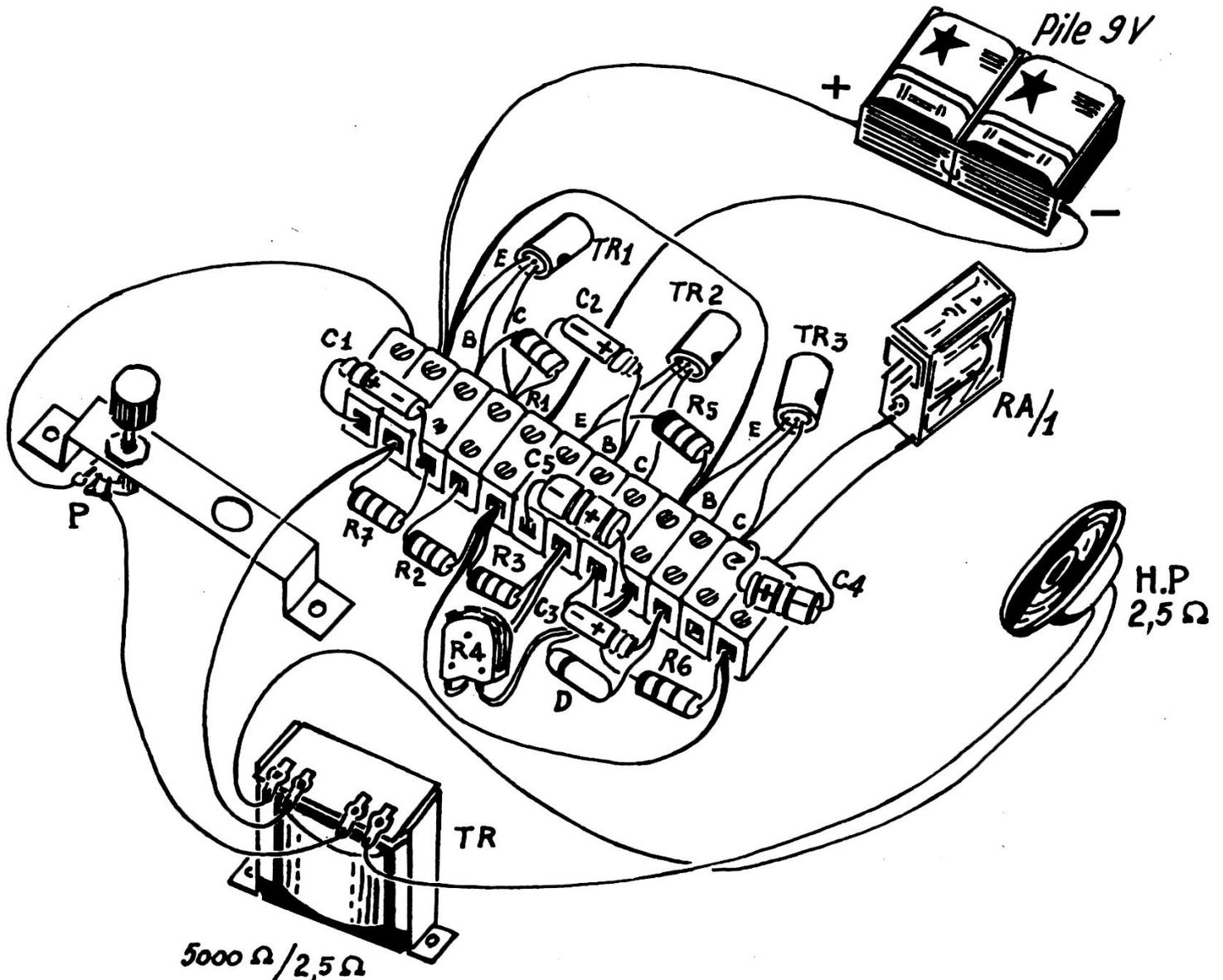


Fig. 137

Pour le montage de la figure 137 en montage expérimental, nous avons utilisé un petit haut-parleur de 9 centimètres de diamètre. En version définitive et commerciale, l'appareil est équipé d'un haut-parleur elliptique de 10 × 14 centimètres, ce qui confère une excellente sensibilité à l'ensemble. Disposé dans une pièce ordinaire de 4 × 4 mètres, sur plancher, tous les bruits de parole et de pas déclenchent le relais...

En version « peu sensible » et même « directif » (bruit ne provenant que d'une seule direction) on pourrait remplacer le haut-parleur par un microphone, convenablement adapté.

Pour l'emploi de cet appareil, vous pourrez vous reporter utilement au chapitre consacré à l'utilisation pratique des relais.

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| — 2 transistors AC 126.         | — Relais sensible.      |
| — 1 transistor AC 128.          | — Haut-parleur.         |
| — Transformateur de modulation. | — Résistance ajustable. |
| — Diode.                        | — 5 résistances.        |
| — Potentiomètre et bouton.      | — 5 condensateurs.      |

## Alarme déclenchée par la lumière

Imaginons ce dispositif mis en place dans un endroit sombre, pièce d'un appartement, atelier, entrepôt. Dès qu'il est frappé par un rayon de lumière, ampoule électrique, lampe de poche, porte qui s'ouvre, le haut-parleur de l'appareil émet un signal sonore, un son de sirène.

Rien n'empêche d'ailleurs de disposer le haut-parleur dans un autre lieu que celui où « veille » l'appareil, là où il devra utilement déclencher une alerte.

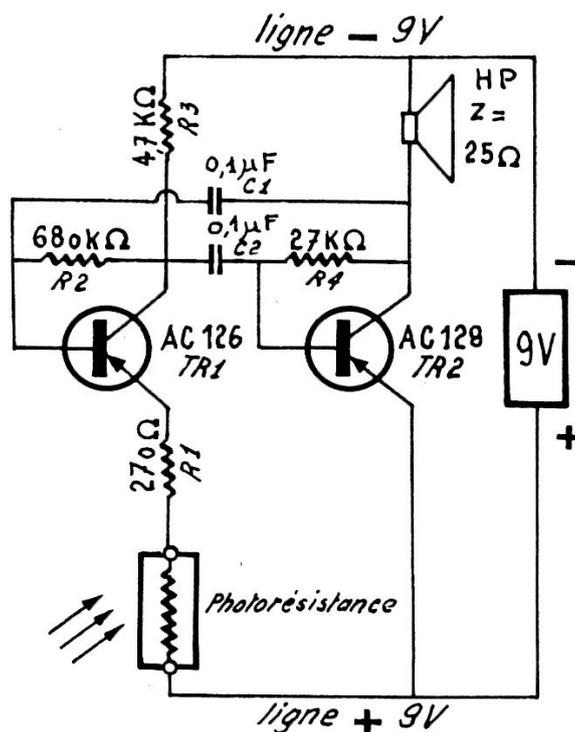


Fig. 138

Le schéma que nous voyons en figure 138 comporte essentiellement deux transistors fonctionnant en oscillateur du type multivibrateur. Le signal engendré est de forme rectangulaire, donc très riche en harmoniques et propre à émettre par un haut-parleur un bruit de sirène.

Une cellule photosensible est insérée en série dans le circuit émetteur du transistor AC 126. En période d'attente, dans l'obscurité, cette cellule présente une très forte résistance, de plusieurs mégohms, qui bloque le fonctionnement du transistor, donc de toute l'oscillation.

Cette résistance diminue considérablement dès que la photorésistance reçoit un rayon lumineux, ce qui provoque l'entrée en oscillations du système, productions de signaux rectangulaires qui sont ensuite transformés par le haut-parleur en signal sonore.

Ce haut-parleur doit présenter une impédance de 25 ohms.

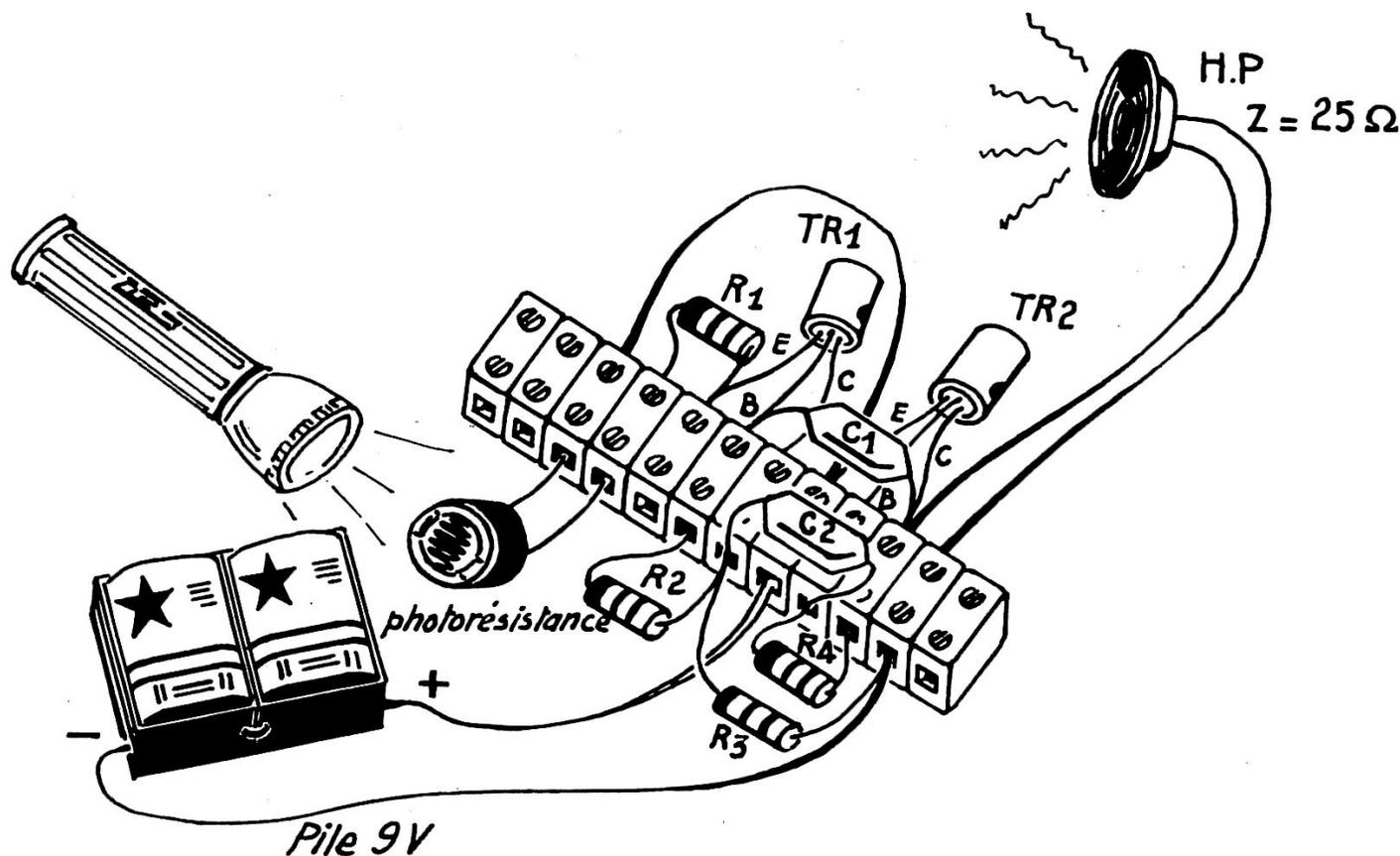


Fig. 139

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Haut-parleur 25 ohms.
- Transistors AC 126 et AC 128.
- Cellule photosensible.
- 2 condensateurs.
- 4 résistances.

## Un signal-tracer sur casque

Le signal-tracer est un appareil fort intéressant, qui s'utilise principalement pour le dépannage des amplificateurs et récepteurs de radio, et qui rend de nombreux services au radiotechnicien professionnel ou amateur.

Il permet d'appliquer une méthode dynamique de dépannage. Lorsque sur un radiorécepteur à lampes ou à transistors, on mesure des tensions continues en différents points pour localiser quel est l'étage défectueux, on pratique une méthode statique.

Une méthode dynamique consiste à injecter à l'entrée de l'appareil en panne, un signal de haute ou de basse fréquence, et de le suivre dans les différents étages avec un analyseur approprié. On suit à la trace le signal, depuis l'antenne jusqu'au haut-parleur, et si arrivé en un certain point du

montage on constate que le signal ne passe plus, ou est amoindri, ou déformé, on peut en déduire que la panne se trouve bien localisée en ce point.

Le signal-tracer est l'appareil qui permet de pratiquer cette méthode. Il en existe des modèles très complets et évidemment coûteux, nous en décrivons ici de plus simples et qui permettront quand même de se familiariser avec ce procédé. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur les modalités pratiques d'utilisation.

La figure 140 représente un premier montage possible, qui possède surtout l'avantage de la simplicité.

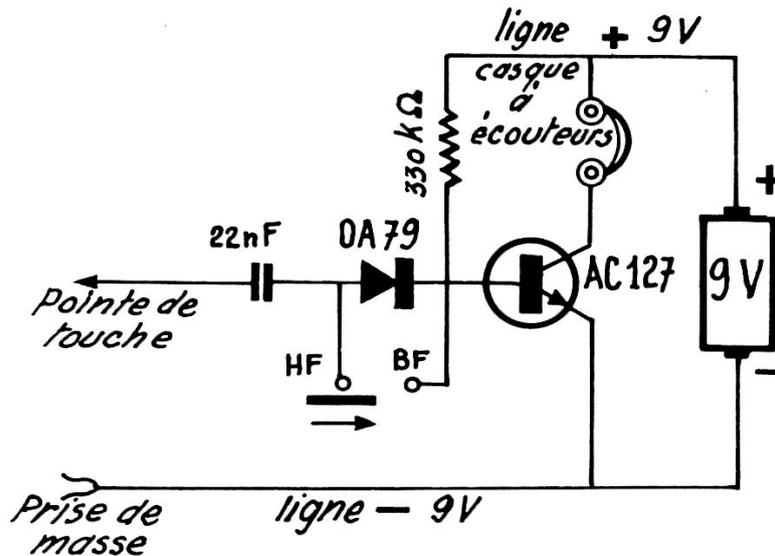


Fig. 140

C'est un transistor monté en amplificateur, à écoute sur casque. Par un fil souple et une pince crocodile, on relie la ligne — 9 volts à la masse du montage que l'on veut examiner. La pointe de touche vient au contact des divers points que l'on veut tester. Le condensateur d'entrée de 22 nanofarads a pour but de bloquer toute tension continue, et de ne laisser passer que des signaux de haute ou de basse fréquence.

Si l'on opère sur un poste de radio, entre l'antenne et la détection, donc en haute ou moyenne fréquence, le signal est détecté par la diode pour pouvoir être rendu audible dans le casque. En basse fréquence, entre détection et haut-parleur, la diode devient inutile, un petit commutateur permet de la court-circuiter, de l'éliminer.

L'exécution matérielle, illustrée par la figure 141, ne présente aucune difficulté, c'est le moins que l'on puisse dire...

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Casque 2 écouteurs.
- Diode OA 79.
- Transistor AC 127.
- Commutateur à glissière.
- Pointe de touche.
- Condensateur et résistance.

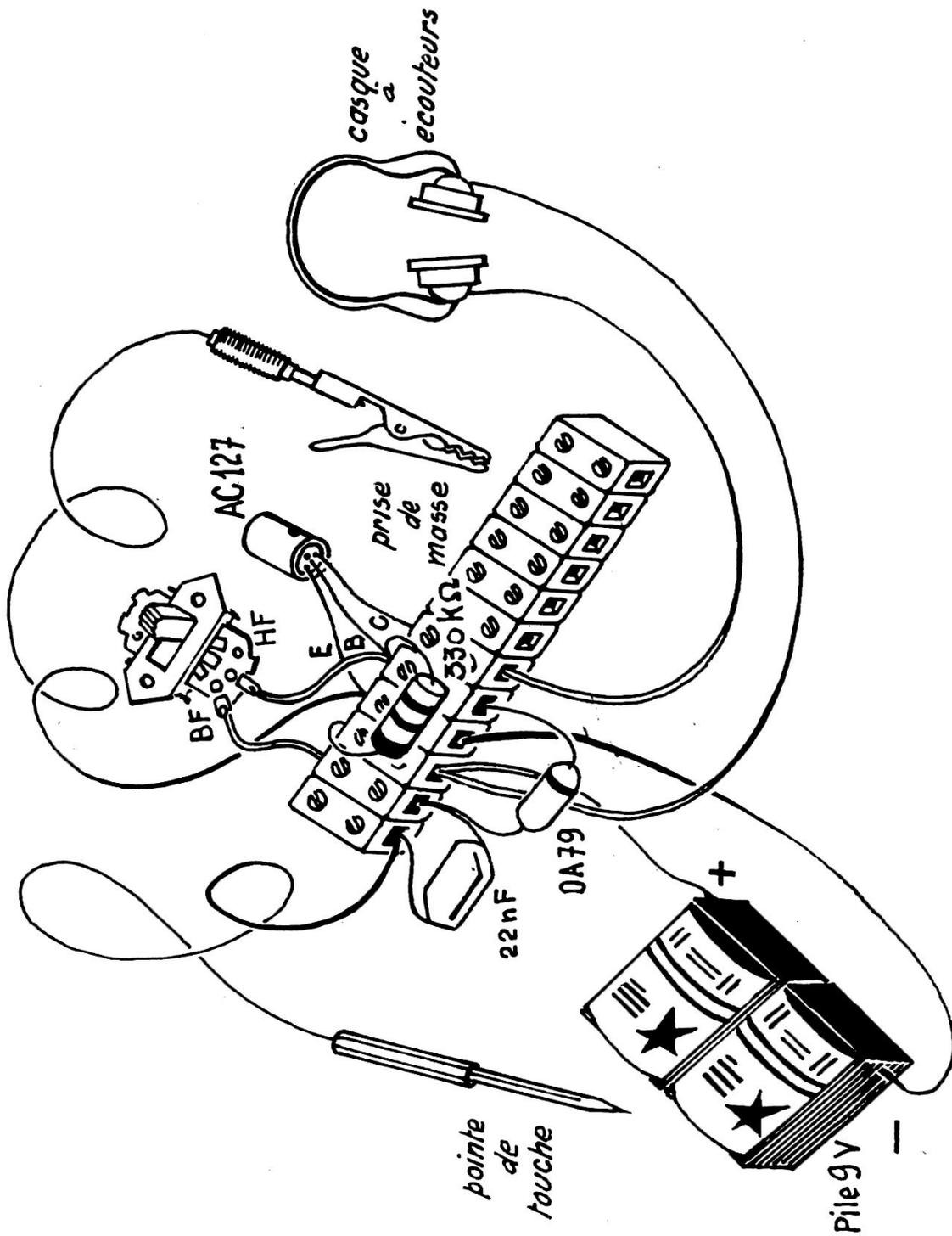


Fig. 141



## Un signal-tracer sur haut-parleur

Voici donc un second modèle de signal-tracer, répondant au même usage que le précédent, mais plus important. Il comporte un amplificateur à 2 transistors « sortant » sur haut-parleur.

Nous retrouvons au début les mêmes éléments que sur le modèle précédent.

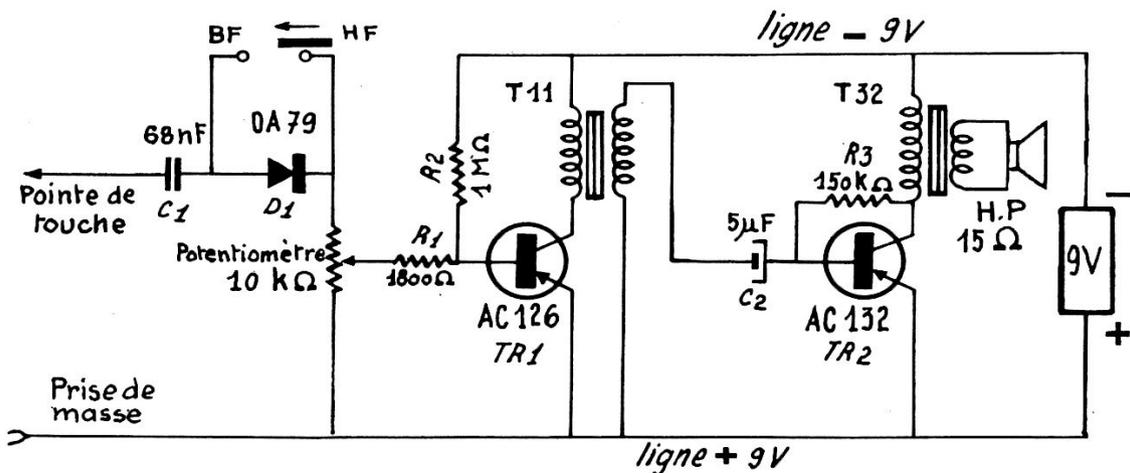


Fig. 142

Le potentiomètre de 10 kilohms a pour but de doser l'amplification. En effet, en cours d'investigations, on est amené à toucher des points sur lesquels l'importance du signal existant est très variable. Sur un point de très faible amplitude du signal, on peut donc pousser l'amplification à fond, et la réduire lorsque l'amplitude est plus importante. On peut d'ailleurs commander ce potentiomètre par un bouton-flèche se déplaçant devant un petit cadran gradué, et avec un peu d'habitude on peut apprécier l'importance de l'amplitude existante.

Nous trouvons ensuite deux étages amplificateurs à liaison par transformateur. L'emploi du haut-parleur se justifie ; en effet, le dépannage d'un poste peut consister dans la recherche d'une cause de mauvaise musicalité, d'une *distorsion*. Donc avec le signal-tracer on peut suivre le signal musical partout où il est correct, et aboutir au point où il subit une distorsion. Le haut-parleur est plus efficace dans un tel cas. De même dans le cas d'une perte de puissance, d'un affaiblissement.

La réalisation matérielle est représentée en figure 142. Primaire et secondaire des transformateurs s'identifient au fait que l'un des enroulements comporte une prise qui est inutilisée.

### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| — Transistors AC 126 et AC 132.   | — 2 transformateurs.              |
| — Haut-parleur 15 ohms.           | — Diode OA 79.                    |
| — Potentiomètre et bouton-flèche. | — 3 résistances, 2 condensateurs. |
| — Commutateur à glissière.        | — Pointe de touche.               |

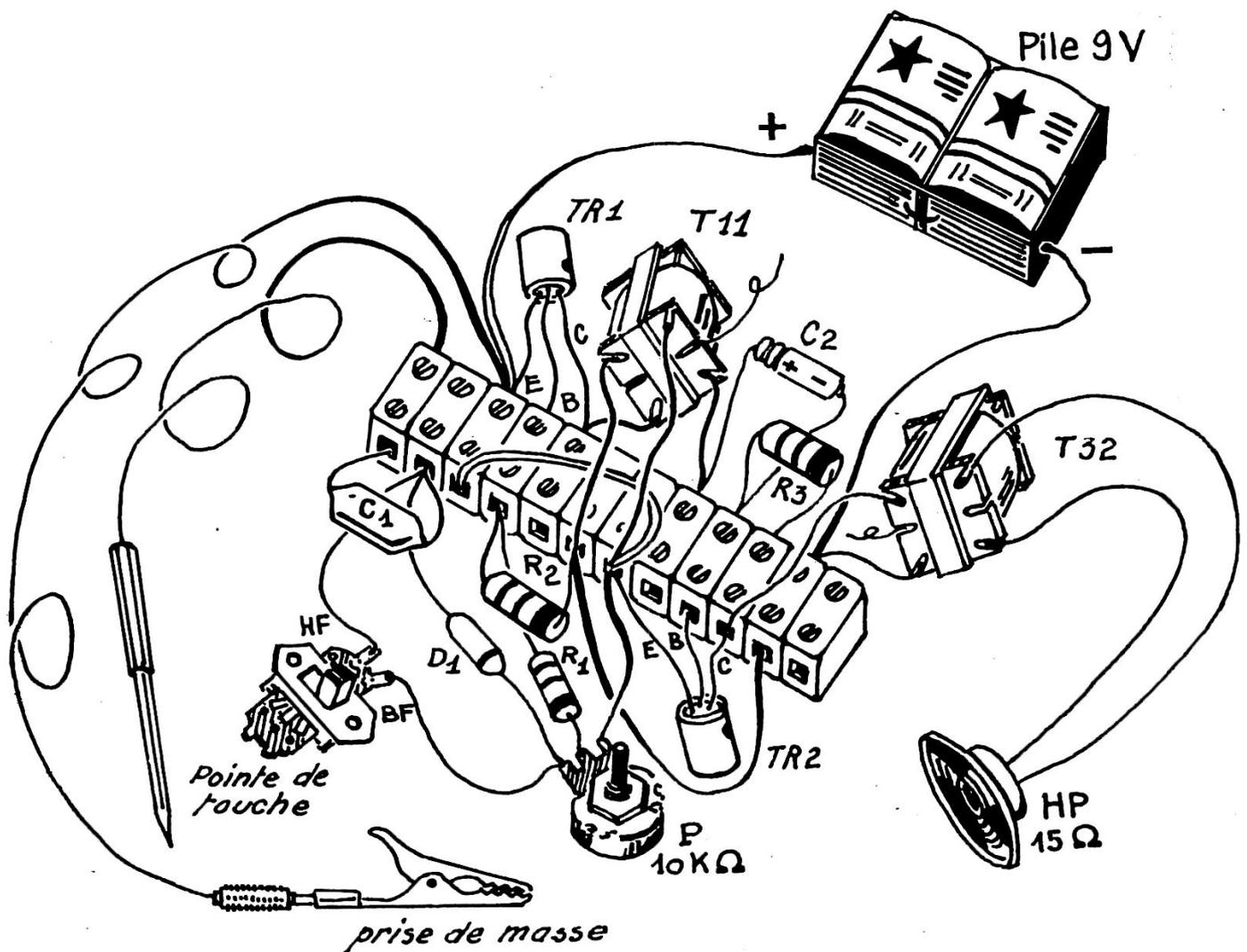


Fig. 143

Revenons maintenant sur l'utilisation pratique d'un signal-tracer.

Voyez en figure 144, nous avons représenté les principaux éléments constituant les étages successifs d'un radiorécepteur. Une émission est reçue à l'entrée, sur l'antenne ferrite, dans les bobinages du bloc accord-oscillateur. Elle suit ensuite ces différents étages où elle subit diverses transformations, pour finalement actionner le haut-parleur.

Pour expérimenter un signal-tracer, vous pouvez prendre un tel poste et l'accorder sur une émission, puis le rendre muet en court-circuitant par exemple le haut-parleur.

La pince crocodile du tracer est reliée à la masse du poste, au + 9 volts. Avec la pointe de touche, vous pouvez toucher successivement les points numérotés, vous y entendrez l'émission, plus ou moins fort évidemment, suivant le degré d'amplification des différents étages.

Le tracer est commuté en position H.F. jusqu'au point 7, puis en B.F. pour tous les points qui suivent. Dans un étage amplificateur, on peut apprécier le degré d'amplification fournie, en comparant l'importance du signal avant (base) et après (collecteur).

Devant un récepteur en panne, vous procéderez de même. Si vous parvenez en un point où l'émission « ne passe plus », ou se trouve nettement affaiblie, ou est déformée, vous aurez localisé très étroitement l'étage défectueux.

Accessoirement, un signal-tracer peut recevoir la modulation provenant d'un pick-up, ou d'un microphone, ou d'un oscillateur quelconque dont on veut constater le bon fonctionnement. Si on lui injecte une modulation convenable et connue, il peut à la sortie permettre de vérifier le fonctionnement d'un casque ou d'un haut-parleur.

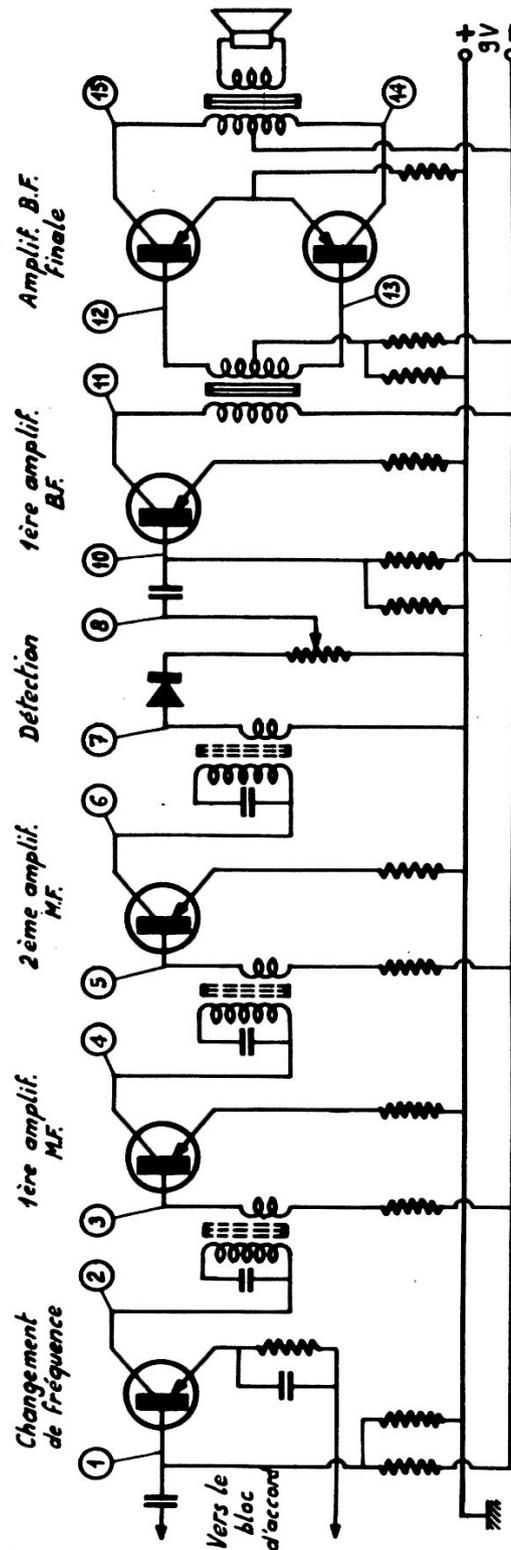


Fig. 144 Sur ce schéma très réduit sont portés les principaux points sur lesquels il est possible de percevoir l'émission.

## Un générateur-tracer

Ce petit appareil peut également être amené à rendre de grands services en matière de dépannage et petits bricolages divers. Il consiste en un petit générateur *toutes ondes* dont le signal fourni peut être *injecté* dans les différents étages d'un récepteur. Ce signal peut ensuite être entendu dans le haut-parleur du poste. Le but recherché est également la localisation d'un étage défaillant.

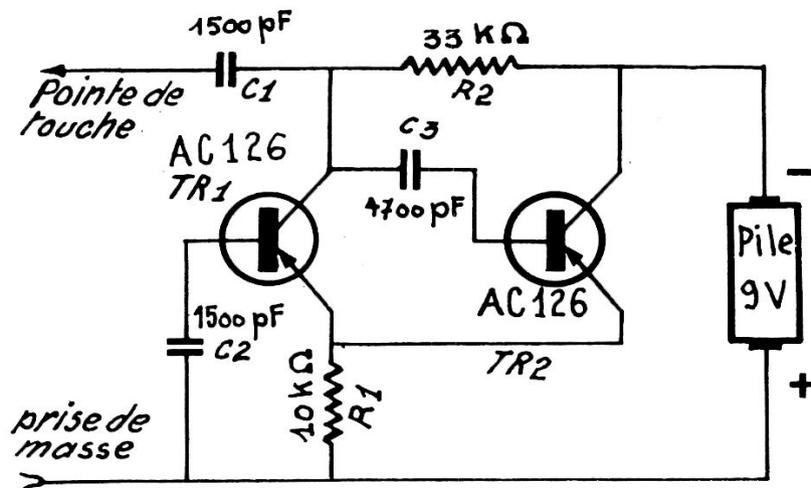


Fig. 145

Le schéma de principe nous montre deux transistors montés en multi-vibrateur, montage oscillateur fournissant des signaux carrés particulièrement riches en harmoniques. Si la fréquence fondamentale se trouve en basse fréquence, par exemple sur 500 hertz, les fréquences harmoniques successives qui sont le double, le triple, le quadruple... etc... s'étendent très loin et couvrent une gamme étendue de fréquences.

Si l'on injecte le signal issu de ce multivibrateur dans les étages basse fréquence d'un poste, on l'entend au haut-parleur. On l'entend encore si l'on injecte dans les étages de moyenne fréquence, et même dans les étages de haute fréquence, de l'étage changeur de fréquence.

Dans le cas d'un récepteur représenté en figure 144, on peut commencer par les étages du bas, points 14 et 15, et « remonter » vers l'antenne.

Rien n'empêche d'ailleurs de combiner et utiliser simultanément ce petit générateur avec le signal-tracer. Dans un tel cas, le générateur envoie dans le poste un signal qui est recueilli au tracer. Le déplacement des 2 appareils dans les différents étages permet toutes les combinaisons possibles, toutes les possibilités.

Le signal-tracer combiné avec multivibrateur est un appareil qui est commercialement répandu, dans la gamme des appareils de mesures qu'utilise le radiotechnicien.

### LE MATERIEL NECESSAIRE

- 2 transistors AC 126.
- 2 résistances.
- 3 condensateurs.
- Pointe de touche.

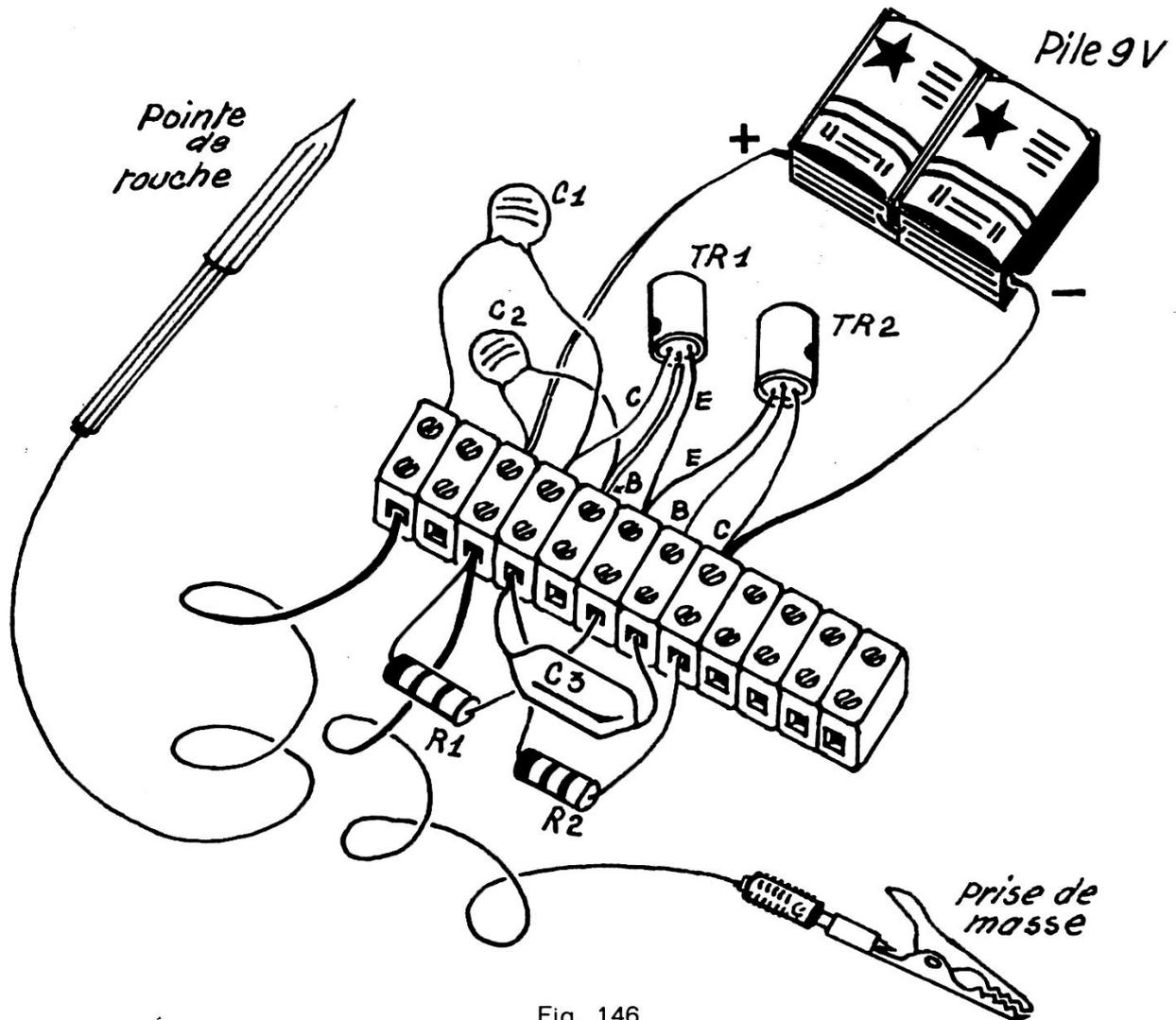


Fig. 146

## Un disjoncteur électronique

Un disjoncteur est essentiellement un appareil de protection.

Voyons le diagramme de la figure 147. Une source d'alimentation, qui peut être le secteur, ou une batterie d'accumulateurs, doit débiter dans un circuit symbolisé ici par une résistance d'utilisation. Ce circuit peut être défaillant, provoquer un court-circuit partiel ou total, ce qui entraînera un débit excessif de la part de la source d'alimentation, risquant de la détériorer.

Le disjoncteur est intercalé dans le circuit en dispositif de protection. Si l'intensité qui le parcourt devient excessive, il se déclenche, « saute », et coupe le courant.

Il existe plusieurs procédés de disjonction, mécaniques, thermiques, électromagnétiques. En voici ici un qui est totalement électronique.

Il est représenté en figure 148.

Nous retrouvons à gauche la source d'alimentation, et à droite l'utilisation. Le disjoncteur est bien un dispositif qui est branché en série dans l'un des fils du circuit général. Le fonctionnement d'un disjoncteur doit pouvoir être réglable, de façon qu'il ne se déclenche qu'au-dessus d'une certaine valeur d'intensité, que l'on détermine, que l'on peut décider et fixer par un réglage manuel.

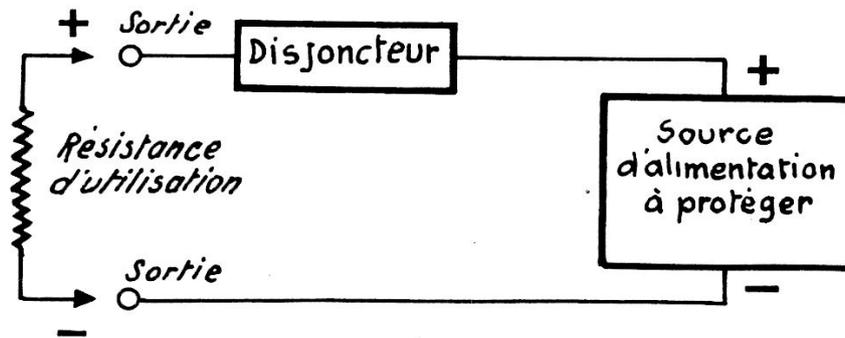


Fig. 147 La source d'alimentation se trouve protégée par le disjoncteur contre une surcharge pouvant provenir d'une défaillance de la résistance d'utilisation.

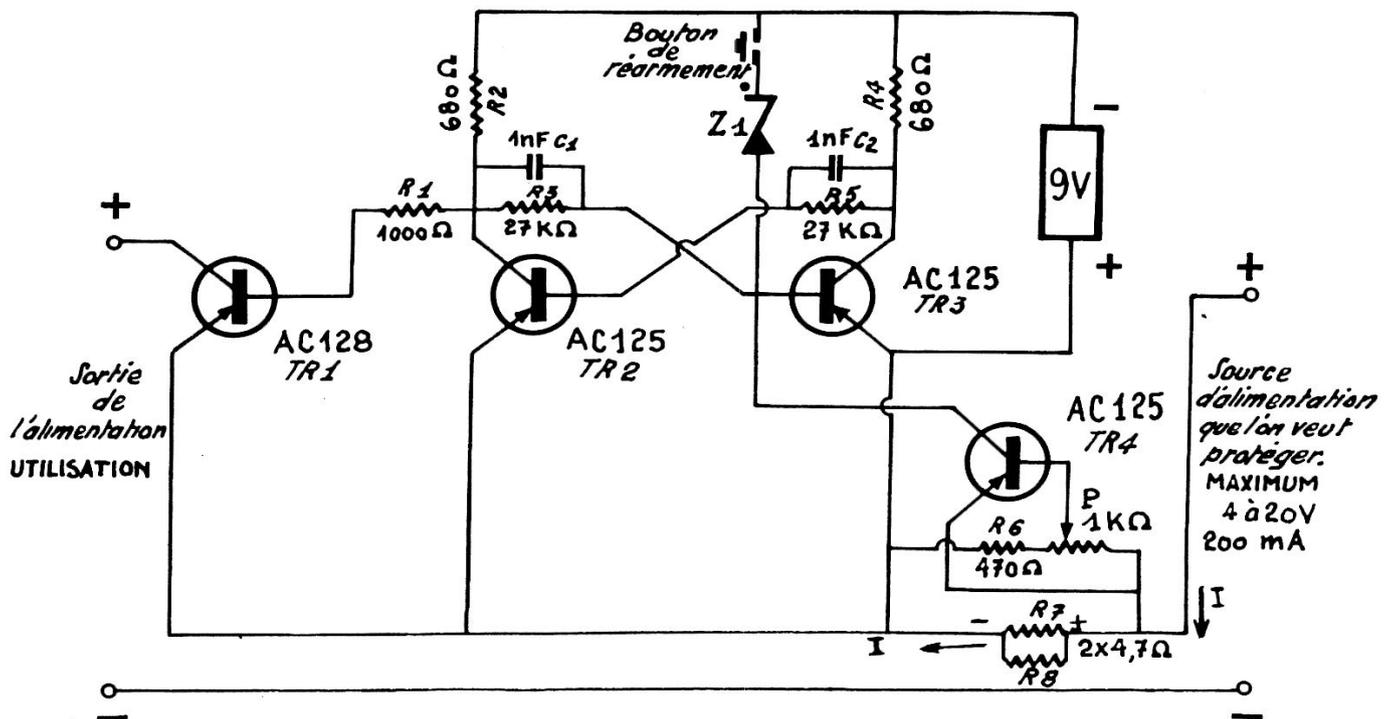


Fig. 148

Ce réglage est ici assuré par le potentiomètre de 1 000 ohms. Depuis 30 milliampères jusqu'à 200 milliampères, on est maître de fixer l'intensité de coupure, qu'on ne veut pas dépasser.

Les deux transistors TR 2 et TR 3 sont montés en bascule bistable. On appelle ainsi un montage qui présente deux positions stables, que l'on peut faire basculer de l'une sur l'autre, le basculement se faisant par l'envoi d'une impulsion appropriée.

L'intensité d'utilisation traverse la faible résistance constituée par R 7 et R 8 mises en dérivation l'une sur l'autre, puis l'espace émetteur-collecteur de TR 1. La tension obtenue aux bornes de R 7 et R 8 est également appliquée au potentiomètre relié en série avec R 6 ; c'est de là que l'on règle le seuil de basculement, et qui si l'intensité qui passe est trop élevée, provoquera la disjonction.

Pour que l'on dispose d'une tension à la sortie, il faut que le courant passe facilement dans le circuit émetteur-collecteur de TR 1, donc que celui-ci conduise à saturation, donc que sa base soit négative, éloignée de l'émetteur qui, lui, est relié au +.

Elle est reliée au collecteur de TR 2, celui-ci est bloqué, donc courant nul entre émetteur et collecteur, donc pas de chute de tension dans R 2, donc collecteur au potentiel du — 9 volts, donc bien négatif.

Pour que TR 2 soit bloqué, il faut que sa base soit positive, au même potentiel que l'émetteur qui est relié au +. Elle est pour cela reliée au collecteur de TR 3 qui doit donc être positif. Pour que le collecteur de TR 3 soit positif, il faut qu'il conduise.

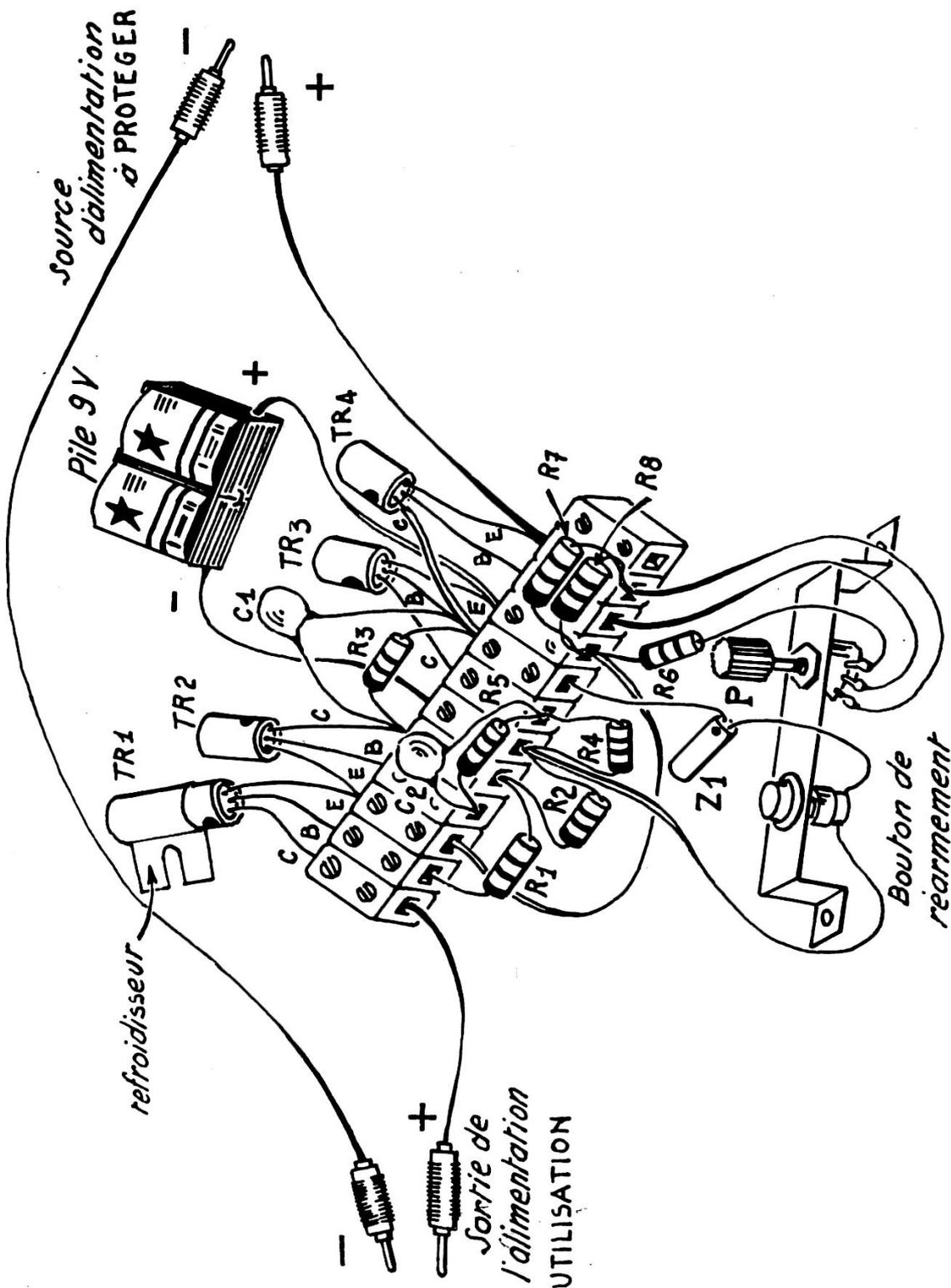


Fig. 149

Pour que TR 3 conduise, il faut que sa base soit négative, éloignée de l'émetteur qui, lui, est relié au +. Elle est reliée au collecteur de TR 4 qui doit être négatif, pour cela il doit être bloqué.

Pour que TR 4 soit bloqué, il faut que sa base soit positive, sensiblement au même potentiel que l'émetteur. C'est bien ce qui se passe en position d'attente, lorsque le courant traversant R7/R8 est normal.

Mais s'il y a surintensité, la tension aux bornes de R7/R8 augmente, donc également la différence de potentiel entre émetteur et base de TR 4. La base devient plus négative que l'émetteur, étant donné que c'est le potentiomètre qui règle le potentiel de la base juste au seuil de basculement du montage.

La base devenant plus négative, TR 4 est débloqué, il conduit, la résistance de l'espace émetteur-collecteur est annulée, le collecteur devient positif.

Dès cet instant, l'état du bistable se trouve basculé, renversé, toutes les polarités sont inversées sur les transistors ; au bout de la chaîne d'où nous sommes « partis », le transistor TR 1 ne conduit plus, il coupe le courant, protégeant l'alimentation. Il est en fait monté en interrupteur, commandé par l'état du bistable.

Pour remettre le bistable dans sa position primitive, pour que le disjoncteur se retrouve en fonctionnement et en position d'attente, il suffit d'envoyer une impulsion négative sur la base de TR 3, ce qui se fait par le bouton de réarmement.

Dans un but documentaire et instructif, nous avons détaillé le fonctionnement de cet ensemble, très intéressant quant à l'analyse du fonctionnement des transistors, de ce que l'on peut en obtenir. Nous avons ici un système basculant, interrupteur, qui agit sans pièces mécaniques en mouvement, uniquement par variations de courants et de tensions. Au besoin pour bien saisir le processus que nous avons exposé, vous pourrez vous reporter au chapitre qui traite des mesures et expérimentations sur les transistors.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| — Trois AC 125.               | — Bouton-poussoir. |
| — Un AC 128 et refroidisseur. | — 8 résistances.   |
| — Potentiomètre et bouton.    | — 2 condensateurs. |
| — Diode Zener Z 1.            |                    |

## Un amplificateur téléphonique

L'amplificateur téléphonique est un appareil dont l'usage s'est assez répandu au cours de ces dernières années. Son but essentiel est de permettre d'entendre un correspondant, sur haut-parleur. Dès que la communication est établie, on pose le combiné téléphonique sur l'amplificateur, et dès cet instant la parole du correspondant est amplifiée et reçue sur haut-parleur.

Elle peut donc être entendue par plusieurs personnes se trouvant dans la pièce et c'est l'un des buts recherchés ; c'est le cas lors d'une correspondance familiale si plusieurs amis ou parents sont à l'écoute ; ou encore si plusieurs collaborateurs sont intéressés par une communication d'ordre technique.

Son but est également *la téléphonie en mains libres*, qui autorise la manipulation de documents ou dossiers pendant une communication téléphonique ; ou encore de ne pas se trouver rivé à tenir le combiné à l'oreille lorsqu'on entend le « ne quittez pas » qui parfois dure longtemps...

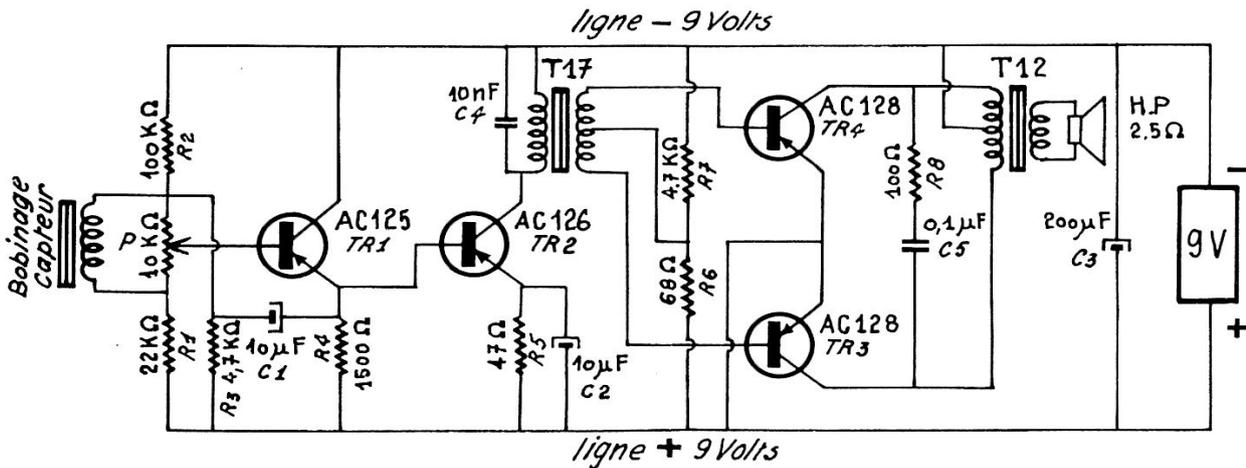


Fig. 150

En vertu d'une réglementation impérative, et d'ailleurs fort compréhensible, toute modification ou intervention est interdite dans un récepteur téléphonique ; l'appareil amplificateur doit donc être absolument « extérieur ». Ceci est obtenu par l'emploi d'une bobine de couplage, bobinage à grand nombre de spires et haut coefficient de perméabilité, que l'on couple à l'écouteur.

C'est donc par induction, par couplage, que les courants de modulation B.F. correspondant à la parole sont transmis à l'amplificateur. Aux bornes du bobinage, on dispose un potentiomètre de réglage qui permettra de doser l'amplification, donc la puissance de sortie.

A partir de là, nous voyons un premier étage amplificateur par AC 125, un second étage par AC 126, un déphasage par transformateur attaquant un push-pull de deux AC 128.

En pratique, il faut rechercher avec le bobinage capteur quelle est la position vis-à-vis de l'écouteur qui donne le meilleur résultat. D'autre part, en montage sur table, il y aura fort probablement déclenchement d'un fort effet Larsen. En effet, après amplification, le haut-parleur rayonne à nouveau sur le microphone, l'écouteur, le bobinage capteur, donc à l'entrée de l'amplificateur, qui amplifie à nouveau...

Cela se traduit en réalité par des accrochages B.F., sifflements et grincements divers. En réalisation définitive, il faut éloigner le haut-parleur de l'ensemble, ne pas le diriger dessus. On peut également monter le tout dans un coffret *compartimenté*, où ces divers éléments critiques seront phoniquement isolés entre eux par du contre-plaqué, feutre, mousse de plastique, tout matériau insonore.

Il faut également signaler que cet appareil n'amplifie pas dans le sens parole-microphone. Théoriquement il faudrait par conséquent parler tout près du microphone, comme dans le cas d'une communication normale. Pratiquement, on peut constater qu'il se produit quand même dans l'ensemble un effet de résonance qui autorise à parler à petite distance, quelques dizaines de centimètres. Cela convient et suffit pour que l'appareil rende les services que l'on est en droit d'en attendre.

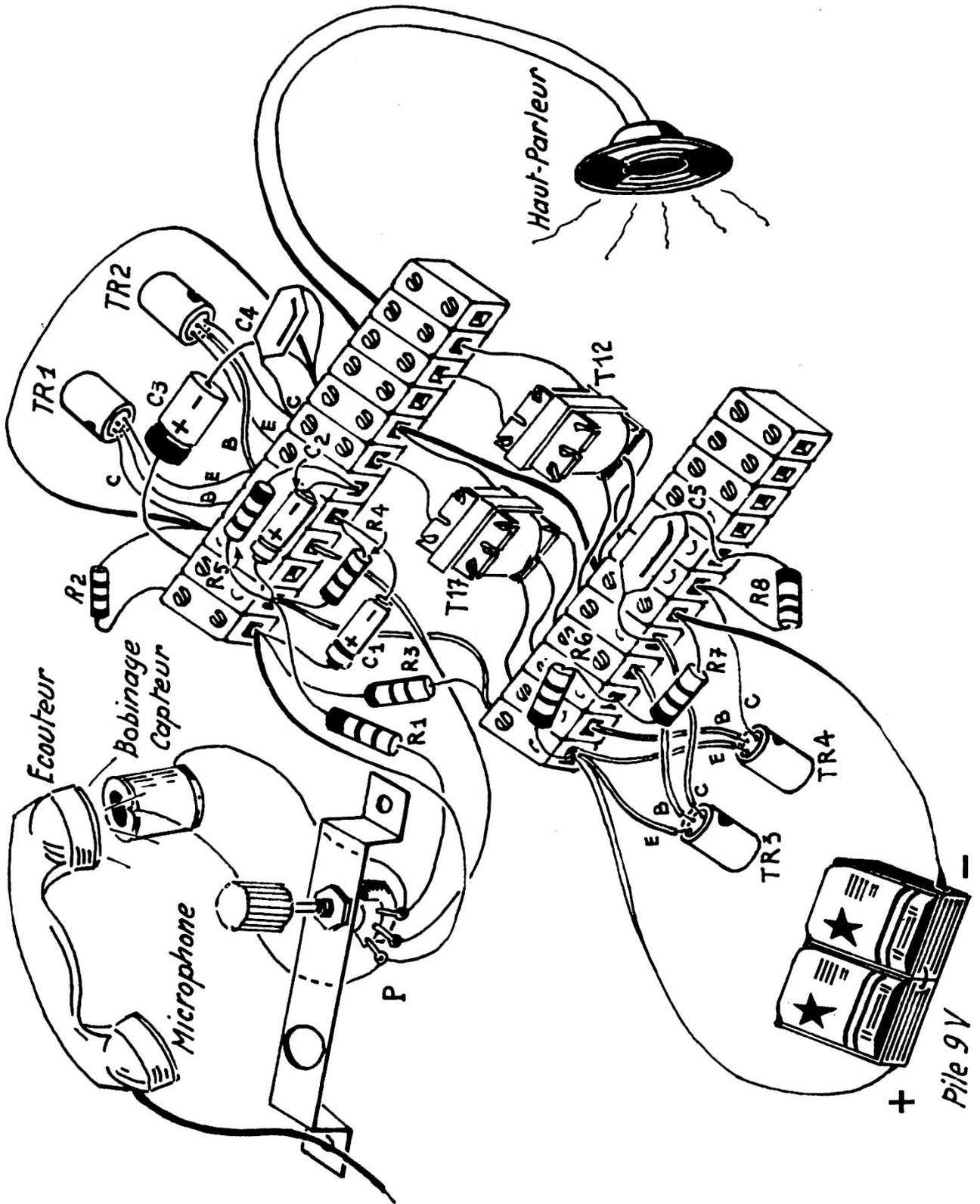


Fig. 151

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| — Transistors : deux AC 128. | — Potentiomètre et bouton. |
| un AC 126.                   | — Haut-parleur 12 cm.      |
| un AC 125.                   | — 8 résistances.           |
| — 2 transformateurs.         | — 5 condensateurs.         |
| — Bobinage capteur           |                            |

## Un voltmètre électronique

Le voltmètre électronique est un appareil de mesures maintenant très répandu et bien connu des radiotechniciens. Il est souvent réalisé sous la forme de voltmètre à lampe, donc mettant en jeu des circuits électroniques. Partant de là, on peut également le concevoir équipé de transistors.

Quel est le but de cet appareil ?

Lors de la conception d'un radio-contrôleur, nous avons parlé de la résistance interne que présente un voltmètre, qui doit être aussi élevée que possible. En effet, pour dévier, un milliampèremètre doit prélever une certaine intensité de courant sur le circuit examiné, il « consomme des millis »... Il est évident qu'il doit en dériver le moins possible, car sur un circuit à forte résistance parcouru par un courant faible, il fausserait totalement les mesures observées.

Un voltmètre électronique est caractérisé par une très forte résistance interne, et c'est essentiellement dans ce but qu'on l'emploie, qu'on l'a conçu.

Le montage que nous présentons ici est expérimental, établi dans l'esprit de simplicité que nous avons recherché pour tous les montages présentés dans cet ouvrage. En version définitive, pour un usage courant, il devrait être plus élaboré, complété. Mais tel qu'il est, il peut quand même être utilisé pour des mesures simples, et donne un aperçu des circuits que l'on peut rencontrer dans un appareil plus complet.

Il présente une résistance interne de 100 kilohms par volt. C'est dire que par exemple, sur la sensibilité 15 volts, il présentera une résistance de 1,5 mégohm, ce qui est très confortable.

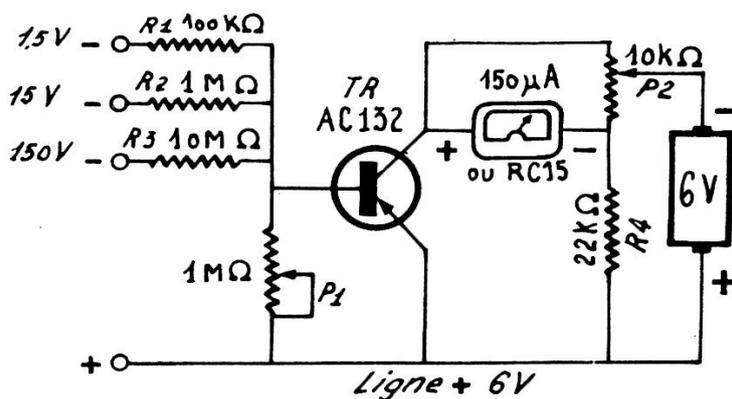


Fig. 152

Le galvanomètre est monté en pont dans le circuit de collecteur, le potentiomètre P2 a pour but la mise au zéro de l'aiguille, pour compenser un courant résiduel existant toujours.

Avec le potentiomètre P1, on effectue l'étalonnage final, opération qui intervient fréquemment dans tous les cas de fabrication d'un appareil de mesure. Ici par exemple, si l'on applique une tension de 15 volts, sur la seconde sensibilité, il faut que l'aiguille dévie à fond d'échelle. Si l'on applique une tension de 8 volts, il faut que l'aiguille indique bien cette valeur. C'est en cela que consiste l'opération de l'étalonnage, il faut disposer de une ou plusieurs tensions de valeurs connues, des tensions « étalons », et établir une relation entre l'indication de l'aiguille et la valeur mesurée. De la précision de l'étalonnage dépendra toujours la précision des mesures qui seront effectuées ultérieurement.

Une solution extrêmement commode consiste évidemment à disposer d'un autre voltmètre dont on est sûr de la précision.

Ici, l'étalonnage définitif devrait être fait en plusieurs points de l'échelle, car on peut constater à l'usage que la déviation de l'aiguille est non linéaire, ce qui est dû aux caractéristiques particulières des transistors.

Sur le plan de montage, nous n'avons fait figurer qu'une seule sensibilité, 15 volts, caractérisée par la résistance d'entrée de 1 mégohm. Il serait possible d'établir plusieurs douilles d'entrée, avec les valeurs de résistances indiquées sur le schéma. Pour une sensibilité 750 volts, c'est une résistance de 50 mégohms qu'il y aurait lieu de prévoir.

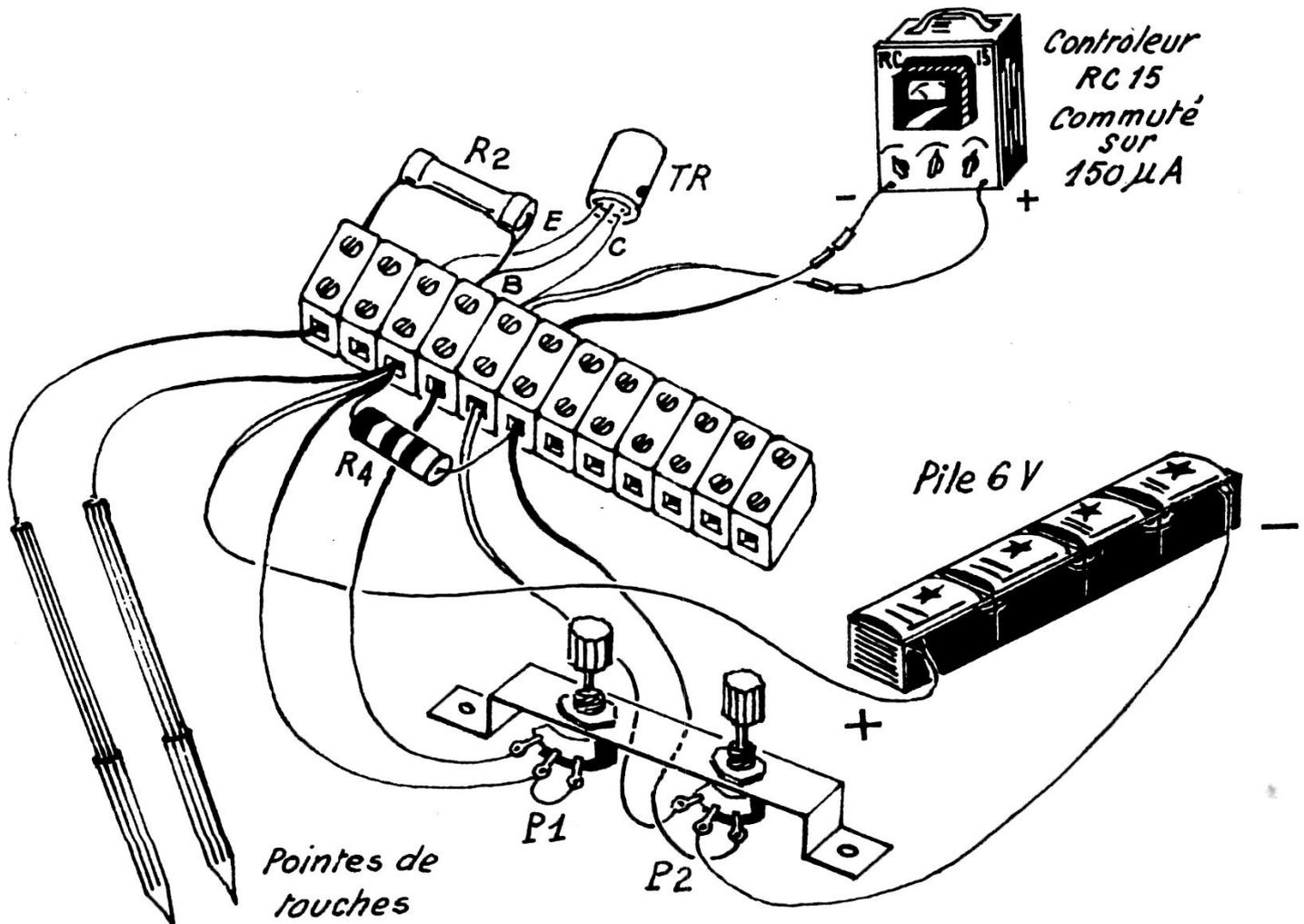


Fig. 153

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| — Transistor AC 132.                 | — 2 boutons.                     |
| — Potentiomètre 10 kilohms linéaire. | — 4 résistances.                 |
| — Potentiomètre 1 mégohm linéaire.   | — 1 paire de pointes de touches. |

## Un vérificateur de quartz

L'appareil que nous vous présentons ici trouve de nombreux emplois dans la technique de l'émission et de la réception. Nous citerons, par exemple, la radiocommande des modèles réduits, technique dans laquelle on pratique couramment la fabrication, réglages, essais, étalonnage, de petits émetteurs et récepteurs, maintenant entièrement transistorisés dans la plupart des cas.

Nous citerons également la petite radiotéléphonie, petits émetteurs-récepteurs transmettant de la parole, également connus sous le nom de « walkies-talkies », ou radiotéléphones.

Le quartz est l'un des éléments qui entrent dans la fabrication des émetteurs, et parfois des récepteurs dans le cas de types superhétérodynes. Il fixe, stabilise, détermine rigoureusement, la fréquence d'un montage oscillateur. Il devient, par conséquent parfois nécessaire d'en vérifier le bon fonctionnement.

Nous sommes partis de là, mais en fait nous avons abouti à un appareil qui nous assure 4 fonctions. Il est :

- vérificateur de quartz,
- vérificateur de transistors haute fréquence,
- oscillateur étalon de fréquence,
- champmètre.

Examinons le schéma que nous voyons en figure 154.

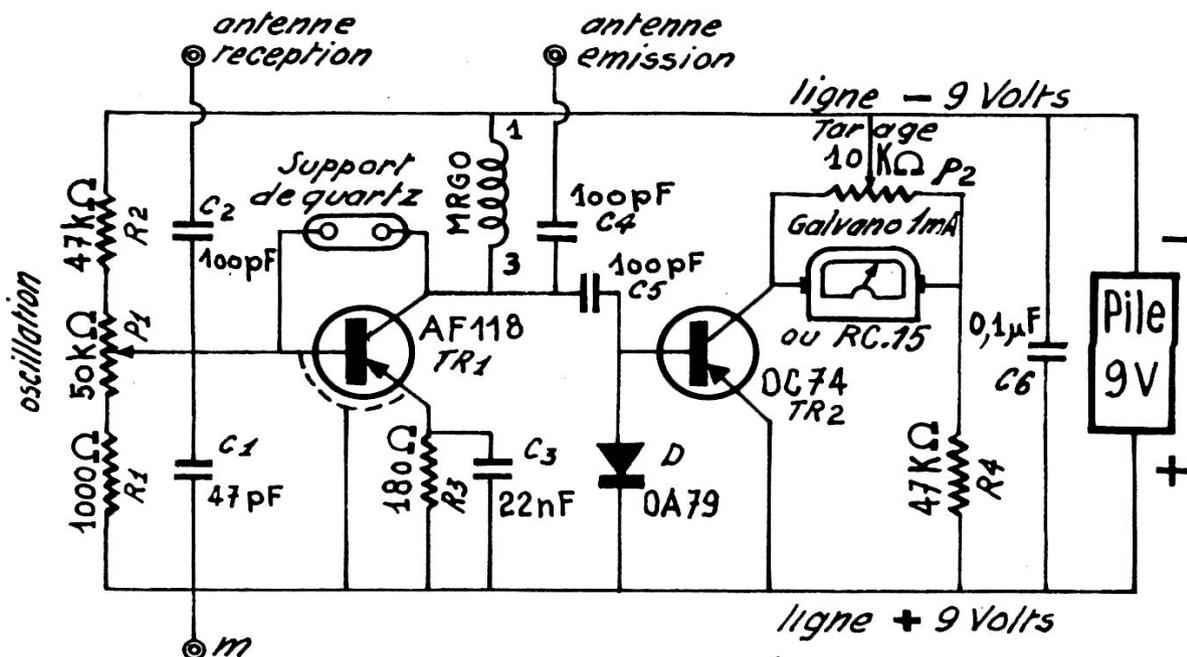


Fig. 154

Le premier étage est constitué par un transistor AF 118 monté en oscillateur haute fréquence et piloté par quartz. C'est le quartz qui détermine la fréquence de l'oscillation engendrée, le bobinage MRGO est là uniquement en impédance de charge dans le circuit de collecteur. C'est à ses bornes qu'apparaît la tension de haute fréquence disponible.

Le potentiomètre P 1 est inséré dans le pont diviseur de tension, il détermine le potentiel de la base, et de là le gain, l'amplitude de l'oscillation H.F.

Du collecteur, le condensateur de liaison C 5 transmet à l'étage suivant.

La diode détecte l'oscillation, il apparaît à ses bornes une tension pulsée qui en raison du sens de branchement établi polarise négativement la base de l'OC 74. Il en résulte un courant de collecteur proportionnel à cette polarisation, donc à l'amplitude H.F. Ce courant est mesuré dans le galvanomètre de 1 milliampère. Comme le courant de repos du transistor n'est pas nul, on a prévu le potentiomètre P 2 qui agit en remise au zéro.

Partant de là, voyons maintenant les diverses utilisations.

1° — *Vérificateur de quartz.* Nous avons prévu un support, qui peut recevoir différents quartz, de différentes fréquences. Au début, le curseur du potentiomètre P 1 doit être mis en position minimale, vers R 1. Le circuit de l'alimentation étant établi, on procède d'abord à la mise au zéro de l'aiguille du galvanomètre par la manœuvre de P 2.

On déplace ensuite lentement P 1 pour augmenter la polarisation de la base, à un moment donné le système entre en oscillation et on voit l'aiguille dévier franchement.

La déviation de l'aiguille permet de juger l'activité du quartz. Si l'on ne touche plus à P 1 on peut comparer l'activité de plusieurs quartz entre eux. L'importance de la course qu'il faut donner à P 1 est également d'une observation précieuse ; pour un quartz peu énergique il faut aller, par exemple, jusqu'à la moitié ou aux trois quarts de la course, alors que pour d'autres l'oscillation démarre dès le premier quart.

Pour certains modèles très actifs, on note même une déviation totale de l'aiguille, il faut alors agir sur P 2 pour limiter cette déviation et ne pas endommager le galvanomètre.

Après emploi, il est toujours sage de ramener P 1 à zéro.

Les amateurs radio-modélistes apprécient beaucoup cet appareil pour la vérification de leurs quartz en 72 et 27,120 mégahertz.

2° — *Vérification de transistors H.F. et V.H.F.* Vous avez en main ce montage en fonctionnement. Sans rien modifier, vous retirez l'AF 118 et en mettez un autre à la place. Vous pouvez absolument juger son oscillation, son activité, son aptitude à osciller, dans quelles fréquences optimales il est meilleur, jusqu'à quelle fréquence il est valable. Tout ce qui a été dit précédemment sur P 1 et P 2 s'applique ici. Simplement, au lieu de juger un quartz, on juge un transistor.

3° — *Emetteur étalon de fréquence.* Si vous branchez à la douille « antenne d'émission » une antenne de 75 à 100 centimètres environ, vous rayonnez de la sorte une onde dont vous savez que la fréquence est celle du quartz, et rigoureusement celle-là. Cette fréquence est sûre, constante, d'une précision absolue. L'appareil ainsi établi peut vous permettre d'accorder un récepteur sur votre fréquence. Avec un jeu de plusieurs quartz de valeurs appropriées, vous pouvez régler et étalonner une hétérodyne, aligner un récepteur, contrôler et vérifier tout autre générateur.

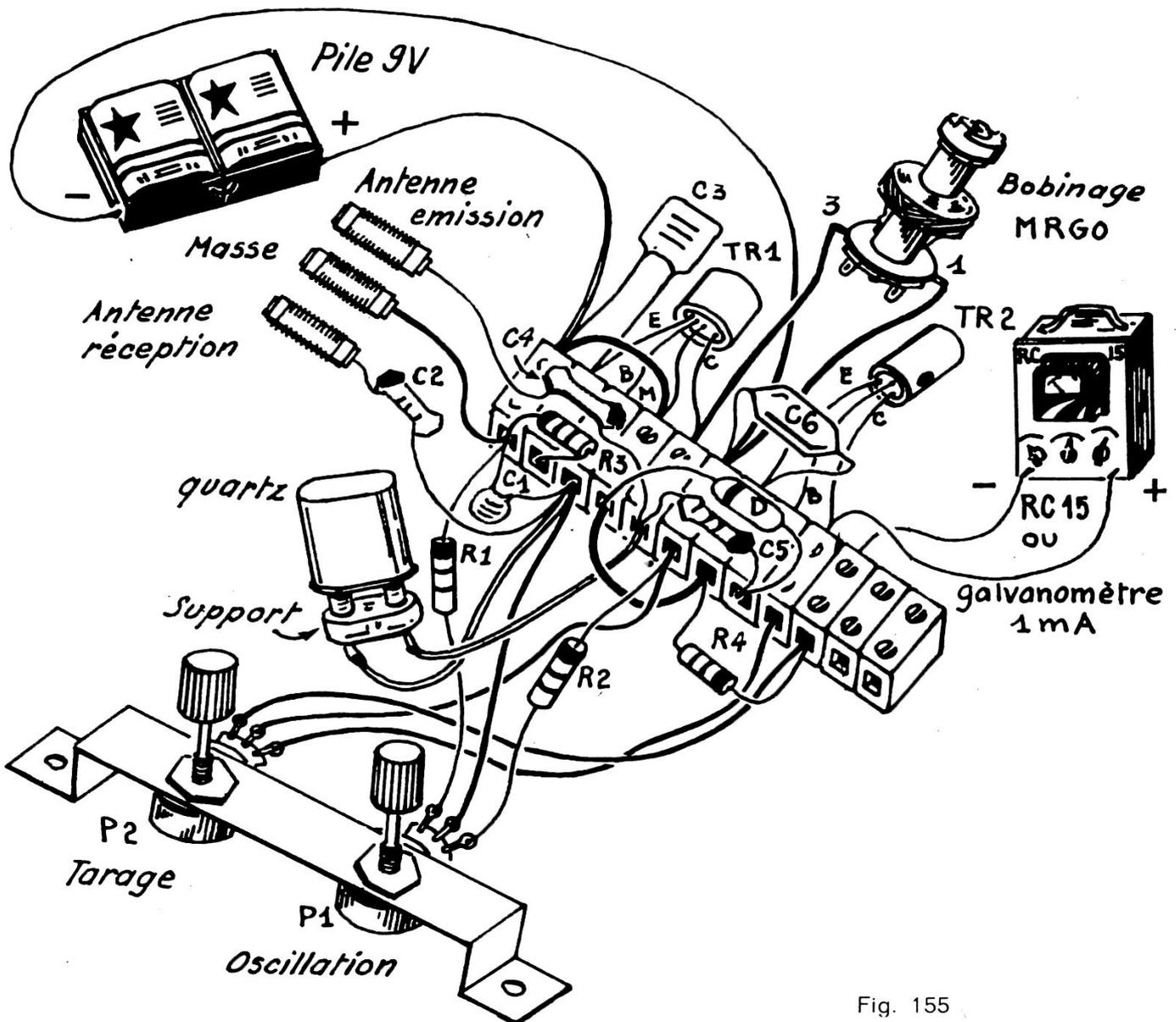


Fig. 155

4° — Champmètre. Nous avons déjà exposé dans cet ouvrage ce qu'est le champmètre, mesureur de champ. Ici, quartz retiré, si vous branchez une même antenne à la douille « antenne de réception », vous disposez bien d'un récepteur, dont l'amplification, la sensibilité, est réglable par P1. Disposé sur table au voisinage d'un émetteur, il vous permettra d'effectuer tous vos réglages au maximum de puissance, que vous apprécierez par le maximum de déviation de l'aiguille.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistors AF 118 et OC 74.
- Support de quartz.
- Bobinage MRGO.
- Diode.
- Potentiomètre 50 kilohms.
- Potentiomètre 10 kilohms.
- 2 boutons.

- Antenne télescopique à fiche.
- 4 résistances.
- 6 condensateurs.

Accessoirement : — galvanomètre, ou contrôleur.  
— un ou plusieurs quartz.

## Un localisateur de métaux

Détecteur de métaux, localisateur de métaux, cet appareil a été fort utilisé en des temps heureusement maintenant lointains sous la forme de détecteur de mines. A des fins plus pacifiques, nous dirons qu'il a pour but de signaler la présence, ou l'absence, de masses métalliques, câbles, poutrelles, pièces quelconques, ceci dans des endroits où l'on ne peut les voir, ou là où il n'est pas possible d'aller.

En construction architecturale, par exemple, il est fréquent de vouloir localiser dans une cloison la présence d'une conduite, d'une armature métallique. Ou bien entendu inversement, de savoir si un mur ne comporte aucune partie métallique avant d'y entreprendre des travaux.

Le principe de fonctionnement sur lequel est basé ce dispositif réside dans la *technique des battements*, qui d'ailleurs se rencontre fréquemment en radio. Si l'on considère deux oscillations de fréquence  $F_1$  et  $F_2$  et qu'on les fait « battre » ensemble, interférer, qu'on les mélange, il en résulte un son de fréquence  $F_3$  qui est égale à  $F_1 - F_2$  ou à  $F_2 - F_1$ , suivant que  $F_1$  est plus grand ou plus petit que  $F_2$ .

Même si  $F_1$  et  $F_2$  sont des hautes fréquences, donc inaudibles, la résultante du battement peut être une basse fréquence, donc un son, audible.

C'est cette technique que nous mettons en application ici, illustrée par la figure 156.

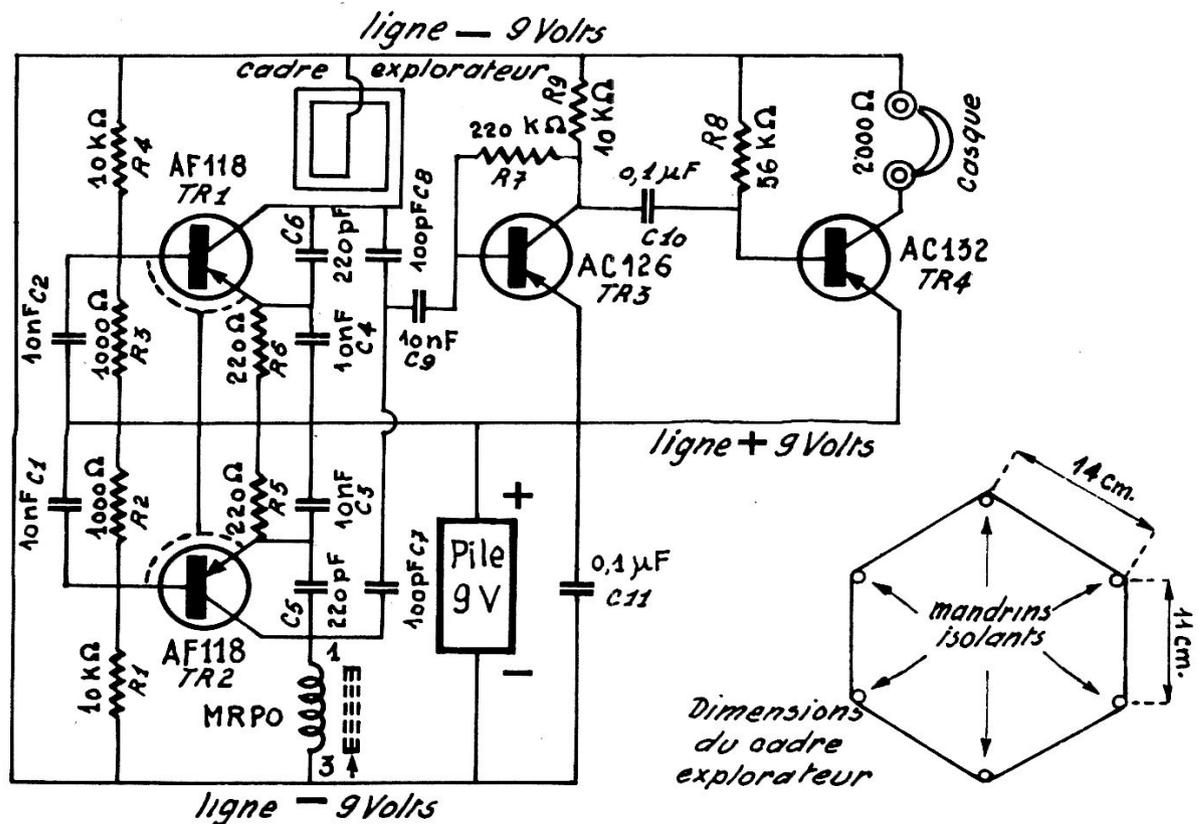


Fig. 156



Deux transistors AF 118 sont montés en oscillateur de type Colpitts, bien connu par ses propriétés de stabilité. Pour TR 2 l'enroulement oscillateur est constitué par un petit bobinage, « intérieur » au montage, MRPO. Pour TR 1 il est constitué au contraire par un grand bobinage, le cadre explorateur, extérieur et séparé du montage.

Le battement des 2 oscillations se fait par les collecteurs, reliés ensemble par les capacités C 7 et C 8. La fréquence résultante est transmise par C 9 à l'étage amplificateur de basse fréquence suivant, équipé d'un AC 126, puis à nouveau pour une nouvelle amplification à l'étage AC 132. Le son est perçu sur casque à 2 écouteurs.

Le montage étant en fonctionnement, au début on agit sur le petit noyau de ferrite qui se déplace dans le bobinage MRPO, en cherchant à provoquer au casque une note audible. On « promène » le cadre explorateur, on le déplace, lorsqu'il approche d'une pièce métallique cela en *modifie son* coefficient de self-induction, donc la fréquence d'oscillation, donc la résultante du battement, donc en définitive la note perçue au casque.

C'est essentiellement ce qu'on recherche, *une variation* du son. Théoriquement, on devrait amener les deux oscillateurs à la même fréquence, ce qui provoque ce qu'on appelle « le battement nul », ou « le battement zéro », qui se traduit par un silence. De cette façon, le désaccord de l'un des oscillateurs provoque un son. En pratique, on constate que le « bruit zéro » est instable, difficile à maintenir. Et cela est sans importance, on peut se fixer et se déterminer un son permanent de la hauteur qui convient le mieux, qui ne soit pas fatigant. Et c'est *une variation* de ce son, soit en plus aigu, soit en plus grave, qui révèle la présence d'un métal près du cadre.

Cadre en main, vous pourrez vous livrer à quelques essais et comparaisons. Il n'est pas possible d'indiquer des distances d'efficacité, car la distance varie avec l'importance de la masse métallique. Il est bien compréhensible que pour une petite pièce, il faut approcher le cadre plus près que dans le cas d'une masse importante. Citons à titre documentaire « plusieurs dizaines de centimètres ».

Nos dessins et photos vous donnent toutes indications utiles quant à la réalisation pratique. Le cadre explorateur est constitué par 20 spires de fil émaillé 3 dixièmes, maintenues par des petits mandrins isolants.

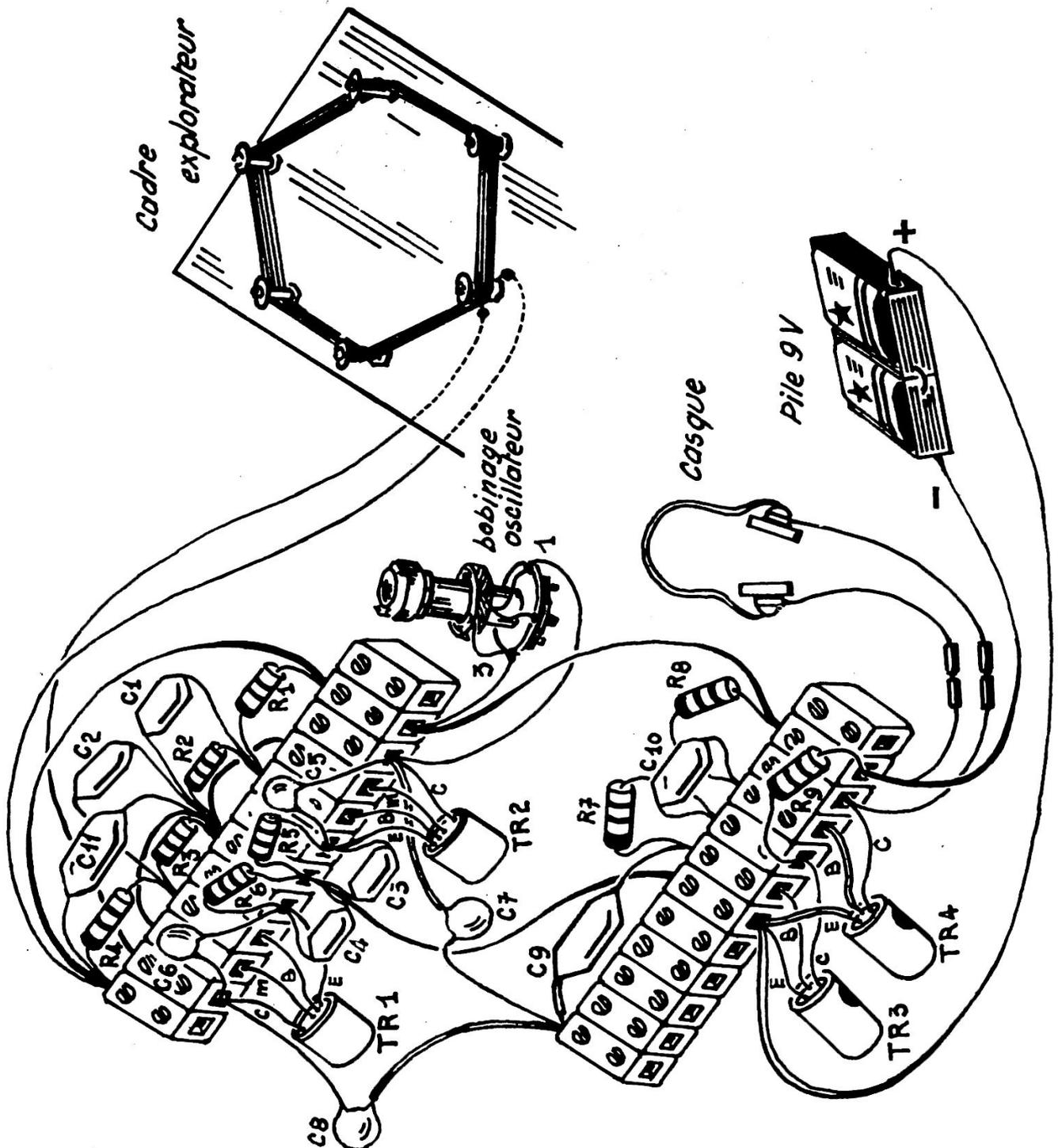


Fig. 157

## LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| — Deux transistors AF 118.          | — Poignée.            |
| — Un transistor AC 126.             | — Bobinage MRPO.      |
| — Un transistor AC 132.             | — 9 résistances.      |
| — 6 mandrins isolants 8 mm.         | — Casque 2 écouteurs. |
| — 20 mètres fil émaillé 3 dixièmes. | — 11 condensateurs.   |

## Une clôture électrique

La clôture électrique est un dispositif qui est mis en pratique depuis fort longtemps. Il consiste en une électrification des fils métalliques équipant la clôture qui entoure un champ de pâturage, un pré, dans lequel des bêtes sont parquées. Lorsqu'une bête touche ces fils, elle reçoit une secousse, une décharge électrique, non dangereuse mais suffisamment désagréable pour la faire reculer. La clôture se trouve ainsi protégée contre des détériorations provoquées par les bêtes.

Nous avons dit que le courant ne doit pas être dangereux, non seulement pour les bêtes, mais il ne doit pas non plus constituer un danger pour des personnes qui viendraient à toucher aux fils par inadvertance.

En fait, on alimente la clôture par du courant de haute tension, mais par une source ne pouvant débiter aucune intensité, aucune puissance. Le courant d'un accumulateur de 6 ou 12 volts est haché par un vibreur et transmis au primaire d'un transformateur dont le secondaire est fortement élévateur de tension. Il est constitué par un très grand nombre de spires, faites de fil très fin. On retrouve un circuit analogue à celui des voitures, où le circuit des bougies est alimenté en haute tension en partant d'une batterie d'accumulateurs.

Le vibreur est un élément assez fragile, d'un fonctionnement parfois capricieux. Le montage que nous proposons ici est entièrement électronique ; pas de pièces mécaniques en mouvement, pas de ruptures, pas d'étincelles, tout se fait par basculement de courants et tensions...

Le schéma est représenté en figure 158.

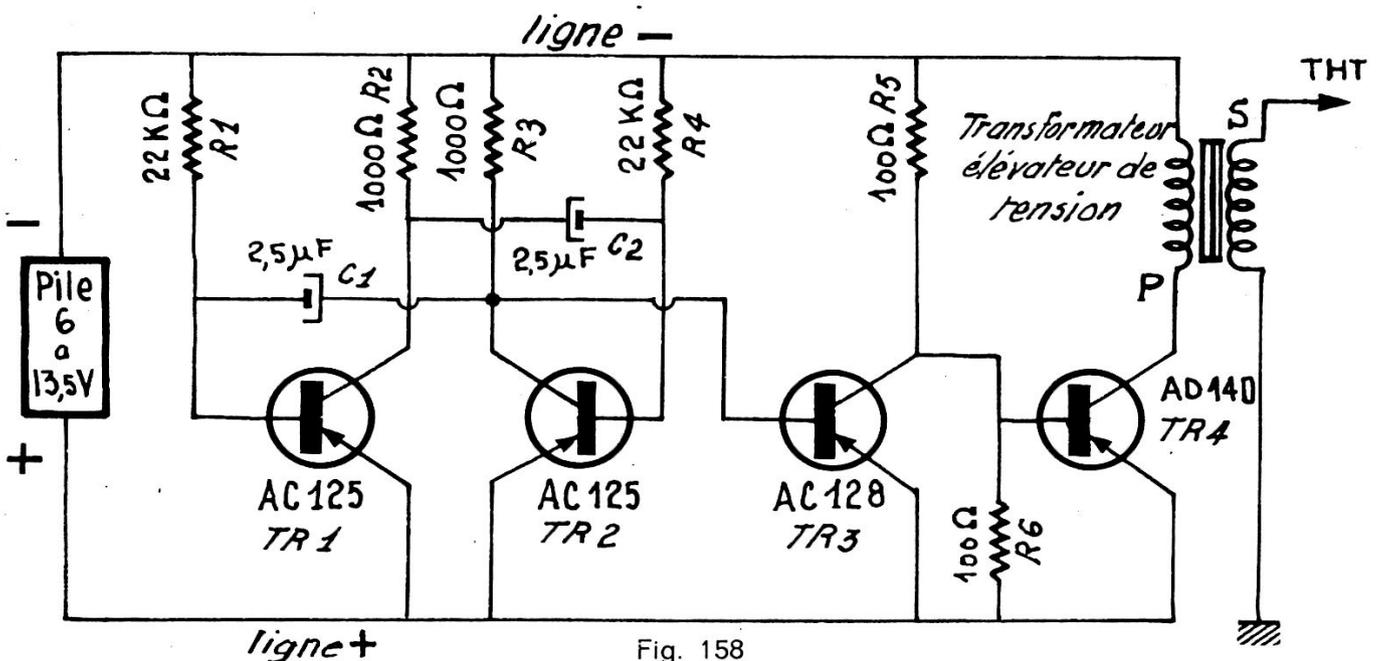


Fig. 158

Nous y voyons deux transistors AC 125 montés en multivibrateur, système oscillant à une fréquence qui est de l'ordre de 20 hertz. Dans un tel système, chacun des transistors conduit, puis est bloqué, tour à tour. Sur le collecteur de TR2 on dispose donc de variations, d'impulsions, qui sont transmises directement sur la base de TR3 pour amplification. Celui-ci transmet à nouveau, mais cette fois à un transistor de puissance AD 140.

C'est dans le collecteur de ce dernier que se trouve le primaire d'un transformateur, par conséquent parcouru par un courant variable, dont le secondaire fortement élévateur de tension peut alimenter les fils d'une clôture. Pour cela, l'une des bornes est reliée à la terre, l'autre à des fils métalliques qui doivent être montés sur isolateurs.

La réalisation pratique est représentée en figure 159. Nous y retrouvons le support de transistor de puissance, que nous avons déjà rencontré dans des montages précédents. Pour l'identification des enroulements du transformateur, disons que le primaire est en fil émaillé, nettement plus gros que le fil du secondaire qui est très fin.

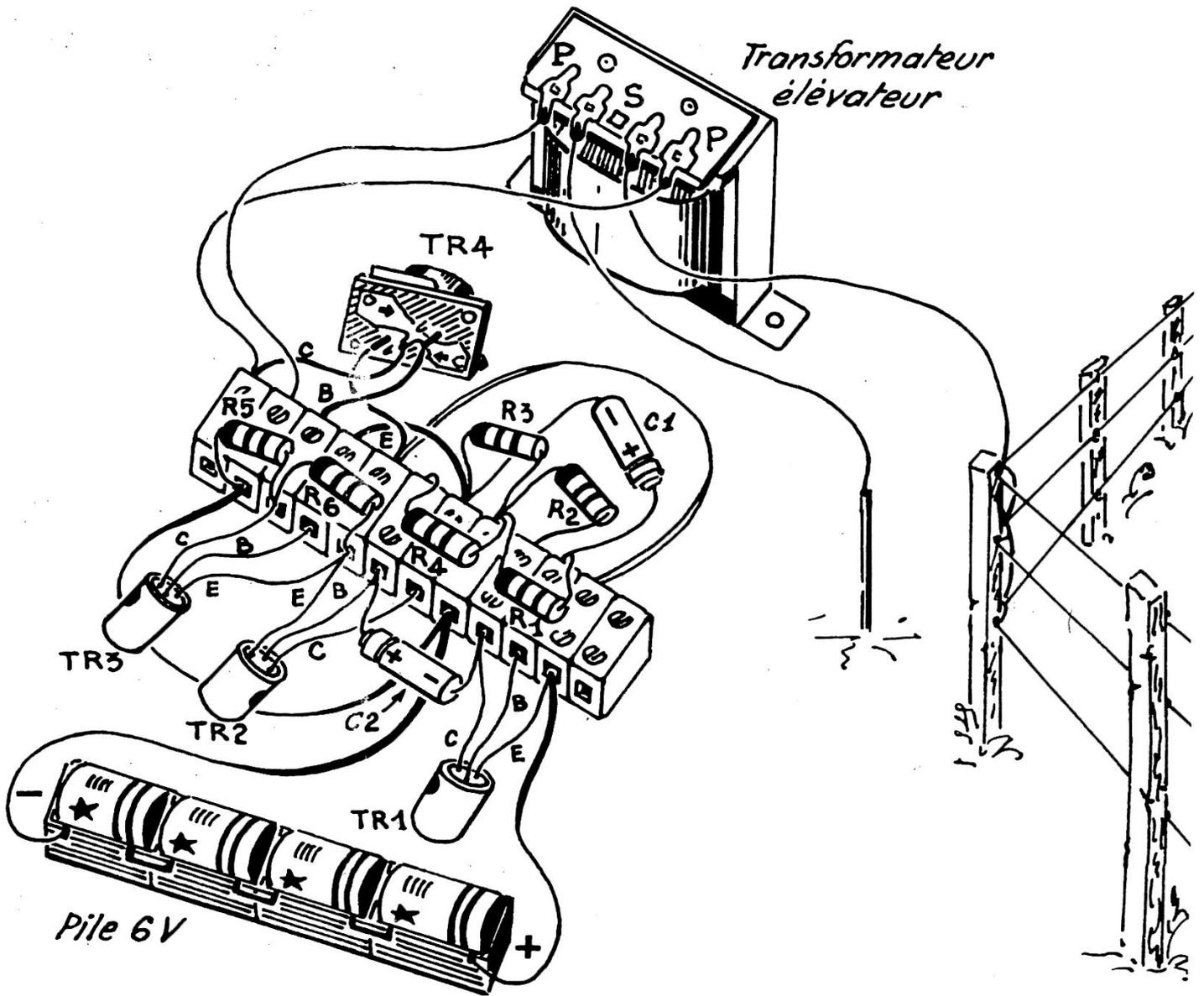


Fig. 159

Au cours des essais qui ont été menés, nous avons observé pour une tension d'alimentation de 6 volts un débit de 200 milliampères, fournissant une haute tension de l'ordre de 2 000 volts. Pour une alimentation de 12 volts, des valeurs sensiblement doublées : 400 milliampères et 4 000 volts.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| — Transistor AD 140 et son support. | — Transformateur.  |
| — Deux AC 125.                      | — 2 condensateurs. |
| — Un AC 128.                        | — 6 résistances.   |

## Des compte-tours pour voitures

On peut constater actuellement que très nombreuses sont les voitures modernes qui sont équipées d'un compte-tours.

Le but de cet accessoire est de permettre à l'automobiliste de connaître en permanence à quelle vitesse tourne son moteur, vitesse qui se chiffre en nombre de tours par minute.

Sur toutes les voitures, le conducteur est renseigné par le compteur kilométrique sur la vitesse du véhicule, en kilomètres à l'heure. Mais pour une conduite rationnelle, pour savoir à quel moment il doit changer ses vitesses en fonction des besoins de la conduite (montagne, traction de caravane, moteur froid, rodage...), pour adapter le régime du moteur au régime des roues, il lui est nécessaire en réalité de connaître la vitesse de rotation de son moteur.

Cela peut se faire, et s'est fait pendant longtemps, d'une façon empirique à l'oreille. Mais on est bien obligé de constater que de toute façon, l'oreille est toujours un très mauvais instrument de mesure, qui fournit des appréciations tout à fait personnelles.

Et en plus de cela, sur les voitures modernes :

- on tend vers le moteur totalement silencieux,
- l'habitacle est insonorisé,
- et pour peu qu'un récepteur de radio se trouve à l'intérieur...

La connaissance constante de la vitesse de rotation du moteur permet de mieux l'adapter aux différents régimes de la boîte de vitesse, d'en tirer le maximum de rendement pour le minimum de consommation et d'usure.

Le fabricant d'une marque de voiture indique parmi les différentes caractéristiques techniques, pour quel régime moteur (nombre de tours/minute) le couple est maximum, pour quel régime la puissance est maximale, et quel est le régime maximum du moteur qu'il convient de ne pas dépasser.

S'il est indiqué, par exemple, que le couple est maximum pour 2 800 tours/minute, ceci indique que pour cette vitesse on obtient le maximum du moteur pour une plus faible consommation. La vitesse de rotation pour la puissance maximale pourra être, par exemple, de 5 600 tours/minute pour ce même moteur, c'est le régime qui ne doit pas être dépassé sur les vitesses intermédiaires. Enfin le régime de 5 900 tours/minute, par exemple, est le maximum qu'il convient de ne pas dépasser sur la plus grande vitesse qu'il est possible d'obtenir de la voiture, sur plat, voiture lancée.

Nous avons expérimenté 3 modèles de compte-tours de diverses importances, que nous vous présentons ci-après.

## Un compte-tours extrêmement simplifié

Le principe de fonctionnement du compte-tours électronique pour voiture automobile consiste à utiliser les *impulsions électriques* qui sont présentes dans le circuit d'allumage. Le nombre de ces impulsions est en rapport avec le nombre d'allumages des bougies, donc avec la vitesse de rotation du moteur.

Ce sont ces impulsions qui sont intégrées, amplifiées, qui déclenchent le montage, et finalement provoquent la déviation de l'aiguille d'un galvanomètre devant une échelle qui peut être graduée directement en tours/minute.

Le premier montage que nous proposons en figure 160 présente l'avantage de la très grande simplicité ; en contrepartie il est évident qu'on n'en peut attendre une extrême précision.

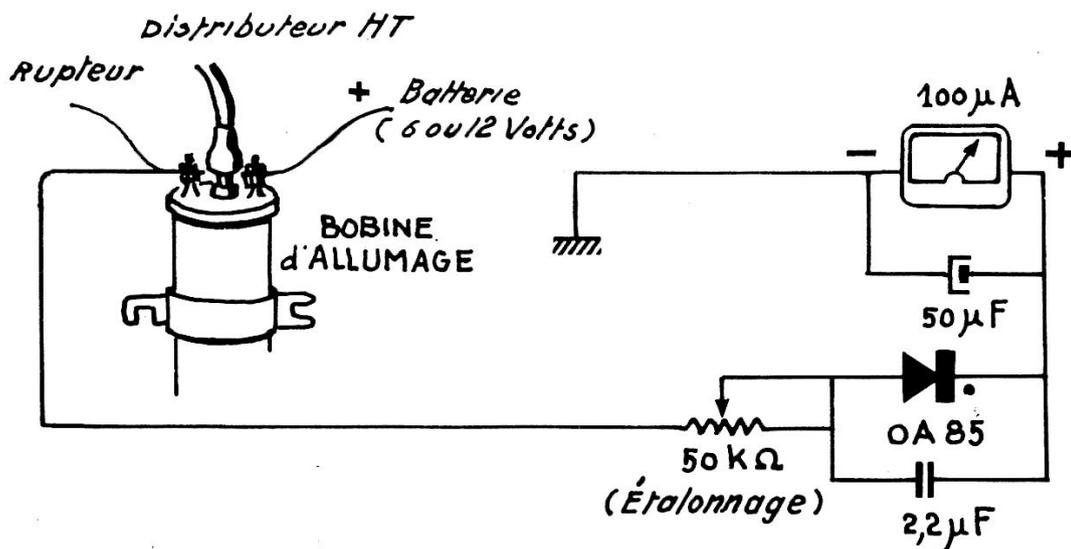


Fig. 160

Les impulsions électriques nécessaires sont prélevées sur les bornes du *rupteur* de la bobine d'allumage. Ce circuit est parcouru par un courant haché, périodiquement coupé par le *rupteur*. Le potentiomètre de 50 kilohms utilisé sur le montage expérimental peut être remplacé par une résistance ajustable en montage définitif. Il est destiné à une fonction d'étalonnage :

— au début, on le règle en fonction de la tension de la batterie, 6 ou 12 volts, pour que l'aiguille se trouve déviée en permanence à fond d'échelle, vers la droite ;

— ensuite pour étalonner le cadran directement en tours/minute.

Sur ce modèle, au repos l'aiguille dévie à droite, et l'augmentation du régime se traduit par une déviation vers la gauche. En montage expérimental, on peut se servir du radio-contrôleur commuté sur la sensibilité 150 microampères. Pour un appareil définitif, on peut adopter un microampèremètre de sensibilité 100 à 150 microampères.

### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Potentiomètre 50 kilohms.
- Bouton.
- Diode OA 85.

- 2 condensateurs.

- Accessoirement : — Galvanomètre.  
— Radio-contrôleur.

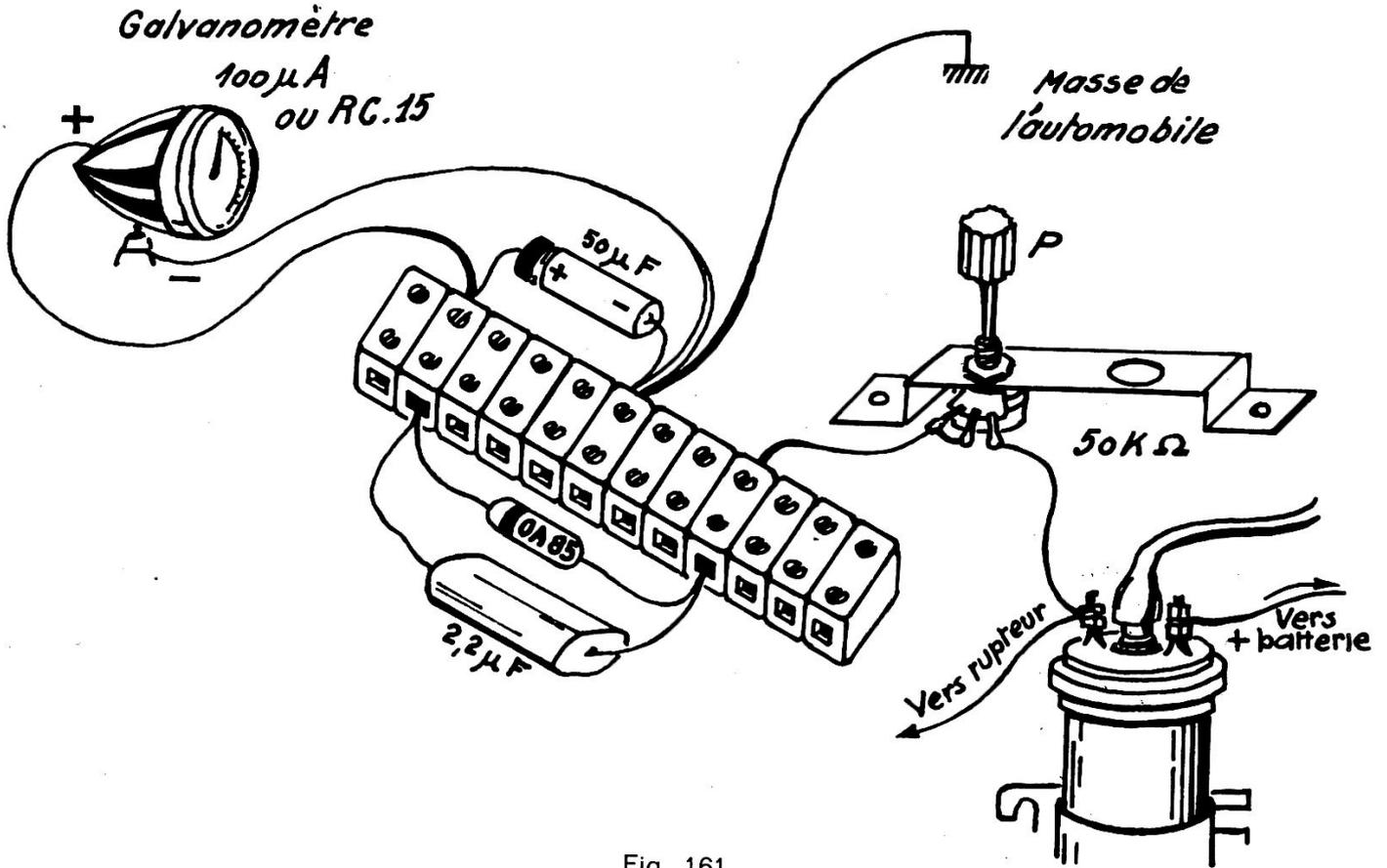


Fig. 161

### Un compte-tours à un transistor

Représenté en figure 162, le schéma de ce modèle est un peu plus élaboré que le précédent, tout en restant très facilement réalisable.

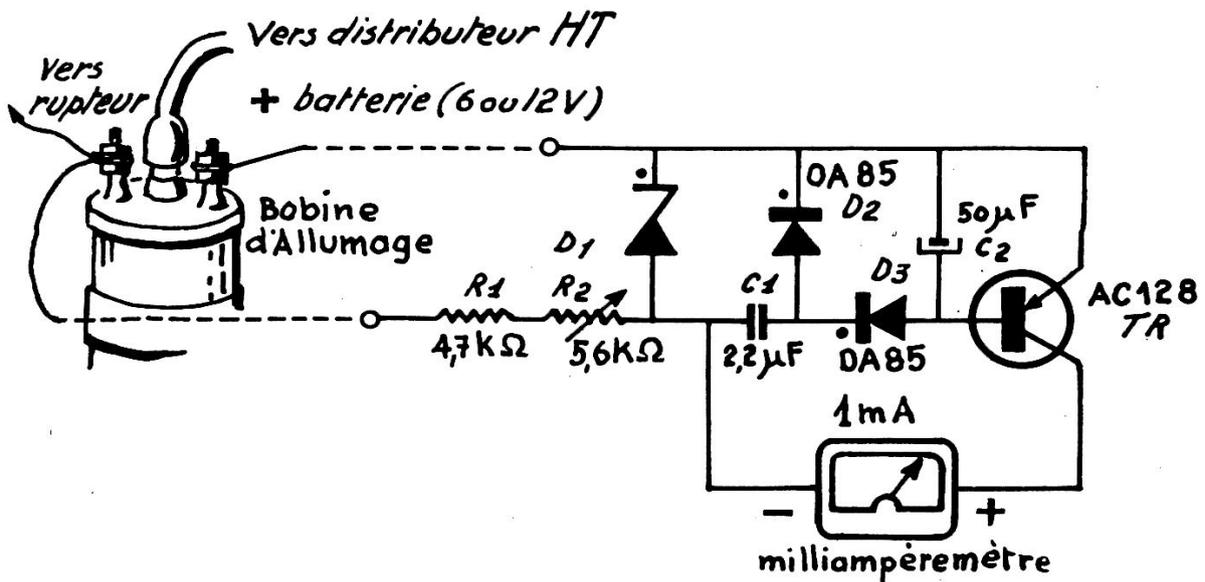


Fig. 162

Les impulsions électriques sont ici prises aux 2 bornes du primaire de la bobine d'allumage. Ces impulsions sont limitées en amplitude, puis intégrées, c'est-à-dire qu'elles fournissent en définitive une tension qui est proportionnelle à leur fréquence, donc à leur nombre. La lecture peut se faire sur le milliampèremètre de 1 milliampère, gradué directement en nombre de tours/minute.

La résistance ajustable R2 est destinée à l'étalonnage. La solution la plus simple consiste évidemment à disposer d'un autre compte-tours du commerce, branché sur le même moteur. Tous les 500 tours, par exemple, on porte sur l'échelle du milliampèremètre la valeur lue sur le compte-tours étalon.

On peut également se servir d'un générateur basse fréquence délivrant des signaux rectangulaires. Un tel appareil est souvent gradué en hertz, autrement dit en *cycles par seconde*. Il y a alors lieu de tenir compte que, dans le cas d'un moteur à 4 cylindres et à 4 temps, par exemple, ce qui est le cas le plus fréquent, la relation entre le nombre d'impulsions par seconde au primaire de la bobine et la vitesse de rotation du moteur en tours par minute est :

$$\text{Impulsions/seconde} = \frac{\text{Nombre de cylindres} \times \text{tours/minute}}{120}$$

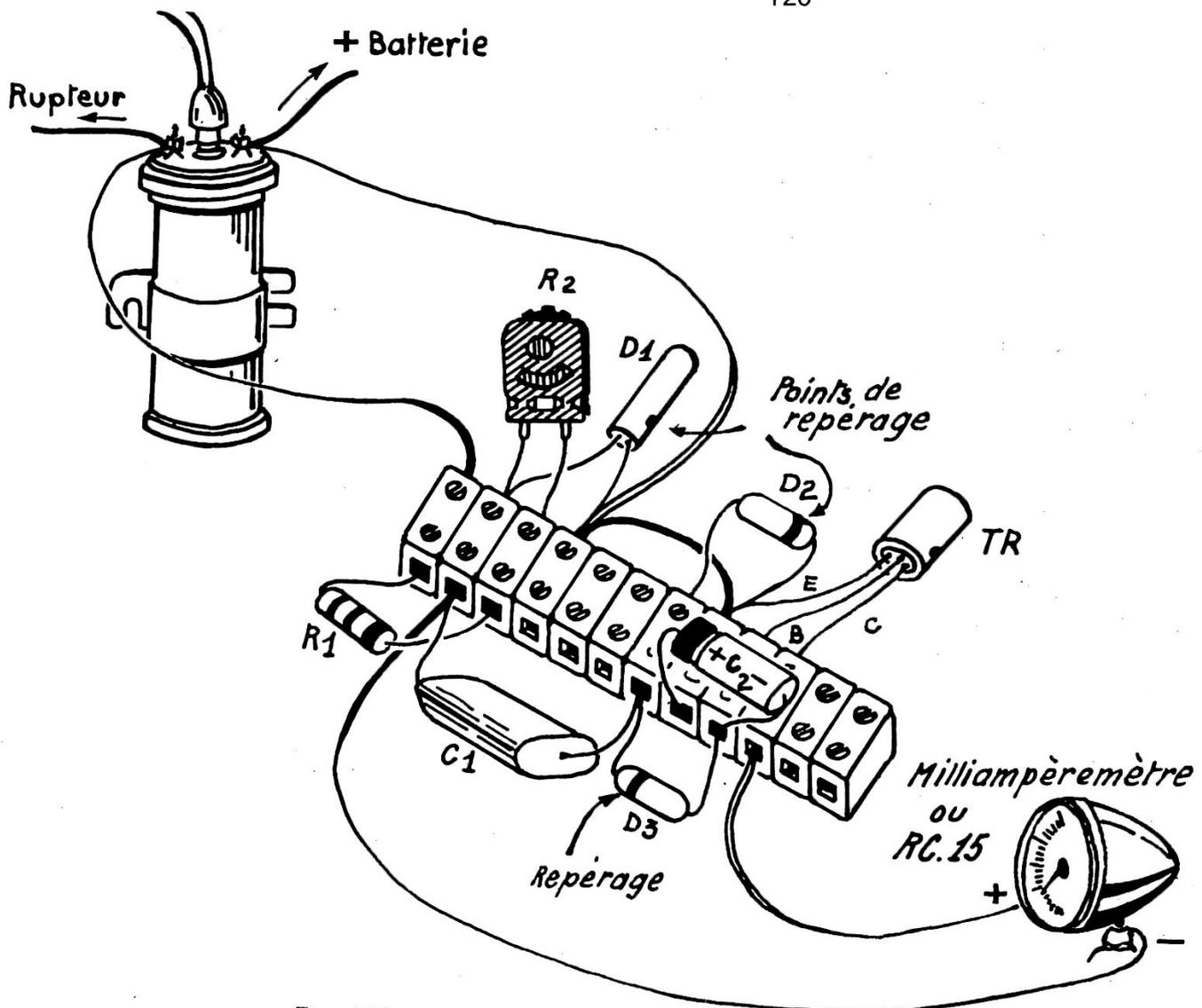


Fig. 163

On vérifiera facilement que pour une vitesse de rotation de 4 500 tours par minute, par exemple, correspond une fréquence de 150 hertz.

Dans le cas d'un moteur à 2 temps, le coefficient 120 doit être remplacé par le coefficient 60. Ici également, le galvanomètre dévie en permanence à droite, l'arrivée des impulsions et leur augmentation dévie l'aiguille vers la gauche.

Voici d'ailleurs un petit tableau qui résume les relations entre fréquences, vitesses et types de moteurs.

	4 TEMPS			2 TEMPS		
	4	6	8	4	6	8
Nombre de cylindres .....	4	6	8	4	6	8
Nombre d'étincelles par tour .....	2	3	4	4	6	8
Par exemple, nombre d'étincelles par seconde pour une rotation de 600 tours/minute .....	20	30	40	40	60	80

**LE MATERIEL NECESSAIRE**

- Transistor AC 128.
- Diode Zener D 1.
- 2 diodes germanium.
- Résistance ajustable.
- 2 condensateurs.
- Résistance.
- Accessoirement : — Galvanomètre 1 mA.
- Générateur basse fréquence.

**Un compte-tours à deux transistors**

Voici maintenant un montage un peu plus élaboré, tout à fait valable, dont le schéma de principe est représenté en figure 164.

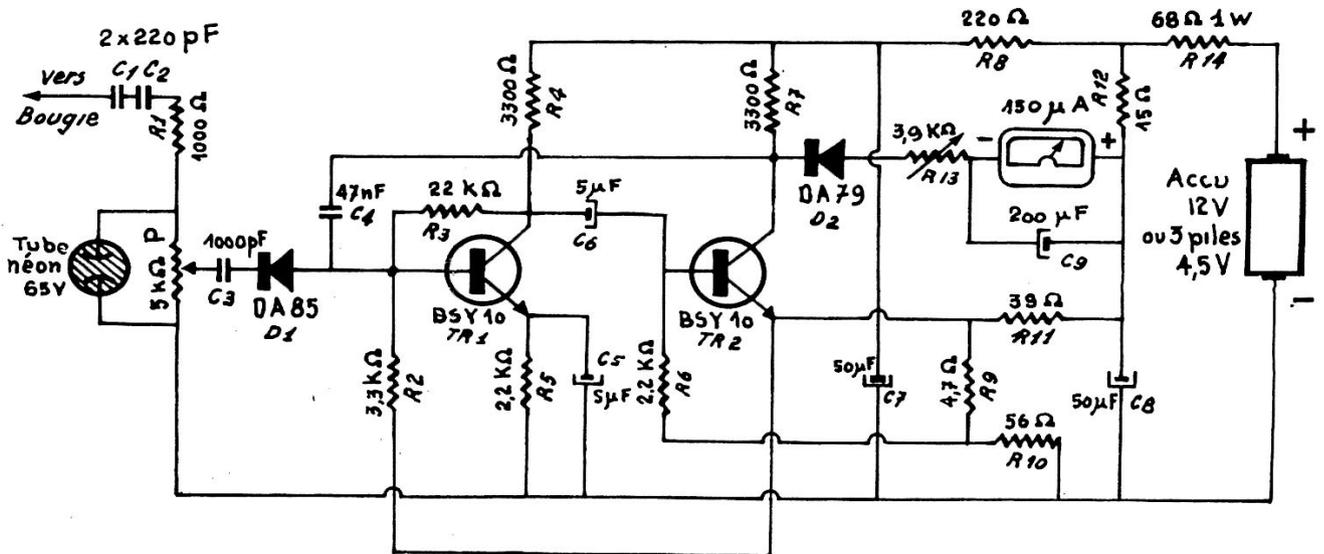


Fig. 164

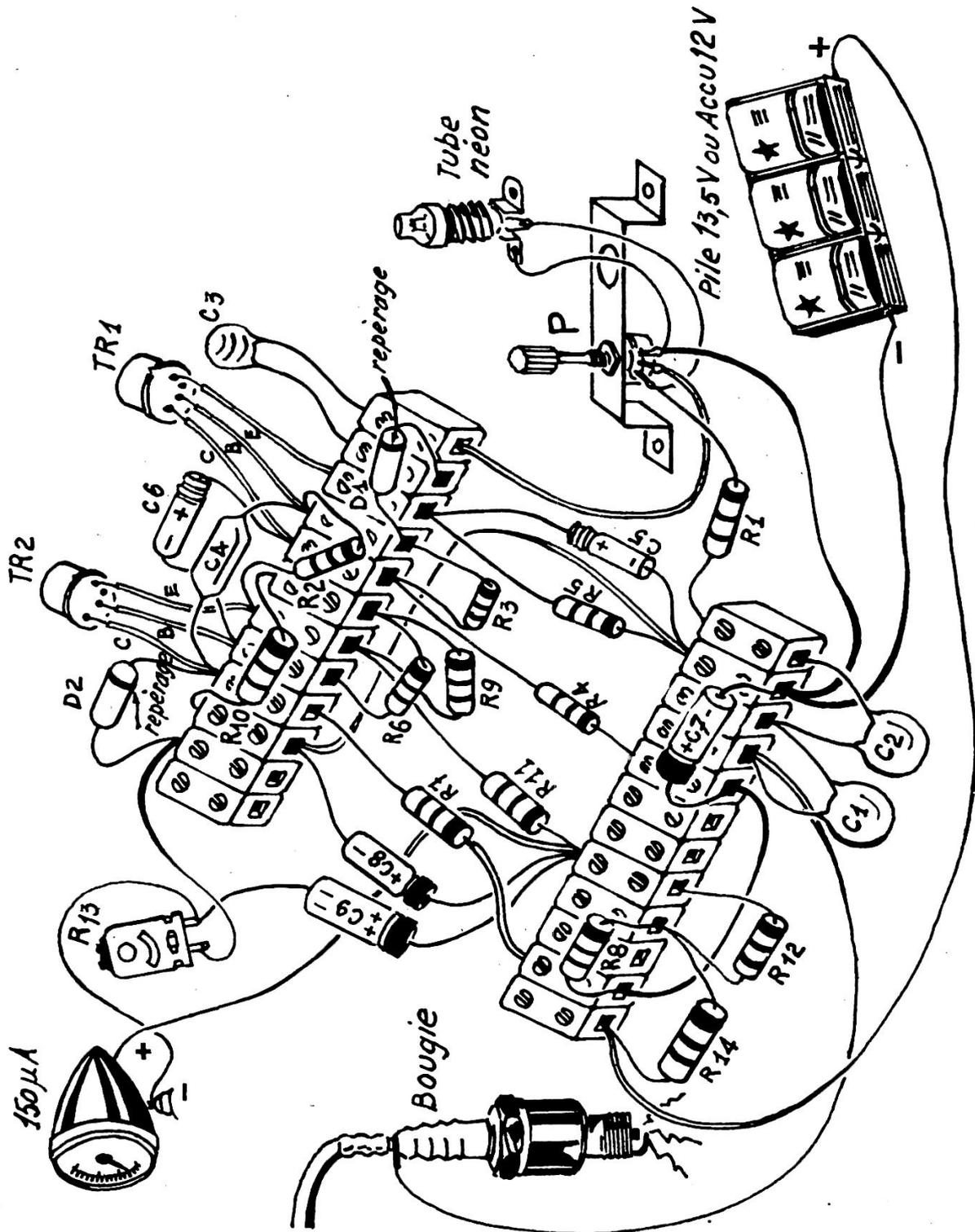


Fig. 165

Ici l'impulsion nécessaire est prélevée sur une bougie, par un fil qui y est couplé, enroulé autour en plusieurs spires. L'ensemble potentiomètre shunté par le tube néon a pour but de doser l'amplitude du signal appliqué au montage. Celui-ci est essentiellement constitué par 2 transistors montés en multivibrateur monostable, déclenché par les impulsions reçues. La résistance ajustable R 13 dose la déviation maximale du galvanomètre pour le régime maximum que l'on envisage de mesurer.

Ici l'aiguille se trouve normalement à gauche en permanence, et dévie vers la droite sur réception des impulsions. Pour un appareil correctement établi et étalonné, on dispose d'une déviation bien linéaire, qui suit bien proportionnellement les variations du moteur.

Pour branchement sur batterie de 6 volts, il convient de supprimer la résistance R 14. Exceptionnellement ici, le signal de déclenchement étant pris sur une bougie, à une impulsion électrique correspondent 2 tours de moteur. Par exemple, pour une fréquence de 40 hertz, 40 impulsions/seconde, 2 400 impulsions/minute, correspond une vitesse de 4 800 tours/minute.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| — 2 transistors.                | — 9 condensateurs.               |
| — Potentiomètre et bouton.      | — Résistance ajustable.          |
| — Tube néon et douille-support. | Accessoirement : — Galvanomètre. |
| — 2 diodes.                     | — Radio-contrôleur RC 15.        |
| — 13 résistances.               |                                  |

## Un détecteur d'approche et de contact

Nous disposons une plaque métallique quelconque, de 20 × 20 cm par exemple, ce n'est pas critique. On approche la main de cette plaque, ou une personne passe dans son voisinage : une sonnerie retentit.

Nous avons actionné *par voisinage* un relais, qui lui a actionné une sonnerie. A plus forte raison si l'on touche la plaque métallique, le déclenchement se produit.

Cette plaque métallique, ou *plaque sensible*, peut être remplacée par un long fil de 3 à 4 mètres par exemple. Disposons ce fil dans l'encadrement d'une porte, le long d'un corridor, sur le siège d'une voiture. Le passage d'une personne, son approche, déclenchera un relais : comptage de personnes, alarme anti-vol. On peut de même faire du comptage d'objets manufacturés défilant sur tapis transporteur.

La plaque sensible peut être remplacée par un objet métallique. Cet objet peut être une serrure, une poignée de porte, d'où déclenchement d'une alarme. Ce peut être un point dangereux d'une machine, dès qu'on l'approche ou le touche le déclenchement du relais *arrête la machine*. Ce peut être un objet quelconque posé d'une façon anodine sur un comptoir, dans une vitrine.

Dans un laboratoire, on piège ainsi un microscope. Quand on s'en approche et le manipule, son ampoule d'éclairage s'allume ; dès qu'on s'en éloigne elle s'éteint « toute seule »...

Ces quelques exemples pour vous situer les but et emploi de l'appareil que nous décrivons ici, et dont le schéma est représenté en figure 166.

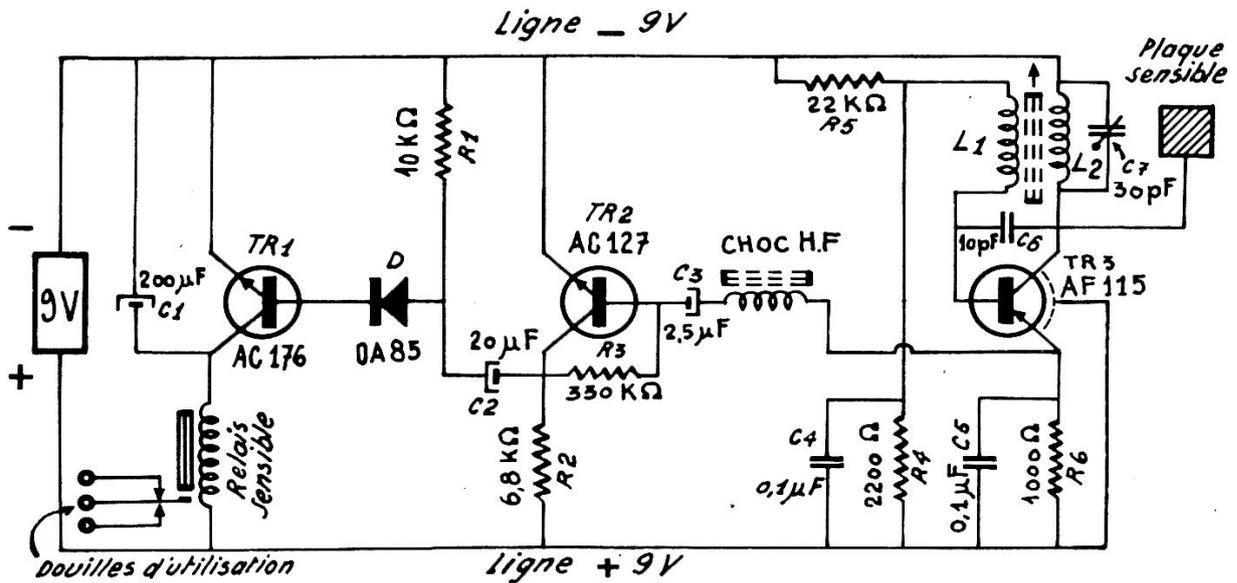


Fig. 166

Le principe de fonctionnement de ce dispositif consiste essentiellement en un oscillateur, un étage oscillant en permanence. Lorsqu'on touche l'un des points sensibles de ce montage, l'oscillation décroche, ce qui produit un changement d'état, une variation. On prélève cette variation en un point du montage, en un point convenable, on amplifie et on actionne un relais.

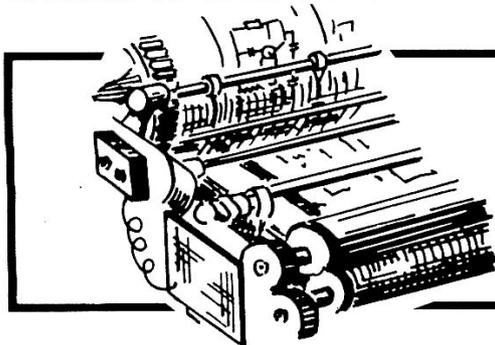
C'est le transistor AF 115 qui est monté en oscillateur haute fréquence, par couplage entre base et collecteur, couplage effectué par les enroulements L 1 et L 2. La plaque sensible est reliée au collecteur, ce qui provoque le décrochage, ou tout au moins une forte variation du régime d'oscillations. C'est cette variation qui est prélevée sur l'émetteur, transmise à un transistor AC 127 pour amplification, puis au transistor AC 176 qui comporte le relais de sortie dans son circuit de collecteur.

La réalisation pratique est représentée en figure 167.

Pour réaliser le bobinage oscillateur, sur un mandrin isolant de diamètre 8 millimètres, on bobine en fil émaillé de 9 dixièmes 4 spires jointives pour L 1 et 11 spires jointives pour L 2.

Ce mandrin comporte un noyau magnétique de réglage. A la mise en route, le réglage final consiste à agir sur le condensateur ajustable C 7 grossièrement, puis à figoler avec le noyau de réglage du bobinage, ceci pour se trouver au seuil de collage du relais, et de façon que toute action sur la plaque en provoque le collage franc.

La distance de déclenchement à partir de la plaque sensible est de quelques dizaines de centimètres, et le figolage entre les 2 éléments de réglage a pour but de rechercher la plus grande distance possible. Le déclenchement au contact direct est lui toujours obtenu d'une façon très sûre.



#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistors AF 115 - AC 127 - AC 176.
- Diode OA 85.
- Relais sensible.
- Mandrin et fil émaillé.
- Condensateur ajustable.
- 6 résistances.
- 6 condensateurs.

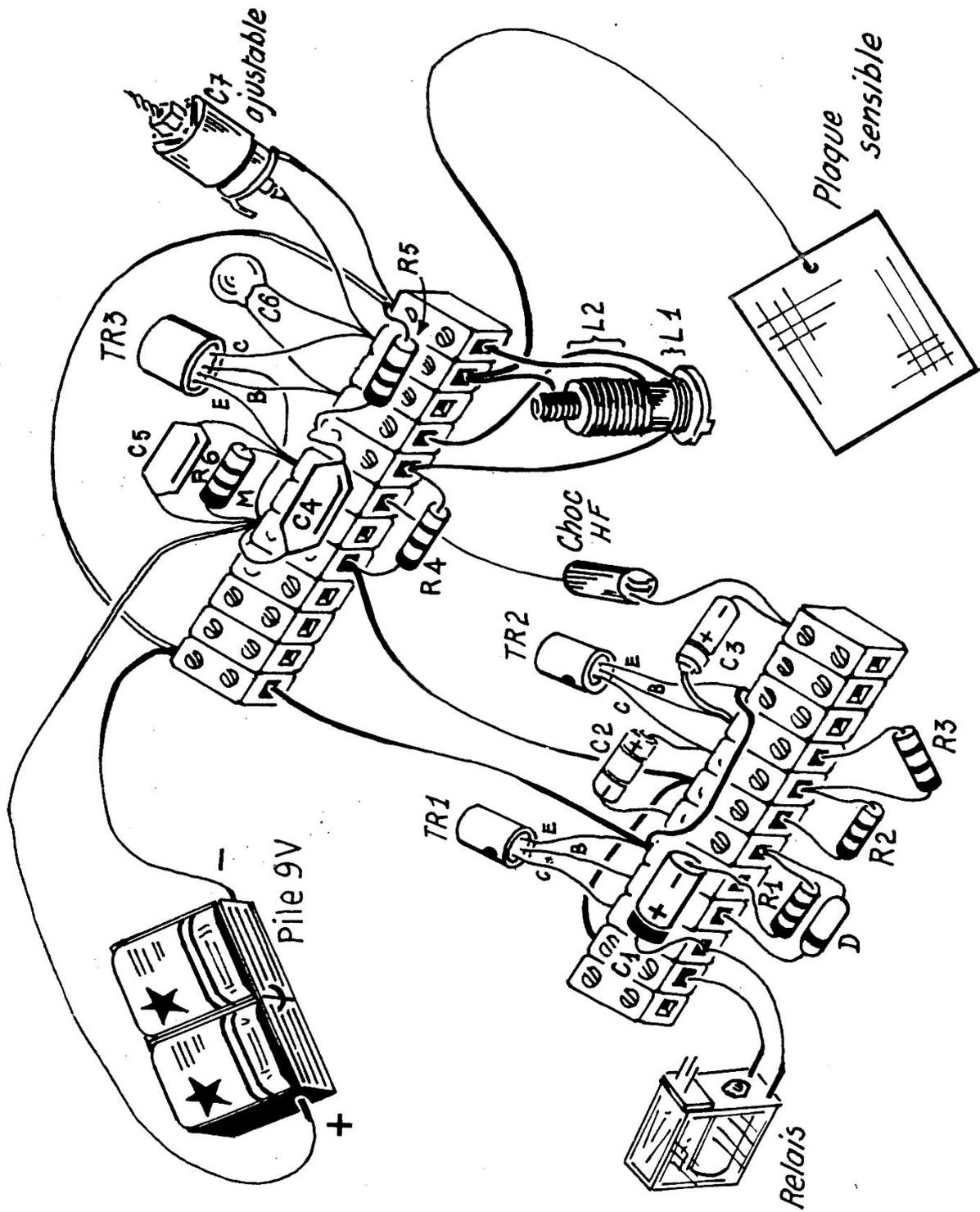


Fig. 167

## Un passe-vues automatique

Pour examiner des diapositives de photographie en couleurs, on les projette sur un écran à l'aide d'un projecteur approprié. Ce projecteur peut être à commande manuelle, l'opérateur actionnant le passe-vues à la main. Il peut être aussi à commande semi-automatique, la manœuvre dans ce cas est électrique, le déplacement du passe-vues se fait par action sur un bouton-poussoir qui établit un contact électrique.

On peut rendre cette action totalement automatique en branchant aux bornes du bouton-poussoir le contact d'un relais, qui lui est actionné périodiquement par un montage électronique approprié.

Ce montage est représenté en figure 168.

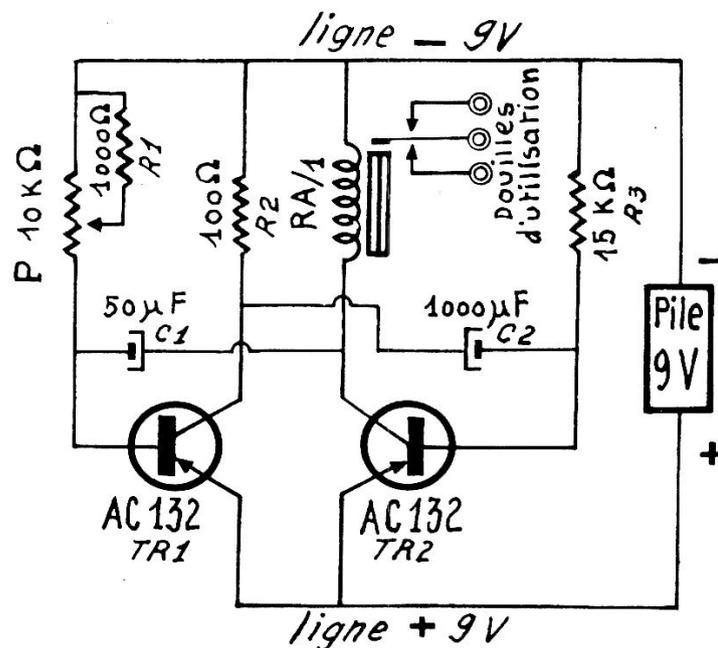


Fig. 168

On pourrait lui donner d'une façon plus générale le nom de *chronoccontacteur*, ou encore de générateur d'impulsions. Et à ce titre, on peut bien entendu le destiner à de multiples autres applications.

Le montage que nous avons réalisé permet de disposer aux bornes des contacts du relais « de tops », de contacts, ayant une durée de l'ordre d'une seconde, et pouvant être espacés entre eux suivant des temps pouvant varier de 5 secondes à 15 secondes. Cette commande des temps d'espacement, des « silences » entre les tops se fait par la manœuvre du potentiomètre de 10 kilohms, qui modifie la constante de temps de l'une des branches du montage.

En laboratoires, en photographie, en commande de machines, partout où des commandes par impulsions périodiques sont nécessaires, ce dispositif pourra être appliqué avec profit.

### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Deux transistors AC 132.
- Relais sensible.
- Potentiomètre et bouton.
- 3 résistances.
- 2 condensateurs.

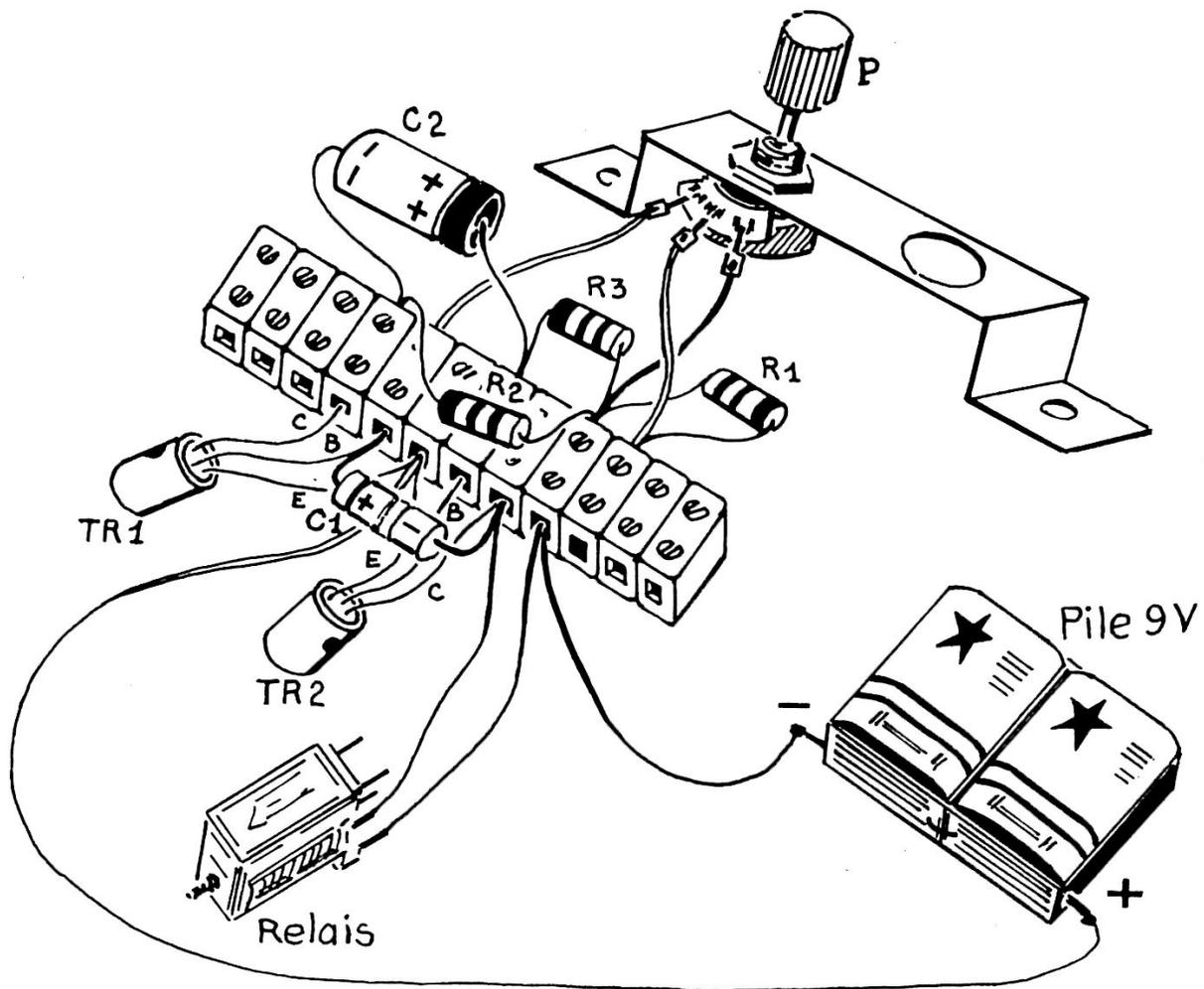


Fig. 169

## Une jauge électronique avec avertisseur de niveau

Cet appareil est relié à une jauge, à une sonde, que l'on immerge dans le liquide que l'on veut surveiller. Les variations de niveau du liquide sont lues directement sur le cadran d'un galvanomètre, ce cadran peut être gradué directement en litres, ou en centimètres, ou en mètres cubes, ou en hectolitres... Ceci suivant la contenance, la capacité du réservoir qui contient le liquide.

L'appareil contient un autre dispositif, d'un fonctionnement nettement distinct. Supposons que l'eau monte graduellement le long de la jauge ; à un moment donné, en un point fixé que l'on peut déterminer d'avance, un relais s'enclenche. Ce relais 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 vider...

Bassins d'eau, cuves de vins ou d'alcools, réservoirs, ce dispositif se prête à la surveillance de tous les liquides, à la seule condition qu'ils soient bons conducteurs. Son schéma est représenté en figure 170.

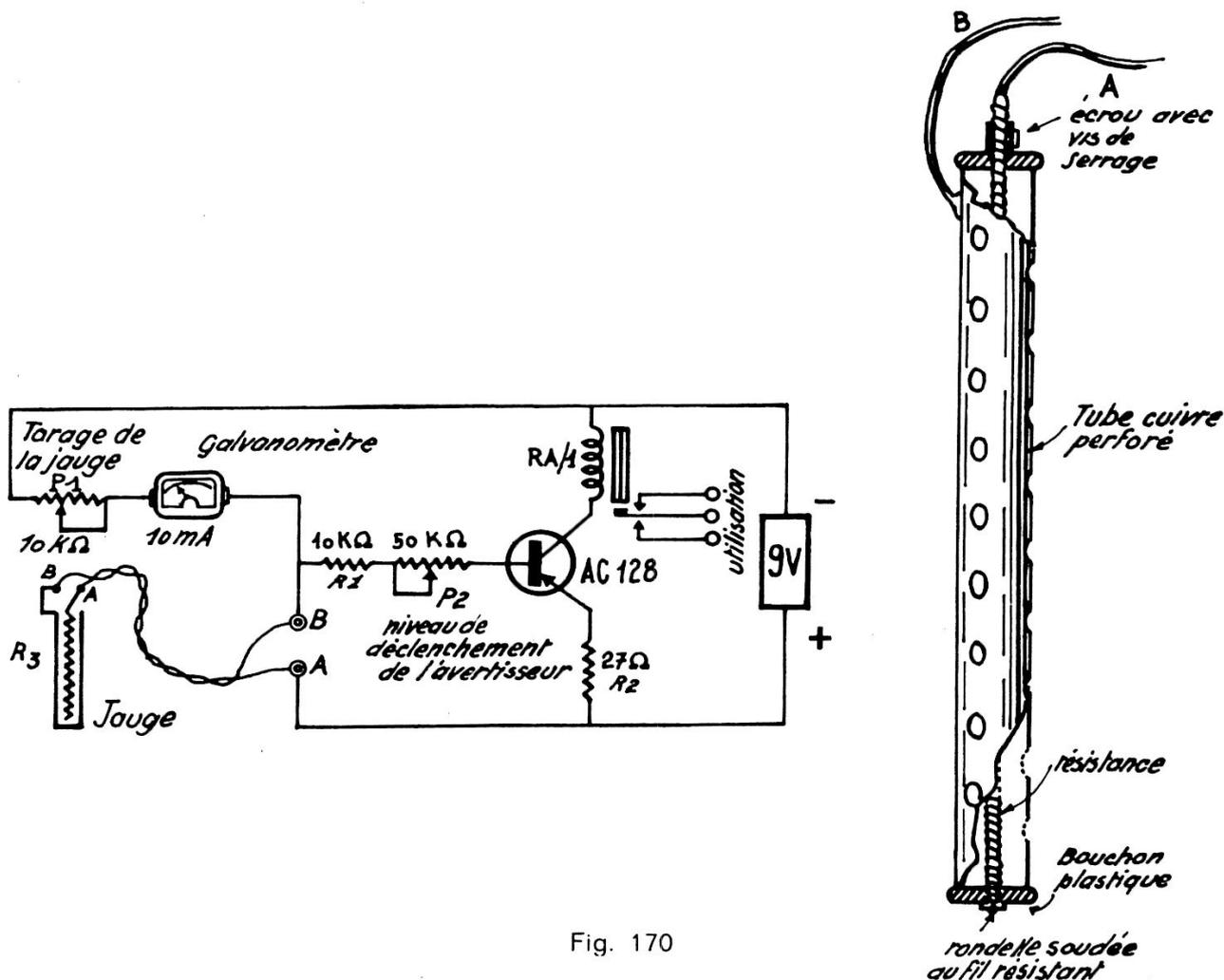


Fig. 170

La jauge, que l'on immerge dans le liquide que l'on veut surveiller, est essentiellement constituée par une longueur de fil résistant se trouvant à l'intérieur d'un tube métallique. Le liquide établit un contact, un court-circuit entre ces deux éléments, et on dispose ainsi d'une résistance qui est variable en fonction de la hauteur du liquide. Cette variation de résistance est insérée dans un 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 le déclenchement du relais dès que le niveau parvient à un point bien déterminé :

On dispose au point B d'un potentiel variable, également en fonction de la résistance présentée par la jauge. Ce potentiel est appliqué en polarisation de commande à la base du transistor, à travers la résistance de sécurité R1 et le potentiomètre qui détermine le point de déclenchement du relais.

Le montage pratique nous est donné par la figure 171.

Le galvanomètre utilisé est de 10 milliampères, expérimentalement il est commode d'utiliser le radio-contrôleur. Lorsque le montage est effectué, une mise au point s'impose ici.

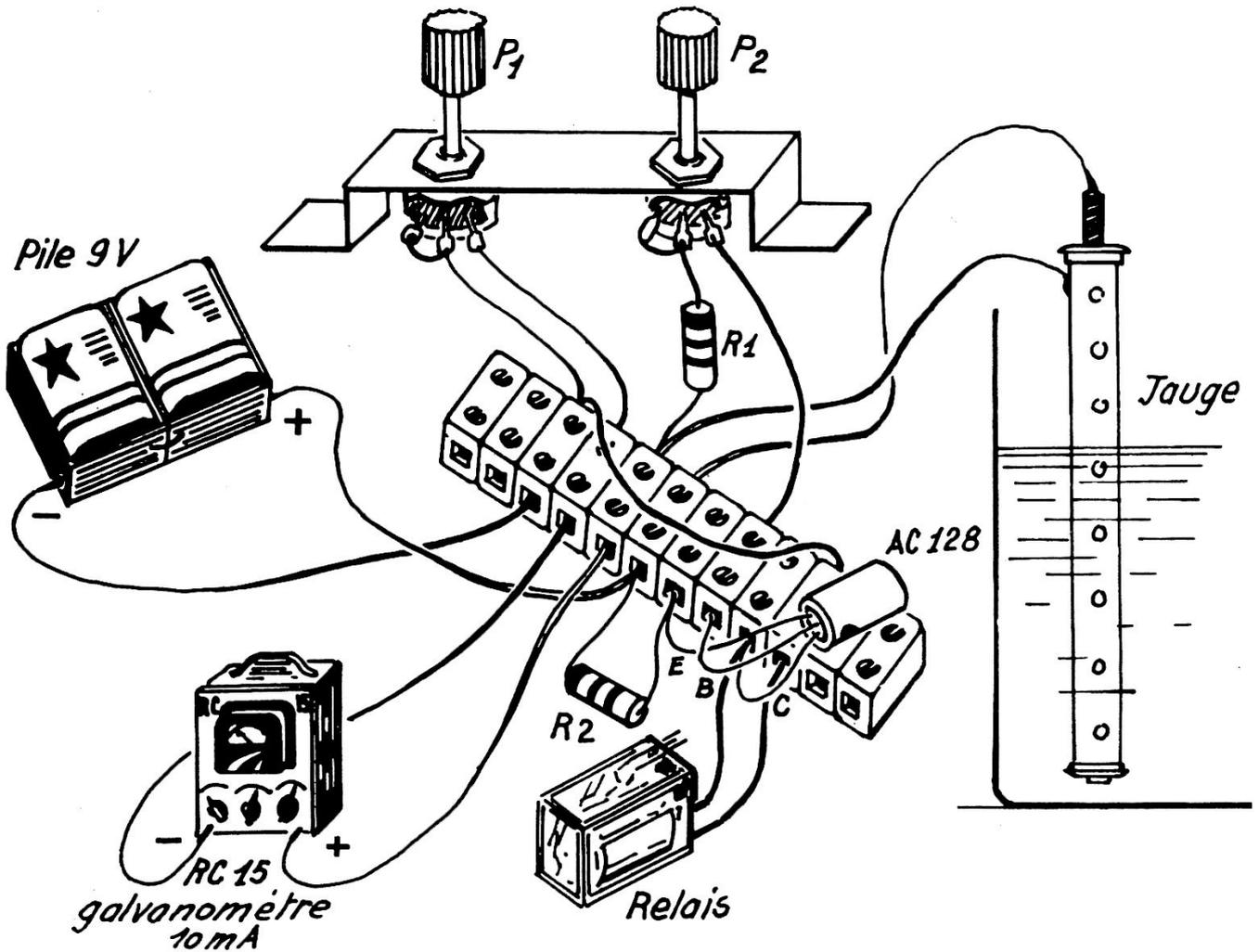


Fig. 171

Pour l'indicateur de niveau, immerger totalement la sonde dans le liquide à surveiller, agir sur la résistance ajustable de 10 kilohms pour amener l'aiguille à sa déviation maximale. Sonde émergée, l'aiguille doit se retrouver au zéro. En montage définitif, on peut graduer directement l'échelle du galvanomètre en mètres, ou en litres, ou en mètres cubes...

Pour l'avertisseur, on agit sur le potentiomètre P2, on fait monter le liquide jusqu'au point désiré et on actionne le bouton de réglage pour provoquer le collage du relais.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Potentiomètres 10 et 50 kilohms.
- 2 boutons.
- Transistor AC 128.
- Relais sensible.

- 2 résistances.
- 1 m de fil résistant.

Accessoirement : Galvanomètre 10 mA.  
Radio-Contrôleur RC 15.

## Une serrure électrique à secret

Décidément, l'électricité et l'électronique se mêlent de tout...

Puisque maintenant, nous allons même concevoir un dispositif de fermeture à *combinaison secrète* pouvant s'appliquer à un coffre-fort, à toute porte, à tout système de fermeture en général.

Et avec une petite amélioration... Dans le cas d'un système mécanique classique, lorsqu'on actionne les différents boutons de commande, le passage sur la combinaison d'ouverture provoque un petit bruit caractéristique... qu'un cambrioleur entraîné et spécialisé peut percevoir... Ici rien de cela, l'ouverture ne peut être provoquée que par le possesseur du chiffre de la combinaison.

Le schéma, d'ailleurs très simple et d'autant plus sûr, est représenté en figure 172. Nous y voyons essentiellement 4 commutateurs rotatifs de chacun 1 circuit et 12 positions, un bouton de commande, une serrure électrique, et une source d'alimentation.

Dans l'exemple donné par le schéma, si l'on met :

- le commutateur 1 sur la position 9,
- le commutateur 2 sur la position 1,
- le commutateur 3 sur la position 8,
- le commutateur 4 sur la position 2,

le circuit se trouve établi, la source d'alimentation débite dans la serrure, qui se trouve actionnée dès qu'on appuie sur le bouton de commande.

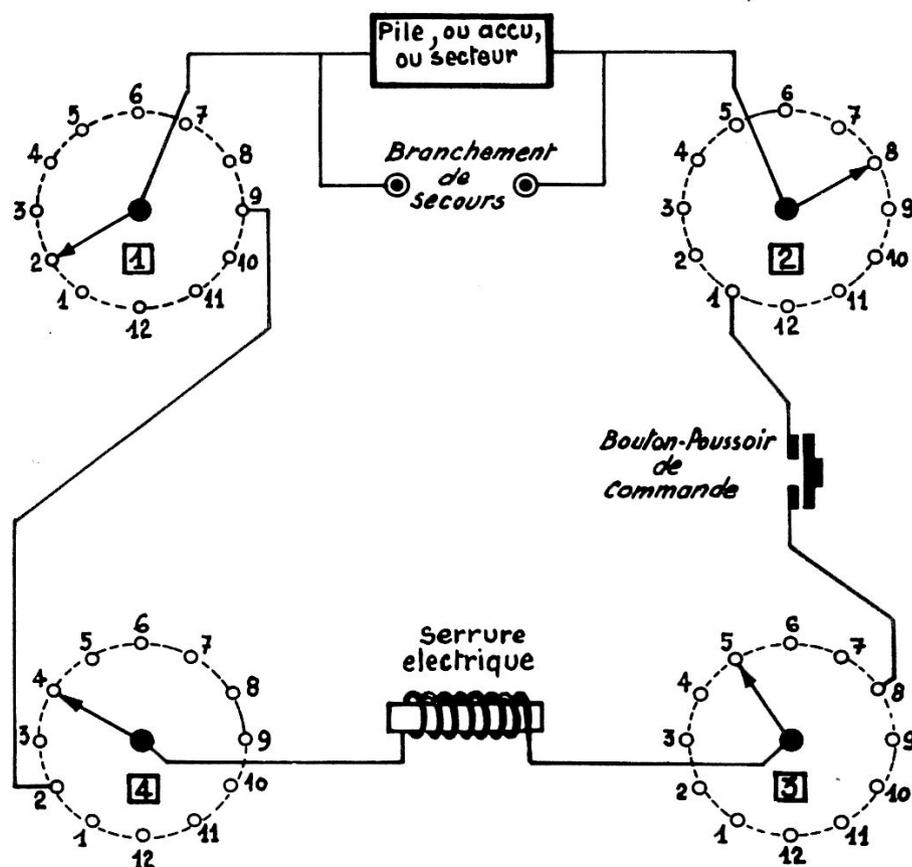


Fig. 172

Dans le cas d'une serrure dans le genre de celles qui équipent les portes cochères des immeubles modernes, c'est donc le secteur qui constitue la source d'alimentation.

On peut également concevoir une serrure, ou tout système d'électro-aimant en faisant office, fonctionnant sur 6 volts, ou sur 12 volts, ou sur 4,5 volts. Dans ce cas la source d'alimentation est constituée par un accumulateur ou une pile délivrant la tension nécessaire. Mais une pile peut se révéler un beau jour hors d'usage, si l'on a omis de la changer en temps voulu. Nous avons donc prévu deux douilles qui sont accessibles sur le devant de la porte, avec les boutons de commande, reliées à la pile intérieure, et auxquelles il est possible de brancher une pile de secours de l'extérieur.

Dans l'exemple présenté ici, le chiffre de la combinaison à établir est 9 182. Il est bien évident que l'utilisateur peut fixer lui-même son chiffre en modifiant le câblage. Dans le cas présent, le nombre de combinaisons possible est de 20 736 !... Vous pouvez encore adjoindre un cinquième commutateur, le nombre de combinaisons possible passe alors à 248 832...

Si un jour vous adoptez un tel dispositif, n'oubliez pas de noter le chiffre que vous aurez établi !...

Pour le montage sur table, pour expérimenter ce dispositif, nous avons utilisé à la place de la serrure électrique un simple électro-aimant, dit également « relais avaleur ». C'est un bobinage, un enroulement bobiné sur un tube creux, et qui lorsqu'il est alimenté sous 6 volts attire à l'intérieur de ce tube une tige métallique mobile. On figure ainsi parfaitement une serrure, puisqu'on obtient une action mécanique à partir d'un courant électrique. Il est d'ailleurs possible d'installer une tringlerie solidaire de la tige mobile, et qui peut réellement ouvrir une porte.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- 4 commutateurs.
- 4 boutons flèche.
- Relais « électro-avaleur » TM 1.
- Bouton poussoir.
- 1 pontet métallique.

## Une commande de vitesse de moteur

Dispositif destiné à commander la vitesse de rotation d'un moteur électrique de petite ou moyenne puissance, actionnant par exemple une machine-outil, un appareil électro-ménager, une scie électrique, une perceuse...

Le schéma de principe de cet appareil est représenté en figure 173. Son fonctionnement est essentiellement basé sur l'emploi du thyristor, l'un des nombreux éléments faisant partie de la grande famille des semi-conducteurs. Disons quelques mots sur son comportement.

C'est essentiellement une diode, un redresseur. Il présente donc de ce fait une anode sur laquelle on peut appliquer une tension alternative, et une cathode sur laquelle on recueille le courant continu, redressé. Mais la particularité du thyristor est de comporter également une troisième électrode, la *gâchette*, qui est très exactement une électrode de commande. Le courant dans le sens normal anode-cathode ne peut être déclenché, provoqué, que si une impulsion positive est amenée sur la gâchette. On retrouve ici un fonctionnement analogue à celui du thyatron, l'un des éléments de la famille des tubes électroniques.

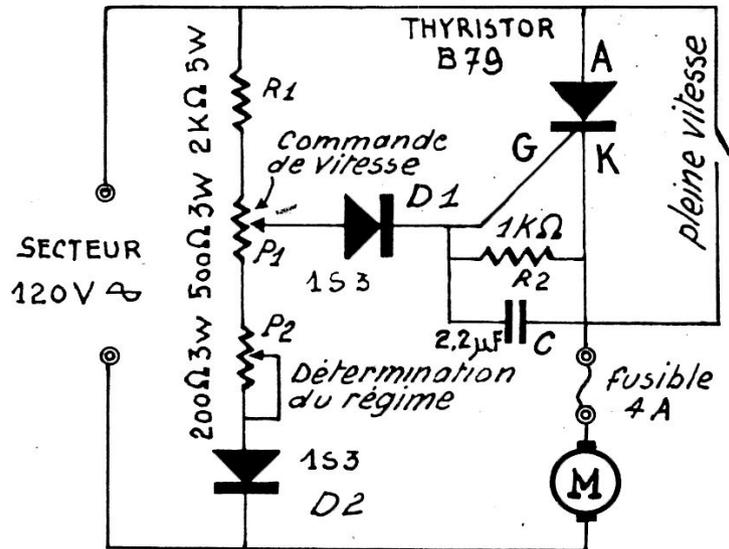


Fig. 173

Sur le schéma de principe, nous voyons deux redresseurs D 1 et D 2 que nous qualifierons ici « d'ordinaires », comportant 2 électrodes, alors que le thyristor comporte bien en sus une gâchette de déclenchement.

L'alimentation doit se faire sur le secteur alternatif. C'est le potentiomètre de 500 ohms qui permet la commande continue de vitesse du moteur, que l'on branche aux douilles d'utilisation. Ce potentiomètre est donc actionné en permanence par un bouton. Par contre, le potentiomètre P 2 doit être ajusté une fois pour toutes en fonction de la gamme de vitesses que l'on désire obtenir.

La réalisation pratique est représentée en figure 174.

Lorsque l'ensemble du dispositif est mis en service, on aboutit à une commande qui varie de zéro à 90 % environ de la vitesse normale du moteur, que l'on obtiendrait s'il était alimenté directement sur le secteur. Et pour atteindre cette vitesse maximale, on peut actionner l'interrupteur « pleine vitesse ». Remarquons en effet que dès que cet interrupteur est fermé, le dispositif électronique se trouve en fait éliminé, le moteur se trouve branché directement sur le secteur.

Le thyristor doit être énergiquement refroidi. Nous l'avons fixé sur une plaquette métallique de  $5 \times 5$  centimètres, qui fait office d'ailette de refroidissement. Par vissage, l'anode se trouve reliée à cette plaquette, donc, suivez bien les circuits, à l'un des pôles du secteur. Tenez-en compte au cours des diverses manipulations...

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| — 2 redresseurs 1 S 3.         | — 2 potentiomètres.             |
| — Interrupteur.                | — Thyristor B 79.               |
| — Plaquette-fusible.           | — Bouton.                       |
| — Cordon secteur.              | — Plaquette de refroidissement. |
| — Condensateur, 2 résistances. |                                 |

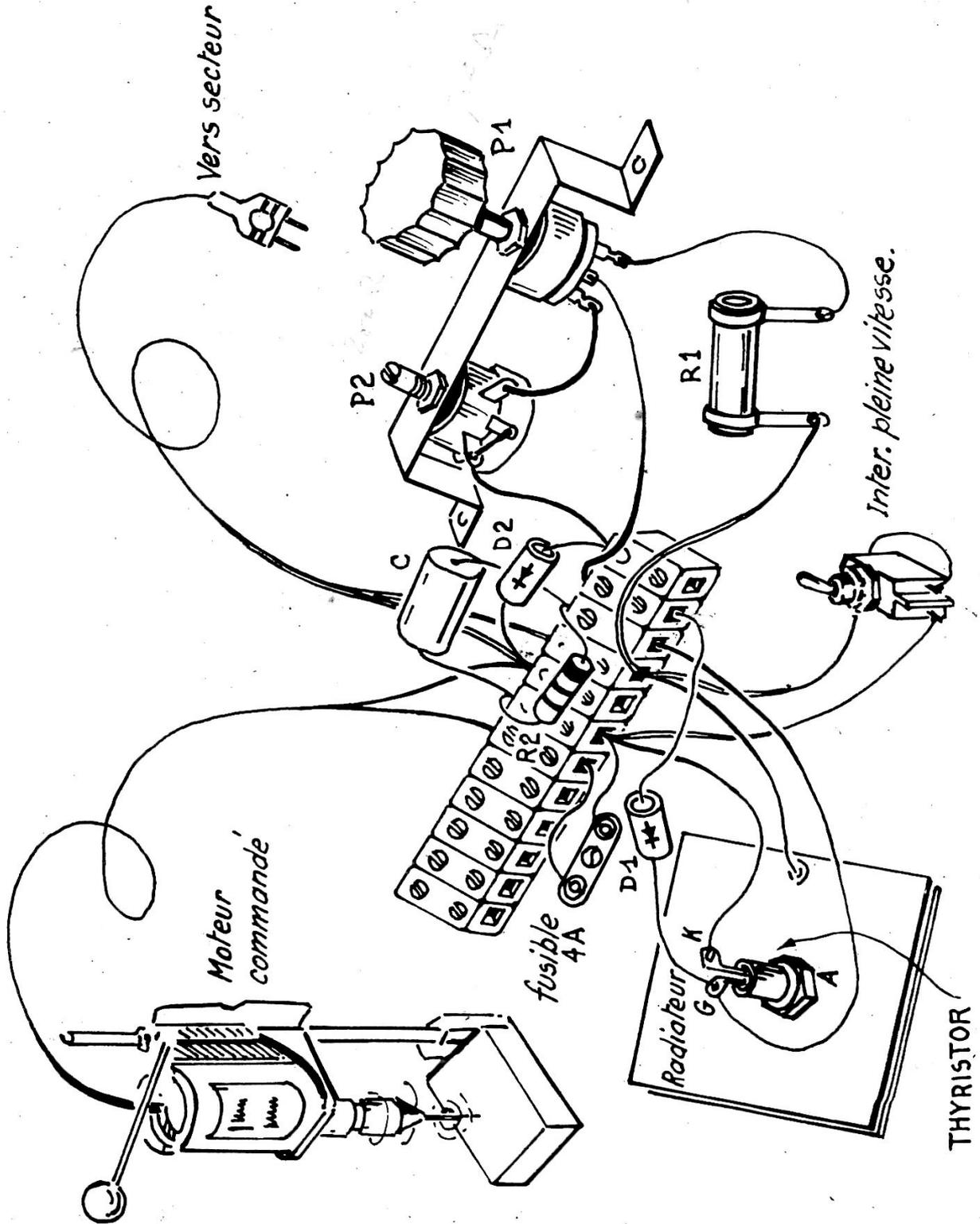


Fig. 174

## Des mesures électriques simples

Abandonnons maintenant un peu tous nos montages d'électronique et revenons à des circuits beaucoup plus simples d'électricité. Nous vous proposons en somme d'opérer un retour à la base, un retour à la source, avec l'espoir qu'il vous sera très profitable :

- soit qu'il vous apprenne quelque chose que vous ignoriez,
- soit qu'il vous remette en mémoire des notions acquises il y a bien longtemps...

Les lois fondamentales de l'électricité sont liées entre elles par quelques règles bien déterminées, qu'il est bon de connaître parfaitement. Cela évite parfois des recherches, des déboires, des questions qu'on se pose...

D'autant plus que toutes ces notions sont très simples comme vous allez pouvoir en juger. Et pour que tout cela se fixe mieux dans vos esprits, nous allons non seulement examiner des formules, mais également et surtout nous allons expérimenter.

Commençons par la LOI D'OHM, règle de base que pratiquement tout le monde devrait connaître.

Voyez en figure 175.

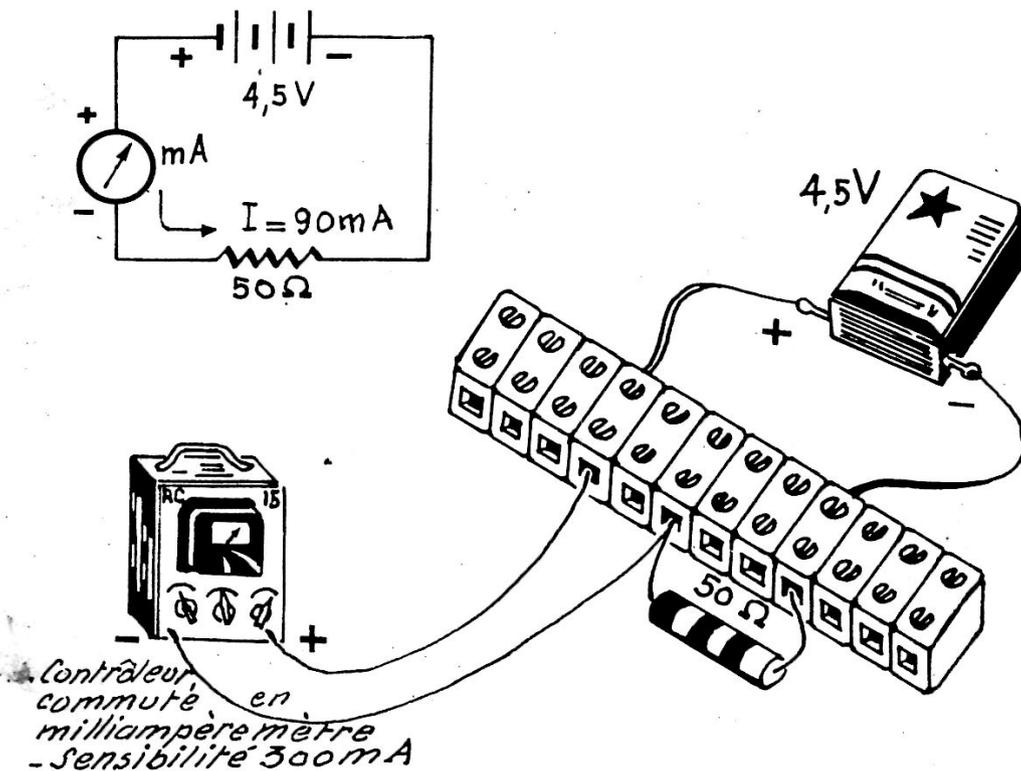


Fig. 175 Simple application de la loi d'Ohm.

Nous disposons d'une tension  $U$  de 4,5 volts qui débite dans une résistance  $R$  de 50 ohms. Quelle est l'intensité qui parcourt le circuit ?

Nous avons :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4,5}{50} = 0,09 \text{ ampère, soit } 90 \text{ milliampères}$$

C'est l'intensité, le courant, le débit, qui traverse la résistance, qui est débité par la pile.

Remarquez le branchement du contrôleur : « le + au + ».

Nous avons pris la valeur de 50 ohms pour simplifier, pratiquement nous utiliserons dans les valeurs normalisées une 47 ohms, sans constater une différence notable.

La question pourrait se présenter autrement :

Une résistance R de 50 ohms est traversée par un courant I de 90 milliampères. Quelle est la tension existant à ses bornes (ou la différence de potentiel ; moins usité) ?

Nous avons :

$$U = R \times I = 50 \times 0,09 = 4,5 \text{ volts}$$

Remarquez qu'il convient de toujours « respecter les unités ».

Car si partant de 90 milliampères, vous aviez posé directement  $50 \times 90$ , vous auriez trouvé 4 500 volts !

C'est beaucoup... et ce n'est pas pareil...

Dernière formule de la loi d'Ohm :

Une tension U de 4,5 volts débite dans un circuit comprenant une résistance R, un courant dont l'intensité est de 90 milliampères. Quelle est la valeur de cette résistance ?

Nous avons :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4,5}{0,09} = 50 \text{ ohms}$$

Ces 3 formules résument toute la loi d'Ohm. Elles sont d'une application constante lorsqu'on pratique radio et électricité.

Passons maintenant au montage de la figure 176.

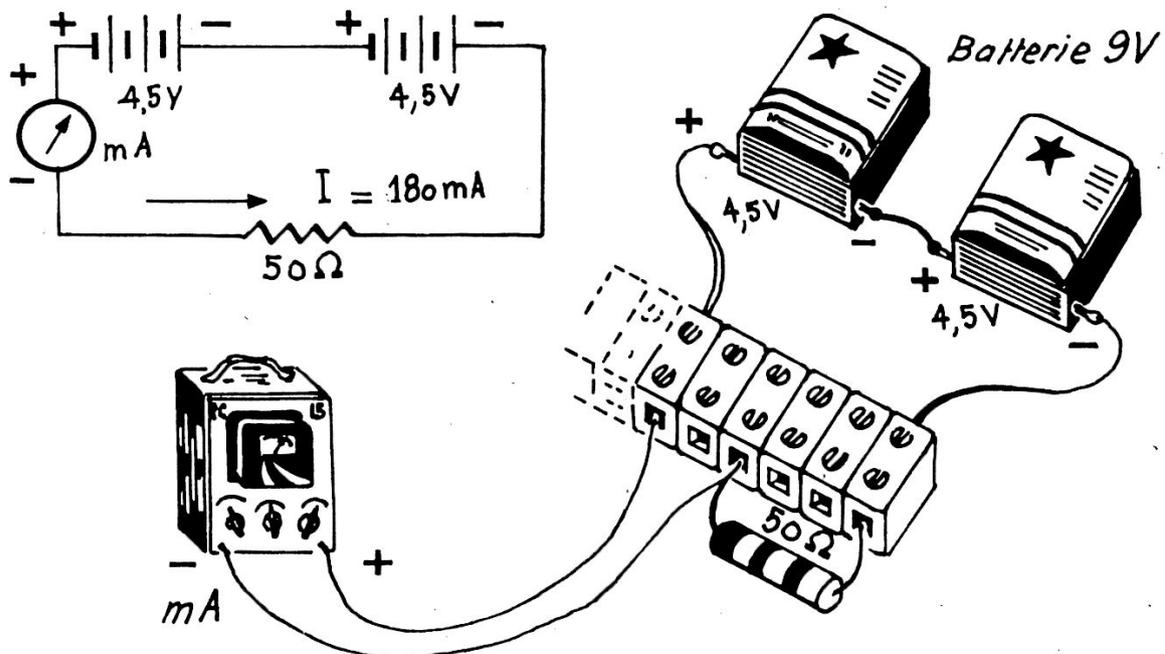


Fig. 176 Deux piles en série : les tensions s'additionnent, le courant est le même partout.

Nous avons branché 2 piles en série, c'est-à-dire « le — au + ». On constate que les 2 tensions s'additionnent, nous disposons en définitive de 9 volts aux bornes de la batterie ainsi constituée. Faisons débiter dans la même résistance de 50 ohms. Si nous appliquons la formule convenable, nous constatons que le courant est passé à 180 milliampères.

Un tel branchement est caractérisé par le fait que : « Les tensions peuvent être différentes. L'intensité est la même partout ».

Si, par exemple, on branche en série un accumulateur de 6 volts et une pile de 4,5 volts, on dispose bien aux bornes de 10,5 volts. S'il y a dans le circuit des résistances de valeurs différentes, on trouve à leurs bornes des tensions différentes. Mais l'intensité qui parcourt tous ces éléments est la même partout.

Voyons le montage de la figure 177.

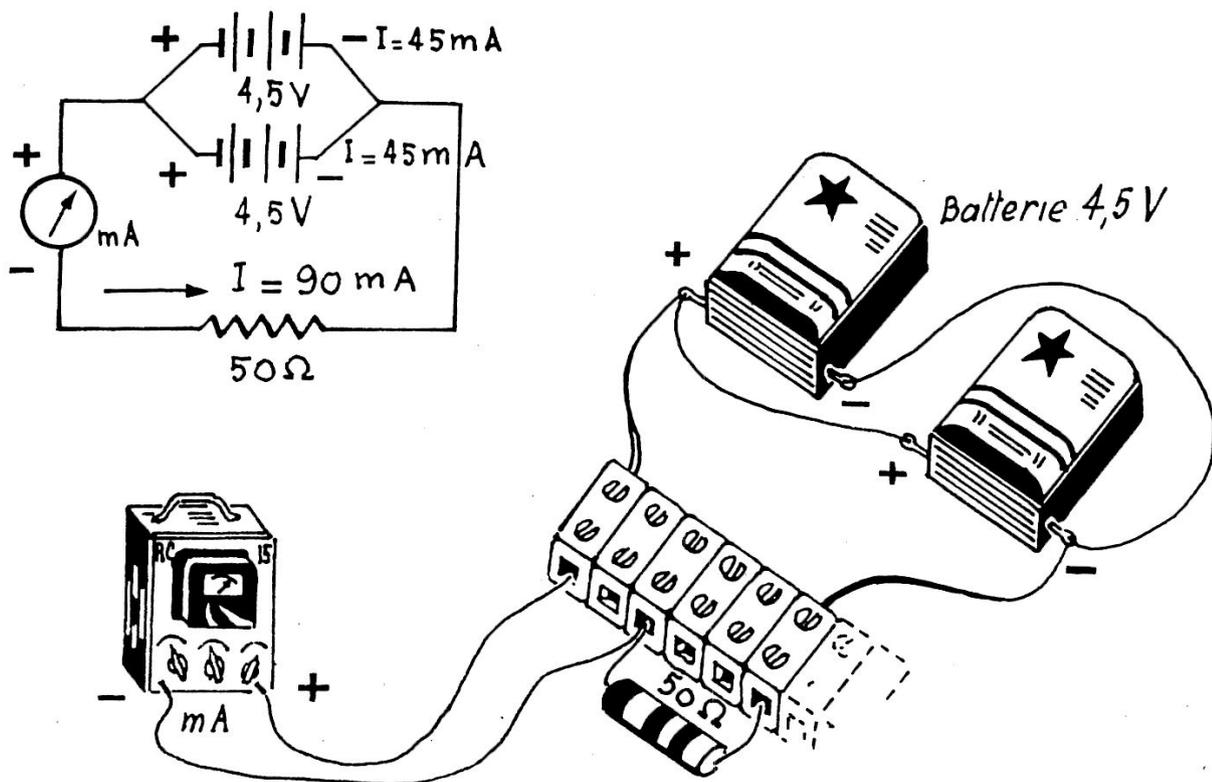


Fig. 177 Deux piles en dérivation :  
 — la tension est toujours la même ;  
 — chaque pile ne débite que la moitié du courant total.

Nous avons ici les 2 piles reliées en dérivation, c'est-à-dire « le + au + et le — au — ». Aux bornes, nous disposons toujours de la même tension que dans le cas d'une seule, soit 4,5 volts, et si nous faisons débiter sur une résistance de 50 ohms, nous trouvons comme précédemment 90 milliampères. Mais chaque pile ne débite que la moitié du courant total. On utilise un tel branchement lorsqu'on a besoin dans un circuit d'une intensité plus élevée que ne peut fournir une seule pile. Et il ne faut brancher ainsi en dérivation que des éléments de même tension ; sinon l'un débiterait dans l'autre.

Branchement de la figure 178.

Cette fois, c'est dans le circuit d'utilisation que nous avons relié deux éléments en série, ici deux résistances. La résistance totale du circuit augmente, les valeurs des résistances s'additionnent et rien n'empêcherait éventuellement de relier ainsi plusieurs résistances de valeurs différentes.

Toutes seront parcourues par la même intensité, mais suivant leur valeur les tensions à leurs bornes pourront être différentes.

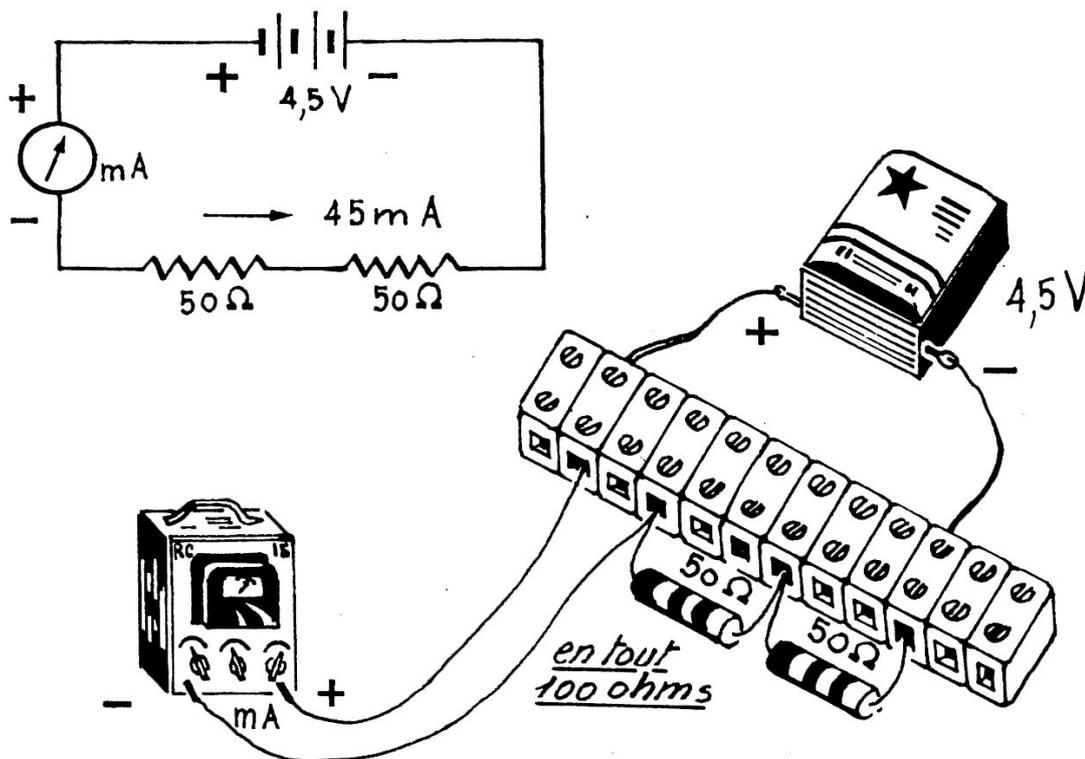


Fig. 178 Deux résistances en série : leurs valeurs s'additionnent.

Montage de la figure 179.

Nous avons ici deux résistances de 50 ohms reliées en dérivation, on dit également « en parallèle ». La résistance totale diminue, elle est ici de 25 ohms, elle aurait été de 16 ohms pour 3 résistances. Appliquant les formules précédentes, nous constatons que le courant total débité par la pile est de 180 milliampères, et chaque résistance est parcourue par la moitié de cette intensité.

Si les résistances sont de valeurs différentes entre elles, les intensités qui les parcourent sont différentes, mais à leurs bornes la tension est toujours la même.

Nous avons pris ici des exemples simples, s'appliquant facilement. Puisant dans les éléments de votre stock de pièces détachées, vous pourrez effectuer divers branchements avec des valeurs différentes et vérifier que toutes ces règles s'appliquent bien toujours.

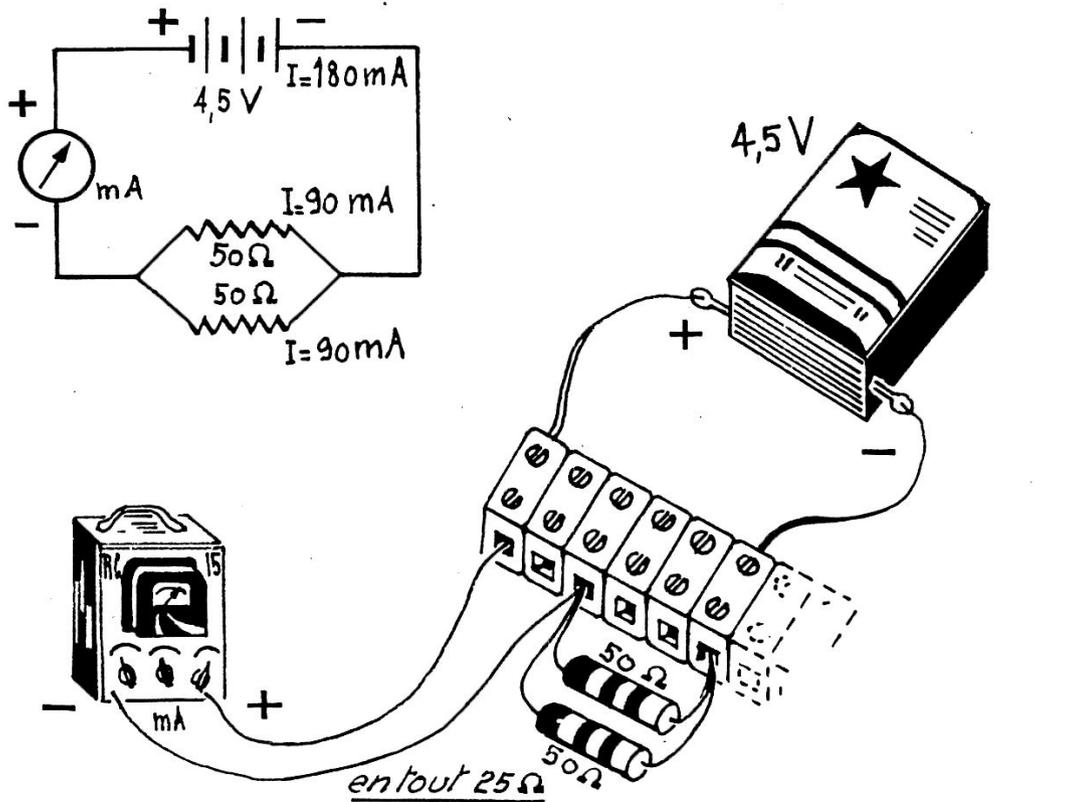


Fig. 179 Deux résistances en dérivation : la résistance totale diminue.

Poursuivons.

Voyez la figure 180. Le schéma représenté expérimente la charge d'un condensateur. De par la capacité qu'il présente, qui se chiffre en microfarads, un condensateur peut emmagasiner une certaine quantité d'électricité lorsqu'on le charge, électricité qui est restituée à la décharge.

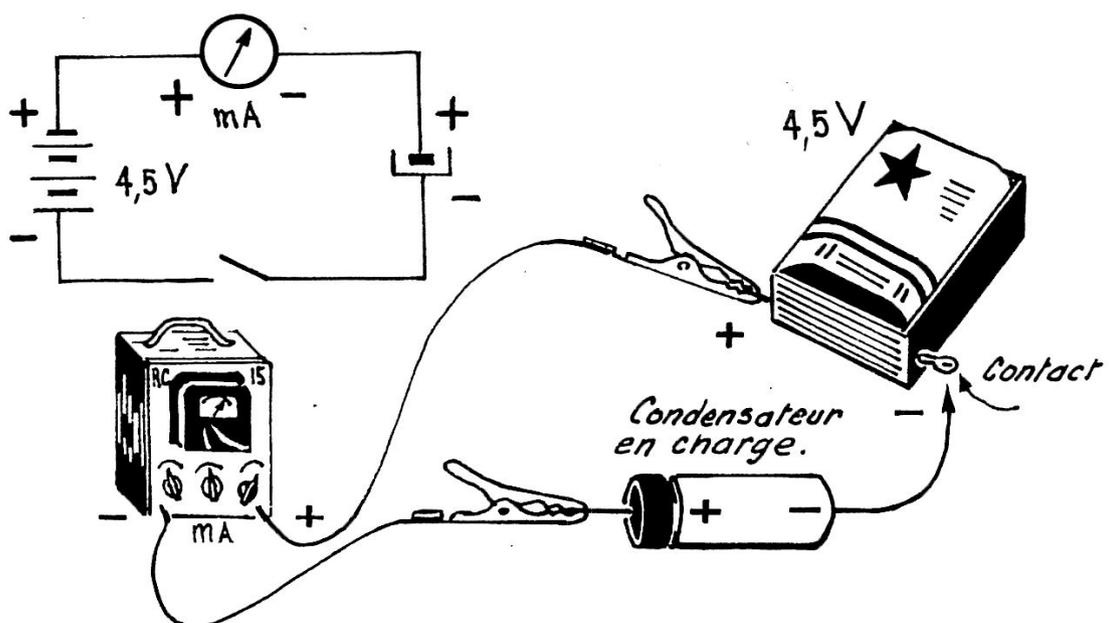


Fig. 180 Charge d'un condensateur.

Prenons une pile de 4,5 volts et un condensateur de 100 microfarads, le contrôleur étant commuté sur la sensibilité 1,5 milliampère, et avec la borne — du condensateur, touchons la borne — de la pile. Nous avons observé un courant de charge de 0,9 milliampère.

Contrôleur sur la sensibilité 15 milliampères, condensateur de 500 microfarads, le courant de charge est de 5 milliampères. Il a augmenté avec la capacité. Avec un 1000 microfarads et toujours avec la même pile, le courant est de 9,5 milliampères.

Prenons maintenant un 500 microfarads, mais avec une pile de 9 volts. Le courant de charge est de 10 milliampères, il a augmenté avec la tension. La formule qui s'applique ici est :

$$Q = C \times U$$

Remarquez qu'il n'y a pas à trop s'hypnotiser sur les chiffres relevés ici. Pour les éléments de fabrications courantes, résistances et condensateurs, les tolérances sont parfois assez larges, de sorte qu'un condensateur par exemple marqué d'une certaine valeur peut en réalité faire plus ou moins que la valeur marquée.

Expérimentons maintenant la puissance d'une résistance, avec la figure 181.

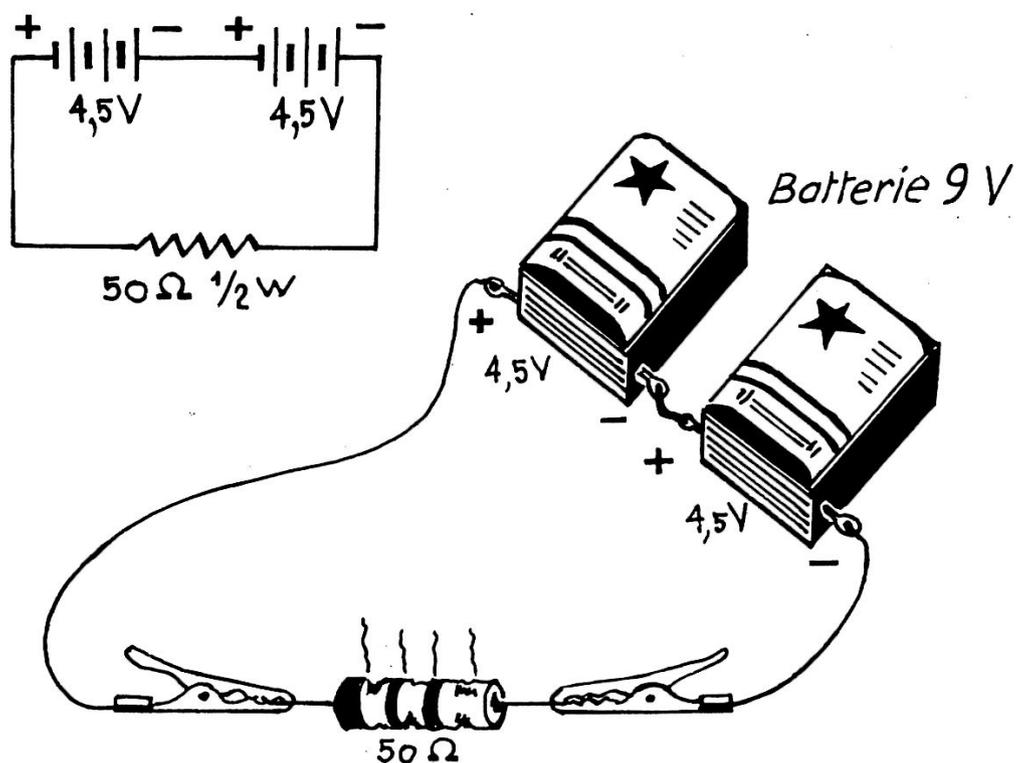


Fig. 181 La résistance 1/2 watt ne peut dissiper 1,62 watt ; elle chauffe et se carbonise.

Pour une tension de 9 volts appliquée à une résistance de 50 ohms, le courant qui la parcourt est de 180 milliampères. Cette intensité traversant une résistance correspond à une puissance de :

$$P = R \times I \times I = 50 \times 0,180 \times 0,180 = 1,62 \text{ watt}$$

Or les résistances que l'on utilise sont établies pour pouvoir dissiper une certaine puissance, bien déterminée. On trouvera par exemple dans le commerce des résistances 1 watt, ou demi-watt, ou 2 watts, ou quart de watt...

Dans le montage que nous venons de réaliser, mettez par exemple un modèle demi-watt. Cet élément va chauffer, fumer, se carboniser. Conçu pour un demi-watt, il ne peut dissiper cette puissance supérieure à 1 watt. Dans le cas présent, il faudrait adopter un modèle d'une puissance de 2 watts. Ce que vous pourrez également expérimenter.

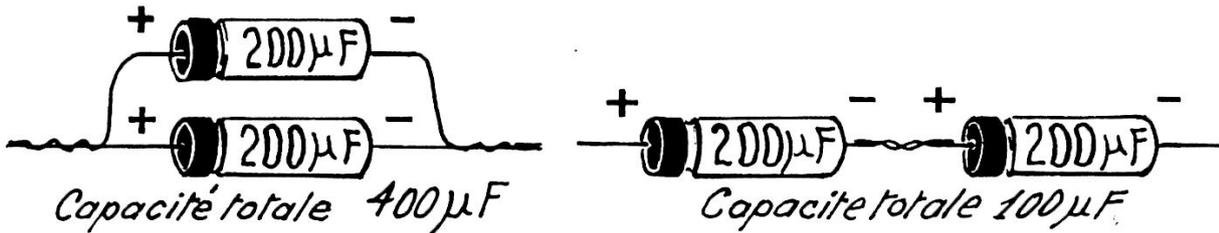


Fig. 182 Deux condensateurs en dérivation : leurs valeurs s'additionnent.

Deux condensateurs en série : la capacité totale diminue.

Passons ensuite au branchement des condensateurs, voyez en figure 182.

Nous aboutissons à des résultats qui sont exactement contraires à ceux des résistances. En dérivation, les capacités s'additionnent. Disons que c'est le cas que l'on est amené à rencontrer le plus souvent en pratique. Si sur un montage un condensateur semble présenter une capacité insuffisante, sans rien dessouder, on en applique un autre en dérivation. En série, la capacité totale diminue.

Force électromotrice, force contre-électromotrice. De quoi s'agit-il ? Expérimentons toujours, avec la figure 183.

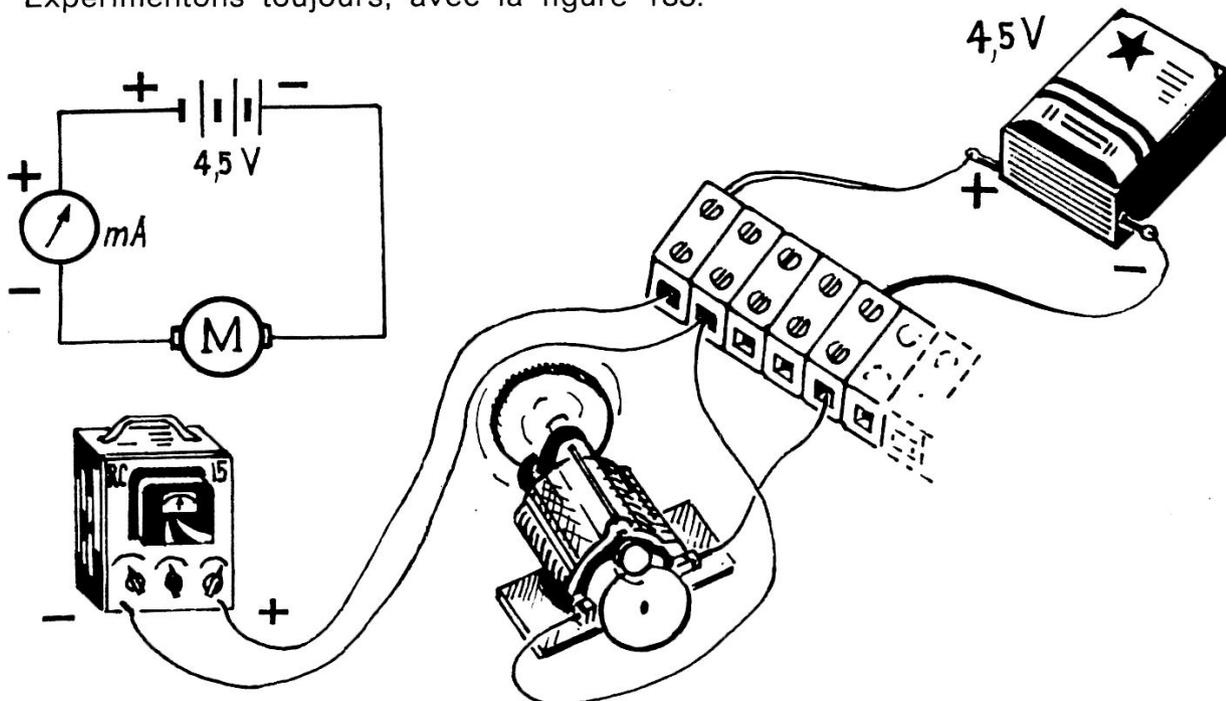


Fig. 183 Le moteur présente une force contre-électromotrice ; la loi d'Ohm ne s'applique pas.

Mesurez la résistance interne du petit moteur Midget, que nous avons déjà utilisé dans de nombreux montages. Avec le contrôleur RC 15 commuté en ohmmètre, vous sonnez entre les deux bornes. La résistance est de l'ordre de 5 ohms, adoptons ce chiffre.

Branchons une pile de 4,5 volts à ses bornes. Si nous appliquons la formule de la loi d'Ohm, nous devons constater dans le circuit un courant de :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{4,5}{5} = 0,9 \text{ ampère, soit } 900 \text{ milliampères}$$

Or en réalité si nous mesurons ce courant, nous trouvons une valeur bien inférieure : 180 milliampères.

Pourquoi ?

C'est que le moteur en tournant se comporte comme une dynamo, comme un générateur, il produit une force électromotrice, appelée ici « force contre-électromotrice », de sens opposé à la F.E.M. initiale.

La formule de la loi d'Ohm ne doit être appliquée que dans le cas d'une résistance pure. Dans le cas présent, on doit appliquer la formule :

$$I = \frac{E - E'}{R}$$

où justement  $E'$  est la force contre-électromotrice qui s'oppose à la force initiale.

Le même cas se présente en pratique lorsqu'un chargeur d'accumulateur délivre une certaine tension qui doit débiter un courant de charge dans l'accumulateur ; la F.E.M. de celui-ci est en opposition, la formule ci-dessus s'applique.

Tension à vide, tension en charge. Poursuivons nos expérimentations, avec la figure 184.

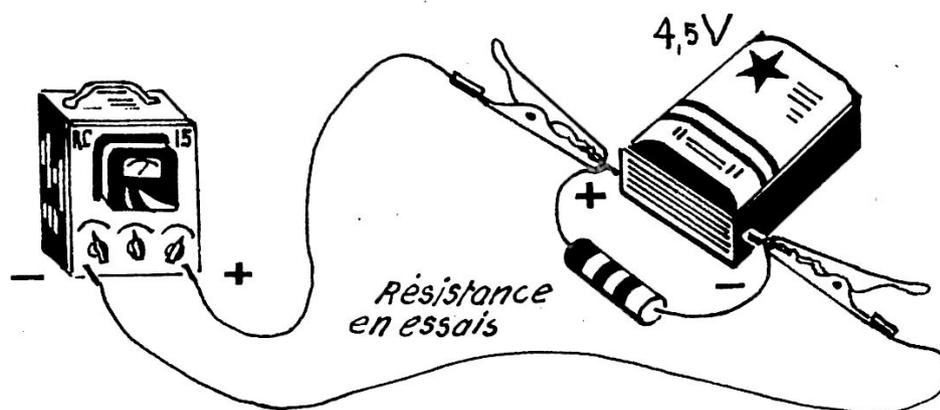


Fig. 184 E : force électromotrice, à vide ;  
U : tension, en charge (toujours en volts).

Une pile, un accumulateur, une dynamo, sont des générateurs de courant. Un générateur présente toujours une certaine résistance intérieure, une résistance interne, plus ou moins élevée, et lorsqu'il débite un certain courant celui-ci parcourt le circuit extérieur et également cette résistance intérieure.

Quelle en est la conséquence pratique ?

Il y a toujours une certaine chute de tension à l'intérieur d'un générateur. A vide, sans débit, on dispose aux bornes d'une certaine force électromotrice  $E$ . En charge, en débit, lorsque le générateur fournit du courant, on ne dispose plus aux bornes que d'une certaine tension  $U$  toujours plus petite que la F.E.M. initiale.

Ceci explique pourquoi en pratique on parle surtout de tension, qui caractérise les volts utiles, et non de F.E.M.

La résistance interne d'un accumulateur est très faible, elle est plus élevée dans le cas d'une pile et surtout elle augmente avec le vieillissement de la pile.

Branchons le voltmètre aux bornes d'une pile encore en très bon état. Nous trouvons par exemple 4,6 volts. Voltmètre branché en permanence, faisons débiter dans une résistance de 1 000 ohms, donc un courant de 4,5 milliampères. Pratiquement le voltmètre ne bouge pas.

Faisons débiter dans 100 ohms, donc 45 milliampères, la tension chute à 4,3 volts.

Faisons débiter dans 10 ohms, donc 450 milliampères, la tension chute à 4,1 volts.

Et si maintenant vous prenez une pile usagée, vous pourrez trouver, par exemple, 4 volts à vide et seulement 2 volts en charge, en débit. Ce qui vous explique pourquoi en pratique, lorsqu'on veut vérifier l'état d'une pile, il faut toujours mesurer sa tension en charge, lorsqu'elle débite le courant qu'on lui demande normalement. C'est également pourquoi, dans de nombreux montages à transistor, la pile est shuntée par un condensateur qui laisse passer plus facilement les courants H.F. ou B.F., évite qu'ils ne passent par la pile et sa résistance interne, ce qui provoquerait des accrochages et autres perturbations dans le fonctionnement de l'appareil.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- 4 Résistances, puissances différentes.
- 5 Condensateurs.
- 3 Résistances 1 watt.

Accessoirement : Moteur Midget.  
Contrôleur RC 15.

## Un fréquencemètre émetteur et récepteur

La radiocommande des modèles réduits constitue l'une des branches très importantes de l'amateurisme radio. Les liaisons haute fréquence se font sur les fréquences autorisées de 27,12 mégahertz et dans la bande de 72 à 72,5 mégahertz. La construction de petits émetteurs-récepteurs, la radio-téléphonie, constitue également une activité importante pour les amateurs radio. Elle se pratique dans la bande de 27,12 mégahertz.

Ces techniques mettent en jeu des émetteurs et des récepteurs, qui doivent être accordés l'un sur l'autre, et qui lorsqu'ils viennent d'être terminés doivent être exactement « calés » sur la fréquence autorisée.

D'où l'emploi de ce fréquencemètre, que l'on commute en récepteur pour étalonner un émetteur, et inversement. Son schéma nous est donné en figure 185.

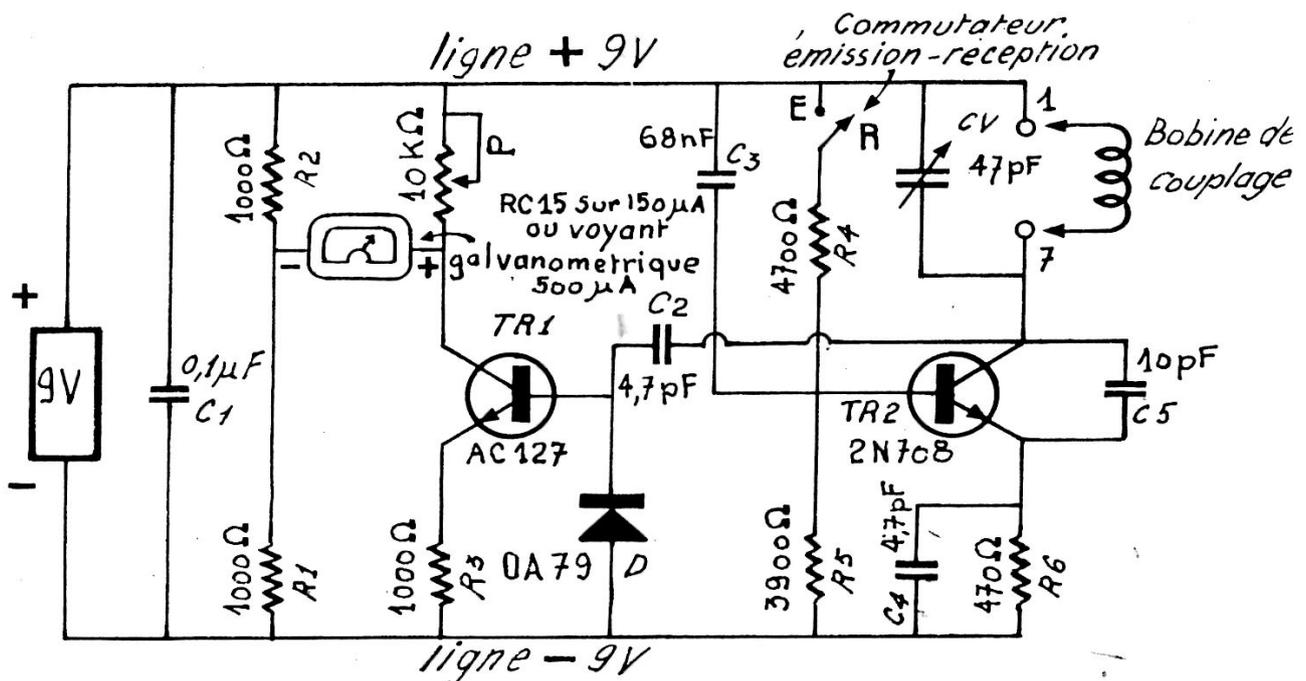


Fig. 185

En position émission, le transistor 2N708 fonctionne en oscillateur haute fréquence. La valeur de la fréquence engendrée est déterminée par le condensateur variable de 47 picofarads et par l'enroulement de la bobine de couplage. Comme son nom l'indique, c'est cette bobine qui peut être couplée avec un élément extérieur pour y injecter par couplage un signal d'une fréquence bien déterminée, que l'on connaît.

Du collecteur et par C2, on transmet à la base du transistor TR1. Le signal de haute fréquence est redressé par la diode, et se traduit par une déviation permanente observée au galvanomètre. Si l'on veut connaître, par exemple, la fréquence d'accord d'un circuit oscillant d'un appareil même *non alimenté*, on couple la bobine de couplage avec, et on actionne lentement le condensateur variable.

A un moment donné, lorsque les deux circuits oscillants se trouvent sur la même fréquence, il se produit un effet d'absorption qui se traduit par une *diminution* au galvanomètre. Dans une version définitive, le C.V. entraîne une aiguille se déplaçant devant un cadran gradué en fréquence. Dès que l'on a observé une déviation de l'aiguille, on lit la fréquence correspondante au cadran.

La fonction réception est obtenue lorsque le commutateur est ouvert. A ce moment, la résistance R4 est coupée, le pont de base est modifié, par R5 la base est reliée directement au potentiel de l'émetteur, le transistor TR2 est bloqué.

La bobine de couplage du circuit oscillant est couplée avec le bobinage d'un circuit émetteur. La tension de haute fréquence induite dans la bobine de couplage est transmise par C2 à l'étage amplificateur. Le processus devient le même que précédemment : on actionne le condensateur variable du fréquencemètre, et dès que les deux circuits se trouvent sur la même fréquence, on observe une variation à l'aiguille. On lit alors la valeur de la fréquence sur le cadran.

On rencontre souvent dans le commerce cet appareil sous le nom de « GRID-DIP », ou encore « Grid-Dip Meter ». Un Dip, c'est le signal observé, c'est la variation, c'est la réaction de l'appareil.

La réalisation pratique est donnée en figure 186.

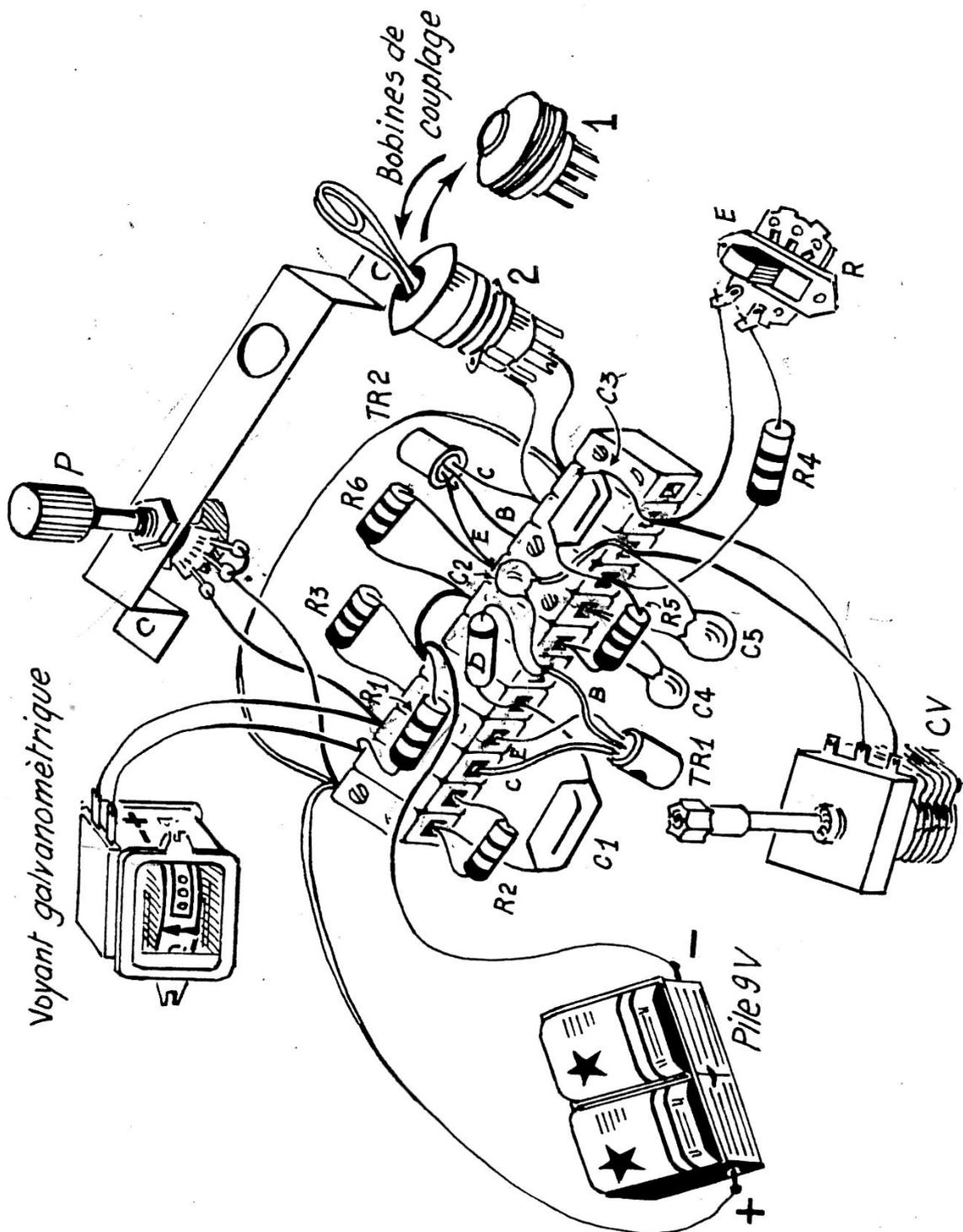


Fig. 186

Pour le montage expérimental, nous avons prévu 2 bobines, qui couvrent les fréquences intéressant plus particulièrement les amateurs.

La bobine 1 permet de couvrir :

- en émission, de 22 à 32 mégahertz,
- en réception, de 21 à 36 mégahertz.

La bobine 2 permet de couvrir :

- en émission, de 44 à 75 mégahertz,
- en réception, de 43 à 79 mégahertz.

Nous les avons bobinées sur des bouchons à 7 broches, à capuchon de matière plastique. Pour la bobine 1, on enroule quatre spires trois quarts (4,75...) jointives de fil émaillé 7 dixièmes. Pour la bobine 2, on enroule sur air deux spires jointives de fil émaillé 15 dixièmes. Les fils aboutissent aux broches 1 et 7.

On peut établir une aiguille solidaire de l'axe du condensateur variable et se déplaçant devant un cadran. Reste alors la question de l'étalonnage, toujours délicate pour des appareils intéressant des fréquences élevées. Le but de cet étalonnage, c'est de savoir, pour chaque position du C.V., sur quelle fréquence se trouve accordé le circuit oscillant.

Tout d'abord, nous avons constaté que pour obtenir une bonne précision, il convient d'établir pour chaque gamme une échelle en émission et une autre en réception.

Nous vous suggérons de vous servir du vérificateur de quartz, puisqu'il délivre une émission rigoureusement connue. Si vous disposez de plusieurs quartz, vous pourrez établir plusieurs points connus sur l'échelle du cadran.

Et ici, nous vous signalons une particularité extrêmement intéressante, que nous avons découverte à l'usage... Le fréquencemètre étant commuté en émetteur, vous approchez de la bobine de couplage un quartz tenu entre deux doigts *et par une seule broche*. Il y a effet d'absorption, on obtient un dip, le quartz se comporte comme un circuit oscillant, et de fréquence bien connue...

En montage définitif, on pourrait réaliser un appareil couvrant de 2 à 250 mégahertz, la fréquence de coupure du 2 N 708 est à 450 MHz.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Condensateur variable sur stéatite.
- Potentiomètre et bouton.
- Transistors AC 127 et 2 N 708.
- Diode.
- Support 7 broches.
- 2 bouchons, 7 broches.

- Commutateur à glissière.
- 6 résistances.
- 5 condensateurs.

Accessoirement : Contrôleur RC 15.  
Voyant galvanométrique.  
Quartz 72 et 27,12 MHz.



## Un commutateur électronique

Citons un exemple classique d'emploi de cet appareil, pour bien en déterminer but et possibilités.

A l'entrée d'un étage amplificateur basse fréquence, on applique le signal d'un générateur basse fréquence. On veut étudier le comportement de l'amplificateur, le mettre au point, savoir s'il déforme. Pour cela, on observe à l'oscilloscope le signal avant amplification et après, à l'entrée et à la sortie. En pratique, cela se traduit par des manipulations longues et fastidieuses. Et immédiatement, on se demande s'il ne serait pas possible d'envoyer simultanément les deux signaux, pour les observer ensemble sur l'écran.

C'est là le but du commutateur électronique. Bien entendu, il peut être utilisé dans tous les cas où l'on désire observer deux signaux B.F. sur un oscilloscope, et cela dans des fréquences comprises entre 50 hertz et 100 kilohertz.

On voit sur le schéma de la figure 187 deux entrées BF1 et BF2. Chaque signal est injecté entre l'une de ces douilles et la masse, le + 9 V. La douille de sortie restitue ces deux signaux, mais commutés de l'un à l'autre extrêmement rapidement. C'est de là qu'on relie à l'entrée de l'amplificateur vertical de l'oscilloscope.

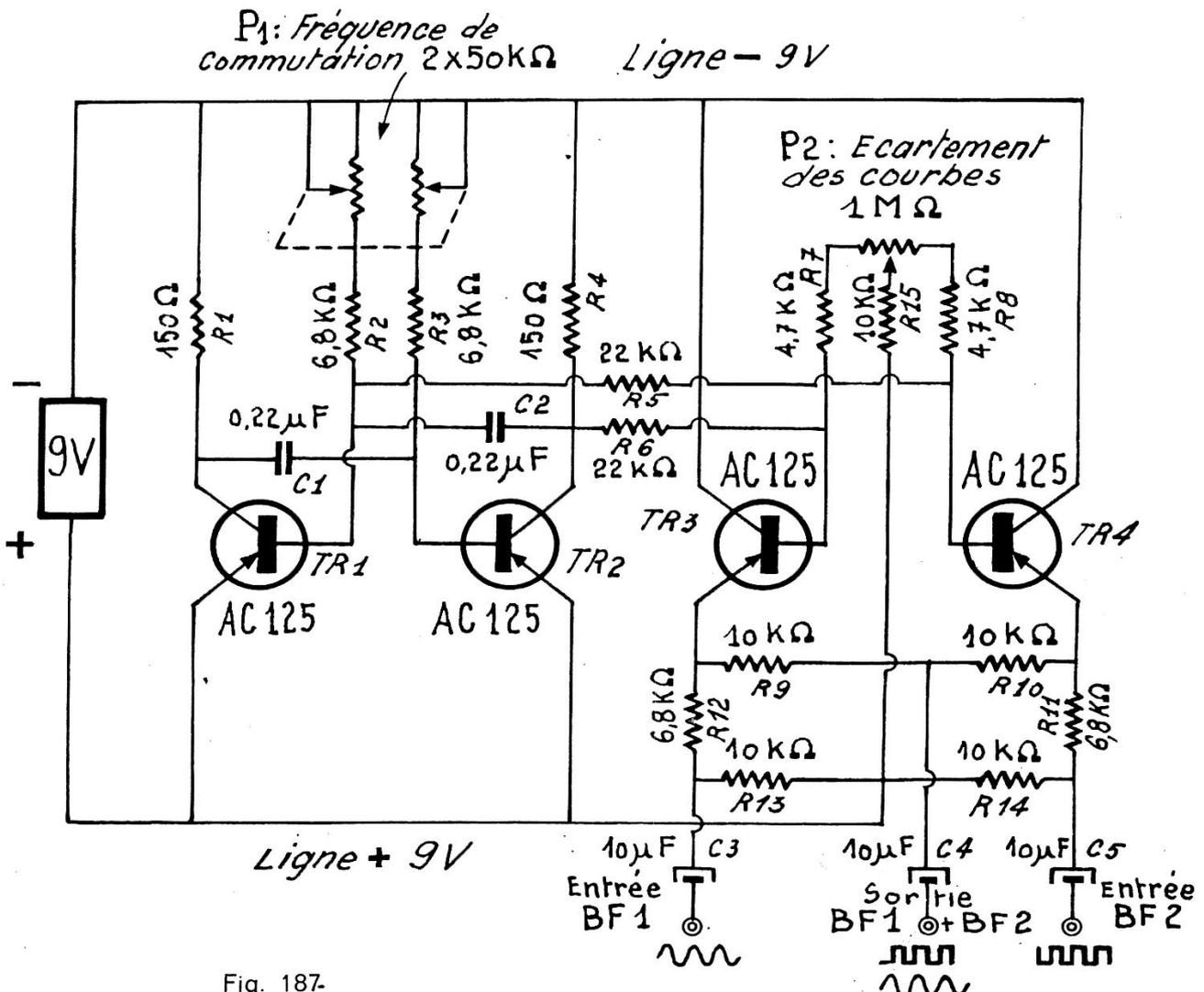


Fig. 187.

Avec le potentiomètre P2 on peut écarter ou rapprocher à volonté les deux courbes sur l'écran, ce qui est très commode pour leur observation. On peut même les superposer, c'est très utile, par exemple, dans le cas de deux sinusoïdes dont on veut comparer la forme très exactement.

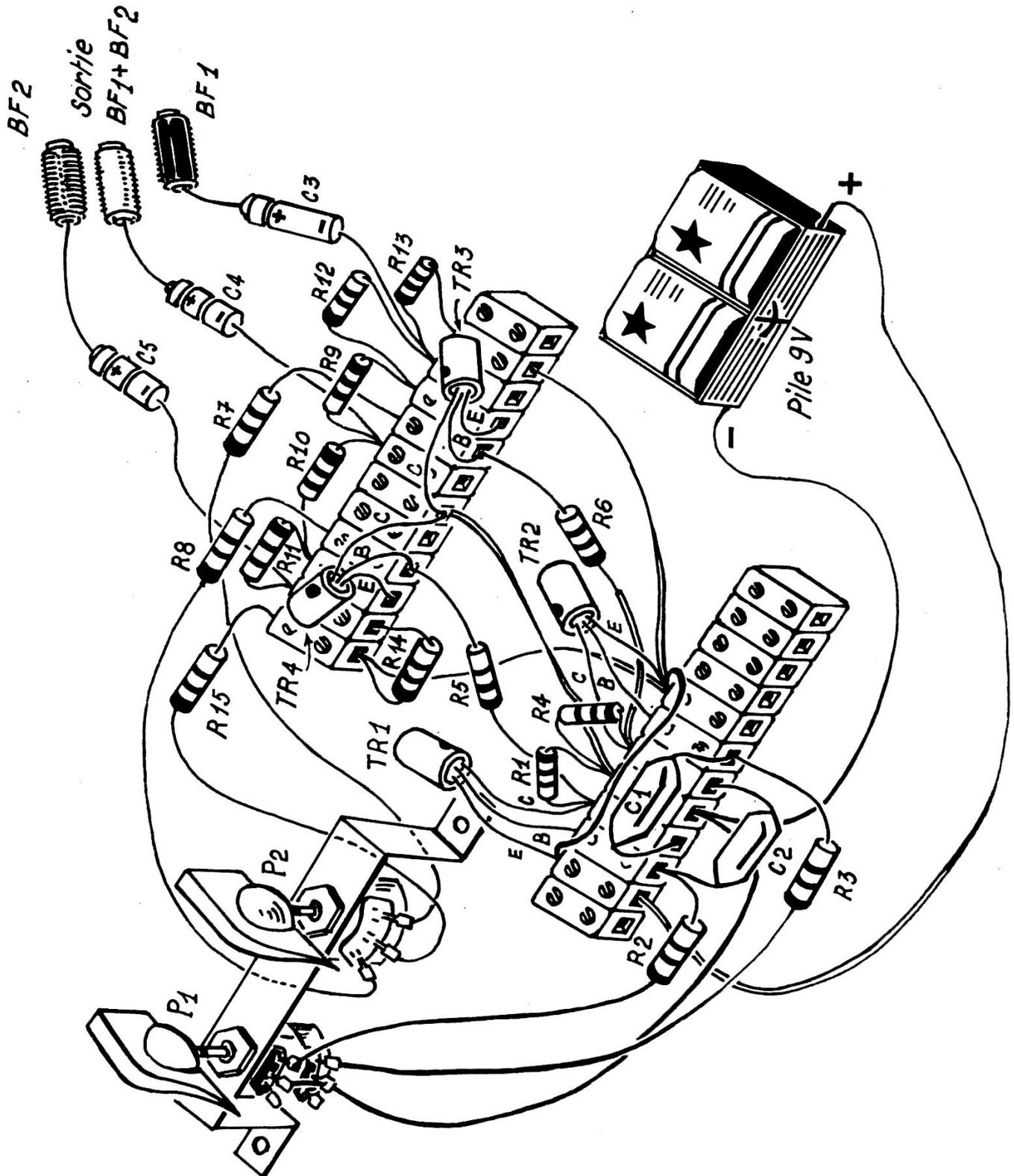
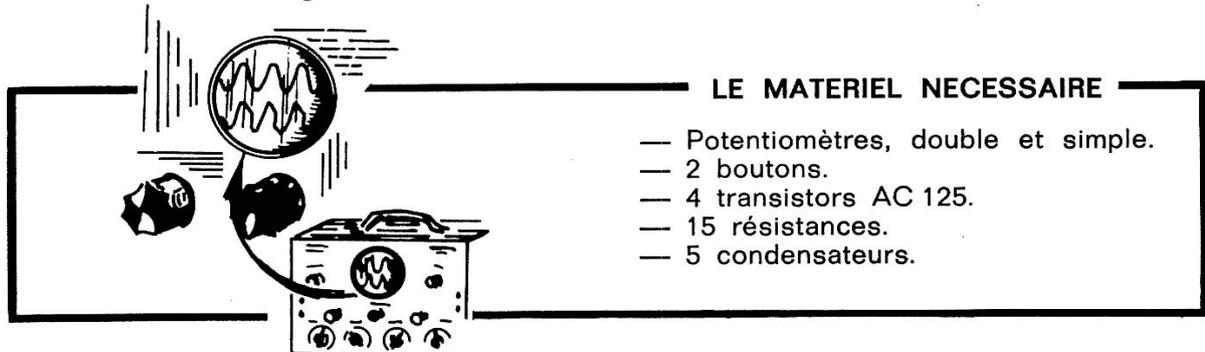


Fig. 188

Nous avons dit que les deux signaux à examiner sont commutés très rapidement. On est également maître de cette vitesse de commutation, que l'on peut commander par le potentiomètre double P 1. A l'usage, on constate que cette fréquence de commutation doit être différente de celle de la fréquence des signaux, pour éviter de produire une sorte de déchirement de l'image.

En fait, les transistors 1 et 2 constituent un oscillateur de signaux carrés, qui bloquent et débloquent tour à tour les transistors 3 et 4 qui reçoivent et restituent les signaux à observer.



## Phonemètre. Un mesureur de bruit

Il n'est guère besoin ici de définir le but de cet appareil, dont l'utilisation se trouve bien déterminée par son nom... Disons que l'oreille d'un être humain est un organe très mauvais comparateur et mesureur de bruit, et que s'il se révèle nécessaire d'effectuer des mesures précises, un instrument beaucoup plus impartial est nécessaire.

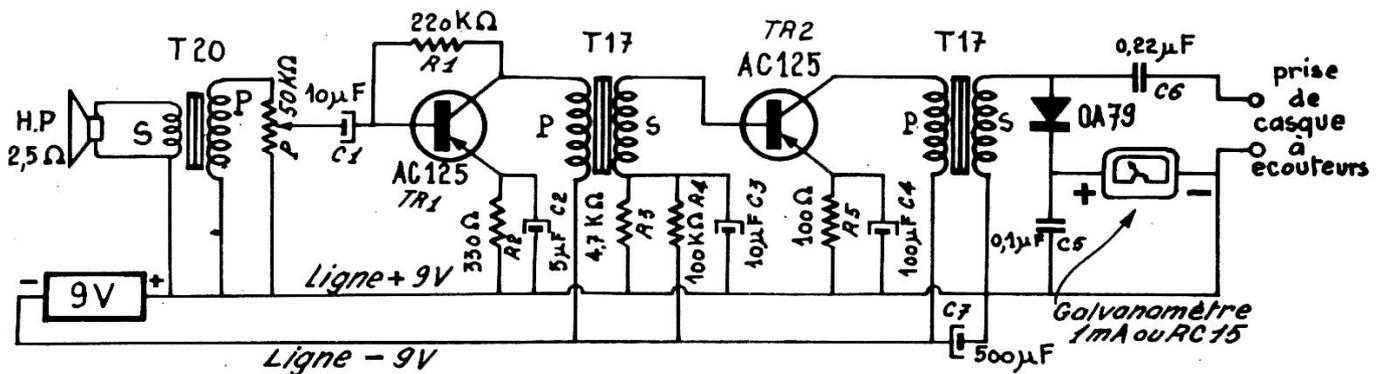


Fig. 189

L'une des applications classiques de cet appareil est l'applaudimètre, qui permet d'apprécier et de comparer l'intensité des applaudissements dans une salle de spectacle.

L'élément capteur de bruits doit être sensible, et non directionnel, pour pouvoir collecter autant que possible tous les bruits, provenant de toutes les directions. Nous avons donc utilisé pratiquement un haut-parleur, faisant office de microphone, avec son transformateur de modulation branché ici « à l'envers », secondaire du côté du haut-parleur.

Le potentiomètre agit en réglage de sensibilité. La présence de cette fonction se révèle hautement nécessaire si l'on considère que pour un réglage au maximum de sensibilité, l'aiguille dévie pour un simple bruissement de feuille de papier se produisant à plus de 5 mètres... Si l'on enregistre ensuite le bruit pétaradant d'un moteur, l'arrivée d'un train, un bruit

d'avion, il est évident que l'aiguille déviara toujours à fond, sans que l'on puisse rien lire. Il faut donc pouvoir réduire la sensibilité de l'enregistreur, en fonction de la puissance des bruits écoutés.

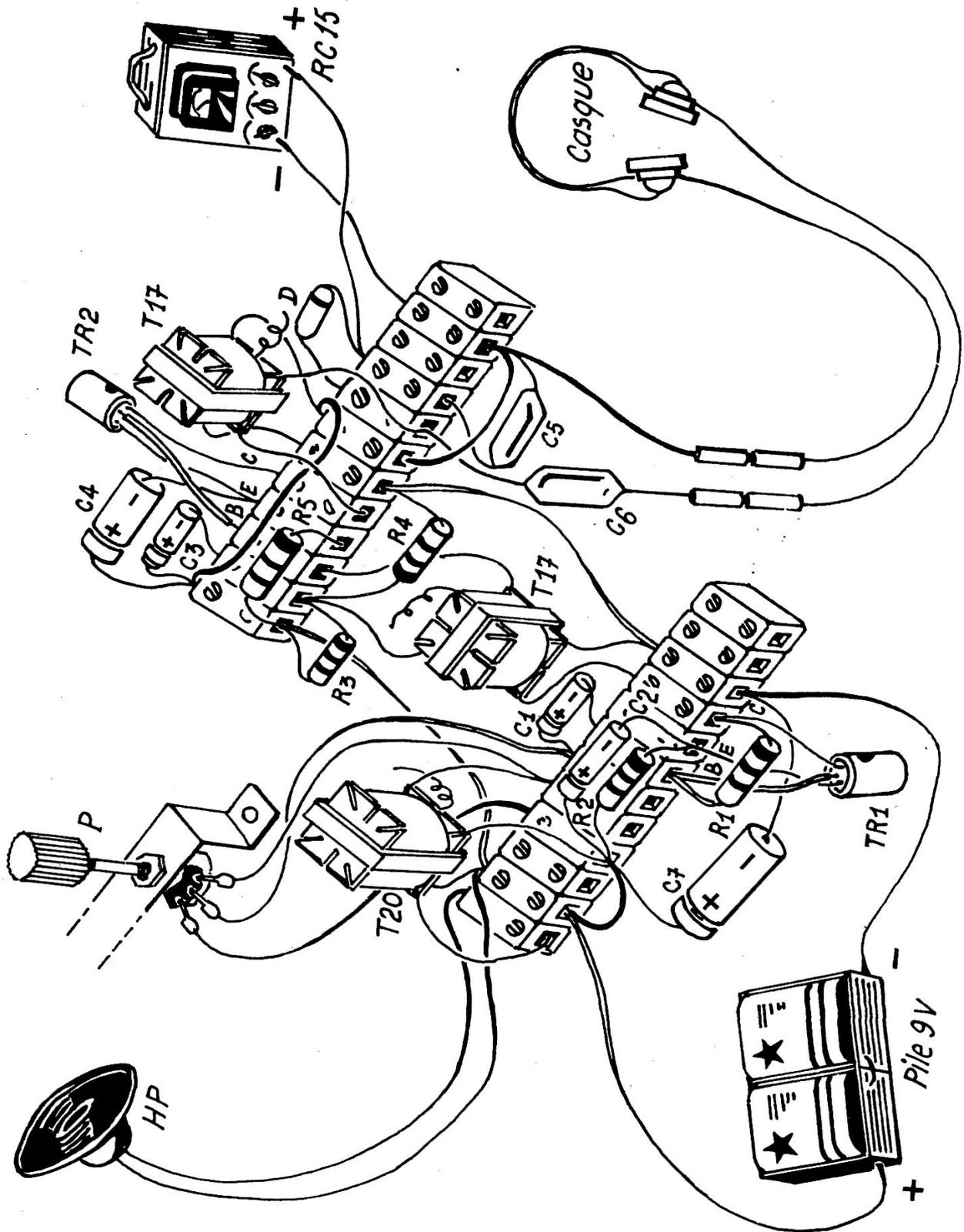


Fig. 190

Nous trouvons ensuite un amplificateur à 2 transistors, dont la sortie actionne l'aiguille d'un galvanomètre indicateur. Pour que l'aiguille donne une indication régulière, et non pas par bonds, par à-coups, il faut prévoir sur les signaux reçus un redressement et une intégration, opérés ici par la diode et C 5.

Accessoirement, nous avons prévu une prise de casque pour « surveillance discrète »... Dans cette fonction, le haut-parleur capteur peut être disposé à plusieurs mètres de l'appareil, dans une pièce où il capte tous les bruits et conversations, que l'on peut entendre au casque.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| — Transistors : deux AC 125.               | — 5 résistances.                     |
| — Transformateurs : deux T 17,<br>un T 20. | — 7 condensateurs.                   |
| — Diode.                                   | Accessoirement : Casque à écouteurs. |
| — Potentiomètre et bouton.                 | Galvanomètre 1 mA.                   |
| — Haut-parleur 12 cm.                      | Contrôleur RC 15.                    |

## Amplificateur de puissance pour poste voiture

On utilise beaucoup et fréquemment le classique récepteur de radio, à transistors, que ce soit en appartement, en camping, en déplacement. La puissance délivrée par un tel appareil est généralement suffisante pour tous ces emplois courants. Mais dès qu'on désire faire de la réception en voiture, on est bien obligé de constater que la puissance délivrée est souvent insuffisante, en raison du bruit ambiant qui existe toujours à l'intérieur d'une voiture.

D'où l'emploi de ce dispositif, destiné à se brancher en sortie d'un récepteur ordinaire, et d'apporter une amplification supplémentaire. Il s'alimente sur la batterie de la voiture, pour être absolument indépendant de l'alimentation du poste, et nous aurons à considérer le cas de branchement sur 6 ou 12 volts.

Le schéma est représenté en figure 191.

Pour la réalisation en montage sur table, nous avons établi le schéma pour alimentation sur 6 volts. Le branchement se fait en déconnectant simplement le haut-parleur du poste, et en reliant le secondaire du transformateur de modulation à l'entrée de l'amplificateur. La résistance réglable R 4 doit être ajustée pour obtenir un courant de repos, en absence de modulation, de l'ordre de 360 milliampères.

La nouvelle puissance de sortie obtenue est de 4 watts. Il convient d'adopter un haut-parleur de dimensions convenables pour encaisser cette puissance. Un 17 cm est un minimum, de préférence un 21 cm ou un elliptique de 16 × 24 cm conviendront mieux. La résistance R 2 peut faire de 0,5 à 1 ohm, valeur peu usitée. Nous l'avons constituée par du fil résistant, de longueur convenable.

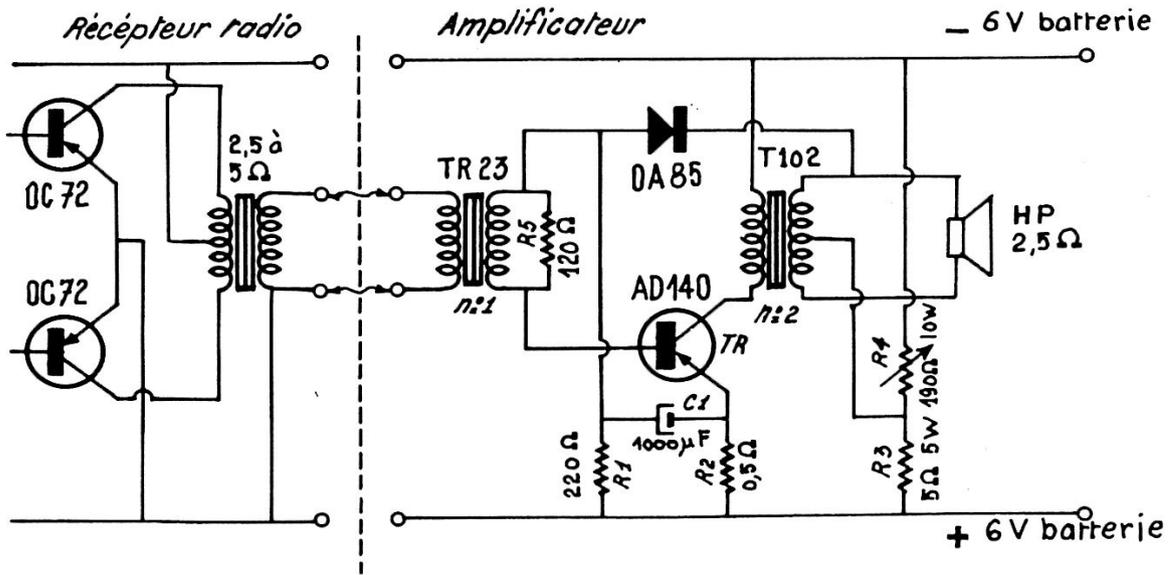
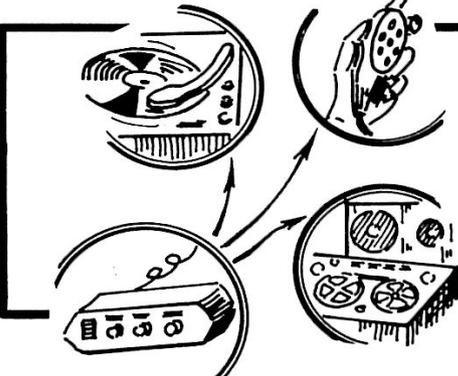


Fig. 191

Voici la valeur des éléments qui doit être adoptée, en fonction de la tension de la batterie dont on dispose :

	6 volts	12 volts
Transformateur N° 1 .....	TR 23	TR 53
Transformateur N° 2 .....	T 102	T 104
R 1 .....	220 Ω	1 KΩ
R 2 .....	1 Ω	4 Ω
R 3 .....	5 Ω	5 Ω
R 4 .....	190 Ω	190 Ω
R 5 .....	120 Ω	47 Ω

En montage définitif, pour fonctionnement en permanence, Il convient de refroidir le transistor, en le fixant par exemple sur une plaquette métallique de 10 × 10 cm.



**LE MATERIEL NECESSAIRE**

- Diode.
- 2 transformateurs.
- Transistor et support.
- 5 résistances.
- Haut-parleur.



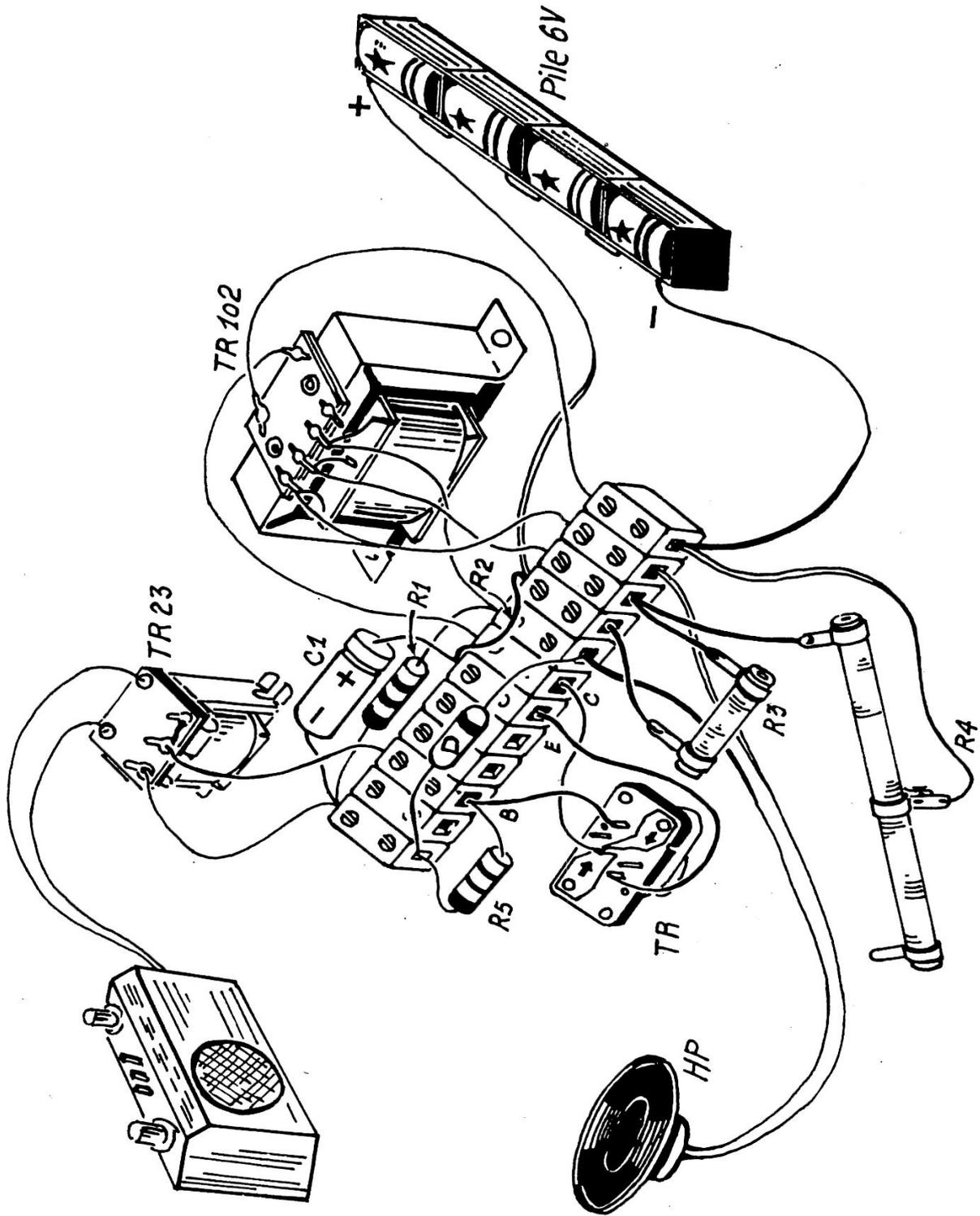


Fig. 192

## Commande de moteur par la lumière

Voici un montage d'une extrême simplicité, et qui mérite d'être expérimenté et étudié. Car il démontre bien les possibilités étendues des composants électroniques modernes, et de tous les semiconducteurs.

Car ici, nous arrivons à commander le démarrage et la vitesse de rotation d'un moteur par un rayon lumineux. Ceci par l'emploi d'un thyristor, semiconducteur dont nous avons déjà décrit le fonctionnement en figure 173.

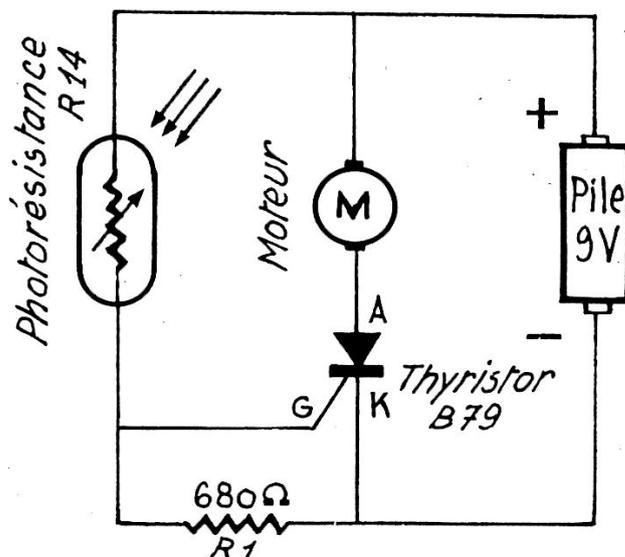


Fig. 193

Nous avons expérimenté ce montage avec le petit moteur Midget que nous avons déjà utilisé dans ces montages, moteur pour courant continu muni d'un système collecteur-balais.

Avec les valeurs indiquées, le montage fonctionne, tel quel. D'une façon générale, il faut ajuster la valeur de R1 de façon telle que le moteur se trouve à l'arrêt lorsque la photorésistance est placée dans le noir, ou tout au moins dans la lumière ambiante pour laquelle le montage doit rester en attente, en veilleuse. On éclaire ensuite légèrement et on règle la résistance pour provoquer le démarrage du moteur.

Avec l'éclairage plus ou moins important de la photorésistance, la résistance de cet élément varie, modifiant le potentiel de l'électrode de commande, la gâchette.

### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Moteur Midget.
- Photorésistance.
- Thyristor B 79.
- Résistance.

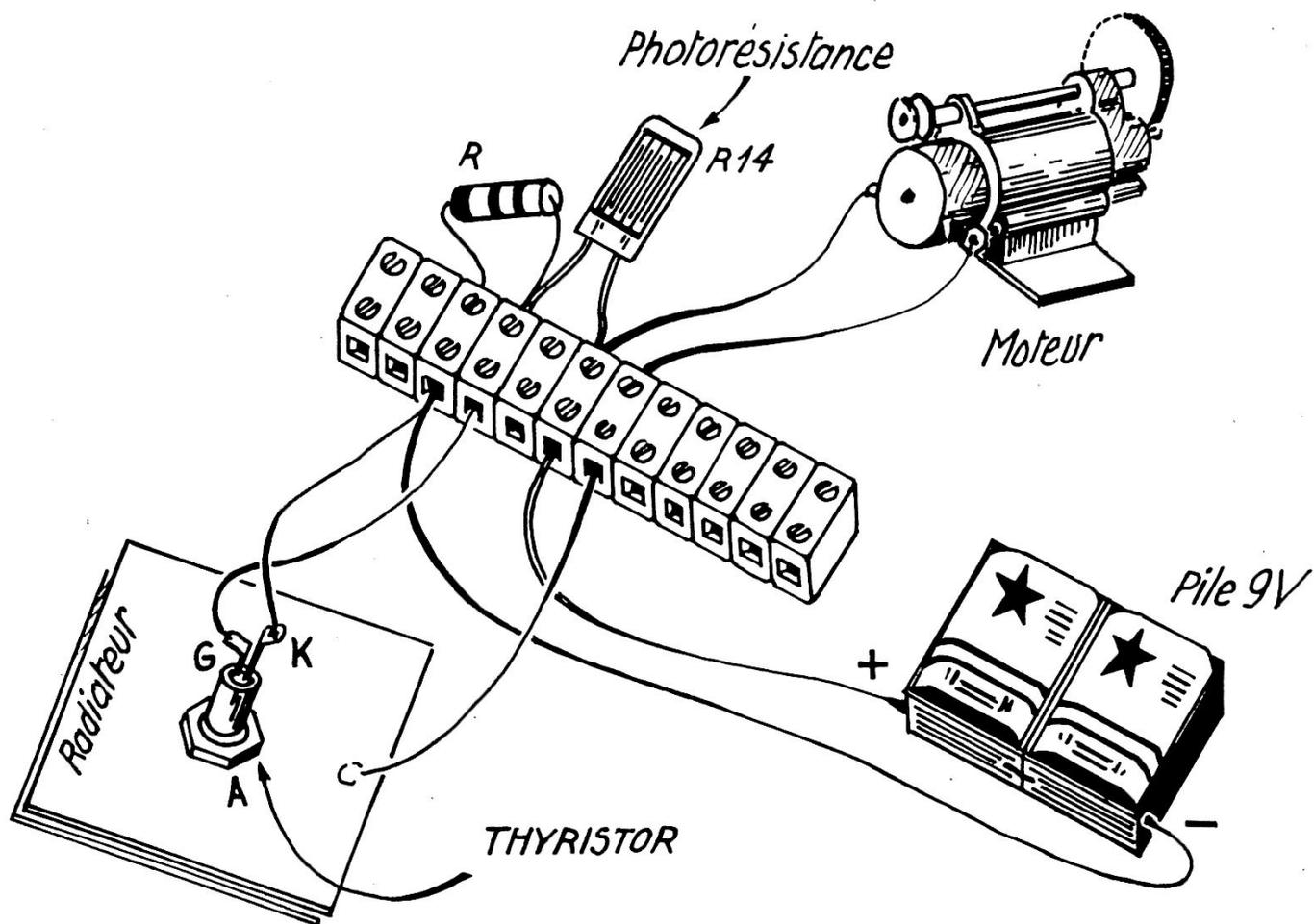


Fig. 194

## Un thermomètre électronique

Dans une voiture automobile, il est une pièce du moteur, un organe, dont on veut surveiller la température. On applique donc dessus une sonde, un « tâteur », relié par un câble à notre appareil, et de l'intérieur de la voiture on peut lire la température sur un cadran. Cet exemple peut être généralisé : toutes pièces ou parties de machines d'un accès malaisé, fours industriels, lieux normalement peu accessibles, toutes surveillances à distance.

Le schéma est représenté en figure 195.

L'élément sensible est la thermistance de 100 kilohms, qui sera placée dans l'endroit que l'on veut surveiller. Son branchement modifie la polarisation de la base, donc le courant de collecteur du transistor, courant qui est lu sur un galvanomètre. Nous avons choisi ici un transistor à faible gain, pour obtenir des variations de courant relativement faibles en regard des variations de température, donc une échelle étendue de lecture pour un même galvanomètre.

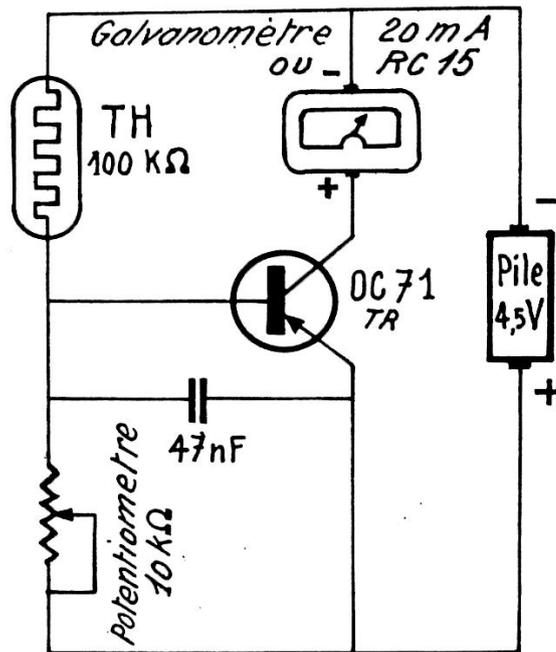


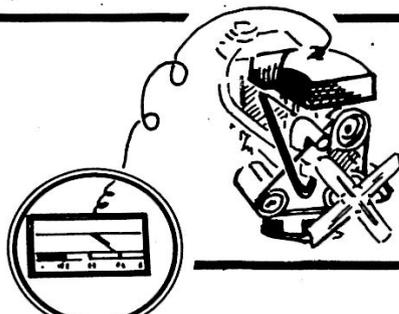
Fig. 195

Avec les valeurs adoptées dans le présent montage, nous avons relevé les relations température/courant suivantes :

Pour 20 degrés :	2	milliampères
» 25 » :	4	»
» 30 » :	5,6	»
» 35 » :	7,6	»
» 40 » :	9,8	»
» 45 » :	13	»
» 50 » :	15	»

Nous avons pu constater que ce montage est très sensible. Le seul fait de souffler sur la thermistance, ou d'approcher un fer à souder, se traduit immédiatement par une variation du courant ; le temps de réponse est très rapide, il n'y a pas d'inertie, la réaction est immédiate.

Le potentiomètre agit en réglage permanent du potentiel de la base, donc de la mise au zéro de l'aiguille en fonction de la température ambiante à laquelle on veut démarrer les lectures. Pour un montage définitif, il pourrait être remplacé par une résistance ajustable.



**LE MATERIEL NECESSAIRE**

- Thermistance.
- Potentiomètre et bouton.
- Transistor.

Accessoirement : Galvanomètre 20 mA.  
Contrôleur RC 15.

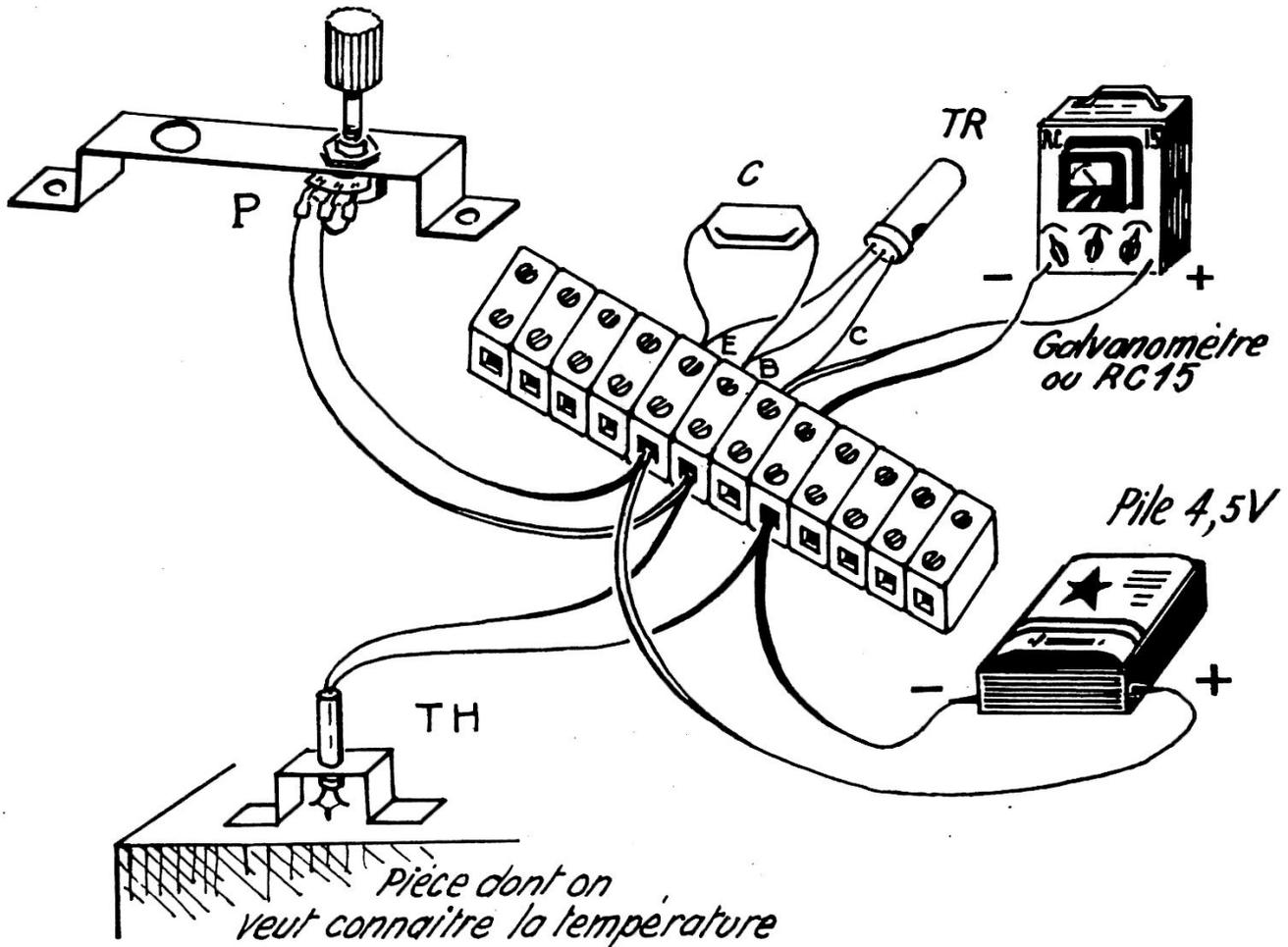


Fig. 196

## Un comparateur de lumière

Ce dispositif a pour but la recherche, la localisation, de points d'ombre ou de points de lumière, la comparaison de l'éclairement entre des points existants. Il est utilisé par les installateurs électriciens, par les décorateurs, lors de l'installation de vitrines, de magasins, d'appartements. Il trouve également des applications en photographie, à la recherche de points d'ombre avant la prise d'une photo.

Le principe de fonctionnement de ce dispositif, représenté en figure 197, réside dans l'équilibrage des deux branches d'un pont de résistances, polarisant un transistor. Cet équilibrage correspond à une position moyenne du galvanomètre. Dès que l'une des branches est modifiée, un courant apparaît et l'aiguille dévie.

Les branches comprenant des photorésistances, le déséquilibre est provoqué par des influences d'ombre et de lumière sur ces éléments. Il faudrait normalement disposer d'un galvanomètre à *zéro central*, dont l'aiguille peut dévier à droite ou à gauche d'une position moyenne. Pour pouvoir quand même utiliser du matériel courant, nous tournerons cette petite difficulté par une légère modification du montage.

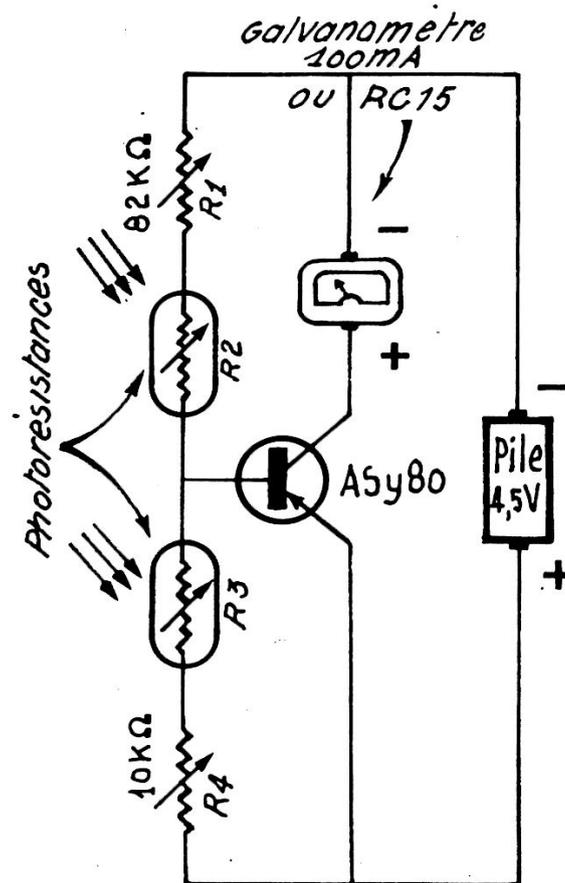


Fig. 197

Il y a avantage à disposer chaque cellule à l'intérieur et dans le fond d'un tube de carton ou de toute autre matière opaque, et dont l'intérieur est peint en noir. Soumettre les 2 cellules à une illumination égale, constituée par exemple par 2 ampoules d'éclairage de cadran. Agir sur les résistances ajustables R 1 et R 4 pour observer sur le galvanomètre 100 mA, un courant de 40 à 50 milliampères. Cette position constitue un « zéro fictif », autour de laquelle se feront les observations.

En obstruant tour à tour chaque tube, l'aiguille doit dévier d'une valeur égale de part et d'autre de la position centrale. Si l'on n'obtient pas le même déplacement, il faut retoucher le réglage des résistances pour déplacer le point de fonctionnement et parvenir au résultat recherché.

A l'usage, on dirige chacun des « tubes explorateurs » sur des zones d'ombre ou d'éclairage pour en mesurer et comparer l'éclairement. Il découle de soi que la déviation observée au galvanomètre est d'autant plus importante que l'écart entre deux éclairagements est lui-même plus grand.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transistor.
- 2 cellules photorésistantes.
- 2 douilles et ampoules.
- 2 résistances ajustables.

- 2 tubes bakélite.

Accessoirement : Galvanomètre 100 mA,  
Contrôleur RC 15.

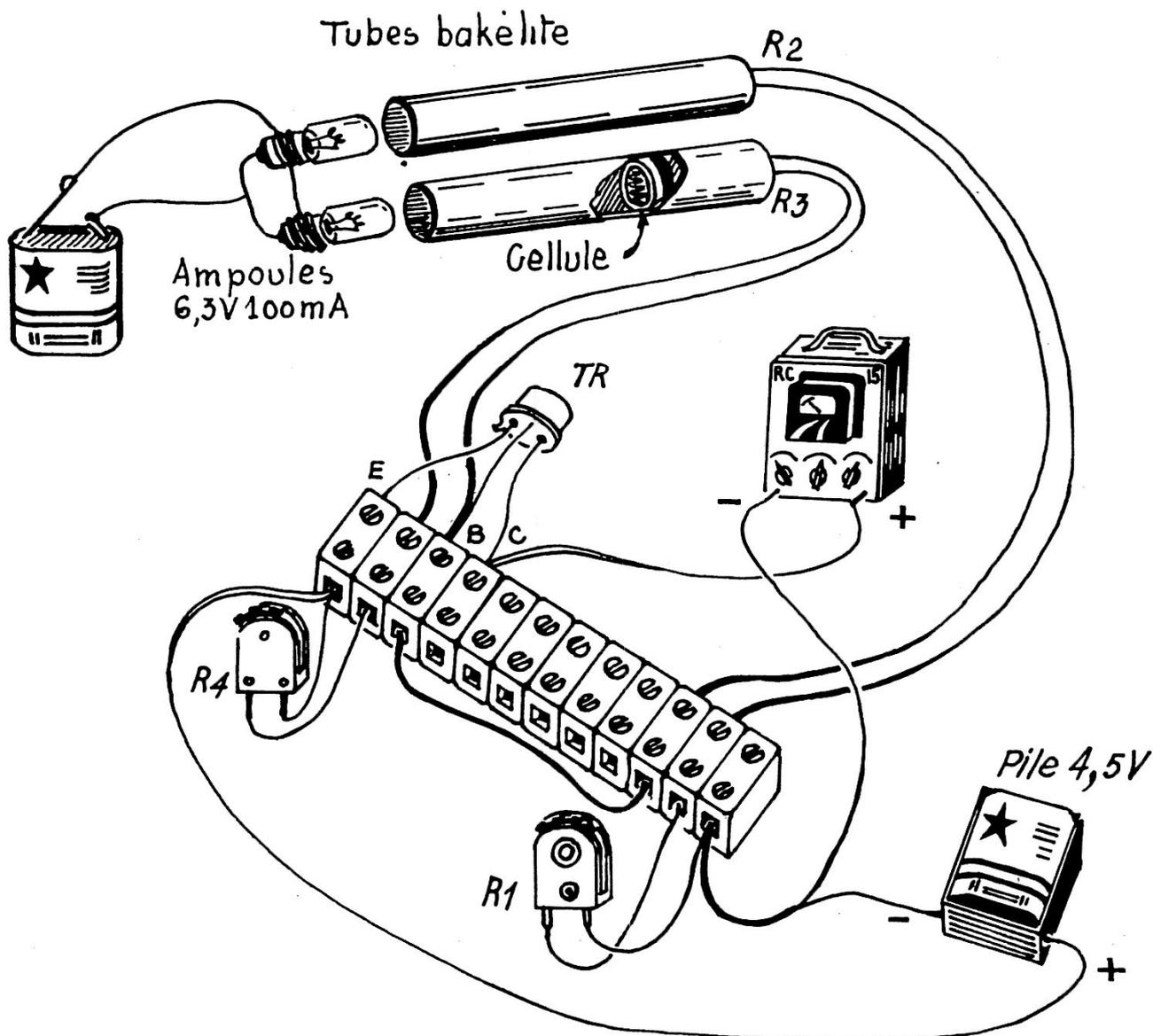


Fig. 198

## Une alimentation sur secteur

Voici un montage qui se révèle à l'usage d'une très grande utilité, car il va vous permettre d'alimenter par le secteur, soit les montages expérimentaux décrits dans cet ouvrage, soit votre récepteur de radio ou votre électrophone.

Disons tout de suite que si ce genre d'alimentation est maintenant d'un usage assez répandu dans le public, nous avons adjoint à notre modèle un dispositif annexe qui en facilite l'utilisation sur la grande diversité de nos montages.

Le schéma est représenté en figure 199.

Ce montage se branche sur le réseau alternatif, en 120 ou 220 volts. Il peut délivrer en sortie une tension continue, filtrée, variable de 2 volts à plus de 9 volts, avec un débit de 200 milliampères.

Le branchement au secteur se fait par le primaire d'un transformateur abaisseur de tension. Le secondaire à prise médiane délivre une tension de  $2 \times 7$  volts, c'est-à-dire 7 volts entre la prise médiane et l'une des extrémités.

Redressement du courant par une cellule redresseuse en pont, qui en fait contient 4 éléments redresseurs groupés en un seul élément. Le filtrage se fait ensuite par les 2 condensateurs, la résistance et le potentiomètre P 1. Celui-ci est monté en résistance variable, en rhéostat. La résistance qu'il présente peut être plus ou moins éliminée, par ce fait on règle la tension de sortie, disponible aux deux douilles d'alimentation. On y trouvera facilement « le » 4,5 volts et « le » 9 volts nécessaires à nos expérimentations.

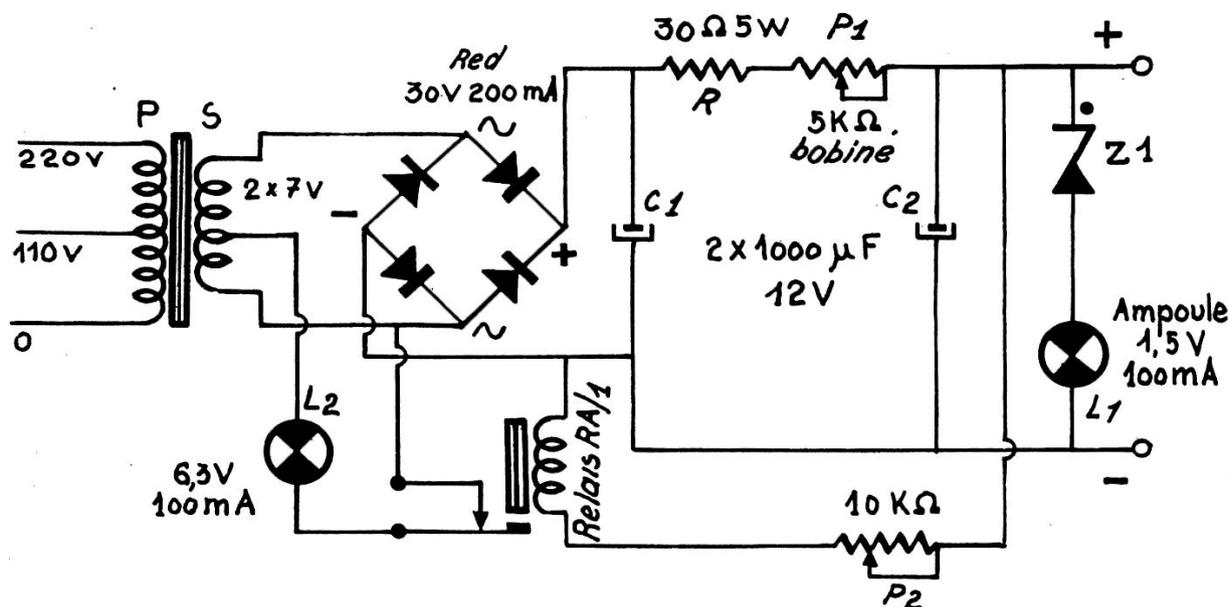


Fig. 199

Ceci, c'est le circuit en somme classique. Voyons les circuits accessoires, que nous y avons annexés.

La tension de 9 volts étant la plus usitée, nous l'avons régulée, stabilisée, par une diode Zener Z 1. Cela signifie que malgré des variations de débit, de courant, de l'appareil alimenté, la tension reste constante à 9 volts, dans une certaine plage bien entendu. Si la tension de sortie atteint 10 volts et s'élève, la diode entre en action et l'ampoule L 1 commence à s'allumer. C'est un ensemble régulateur et indicateur.

Nous voyons ensuite un circuit comprenant un relais et le potentiomètre P 2, branché en fait entre les deux douilles de sortie. Son but est de pouvoir utiliser l'alimentation, de savoir de quelle tension on dispose, sans pour cela être obligé d'immobiliser un voltmètre branché en permanence.

Pour cela, on agit sur P 2 et avec le contrôle d'un voltmètre on le règle pour que le relais s'enclenche pour la tension que l'on va utiliser, 2 volts, ou 4,5 volts, ou 9 volts par exemple ; on voit immédiatement que le collage du relais entraîne l'allumage de l'ampoule L 2. C'est donc à chaque fois pour une tension de sortie bien déterminée et connue que l'ampoule de contrôle s'allume.

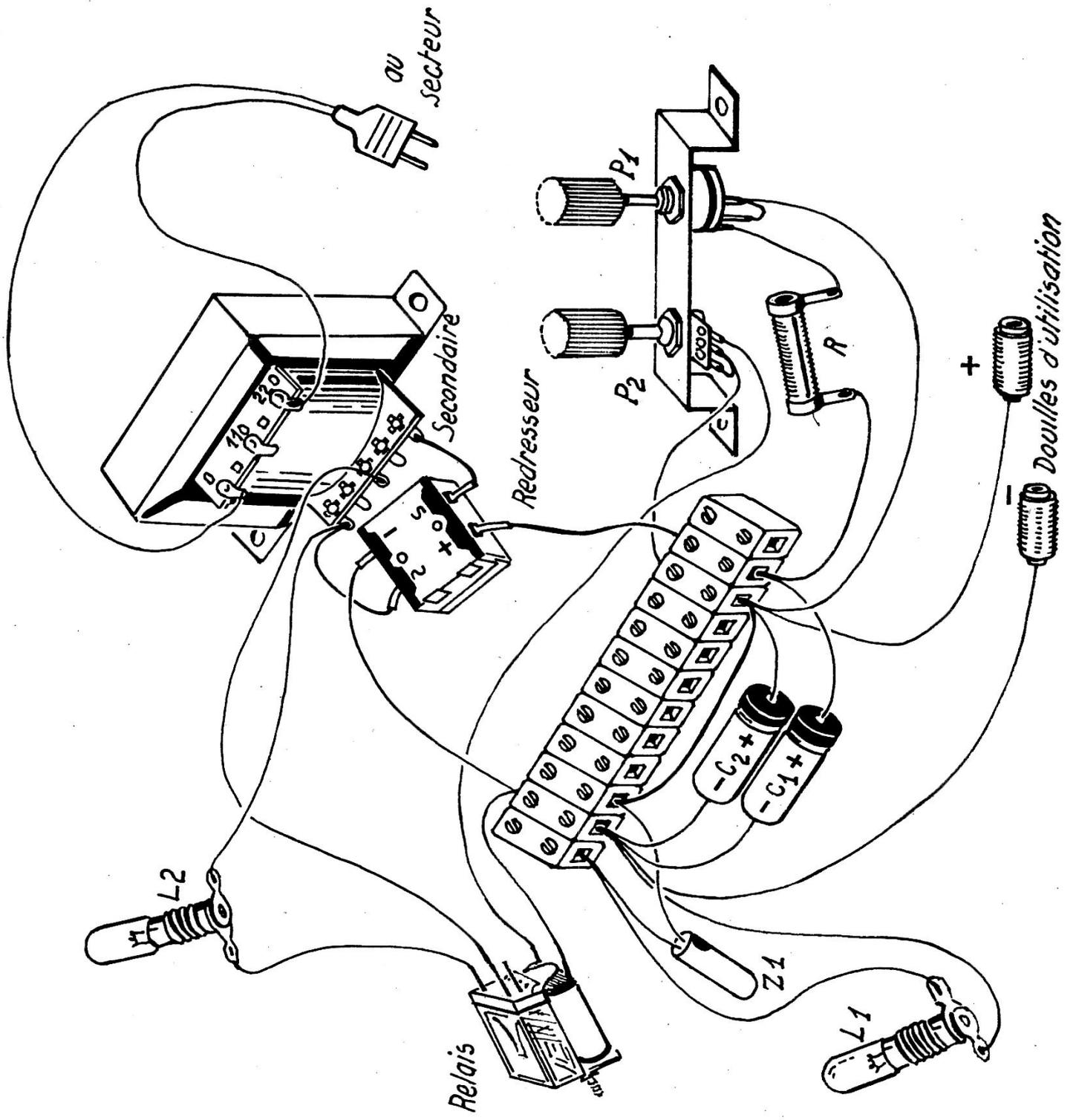
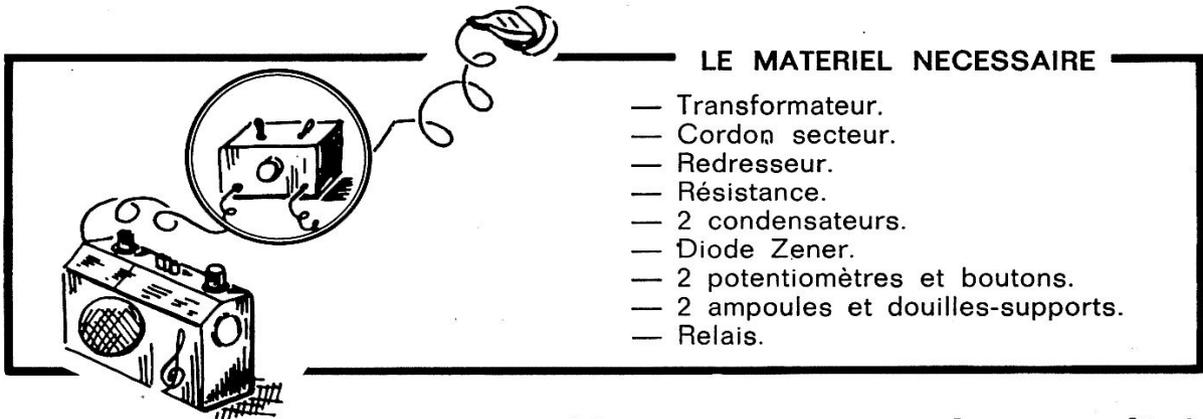


Fig. 200



LE MATERIEL NECESSAIRE

- Transformateur.
- Cordon secteur.
- Redresseur.
- Résistance.
- 2 condensateurs.
- Diode Zener.
- 2 potentiomètres et boutons.
- 2 ampoules et douilles-supports.
- Relais.

## Un correcteur de tonalité

Ce montage trouve sa place dans une chaîne d'amplification basse fréquence, généralement il s'intercale entre le préamplificateur, qui agit sur des tensions de faible amplitude, et l'amplificateur de puissance, qui actionne les haut-parleurs.

Dans le registre musical, son rôle est de pouvoir agir à volonté sur l'importance relative des fréquences basses ou élevées, donc sur les notes graves ou aiguës, d'en doser l'amplification, de modifier en définitive à volonté l'effet musical obtenu en fin d'amplification.

On démontre que toute correction ainsi introduite dans un amplificateur apporte toujours un affaiblissement, une perte de puissance. C'est pourquoi le schéma retenu ici est correcteur, mais également amplificateur pour compenser la perte apportée.

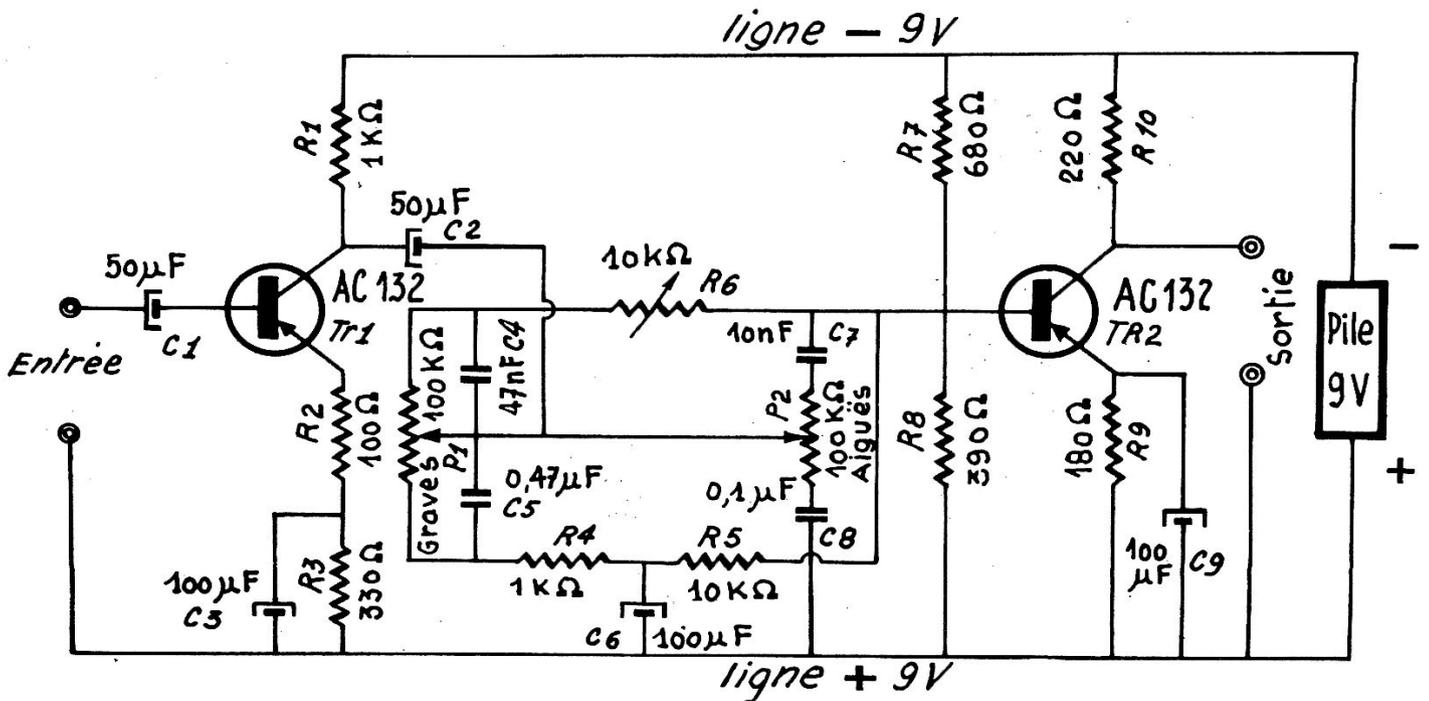


Fig. 201

La tension de basse fréquence injectée à l'entrée est tout d'abord amplifiée par le transistor TR1. Après amplification, le condensateur de liaison C2 transmet à un système complexe de résistances et capacités qui

effectue cette correction de tonalité. On transmet ensuite à un second transistor amplificateur TR 2, la tension recueillie sur le collecteur est dirigée sur les douilles de sortie.

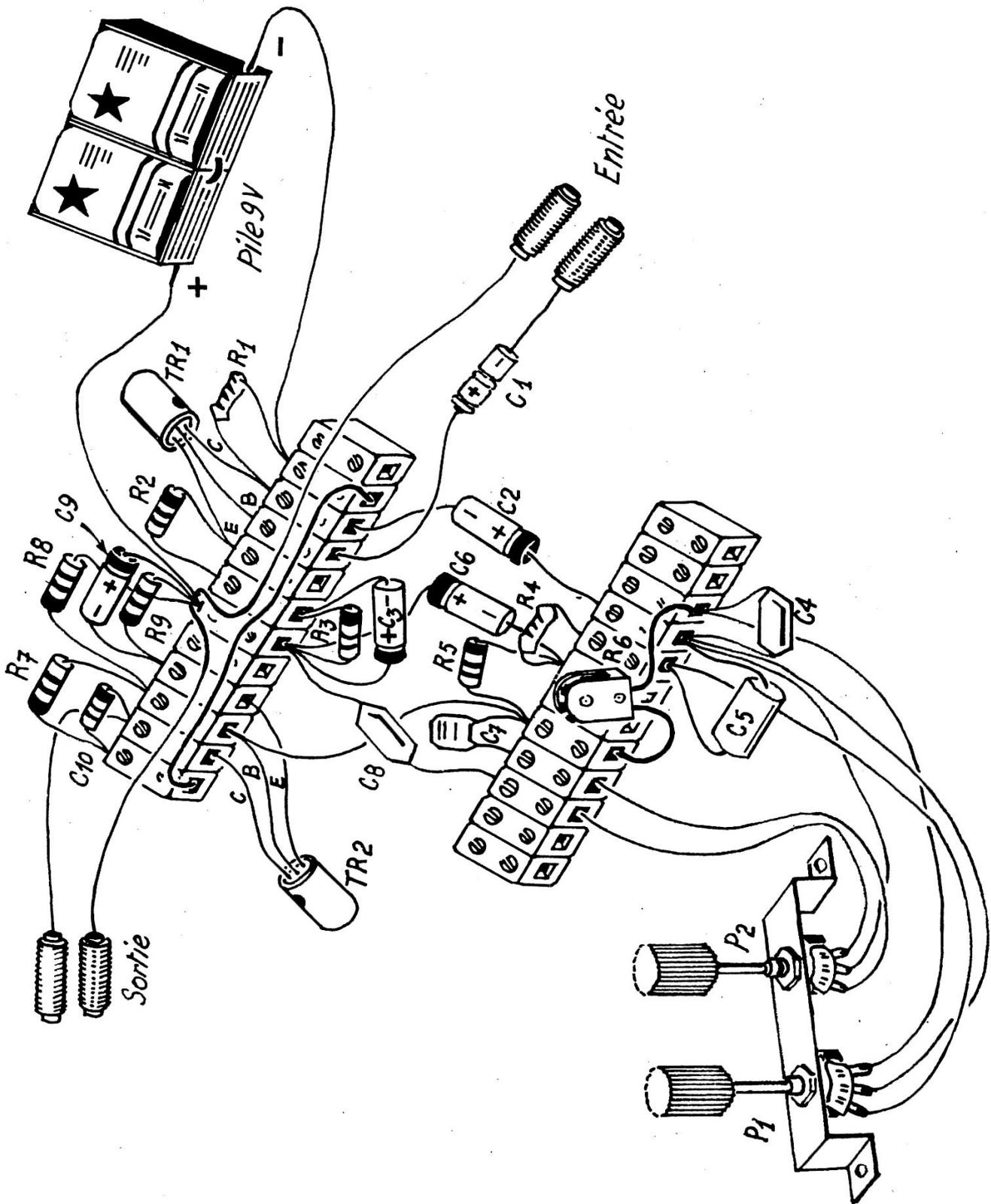


Fig. 202

Ce sont les 2 potentiomètres P 1 et P 2 qui agissent individuellement sur l'amplification des notes graves ou aiguës. En les manœuvrant, on peut agir à volonté sur les extrémités de la courbe de réponse pour « relever » ou « abaisser » la réponse de l'ensemble dans les fréquences basses ou élevées.

La réalisation pratique est représentée en figure 202. Une légère mise au point consiste à agir sur la résistance ajustable R 6, ceci jusqu'à obtenir une action identique de chacun des 2 potentiomètres, pour que chacun d'eux produise une action égale.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- 2 transistors AC 132.
- 2 potentiomètres et boutons.
- Résistance ajustable.
- 9 résistances.
- 9 condensateurs.

## Un mélangeur amplificateur B. F.

Ce montage se place « en tête » d'un amplificateur basse fréquence, à l'entrée.

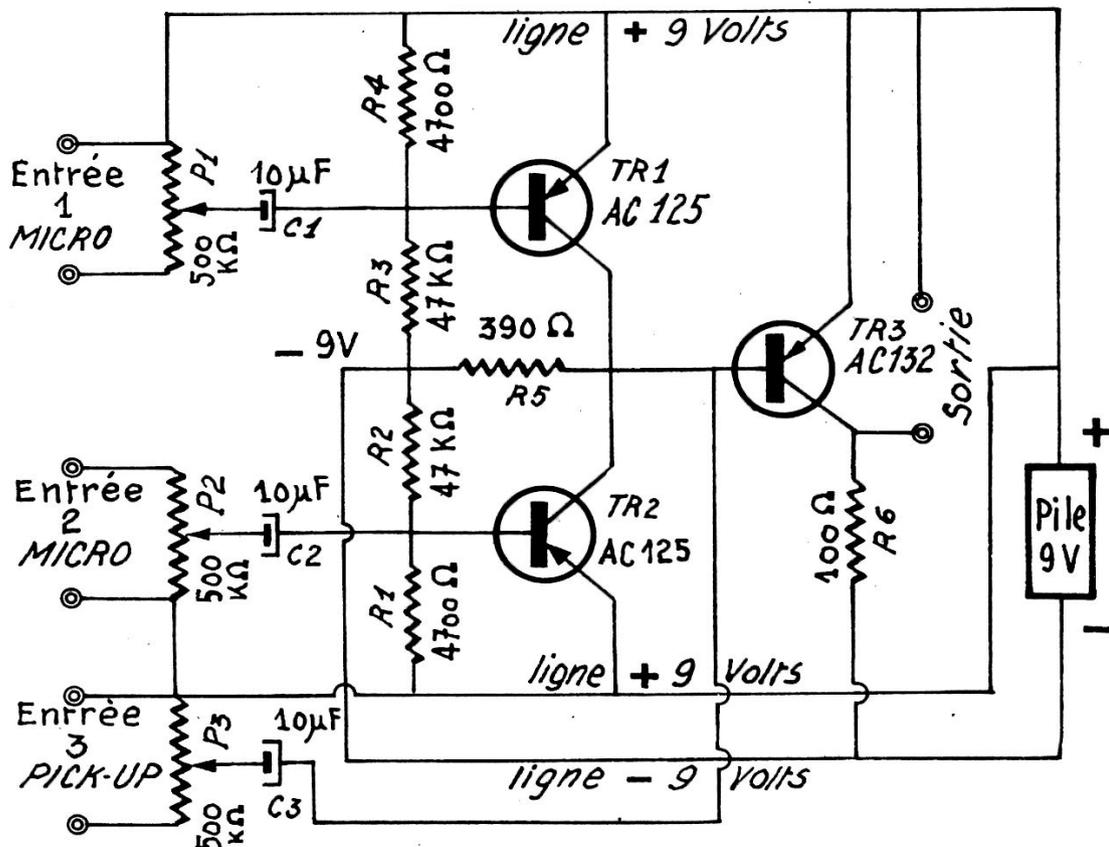


Fig. 203

Supposons par exemple que l'on dispose d'un amplificateur, muni d'une seule entrée, à laquelle on peut brancher un microphone, ou le pick-up d'un tourne-disques, ou un magnétophone. On peut vouloir pouvoir brancher plusieurs de ces appareils, pour les amplifier simultanément, et doser à volonté

l'amplification de chacun. C'est ce que l'on appelle « faire du mixage », l'appareil correspondant étant un « mixeur », que nous avons dénommé en bon français « mélangeur ».

Lors de la sonorisation d'un film par exemple, on peut faire un commentaire au microphone, passer un disque pour créer une ambiance musicale, faire intervenir un magnétophone pour passer un bruitage préenregistré. Il est bien évident qu'il faut pouvoir agir sur l'amplification de chacune de ces sources, en être maître continuellement pour en doser l'importance sonore.

C'est à ce but que répond le dispositif dont le schéma est représenté en figure 203.

Nous avons prévu 3 entrées, 2 pour microphone et une pour pick-up. La tension délivrée par chaque microphone est plus faible que celle qui est fournie par un pick-up piézoélectrique. C'est pourquoi les entrées 1 et 2 passent respectivement par un étage amplificateur TR 1 et TR 2 pour aboutir à TR 3, alors que l'entrée pick-up attaque directement cet étage TR 3.

Remarquez que rien absolument ne s'opposerait à établir 3 étages amplificateurs identiques sur les 3 voies, pour attaquer ensuite simultanément le dernier étage TR 3. Ce serait le cas par exemple si l'on disposait d'un pick-up électromagnétique qui délivre une tension plus faible qu'un pick-up piézoélectrique.

Les potentiomètres P 1, P 2 et P 3 dosent respectivement l'amplification de chaque entrée. En les manœuvrant, on dose à volonté la puissance sonore qui sera délivrée par chacune d'elles.

Pour fixer les idées, disons que la sortie de ce montage pourra être reliée à l'entrée du « correcteur graves-aiguës » décrit plus haut, dont la sortie pourra à son tour être reliée à l'entrée d'un bon amplificateur de puissance, à lampes ou à transistors.

#### LE MATERIEL NECESSAIRE

- |  |                        |
|--|------------------------|
| — Transistors : deux AC 125,<br>un AC 132. | — 6 résistances.       |
| — 3 potentiomètres logarithmiques.         | — 3 condensateurs.     |
| — 3 boutons.                               | — 1 pontet métallique. |



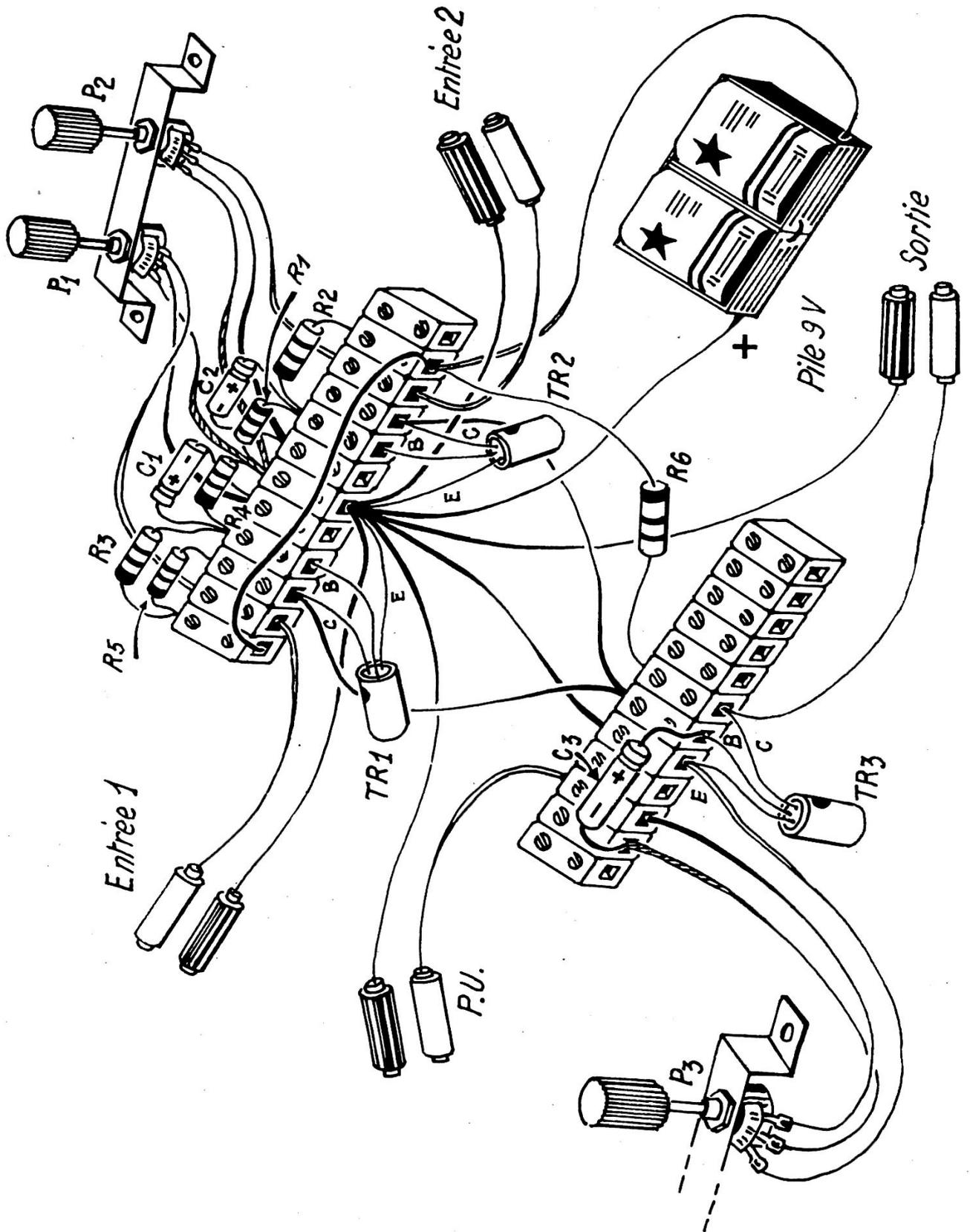


Fig. 204

## Des adaptateurs d'impédance

Nous allons ici beaucoup parler d'impédance, c'est un terme que nous allons souvent citer. Rappelons donc tout d'abord de quoi il s'agit.

C'est essentiellement *la résistance* que présente un élément ou un organe à un courant *alternatif*, résistance qui se chiffre également en ohms. Prenons par exemple dans un récepteur le transformateur de modulation, ou transformateur de sortie. On indique sur le schéma que le primaire présente une impédance de 600 ohms. Mesurez à l'ohmmètre : vous trouvez quelque chose comme 300 ohms... A l'ohmmètre, vous mesurez la résistance du fil, sa résistance ohmique, en continu. Mais en fonctionnement, le bobinage présente au courant de basse fréquence, au courant de modulation (on se base sur une moyenne de 400 hertz) une impédance de 600 ohms.

Le secondaire du transformateur de modulation est généralement en basse impédance, 2,5 ohms ou 3,5 ohms, et le haut-parleur qui s'y raccorde doit être de même valeur d'impédance.

Un casque à 2 écouteurs, comme celui que nous avons utilisé dans ces montages, présente une impédance de 2 000 ohms.

Un pick-up piézoélectrique est en haute impédance, il doit être branché dans une entrée d'amplificateur également en haute impédance.

Un pick-up dynamique, ou à réluctance variable, est en basse impédance, il doit être branché dans une entrée d'amplificateur également en basse impédance.

Un microphone piézoélectrique est à haute impédance.

Les microphones dynamiques et à ruban sont à basse impédance.

L'entrée d'un amplificateur à lampes est à haute impédance.

L'entrée d'un amplificateur à transistors est à basse impédance.

Or pour obtenir le rendement optimum tant en puissance qu'en musicalité, il faut toujours relier entre eux des éléments de même impédance. Ceci vous explique par exemple pourquoi parfois tel microphone est vendu « avec son transformateur ». C'est que le microphone est de basse impédance, il est vendu avec un transformateur dont le secondaire est élévateur d'impédance, ce qui permet de le brancher à l'entrée d'un amplificateur à lampes qui est à haute impédance.

Parvenus à ce point, vous comprendrez la nécessité de faire intervenir un système adaptateur d'impédance qui permettra de concilier entre eux, de relier ensemble, des éléments non adaptés. C'est le but des montages proposés ici.

En figure 205, le schéma d'un adaptateur électronique d'impédance, qui permet par exemple l'emploi d'un microphone à basse impédance, branché à l'entrée, sur un amplificateur à lampes de haute impédance, relié à la sortie.

En figure 206, le schéma d'un adaptateur électronique d'impédance, qui permet par exemple l'emploi d'un microphone ou d'un pick-up piézoélectrique à haute impédance, branché à l'entrée, sur un amplificateur B.F. à transistors de basse impédance, relié à la sortie.

Les figures 207 et 208 en représentent la matérialisation pratique.

Vous pourrez expérimenter par des moyens très simples l'efficacité de ces montages, et ceci d'une façon très démonstrative.

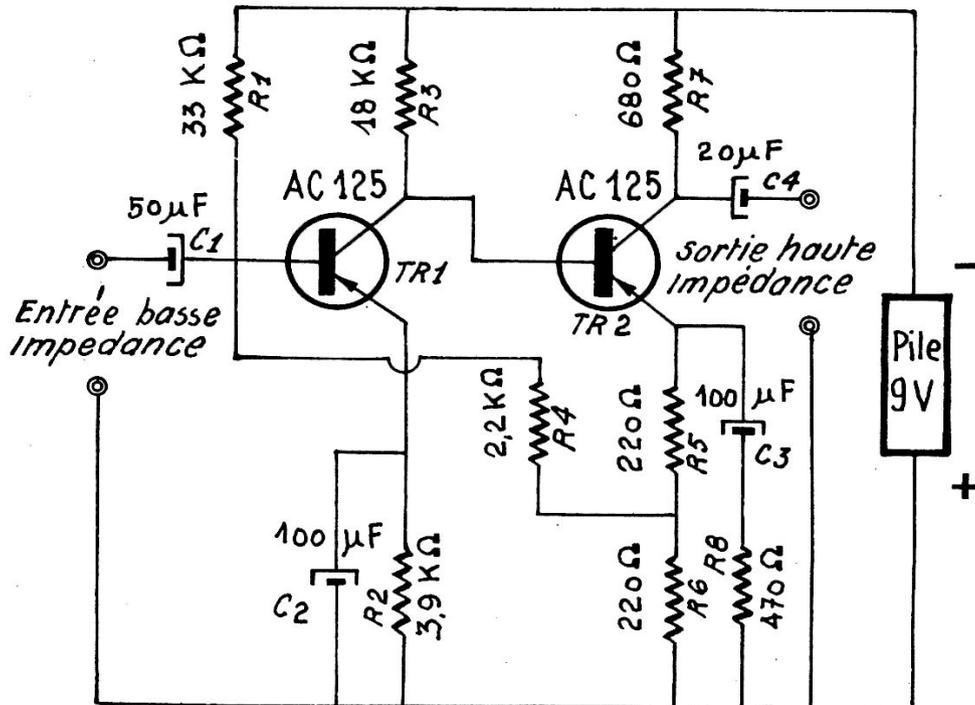


Fig. 205

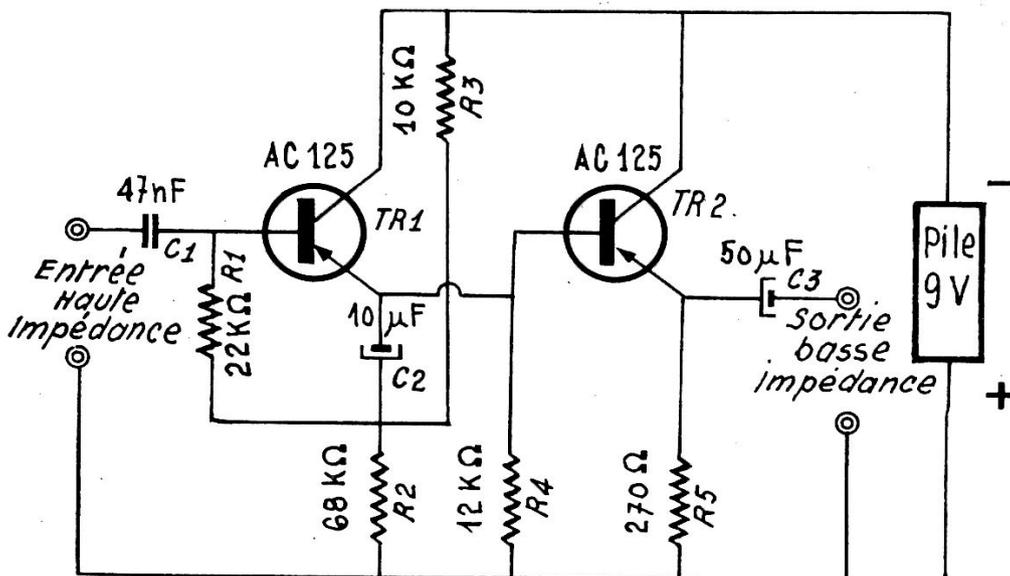


Fig. 206

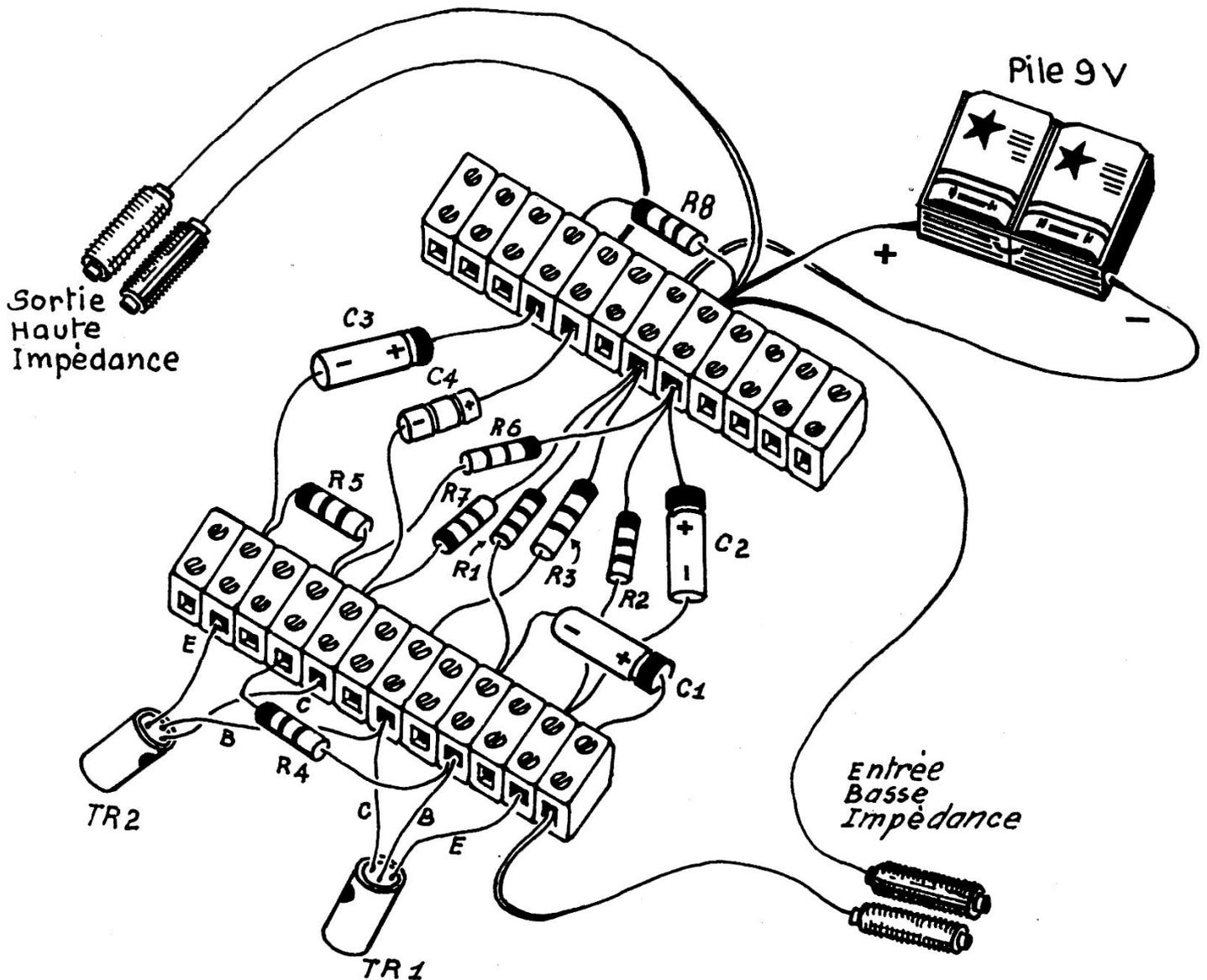


Fig. 207

Pour expérimenter le schéma 205 par exemple, partant d'un récepteur de radio muni d'un transformateur de sortie, vous en débranchez le haut-parleur. Le secondaire est en impédance 2,5 ohms, vous pouvez donc le relier à l'entrée. A la sortie H.I. vous branchez un casque, 2 000 ohms : le son est clair, net et de puissance normale. Vous branchez un haut-parleur, 2,5 ohms : le son est inaudible et faible.

Expérimentation du schéma 206. A l'entrée, vous pouvez injecter la musique d'un pick-up piézoélectrique, ou relier sur l'anode d'une lampe de sortie. A la sortie, faire le même essai que précédemment. On constate cette fois le résultat inverse : l'écoute au casque est mauvaise, alors que l'écoute au haut-parleur est correcte.

On peut encore utiliser un tel adaptateur dans le cas par exemple d'un générateur basse fréquence ayant une sortie haute impédance, que l'on veut utiliser dans des circuits basse impédance.

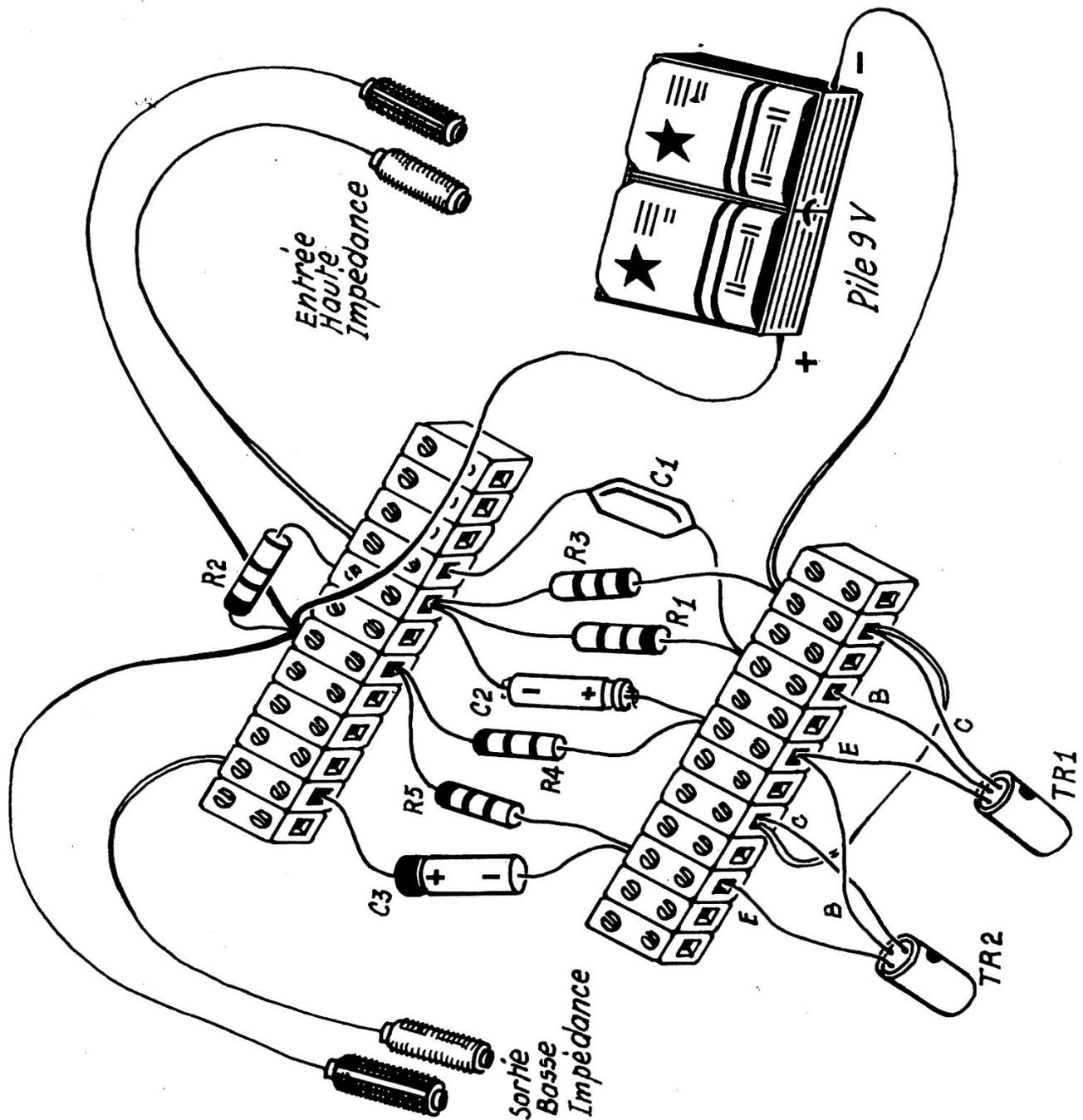


Fig. 208

## LE MATERIEL NECESSAIRE

Pour le montage 205 :

- 2 transistors AC 125.
- 8 résistances.
- 4 condensateurs.

Pour le montage 206 :

- 2 transistors AC 125.
- 5 résistances.
- 3 condensateurs.

## Un radiogoniomètre

Le principe de la radiogoniométrie consiste à déterminer par radio l'emplacement d'un poste émetteur. Il est essentiellement basé sur l'utilisation de l'effet directif du cadre récepteur.

La plupart des récepteurs modernes à transistors reçoivent les émissions sur cadre capteur incorporé à l'intérieur du coffret. C'est un bâtonnet de ferrite, de 15 à 20 centimètres de long, sur lequel sont disposés les bobinages d'accord petites ondes et grandes ondes. Lorsqu'on dirige ce bâtonnet, ce cadre, dans la direction de l'émetteur, on constate que l'émission est reçue avec un maximum de puissance. Par contre, si l'on dispose le cadre à angle droit par rapport à l'émetteur, on constate que la puissance de réception passe par un minimum.

Partant de là, si avec un poste récepteur ordinaire on peut capter une ou plusieurs stations, en orientant le poste à la recherche de maxima, il est possible de situer l'emplacement de ces postes émetteurs, donc son propre emplacement par rapport à eux.

Mais la détermination d'une puissance maximale à l'oreille est assez incertaine, assez imprécise. D'où l'emploi du petit dispositif que nous décrivons ici, qui permet cette fois un maximum sur une aiguille se déplaçant le long d'un cadran, donc d'une façon beaucoup plus précise.

Il est représenté en figure 209. C'est aux bornes du potentiomètre du récepteur que l'on prélève la tension résultant de la détection, tension qui varie en fonction de l'orientation du récepteur ; on amplifie ensuite par une suite de 2 transistors.

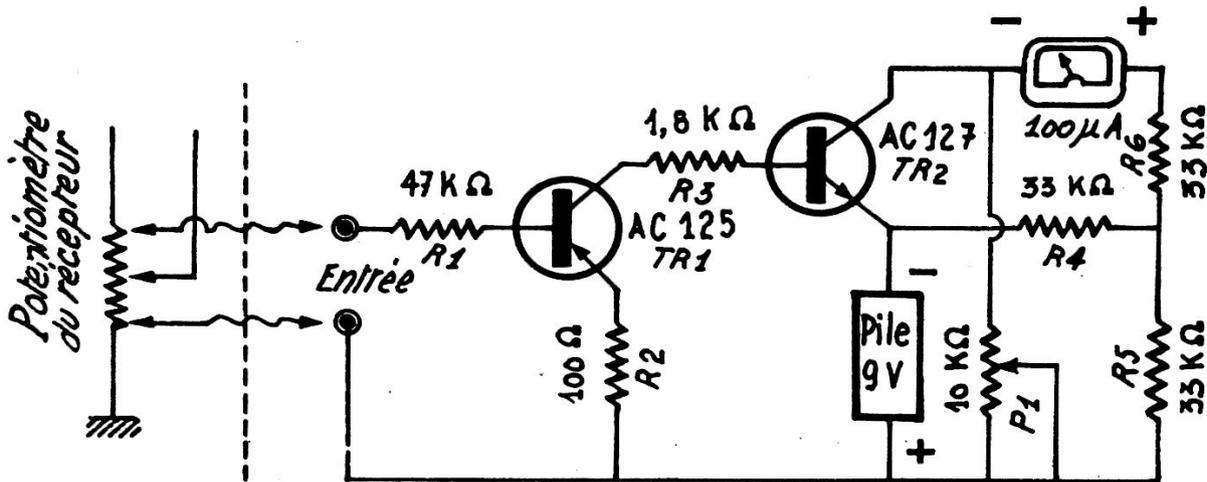


Fig. 209

En sortie, le courant de collecteur traverse un galvanomètre de déviation totale 100 microampères. Le récepteur étant accordé sur une station émettrice, on ajuste le potentiomètre P1 pour obtenir un courant de l'ordre de 10 à 20 microampères, puis en faisant pivoter le poste on constate que le courant passe par un maximum, puis diminue.

Le potentiomètre P1 agit en réglage de sensibilité du système. Sur une station puissante, l'aiguille pourrait dévier à fond, il faut donc réduire la sensibilité. Par contre à l'écoute d'une station faible ou éloignée, il faut la rétablir à son maximum.

En faisant plusieurs relevés sur des stations connues, il est possible de « faire le point » et de situer sur une carte l'endroit où l'on se trouve.

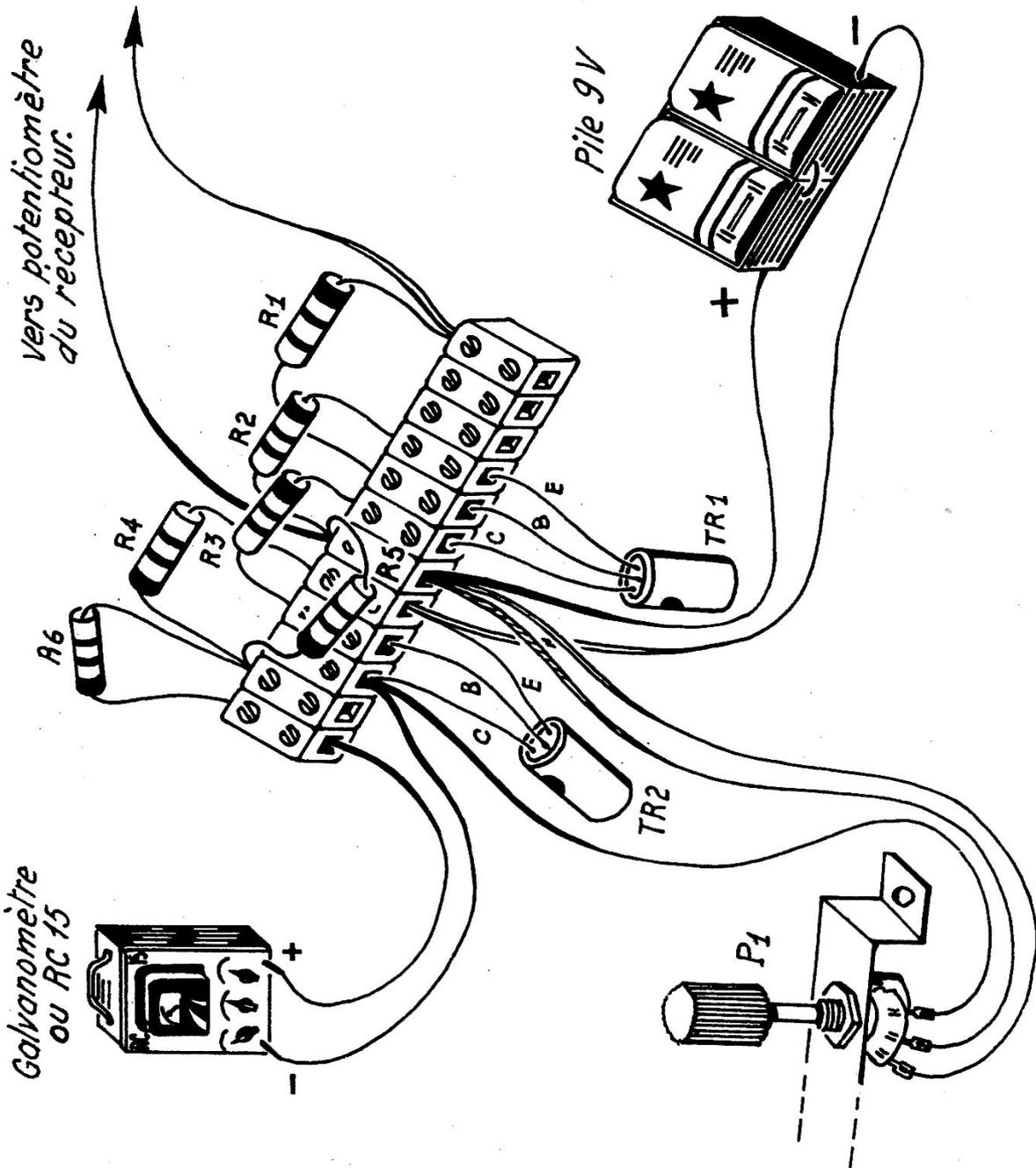


Fig. 210



**LE MATERIEL NECESSAIRE**

- Transistors AC 125 et AC 127.
- 6 résistances.
- Potentiomètre et bouton.

Accessoirement : Galvanomètre.  
Contrôleur RC 15.

## En matière de conclusion...

Parvenus à la fin de cette longue série de montages, d'essais, d'expérimentations, tirons quelques conclusions.

Je pense qu'en définitive cet ouvrage pourrait trouver deux « utilités » essentielles, deux destinations :

— Pédagogique. En lycées techniques, dans tous les Etablissements d'enseignement technique, il pourra peut-être constituer un guide de démonstrations pratiques, un instrument d'étude et d'expérimentation. Dans cet emploi, j'espère qu'il contribuera à la formation, d'une façon agréable et « allégée », de l'esprit technique de nos futurs grands Electroniciens.

— Pratique et utilitaire. Entre les mains de l'agent technique, du chef d'entreprise, du cadre, pour vos activités professionnelles ou pour votre agrément personnel, vous pourrez peut-être y puiser des améliorations des conditions de travail, de rendement et de sécurité dans votre entreprise. Ou améliorer vos conditions d'existence, de votre vie de tous les jours, faire des transistors une multitude de petits serviteurs qui faciliteront votre existence.

Et peut-être qu'ainsi, en définitive, ce livre pourra être amené à rendre quelques services.

J'en serais très heureux.

L. P.



ACHEVE D'IMPRIMER SUR LES PRESSES  
DE L'IMPRIMERIE CEDET «CENTRE  
EUROPEEN DE DOCUMENTATION  
ET D'EDITIONS TECHNIQUES»,  
21, RUE DES JEUNEURS - PARIS 2<sup>e</sup>,  
POUR LE COMPTE DES PUBLICATIONS  
PERLOR-RADIO - 25, RUE HEROLD -  
PARIS 1<sup>er</sup>

-- LE 20 JUILLET 1967 --

IMPRIME EN FRANCE

20-7-1967