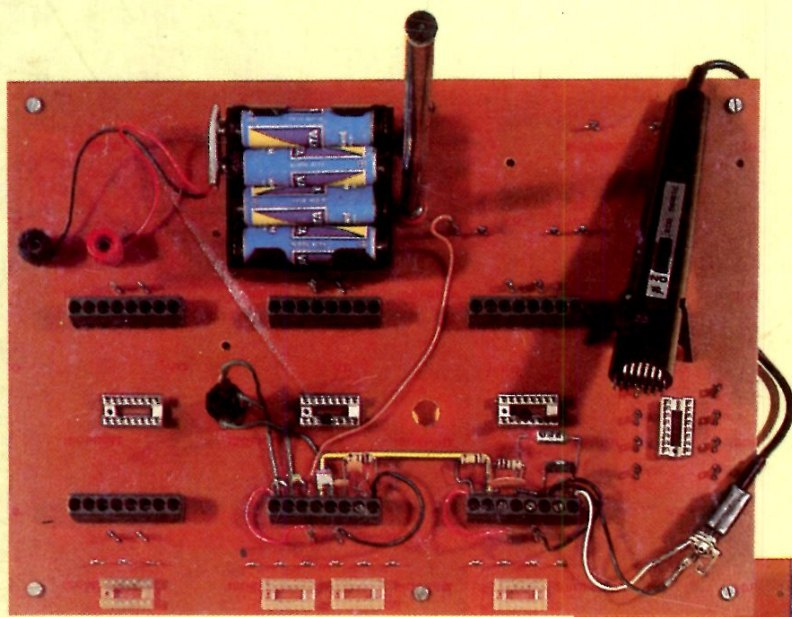


L. PÉRICONE

1^{re} ÉDITION

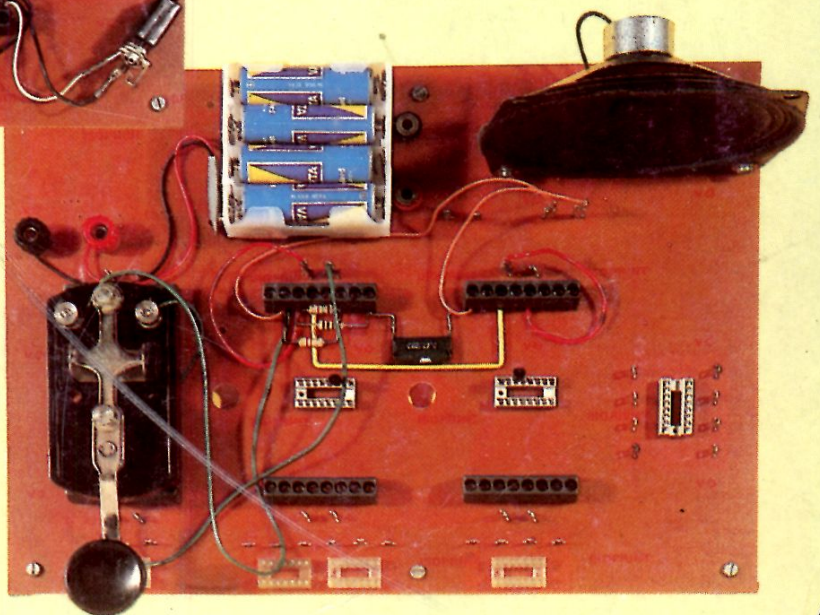
MÉCANO ÉLECTRONIQUE

**Initiation facile à l'Électronique par
la pratique de montages multiples**



**Plus de
100 MONTAGES
de Radio et
d'Électronique**

**Sans
SOUDAGE
Sans
DESSOUDAGE
Sans
Fer à souder**



Montables et démontables INDÉFINIMENT

PUBLICATIONS PERLOR-RADIO

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

PRATIQUE DE LA CONSTRUCTION ÉLECTRONIQUE - par R. Besson - Livre d'initiation de l'amateur : La connaissance du schéma théorique. L'utilisation correcte des composants actifs. La construction électronique proprement dite. La construction d'un contrôleur universel. Le montage des amplificateurs basse-fréquence. La construction des récepteurs de radio. Les montages électroniques simples.
2^e édition, 184 pages, format 16 x 24.

PRATIQUEZ L'ÉLECTRONIQUE - par J. Soelberg et W. Sorokine - Comprendre l'électronique grâce à la première partie de l'ouvrage qui traite l'aspect théorique indispensable dans un langage clair et précis. Réaliser avec succès 55 montages présentés dans la deuxième partie.
320 pages, format 16 x 24.

COURS FONDAMENTAL DE TÉLÉVISION - par R. Carrasco et J. Lauret - Cet ouvrage se distingue par la méthode progressive d'exposition des sujets traités, depuis les principes fondamentaux jusqu'aux circuits de réception TV en noir-blanc ou en couleurs, en passant par l'analyse détaillée des méthodes de prises de vues, des équipements de centres producteurs d'images et de centre d'émission.
3^e édition, 768 pages, format 16 x 24.

TÉLÉVISEURS A TRANSISTORS - Technique-réglage-dépannage, par Ch. Darteville - Cet ouvrage examine tous les problèmes posés par le réglage des téléviseurs et analyse les principales caractéristiques des montages à semiconducteurs différents selon qu'il s'agit de téléviseurs « noir et blanc » ou « couleur » et leurs pannes éventuelles. Un véritable guide de la mise au point et de dépannage.
288 pages, format 16 x 24.

TECHNIQUE DU MAGNÉTOPHONE - par R. Masscho - Après une partie théorique, l'auteur présente les différents organes ; rubans, bobines, cassettes, cartouches ; les têtes d'enregistrement, de reproduction, d'effacement ; les microphones... puis viennent les mécanismes. Ensuite, il analyse les perfectionnements : 2 pistes, 4 pistes, stéréo, multiplay... puis les réducteurs de bruit. L'auteur aborde également la maintenance, les mesures et le dépannage.
3^e édition, 328 pages, format 16 x 24.

LA TÉLÉVISION SIMPLIFIÉE - noir et blanc et couleur, par F. Juster - En 16 leçons possibilité d'assimiler les principes fondamentaux de la télévision.
224 pages, format 15 x 21.

INITIATION A L'ÉLECTRICITÉ ET L'ÉLECTRONIQUE - par F. Huré - 200 manipulations simples d'électricité et d'électronique - Principes de base de l'électricité et de l'électronique par des manipulations simples. Courant électrique. Champ magnétique. Semi-conducteurs. Diodes et transistors.
152 pages, format 15 x 21.

FORMULAIRE - par Ch. Févrot - Énumération de nombres, de formules et de tableaux, mais aussi un résumé des mécanismes essentiels du rôle des composants électroniques. Mathématiques, propriétés des corps, systèmes d'unités.
224 pages, format 15 x 21.

40 GADGETS ÉLECTRONIQUES AUTO-MOTO - par J.-M. Leroux - Sélection de gadgets électroniques réalisés et vérifiés par l'auteur. Schémas de principe, plans de câblage et de raccordement, liste de pièces détachées, et toutes les recommandations nécessaires pour mener à bien les montages.
2^e édition, 160 pages, format 16 x 24.

APPAREILS DE MESURE - à circuits intégrés - 25 réalisations - par F. Huré - Principaux montages : **Analogiques** : contrôleur universel, capacimètres, voltmètres électroniques, voltohmmètre, pont de Wheatstone, générateurs de signaux, de fonctions, etc. signaltracer, minimise. **Digitaux** : voltmètre, scanning pour voltmètre, millivoltmètre, scanning pour voltmètre, millivoltmètre, fréquence-mètre, prescaler, capacimètre.
160 pages, format 15 x 21.

INTERPHONE TÉLÉPHONE - montages périphériques - par P. Gueulle - Création de réseaux téléphoniques privés. Construction de répondeurs simplifiés ou homologables. Surveillance à distance par téléphone. Communications téléphoniques par rayons infrarouges, par les fils de secteur électrique, etc. Branchement d'un radiotéléphone CB sur un réseau téléphonique quelconque. Télécommande par téléphone.
160 pages, format 15 x 21.

LABO-PHOTO - montages électriques - par M. Archambault - Montages destinés surtout à la chambre noire (posemètres, chronomètres, etc.) mais aussi au studio (sonoflash, flashmètre reflex) ou au contrôle du matériel utilisé (contrôle d'obturateurs).
176 pages, format 15 x 21.

COURS MODERNE DE RADIOÉLECTRONIQUE - par R.-A. Raffin - Cours très complet, initiation, non seulement à la radiotechnique mais aussi à l'électronique en général. Certaines règles théoriques, certaines lois sont étudiées d'une manière assez approfondie ; ceci est absolument obligatoire pour la compréhension de quelques circuits de base élémentaires.
Broché 424 pages, format 15 x 21.

L'ORDINATEUR PERSONNEL EN 15 LEÇONS - par H. Lilen - Livre destiné aux utilisateurs actuels ou potentiels des ordinateurs individuels. Il est destiné aussi à tous ceux qui par curiosité, intérêt ou culture générale, veulent savoir ce qu'est un ordinateur personnel, à quoi il peut servir, et même comment il fonctionne.
256 pages, format 14 x 20.

*Nous pouvons vous fournir ces différents ouvrages, sous réserve d'épuisement de l'édition en cours chez l'éditeur.
Pour les prix et toutes conditions de vente et d'envoi, nous consulter.*

PERLOR-RADIO 25, rue Hérold 75001 Paris - C.C.P. 5050-96 Y Paris

OUVRAGES DU MEME AUTEUR

FORMATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DU DEPANNEUR-RADIO. Edition 1953. Cet ouvrage traite du dépannage des appareils à tubes électroniques (à lampes), récepteurs et amplificateurs B.F. Méthode de recherche de la panne suivant deux procédés :

- d'après les symptômes extérieurs que présente l'appareil,
- par examen méthodique et systématique.

Ce livre est le fruit d'une longue expérience pratique. Il pourra intéresser ceux qui pratiquent encore les montages à tubes électroniques. Outillage, appareillage, schémas pratiques. Une partie traite l'installation et l'organisation commerciale du dépanneur-radio.

Format 21 × 14 cm — 206 pages.

LES APPAREILS DE MESURE EN ELECTRONIQUE. (Cinquième édition). Etude complète de tous les appareils de mesure utilisés par les radio-amateurs en radio, en télévision et en électronique. But de ces appareils, à quoi ils servent, comment s'en sert-on, quand et pourquoi, comment les monter soi-même. Tous les appareils traités font l'objet d'une description détaillée, avec schémas et plans de montage réels.

Deux parties principales :

— réalisation d'une gamme de 10 appareils de base; du contrôleur à l'oscilloscope, avec exemples d'utilisation pratique :

— réalisation d'une série de petits appareils économiques, pour débutants, d'exécution très simple, offrant de nombreuses possibilités.

Format 16 × 24 cm — 283 pages

PRATIQUE DES TRANSISTORS. (Septième édition). Cet ouvrage permet de s'initier à la technique des transistors et semi-conducteurs, et d'entreprendre des montages extrêmement variés avec toutes les chances de succès.

Citons les titres de chapitres : connaissance des matériaux de nos montages — pratique des circuits imprimés — des récepteurs simples — des récepteurs en montages progressifs — les transistors en basse fréquence — des appareils de mesure et de dépannage — les transistors en électronique — télécommande- radiocommande — radiotéléphonie — des montages divers — améliorations et adaptations — pour terminer vos montages.

Les derniers chapitres traitent du dépannage et de la mise au point. Tous les schémas sont expliqués et commentés. Tous les plans de câblage ont été relevés sur des appareils réels, en état de marche. C'est un livre qui est fait pour comprendre et pour expérimenter.

Format 16 × 24 cm — 359 pages.

RADIOCOMMANDE. (Cinquième édition). Le but essentiel de ce livre est l'initiation à la radiocommande des modèles réduits. Mais il est à remarquer que l'on peut commander par radio à distance bien d'autres éléments : magnétophone, caméra, sonnerie, ouverture de porte, alarme, appareil photographique.

Description pratique et emploi des composants de radio et du matériel spécial de radiocommande. Technologie générale. Réalisation pratique d'une gamme très étendue d'émetteurs et récepteurs : 27 et 72 mégahertz - monocanal - multicanal - multicanal simultané - commande proportionnelle simultanée - découpage. Servomécanismes. Exemples d'installations à bord. Réalisations complètes de modèles réduits radiocommandés. Pilotage d'avion. Réglementation. Traduction de termes anglais et allemands. C'est un ouvrage d'initiation qui contient tout ce qu'il est nécessaire et suffisant de connaître.

Format 16 × 24 cm — 350 pages.

SCHEMAS PRATIQUES DE RADIO ET D'ELECTRONIQUE. (Quatrième édition). Ce livre comporte une importante collection de plus de 200 schémas-types expliqués, et commentés. Récepteurs de radio à lampes anciens et modernes, récepteurs à transistors, amplificateurs et électrophones à lampes et à transistors, magnétophones, alimentations sur secteur, appareils de mesure, radiocommande, montages d'électronique, applications diverses.

C'est une précieuse collection de schémas très divers, que l'on peut consulter soit :

- pour apprendre, étudier, comparer, s'initier...
- pour rechercher le schéma d'un appareil que l'on désire réaliser pratiquement.

Format 21 × 27 cm — 255 pages

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

Format 16 × 24 cm. 290 pages

Suite page suivante

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

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

L'ELECTRONIQUE A VOTRE SERVICE. (Troisième édition). "Une armée de serviteurs électroniques à votre service".

Une première partie assez brève traite de l'emploi des composants, technique générale, technologie du câblage et du montage. La seconde partie beaucoup plus importante contient la description pratique de multiples gadgets électroniques. Schémas expliqués, plans de câblage relevés sur des appareils en fonctionnement. Large emploi de circuits imprimés. Tous les appareils sont réalisés en montage définitif, prêt à l'emploi. Citons notamment :

centrale d'alarme universelle — générateur THT à usages multiples — rhéostat électronique pour moteur — surveilleur de locaux — dispositif simplifié d'antivol — jauge électronique — sirène électronique modulée — sirène d'alarme et de surveillance — corne de brume — interphone — commande automatique d'éclairage — détecteur d'humidité — lumière commandée par la musique — compteur d'objets ou de personnes — Avertisseur de franchissement de seuil — amplificateur téléphonique — métronome électronique — alimentation stabilisée — chargeur pour accu de voiture — thermomètre pour voiture — asservissement d'essuie-glace de voiture — stimulateur électronique — amplificateur basse fréquence Mono-Stéréo — entraînement de lecture au son — compte-tours pour automobile — clé électrique — télécommande par radio — relais en verrouillage d'alarme — compte-pose pour laboratoire photo — minuterie cyclique — gradateur de lumière — synchroniseur pour projecteur de diapositives — déclencheur de flash à distance — passe-vue automatique — mini-émetteur. Format 16 × 24 cm — 354 pages — 333 figures.

PRATIQUE DES MONTAGES RADIOELECTRONIQUES. (Deuxième édition). Tout ce qu'il faut savoir pour monter soi-même récepteur de radio, électrophone, amplificateur, appareil d'électronique, téléviseur... C'est un guide d'initiation à la pratique de la technologie et des composants de radio et d'électronique. C'est un guide permanent auquel vous pourrez toujours vous reporter avec profit chaque fois que vous serez embarrassé.

Il procède par ordre alphabétique : vous trouverez par exemple à la lettre "C" :

— Câblage — Cadran — Capteur — Cavalier — Cellule — Châssis — Circuit imprimé — Circuit intégré — Circuit oscillant — Cire H.F. — Codes des couleurs — Commutateur — Composants — Condensateur — Connecteur — Connexion — Constante de temps, et ainsi de suite.

A chaque fois, tous ces mots, termes, expressions, sont expliqués et commentés, avec au besoin un schéma de fonctionnement, ou une vue du composant. C'est un guide complet et permanent.

Format 16 × 24 cm. 311 pages.

GUIDE PRATIQUE RADIOELECTRONIQUE. (Deuxième édition). Ce livre contient de multiples renseignements et indications d'ordre pratique, propres à vous tirer d'embarras lors de la réalisation pratique de vos montages de radio et d'électronique.

Il contient notamment :

— tous les brochages, boîtiers, principales caractéristiques, des transistors et semiconducteurs utilisés le plus couramment — tous les codes de couleurs, l'identification des divers composants — brochages et caractéristiques de tubes électroniques encore en service — identification et manipulations de transistors.

Avec les autres rubriques qu'il contient, il constitue un guide pratique permanent qui pourra toujours être consulté avec profit au cours de travaux pratiques.

Format 16 × 24 cm — 195 pages

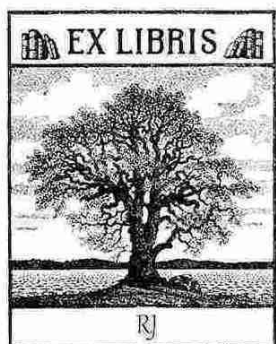
PETITS MONTAGES D'ELECTRONIQUE PRATIQUE. (Première édition). Réalisation pratique d'une grande diversité de montages de radio, d'électronique, de basse fréquence.

Tous les montages présentés ont été réellement réalisés pratiquement, et tous les dessins des plans de montage ont été relevés sur des appareils en état de fonctionnement. Les plans de montage sont dessinés d'une façon très claire, très explicite, chaque élément est représenté tel qu'on le voit réellement. Tout cela a été conçu pour faciliter la tâche des amateurs qui veulent s'initier aux montages de radio et d'électronique.

Format 16 × 24 cm. 226 pages.

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

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



L. PÉRICONE

RENAUD Georges
13, rue Faidherbe
89000 AUXERRE (FRANCE)

MÉCANO ÉLECTRONIQUE

Première Édition

**INITIATION
FACILE À
L'ÉLECTRONIQUE
PAR LA PRATIQUE
DE MONTAGES
MULTIPLES**

•

PUBLICATIONS PERLOR RADIO
25, rue Hérold 75001 PARIS

Numérisé en Juillet 2025 par F1CJL , 300dpi

OUVRAGES DU MEME AUTEUR

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

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

© Copyright 1982 by PERLOR-RADIO

TABLE DES MATIÈRES

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

CHAPITRE PREMIER

	Page
Quelques rappels qui pourront vous être utiles	
Ce qu'il faut savoir sur les transistors	9
Identification. Brochage	11
Les unités de résistances et condensateurs	14
Le marquage. Le code des couleurs	15
D'autres composants	17

CHAPITRE II

Organisons nos montages

Quelques rappels	19
La table de travail	19
Les fils de liaison	21
L'alimentation	21
Le matériel nécessaire	22

CHAPITRE III

Émission Réception

Des émetteurs et des récepteurs de radio

N° III- 1 Un récepteur à un transistor	23
N° III- 2 Un récepteur à trois transistors	26
N° III- 3 Un récepteur à quatre transistors	28
N° III- 4 Un récepteur Réflex Grandes Ondes	30
N° III- 5 Un émetteur radiotélégraphique	32
N° III- 6 Un émetteur deux transistors. Phonie	36
N° III- 7 Un émetteur radiophonique 2 T.	38
N° III- 8 Un émetteur radiophonique 3 T.	40
N° III- 9 Un émetteur très simple en modulation de fréquence ..	42
N° III-10 Un émetteur M.F. trois transistors	44
N° III-11 Un émetteur en 27 mégahertz, radiophonie	47
N° III-12 Un récepteur en 27 mégahertz, radiophonie	50

CHAPITRE IV

Des appareils optoélectroniques

N° IV- 1 Un clignoteur à un feu	53
N° IV- 2 Un clignoteur à deux feux	56
N° IV- 3 Un clignoteur à trois feux	58
N° IV- 4 L'effet stroboscopique	60
N° IV- 5 Un stroboscope pour effets de scène	64
N° IV- 6 De la lumière commandée par la musique	67
N° IV- 7 Un modulateur de lumière à deux voies	70
N° IV- 8 Un modulateur de lumière à trois voies	72
N° IV- 9 Une commande de lampes d'éclairage	74
N° IV-10 Un comparateur de lumière	76

CHAPITRE V

Amplificateurs et systèmes sonores

N° V- 1 Une table d'apprentissage à la lecture au son	79
N° V- 2 Une sirène d'alarme commandée par rupture d'un circuit ..	82
N° V- 3 Alarme déclenchée par la lumière. Sirène modulée par la lumière	84
N° V- 4 Une sirène à tonalité variable	86
N° V- 5 Un orgue électronique	88
N° V- 6 Un métronome sonore ou lumineux	90
Des amplificateurs basse fréquence	
N° V- 7 Un transistor. Sur écouteur	94
N° V- 8 Deux transistors. Sur haut-parleur	96
N° V- 9 Trois transistors. 250 milliwatts	98
N° V-10 Cinq transistors. 800 milliwatts	100
N° V-11 Cinq transistors. 2,5 watts	102
N° V-12 Un amplificateur téléphonique	104
N° V-13 Un interphone complet	106

CHAPITRE VI

Les transistors en commutation

Des relais photoélectriques

N° VI- 1 Photorésistance	110
--------------------------------	-----

N° VI- 2	Photorésistance et transistor	112
N° VI- 3	Phototransistor	114
N° VI- 4	Phototransistor et deux transistors	116
N° VI- 5	Une minuterie photosensible	118
N° VI- 6	Une minuterie électronique	120
N° VI- 7	Un relais auto-clignotant	122
	Les relais retardés	
N° VI- 8	Un relais acoustique	125
N° VI- 9	Un relais déclenché par rupture de fil	127
N° VI-10	Un interrupteur par touche sensitive	129
N° VI-11	Un chronocontacteur	131
N° VI-12	Un surveilleur de liquides	134

CHAPITRE VII

Des montages d'expérimentation

N° VIII-1	Le fonctionnement des transistors	138
N° VII -2	Le fonctionnement des diodes	142
N° VII -3	Fonctionnement du triac et du thyristor	143
N° VII -4	Le circuit logique, ou digital	146
N° VII -5	Pour bien connaître les relais	154
N° VII -6	Des mesures électriques simples	157

CHAPITRE VIII

Des montages de mesures

N° VIII-1	Fonctions et possibilités d'un contrôleur. Réalisation pratique	163
N° VIII-2	Pour vérifier diodes et transistors	170
N° VIII-3	Un mesureur de tensions, sans galvanomètre	174
N° VIII-4	Un mesureur de champ électromagnétique	177
N° VIII-5	Un testeur sonore	180
N° VIII-6	Un modulomètre, pour votre chaîne stéréo	182
N° VIII-7	Un surveilleur de températures. Thermomètre électronique	184

CHAPITRE IX

Applications des circuits intégrés

N° IX- 1	Un générateur basse fréquence	187
N° IX- 2	Temporisateur longue durée	190
N° IX- 3	Un métronome sonore et lumineux	192
N° IX- 4	Une centrale d'alarme multiple	194
N° IX- 5	Un interrupteur photoélectrique	197
N° IX- 6	Un récepteur convertisseur P.O./M.F.	200
N° IX- 7	Amplificateur pour disque et microphone	202
N° IX- 8	Stroboscope commandé par le son	204
N° IX- 9	Modulateur de lumière commandé par le son	206
N° IX-10	Un clignoteur à une ou deux voies	208
N° IX-11	Un multivibrateur à deux feux	210
N° IX-12	Un système clignotant à trois feux.	212
	Initiation aux circuits logiques	214
N° IX-13	Un compteur décimal, codeur binaire deux circuits intégrés	215
N° IX-14	Un compteur décimal, codeur binaire un circuit intégré	218
N° IX-15	Un compteur décimal avec affichage digital	220
N° IX-16	Un chenillard, de un à dix allumages	222
N° IX-17	Un compte-tours pour automobile	224

CHAPITRE X

Des applications diverses

Des alimentations par le secteur

N° X- 1	Pour alimenter tous vos montages par le courant du secteur	229
N° X- 2	A tensions de sortie multiples, de 5 à 12 volts	232
N° X- 3	Réglable sans interruption, de 5 à 12 volts.	

Des disjoncteurs électroniques

N° X- 4	Un disjoncteur sur court-circuit	236
N° X- 5	Un disjoncteur sur surintensité	238
N° X- 6	Un détecteur de métaux	240
N° X- 7	Une clôture électronique	243
N° X- 8	Un détecteur d'approche et de contact	246
N° X- 9	Une jauge électronique, avec avertisseur de niveau	248
N° X-10	Un passe-vues automatique	250
N° X-11	Rhéostat électronique pour moteur universel	252
N° X-12	Démarrage d'un moteur par la lumière	254
N° X-13	Pour votre voiture, un compte-tours à deux transistors	256

En matière de conclusion	259
--------------------------	-----

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 appareils 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. Et cela sans détruire ou abîmer le matériel et les composants dont vous disposez.

*Dans ce but, nous avons étudié un système de barrettes et de supports, fonctionnant uniquement par **vissage et enfichage**, sur une table de montage qui comporte des liaisons pré-établies, par circuits imprimés.*

*Les pièces et composants qui sont fournis avec cet ensemble sont également adaptés et préparés. Et le résultat est que vous pourrez procéder **sans qu'il soit besoin de souder**. Et ceci est très important. Vous pourrez toujours **monter, démonter, remonter** indéfiniment, en utilisant toujours le même matériel. **Sans soudages ni dessoudages**.*

Le but, les possibilités, les perspectives...

1. *Vous réalisez un montage. Ça marche. Vous démontez et vous en faites un autre. Et vous en faites beaucoup d'autres.*

VOUS PRATIQUEZ.

2. *Vous réalisez un appareil, qui fonctionne. Et ensuite : « Si je remplace cette résistance par telle autre, qu'est-ce que ça va faire ? Si je remplace ce transistor par tel autre ? J'ai un transistor dont je ne suis pas sûr, je le mets en place pour voir si ça fonctionne, etc ».*

VOUS EXPÉRIMENTEZ

3. *Vous désirez vous fabriquer un appareil plus ou moins important, pour un emploi utilitaire bien déterminé. Partant de l'un de nos montages, vous le réalisez **d'abord** sur cette table. Vous adaptez, vous modifiez, vous mettez au point jusqu'à l'obtention du fonctionnement que vous en attendez. Et ensuite seulement, vous passez à la fabrication définitive.*

ÉTUDE ET MISE AU POINT

Tous les schémas proposés sont sérieux, réels, tous ont été **réellement** réalisés pratiquement, tous fonctionnent tels qu'ils apparaissent dans les plans de montage pratiques.

Tel qu'il se présente, cet ouvrage constitue par conséquent un remarquable instrument d'initiation. Pour un débutant, un étudiant, il permet de « faire de l'électronique » sans pour cela posséder des connaissances en la matière. Et vous pourrez constater que bien souvent, l'explication du fonctionnement de certains montages simples constitue une excellente **démonstration expérimentale** du comportement d'un transistor, thyristor ou autre semi-conducteur.

Nous n'avons pas négligé l'aspect financier dans ce programme. Pour limiter des achats par trop onéreux, nous avons uniformisé au maximum le matériel employé chaque fois que cela a été possible. C'est ainsi que vous pourrez constater qu'un même type de relais revient dans de nombreux montages. De même pour le haut-parleur, pour certains types de transistors. De nombreux composants seront ainsi réemployés au gré des différentes réalisations.

Pour terminer...

Vous pouvez commencer par monter quelques petits appareils simples, constater que ça marche, sans trop approfondir. Et ensuite, encouragés par ces premiers résultats, vous pourrez « aller voir » au chapitre 7. Il aurait pu s'intituler « pour savoir et pour comprendre ». Je pense qu'il vous intéressera également beaucoup.

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.

QUELQUES RAPPELS QUI POURRONT ÊTRE UTILES

CE QU'IL FAUT SAVOIR SUR LES TRANSISTORS

Nous vous rappelons ici quelques notions essentielles et pratiques, concernant l'emploi des transistors.

Tout d'abord, les deux types de transistors les plus répandus, et que nous rencontrerons couramment dans nos montages, le P.N.P. et le N.P.N.

Nous voyons en figure 1-1 le symbole de représentation graphique du transistor P.N.P., à conductivité positive. Il est constitué par le contact de trois couches de cristal de silicium : — positif — négatif — positif.

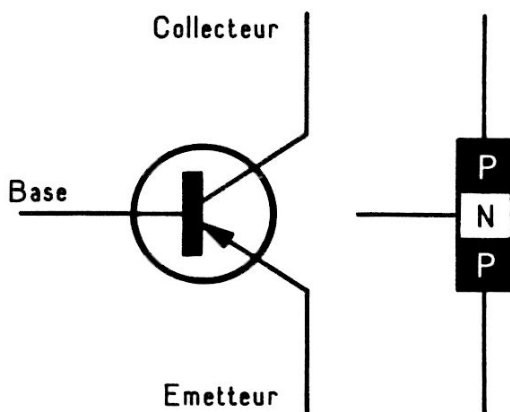


Fig. 1-1 - Le transistor P.N.P., à conductivité positive.

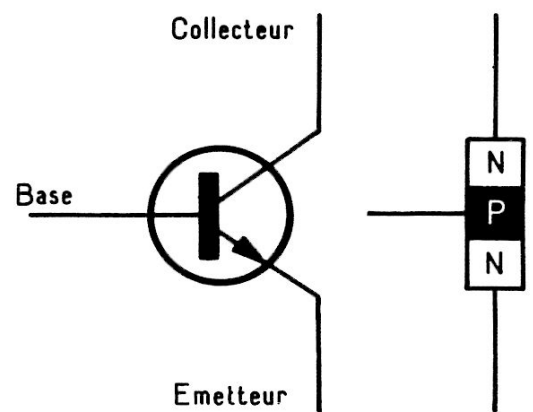


Fig. 1-2 - Le transistor N.P.N., à conductivité négative.

De même en figure 1-2 le transistor N.P.N., à conductivité négative, constitué par le contact de trois couches de cristal successives : — négatif — positif — négatif.

Ceci se traduit par des différences de branchements que nous devons toujours avoir présent à l'esprit lors de nos montages, et qui ressort de l'examen des deux schémas de la figure 1-3 :

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.

Nous avons intégré dans ces schémas-types des condensateurs chimiques, pour rappeler que le branchement de leurs polarités doit être adapté au sens de branchement de l'alimentation. Les flèches représentent le sens conventionnel des courants dans les différents circuits. Le courant collecteur-émetteur (dans R 3 et R 4) est 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 base et émetteur.

Examinons plus particulièrement ce fonctionnement, en nous reportant au montage N.P.N. par exemple.

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 — 12 volts), le courant émetteur-collecteur est nul.

Les résistances R_1 et R_2 constituent ce que l'on nomme 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).

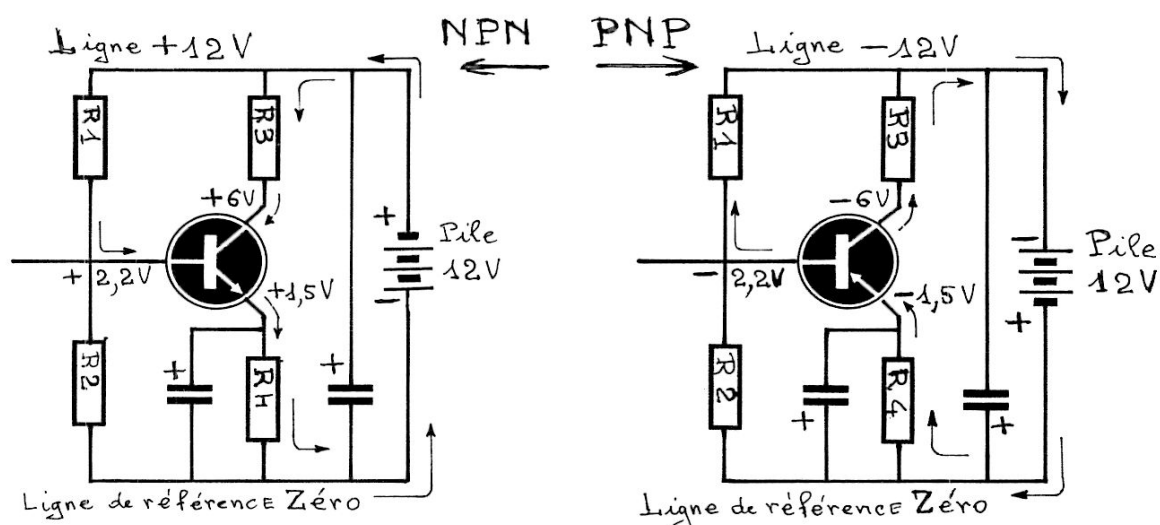


Fig. 1-3. - Le montage de base des deux principaux types de transistors.

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 — 12 volts est la ligne de référence. C'est le « point froid » du montage, le point du **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 positives 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 R_3 qui est la **résistance de charge**. Éventuellement, c'est à partir de là que l'on transmet à un autre étage amplificateur suivant.

La résistance R_4 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 R_4 est de s'opposer à cet emballement, dans une certaine marge de fonctionnement.

IDENTIFICATION - BROCHAGE

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.

Dans le tableau de la figure 1-4, nous avons représenté les transistors qui sont utilisés dans les montages de ce livre. Vous en voyez l'aspect extérieur, comment ils se présentent pratiquement. Vous en voyez également le brochage. Le dessin représente le transistor « corps posé sur table », les broches en l'air, vers soi, telles qu'on les voit lorsque le transistor est ainsi disposé.

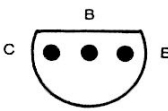
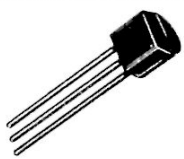
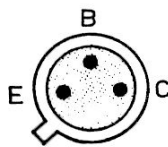
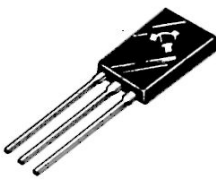
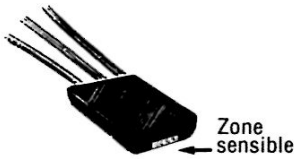
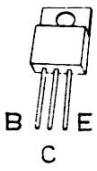
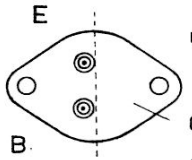
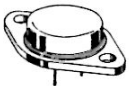
BROCHAGES ET REPÉRAGES		
L'identification des broches		L'aspect extérieur
	BC237 - BC238 BC308 BCW94 - BCW96	
	BCY57 - BC109 2N2222 - 2N2219 - BC178 2N2905 - 2N3053 -	
La face de dessous comporte une plaque métallique de refroidissement reliée au collecteur 	BD136	
Zone photosensible 	2N5778	
	BD707	
	Collecteur relié au boîtier 2N3055	

Fig. 1-4 - Le brochage des transistors que nous utiliserons dans nos montages.

Vous pouvez remarquer qu’il y a toujours un élément de guidage : un ergot, un méplat, une dissymétrie...

BD 136 , BD 707 , ce sont des **transistors de puissance**, pouvant admettre un courant collecteur-émetteur relativement important. De ce fait, il peut être nécessaire de les refroidir. A cet effet, ils comportent au dos une plaquette métallique, reliée intérieurement au collecteur. Si nécessaire, on visse et fixe cette partie sur un **refroidisseur**, petite pièce métallique destinée à disperser la chaleur.

Le 2 N 5778 est un **phototransistor**. Son courant de collecteur est commandé par l’intensité lumineuse qui vient frapper sa zone photosensible. Le 2 N 3055 est également un transistor de puissance, collecteur relié intérieurement au boîtier, pouvant être refroidi par vissage sur une plaquette métallique.

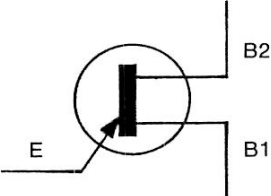
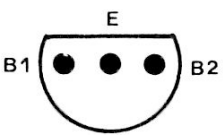
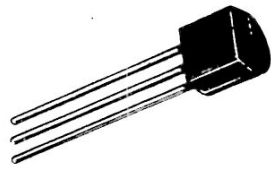
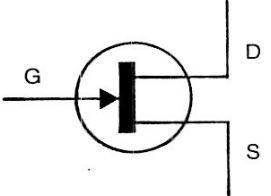
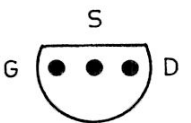
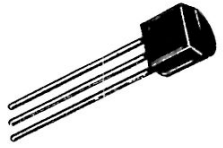
Représentation schématique	Brochage	Aspect extérieur
Transistor unijonction, dit également UJT		
 E : Emetteur B1 : Base 1 B2 : Base 2	 GES2646	
Transistor à effet de champ, dit également FET		
 D : Drain S : Source G : Gachette	 BF245	

Fig. 1-5 - Deux types de transistors moins courants

Au tableau de la figure 1-5, deux types de transistors différents. En conséquence, nous avons rappelé ici leur symbole graphique, avec le nom de leurs broches.

Le tableau de la figure 1-6 concerne toutes les diodes que nous serons amenés à rencontrer.

La diode détectrice et la diode de commutation s'utilisent sur des **courants faibles**, en haute fréquence, en circuits d'électronique. Alors que la diode redresseuse peut supporter des tensions et intensités importantes. Elle peut être branchée sur le courant du secteur, pour transformer le courant alternatif en courant continu.

Retenez que pour ces trois modèles, on applique une tension alternative sur l'anode, et on recueille une tension continue sur la cathode.

La diode zener a pour rôle de maintenir une tension continue **constante**, stabilisée. Elle ne doit être branchée que sur courant continu, et sa **cathode** doit toujours être branchée du côté **positif**.

La diode L E D présente la propriété de s'illuminer lorsqu'elle est parcourue par un courant. Elle ne se branche que sur courant continu, et son **anode** doit toujours être du côté **positif**.

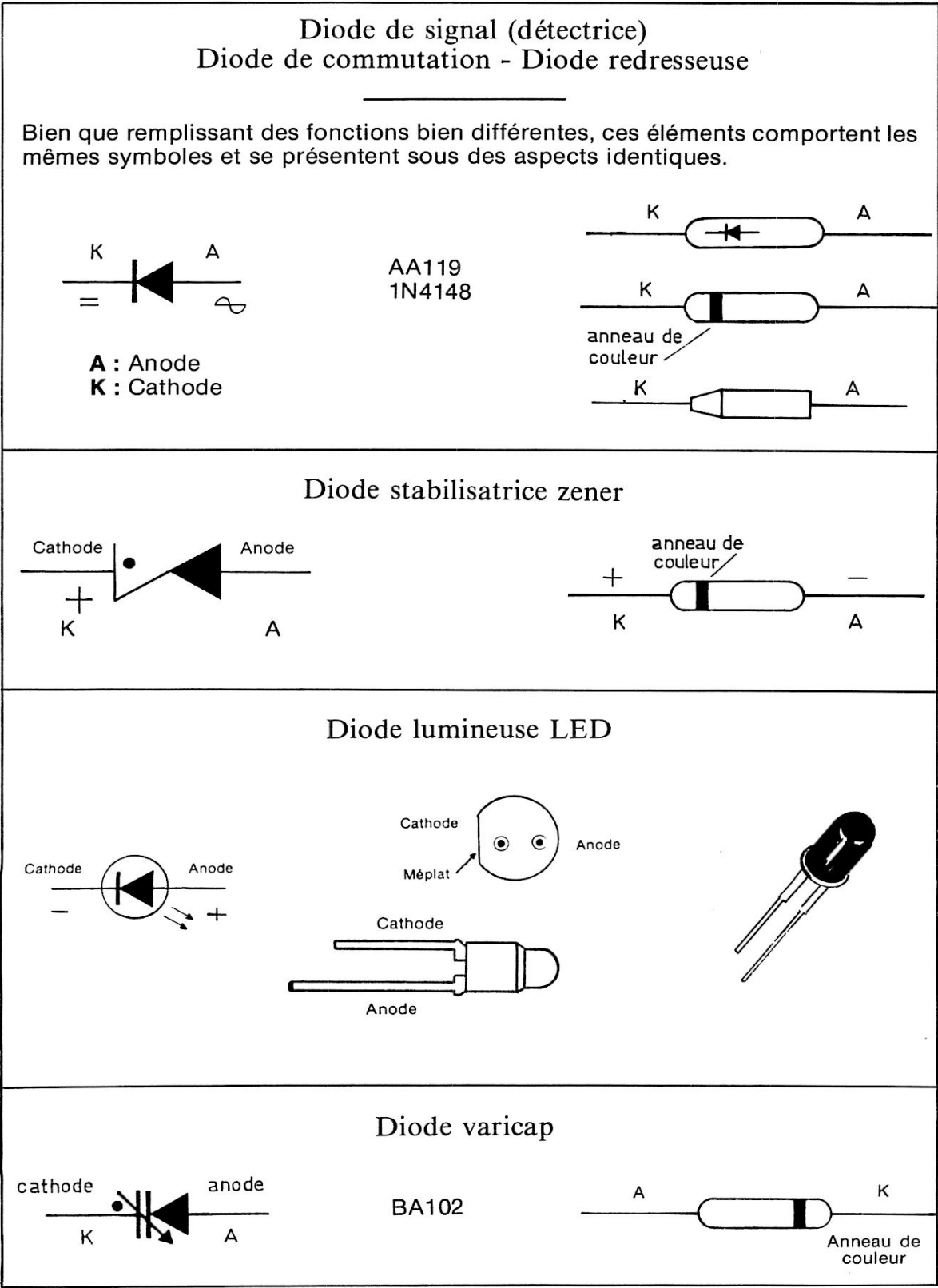


Fig. 1-6 - Toutes les diodes

La diode à capacité variable **varicap** se comporte comme un condensateur de faible capacité, capacité qui varie en fonction de la tension variable qu'on lui applique. Elle est généralement intégrée dans des circuits de haute fréquence. Si elle est branchée sur une tension continue, la **cathode** doit être reliée au **positif**.

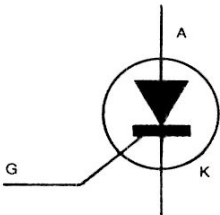
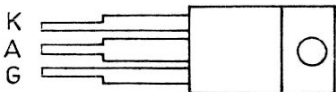
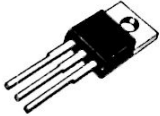
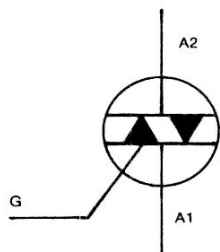
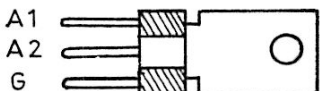
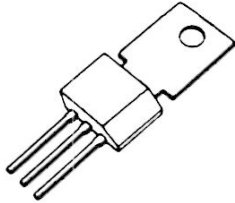
Représentation schématique	Brochage	Aspect extérieur
THYRISTOR		
 A : Anode G : Gachette K : Cathode	 C 122	
TRIAC		
 G : Gachette A1 : Anode 1 A2 : Anode 2	 SC 116	

Fig. 1-7 - Thyristor et triac, deux types de semiconducteurs commandés par un courant de gachette.

En figure 1-7, thyristor et triac.

Le thyristor est un redresseur, il se branche généralement sur alternatif et le transforme en continu, d'un seul sens. Mais c'est un redresseur **commandé**, ou **déclenché**. Pour qu'il fonctionne, il faut amener sur sa gachette un courant continu de quelques milliampères. Il peut fonctionner sur courant continu et sur courant alternatif.

Le triac est un système qui fonctionne sur courant alternatif. C'est une sorte **d'interrupteur commandé** électroniquement. Branché tel quel, il bloque le passage du courant. Si on amène un léger **courant de commande** sur sa gachette, le courant alternatif passe. C'est un interrupteur, mais très rapide, pouvant fonctionner à des vitesses électroniques.

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 Ω (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

18 kilohms est équivalent à 18 000 ohms

0,1 mégohm est équivalent à 100 kilohms

0,27 kilohm est équivalent à 270 ohms

1 kilohm est équivalent à 1 000 ohms

L'unité de mesure des condensateurs est le MICROFARAD, que l'on désigne sur les schémas par les lettres μF (μ : 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

47 nanofarads est équivalent à 47 000 picofarads

0,01 nanofarad est équivalent à 10 picofarads

0,22 nanofarad est équivalent à 220 picofarads

10 nanofarads est équivalent à 10 000 picofarads

0,47 nanofarad est équivalent à 470 picofarads

0,22 microfarad est équivalent à 220 nanofarads

0,22 nanofarad est équivalent à 220 picofarads

Nous vous engageons vivement à vous familiariser avec le « manie-ment » 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.

LE MARQUAGE LE CODE DES COULEURS

Les résistances 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.

Reportez-vous au tableau de la figure 1-8, que nous allons soigneusement commenter.

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.

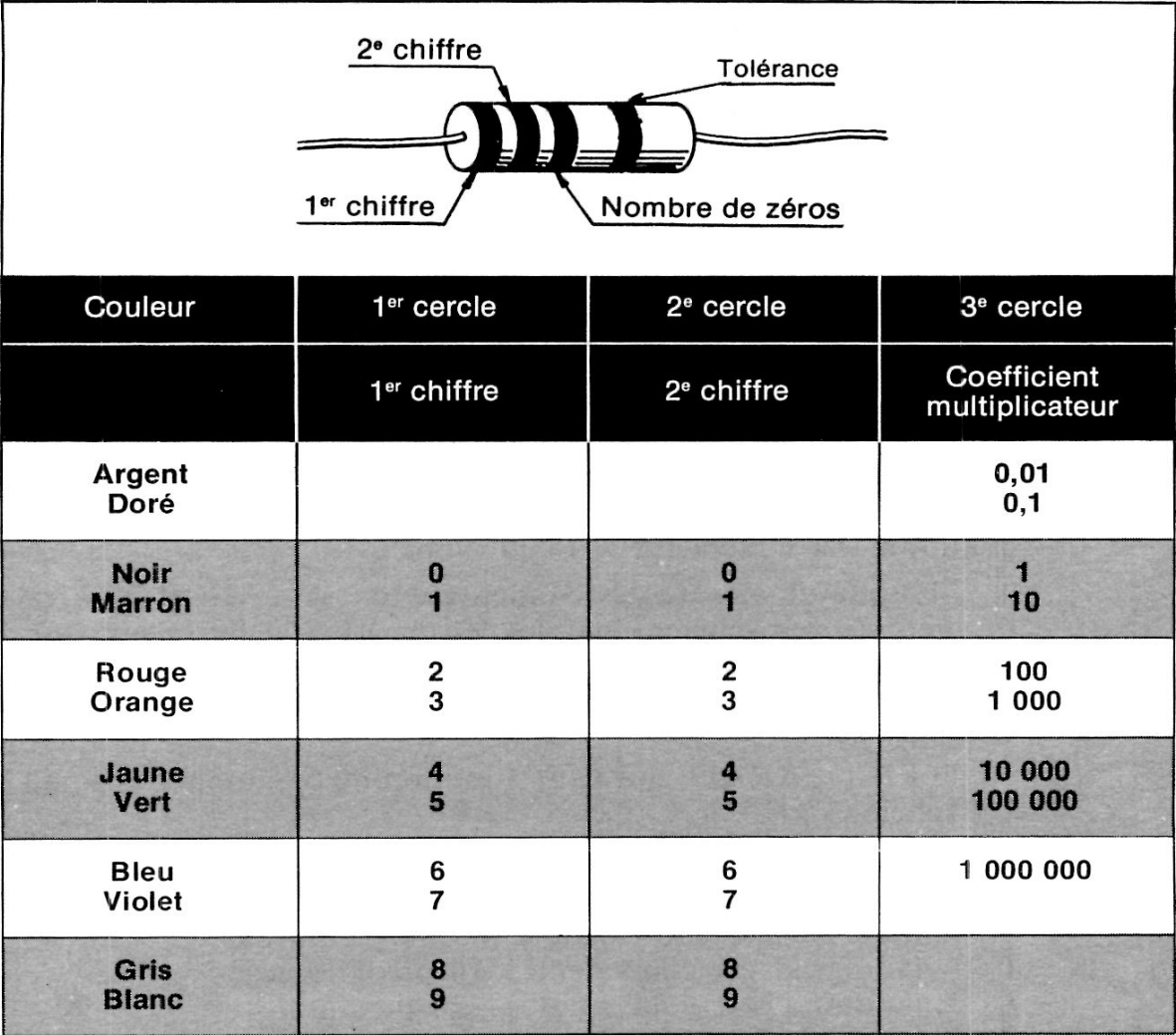


Fig. 1-8 - Le marquage des résistances

Poursuivons :

- jaune - violet - orange : 47 000 ohms, soit 47 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 ;
- orange - blanc - rouge : 3 900 ohms ;
- marron - noir - noir : 10 ohms.

Un cas un peu particulier :

- jaune - violet - doré.

Ici nous avons pour le premier chiffre : 4. Pour le second chiffre : 7. Donc 47. La bande or nous indique qu'il faut multiplier par 0,1. Donc $47 \times 0,1 = 4,7$ ohms.

Nous aurions de même :

- vert - bleu - doré : 5,6 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 un 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.

En dehors de ces trois premiers cercles, les résistances en comportent d'autres, 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.

Sur les condensateurs, la capacité est marquée en chiffres. Lorsqu'on voit par exemple 2,2 nF, il n'y a aucune difficulté d'interprétation. Mais on rencontre parfois des marquages qui, bien que « en clair », peuvent déconcerter un profane. Voici ci-après un tableau des marquages que vous pourrez rencontrer dans nos montages.

Valeur de la capacité		Les marquages que l'on peut rencontrer				
1,5	picofarad	1,5	1,5 p			
10	picofarads	10	10 p			
15	picofarads	15	15 p			
22	picofarads	22	22 p			
27	picofarads	27	27 p			
33	picofarads	33	33 p			
56	picofarads	56	56 p			
68	picofarads	68	68 p			
100	picofarads	n 10	100 p	101		
150	picofarads	n 15	150 p	151		
220	picofarads	n 22	220 p	221		
330	picofarads	n 33	330 p	331		
470	picofarads	n 47	470 p	471		
680	picofarads	n 68	680 p	681		
1 000	picofarads	1 n 0		102		
3 300	picofarads	3 n 3		332		
4 700	picofarads	4 n 7		472		
6 800	picofarads	6 n 8		682		
10	nanofarads	10 n		103	0.01 μ F	.01 μ F
22	nanofarads	22 n		223	0.02 μ F	.02 μ F
47	nanofarads	47 n		473	0.05 μ F	.05 μ F
0,1	microfarad	100 n		104	0,1 μ F	.10 μ F
0,22	microfarad	220 n		224	0,22 μ F	.22 μ F

D'AUTRES COMPOSANTS

Disons ici quelques mots sur les divers autres composants que vous pourriez rencontrer au cours de vos montages.

Résistances et condensateurs. Il n'y a rien de particulier à indiquer pour les modèles courants, les dessins des plans de montage sont suffisamment explicites. Signalons les condensateurs électrochimiques, dits couramment **chimiques**. Sur les schémas, remarquez qu'ils sont **polarisés**, la borne positive est repérée par un signe **Plus** ou par un trait plus gros. Sur les plans de montage nous avons également repéré ce côté positif. Sur le corps du condensateur lui-même, la borne positive est toujours repérée, soit par un point ou un cercle rouge, soit par une croix, soit par toute l'extrémité qui est rouge.

Potentiomètre. Un potentiomètre présente trois bornes, deux qui sont les extrémités de la résistance, et une qui correspond au curseur. Dans le cas d'un potentiomètre ordinaire, le curseur est actionné par un axe que l'on manœuvre couramment, par exemple pour commander la puissance sonore d'un récepteur de radio. Un **potentiomètre ajustable** est beaucoup plus petit, la broche du milieu correspond au curseur, on le manœuvre à l'aide d'un tournevis **une fois pour toutes** au moment de la mise au point d'un montage.

Relais . Voyez dans ce livre, beaucoup des appareils décrits se terminent par un relais. Celui-ci comporte une bobine, dans laquelle on envoie un courant. Quand le relais est ainsi **excité**, il attire une palette mobile qui établit un **contact travail**. Quand on interrompt le courant, la palette retombe et établit un **contact repos**. On dispose donc d'un inverseur. Le relais présente deux broches :

- deux broches pour la bobine ;
- C qui est la palette mobile, le **commun** ;
- T qui est le contact travail, dit aussi « Normalement Ouvert » (NO) ;
- R qui est le contact repos, dit aussi « Normalement Fermé » (NF).

Dans nos montages qui fonctionnent sous courant continu 12 volts, le relais est par conséquent équipé d'une bobine adaptée à cette tension. Vous pouvez y brancher votre bloc de piles, vous verrez et entendrez la palette mobile qui est actionnée. Le **pouvoir de coupure** des contacts est de :

— 60 watts — 2 ampères — 125 volts —

Refroidisseur, ou radiateur, ou dissipateur. C'est une petite pièce métallique que l'on fixe en contact sur le boîtier d'un transistor. Ceci dans le cas d'un transistor qui est parcouru par un courant assez important qui tendrait à le faire chauffer exagérément, et pour aider à **dissiper sa chaleur**.

Bobine d'arrêt, ou bobine de choc. Petit bobinage qui bloque le courant de haute fréquence, et laisse passer le courant continu et la basse fréquence. Dans les appareils à haute fréquence, nous utiliserons la VK 200, petite ferrite traversée par quelques spires de fil nu. Dans les récepteurs de radio, ce sont des modèles spéciaux qui sont utilisés, et qui font absolument partie du jeu de bobinages.

Condensateur ajustable. C'est un condensateur de faible capacité, et dont on agit sur la valeur à l'aide d'un tournevis. Ceci une fois pour toutes, au moment de la mise au point du montage. Comme tout condensateur, il comporte deux bornes... et on peut parfois rencontrer un modèle qui présente trois broches... Dans un tel cas, regardez bien, **deux** des broches sont reliées entre elles et elles constituent **une** borne. Dans le cas d'un modèle à quatre broches, on peut constater qu'elles sont reliées ensemble deux à deux.

Buzzer. C'est essentiellement un élément de signalisation sonore. Il comporte une lamelle vibrante, placée en regard d'un électro-aimant. Quand ce dernier est branché sur une source de courant continu (ici 12 volts), la lamelle vibre, elle produit un son, un bourdonnement.

C'est un élément d'appel, d'alerte, un avertisseur sonore. Il trouve son emploi en téléphonie, en interphonie, en avertisseur d'un dispositif de surveillance.

CHAPITRE II

ORGANISONS NOS MONTAGES

QUELQUES RAPPELS

Nous confirmons ici que tous les appareils qui sont décrits et réalisés pratiquement dans ce livre sont exécutés en montage mobiles : montage, essais, expérimentation, démontage, remontage... C'est le but principal recherché.

Chaque dispositif décrit est présenté avec son schéma de principe et son plan d'exécution. Et ici, une petite recommandation... Sur un montage extrêmement simple (un seul transistor, trois ou quatre éléments annexes...) vous pouvez à la rigueur vous reporter uniquement au plan de montage et le reproduire tel quel, ça marchera. Mais dès qu'il s'agit d'un montage un peu plus chargé, il devient beaucoup plus intéressant de se reporter également au schéma, de se « recouper » sur ses indications, de constater et vérifier à chaque fois que ce que l'on est en train de faire en est bien l'exécution matérielle.

Un tel procédé est toujours préférable. Il est plus intelligent. Il évite erreurs et déboires. Il constitue un excellent entraînement à l'étude de l'électronique. Et si un jour vous vous trouvez devant un schéma seul, que vous voulez réaliser, vous y parviendrez bien plus facilement.

LA TABLE DE TRAVAIL

Nous avons réalisé tous nos montages sur un panneau de bakélite de dimensions 20 x 27 cm. Il est légèrement surélevé par six pieds de caout-

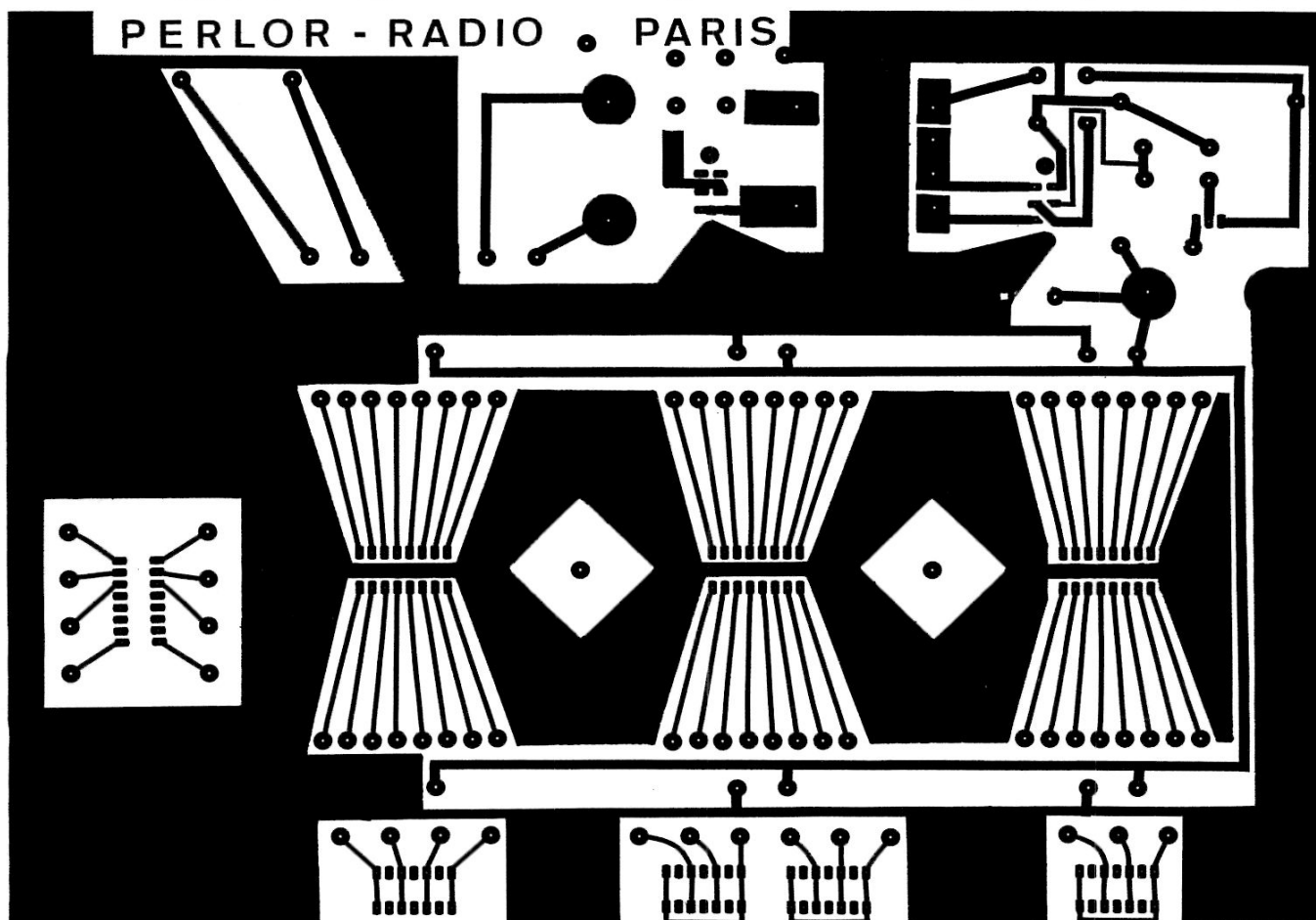


Fig. 2-1 - Les circuits imprimés de la face de **dessous** du panneau de bakélite.

chouc convenablement disposés. C'est sur cette sorte de table de travail, ainsi constituée, que nous allons œuvrer.

Sous le panneau, tout un réseau de connexions est établi, par circuits imprimés, ce que nous pouvons voir en figure 2-1.

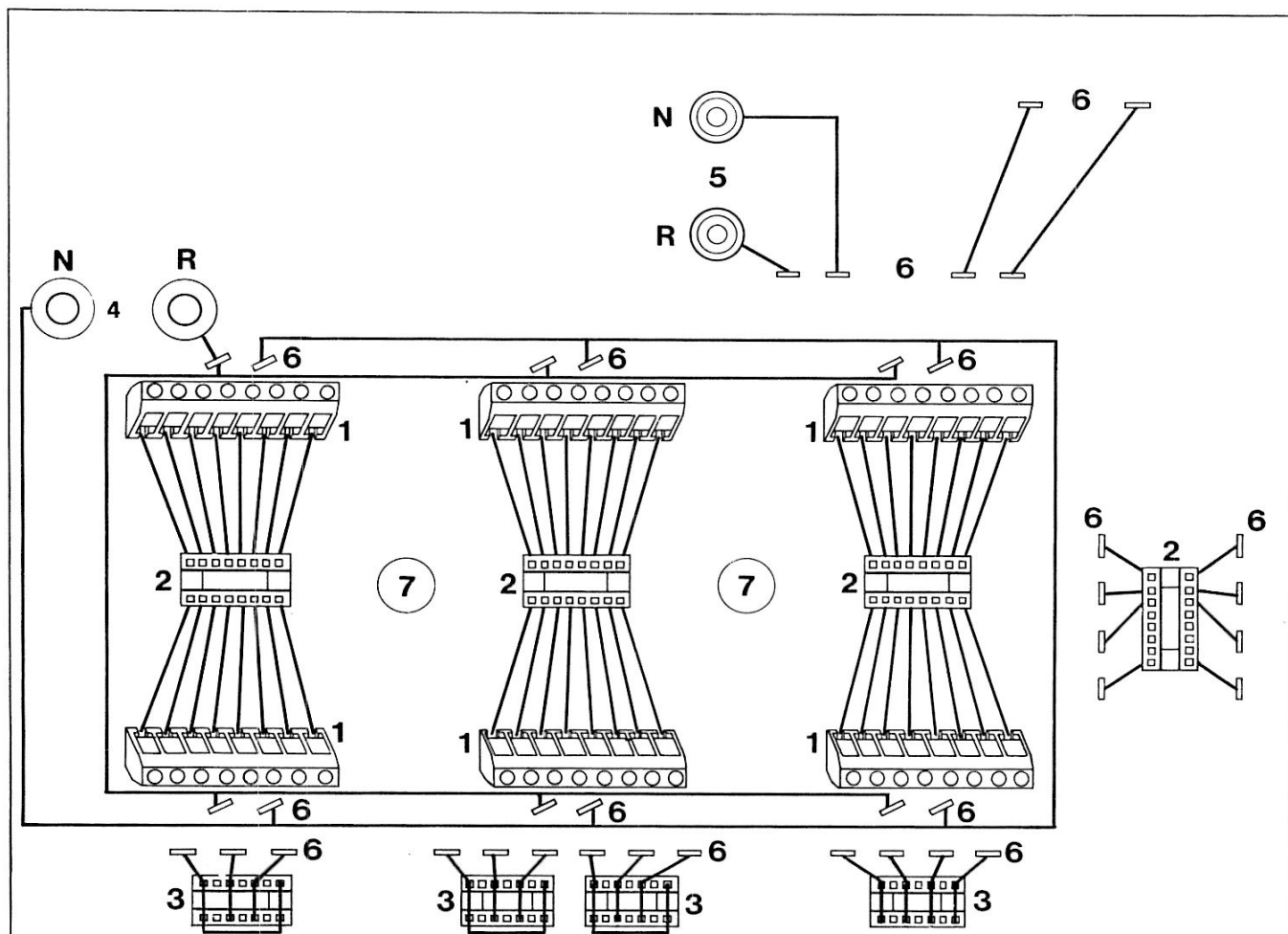


Fig. 2-2 - La face de **dessus**, avec ses éléments de fixation.

- Les liaisons imprimées **dessous** sont reproduites sur cette face, pour permettre de vérifier et suivre les circuits.

En figure 2-2, nous voyons le dessus du panneau, sur lequel se trouvent divers éléments qui recevront les composants constitutifs, soit :

— **En 1**, six barrettes serre-fils. Chaque barrette comporte une série de connecteurs, dans lesquels il est possible d'introduire les extrémités de fils de liaison, et que l'on maintient par serrage d'une vis.

— **En 2**, quatre supports en matière plastique. Ce sont en fait des supports de circuits intégrés. Ici on procède par **enfichage**. Par exemple, on présente au-dessus les trois broches d'un transistor et on appuie, pour faire entrer. De minuscules lamelles s'écartent, serrent, et maintiennent fermement, assurant un très bon contact. Ces supports recevront également les circuits intégrés.

— **En 3**, quatre supports également en matière plastique. Fixation également par enfichage. Nous y adapterons des éléments de commande, les potentiomètres par exemple.

— **En 4**, deux bornes universelles, isolées, une rouge et une noire.

Elles peuvent recevoir une fiche banane. Mais en dessous on peut également y introduire un ou plusieurs fils dans un trou, et serrer par vissage. C'est notamment ici que nous adapterons la plaquette-pressions du bloc de piles d'alimentation, le **rouge** étant toujours réservé au **positif**.

- **En 5**, deux douilles simples, recevant une fiche banane, une rouge et une noire. Nous y brancherons notamment antenne et prise de terre.
- **En 6**, une série de petits picots, des broches métalliques. Leur nom exact en électronique est « cosse poignard ». Ils reçoivent les cosses embrochables des fils de liaison.
- **En 7**, deux trous, dans lesquels nous fixerons notamment des supports de bobinages.

Tous ces éléments sont soudés sur le panneau, aux points convenables, en liaison avec les circuits imprimés du dessous. Les connexions existant sous la plaquette par circuits imprimés sont **reproduites sur le dessus**, par sérigraphie. C'est très commode, cela permet de les avoir continuellement sous les yeux, en cours de réalisation, pour suivre et vérifier ce que l'on fait.

Tous les composants que nous utiliserons viennent s'enficher dans ces différents supports, ce qui nous a imposé une certaine sélection et pas mal de recherches... Par exemple, nous avons sélectionné un modèle de relais dont la disposition des broches convient pour ces supports, il s'adapte par simple enfichage. En haut à droite, un emplacement réservé pour recevoir un haut-parleur maintenu verticalement par deux équerres métalliques.

LES FILS DE LIAISON

Pour établir les liaisons **entre les picots**, nous disposons de fils souples de différentes longueurs, se terminant par une agrafe, une cosse embrochable. On présente l'agrafe sur le picot et on enfonce. Ça fait un très bon contact, remarquez qu'il n'est pas nécessaire d'enfoncer à fond, pensez qu'il faudra ensuite pouvoir le retirer.

Concernant les éléments (bobinages par exemple) se terminant par du fil émaillé, retenez que l'émail est un isolant. Donc aux extrémités, il faut gratter l'émail, avec un couteau ou une petite lime avant de mettre dans la barrette serre-fils. Les liaisons entre ces barrettes se font avec du fil de câblage ordinaire, isolé sous plastique. Ne pas oublier de dégager l'extrémité, avec un couteau on coupe la gaine isolante pour laisser apparaître 4 à 5 millimètres de fil nu. Pour les autres composants courants (condensateurs, résistances...) ce sont leurs broches de fil nu qui telles quelles sont fixées dans les barrettes.

L'ALIMENTATION

En feuilletant ce livre, vous pouvez constater que la plupart des montages décrits sont alimentés sous une tension de 12 volts. Cette tension nous est fournie par une batterie de 8 piles de 1,5 volt, reliées **en série** : la borne positive de l'une à la borne négative de la suivante. Ceci est réalisé automatiquement et très simplement par le boîtier-connecteur que vous pouvez voir en figure 2-3.

Il présente 8 alvéoles dans lesquelles on loge les piles. Il y a un sens à respecter, c'est du côté où se trouve un petit ressort qu'il faut mettre le boîtier, le négatif, la partie plate de la pile. Les liaisons entre + et — sont établies intérieurement, et la tension de 12 volts se trouve ainsi disponible aux deux bornes de sortie. C'est sur ces deux bornes que vient s'adapter la plaquette à pressions. Remarquez que ces pressions sont dissemblables, ce qui empêche toute inversion de polarité. Finalement on dispose aux deux fils de sortie de la tension de 12 volts, avec le positif repéré par le fil rouge. Ce sont ces fils qui seront reliés aux deux douilles marquées 4.

Certains montages, notamment dans l'emploi de circuits intégrés, sont alimentés sous 4,5 volts. Veillez toujours à éviter toute inversion des polarités, ce que les semi-conducteurs n'apprécient pas du tout ! Remarquez que les pôles sont toujours repérés sur les piles.

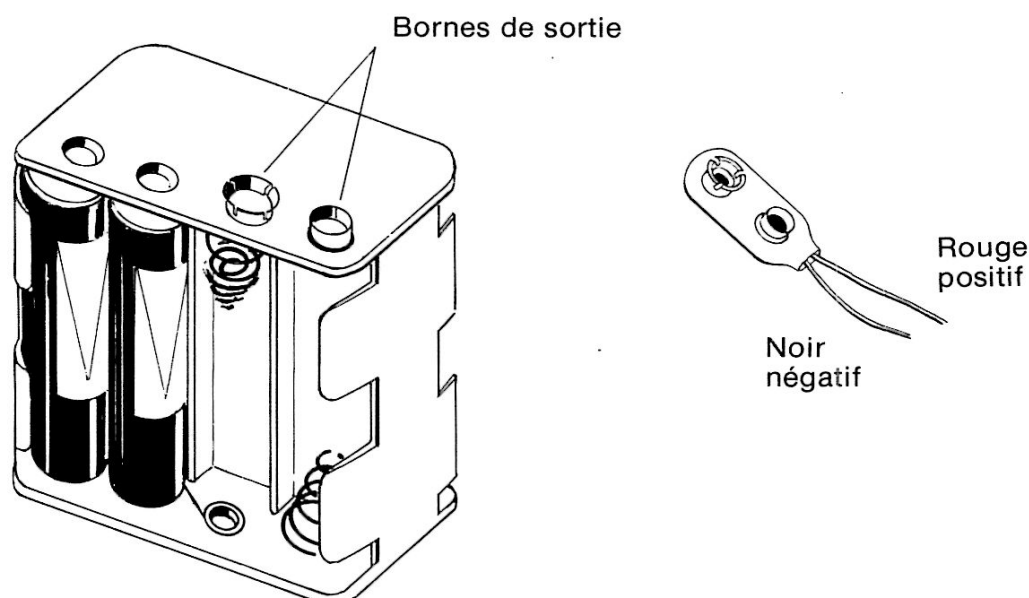


Fig. 2-3 - Le bloc connecteur des piles, avec sa plaquette à pressions.

Nous avons poussé plus loin le problème de l'alimentation.

Au début, pour quelques montages que vous allez réaliser, vous pourrez vous contenter du bloc de piles tel que nous l'avons prévu. C'est la solution de simplicité. Mais par la suite, si vous pratiquez beaucoup, vous pourrez constater que c'est aussi une solution onéreuse. C'est pourquoi nous avons également prévu une **alimentation sur le secteur**.

Voyez au chapitre X, en figure 10-1. Ce dispositif est plus cher au début, mais devient beaucoup plus économique pour un usage répété. Dans notre programme, il est absolument facultatif. Il s'intègre totalement et définitivement sur la table des montages, sur laquelle tous les circuits adéquats sont prévus. Vous pourrez ne le réaliser que lorsque vous le jugerez utile.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Pour faciliter votre tâche concernant l'approvisionnement en matériel et en composants électroniques, nous avons fait suivre chaque description de la liste du matériel nécessaire qui entre dans la composition de l'appareil réalisé (1).

Mais nous n'avons pas pas répété à chaque fois ce que nous dénommons **le matériel de base**, qui nous servira en permanence pour tous les montages. Cela, c'est l'équipement permanent, que l'on se procure une fois pour toutes au départ. En voici la liste :

LE MATÉRIEL DE BASE

— Panneau de bakélite, avec les circuits imprimés — 6 barrettes serre-fils à vis — 8 supports à enfichage — 8 piles de 1,5 volt — boîtier-connecteur 8 piles — plaquette à pressions — 2 bornes universelles — 2 douilles banane — coupleur et pile 4,5 volts — 6 pieds caoutchouc — fiche banane — 2 équerres métalliques — cosses « poignard » — vis et écrous divers — fil de câblage, fils de liaison avec leurs cosses enfichables.

(1) Tout le matériel employé dans ces montages est produit par la firme PERLOR-RADIO.

CHAPITRE III

ÉMISSION-RÉCEPTION

DES ÉMETTEURS ET DES RÉCEPTEURS DE RADIO

Donc, nous passons maintenant à la partie principale de cet ouvrage : les montages pratiques.

Et nous la commençons par des petits récepteurs et émetteurs de radio.

C'est à dessein que nous avons logé cette série au début de nos réalisations. Parce que ce sont des appareils qui sont fort intéressants pour des débutants. Un récepteur de radio, c'est quelque chose de vivant, qui prend vie sous vos doigts... Œuvrer sur un montage, brancher l'alimentation et l'antenne, actionner le système d'accord, capter une émission, capter **des** émissions... En récompense, constater que « ça marche »... C'est captivant. C'est essentiellement l'appareil du débutant, qui l'encourage à persévérer et aller plus loin dans des appareils plus complexes.

Il en est de même pour les émetteurs. Vous parlez devant un microphone, votre voix est captée à distance par le récepteur d'un ami qui se trouve dans une autre pièce, parfois très loin. Et cela sans fils de liaison, uniquement par ondes hertziennes.

Constatez que nous débutons par des appareils simples, des « modèles réduits », donc faciles à réaliser.

Allons-y !...

N° III-1 UN RÉCEPTEUR À UN TRANSISTOR

Nous commençons la série de nos montages par ce petit récepteur, dont le schéma est représenté en figure 3-1.

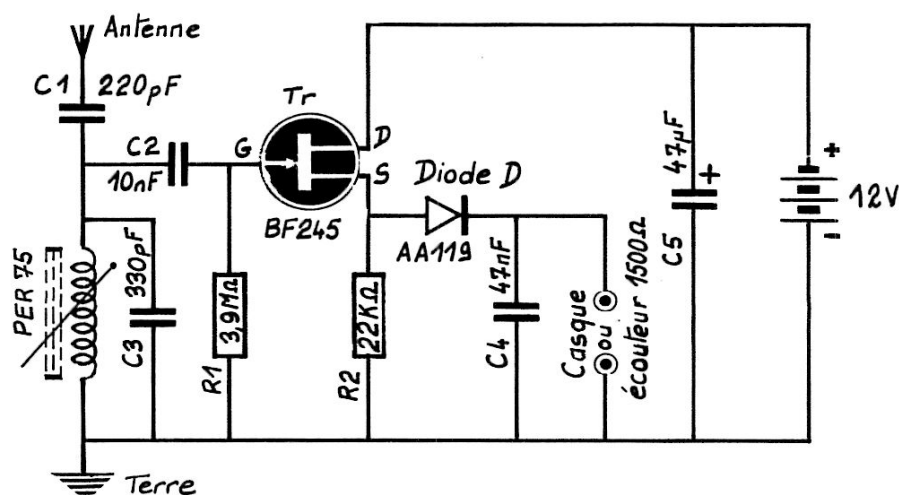


Fig. 3-1 -

Il met en jeu un transistor **à effet de champ**. L'émission captée par l'antenne est transmise à la **Gachette** de ce transistor, pour amplification. Le signal résultant, dûment amplifié, apparaît aux bornes de la résistance R_2 . Nous voyons ensuite une diode détectrice, disons que son rôle est d'éliminer le courant de haute fréquence (onde porteuse) et de ne laisser apparaître que le courant de basse fréquence, qui lui représente la parole ou la musique que l'on veut recevoir.

Ce courant de basse fréquence actionne ensuite un écouteur, dans lequel par conséquent l'on entend finalement l'émission qui a été captée. On

peut utiliser un casque à deux émetteurs. On peut aussi utiliser un **écouteur auriculaire** comme représenté en figure 3-2. C'est un petit appareil, qui se loge dans l'oreille, il doit être d'impédance 1 500 ohms.

Un tel type de récepteur est dit **à amplification directe**, parce que l'émission reçue est amplifiée **telle quelle**, directement et simplement, sans modification préalable avant détection.

Dans tout récepteur, il faut disposer d'un **circuit de sélection**, d'accord, pour s'accorder sur le poste émetteur que l'on veut recevoir. Cet accord est ici réalisé par le bobinage référencé PER.75 ; il est constitué par un **barreau de ferrite** sur lequel une bobine de fil H.F. **peut se déplacer**, et c'est par le déplacement de cet enroulement tout le long de la ferrite que se fait l'accord. Le PER.75 comporte 2 enroulements, donc 4 extrémités. Ici un seul enroulement est utilisé.

Ce poste peut recevoir les gammes des Petites Ondes et des Grandes Ondes, ce qui nécessite l'emploi de 2 bobinages différents. On les différencie en observant que le modèle G.O. comporte plus de spires (il est plus important) que le modèle P.O. Chacun de ces bobinages est fourni avec ses 4 sorties soudées à une barrette-relais. Dans le montage présent, on peut constater que 2 sorties seulement sont utilisées.

Pour la réalisation pratique du plan de montage tel qu'il est représenté en figure 3-2, rappelons que le brochage détaillé du transistor est représenté en début de ce livre. De même pour la diode détectrice, le côté cathode est repéré par un cercle.

Le courant total consommé par ce montage est de 1 milliampère.

Un tel récepteur nécessite une prise de terre. Nous avons ici pour cela un fil souple de forte section terminé par une grosse pince que l'on peut relier à une conduite d'eau, une canalisation de chauffage central, voire même à un sommier métallique. Il faudra toujours s'assurer qu'il y a bien contact réel avec le métal, éventuellement gratter la peinture qui pourrait empêcher ce contact.

Il faudrait, théoriquement, une très grande antenne extérieure, un brin de 10 à 15 mètres tendu horizontalement... ce qui n'est pas toujours aisé... Il existe la solution, que nous avons adoptée ici, **de l'antenne secteur**. C'est un petit dispositif que l'on relie à l'un des pôles du secteur : il bloque la tension dangereuse et laisse passer les courants de haute fréquence. Rechercher au besoin celui des deux pôles qui donne les meilleurs résultats.

Qu'attendre d'un tel montage ?...

Il est évident qu'il ne faut pas espérer capter des stations d'Australie ou d'Amérique !... Mais vous parviendrez toujours à recevoir au moins une station locale, celle qui, en Petites Ondes, dessert votre région ; ce qui n'est déjà pas si mal, si l'on considère l'extrême simplicité de ce récepteur.

Dans la région parisienne, en ville, nous avons également capté Radio-Luxembourg, Europe N° 1 et France-Inter.

Voici quelques résultats qui vous encourageront à poursuivre...

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| — Transistor BF245 | — Condensateurs |
| — Diode détectrice | — Antenne secteur |
| — Écouteur auriculaire dynamique | — Résistances |
| — Bobinages PER.75, P.O. et G.O. | — Pince pour prise de terre |
| — 5 mètres fil souple | |

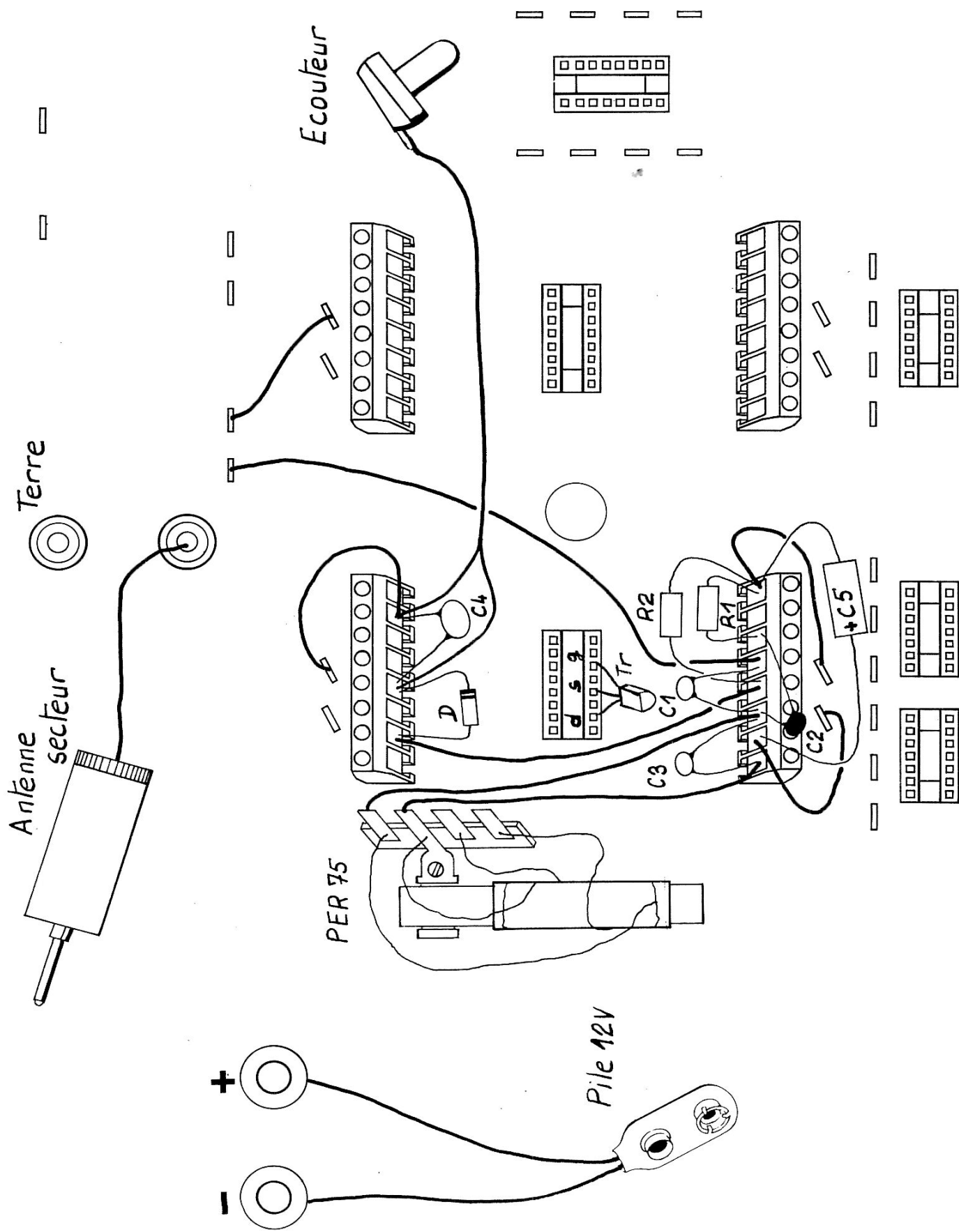


Fig. 3-2 -

N° III-2 UN RÉCEPTEUR À TROIS TRANSISTORS

Nous avons ici un schéma qui constitue une variante améliorée du montage précédent, dont il constitue une suite logique.

Le premier étage, amplificateur haute fréquence, est exactement identique. Donc tout ce qui a été dit précédemment, concernant les éléments constitutifs de cet étage, s'applique intégralement ici, jusqu'à la diode détectrice. C'est à partir de cet élément que nous trouvons une modification.

Dans le montage précédent, le signal de basse fréquence disponible à la sortie de la diode détectrice, actionne directement l'écouteur. Ici, ce signal est préalablement amplifié par les deux transistors TR 2 et TR 3. Ces deux transistors sont reliés en un montage dit **Darlington**, fortement amplificateur. Et c'est à la sortie de cet étage que se trouve l'écouteur.

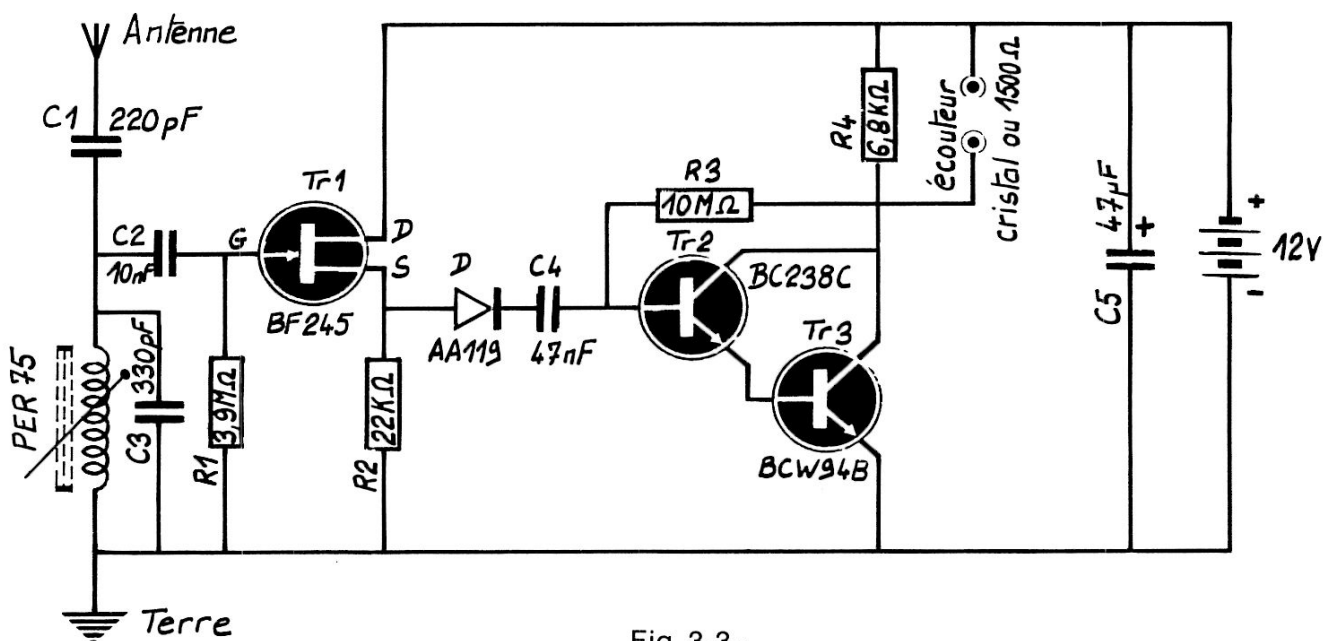


Fig. 3-3 -

Le casque à 2 écouteurs présente une impédance de 1 500 à 2 000 ohms. En version économique, l'écouteur auriculaire présente également une impédance de 1 500 ohms. Ces éléments comportent des bobinages, une continuité. Si on branche une pile aux bornes, le courant passe. L'écouteur auriculaire peut être également réalisé, en modèle **à cristal**, ou **piézoélectrique**. Dans cette version, il ne présente pas de continuité, une pile branchée à ses bornes ne débite pas.

Le montage est représenté en figure 3-4.

Résultats d'écoute : un peu plus confortables qu'avec le poste précédent, puisqu'on bénéficie, d'une plus grande amplification. Chaque fois que cela est possible, avec de tels petits postes, il faut toujours essayer toutes les combinaisons possibles d'antennes et de prises de terre. Antenne secteur, antenne intérieure d'appartement, antenne extérieure. On peut aussi faire l'essai de relier la prise de terre à l'un des pôles du secteur, en intercalant un condensateur de 22 nanofarads par exemple, en sécurité, pour éviter toute liaison directe.

On peut également comparer utilement les résultats d'écoute faite de jour et de nuit ; ils sont souvent fort différents.

La consommation de ce montage est de 1,5 milliampère.

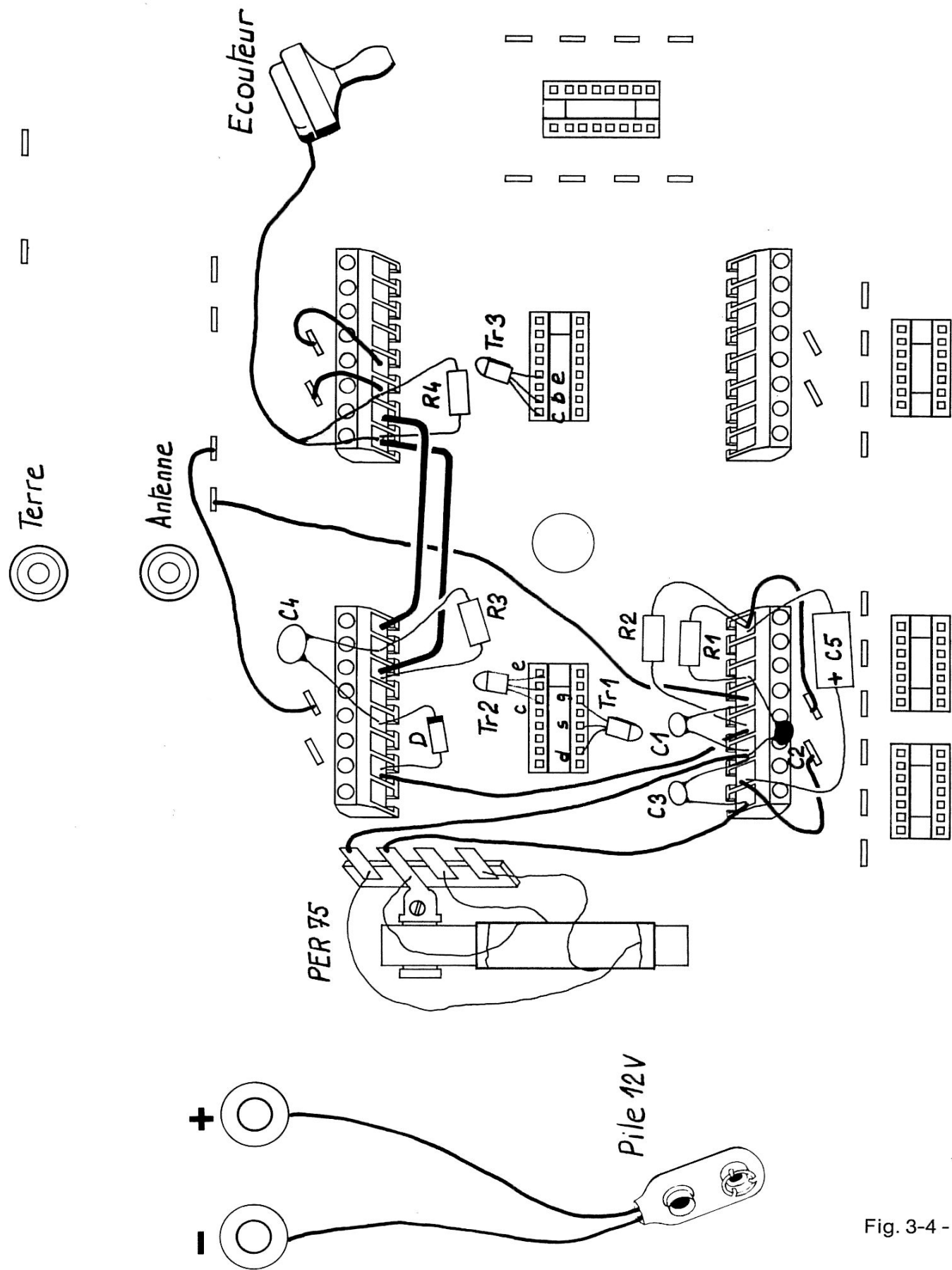


Fig. 3-4 -

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Transistors BF245, BC238 et BCW94
- Diode détectrice
- Écouteur auriculaire
- Pince pour prise de terre
- 5 mètres de fil souple
- Bobinages PER.75, P.O. et G.O.
- Antenne secteur
- Résistances
- Condensateurs

N° III-3 UN RÉCEPTEUR À QUATRE TRANSISTORS

Nous poursuivons la réalisation de nos modèles réduits de récepteurs.

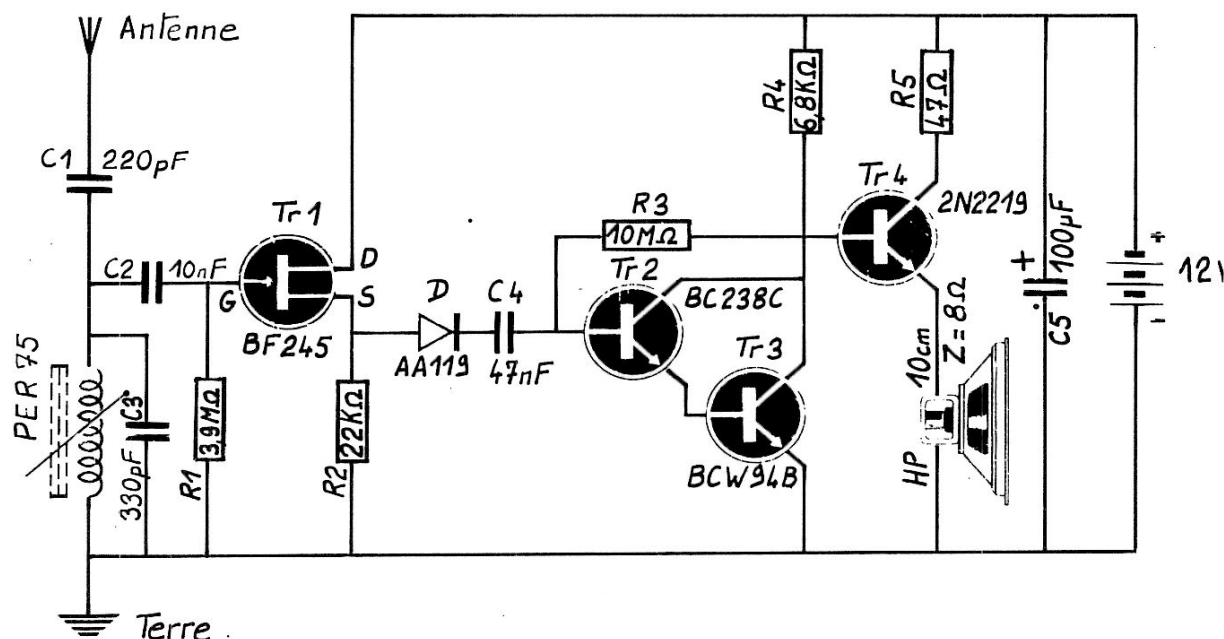


Fig. 3-5 -

Le schéma de la figure 3-5 représente ce nouveau montage. A nouveau, nous trouvons ici une variante des modèles précédents. Premier étage amplificateur haute fréquence, détection, puis premier étage amplificateur basse fréquence par deux transistors montés en Darlington. Mais à partir de là, nous amplifions à nouveau, et cette fois par un transistor de puissance, le 2N2219.

La consommation totale de l'appareil passe à 70 milliampères. Le transistor doit être refroidi par un petit radiateur, pièce métallique qui l'enserme et contribue à dissiper sa chaleur. Cette amplification a pour but de nous permettre l'écoute sur haut-parleur, petit modèle de diamètre 10 centimètres et d'impédance 8 ohms.

Chaque fois que vous avez en main des transistors nouveaux, identifiez-les, regardez leur brochage, reportez-vous aux tableaux des figures 4 et suivantes, repérez l'emplacement des broches, évitez les erreurs de branchement...

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. 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 trouverez que vous pourrez capter telle station plutôt qu'une autre, et que vous en capterez un nombre plus ou moins grand.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--|-----------------------------|
| — Transistors BF245 - BC238 - BCW94 - 2N2219 | — Résistances |
| — Bobinages PER.75, P.O. et G.O. | — Refroidisseur |
| — Diode détectrice | — Antenne secteur |
| — Haut-parleur 10 cm | — Pince pour prise de terre |
| — 5 mètres de fil souple | — Condensateurs |

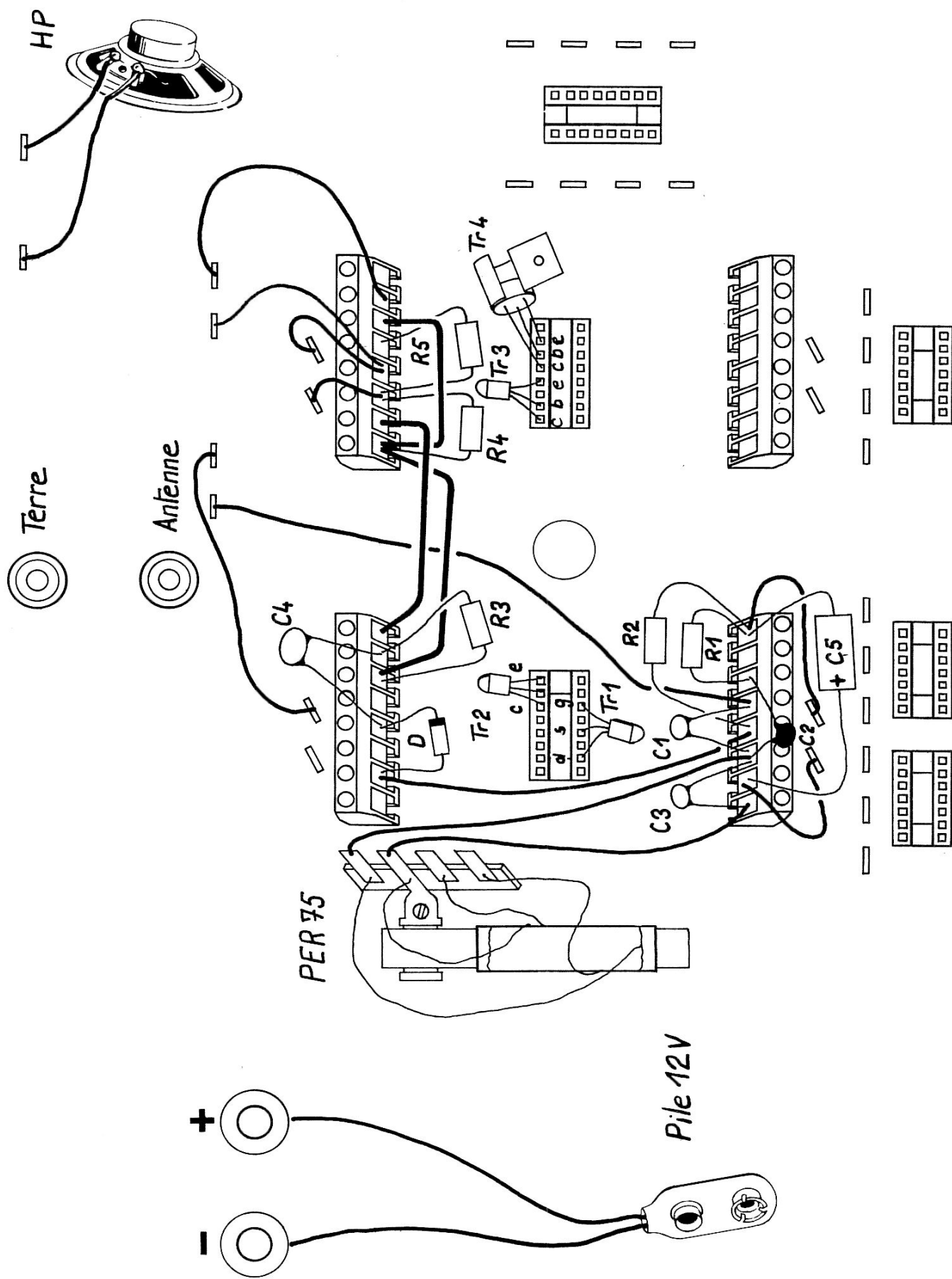


Fig. 3-6 -

N° III-4 UN RÉCEPTEUR REFLEX GRANDES ONDES

Nous abordons maintenant ici la réalisation d'un récepteur de type différent, un **Réflex**.

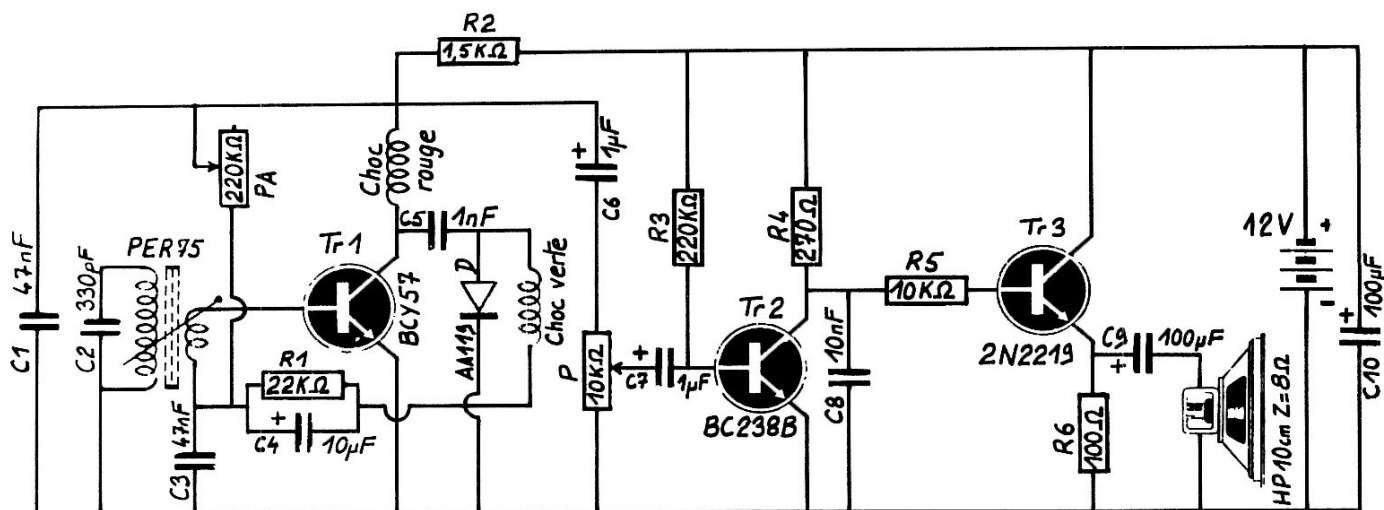


Fig. 3-7 -

Nous avons jusqu'ici rencontré un premier étage H.F. qui fonctionne en **amplificateur direct**. Ici, nous rencontrons un premier étage équipé d'un BCY 57 qui effectue une première amplification en haute fréquence. A la sortie, il y a détection et on dispose d'un signal de basse fréquence. Mais ce signal B.F. est à nouveau **réinjecté à l'entrée** de ce même transistor, qui effectue une première amplification en basse fréquence. C'est ce procédé qui caractérise le système **Réflex**.

La mise en pratique de ce procédé se fait par l'emploi judicieux de divers éléments, qui par leur valeur sépareront et orienteront les courants de haute et de basse fréquence. Voyez en figure 3-7, les **bobines d'arrêt** (choc rouge, verte) vont bloquer ou laisser passer... A la sortie de C 5, les éléments R 1 et C 4 **renvoient sur la base**, donc sur l'entrée. La diode détecte.

L'intérêt de ce procédé est qu'ici on peut se dispenser de l'installation antenne-terre. On dispose d'un récepteur autonome, portatif. A la sortie de C 6, on dispose d'un signal de basse fréquence, qui a déjà subi une première amplification. On l'applique au potentiomètre P qui fonctionne en dosage de la puissance que l'on entendra au haut-parleur. A partir de là, nous disposons d'un amplificateur B.F. à deux étages, se terminant par l'écoute sur haut-parleur.

Le bobinage PER.75 est ici utilisé en entier, avec un enroulement primaire et un enroulement secondaire. Il est fourni avec ses fils de sortie soudés à une barrette-relais, il n'y a par conséquent aucune difficulté quant au repérage. Tel qu'il est conçu, ce poste reçoit normalement la gamme des Grandes Ondes. On peut également y adapter un bobinage Petites Ondes, dans ce cas, il pourra se révéler nécessaire de diminuer la valeur de C 2, jusqu'à 220 picofarads par exemple, ceci pour couvrir aisément toutes la gamme des P.O. par le déplacement du bobinage.

P est un potentiomètre conçu pour être manœuvré en permanence, il contrôle la puissance sonore de l'audition. PA est un **potentiomètre ajustable**, il agit sur le potentiel de fonctionnement de la base du transistor. Lorsque le récepteur est en état de marche, on agit sur ce potentiomètre

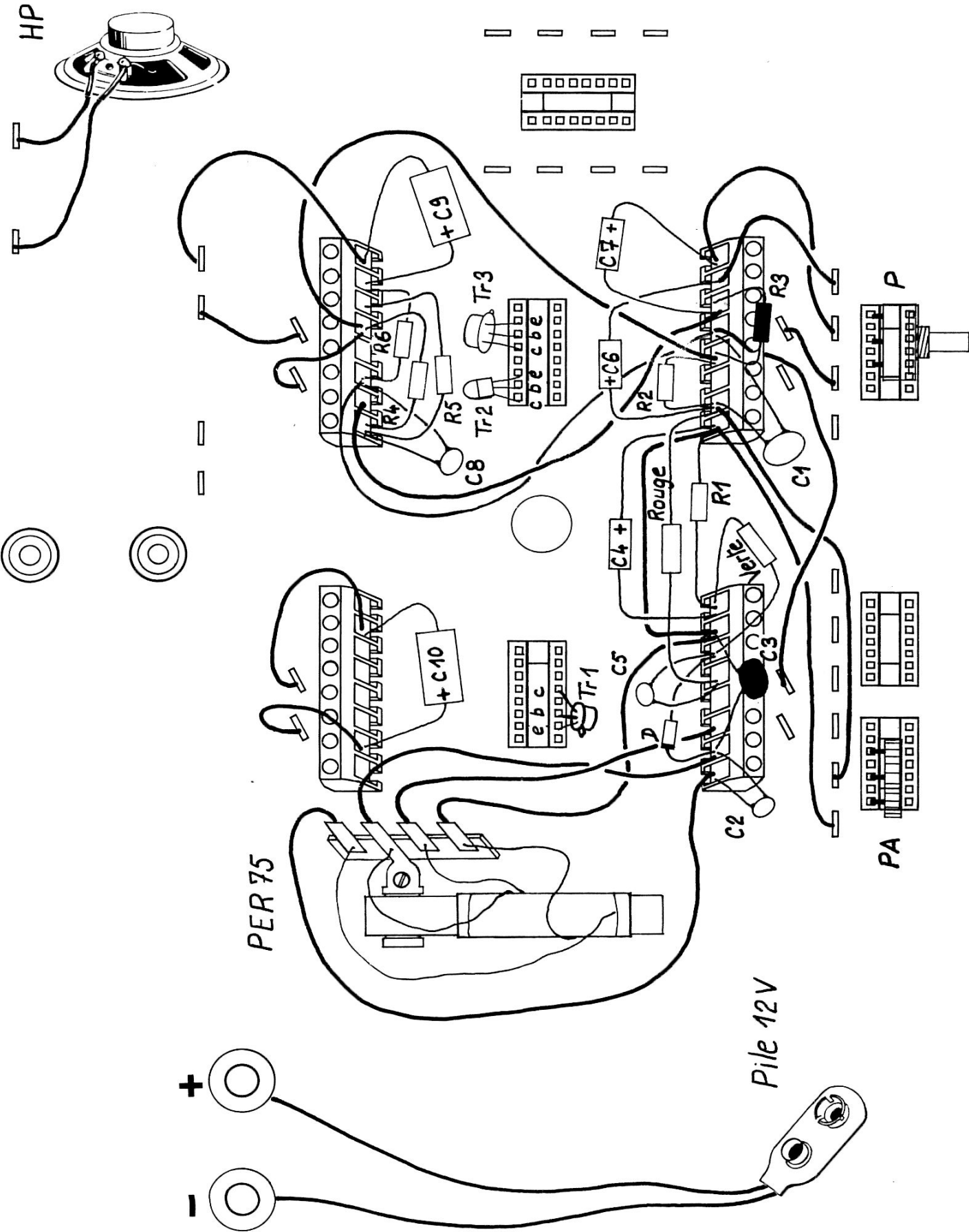


Fig. 3-8 -

Le schéma comporte deux transistors équipant chacun un étage bien distinct : un étage oscillateur haute fréquence et un étage oscillateur basse fréquence et modulateur.

Un transistor 2N2219 est monté en oscillateur haute fréquence Hartley. Le bobinage oscillateur référence 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 BC237 est monté en oscillateur basse fréquence par « résistances-capacités », dit encore « oscillateur R.C. ». Il 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.

On peut disposer une antenne télescopique comme nous l'avons fait, ce qui revient à un brin rayonnant de 1 mètre environ. On peut encore disposer un bout de fil souple quelconque, isolé, disposé verticalement, de quelques mètres. Nous avons observé une portée de quelques dizaines 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 essayer une antenne plus longue et relier une prise de terre à la masse du montage, au point — 12 volts.

Le bobinage d'entretien MRPO est fourni tout fait, la figure 3-10 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.

Voyez d'autre part au chapitre 5 la description d'une table d'entraînement à la lecture au son.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|------------------------------|--|
| — Transistors BC239 - 2N2219 | — Résistances |
| — Bobinage oscillateur MRPO | — Condensateurs |
| — Bouton-poussoir | — <i>Accessoirement</i> : manipulateur |
| — Antenne télescopique | |

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

Fig. 3-11 - Les différents signes de l'alphabet morse

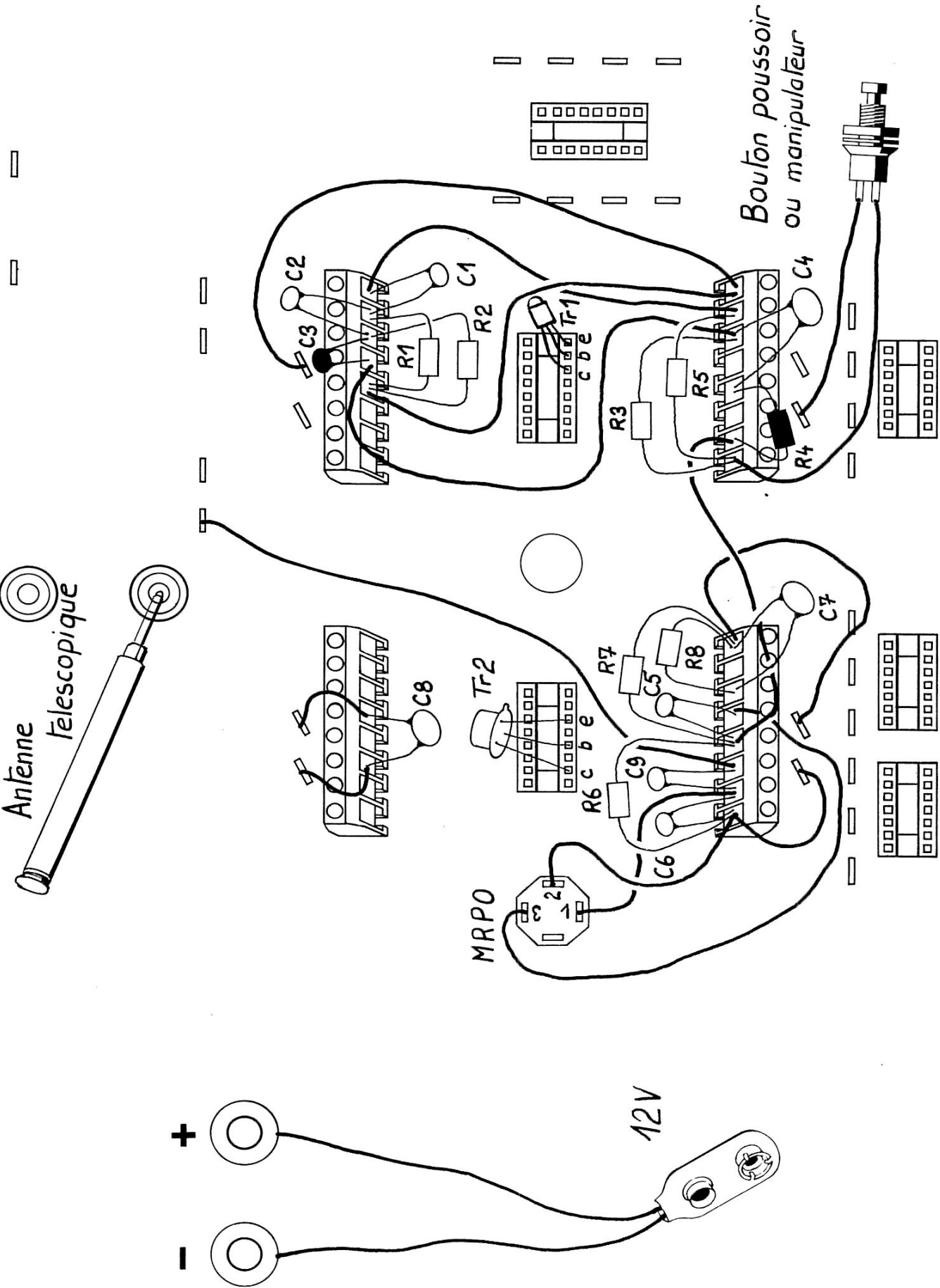


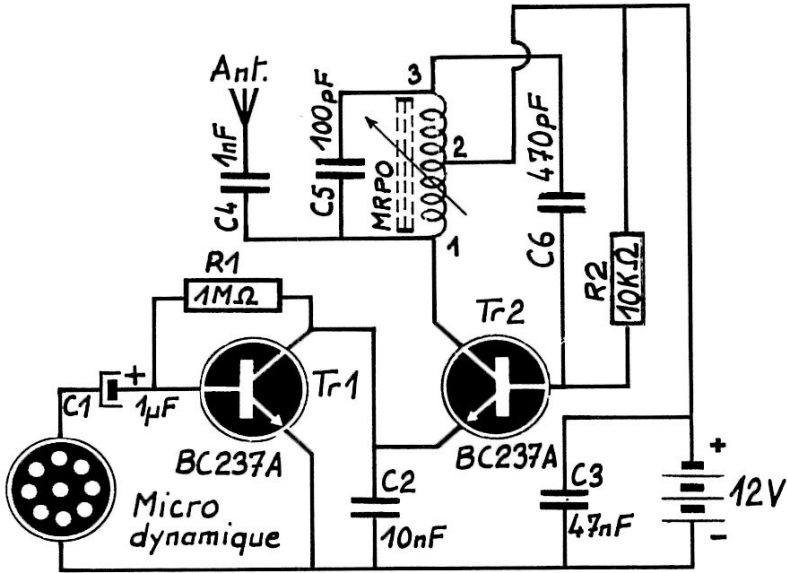
Fig. 3-10 -

N° III-6 UN ÉMETTEUR 2 TRANSISTORS — PHONIE —

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 retrouvons des circuits sensiblement identiques. Le transistor Tr 2 est l'oscillateur haute fréquence, celui qui « fabrique la H.F. », l'onde porteuse, qui rayonne sur l'antenne. Tr 1 fonctionne en basse fréquence. On parle devant le microphone, le signal qui en sort est transmis par C 1 à la base pour amplification. Le courant de modulation est disponible sur le collecteur, et de là appliqué à l'étage H.F. pour le moduler. En fait, on peut constater que le courant « qui sort » de l'émetteur de Tr 2 « entre » dans le collecteur de Tr 1 et c'est ainsi que se fait la modulation de la haute fréquence par la basse fréquence.

Fig. 3-12 -



C'est l'ensemble de ce signal complexe qui est donc rayonné par l'antenne. A la réception, la détection consiste à « séparer la H.F. de la B.F. ». La haute fréquence, qui a servi d'onde porteuse, est éliminée. On conserve la basse fréquence, qui représente le courant utile, le signal que n'on veut transmettre. Et c'est ce signal, qui représente la parole ou la musique, qui finalement actionne le haut-parleur du récepteur.

L'émission se produit dans la gamme P.O. vers 200 mètres, ceci dans un but de facilité d'exécution. Mais attention, tout ce qui a été dit précédemment sur l'émission dans cette bande s'applique également ici et doit absolument être respecté. **C'est impératif.**

Voir précédemment tout ce qui concerne bobinage et antenne.

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.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistors, deux BC237	— Condensateurs
— Bobinage oscillateur MRPO	— Jack et sa fiche
— Microphone dynamique	— Résistances
— Antenne télescopique	

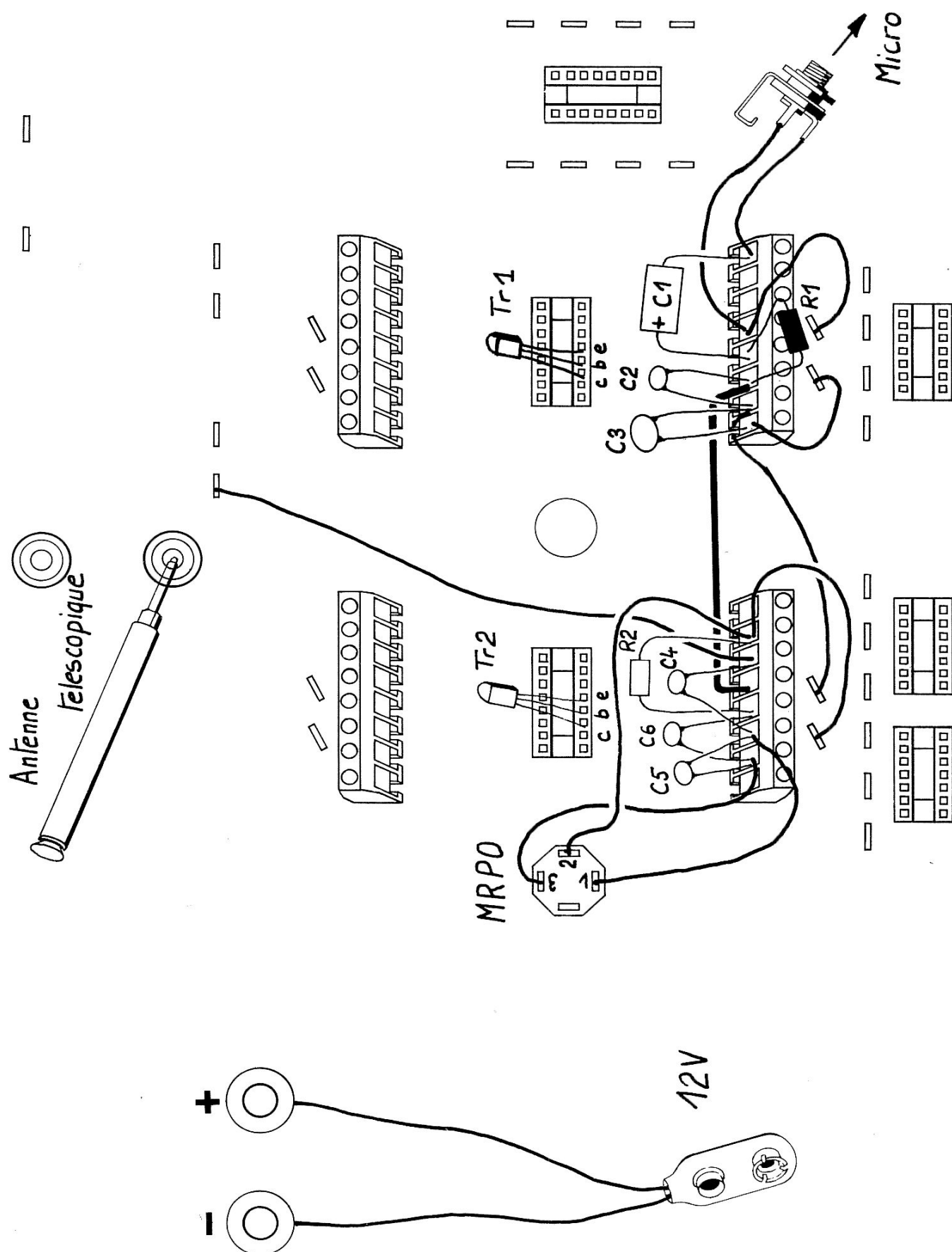


Fig. 3-13 -

N° III-7

UN ÉMETTEUR RADIOPHONIQUE 2 T

Un autre émetteur, dont toutes les caractéristiques générales sont identiques au précédent : phonie, gamme d'onde, nombre de transistors...

Mais...

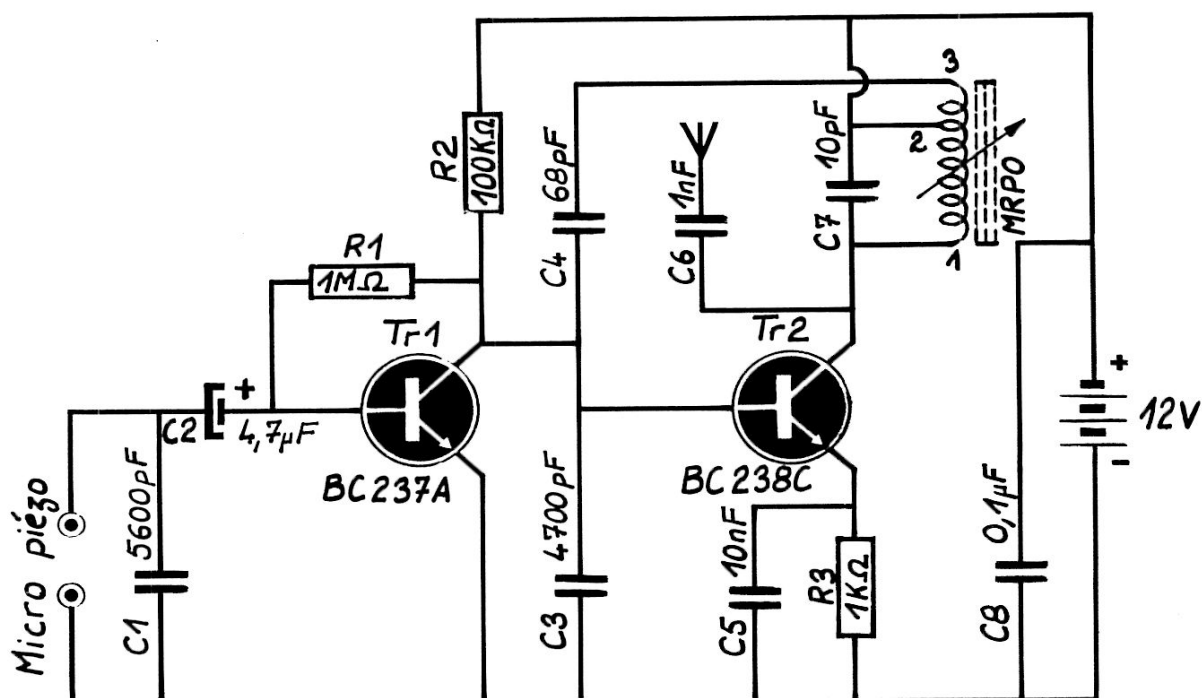


Fig. 3-14 -

Le but de ce livre est d'expérimenter, d'essayer, de savoir...

Dans le présent montage, c'est essentiellement **le procédé de modulation** qui est différent. Nous avons toujours Tr1 qui est amplificateur-modulateur B.F. et Tr2 qui est oscillateur H.F. Ici nous utilisons un microphone piézoélectrique qui délivre une tension plus élevée que le microphone électrodynamique. Par C2 nous transmettons à la base et le signal B.F. amplifié se retrouve sur le collecteur, aux bornes de la résistance de charge R. Le collecteur se trouve donc à un potentiel variable suivant la B.F., et c'est ce point qui est appliqué en direct à la base de Tr2. Pour ce dernier, nous disposons donc d'un transistor qui oscille en haute fréquence, mais dont le potentiel de la base varie suivant le signal de base fréquence. C'est ainsi que s'effectue la modulation « de la H.F. par la "B.F." ».

Pour tout ce qui concerne les autres éléments et l'utilisation, tout ce qui a été dit précédemment s'applique ici.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|------------------------------|----------------|
| — Transistors BC237, BC238 | — Condensateur |
| — Bobinage oscillateur MRP0 | — Jack |
| — Microphone piézoélectrique | — Résistances |
| — Antenne télescopique | |

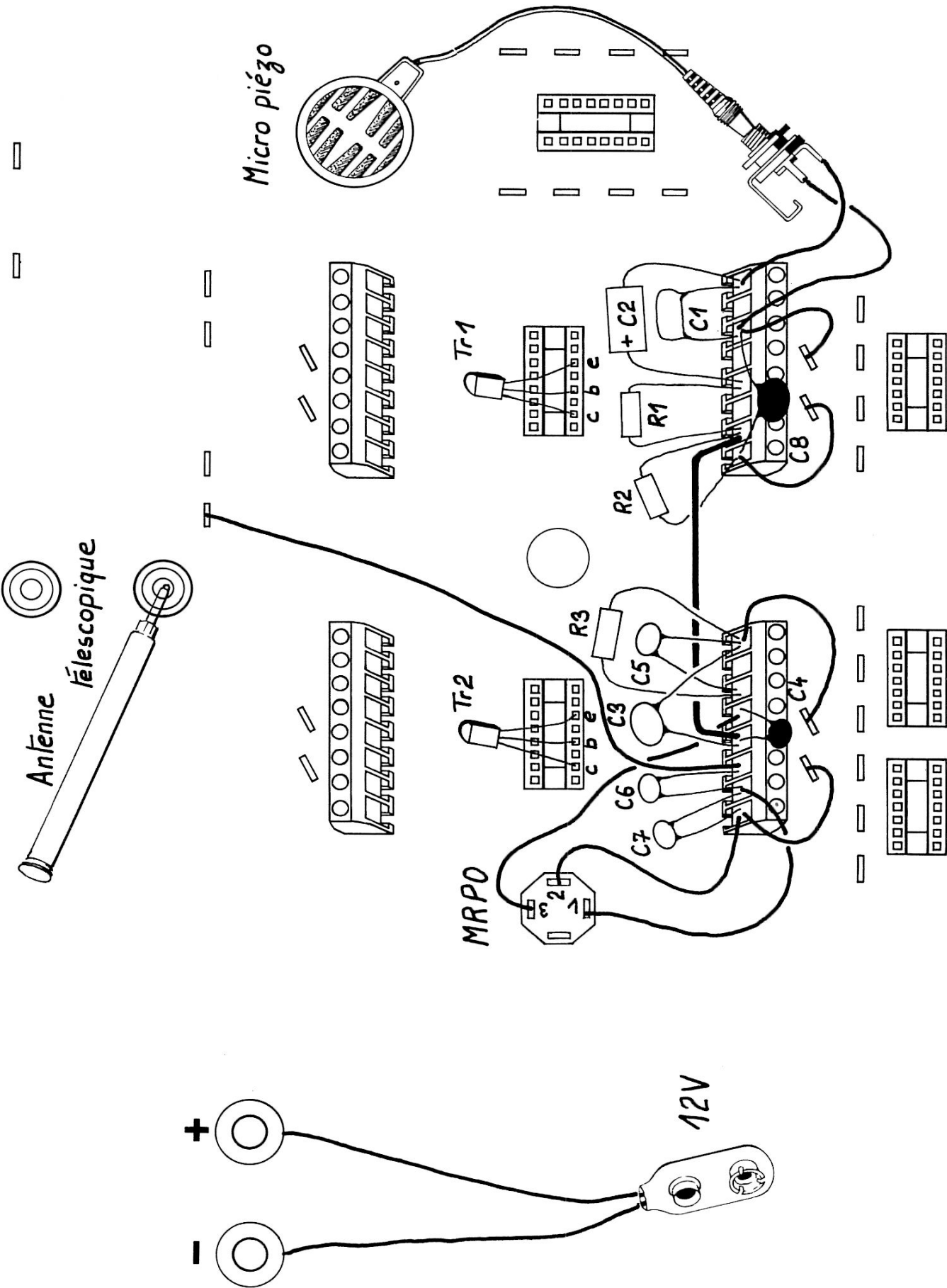


Fig. 3-15 -

N° III-8

UN ÉMETTEUR RADIOPHONIQUE 3T

Nous voyons ici un montage qui constitue en fait une variante du montage précédent, auquel nous avons apporté quelques modifications et améliorations.

L'étage à un transistor qui a été ajouté est un amplificateur basse fréquence qui intéresse les circuits de modulation. A partir du microphone, nous voyons une première application par Tr 1, puis un second étage amplificateur par Tr 2. C'est à partir de là que l'on module l'étage suivant qui lui est l'oscillateur haute fréquence. Ce dernier est sensiblement identique au montage précédent.

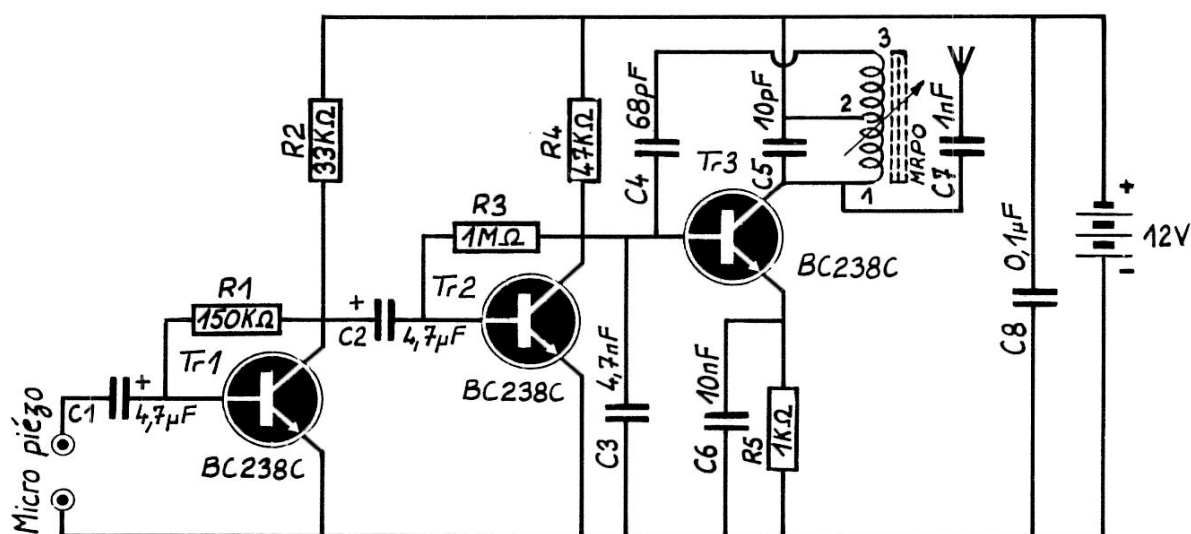


Fig. 3-16 -

Dans le cas d'un émetteur de radiophonie, la **profondeur de modulation** est une notion déterminante. C'est en fait l'importance du signal B.F. (modulateur) par rapport au signal H.F. (modulé). Avec un seul étage B.F., il faut parler assez fort, et près du microphone. Ici avec deux étages amplificateurs, 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.

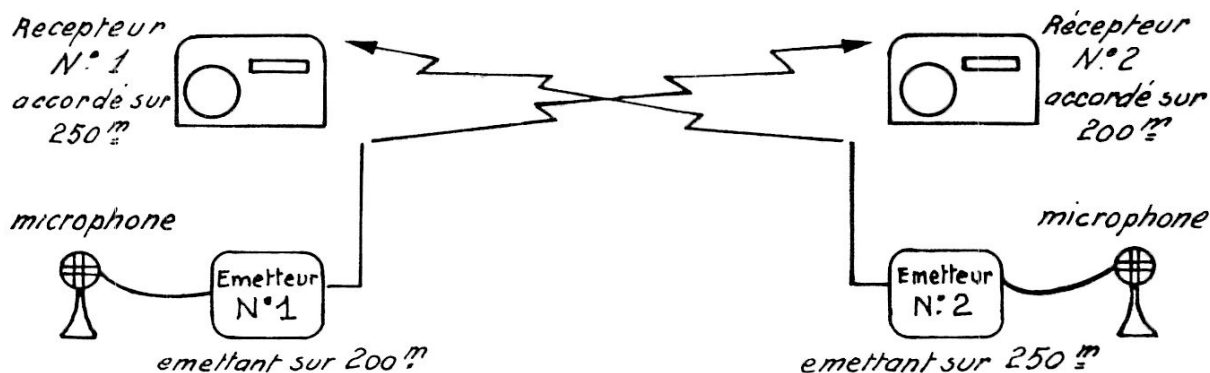
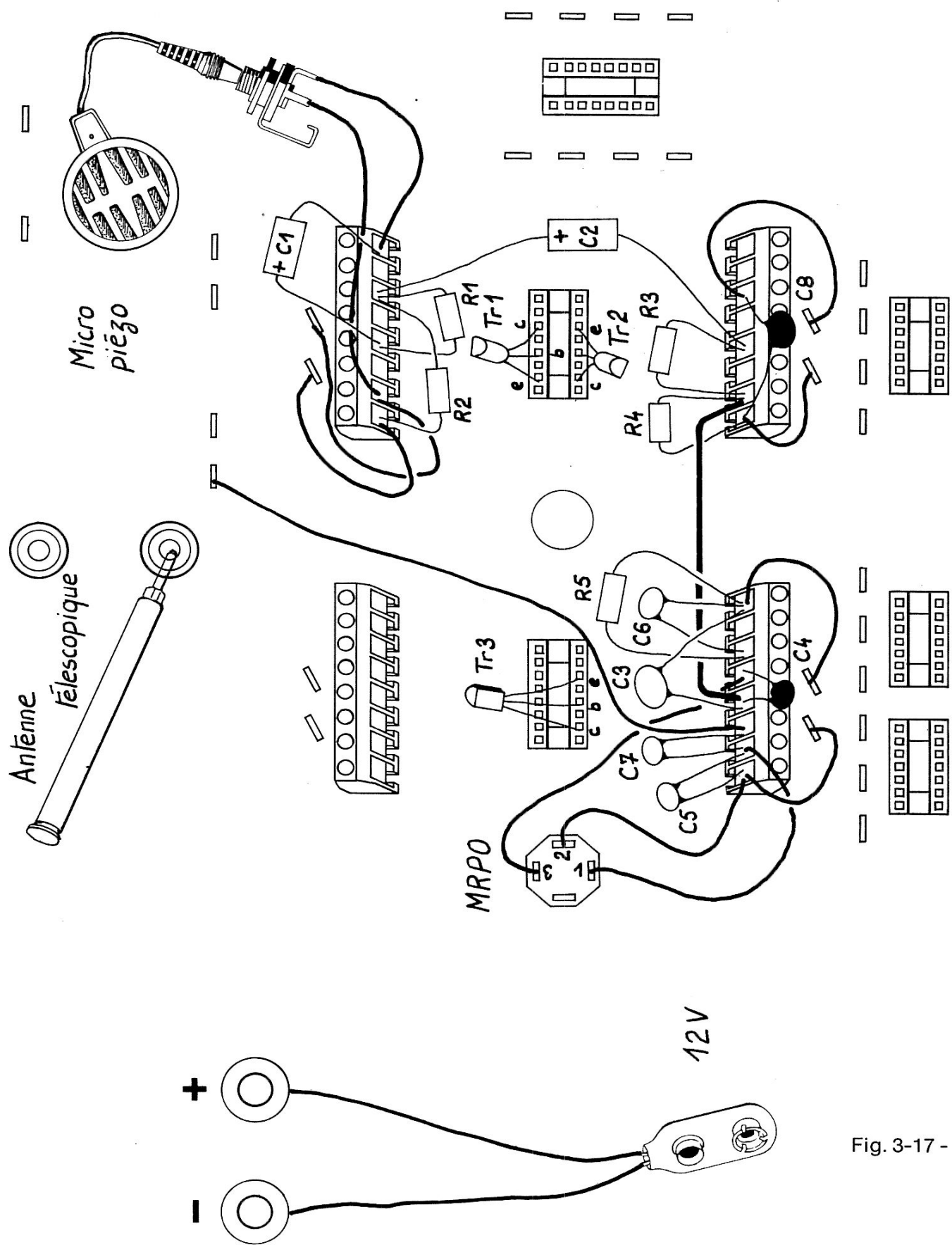


Fig. 3-18 - Un exemple de liaison en « duplex » par radio.



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 3-18. 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**.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|------------------------------|--------------------|
| — Transistors, trois BC238 | — Condensateurs |
| — Bobinage oscillateur MRPO | — Jack et sa fiche |
| — Microphone piézoélectrique | — Résistances |
| — Antenne télescopique | |

N° III-9

UN ÉMETTEUR TRÈS SIMPLE EN MODULATION DE FRÉQUENCE

Nous allons maintenant examiner deux modèles d'émetteurs dont le fonctionnement est différent des précédents, en ce qui concerne essentiellement le **mode de modulation**.

Ceux que nous venons de réaliser sont modulés **en amplitude**. L'émission de haute fréquence est caractérisée par une certaine amplitude, qui se chiffre en volts (plus exactement ici en microvolts...) et qui détermine la puissance rayonnée. C'est cette amplitude qui est plus ou moins modifiée (modulée) par la basse fréquence.

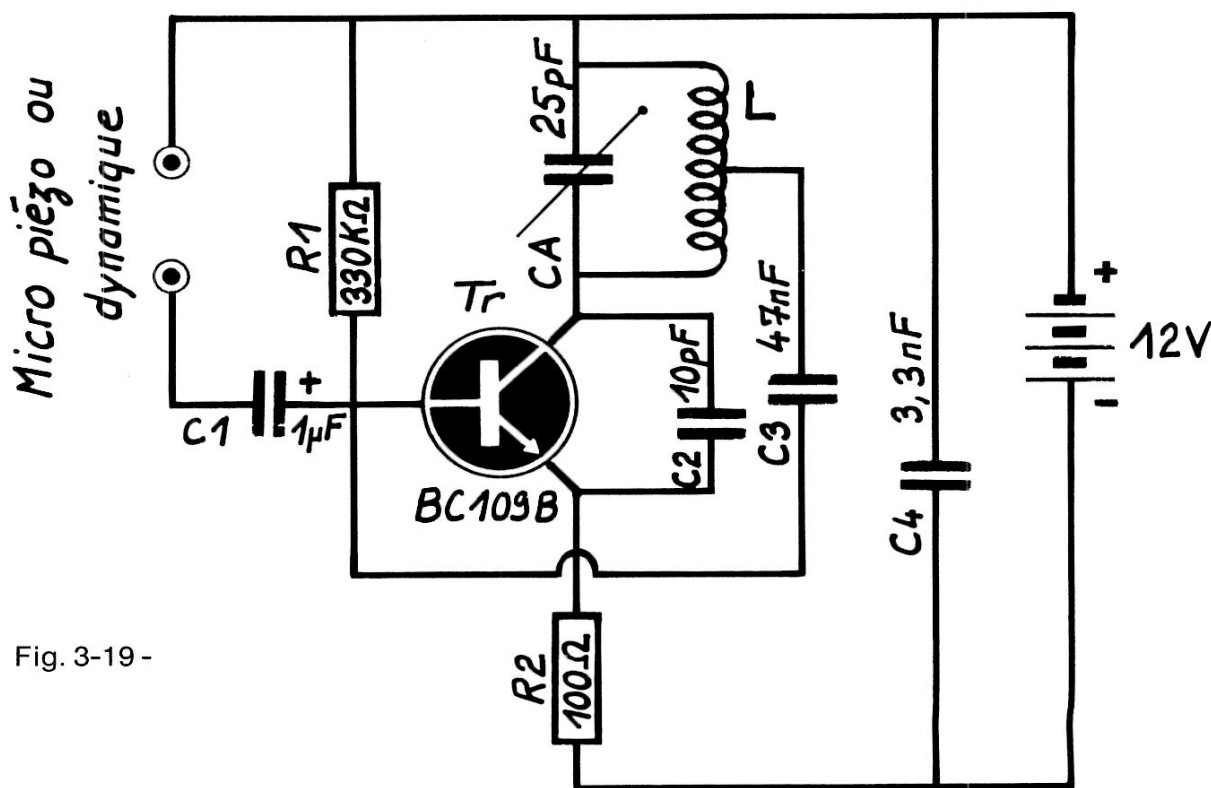


Fig. 3-19 -

Ici, cette amplitude reste constante, c'est la fréquence qui est modifiée en fonction du signal de basse fréquence. On émet en **modulation de fréquence**. L'émission peut être reçue notamment par un récepteur en modulation de fréquence, que l'on trouve maintenant couramment dans le commerce. La gamme M.F. que peut recevoir un tel récepteur s'étend de 88 à 108 mégahertz.

On peut utiliser un microphone piézoélectrique ou électrodynamique. Le signal B.F. ainsi produit est appliqué à la base du seul et unique transistor, base dont la polarisation est assurée par la résistance de 330 kilohms.

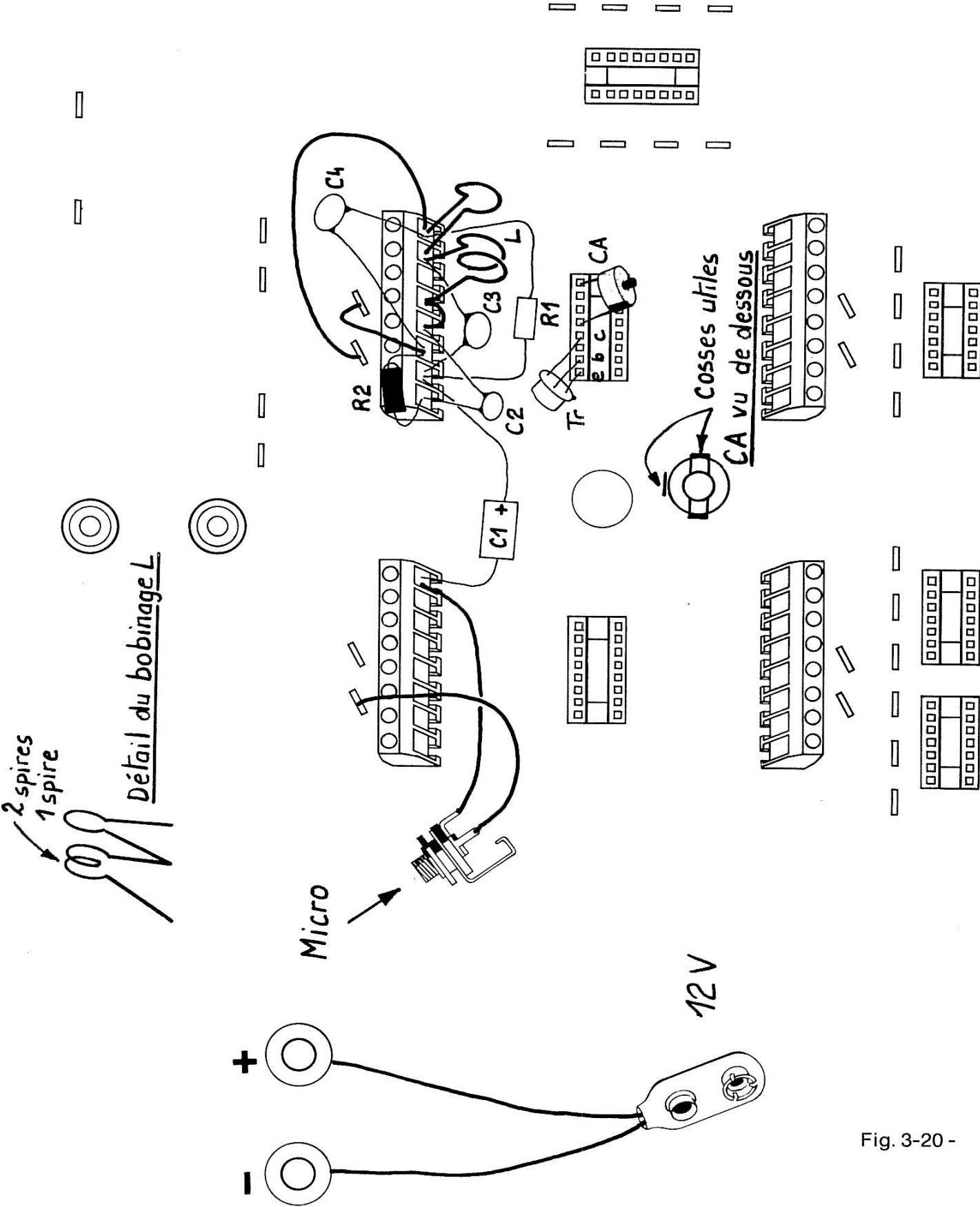


Fig. 3-20 -

La fréquence porteuse est déterminée par le bobinage L et le condensateur ajustable de 25 picofarads.

On peut constater que l'ensemble est d'une extrême simplicité. Et cependant, ça marche très bien...

Le plan du montage est représenté en figure 3-20.

Pour éviter d'avoir à souder, le bobinage L est en fait établi en 2 parties, ce qui permet l'accès à la prise médiane où aboutit C 3 . On utilise du fil nu, étamé, de 10 dixièmes de millimètre. Sur un objet cylindrique quelconque (un foret par exemple) de diamètre 9 millimètres, on bobine 2 spires, puis 1 spire, voisines ; le dessin est bien conforme à ce que l'on doit observer. On retire ensuite le foret et le bobinage reste ainsi « sur air ». Pour le C.A., remarquez qu'il comporte en pratique 3 broches, mais qu'en fait les 2 opposées sont reliées ensemble. Électriquement, on dispose bien de 2 broches. Pour les mettre sur le support, il faut les tordre légèrement à la pince pour les aligner en ligne droite. La broche inutilisée est repliée en-dessous pour ne pas gêner.

Lorsque le montage est terminé, on branche le microphone dans le jack, puis à l'aide d'un tournevis de réglage en matière isolante on recherche le réglage sur un récepteur à modulation de fréquence en actionnant le condensateur ajustable. Il faut agir lentement sur la vis de réglage car la variation est rapide ; on peut également laisser l'ajustable sur une position moyenne et rechercher l'émission en déplaçant lentement l'accord du récepteur.

Nous avons atteint avec ce montage une portée qui est de l'ordre d'une dizaine de mètres, distance qui peut varier suivant les obstacles et la sensibilité du récepteur. C'est absolument remarquable lorsqu'on considère l'extrême simplicité de ce dispositif.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Transistor BC109	— Condensateur ajustable
— Microphone piézoélectrique	— Jack
— Résistances	— Condensateurs
— Fil nu de bobinage	

N° III-10 UN ÉMETTEUR MF TROIS TRANSISTORS

Voici à nouveau un émetteur qui fonctionne en modulation de fréquence, donc pouvant être reçu par un récepteur qui possède la bande M.F. Mais ce modèle est plus important, examinons son schéma en figure 3-21 .

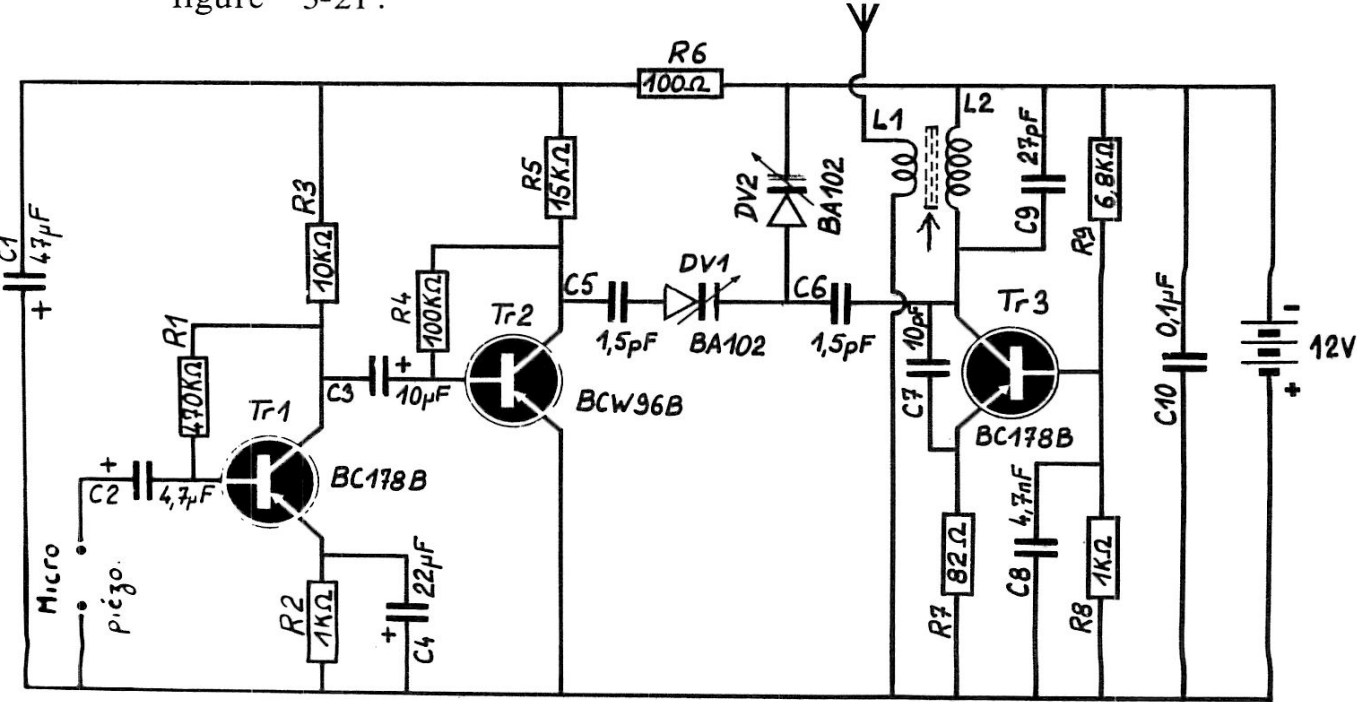


Fig. 3-21 -

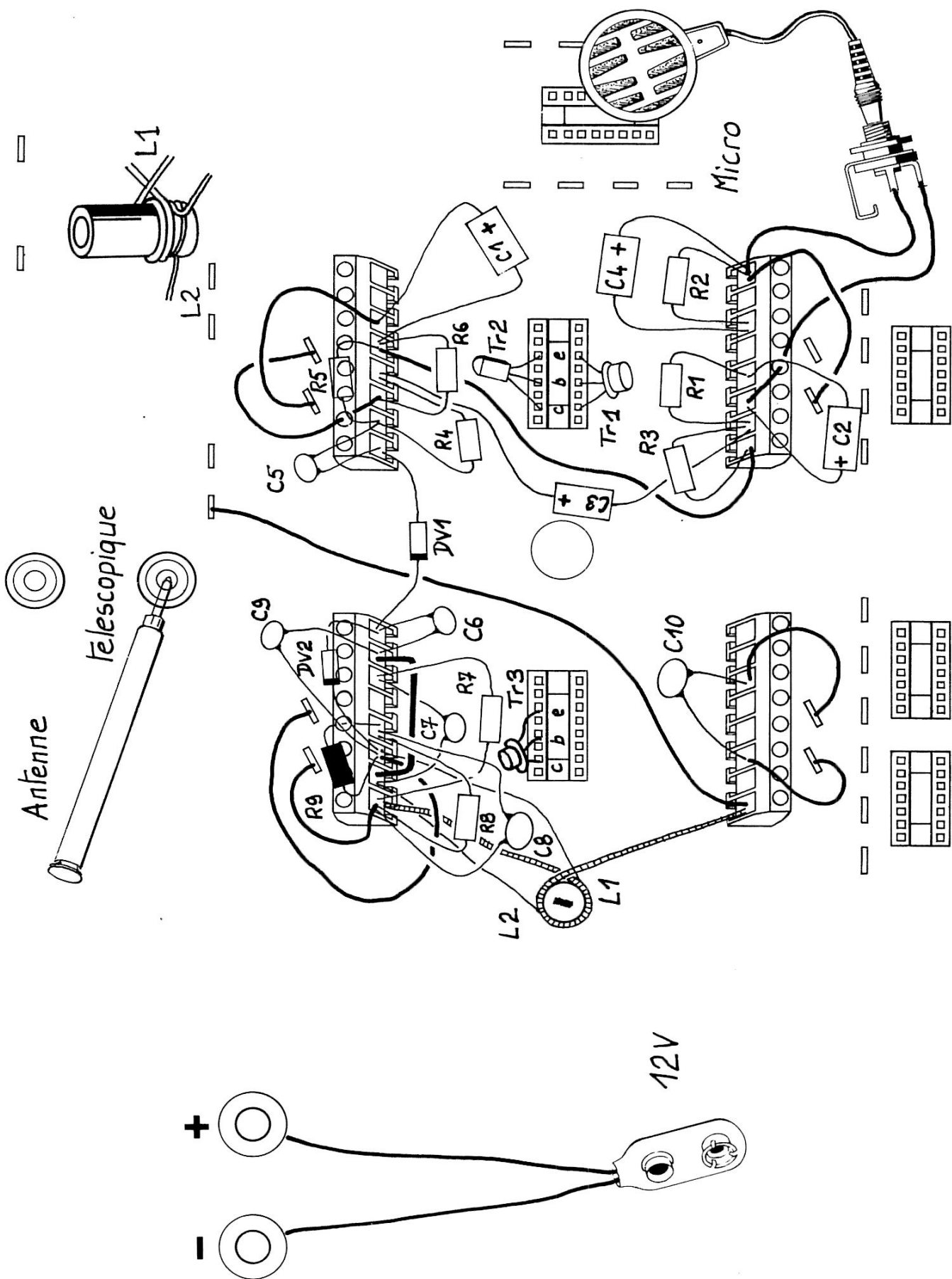


Fig. 3-22 -

Remarquons tout d'abord le branchement de la pile d'alimentation 12 volts ; elle semble « à l'envers », le positif est dirigé vers la masse générale du montage, ce que l'on dénomme **le point froid** de tous les circuits. C'est normal, nous avons ici des transistors de type P N P, le courant y entre par l'émetteur, et dans le sens de la flèche.

C'est Tr 3 qui est l'oscillateur haute fréquence. La fréquence de l'émission est déterminée par C 9 et le bobinage T 2. L'ensemble constitue un **circuit oscillant**, siège de courants de haute fréquence. L'énergie H.F. est transmise **par couplage** (par voisinage) au bobinage L 1 qui transmet à l'antenne émettrice. Les deux bobinages sont enroulés sur un mandrin creux, qui comporte un noyau magnétique, en poudre de ferrite agglomérée ; ce noyau peut se déplacer à l'intérieur du mandrin par vissage, et c'est ainsi que l'on peut agir sur la fréquence de l'émission. Ceci est schématisé par les traits en pointillé, et la petite flèche.

Voyons maintenant les circuits de basse fréquence.

Le microphone piézoélectrique attaque la base d'un premier transistor amplificateur. Du collecteur, on transmet ensuite à la base du second transistor, et le signal dûment amplifié est disponible sur collecteur, aux bornes de la résistance R 5. On transmet aux étages suivants par C 5. On rencontre ensuite le dispositif de modulation, propre à ce montage. Il est essentiellement constitué par les deux diodes varicap DV 1 et DV 2. Par C 6, cet ensemble se trouve en fait appliqué aux bornes du circuit oscillant L 2 et C 9. Or nous avons vu (au début de ce livre) que ces diodes se comportent comme des capacités variables, en fonction de la tension B.F. qui leur est appliquée. Ces variations de capacité se trouvent donc appliquées aux bornes de C 9, elles modulent bien finalement en fréquence, la fréquence initiale de l'émission.

Pour la réalisation pratique, et concernant ces diodes, rappelons que l'extrémité qui comporte une bande correspond à la cathode (côté schématisé par le condensateur variable).

Pour la bonne exécution des deux bobinages, nous avons utilisé un mandrin isolant, creux, de diamètre 8 millimètres, comportant à l'intérieur un noyau magnétique de réglage. Il est muni d'un écrou qui permet sa fixation sur la table de travail. En bas, on commence par bobiner L 2, enroulement de 1,5 spire (ou une spire et demie...) en fil émaillé de diamètre 8 dixièmes de millimètre. Pour L 1 ensuite, on enroule sur le mandrin **au-dessus et contre L 2** deux spires de fil isolé sous plastique, de diamètre 7 dixièmes. Le dessin représenté est très explicite.

Pour l'antenne, il est intéressant d'utiliser un brin métallique vertical, matérialisé ici par une antenne télescopique de 70 cm environ. Pour le fil émaillé, ne pas oublier de gratter l'émail aux extrémités, pour assurer un bon contact.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| — Transistors : BCW96, deux BC178 | — Antenne télescopique |
| — Deux diodes varicap | — Jack |
| — Microphone piézoélectrique | — Fils pour bobinages |
| — Mandrin isolant | — Condensateurs |
| — Résistances | |

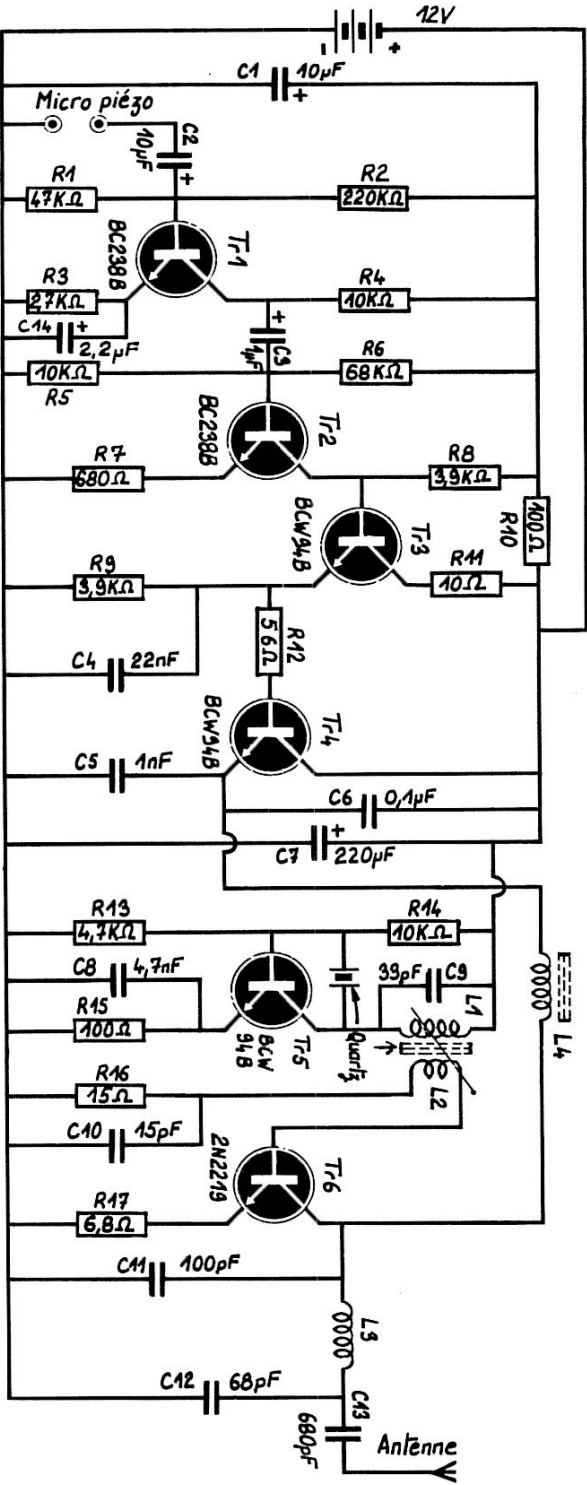
N° III-11

UN ÉMETTEUR
EN 27 MÉGAHERTZ, RADIOPHONIE

Cet émetteur fonctionne dans la bande des 27 mégahertz, bande qui est réservée à la radiocommande et à la « petite radiophonie ». C'est dans cette bande que se trouvent notamment les petits émetteurs-récepteurs souvent connus sous le nom de talkie-walkie . Le récepteur qui est décrit à la suite convient pour cet émetteur, on dispose ainsi d'un ensemble émetteur et récepteur séparés, pouvant émettre et recevoir l'un sur l'autre.

Voyons le schéma, tout d'abord dans ses grandes lignes.

Fig. 3-23 -



Le transistor Tr 5 , avec ses circuits, constitue l'étage oscillateur haute fréquence. Il est suivi de Tr 6 qui est amplificateur haute fréquence, et qui par conséquent débite sur l'antenne d'émission. Pour la basse

fréquence, nous voyons que le microphone est suivi d'un amplificateur B.F. à quatre transistors.

Voyons maintenant plus en détail.

Tr 1 constitue **un étage pilote**, chargé d'engendrer l'oscillation H.F. dans les meilleures conditions de stabilité possible. Cette notion de stabilité est importante, il ne faut pas que l'émission **dérive**, qu'elle se déplace. Dans ce but, elle est fixée, stabilisée, déterminée, par le quartz. Cet élément présente la propriété d'osciller sur sa fréquence propre, qui est exactement de 27,120 mégahertz. On dit que l'étage H.F. est **piloté par quartz**. Le circuit oscillant L 1 et C 9, siège des oscillations H.F. est en fait accordé sur la fréquence du quartz. Par couplage, on transmet l'énergie à L 2, qui est ensuite relié à la base de Tr 6. Le collecteur enfin transmet à l'antenne.

Le microphone de type piézoélectrique est suivi d'une amplification B.F. par quatre transistors successifs. Le dernier est le **modulateur**, c'est lui qui va moduler la H.F., en modulation d'amplitude. Son courant arrive par le collecteur et ressort par l'émetteur. De là il est dirigé sur L 4 et alimente **en courant modulé** le collecteur de Tr 6. La bobine d'arrêt L 4 laisse passer la B.F., mais évite que les courants de haute fréquence n'aillent perturber les circuits de basse fréquence.

Voyons maintenant la réalisation des bobinages.

L 4 est un élément référencé VK 200 qui se trouve tout fait dans le commerce. Pour L 1 et L 2, on pourra se reporter au détail de la figure 3-22.

On dispose d'un mandrin isolant, creux, de diamètre 8 millimètres, muni à l'intérieur de son noyau magnétique de réglage. On fixe ce mandrin par son écrou sur la table de travail. A la base, pour L 1, on commence par bobiner 2,5 spires (ou deux spires et demie), jointives, en fil émaillé de diamètre 5 dixièmes de millimètre. Au-dessus et contre L 1, on bobine L 2, constitué par 12 spires, jointives, de fil émaillé 5 dixièmes.

Pour L 3, sur un objet cylindrique quelconque de diamètre 8 millimètres (mandrin, foret par exemple), on bobine 14 spires de fil émaillé de diamètre 8 dixièmes de millimètre. Le foret est ensuite enlevé et le bobinage reste sur air, comme représenté sur la figure.

Pour tous ces bobinages, ne pas oublier de **gratter l'émail**, qui est un isolant, aux extrémités, pour qu'il y ait contact.

Pour un dernier réglage, à la recherche du maximum de puissance rayonnée, on pourra s'aider d'un petit champmètre, comme nous en avons décrit un au chapitre des appareils de mesure. On dispose ce champmètre au voisinage de l'antenne, et on agit sur le noyau de réglage de L 1 / L 2, à la recherche de la plus grande déviation de l'aiguille du champmètre. Si on ne dispose pas de cet instrument, on peut se contenter de laisser le noyau en position moyenne dans le mandrin.

En relation avec la fréquence et la longueur d'onde de l'émission, l'antenne doit mesurer 1,25 mètre pour assurer le maximum de puissance rayonnée.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--|-------------------------------|
| — Transistors : deux BC238, trois BCW94, un 2N2219 | |
| — Quartz | |
| — Microphone piézoélectrique | — Antenne télescopique 1,25 m |
| — Fils pour bobinages | — Jack et sa fiche |
| — Bobine d'arrêt | — Mandrin isolant |
| — Condensateurs | — Résistances |

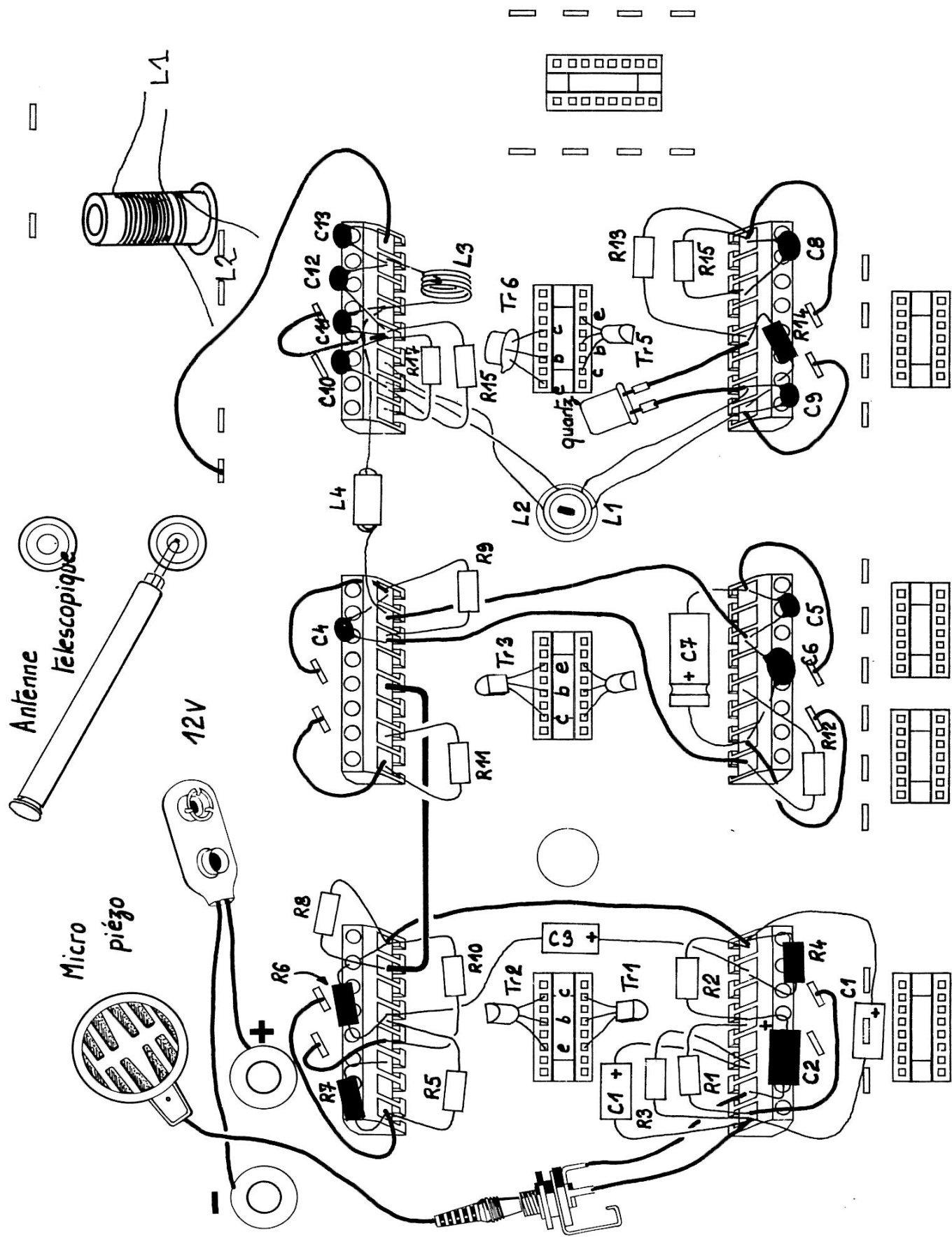


Fig. 3-24 -

N° III-12

UN RÉCEPTEUR
EN 27 MÉGAHERTZ, RADIOPHONIE

Récepteur de type à **superréaction**, pouvant recevoir des émissions dans la bande des 27 mégahertz. Il reçoit par conséquent l'émission provenant de l'émetteur que nous venons de décrire, sur 27,120 mégahertz ainsi que le trafic radio existant sur la bande des 27 mégahertz.

Le premier étage, comprenant le transistor Tr 1, 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 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**.

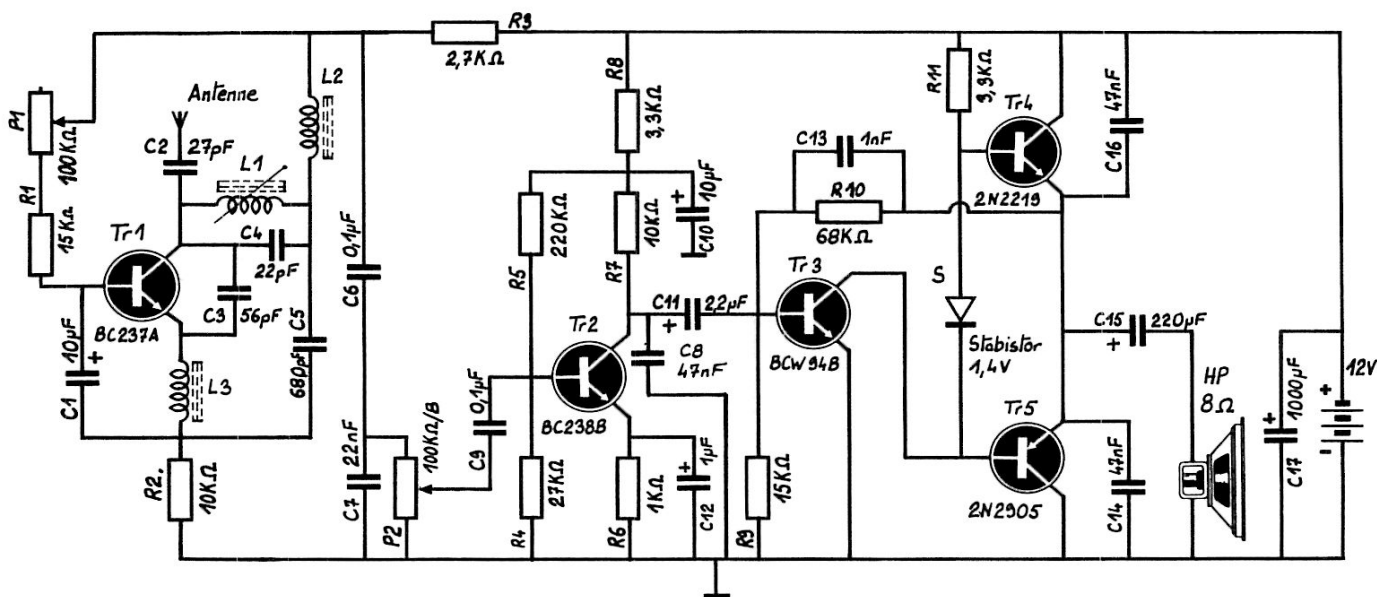


Fig. 3-25 -

Ce premier étage assure par conséquent les fonctions d'accord et de détection. A la sortie, le signal de basse fréquence résultat apparaît aux bornes du potentiomètre P 2 qui agit en dosage de la *puissance entendue* au haut-parleur. Nous trouvons à partir de là un amplificateur basse fréquence équipé de 4 transistors, et se terminant par un petit haut-parleur d'impédance 8 ohms.

La diode S est une diode fonctionnant dans des conditions particulières, et qui fournit à ses bornes une tension de 1,4 volt. Cette différence de potentiel est appliquée aux deux bases de Tr 4 et Tr 5, qui sont **complémentaires**, un NPN et un PNP. La base du condensateur C 10 doit être reliée à la masse générale, à la ligne Moins 12 volts générale.

Le circuit oscillant de réception, permettant l'accord sur la fréquence de l'émission à recevoir, est constitué par C 4 et le bobinage L 1. Pour confectionner ce dernier, sur un mandrin isolant de diamètre 8 millimètres, on bobine 6,5 spires (ou six spires et demie), jointives, de fil émaillé de

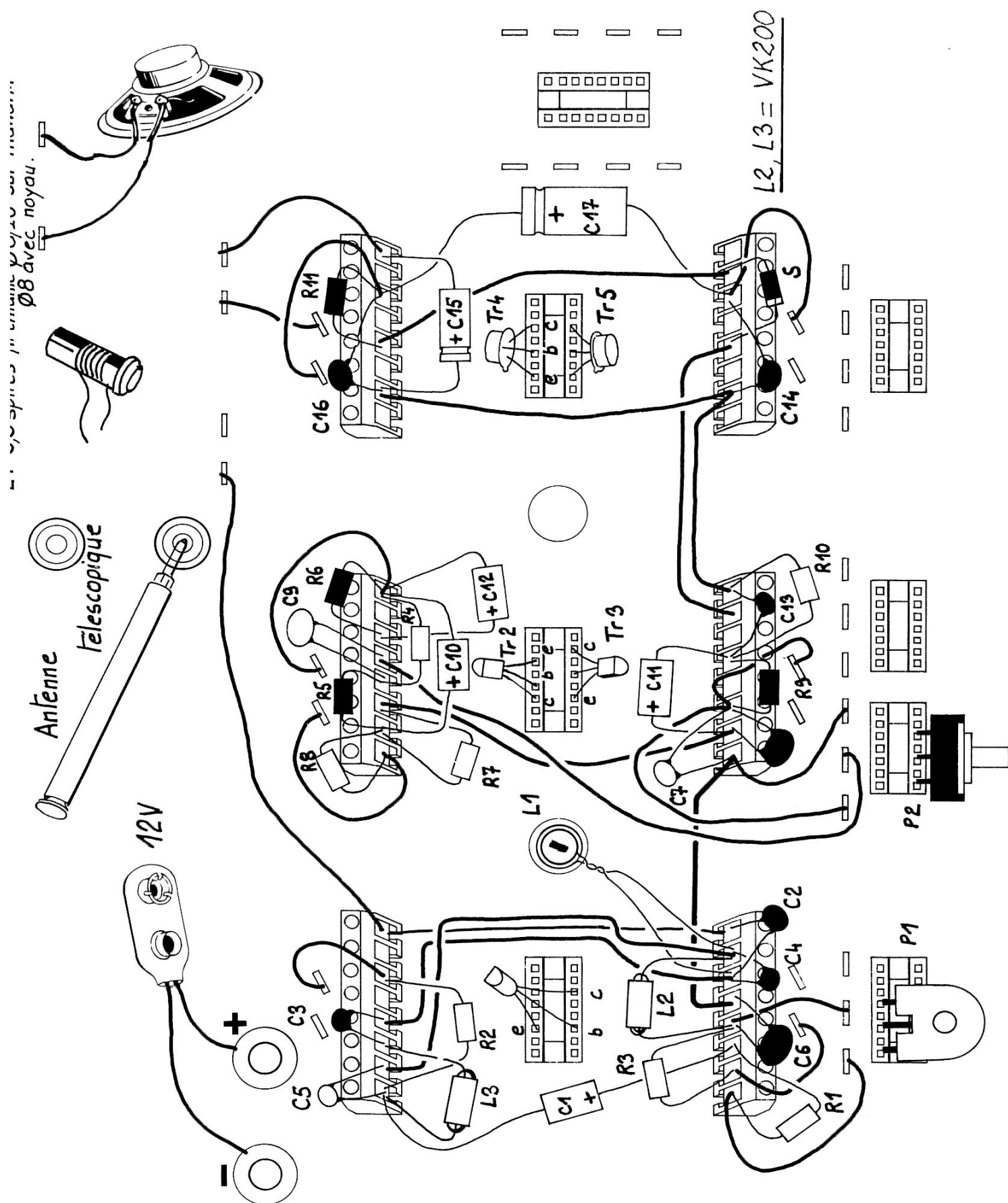


Fig. 3-26 -

diamètre 8 dixièmes de millimètre. L'accord sur la station à recevoir se fait par vissage du noyau magnétique à l'intérieur du mandrin, à l'aide d'un tournis en matière isolante. Ne pas oublier ensuite de gratter l'émail des extrémités du fil.

L 2 et L 3 sont des bobines d'arrêt référencées VK 200.

P 1 est un potentiomètre ajustable, sur lequel on agit et que l'on règle de la façon suivante. Lorsque le montage est terminé, on place P 2 en position moyenne. Ensuite actionner P 1 de façon à **déclencher le souffle** de la superréaction. Cela se traduit au haut-parleur par un... CHCH... permanent. Rester à la limite du déclenchement.

On recherchera tout naturellement avec ce récepteur à capter l'émission provenant de l'émetteur décrit plus haut. Les deux appareils étant disposés au voisinage l'un de l'autre, on agit sur le noyau de L 1 pour rechercher **l'extinction du souffle**, ce qui indique 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 alors 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.

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

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---|---------------------------|
| — Transistors BC237, BC238, BCW94, 2N2219, 2N2905 | — Bouton de commande |
| — Haut-parleur 10 cm | — Antenne télescopique |
| — Mandrin isolant | — Stabistor |
| — Potentiomètre | — Potentiomètre ajustable |
| — Deux bobines d'arrêt | — Fil pour bobinage |
| — Résistances | — Condensateurs. |

CHAPITRE IV

DES APPAREILS OPTOÉLECTRONIQUES

Dans ce chapitre, nous réalisons des appareils optoélectroniques. Autrement dit, des dispositifs qui font appels à la lumière et à l'électronique. Bien souvent, ce seront des appareils dont l'émission de lumière est commandée, déclenchée, par des circuits d'électronique, ou par des signaux de basse fréquence.

N° IV-1

UN CLIGNOTEUR A 1 FEU

Nous commençons par un petit montage très simple, un système qui comporte une lumière qui s'allume et s'éteint périodiquement et régulièrement.

Nous disposons d'une **LED**, une **diode électroluminescente**, un petit élément dont le cabochon s'illumine lorsqu'il est parcouru par un courant de l'ordre de 10 à 15 milliampères. Cette diode est intégrée dans un montage qui est une application et une démonstration du **multivibrateur**, dispositif à deux transistors très répandu en électronique.

Par l'intermédiaire de circuits à résistances et capacités, lorsque **Tr 1** conduit, qu'un courant parcourt la résistance **R 1**, le transistor **Tr 2** est bloqué, il ne conduit pas, la diode 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, la diode s'allume.

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.

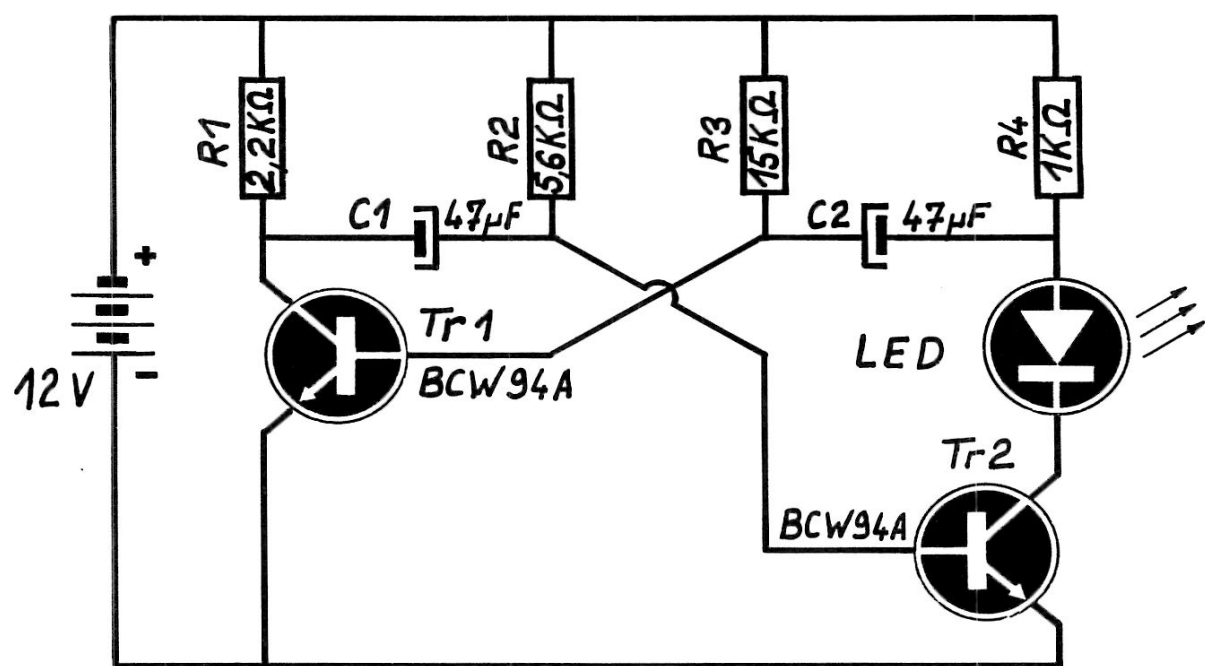


Fig. 4-1 -

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 C 1 et de C 2 , 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 47 microfarads, si l'on, en branche un autre de même valeur, la capacité résultante est de 94 microfarads. Le branchement en dérivation s'effectue en reliant les deux + ensemble et les deux — ensemble.

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.

Rappelons que le brochage de la L E D est indiqué au début de ce livre.

I.E MATÉRIEL NÉCESSAIRE			
—	Transistors : deux BCW94	—	Résistances
—	Diode lumineuse	—	Condensateurs

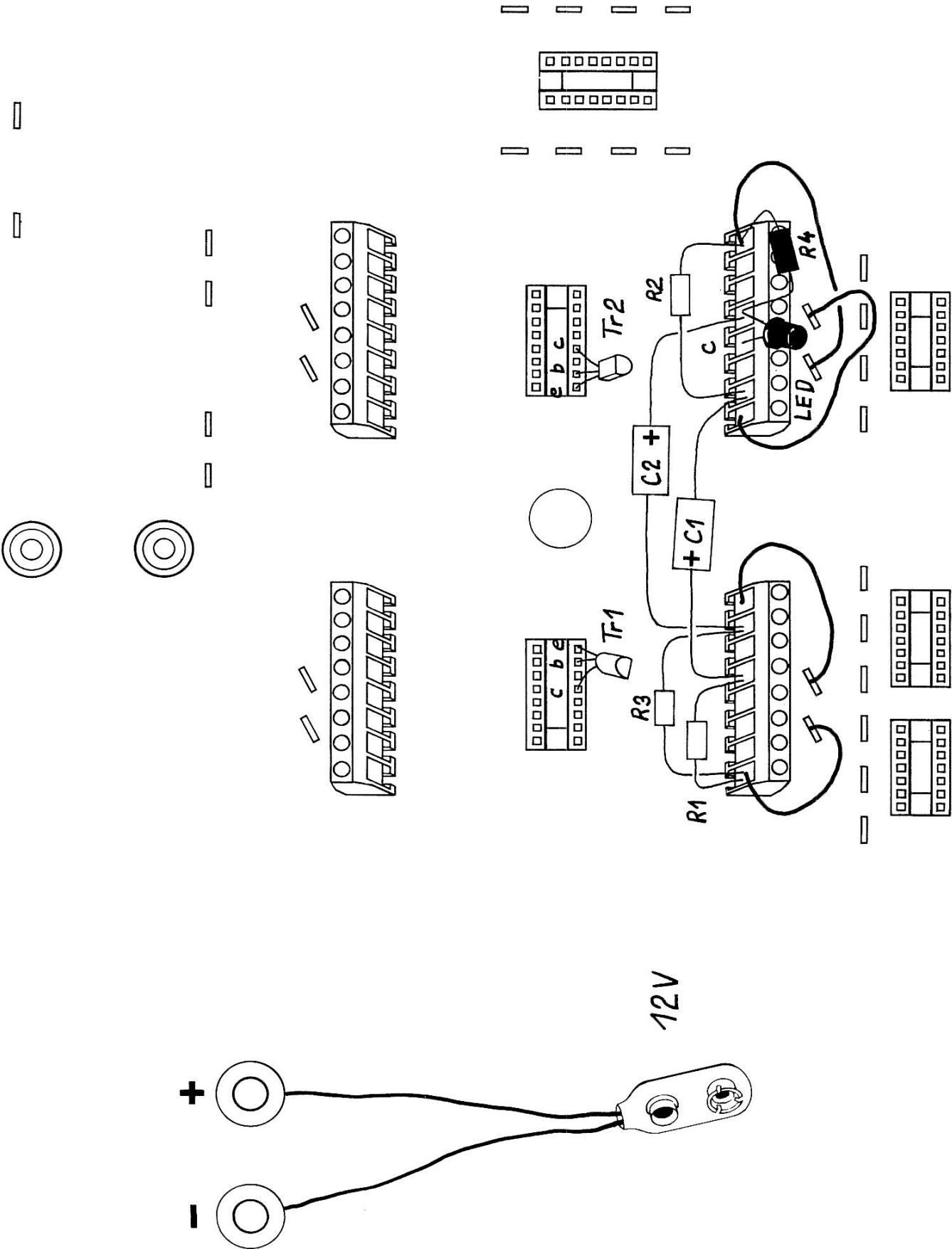


Fig. 4-2 -

N° IV-2 UN CLIGNOTEUR À DEUX 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 diode électroluminescente insérée dans chaque circuit de collecteur, diode 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.

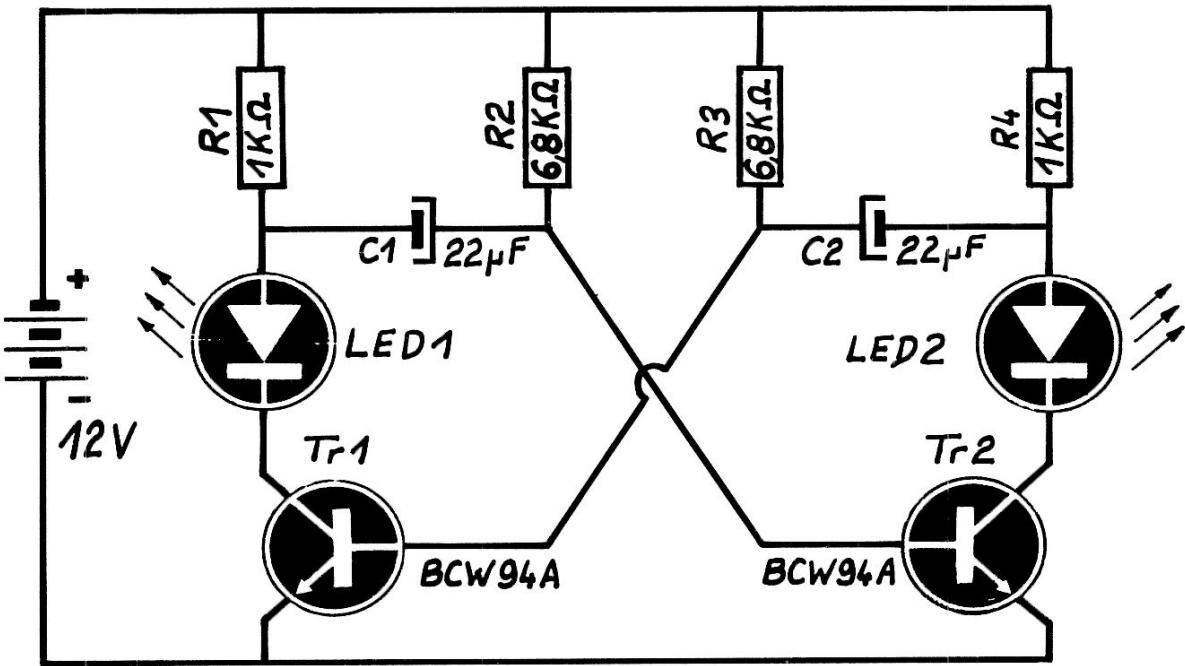


Fig. 4-3 -

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 obtient une cadence d'allumages et d'extinctions de l'ordre de 60 par minute. On peut constater ici que C 1 et C 2 sont de même valeur. De même que les résistances des collecteurs R 1 et R 4 entre elles, et les résistances des bases R 2 et R 3 entre elles. Il résulte de cette symétrie que la durée d'un allumage est identique à la durée d'une extinction, ceci pour chaque branche. On peut comparer avec le montage précédent, où cette symétrie dans les valeurs n'existe pas ; il s'ensuit que le temps d'allumage est différent du temps d'extinction.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE			
— Transistors : deux BCW94		— Résistances	
— Diodes lumineuses, une rouge et une verte		— Condensateurs	

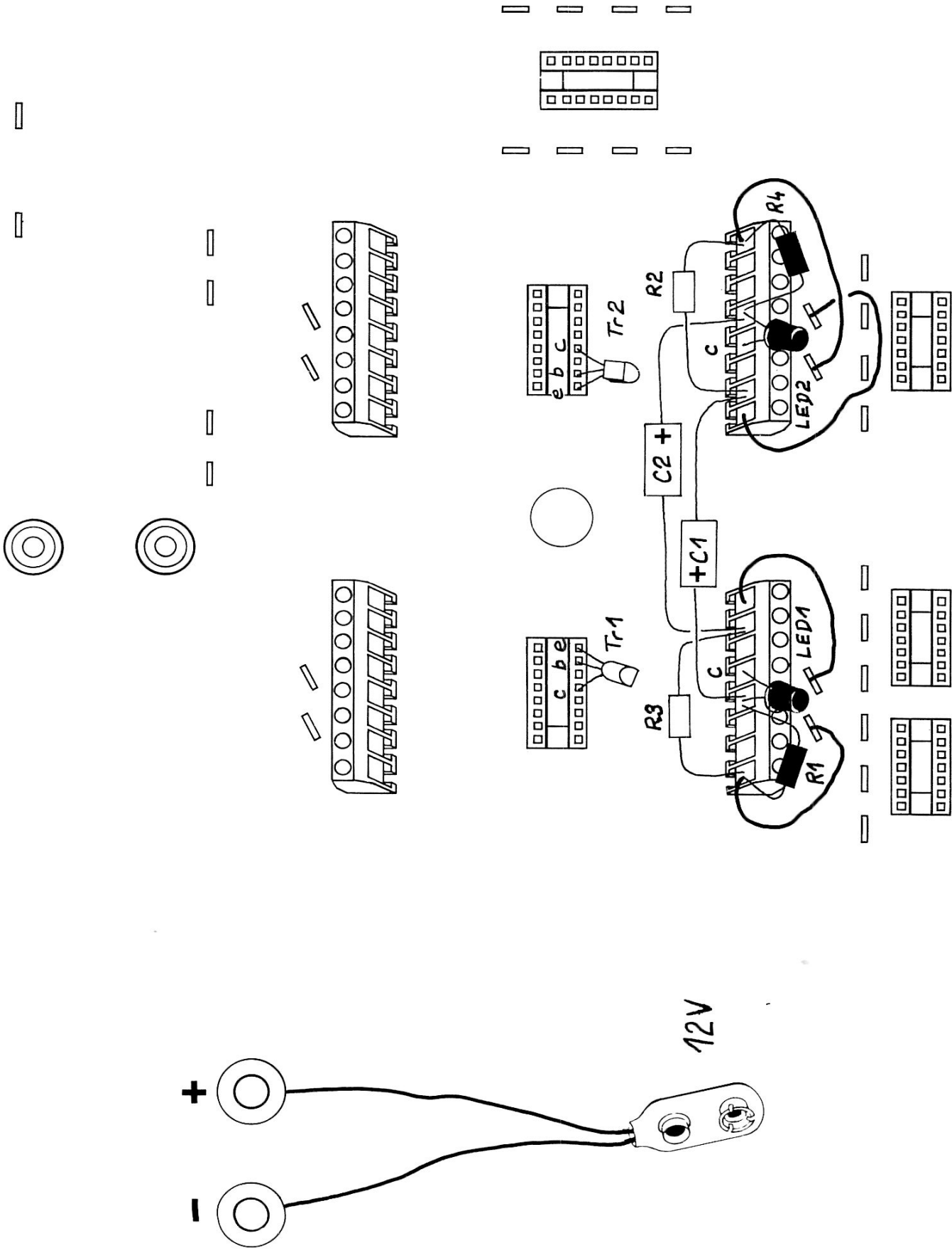


Fig. 4-4 -

N° IV-3 UN CLIGNOTEUR À TROIS FEUX

Et nous aboutissons à un clignoteur à trois feux, à trois allumages.

Le système se complique passablement... Par rapport au premier de ces montages, on constate une prolifération d'ensembles résistance/condensateur. Car en plus des éléments établissant la liaison entre deux transistors voisins, entre 1 et 2, puis entre 2 et 3, il faut également relier 1 à 3...

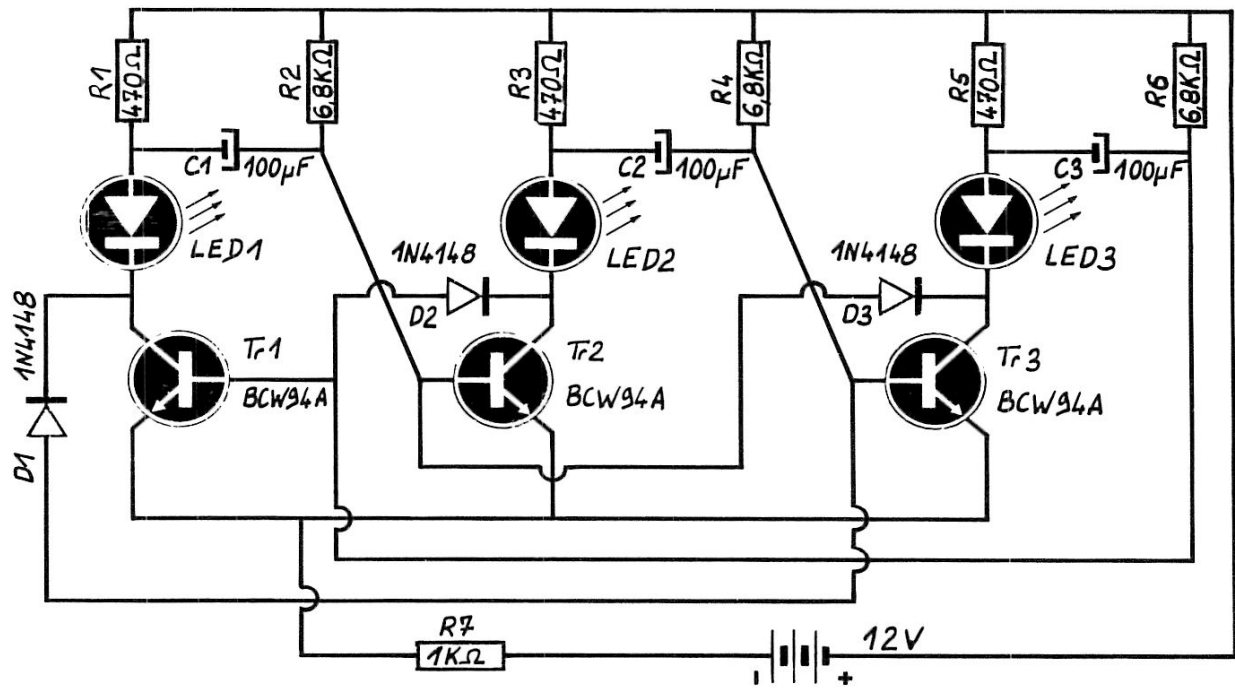


Fig. 4-5 -

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 4-6 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 6,8 kilohms et les condensateurs de 100 microfarads. On peut également provoquer un décalage d'éclairement entre les diodes, en modifiant seulement l'une des branches R et C de l'un des transistors

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE			
—	Transistors : trois BCW94	—	Résistances
—	Diodes lumineuses : une rouge, une verte, une jaune ou orange	—	Trois diodes
		—	Condensateurs

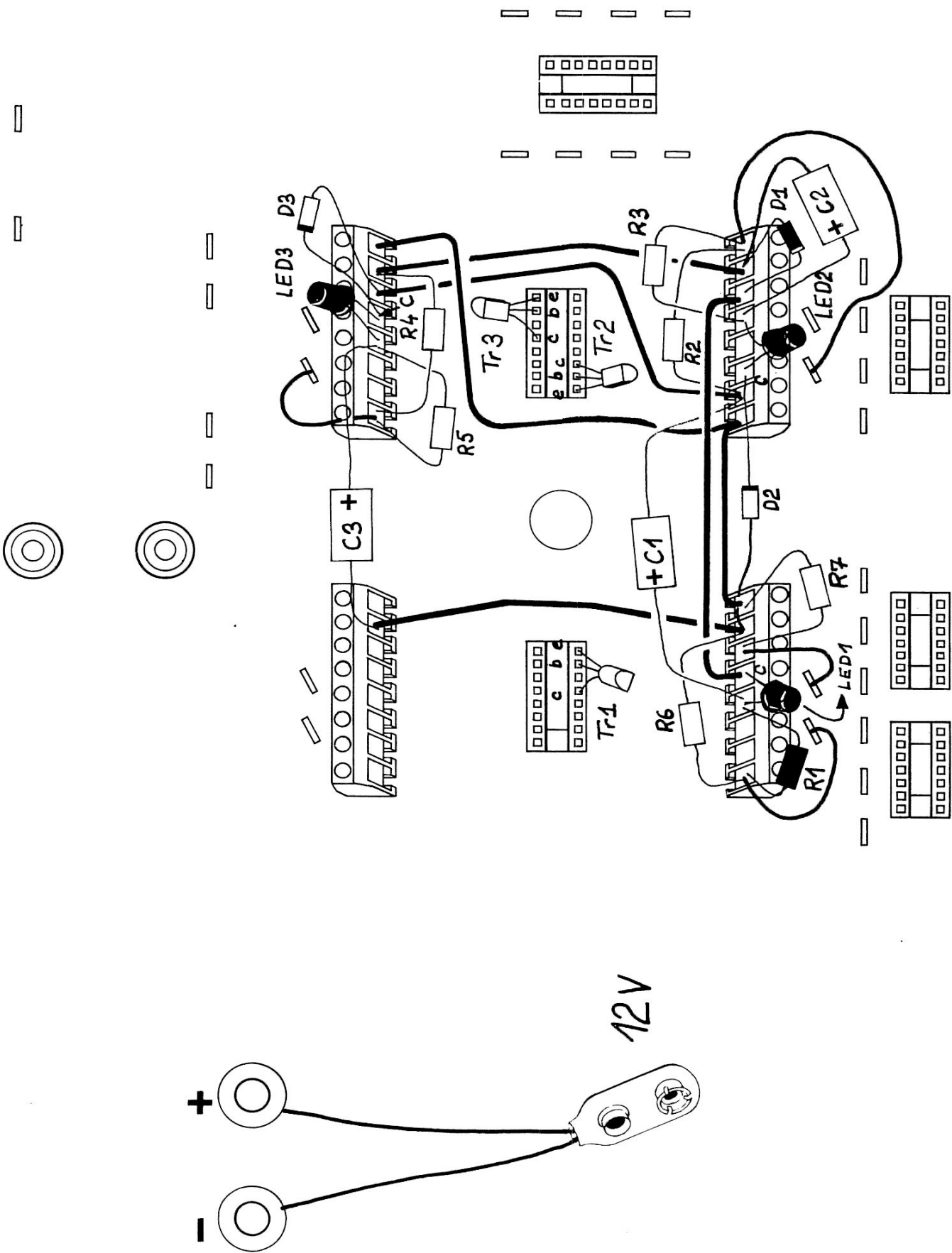


Fig. 4-6 -

N° IV-4 L'EFFET STROBOSCOPIQUE

Stroboscope, stroboscopie, effet stroboscopique...
De quoi s'agit-il ?

Considérons en figure 4-7 un disque blanc, portant un trait noir, tournant par exemple à raison de 1 tour par seconde. Donc, à chaque fois au bout d'un temps de 1 seconde, le trait se retrouve **au même endroit**.

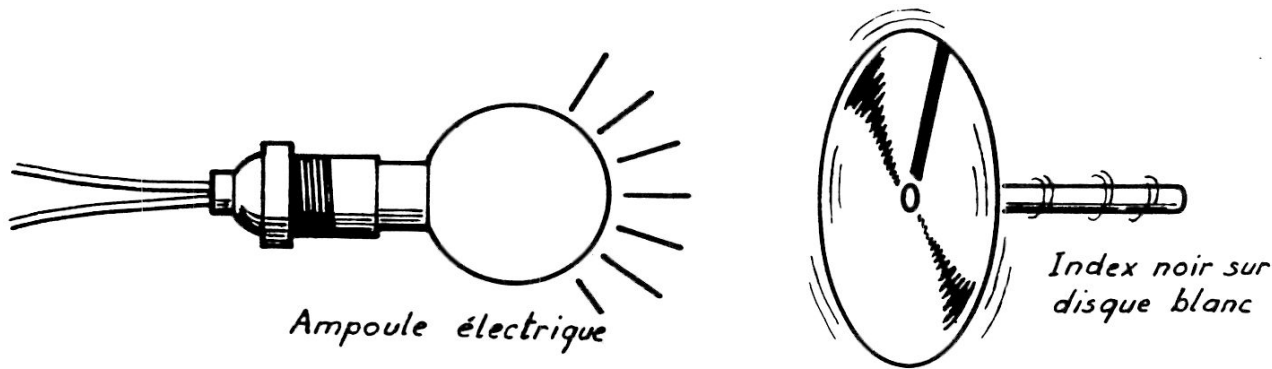


Fig. 4-7 - Stroboscopie. Une ampoule éclaire par de brefs éclairs un disque tournant.

Supposons en face une ampoule qui s'allume **très brièvement** une fois toutes les secondes. Dans ces conditions, le trait 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 4-8, 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.

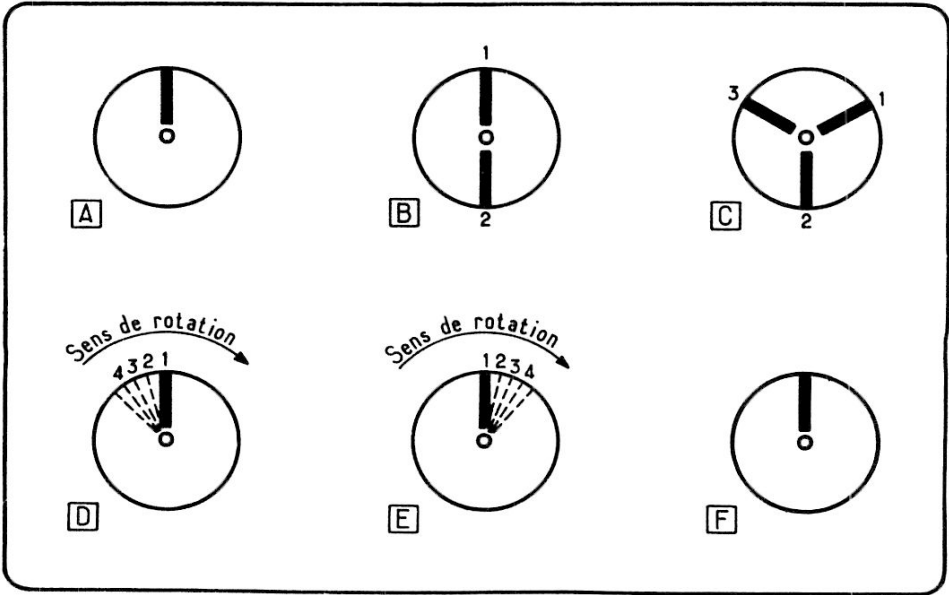


Fig. 4-8 - A - Nombre d'éclairs égal au nombre de tours.
B - Nombre d'éclairs double du nombre de tours.
C - Nombre d'éclairs triple du nombre de tours.
D - Nombre d'éclairs plus grand. Le disque semble se déplacer en arrière.
E - Nombre d'éclairs plus petit. Le disque semble se déplacer en avant.
F - Nombre d'éclairs moitié du nombre de tours.

Supposons maintenant que l'on augmente le nombre d'éclairs de telle sorte que, comme représenté en B, 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 indexs**, 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.

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, figure 4-9. A l'observation sous la lumière électrique du secteur, on peut régler la vitesse de rotation du plateau pour que les stries semblent immobiles, ce qui correspond à une vitesse correcte.

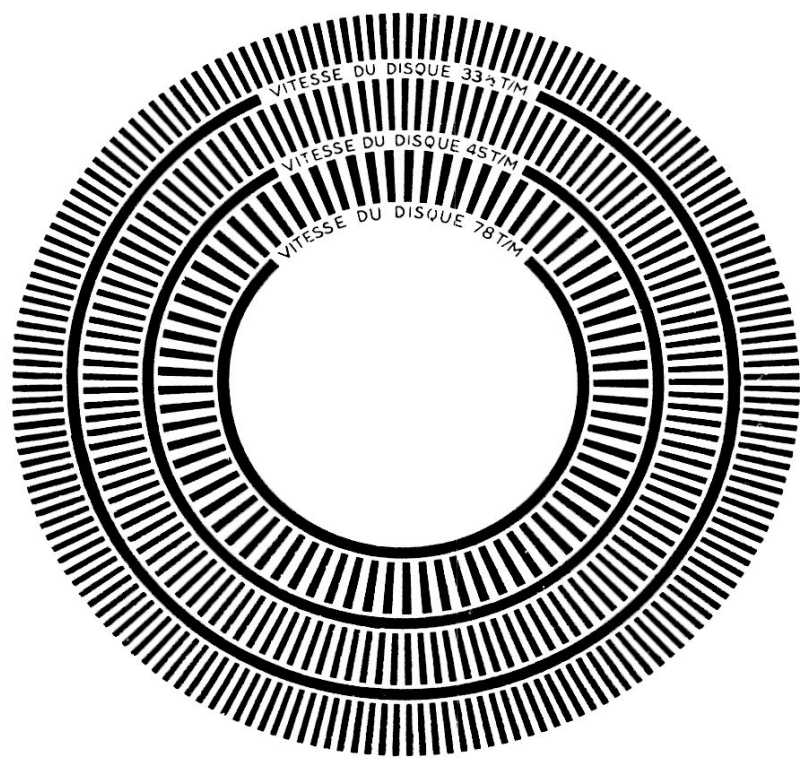


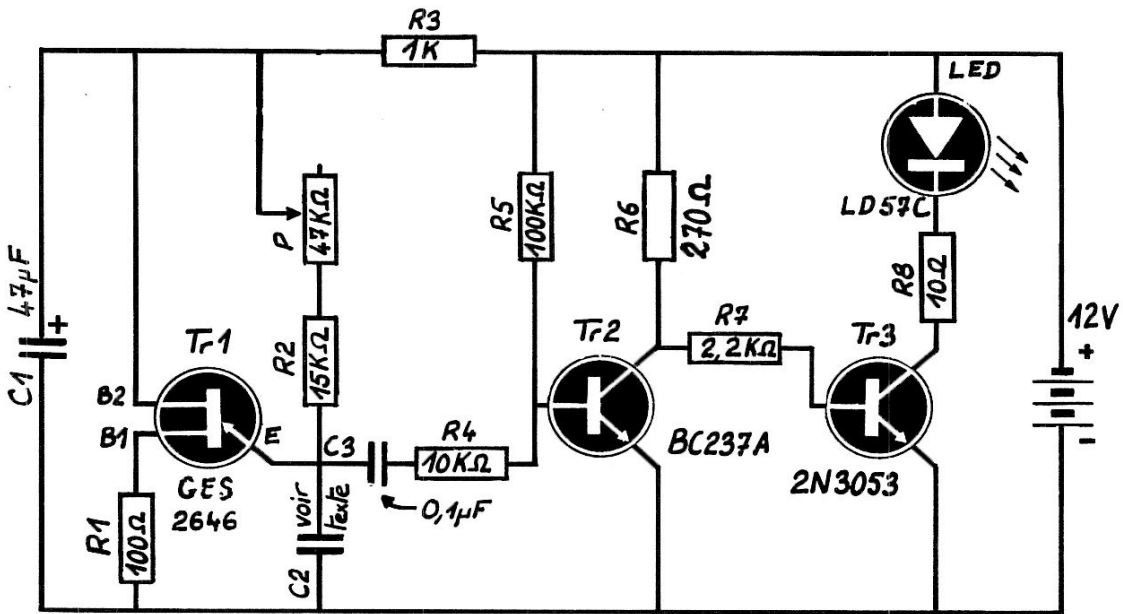
Fig 4-9 - Disque stroboscopique, pour observation de la vitesse de rotation d'un plateau tourne-disques.

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, 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 4-10 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...

Fig. 4-10 -



Tr 1 est un transistor unijonction, son rôle est de fournir une série d'impulsions, **des pics**, des pointes de tension, plus ou moins rapides. Ces signaux sont ensuite amplifiés dans les deux transistors suivants. De ce fait, la diode lumineuse LED qui est montée en série dans le collecteur final fait apparaître une suite d'éclairs, très brefs, dont le nombre est donc égal à la fréquence d'impulsions du premier transistor.

Cette fréquence dépend des résistances P et R 2 , et de la capacité du condensateur C 2 . Par la manœuvre du potentiomètre P , on peut donc faire varier **continuellement** le nombre d'éclairs que la LED émet, ceci pour une même valeur de C 2 . Mais ensuite, on peut brancher diverses valeurs de ce dernier condensateur, ce qui fournit en définitive une fréquence d'éclairs très étendue. Nous consignons tout cela dans le tableau qui suit.

Valeur de C2	Fréquence	Nombre de tours/minute
0,68 μ F	20 à 67 hertz	1 200 à 4 020
0,22 μ F	60 à 200 hertz	3 600 à 12 000
0,1 μ F	130 à 550 hertz	7 800 à 33 000
47 nF	240 à 1 000 hertz	1 440 à 60 000

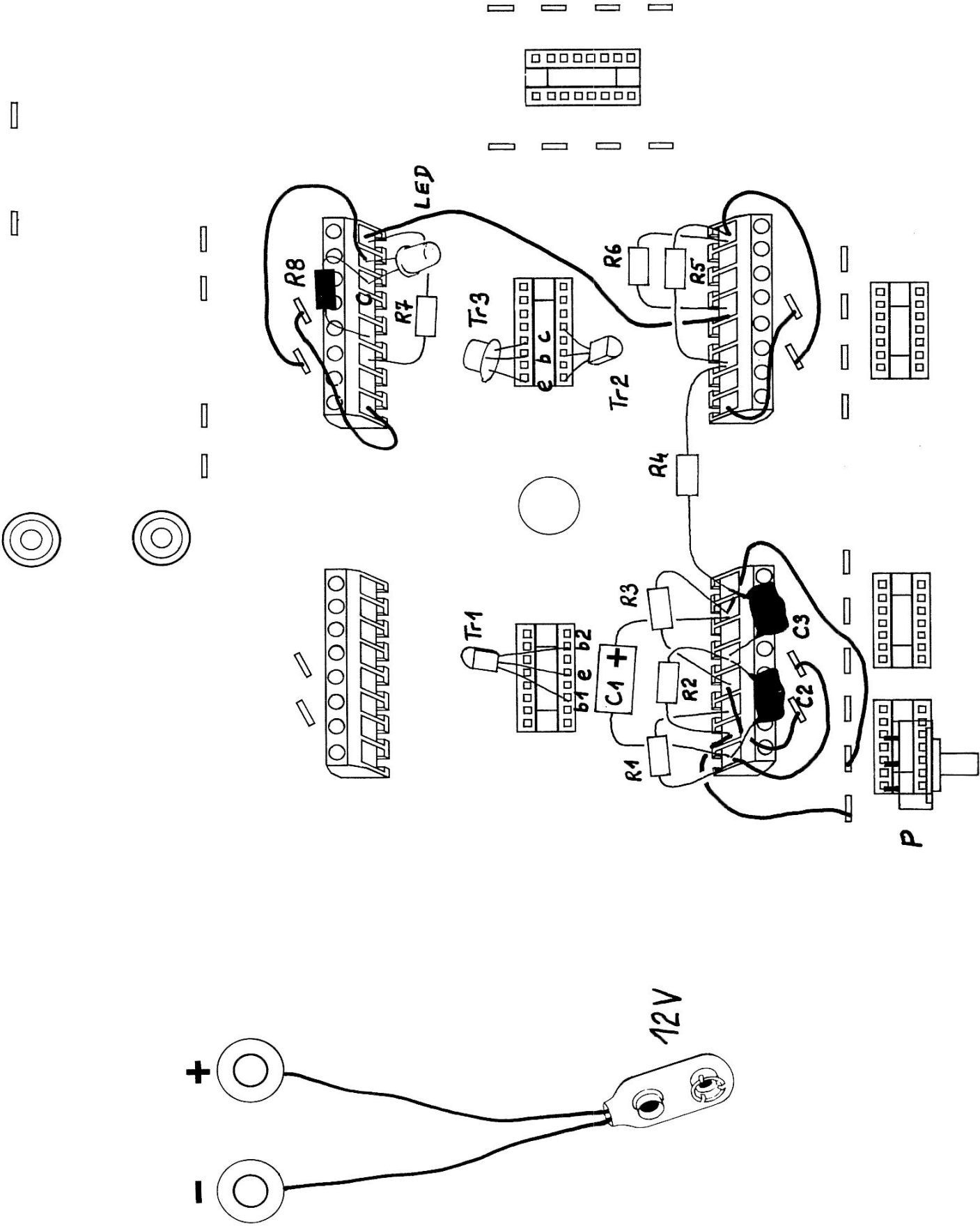


Fig. 4-11 -

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 ou systèmes tournants dont vous disposerez. Raison pour laquelle nous avons porté dans le tableau des résultats observés, la valeur de rotation correspondante, en tours/minute.

Une diode lumineuse n'émet pas une très forte lumière, il convient donc de disposer l'élément observé assez près, à 1 ou 2 centimètres. A ce sujet, signalons qu'il est possible, dans ce montage, de disposer deux de ces diodes **branchées en parallèle**, c'est-à-dire les deux anodes ensemble et les deux cathodes ensemble.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--|----------------------------------|
| — Transistors : GES2646, BC237, 2N3053 | — Six condensateurs (voir texte) |
| — Potentiomètre | — Résistances. |
| — Diode lumineuse LD57C | — Bouton |

N° IV-5 UN STROBOSCOPE POUR EFFETS DE SCÈNE

Après la démonstration de l'effet stroboscopique, voici un appareil qui est une application de cet effet, et que l'on nomme couramment un stroboscope. Il est destiné à produire des effets lumineux sur une scène de spectacle, ou sur la piste de danse d'une discothèque par exemple. Il comporte notamment un **tube à éclats**, un tube à grande luminosité assez semblable au tube d'un flash photographique, qui produit des éclairs lumineux intenses mais très brefs, et cela à une cadence très rapprochée. Lorsqu'on éclaire ainsi les évolutions de un ou plusieurs personnages qui évoluent sur une scène, il se produit une sorte de décomposition du mouvement qui est assez curieuse à observer.

La cadence des éclairs lumineux qui sont émis est réglable par la manœuvre d'un potentiomètre, dans le cas de notre montage elle se situe de 1 à 15 éclats par seconde.

L'ensemble s'alimente sur le secteur alternatif 220 volts. Redressement par deux redresseurs branchés en dérivation l'un sur l'autre. R 1 est une **résistance de limitation**, qui limite l'appel de courant, excessif, qui se pro-

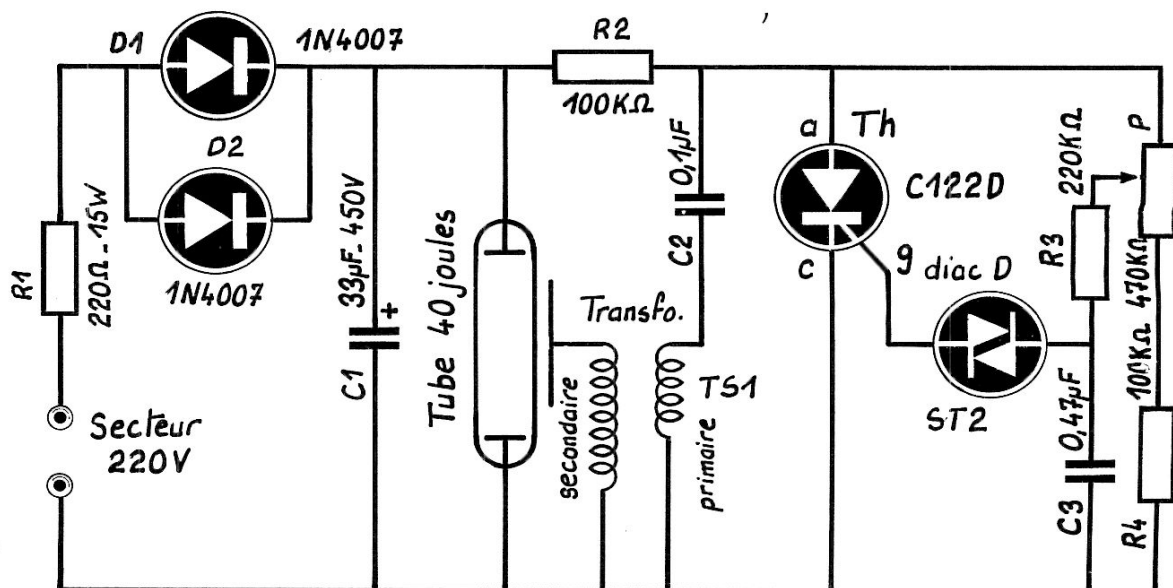


Fig. 4-12 -

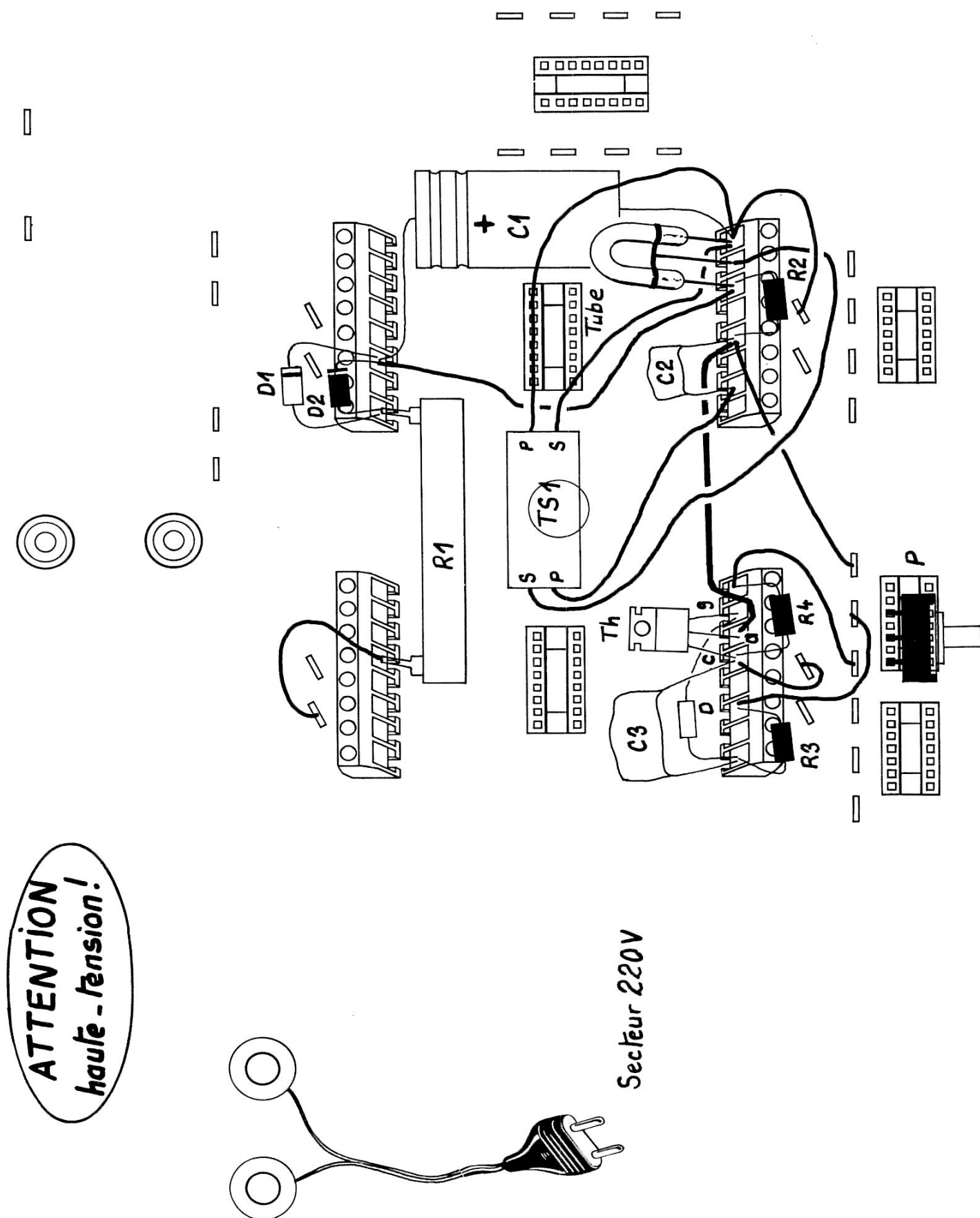


Fig. 4-13 -

duit lorsqu'on branche ainsi un redresseur sur un condensateur électrochimique, ici C 1.

Ce condensateur « se charge aux pointes » du courant alternatif, et de ce fait la tension continue présente à ses bornes est de l'ordre de 310 volts. C'est la tension qui est appliquée aux bornes du tube à éclats.

Ce tube comporte des électrodes mises en présence, et dans un gaz rare, ici du xénon. On applique une tension continue à ces électrodes, et lorsque certaines conditions sont remplies il y a **décharge** dans le gaz, passage très bref d'un courant, qui produit une illumination également très brève.

Le déclenchement de l'éclair se produit grâce à une **électrode d'amorçage** qui elle est **extérieure** au tube, et, qui ici est reliée au transformateur d'impulsions TS 1. C'est un modèle spécialement conçu pour cette fonction, il reçoit des impulsions de courant à son primaire, il est fortement élévateur de tension, son secondaire fournit une tension de l'ordre de 5 000 volts, mais durant un temps extrêmement bref. C'est cette tension qui est appliquée à l'électrode d'amorçage, et elle provoque la décharge de C 1 dans les deux électrodes du tube.

Nous trouvons ensuite un thyristor, avec dans sa gachette de commande un **diac**. C'est une double diode, ne présentant aucun sens de branchement à respecter, et qui a la propriété de ne laisser passer un courant que pour une tension supérieure à 32 volts. La fréquence des éclats obtenus est déterminée et commandée par le potentiomètre P.

- La réalisation pratique est représentée en figure 4-13. Signalons que :
- le transformateur est simplement fixé par du ruban adhésif,
 - il y a lieu bien entendu de tenir compte du repérage « primaire » et « secondaire »,
 - le tube à éclats doit être manié avec précautions, il est fragile, son électrode extérieure est constituée d'un fil fin,
 - le transformateur est en fil fin, il délivre une tension très élevée, mais très brève,
 - cet appareil est relié au secteur, 220 volts, et à la sortie des redresseurs une tension de plus de 300 volts est présente.

Donc :

- ne manipulez **jamais** dans ce montage lorsqu'il est sous tension,
- branchez au secteur et ne touchez à rien, en dehors du potentiomètre,
- si vous voulez intervenir dans le montage, commencez par débrancher du secteur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| — Thyristor C122D | — Diac |
| — Deux redresseurs | — Tube à éclats |
| — Transformateur d'impulsions | — Cordon secteur |
| — Potentiomètre | — Condensateurs |
| — Résistances | — Bouton |

N° IV-6 DE LA LUMIÈRE COMMANDÉE PAR LA MUSIQUE

Il est tout à fait amusant et intéressant de déclencher des effets de lumières à partir d'une source sonore, d'une musique. Ce peut être dans le cas par exemple d'un orchestre qui joue sur scène, avec microphone et amplificateur. A la sortie de l'amplificateur on branche ce modulateur qui, lui, va commander et déclencher l'éclat lumineux d'une ou plusieurs ampoules d'éclairage. On obtient donc bien un éclairage, un jeu de lumière, qui varie en fonction de la musique.

Ce peut être également chez soi, à titre personnel, à la sortie d'un amplificateur, d'une chaîne haute fidélité. Cet appareil est souvent connu sous le nom de **modulateur de lumière**. A la sortie, on peut brancher des ampoules de différentes couleurs, et produire ainsi des effets lumineux variés, en fonction de la musique produite.

Il se fait des modèles de modulateur plus ou moins importants. Dans l'esprit de ces ouvrages, nous avons ici recherché un schéma d'une très grande simplicité, qui n'exclut d'ailleurs nullement un fonctionnement correct. Ce modulateur peut se brancher à la sortie d'un amplificateur basse fréquence, d'un récepteur de radio, d'un magnétophone, d'un électrophone. Ce sont les « pointes de modulation », les **forte** de la musique, qui déclenchent les éclats de lumière des ampoules, et uniquement les pointes qui dépassent un certain niveau sonore. On dispose d'ailleurs d'un potentiomètre de réglage qui dose le nombre des éclats lumineux.

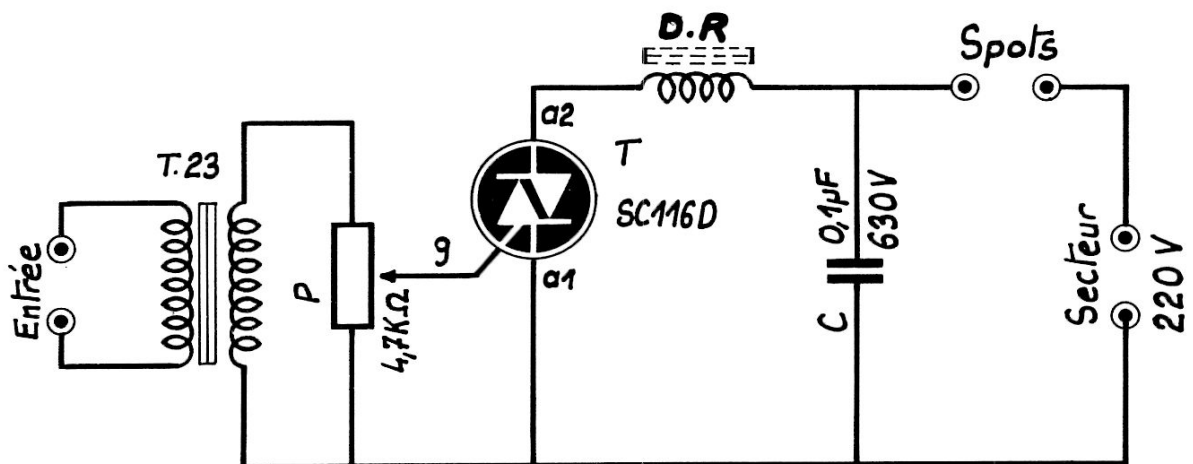


Fig. 4-14 -

L'appareil fonctionne pour une puissance modulée qui s'étend de 600 milliwatts jusqu'à une dizaine de watts environ. Il peut commander un ensemble d'ampoules d'éclairage dont la puissance est de 600 watts. Ces ampoules sont branchées en dérivation, aux douilles d'utilisation de l'appareil. Elles doivent être de 110 volts pour un secteur en 110 volts, et de 220 volts pour un secteur de 220 volts. On trouve dans le commerce des ampoules de différentes couleurs, ce qui permet de varier les effets lumineux.

Les deux douilles marquées « Entrée » se branchent tout simplement aux bornes du haut-parleur de l'amplificateur. Dans le cas d'un amplificateur stéréophonique, cela n'a aucune importance, on peut se brancher aux bornes de l'un ou de l'autre haut-parleur. C'est à partir de ce haut-parleur que l'on prélève le signal de commande, que l'on applique ensuite au primaire de transformateur T.23. L'impédance de celui-ci est telle que l'influence sur la puissance de l'amplificateur est pratiquement négligeable.

Le secondaire est élévateur de tension, il délivre des signaux d'amplitude proportionnelle à celle qui est appliquée au primaire. A l'aide du potentiomètre, on dispose sur le curseur d'une partie plus ou moins grande de la tension qui est appliquée à ses bornes. On dose donc à volonté le nombre de pointes de modulation qui déclencheront la lumière. Le curseur est relié à la gachette d'un triac et le commande.

Quand le triac conduit, le secteur débite à travers et alimente les deux douilles marquées « Spots ». C'est à celles-ci que l'on branche les ampoules de couleur. On peut disposer là une ou plusieurs ampoules branchées en dérivation, jusqu'à concurrence d'une puissance de 600 watts.

Un tel dispositif produit du parasitage, qui risque de perturber l'écoute de récepteurs de radio voisins. En éléments d'antiparasitage, nous avons donc prévu le condensateur C, et le bobinage référencé D R. Ce dernier est un modèle très particulier, on peut constater en effet qu'il est traversé par la totalité du courant qui parcourt le triac et les ampoules. De ce fait, il est constitué d'un fil émaillé de grosse section, et enroulé sur une couronne de ferrite. C'est le seul moyen d'obtenir un antiparasitage réellement efficace.

Pour la réalisation pratique, **attention...** :

- la tension du secteur se trouve présente aux bornes du bobinage, du triac... Donc... :
- quand tout est terminé, vous branchez au secteur, vous regardez, et vous ne touchez à rien, hormis la commande du potentiomètre,
- quand vous avez besoin d'intervenir dans le montage, commencez toujours par débrancher du secteur.

Il n'y a aucune mise au point à prévoir, on agit simplement sur le réglage du potentiomètre de façon que seules les pointes de modulation déclenchent le triac.

Si vous chargez le triac par quelques ampoules de 100 à 200 watts seulement, vous pouvez le laisser tel qu'il est représenté sur la figure 4-15. Si vous le chargez à 600 watts... et un peu plus... il y a risque d'échauffement. On peut dans ce cas prévoir l'emploi d'un **refroidisseur**, ou radiateur. Il se présente comme une pièce métallique en forme de pince. Voyez le triac, il comporte une lamelle métallique nue. On pince le refroidisseur sur cette lamelle, il y a un très bon contact et cela assure la dissipation de la chaleur. Voyez au besoin la figure 9-22, au chapitre IX.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| — Triac SC116 | — Prise femelle secteur |
| — Transformateur | — Condensateur |
| — Potentiomètre | — Cordon secteur |
| — Bobine d'antiparasitage | — Fil scindex |
| — Refroidisseur | — Bouton |

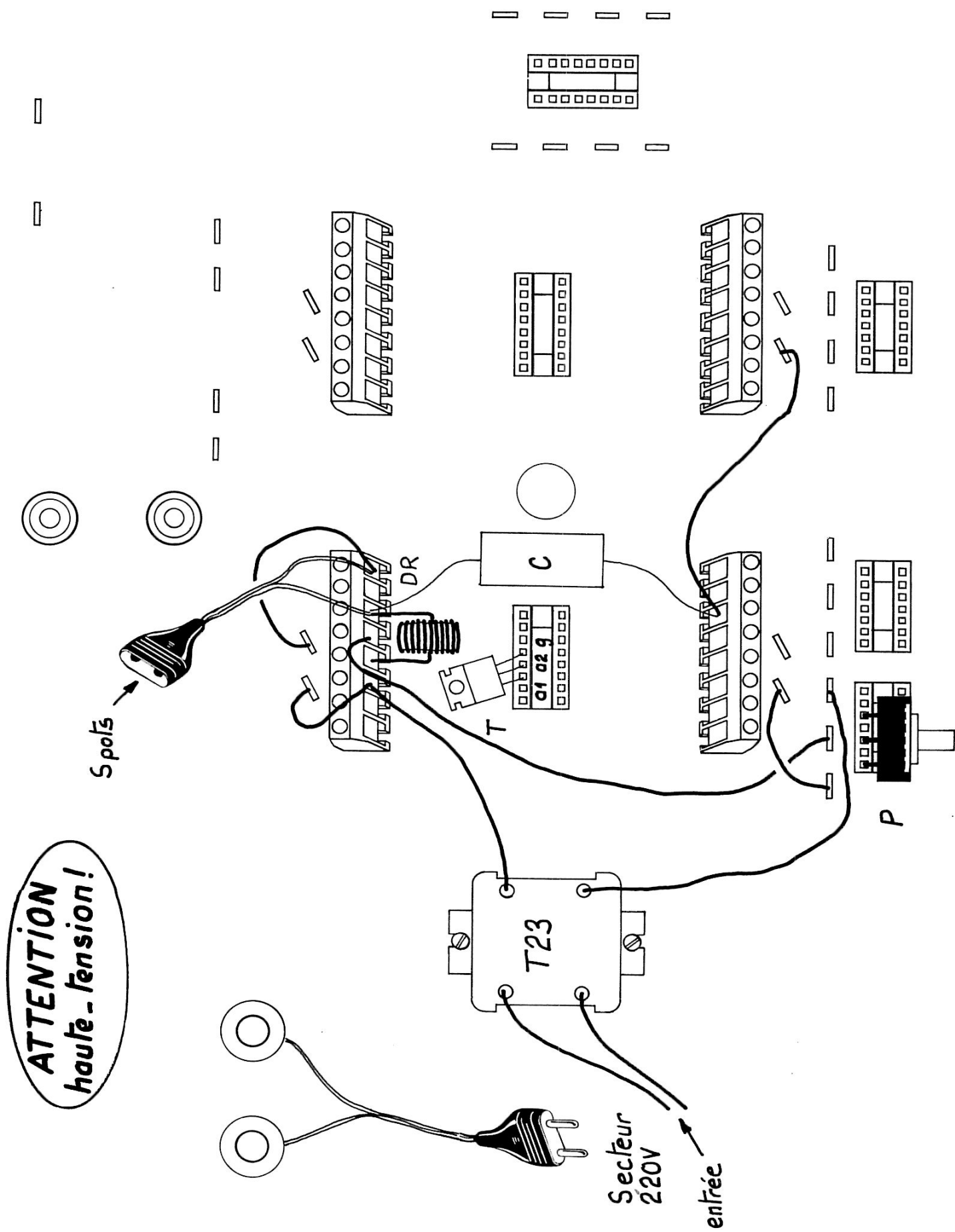


Fig. 4-15 -

N° IV-7 UN MODULATEUR DE LUMIÈRE À 2 VOIES

Ce dispositif constitue une suite, une variante améliorée du dispositif précédent, tout en restant dans l'esprit de simplicité recherché dans ce livre.

Nous avons cette fois un modulateur à 2 voies, qui va permettre de varier les effets de lumière qui sont obtenus. En effet, l'une des voies n'est déclenchée que par les notes graves, par les fréquences basses de la musique. L'autre voie est déclenchée par les notes aiguës, par les fréquences élevées.

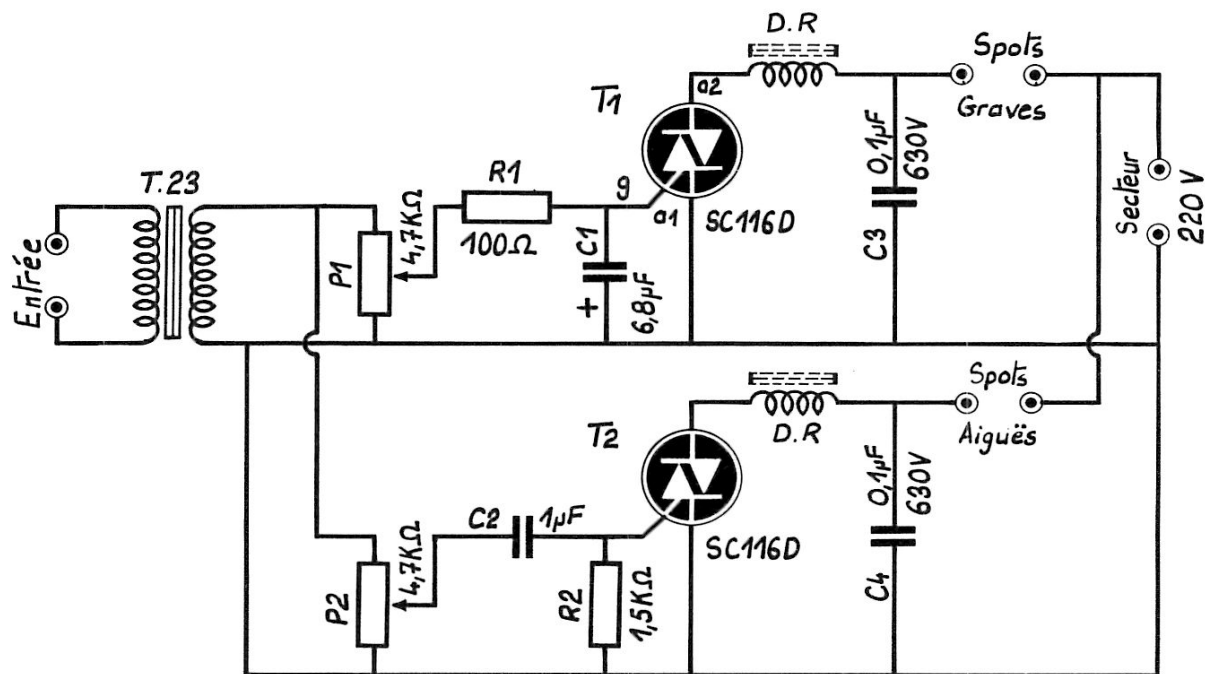


Fig. 4-16 -

Sur le schéma de principe, nous voyons aux bornes du secondaire du transformateur d'entrée, deux potentiomètres de dosage, dont chacun commande un canal bien distinct. La sélection des notes graves et des notes aiguës se fait par les éléments $R1$ et $C1$ d'une part, et par les éléments $C2$ et $R2$ d'autre part. Le recouplement des canaux se fait vers la fréquence de 500 hertz, avec environ 100 hertz de recouvrement.

Nous retrouvons très sensiblement les mêmes éléments que dans le montage précédent : transformateur $T23$, triac, éléments d'antiparasitage. C'est sur chacune des deux sorties que l'on peut brancher des ampoules jusqu'à un maximum de 600 watts.

On aboutit en définitive à un ensemble d'ampoules qui est allumé par les fréquences basses, et à un autre jeu qui est allumé par les fréquences élevées, ce qui allié au réglage des potentiomètres permet d'obtenir des effets lumineux variés.

Les deux triacs pourront être éventuellement munis de refroidisseurs, voir au montage précédent ce qui a été dit à ce sujet.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| — Triacs : deux SC116 | — Fil scindex |
| — Transformateur | — 2 refroidisseurs |
| — 2 potentiomètres | — 2 bobines d'antiparasitage |
| — Cordon secteur | — 2 fiches femelles secteur |
| — Résistances | — Condensateurs |
| — 2 boutons | |

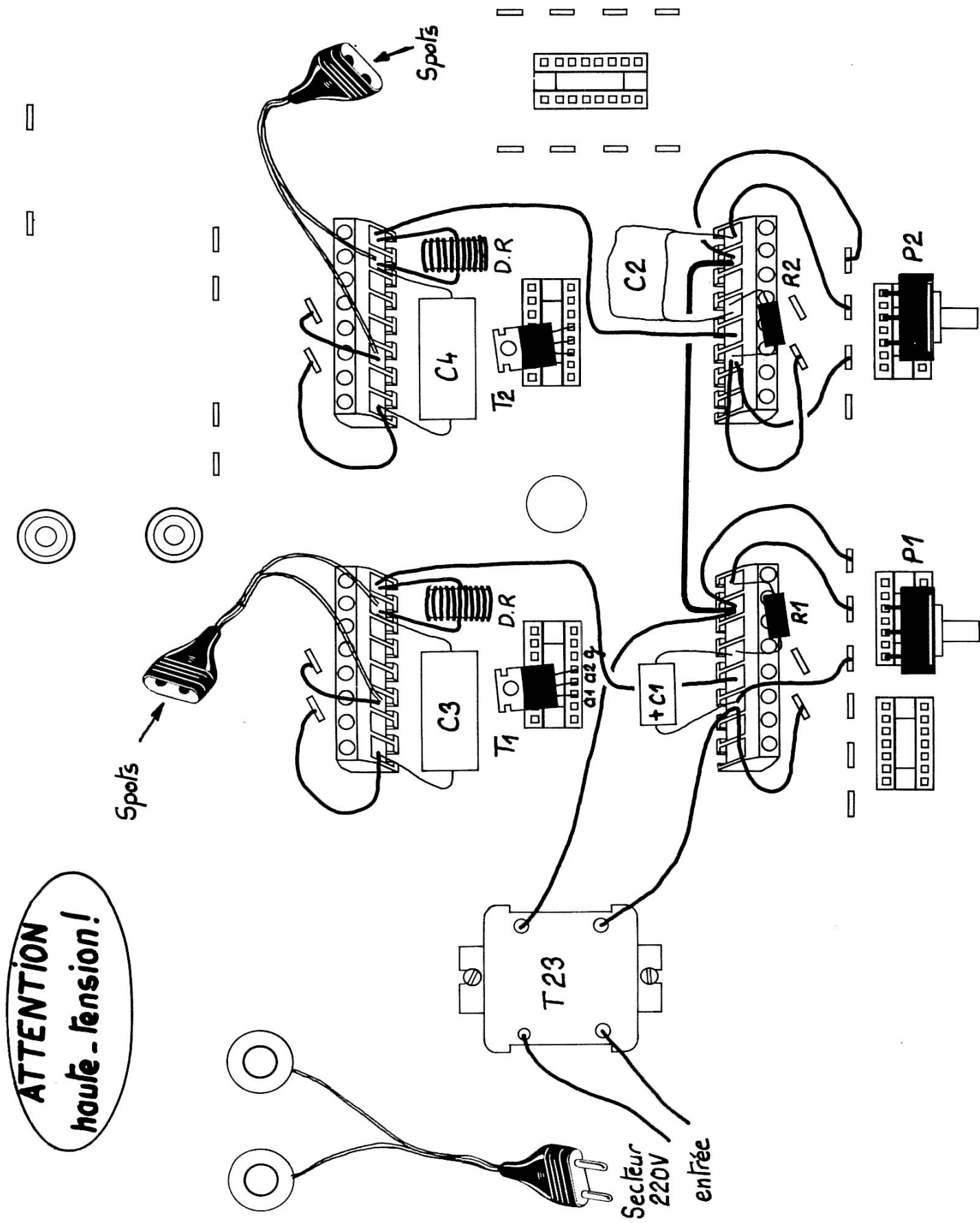


Fig. 4-17 -

N° IV-8 UN MODULATEUR DE LUMIÈRE À 3 VOIES

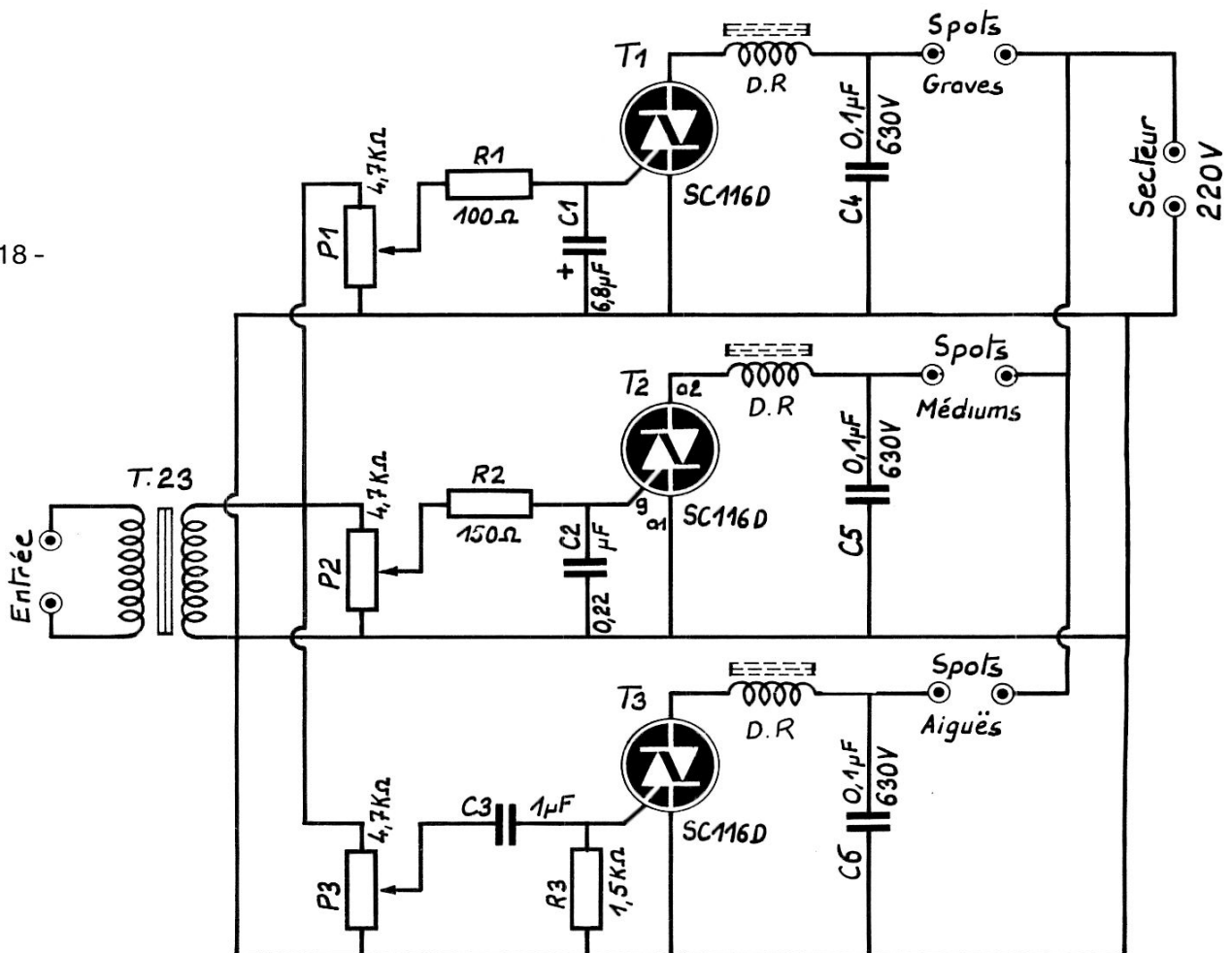
Nous arrivons maintenant à un modulateur de lumière qui présente 3 voies, 3 canaux.

L'ensemble est conçu de telle sorte que les spots lumineux de l'un des canaux soit déclenché, animé, par les fréquences basses, par les notes graves, de la musique.

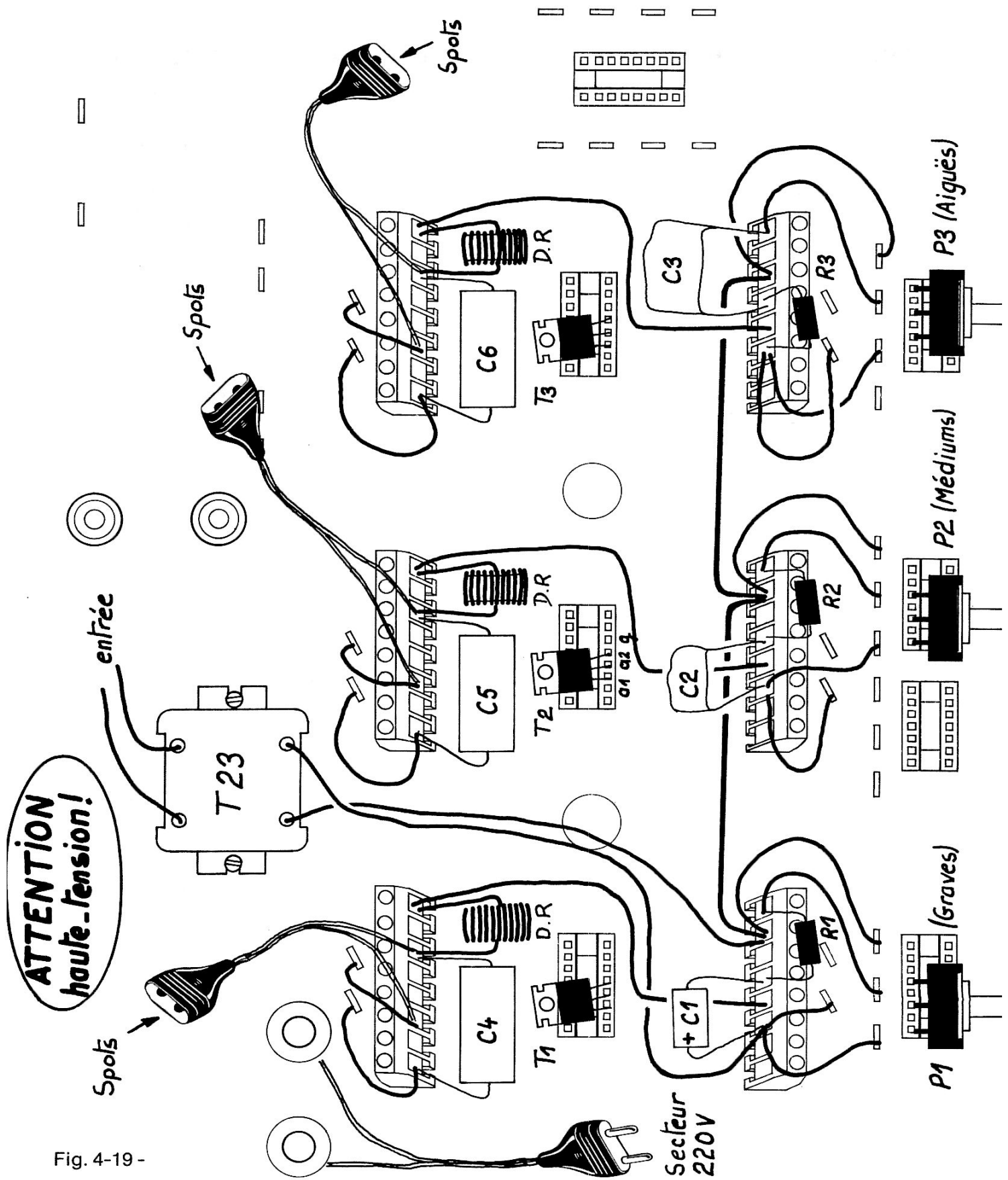
Le canal suivant est commandé par les notes intermédiaires, **par les médiums**, de la musique. Et enfin, les ampoules du troisième canal sont déclenchées, par les fréquences élevées, par les notes aiguës. On dispose alors en définitive d'un ensemble qui permet des effets lumineux très variés, et cela à partir d'une seule et unique source musicale. Et en plus de cela, on dispose bien entendu sur chaque voie d'un dosage de sensibilité, manuel, par réglage d'un potentiomètre.

Sur notre schéma, nous retrouvons des éléments identiques aux montages précédents. Le primaire du transformateur adaptateur est branché aux bornes du haut-parleur. Aux bornes du secondaire sont branchés en parallèle trois potentiomètres, qui constituent les réglages de sensibilité. Les séparations des fréquences, les répartitions de fonctionnement en quelque sorte, sont effectuées par des filtres disposés à l'entrée de chaque canal ; ici par R 1 et C 1 d'une part, par R 2 et C 2, par R 3 et C 3 d'autre part.

Fig. 4-18 -



Tous les autres éléments sont identiques à ceux que nous avons déjà examinés. Rappelons les précautions de manipulation, dans de tels montages où la tension du secteur est présente pratiquement partout...



LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Transformateur
- Cordon secteur
- Condensateurs
- Fil scindex
- Résistances

Et ensuite, 3 de chacun des éléments ci-après :

- Triac
- Refroidisseur
- Potentiomètre de commande
- Bobine d'antiparasitage
- Fiche femelle secteur.
- Bouton

N° IV-9 UNE COMMANDE DE LAMPES D'ÉCLAIRAGE

Le montage que nous décrivons ici a pour but de commander l'intensité lumineuse d'une ou plusieurs ampoules d'éclairage électrique. C'est en fait une sorte de rhéostat, mais c'est un **rhéostat électronique**. On dispose d'un bouton de commande, et lorsqu'on l'actionne on peut graduer à volonté l'éclairage existant dans une pièce d'habitation. Sur l'appareil, on branche une ou plusieurs ampoules, et leur éclairage peut varier depuis l'extinction jusqu'à leur intensité maximale. Le maximum de puissance que l'on peut ainsi commander est déterminé par les caractéristiques du triac, soit ici 600 watts. On peut utiliser un tel dispositif par exemple pour commander et doser l'éclairage général d'une pièce, d'un appartement. On peut également l'adapter à la tête d'un lit pour rendre la lecture d'un livre plus aisée, plus agréable. Le triac agit à la façon d'un interrupteur, puisqu'il peut être rendu soit conducteur, soit bloqué, et ceci s'obtient en appliquant à sa gachette une impulsion qui peut être positive ou négative. Le déclenchement peut être fait à partir de différentes sources, courant continu, courant alternatif, impulsion.

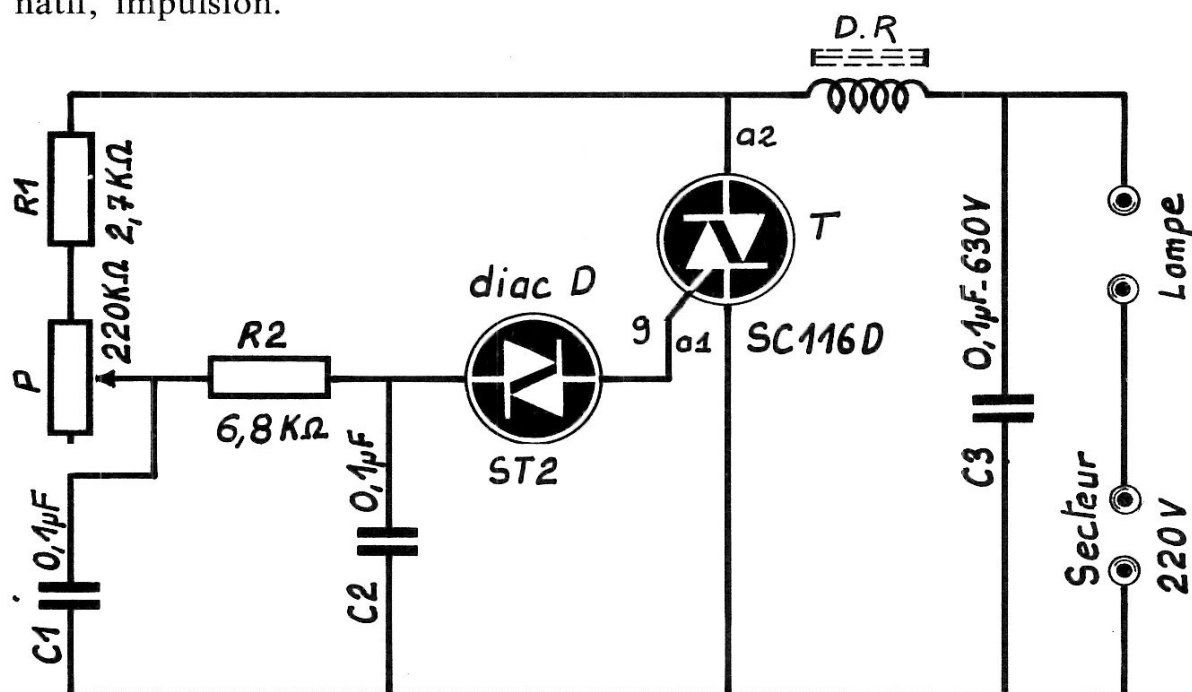


Fig. 4-20 -

Le mode de déclenchement le plus fréquemment usité consiste à prendre une diode bidirectionnelle, dite diac. Le diac est constitué par deux diodes montées en opposition, dans un même boîtier. Si l'on applique une tension à ses bornes, dans quelque sens que ce soit, le courant ne passe pas tant que la tension appliquée reste inférieure à la **tension de seuil** des diodes, et qui est de 32 volts dans le modèle le plus courant. L'élément devient conducteur lorsqu'on dépasse cette tension de seuil. On lui donne parfois le nom de diode de déclenchement.

C'est aux douilles marquées « utilisation » que l'on branche la ou les ampoules que l'on veut commander. Elles doivent être de la même tension que le secteur sur lequel est branché l'appareil. Si l'on dispose plusieurs ampoules, elles doivent être branchées en dérivation, comme dans toute installation électrique.

Les douilles d'utilisation se trouvent branchées en série avec le secteur et les anodes du triac. Dès la mise sous tension, le courant traverse le réseau qui comprend la résistance de 2 700 ohms, le potentiomètre de 220 kilohms

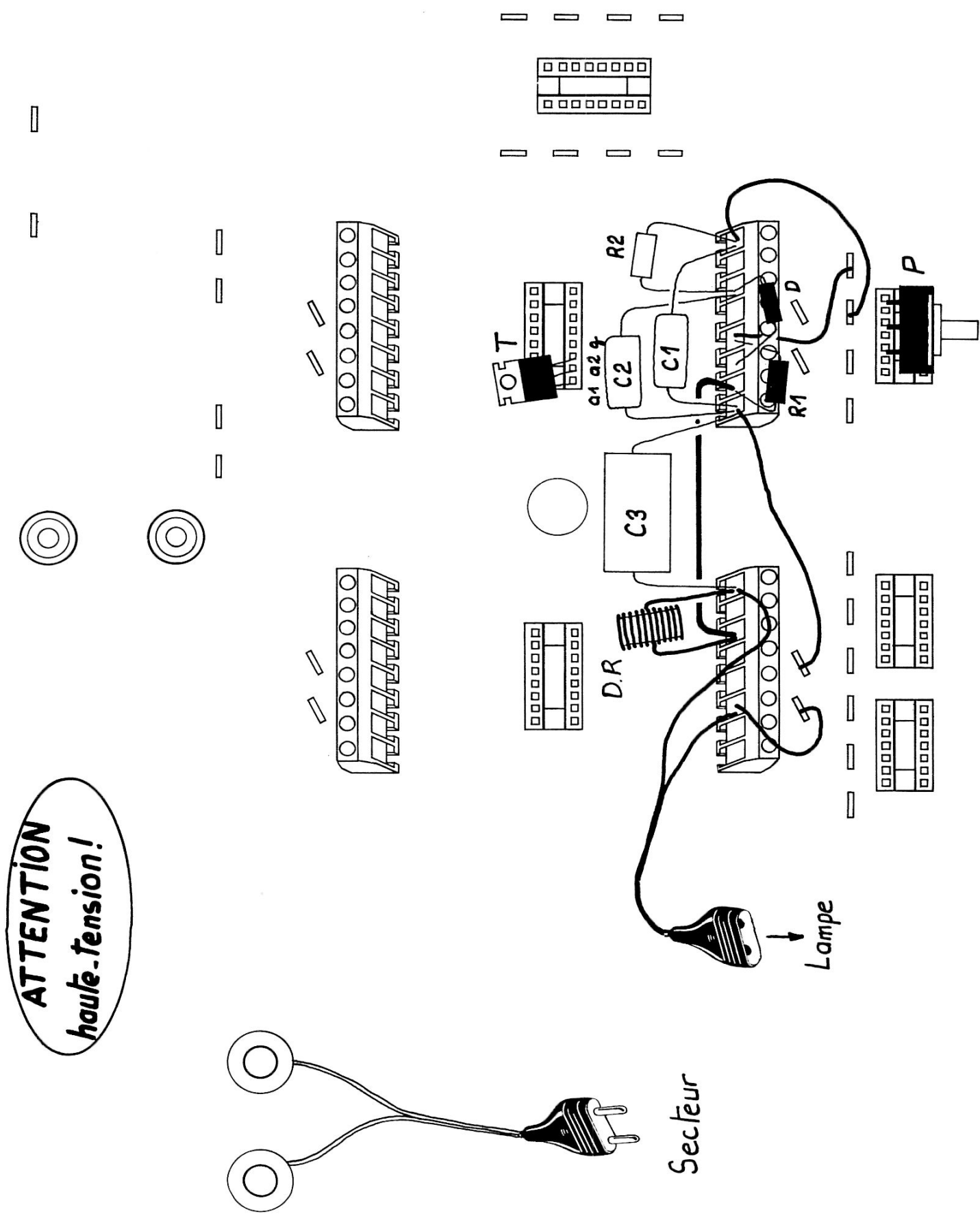


Fig. 4-21 -

monté en résistance variable, et le condensateur C 1. Au cours d'une alternance, le condensateur se charge à travers les résistances suivant une constante de temps qui est variable avec la position du curseur. Cette charge se poursuit jusqu'à ce que la tension d'amorçage du diac soit atteinte. A ce moment le condensateur se décharge à travers le diac et l'impulsion est transmise à la gâchette du triac, ce qui le met en état de conduction.

Suivant la position du curseur du potentiomètre, le nombre d'impulsions varie, ce qui modifie le temps de conduction du triac, donc avec lui l'intensité lumineuse des lampes. Le condensateur C 3 et le bobinage L ont pour rôle de limiter les parasites produits par le triac, et qui peuvent perturber un récepteur de radio.

Ici également, comme pour les montages précédents, remarquez que vous manipulez le secteur, que sa tension est présente sur la table de montage : soyez prudent et attentif.

Le diac se présente également comme une petite diode, de faibles dimensions, et bien entendu il n'y a aucun sens de branchement à respecter.

Lors de la mise en fonctionnement, il est préférable de brancher immédiatement une ampoule, de 50 watts environ, pour constater de suite le bon fonctionnement. Et nous vous rappelons... si vous manipulez quoi que ce soit dans ce montage, commencez par débrancher du secteur.

Concernant le triac et son refroidisseur, voyez les montages précédents

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Triac SC116	— Condensateurs
— Diac	— Refroidisseur
— Potentiomètre	— Fil scindex
— Cordon secteur	— Fiche femelle secteur
— Bobine d'antiparasitage	— Résistances
— Bouton	

N° IV-10

UN COMPAREUR 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 point d'ombre avant la prise d'une photo.

Le principe de fonctionnement de ce dispositif 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.

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 P 1 et P 2 pour observer sur le galvanomètre de 400 microampères, un courant moyen de 200 microampères. Cette position constitue un « zéro fictif », autour de laquelle se feront les observations.

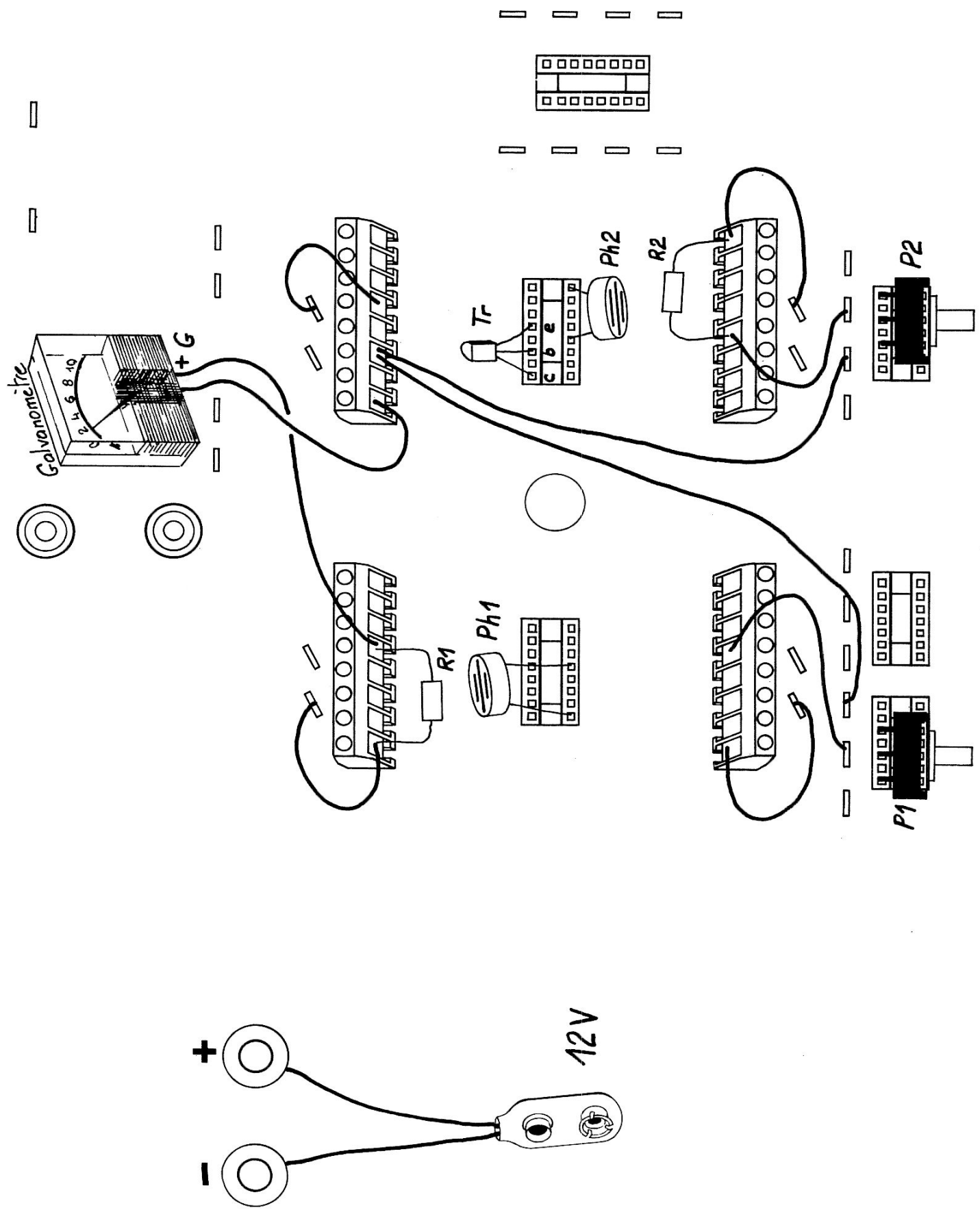


Fig. 4-22 -

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.

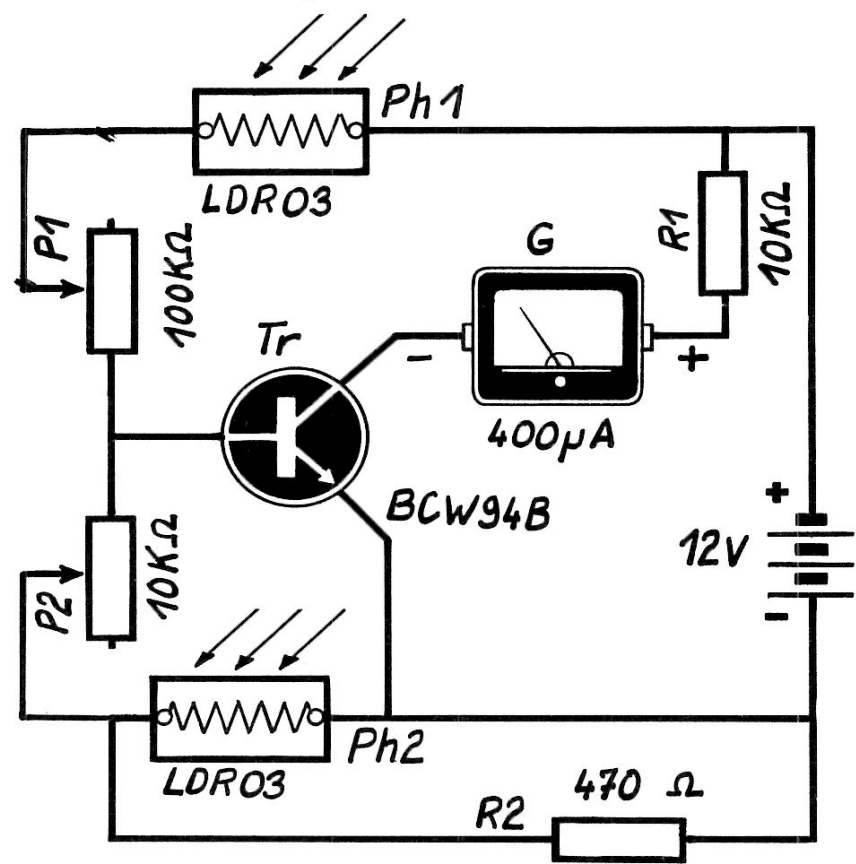


Fig. 4-23

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.

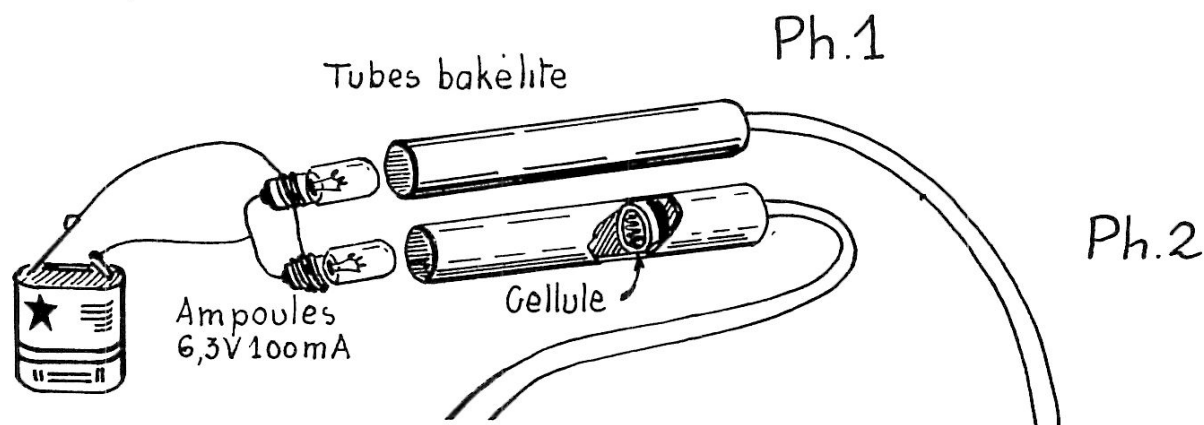


Fig. 4-24 - Les deux cellules photorésistantes montées dans les tubes explorateurs.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistor BCW94	— Galvanomètre
— 2 photorésistances	— Résistances
— 2 potentiomètres	— 2 boutons

CHAPITRE V

AMPLIFICATEURS ET SYSTÈMES SONORES

Les amplificateurs basse fréquence, des appareils extrêmement répandus actuellement. On part d'un microphone, ou d'un bras lecteur de disque, ou d'une bande de magnétophone ; à la suite de cela, on amplifie et on actionne des haut-parleurs. L'appareil réalisé peut aller du modèle réduit à écoute au casque, jusqu'à l'amplificateur stéréophonique de 50 watts et multiples haut-parleurs.

A part cela, divers petits systèmes « qui font du bruit ».

Ça peut parfois être employé en appareil utilitaire et définitif (alarme, sirène...). Ça peut aussi être le modèle réduit d'initiation à des instruments très complexes (orgue électronique...).

N° V-1

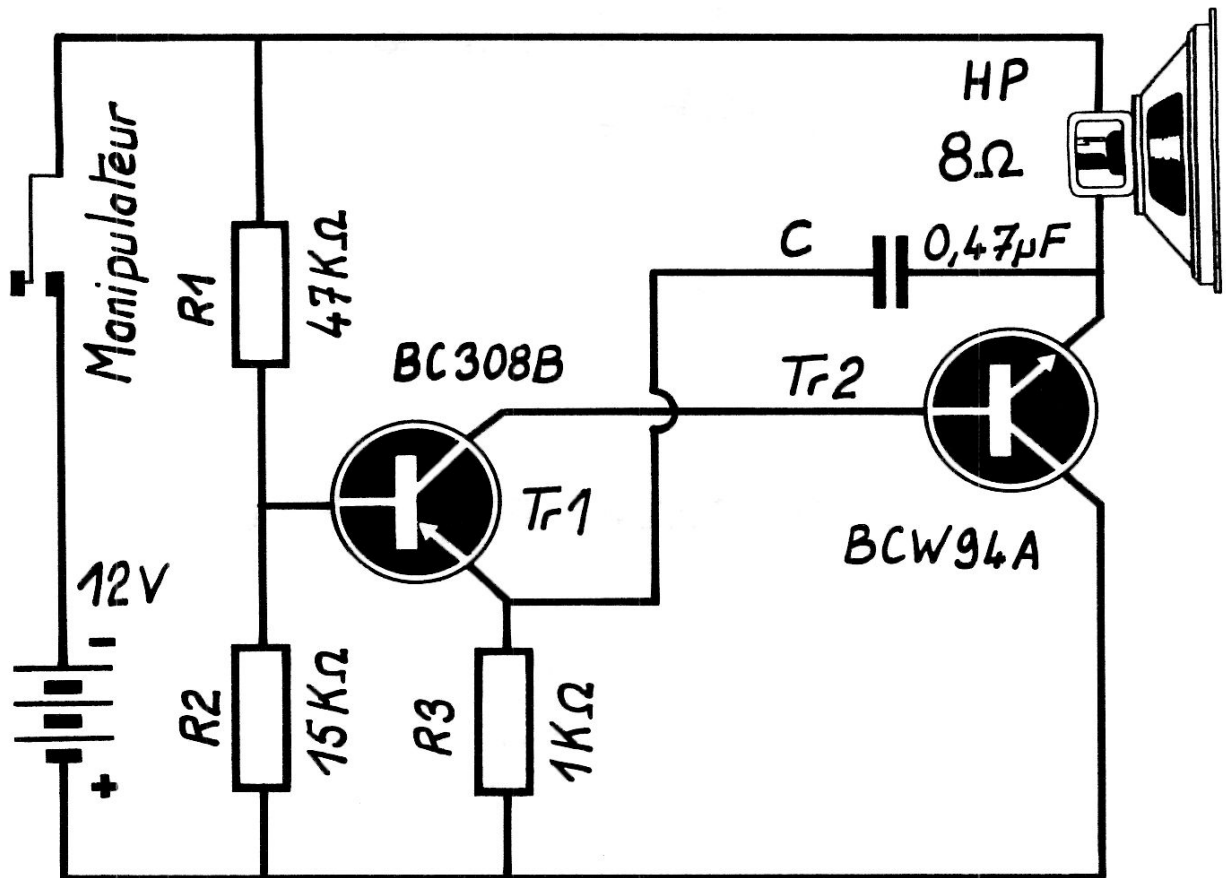
UNE TABLE D'APPRENTISSAGE
À LA LECTURE AU SON

Voici un premier montage qui a pour but l'apprentissage et l'entraînement à la lecture au son.

La lecture au son, c'est la pratique de l'alphabet Morse, du code Morse. Voyez l'émetteur radiotélégraphique qui est décrit au premier chapitre, vous y trouvez la correspondance entre notre alphabet et le code Morse. Dans une liaison radiotélégraphique, l'opérateur émetteur dispose d'un **manipulateur**, avec lequel il émet des traits et des points. A la réception, l'opérateur qui entend ces signaux au casque ou au haut-parleur les transcrit en clair : **il lit au son**.

Un opérateur-radio bien entraîné est capable de manipuler et de recevoir à la vitesse de 120 caractères à la minute...

Fig. 5-1 -



Le montage d'entraînement que nous décrivons ici est muni d'un manipulateur et d'un haut-parleur. L'opérateur qui manipule **entend ses propres signaux**, ce qui lui permet de se contrôler. Mais ces signaux peuvent également être entendus par un second opérateur, qui transcrit. On peut donc fabriquer deux de ces montages, avec deux opérateurs, ou tour à tour chacun émet et reçoit. C'est ainsi que procèdent les radios de bord en liaisons radiotélégraphiques maritimes ou aériennes.

Ce montage utilise deux transistors qui sont **complémentaires**, Tr 1 qui est un P N P et TR 2 qui est un N P N. Ces deux transistors sont couplés ensemble, par la liaison directe collecteur-base et par le condensateur. Il s'ensuit que ce montage **oscille**, il fournit un signal, de basse fréquence, qui se traduit par un son que l'on entend au haut-parleur, et dans une fréquence de 800 à 1 000 hertz environ. Le haut-parleur est un modèle de diamètre 10 centimètres, impédance 8 ohms.

Le manipulateur couple le circuit d'alimentation de la pile, donc lorsqu'on manipule on entend les signaux Morse produits dans le haut-parleur. Le son émis peut être modifié en remplaçant le condensateur C de 0,47 microfarad par des valeurs différentes, plus faibles ou plus élevées.

Partant de là, on peut destiner ce montage à 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 saisissant. Il est à remarquer que dans un tel emploi, l'ensemble du montage peut être réalisé en poids et dimensions extrêmement réduits.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------------|----------------|
| — Transistors BC308, BCW94 | — Manipulateur |
| — Résistances | — Condensateur |
| — Haut-parleur | |

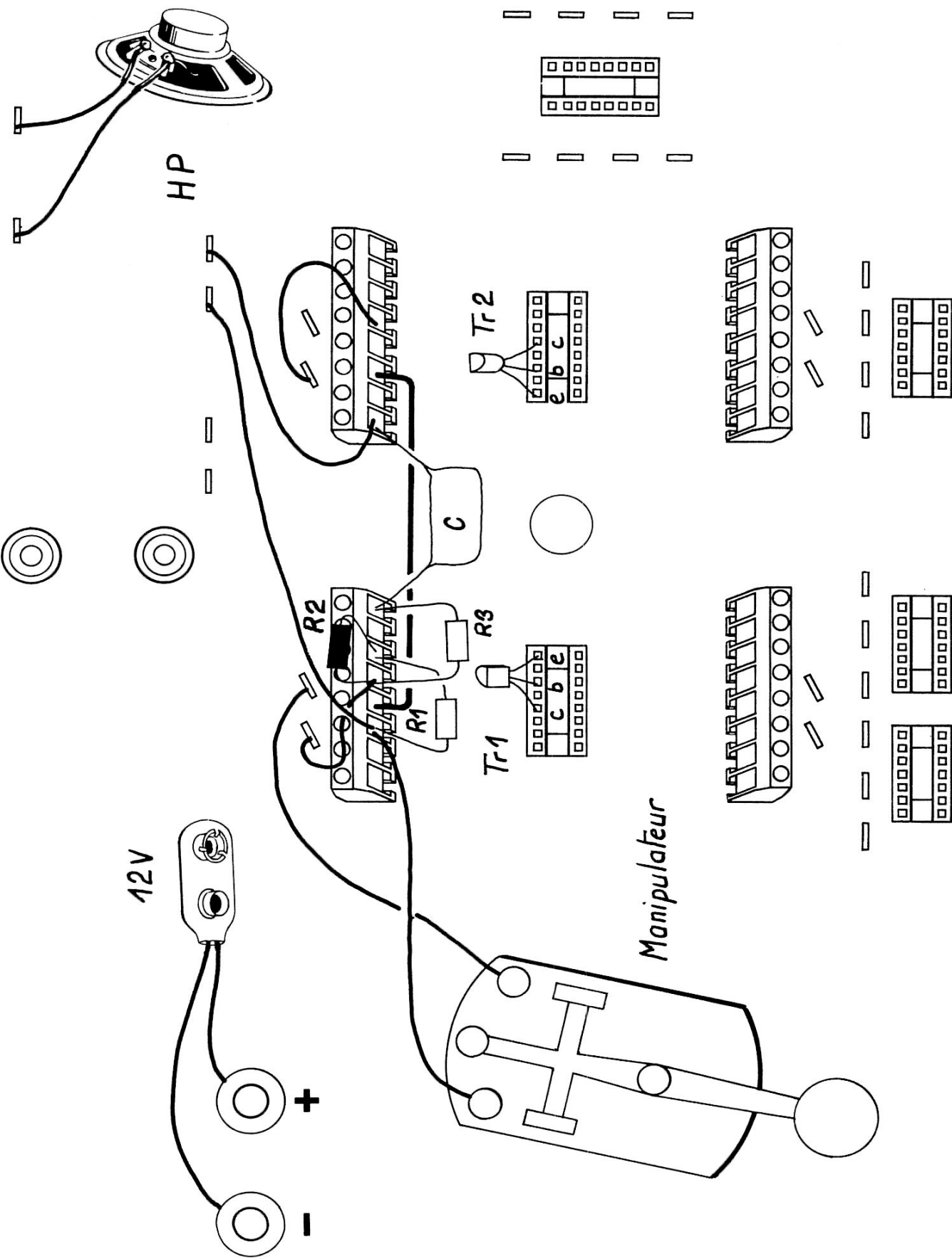


Fig. 5-2 -

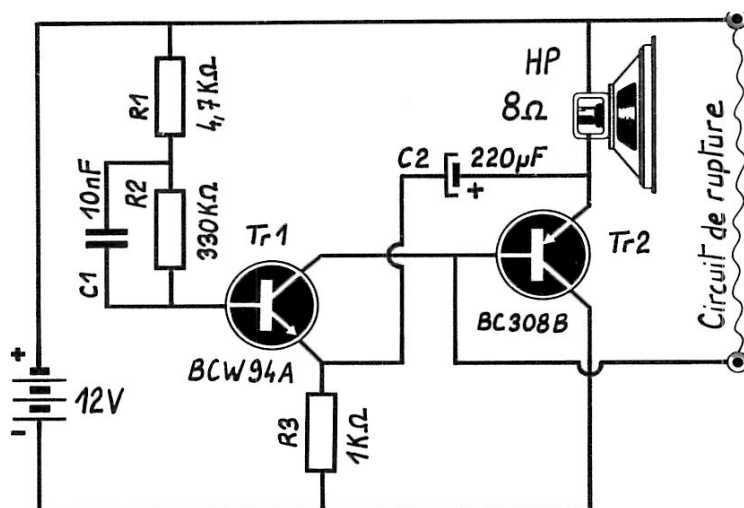
N° V-2

UNE SIRÈNE D'ALARME COMMANDÉE PAR RUPTURE D'UN CIRCUIT

Nous retrouvons ici un montage oscillateur, combinant 2 transistors de type différent, PNP et NPN. 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.

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 Tr2 directement au +12 volts, donc à l'émetteur. Base et émetteur au même potentiel, le transistor ne conduit pas, il est bloqué.

Fig. 5-3 -



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 montage entre immédiatement en action et émet un son dont la tonalité peut d'ailleurs être modifiée en modifiant la valeur de C2. Dès que l'on branche le fil, le système s'arrête.

L'essai a été fait avec un haut-parleur de 10 cm, pour obtenir une plus grande puissance on peut rechercher un modèle de plus grandes dimensions, 17 ou 21 cm par exemple.

Nous avons matérialisé la rupture d'un circuit par un bout de fil émaillé qui se casse.... Mais ceci peut être transposé dans un sens beaucoup plus étendu. En matériel d'antivol, il existe des accessoires tels que contacteur magnétique, poussoir de feuillure, etc. Tous ces éléments peuvent être insérés dans le circuit de rupture, ceci en fonction de ce que l'on désire obtenir. L'essentiel est de toujours installer un dispositif qui **ouvrira un circuit**.

Si d'autre part on relie en permanence les deux points du fil de rupture, on dispose d'une petite sirène électronique, trouvant son emploi en de multiples applications. Entre autres en sirène à bord d'un modèle réduit de bateau.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------------|----------------|
| — Transistors BCW94, BC308 | — Haut-parleur |
| — Résistances | — Condensateur |
| — 10 m fil émaillé | |

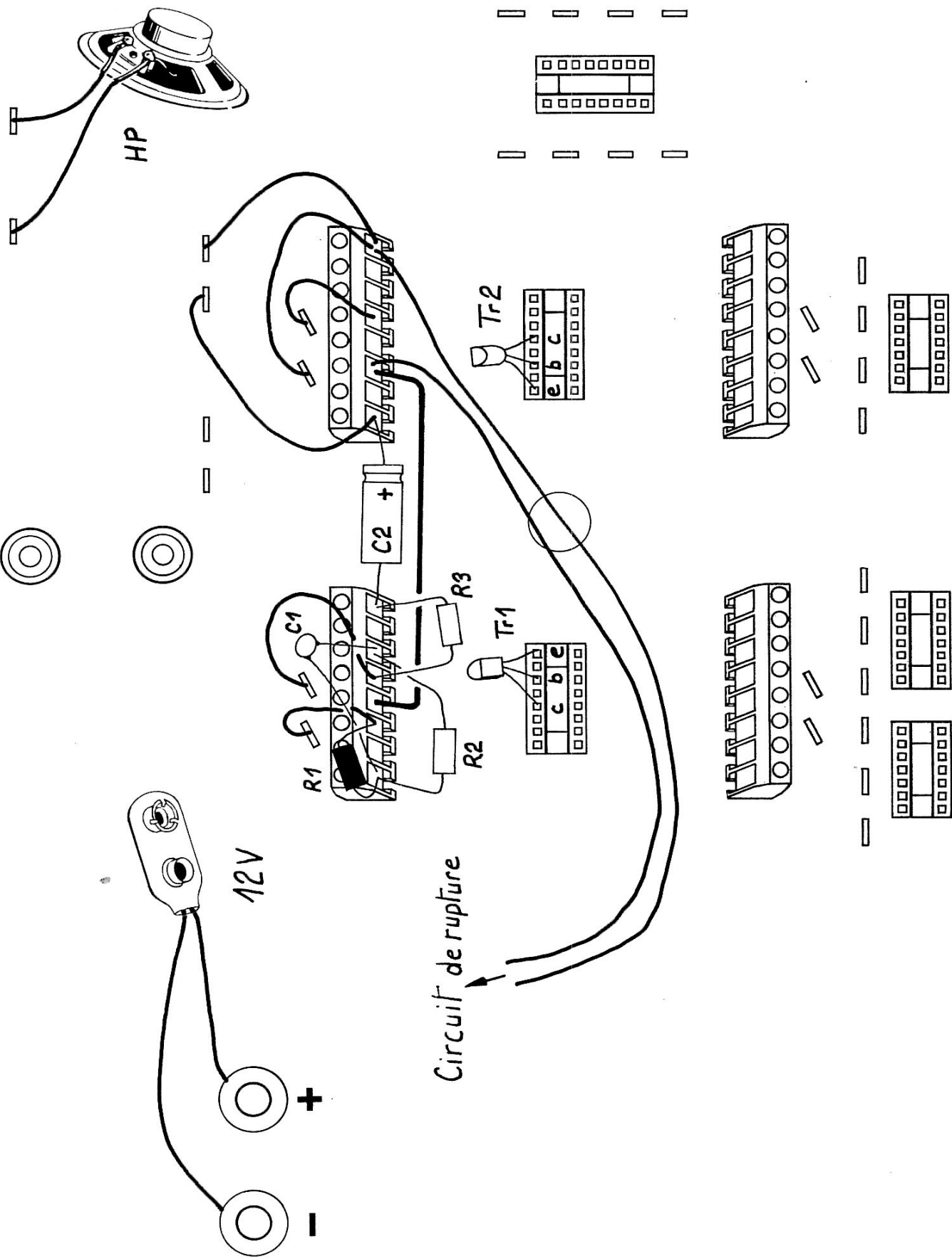


Fig. 5-4 -

N° V-3

ALARME DÉCLENCHÉE PAR LA LUMIÈRE SIRÈNE MODULÉE PAR LA LUMIÈRE

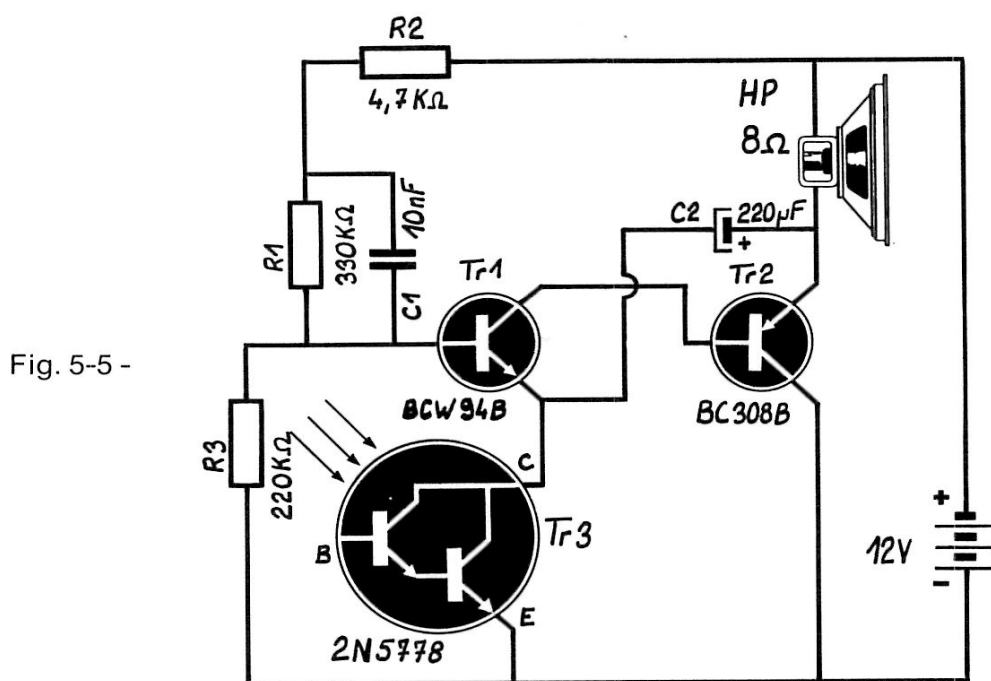
Cet appareil est muni d'une cellule photoélectrique. Il peut être utilisé de deux façons différentes :

— **En alarme :**

Il est disposé dans l'obscurité, dans une pièce quelconque : appartement, entrepôt, atelier... Quelqu'un entre dans la pièce et allume la lumière. Immédiatement, le bruit d'une sirène se déclenche, en son continu.

— **En sirène modulée :**

Devant la cellule photoélectrique, on dispose une **lumière variable**, soit un clignoteur, soit une lumière tournante par exemple. Dans ce cas la tonalité émise **varie en fonction de l'éclairement**. Le son se trouve commandé, modulé, par les variations de lumière.



Nous retrouvons dans ce montage deux transistors complémentaires montés en oscillateur. Mais dans le circuit émetteur de Tr 1, nous avons inséré une cellule photoélectrique, constituée ici par le phototransistor 2 N 5778. Voyez au début de ce livre en figure 1-4, il présente une petite fenêtre translucide, la zone photosensible, qui doit être exposée à la lumière de commande. Il présente également les trois broches habituelles, mais ici la base n'est pas reliée, elle reste en l'air.

On peut modifier la tonalité en agissant sur les valeurs de C 1 et C 2. Petit haut-parleur de 10 cm, impédance 8 ohms.

Tel que le schéma est présenté, l'appareil fonctionne comme indiqué dans le premier cas, en alarme, il émet un son continu. Pour obtenir le second mode de fonctionnement, en sirène modulée, il faut supprimer la résistance R 3.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| — Transistors BC308, BCW94 | — Phototransistor |
| — Résistances | — Condensateurs |
| — Haut-parleur 10 cm | |

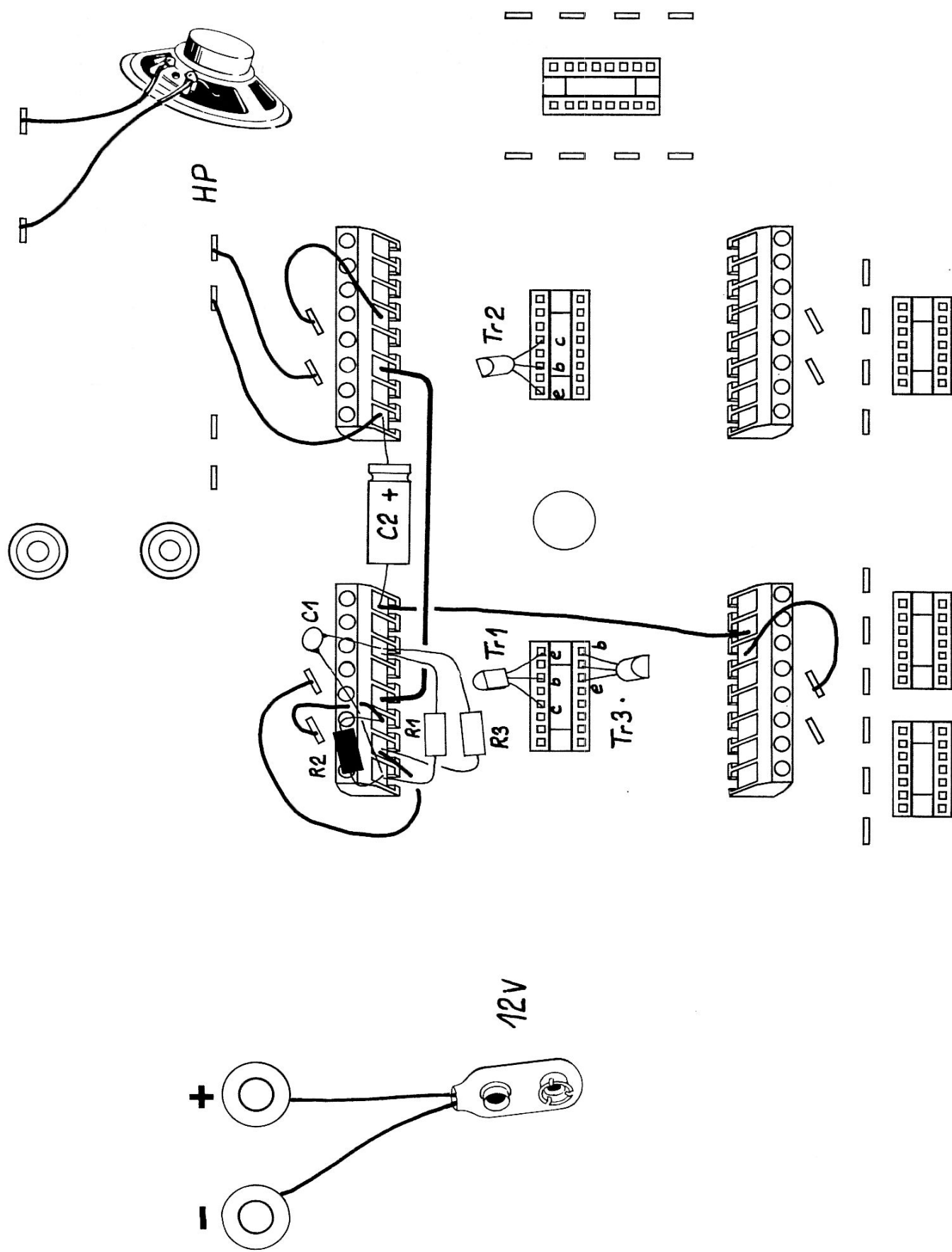


Fig. 5-6 -

N° V-4

UNE SIRÈNE À TONALITÉ VARIABLE

Ce modèle de sirène est d'une puissance sonore assez importante. Il se termine par un transistor de puissance, le BD 136, sous 12 volts la consommation est de 120 milliampères. On pourra facilement l'équiper d'un haut-parleur de 17 ou 21 centimètres de diamètre. Ainsi conçue, cette sirène peut être utilisée en alerte, à l'extérieur d'une maison, pour une portée de l'ordre d'une centaine de mètres.

D'autant plus qu'elle émet un son **modulé**, dit encore à **tonalité variable**. La puissance émise reste identique, mais c'est le son qui varie régulièrement, qui « monte et descend ». Cette conception a pour effet de rendre un son plus frappant à l'oreille, plus incisif, qu'un son continu de même puissance (voitures de pompiers, ambulances...).

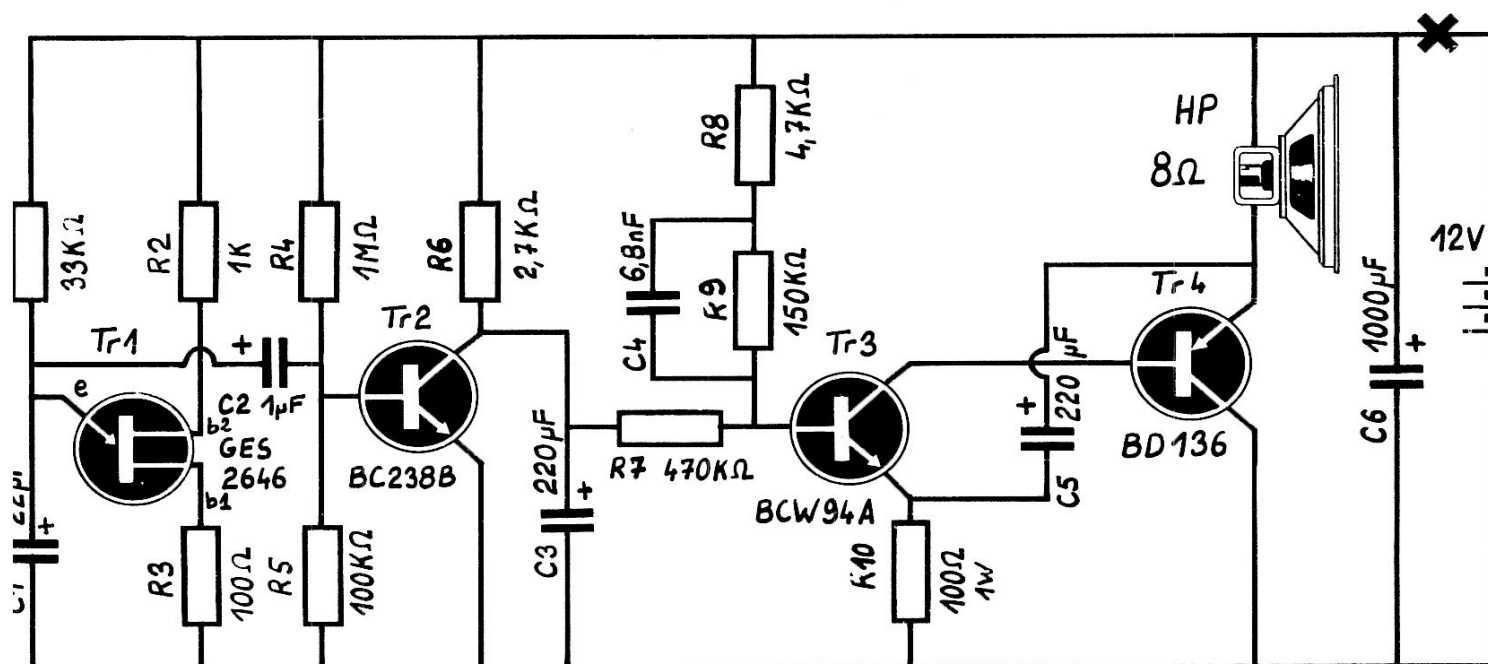


Fig. 5-7 -

Sur le schéma, nous voyons les deux transistors Tr 3 et Tr 4 montés en oscillateur basse fréquence. Le BD 136 est un transistor de puissance, et l'ensemble est conçu pour émettre un son se situant vers 2 000 hertz.

Tr 1 est un transistor unijonction qui ici génère une série d'impulsions, et à très basse fréquence : 1 hertz, autrement dit une par seconde. Ce signal est amplifié par Tr 2, disponible sur le collecteur, et par R 7 appliqué à la base de Tr 3. On fabrique bien ainsi un signal de fréquence 2 000 hertz par Tr 3 et Tr 4, signal qui est ensuite modulé à 1 hertz par Tr 1 et Tr 2.

Si l'on envisage de réaliser cet appareil sous une forme définitive, il faut insérer l'interrupteur de mise en marche à l'endroit marqué d'une croix sur le schéma. Ceci pour éviter que l'alimentation ne débite en permanence dans le chimique C 6.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Transistors GES2646, BC238, BCW94, BD136
— Résistances

— Haut-parleur
— Condensateurs

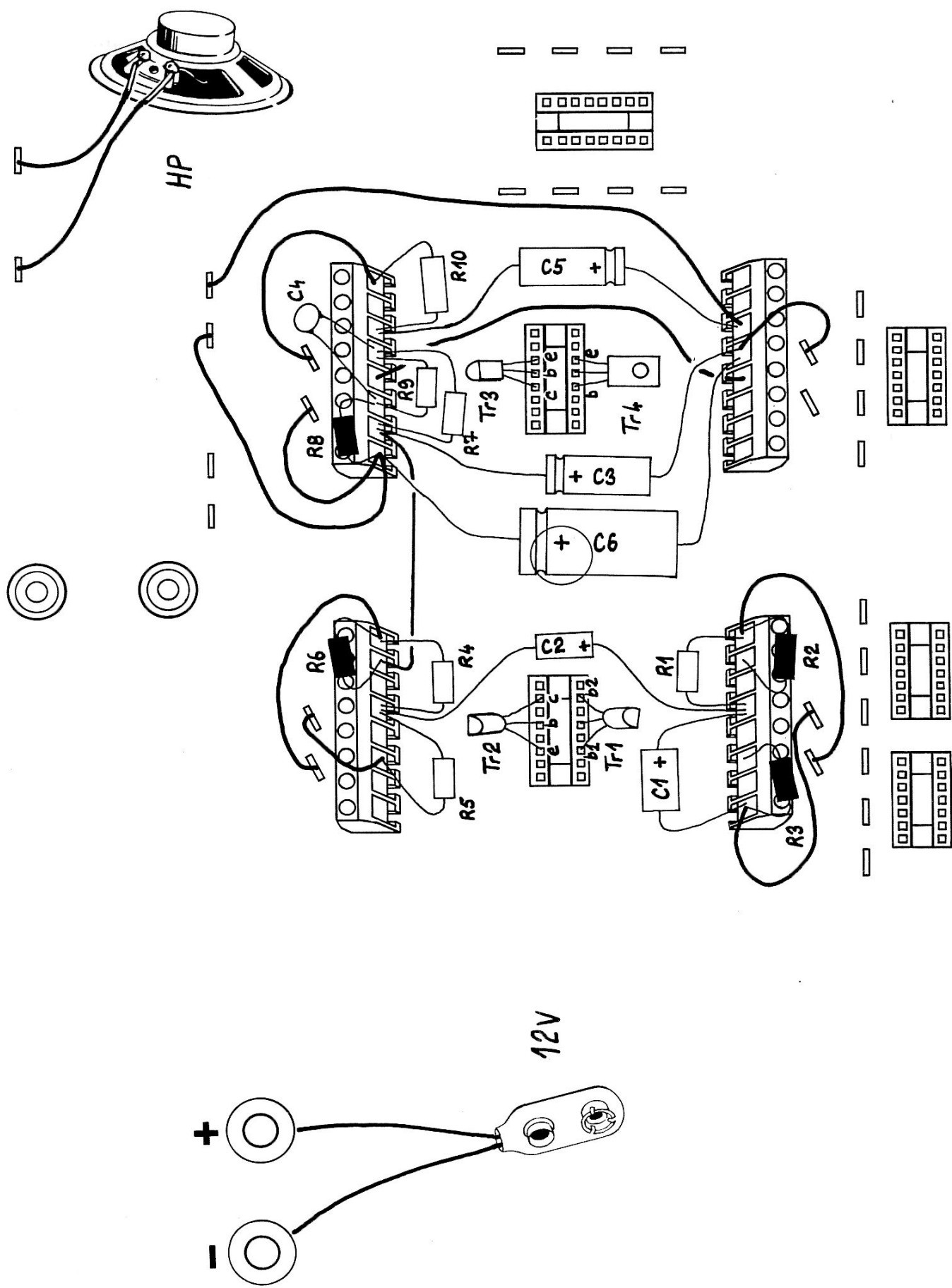


Fig. 5-8 -

N° V-5

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.

Pour l'instant considérons uniquement les deux transistors Tr 2 et Tr 3. Ils sont montés en **multivibrateur**, générateur de signaux rectangulaires fournissant une oscillation riche en fréquences harmoniques s'additionnant à la fréquence fondamentale.

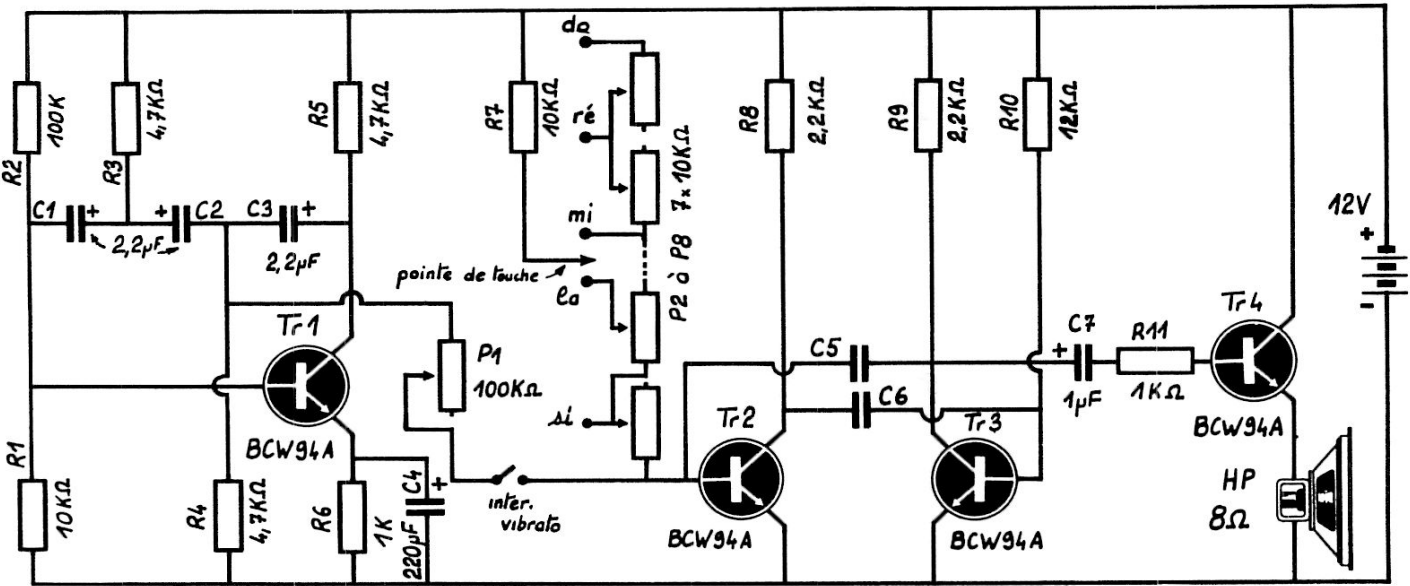


Fig. 5-9 -

Ce montage est caractérisé par une liaison « du collecteur de l'un à la base de l'autre », ici par les condensateurs C 5 et C 6. Dans les collecteurs, deux résistances de même valeur R 8 et R 9. Dans les bases, R 10 d'une part, et une série de résistances ajustables de 10 kilohms d'autre part.

Pour modifier la fréquence d'un multivibrateur, donc ici la note de musique produite, on peut agir sur les condensateurs de liaison et sur les résistances des bases. Nous verrons plus loin comment utiliser diverses valeurs de C 5 et C 6, pour l'instant observons la résistance de la base de Tr 2. A partir du + 12 V, nous trouvons R 7 qui se termine par une pointe de touche ; celle-ci touche les différents plots marqués « DO, RE, MI... ». Nous avons ici une série de 7 potentiomètres ajustables, dont le dernier P 2 aboutit à la base de Tr 2. Nous les avons représentés en détail en figure 5-10. Chacune de ces résistances sera ajustée pour produire une note de musique bien déterminée.

Le signal musical ainsi produit est prélevé sur le collecteur de Tr 3 par C 7 , transmis à Tr 4 pour amplification, et audible au haut-parleur.

Voyons maintenant les circuits de Tr 1 .

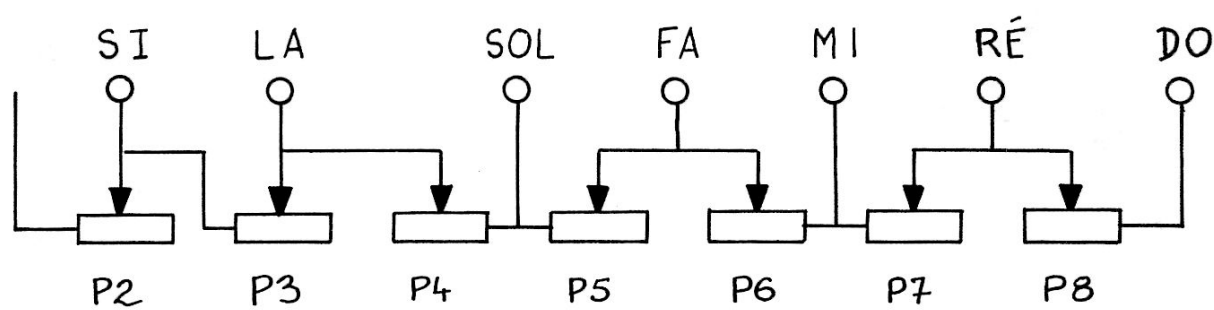


Fig. 5-10 - Le détail des liaisons des potentiomètres ajustables et les points « touchés » pour produire les différentes notes.

Ils constituent le vibrato électronique. Ils peuvent éliminés ou reliés à Tr 2 par un interrupteur. En langage musical, le vibrato est un système qui produit une **note tremblée**, vibrée, prolongée, une répétition rapprochée de la note musicale. Il est ici constitué par un transistor 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.

Voyons maintenant les valeurs de C 5 et C 6 .

Si nous adoptons pour ces condensateurs 150 nanofarads , le montage nous donne l'octave 3 . Si nous adoptons la valeur de 68 nanofarads, nous obtenons l'octave 4. On peut observer que la fréquence du multivibrateur varie **en raison inverse** de la valeur des condensateurs de liaisons ; si on diminue la capacité, la fréquence augmente. Il est donc possible de concevoir toute une série de montages de multivibrateurs, donc chacun donnera une octave bien déterminée. Nous résumons dans le tableau qui suit les résultats observés pour les octaves 3 et 4 .

Fréquence en hertz, et leur correspondance en notes musicales			
Octave 3	C5 = C6 = 150 nF	Octave 4	C5 = C6 = 68 nF
DO	261,59	DO	523,19
RÉ	293,56	RÉ	587,11
MI	329,60	MI	659,21
FA	349,22	FA	698,44
SOL	391,86	SOL	783,73
LA	440,00	LA	880,00
SI	493,88	SI	987,57

Les fréquences doublent d'une octave à la suivante.

Le LA de l'octave 3 , de 440 hertz, correspond à la fréquence des diapasons.

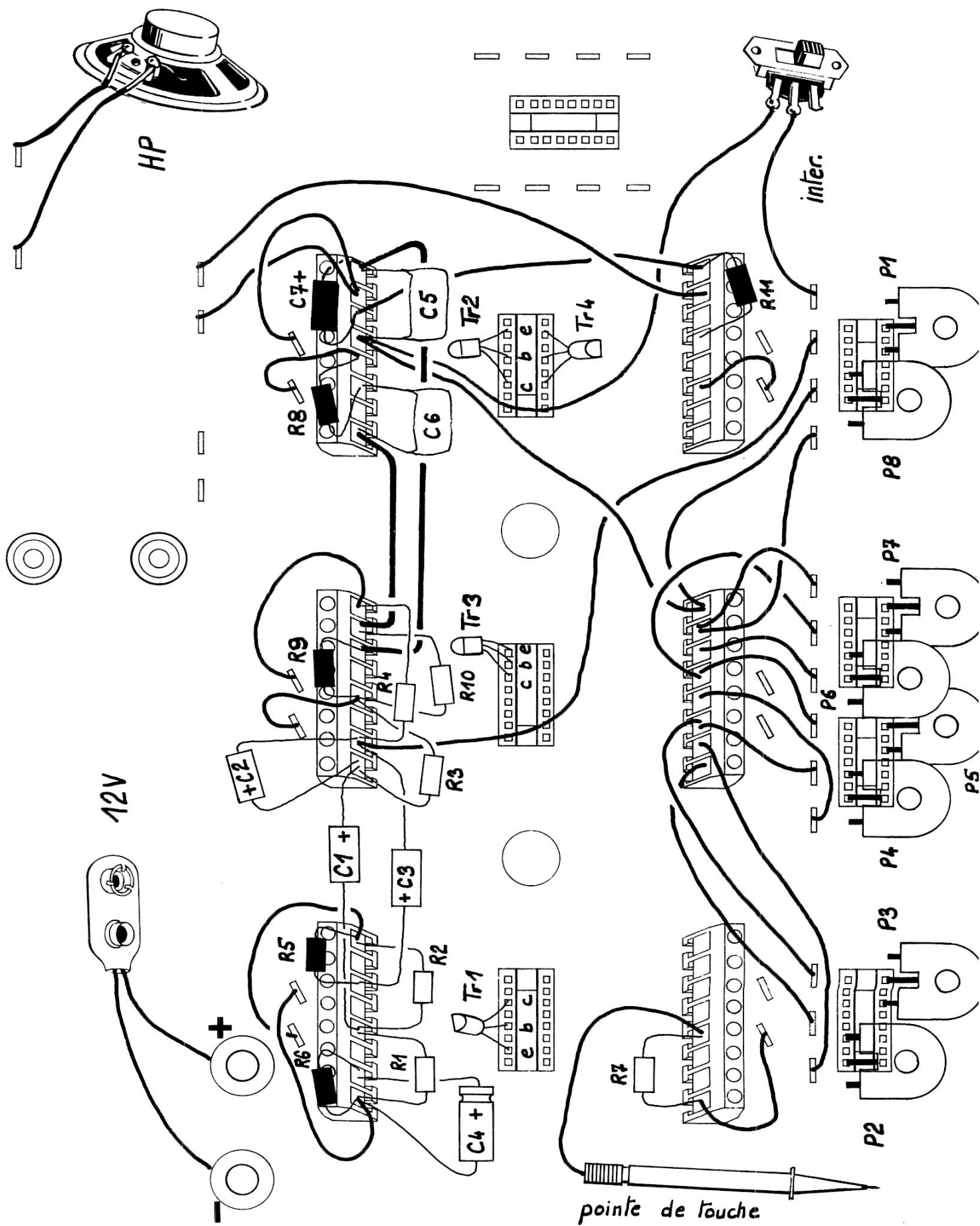


Fig. 5-11 -

Dans notre montage, commencer par accorder la note SI, et continuer vers le DO. Le montage est dit **monodique**, c'est-à-dire qu'il ne peut produire qu'une seule note à la fois. La puissance délivrée au haut-parleur est de 100 milliwatts.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistors : quatre BCW94	— Potentiomètres ajustables
— Pointe de touche	— Fiche banane
— Haut-parleur	— Commutateur à glissière
— Résistances	— Condensateurs

N° V -6 UN MÉTRONOME SONORE OU 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 applications restant bien entendu possibles.

Le montage que nous exécutons ici fournit les mêmes résultats, mais il est essentiellement électronique, sans pièces mécaniques en mouvement, sans remontage, uniquement par tensions et courants électriques. Le nombre de tops sonores qu'il délivre est continuellement réglable par un potentiomètre, il se situe dans une plage de 40 à 200 tops par minute.

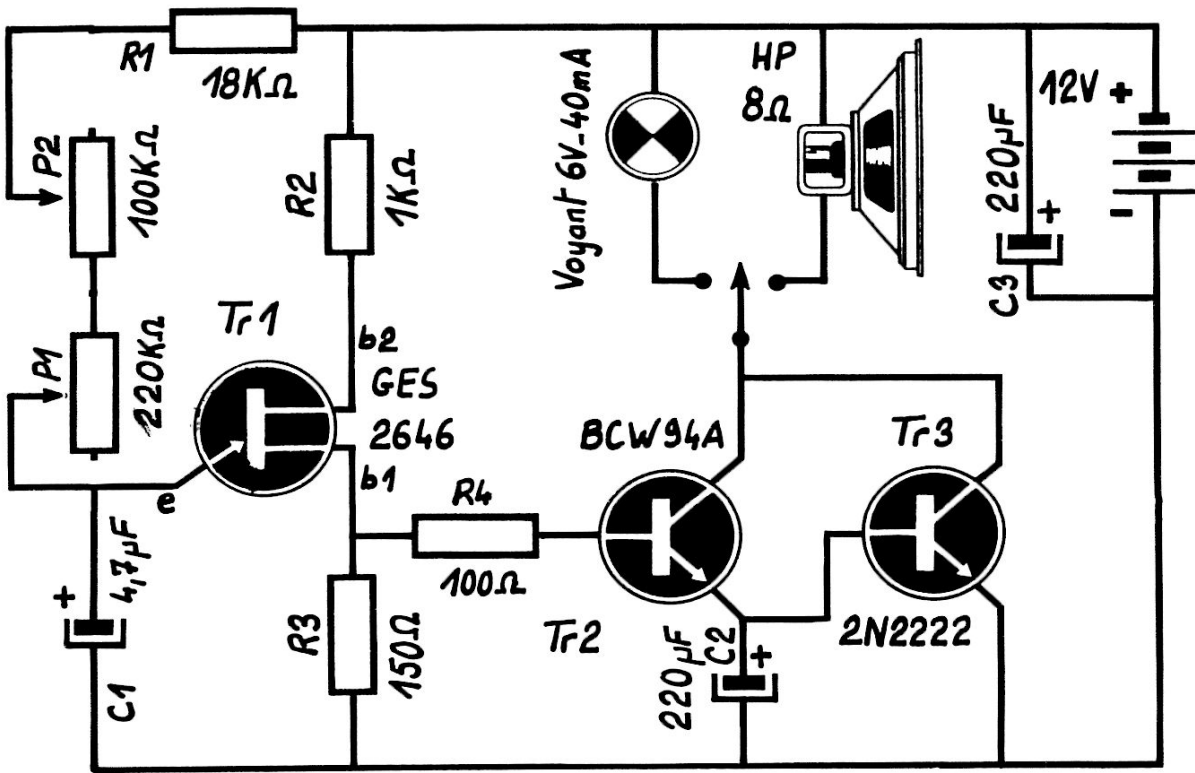


Fig. 5-12 -

Nous voyons au début le transistor unijonction GES 2646, il est chargé de générer une suite d'impulsions, de pics, qui après amplification deviendront de brefs signaux sonores, les tops. Le nombre de ces signaux, la cadence, dépend dans un tel montage de la résistance disposée entre émetteur et + 12 V, et de la valeur de la capacité de C 1. Cette dernière étant fixe, on agit sur la résistance.

P 2 est un potentiomètre **ajustable**, que l'on règle au moment de la mise au point. P 1 est **continuellement réglable** en cours d'utilisation, c'est lui qui permet d'obtenir la fréquence des tops que l'on désire.

A partir de la base B 1, on prélève le signal généré et on le dirige par R 4 sur les deux transistors suivants pour amplification. Un commutateur à 1 circuit 2 positions permet de brancher sur un haut-parleur de 10 cm de diamètre, auquel cas **on entend** les tops. Par ce même commutateur, on peut diriger sur une ampoule de 6 volts 40 milliampères, auquel cas **on voit** les tops. Le condensateur de forte capacité C 3 qui shunte la pile évite que par suite du vieillissement de celle-ci, sa résistance interne ne modifie la cadence des signaux.

Au moment de la mise en route, on commence par amener la position de P 1 de façon que sa résistance soit totalement en service ; ceci correspond à la cadence la plus faible. Ensuite on ajuste P 2 de façon à entendre 40 tops à la minute. Et par la suite quand on agira sur P 1 on entendra des cadences de plus en plus élevées au fur et à mesure que la résistance diminue.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--|-------------------|
| — Transistors : GES2646, BCW94, 2N2222 | — Condensateurs |
| — Potentiomètre | — Haut-parleur |
| — Potentiomètre ajustable | — Voyant lumineux |
| — Inverseur 1C-2P | — Résistances |

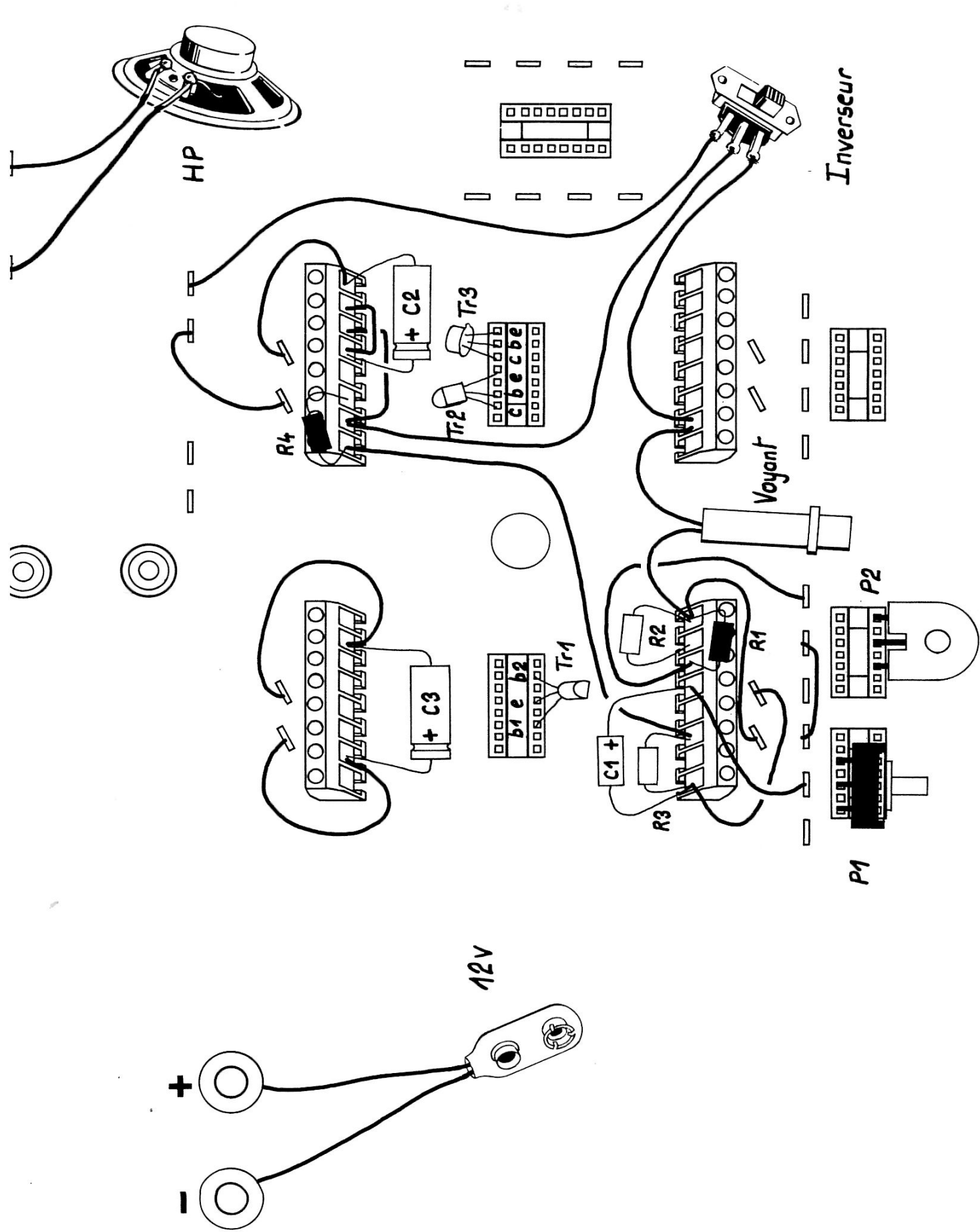


Fig. 5-13 -

N° V-7

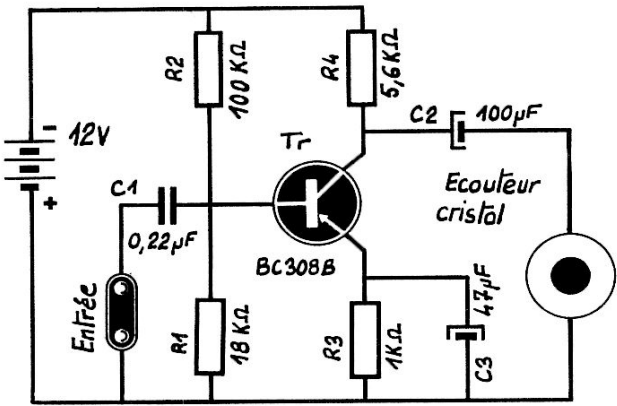
AMPLIFICATEUR BASSE FRÉQUENCE 1 TRANSISTOR — SUR ÉCOUTEUR

Voici un petit amplificateur d'une extrême simplicité. Il met en œuvre un transistor BC308B, très couramment utilisé en préamplificateur à faible souffle dans des montages à haute fidélité.

Aux deux douilles de la plaquette d'entrée, on relie la source des signaux que l'on veut amplifier ; par exemple le bras de lecture d'un tourne-disques. Le condensateur C1 transmet à la base, qui est polarisée par-

R1 et C2. Le signal amplifié apparaît dans le circuit du collecteur, aux bornes de R4. De là il est envoyé dans l'écouteur par C2. Ce condensateur transmet les signaux B.F. et bloque tout courant continu. L'écouteur est un modèle miniature **auriculaire**, dit également écouteur d'oreille ; type piézoélectrique, dit également à cristal. En effet, l'amplification fournie par un seul étage est insuffisante pour actionner un haut-parleur.

Fig. 5-14 -



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.

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.

Un tel montage peut encore être utilisé en recherches et vérifications, puisqu'il permet de « faire entendre de la B. F » partout où il y en a... Donc il peut intervenir **à l'intérieur** de circuits de basse fréquence, en différents points d'un montage. Pour cela, on utilise pour les deux fils d'entrée du câble blindé, gaine métallique reliée au point froid (le + 12 V) et le conducteur isolé à C1. Sur l'appareil que l'on veut vérifier, on relie également la gaine au point froid, et le fil isolé au point où doit exister un signal de basse fréquence. C'est un excellent moyen d'expérimentation et de vérification.

Également dans le cas d'emploi avec un tourne-disques, le cordon blindé provenant du bras de lecture doit être relié ainsi. Gaine métallique au point froid, fil isolé à C1. Remarquez que ce point froid correspond ici au + 12 volts, puisque le transistor utilisé est un P N P.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| — Transistor BC308 | — Résistances |
| — Écouteur piézoélectrique | — Condensateurs |

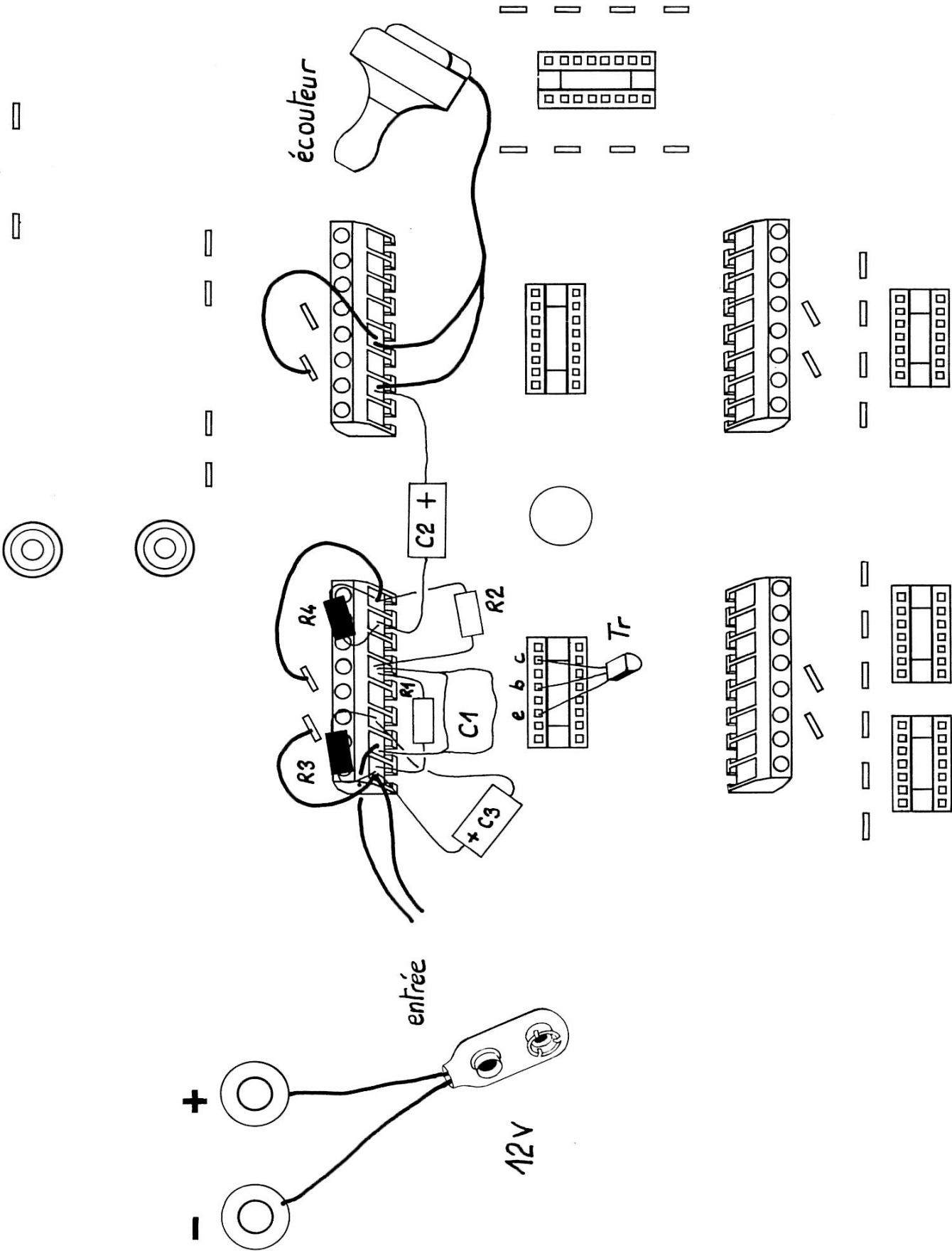


Fig. 5-15 -

N° V-8

AMPLIFICATEUR BASSE FRÉQUENCE DEUX TRANSISTORS — SUR HAUT-PARLEUR

Voici un second montage amplificateur basse fréquence, également très simple, quoique un peu plus important.

Ici nous disposons de deux étages amplificateurs successifs. Nous disposons donc d'une puissance qui, bien que pas encore très élevée, nous permet quand même d'actionner un petit haut-parleur. Le condensateur de forte capacité $C3$ bloque tout courant continu et ne transmet au haut-parleur que les signaux utiles, en l'occurrence ici les courants de basse fréquence amplifiés.

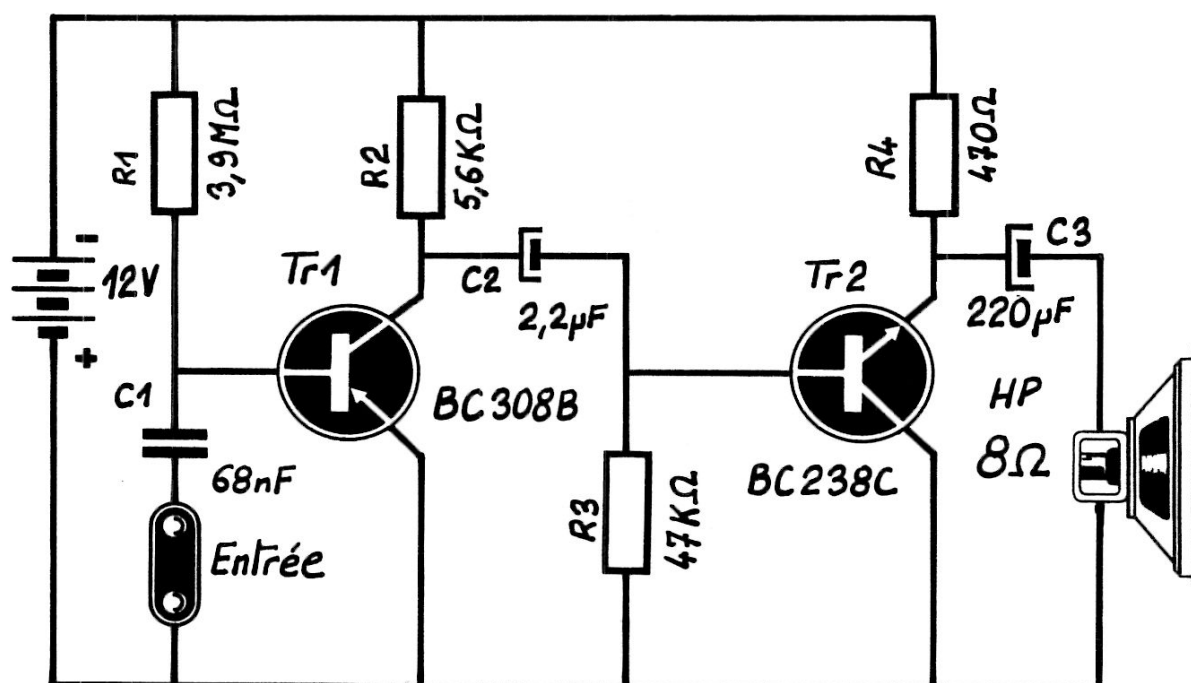


Fig. 5-16 -

Nous avons successivement pour les transistors un PNP et un NPN. Pour ce dernier c'est son collecteur qui est relié au point froid, ici la ligne + 12 volts. En partant de cette ligne, on retrouve bien les sens de courants tels qu'ils ont été définis au début de ce livre.

Pour la liaison à l'entrée par un fil blindé, les mêmes observations s'appliquent que précédemment.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Transistors : BC308, BC238
— Haut-parleur

— Résistances
— Condensateurs

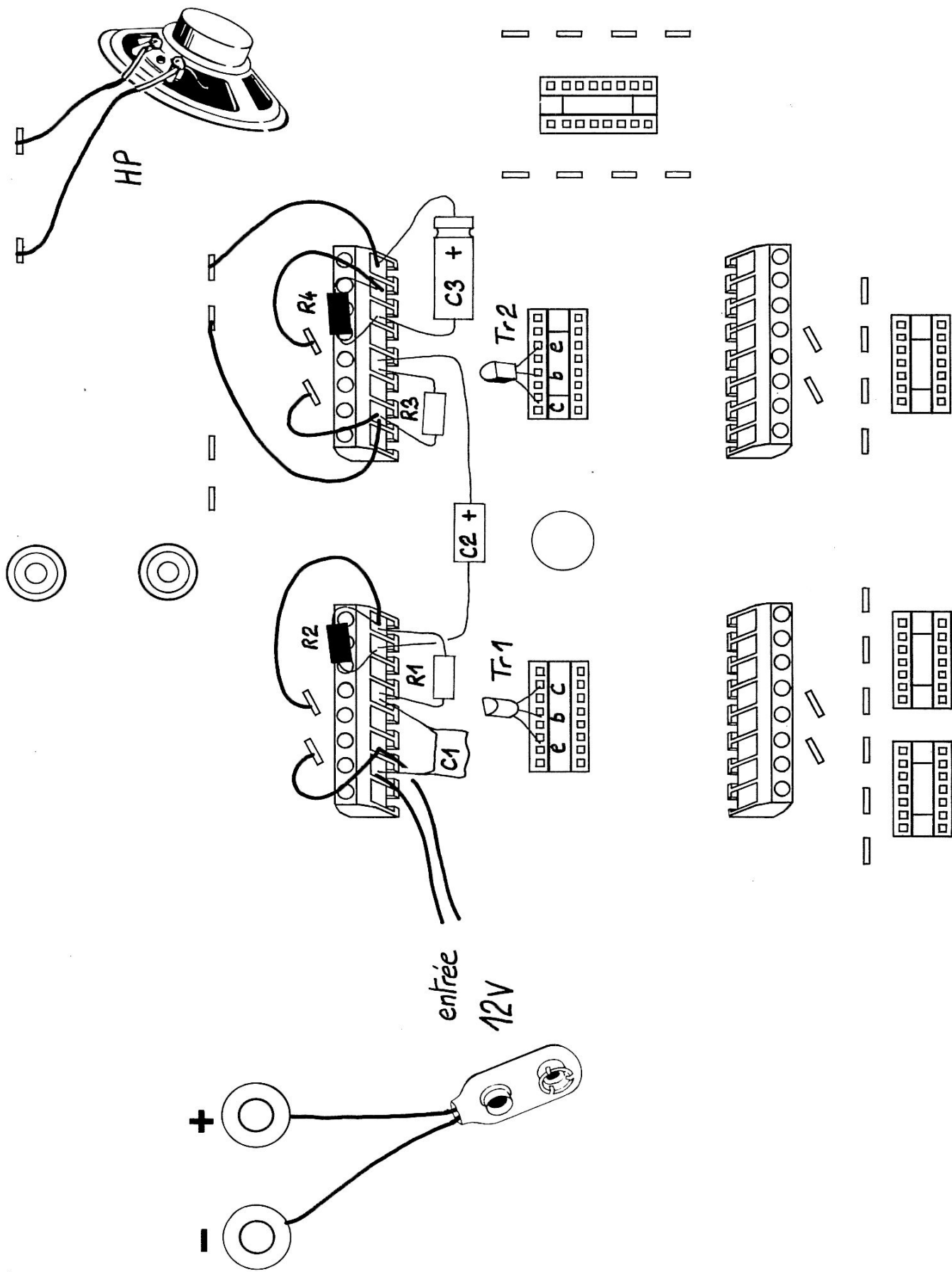


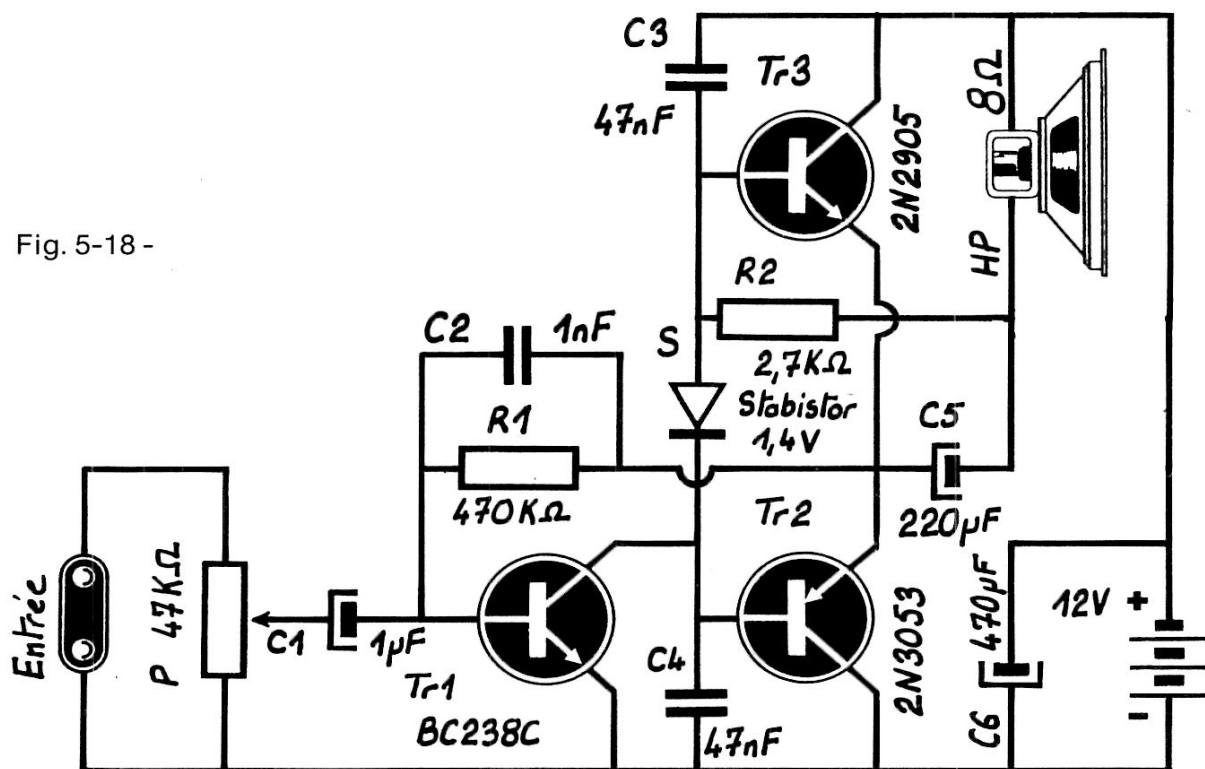
Fig. 5-17 -

N° V-9

AMPLIFICATEUR BASSE FRÉQUENCE 3 TRANSISTORS - 250 MILLIWATTS

Nous voyons ici un schéma assez classique et fort répandu, on le rencontre en particulier dans les petits récepteurs de radio à 6 ou 8 transistors, de dimensions réduites. On peut remarquer à ce sujet que dans ce schéma comme dans la plupart des schémas d'amplificateurs B.F., il n'y a aucune liaison par transformateur, éléments lourds et encombrants, toutes les liaisons se font par résistances-condensateurs.

Fig. 5-18 -



On peut relier à l'entrée un microphone, ou une table de lecture de disques. Ce peut être également l'étage de détection d'un récepteur, point à partir duquel on dispose de tensions de basse fréquence.

A l'entrée le potentiomètre agit en dosage de la puissance. Le premier transistor est amplificateur de tension. Ensuite Tr2 et Tr3 sont amplificateurs de puissance. Ils sont montés en un circuit dit « push-pull », ils sont complémentaires, c'est-à-dire que l'un de type NPN et l'autre est un PNP. Les éléments R1 et C2 constituent un circuit de **contre-réaction**, destiné à améliorer la musicalité en compensant certaines distorsions.

La diode marquée « stabistor » est un élément particulier à ce type de montage. Pour que le push-pull fonctionne correctement, il doit exister une certaine différence de potentiel entre les deux bases. Cette tension est fournie par ce stabistor, tel qu'il est conçu cet élément présente 1,4 volt entre anode et cathode.

En pratique, cet élément se présente exactement comme une diode ordinaire, avec le côté cathode repéré par un anneau de couleur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| — Transistors : BC238, 2N3053, 2N2905 | — Stabistor |
| — Potentiomètre | — Bouton de commande |
| — Haut-parleur 10 cm | — Résistances |
| — Condensateurs | |

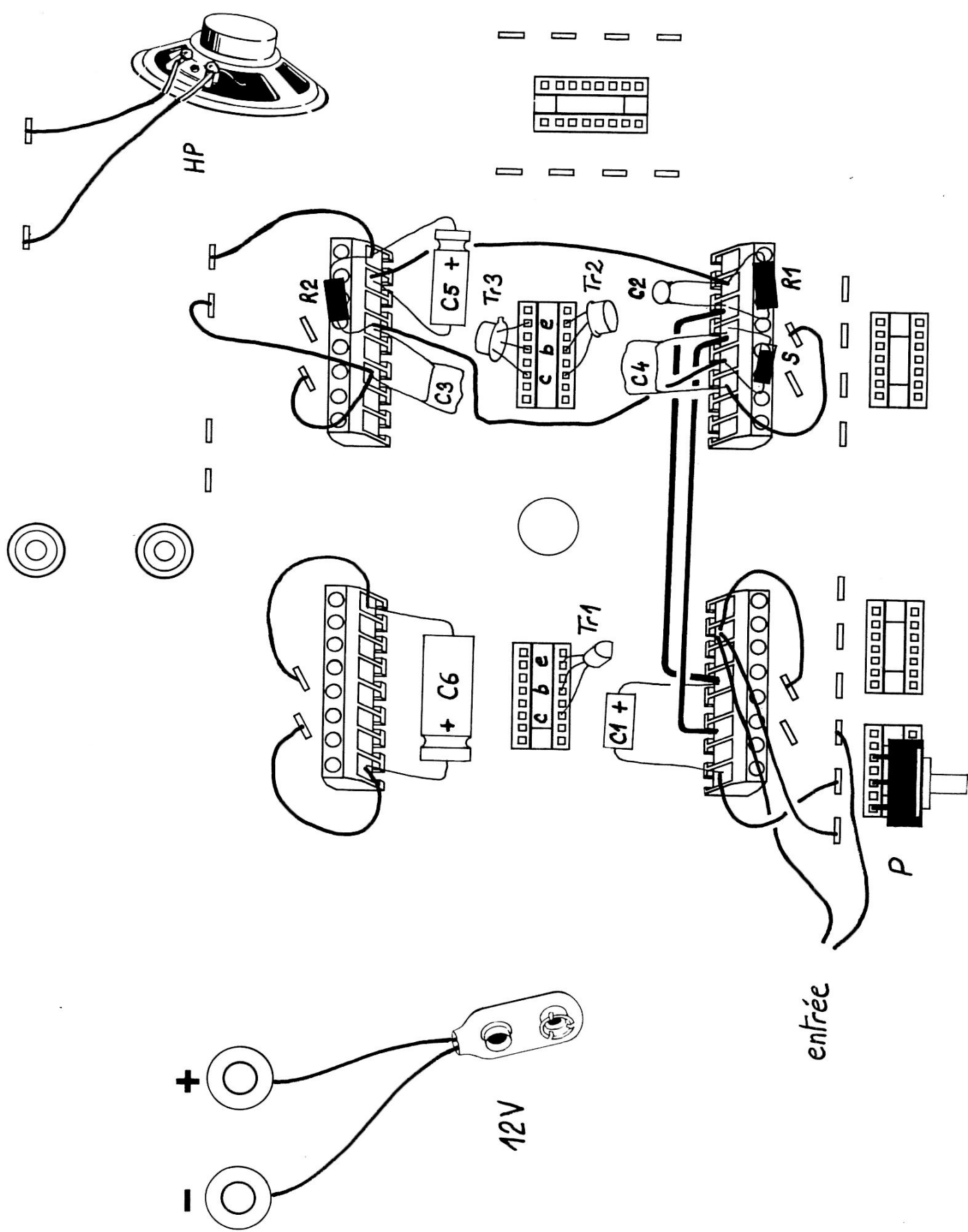


Fig. 5-19 -

N° V-10

AMPLIFICATEUR BASSE FRÉQUENCE 5 TRANSISTORS — 800 MILLIWATTS

Voici maintenant un schéma d'amplificateur un peu plus important. Il peut délivrer une puissance de 800 milliwatts sur haut-parleur, autorisant une audition dans une pièce de dimensions courantes.

La table de lecture de disques est reliée aux deux douilles « Entrée », point froid au — 12 V. Le potentiomètre P 1 agit en **réglage de tonalité** en dérivant par le condensateur C 10 vers la masse une partie plus ou moins importante de notes aiguës suivant la position du curseur. P 1 agit en réglage de puissance, il doit être de type logarithmique.

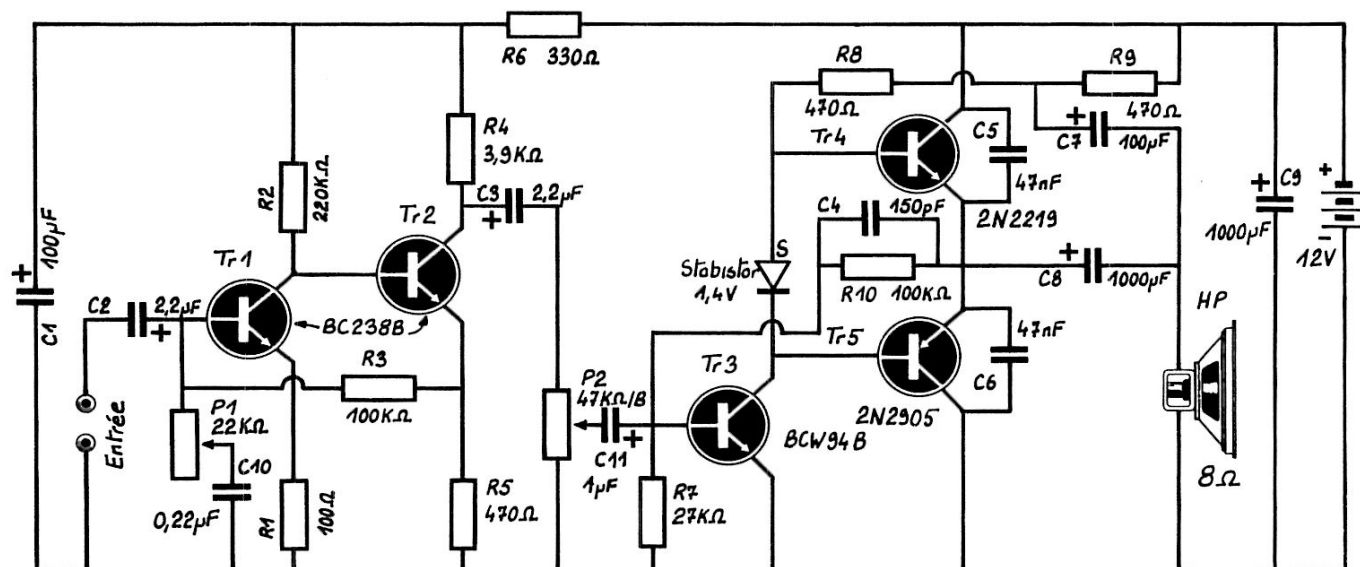


Fig. 5-20 -

Les deux premiers transistors sont fortement amplificateurs. Les éléments R 6 et C 1 constituent une **cellule de découplage**, dont le but est de séparer (du point de vue courants B.F.) l'alimentation de ces premiers étages, des étages de puissance qui suivent. Ceci pour éviter des **accrochages B.F.** se traduisant par des sifflements et grincements fort désagréables.

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 120 milliampères pour la puissance maximale.

Pour le montage en essais sur table, on peut utiliser notre même haut-parleur de 10 centimètres. Mais pour un montage définitif, il sera préférable d'adopter un modèle plus important; par exemple un elliptique de 13 x 19 cm, ou mieux encore un 16 x 24 cm.

Sur la table du montage, remarquez que les deux derniers transistors sont munis d'un clip refroidisseur, ou radiateur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| — Transistors : deux BC238, BCW94, | — Condensateurs |
| 2N2219, 2N2905 | — Haut-parleur |
| — Deux potentiomètres | — Résistances |
| — Deux radiateurs | — Deux boutons |
| — Stabistor | |

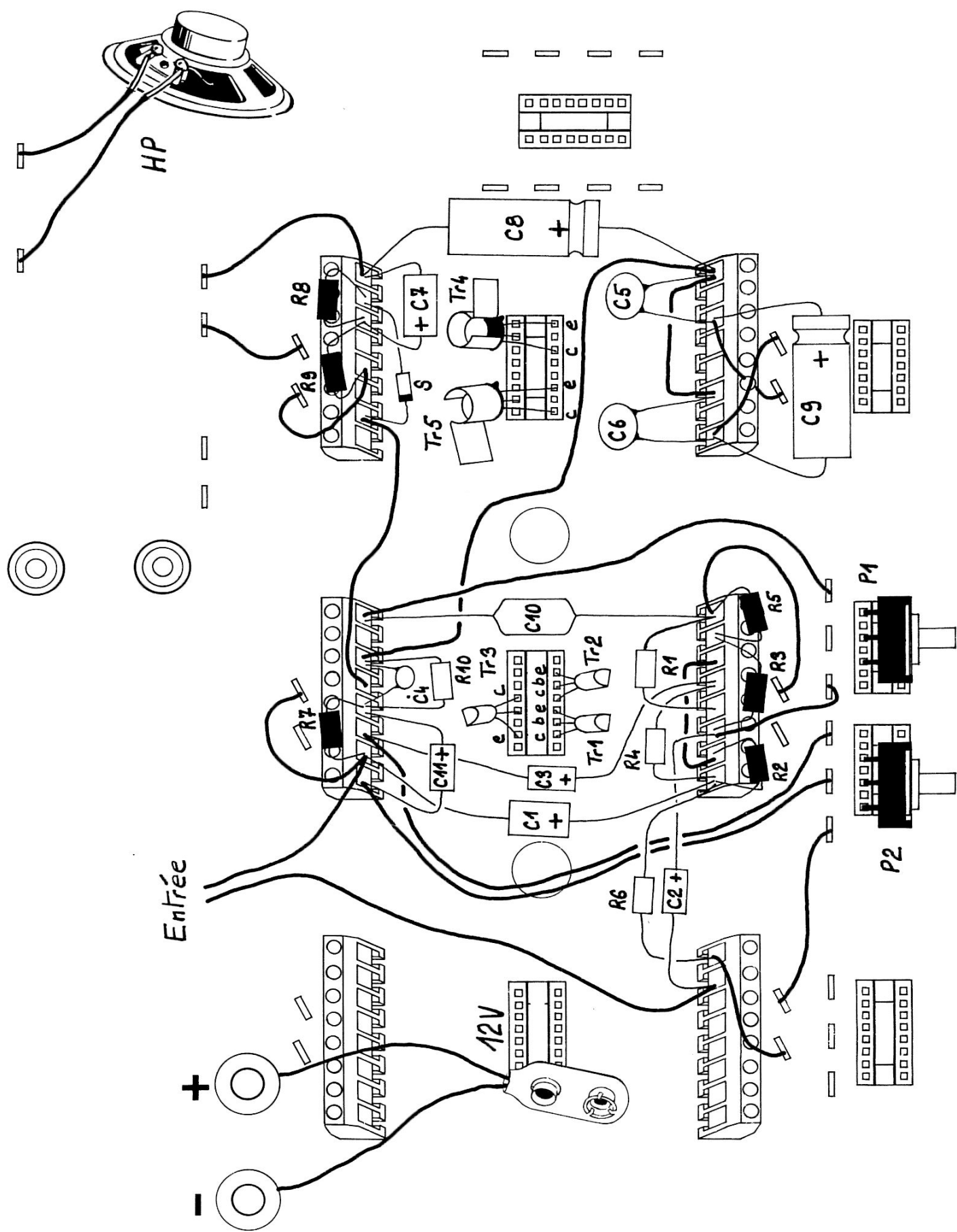
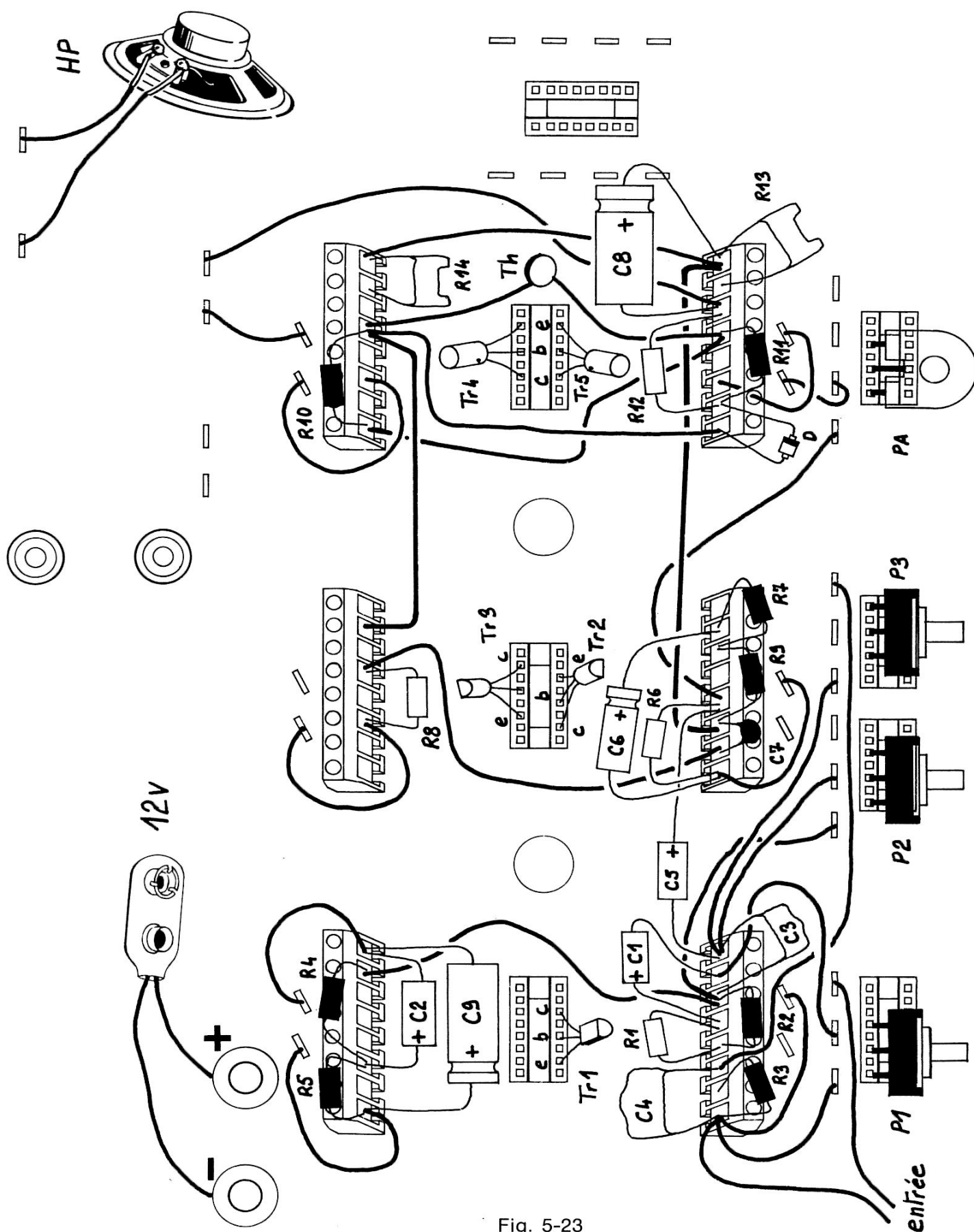


Fig. 5-21 -



liaison de R 14 et R 13, on doit obtenir la moitié de la tension d'alimentation, **sans signal** appliqué à l'entrée. Autrement dit, pour une tension de 12 V par exemple, on doit observer à ce point une tension de + 6 V par rapport à la « Ligne — 12 V », ou de — 6 V par rapport à la « Ligne + 12 V ».

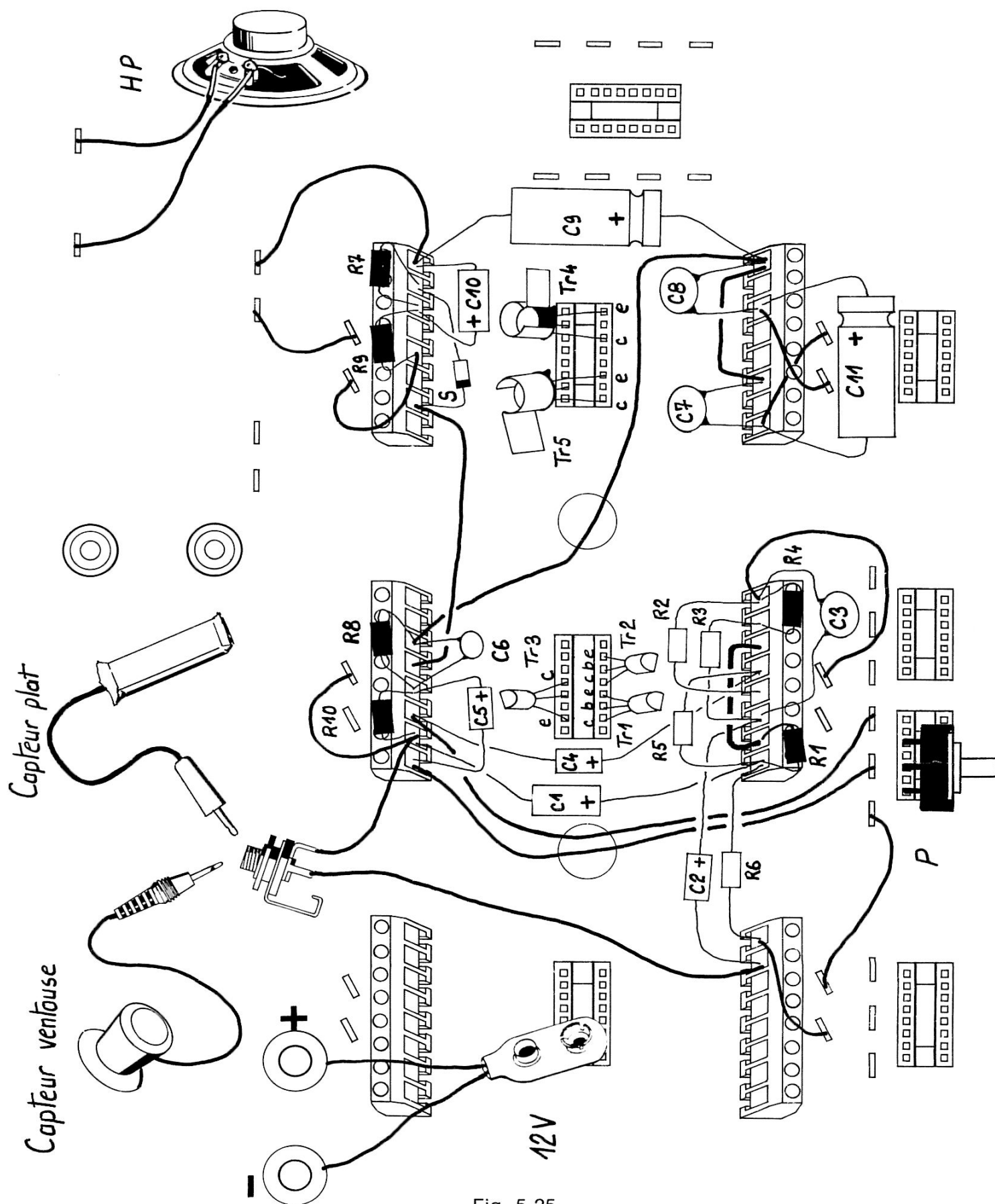


Fig. 5-25

En vertu d'une réglementation impérative et d'ailleurs fort compréhensible, toute modification ou intervention est interdite dans un récepteur téléphonique. En conséquence tout l'appareillage amplificateur doit être « **extérieur** ». Ceci est obtenu par l'emploi d'un **capteur téléphonique**, ou bobine de couplage, qui comporte un bobinage à grand nombre de spires et

haut-coefficient de perméabilité. C'est donc par induction, par couplage, que les courants de modulation B.F. correspondant à la parole sont transmis à l'amplificateur. Ensuite à partir de là on transmet à l'amplificateur de la figure 5-24, dont les circuits nous sont bien connus.

En pratique, il faut rechercher avec le capteur quelle est la position vis-à-vis du poste téléphonique qui donne la meilleure amplification. C'est très net, en déplaçant le capteur près du poste, on passe du silence total à un maximum d'amplification pour un déplacement de quelques centimètres. D'autre part, il existe deux modèles de capteur, que nous avons représentés en figure 5-25. Le capteur plat convient pour les derniers modèles de postes fournis par les P.T.T., les plus récents. Le modèle à ventouse convient pour les appareils plus anciens.

Le capteur plat est simplement disposé sous le poste téléphonique, alors que le capteur à ventouse est plaqué sur le corps du poste. D'autre part il faut éviter de diriger le haut-parleur vers le combiné, ce qui peut déclencher ce que l'on nomme de l'effet Larsen, et se traduit par des sifflements et grincements divers.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| — Transistors : deux BC238, BCW94, | — Stabistor |
| 2N2905, 2N2219 | — Jack |
| — Capteur plat avec sa fiche | — Haut-parleur 10 cm |
| — Deux radiateurs | — Bouton de commande |
| — Potentiomètre | — Condensateurs |
| — Résistances | |

N° V-13

UN INTERPHONE COMPLET

Tout d'abord et avant toutes choses, parlons de la **réversibilité électromagnétique** qui va trouver une application pratique dans l'appareil que nous décrivons ici.

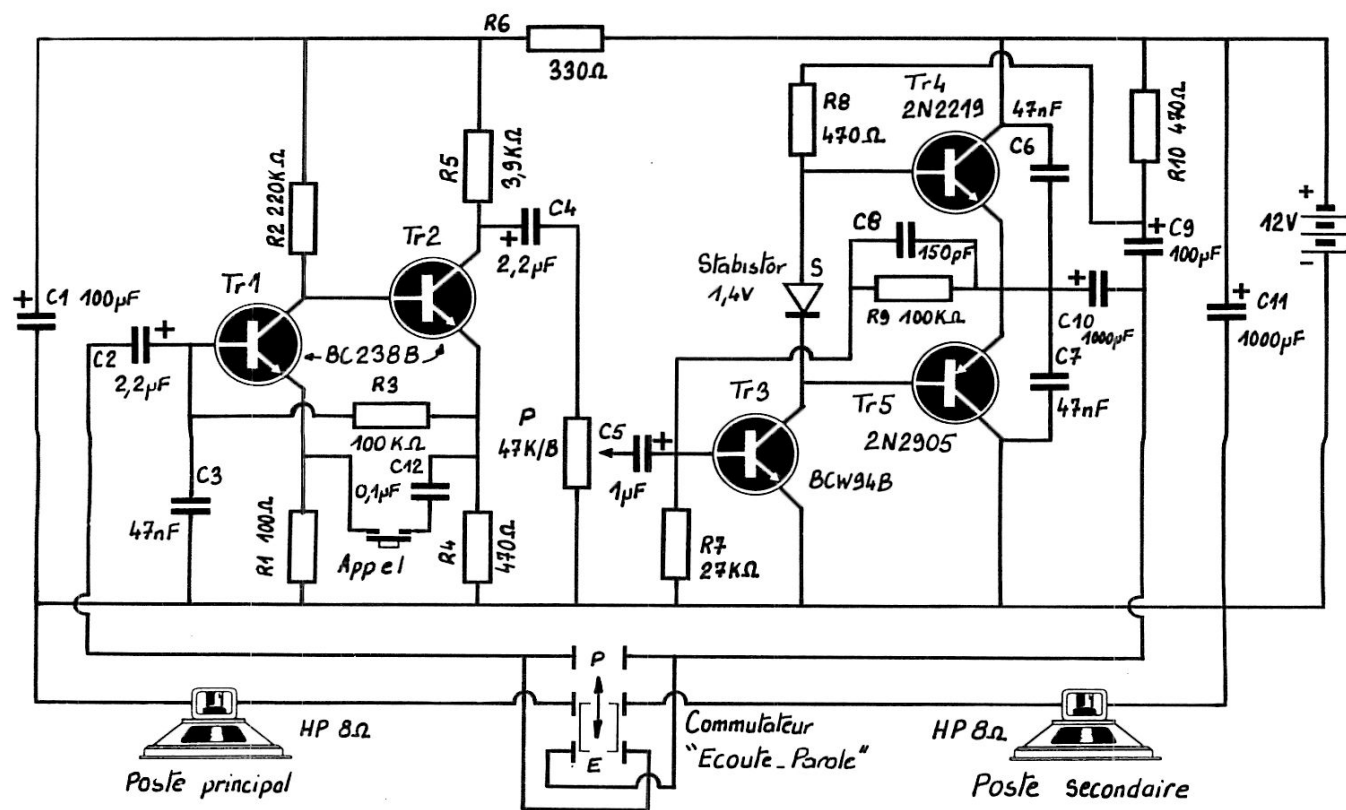


Fig. 5-26

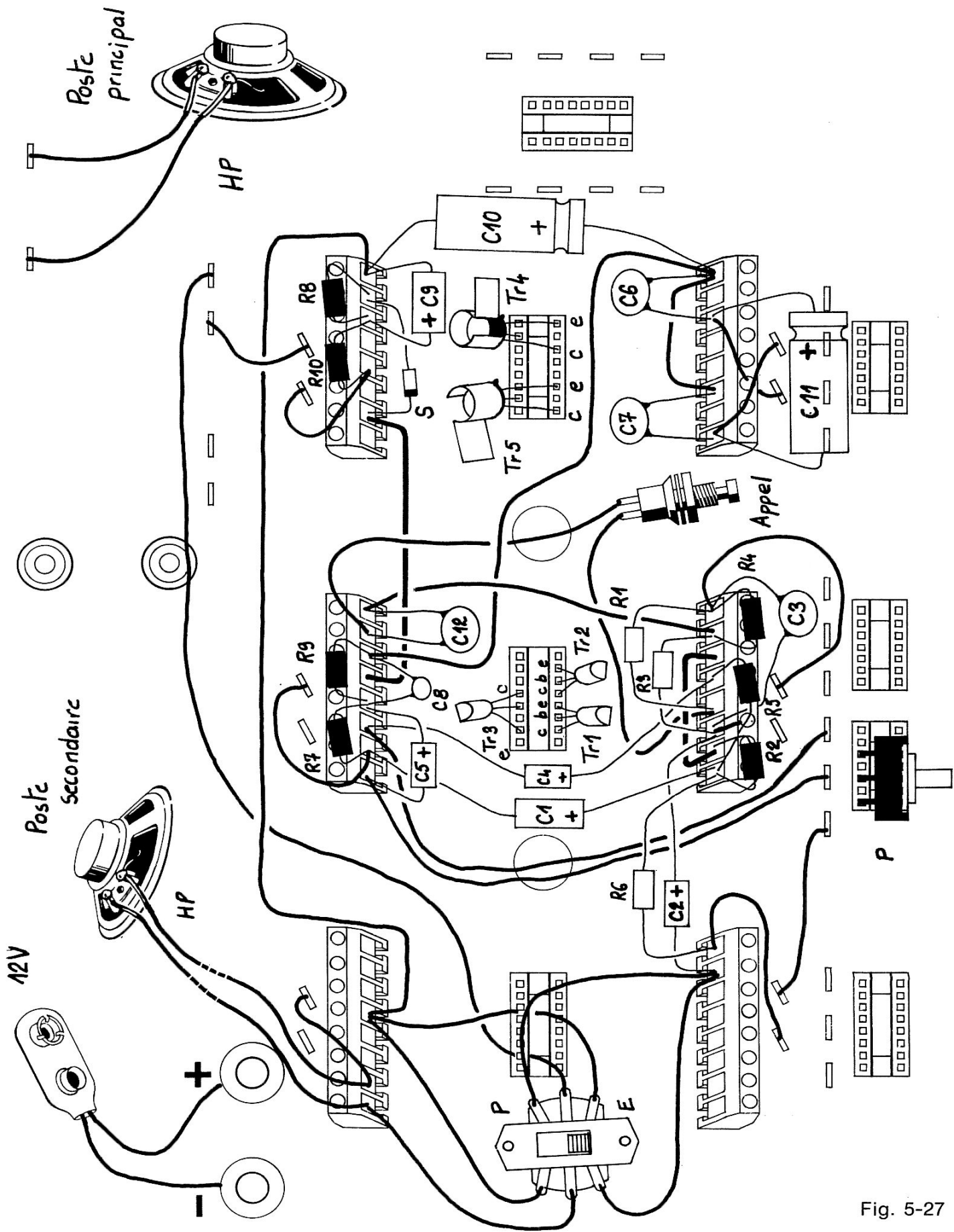


Fig. 5-27

Dans la plupart des cas, un haut-parleur fonctionne en sortie d'un amplificateur basse fréquence. **Il reçoit des courants** électriques, variables, qu'il transforme, et il délivre des sons, de la musique, ou de la parole. **Inversement**, si l'on parle devant la membrane d'un haut-parleur, on

constate qu'on recueille à la sortie des courants électriques que l'on peut ensuite amplifier : **il fonctionne en microphone.**

Parlons maintenant de l'interphone.

Son but est de pouvoir converser entre deux personnes en installation intérieure. Par exemple entre une boutique et son magasin ; dans une villa ou en appartement entre deux pièces très éloignées l'une de l'autre. La liaison se fait par fil.

La conversation a lieu **en mains libres** : l'appareil est posé sur table, on parle et on écoute sans qu'il soit nécessaire de s'approcher tout près. Le poste secondaire comporte uniquement un haut-parleur. Il est relié par un cordon à 2 conducteurs, pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres, au poste principal. Celui-ci contient pratiquement tout l'appareillage. Par la manœuvre du commutateur « Écoute-Parole », c'est l'utilisateur de ce poste qui dirige la conversation.

Le schéma comporte essentiellement l'amplificateur basse fréquence que nous connaissons bien, avec « un haut-parleur à chaque bout »... Voyons par exemple lorsque le commutateur est en position « Parole ». Le haut-parleur P P est bien branché entre le -12 V et l'entrée de C 2, donc **en microphone**. Le haut-parleur P S est bien branché entre le -12 V et la sortie de C 10, donc **en haut-parleur**. Si ensuite on suit les circuits en position « Écoute », on constate que P S est bien branché sur C 2, en microphone, et que P P est bien relié à C 10, en haut-parleur.

Notons d'autre part la présence du bouton-poussoir « Appel ». Lorsqu'on l'actionne, les transistors Tr 1 et Tr 2 fonctionnent en oscillateur, ils génèrent un signal B F qui est ensuite amplifié et audible dans le haut-parleur de sortie. Donc au début l'utilisateur du poste principal se met sur « Écoute » et par ce bouton il appelle son correspondant. Dès que celui-ci répond, il passe sur « Parole » et engage la conversation.

En réalisation utilitaire et définitive de cet appareil, il convient de prévoir un interrupteur à la sortie de la pile, sur le $+12\text{ V}$, pour éviter un débit permanent des piles. D'autre part, nous avons prévus pour le poste principal un haut-parleur de 10 cm pour une simple question de mise en place mécanique. Pour le poste secondaire, un modèle de 7 cm s'est révélé suffisant.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--|----------------------|
| — Transistors : deux BC238, BCW94,
2N2219, 2N2905 | — Stabistor |
| — Deux radiateurs | — Bouton-poussoir |
| — Potentiomètre | — Bouton de commande |
| — Commutateur 2C 2P à glissière | — Résistances |
| — Deux haut-parleurs de 10 et 7 cm | — Condensateurs. |

CHAPITRE VI

LES TRANSISTORS EN COMMUTATION

Titre de ce chapitre : les transistors en commutation.

De quoi s'agit-il ? Qu'est-ce que cela signifie ?

Lorsque le transistor fonctionne **en amplificateur**, on amène sur la base (**en entrée**) un courant qui est variable, qui représente par exemple les fluctuations de la parole ou de la musique. Et sur le collecteur (**en sortie**) on recueille ce courant, amplifié, mais qui représente toujours les mêmes fluctuations.

On œuvre sur des courants et tensions **variables**.

En commutation le fonctionnement est différent, il est dit également « **par tout ou rien** ».

En attente, au repos, le transistor est bloqué, il ne conduit pas, aucun courant ne traverse l'espace collecteur-émetteur. Cela s'obtient en reliant à un même potentiel base et émetteur. Le transistor se présente comme un interrupteur qui coupe le courant.

Puis on amène sur la base une tension fixe, un signal de commande. Dès lors, le transistor se débloque, il conduit, on dit aussi qu'il est saturé, un courant traverse l'espace collecteur-émetteur. Si on insère dans le circuit de collecteur une ampoule, ou un relais, ou une sirène, ces éléments seront actionnés.

En résumé, le transistor en commutation se présente comme un interrupteur dont les deux bornes sont le collecteur et l'émetteur, et dont le levier de commande est la base. Mais un interrupteur électronique **ultra-rapide**, qui peut être actionné de milliers de fois par seconde !...

Constatons également que le transistor fonctionne :

- en amplification ou en oscillation, en **courants variables**,
- en commutation, en **courants continus**.

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,
- avertisseurs 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...

N° VI-1

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, la valeur de cette résistance diminue à la lumière.

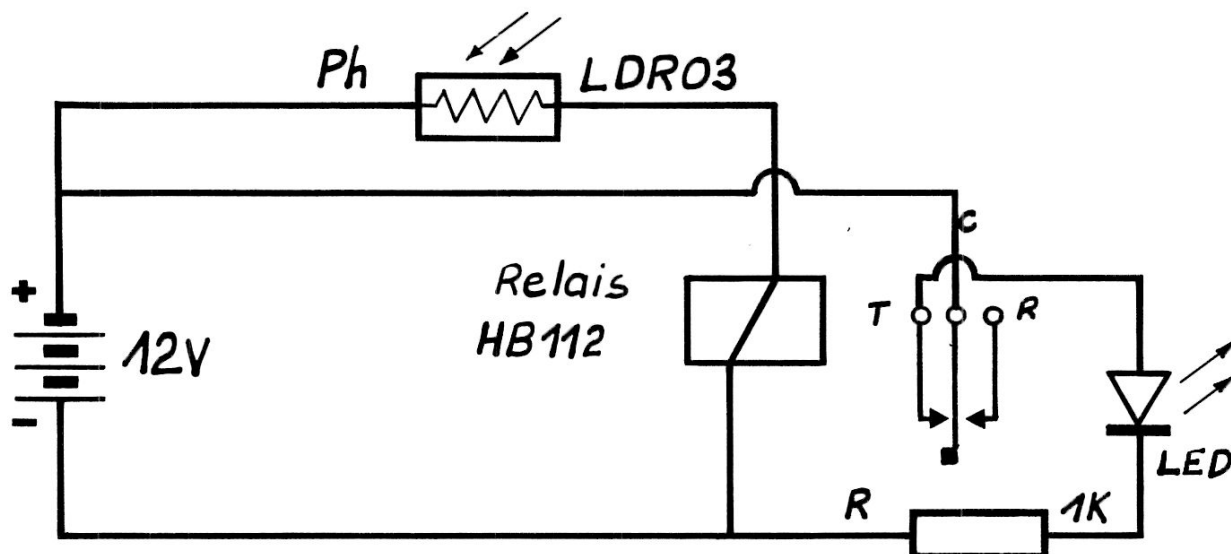


Fig. 6-1 -

Le schéma de la figure 6-1 illustre bien un tel fonctionnement. Le relais est un modèle à bobine 12 volts. Il est branché en série avec la photo-résistance Ph et la pile 12 volts. Dans l'obscurité, ou tout au moins au-dessous d'un certain seuil d'éclairement, la résistance de la cellule est élevée 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 débité augmente et provoque le collage du relais.

Pour visualiser le fonctionnement du relais, nous avons ajouté une diode LED. Au repos, la palette mobile C est au contact R, il ne se passe rien. Dès que le relais est excité, la palette vient au contact T, de ce fait elle relie le +12 V à la diode, la résistance, et le -12 V. La LED s'éclaire.

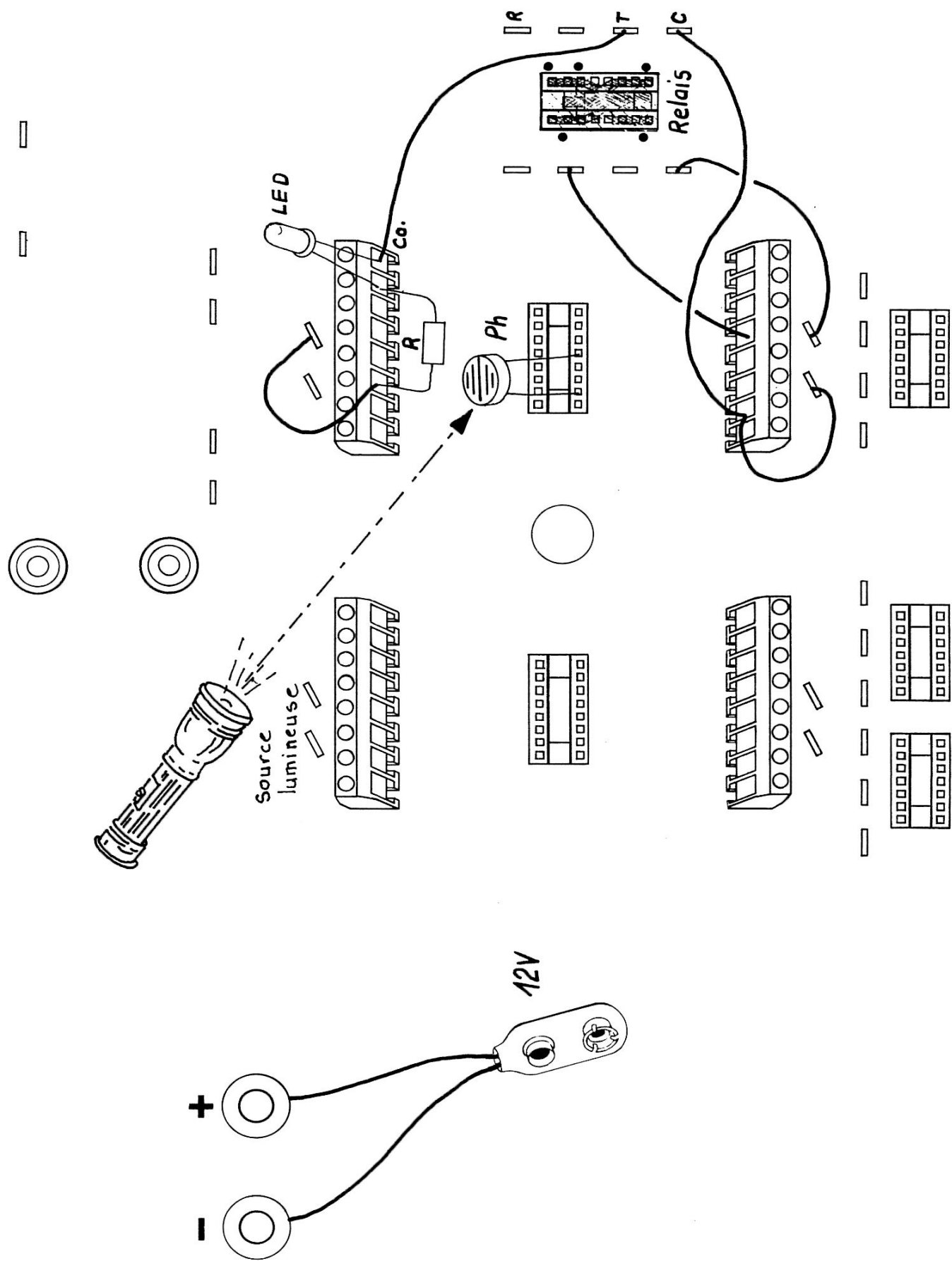


Fig. 6-2 -

Avec une lampe-torche ordinaire, nous avons actionné ce dispositif à une distance de 1 mètre environ. 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.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Relais 12 V
— Résistance

— Photorésistance
— Diode lumineuse

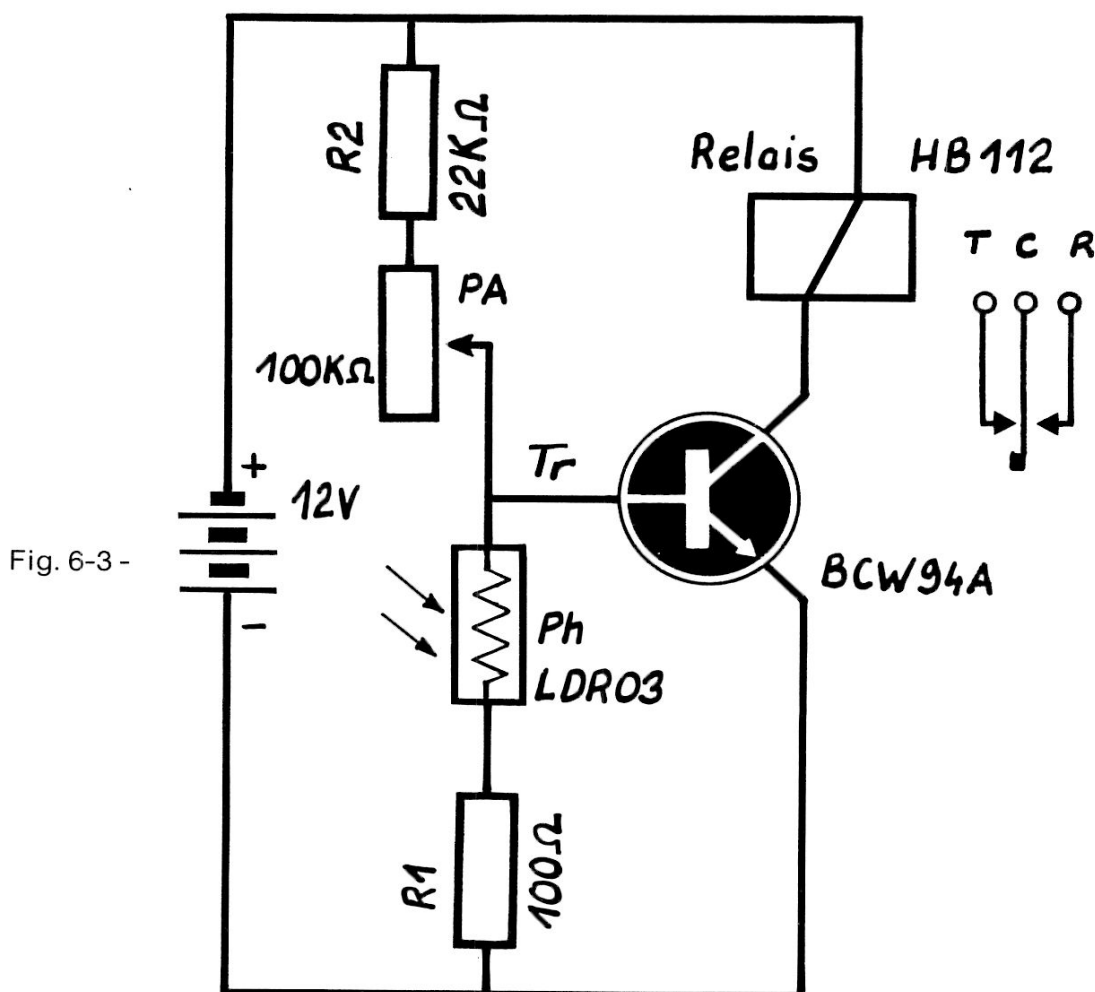
N° VI-2

RELAIS PHOTOÉLECTRIQUE PHOTORÉSISTANCE — 1 TRANSISTOR

Ce modèle est plus sensible que le précédent car il possède un système amplificateur, en l'occurrence un transistor BCW94.

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

- côté négatif, la résistance fixe R_1 ;
- la photorésistance Ph
- côté positif, la résistance fixe R_2
- et la résistance variable de 100 kilohms.



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.

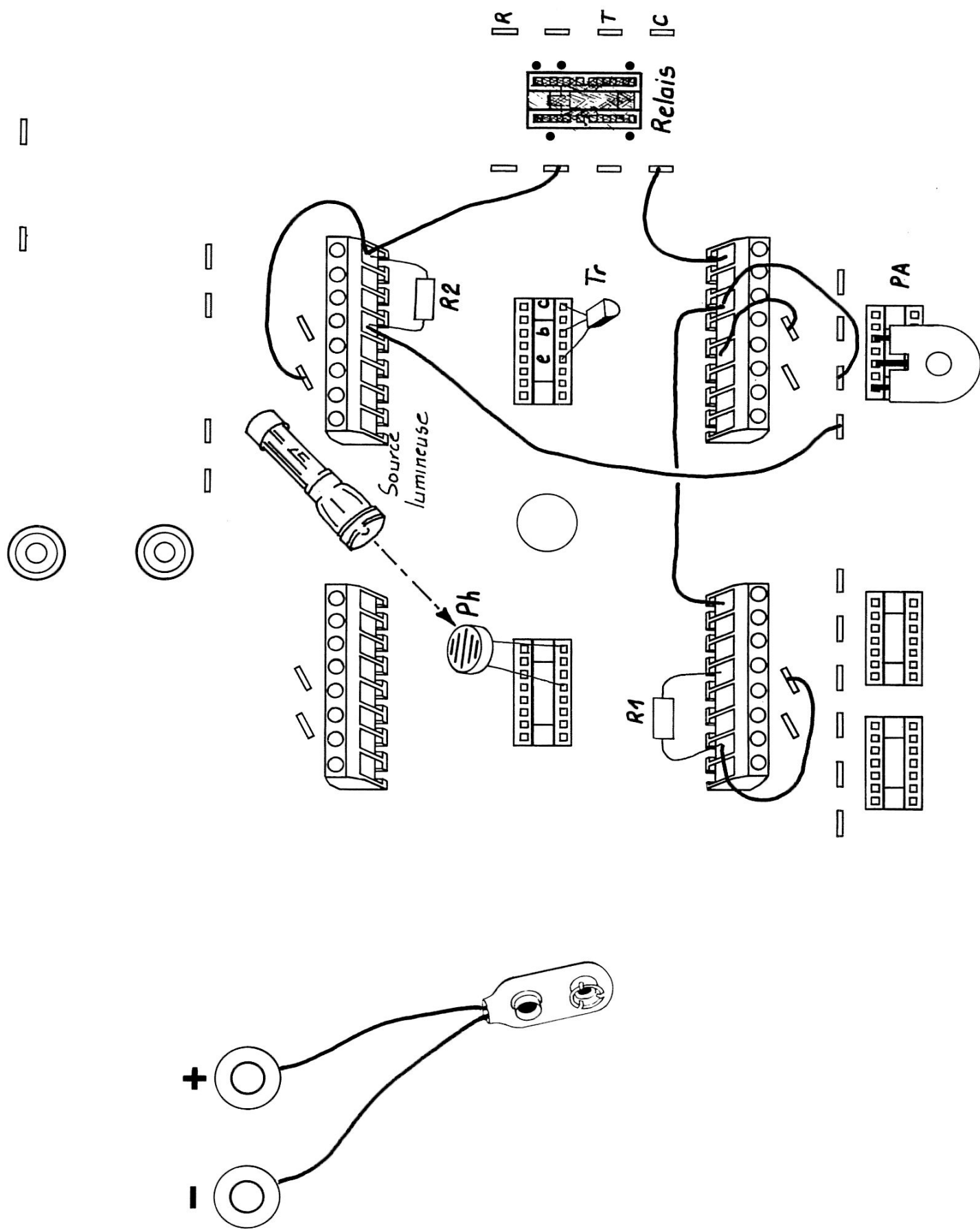


Fig. 6-4 -

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.

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.

La résistance ajustable **P A** agit en **réglage de sensibilité**, elle détermine le seuil de déclenchement. Autrement dit, à partir de quel éclairement le relais va être actionné.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| — Photorésistance | — Transistor BCW94 |
| — Relais 12 V | — Résistances |
| — Potentiomètre ajustable | |

N° VI-3

RELAIS PHOTOÉLECTRIQUE PHOTOTRANSISTOR

Les 2 montages que nous vous présentons maintenant vous permettent de faire la connaissance de l'un des nombreux éléments de la famille des semiconducteurs, le phototransistor.

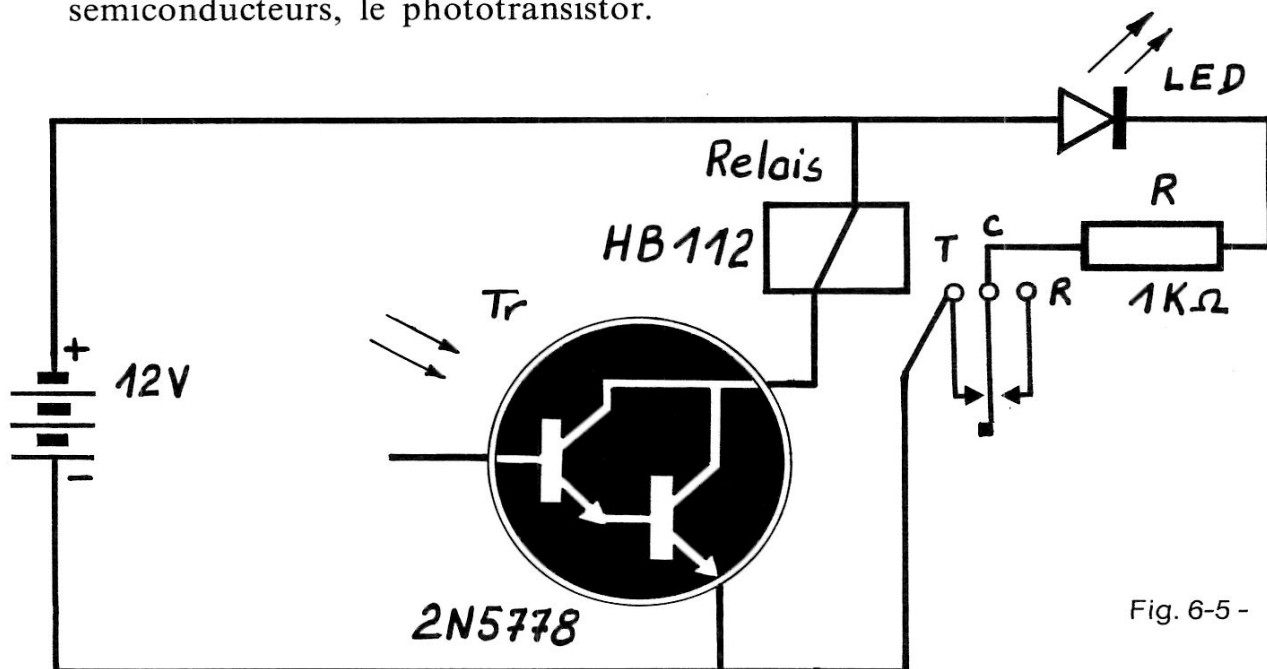


Fig. 6-5 -

Comme son nom l'indique, il s'agit également d'un transistor, mais qui présente un effet photoélectrique, c'est-à-dire qu'il réagit à la lumière. Son courant émetteur-collecteur est déclenché par la réception d'un rayon lumineux.

Le modèle que nous utilisons est un **photodarlington**, c'est-à-dire qu'intérieurement, il comporte en fait deux transistors qui sont montés en darlington, l'un à la suite de l'autre. Un tel montage se caractérise par un gain très élevé. Extérieurement, on ne dispose toujours que des trois électrodes habituelles, cela n'entraîne donc aucune complication quant au branchement.

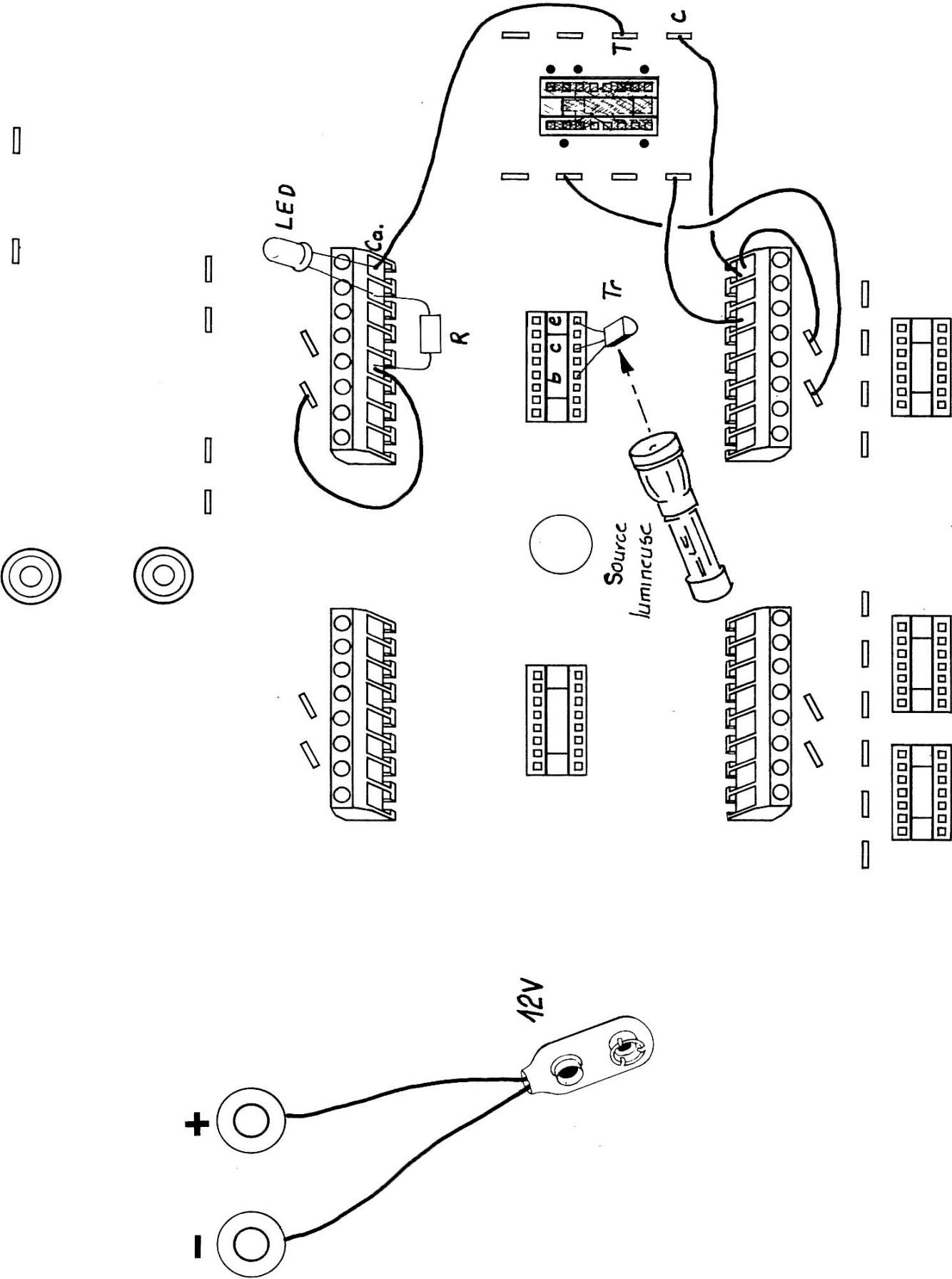


Fig. 6-6 -

Le montage très simple de la figure 6-5 démontre le fonctionnement d'un tel élément.

La base est inutilisée, elle reste en l'air, non reliée. L'espace émetteur-collecteur est branché en série avec un relais 12 volts et la pile d'alimentation. Dans l'obscurité, le transistor ne conduit pas, le relais est décollé. Sur réception d'un éclaircissement, le transistor conduit et le relais colle. Remarquez que le boîtier du transistor présente une zone translucide, sur laquelle doit être dirigé le faisceau lumineux de commande.

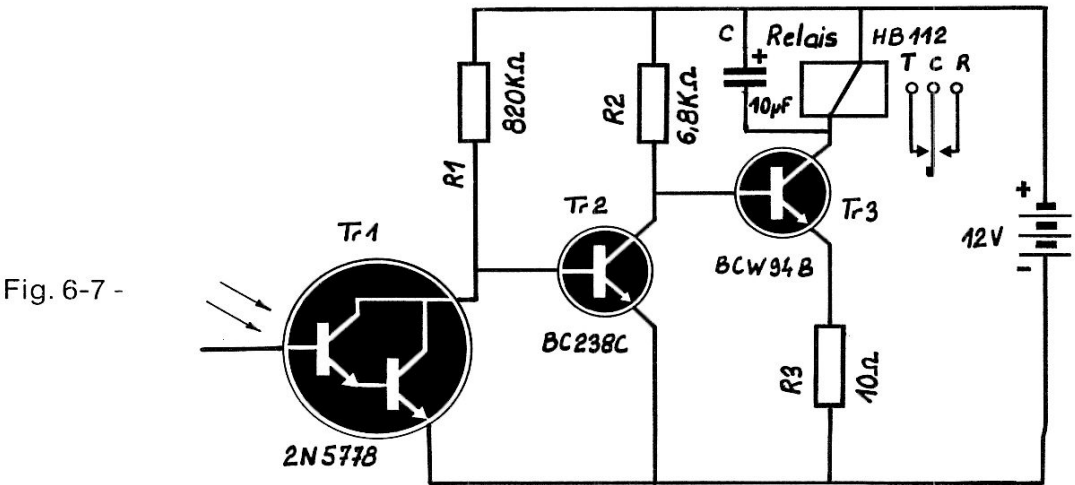
Quand le relais colle, la palette de contact vient en contact travail et branche la pile sur le circuit résistance et diode : la LED s'allume. Nous avons actionné ce relais avec une lampe-torche disposée à une distance de 1 mètre environ.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Phototransistor 2N5778	— Relais 12V
— Diode lumineuse	— Résistance

N° VI-4

BARRIÈRE PHOTOÉLECTRIQUE
PHOTOTRANSISTOR — 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 que lors des essais, avec une lampe-torche ordinaire nous avons actionné le relais à une distance de l'ordre de 5 à 6 mètres. C'est dire que l'on peut concevoir une installation d'un faisceau lumineux devant une porte, un passage, assez larges. Dans une installation permanente, le faisceau peut être produit par une ampoule électrique, avec des lentilles optiques concentrant le rayon lumineux sur la cellule.



Les deux transistors sont montés en amplificateur de courant continu, sans condensateur de liaison. Les points de contacts du relais marqués T C R constituent les douilles d'utilisation de l'appareil. Le but du condensateur qui est branché aux bornes de la bobine du relais est d'obtenir de celui-ci un collage et une rupture francs, sans rebondissement, sans frétillage.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistors : BC238, BCW94	— Condensateur
— Phototransistor 2N5778	— Relais 12 V
— Résistances	

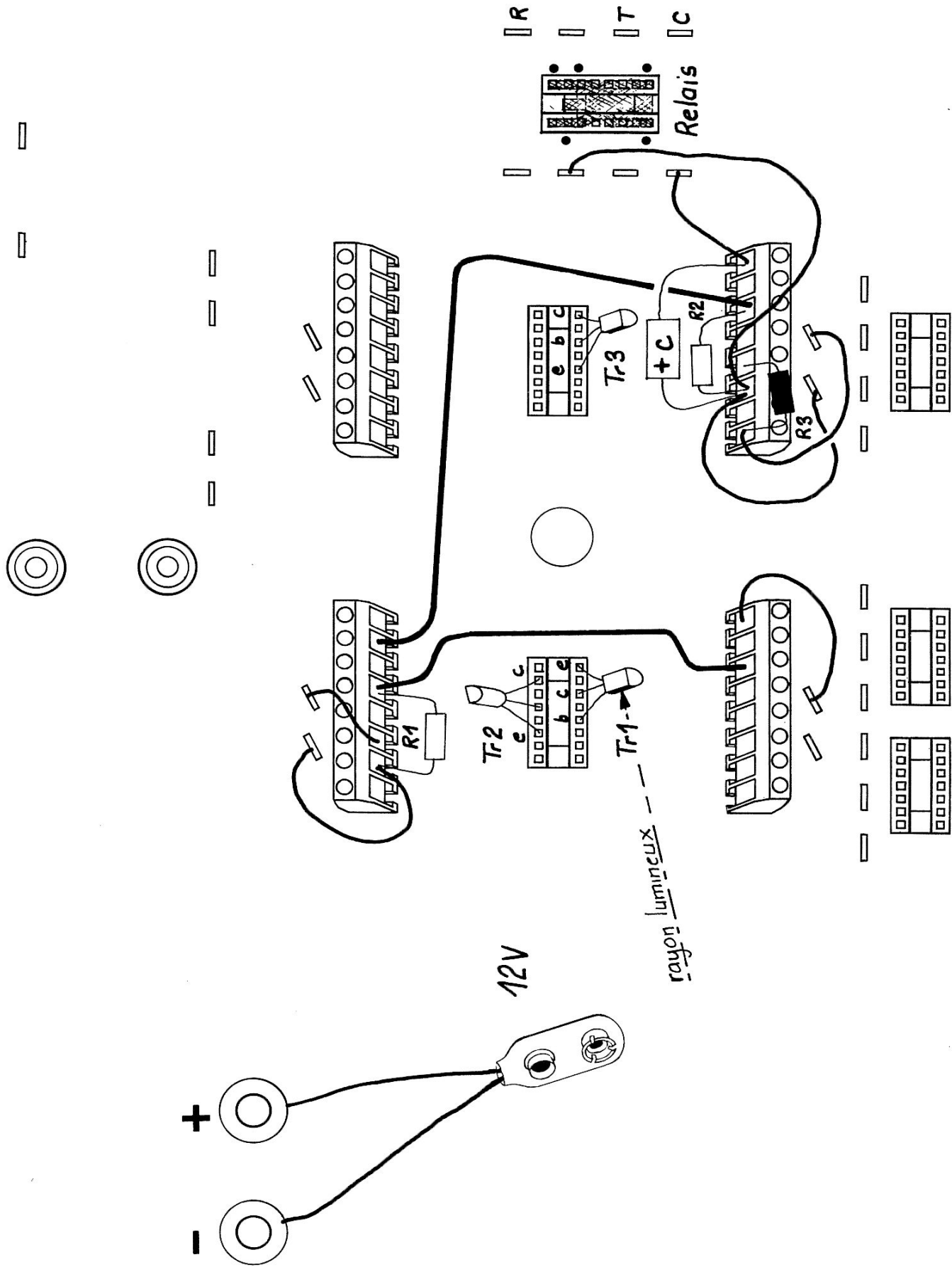


Fig. 6-8 -

N° VI-5

UNE MINUTERIE PHOTOSENSIBLE

Citons un exemple d'application de ce dispositif.

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...

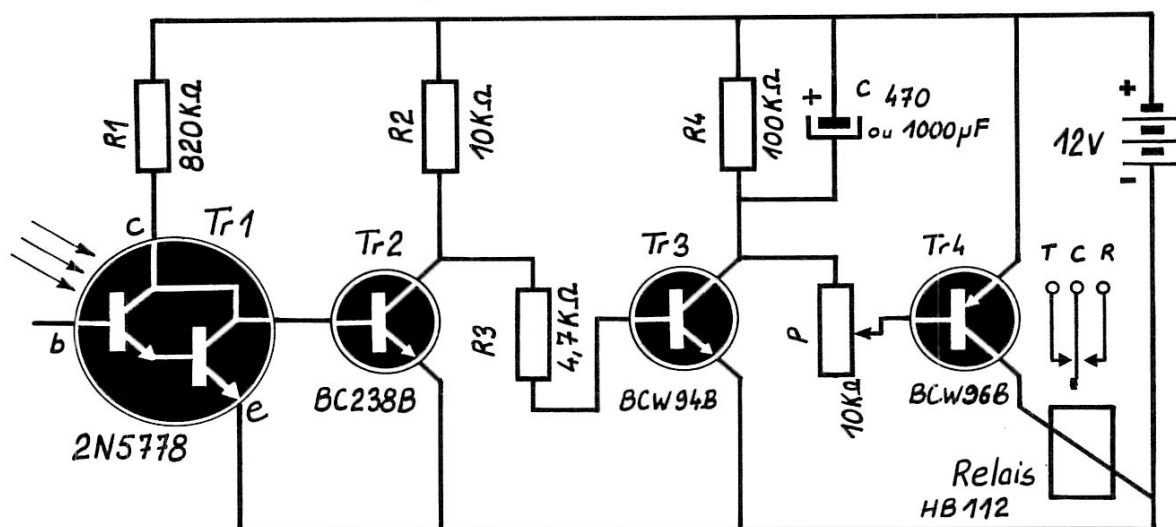


Fig. 6-9 -

Et ensuite, mise en place de la minuterie photosensible.

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

Ceci est un exemple, beaucoup d'autres applications sont possibles. Car en définitive nous disposons bien d'une minuterie, d'un système temporisé, qui est déclenché non plus par un bouton-poussoir, mais par un coup de lumière.

Nous retrouvons le phototransistor, suivi d'une amplification en courant continu par trois transistors successifs. Voyons les éléments de temporisation, les éléments propres au fonctionnement de la minuterie. Ils sont constitués par le condensateur, et le potentiomètre monté en résistance variable.

En absence de lumière, Tr 3 ne conduit pas, il n'y a aucune tension aux bornes de R 4. Le relais est décollé. Sur réception d'un coup de lumière, Tr 3 conduit, il y a présence de tension aux bornes de R 4 et le condensateur se charge, le relais colle. Dès que la lumière s'interrompt, le condensateur maintient une tension aux bornes de R 4 et le relais reste collé. Le condensateur se décharge dans le circuit émetteur-basse de Tr 4 et dans le potentiomètre. Le relais reste collé, et c'est à la fin du temps de décharge qu'il décolle.

Cette durée du temps de décharge constitue la temporisation de la minuterie. Elle dépend de la valeur de C et de P. Le potentiomètre P est un modèle qui est continuellement accessible, sur lequel l'utilisateur peut agir en permanence :

- avec une valeur de capacité de 470 microfarads, on obtient un temps de temporisation qui peut être réglé entre 1 et 30 secondes par le potentiomètre,
- avec une valeur de 1 000 microfarads, on obtient un temps réglable de 3 à 60 secondes.

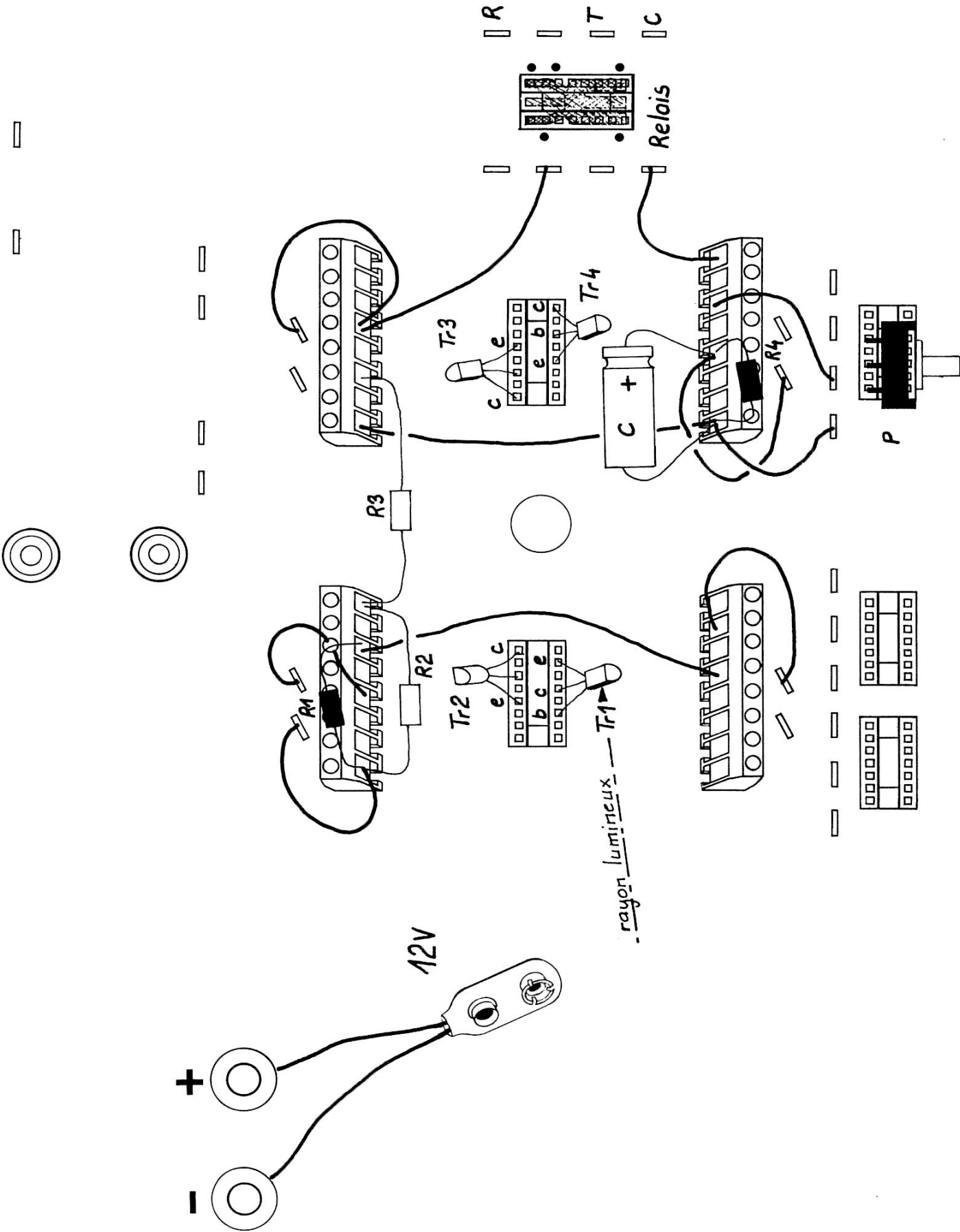


Fig. 6-10 -

Avec ce montage, nous avons observé une distance de déclenchement de l'ordre de 2 mètres.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-------------------------------------|----------------------|
| — Transistors : BC238, BCW94, BCW96 | — Relais 12 V |
| — Phototransistor 2N5778 | — Bouton de commande |
| — Potentiomètre | — Condensateurs. |
| — Résistances | |

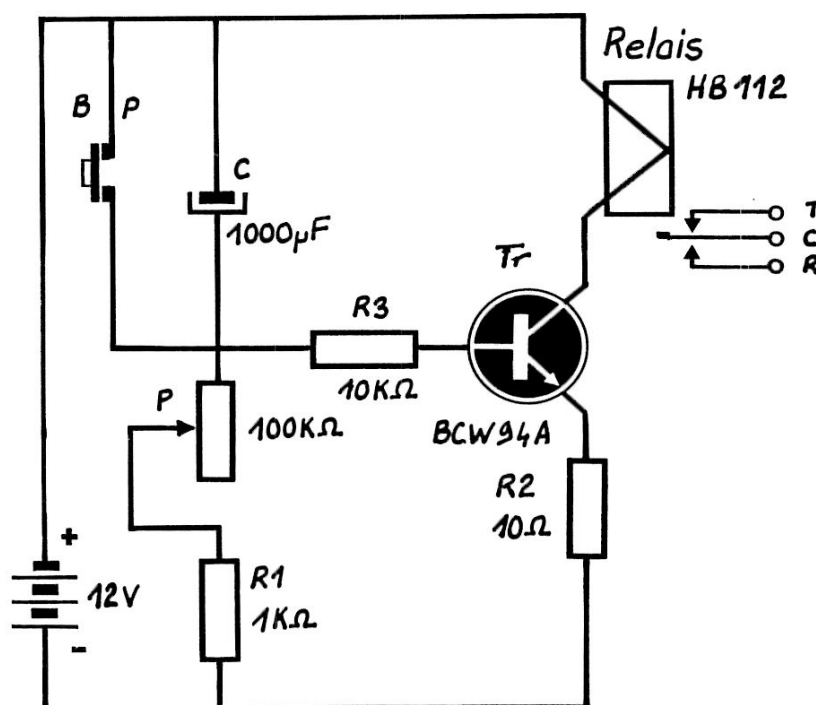
N° VI-6

UNE MINUTERIE ÉLECTRONIQUE

Nous décrivons ici un modèle de minuterie très simple. Il constitue une excellente démonstration de ce qu'est le fonctionnement d'un tel appareil. Profitons-en pour en rappeler le principe et l'utilisation.

C'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 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 à provoqué l'arrêt de la lumière.

Fig. 6-11 -



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

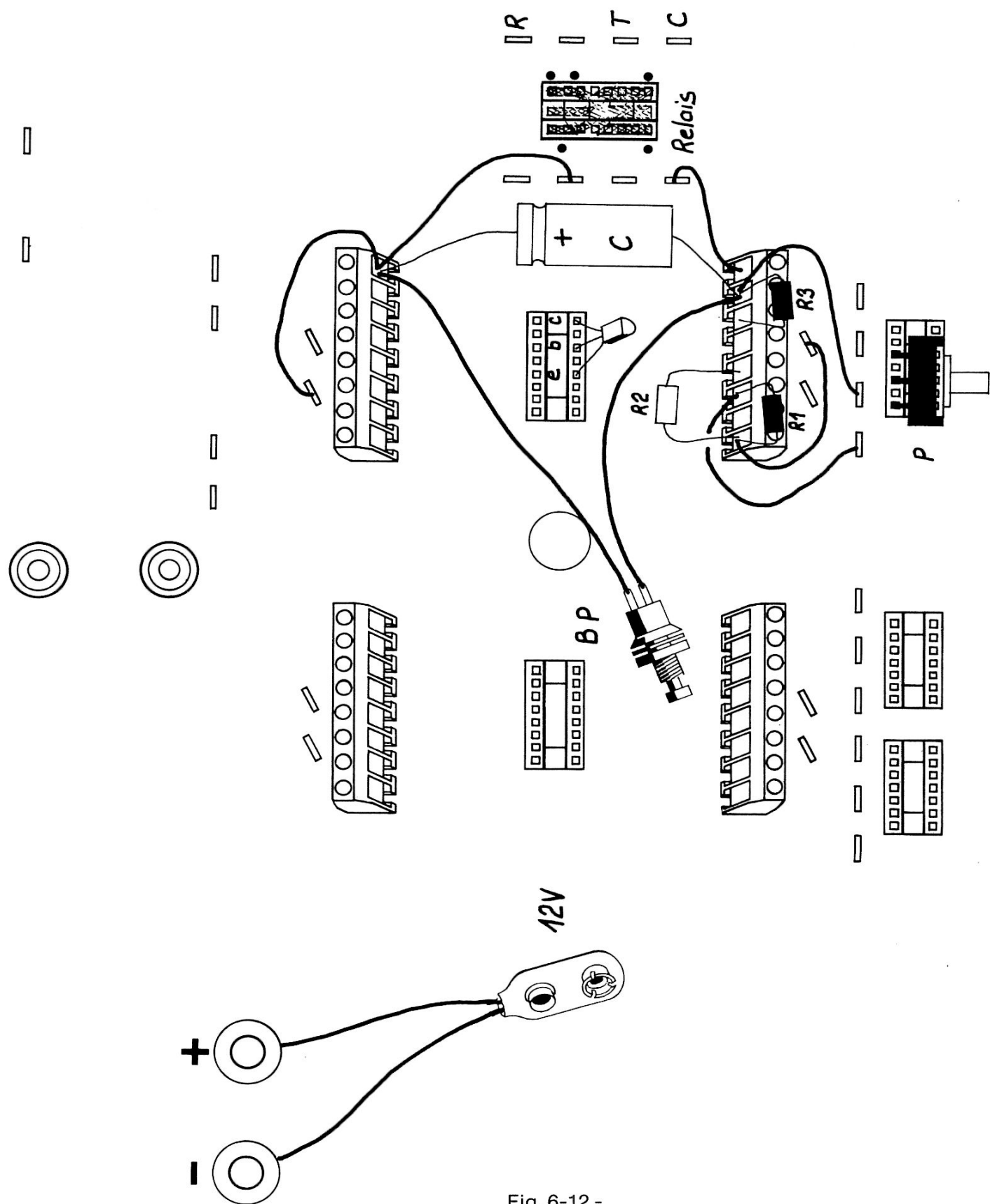


Fig. 6-12 -

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 6-11.

Examinons le fonctionnement du transistor dès que l'on appuie sur le bouton-poussoir de mise en marche. A ce moment, le condensateur est court-circuité, pratiquement sans action, déchargé. La base du transistor est

relié directement à la ligne + 12 volts, alors que l'émetteur reste relié à la ligne — 12 volts. Donc différence de potentiel importante (d'ailleurs limitée heureusement par R 1) 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 R 1 et le potentiomètre. Au fur et à mesure que cette charge augmente, le potentiel négatif de la base diminue, il s'éloigne du potentiel + 12 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 dans cet exemple de montage, nous avons observé pour les positions extrêmes du potentiomètre 5 secondes et 1 minute environ. Il est bien entendu possible d'adopter d'autres valeurs pour obtenir un autre temps de temporisation. Voyez à ce sujet, au chapitre 7 numéro VIII-6, la rubrique « mesures électroniques simples » qui concerne les branchements des résistances et condensateurs. On peut faire l'essai de branchements en série et en dérivation de diverses valeurs. Nous avons mis en contrôle sur l'action du relais un petit voyant lumineux. On pourrait aussi bien y brancher un couineur ou un petit moteur. C'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.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--------------------|----------------|
| — Transistor BCW94 | — Relais 12 V |
| — Potentiomètre | — Bouton |
| — Bouton-poussoir | — Condensateur |
| — Résistances | |

N° VI-7

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.

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, 2 200 microfarads.

Dès que l'on branche le courant, le condensateur tend à se charger, mais l'intensité ne peut atteindre sa valeur maximale normale en raison de la résistance constituée par le potentiomètre de 100 ohms. Il y a un **temps de**

retard, au bout duquel, le condensateur étant chargé, la tension à ses bornes est suffisante pour que le relais soit normalement excité. Il colle, et de ce fait coupe le circuit d'alimentation.

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

Dès que le condensateur est déchargé, le relais décolle, le contact repos se rétablit, nous nous retrouvons au point de départ, le cycle recommence.

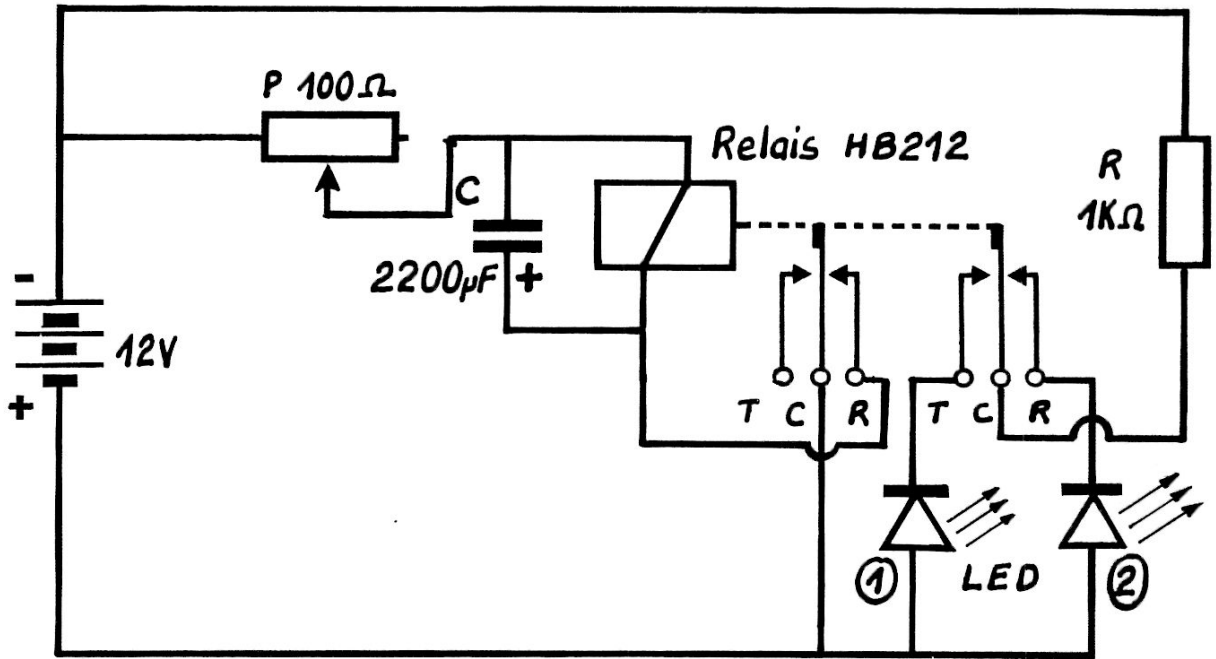


Fig. 6-13 -

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

Les temps de battement, de clignotement, varient avec :

- la valeur de la résistance,
- 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. Entre ses deux positions extrêmes, nous avons compté une fréquence de battements variant de 40 à 60 à la minute. A partir de 50 microfarads par exemple, jusqu'à 2 000, vous pourrez brancher diverses valeurs et chronométrer.

Le modèle de relais utilisé ici est « deux R.T », c'est-à-dire qu'il comporte deux contacts repos-travail, deux inverseurs. L'un de ces inverseurs est employé pour le fonctionnement du système. L'autre inverseur est disponible pour une utilisation extérieure. C'est à titre de démonstration que nous avons branché aux contacts deux diodes lumineuses. L'une s'éteint pendant que l'autre s'allume. Remarquez qu'une telle diode n'est jamais branchée directement sur la source de courant, il y a toujours une résistance en série, ici la 1 000 ohms.

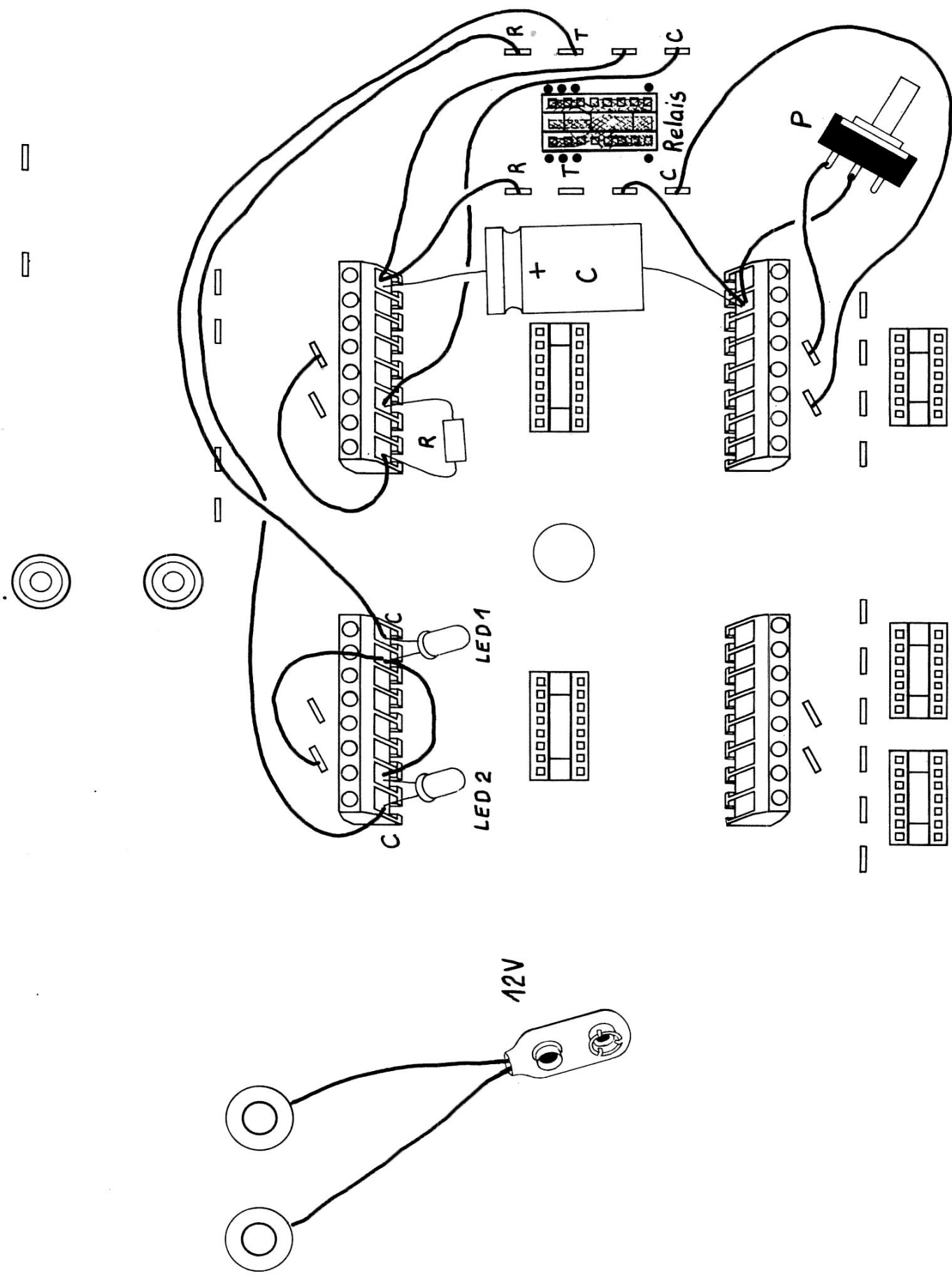


Fig. 6-14 -

Si on branche en sortie une sirène, dûment alimentée, on obtient un bruit d'alarme qui rappelle les sirènes des voitures de la police américaine.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Deux diodes lumineuses
 - Potentiomètre
 - Résistance
- Relais 12 V
 - Bouton de commande
 - Condensateur

N° VI-8

UN RELAIS ACOUSTIQUE

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 ou de malade,
- 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.

Le schéma que nous voyons en figure 6-15 consiste essentiellement en un microphone qui est l'élément capteur de sons, suivi d'un amplificateur à 4 transistors successifs, le tout terminé par un relais.

Le modèle de microphone utilisé ici présente des caractéristiques fort intéressantes. C'est un élément circulaire de très petites dimensions : diamètre 10 mm et hauteur 8 mm. Il est très sensible. C'est un microphone à **condensateur**, dit également « électret ». Il peut être très facilement camouflé, pour réaliser une écoute discrète. Pour caractériser la **sensibilité** de tout l'ensemble, nous dirons que le relais est actionné pour un claquement de doigts à 10 mètres du microphone. C'est remarquable !...

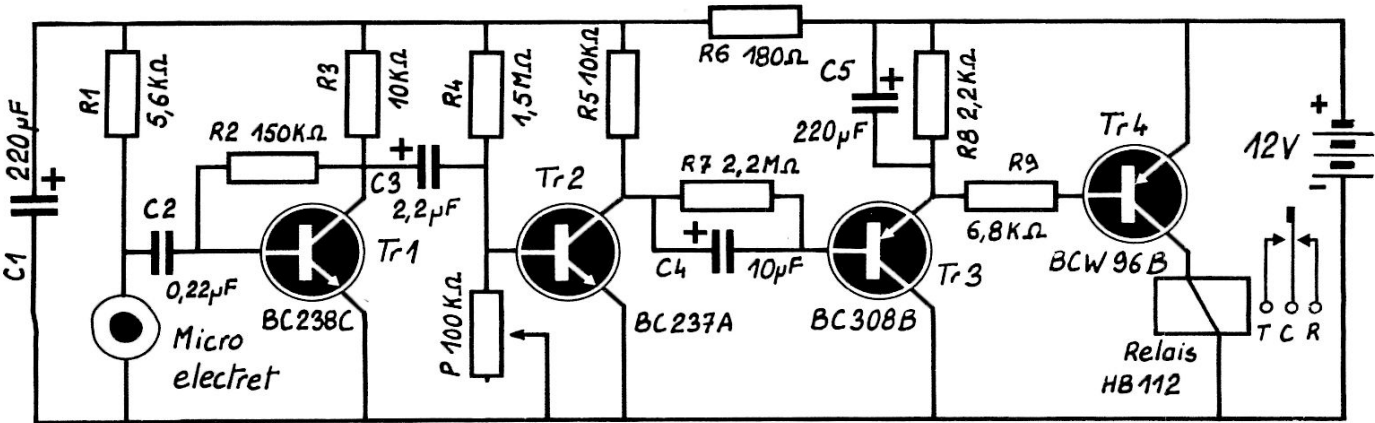


Fig. 6-15 -

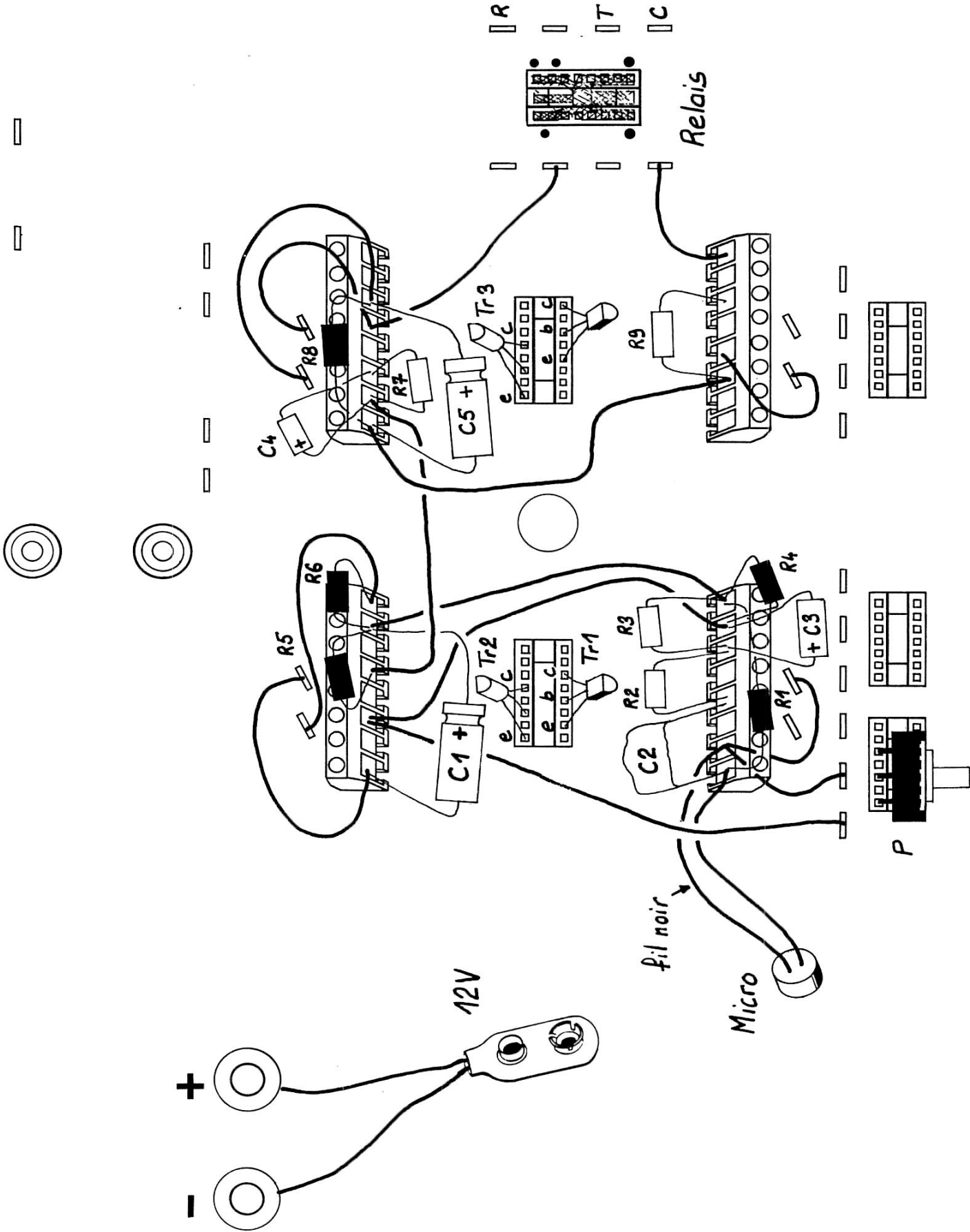


Fig. 6-16 -

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...

Les bruits, les sons sont constitués par des oscillations, qui si on les laisser 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.

C'est dans ce but que sont disposés les condensateurs C 4 et C 5. En particulier, C 5 qui est disposé aux bornes de la bobine joue un rôle de « réservoir » qui se charge et égalise les fluctuations du courant, pour éviter des battements du relais. Avec les valeurs adoptées ici, sur réception d'un claquement le relais reste collé durant une seconde.

Un tel appareil se prête très bien à toutes les fonctions de surveillance notamment. A la sortie, sur le relais, on peut adapter tout système d'alerte visuel ou sonore.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

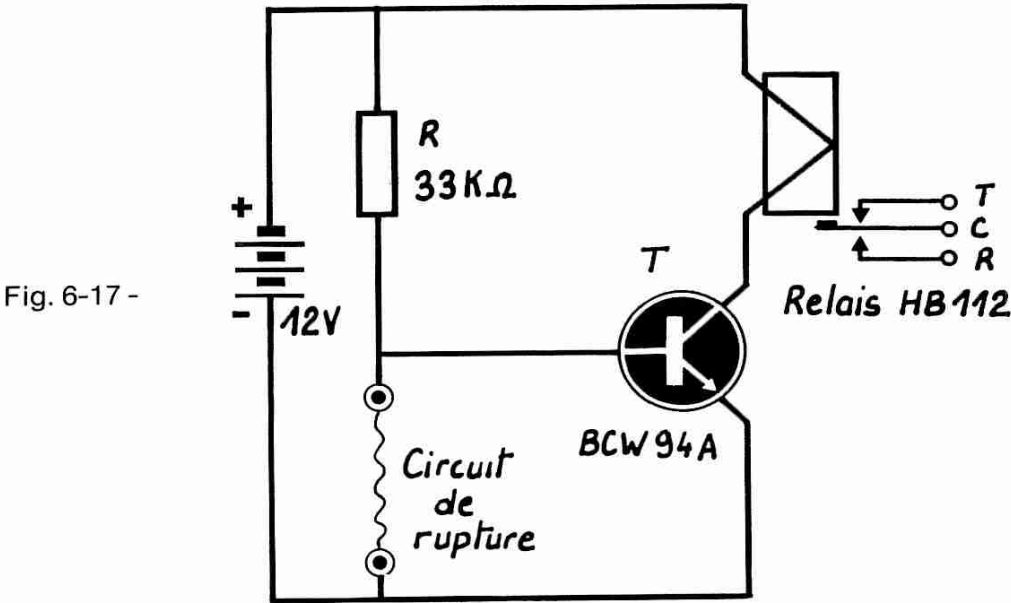
— Transistors : BC238, BC237, BC308, BCW96B	— Relais 12 V
— Microphone	— Bouton de commande
— Potentiomètre	— Condensateurs
— Résistances	

N° VI-9

UN RELAIS DÉCLENCHÉ
PAR RUPTURE DE CONTACT

Voici un petit dispositif d'une extrême simplicité, qui pourra être adopté pour diverses applications pratiques, ou à titre expérimental sur le fonctionnement d'un transistor.

Car il constitue une excellente démonstration du fonctionnement d'un transistor en commutation. Lorsque la base est reliée à l'émetteur, par le fil de rupture, le transistor ne conduit pas, le relais est décollé. Si le fil est cassé, la base est séparée, elle est polarisée par la résistance, le transistor conduit, le relais colle.



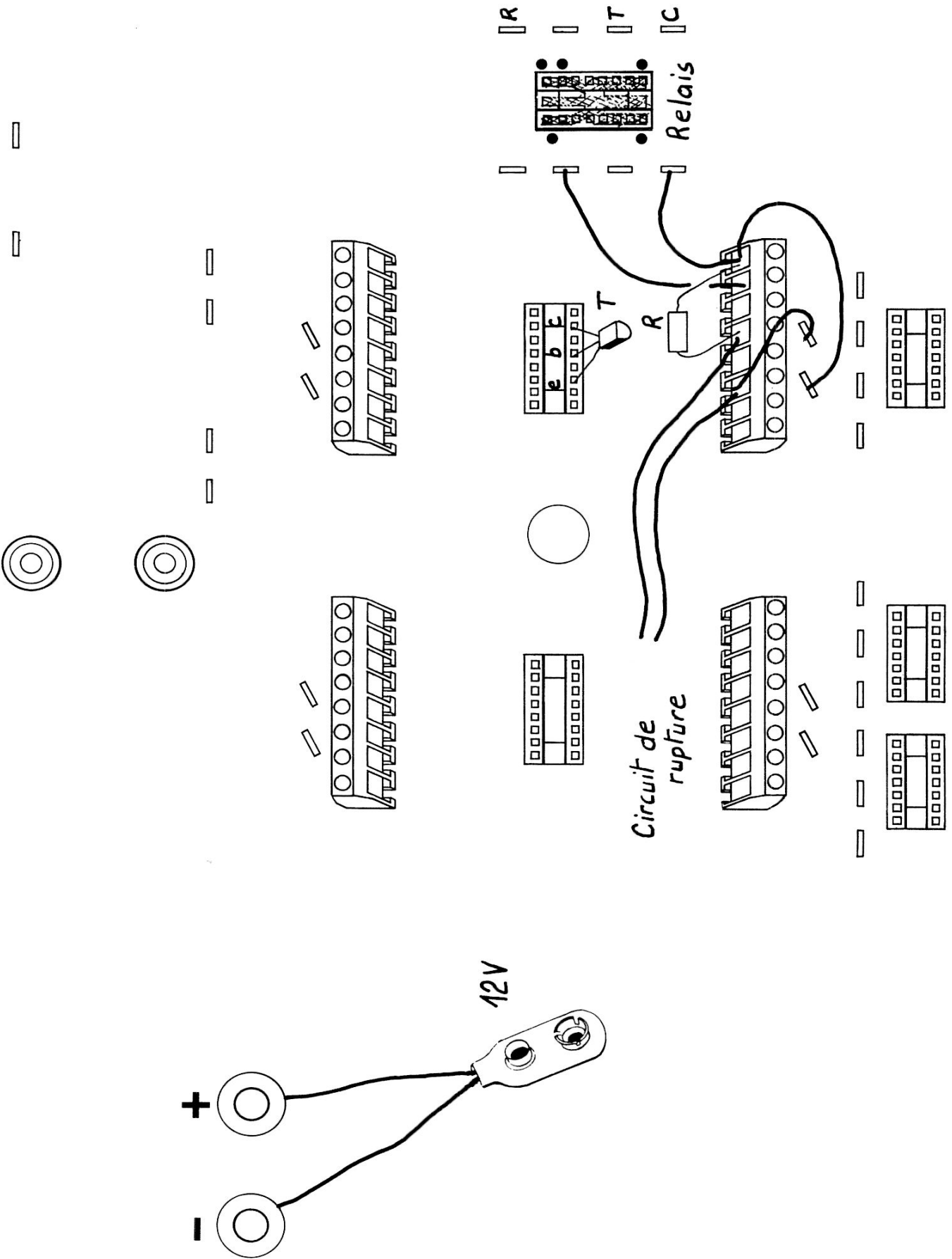


Fig. 6-18 -

Le fil de rupture 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. Dans un passage au ras du sol. L'accrocher à un tableau, ou à un bouton de porte. En toute installation de dispositif antivol. Le relais actionne une sonnerie d'alarme, une sirène dès que le fil est cassé. Le fil peut encore être dispose en système de sécurité, en bout de course d'une machine quelconque, pour avertir d'un danger déterminé par une position qui ne doit pas être atteinte.

Ce fil peut encore être relié à des accessoires de sécurité, contacteur magnétique, feuillure de porte. Chaque fois qu'il y aura **interruption** du circuit l'alarme se déclenchera.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Transistor BCW94

— Relais 12 V

— Résistance

— 10 m fil émaillé

N° VI-10 UN INTERRUPTEUR PAR TOUCHE SENSITIVE

Le système que nous décrivons ici se rencontre également parfois sous les noms de touche électronique, ou interrupteur par effleurement, ou touch-control, ou interrupteur électronique...

Le but et le fonctionnement :

Une pièce métallique quelconque que l'on touche du doigt, une touche que l'on effleure, sans qu'il soit besoin d'appuyer. Cela actionne un relais, qui fonctionne en interrupteur. Bien entendu, cette pièce métallique peut être également un objet, une poignée de porte... Dès que l'on touche, ça déclenche...

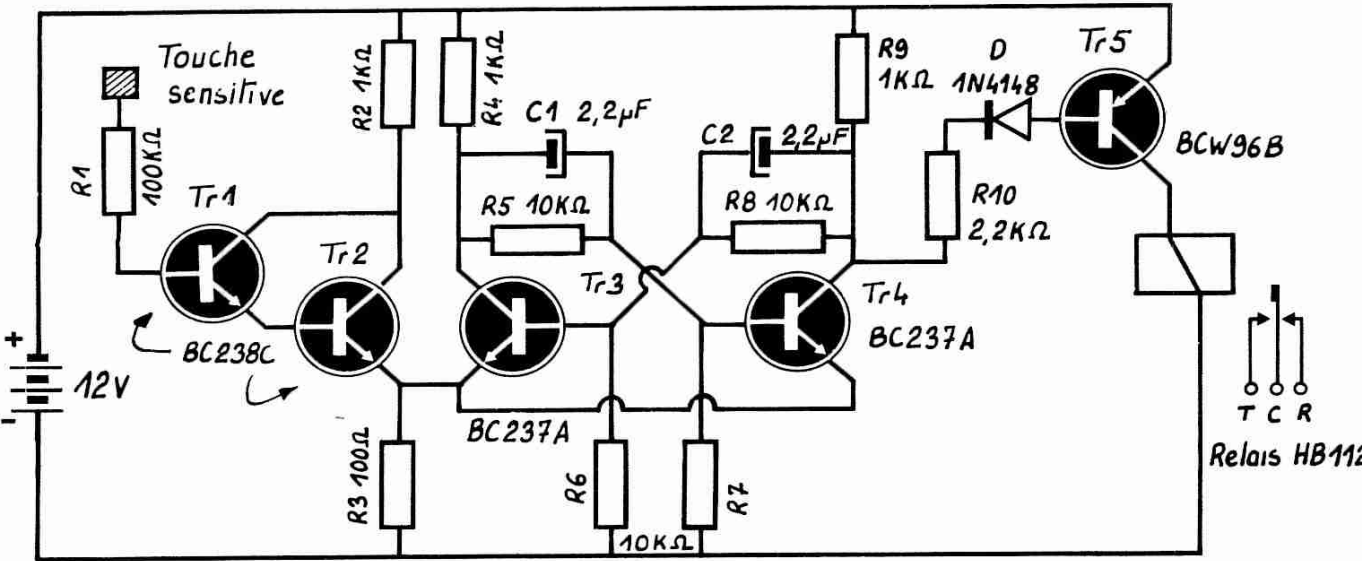


Fig. 6-19 -

Nous parlons bien ici d'**interrupteur permanent**. On touche une fois, quelque chose se met en route (allumage, sonnerie)... Et il faut toucher à nouveau pour obtenir l'arrêt.

Dans le schéma, la partie essentielle est constituée par les transistors Tr 3 et Tr 4, qui sont montés en **bascule bistable**. Nous pouvons voir que bases et collecteurs sont reliés par un ensemble de résistances-condensateurs. En attente, l'un des transistors conduit, l'autre est bloqué, et le tout **reste dans cet état**. On envoie une impulsion à l'entrée, cela provoque un basculement du système, le transistor qui conduisait se trouve bloqué, celui qui était bloqué conduit, et l'ensemble **reste à nouveau** dans cet état. Il faut à nouveau envoyer une impulsion pour obtenir un nouveau basculement.

Voyons maintenant l'ensemble du montage.

Sous le nom de touche sensitive est figuré l'objet ou la pièce métallique que l'on touche du doigt. L'impulsion ainsi pratiquée est transmise par R 1 à la base de Tr 1 puis amplifiée par Tr 1 et Tr 2 montés en Darlington. Le signal ainsi généré est recueilli aux bornes de R 3 et c'est de là qu'il est envoyé sur la bascule, par les deux émetteurs reliés ensemble.

La sortie de la bascule est prise sur le collecteur de Tr 4, nous disposons là d'une tension de commande qui est envoyée sur la base de Tr 5. Celui-ci amplifie et actionne le relais inséré dans son collecteur. Les bornes marquées T, C, et R sont les douilles d'utilisation, sur lesquelles on branche l'appareil que l'on veut commander. On peut interrompre, mettre en marche, ou inverser.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---|-----------------|
| — Transistors : deux BC238, deux BC237, BCW96 | — Relais 12 V |
| — Diode | — Condensateurs |
| — Résistances | |

N° VI-11

UN CHRONOCONTACTEUR

Nous disposons ici d'un appareil qui est essentiellement un système à **temps**, un temporisateur répétitif, une minuterie à répétition. Il se termine par un relais, dès que l'appareil est mis en marche, le relais bat régulièrement, il colle et décolle en permanence.

Appelons TEMPS 1 le temps pendant lequel le relais est collé, et TEMPS 2 le temps pendant lequel il est décollé. Chacun de ces temps est réglable à volonté, par potentiomètre individuel, depuis 2 secondes jusqu'à 2 minutes et 30 secondes. Et il est à remarquer que ces temps peuvent être éventuellement modifiés en agissant sur les éléments qui déterminent la temporisation, soit ici C1, R1 et R2.

En définitive, on dispose donc aux bornes du relais de **contacts fermés et ouverts** qui se répètent indéfiniment, et dont les temps peuvent être réglés séparément. On peut donc commander tout appareil électrique, par exemple une machine-outil répétitive, un banc d'endurance, tout dispositif sonore ou lumineux, une enseigne lumineuse, une animation de vitrine, etc.

Nous voyons sur le schéma un **transistor unijonction** branché en générateur d'impulsions. Cet élément comporte un Émetteur, une Base B 1 et une Base B 2. Il commande une bascule bistable constituée par les circuits des deux BCW94 ; un tel ensemble change d'état à chaque fois qu'il reçoit une impulsion, mais ne peut de lui-même passer d'un état à un autre.

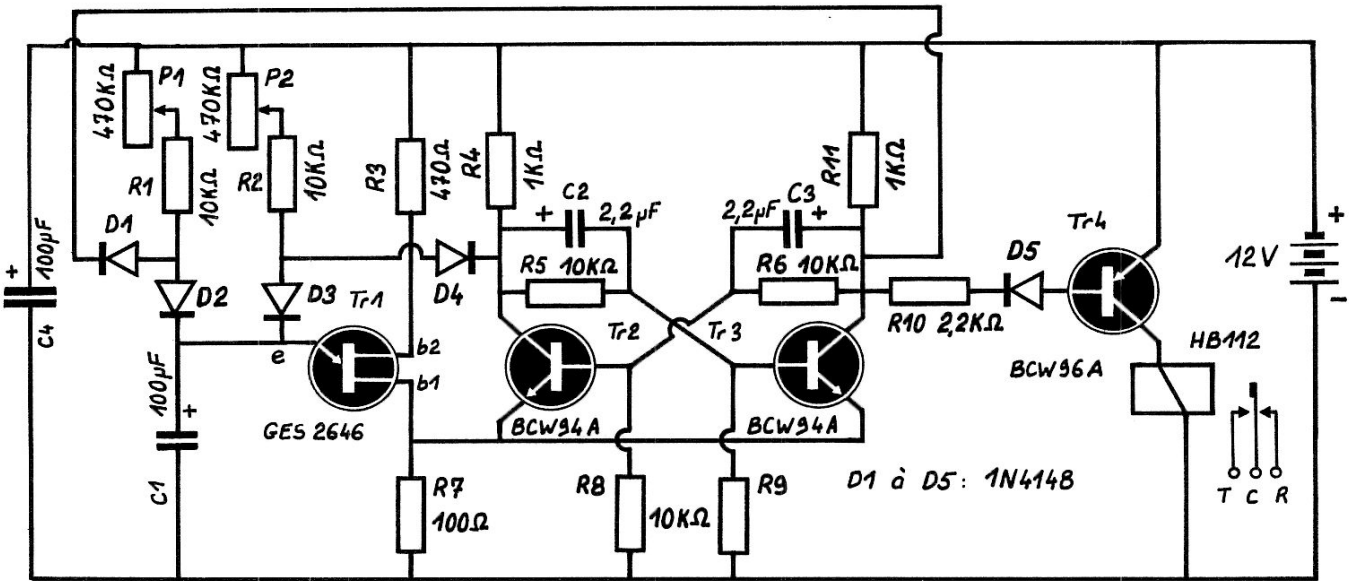


Fig. 6-21 -

Chaque état est matérialisé par la position du relais qui colle et décolle périodiquement. Chacun des temps obtenus est réglable individuellement par les potentiomètres P 1 et P 2.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistors : GES2646, deux BCW94, BCW96	— Deux boutons
— Deux potentiomètres	— Relais 12 V
— Cinq diodes	— Condensateurs
— Résistances	

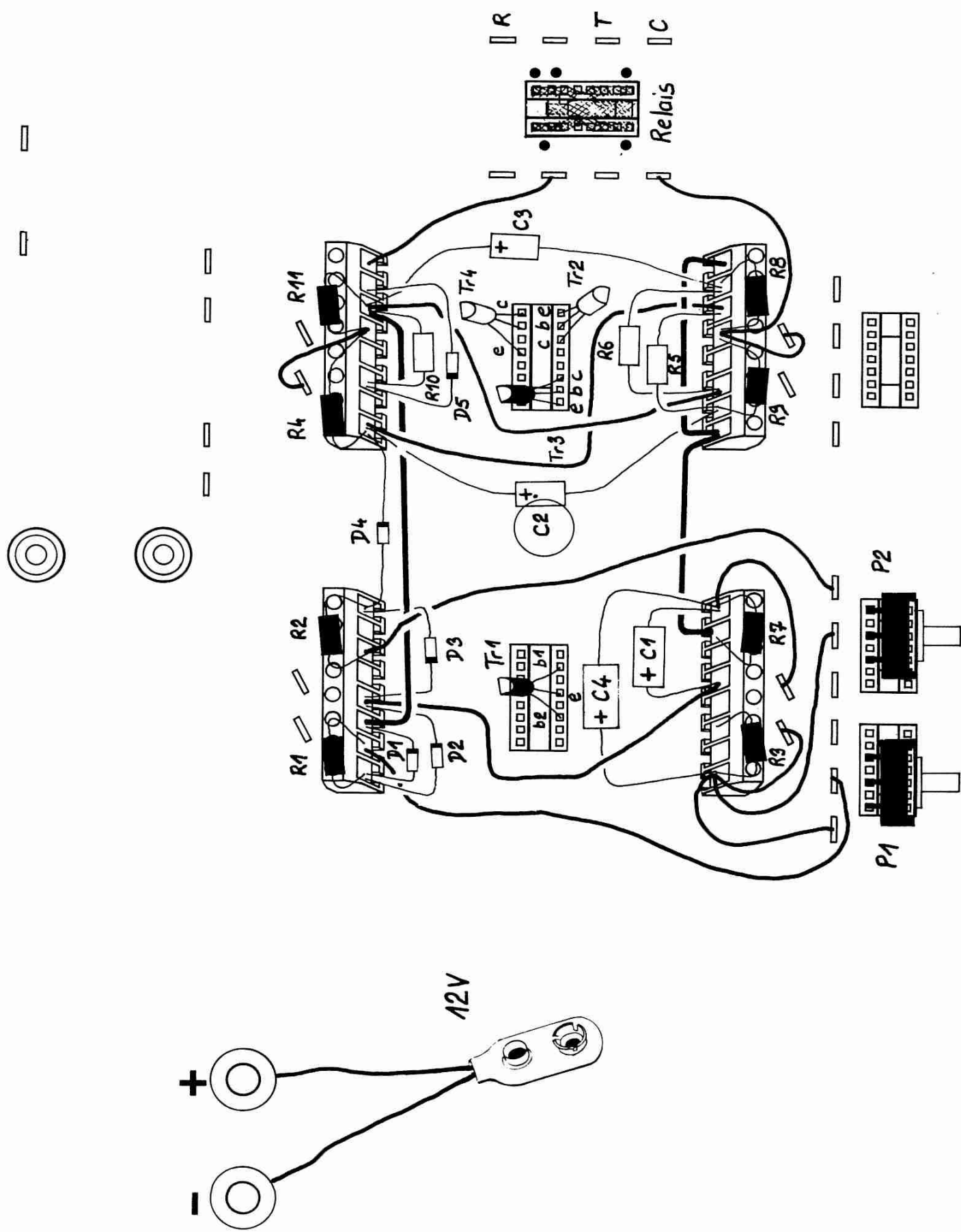


Fig. 6-22 -

N° VI-12

UN SURVEILLEUR
DE LIQUIDES CONDUCTEURS

Voici un montage d'une très grande simplicité, mettant en jeu un nombre d'éléments fort réduit, et qui constitue accessoirement une excellente démonstration du fonctionnement d'un transistor. Il réagit à la présence d'un liquide, provoquant l'enclenchement d'un relais. Il présente deux «sondes détectrices», pouvant être deux tiges métalliques quelconques, lamelles ou simples fils, destinées à tremper dans le liquide à surveiller. Surveillance de la montée d'eau dans une baignoire, de la diminution du niveau d'eau dans le lave-glace d'une voiture... Beaucoup d'applications sont possibles.

Examinons le fonctionnement. Relié aux bornes de la pile d'alimentation, le pont diviseur de tension est constitué par la résistance réglable PA , la résistance fixe R , et l'espace situé entre les deux sondes.

Supposons le dispositif en attente, au repos. Les sondes sont à l'air, il y a coupure, R n'est pas reliée au positif, 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, R se trouve reliée au positif, 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...

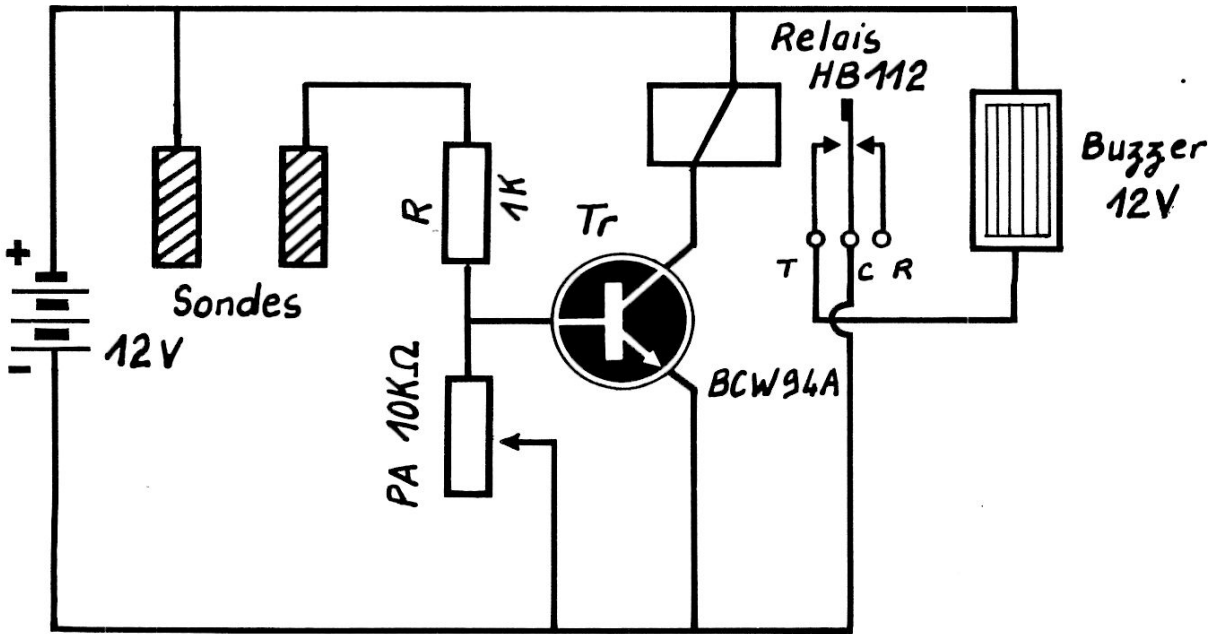


Fig. 6-23 -

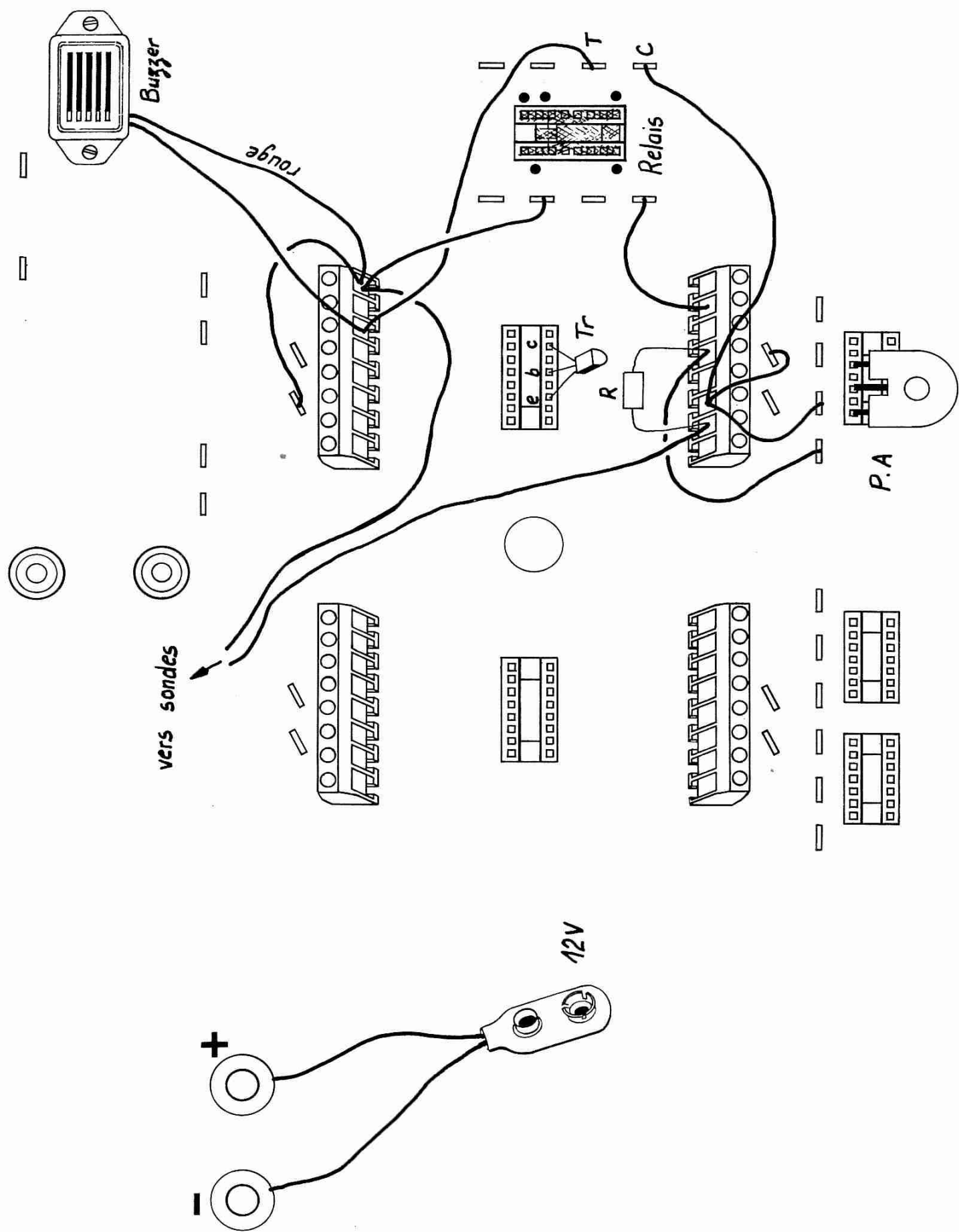


Fig. 6-24 -

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 P A . 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...

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.

A titre démonstratif, nous avons branché sur le relais un avertisseur sonore. C'est un buzzer, une sorte de petit vibreur, ou ronfleur, qui émet un son dès qu'une tension de 12 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.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Transistor BCW94
- Potentiomètre ajustable
- Buzzer 12 V

- Résistance
- Relais 12 V

CHAPITRE VII

DES MONTAGES D'EXPÉRIMENTATION

Le présent chapitre se situe un peu en dehors de la ligne générale de ce livre.

Ici, nous abandonnons la réalisation d'appareils pouvant être destinés finalement à des emplois pratiques et utilitaires.

Nous expérimentons.

Nous réalisons des petits montages **démonstratifs**, des expériences **instructives**. Pour mieux connaître le fonctionnement des composants que nous manipulons. Et lorsqu'on a bien saisi le comportement de tel ou tel élément actif, transistor, relais ou autre, par la suite on comprend mieux le fonctionnement d'un schéma dans lequel ce composant est intégré.

Et je gage que par de très simples démonstrations, même conçues avec très peu de matériel, beaucoup de choses s'éclairciront dans votre esprit. Voyez les transistors par exemple... En définitive, c'est clair, c'est très simple...

En particulier, nous pensons que la partie qui concerne les circuits intégrés logiques se révélera fort profitable. De tels éléments sont de plus en plus répandus maintenant : compteur, ordinateur, horloge, calculatrice...

Mais quand on aborde ce sujet, c'est toujours très compliqué !... Alors ici, nous avons cherché à simplifier... d'être clair... Et ces petits montages démonstratifs sont simples. Et si vous étiez tout à fait profane auparavant, nous espérons qu'après cette « étude », ces termes de **digital** ou de **logique** ne vous effraieront plus...

Bien que rien de tout ce qui est traité dans ce chapitre ne débouche sur « un appareil qui marche », j'espère que vous trouverez quand même beaucoup d'agrément à expérimenter, voir et savoir, observer, constater. C'est le but de cette partie.

N° VII-1 LE FONCTIONNEMENT DES TRANSISTORS

Commande du courant collecteur-émetteur.

Voyez la figure 7-1, en A.

Le galvanomètre de 400 microampères est shunté par R_3 de façon que nous puissions lire un courant jusqu'à 2 milliampères. La pile 12 volts débite un courant qui traverse R_4 et R_3 dans le sens de la flèche. Le transistor BCW 94 est de type NPN. R_2 est court-circuitée. La ligne zéro volt est la **ligne de référence**, à partir de laquelle on mesure les tensions, le « point froid » du montage. La pile de 4,5 volts débite, du Plus vers R_1 et P1 ; donc aux bornes de P1 on obtient une différence de potentiel avec les polarités qui sont indiquées.

Au début, mettons le curseur au point zéro. Il n'y a donc aucune tension entre base et émetteur, on constate qu'aucun courant ne traverse le circuit de collecteur, le galvanomètre ne dévie pas. Déplaçons le curseur vers le Plus. Une tension existe entre base et émetteur, un courant de base se crée dans le sens : + de la pile — R_1 — P1 — base — émetteur. On dit que « on polarise la base ». Ce courant de base provoque un courant de collecteur, l'aiguille dévie. Dans le cas présent, ce courant atteint 2 milliampères environ.

Donc, il convient de retenir que :

- c'est le courant de base qui commande le courant de collecteur ;
- la base est l'électrode d'entrée, le collecteur est l'électrode de sortie ;
- un **faible** courant de base provoque un **fort** courant de collecteur.

Et ici intervient la notion importante de **gain en courant**. Il caractérise l'amplification en courant obtenue avec un transistor. Supposons que le courant de base est de 10 microampères. On constate que le courant de collecteur est de 2 milliampères, soit 2 000 microampères. Il y a bien **gain**, soit ici de...

$$\frac{\text{courant collecteur}}{\text{courant de base}} = \frac{2\ 000}{10} = 200$$

Cette notion de gain est très importante et essentielle. Dans les lexiques et recueils de transistors, le gain est toujours indiqué dans les caractéristiques principales.

Action d'une résistance dans l'émetteur.

Revenons à notre montage.

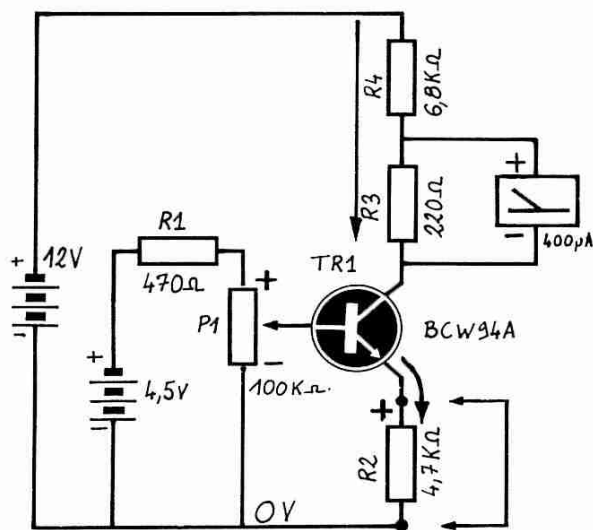
Réglons le potentiomètre pour obtenir un courant de collecteur de 2 milliampères. Retirons le fil (on dit un « strap ») qui court-circuite R_2 . Le courant diminue, ici il tombe sensiblement à 1 milliampère.

Le courant qui traverse R_2 y crée une différence de potentiel, avec le sens que nous avons indiqué. Donc l'émetteur devient **plus positif** par rapport à la ligne zéro. Mais le potentiel de la base n'a pas changé. Donc la différence de potentiel entre base et émetteur a diminué : en conséquence le courant de collecteur diminue.

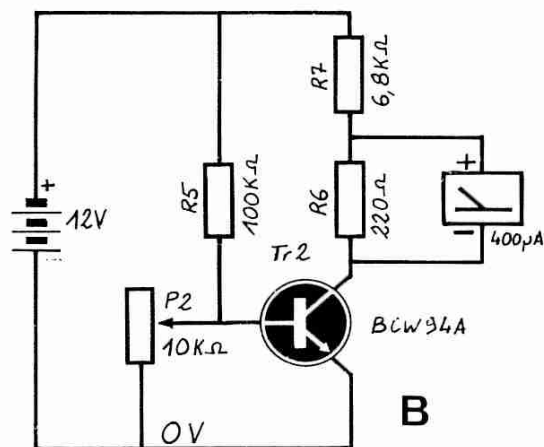
Polarisation de la base par pont diviseur.

En pratique, il est évidemment mal commode d'utiliser ainsi une pile séparée dans le circuit de base. Disposant déjà de l'alimentation 12 volts, il vient tout naturellement à l'esprit de l'employer.

Voyez maintenant le schéma 7-1, en B.

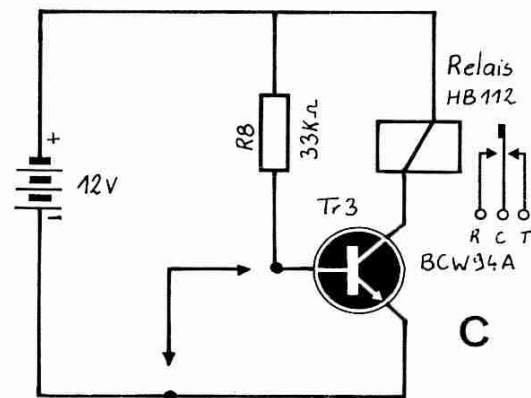


A



B

Fig. 7-1 -



C

On a établi un pont diviseur de tension, constitué par R 5 et P 2 , disposé aux bornes de l'alimentation, leur point de jonction relié à la base. Au début, placez le curseur vers la ligne zéro volt. Base et émetteur sont au même potentiel, le transistor est bloqué, **il ne conduit pas**. Comme précédemment, on déplace le curseur, on polarise la base de plus en plus positivement, son potentiel « s'éloigne » de celui de l'émetteur, on constate la naissance progressive du courant de collecteur.

Ce montage est très répandu en pratique. On établit un pont par deux résistances fixes convenablement calculées, cela présente l'avantage d'une grande stabilité, de ne pas être sensible aux variations de température.

Le transistor en commutation.

Passons maintenant à la figure 7-1, en C.

Voilà un schéma très simple. Polarisation par une seule résistance, également très répandu. Du positif de la pile, le courant de base traverse R 8, puis la base et l'émetteur. Dans le collecteur, un relais 12 volts. Le strap relie la base à la ligne zéro, donc à l'émetteur. Le transistor est bloqué, il ne conduit pas, le relais est décollé. Retirons le strap, la base est polarisée, le transistor conduit, le relais colle.

Ce dispositif est très répandu. En pratique, ce n'est évidemment pas un fil court-circuiteur qui est ainsi mis ou enlevé. C'est le **signal d'arrivée**, un signal qui provient des étages précédents. Et ce peut être le circuit de collecteur d'un étage précédent, fonctionnant lui aussi en commutation. Ce que nous allons voir de plus près dans ce qui suit.

Transistor en commutation, transistor en amplification.

Nous allons maintenant établir des comparaisons entre les schémas B et C.

En C, le transistor fonctionne **par tout ou rien**, il conduit ou ne conduit pas, si on met une ampoule dans le collecteur, elle est allumée ou éteinte. On a affaire à des signaux carrés.

Transistor bloqué. Pas de courant dans le circuit collecteur, pas de contact entre collecteur et émetteur, pas de chute de tension dans la résistance de charge (ici la bobine du relais). Le collecteur se trouve à un potentiel proche du + 12 V.

Transistor qui conduit. Courant dans le collecteur, émetteur et collecteur sont au même potentiel comme s'ils étaient en contact, chute de tension dans la résistance de charge. Le collecteur se trouve à un potentiel proche de la ligne zéro.

On dispose bien sur le collecteur d'un signal mini et maxi, propre ensuite à commander à son tour un étage suivant.

En B, nous disposons d'une tension de polarisation **fixe**, déterminée par le courant de base qui traverse R 5. Mais supposons que l'on déplace le curseur de P 2 entre les deux extrémités de la résistance. On provoque ainsi une **tension variable** sur la base qui se superpose à la tension fixe, et qui provoque un courant variable dans le collecteur, ce qui provoque une tension variable aux bornes de la résistance de charge R 4. Et ceci vous figure exactement le comportement d'un transistor fonctionnant **en amplificateur**. Le signal appliqué sur la base peut provenir d'un microphone, ou d'un lecteur de disques, ou d'une bande de magnétophone. Et la tension amplifiée de collecteur peut être envoyée sur la base d'un second étage amplificateur.

Encore une observation, générale et **non négligeable**. Potentiel de base qu'« s'éloigne » de l'émetteur, le courant de collecteur augmente. Mais si cet écart devient trop important, le courant devient également trop important, il y a échauffement de l'élément et risque de destruction. Et si à la suite d'une fausse manœuvre la base est reliée directement au + ou au collecteur, il y a destruction immédiate.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| — Transistor | — Relais |
| — 2 potentiomètres | — Bouton de commande |
| — Vumètre 400 microampères | — Résistances |

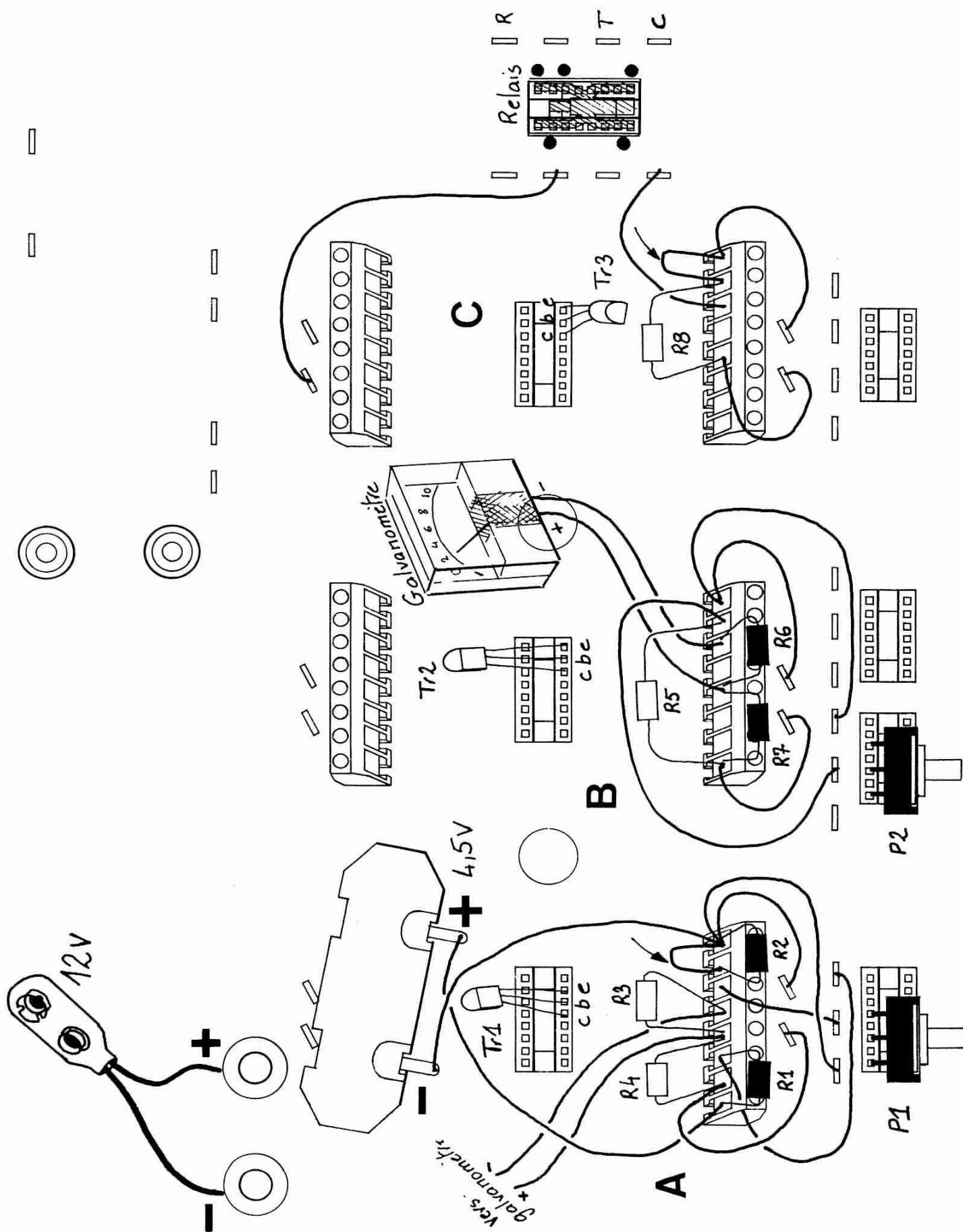


Fig. 7-2 -

N° VII-2

LE FONCTIONNEMENT DES DIODES

Expérimentation s'appliquant à toutes les diodes courantes : diodes détectrices, diodes de signal, diodes redresseuses.

C'est essentiellement un élément **redresseur**, qui laisse passer le courant dans le sens anode-cathode, mais qui le bloque dans le sens cathode-anode. Voyez la figure 7-3, en A. Dès que l'on appuie sur le bouton-poussoir, la pile débite, la LED s'illumine, la diode laisse passer le courant. On dit qu'elle est polarisée dans le **sens direct**, ou dans le **sens passant**. Mais il est à remarquer que même dans ce sens favorable, la diode ne se présente pas comme court-circuit franc entre anode et cathode. On constate qu'il subsiste entre ses bornes une **tension de déchet**, ou **tension de seuil**, de l'ordre de 0,7 volt. Et ceci débouche sur des applications pratiques.

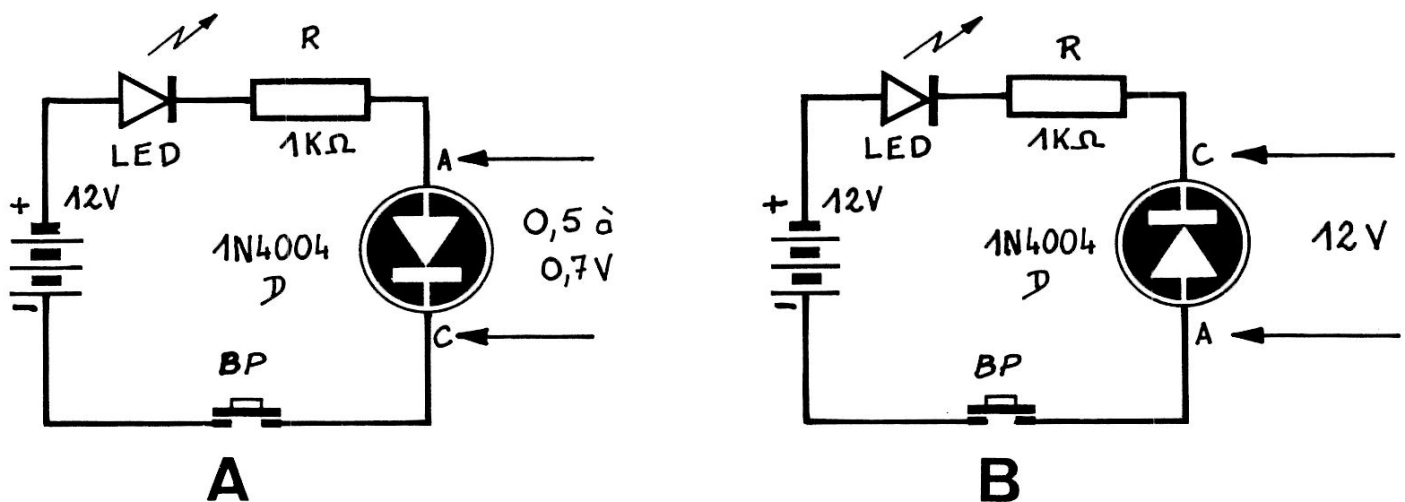


Fig. 7-3 -

Voyez par exemple au chapitre VIII, la figure 8-1. Les deux diodes D1 et D2 sont montées en opposition aux bornes du galvanomètre. Si elles conduisaient totalement, l'appareil serait court-circuité et ne donnerait aucune lecture. Ici ces diodes jouent un rôle de protection. Elles ne conduisent pas tant qu'il n'arrive qu'un courant de 400 microampères, et celui-ci passe normalement dans le galvanomètre. Mais si à la suite d'une fausse manœuvre un courant beaucoup plus important arrive, la tension de seuil est dépassée, les diodes conduisent et dérivent la majorité du courant, qui ainsi n'endommage pas l'appareil.

Même figure, en B.

Ici la diode est inversée par rapport à la pile. On dit que la diode est polarisée en sens inverse. De ce fait, elle ne conduit pas, elle bloque le courant, la LED reste éteinte. On retrouve aux bornes de la diode la totalité de la tension de la pile.

Branchée sur courant alternatif, la diode laisse passer le courant à raison d'une alternance sur deux, d'où son nom de **redresseuse** de courant. Elle est caractérisée par la **tension** et l'**intensité** qu'elle peut admettre sans risque de destruction. La 1N4004 expérimentée ici est une 400 volts 1 ampère.

Les plans de ces deux montages sont regroupés sur la figure 7-5. Rappelons que c'est toujours le côté cathode qui est repéré par un anneau de couleur. En ce qui concerne la diode lumineuse, il est évident qu'elle ne s'éclaire que si elle est polarisée dans le sens passant.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE			
—	Diode redresseuse	—	Diode lumineuse
—	Résistance	—	Bouton-poussoir

N° VII-3

FONCTIONNEMENT
DU TRIAC ET DU THYRISTOR

Voyons les schémas de la figure 7-4.

Le poussoir à contact travail coupe le circuit en permanence et établit un contact quand on l'appuie. Le poussoir à contact repos établit un contact en permanence et coupe le circuit dès qu'on l'appuie. Le voyant lumineux de contrôle est une ampoule 12 volts.

Expérimentons le thyristor, en C. Nous allons voir que c'est également un redresseur, mais **commandé**, ou encore **déclenché**.

Le circuit de la gachette est coupé, le circuit d'anode est fermé (BP 2 en contact repos). Dans ces conditions, l'élément ne conduit pas, le voyant reste éteint. On appuie BP 1, ce qui amène une tension sur la gachette (1 à 4 V environ), et provoque un courant de gachette (quelques centaines de milliampères, suivant le type). Le thyristor s'amorce, il conduit, l'ampoule s'allume. La tension de gachette doit être positive de

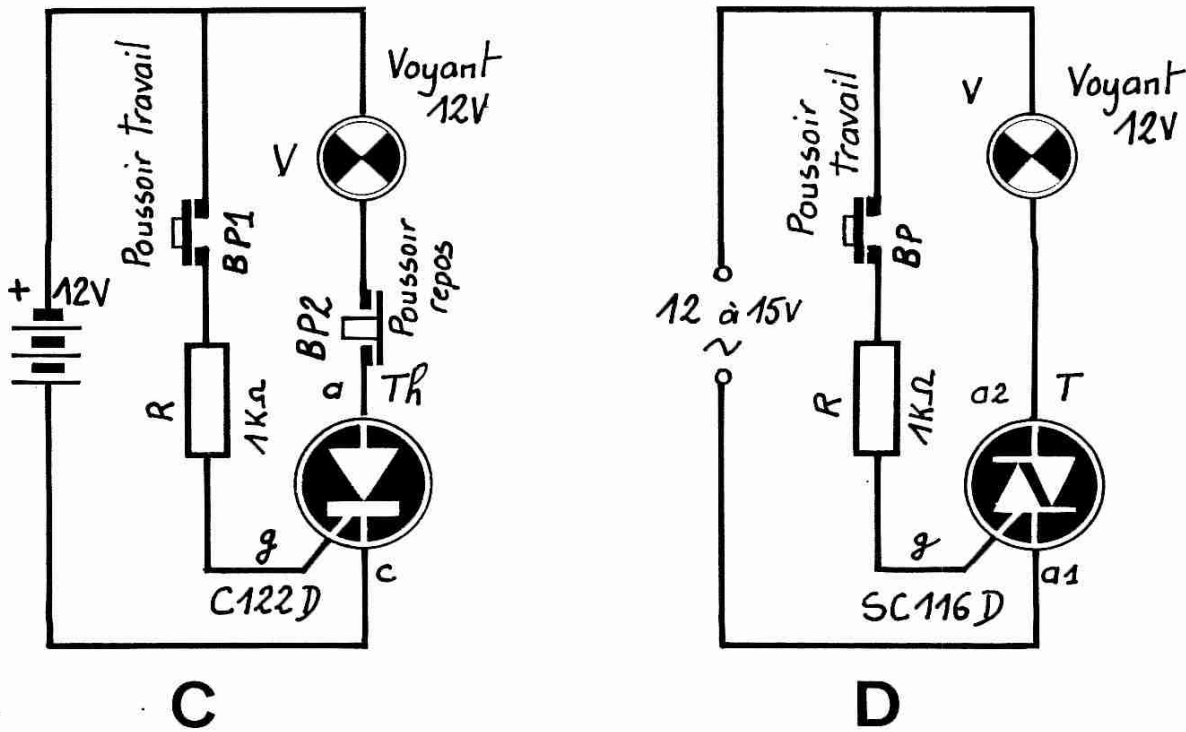


Fig. 7-4 -

quelques volts par rapport à la cathode. Si on relâche BP 1, ce qui coupe la gachette, le thyristor reste en conduction, parce que ici **on procède en courant continu** (voir plus loin). Pour faire cesser la conduction, il faut couper le circuit d'anode en appuyant sur BP 2.

Refaisons la même expérience en 12 volts **alternatif**. Au début le fonctionnement est identique, mais l'élément fonctionne en redresseur, il ne passe plus qu'une alternance sur deux et la brillance de l'ampoule diminue nettement. Et ensuite, dès que par BP 1 on coupe la gachette, l'élément se désamorce et ne conduit plus. Ceci parce que en fin d'une alternance la tension anodique tombe à zéro. On constate donc qu'un minimum de courant est nécessaire au maintien en conduction.

Donc en alternatif il faut que la gachette soit alimentée en permanence.

Passons ensuite en D.

Le triac présente deux anodes A 1 et A 2, et une gachette qui est également une électrode de commande de déclenchement. Son symbole représente deux redresseurs montés en opposition. C'est dire qu'il n'opère aucun redressement, on l'utilise essentiellement sur courant alternatif, et le courant passe dans les deux sens. Mais par action sur la gachette, on dispose d'un interrupteur commandé, et pouvant être commandé par un signal électronique qui arrive sur la gachette.

Donc au début l'élément ne conduit pas, le voyant reste éteint. Appuyant sur BP, nous amenons une tension et un courant sur la gachette. Le triac conduit. Si on relâche BP, le triac se désamorce, il ne conduit plus. Pour un fonctionnement permanent, il faut alimenter la gachette en permanence. Ceci en raison du désamorçage qui se produit à chaque passage à zéro de l'alternatif.

Généralités sur les triacs et thyristors.

Suivant les montages où ils sont employés, ces semi-conducteurs produisent fréquemment des parasites qui perturbent le fonctionnement des récepteurs de radio dans les gammes Petites Ondes et Grandes Ondes. Des circuits d'antiparasitage doivent donc être établis. Mais cela en fonction de chaque montage. Et attention, il n'est surtout pas question de mettre tout simplement un condensateur aux bornes : cela entraîne irrémédiablement la destruction de l'élément.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— Thyristor
— Résistance
— Poussoir Repos

— Triac
— Voyant lumineux 12 V
— Poussoir Travail

Expérimentation diodes

Expérimentation Triacs, Thyristors

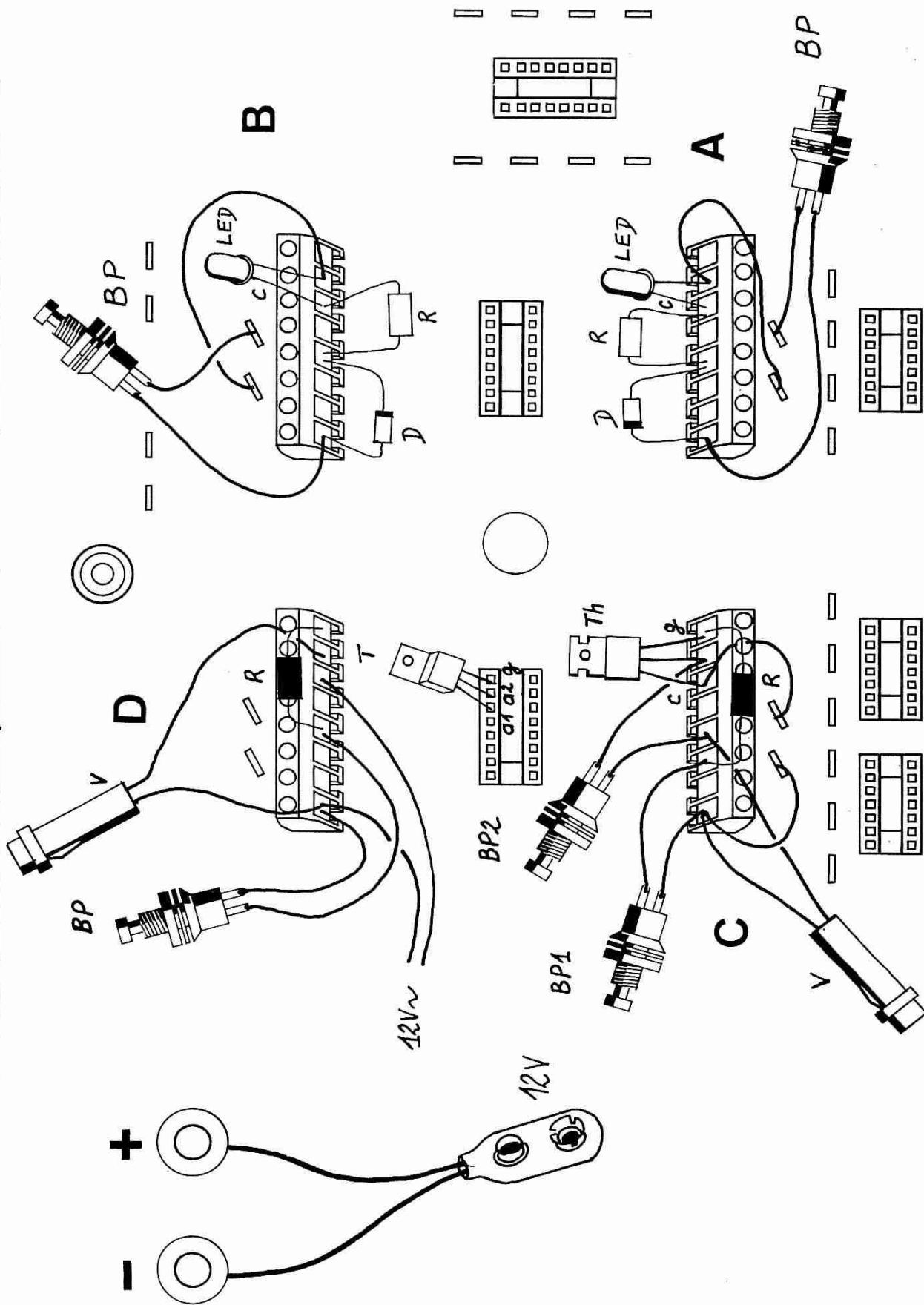


Fig. 7-5 -

N° VII-4 LE CIRCUIT INTÉGRÉ LOGIQUE, OU DIGITAL

Précisons tout d'abord que les termes : logique, digital, numérique, sont identiques.

Ils désignent une technique, un procédé, qui est mis en œuvre dans toutes les applications de l'informatique, jeux électroniques, calculatrices, montres et tous systèmes horlogiques, systèmes à affichage, ordinateurs, compteurs... etc.

Ils caractérisent essentiellement les applications de l'électronique moderne. Car on peut dire que c'est à peu près **en tout et partout** qu'on entend parler d'informatique.

C'est dire combien une initiation à cette technique pourra être profitable et constituer un prélude à une étude plus poussée. Reportez vous également au chapitre IX, montage 13 et suivants ; faites des rapprochements...

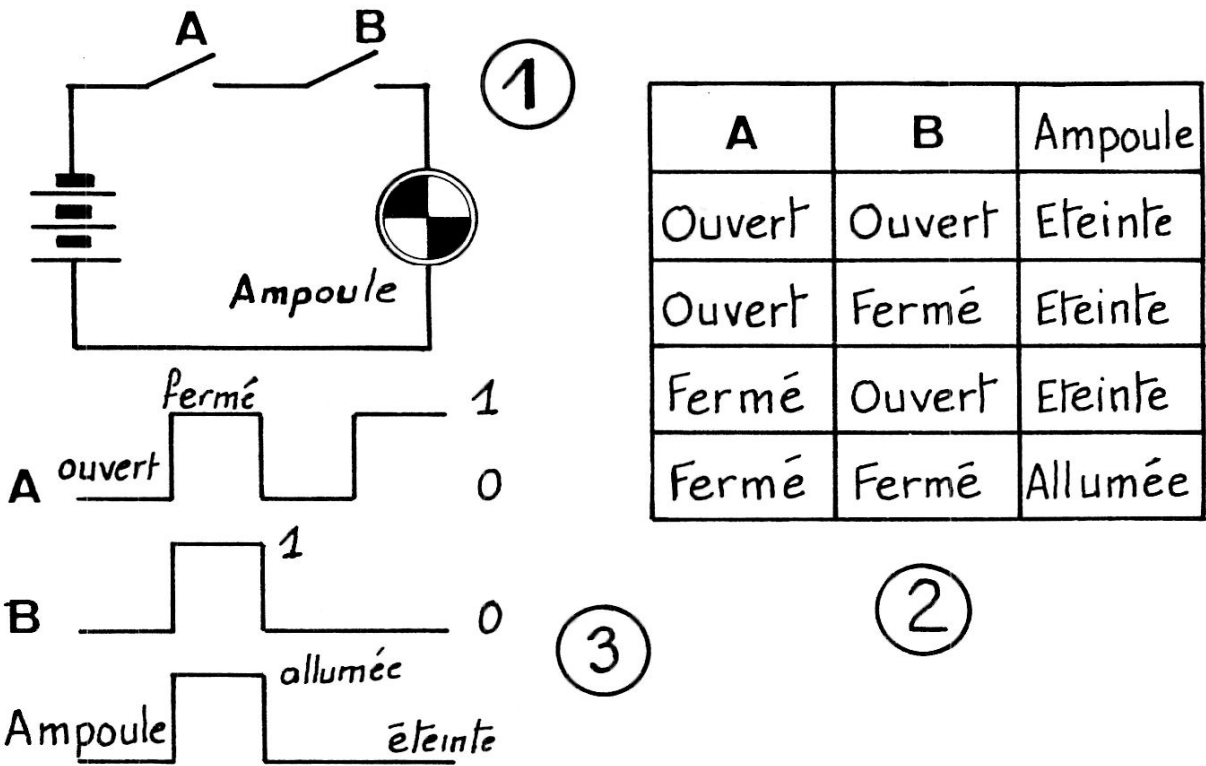


Fig. 7-6 - En 1, analogie électrique d'une porte ET.
En 2, la table de vérité affiche les caractéristiques complètes d'une porte.
En 3, allure des signaux pratiqués en circuit logiques.

Nous nous sommes efforcés, dans ces expériences démonstratives, de rester simple, d'être clairs et simples. Ces montages ne sont pas compliqués du tout, ils se pratiquent aisément. Ceci pour constituer un démarrage non rebutant, voire même attrayant.

Un circuit logique est constitué à la base par un circuit intégré nommé « porte », qui laisse passer ou bloque un courant, un signal. Il comporte deux ou plusieurs entrées et une seule sortie. Dans un but de simplification, nous considérerons uniquement des circuits à deux entrées.

Dans la plupart des ouvrages techniques, les différents types de circuits logiques sont désignés par leur nom en langue américaine ; nous les citerons également en langue française, afin de mieux les fixer dans votre esprit.

Porte ET • Porte AND

Voyez le schéma électrique de la figure 7-6 , en 1 .

Il apparaît immédiatement que :

- si les deux interrupteurs sont ouverts, l'ampoule reste éteinte ;
- si l'interrupteur B seul est fermé, l'ampoule reste éteinte ;
- si l'interrupteur A seul est fermé, l'ampoule reste éteinte ;
- si les interrupteurs A et B sont fermés, l'ampoule s'allume.

Donc pour que l'ampoule s'allume, il faut que A ET B soient fermés. Ceci préfigure exactement le comportement d'une porte électronique ET.

Les différents états des entrées et sorties sont affichés dans un tableau dit « table de vérité ». Voyez dans le cas présent la table de la figure 7-6, en 2. Elle affiche immédiatement que :

- lorsque A et B sont ouverts (état zéro) l'ampoule reste éteinte (état zéro) ;
- lorsque uniquement B est fermé (état 1) l'ampoule reste éteinte ;
- lorsque uniquement A est fermé, l'ampoule reste éteinte ;
- lorsque A et B sont fermés (état 1) l'ampoule est allumée (état 1).

Il est évident qu'en regardant ainsi une table de vérité, on connaît immédiatement tout le comportement d'une porte.

Ensuite, voyez le graphique, en 3.

En circuit logique, il n'y a pas de courants variables, de valeurs intermédiaires. On met en œuvre et on ne considère que deux états :

- État 1. État haut. Maxi. Présence de tension. Ouvert.
- État 2. État bas. Mini. Absence de tension. Fermé.

Passons maintenant à la figure 7-7.

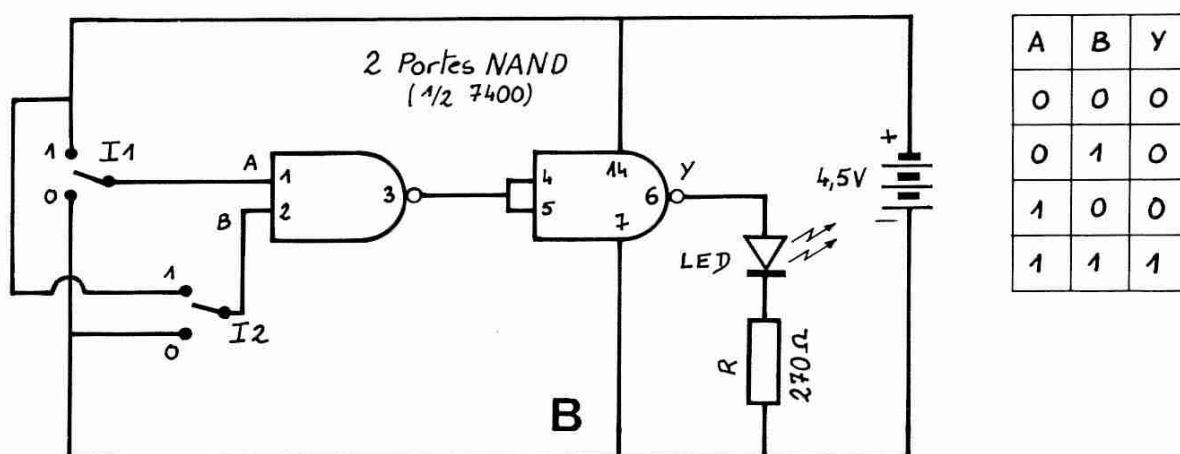


Fig. 7-7 - La porte AND

Pour les expériences qui suivent, nous nous servons d'un circuit intégré référencé 7400. C'est un modèle qui comporte quatre portes NAND. Ici nous n'utilisons que deux de ces portes, et les branchons de façon à obtenir une porte ET. Les entrées sont toujours désignées par les lettres A et B, et la sortie par la lettre Y. La LED visualise l'état de la sortie, allumée pour l'état 1, éteinte à l'état zéro. Par deux inverseurs I1 et I2, on peut mettre les entrées à l'état 1 (au + de la pile) ou à l'état zéro (au — de la pile). Les résultats constatés sont consignés sur la table de vérité. Elle indique immédiatement l'état de la sortie en fonction de l'état des entrées. Les numérotages (1, 2, 3...) sur les portes correspondent au brochage du circuit intégré.

1. Par la manœuvre des deux inverseurs, mettons les deux entrées à l'état zéro. La LED reste éteinte, la sortie Y est également à l'état zéro, la porte est fermée.

- 2. Mettons l'entrée A à l'état zéro, l'entrée B à l'état 1, nous constatons que la sortie Y reste à zéro.
- 3. Entrée A à l'état 1, entrée B à l'état zéro, la sortie reste à zéro.
- 4. Les deux entrées à 1, cette fois la LED s'allume, la sortie Y passe à 1, la porte est ouverte.

Conclusion : la sortie d'une porte ET vient à l'état passant si les deux entrées sont simultanément portées à 1.

En pratique, il est évident que les entrées sont commandées par un signal électronique, et non par un interrupteur mécanique. Vous trouverez la réalisation pratique de ce montage sur la planche de la figure 7-10.

Porte OU • Porte OR

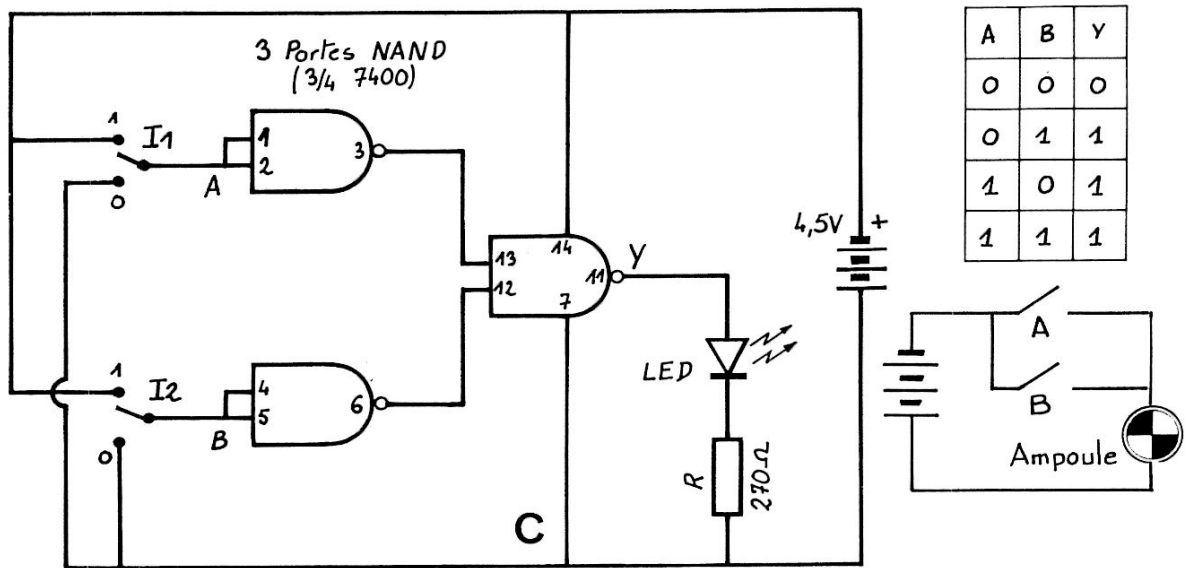


Fig. 7-8 - La porte OR.

Sur la figure 7-8, voyez tout d'abord le schéma qui est une analogie électrique de la porte OU. La table de vérité est au-dessus. Il apparaît immédiatement que :

- A et B ouverts, ampoule éteinte ;
 - A ouvert et B fermé, ampoule allumée ;
 - A fermé et B ouvert, ampoule allumée ;
 - A fermé et B fermé, ampoule allumée,
- ce qui correspond bien à l'affichage de la table de vérité.

Pour le schéma électronique, nous utilisons trois des portes du circuit intégré 7400, qui ainsi branchées nous fournissent une porte OU. L'expérimentation consiste à procéder comme précédemment. On actionne les inverseurs et pour chaque manœuvre on constate l'état de la sortie Y par l'allumage de la diode :

- deux inverseurs à zéro, sortie bloquée ;
- un inverseur à 1, sortie passante ;
- l'autre inverseur à 1, sortie passante ;
- deux inverseurs à 1, sortie passante.

Conclusion : La sortie d'une porte OU se porte à l'état 1 si l'une OU l'autre OU les deux entrées sont portées à 1.

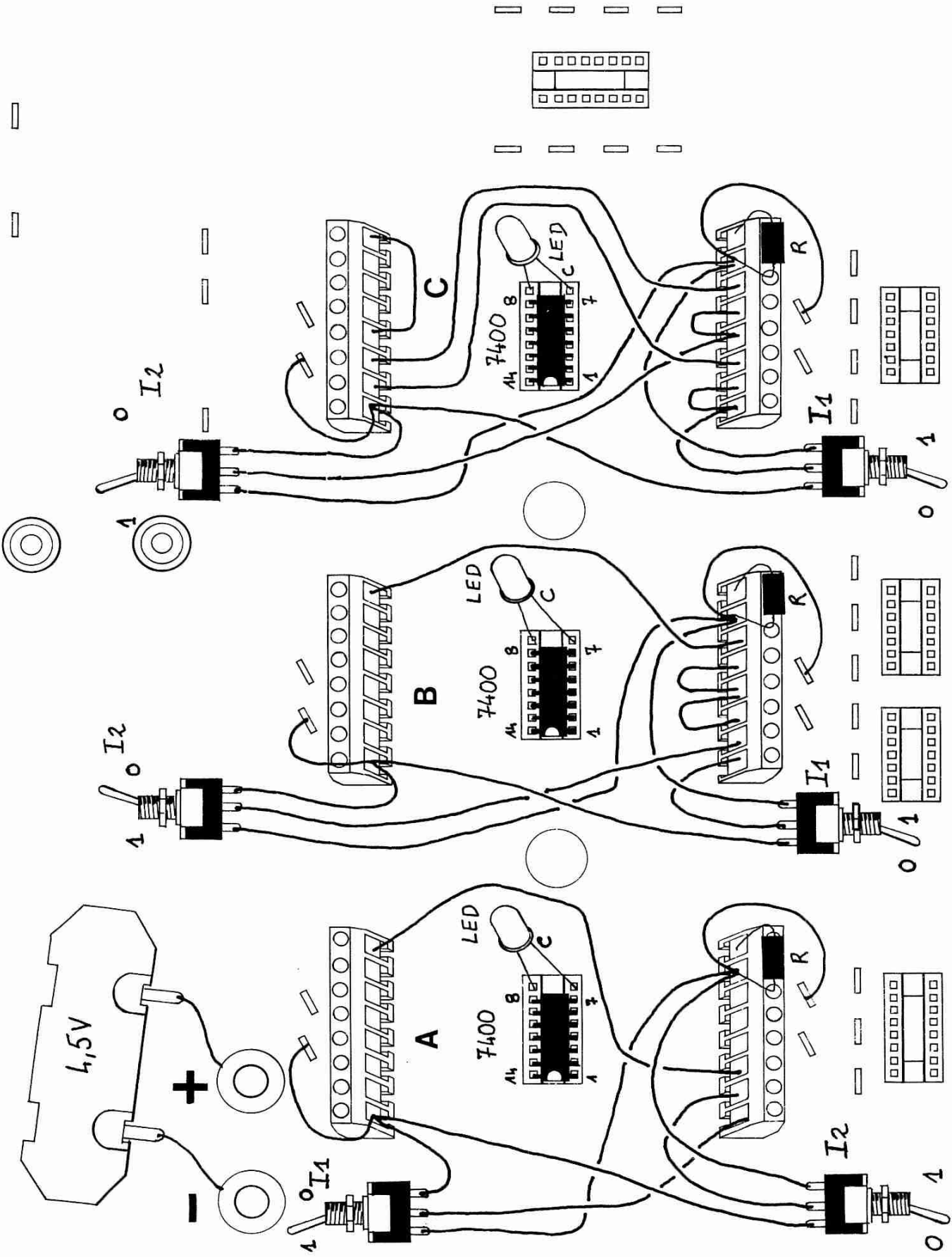
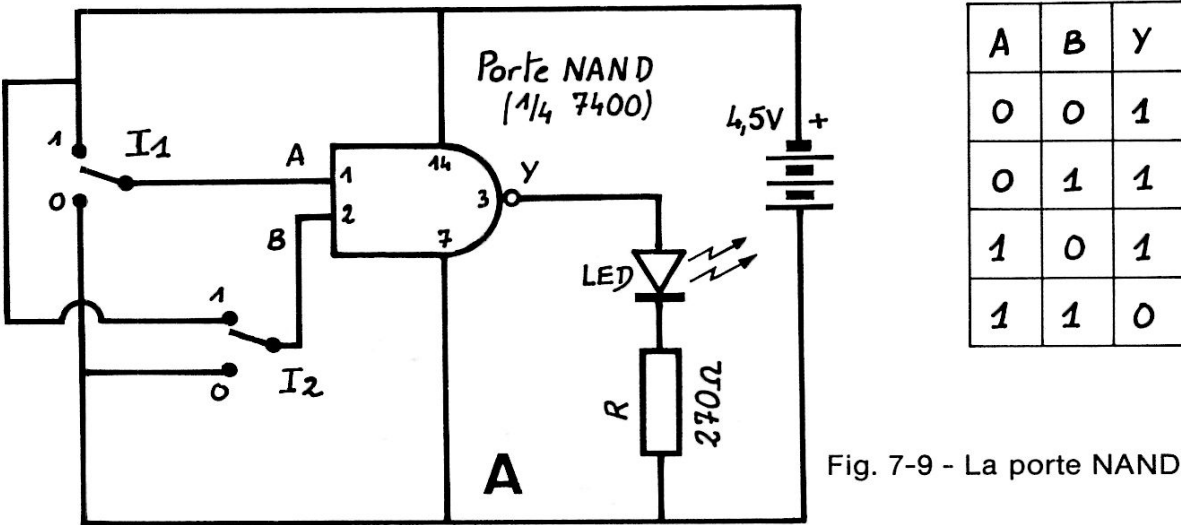


Fig. 7-10 -

Porte NON ET • Porte NAND (No And)

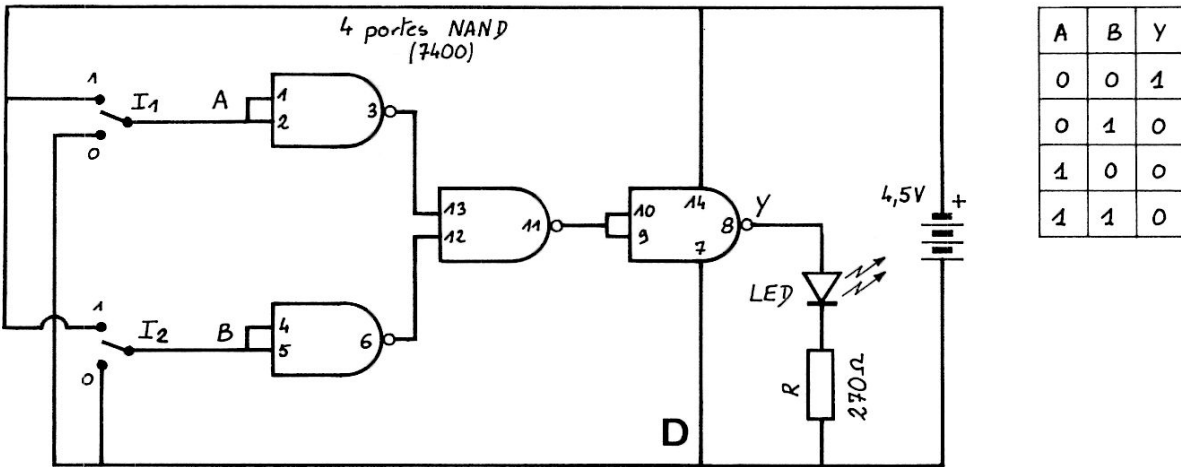
Le schéma est représenté en figure 7-9 . Cette fois nous utilisons très simplement l'une des quatre portes NAND du circuit intégré 7400 . L'expérimentation consiste dans les quatre manœuvres successives des deux inverseurs, pour porter les deux entrées aux états indiqués sur la table de vérité.



Et nous constatons en conclusion : la sortie d'une porte NAND reste ouverte en permanence, elle se ferme si les deux entrées sont simultanément portées à 1 .

Voyez la réalisation pratique sur la figure 7-10 .

Porte NON OU • Porte NOR (No Or)



En figure 7-11 , le schéma met en œuvre les quatre portes du circuit intégré, branchées de façon à nous fournir une porte NOR . Vous exécuterez les quatre manœuvres conformes à la table de vérité, et nous conclurons ici :

La sortie Y se porte à zéro si l'une, OU l'autre, OU les deux entrées, sont portées à 1 .

La réalisation pratique se trouve sur la planche de la figure 7-14 .

Porte OU Exclusif • Porte OR Exclusive

Schéma et table de vérité sont portés en figure 7-12 . Nous constatons que :

La sortie passe à l'état 1 si l'une OU l'autre des entrées est portée à 1, mais pas les deux ensemble.

On pourrait encore développer en ajoutant :
Il n'est besoin que d'une seule entrée à 1 pour porter la sortie à 1.
Mais **une seule entrée** doit être portée à 1 pour porter la sortie à 1.
La réalisation pratique se trouve sur la figure 7-14.

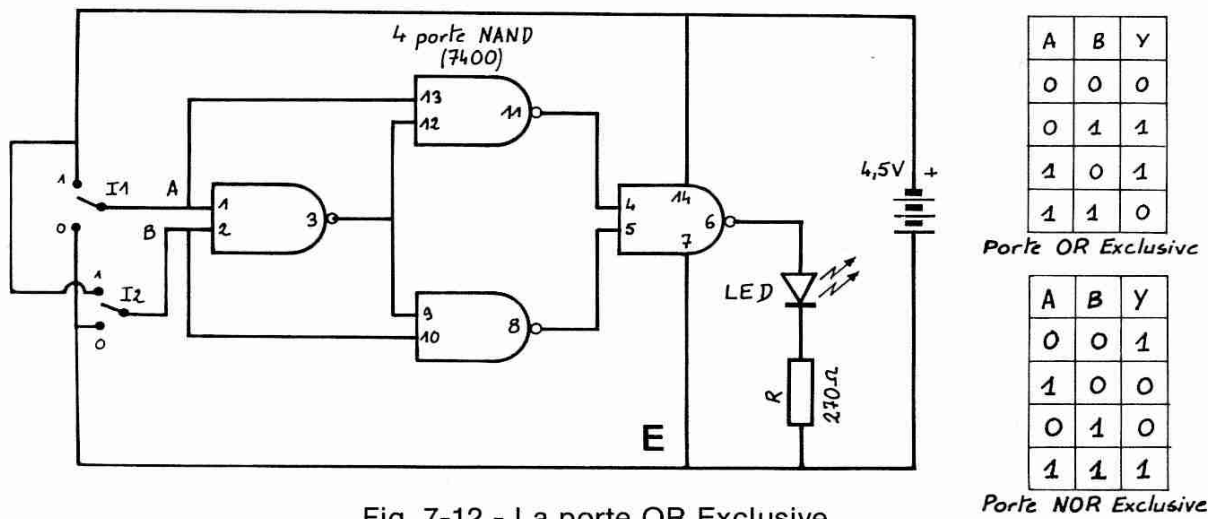


Fig. 7-12 - La porte OR Exclusive.

Dans le même esprit, disons ici qu'il existe une fonction **NOR Exclusive**, qui se réalise en ajoutant un inverseur à la suite d'une porte NOR. Nous en indiquons la table de vérité.

Bascule • Flip-flop

On utilise couramment les termes de bascule, basculeur, flip-flop, bistable. Il existe en circuits intégrés des bascules de type RS, RSH, D, JK, JKMS ... Nous réalisons ici et expérimentons une bascule RS, à l'aide deux portes NAND de notre même circuit intégré 7400.

Examinons le schéma de la figure 7-13.

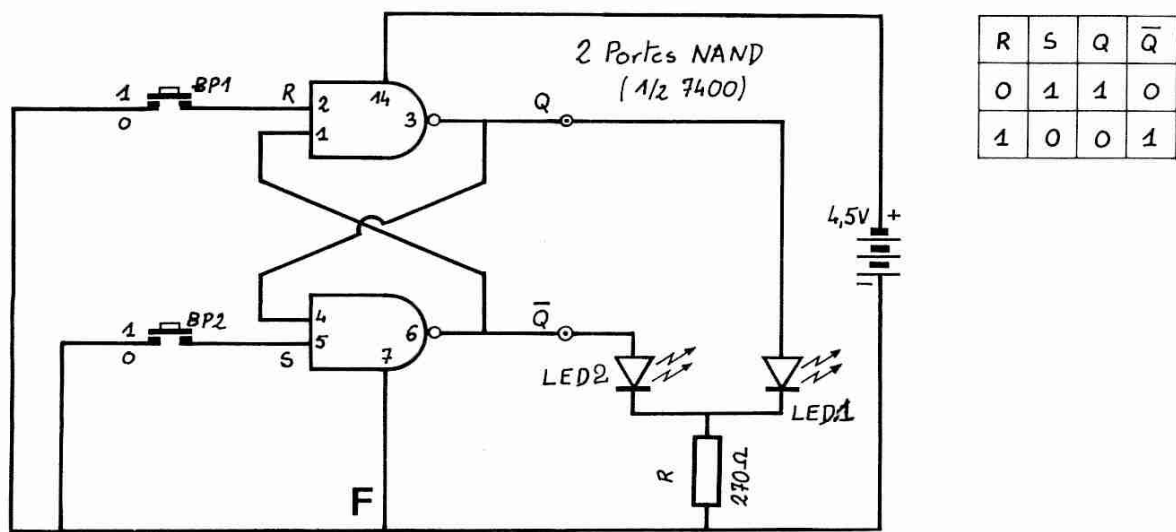


Fig. 7-13 - Une bascule électronique.

Deux entrées : R et S. Deux sorties : Q et $\bar{Q}$. Ces dernières sont visualisées par deux diodes lumineuses. Deux boutons-poussoirs : levé, état 1 (au + de la pile) ; appuyé, état zéro (au — de la pile).

Fonctionnement et expérimentation :

Supposons que dès la mise sous tension la sortie $\bar{Q}$ soit à 1 (ce qu'il n'est pas possible de prévoir à l'avance). LED 2 est donc allumée. Appuyons BP 1, mise à zéro de l'entrée R. Cela provoque le basculement, le

changement d'état du système. Ce qui se traduit par $\bar{Q}$ qui passe à zéro, LED 2 s'éteint. Et dans le même temps, Q passe à 1 et LED 1 s'allume.

Si on appuie à nouveau sur BP 1, on constate qu'il ne se passe rien. Pour faire basculer à nouveau le système, il faut appuyer BP 2, d'où mise à zéro de l'entrée S, on constate qu'il y a rebasculement, on revient à l'état de départ : LED allumée.

On dispose bien d'une bascule, d'un système basculant. Il prend deux états stables, d'où entre autres le nom de bistable. Lorsqu'il se trouve dans un certain état, il y reste. Et c'est sur réception d'un signal sur une entrée appropriée qu'il bascule, dans l'autre état, et y reste. Il faudra ensuite envoyer à nouveau un signal sur l'autre entrée pour la faire basculer de nouveau. Il existe des circuits intégrés qui comportent une bascule, ou deux bascules.

Porte NON ou PAS • Porte NO

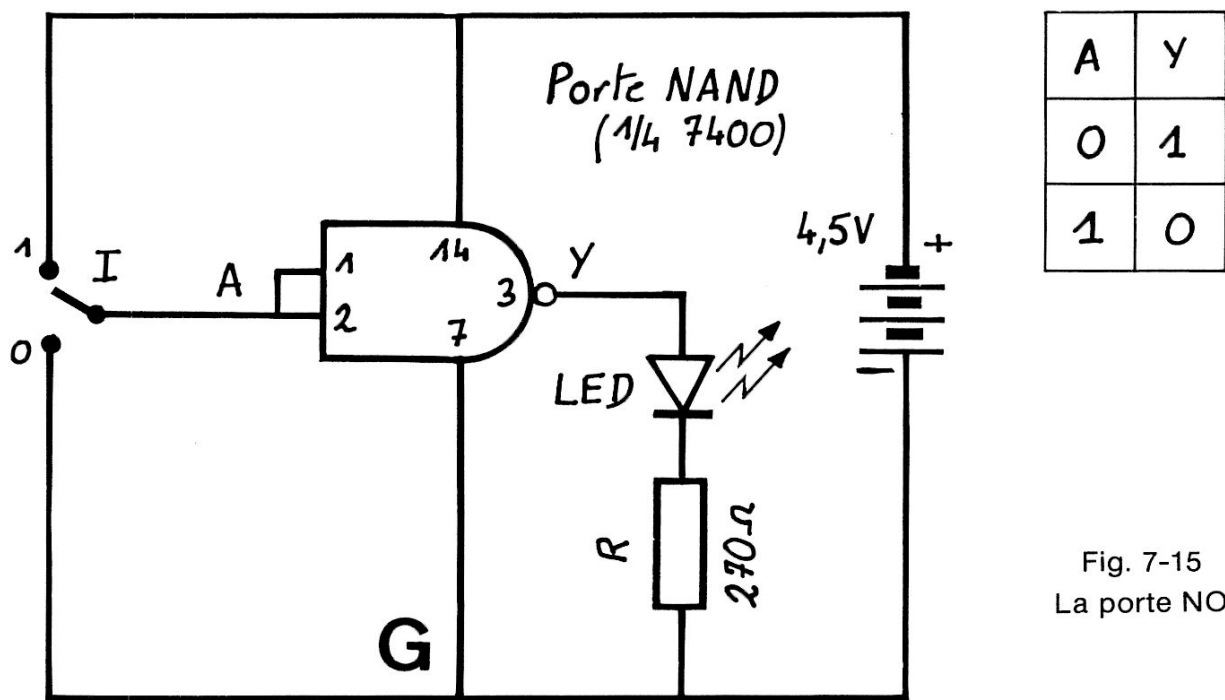


Fig. 7-15
La porte NO

Nous arrivons au dernier de nos montages expérimentaux de circuits digitaux. D'une extrême simplicité, nous n'avons pas cru devoir le matérialiser sur la planche de travail. Une seule entrée, une seule sortie. Ici réalisé simplement en réunissant ensemble les deux entrées d'une porte NAND. On constate immédiatement sur la table de vérité que l'état de la sortie est l'inverse de l'état de l'entrée. Le système est donc un simple **inverseur** de l'état d'arrivée.

Un commentaire de précautions générales :

Dans ces manipulations de circuits intégrés logiques, il y a **risque de destruction** en cas de...

- inversion de l'alimentation ;
- court-circuit prolongé des sorties ;
- liaison des sorties entre elles.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

à la réalisation des planches 7-10 et 7-14

— Circuit intégré

— 2 inverseurs à levier

— Résistance

— 2 diodes lumineuses

— 2 boutons-poussoirs

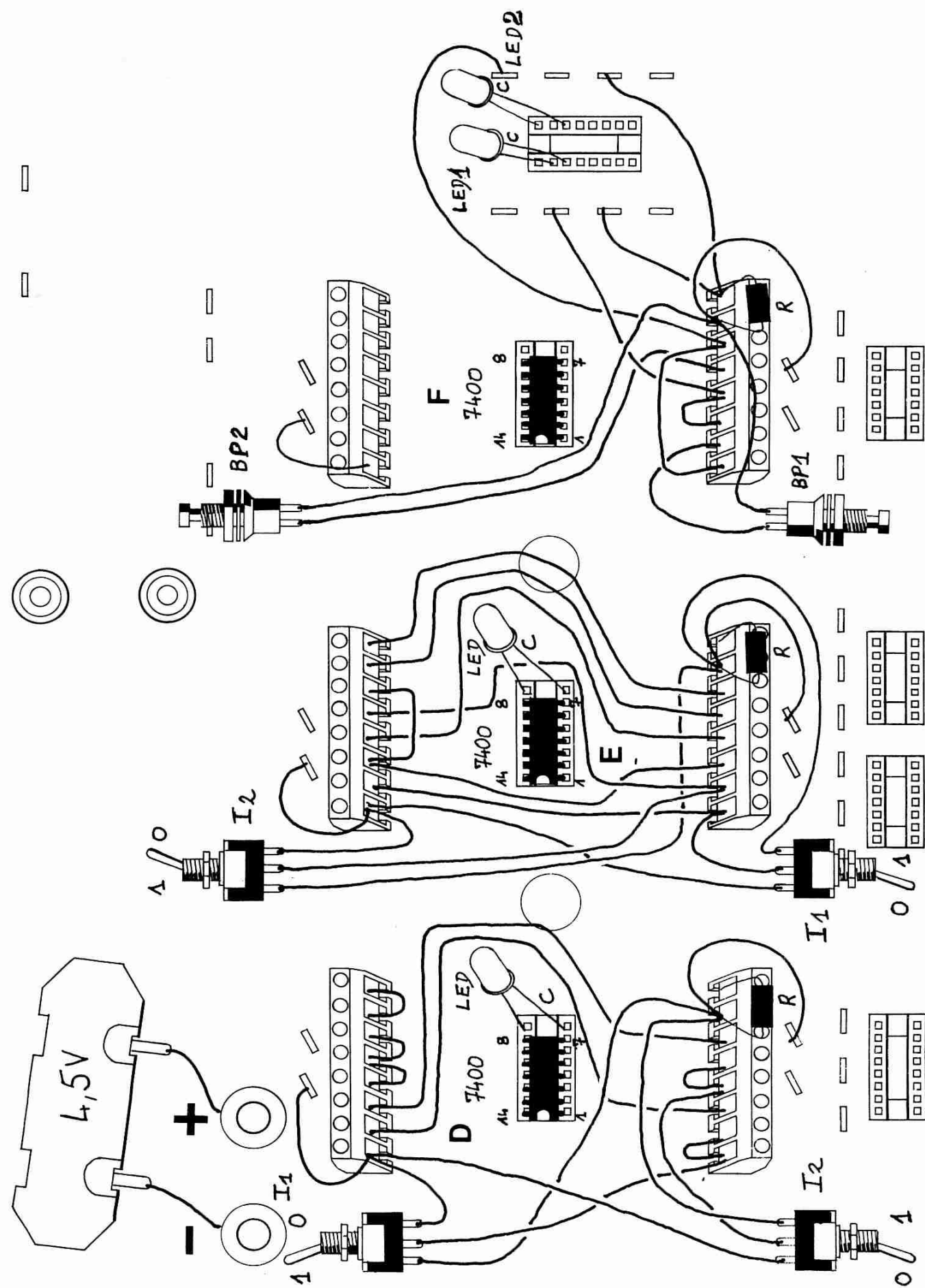


Fig. 7-14 -

N° VII-5

POUR BIEN CONNAITRE LES RELAIS

Le relais est un élément dont l'emploi est très répandu dans les montages d'électronique, et il convient de le bien connaître. C'est essentiellement un interrupteur, ou un inverseur, qui peut être commandé à distance. En envoyant un courant dans sa bobine, on dispose de contacts, que l'on peut ouvrir ou fermer.

Voyons la manipulation la plus simple, sur la figure 7-16, en A.

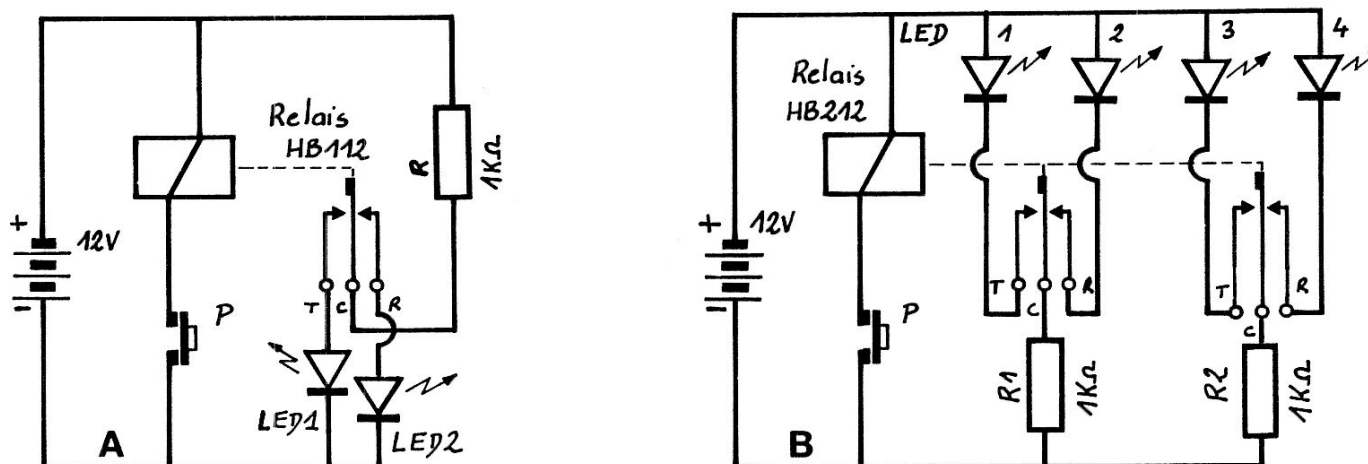


Fig. 7-16 - En A, l'emploi simple d'un relais « un R.T. ».
En B, un relais en deux R.T.

Nous avons un relais à bobine 12 volts, alimenté sous cette tension. Quand on appuie sur le poussoir, le courant passe dans la bobine, le relais est **excité**. Voyons les contacts. Au milieu, la palette mobile, le contact **commun**. Au repos, relais non excité, le Commun vient contre le contact Repos. Dès que le relais est excité, le Commun quitte le contact Repos et vient contre le contact Travail. Ceci est immédiatement visualisé par les deux diodes. En manœuvrant le poussoir, on allume ou on éteint tour à tour LED 1 et LED 2 suivant que le Commun est attiré ou relâché. Vous pouvez donc remarquer qu'on dispose là d'un **inverseur** puisqu'on inverse la pile sur l'une ou l'autre diode. Si l'on n'utilise que le Commun et l'un ou l'autre contact, on dispose alors d'un simple **interrupteur**. Et dans ce dernier cas, remarquez que suivant l'emploi de R ou de T, on peut par la manœuvre du relais soit :

- **allumer** quelque chose qui est **éteint** en permanence ;
- **éteindre** quelque chose qui est **allumé** en permanence.

Dans tout emploi d'un relais, il convient de tenir compte du **pouvoir de coupure** de ses contacts. Il est déterminé par trois valeurs, qu'il convient de ne pas dépasser, et qui par exemple dans le cas présent sont de : — 60 watts — 125 volts — 2 ampères .

Passons ensuite à la même figure, en B.

Nous venons de quitter un relais qui possède un jeu de trois contacts, on le désigne par « un R T ». Nous voyons maintenant deux jeux de contacts, c'est un modlèe dit « deux R T ». Le pointillé indique que les deux lamelles sont mécaniquement solidaires, elles se déplacent ensemble. Vous pouvez constater que les LED 1 et 3 s'allument ensemble, quand les 2 et 4 sont éteintes, et inversement.

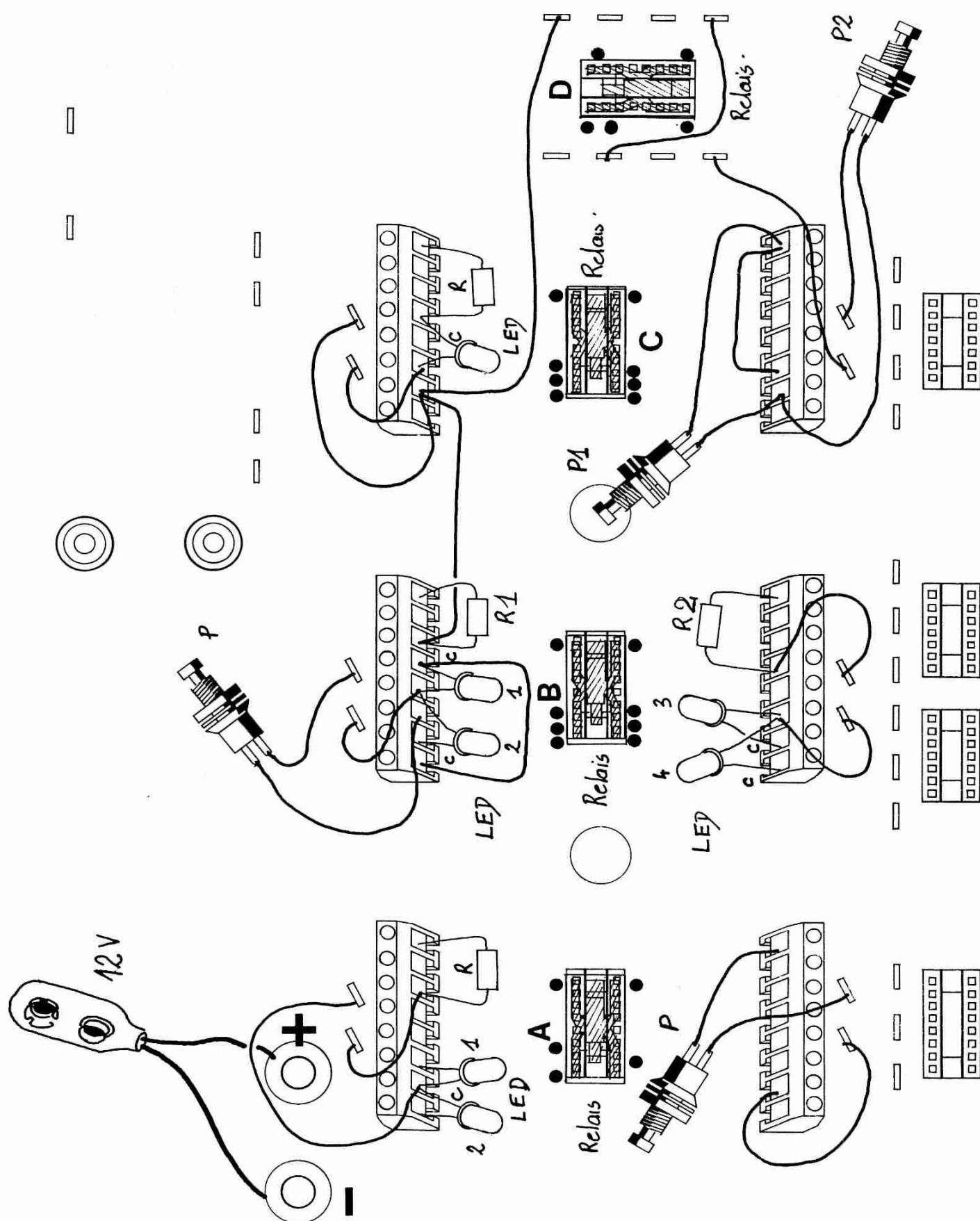


Fig. 7-18 -

Il existe des modèles en «trois R T», en «quatre R T»...

La figure 7-17 en C va nous démontrer l'une des possibilités d'emploi d'un relais. C'est un modèle deux R T. Le poussoir P 1 est à contact travail, P 2 est à contact repos.

Au début, le Commun étant au contact Repos, le courant ne passe pas dans la bobine, le relais n'est pas excité. Appuyons P 1. Le courant passe par P 1 et P 2, la bobine est alimentée, le Commun vient en contact Travail. Dès cet instant on peut relâcher P 1, le courant passe par C et T, le relais reste collé. On dit qu'il fonctionne en **auto-maintien**, ou encore en **auto-excitation**. Pour le faire retomber, il faut appuyer P 2, qui coupe le courant d'alimentation.

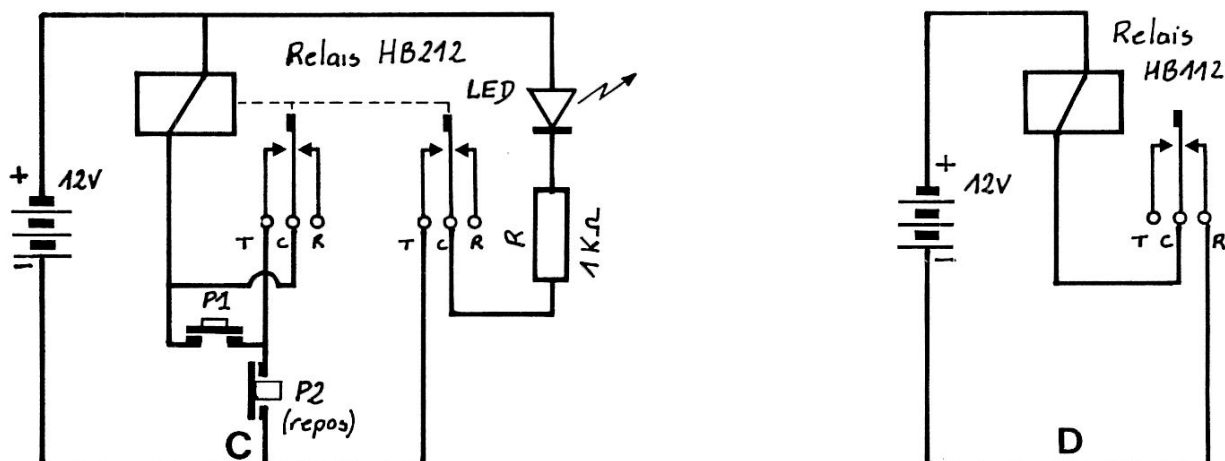


Fig. 7-17 - En C, le relais en auto-maintien.
En D, le relais en buzzer.

Pour obtenir cette fonction, on a utilisé un jeu de contacts. Le second jeu de contacts sert ici à visualiser des résultats. Dans une installation pratique, ce sont ces contacts qui commanderont un circuit extérieur.

Même figure en D, un relais monté en buzzer, un petit avertisseur sonore. Buzzer est un terme de langue anglaise, qui peut se traduire par vibreur, trembleur, ronfleur.

Au début, le Commun est au contact Repos. Le courant d'alimentation passe par ce contact, le relais est excité, ce qui attire C en contact avec T. Mais cela a pour effet de couper le courant, la bobine n'est plus alimentée, C retombe en contact avec R. Ce qui rétablit le circuit... Et le cycle recommence. En définitive, la palette mobile est continuellement attirée et relâchée, elle vibre, on l'entend vibrer.

On dispose bien ainsi d'un système de signal sonore d'appel, utilisable en téléphonie, en interphonie, en alarme discrète, en signal de rappel...

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| — Relais un R T | — Relais deux R T |
| — Poussoir Travail | — Poussoir Repos |
| — 4 diodes lumineuses | — Résistances |

N° VII-6

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 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...

Loi d'Ohm .

Commençons par la loi d'Ohm, règle de base que pratiquement tout le monde devrait connaître. Voyez la figure 7-19, en A. Le galvanomètre de 400 microampères est shunté par une résistance de 3,30 ohms, et ainsi il donne sa déviation totale pour un courant de 100 milliampères. D'autre part, il présente une résistance interne très faible, négligeable devant la résistance extérieure mise en circuit. Nous avons mis une résistance marquée 47 ohms qui est valeur normalisée, mais qui en réalité peut très bien faire 50 ohms, valeur que nous retiendrons pour la commodité de nos calculs.

Intensité. 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 :

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4,5}{50} = 0,09 \text{ ampère, soit } 90 \text{ milliampères}$$

Même figure, en B. Nous avons doublé la résistance, qui fait 100 ohms. Appliquons la même formule, 4,5 divisé par 100. Le courant est de 45 milliampères. Nous constatons que la résistance ayant doublé, le courant a diminué de moitié.

La résistance de la bobine de notre relais est de 250 ohms. Elle est branchée sous une tension de 12 volts. Elle sera donc parcourue par un courant de :

$$I = 12 : 250 = 0,048 \text{ ampère, soit } 48 \text{ milliampères}$$

Tension. 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 50×90 , vous auriez trouvé 4 500 volts !

C'est beaucoup... et ce n'est pas pareil...

Dernière formule de la loi d'Ohm :

Résistance : Une tension 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.

Puissance. Revenons à la bobine de notre relais. Connaissent ses caractéristiques citées plus haut, quelle est la puissance absorbée pour actionner ce relais...

Nous posons : $P = U \times I = 12 \times 0,048 = 0,576 \text{ watt}$

Grouperments de résistances.

Figure 7-19 , en D . Nous voyons dans le circuit deux résistances mises bout à bout, on dit **en série**. Dans un tel cas les valeurs des résistances **s'additionnent**, et dans le cas présent la valeur totale est de 200 ohms. Le courant débité par la pile est de 25 milliampères. Dans tous les cas d'éléments ainsi branchés en série, tous sont traversés par la même intensité. Si les résistances sont de valeurs différentes, les tensions aux bornes sont différentes.

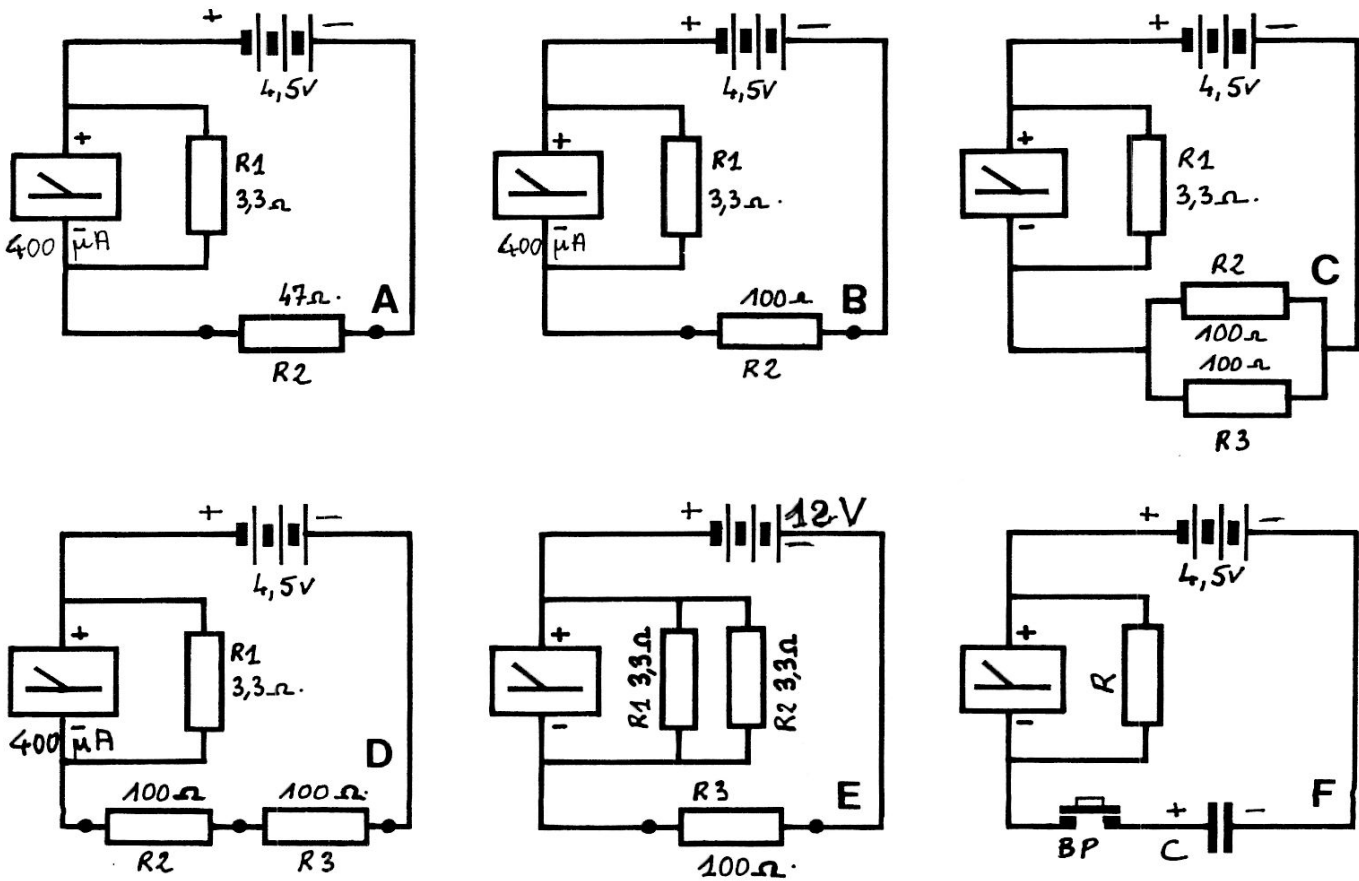


Fig. 7-19 -

Même figure, en C . Deux résistances de 100 ohms sont branchées **en dérivation**, on dit également « en parallèle ». Dans un tel cas la résistance totale **diminue**, elle est ici de 50 ohms ; pour 3 résistances de cette valeur elle serait de 33,33 ohms. Si les résistances sont de valeurs différentes entre elles, les intensités qui les parcourent sont également différentes, mais à leurs bornes la tension est toujours la même.

En application pratique, voyez la figure du schéma en E .

Normalement, le galvanomètre donne sa déviation totale lorsqu'il est traversé par un courant de 400 microampères. En le shuntant par une résistance de 3,3 ohms, on peut mesurer un courant jusqu'à 100 milliampères. En réalité, il ne passe toujours que 400 microampères dans l'appareil, et la plus grande partie passe dans la résistance-shunt. Ici nous avons ajouté une seconde résistance de 3,3 ohms. De ce fait, on peut admettre de faire passer dans le circuit un courant de 200 milliampères. Le courant qui passe dans le shunt est d'autant plus élevé que la résistance du shunt est plus faible.

Dans le cas présent, avec une source de 12 volts et une résistance de 100 ohms, le courant débité est de 120 milliampères, donc supérieur à 100 milliampères qui est le maximum admissible avec un seul shunt.

Charge d'un condensateur.

Même figure, en F. De par la capacité qu'il présente, et qui se chiffre en microfarads, un condensateur peut emmagasiner une certaine quantité d'électricité lorsqu'on le charge, quantité qui est restituée à la décharge.

Première expérience. Galvanomètre non shunté. Condensateur de 10 microfarads. Appuyons le poussoir. On constate que l'aiguille dévie jusqu'à 350 microampères environ, puis revient lentement à zéro. Le condensateur est chargé. Si vous le retirez et court-circuitez ses bornes sur une pièce métallique, vous constatez une petite étincelle, qui correspond à la décharge.

Résistance-shunt de 100 ohms, condensateur de 100 microfarads. On appuie B.P. et on constate que l'aiguille dévie jusqu'à une valeur qui dans le cas présent correspond à 3,5 milliampères. A la décharge, on constate une étincelle un peu plus importante, puisqu'il y a eu plus d'électricité emmagasinée à la charge.

Avec un shunt de 8,2 ohms et un condensateur de 1 000 microfarads, le courant de charge atteint une valeur de 35 milliampères.

La formule qui s'applique ici est :

$$Q = C \times U$$

Grouperments de condensateurs.

Voyez en figure 7-21 les résultats obtenus suivant que l'on branche deux condensateurs en série ou en dérivation.

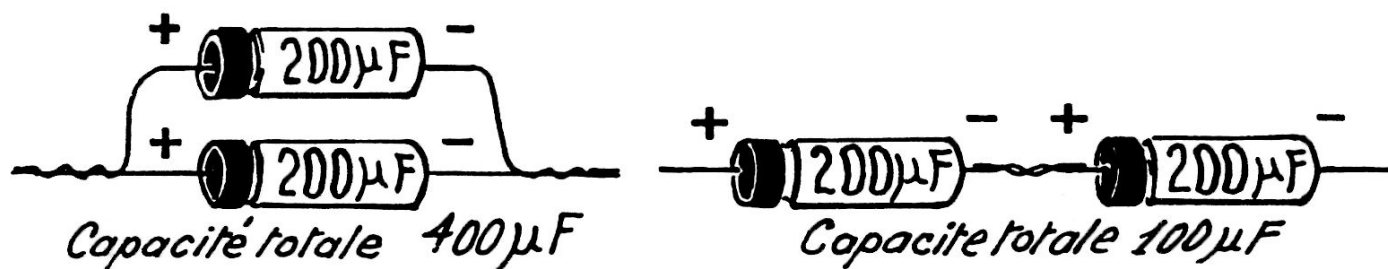


Fig. 7-21 - Deux condensateurs en dérivation : leurs valeurs s'additionnent.
Deux condensateurs en série : la capacité totale diminue.

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.

Ces branchements de résistances et condensateurs débouchent sur des applications pratiques immédiates. Dans nos différents montages, voyez les dispositifs **à temps** : clignoteur, minuterie, multivibrateur... A chaque fois les temps sont déterminés par la valeur d'une résistance et d'un condensateur. Vous pourrez facilement modifier ces temps en branchant ces éléments en série ou en dérivation.

Puissance supportable par une résistance.

On trouve dans le commerce des résistances de 1 watt, ou de un demi watt, ou de 2 watts, ou de un quart de watt. Qu'est-ce que cela signifie ?

Expérimentons.

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 **dissipation** de puissance de :

$$P = R \times I \times I = 50 \times 0,180 \times 0,180 = 1,62 \text{ watt.}$$

A titre expérimental, 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.

Grouperments de piles ou accus.

Le groupement en batterie de piles ou accus a pour but d'augmenter la tension ou l'intensité résultante, en fonction des éléments dont on dispose. Par exemple, la classique batterie de 12 volts de voiture est en fait constituée par 6 éléments d'accus de 2 volts reliés en série.

Expérimentons, avec une résistance de 50 ohms et deux piles de 4,5 volts.

Branchement en série. On le réalise en reliant **le Plus de l'une au Moins de l'autre**. 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 résistance. Si nous appliquons la formule convenable, nous constatons que le courant est de 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.

Branchement en dérivation. On le réalise en reliant **le Plus au Plus et le Moins au Moins**. On constate qu'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 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.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

aux montages de la planche 7-20

- Galvanomètre
- Résistances

- Bouton-poussoir Travail
- Condensateurs

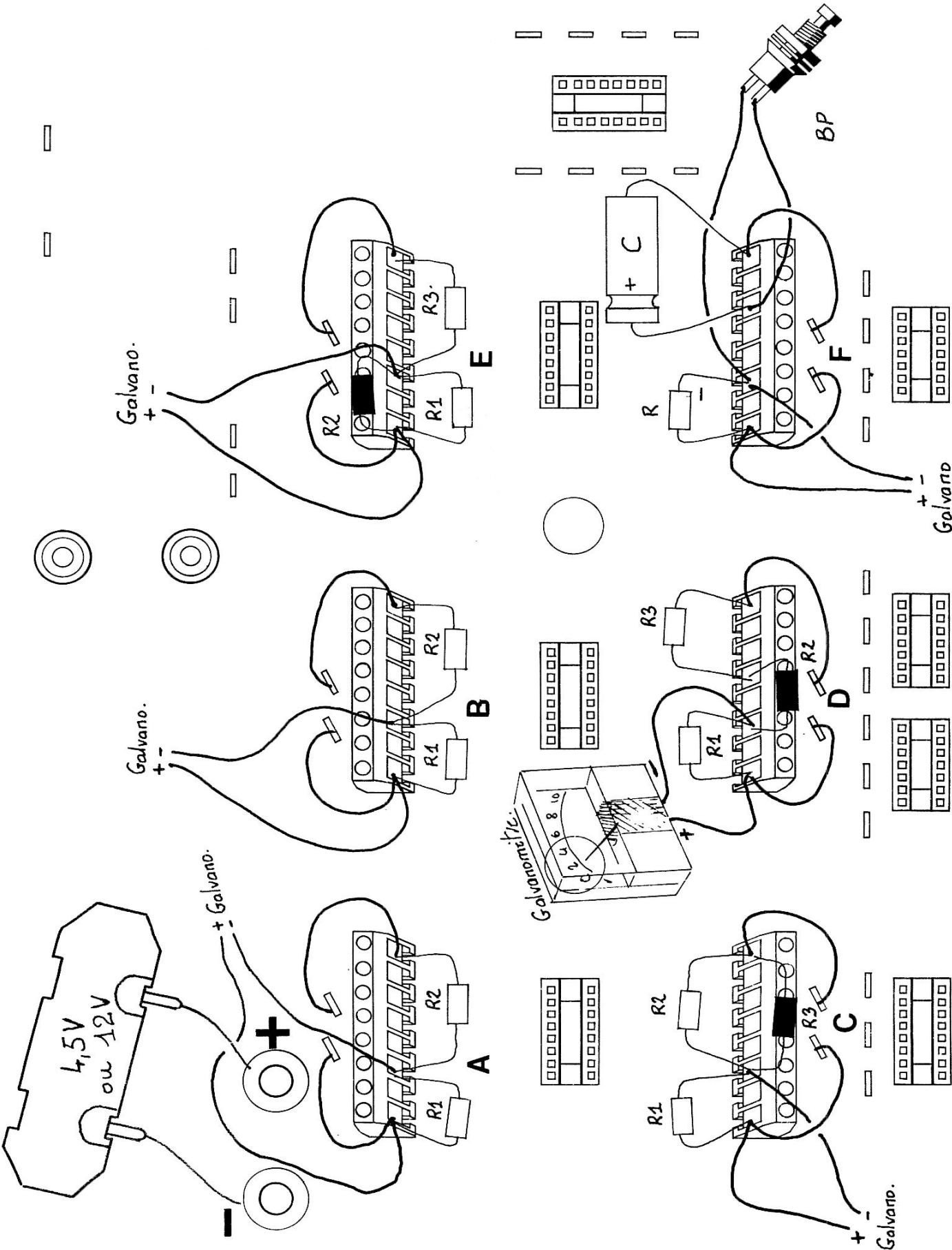
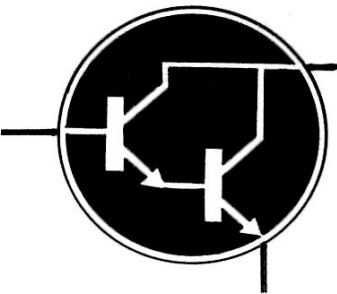


Fig. 7-20 -



CHAPITRE VIII

DES MONTAGES DE MESURES

Ce chapitre traite essentiellement de **mesures**, de différentes mesures que l'on peut être amené à effectuer lorsqu'on pratique dans les différentes branches de l'électronique.

Et faire des mesures, c'est une nécessité qui se présente souvent...

Vous avez en mains un transistor dont vous ignorez s'il est bon ou mauvais. Pour le savoir vous le mettez sur un appareil approprié, vous le « passez » au transistormètre.

Vous avez un appareil d'alarme alimenté par accu. Il vous faut connaître **la consommation** de l'appareil, pour savoir s'il faut installer un accu plus ou moins important et disposer d'une autonomie satisfaisante. Vous allez mesurer un débit, **une intensité avec un milliampèremètre**.

Et ainsi de suite.

C'est une gamme de différents appareils de mesure bien adaptés que nous nous proposons de réaliser ici.

N° VIII-1

FONCTIONS ET POSSIBILITÉS
D'UN CONTROLEUR

Réalisation pratique

Dans la réalisation de ce contrôleur, et pour d'autres montages qui suivent, nous aurons à employer un **galvanomètre**. Cet appareil présente une aiguille qui se déplace devant un cadran lorsqu'il est parcouru par un courant. Il ne fonctionne que sur courant **continu**, donc il est **polarisé**, il présente une borne **+** et une borne **—**. Pour ce premier montage, nous utilisons un modèle de 100 microampères, c'est-à-dire que l'aiguille dévie au maximum de sa course lorsqu'il est traversé par un courant de 100 microampères.

Le contrôleur est un appareil à fonctions multiples. Dans le modèle que nous réalisons ici, nous disposerons de quatre fonctions bien déterminées :
1. **Voltmètre continu**. Il mesure une tension continue, en volts, entre deux points, aux bornes d'une pile, d'une résistance...

2. **Ohmmètre.** Il mesure en ohms la valeur d'une résistance. Il vérifie la **continuité** d'un enroulement, d'un circuit, pour savoir si ce circuit est coupé ou non, pour savoir si entre deux points il y a contact ou non.
3. **Milliampèremètre continu.** En courant continu, il mesure une intensité parcourant un circuit, un débit, une consommation. Et cela en microampères, en milliampères, voire même en ampères.
4. **Voltmètre alternatif.** Il mesure une tension alternative, en volts. Par exemple la tension du secteur, qui est alternative et de l'ordre de 220 volts.

Voyons maintenant de plus près chacune de ces différentes fonctions.

Le contrôleur en voltmètre continu

Donc nous disposons d'un galvanomètre dont l'aiguille donne sa déviation totale pour un courant de 100 microampères. Sa **fenêtre de lecture** est de 96 x 44 millimètres, donc d'une très bonne visibilité. L'échelle du cadran est graduée de zéro à 100.

Par l'intermédiaire de deux pointes de touche, on amène la tension à mesurer aux deux douilles d'entrée, en respectant les polarités Plus et Moins. Nous voyons que nous disposons de plusieurs **calibres d'entrée** : 1 volt, 5 volts, 50 volts... Supposons une tension à mesurer de 1 volt, nous relierons la douille positive au calibre marqué 1 V, auquel cas nous constatons que l'aiguille dévie jusqu'à son maximum, graduation 100. Si on applique 0,5 volt (500 millivolts), l'aiguille dévie à la moitié de sa course.

Pourquoi cette présence de différents calibres ?

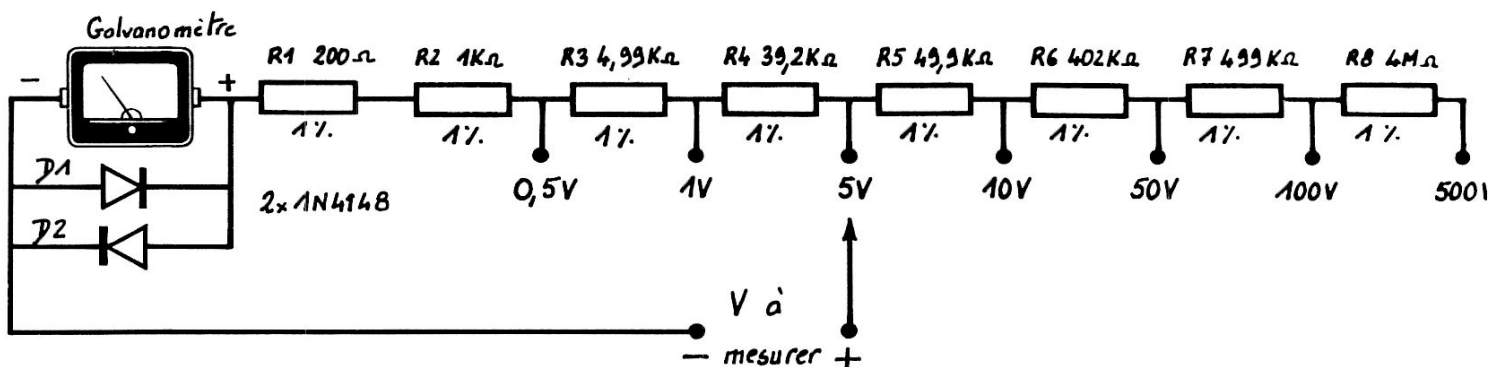


Fig. 8-1 - Le contrôleur dans la fonction voltmètre continu, 7 calibres.

On se branche sur le calibre 550 V, on n'applique que 1 volt : la déviation est insignifiante, pratiquement l'aiguille ne bouge pas, la lecture est impossible. Il faut donc utiliser un calibre qui est en relation avec l'ordre de grandeur de la tension à mesurer.

Tel qu'il est conçu, ce voltmètre nous donne une bonne précision de lecture ; et pour cela nous avons employé des **résistances de précision**, dites « à 1 % ». Cela signifie que leur valeur réelle ne se situe pas en dehors de + ou - 1 % de leur valeur marquée. Les deux diodes ont un but de protection du galvanomètre, appareil fragile. Si par suite d'une fausse manœuvre on inverse le courant, ou qu'on envoie un courant très supérieur à 100 microampères l'une des diodes entre en action et dévie la surcharge.

NOTA. Le voltmètre se branche **en dérivation** sur des appareils ou des éléments **qui sont alimentés**. Respecter la **polarité**.

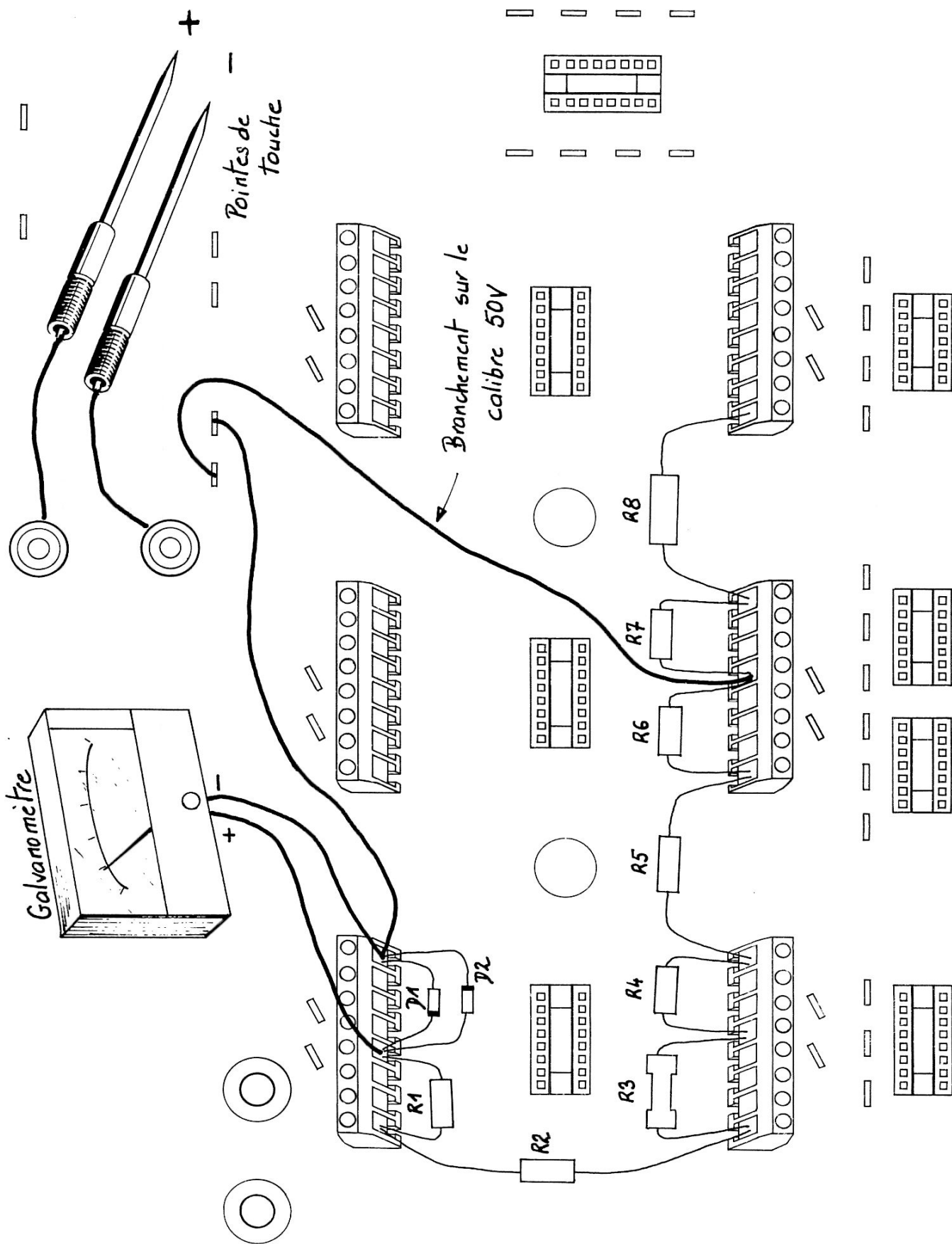


Fig. 8-2 -

Le contrôleur en ohmmètre

Considérons tout d'abord le circuit de base : la pile qui débite dans le potentiomètre, R 4 et R 5 , le galvanomètre, et les deux douilles d'entrée. Si entre ces deux douilles on insère une résistance faible, la déviation de l'aiguille est importante ; inversement si on met une résistante forte, la déviation est faible. On a bien obtenu une déviation de l'aiguille qui est en rapport avec l'importance de la résistance.

Le potentiomètre a pour but de compenser l'usure de la pile. Pour cela avant l'emploi, **on fait le tarage** : on relie les deux pointes de touche entre elles et on ajuste le potentiomètre pour que l'aiguille se fixe exactement au zéro de l'échelle.

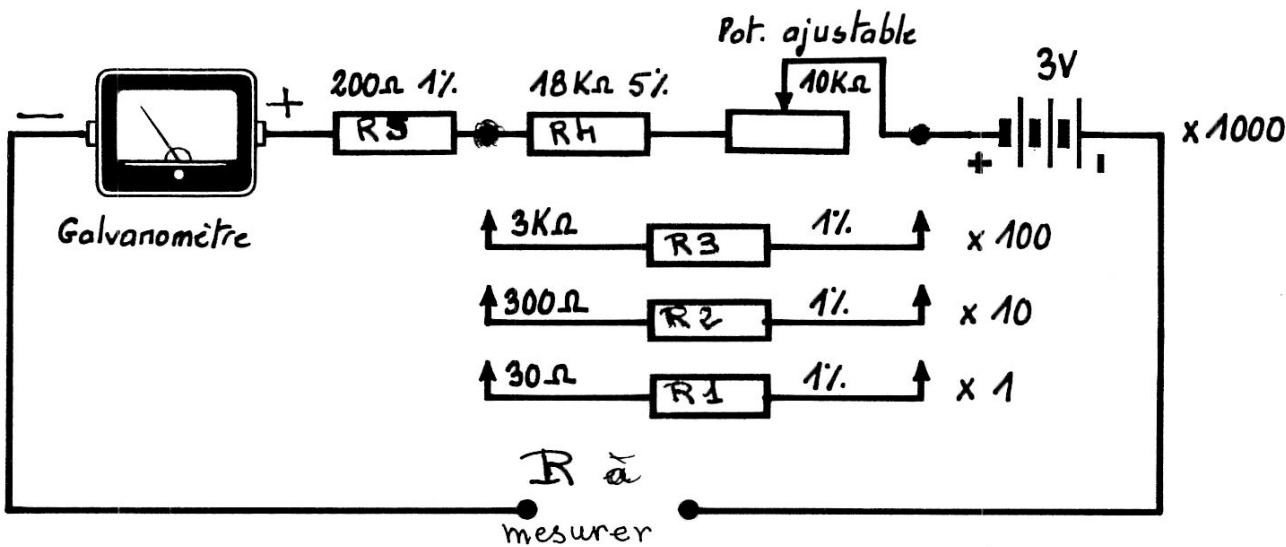


Fig. 8-3 - Le contrôleur en fonction ohmmètre.

En ohmmètre, la déviation de l'aiguille n'est pas linéaire et nous reproduisons en figure 8-4 l'échelle de lecture observée. On constate que les graduations sont plus resserrées vers la gauche. Sur cette échelle, nous sommes en **lecture directe** (chiffres lus multipliés par 1). Nous lisons par exemple 5 ohms, 30 ohms, 100 ohms, jusqu'à 1 000 ohms à 3 000 ohms environ. On obtient cette échelle en branchant R 1 aux deux points marqués aux bornes de R 4 et P .

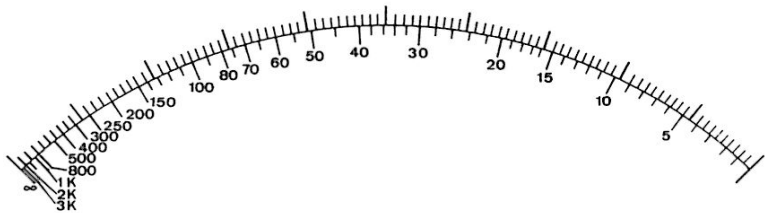


Fig. 8-4 - L'échelle de l'ohmmètre, en grandeur réelle.
Lecture directe, en ohms.

Retirons R 1 et branchons R 2 . Les chiffres lus sont à multiplier par 10. On lit par exemple 50 ohms, 300 ohms, jusqu'à 10 à 30 kilohms environ.

Si on retire R 2 et qu'on branche R 3 , les chiffres lus sont à multiplier par 100. Et si on ne branche aucune résistance annexe sur le

circuit de base, les chiffres lus sont à multiplier par 1 000. On constate alors que vers la gauche on peut encore apprécier des valeurs de résistances jusqu'à 1 mégohm, 2 mégohms, 3 mégohms.

Nous confirmons ici que si on relie les douilles d'entrée à un bobinage par exemple, on « le sonne », pour vérifier s'il n'est pas coupé. On peut donc vérifier un haut-parleur, un transformateur, une diode, rechercher des courts-circuits...

NOTA. L'ohmmètre se branche sur des appareils ou des éléments **non alimentés**. Pas de polarité à respecter.

Le contrôleur en milliampèremètre continu

Nous observons ici un schéma d'une extrême simplicité : le galvanomètre en série avec R_6 . Si nous insérons cet ensemble dans un circuit, nous lisons quelle est l'intensité du courant qui parcourt ce circuit.

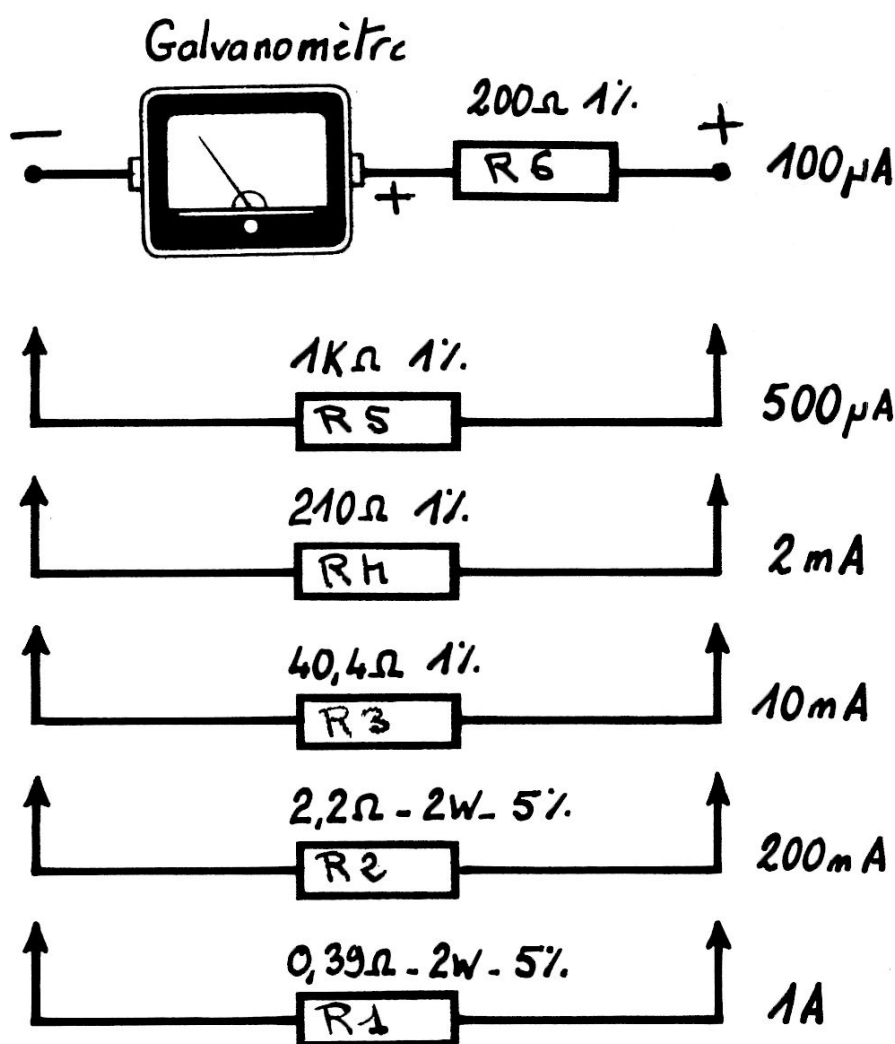


Fig. 8-5 - Le contrôleur en milliampèremètre continu.

Mais nous sommes limités à un courant maximum de 100 microampères. Ajoutons R_5 tel quel, sur les bornes $+$ et $-$. Nous pouvons cette fois mesurer des courants jusqu'à un maximum de 500 microampères. Nous avons ajouté une dérivation, **un shunt**, nous avons shunté le galvanomètre. Ce dernier, pour un courant maximum de 500 microampères, ne sera toujours traversé que par 100 microampères, et 400 passeront dans le shunt.

Poursuivons. On enlève R_5 et on branche R_4 . Nous avons cette fois la possibilité de mesurer des courants jusqu'à 2 milliampères.

Et ainsi de suite. On peut constater que par l'adjonction de shunts de diverses valeurs, nous avons établi différents calibres de lecture, nous autorisant jusqu'à un courant de 1 ampère.

NOTA. Le milliampèremètre se branche **en série** sur des appareils ou des éléments **qui sont alimentés**. Respecter la **polarité**.

Le contrôleur en voltmètre alternatif

Dans la pratique des montages d'électronique, on a beaucoup moins l'occasion de mesurer des tensions alternatives. C'est d'ailleurs pour cette raison que nous avons mis cette fonction à la fin.

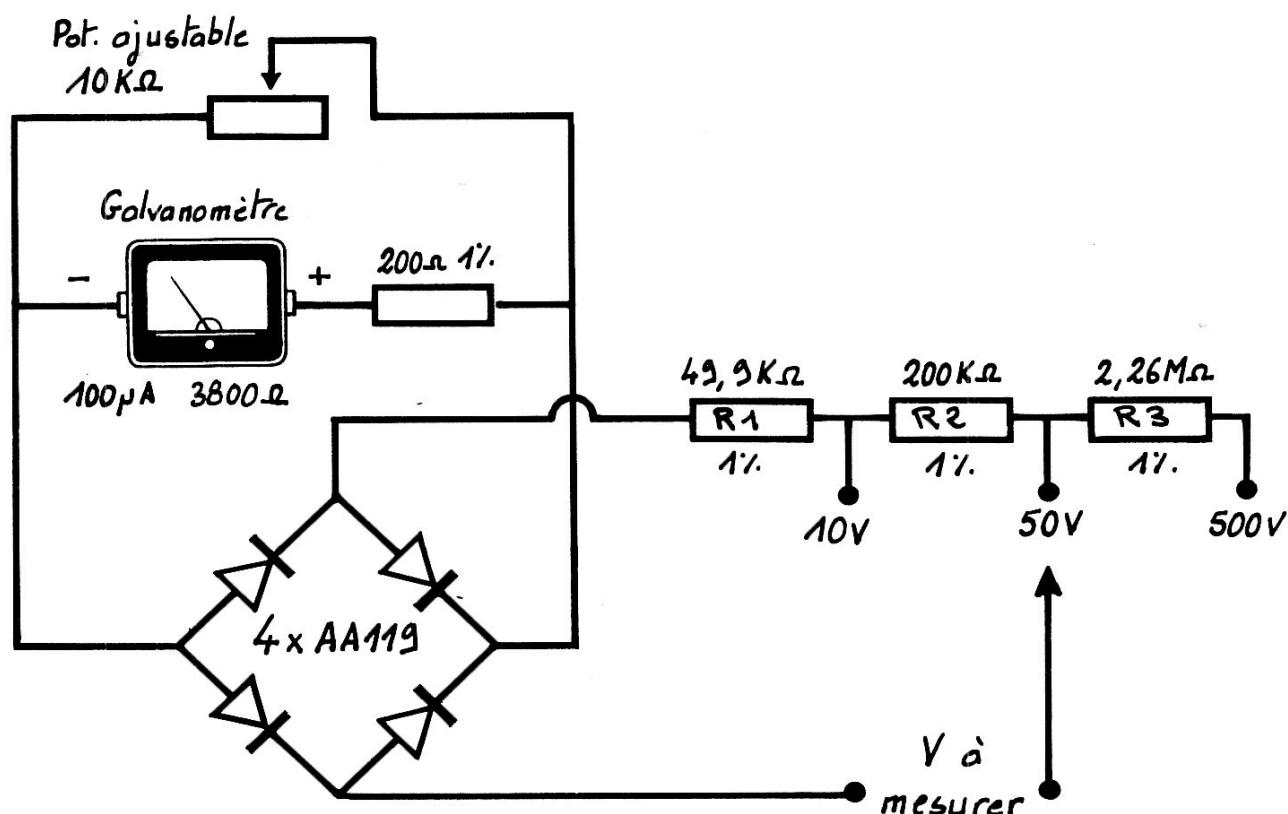


Fig. 8-6 - Pour mesurer des tensions alternatives.

Et également pour cette raison, nous n'avons ici que trois calibres : 10 volts, 50 volts et 500 volts. Le galvanomètre ne devant être branché que sur du courant continu, on redresse l'alternatif par quatre diodes redresseuses montées en pont. Dès que l'appareil est terminé, il reste à effectuer une opération de réglage à l'aide du potentiomètre ajustable. Ceci est dû à la présence du pont redresseur, dont les caractéristiques ne sont pas rigoureuses. Donc on effectue une mesure sur une tension **alternative connue** et on règle pour obtenir le positionnement de l'aiguille sur la graduation correspondante. Supposons une tension du secteur exactement de 220 volts. On commute sur le calibre 500 V et on ajuste pour que l'aiguille s'immobilise sur la graduation 44.

NOTA. Identique au voltmètre continu, mais **pas de polarité**.

Un contrôleur complet

En pratique, il est évident que les quatre fonctions que nous venons de décrire sont confondues en un seul et même appareil, dans un seul boîtier. Nous en donnons le schéma en figure 8-7 . Cela entraîne à tout un système de commutation, et il est évident qu'on aboutit à un schéma assez chargé. C'est à titre documentaire que nous le produisons, une réalisations complète avec plan de montage sortirait du cadre de cet ouvrage limité à des dispositifs simples.

Quelques commentaires.

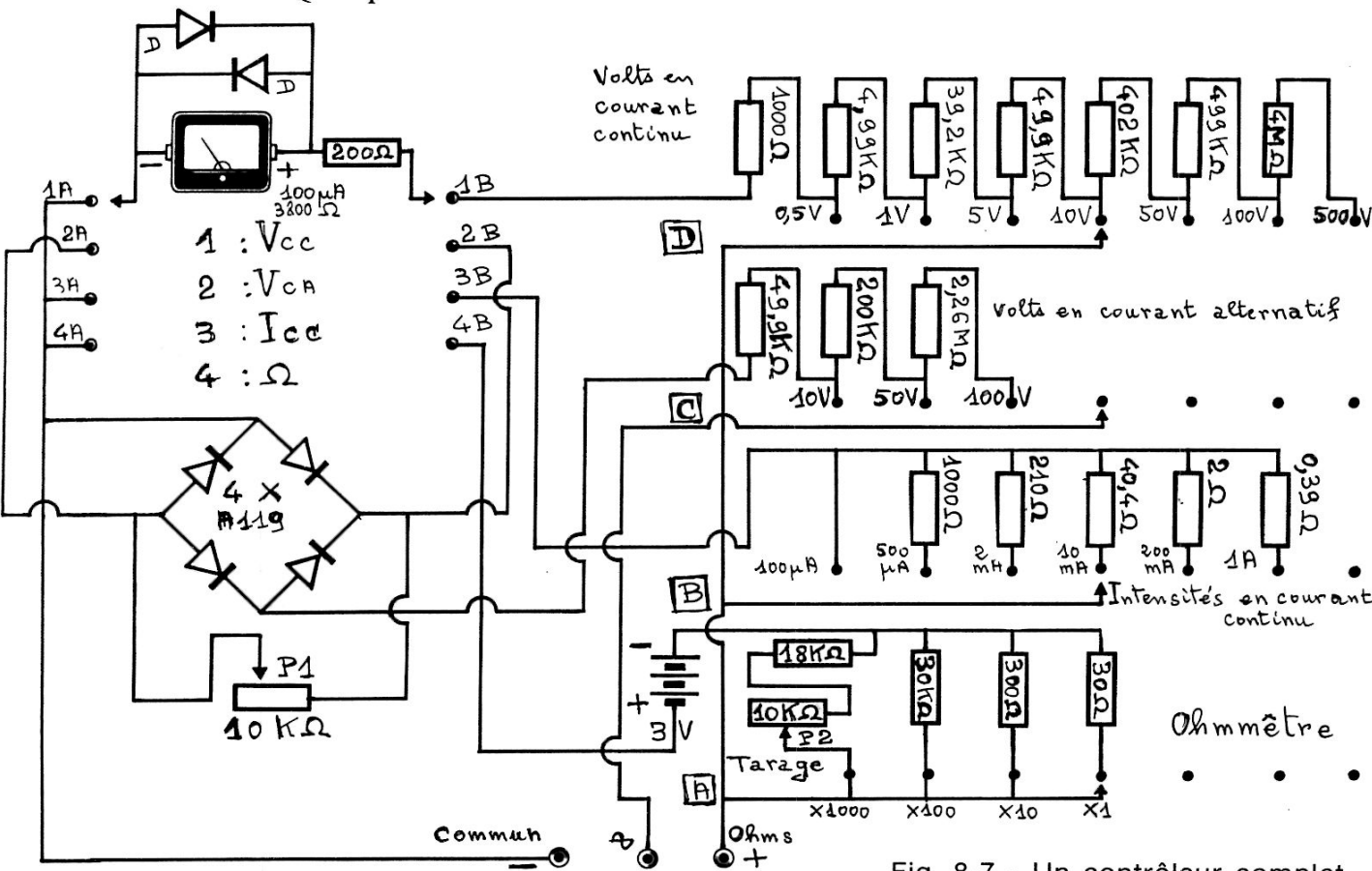


Fig. 8-7 - Un contrôleur complet.

A gauche le **commutateur de fonctions**. Nous voyons en fait deux commutateurs de 1 circuit 4 positions, qui en réalité sont commandés par un même axe, et on aboutit à un modèle de 2 Circuits 4 Positions. A droite nous voyons le **commutateur des calibres**. Nous voyons 4 circuits, A B C D , qui sont commutés sur 7 positions. Un tel modèle n'existant pratiquement pas, on choisira un commutateur de 2 galettes, de chacune 2 Circuits 7 Positions.

Le schéma représente l'appareil commuté en voltmètre continu, calibre 10 volts.

Nous voyons trois douilles d'entrée. Celle qui est marquée « Commun » à gauche est commune à toutes les fonctions. Celle qui est au centre est utilisée uniquement pour le voltmètre alternatif. Celle de droite sert pour toutes les autres fonctions, soit tensions et intensités continues, et ohmmètre.

Les **coefficients de lecture**. Vous disposez sur votre cadran d'une échelle graduée de zéro à 100. Comment interpréter une valeur lue ? Nous posons la relation

$$\text{coefficient de lecture} = \frac{\text{calibre}}{100}$$

Voyez par exemple en figure 8-1 . Voltmètre commuté sur le calibre 500 V . Le coefficient de lecture est de

$$\frac{500}{100} = 5$$

C'est le chiffre par lequel il faut **multiplier la lecture**. Si par exemple dans le cas présent l'aiguille arrive sur la graduation 44, la tension lue est de $44 \times 5 = 220$ volts.

Pour les pointes de touche, il est commode et courant d'affecter deux couleurs, rouge pour le positif, noir pour le négatif.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

pour la réalisation successive des quatre fonctions

- | | |
|--|-----------------------|
| — Galvanomètre | — Coupleur pour piles |
| — Potentiomètre ajustable | — 4 redresseurs |
| — Résistances | — 2 diodes de signal |
| — Cordon de mesures et pointes de touches 2 couleurs | — 2 piles 1,5 V |

N° VIII-2 POUR VÉRIFIER DIODES ET TRANSISTORS

Dans cette partie nous réalisons un appareil qui mesure et vérifie les principaux semiconducteurs qui sont les plus répandus en amateurisme d'électronique : diodes, transistors P N P et N P N .

Ici également pour en faciliter la compréhension, nous l'avons scindé en quatre schémas successifs, chaque schéma correspondant à une fonction bien déterminée. Et ensuite il est possible de confondre ces quatre schémas en un seul, qui constitue alors un appareil homogène, un testeur de semiconducteurs.

En indicateur visuel, nous utilisons un galvanomètre, gradué de zéro à 10, déviation maximale pour un courant de 400 microampères. Pour son adaptation à ces montages, il est shunté en permanence par une résistance de 220 ohms.

Les quatre schémas sont présentés en essai d'un transistor N P N . Pour un type P N P , il faut inverser le sens de branchement de la pile et du galvanomètre. Ce qui est prévu dans le montage définitif que nous présentons à la fin de cette partie.

VÉRIFICATION DES DIODES, JONCTION COLLECTEUR-ÉMETTEUR Essai numéro 1

Mettons un transistor N P N en place, base non reliée. Dans ces conditions, il ne conduit pas, l'aiguille ne doit pas dévier. S'il y a déviation totale, la jonction collecteur-émetteur est brûlée, en court-circuit. Avec un transistor au silicium (moderne), on ne doit observer aucune courant de fuite, aucune déviation. Avec un transistor au germanium (ancien), on peut observer un léger courant de fuite.

Voyons les diodes. On peut tester les redresseurs, et toutes les diodes courantes : varicap, photodiode, diode de signal, de commutation, détectrice. On retire le transistor et on relie aux points C et E . L'essai est très simple, on branche dans un sens, puis on inverse. Dans un sens, quel qu'il soit, on doit observer une déviation totale, et dans le sens opposé aucune déviation.

Une particularité pour la diode zener. En premier essai la relier comme indiqué sur la figure, dans le sens passant, courant arrivant sur l'anode : déviation totale. Second essai, inverser, sens zener, courant arrivant sur la cathode : on observe une légère déviation, qui correspond au **courant zener**.

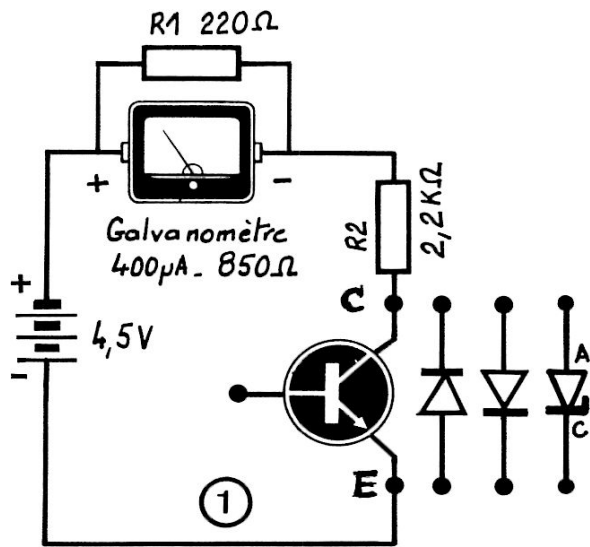


Fig. 8-8 -

MESURE DU GAIN, TRANSISTORS À FAIBLE GRAIN
Essai numéro 2

Cette fois la base est reliée, le transistor est polarisé, avec un courant de 10 microampères. On mesure le **gain en courant**, valeur essentielle et qui est mentionnée dans tous les lexiques de transistors. Le chiffre lu sur l'échelle doit être multiplié par 20 . La graduation étant de zéro à 10, on peut donc mesurer des gains jusqu'à un maximum de 200, ce qui correspond aux transistors dits à faible gain.

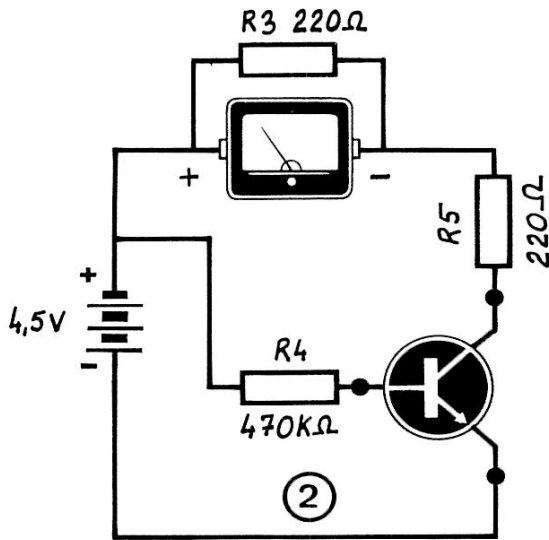


Fig. 8-9 -

Si l'on voit l'aiguille dévier à fond de course et se bloquer au maximum, on passe à l'essai suivant.

MESURE DU GAIN, TRANSISTORS À FORT GAIN
Essai numéro 3

Il existe des transistors dont le gain peut atteindre des valeurs de l'ordre de 400, 500... Ce que l'on peut mesurer avec ce montage. Le chiffre lu sur

l'échelle doit ici être multiplié par 60. La graduation maximale étant de 10, on peut par conséquent mesurer des gains jusqu'à 600.

Même courant de base, 10 microampères.

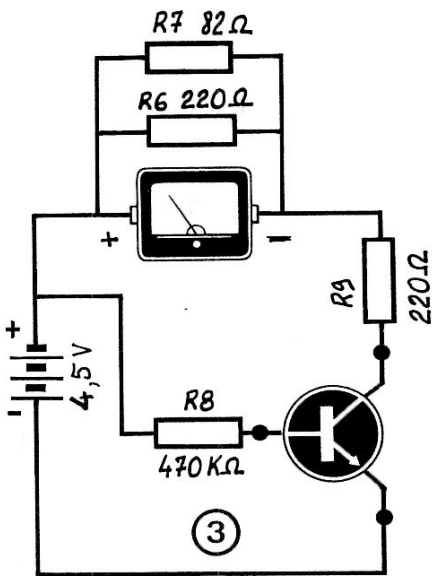


Fig. 8-10 -

VÉRIFICATION DES TRANSISTORS DE PUISSANCE
Essai numéro 4

Tel qu'il est conçu, ce montage a tout d'abord pour but à nouveau la mesure du gain, mais cette fois avec un courant de base de 500 microampères. Ceci présente également parfois un certain intérêt.

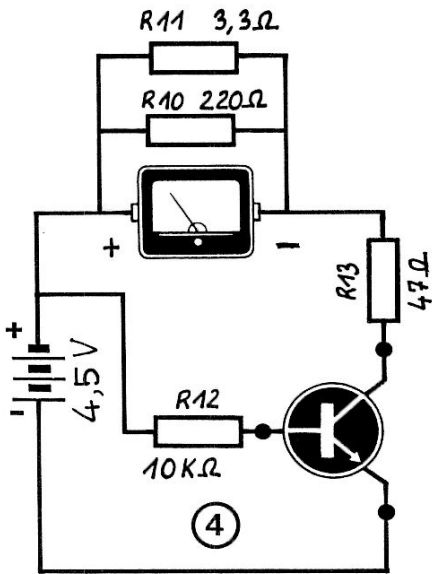


Fig. 8-11 -

Mais ensuite, ici on peut vérifier le bon état d'un transistor de puissance. Le circuit collecteur-émetteur d'un tel type de transistor peut être parcouru par des courants de plusieurs ampères, ce qui est beaucoup. En conséquence, ici le transistor n'est pas placé dans ses conditions réelles de fonctionnement, on ne fait pas une mesure, mais on vérifie si l'élément est bon ou mauvais.

Voyez maintenant la figure 8-12.

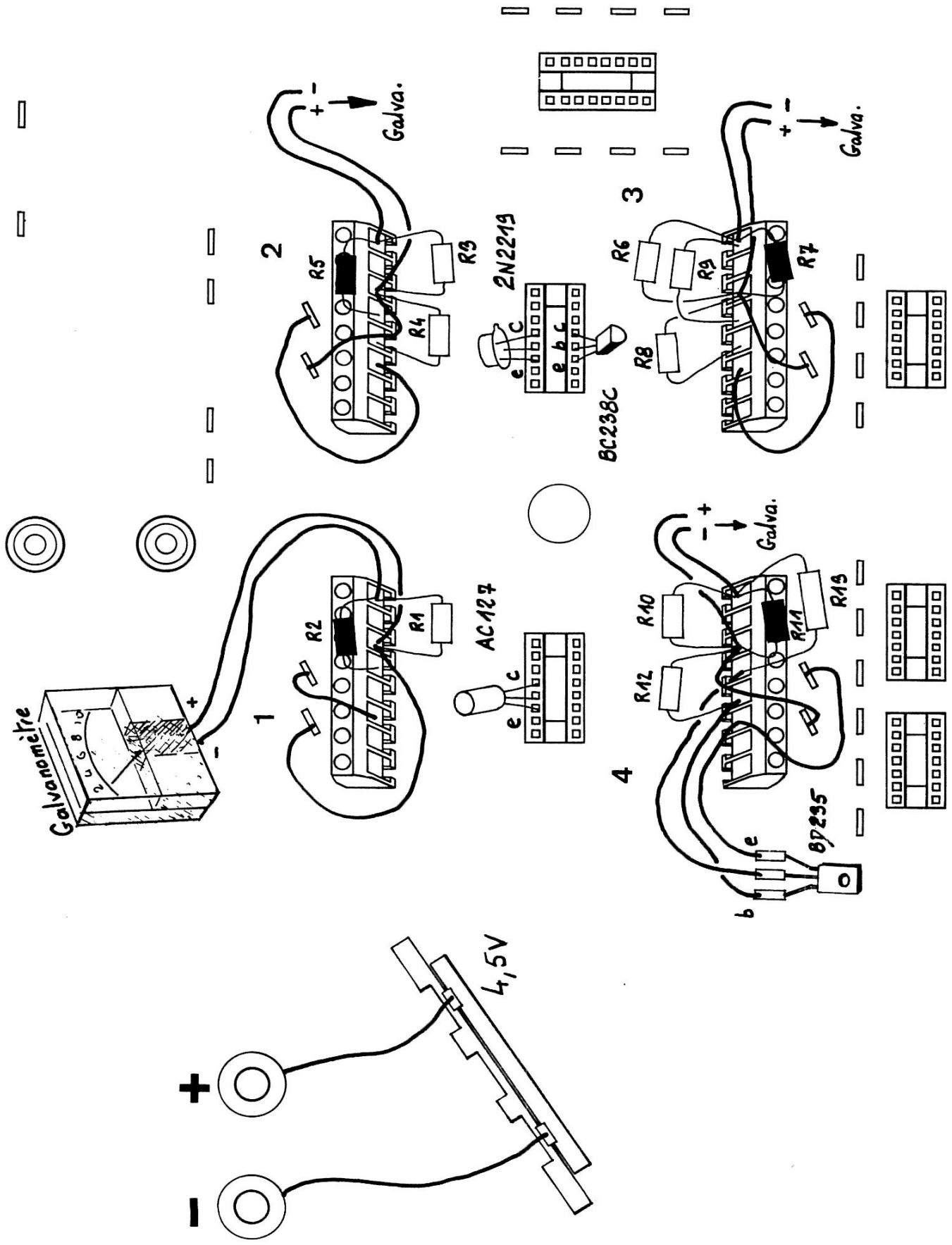


Fig. 8-12 -

Nous avons reproduit la réalisation pratique des quatre montages successifs que nous venons d'examiner, numérotages correspondants. A titre d'exemple, nous avons cité des numéros de transistors qui conviendront pour chacun des tests à effectuer. En 4, remarquez que pour relier un transistor de puissance, nous avons prévu des pinces de serrage sur chaque broche.

UN TESTEUR COMPLET POUR SEMICONDUCTEURS

Le schéma de la figure 8-13 regroupe les quatre fonctions successives en seul appareil. Nous avons mentionné au début que pour tester les transistors PNP et NPN, il faut inverser pile et galvanomètre. Ce que nous faisons ici, pour la pile on aboutit à un commutateur de 4 Circuits

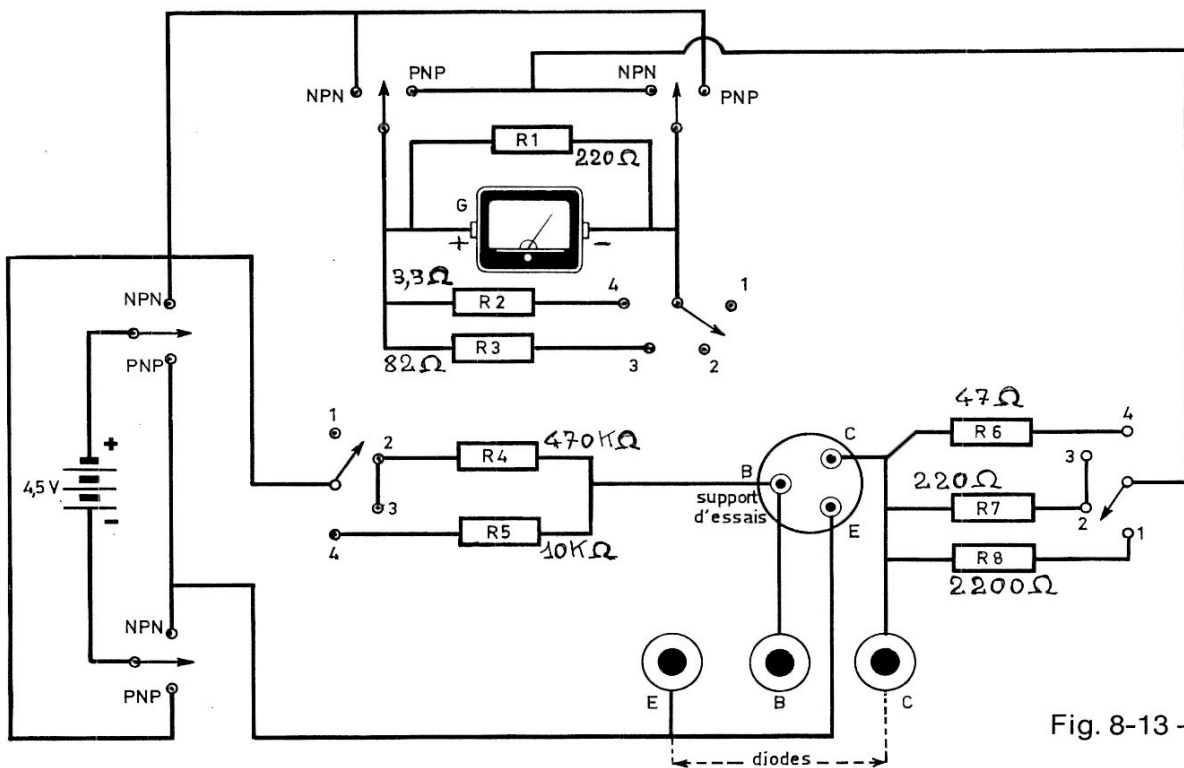


Fig. 8-13 -

et 2 Positions. Nous voyons le commutateur de fonctions, de 3 Circuits et 4 Positions, celles-ci sont numérotées dans l'ordre que nous venons d'examiner. Il est prévu un support de transistors et trois douilles ; celles-ci peuvent être reliées aux broches d'un transistor de puissance par fiches banane, fils de couleurs et pinces crocodiles.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE		
pour la réalisation de la figure 8-12		
— Galvanomètre		— Résistances
— Transistors : AC 127, 2N2219, BC238, BD235		

N° VIII-3

UN MESUREUR DE TENSIONS,
SANS GALVANOMÈTRE

Nous examinons ici un dispositif simple et original, ayant pour but des mesures de tensions, fonction normalement dévolue à un voltmètre. Mais dans le cas présent nous n'utilisons pas de galvanomètre, appareil relativement fragile et coûteux. Nous procédons uniquement avec des semiconducteurs, et on aboutit alors à un ensemble très économique. Mais il existe

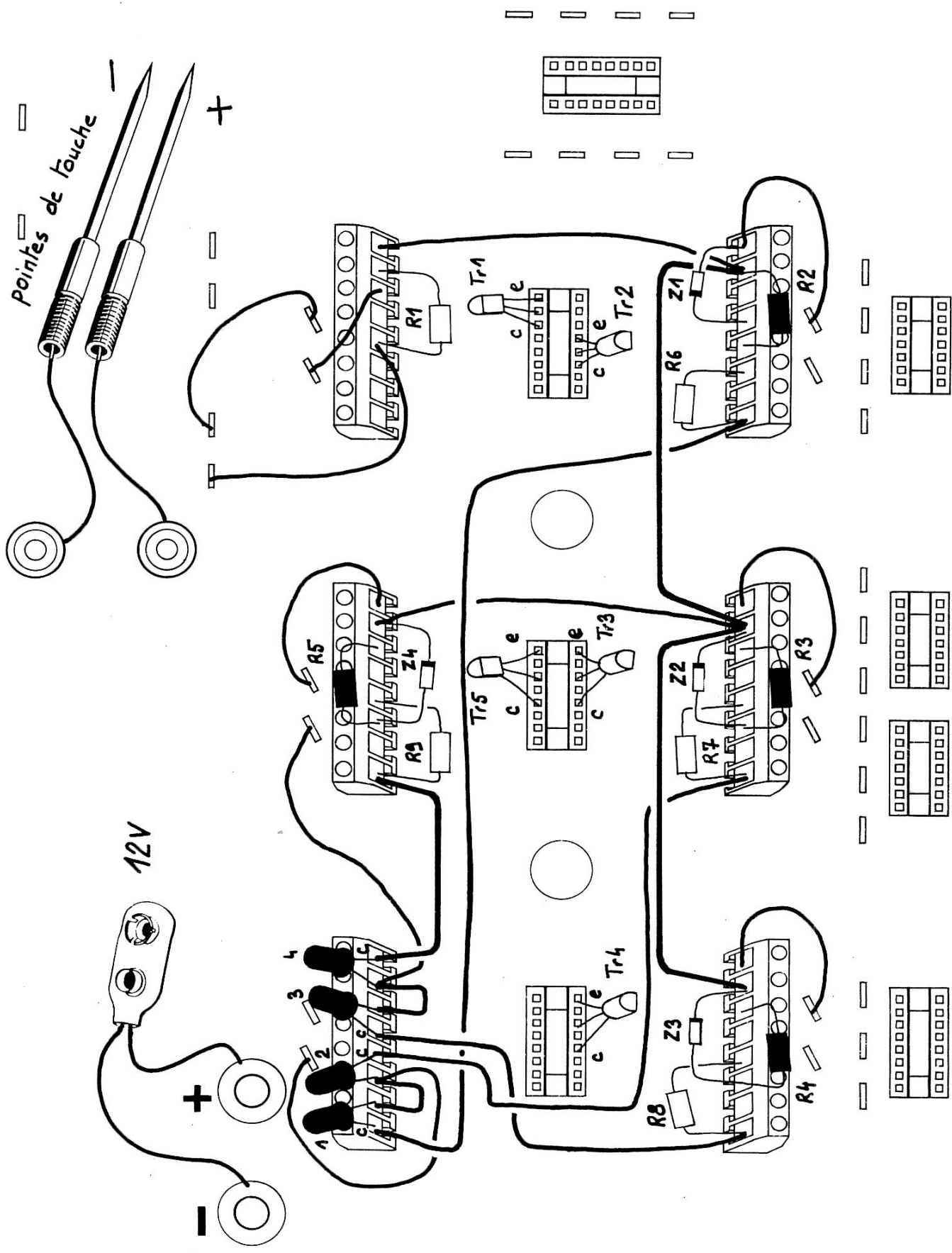


Fig. 8-15 -

évidemment une contrepartie : l'étendue des mesures est limitée, et d'autre part on ne dispose pas de toutes les lectures intermédiaires que nous fournit la lecture d'un cadran.

Voyons notre schéma.

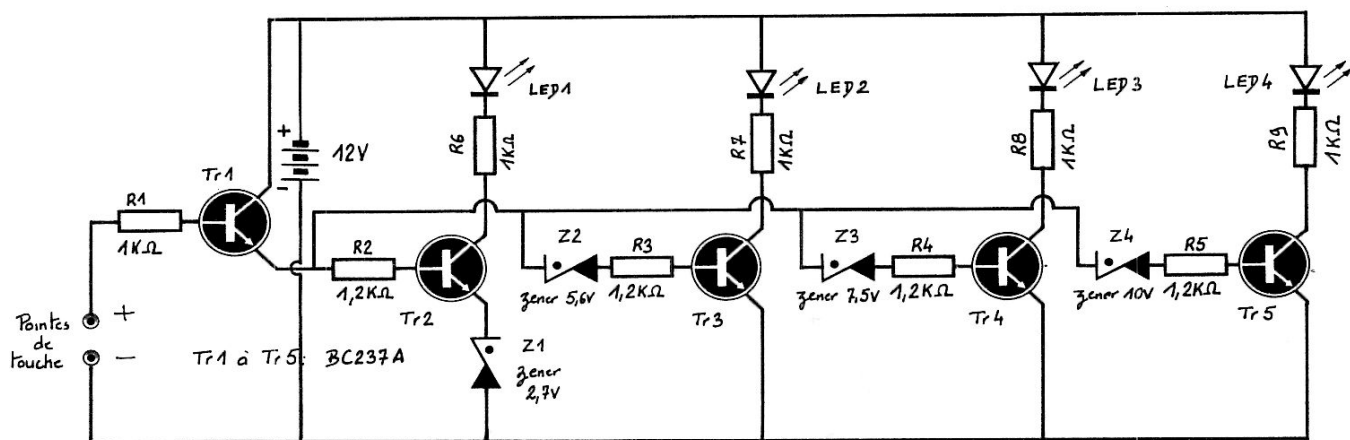


Fig. 8-14 - Un mesureur simple et économique :

La LED1 s'allume pour 4,5 volts
 La LED2 s'allume pour 6 volts
 La LED3 s'allume pour 9 volts
 La LED4 s'allume pour 12 volts

En fait, nous disposons de quatre diodes lumineuses LED, et nous sommes limités à la mesure de quatre tensions : 4,5 volts, 6 volts, 9 et 12 volts. Ces valeurs ont été évidemment sélectionnées parce que extrêmement répandues. Appliquons une tension aux deux douilles d'entrée, à l'aide de deux pointes de touche et en respectant les polarités. Si l'on n'applique que 2 volts, 3 volts, il ne se passe rien. Si l'on applique jusqu'à 4,5 volts, on constate que la LED 1 s'allume. Voici donc un moyen très simple de vérifier, sinon de mesurer une tension. Ensuite si l'on applique plus de 4,5 volts, la première LED reste toujours allumée, et dès que l'on atteint 6 volts la seconde LED s'allume également.

Et ainsi de suite.

On constate en définitive que :

- pour 4,5 volts la diode 1 s'allume,
- pour 6 volts les diodes 1 et 2 s'allument,
- pour 9 volts les diodes 1, 2 et 3 s'allument,
- pour 12 volts les diodes 1, 2, 3 et 4 s'allument.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, on constate que l'on ne dispose que de **points fixes**, de tensions déterminées et fixées. Mais il n'empêche qu'en raison de sa simplicité et de son coût modique, un tel dispositif peut quand même être amené à rendre de nombreux services. Ce fonctionnement, on le voit est obtenu par l'emploi judicieux de diodes zener successives, dont la **tension zener** va croissant. Et dans cet esprit, rien ne vous empêchera en cas de besoin de vous équiper d'autres valeurs de tensions, par l'emploi de diodes zener appropriées.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 5 transistors
- 4 diodes LED
- Cordons de mesures et pointes de touche, 2 couleurs

- 4 diodes zener
- Résistances

N° VIII-4

UN MESUREUR
DE CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Un champmètre

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.

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.

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 « **déviati**on maxi »...

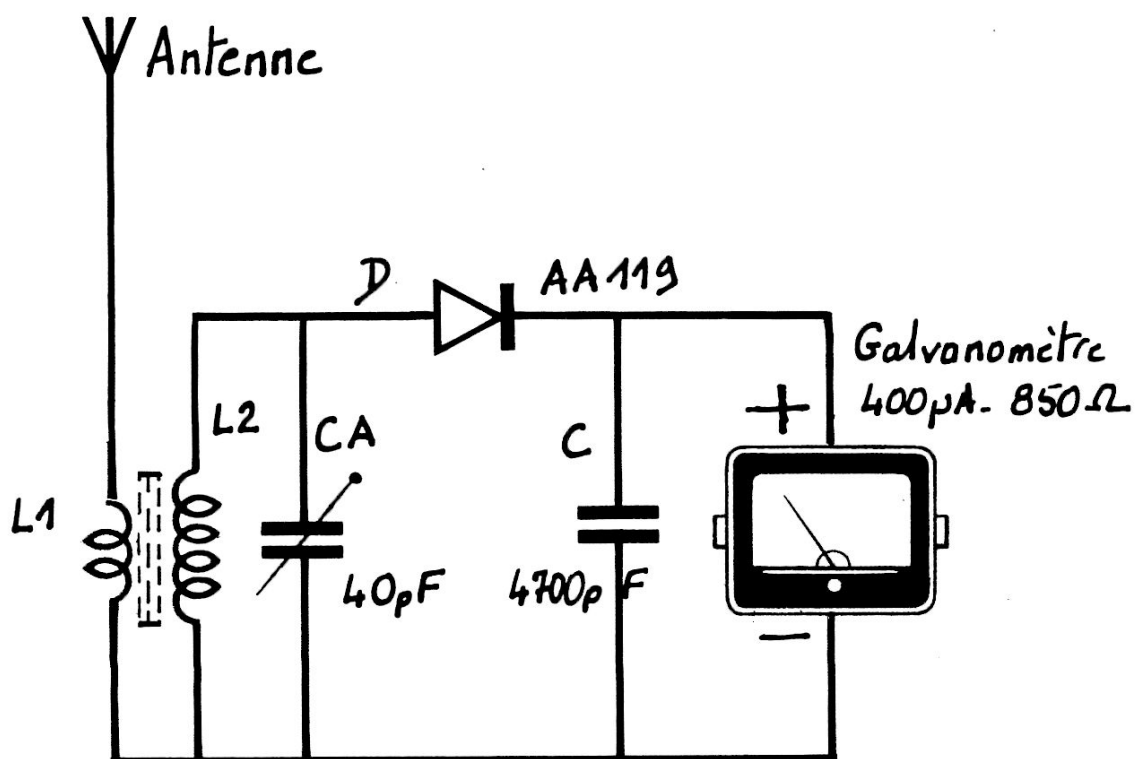


Fig. 8-16 -

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 8 millimètres de diamètre, comportant un noyau magnétique de réglage. Pour l'enroulement L 2, on bobine 10 spires jointives de fil émaillé 9 dixièmes. Pour L 1, on bobine 4 spires jointives de même fil. Sur le mandrin, les deux enroulements sont espacés de 2 millimètres.

Pour l'utilisation et l'emploi du champmètre, on commence par l'approcher au voisinage de l'émetteur, et en actionnant le condensateur ajustable C A on recherche une déviation au galvanomètre. A ce moment, émetteur et mesurer 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.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| — Galvanomètre | — Diode détectrice |
| — Antenne télescopique | — Mandrin isolant |
| — Condensateur ajustable | — Condensateur |
| — 1 m fil émaillé | |

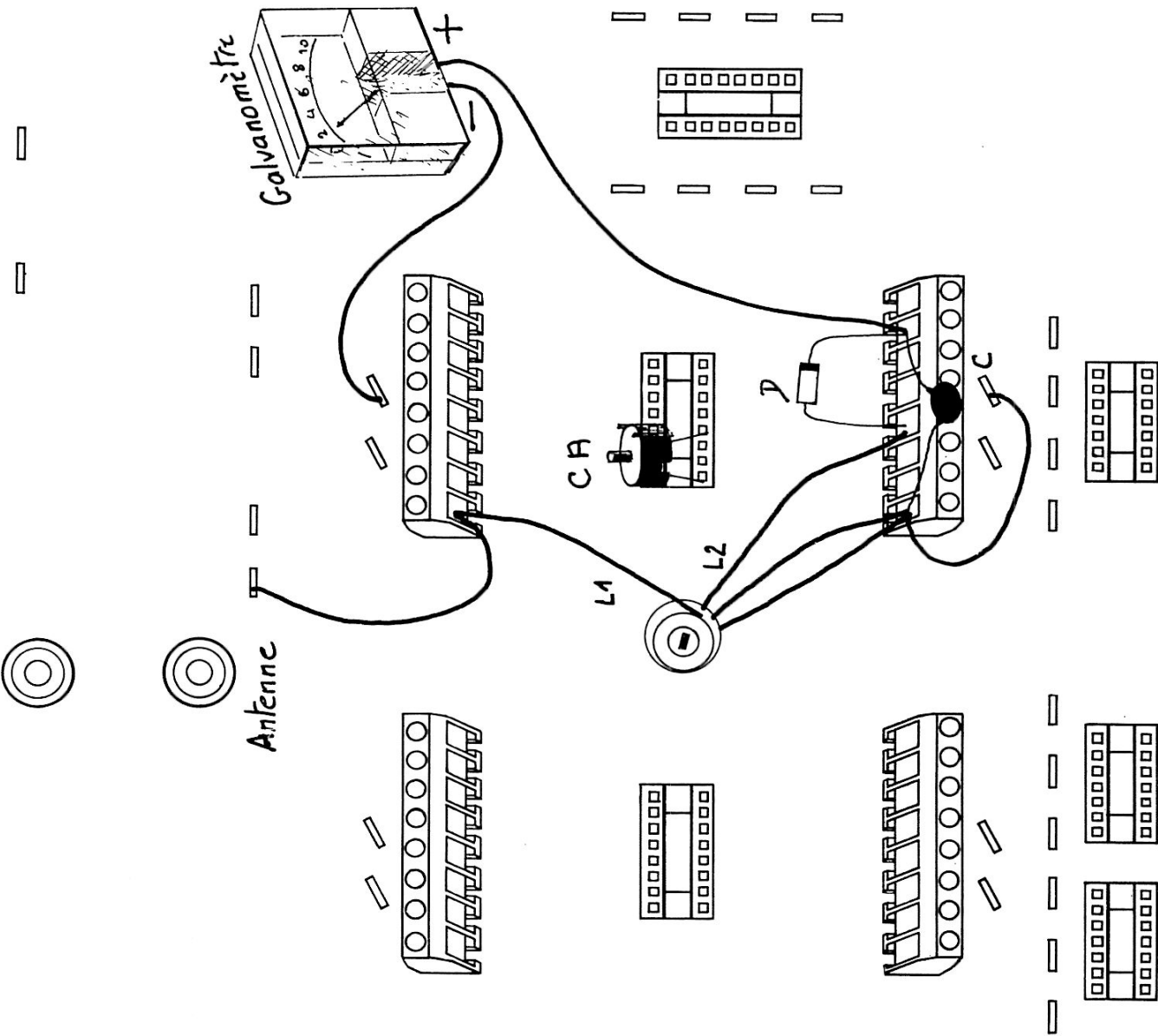


Fig. 8-17 -

N° VIII-5

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.

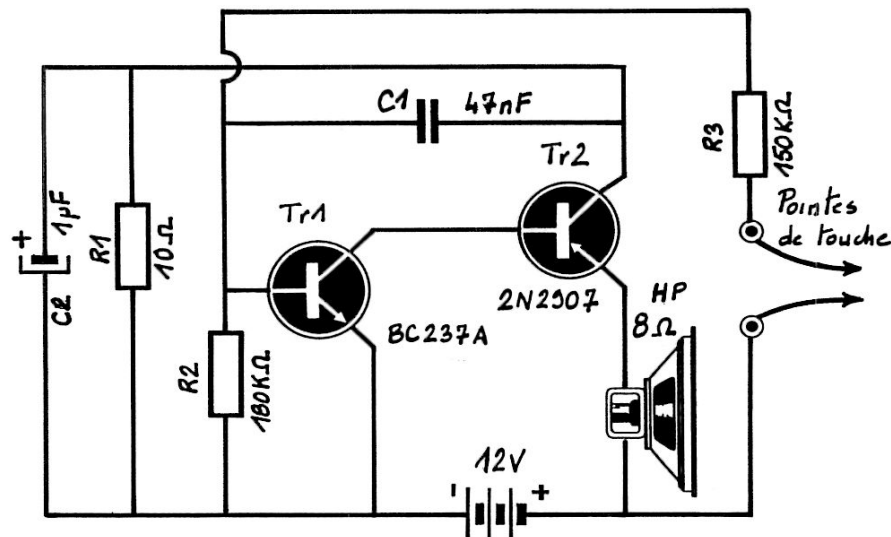


Fig. 8-18 -

Les deux transistors sont montés en oscillateur. Mais le + 12 V n'aboutit à la base de Tr 1 que lorsque les pointes de touche sont en contact ; dans ce dernier cas, on entend au haut-parleur le signal engendré. On peut sonner des circuits présentant une résistance jusqu'à 2 mégohms. Un courant de 50 microampères seulement circule à travers le contact des pointes de touche ; c'est très faible, on peut sans crainte sonner les jonctions des diodes et des transistors.

En dehors de la vérification d'éléments à faible résistance, tels que transformateurs, bobinages, citons quelques observations :

Le son entendu au haut-parleur est de plus en plus grave à mesure que la résistance du circuit testé augmente. Il est donc possible d'apprécier l'importance d'une résistance.

Contrôle d'un condensateur chimique. On « entend » la charge du condensateur, le son devient de plus en plus grave à mesure que le condensateur se charge.

Contrôle des jonctions de diodes et transistors. On entend le son du haut-parleur pour le sens passant, on ne l'entend pas dans le sens opposé.

Il est à remarquer que la pile ne débite que lorsque les pointes de touche sont en contact ; c'est pourquoi aucun interrupteur n'est nécessaire.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— 2 transistors	— Haut-parleur
— Condensateurs	— Résistances.
— Cordons de mesure et pointes de touche, 2 couleurs	

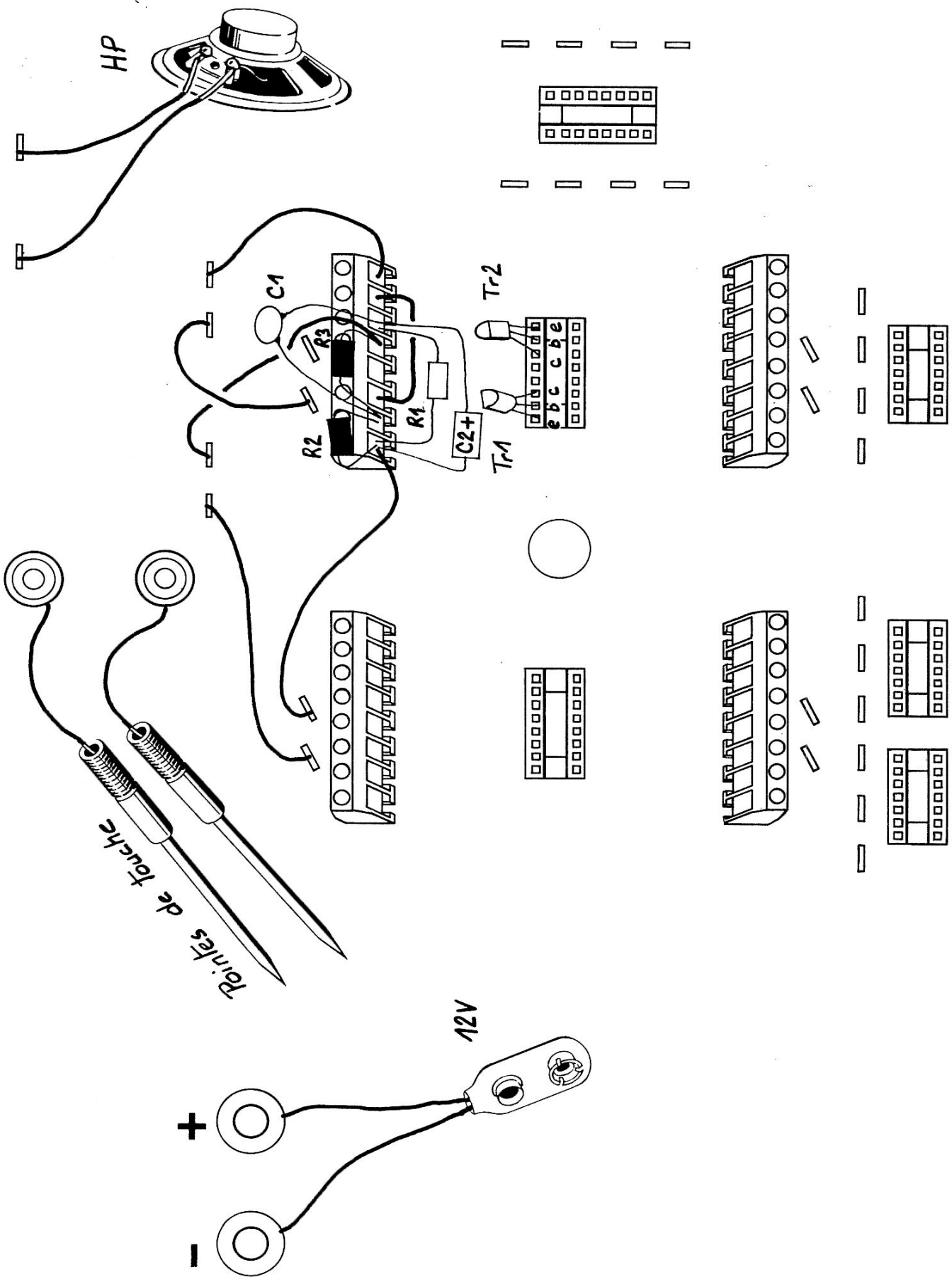


Fig. 8-19 -

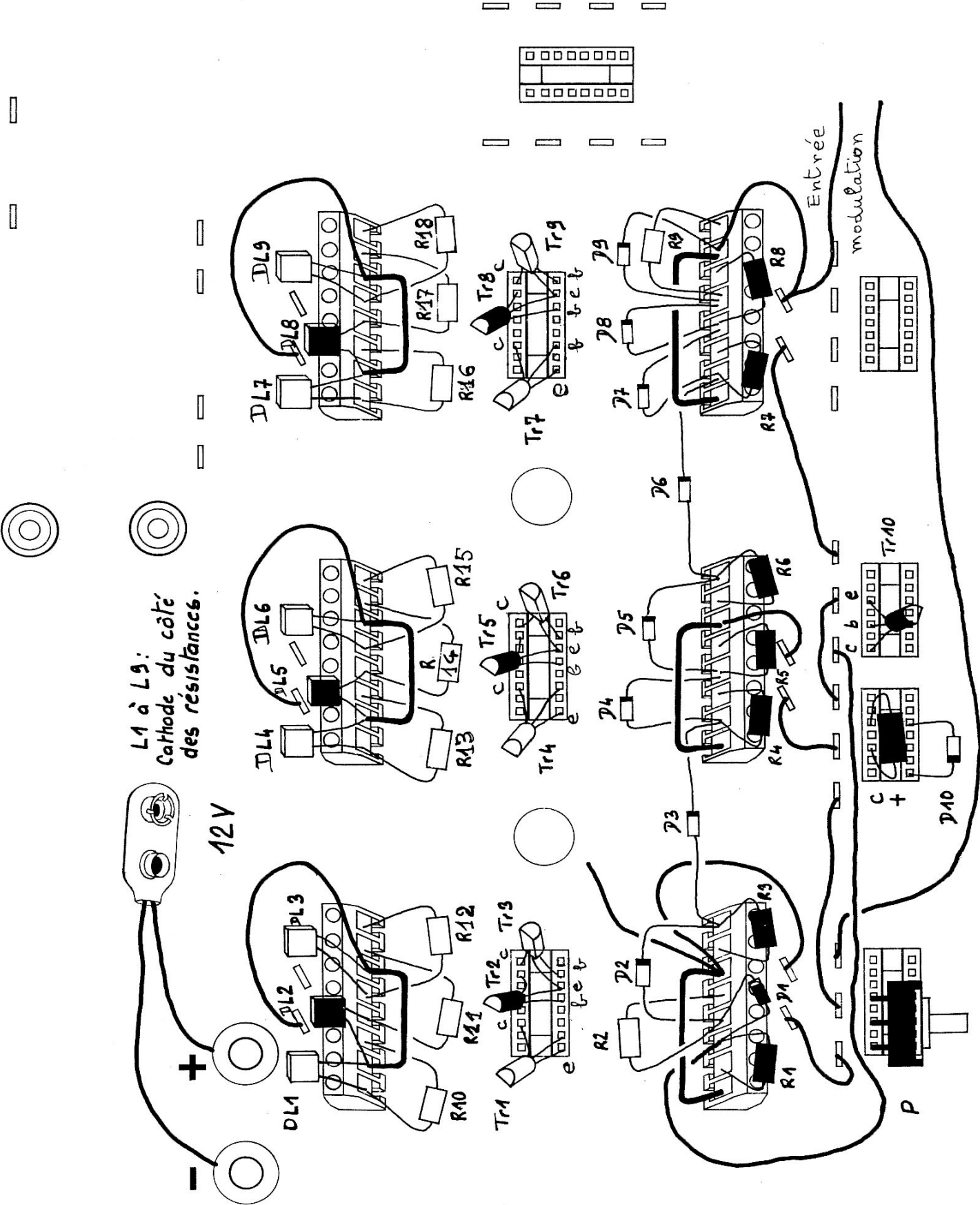


Fig. 8-21 -

fonction, on en branche un sur chaque canal de l'amplification stéréophonique, on agit sur le potentiomètre de **balance** de l'amplificateur, de façon que chaque haut-parleur diffuse la même puissance ; cela se concrétise par le même nombre de diodes allumées.

L'appareil présente deux douilles d'entrée, que l'on relie aux bornes du haut-parleur de sortie. On voit dès le début un potentiomètre de **dosage de sensibilité**. Pour expliquer sa présence, disons que **à la limite**, pour un amplificateur de...

- 500 milliwatts, aucune diode ne s'allumerait,
- 50 watts, toutes les diodes resteraient allumées en permanence. Donc on dose en fonction de la puissance reçue.

Observons l'étage — R 1 — Tr 1 — R 10 — DL 1 — . Il est en réalité répété neuf fois, ce que nous constatons bien sur la figure 8-21, mais il aurait été fastidieux et inutile de le répéter ici. Donc, pour un signal d'entrée relativement faible, Tr 10 conduit et déclenche Tr 1 : la diode DL 1 s'allume. Pour un signal plus important, la diode D 1 conduit, déclenche Tr 2 et la diode DL 2 s'allume. Et ainsi de suite.

Sur le plan de ce montage, nous avons représenté l'exécution complète de ce dispositif. Vous pouvez constater ici l'emploi de diodes lumineuses d'un type particulier. Trois vertes, trois oranges, trois rouges. Un tel modèle doit être regardé **sur la tranche du dessus**, c'est là que la luminosité apparaît le mieux. Pour le repérage, retenez que **la cathode** est la broche **la plus courte**. Sur le panneau de commande d'un amplificateur stéréo, on les dispose donc en ligne et à plat, tranche supérieure à la vue. Ça fait un très joli effet, un peu « tableau spatial »...

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---|-----------------------|
| — 10 transistors | — 10 diodes de signal |
| — Résistances | — Condensateur |
| — 9 diodes lumineuses, plates, 3 couleurs | — Bouton de commande. |
| — Potentiomètre | |

N° VIII-7 UN SURVEILLEUR DE TEMPÉRATURES

Thermomètre électronique

But essentiel de l'appareil que nous réalisons ici : surveiller des températures **à distance**.

Vous êtes dans une pièce, dans votre bureau, vous avez le cadran de l'appareil devant vous. Sans vous déranger, vous êtes informé de la température qu'il fait dehors. Dans une voiture automobile, il est une pièce du moteur, un organe dont on veut surveiller la température. On applique dessus une sonde, un « tâteur », relié par un câble à l'appareil. Généralisons ces exemples : toutes pièces ou parties de machines d'un accès malaisé, fours industriels, lieux normalement peu accessibles, toutes surveillances à distance.

L'élément sensible est une thermistance, type de résistance dont la valeur ohmique varie avec la température. Cet élément est intégré dans le pont de polarisation de la base du transistor. Une variation de température entraîne donc une variation de la résistance, donc de la tension de polarisation, donc du courant de collecteur, ce qui se traduit par une variation de la lecture à l'échelle du galvanomètre.

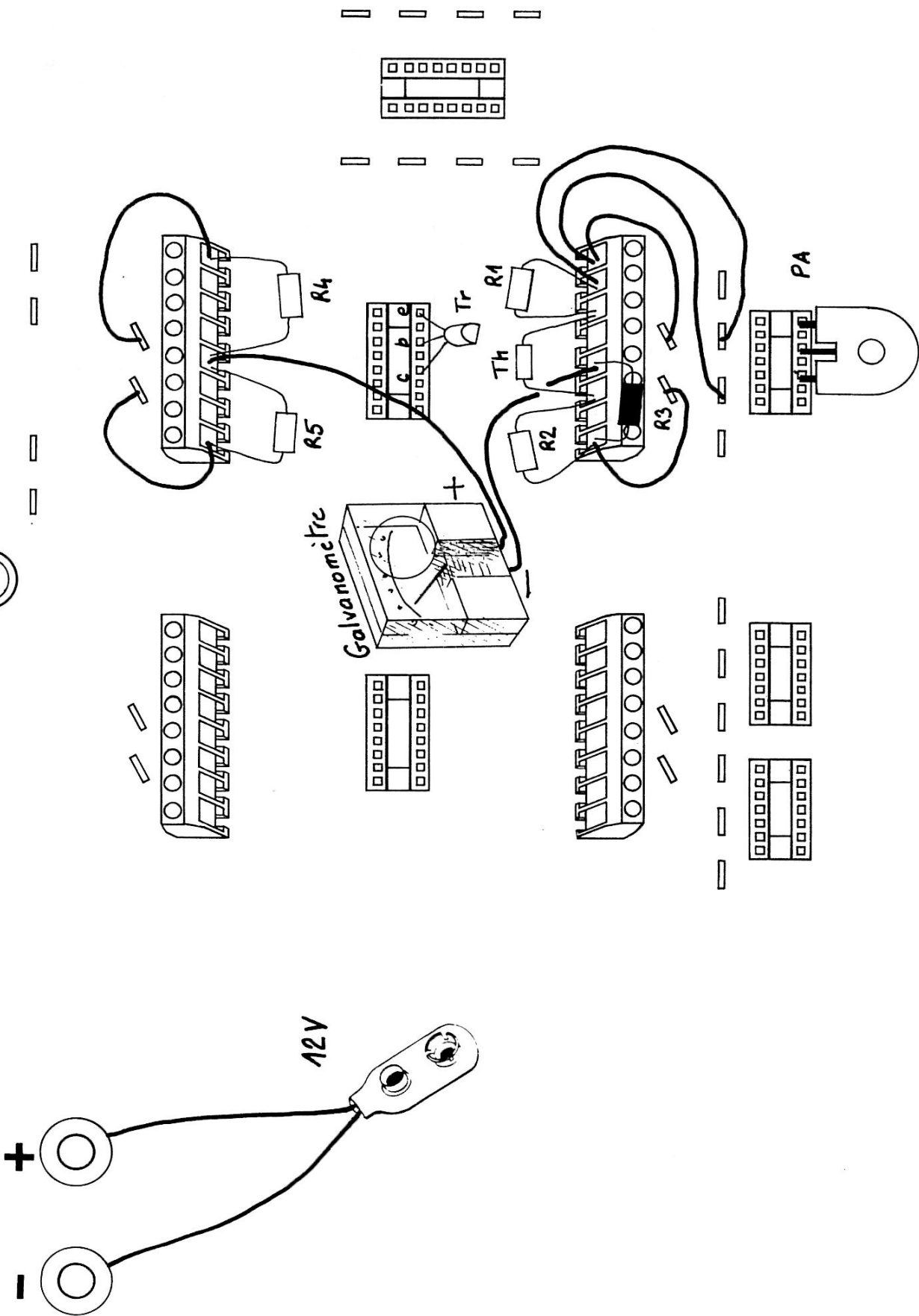


Fig. 8-23 -

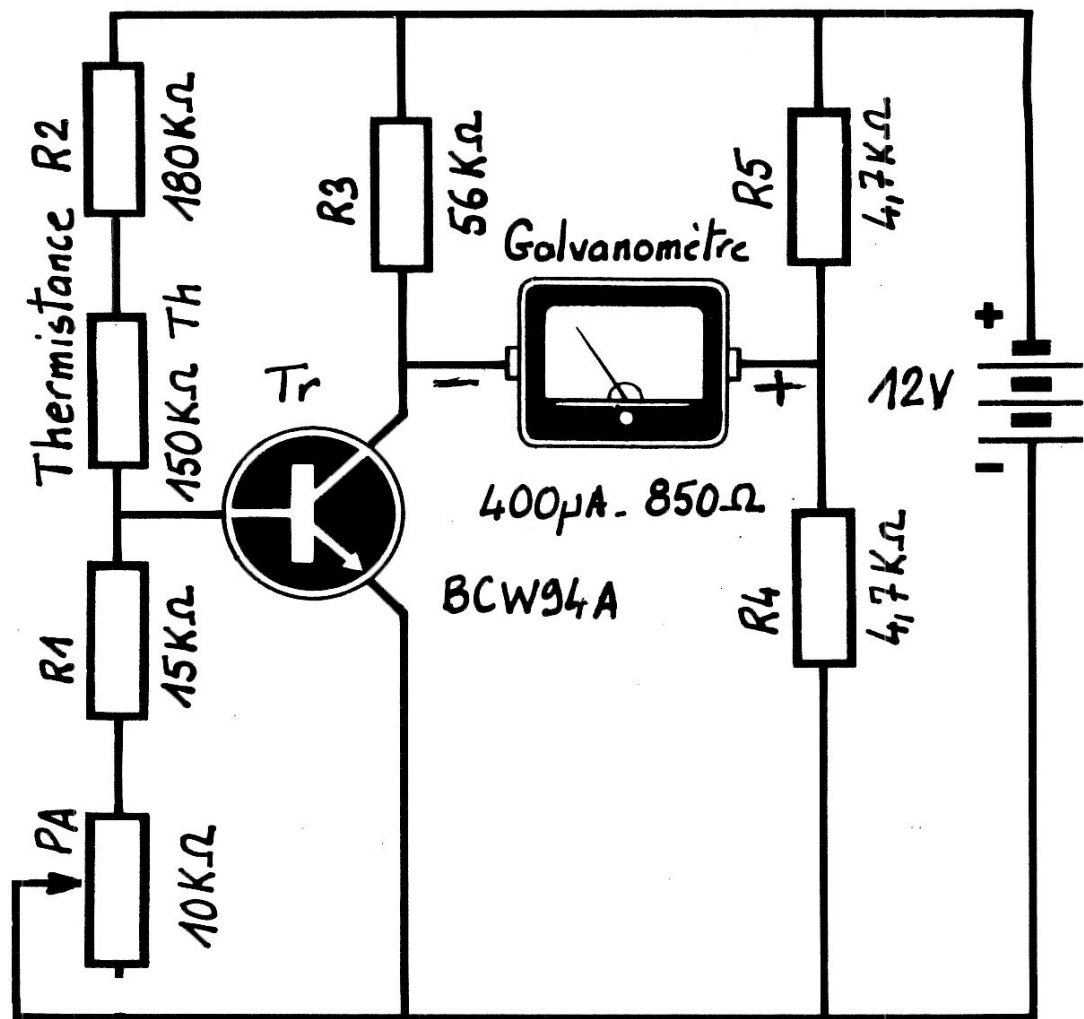


Fig. 8-22 - Pour surveiller des températures à distance

Le potentiomètre ajustable 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.

La thermistance peut être à volonté disposée dans l'appareil, ou installée à distance. Dans ce cas, on la relie par un fil blindé de quelques mètres, deux conducteurs.

Tel qu'il est conçu ici, à titre démonstratif, cet appareil est muni d'un cadran de petites dimensions. Dans les simples fonctions de surveilleur, on pourrait y porter une zone rouge, indiquant une température maximale à ne pas dépasser, une zone critique. On pourrait à la rigueur le convertir en un thermomètre électronique. Il faut alors prévoir une opération d'étalonnage. Autrement dit, savoir quelle température (en degrés) correspond à chaque valeur lue sur le cadran (en microampères). Avec des moyens simples, ce n'est pas très commode... Nous suggérons, avec l'emploi d'un thermomètre du commerce, de se servir d'une source de chaleur variable : bac d'eau que l'on chauffe plus ou moins, boîte fermée dans laquelle on fait varier la température à l'aide d'un fer à souder...

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---------------------------|---------------|
| — Galvanomètre | — Transistor |
| — Thermistance | — Résistances |
| — Potentiomètre ajustable | |

CHAPITRE IX

APPLICATIONS DES CIRCUITS INTÉGRÉS

Dans ce chapitre, nous allons expérimenter des montages qui utilisent des circuits intégrés.

Le circuit intégré est un composant moderne, fort intéressant. Sa caractéristique essentielle est de comporter un très grand nombre de composant (transistors, diodes, résistances...) sous des dimensions extrêmement réduites. Citons en exemple un modèle très répandu et que nous expérimenterons, le TBA790 ; il comporte 23 transistors (et bien d'autres éléments...) dans un boîtier de 20 x 6,35 millimètres. On peut dire que c'est pour beaucoup le circuit intégré qui a contribué à la miniaturisation des appareils électroniques modernes.

Voyez dans les plans de câblage qui suivent.

Le circuit intégré est toujours représenté **vu de dessus**, et sur le dessus du boîtier vous voyez à gauche une **encoche de repérage**. Les broches sont numérotées, ces numéros sont portés sur les schémas et sur les plans. Certaines broches peuvent être inutilisées. Les supports qui sont soudés sur la grande plaque de montage sont des supports de circuit intégré. Vous aurez donc à **enficher** chaque C.I. sur son support. Faites attention, les pattes sont fines, rapprochées, fragiles. Veillez à toujours enfoncer et retirer **verticalement**, ne pas tordre ou déformer.

Donc, chaque circuit intégré comporte intérieurement un ensemble de circuits et composants bien déterminés, et qui le rendent apte à une fonction sous laquelle il est classé et répertorié. Mais nous pourrions constater que, par des branchements extérieurs appropriés, on peut obtenir des fonctionnements très différents avec un même modèle de C.I.

Concernant brochage et repérage, voyez en exemple le 7400, un modèle à 14 broches. On retrouve toujours ce sens de numérotation des broches. On part de la broche 1, proche de l'encoche de repérage ; les broches sont numérotées de 1 à 7 vers la droite, puis de 8 à 14 vers la gauche.

N° IX-1

UN GÉNÉRATEUR BASSE FRÉQUENCE
Générateur de signaux carrés

Ce premier montage met en œuvre un circuit intégré de type NE 555 à 8 broches. La broche 5 n'est pas utilisée. Ce modèle est répertorié comme « une bascule monostable de longue durée ». Définition du monostable :

- C'est un système à 1 état stable. Sur une impulsion de commande momentanée, la sortie change temporairement d'état, pour revenir **seule** à son état d'origine après un certain temps.

Tel qu'il est monté ici, ce modèle réalise un appareil qui fournit des signaux de basse fréquence, donc audibles. Ces signaux sont « carrés », à fronts raides, horizontaux et verticaux. On démontre que de tels signaux sont particulièrement adaptés à l'essai et à la mise au point des amplificateurs basse fréquence.

Par le jeu du commutateur à 1 circuit 3 positions, on dispose de 3 gammes de fréquences, s'étendant comme suit :

- Position 1 : de 15 à 150 hertz
- Position 2 : de 150 à 1 500 hertz
- Position 3 : de 1 500 à 15 000 hertz

A l'intérieur de chaque gamme, on dispose de toutes les valeurs de fréquences comprises entre les deux valeurs extrêmes, par la manœuvre du potentiomètre P 1 . Les signaux ainsi générés sont disponibles aux deux douilles de sortie, on peut les entendre en branchant là un écouteur.

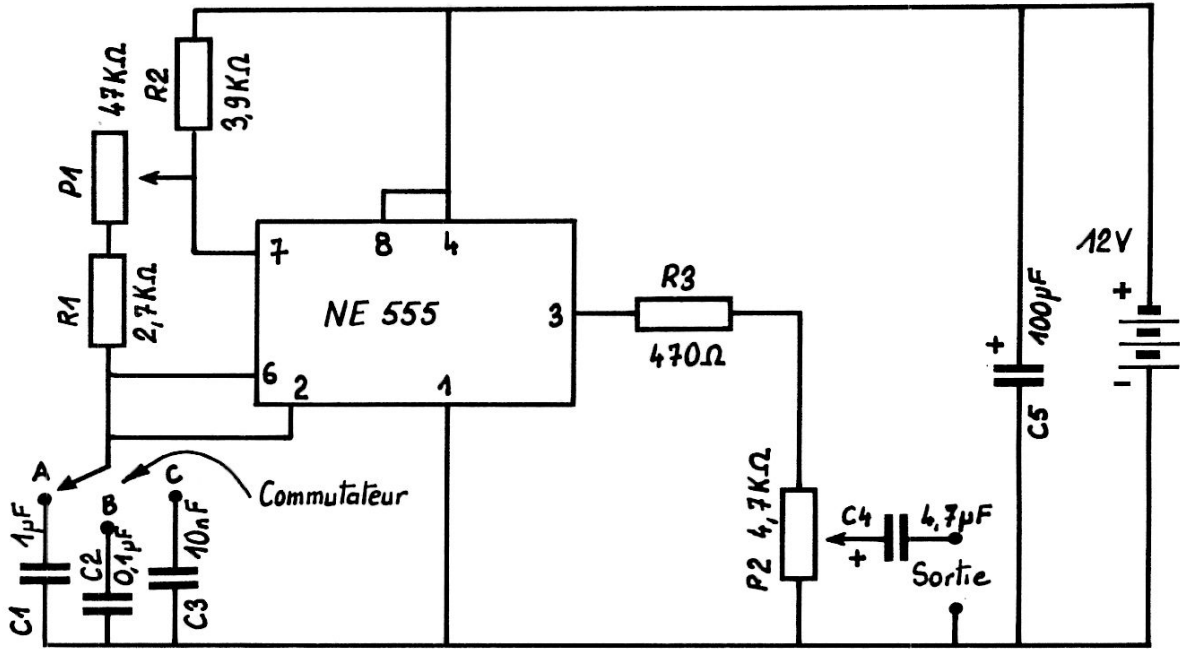


Fig. 9-1 -

C'est également cette sortie que l'on relie à l'entrée d'un amplificateur basse fréquence par exemple, pour essais et expérimentation. On démontre qu'un amplificateur de bonne qualité doit « passer » de tels signaux, sans les déformer, et cela dans une bande de fréquences aussi étendue que possible. Une telle observation se fait avec l'aide d'un oscilloscope, instrument qui permet de voir l'allure des signaux dans les différents étages de l'amplificateur.

Un tel appareil peut également être utilisé en **injecteur**. C'est un instrument de dépannage, essentiellement de **localisation** de panne. On injecte le signal dans les différents étages d'un appareil en panne, récepteur ou amplificateur. Le signal doit être entendu dans le haut-parleur. On teste successivement les différents étages, et si à un moment donné on n'entend plus le signal injecté, l'endroit de la panne se trouve ainsi bien localisé.

Le condensateur C 4 agit en sécurité, il bloque toute tension continue que pourrait « toucher » la borne de sortie au cours des investigations.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| — Circuit intégré | — Commutateur rotatif |
| — 2 potentiomètres | — 3 boutons |
| — Résistances | — Condensateurs. |

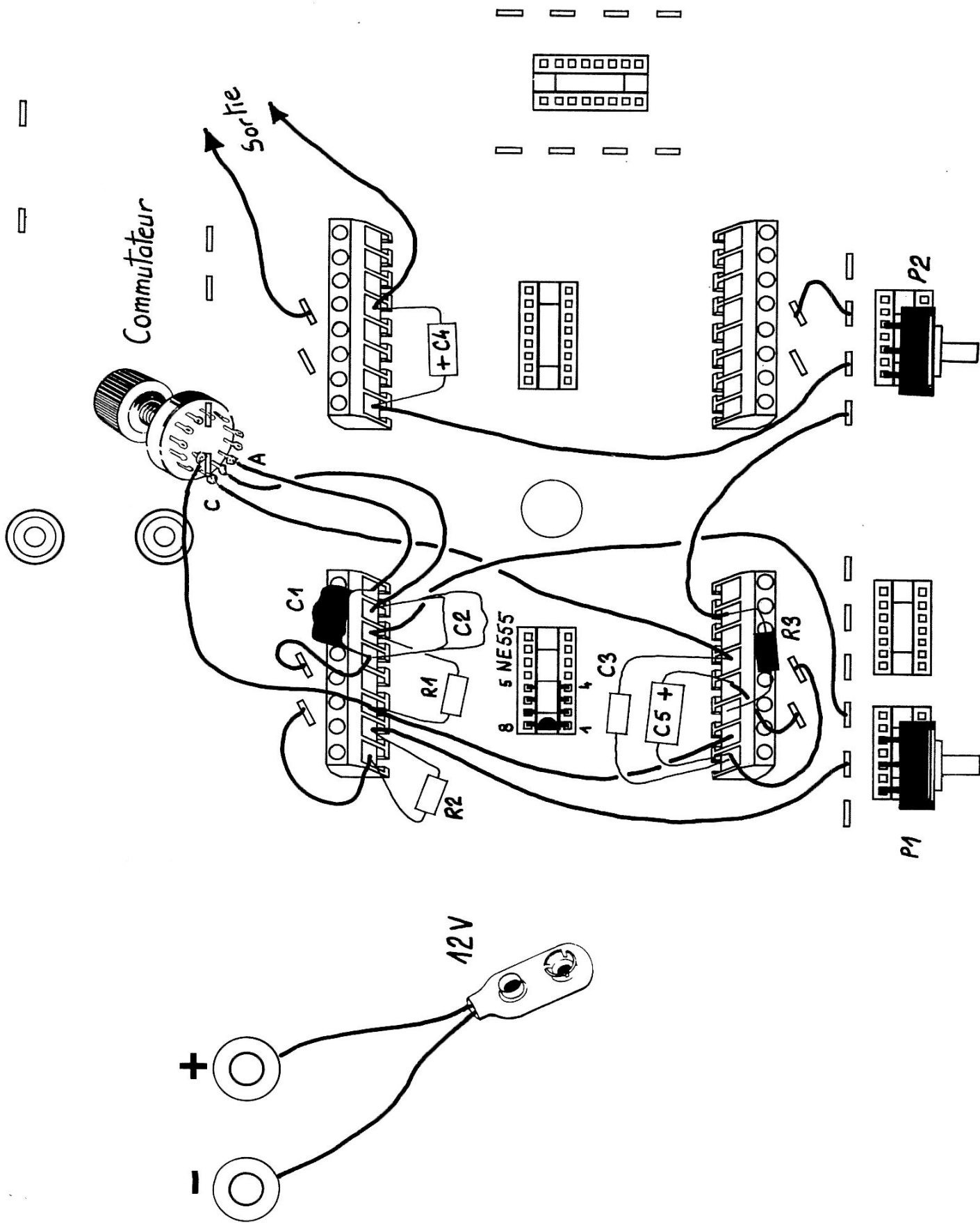


Fig. 9-2 -

N° IX-2

TEMPORISATEUR
Minuterie longue durée

Rappelons le principe du temporisateur.

On appuie sur un bouton. Un relais s'enclenche et (par exemple) allume une lumière. Après un certain temps, nommé **temps de temporisation**, le relais se déclenche et la lumière s'éteint. En application pratique, citons entre autres l'agrandisseur photographique. On règle la minuterie sur un temps bien déterminé, et ensuite chaque fois que l'on appuiera sur le bouton on obtiendra le même temps d'éclairage.

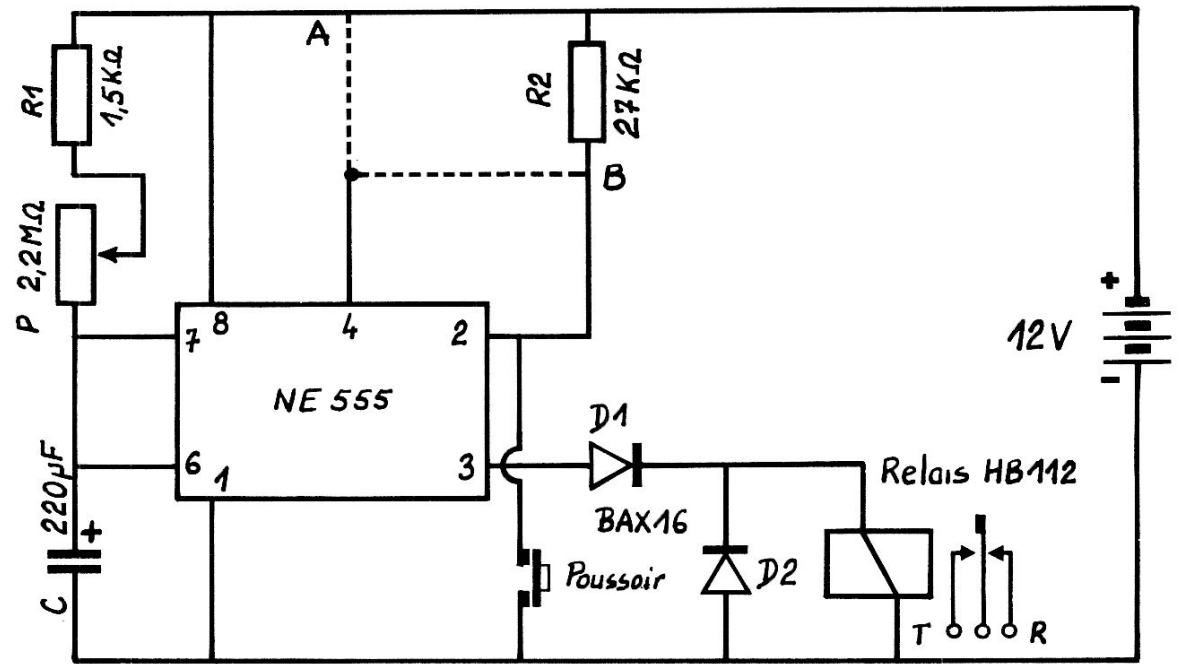


Fig. 9-3 -

L'emploi du circuit intégré NE 555 nous permet d'obtenir une temporisation de longue durée, pouvant aller jusqu'à 15 minutes. En fait, les durées de temporisation se situent entre 1 seconde et 15 minutes, et par la manœuvre d'un potentiomètre, on peut disposer de toutes les valeurs intermédiaires comprises entre ces valeurs extrêmes.

Nous voyons sur le schéma ce potentiomètre qui constitue le réglage de la temporisation, et le bouton-poussoir qui provoque l'enclenchement du relais. Deux possibilités d'emploi sont offertes par la broche 4 qui peut être reliée aux points marqués A ou B du schéma.

Broche 4 reliée en A . Le système est dit « non redéclenchable ». Dès la mise sous tension, le relais s'enclenche, sans autre manœuvre. Au bout de la durée de temporisation, il se déclenche, le système s'arrête et ne se remet plus en route, même si l'on appuie sur le bouton-poussoir. Celui-ci est hors service.

Broche 4 reliée en B . Le système est dit « redéclenchable ». Dès la mise sous tension, il se met en marche et fonctionne comme précédemment. Mais par la suite, on dispose du bouton-poussoir, on pourra faire fonctionner à nouveau autant de fois qu'on le voudra.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-------------------|----------------------|
| — Circuit intégré | — Relais 12 V |
| — 2 diodes | — Bouton-poussoir |
| — Potentiomètre | — Bouton de commande |
| — Résistances | — Condensateur |

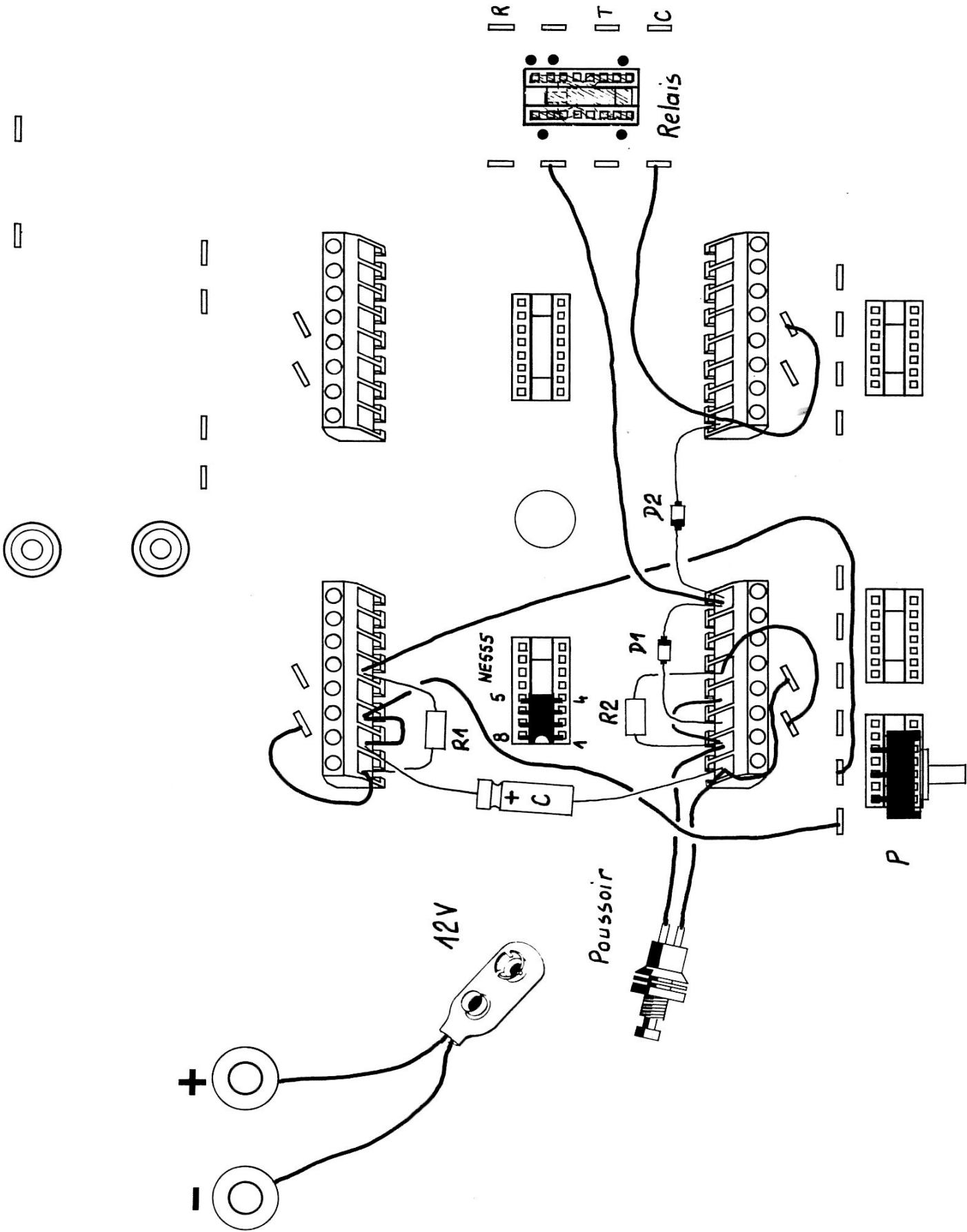


Fig. 9-4 -

N° IX-3 UN MÉTRONOME SONORE ET LUMINEUX

Le métronome est un appareil dont le principe est de délivrer des **cadences de temps**. Régulièrement, il fournit un signal qui peut être sonore ou lumineux, un « top ». Dans le haut-parleur, on entendra par exemple une suite de tops à la cadence régulière de 60 tops par minute, ou de 150 tops par minute.

Le but est essentiellement de **rythmer** quelque chose. En application pratique, citons le métronome du musicien, qui a pour but de battre la mesure suivant une cadence et un rythme bien déterminés. Également dans un cours de danse, pour rythmer une suite de mouvements de danse. Ou dans l'apprentissage de la frappe sur machine à écrire.

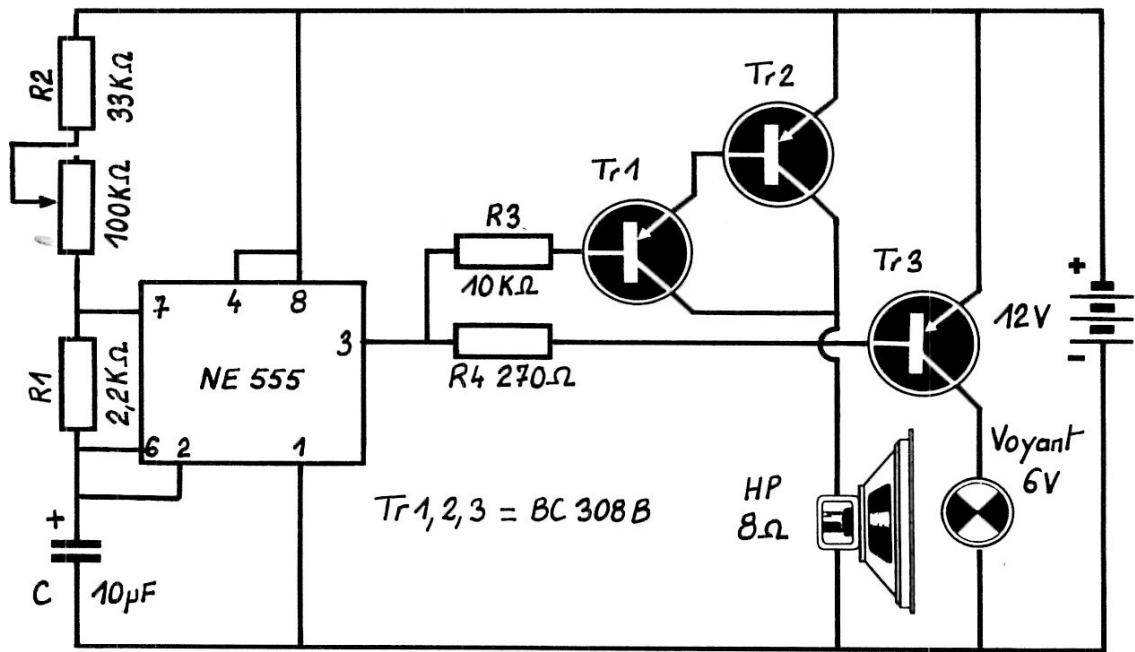


Fig. 9-5 -

La cadence des tops est déterminée par la position du potentiomètre linéaire de 100 kilohms, et dépend également de la valeur du condensateur C. Elle s'étend de 50 à 160 tops par minute environ.

Nous voyons sur le schéma que le signal généré par le circuit intégré est disponible sur la broche 3. De là il est dirigé sur les transistors Tr1 et Tr2 qui amplifient, et apparaît au haut-parleur sous la forme de top sonore. Également à partir de la broche 3, par R4 on dirige sur le transistor Tr3 et on dispose d'un top lumineux par le voyant disposé dans le circuit de collecteur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Voyant lumineux 6 V
— Haut-parleur 10 cm	— Condensateur
— Transistors : trois BC308	— Résistances
— Potentiomètre	— Bouton

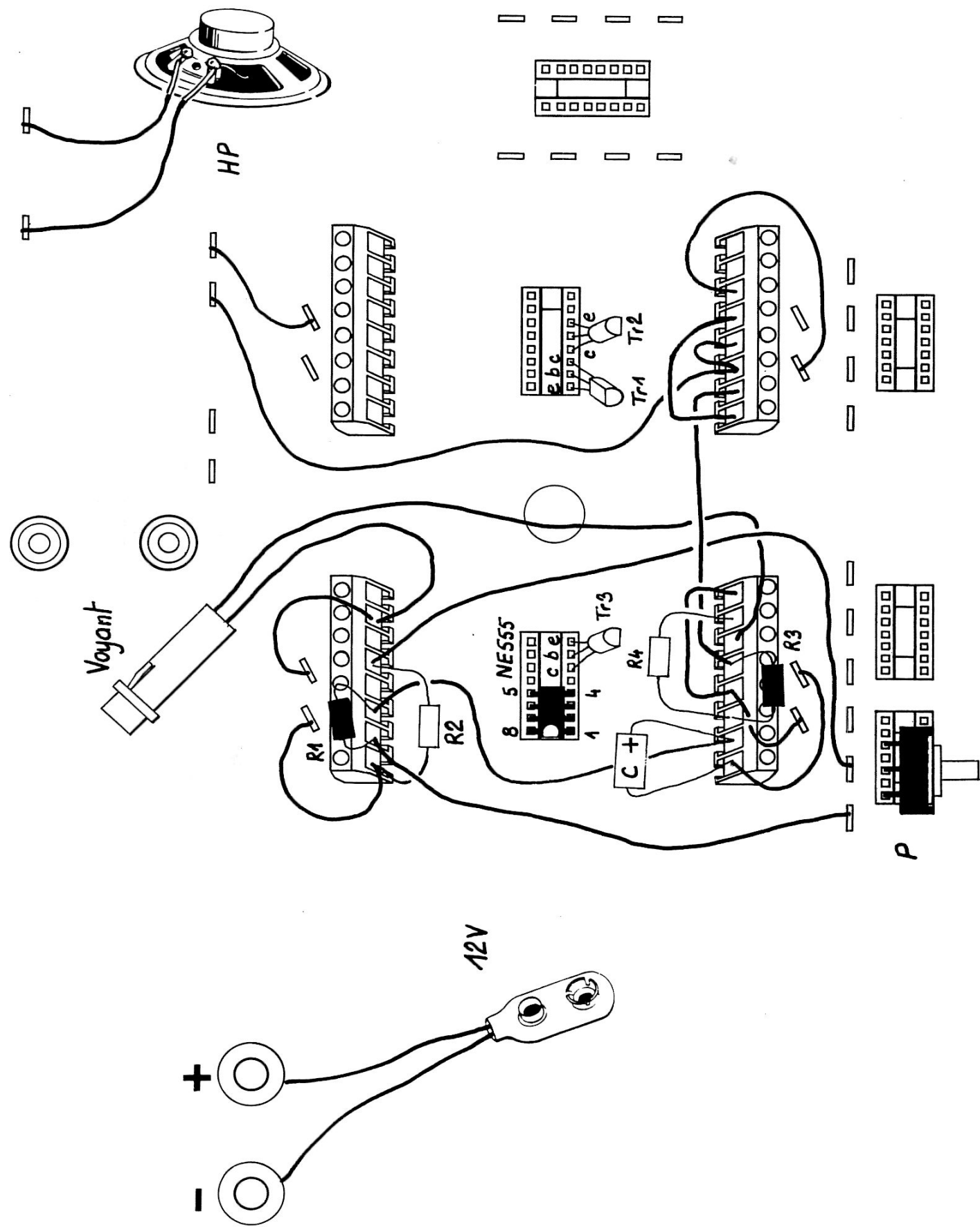


Fig. 9-6 -

N° IX-4 UNE INSTALLATION D'ALARME MULTIPLE

Voici un montage un peu plus important que ceux que nous avons rencontrés jusqu'à maintenant. Il va nous permettre de réaliser un système d'alarme que l'on peut qualifier de multiple en ce sens qu'il peut être déclenché par des éléments extrêmement divers, soit :

- absence d'eau,
- présence d'eau,
- obscurité,
- lumière,
- coupure dans un circuit conducteur quelconque,
- contact établi dans un circuit conducteur quelconque.

Partant de là, les possibilités de piégeage peuvent être étendues. Si par exemple on s'arrange pour relier au bilame d'un thermostat (contact ou coupure), on déclenche par de la chaleur, et ce pourra être par de la **présence** ou de l'**absence** de chaleur.

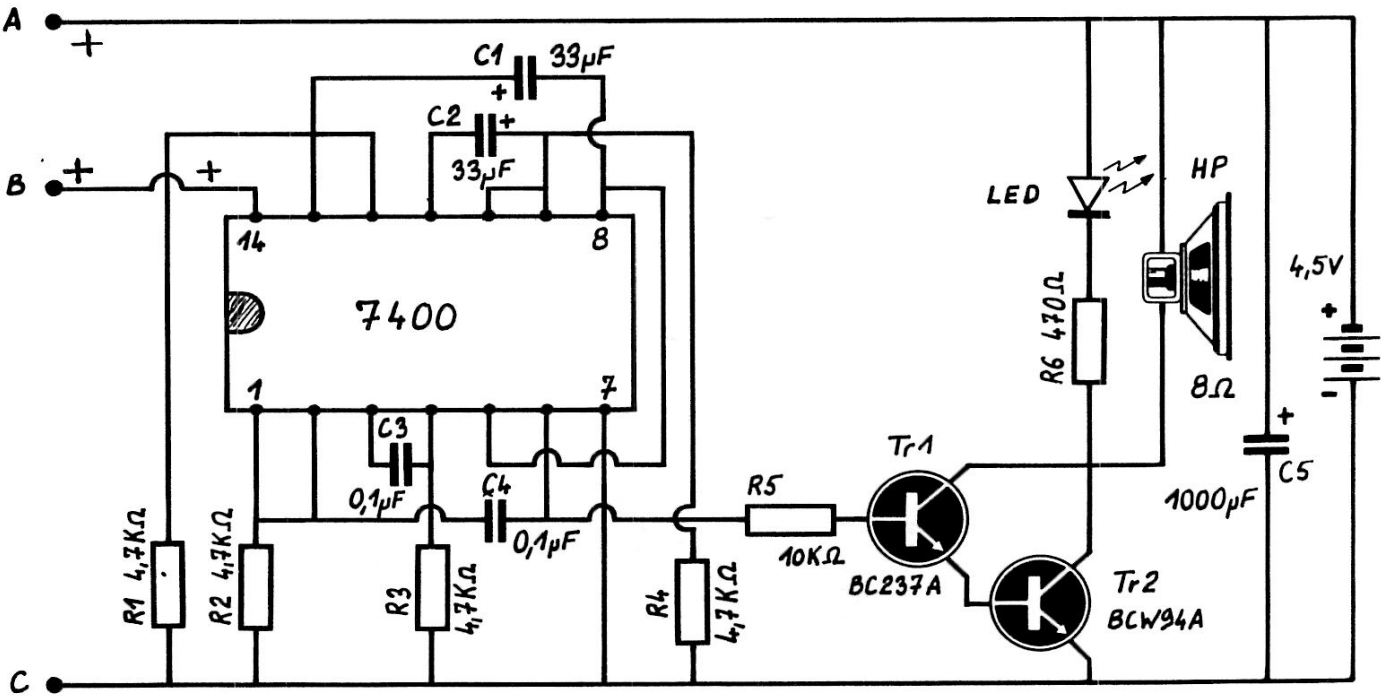


Fig. 9-7 - La centrale d'alarme. Elle est déclenchée dès qu'il y a contact entre A et B.

Voyons tout d'abord le schéma de la centrale d'alarme, en figure 9-7. Nous y voyons le circuit intégré représenté tel qu'il se présente pratiquement. Ce modèle est répertorié « 4 portes NON — ET ». Tel qu'il est monté ici nous disposons d'une sirène d'alarme à son haché, c'est-à-dire que dans le haut-parleur on entend un bruit de sirène, mais **intermittent**, qui s'arrête et reprend régulièrement. Parallèlement, nous voyons sur le schéma une diode lumineuse qui va s'allumer et s'éteindre à la même cadence.

La broche 14 est la broche + Alimentation du circuit intégré. Pour que le montage fonctionne, il faut que cette broche soit reliée au Plus de la pile, autrement dit que les points A et B soient reliés. Si donc on commence par mettre entre ces 2 points un simple bouton-poussoir, on déclenche les signaux sonores et lumineux. On peut également brancher là un simple contact de porte, tout système simple, l'appareil fonctionne immédiatement dès qu'il y a liaison entre A et B. Mais il ne faut pas

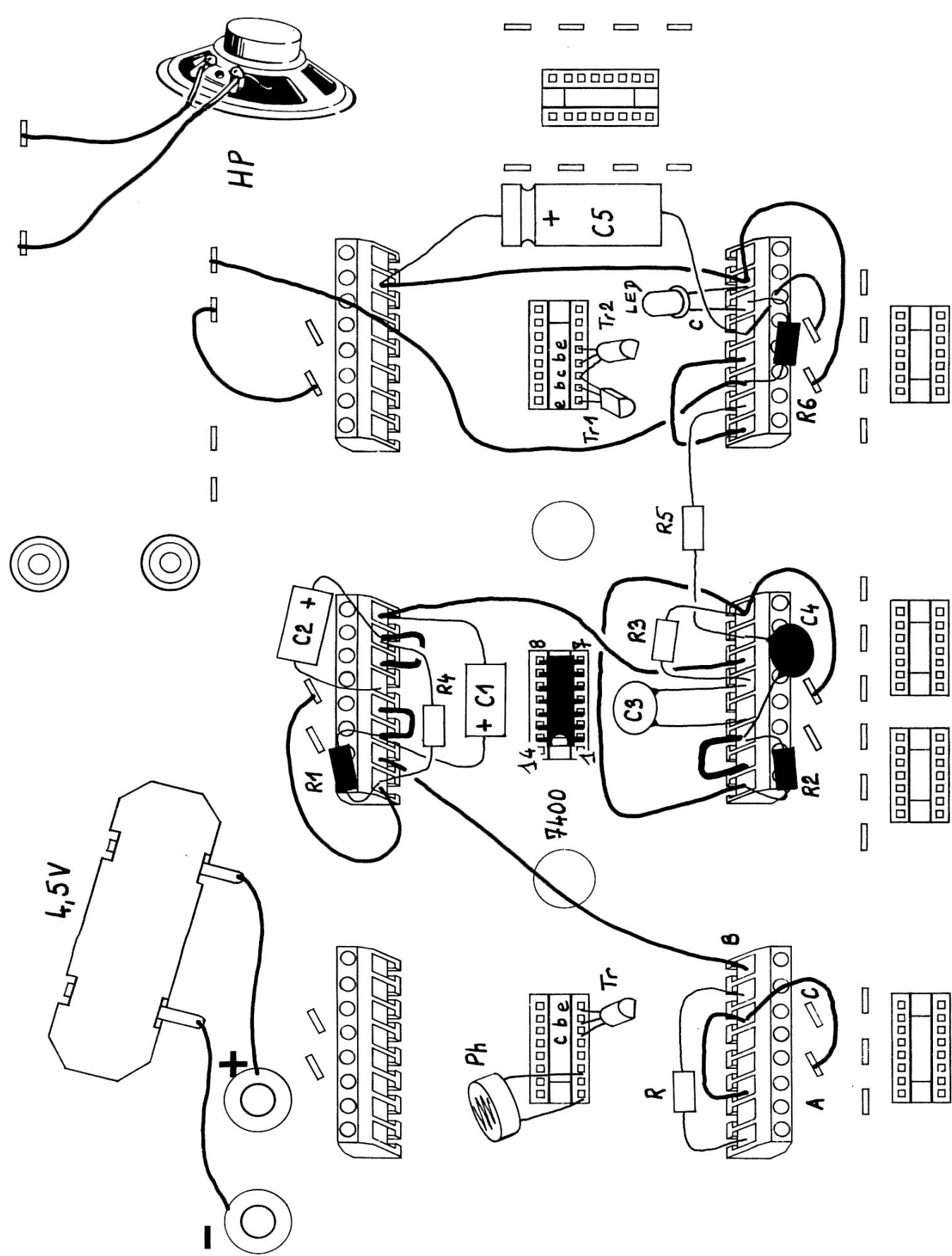


Fig. 9-10 -

que le fil soit trop long, car il est parcouru par la totalité du courant d'alimentation.

C'est essentiellement entre ces points que nous allons brancher diverses **sondes détectrices** pour obtenir des utilisations différentes pour une même centrale.

Voyez en figures 9-8 et 9-9 .

Nous avons représenté six schémas numérotés, qui nous fournissent six fonctionnements de base que nous avons résumés dans le tableau suivant.

Sonde n° 1	En attente dans l'eau	Alarme hors de l'eau
Sonde n° 2	En attente à la lumière	Alarme dans l'obscurité
Sonde n° 3	En attente sur circuit non coupé	Alarme sur rupture du circuit
Sonde n° 4	En attente hors de l'eau	Alarme dans l'eau
Sonde n° 5	En attente dans l'obscurité	Alarme sur l'éclairage
Sonde n° 6	En attente sur circuit coupé, hors contact	Alarme sur circuit rétabli, non coupé, sur contact.

Quelques commentaires...

Avec la sonde 1, nous réalisons un **surveilleur de liquides**, concrétisé ici par un bac dans lequel trempent deux pièces métalliques quelconques. Dès que le niveau descend en dessous, l'alarme se déclenche.

La sonde 2 contient une photorésistance, élément dont la résistance est élevée dans l'obscurité et faible à la lumière. Nous réalisons ici **surveilleur photoélectrique**, la photorésistance peut être influencée par la lumière du jour (et de la nuit), ou par le rayon lumineux émanant d'une ampoule électrique.

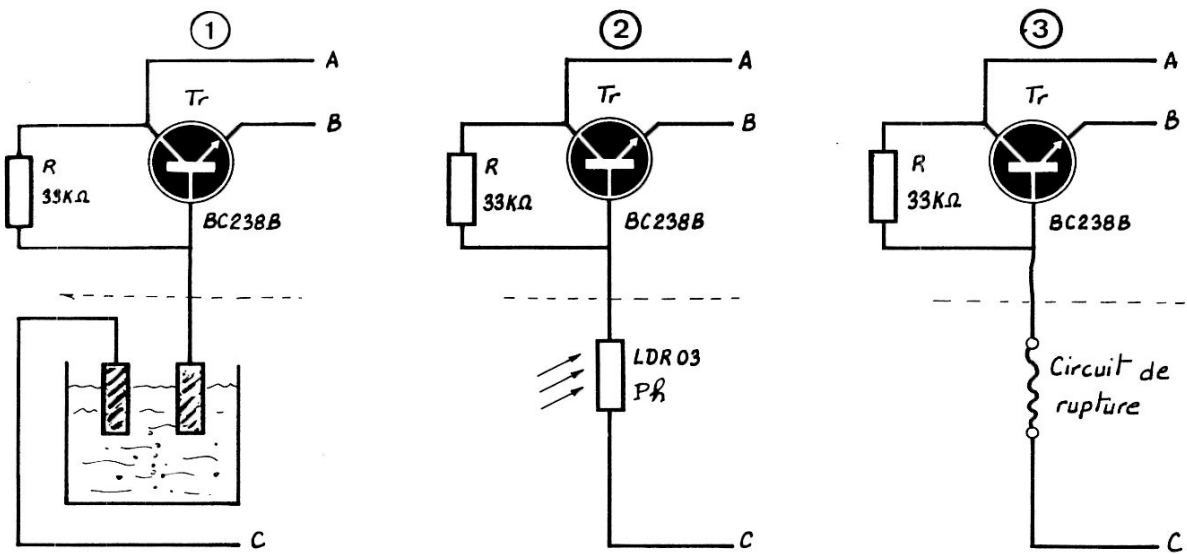


Fig. 9-8 - Trois sondes détectrices. Elles déclenchent pour :
1. absence d'eau
2. obscurité
3. rupture d'un circuit

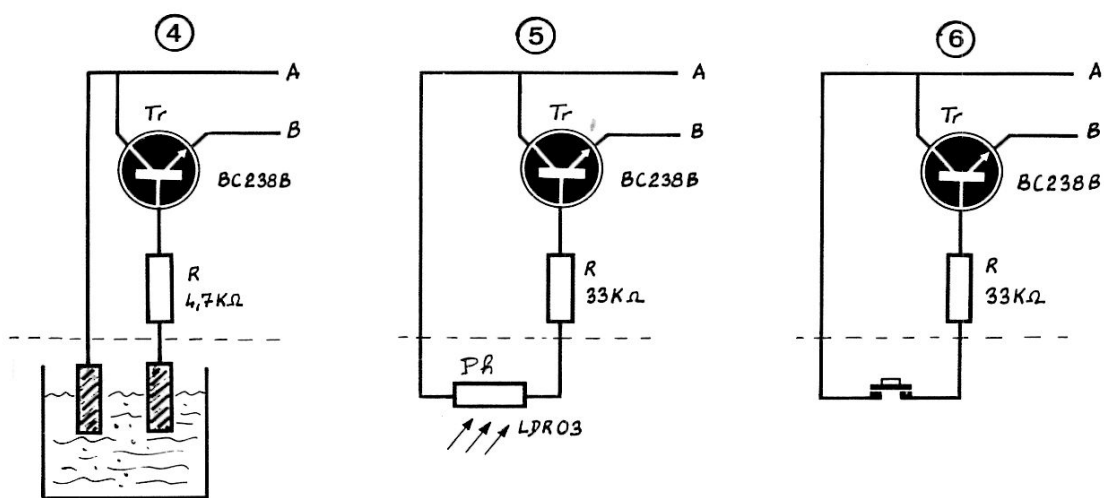


Fig. 9-9 - Trois sondes détectrices. Elles déclenchent pour :
4. présence d'eau
5. éclairage
6. contact

Sonde 3, nous voyons un simple fil, qui peut être long parce que parcouru par un courant extrêmement faible. Ce fil peut passer par un contact de porte, un contact de fenêtre, un détecteur de chocs, le contact d'un radar de surveillance. Dès qu'il y a rupture du circuit, l'alarme se déclenche.

Pour les sondes 4, 5 et 6, nous observons les mêmes éléments de piégeage, mais nous constatons que pour chacune **le fonctionnement est inversé**.

Dans le cas d'une installation utilitaire définitive, il convient de disposer la partie située au dessus du pointillé tout près de la centrale, pratiquement dans un même coffret. La partie située en dessous du pointillé peut être disposée à distance, avec des fils longs, parce que parcourue par un courant de base très faible, pratiquement négligeable.

Sur le plan de montage de la figure 9-10, à titre d'exemple l'appareil est équipé de la sonde 5. Remarquons enfin que ce dispositif est alimenté par une pile ordinaire de 4,5 volts.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistors : BC237, BC238, BCW94	— Circuit intégré
— Photorésistance	— Diode lumineuse
— Haut-parleur 10 cm	— Résistances
— Condensateurs	

N° IX-5 UN INTERRUPTEUR PHOTOÉLECTRIQUE

Nous employons ici le circuit intégré 7473, un modèle 14 broches répertorié « double bascule ». Il est représenté sur le schéma tel qu'il se présente pratiquement vu de dessus : encoche à gauche, broches de 1 à 7 vers la droite, broches de 8 à 14 vers la gauche.

Nous réalisons ici un interrupteur photoélectrique. Dans le cas d'une cellule photoélectrique classique, l'action sur le relais de sortie est détermi-

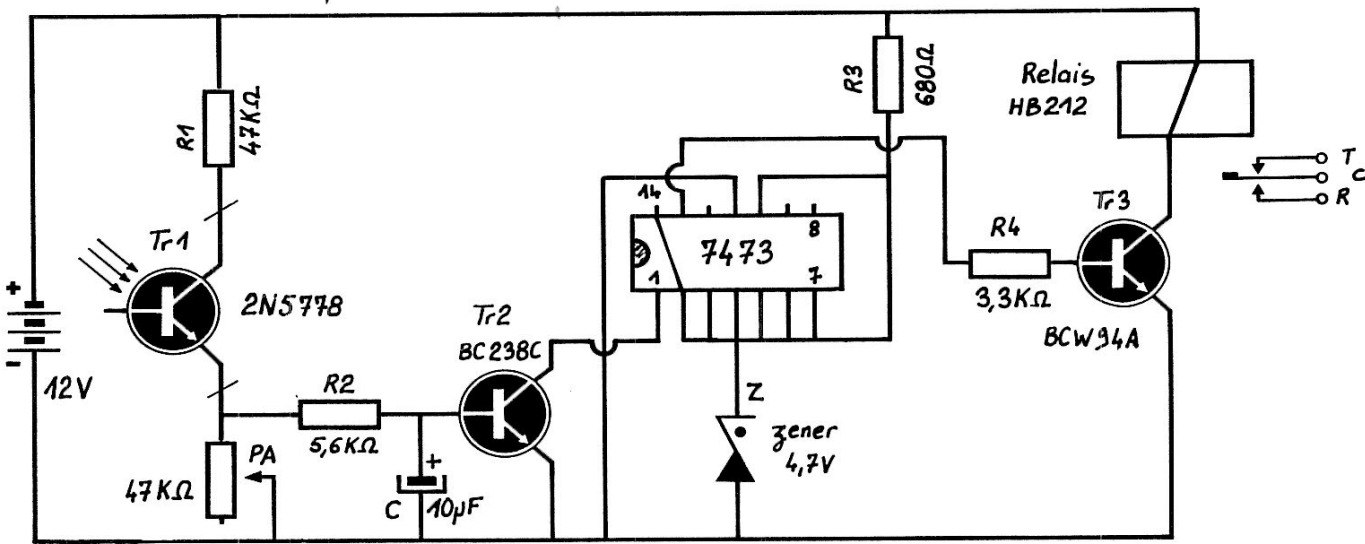


Fig. 9-11 -

née par le passage d'une personne ou d'un objet qui traverse le rayon lumineux, celui-ci arrivant en permanence sur la cellule.

Ici le fonctionnement est différent. Nous avons réellement un interrupteur, commandé par un « coup de lumière ». Prenons par exemple une lampe-torche ordinaire et envoyons une impulsion lumineuse, même brève, sur la cellule. Le relais colle, et reste collé en permanence. Ensuite, sur l'envoi d'une nouvelle impulsion, le relais décolle. Le système est très sensible, nous avons obtenu un déclenchement jusqu'à une distance de 7 à 8 mètres.

Il convient de tenir compte du niveau de lumière ambiante. A cet effet, on dispose d'un réglage de sensibilité, constitué par le potentiomètre ajustable P.A., qui détermine un seuil de déclenchement en dessous duquel la lumière n'agit plus.

L'élément photosensible est le phototransistor 2N 5778 . Il présente une fenêtre en matière translucide, qui est la partie sensible à la lumière. Nous voyons qu'il est branché avec sa base restant en l'air, ce sont uniquement émetteur et collecteur qui sont reliés. Au dessus et en dessous, les deux traits obliques indiquent que cet élément peut être disposé à distance de l'appareil, pour les besoins de l'utilisation.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| — Transistors : 2N5778, BC238, BCW94 | — Relais 12 V |
| — Diode zener 4,7 V | — Potentiomètre ajustable |
| — Circuit intégré | — Résistances |
| — Condensateur | |

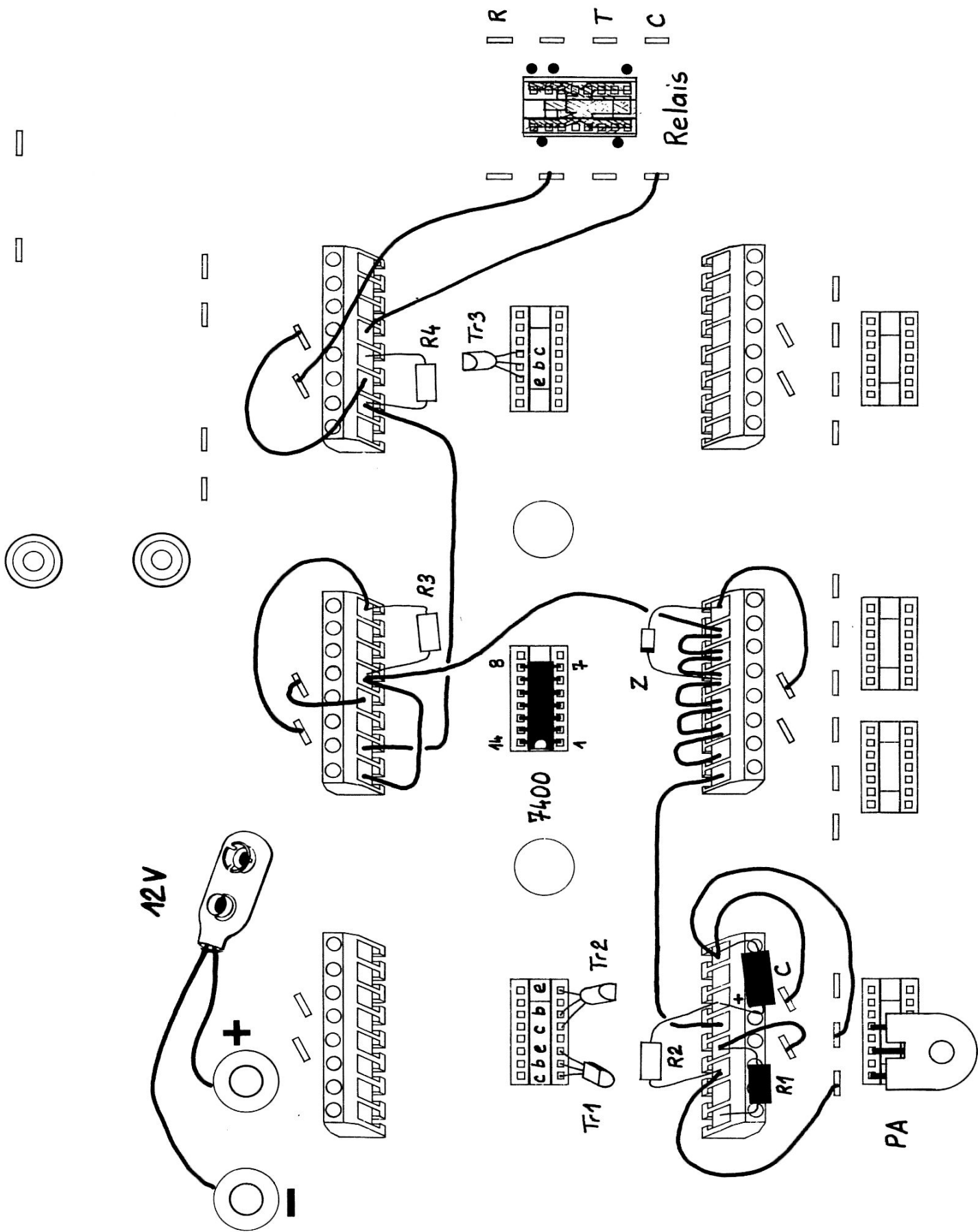


Fig. 9-12 -

N° IX-6

UN RÉCEPTEUR-CONVERTISSEUR Modulation de Fréquence/Petites Ondes

Voici un appareil qui, bien que mettant en œuvre un nombre d'éléments très réduit, va nous fournir des possibilités fort intéressantes. Définissons son but.

Vous disposez d'un classique poste récepteur-radio du commerce, qui reçoit les deux gammes d'ondes Petites Ondes et Grandes Ondes. Avec notre convertisseur que vous installez tout près de votre récepteur, vous allez pouvoir capter la gamme Modulation de Fréquence, qui s'étend de 88 à 108 mégahertz. Notre appareil lui, nous permet l'écoute dans une gamme qui couvre de 80 à 100 mégahertz. L'écoute se fait sur le haut-parleur de votre récepteur.

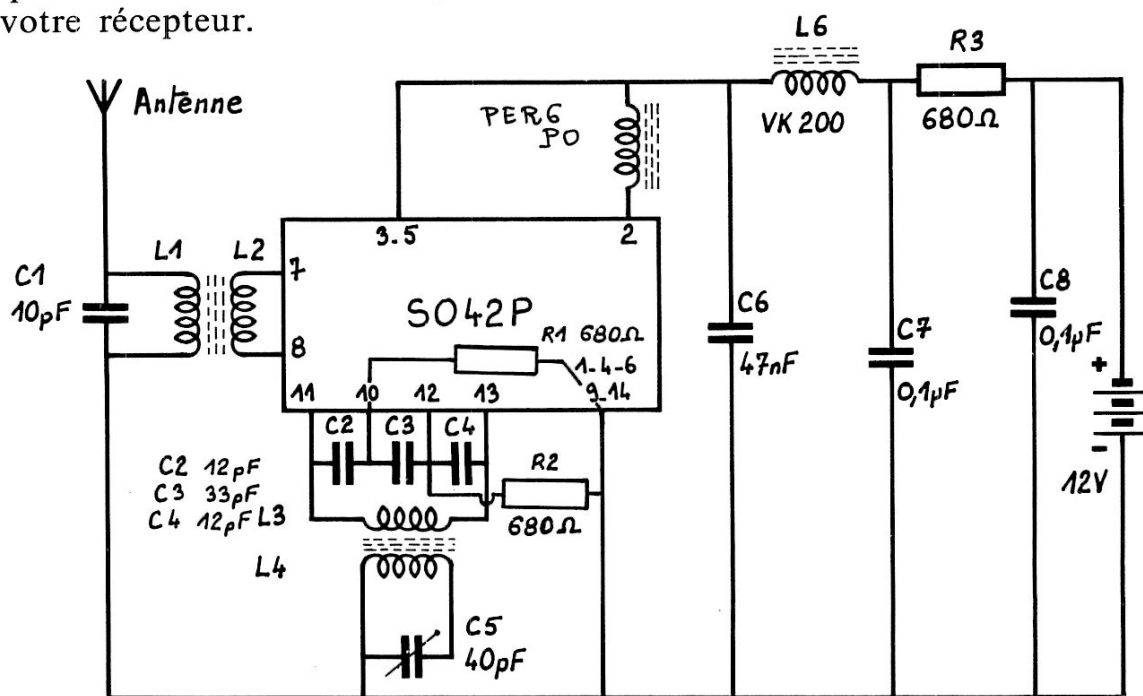


Fig. 9-13 -

Nous utilisons le circuit intégré SO 42 P à 14 broches, répertorié changeur de fréquence. Voyons le schéma.

On reçoit sur l'antenne, modèle télescopique de 75 cm à 1 m, et on transmet au circuit intégré par les bobinages couplés L1 et L2. Un changement de fréquence s'opère dans le circuit intégré et l'émission se trouve être disponible dans le bobinage référencé ici PER.6. C'est un bobinage P.O. sur bâtonnet de ferrite de 10 cm. On le dispose au voisinage du cadre capteur incorporé dans le récepteur de radio. Celui-ci doit évidemment être commuté sur la gamme des Petites Ondes. Il n'est pas nécessaire que les deux éléments soient tout près l'un de l'autre, jusqu'à une dizaine de centimètres ça marche encore.

Voyons maintenant la réalisation pratique et le mode d'emploi.

Les bobinages L1 à L4 sont à réaliser par soi-même, d'une façon d'ailleurs très simple. Pour cela nous disposons pour chaque paire d'un mandrin isolant de 8 mm, creux, avec sa bague de fixation et son noyau intérieur magnétique de réglage. On utilise du fil émaillé de diamètre 8 dixièmes de millimètre.

- Pour L1 : 2 spires jointives, vers le milieu du mandrin.
- Pour L2 : 2 spires également, jointives et contre L1.
- Pour L3 : 3 spires jointives, vers le milieu du mandrin.
- Pour L4 : 1,5 spire (ou une spire et demie), contre L3.

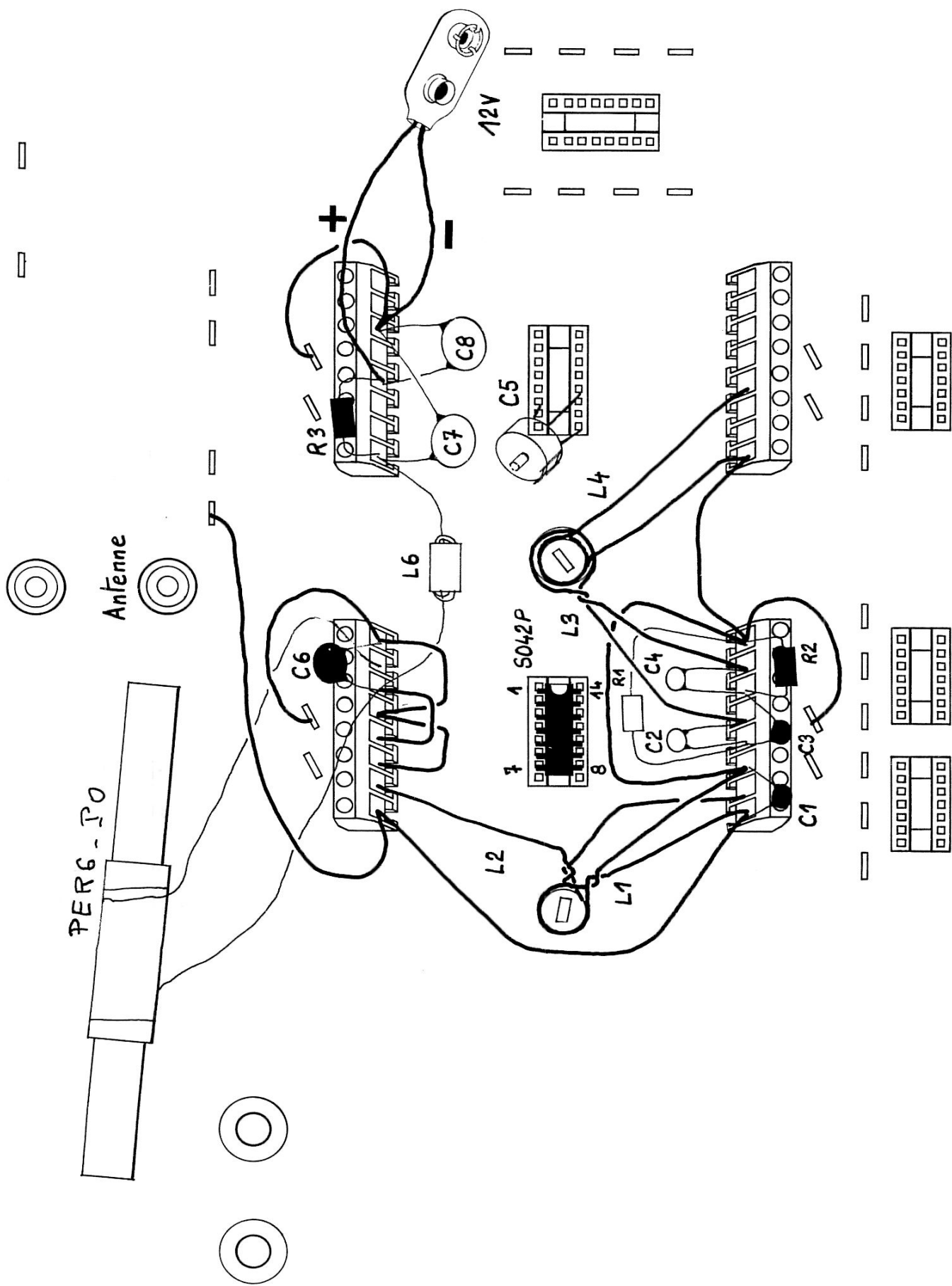


Fig. 9-14 -

Ensuite les mandrins sont vissés sur la plaque de montage, dans les trous prévus à cet effet, par leur bague de fixation. ne pas omettre de gratter l'émail aux extrémités des fils avant fixation dans les connecteurs.

Voyons maintenant comment procéder et rechercher des stations d'émission M F.

On dispose pour cela du condensateur ajustable C 5, que l'on actionne à l'aide d'un tournevis. Dès que l'on capte une émission, même mal, on améliore en agissant sur les noyaux magnétiques des deux mandrins. C'est très sensible, il faut se servir d'un tournis de réglage spécial H.F. (en matière isolante), car le voisinage de la main influe sur l'accord. Vous pourrez d'ailleurs faire l'observation suivante : l'appareil accordé sur une émission, vous approchez progressivement une main des bobinages... et vous constatez que vous vous accordez sur une suite d'autres émissions...

Cet appareil est très intéressant et offre beaucoup de possibilités. Vous pourrez encore chercher à capter des émissions qui se trouvent en dehors de la bande normale M.F., puisque cet appareil reçoit également entre 80 et 88 mégahertz, et entre 108 et 110 mégahertz. Et vous pourrez même aller plus loin. En modifiant les bobinages L 1/L 2 et L 3/L 4 par quelques spires de plus ou de moins, vous pourrez explorer bien d'autres fréquences. A ce sujet, nous vous rappelons que pour **monter en fréquence** (au dessus de 110 mégahertz) il faut **diminuer** le nombre de spires. Pour **descendre** dans les fréquences reçues, il faut **augmenter** le nombre de spires.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| — Circuit intégré | — Bobine d'arrêt |
| — 2 mandrins 8 mm | — Condensateur ajustable |
| — Bobinage PER.6 | — Antenne télescopique |
| — 1 m fil émaillé 8/10 | — Résistances |
| — Condensateurs | — Accessoire : Tournevis H.F. |

N° IX-7 AMPLIFICATEUR POUR DISQUE ET MICROPHONE

Nous revenons ici à un appareil plus classique et fort répandu, un amplificateur basse fréquence. On peut y brancher à l'entrée un microphone, on peut également y brancher le bras d'une table de lecture de disques.

Nous mettons en œuvre un circuit intégré TBA 790, répertorié amplificateur basse fréquence. il peut être employé avec des éléments extérieurs de différentes valeurs, et c'est en fonction de la valeur de ces éléments que l'on peut réaliser des amplificateurs de différentes puissances, dans une gamme de 650 milliwatts à 3,4 watts. L'amplificateur que nous avons réalisé ici est de 650 milliwatts.

On peut constater que la mise en œuvre de ce circuit intégré simplifie énormément la conception d'un appareil. Il est ici simplement précédé d'un étage préamplificateur de tension, équipé d'un BC 237. Le potentiomètre constitue le réglage de la puissance de sortie, il doit être à courbe logarithmique.

Rappelons que la liaison d'un microphone ou d'un bras de lecture à l'amplificateur se fait par un fil blindé, et que c'est la gaine métallique qui doit être reliée au point froid, au — 12 V.

Mise en place du circuit intégré sur son support.

Ici, attention. Suivant les caractéristiques d'emploi du fabricant, les broches 2, 4 et 6 d'un côté, 9, 11 et 13 de l'autre côté, ne doi-

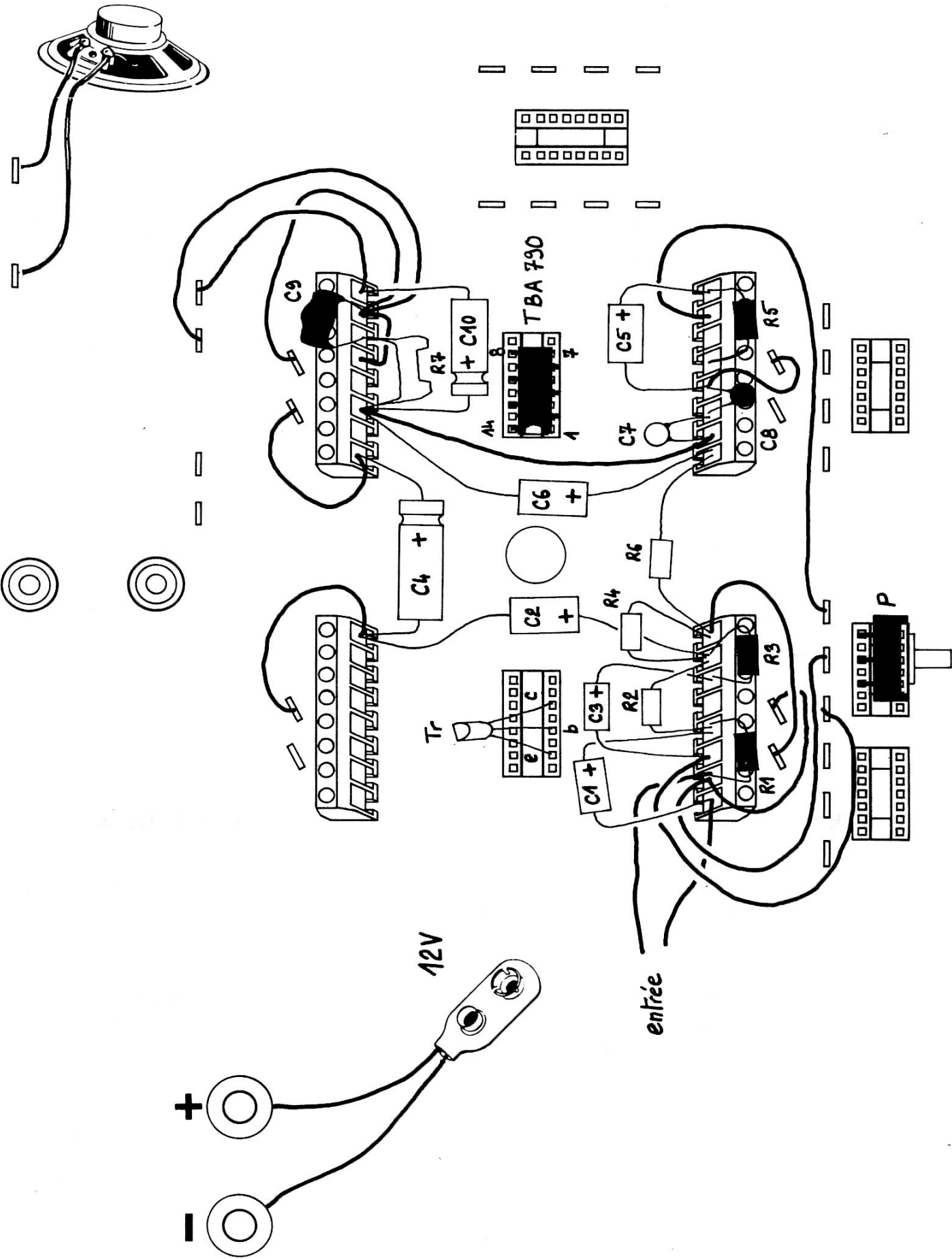


Fig. 9-16 -

vent pas être reliées. Remarquez que les pattes sont disposées en quinconce, c'est-à-dire que lorsqu'une patte est dirigée vers l'extérieur, la suivante est dirigée vers l'intérieur.

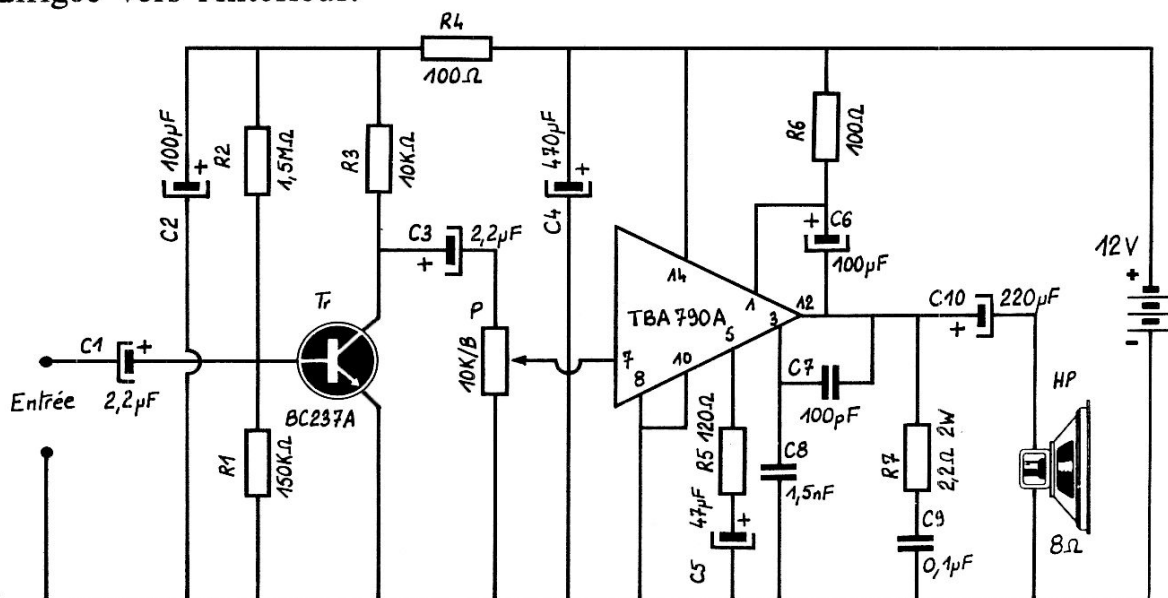


Fig. 9-15 -

Lors de la mise en place sur le support, les pattes 2, 4 et 6 tombent à l'extérieur, hors des trous d'enchâssage. De même les pattes 9, 11 et 13 tombent à l'intérieur du support, mais également en dehors des trous d'enchâssage. Remarquez d'autre part que le circuit intégré se trouve décalé à gauche par rapport à l'axe du support ; cela apparaît bien sur le plan de montage

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|----------------------|----------------------|
| — Circuit intégré | — Transistor BC237 |
| — Potentiomètre | — Bouton de commande |
| — Haut-parleur 10 cm | — Résistances |
| — Condensateurs | |

N° IX-8 STROBOSCOPE COMMANDÉ PAR LE SON

Au chapitre IV de cet ouvrage, nous avons décrit un appareil qui a pour nom « Un stroboscope pour effets de scène », référence IV-5. Par son tube à éclats, il produit une suite d'éclairs lumineux, dont la cadence est de l'ordre de 1 à 15 par seconde. La commande est manuelle.

L'appareil que nous décrivons ici commande également un tube à éclats, mais cette fois par des sons, par de la musique ou la parole, et non plus par la manœuvre d'un potentiomètre. Et il doit être raccordé à l'appareil référencé ci-dessus, comme nous l'indiquerons plus loin.

Voyons le schéma.

Alimentation sur le secteur. Dès le début le condensateur C1 branché en série chute fortement la tension. Redressement et filtrage par les redresseurs D1 et D2 et par C2. A la sortie, on dispose d'une tension continue d'environ 10 volts, qui alimente tout l'ensemble du montage.

L'élément capteur est un microphone électrodynamique, dont le signal de sortie est amplifié par le circuit intégré 741. Ce microphone peut être installé pour recueillir tous les bruits, sons, musique, provenant d'une salle de danse, et également le chant et la parole s'il est tenu à la main devant la bouche.

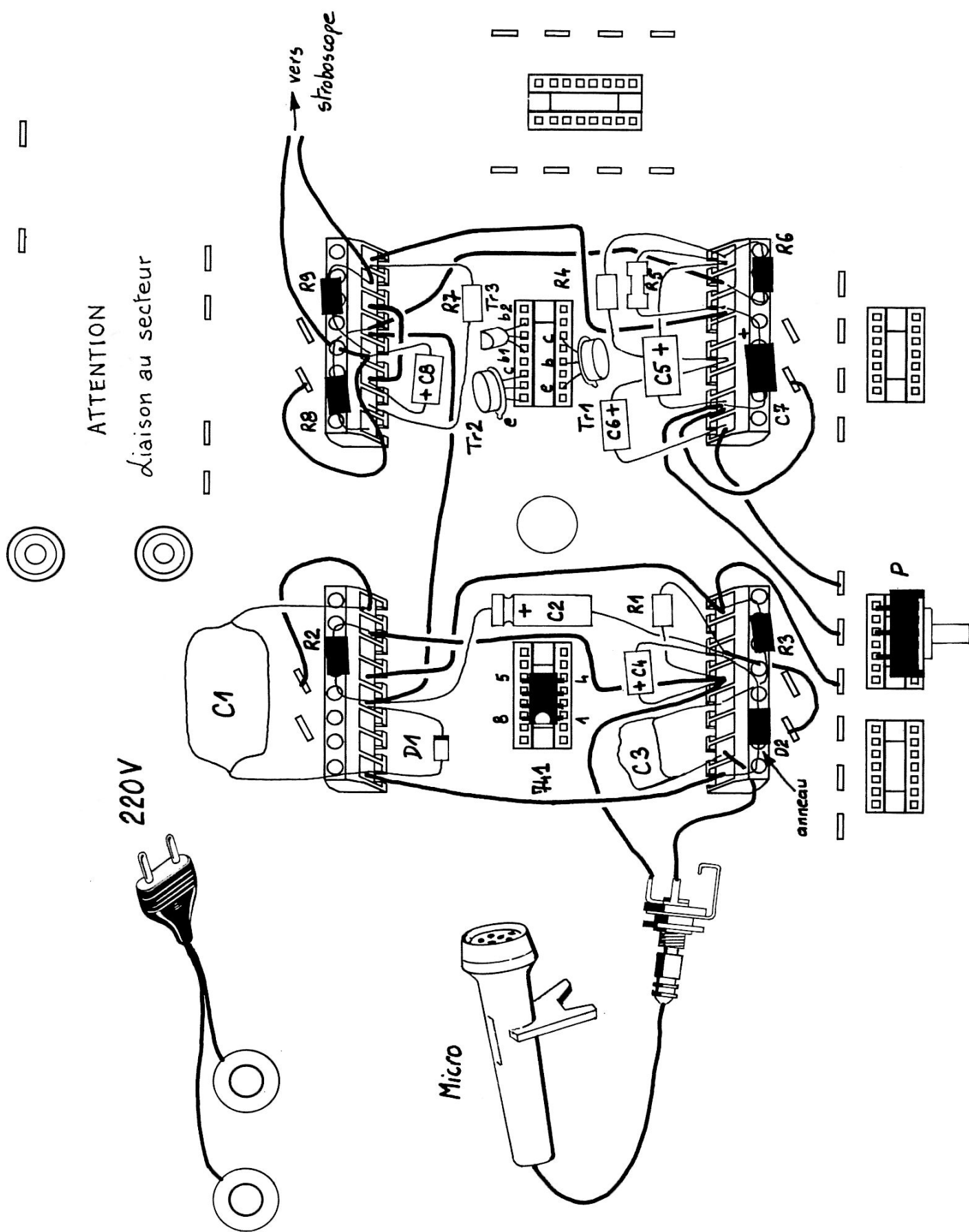


Fig. 9-18 -

Dosage de la sensibilité par le potentiomètre. En fonction du niveau des sons recueillis, ce potentiomètre agit sur le nombre d'éclairs déclenchés au stroboscope, jusqu'à une vingtaine (et plus) d'éclats par seconde. Nous trouvons ensuite une suite d'étages d'amplification et de mise en forme, et le signal qui en résulte est disponible aux deux douilles de sortie. C'est de là qu'il faut raccorder au stroboscope décrit au chapitre IV, figure 4-12.

Arrivés ici, nous vous demandons de bien faire attention.

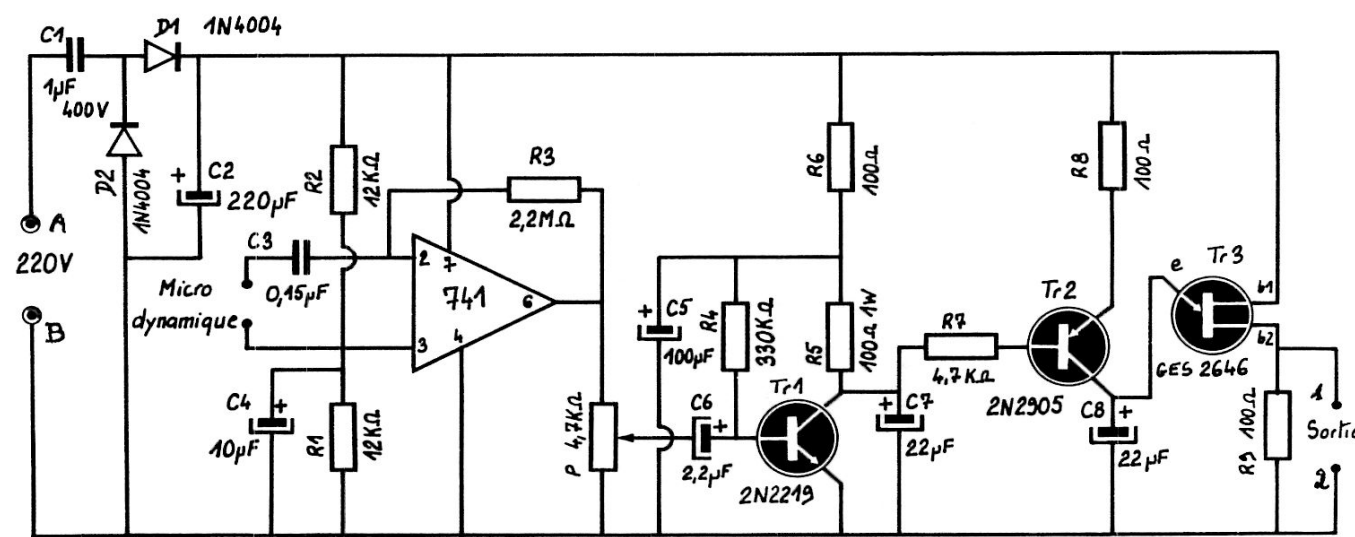


Fig. 9-17 -

Sur le montage 4-12, il faut retirer les éléments :
— R3 — R4 — C3 — potentiomètre — diac ST2. Donc la gachette G du thyristor reste en l'air. Vous raccordez ensemble les deux points marqués 1 d'une part, et d'autre part les deux points marqués 2 ensemble. Également très important, le raccordement au secteur. Vous pouvez constater que les deux points marqués 2 aboutissent à l'un des pôles du secteur marqué B. Donc sur la fiche secteur il faut également les relier ensemble. Et d'autre part, ce sont les deux points marqués A qui doivent être reliés ensemble, à l'autre pôle du secteur.

Au besoin utilisez des fils de couleur (rouge pour A, bleu pour B), tout cela est une simple question de repérage et d'attention.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Deux redresseurs
— Transistors : 2N2219, 2N2905, GES2646	— Jack
— Microphone et sa fiche	— Cordon secteur
— Potentiomètre	— Bouton
— Résistances	— Condensateurs

N° IX-9

MODULATEUR DE LUMIÈRE
COMMANDÉ PAR LE SON

L'appareil que nous décrivons ici présente quelque analogie avec celui qui précède, auquel vous pouvez vous reporter.

Voyez au chapitre IV, montage IV-8, figure 4-18, nous avons là un modulateur de lumière qui est commandé par des courants de basse fréquence, prélevés sur un amplificateur B.F. Ici également, nous allons établir un même modulateur à trois voies, mais commandé par des sons, de la parole et de la musique.

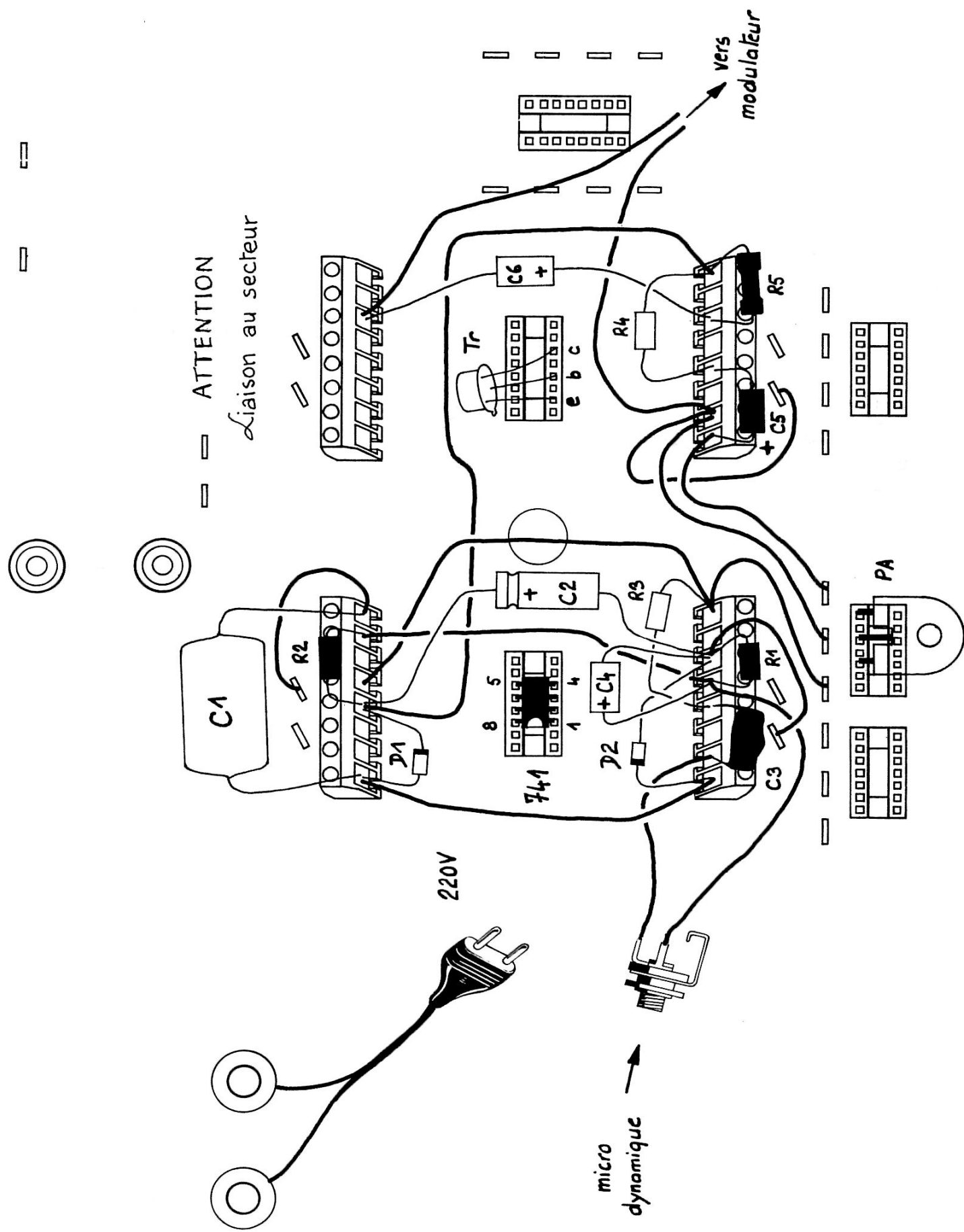


Fig. 9-20 -

A partir d'un microphone, qui est l'élément capteur, nous disposons d'un premier potentiomètre de dosage général, qui agit sur l'ensemble du niveau de bruits captés. Nous retrouvons ensuite trois potentiomètres indi-

viduels, qui agissent séparément en fonction du registre musical sur les notes graves, médiums, aiguës.

Sur la figure 4-18 , on supprime le transformateur d'entrée T 23 , et les trois potentiomètres P 1 à P 3 seront branchés comme indiqué sur la figure 9-19.

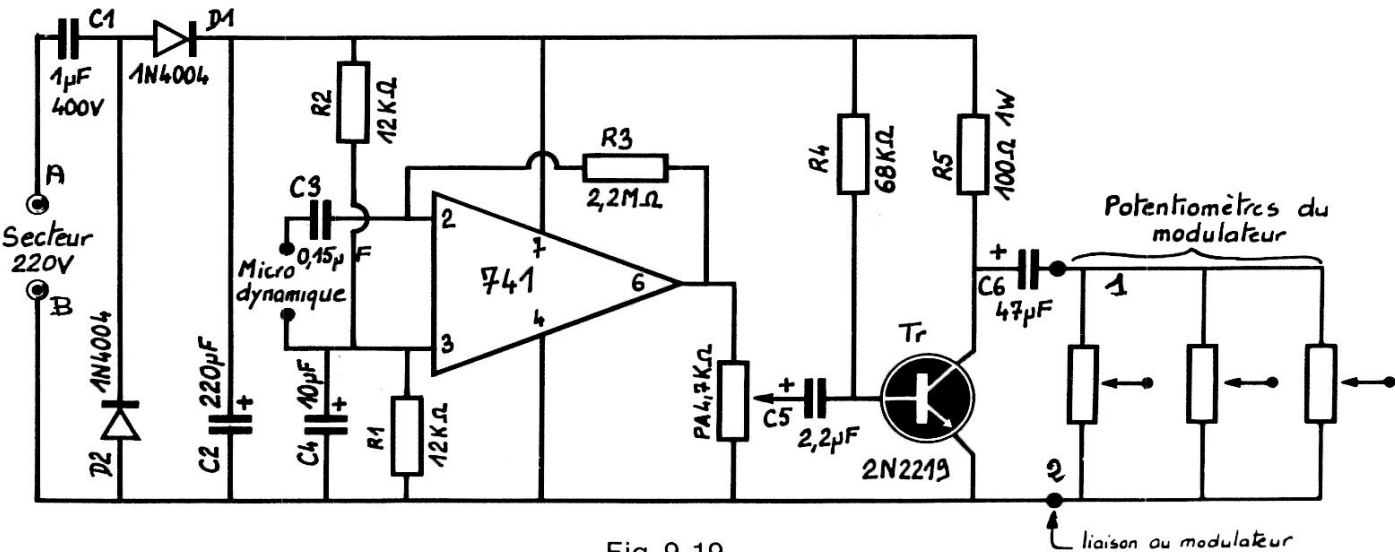


Fig. 9-19 -

Rappelons les précautions de raccordement qu'il convient d'observer ici également.

Les points « hauts » des potentiomètres, marqués 1 , sont à raccorder ensemble et à relier au condensateur de sortie C 6 . Les points « bas » marqués 2 sont à relier ensemble. Sur les deux schémas ils sont en liaison directe avec l'une des bornes du secteur marquée ici B . Sur les deux appareils, ces deux points marqués B doivent être reliés ensemble, à l'une des bornes de la fiche secteur. Les deux autres points marqués A doivent être reliés ensemble, et à l'autre borne de la fiche secteur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Transistor 2N2219
— Deux redresseurs	— Jack
— Microphone et sa fiche	— Cordon secteur
— Potentiomètre ajustable	— Résistances
— Condensateurs	

N° IX-10

UN CLIGNOTEUR LUMINEUX
À UNE OU DEUX VOIES

Nous réalisons ici un système clignotement, commandant une ou plusieurs ampoules, qui s'allument et s'éteignent tour à tour régulièrement. Suivant les besoins de l'emploi, on peut réaliser cet appareil avec une seule voie ou avec deux. Monté en une voie, on dispose d'une ampoule qui s'allume et s'éteint périodiquement. Monté en deux voies, on dispose de deux ampoules, l'une s'éteint quand l'autre s'allume, et inversement. En réalité, chaque voie peut être chargée par plusieurs ampoules, jusqu'à concurrence d'une puissance de 600 watts maximum.

Nous retrouvons le circuit intégré NE 555 , modèle à huit broches.

Le potentiomètre ajustable PA 1 commande la cadence des allumages de la voie déclenchée par le triac T 2 . Le potentiomètre ajustable PA 2 commande la cadence des allumages de la voie déclenchée par

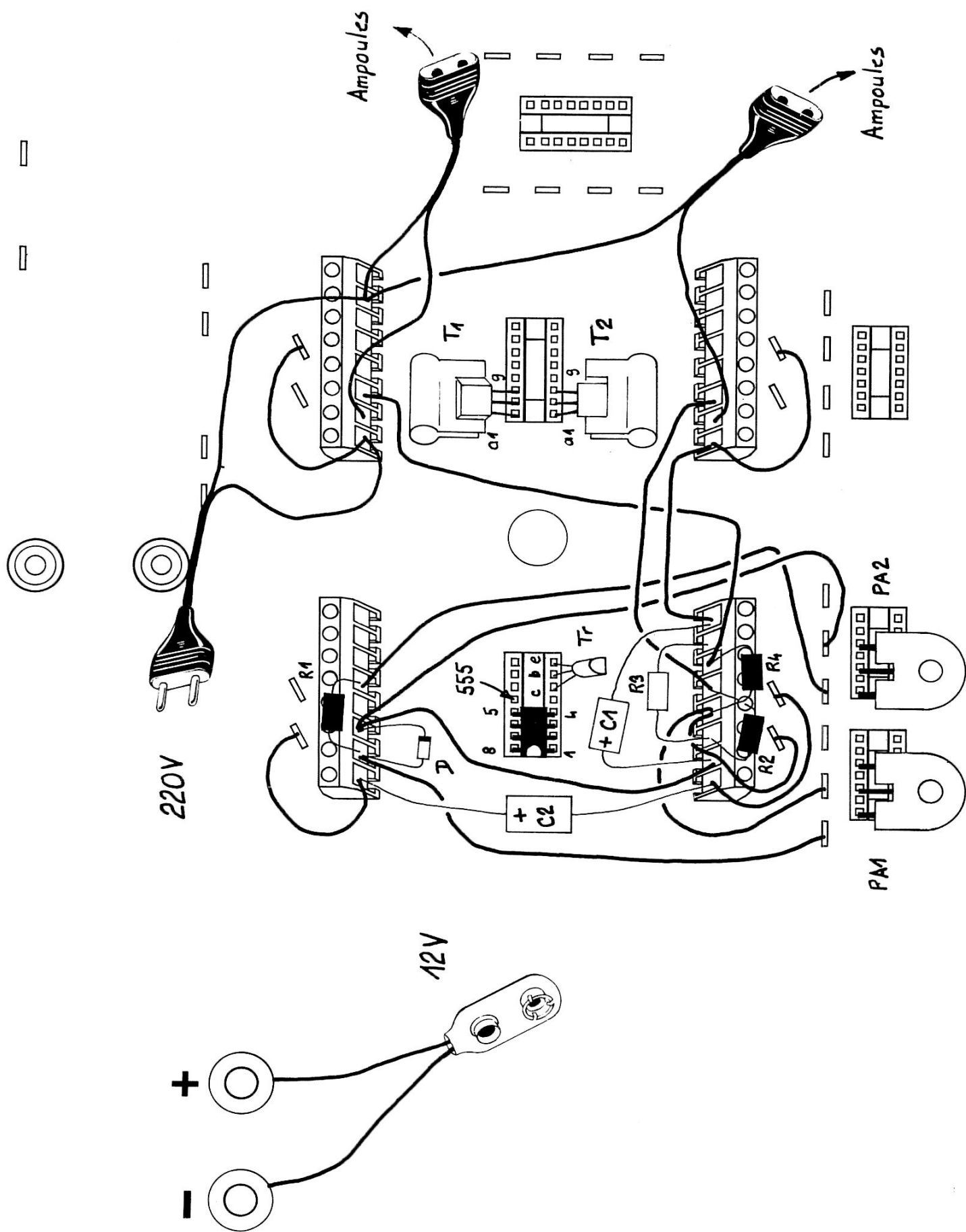


Fig. 9-22 -

le triac T 1 . Tel qu'il est représenté, le montage fonctionne en deux voies.
Pour en supprimer une, il faut éliminer les éléments marqués d'une croix,
soit : — R 3 — R 4 — transistor — triac T 1 .

A la sortie de la broche 3 du circuit intégré, on dispose d'un seul et même signal. Par R 2, il commande directement la gachette du triac T2. Pour déclencher T1 il faut disposer d'un signal **inversé** (quand l'un allume, l'autre éteint...). Pour cela on envoie le signal sur la base

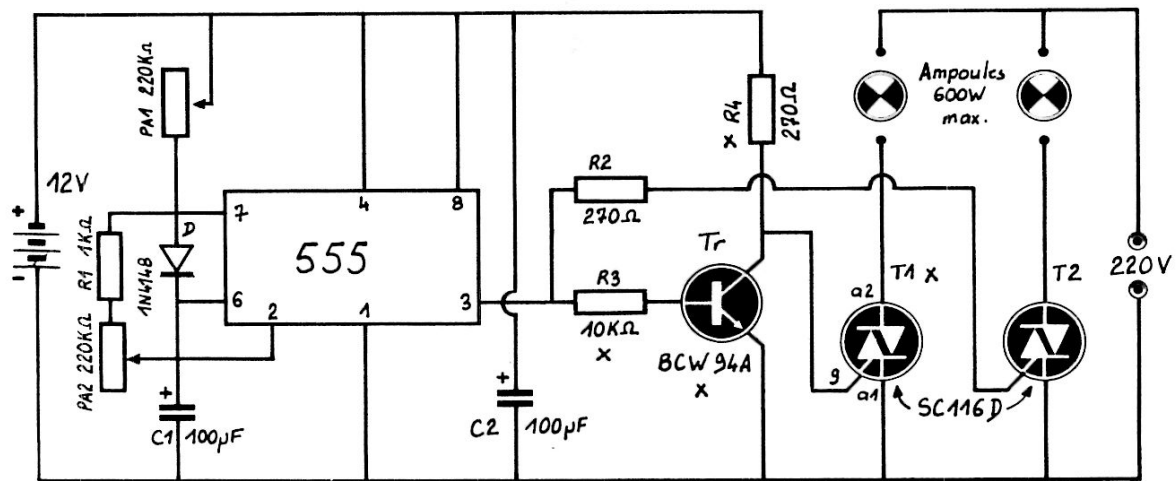


Fig. 9-21 -

du transistor. Lorsque celui-ci conduit, le collecteur est relié à l'émetteur, la gachette est reliée à la masse, le triac est bloqué. L'ampoule s'éteint. L'inverse se produit pour un signal négatif provenant de la broche 3 : T 2 est bloqué et T 1 conduit.

Sur le plan de montage, remarquez que chaque triac est muni d'un refroidisseur. C'est une pince métallique que l'on fixe sur la lamelle (également métallique) du triac.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Transistors BCW94
— Deux triacs	— Deux refroidisseurs
— Deux potentiomètres ajustables	— Cordon secteur
— Deux fiches secteur femelles	— 1 m fil scindex
— Diode	— Résistances
— Condensateurs	

N° IX-11 UN MULTIVIBRATEUR À DEUX FEUX

Le schéma décrit ici et celui qui lui fait suite sont tous deux proposés plutôt comme montages démonstratifs et expérimentaux, et non utilitaires.

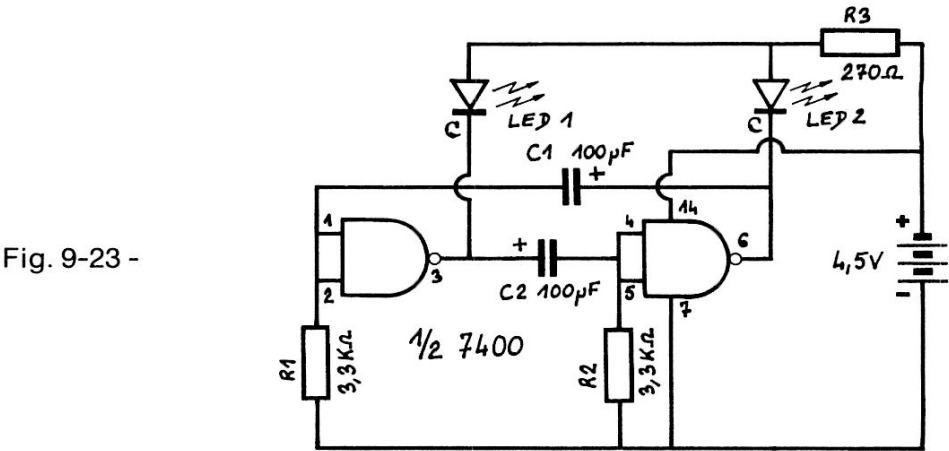


Fig. 9-23 -

Nous retrouvons le modèle de circuit intégré 7 400 , qui comporte quatre portes. Mais nous n'en utilisons que deux, l'une sortant sur les

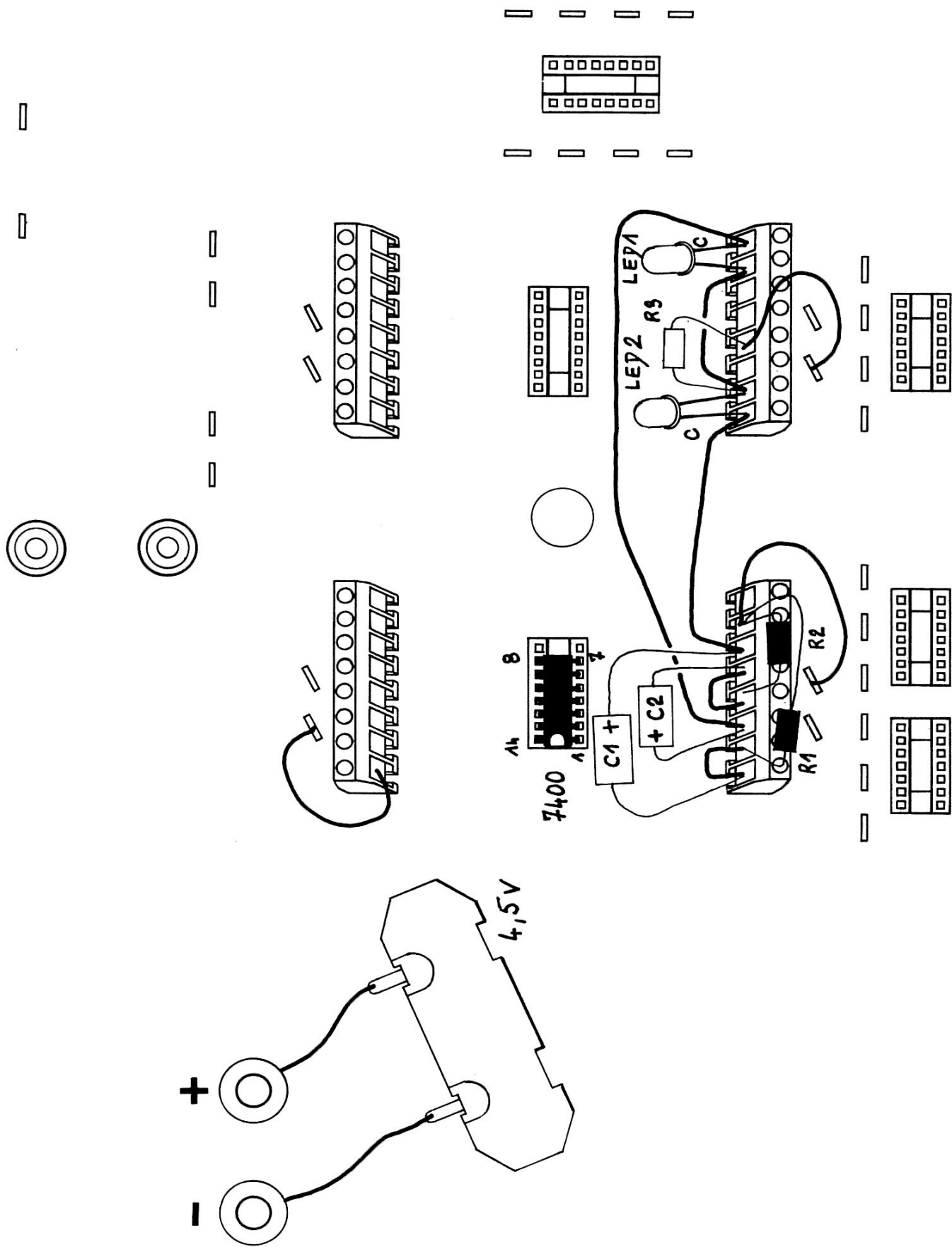


Fig. 9-24 -

broches 1 à 3, l'autre sortant sur les broches 4 à 6. La 14 est la broche d'alimentation (+ Alim) et la 7 est la broche de masse (— Alim) de tout le circuit.

L'ensemble constitue un **multivibrateur**. C'est un montage très répandu, on a réalisé des multivibrateurs à tubes, on en réalise également à transistors. C'est un oscillateur, qui délivre des signaux périodiques réguliers à front raide : un horizontal (allumage), un vertical (extinction). Quand l'une des portes conduit, l'autre est bloquée, et inversement. Le résultat est que l'on dispose sur les sorties 3 et 6, et alternativement, de courants régulièrement interrompus et rétablis. Ces courants sont mis en évidence par l'allumage et l'extinction des deux diodes lumineuses.

Ici la fréquence d'oscillation est de 1 hertz, soit donc de une fois par seconde.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Deux diodes lumineuses
— Résistances	— Condensateurs

N° IX-12 UN SYSTÈME CLIGNOTANT À TROIS FEUX

Le schéma proposé ici fait suite au précédent, pour lequel nous nous confirmons tout ce qui a été indiqué au début.

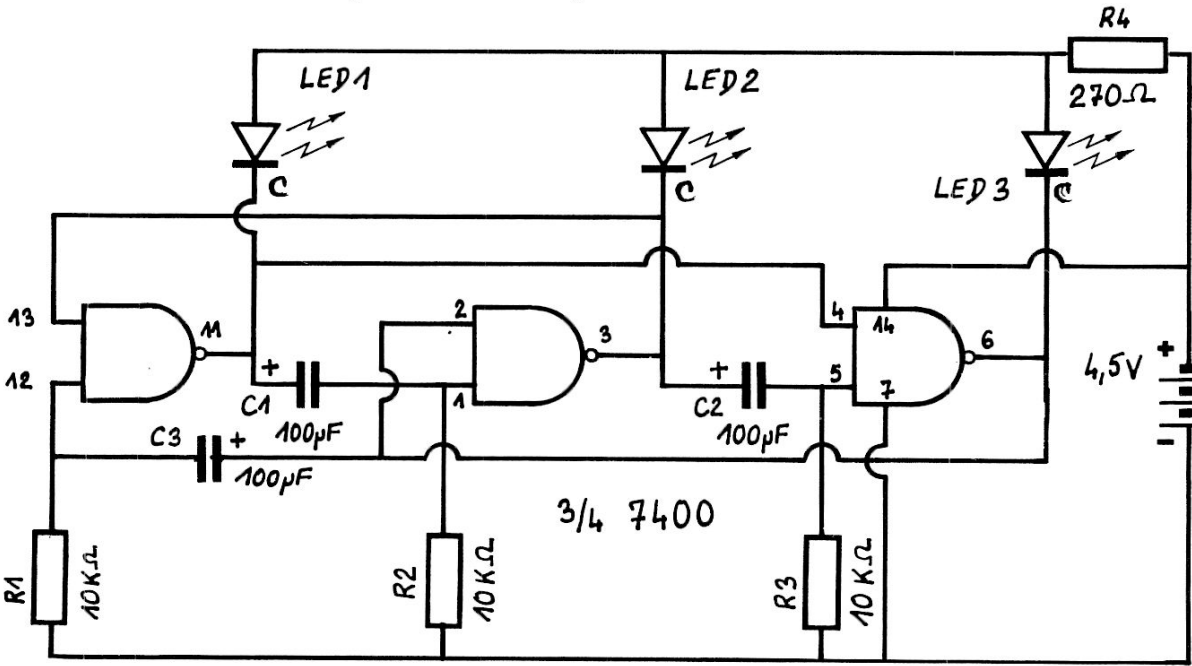


Fig. 9-25 -

Cette fois, sur le circuit intégré 7 400 nous employons trois des quatre portes qu'il comporte, et nous disposons de trois éléments qui vont successivement et tour à tour être conducteurs et se bloquer. Les courants déclenchés sur les broches de sortie 3, 6 et 11 alimentent trois diodes lumineuses, qui s'allument et s'éteignent successivement.

Remarquez que les montages qui comportent un modèle 7 400 sont alimentés sous 4,5 volts.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Trois diodes lumineuses
— Résistances	— Condensateurs

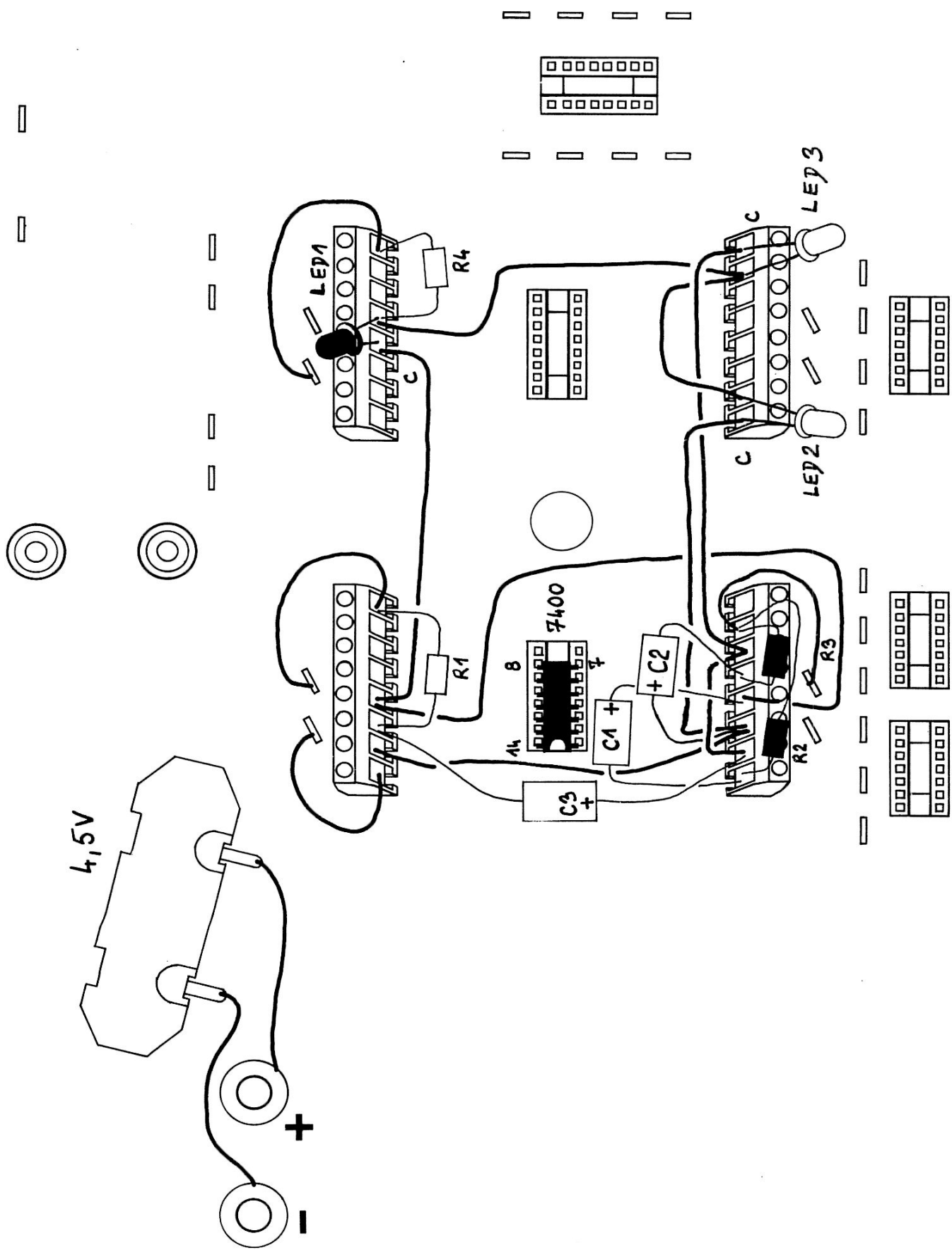


Fig. 9-26 -

INITIATION AUX CIRCUITS LOGIQUES

A partir d'ici et pour les quatre montages qui suivent, nous abordons une branche totalement différente de tout ce que nous avons vu jusqu'à maintenant : les circuits logiques.

La technique des circuits logiques, de l'informatique, du système binaire... et de tout ce qui s'y rapporte..., tout cela amène à l'étude de nombreux ouvrages spécialisés, et ce n'est pas notre rôle ici. Limitons-nous donc à quelques définitions et à de la démonstration pratique.

Dans des procédés de traitement d'information, on constate que le système décimal n'est pas commode, de zéro à neuf il nécessite dix symboles différents. On a donc conçu un autre système de numération, le **système binaire**. Pour nous, il nous paraît de prime abord très compliqué, parce que nous avons dix doigts et que depuis toujours nous avons été habitués à compter de 1 à 10. Mais pour les circuits électroniques de traitement, il est beaucoup plus simple, car il se contente de **deux symboles seulement**.

En comptage binaire, on ne dispose que de deux chiffres, zéro et un. Mais ce ne sont pas les chiffres du système décimal, ils caractérisent plutôt **deux états**, haut et bas, mini et maxi. Si on doit les représenter par un signal (une information) d'une certaine tension, voyez en figure 9-27, nous avons :



Fig. 9-27 - Les deux états d'un système linéaire.
Par un codage approprié, ils suffisent pour représenter chiffres et lettres.

- le point bas, l'état zéro, qui peut se situer en réalité entre zéro et 2,5 volts ;
- le point haut, l'état 1, qui peut se situer en réalité entre 2,8 et 5 volts.

Plus ou moins longs, ce sont de tels signaux qui sont pratiqués dans des calculatrices électroniques, montres et horloges, mémoires, codeurs, compteurs... Dans ce système binaire, la combinaison de deux signaux seulement suffit pour représenter tous les nombres.

Comme nous voulons représenter beaucoup de lettres et de chiffres, et que nous ne disposons que de deux symboles, il faut évidemment utiliser un **code de transposition**, de décimal en binaire. Pour un nombre décimal donné, chaque chiffre est transposé dans sa représentation binaire. Et nous verrons que chaque chiffre est représenté par quatre états successifs.

Il existe en informatique de nombreux codes. A titre expérimental, nous en considérerons deux (les plus utilisés) dans nos montages pratiques.

N° IX-13 UN COMPTEUR DÉCIMAL, CODEUR BINAIRE
2 circuits intégrés

Ce très simple montage va bien concrétiser et imager ce qui vient d'être dit plus haut.

Nous voulons traiter une information. Ce peut être par exemple des objets qui passent dans un rayon lumineux. Nous avons bien là deux états, mini et maxi, noir et lumière. C'est la **source d'informations** que nous voulons traiter. Car on peut vouloir obtenir autre chose qu'une simple action sur un relais ou sur un compteur mécanique. Par exemple, envoyer cela sur un ordinateur qui se charge de tenir l'état des stocks...

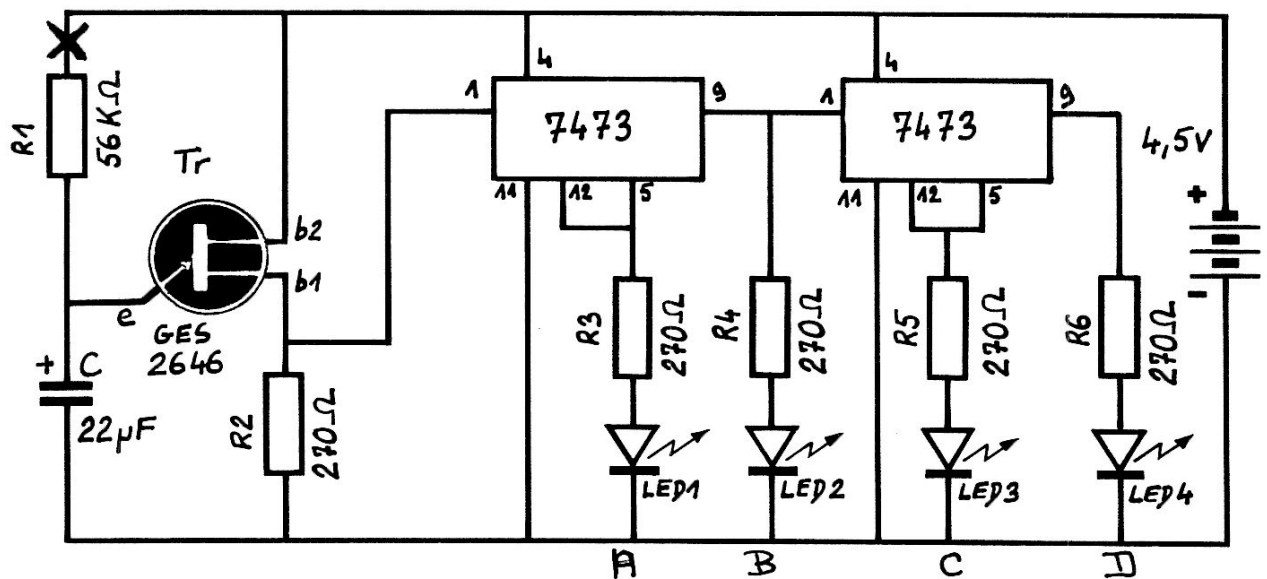


Fig. 9-28 - Compteur codeur.
Les ampoules s'allument suivant la représentation binaire des chiffres

Ici dans notre montage, la source d'informations est constituée par le transistor. Il nous délivre une suite de tops, de signaux, et cela à la fréquence de 1 hertz, à la cadence de 1 par seconde. Nous les envoyons dans un circuit logique **qui les compte**. Et ensuite ce circuit les transpose, **il les code** en système binaire. A la sortie, les diodes s'allument ou s'éteignent et nous représentent la numération binaire. Le circuit logique a bien compté et décodé.

Voyons cela de plus près.

Nous utilisons deux circuits intégrés 7473 dont chacun contient deux bascules. Chaque entrée doit recevoir une information correspondant au chiffre donné. Il faut 4 bascules pour traiter un chiffre décimal. Et ensuite chaque bascule délivre un état binaire.

Chaque top prélevé sur la base 1 est envoyé sur la broche d'entrée 1 d'un premier circuit, qui ensuite provoque l'allumage de deux LED. Mais la sortie 9 commande à son tour un second circuit, qui également déclenche deux diodes. Nous disposons donc bien de 4 éléments, allumés ou éteints, donc matérialisant bien 4 états tout ou rien, propres à exprimer un chiffre en système binaire, et cela suivant le tableau de correspondance suivant.

Nous avons dit que le transistor nous délivre une information (un top) par seconde, à peu près. Au point marqué d'une croix, insérons un bouton-poussoir. Au début, toutes les diodes restent éteintes, puisqu'aucune information n'arrive. Appuyons. Au bout de 5 tops par exemple (cinq secondes environ), nous constatons que :

- A est allumée
- B est éteinte
- C est allumée
- D est éteinte,

Nombre Décimal	Nombre binaire	État des diodes			
		Al : allumé		Et : éteint	
		A	B	C	D
Zéro	0000	Et	Et	Et	Et
1	1000	Al	Et	Et	Et
2	0100	Et	Al	Et	Et
3	1100	Al	Al	Et	Et
4	0010	Et	Et	Al	Et
5	1010	Al	Et	Al	Et
6	0110	Et	Al	Al	Et
7	1110	Al	Al	Al	Et
8	0001	Et	Et	Et	Al
9	1001	Al	Et	Et	Al

Code binaire codé décimal (1-2-4-8).

ce qui correspond bien au chiffre 5. Les circuits logiques ont bien compté et décodé.

Et maintenant, pour afficher ainsi des nombres de 2 chiffres, des nombres de 3 chiffres... ?

C'est « très simple », il suffirait d'aligner de même plusieurs circuits logiques...

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 2 circuits intégrés
 - 4 diodes lumineuses
 - Résistances
- Transistor GES2646
 - Condensateur

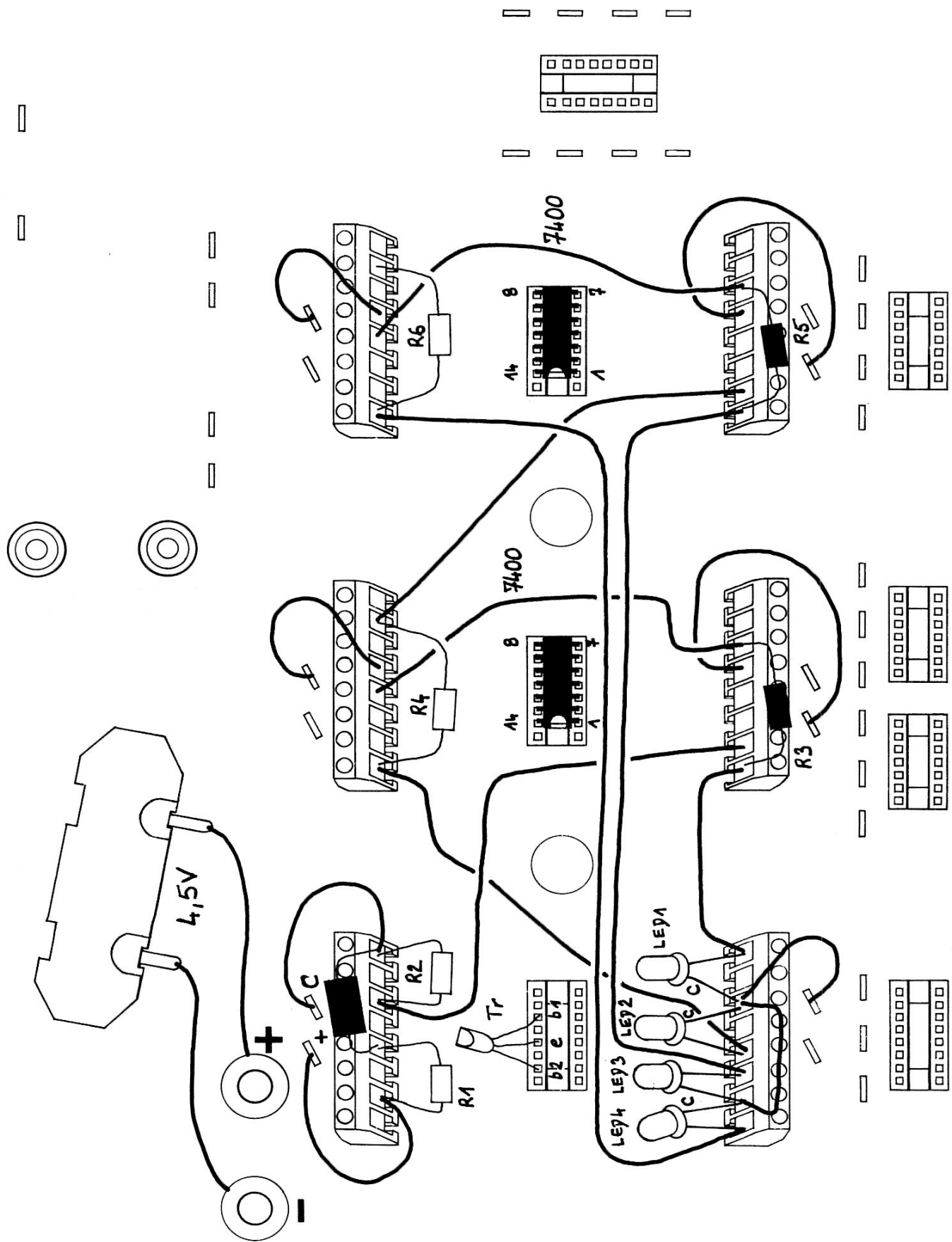


Fig. 9-29 -

N° IX-14 UN COMPTEUR DÉCIMAL, CODEUR BINAIRE
1 circuit intégré

Poursuivons.

Le principe de ce montage est identique au précédent. Mais nous utilisons ici un système de codage binaire différent. Le précédent est dit 1-2-4-8, celui-ci est dit 8-4-2-1. Voyez l'ordre d'allumage des diodes dans le tableau qui suit.

Nombre Décimal	Nombre binaire	État des diodes			
		Al : allumé		Et : éteint	
		D	C	B	A
Zéro	0000	Et	Et	Et	Et
1	0001	Et	Et	Et	Al
2	0010	Et	Et	Al	Et
3	0011	Et	Et	Al	Al
4	0100	Et	Al	Et	Et
5	0101	Et	Al	Et	Al
6	0110	Et	Al	Al	Et
7	0111	Et	Al	Al	Al
8	1000	Al	Et	Et	Et
9	1001	Al	Et	Et	Al

Code binaire décimal naturel (8-4-2-1).

Un seul circuit intégré est mis en œuvre, le 7490, répertorié 4 compteurs décimaux. A lui seul, il assure le comptage décimal et nous délivre le codage en binaire par quatre signaux disponibles sur ses quatre broches de sortie.

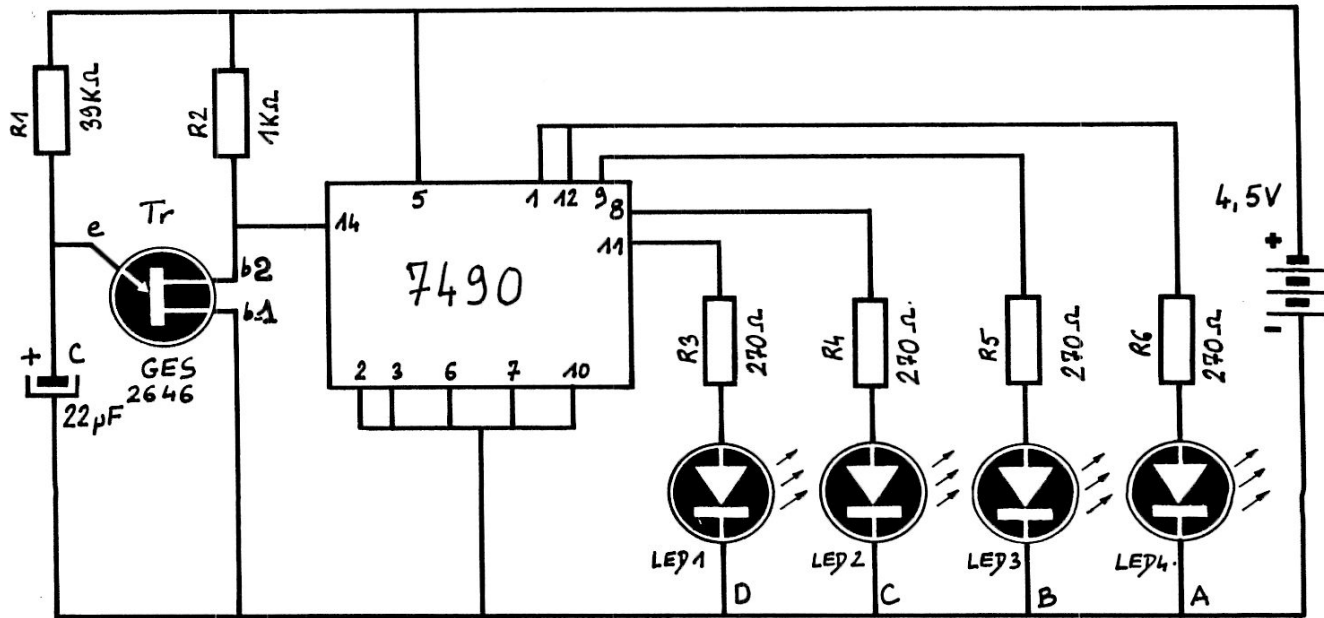


Fig. 9-30 - Notre compteur codeur s'est simplifié et il applique un code binaire différent.

On peut constater qu'il apporter une certaine simplification dans la réalisation pratique, ce qui va nous permettre de passer au montage suivant.

N.B. : Au gré de lectures d'ouvrages ou revues d'électronique, vous pourrez rencontrer les termes : — circuit logique — circuit digital — circuit numérique ; ils sont synonymes. Tous désignent les quatre montages que nous étudions ici.

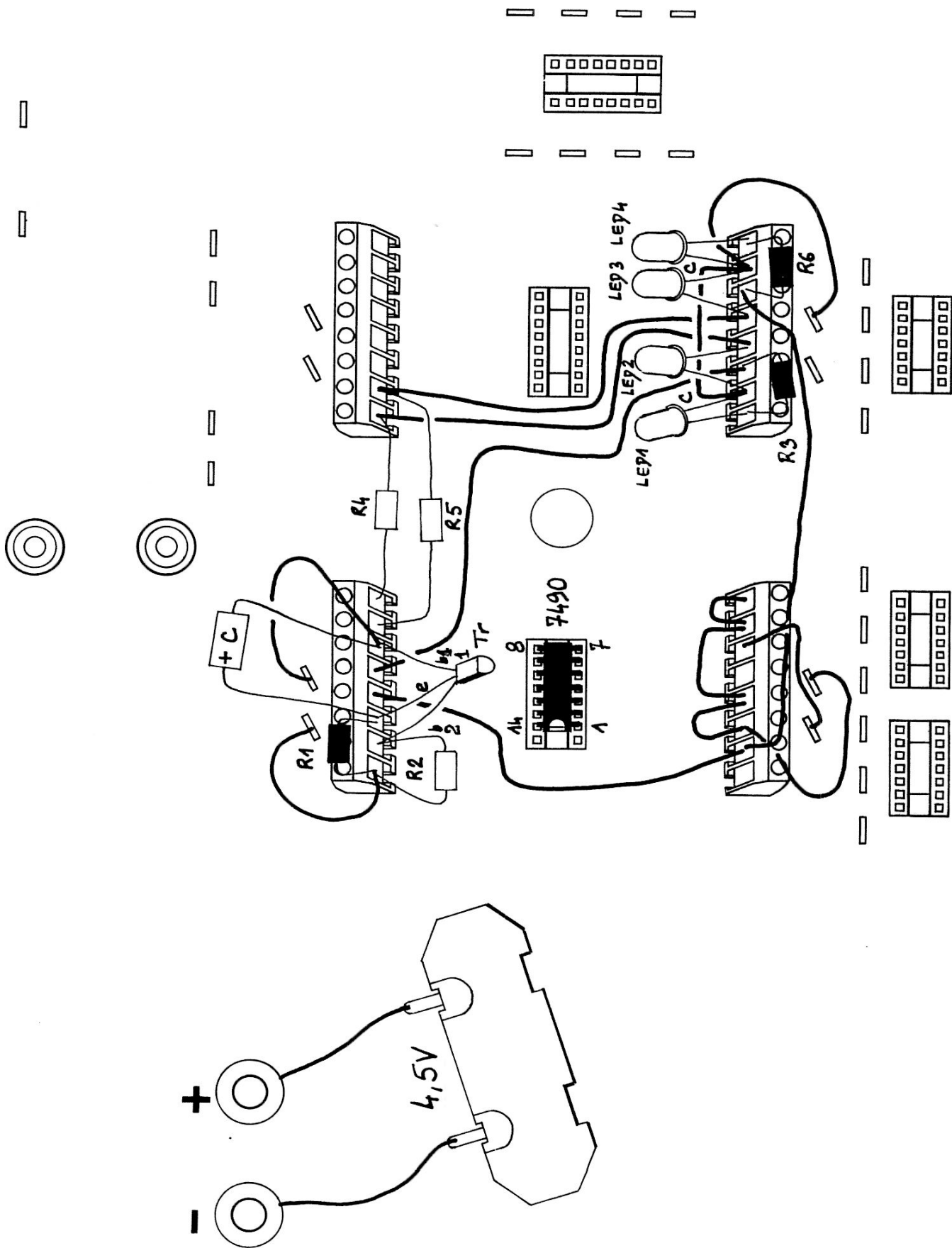


Fig. 9-31 -

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Circuit intégré	— Transistor
— 4 diodes lumineuses	— Condensateur.
— Résistances	

N° IX-15

UN COMPTEUR DÉCIMAL AVEC AFFICHAGE DIGITAL

Continuons et poursuivons notre progression...

A la sortie du 7490 (compteur et codeur), nous disposons de chiffres, matérialisés par des signaux électriques sous la forme d'un codage, ici binaire. Nous les envoyons dans les broches d'entrée d'un circuit intégré 7447. Ce modèle est répertorié « décodeur pour afficheur 7 segments ». Sa première action est donc de décoder les signaux reçus. Il présente 7 broches de sortie, numérotées de 9 à 15, que l'on relie aux 7 broches d'un **afficheur**. Cet élément présente 7 segments lumineux (sept « bâtonnets »...) repérés de A à G. Lorsque par exemple la broche de sortie 9 envoie un courant (de l'ordre de 20 milliampères), le segment E de l'afficheur s'illumine.

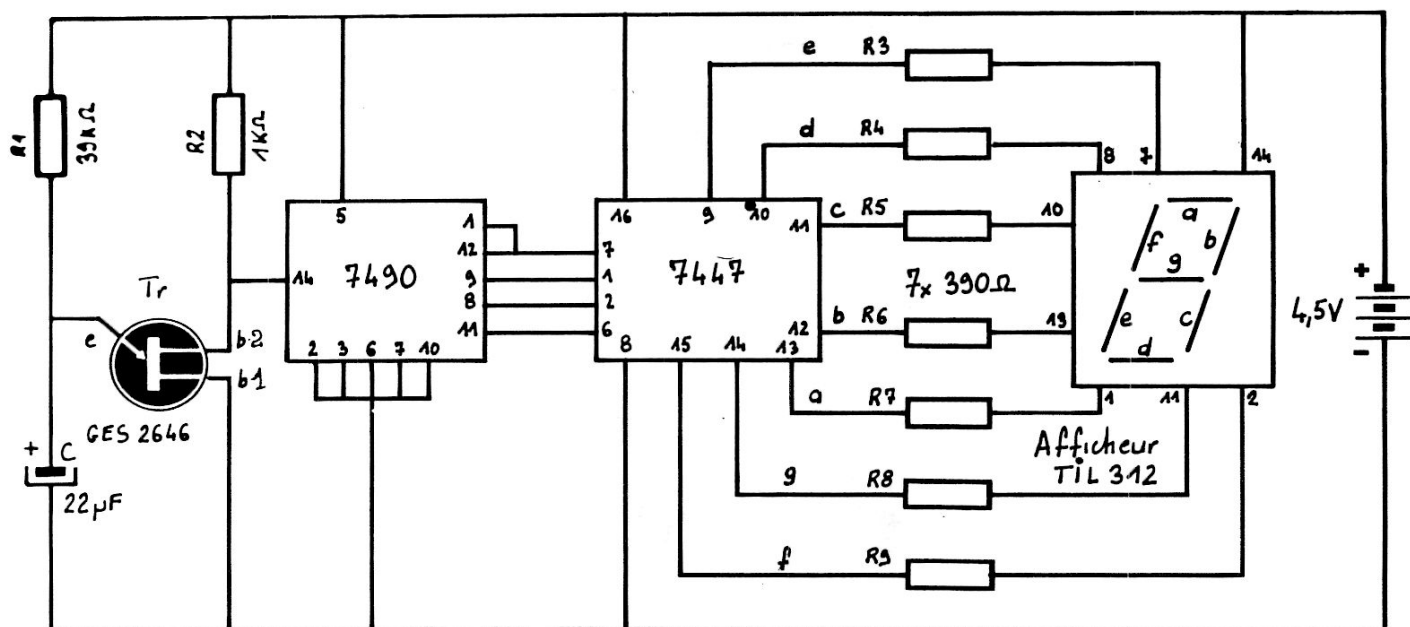


Fig. 9-32 - Nous constituons ici un système horlogique, élément de base de la montre électronique.

Il est possible de former les dix symboles qui représentent les chiffres décimaux de zéro à 9 en n'allumant que certains segments. Par exemple pour former le 1, on allume B et C. Pour former le 7 on allume les A, B et C. Pour le zéro on les allume tous à l'exception du G. En définitive, on dispose bien là d'un affichage numérique décimal, qui nous représente des chiffres que nous connaissons bien, et cela à partir de signaux binaires.

Maintenant reconsidérons tout l'ensemble de cet appareil.

Au début le premier étage constitue **une base de temps**. Il délivre une suite de signaux rythmés suivant des cadences de temps. Il n'est pas très rigoureux, étant équipé d'éléments tels que R1 et C qui ne sont pas de haute précision. Mais si nous le remplaçons par une base de temps spécialement conçue, de grande précision, pilotée par un quartz, nous constatons que nous disposons bel et bien de tous les circuits constitutifs d'une horloge électronique : à partir d'un oscillateur à temps, nous lisons un chiffre, le tout sans aucun système mécanique en mouvement. Pour concevoir une horloge complète, il conviendrait de disposer d'autant de circuits et afficheurs que nécessaire.

Pour le repérage et la mise en place de l'afficheur, remarquez qu'en plus des segments il présente deux points, qui sont du côté des broches 7 et 8. Sur le plan, on doit donc voir ces 2 points à gauche.

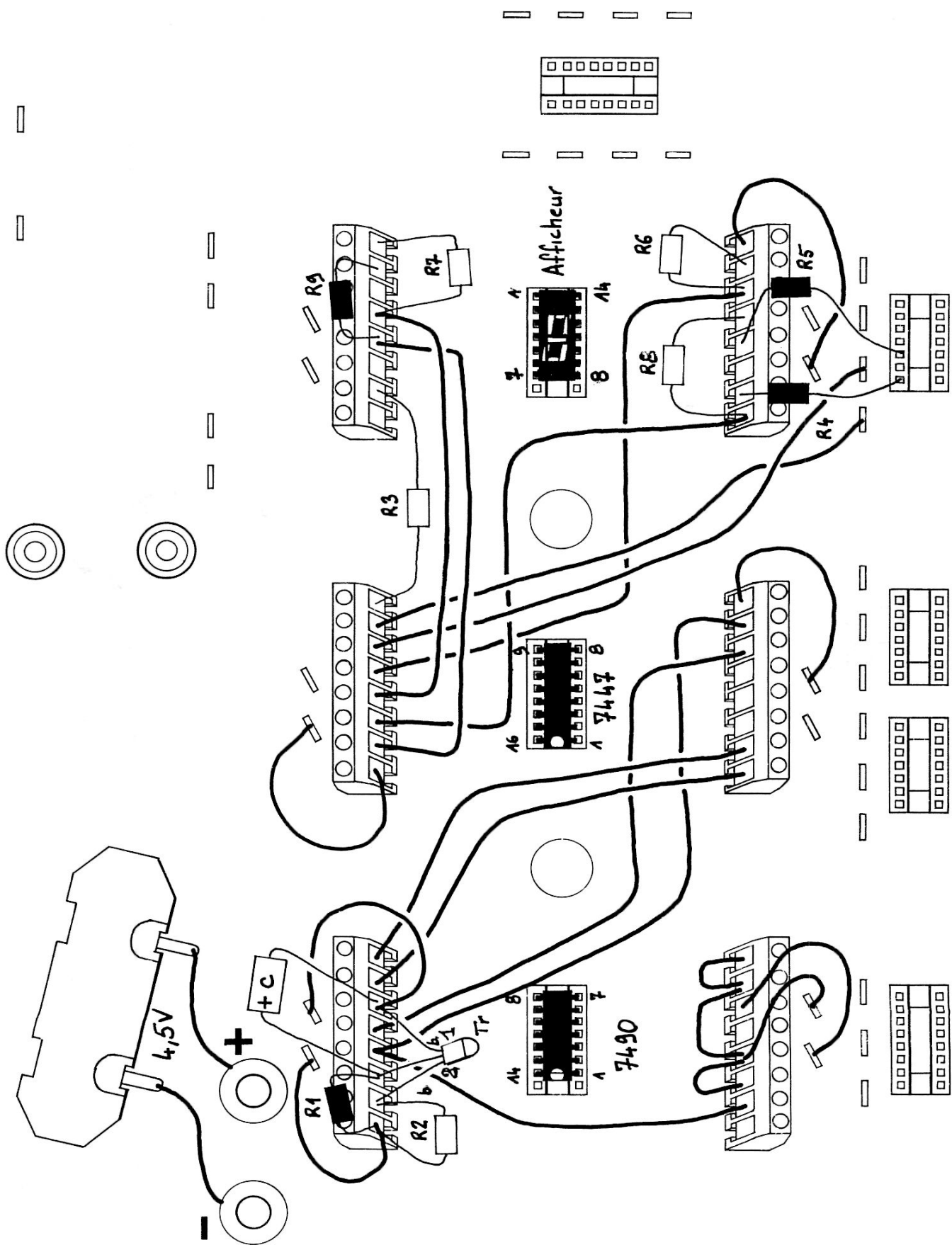


Fig. 9-33 -

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Deux circuits intégrés	— Afficheur digital
— Transistor	— Condensateur
— Résistances	

N° IX-16 UN CHENILLARD, DE 1 À 10 ALLUMAGES

Chenillement, chenillard, effet de chenillement... De quoi s'agit-il ?

Considérons dix ampoules, en l'occurrence ici dix diodes lumineuses LED, disposées côte à côte. La 1 s'allume puis s'éteint ; à ce moment la 2 s'allume puis s'éteint ; à ce moment la 3 s'allume puis s'éteint. Et ainsi de suite jusqu'à la 10. Arrivé là, le cycle recommence, dès que la 10 s'éteint la 1 s'allume. On observe donc une sorte de progression, un chenillement lumineux tout le long des ampoules, on a une impression de déplacement d'un point lumineux. On établit ainsi un effet lumineux propre à équiper une animation de discothèque, d'une vitrine, d'un magasin...

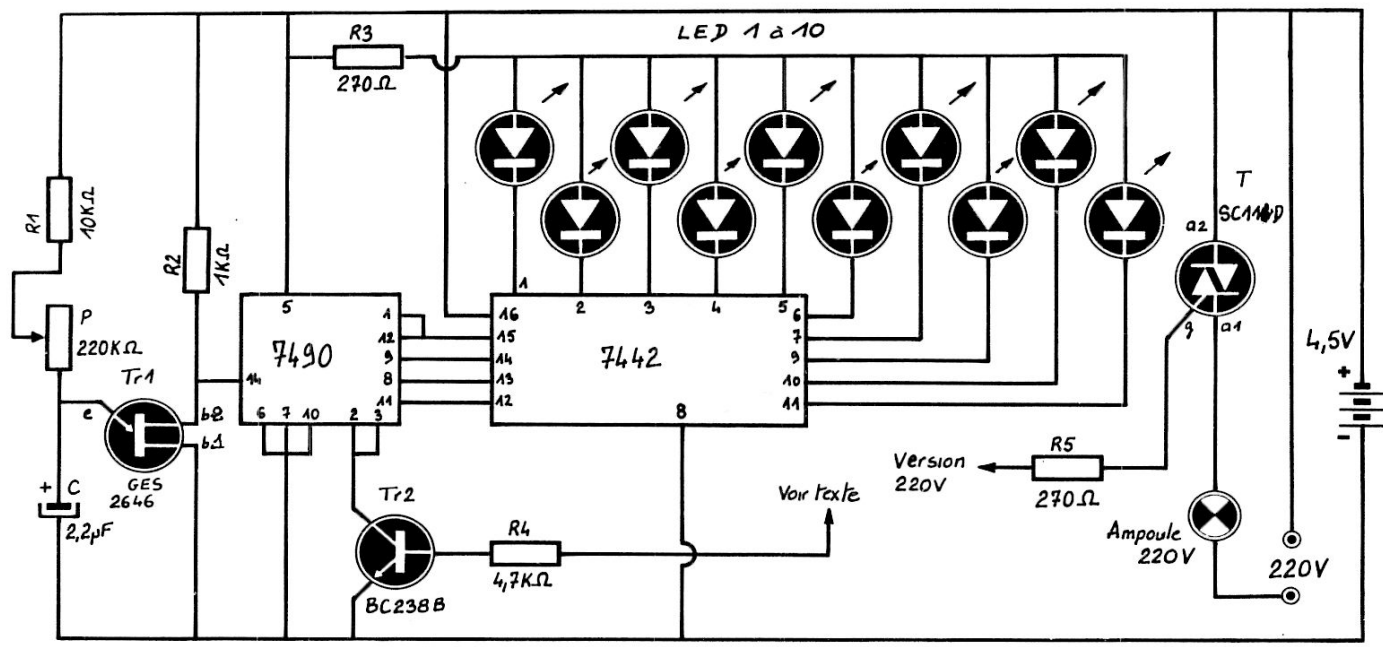


Fig. 9-34 - Successivement, les ampoules s'allument et s'éteignent de 1 à 10. Ensuite le cycle recommence.

Sur notre schéma, nous retrouvons notre base de temps et le 7490 que nous connaissons bien. mais la fréquence des tops délivrés par Tr 1 est tributaire entre autres du potentiomètre. Cela se traduit par une commande de la fréquence des allumages.

Les sorties du 7490 sont reliées aux entrées du 7442. C'est un circuit intégré répertorié « décodeurs décimaux », à 16 broches. Nous y disposons de dix broches de sortie, auxquelles nous avons relié deux LED. Parvenu à ce point, on peut s'arrêter et réaliser ce dispositif tel quel, avec les éléments cités. L'appareil fonctionne ainsi et on verra l'effet de chenillement se produire tout le long des diodes.

Mais nous avons prévu des circuits annexes, démontrant toutes les possibilités d'un circuit intégré.

Voyons Tr 2 et R 4 . On peut vouloir monter moins de dix voies. Et c'est ce que nous avons fait sur le plan de montage. Auquel cas il faut relier R 4 à la broche de sortie qui fait suite à la dernière sortie utilisée. Ici par exemple, il n'y a que dix diodes, la 9 est la dernière sortie utilisée, donc on relie R 4 à la 10. S'il n'y a que six diodes en service, on relie R 4 à la 7. Et s'il y a dix voies, R 4 reste non reliée.

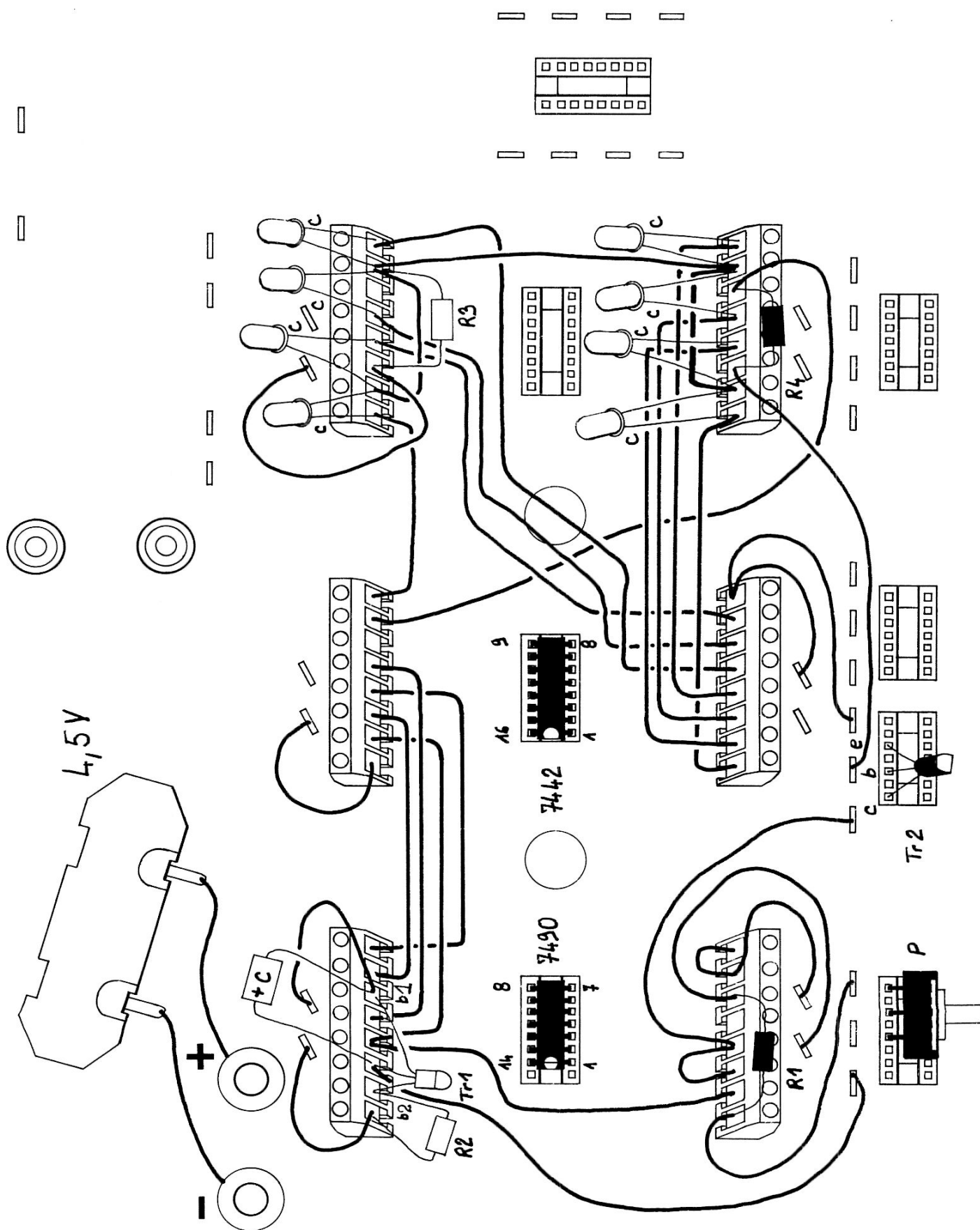


Fig. 9-35 -

Autre possibilité.

Vous voyez deux douilles qui peuvent être reliées au courant du secteur. Si le triac T conduit, l'ampoule 220 V s'allume. Le triac est commandé par la gachette, donc par le courant de commande qui arrive sur $R5$. On supprime toutes les LED et on relie $R5$ à la broche 1 . Ensuite on

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.

Le principe du compte-tours consiste à utiliser les **impulsions électriques** qui sont présentes dans le circuit d'allumage, et dont le nombre est en rapport avec le nombre d'allumages de bougies, donc avec la vitesse de rotation du moteur. Nous voyons sur le schéma que l'entrée active de l'appareil est relié à la borne **Rupteur** de la bobine d'alumage, l'autre est reliée à la masse.

Les impulsions électriques sont intégrées et limitées en amplitude par les éléments $R\ 1$, D et la diode zener $D\ 1$. Nous rencontrons ensuite un montage relativement simple, d'un seul transistor et de par l'emploi d'un circuit intégré 555 que nous avons déjà rencontré. La lecture se fait sur le galvanomètre, qui sera gradué directement en nombre de tours-minute. L'appareil est alimenté par la batterie de la voiture, batterie dont la tension est très variable en fonction des charges et des décharges. En conséquence, par $R\ 4$ et $Z\ 2$, le montage fonctionne sous une tension stabilisée de 12 volts. Le potentiomètre ajustable $P\ A$ est destiné à l'étalonnage. Cette opération consiste à porter sur l'échelle de lecture du galvanomètre une graduation en tours-minute, et à la faire coïncider avec la déviation de l'aiguille.

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 :

$$\text{Nombre d'impulsions/seconde} = \frac{\text{Nombre de cylindres} \times \text{tours/minute}}{120}$$

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. Voici d'ailleurs quelques relations générales qui vous tireront toujours d'embarras dans tous les cas que vous pourrez rencontrer.

$$\text{Nombre de tours/minute} = \frac{\text{Nombre d'impulsions/seconde} \times 120}{\text{Nombre de cylindres}}$$

	4 temps					2 temps		
Nombre de cylindres	1	2	4	6	8	1	2	3
Nombre d'étincelles par tour	1/2	1	2	3	4	1	2	3
Nombre de tours/minute correspondant à 50 hertz	6 000	3 000	1 500	1 000	750	3 000	1 500	1 000

Formules pour utilisation de la fréquence d'étalonnage du secteur, 50 hertz :

4 temps

$$\text{Nombre de tours/minute} = \frac{50 \times 120}{\text{Nombre de cylindres}}$$

2 temps

$$\text{Nombre de tours/minute} = \frac{50 \times 60}{\text{Nombre de cylindres}}$$

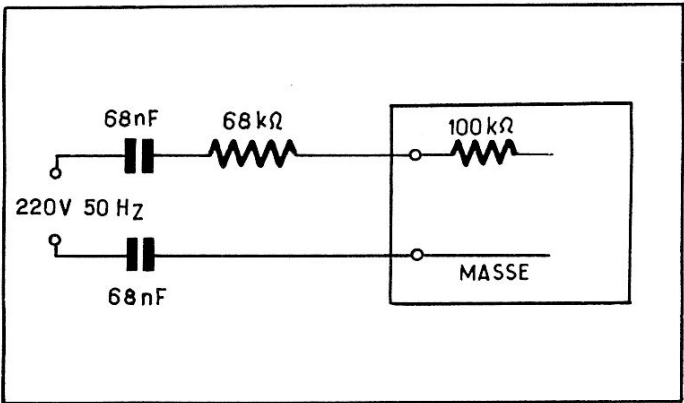


Fig. 9-38 - Emploi du secteur en fréquence étalon.

Comme fréquence de référence, vous pouvez vous servir de la fréquence du secteur, et il convient dans ce cas d'interposer le dispositif de la figure 9-38. Dans le cas d'un moteur de 4 temps et 4 cylindres, nous aurons :

$$\frac{50 \times 120}{4} = 1\,500 \text{ tours/minute}$$

valeur que vous porterez sur l'échelle de lecture. Cette échelle peut être graduée de zéro à 6 000 tours/minute, ce qui convient pour la plupart des moteurs en service.

Comme élément de référence, on peut encore utiliser le moteur lui-même, sous réserve de quelques précautions et observations.

Tout d'abord, il convient de partir d'un moteur correctement réglé. La vitesse de rotation au ralenti dans la plupart des cas se situe entre 800 et 1 000 tours/minute. Au besoin consulter la notice d'entretien. Le moteur doit se trouver à sa température normale de fonctionnement, soit après 10 minutes de fonctionnement au ralenti, à partir d'un démarrage à froid. Le starter ne doit plus être en service.

Concernant l'installation définitive, la liaison entre l'appareil et la bobine d'allumage doit se faire par fil blindé, conducteur isolé à la borne isolée, gaine métallique à la masse de la bobine.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---------------------------|------------------|
| — Circuit intégré | — Transistor |
| — Diode de signal | — 2 diodes zener |
| — Potentiomètre ajustable | — Galvanomètre |
| — Résistances | — Condensateurs |

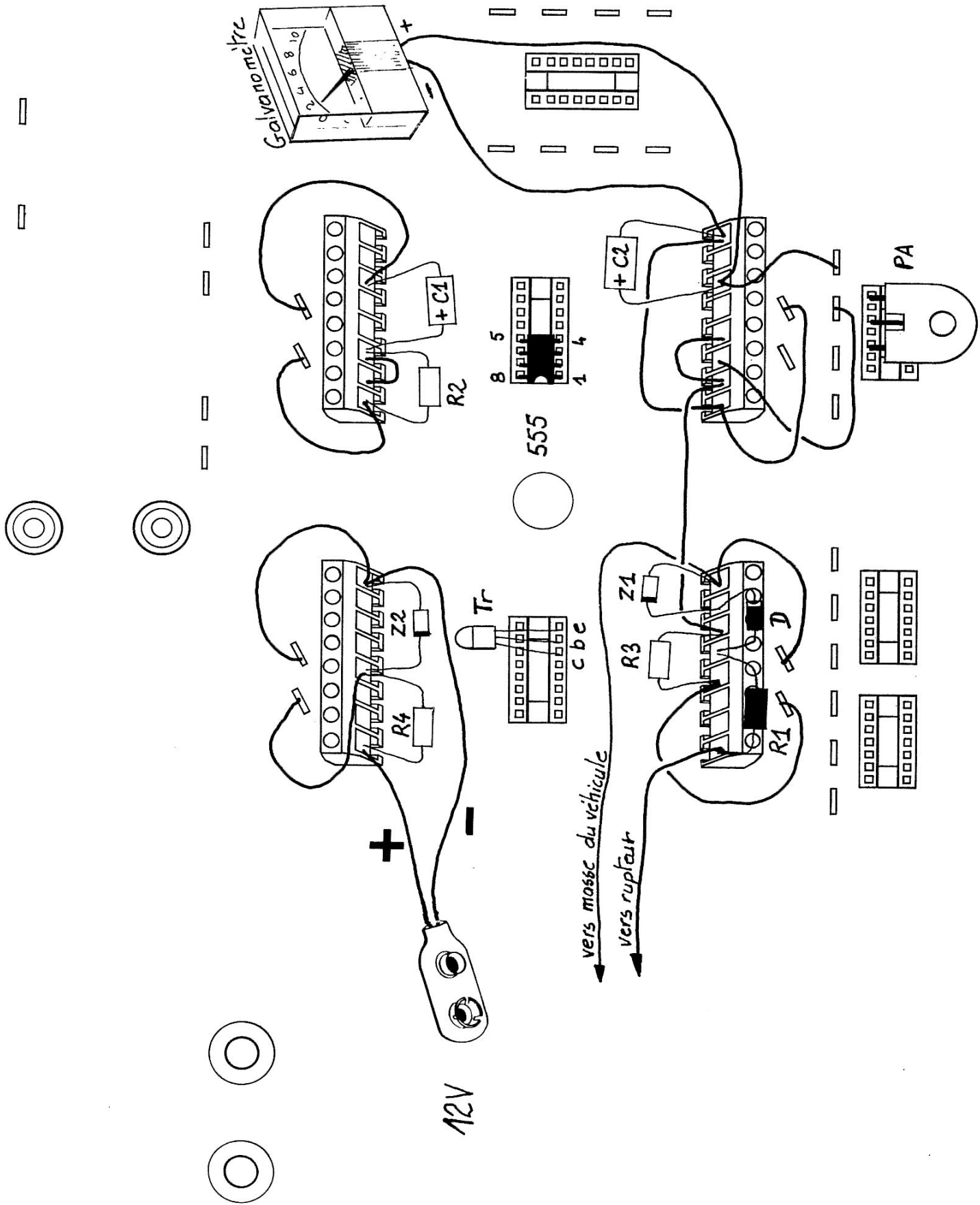
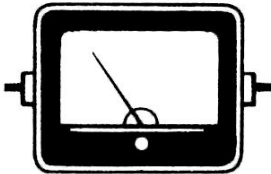


Fig. 9-37 -



CHAPITRE X

DES APPLICATIONS DIVERSES

Nous parvenons ici au dernier des différents chapitres qui constituent ce livre.

Ces chapitres, nous nous sommes efforcés de les classer par catégories de montages, sinon par types ou par fonctions. Ceci pour éviter de vous les livrer en vrac, et pour vous permettre un choix et une recherche plus aisés.

Mais on peut constater que certains montages échappent à une classification générale.

Alors...

Ceux-là, nous les avons regroupés ici, dans ce dernier chapitre, où par conséquent nous allons rencontrer un peu de tout...

DES ALIMENTATIONS PAR LE SECTEUR

Bien souvent, des appareils équipés de semiconducteurs sont alimentés par piles ou accus, en courant **continu**, et de **basse tension**. Par exemple en 6, ou 9, ou 12 volts. Mais dans le cas d'un usage prolongé et permanent, on peut constater que l'alimentation par piles revient très cher, alors que si l'on peut disposer du réseau électrique le coût est bien moins élevé. Mais le courant du secteur est distribué en **alternatif** et en **haute tension**. Alors, on intercale un appareil, qui se branche sur le secteur, abaisse la tension, transforme l'alternatif en continu, régule et filtre, pour finalement délivrer un type de courant identique à celui qui est fourni par pile ou accu.

Chaque type d'alimentation est conçu pour fournir une **tension** et une **intensité** bien déterminées. D'autre part, il est dit filtré, régulé et stabilisé ; c'est-à-dire que si l'intensité débitée varie (cas de l'alimentation d'un récepteur de radio), la tension elle, reste stable et fixe.

N° X-1 POUR ALIMENTER TOUS VOS MONTAGES PAR LE COURANT DU SECTEUR

Suite à ce qui vient d'être dit plus haut...

Dans ce livre, vous réalisez des montages qui sont alimentés en basse tension par des piles, sur 12 ou 4,5 volts. Si vous en faites beaucoup, ce que nous vous souhaitons, peut-être vous dites-vous qu'il serait préférable d'alimenter plus économiquement par le courant du secteur.

Pour notre part, c'est ce que nous avons pensé, et c'est dans ce but que nous vous proposons le schéma de la figure 10-1. Ce dispositif **s'intègre sur la table de travail**. On peut le réaliser tout de suite, dès le début, préalablement à toute étude. On peut aussi très bien s'en passer... Il est destiné à remplacer les piles de 12 volts et de 4,5 volts (pratiquement ici 5 volts, ce qui ne nuit en rien).

Le primaire du transformateur se branche donc sur le secteur. Deux secondaires abaisseurs de tension. Suivant qu'on n'en utilise qu'un seul ou les deux (branchés en série), on disposera à la sortie de 5 ou 12 volts. Un pont redresseur à quatre broches transforme l'alternatif en un courant d'un seul sens. Premier filtrage par C 1 , de forte capacité. Nous rencontrons ensuite un **régulateur**, le 2805, circuit intégré moderne fort intéressant. Tout d'abord il remplit un rôle de filtrage et de régulation du courant. Mais également un rôle de **protection** de tous les composants. En effet, si par suite d'une fausse manœuvre en sortie l'appareil débite sur un court-circuit, cet élément s'échauffe mais **sans se détruire**, et il cesse de fournir du courant. Et dès que les conditions normales de débit sont rétablies, il est à nouveau apte à assurer son service.

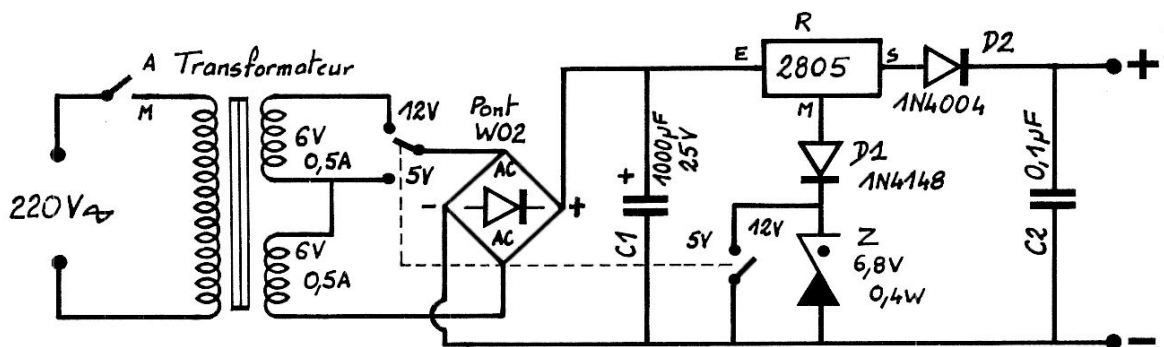


Fig. 10-1 -

Les sorties Plus et Moins sont reliées en permanence aux deux grosses bornes rouge et noir auxquelles sont branchées les piles. En conséquence, la diode D 2 de par son sens de branchement évite que les piles ne débitent dans le régulateur. Un commutateur à 2 Circuits 2 Positions permet de disposer de 5 ou 12 volts en sortie. C 2 parfait filtrage et découplage, et élimine les parasites H.F. pouvant être véhiculés par le secteur.

Tout l'ensemble est prévu pour débiter un maximum de courant de 400 milliampères.

Passons à la réalisation pratique.

Pour les transformateur, repérez bien le côté 4 bornes (les secondaires) et le côté 2 bornes. Il est fixé sur la table de travail par quatre grandes tiges filetées, avec écrous et contre-écrous. Pour le cordon secteur, il fallait éviter que si on tire dessus on n'arrache les points soudés. Dans ce but, le fil passe d'abord sous la plaque, réapparaît et repasse en-dessous pour être soudé aux points que vous voyez en pointillés. Pour les autres composants, on enfiche dans les trous prévus à cet effet et on soude de l'autre côté ; il n'y a pas de risque d'erreur.

Maintenant, attention...

Quand les piles sont branchées, ne reliez pas cette alimentation au secteur. Ayez toujours présent à l'esprit :

- relié au secteur, pas de piles ;
- alimentation par piles, ne pas relier au secteur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---|------------------|
| — Transformateur | — Cordon secteur |
| — Pont redresseur | — Régulateur |
| — Interrupteur et inverseur à glissière | — Diode zener |
| — Condensateurs | — 2 diodes |
| — Vis et écrous de fixation | |

N° X-2

ALIMENTATION À SORTIES MULTIPLES,
de 5 à 12 volts, 500 milliampères

A partir du courant du secteur, ce modèle délivre un courant continu régulé et stabilisé avec un maximum de 500 milliampères. Entre 5 et 12 volts, on peut disposer de différentes tensions, que l'on fixe soi-même lors du montage par l'emploi d'une diode zener convenablement choisie.

Nous voyons que le transformateur présente deux secondaires de 15 volts, qui mis en série délivrent une tension de 30 volts. Redressement double alternance par deux redresseurs, puis filtrage par condensateur. La stabilisation de tension s'opère par les circuits suivants. Nous voyons une diode zener, c'est la valeur adoptée pour cette diode qui détermine la tension qui sera disponible aux bornes de sortie. Si l'on adopte par exemple une zener de 5,1 volts, on dispose de 5 volts en sortie. On pourra ainsi disposer de : — 6 V — 7,5 V — 8 V — 9 V — 10 V — 12 V. Dans un montage définitif, rien n'empêcherait de prévoir plusieurs diodes zener qui seraient mises en service à l'aide d'un commutateur.

Également dans un tel cas, il est bon de prévoir une protection par fusibles, aux points marqués d'une croix. Un fusible de 200 milliampères sur le primaire du transformateur, et un de 800 milliampères à l'autre point.

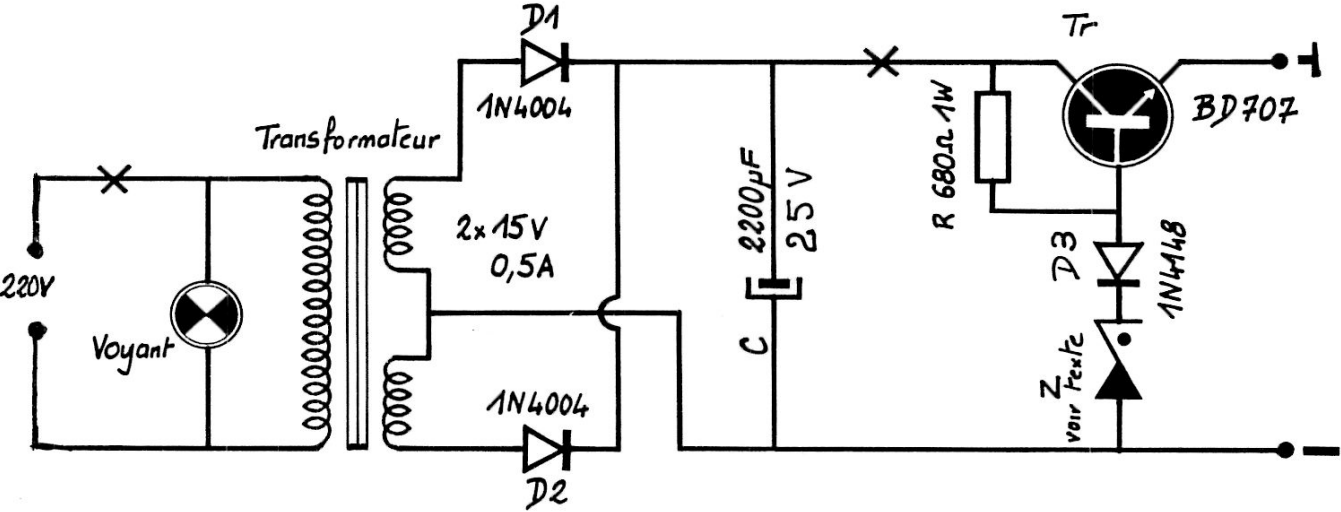


Fig. 10-3 -

En fonctionnement normal, le transistor chauffe et doit être refroidi sous peine de destruction. Cela entraîne la présence d'un refroidisseur de grandes dimensions, que vous pouvez voir sur le plan de montage. On commence par replier à angle droit les trois broches du transistor, puis on le fixe par vis et écrou sur le radiateur. Ensuite les trois broches qui dépassent en dessous peuvent être normalement enfichées sur le support. Veiller évidemment à ce que ces broches ne se touchent pas entre elles, ou au radiateur.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transformateur	— Cordon secteur
— Condensateur	— Résistance
— 2 diodes redresseuses	— Diode de signal.
— Diodes zener (5, 6, 9, 12 V)	— Voyant lumineux
— Transistor et son radiateur	

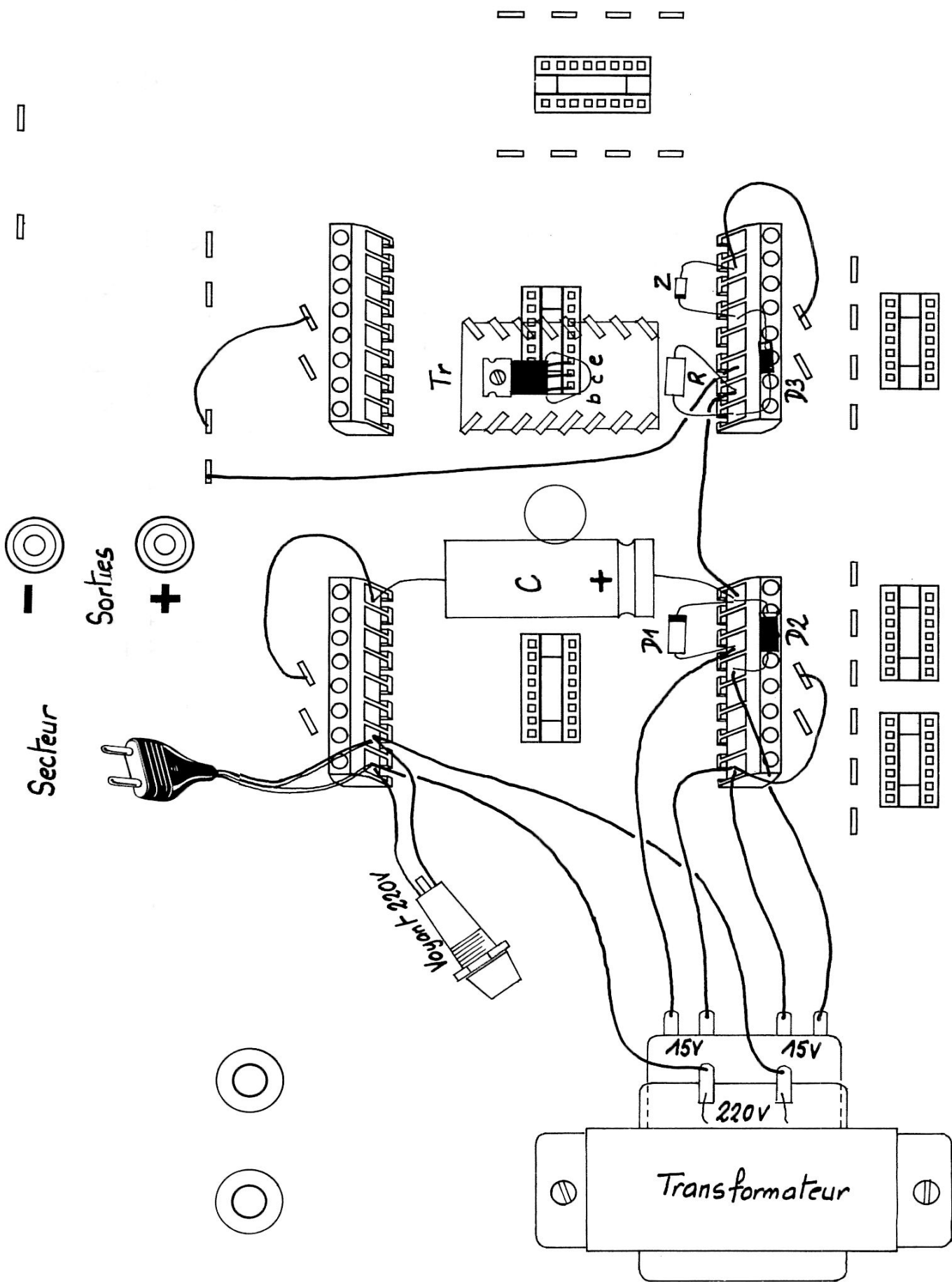


Fig. 10-4 -

N° X-3 ALIMENTATION RÉGLABLE SANS INTERRUPTION de 5 à 12 volts, 500 milliampères

Nous réalisons maintenant une alimentation secteur, qui nous délivre un courant continu en tension de 5 à 12 volts ; mais ici nous disposons de **toutes les tensions** entre ces deux valeurs extrêmes. Cela s'opère par la manœuvre d'un potentiomètre linéaire, entre ses deux positions extrêmes et sur la totalité de sa course on obtient à la sortie toutes les valeurs comprises entre 5 et 12 volts.

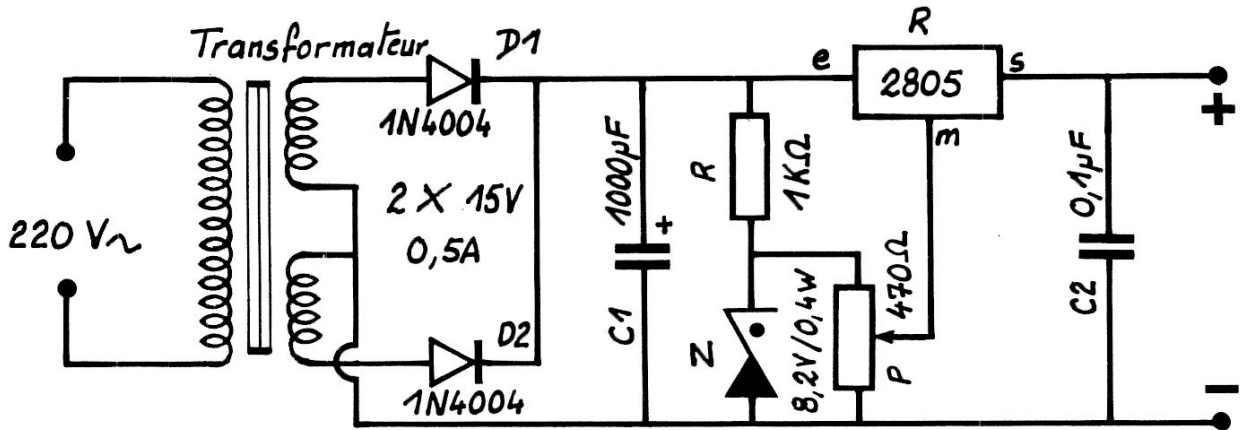


Fig. 10-5 -

Nous retrouvons sensiblement dans notre schéma tous les éléments principaux de nos montages précédents. Entre autres ce circuit intégré régulateur 2805 qui est très commode. Car en plus de ses caractéristiques électriques (protection, régulation, stabilisation), il est économique, peu encombrant, et de manipulation aisée.

Nous pouvons voir sur le plan de montage que cet élément doit être refroidi. Par vis et écrou, on le fixe sur le radiateur. Ses pattes repliées à angle droit passent dans le trou prévu pour cela, puis s'enfichent dans le support.

Reste un dernier point à traiter.

Vous disposez en sortie de différentes tensions, mais de combien ? Il est quand même nécessaire de le savoir...

Si vous possédez un contrôleur, vous le branchez en voltmètre sur les douilles de sortie, et vous êtes immédiatement informé. Autre solution, voyez au chapitre VIII, les figures 8-1 et 8-14. Vous disposez bien là d'un voltmètre qui vous permet d'étalonner les tensions de sortie. Ces tensions sont déterminées par la position du potentiomètre, dont l'axe est manœuvré par un bouton à index. Vous pouvez sur un carton quelconque dessiner un cadran sur lequel vous portez quelques points de valeurs de tensions. L'index se déplaçant devant ce cadran vous indique à tout instant quelle est la valeur présente en sortie.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-----------------------------------|------------------|
| — Transformateur | — Cordon secteur |
| — 2 diodes redresseuses | — Diode zener |
| — Régulateur et son radiateur | — Condensateurs |
| — Potentiomètre et bouton à index | — Résistance |

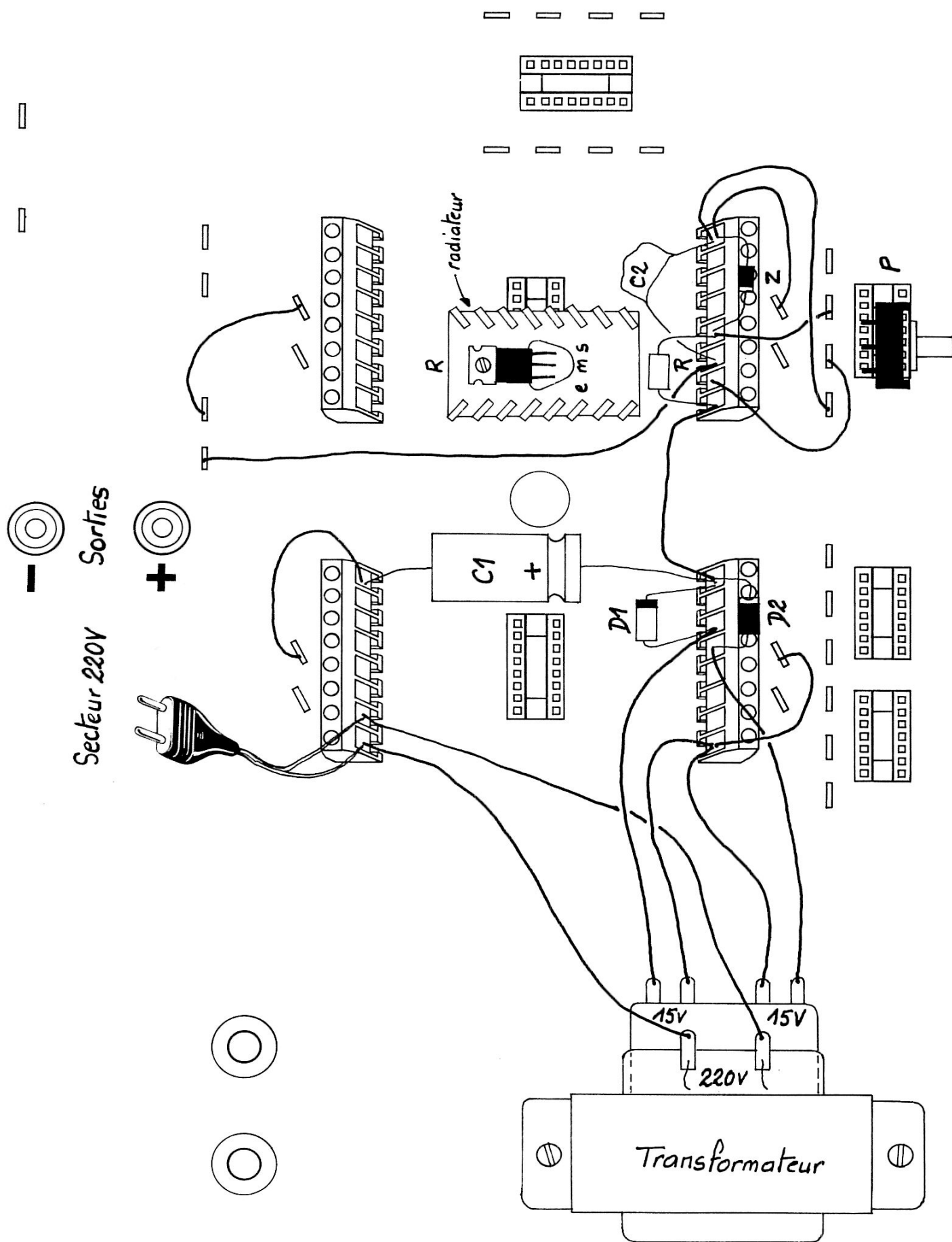


Fig. 10-6 -

DES DISJONCTEURS ÉLECTRONIQUES

Le disjoncteur est un organe électrique dont la nécessité s'est immédiatement fait sentir, dès les débuts des installations électriques.

Son but ? Un générateur (alternateur, dynamo, batterie d'accus...) fournit du courant, il débite dans un circuit, dans une ligne de distribution. Il est conçu pour fournir un courant maximum bien déterminé. Si par accident un court-circuit se produit sur la ligne, le générateur se trouve en risque de destruction. Le disjoncteur est un organe de protection, on l'intercale dans la ligne, en cas de surintensité il se déclenche, **il disjuncte** et coupe le courant.

On peut objecter que c'est là le rôle d'un simple fusible. Mais avec un disjoncteur il n'y a pas d'éléments à remplacer, à remettre en place. Dès que le court-circuit est supprimé **on réenclenche**, simplement. C'est une manœuvre beaucoup plus rapide.

Nous vous présentons ici deux montages disjoncteurs, de fonctionnements différents.

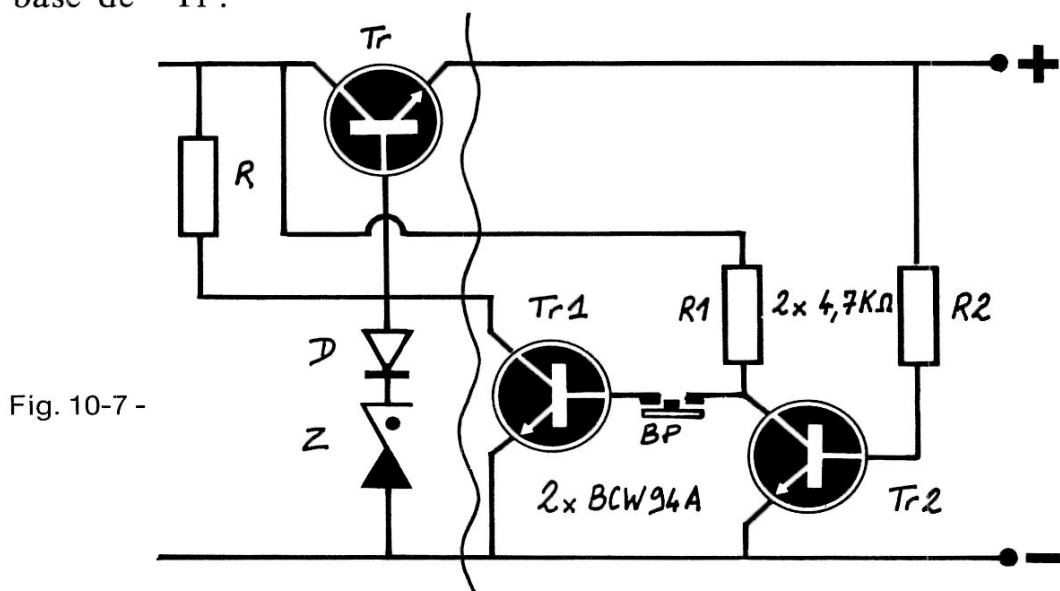
N° X-4

UN DISJONCTEUR SUR COURT-CIRCUIT

Un premier schéma très simple.

Il est destiné à fonctionner en sortie d'une alimentation comme celle qui est décrite en figure 10-3 du présent chapitre. Les éléments marqués Tr — R — D — Z font partie de ce précédent montage.

En fonctionnement normal, il existe une différence de potentiel entre $+$ et $-$, donc un courant parcourt $R2$, $Tr2$ est polarisé, il conduit, un courant parcourt $R1$, le collecteur est au même potentiel que l'émetteur, la base de $Tr1$ est à la masse, donc au même potentiel que son émetteur, $Tr1$ ne conduit pas, il ne modifie en rien le potentiel de la base de Tr .



Survient un court-circuit entre $+$ et $-$. Tout bascule... plus de courant dans $R2$, la base de $Tr2$ n'est plus polarisée, il ne conduit plus, il y a une différence de potentiel entre collecteur et émetteur, la base de $Tr1$ est polarisée, $Tr1$ conduit, son collecteur est au même potentiel que son émetteur, la base de Tr est court-circuitée, à la masse, au même potentiel que son émetteur, il ne conduit plus, la fourniture de courant est interrompue.

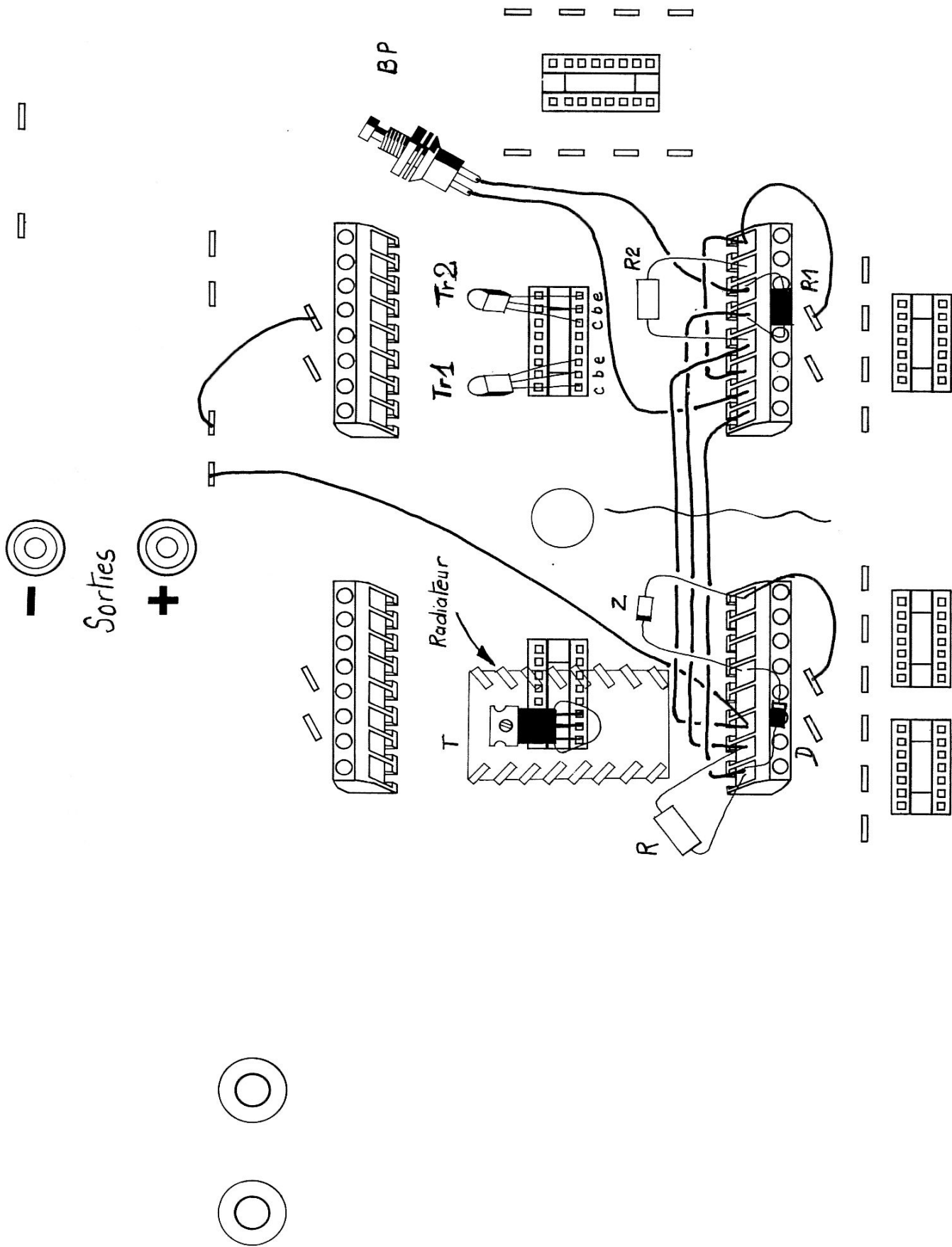


Fig. 10-8 -

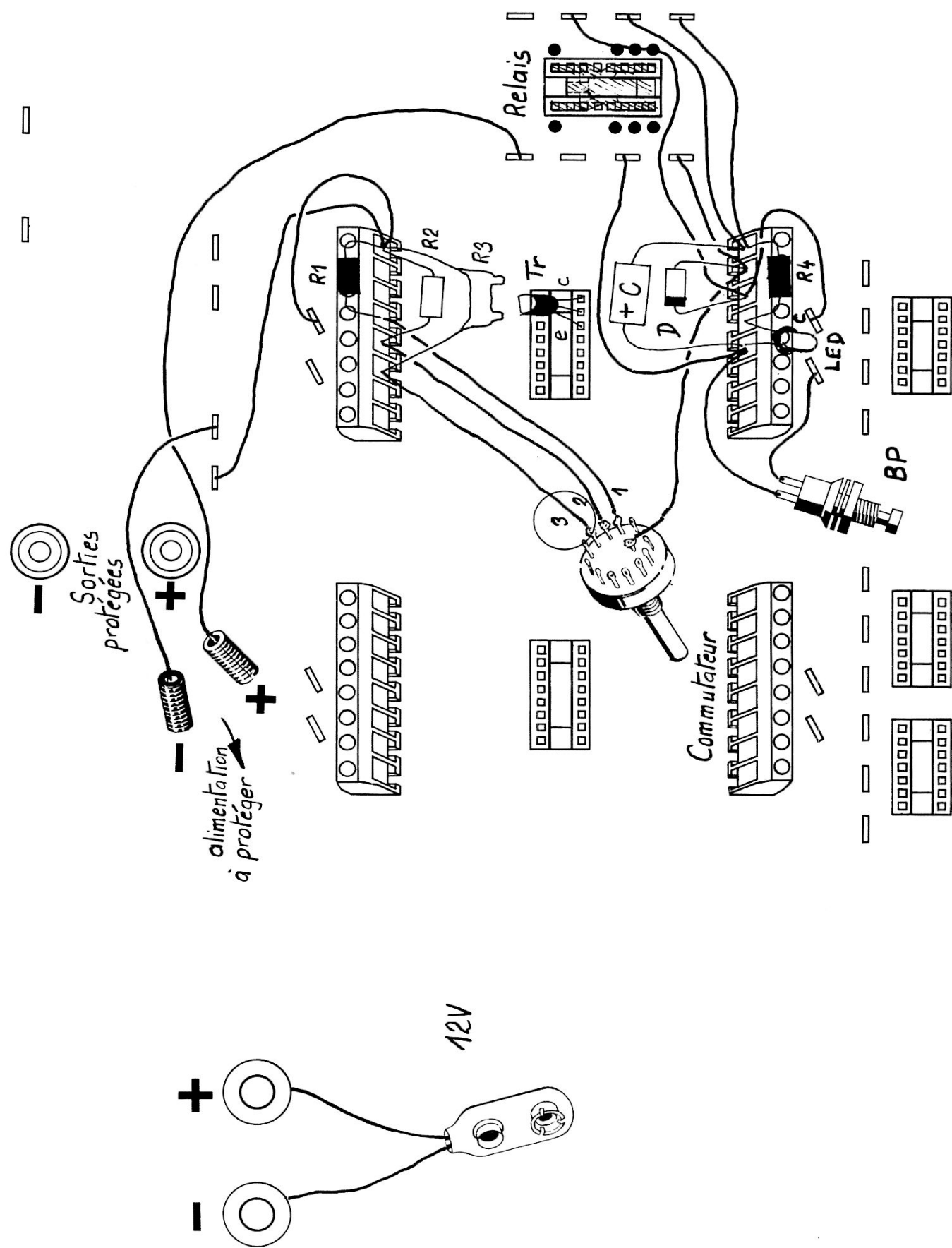


Fig. 10-10 -

entendu supprimer d'abord la cause extérieure de surintensité, puis appuyer sur le bouton-poussoir (également à contact Repos), la bobine n'est plus alimentée, le relais retombe.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— Transistor	— Relais
— Commutateur	— Bouton de commande
— Bouton-poussoir Repos	— Diode lumineuse
— 2 fiches bananes femelles	— Condensateur
— Diode redresseuse	— Résistances

N° X-6

UN DÉTECTEUR 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, conduites, 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.

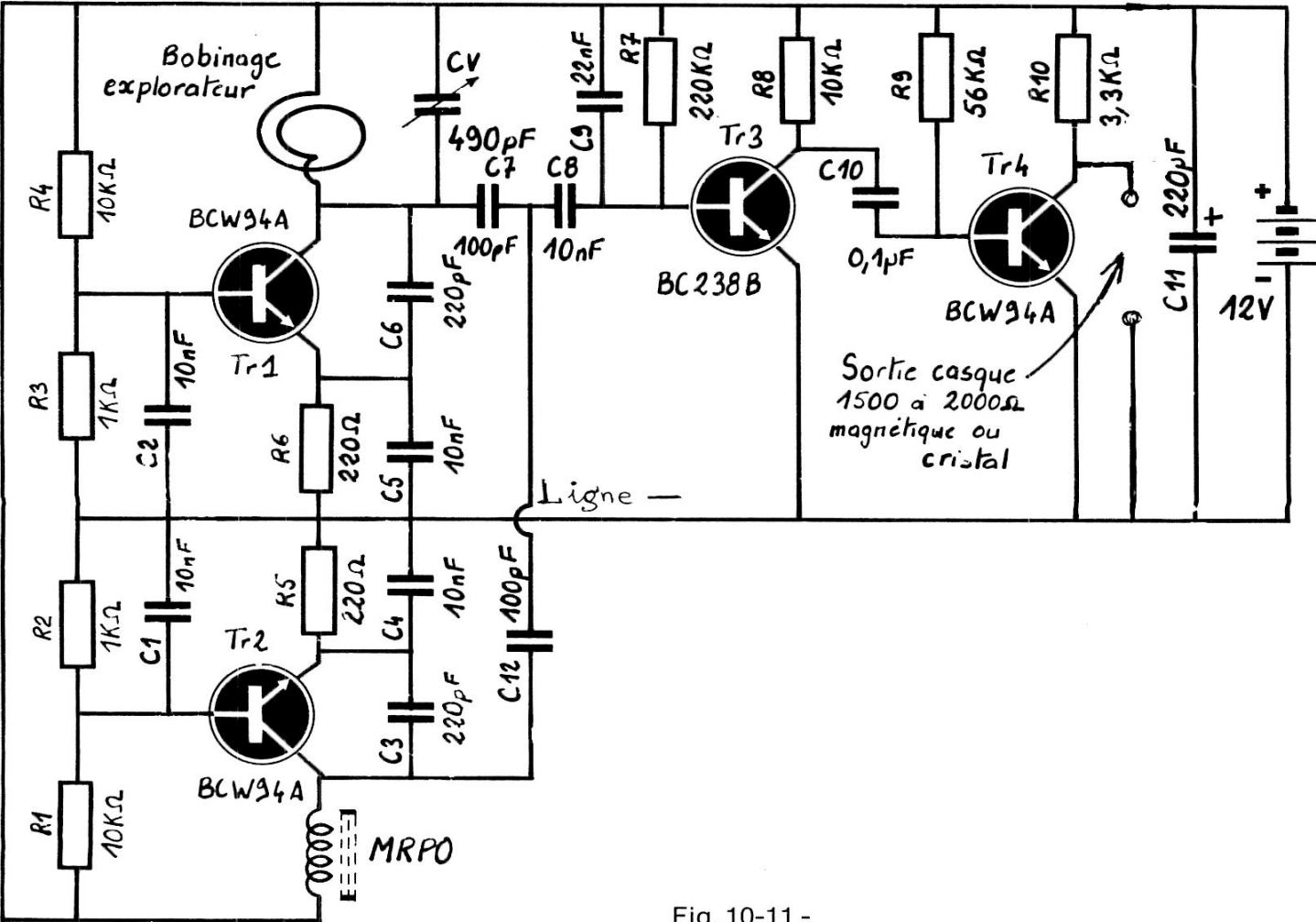


Fig. 10-11 -

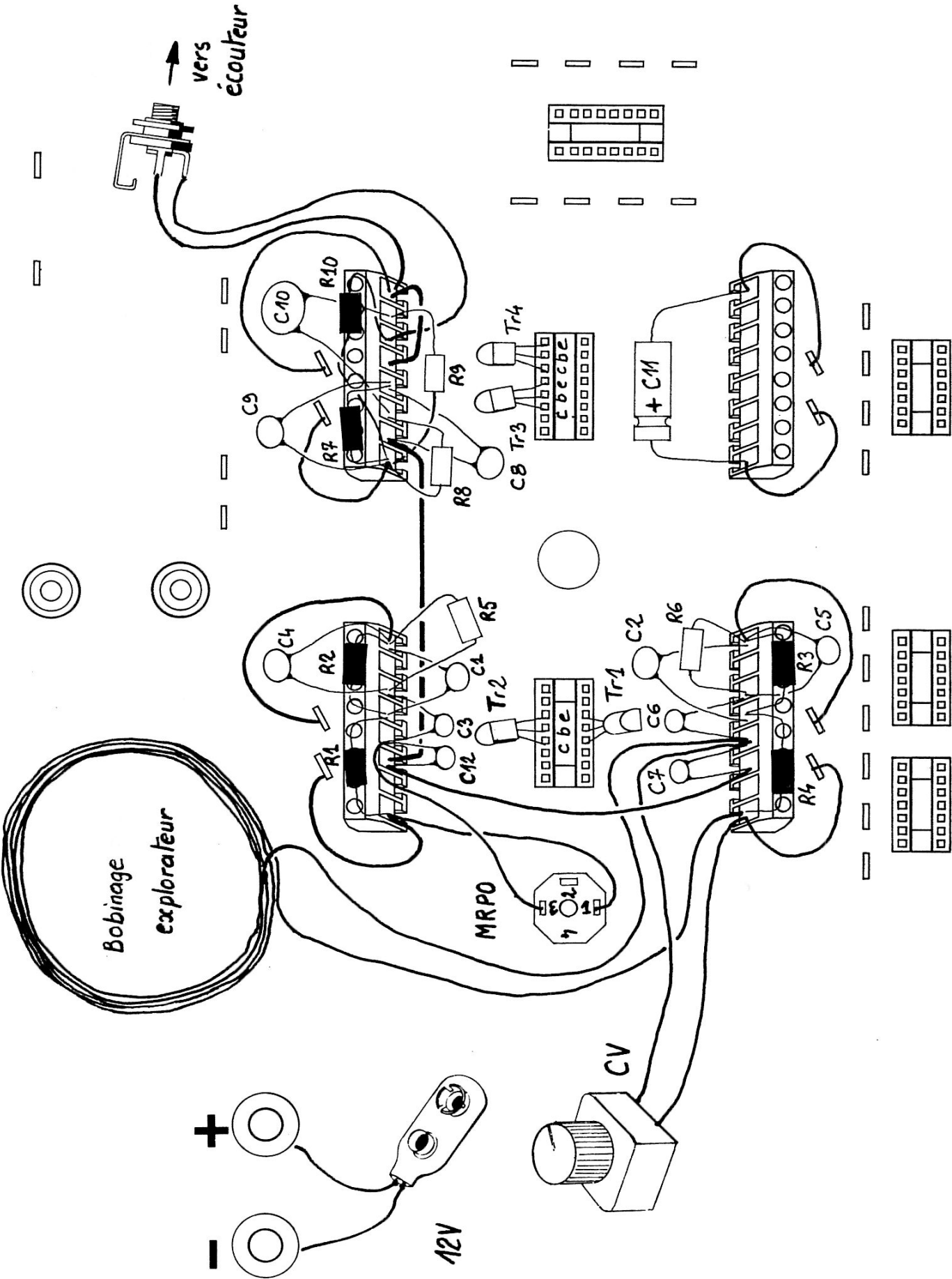


Fig. 10-12 -

Les collecteurs de pièces de monnaie ou d'armes anciennes, les « chercheurs de trésors », utilisent cet appareil pour localiser sous terre la présence de ces objets métalliques.

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. Deux transistors BCW 94A 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 condensateur variable détermine sa fréquence d'oscillation.

Le battement des 2 oscillations se fait par les collecteurs, reliés ensemble par les capacités C_7 et C_{12} . La fréquence résultante est transmise par C_8 à l'étage amplificateur de basse fréquence suivant, équipé d'un BC 238, puis à nouveau pour une nouvelle amplification à l'étage BCW 94A. Le son est perçu sur écouteurs.

Le montage étant en fonctionnement, au début on agit sur le condensateur variable, 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 fatiguant. 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.

Réalisation du bobinage de recherches. Nous avons utilisé du fil souple isolé, multibrins, diamètre 5 dixièmes de millimètre. Sur un support rond quelconque (bobine de film, de magnétophone...) de diamètre 19 centimètres, on enroule 40 spires, bien serrées entre elles, et maintenues ainsi par du ruban adhésif. On retire le support, et le bobinage reste ainsi sur air.

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 de détection 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 ».

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| — 4 transistors | — Bobinage oscillateur |
| — Condensateur variable | — Résistances |
| — Écouteur cristal et son jack | — Condensateurs. |
| — 25 mètres de fil souple isolé | — Bouton |

N° X-7

UNE CLOTURE ÉLECTRONIQUE

Clôture électrique, clôture électrifiée, clôture électronique... Ces différents termes désignent un dispositif qui est mis en pratique depuis maintenant 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'un animal touche ces fils, il reçoit une secousse, une décharge électrique, non dangereuse, mais suffisamment désagréable pour le faire reculer. A la longue, les animaux se trouvent conditionnés et n'approchent plus de la clôture.

Le courant d'électrification n'est pas dangereux pour les bêtes, mais il ne doit pas non plus constituer un danger pour les personnes qui viendraient à toucher aux fils par inadvertance. En fait, on alimente la clôture par un courant de haute tension, mais par une source ne pouvant débiter aucune intensité, aucune puissance. C'est un courant **non dangereux**, « sans intensité », ne pouvant pas électrocuter.

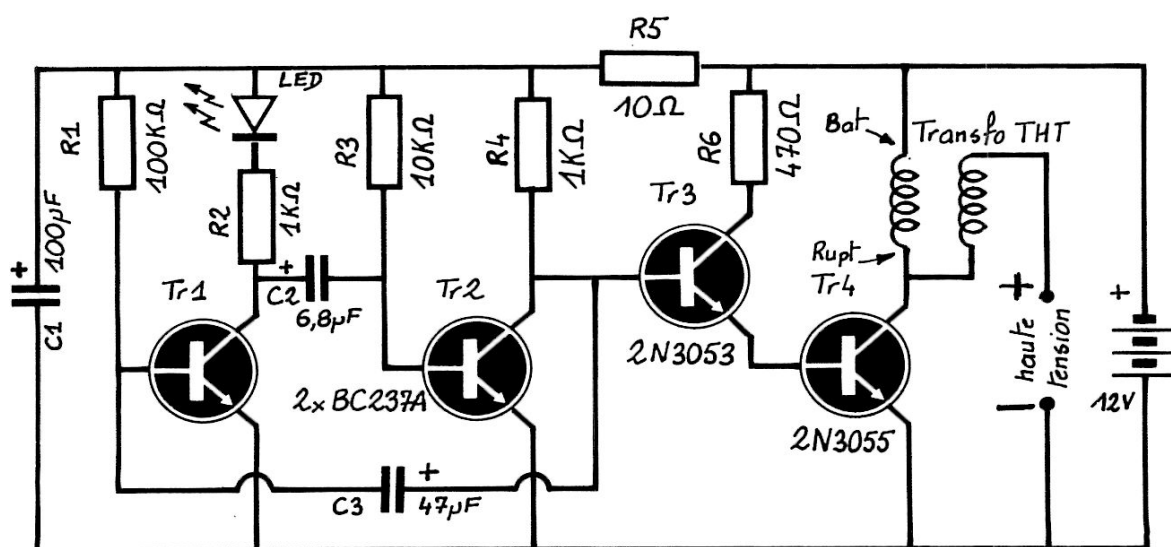


Fig. 10-13 -

Nous voyons sur le schéma les deux premiers transistors montés en multivibrateur, système oscillant, mais fonctionnant ici d'une façon **dis-symétrique** : C 2 et C 3 sont de valeurs différentes, dans les bases R 1 et R 3 sont également différentes. Il s'ensuit que l'on dispose en sortie d'une série d'impulsions, de pics », élevés et brefs. Le signal ainsi généré est recueilli sur le collecteur de Tr 2, puis amplifiée par Tr 3 et Tr 4. Le contrôle de fonctionnement se fait par la diode LED qui s'allume pour chaque impulsion. Nous trouvons en sortie un transformateur T.H.T. (très haute tension) spécial. Le primaire est en gros fil, le secondaire est fortement élévateur de tension, il comporte un très grand nombre de spires, en fil très fin, c'est d'ailleurs pour cette raison qu'il ne peut pas débiter une grande intensité. La haute tension finalement générée est de l'ordre de 3 000 volts.

Pour chaque impulsion, très brève, l'appel de courant sur la batterie d'alimentation est de l'ordre de 600 milliampères ; la consommation moyenne est évidemment beaucoup plus faible. On peut constater le fonctionnement final en approchant le fil de sortie T.H.T. près de la masse ; on observe une étincelle de quelques millimètres.

Concernant le plan de montage, observons que Tr 4 est un transistor de puissance, il s'enfiche sur un support spécial, et c'est à partir de ce support que partent les fils de liaison. Le collecteur est relié intérieurement à la masse du boîtier.

Précisons encore qu'un très simple montage comme celui-ci peut être branché sur une longueur de clôture de l'ordre de quelques dizaines de mètres environ. Son efficacité diminue pour de plus grandes longueurs, et devient inopérantes pour plusieurs centaines de mètres.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--|-------------------------|
| — 4 transistors | — Condensateurs |
| — Support de transistor de puissance, avec ses vis | — Diode lumineuse rouge |
| — Transformateur T.H.T. avec fil à fort isolement | — Résistances. |

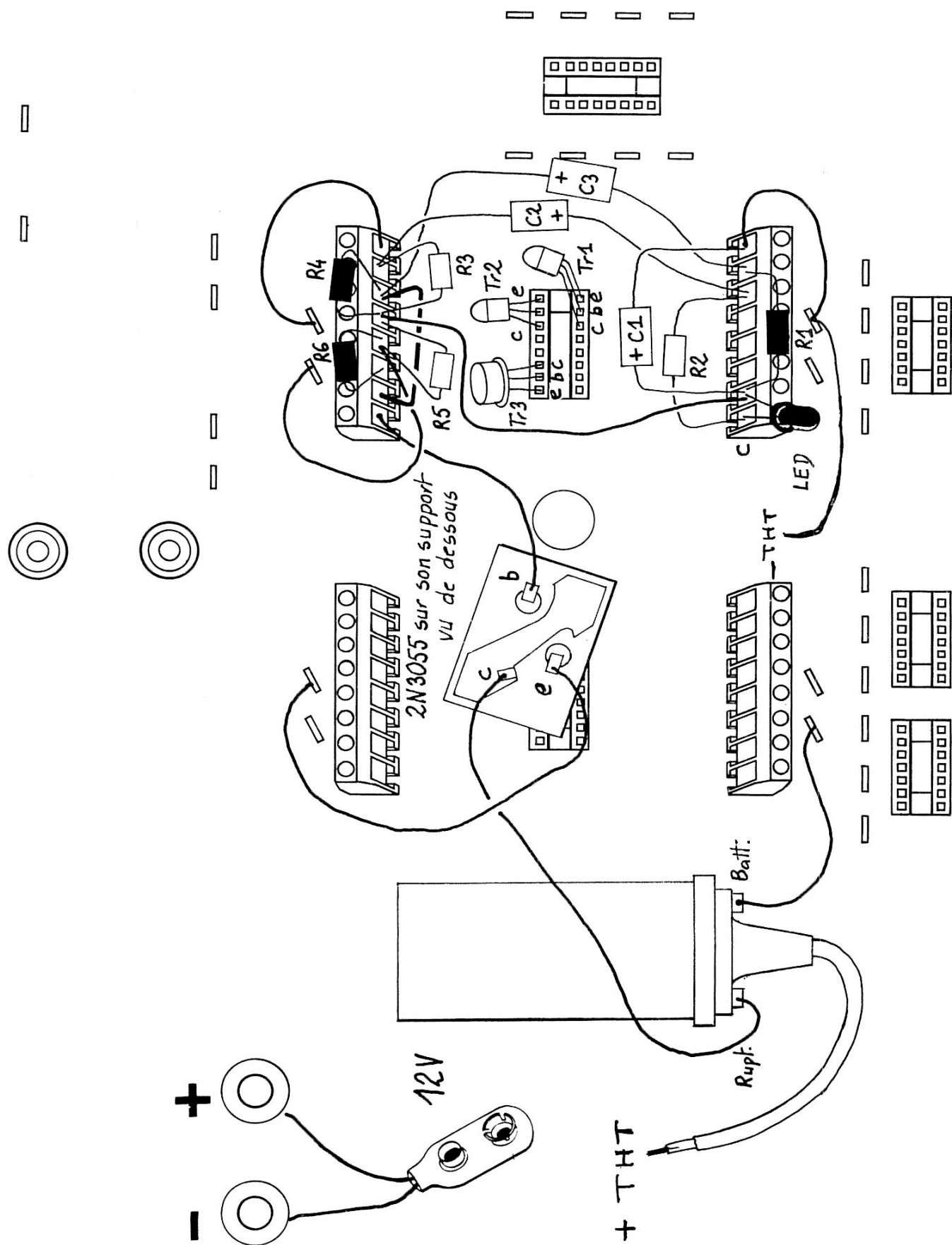


Fig. 10-14 -

N° X-8 UN DÉTECTEUR D'APPROCHE ET DE CONTACT

Nous disposons une plaque métallique quelconque, de 20 x 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.

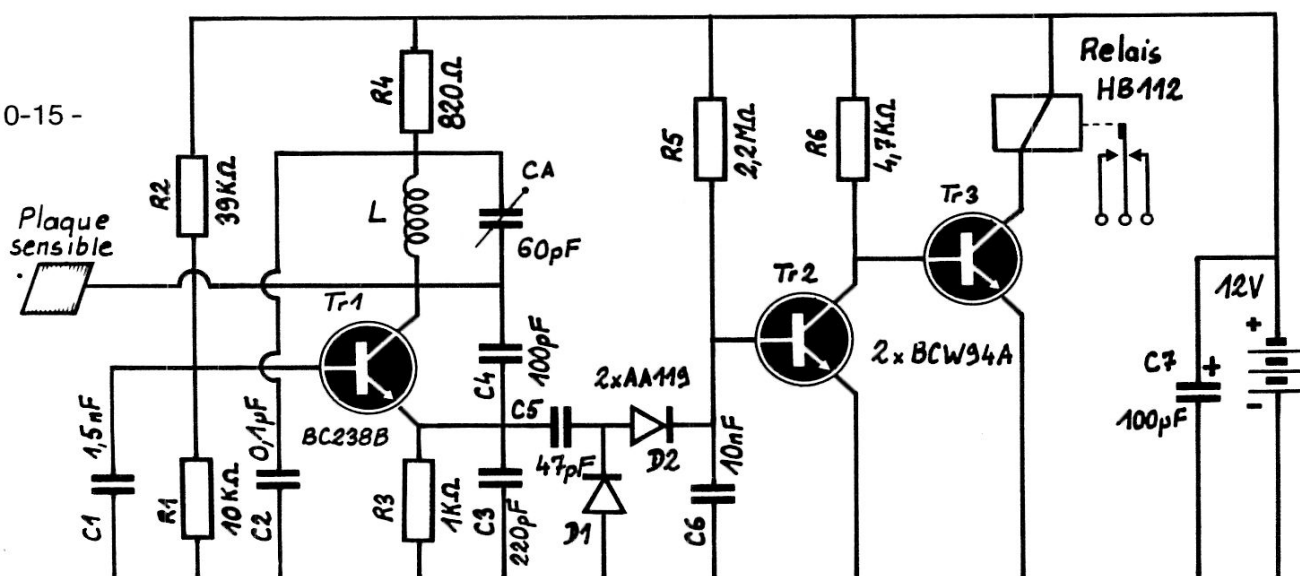
Nous avons actionné **par voisinage** un relais, qui lui a actionné une sonnerie. A plus forte raison si l'on touche la plaque métallique, le déclenchement se produit.

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 »...

Fig. 10-15 -



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 Tr 1 qui est monté en oscillateur haute fréquence. Le circuit oscillant est constitué par le bobinage L et par le condensateur ajustable CA. On peut remarquer que la plaque sensible est relié directement à ces éléments. Le signal engendré est recueilli sur l'émetteur, transmis et redressé par les éléments C5, D1 et D2. Les deux transistors suivants amplifient. En état d'attente, le relais est décollé, et il colle dès que l'on approche ou touche la plaque.

Pour réaliser le bobinage oscillateur, sur un mandrin isolant de diamètre 8 millimètres et muni de son noyau magnétique, on bobine en fil émaillé

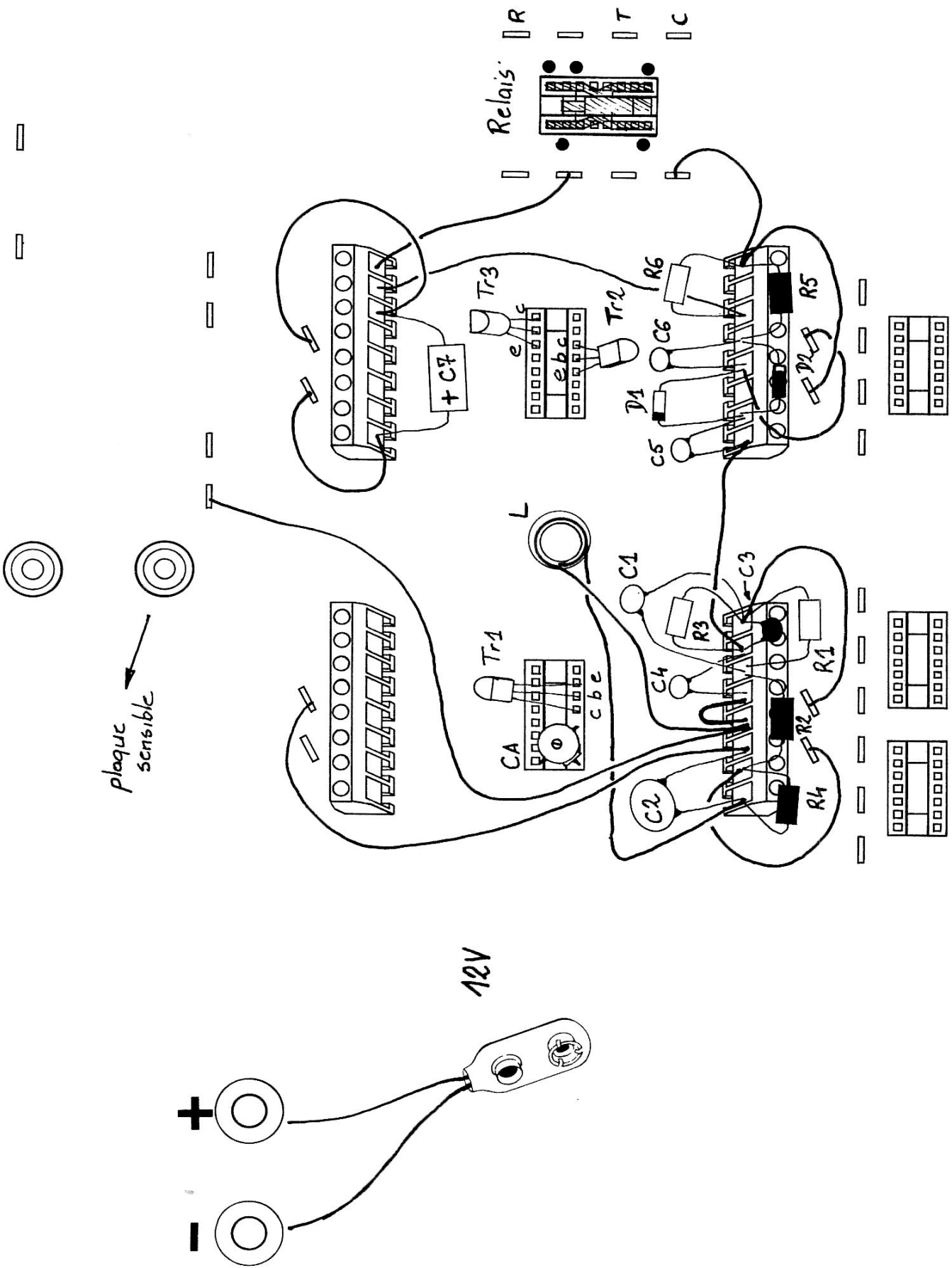


Fig. 10-16 -

de 7 dixièmes, 10 spires jointives. A la mise en route, le réglage final consiste à agir sur le condensateur ajustable grossièrement, puis à figner avec le noyau de réglage du bobinage, cela 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 fignerage 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 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| — 3 transistors | — Relais |
| — Mandrin isolant | — Fil émaillé |
| — Condensateur ajustable | — 2 diodes détectrices |
| — Résistances | — Condensateurs |

N° X-9

UNE JAUGE ÉLECTRONIQUE avec avertisseur de niveau

Cet appareil est destiné à informer en permanence de la quantité de liquide qui existe dans un réservoir.

Bassin d'eau, cuve de vin ou d'alcool, réservoir d'essence, citerne de fuel ou de mazout, ce dispositif se prête à la surveillance de tous les liquides. Les variations du niveau sont lues directement sur le cadran d'un microampère-mètre, dont l'échelle peut être graduée en litres, ou en centimètres, ou en mètres cubes...

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...

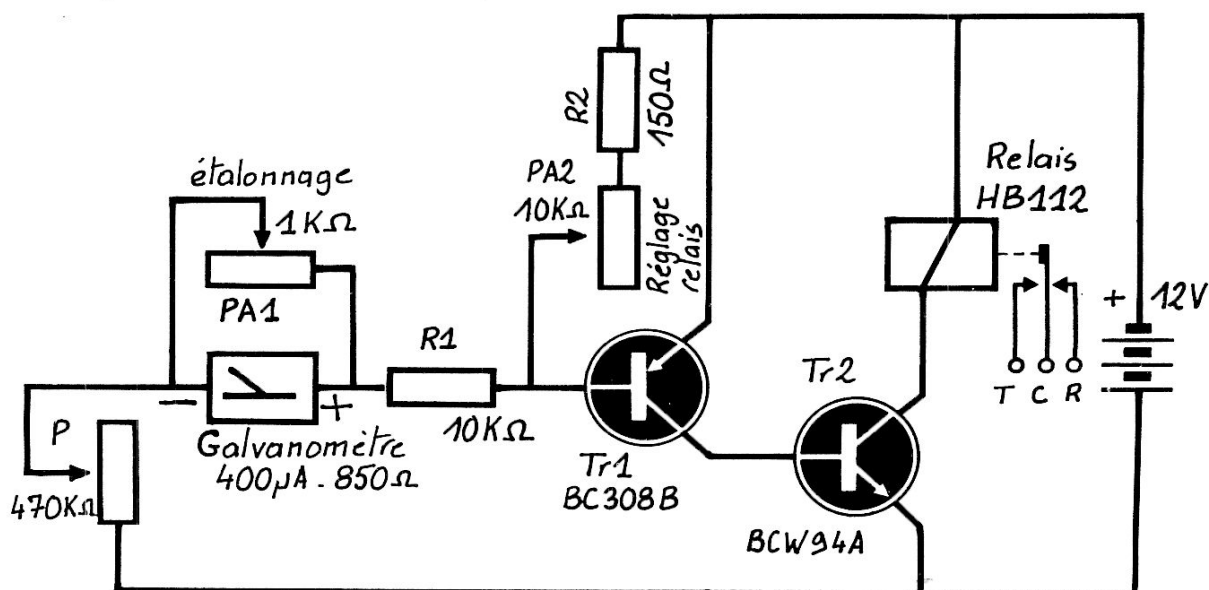


Fig. 10-17 -

Voyons le schéma, et plus particulièrement le potentiomètre P. Sur la surface du liquide, il faut installer un flotteur, qui par l'intermédiaire d'une tringlerie appropriée, va agir sur le curseur. C'est ce procédé qui est appliqué dans la plupart des réservoirs à essence des automobiles.

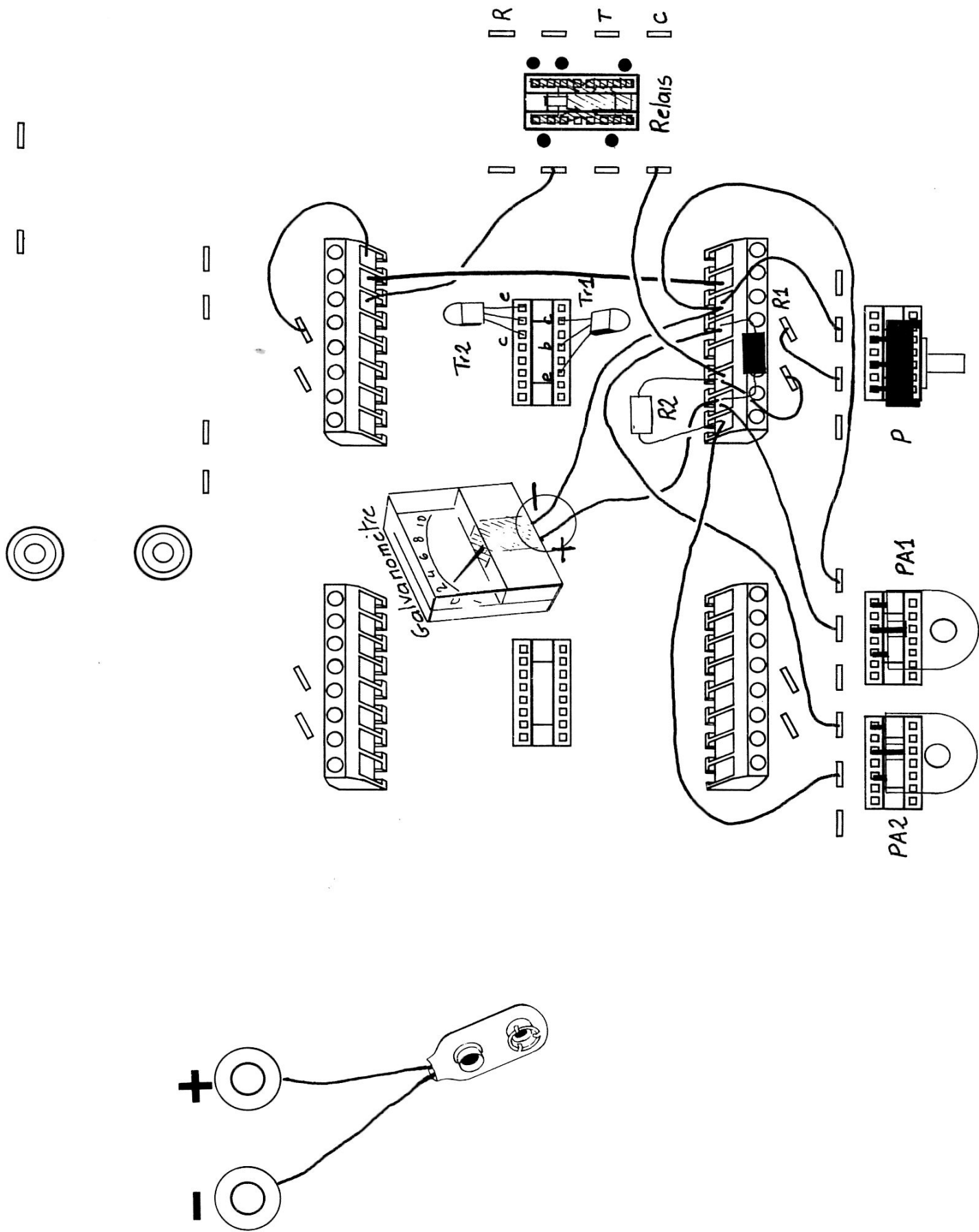


Fig. 10-18 -

Donc nous disposons bien d’une résistance dont la valeur varie avec la hauteur du niveau. Tel que le montage est établi, cette variation se traduit par un déplacement de l’aiguille du galvanomètre. La résistance d’étalonnage PA 1 permet d’obtenir la déviation voulue, en fonction de la quantité de liquide existante. Par exemple, on peut vouloir que l’aiguille soit au zéro alors qu’il reste en réalité encore une certaine quantité de liquide.

Voyons maintenant l’enclenchement du relais dès que le niveau atteint un point bien déterminé. On dispose sur la base de Tr 1 d’un potentiel variable en fonction de la résistance présentée par P. Ce potentiel est appliqué en polarisation de commande à travers la résistance de sécurité R 1. Et ce potentiel est également déterminé par la résistance de PA 2. Ici également, on dispose d’une possibilité de réglage, cette fois pour établir et déterminer le seuil de collage du relais ; autrement dit, à partir de quelle hauteur du niveau le relais va s’enclencher et actionner une alarme.

Sur la planche de montage, il est commode de disposer du potentiomètre P. On l’actionne à la main, figurant ainsi les variations du niveau du liquide. On expérimente...

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

— 2 transistors	— Relais 12 volts
— Microampèremètre	— 2 résistances ajustables
— Potentiomètre	— Bouton de commande
— Résistances	

N° X-10

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.

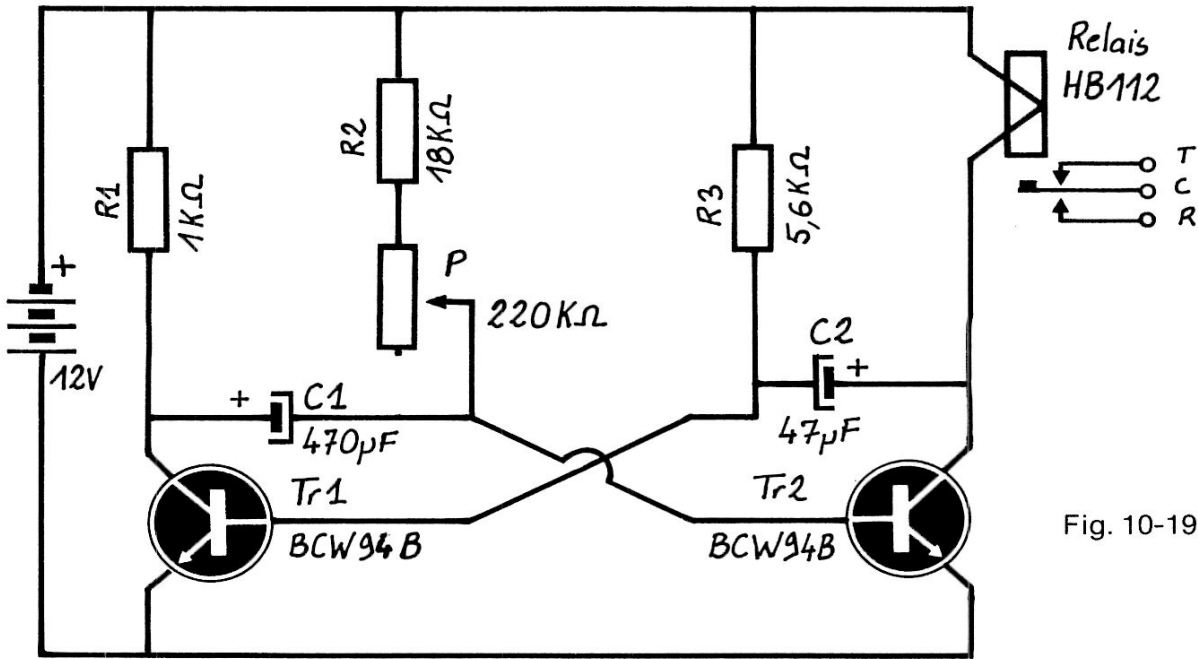


Fig. 10-19 -

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.

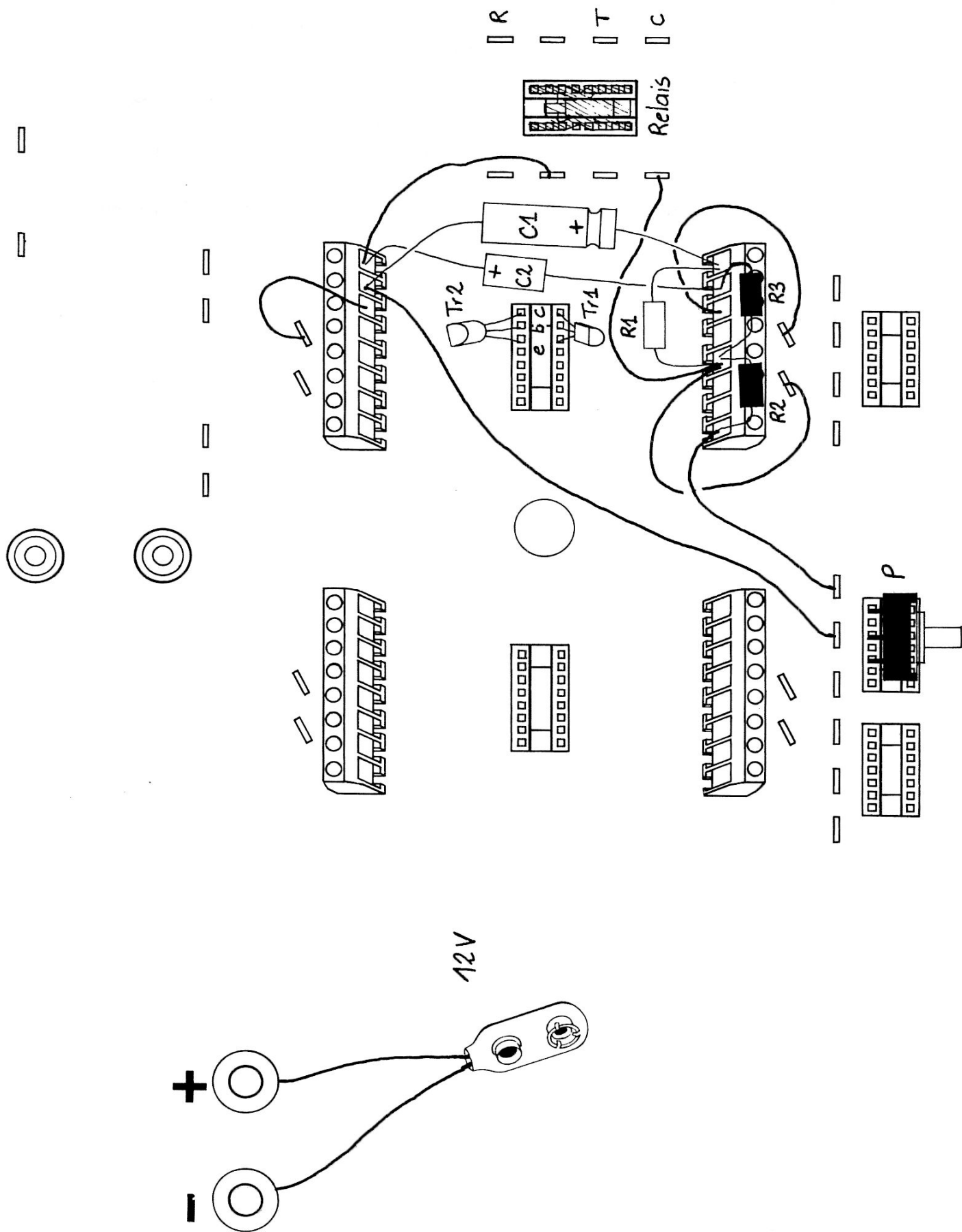


Fig. 10-20 -

On pourrait lui donner d'une façon plus générale le nom de **chrono-contacteur**, 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 220 kilohms, qui modifie la constante de temps de l'une des branches du montage.

Il est d'ailleurs très facile, si besoin est, de modifier la durée de la projection de la diapositive, en adoptant une autre valeur de capacité du condensateur C1.

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 MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— 2 transistors	— Relais
— Potentiomètre	— Bouton de commande
— Condensateurs	— Résistances

N° X-11

RHÉOSTAT ÉLECTRONIQUE
pour moteur universel

C'est un appareil destiné à commander la vitesse de rotation d'un moteur électrique de moyenne puissance, actionnant par exemple une machine-outil, une perceuse électrique, un appareil électro-ménager, une scie électrique. Cela jusqu'à une puissance maximale de 600 watts.

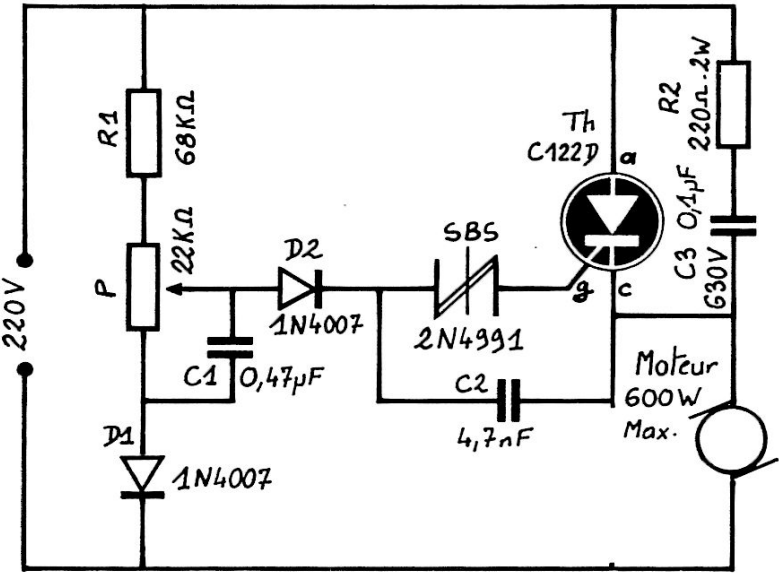


Fig. 10-21 -

Ce dispositif s'intercale entre le secteur et la perceuse que l'on veut commander. Par la manœuvre d'un bouton qui entraîne un potentiomètre, on est toujours maître de la vitesse de rotation.

Nous voyons ce potentiomètre P sur le schéma. D1 et D2 sont des redresseurs, des diodes redresseuses. Nous arrivons ensuite au SBS. Ce composant peut être comparé à un diac dont la tension de déclenchement serait de l'ordre de 8 V. SBS est la contraction de l'anglo-saxon

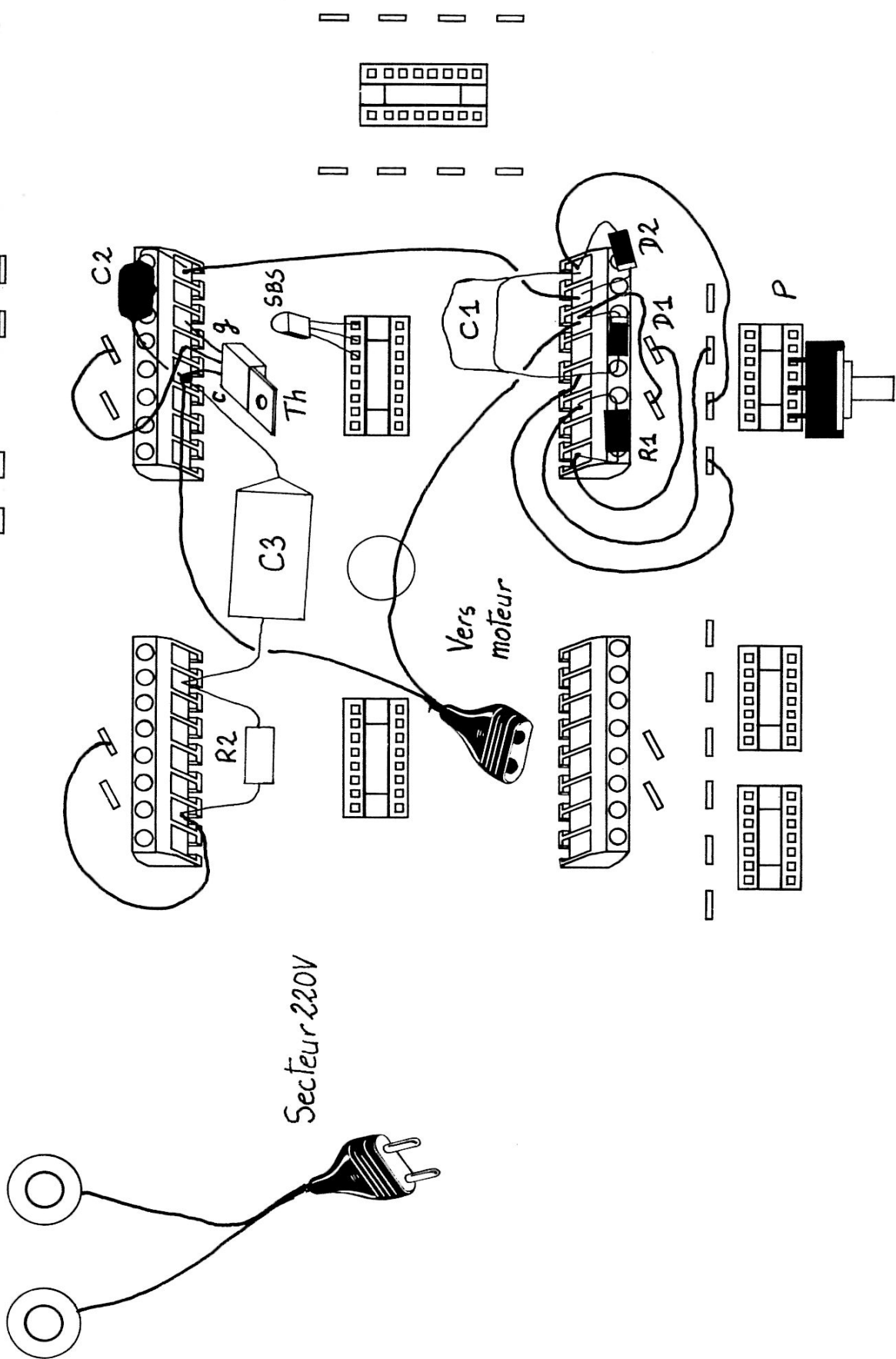


Fig. 10-22 -

« Silicon Bilatéral Switch ». Tant que la tension appliquée à l'entrée de cet élément n'a pas atteint la tension de déclenchement, le SBS est bloqué, aucun courant ne circule dans la gâchette du thyristor. Par contre, si la tension d'entrée atteint cette valeur, le SBS se débloquent et fournit l'impulsion nécessaire à l'amorçage du thyristor. Le SBS 2N4991 se présente sous la forme d'un transistor. Les deux broches **extérieures** correspondent à l'entrée et à la sortie de l'élément. Étant un élément symétrique, ces deux broches peuvent être inversées sans inconvénient lors du montage. La broche **centrale** est une gâchette. Elle permet le déclenchement synchronisé du SBS dans d'autres types d'utilisation.

Le moteur est alimenté à travers le thyristor pendant une demi-alternance au maximum et fonctionne en générateur pendant l'autre demi-alternance, celle où l'anode du thyristor est négative par rapport à la cathode. La tension de déclenchement du 2N4991 est la différence entre la tension envoyée dans C1 par le potentiomètre et la tension induite par le moteur pendant la demi-alternance où il fonctionne en générateur. Si le moteur ralentit sous l'effet d'une charge, la tension qu'il induit diminue. La tension de déclenchement du SBS apparaît plus tôt et le thyristor s'amorce de même dans l'alternance. La puissance électrique fournie au moteur croît et **la vitesse reste constante**. Le courant d'alimentation du moteur est donc obtenu par une succession d'amorçages et de désamorçages du thyristor dont les temps relatifs sont déterminés par la vitesse affichée à l'aide du potentiomètre et par la charge appliquée au moteur commandé.

Les éléments C 3 et R 2 montés aux bornes du thyristor ont pour rôle d'éviter que les parasites produites ne passent dans le secteur et n'aillent perturber les récepteurs de radio voisins.

Sur le plan de montage, pour la clarté du dessin, nous avons représenté le thyristor seul. En réalité, il est monté sur une plaquette de refroidissement appropriée.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| — Potentiomètre | — Bouton de commande |
| — Thyristor | — Radiateur |
| — 2 diodes redresseuses | — Élément S B S |
| — Cordon secteur mâle | — Cordon secteur femelle |
| — Résistances | — Condensateurs |

N° X-12 DÉMARRAGE D'UN MOTEUR PAR LA LUMIÈRE

Petit montage expérimental et démonstratif, et d'une extrême simplicité. Et qui démontre bien les possibilités étendues des semiconducteurs modernes. Car ici, nous arrivons à déclencher le démarrage d'un petit moteur sur réception d'un rayon lumineux.

Au départ, le phototransistor 2N5778 que nous avons déjà utilisé, il « reçoit de la lumière et délivre un courant ». Il amène un courant sur l'électrode de commande d'un thyristor, la gâchette. Ce qui a pour effet d'amorcer le thyristor, il devient conducteur. Dans son circuit anodique est inséré un petit moteur 12 volts, le moteur est alimenté et démarre.

Avec les valeurs indiquées, le montage fonctionne, tel quel. D'une façon générale, il faut ajuster la valeur de R 2 de façon telle que le moteur se trouve à l'arrêt lorsque le phototransistor est placé dans le noir,

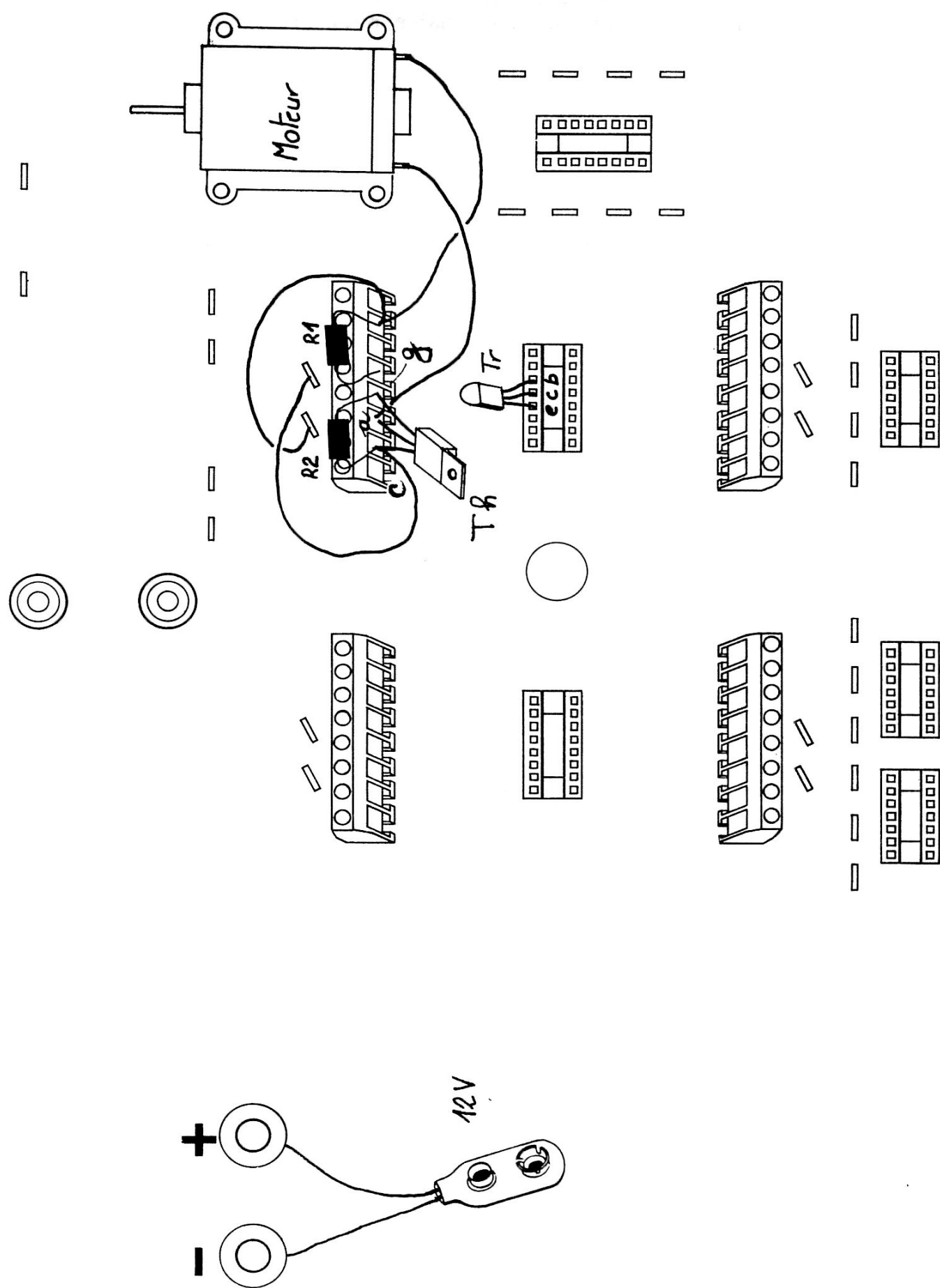


Fig. 10-24 -

ou tout au moins dans la lumière ambiante pour laquelle le montage doit rester en attente, en veilleuse. On éclaire ensuite légèrement et on adopte une valeur de résistance convenable pour provoquer le démarrage du moteur.

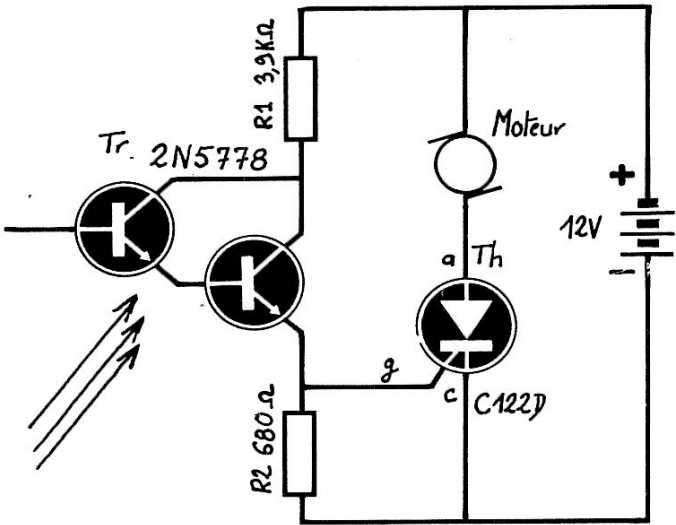


Fig. 10-23 -

Pour ce dernier, il convient de se munir d'un petit moteur dit « universel », fonctionnant sur courant continu 12 volts, à système « collecteur-balais ». C'est un modèle couramment utilisé en modélisme, en animation de modèles réduits, de jouets.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE			
— Thyristor		— Phototransistor	
— Moteur continu		— Résistances	

N° X-13

POUR VOTRE VOITURE,
UN COMPTE-TOURS À 2 TRANSISTORS

Nous décrivons ici un modèle de compte-tours pour voiture, affichant en permanence sur le tableau de bord la vitesse de rotation du moteur.

Reportez-vous préalablement au chapitre IX, montage numéro IX-17. Nous y avons décrit un tel appareil, et exposé le principe de fonctionnement, relations générales, installation, procédés d'étalonnage. Nous ne reviendrons donc pas ici sur ces notions. Remarquons simplement quelques particularités que présente le modèle proposé ici.

C'est un montage très simple, comportant seulement deux transistors. Tel quel, il peut fonctionner sur pile ou accu, de 6 ou 12 volts ; il convient donc pour les petites voitures encore équipées d'une batterie 6 volts. Le galvanomètre peut être un 400 microampères (échelle de zéro à 400 μ A) ou 1 milliampèremètre échelle de zéro à 1 mA. Notons la présence de deux résistances ajustables PA 1 et PA 2, elles sont utilisées pour la mise au point et l'étalonnage ; ce à quoi nous arrivons maintenant.

Au début, mettre PA 2 en position médiane, à peu près à la moitié de sa valeur. Mettre PA 1 au maximum de sa valeur. L'aiguille ne dévie pas. Diminuer progressivement la valeur de PA 1 pour déclencher le monostable, cela se traduit par l'entrée en fonctionnement du système et une

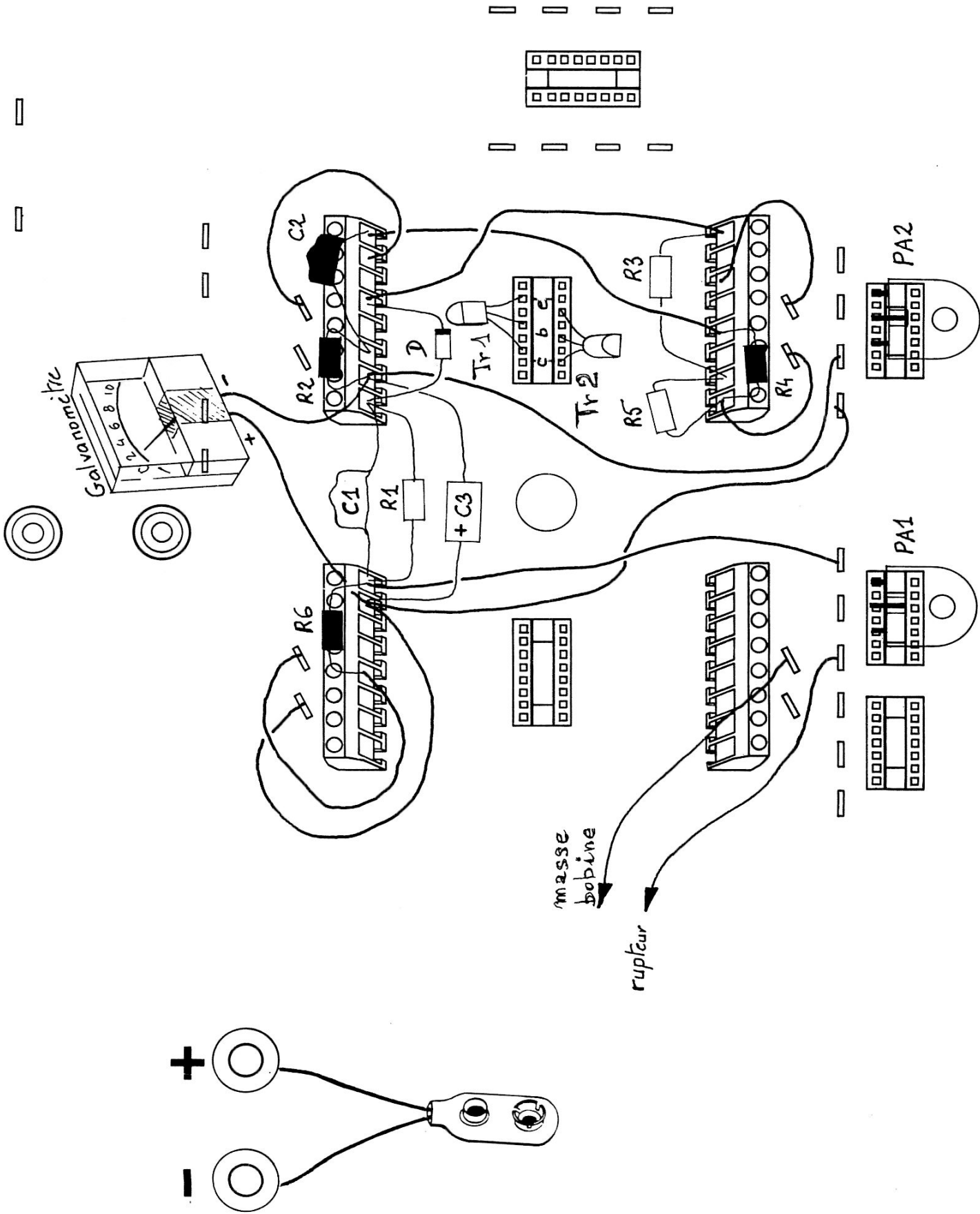
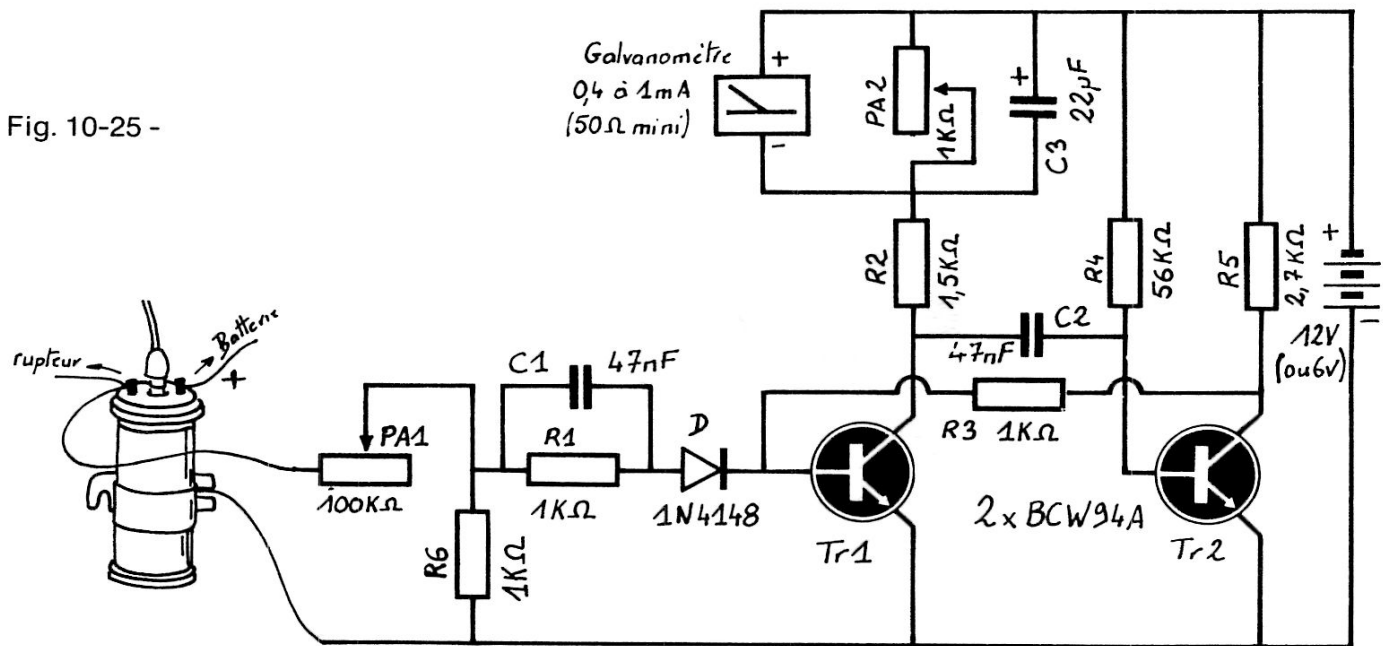


Fig. 10-26 -

déviât au galvanomètre. S'assurer que la déviation a bien toujours lieu pour tous les régimes du moteur. Il ne faut pas « pousser » trop loin, diminuer la valeur de PA 1 plus que nécessaire. A la limite, il y aurait risque d'amortissement de l'allumage, pouvant aller jusqu'au calage du moteur.

Fig. 10-25 -



Ensuite, c'est par l'action sur PA 2 que l'on agit sur la déviation de l'aiguille. C'est l'étalonnage. On fait coïncider la déviation de l'aiguille avec la lecture de l'échelle. Voir tout ce qui a été exposé à ce sujet au montage numéro IX-17.

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE	
— 2 transistors	— Résistances
— Galvanomètre	— Condensateurs
— 2 résistances ajustables	— Résistances
— Diode détectrice	

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 Établissements 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.



Achevé d'imprimer
sur les presses de la SADAG-OGP (859.20.50)
Photogravure : Publi Valois
Dépôt légal : 1^{er} trimestre 1982
Imprimé en France