

6 f

AP  
édité par le Haut-Parleur

# électronique pratique

N° 23 NOUVELLE SERIE JANVIER 1980

Initiation · Composants · Réalisations ·

Can. \$ 1.25 - Belgique : 49 FB - Suisse : 2,50 F - Espagne : 125 Pesetas - Tunisie : 700 Mil. - Italie : 1.500 Lires -

**cadeau**

Un transfert  
pour réaliser  
un jeu de dé

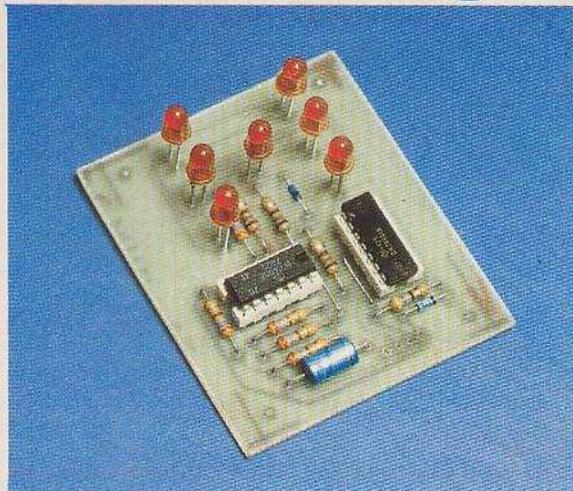


# électronique pratique

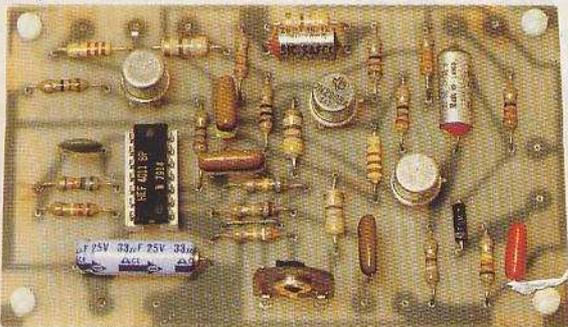
REVUE  
MENSUELLE

N° 23  
NOUVELLE  
SERIE

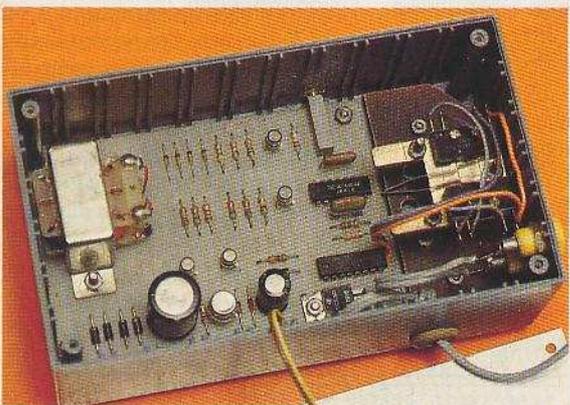
## sommaire



Le jeu de dé.



Le signal tracer à C.MOS.



L'émetteur de la voiture téléguidée.

### Réalisez vous-mêmes

- 82 Un avertisseur de régime moteur
- 84 Un chargeur de batterie automatique pour RC
- 90 Un vumètre à transistors
- 92 Un voltmètre auto à LED
- 97 Une voiture téléguidée par l'éclairage ambiant. 1<sup>re</sup> partie : l'émetteur
- 98 Un jeu de dé électronique avec un transfert cadeau
- 116 Un détecteur d'aiguille très pratique
- 123 Un signal tracer à C.MOS

### En kit

- 140 La sonde logique LPK-1
- 145 Le multimètre IM 2215 HEATHKIT

### Pratique et initiation

- 95 L'enrobage des circuits
- 129 La clé des microprocesseurs (2<sup>e</sup> partie)
- 135 Parlez-moi du 4011 (3<sup>e</sup> partie)
- 149 La technologie des composants : les résistances à couche
- 156 Les multiplicateurs de tension
- 160 La « Presse étrangère »
- 165 Applications des semi-conducteurs

### Divers

- 99-100 ENCART comportant un transfert direct destiné
- 101-102 à la réalisation du jeu de dé
- 183-184 ENCART EURELEC
- 185-186
- 216 | Nos lecteurs / Répertoire des annonceurs

#### ADMINISTRATION-REDACTION : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques

Société anonyme au capital de 120 000 F. - 2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19. - Tél. : 200.33.05. - Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : A. LAMER - Directeur technique : Henri FIGHIERA - Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA

Avec la participation de : M. Bernard, H. Liegeois, P. Chalbos, G. Duneau, R. Knoerr, M. Archambault, R. Rateau, H. Schreiber, B. Roux, R. CET

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75019 Paris. - Tél. : 200.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE. Prix : 50 F - Etranger : Prix : 80 F

Nous laissons la possibilité à nos lecteurs de souscrire des abonnements groupés, soit :

LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 125 F - Etranger à 195 F

SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 180 F - Etranger à 250 F

En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe : « SERVICE ABONNEMENTS » 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. - Prix d'un numéro : 6 F

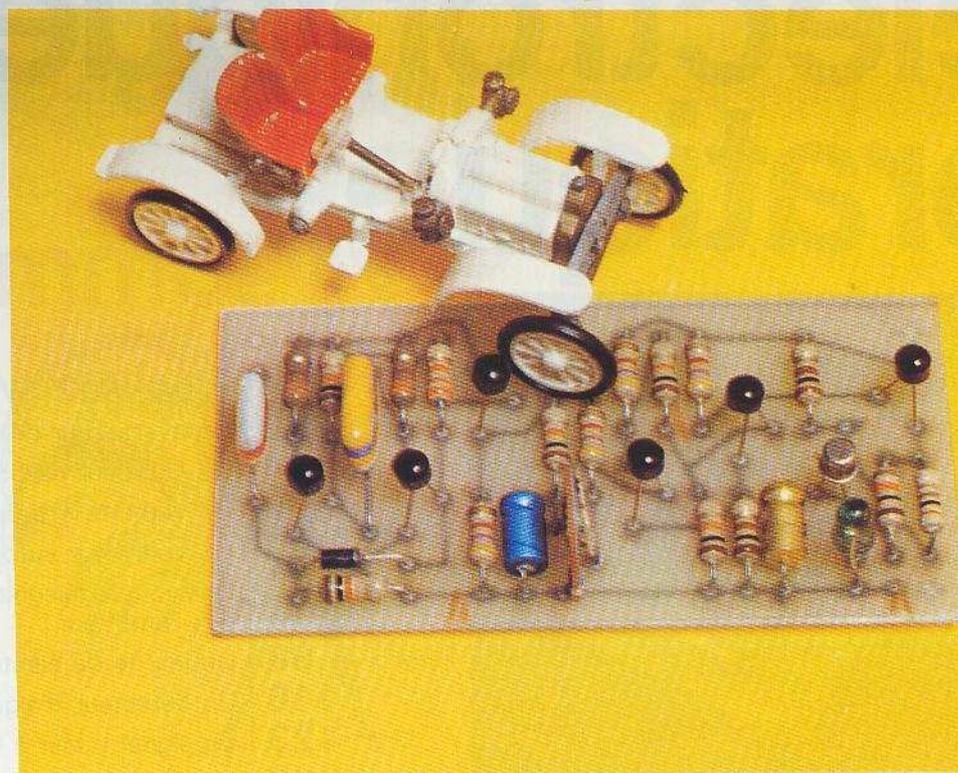
Les règlements en espèces, par courrier, sont strictement interdits. ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. - Pour tout changement d'adresse, joindre 1 F et la dernière bande.

**A** une époque où la vitesse est limitée et où le conducteur doit pratiquement avoir l'œil rivé sur le compteur de vitesse, il peut s'avérer intéressant de monter un avertisseur de régime sonore ou lumineux.

Le montage que nous proposons possède le mérite de ne faire appel qu'à des transistors et par conséquent de s'inscrire dans un budget matériel très abordable.

Alimenté à partir de la batterie de la voiture et ne comportant qu'un seul réglage, l'utilisateur pourra tirer un excellent parti du montage, en l'ajustant à volonté au seuil désiré correspondant à la vitesse souhaitée et permise.

Il va sans dire que les signaux lumineux ou sonores ne seront à interpréter qu'au moment où le levier de vitesse sera engagé sur la quatrième ou cinquième vitesse.



## AVERTISSEUR de REGIME ~ MOTEUR

### Le schéma de principe

La figure 1 propose le schéma de principe général du montage dans sa version à clignotant lumineux. Les transistors utilisés sont tous des NPN économiques, hormis l'unijonction qui pourra même, le cas échéant, être remplacé par deux autres NPN montés en multivibrateur.

L'avertisseur de régime ou de dépassement de vitesse peut se décomposer en quatre parties distinctes ; à savoir, le circuit de mise en forme des impulsions provenant du rupteur du moteur, l'ensem-

ble intégrateur équipé du transistor  $T_3$ , le détecteur de seuil du type trigger de Schmitt ( $T_4$ ,  $T_5$ ) et le circuit de signalisation optique ou sonore.

Les impulsions qui proviennent du contact rupteur du moteur ont des durées variables en fonction de la vitesse de rotation et sont appliquées à l'entrée du montage. La section « intégrateur » doit alors délivrer une tension proportionnelle à la fréquence des impulsions, d'où l'importance de disposer d'un circuit de mise en forme, en l'occurrence  $R_1/C_1$ .

La diode  $D_1$  permet à l'impulsion positive de parvenir au multivibrateur monostable équipé des transistors  $T_1$ , et  $T_2$ . Ce dernier revient à sa position initiale bien avant qu'une nouvelle impulsion n'agisse. Cette vitesse de basculement se détermine par les valeurs  $R_4$  et  $C_2$ . Dans ces conditions, l'impulsion prélevée sur le collecteur du transistor  $T_1$  se retrouve de durée et d'amplitude parfaitement constantes.

Reste ensuite, à traduire la variation de fréquence des impulsions en variation de tension, et c'est le rôle du

condensateur  $C_3$  qui se charge durant les impulsions et qui se décharge pendant les intervalles. On dispose en conséquence aux bornes du potentiomètre  $R_8$  d'une tension moyenne.

Le curseur du potentiomètre va permettre de ne prélever qu'une fraction de la tension continue disponible. Les transistors  $T_4$  et  $T_5$  constituent le trigger. Les résistances  $R_{10}$ ,  $R_{11}$  et  $R_{12}$  forment un diviseur de tension qui détermine la tension de seuil. Si la tension de base du transistor  $T_4$ , de vient supérieure à celle de la base du transistor  $T_5$ , le trig-

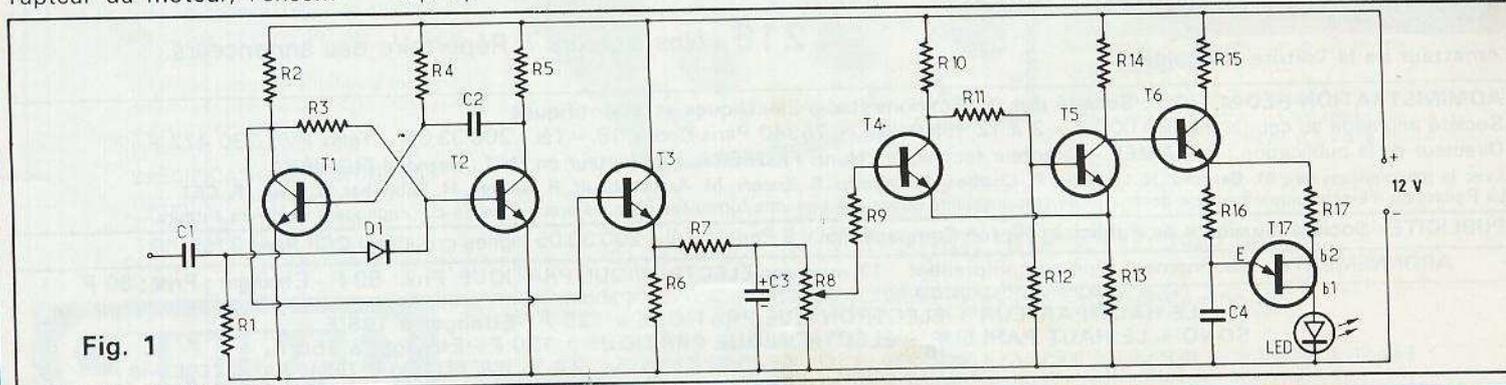


Fig. 1

ger change d'état et  $T_5$  devient bloquant.

La base du transistor  $T_6$ , se trouve libérée et portée à une tension positive et l'avertisseur acoustique ou optique peut être alimenté par l'espace émetteur/collecteur devenu conducteur.

Le transistor unijonction  $T_7$  permet de constituer un signal lumineux clignotant bien plus attractif, qu'une source lumineuse fixe.

Un signal sonore pourrait être obtenu en disposant d'un transistor supplémentaire ou bien d'un multivibrateur en place et lieu de l'unijonction.

## Réalisation

Comme d'usage pour la réalisation, nous nous sommes tournés vers, l'exécution d'un petit circuit imprimé. Le tracé est précisé à l'échelle 1 pour une meilleure reproduction.

On remarquera, sa simplicité ; c'est dire que les amateurs pourront le reproduire à l'aide d'un stylo marqueur ou bien des éléments de transfert en gravure directe. Quant aux amateurs avertis, ils se serviront de la méthode photographique qui présente l'avantage d'une copie conforme.

Côté implantation des éléments rien de particulier, sinon bien veiller à la distribution des électrodes des transistors utilisés.

Les dimensions du circuit imprimé sont calculées pour une insertion facile du montage à l'intérieur d'un coffret Teko de la série aluminium 3/A ou 4/A voire même 3/B ou 4/B.

Nos photographies laissent apparaître pour le potentiomètre  $R_8$  en fait un potentiomètre ajustable à 3 pattes. Il faudra en place et lieu disposer d'un potentiomètre rotatif ordinaire et disposé sur un des côtés du boîtier.

La source lumineuse sera également ramenée sur le même plan que le potentiomètre. Ne sortons alors du boîtier que le fil de masse, le fil rouge plus d'alimentation

$R_1$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange).  
 $R_2$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)  
 $R_3$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)  
 $R_4$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange).  
 $R_5$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge).  
 $R_6$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge).  
 $R_7$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

## Liste des composants

$R_8$  : 100 k $\Omega$  variation linéaire.  
 $R_9$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{10}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge).  
 $R_{11}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{12}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{13}$  : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron).  
 $R_{14}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{15}$  : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron) (voir légende).

$R_{16}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange).  
 $R_{17}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge).  
 $C_1$  : 8,2 à 10 nF plaquette.  
 $C_2$  : 0,47  $\mu$ F plaquette  
 $C_3$  : 10  $\mu$ F / 16 V  
 $C_4$  : 22  $\mu$ F / 12 V.  
 $T_1$  à  $T_6$  : BC408B, BC108, BC237 etc.  
 $T_7$  : 2N2646 unijonction.  
 $D_1$  : 1N4148, 1N914, etc.

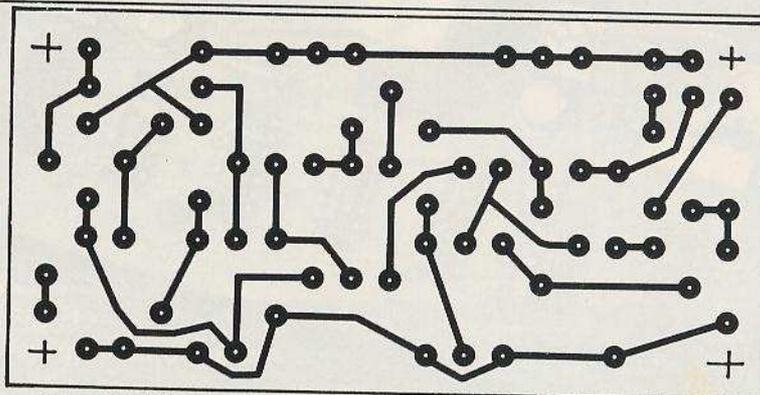


Fig. 2

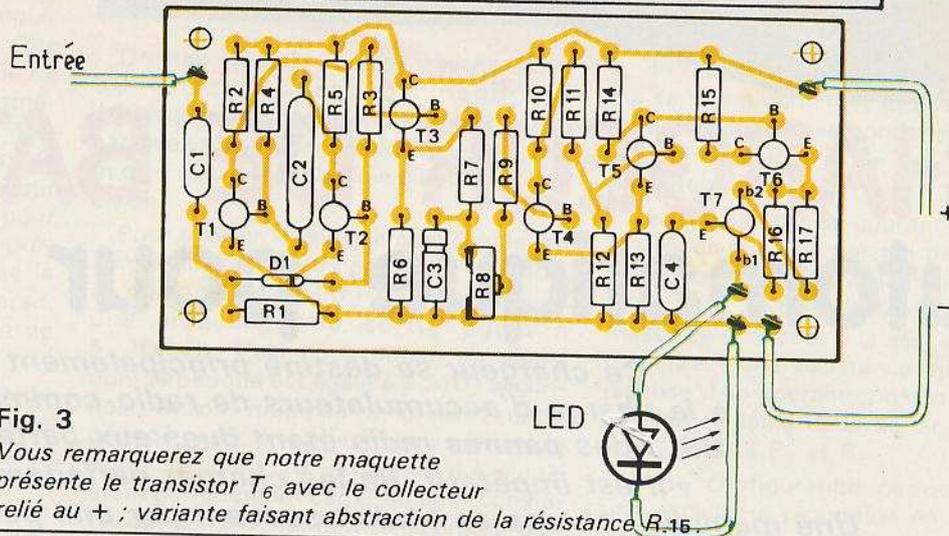


Fig. 3

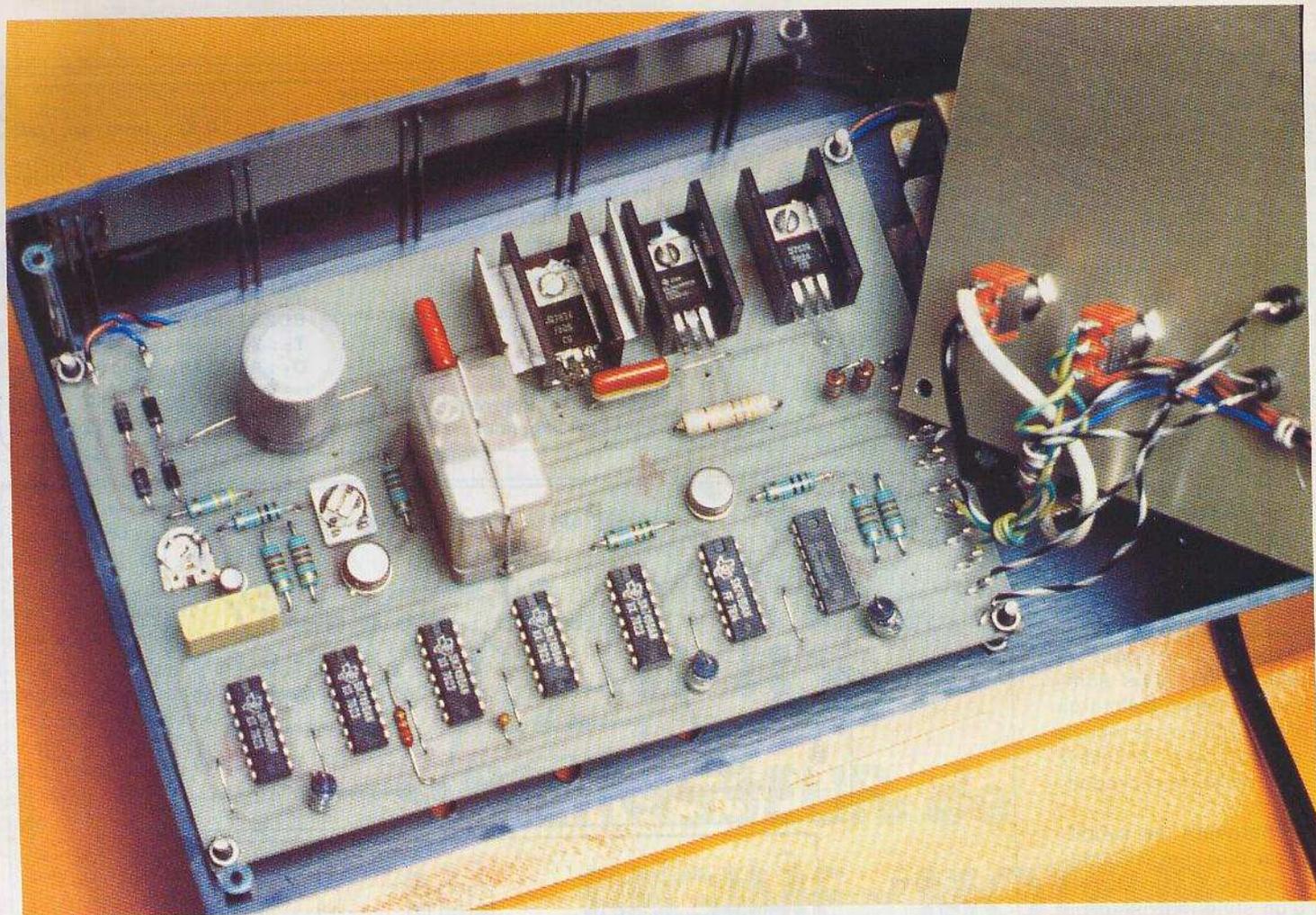
Vous remarquerez que notre maquette présente le transistor  $T_6$  avec le collecteur relié au + ; variante faisant abstraction de la résistance  $R_{15}$ .

et le fil souple destiné à être raccordé au rupteur.

On raccordera le montage au niveau de la bobine à la cosse opposée à celle du + bobine.

Pour l'étalonnage, il suffira d'établir une correspondance entre la vitesse de la voiture 60, 90, 110 ou 130 en fonction de la position du potentiomètre ou bien alors par comparaison à l'aide d'un compte-tours à aiguille en sachant que pour X tours, le véhicule en quatrième vitesse roule à x vitesse.





# CHARGEUR DE BATTERIE automatique pour RC

*Ce chargeur se destine principalement  
à la charge d'accumulateurs de radio-commande  
98 % des pannes radio étant dues aux batteries,  
il est impératif de les charger parfaitement.*

*Une mauvaise charge se traduit souvent par une perte de portée  
à l'émission, une autonomie insuffisante de l'ensemble,  
ou un « fréttillement » des servo-mécanismes.*

*Tout cela n'est pas  
très agréable lorsqu'on a parcouru une grande distance  
pour venir sur le terrain, ou lors d'une compétition.  
L'automatisme réside dans la régulation du courant de charge,  
s'arrêtant lorsque le temps désiré est écoulé.*

*Un autre avantage de ce chargeur, la charge simultanée  
de l'accu d'émission et de celui de réception.*

## Principe de fonctionnement

Pour qu'une batterie au cadmium-nickel soit parfaitement chargée, il faut lui appliquer un courant égal au dixième de sa capacité pendant une durée d'environ 14 heures.

Le principe de fonctionnement se traduit par le synoptique de la **figure 1**. Une base de temps génère des impulsions rectangulaires. Ces impulsions sont divisées, et à la sortie des compteurs, on dispose d'une tension alternative de période égale à  $10^5$  secondes (soit une période de

28 heures). Les générateurs de courant délivrent chacun une intensité de charge dans chaque batterie. Une tension de 30 V, provenant de la source, les alimente. Lorsque les 14 heures sont écoulées, un circuit de détection actionne un relais qui va permettre le blocage

comptage, et la mise hors circuit des batteries; l'ensemble peut rester ainsi jusqu'à la RAZ des compteurs.

Lors de la charge, le clignotement d'un témoin lumineux permet de s'assurer du bon fonctionnement des compteurs. Lorsque la charge est terminée, le clignotement cesse, et un autre témoin s'allume. Ainsi, d'un coup d'œil, on peut voir où en est la charge, et si tout est normal.

La base de temps et les compteurs sont alimentés par une tension de 5 V, issue d'un régulateur.

## La base de temps

Le schéma de la base de temps se présente figure 2. Il s'agit d'un oscillateur à transistor unijonction. Les impulsions issues de  $T_1$  sont mises en forme par le transistor  $T_2$ . On dispose ainsi d'impulsions rectangulaires et compatibles avec la logique TTL. La fréquence de sortie de l'oscillateur est réglable par l'intermédiaire de  $R_4$  et  $R_5$ ; on a choisi une fréquence égale à 50 Hz. La précision de cette base de temps est suffisante pour l'usage que l'on en fera; toutefois, pour les lecteurs désirant une plus grande précision, ou simplement pour ceux que le prix des transistors unijonction rebuterait, nous donnons le schéma d'une base de temps secteur en figure 3.

Un pont diviseur relié au secondaire du transformateur va abaisser la tension d'entrée, à une valeur d'environ 2,5 V. La diode D redresse cette tension en mono-alternance, et l'applique à la base d'un transistor, qui va la mettre en forme; l'avantage de cette base de temps, est d'être très économique et très précise. Par contre, elle est sensible aux parasites secteur lorsqu'elle est mal protégée. Cela se traduit par exemple, par un comptage aléatoire des diviseurs. Attention donc à son utilisation.

## Les diviseurs

Le problème était d'obtenir un diviseur pouvant délivrer un front montant d'impulsion au bout d'un temps égal à 14 heures, après la RAZ des compteurs. On a choisi 50 Hz comme étant la fréquence d'entrée du diviseur, donc la fréquence de la base de temps.

## L'alimentation

Le secondaire du transformateur délivrera 30 V sous une intensité de 1 A.

Cette tension est redressée en bi-alternance par  $D_1$  à  $D_4$ , puis filtrée par  $C_1$ . De

là, on reliera l'entrée d'un régulateur 5 V qui servira à alimenter la base de temps et les diviseurs; les condensateurs  $C_2$  et  $C_3$  permettent d'éviter les oscillations parasites.

Les régulateurs de courant sont en fait des régulateurs de tension montés d'une façon particulière. On alimente le circuit intégré au niveau de la patte n° 1. La masse se connecte à la sortie par l'intermédiaire d'une résistance ajustable. On dispose d'un courant constant, à la patte n° 2, et réglable dans de larges proportions grâce à  $R_1$  et  $R_2$ .

Cette configuration permet d'obtenir une excellente régulation en courant, et donc une charge parfaitement stable.

On reliera les accumulateurs à charger aux régulateurs, par l'intermédiaire des contacts du relais, qui en fin de charge, les mettront hors circuit. On a choisi d'utiliser des régulateurs 24 V, car le courant de charge est insuffisant lorsqu'on a affaire à des accus complètement déchargés qui présentent donc une résistance interne élevée.

## Réalisation pratique

### Circuit imprimé

L'ensemble des composants se dispose sur un circuit imprimé en verre époxy de 100 x 155. Pour sa réalisation, on pourra procéder par gravure directe au perchlo-

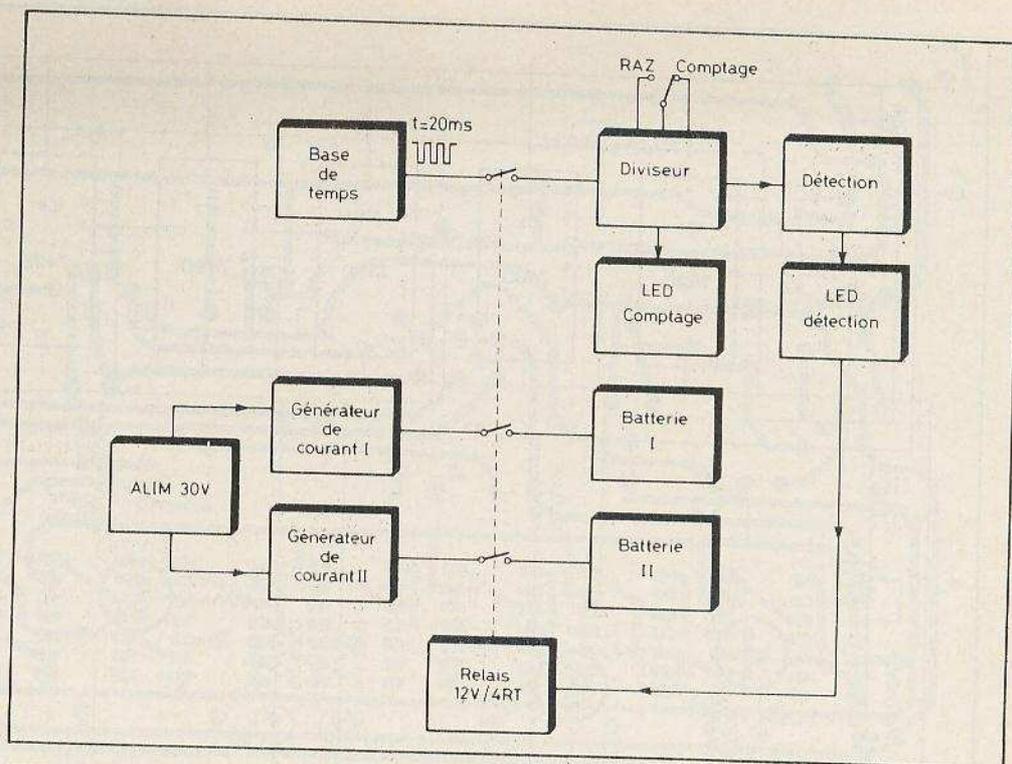


Fig. 1. - Schéma synoptique : deux générateurs de courant peuvent charger simultanément deux batteries et ce pendant un temps prédéterminé.

On sait que 14 heures représentent 50 400 secondes. On négligera 400 secondes, par rapport à 14 heures, car cela va simplifier beaucoup les calculs, et on n'a nullement besoin d'une telle précision.

Pour réaliser la division convenable, on a monté 6 compteurs par 10 en cascade, ce qui fait qu'avec 50 Hz à l'entrée, on a une fréquence de sortie égale à  $5 \cdot 10^{-5}$  Hz. Cela nous donne un signal dont la période est égale à  $2 \cdot 10^4$  secondes. Si on multiplie à présent cette période par 5, on obtient une variation du signal pendant  $10^5$  secondes. Le signal étant parfaitement carré, on peut constater que le front montant va se produire au bout de  $T/2$ , ce qui fait :

$$\frac{10^5}{2} = 50\,000 \text{ s (environ 13 h et 54 mn)}$$

Le dernier compteur est donc monté en diviseur par 5 (voir fig. 11).

L'impulsion de sortie va faire coller le relais, par l'intermédiaire de  $T_3$ . La résistance  $R_{14}$  limite le courant dans le relais. La LED  $D_6$  s'allume.

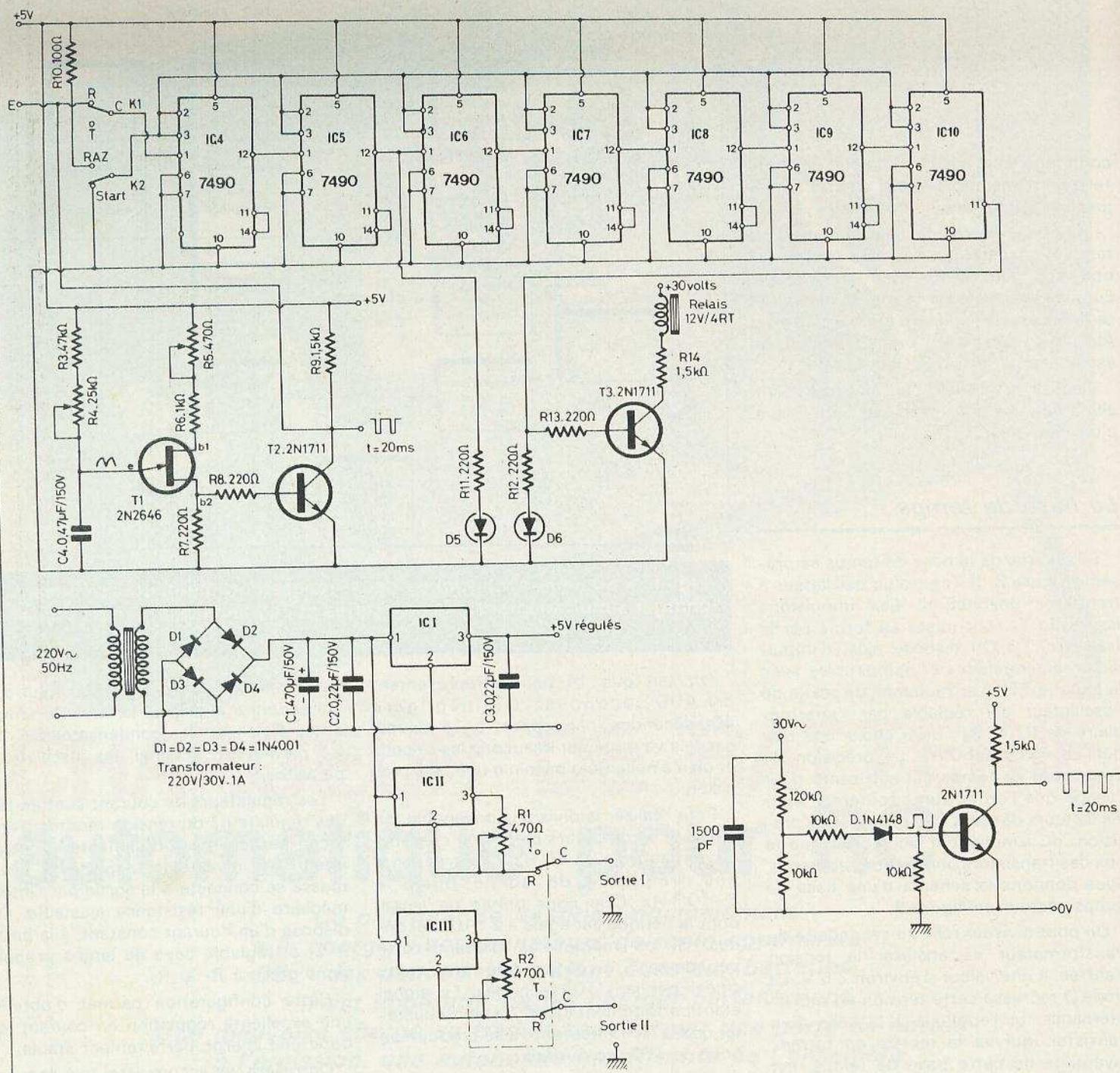


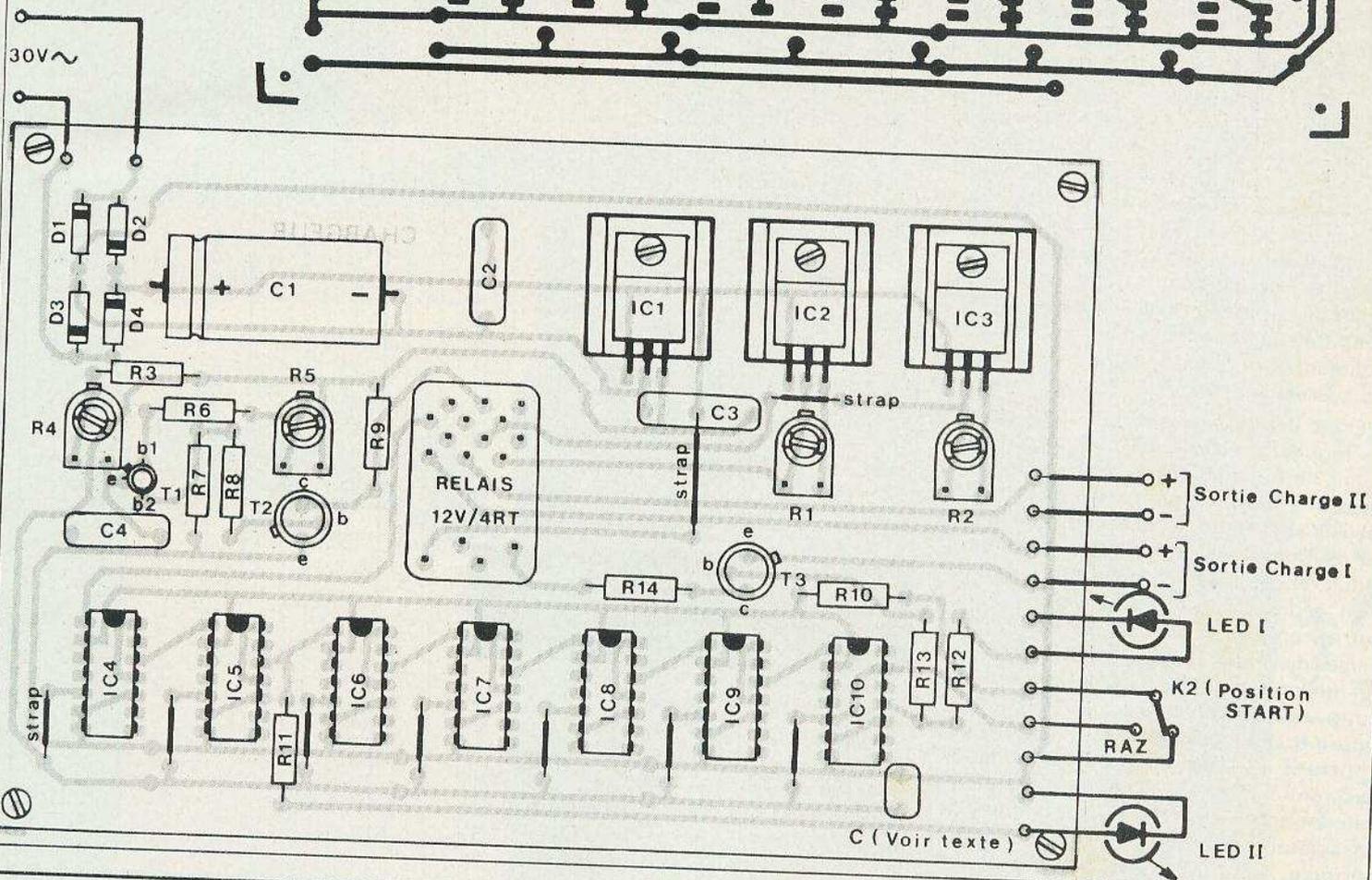
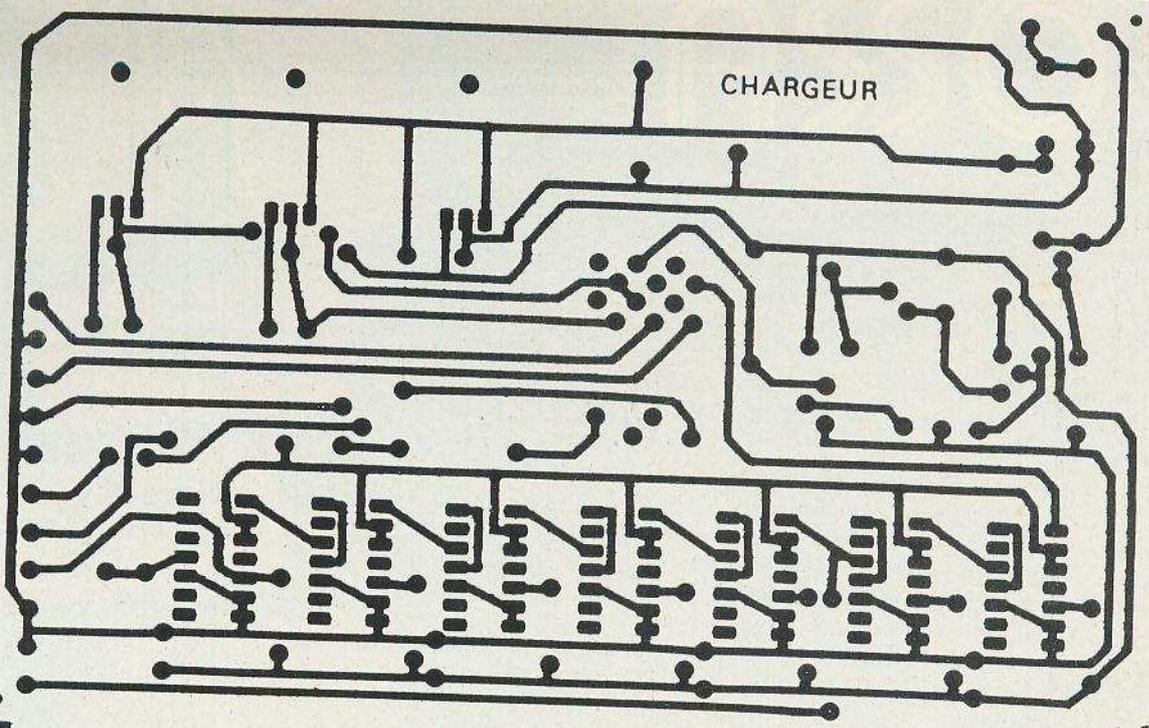
Fig. 2. à 5. - Le schéma de principe laisse apparaître une cascade de compteurs de type 7490 montés de manière à obtenir une période de 14 heures. Le tracé du circuit imprimé et de l'implantation des composants figurent à l'échelle 1. Attention aux straps et à l'orientation des composants polarisés.

rure, après avoir dessiné le circuit sur la plaque à l'aide de bandes et de pastilles adhésives. L'amateur dispose néanmoins de la méthode photographique. L'avantage de ce procédé est que l'on obtient un tracé très propre, et qu'il devient possible de reproduire plusieurs circuits. En contrepartie, l'investissement de base est plus lourd. Une fois le film « mylar » réalisé, on le plaque sur l'époxy présensibilisé, on insole aux ultraviolets, puis on

### Liste des composants

- R<sub>1</sub> : 470 Ω ajustable (voir texte)
- R<sub>2</sub> : 470 Ω ajustable (voir texte)
- R<sub>3</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>4</sub> : 25 kΩ ajustable
- R<sub>5</sub> : 470 Ω ajustable
- R<sub>6</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>7</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

- R<sub>8</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>9</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R<sub>10</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R<sub>11</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>12</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>13</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>14</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- C<sub>1</sub> : 470 ou 1000 μF, 50 V chimique
- C<sub>2</sub> : 0,22 μF, 150 V mylar
- C<sub>3</sub> : 0,22 μF, 150 V mylar



- C<sub>4</sub> : 0,47 μF, 150 V mylar
- C<sub>5</sub> : 0,22 μF (voir texte)
- IC<sub>1</sub> : régulateur 5 V, 1 A (7805)
- IC<sub>2</sub> : régulateur 24 V (7824)
- IC<sub>3</sub> : régulateur 24 V (7824)
- IC<sub>4</sub> : SN7490 (compteur binaire)
- IC<sub>5</sub> : SN7490 (compteur binaire)
- IC<sub>6</sub> : SN7490 (compteur binaire)
- IC<sub>7</sub> : SN7490 (compteur binaire)
- IC<sub>8</sub> : SN7490 (compteur binaire)

- IC<sub>9</sub> : SN7490 (compteur binaire)
- IC<sub>10</sub> : SN7490 (compteur binaire)
- T<sub>1</sub> : 2N2646 unijonction
- T<sub>2</sub> : 2N1711 NPN
- T<sub>3</sub> : 2N1711 NPN
- D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> : 1N4001 ou un pont redresseur 50 V / 1 A
- D<sub>5</sub> : LED ∅ 3 + support (rouge)
- D<sub>6</sub> : LED ∅ 3 + support (verte)
- 1 transformateur 30 V / 1 A

- 3 radiateurs identiques + 1 radiateur plus important
- 1 relais 12 V 4RT et son support
- 1 circuit imprimé en époxy 100 × 155
- Picots à souder
- 2 inverseurs à bascule à un circuit (miniatures)
- 4 douilles bananes (2 rouges, 2 noires)
- 1 coffret Teko P4
- 1 cordon secteur
- Visserie

grave. Tous les trous seront percés à 1. Le tracé du circuit imprimé se trouve **figure 12**. Pour finir, on désoxyde le cuivre en le frottant au tampon Jex. On rince; le cuivre doit être brillant et impeccable.

### Implantation

La **figure 4** indique l'implantation des composants.

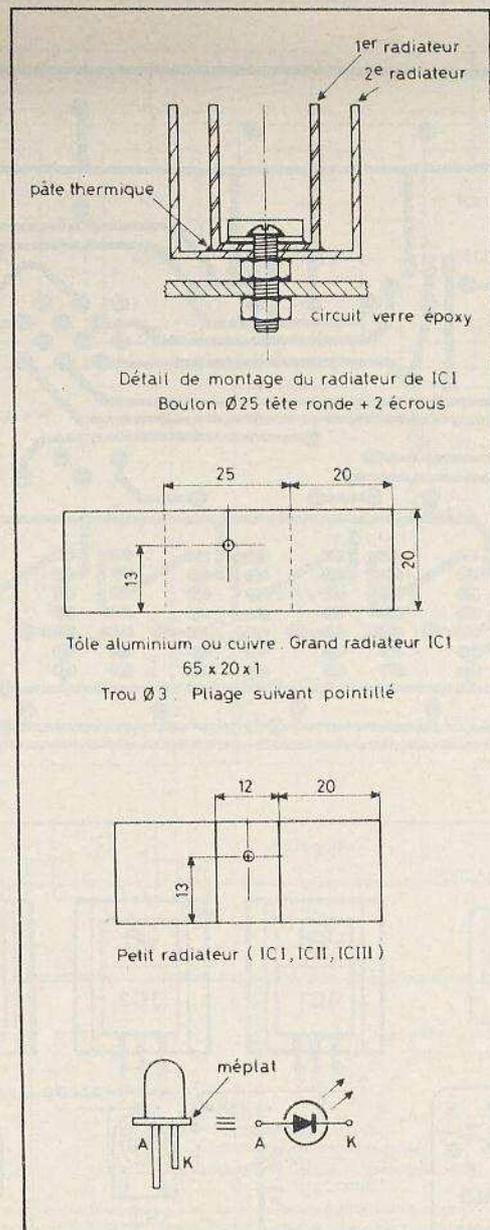
En premier lieu, on commencera par souder les straps (9 au total). On poursuivra par les circuits intégrés IC<sub>4</sub> à IC<sub>10</sub>. Une méthode pratique consiste à souder toutes les pattes n° 1, puis toutes les pattes n° 2, etc. L'avantage de ce procédé est d'être rapide, et de permettre aux « puces » de refroidir suffisamment entre chaque soudure.

On continue l'implantation par les transistors, diodes, tous les éléments passifs. On termine par le support de relais et les régulateurs. Les LED seront fixées directement sur la face avant du boîtier, par l'intermédiaire de supports. Quatre emplacements pour des capacités sont prévus sur le CI, car lors d'essais on a été amené à monter des condensateurs sur la ligne d'alimentation des diviseurs, afin d'éviter les accrochages HF.

Etant donné la puissance dissipée par les régulateurs, on a été contraint de les munir de radiateurs. On peut les acheter tout faits dans le commerce, ou bien les réaliser soi-même dans de la tôle de laiton ou d'aluminium. Malgré l'encombrement réduit, le régulateur 5 V doit être équipé d'un radiateur plus important que les autres, en raison du courant consommé par les diviseurs. On peut par exemple visser un radiateur du commerce dans un autre « fait main » comme l'indique la **figure 6**. Pour un tel assemblage, il est impératif d'utiliser de la pâte thermique, assurant un meilleur rendement. On intercale un écrou entre la plaque d'époxy et le radiateur, pour assurer une ventilation correcte. Le tout se fixe à l'aide de vis Ø 2 mm. On termine l'implantation par les picots. Le relais est ensuite monté sur son support.

### Montage dans un boîtier

Les dimensions du boîtier utilisé dépendront du transformateur choisi; nous avons utilisé un coffret « Teko » P<sub>4</sub>. Pour le plan de perçage de la face avant, on pourra s'inspirer de la **figure 7**. Il n'y a

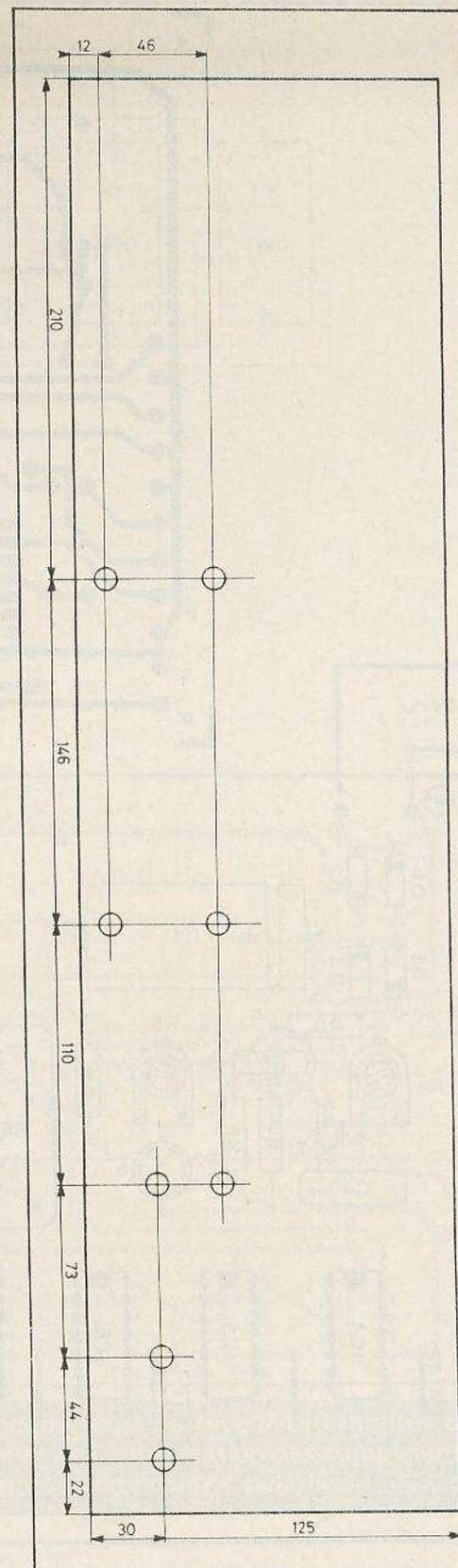


**Fig. 6. et 8. - Détail de montage du radiateur et brochage d'une LED.**

aucune difficulté en ce qui concerne la réalisation, puisque l'on n'aura que huit trous à percer. Il faudra aussi prévoir le passage du câble d'alimentation secteur dans le fond du boîtier. On monte les LED sur la face avant, puis les interrupteurs et les douilles bananes des sorties.

Arrivé à ce stade, on relie les commandes de la face avant au circuit imprimé. Ce dernier se place au fond du boîtier grâce à des vis, de même que le transformateur. Attention aux différentes polarités, et en particulier à celles des LED. La **figure 8** rappelle le sens de branchement des pattes d'une diode LED.

Pour améliorer l'esthétique de l'ensemble, on peut fixer des inscriptions sur la face avant, à l'aide de lettres « transferts ».



**Fig. 7. - Plan de perçage du boîtier.**

(Suite page 112)

# VUMETRE A TRANSISTORS

La technique en est arrivée à un point tel, qu'aujourd'hui nous pourrions vous présenter un vu-mètre équipé d'un seul circuit intégré désormais connu, le UAA 180, mais une fois de plus, nous préférons nous tourner vers les transistors.

Vous pourrez ainsi réaliser un vu-mètre à transistors à la « carte » à 5, 6 ou 10 diodes « led » suivant votre budget.

Le prix des transistors NPN a beaucoup baissé, et, dans ces conditions, il n'est pas dépourvu d'intérêt de se lancer dans la réalisation d'un vu-mètre en dépit du nombre important d'éléments, constitutifs.

Pour peu que les sources lumineuses soient judicieusement alignées, on disposera alors d'une rampe lumineuse dont la hauteur variera suivant le rythme de la modulation.

## Le schéma de principe

La figure 1 présente le schéma de principe général du montage pour 10 diodes électroluminescentes. L'ensemble se raccorde aux bornes HP de l'amplificateur et la résistance ajustable  $R_1$  permet le dosage de la modulation grâce au curseur.

Les signaux BF sont redressés et la tension continue filtrée par le condensateur  $C_1$  de  $2,2 \mu\text{F}$ . Cette configuration technologique va permettre de disposer d'une tension continue sur la base du transistor  $T_1$ . Ce dernier comporte en charge dans son circuit d'émetteur toute une série de diodes 1N914 ou 1N4148.

Le principe du vu-mètre repose sur l'utilisation de ces diodes qui en fonctionnement maintiennent une tension de 0,6 V à leurs bornes ce qui a

pour but de provoquer un décalage du potentiel des bases des transistors  $T_2$  à  $T_{11}$ .

Ces derniers comportent tous une résistance de base de  $1 \text{ k}\Omega$  et les diodes électroluminescentes avec leurs résistances de limitation en série dans le circuit collecteur, tandis que les émetteurs sont portés à la ligne négative d'alimentation.

On dispose ainsi d'un véritable « voltmètre » et l'écart entre l'allumage de deux diodes électroluminescentes est d'environ 0,6 V.

Il faudra dans ces conditions disposer à l'entrée, aux bornes du condensateur  $C_1$ , d'une tension continue d'environ 7 V pour allumer les 10 LED en même temps.

La résistance ajustable  $R_2$  pourra le cas échéant rattraper les dispersions de caractéristiques des transistors NPN trop « bon marché ».

Enfin le montage s'alimentera sous 12 V de tension.

## Réalisation pratique

La figure 3 reproduit à l'échelle 1 le tracé du circuit imprimé retenu. Ce dernier présente l'avantage d'être relativement compact, sans pour autant conduire à un tracé difficile à reproduire. Un stylo marqueur ou mieux encore des éléments de transfert direct permettraient une exécution très propre du vu-mètre.

L'implantation des éléments laisse apparaître que nous avons préféré disposer les diodes LED du côté cuivré afin de disposer d'un meilleur alignement de ces dernières d'un diamètre de 3 ou de 5 mn. Un seul point délicat, il faudra parfaitement repérer la cathode de ces diodes.

Pour plus de facilité vous remarquerez également que nous avons plié la base du transistor  $T_1$  sans difficulté.

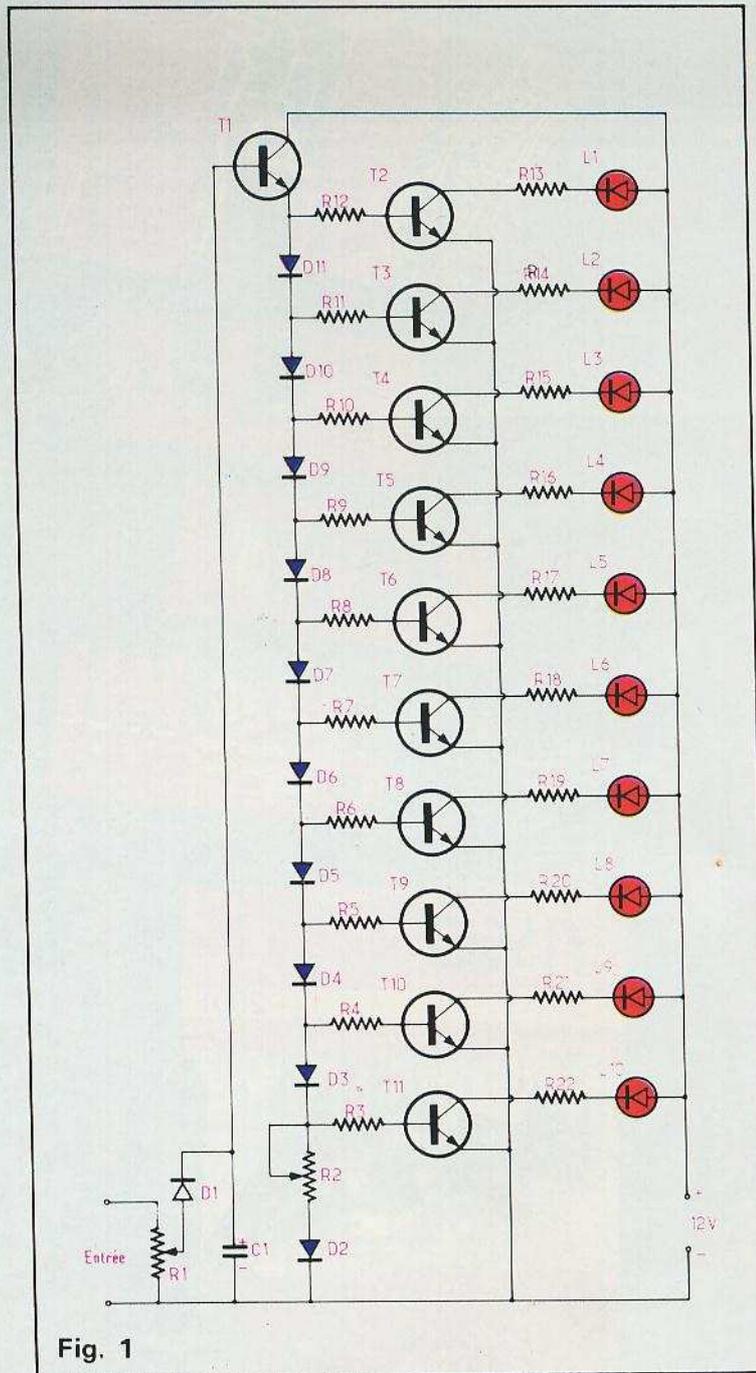
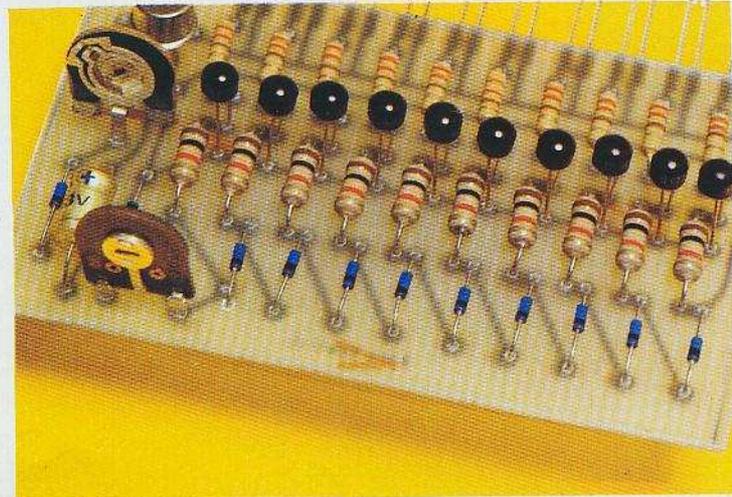


Fig. 1



En conséquence, on veillera à sa bonne insertion en repérant bien l'émetteur. L'orientation des diodes silicium sera évidemment à respecter.

On pourra vérifier le bon fonctionnement du vu-mètre en le raccordant aux prises haut-parleur de l'amplificateur, ou bien en appliquant une tension continue variable aux bornes du condensateur C<sub>1</sub>.

### Composants

- R<sub>1</sub>, potentiomètre ajustable : 1 k $\Omega$
- R<sub>2</sub>, potentiomètre ajustable : 470  $\Omega$
- R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub>, R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub>, R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub> : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron).
- C<sub>1</sub> : 2,2  $\mu$ F à 10  $\mu$ F / 12 V.
- T<sub>1</sub> : 2N1711, 2N1613, 2N2222 etc.
- T<sub>2</sub> à T<sub>11</sub> : BC408, BC237, BC548 etc.

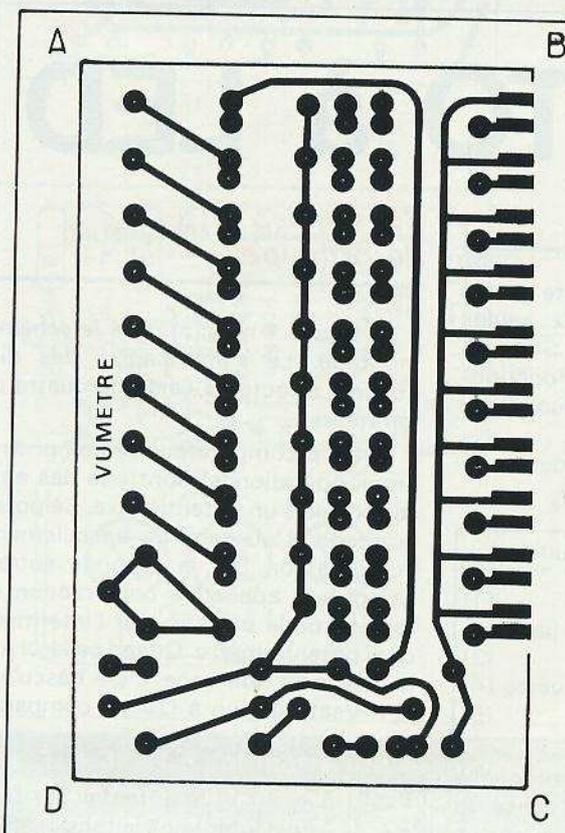
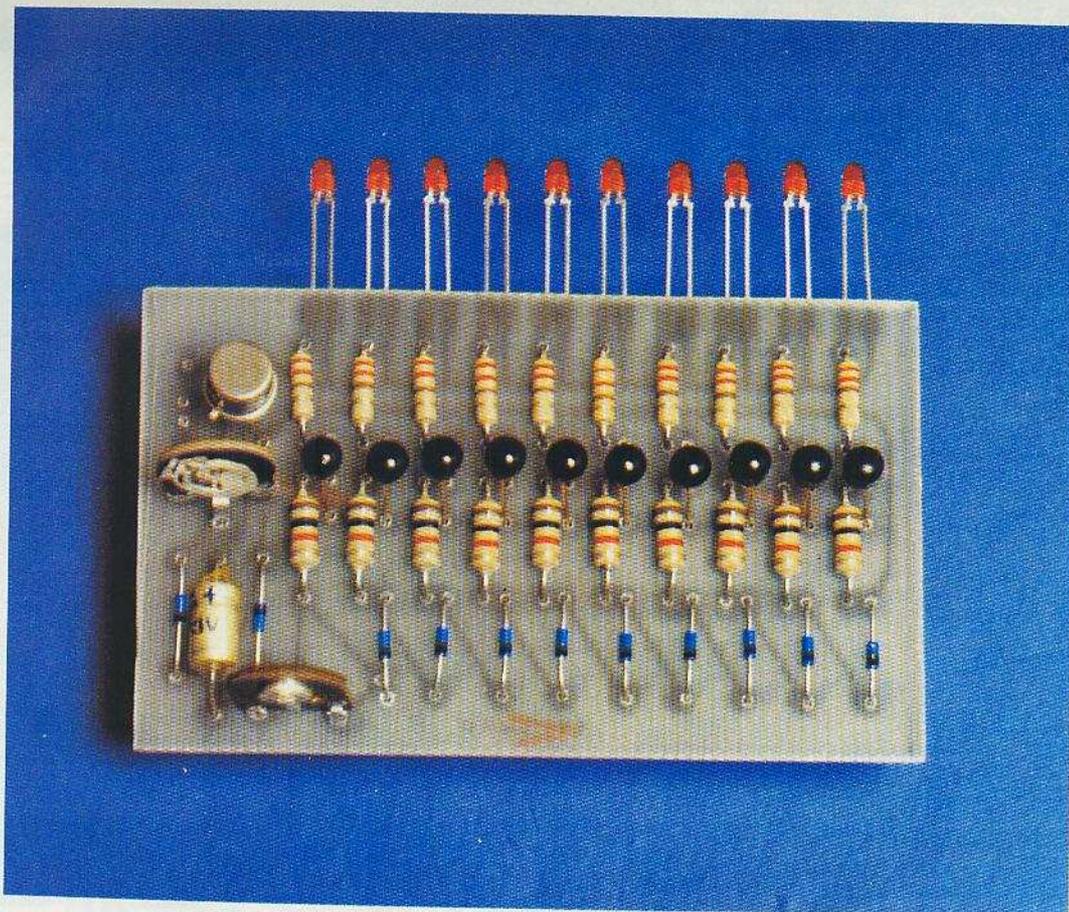


Fig. 2

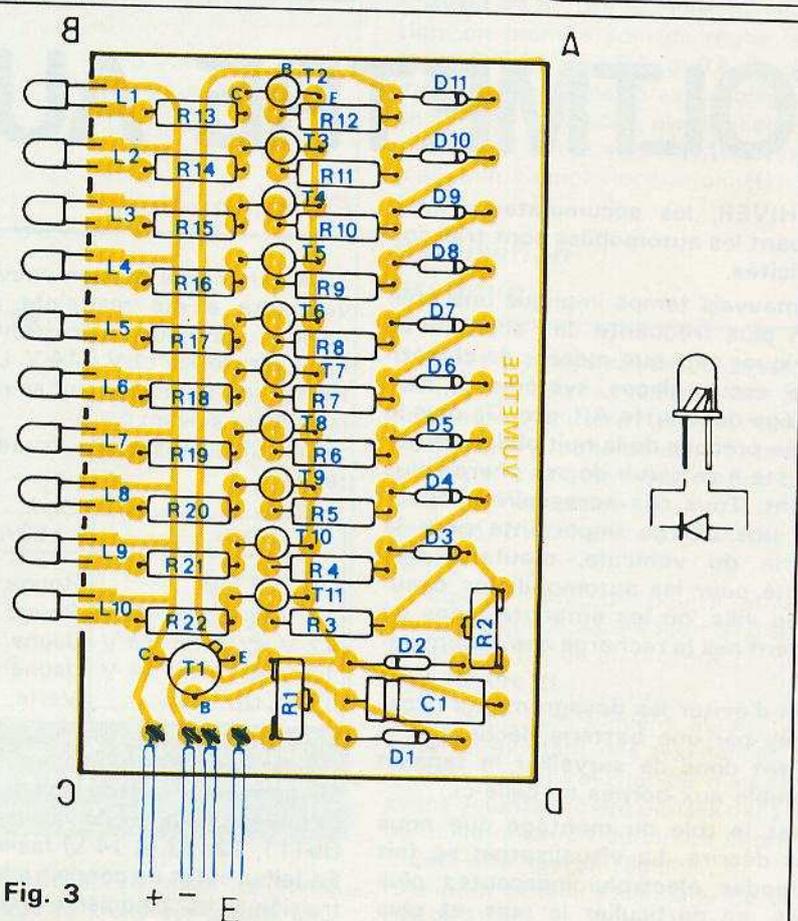
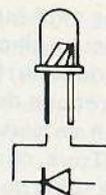
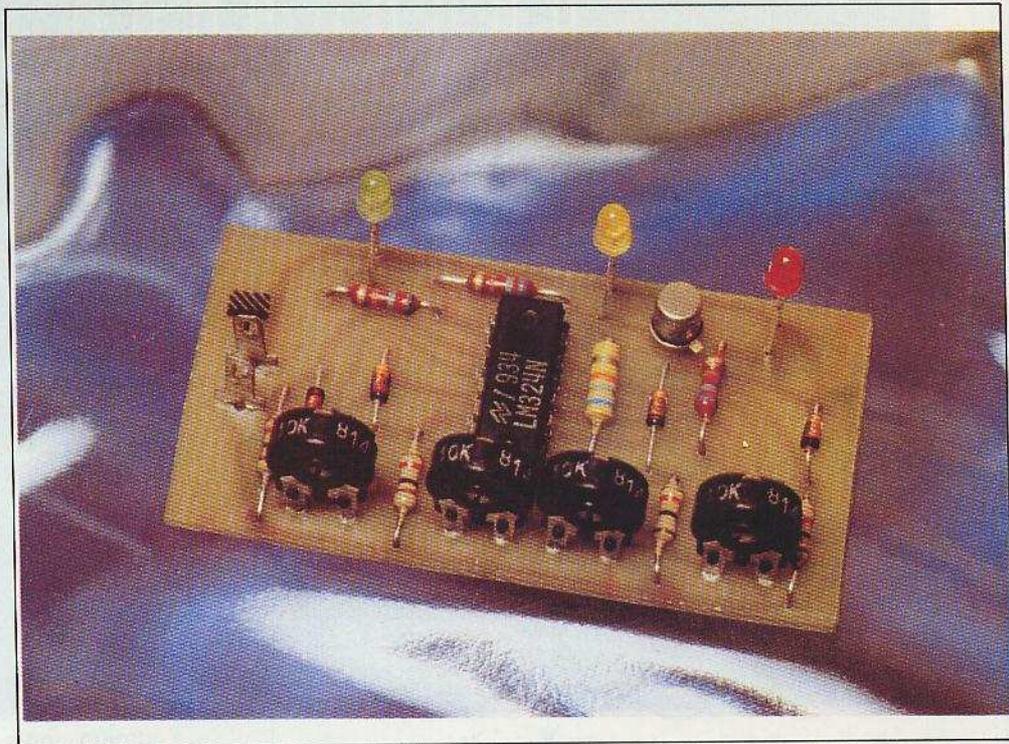


Fig. 3





## VOLTMETRE AUTO à LED

**L'**HIVER, les accumulateurs équipant les automobiles sont très sollicités.

Le mauvais temps implique une utilisation plus fréquente des accessoires électriques tels que moteur de climatisation, essuie-glaces, système de dés-embuage de lunette AR, etc. De plus la tombée précoce de la nuit oblige l'automobiliste à se servir de ses phares plus souvent. Tous ces accessoires constituent une charge importante pour la batterie du véhicule, d'autant plus gênante pour les automobilistes circulant en ville, où les embouteillages ne facilitent pas la recharge des accumulateurs.

Afin d'éviter les désagréments occasionnés par une batterie déchargée, il convient donc de surveiller la tension disponible aux bornes de celle-ci.

C'est le rôle du montage que nous allons décrire. La visualisation se fait par diodes électroluminescentes plus lisibles, en particulier la nuit, et plus agréables pour l'œil qu'un cadran à aiguilles.

### Fonctionnement

La gamme de tension couverte par le voltmètre a été restreinte aux seules valeurs qui nous intéressent. Soit, en l'occurrence, de 11 V à 14 V. Le fonctionnement du montage peut se résumer par le tableau suivant :

Soit  $U_b$  la tension aux bornes de la batterie :

$U_b$	LED allumées
$U_b < 11 \text{ V}$	Rouge (1)
$11 \text{ V} \leq U_b < 12 \text{ V}$	Rouge + jaune (2)
$12 \text{ V} \leq U_b < 13 \text{ V}$	Jaune (3)
$13 \text{ V} \leq U_b < 14 \text{ V}$	Jaune + verte (4)
$14 \leq U_b$	Verte (5)

Il est évident que l'utilisation rationnelle du montage nécessite la connaissance de ce tableau. Le choix de valeurs entières de  $U_b$  (11, 12, 13 et 14 V) facilite la chose. En fait, il suffit de connaître les première, troisième et cinquième lignes de ce tableau pour pouvoir retrouver les autres aisément.

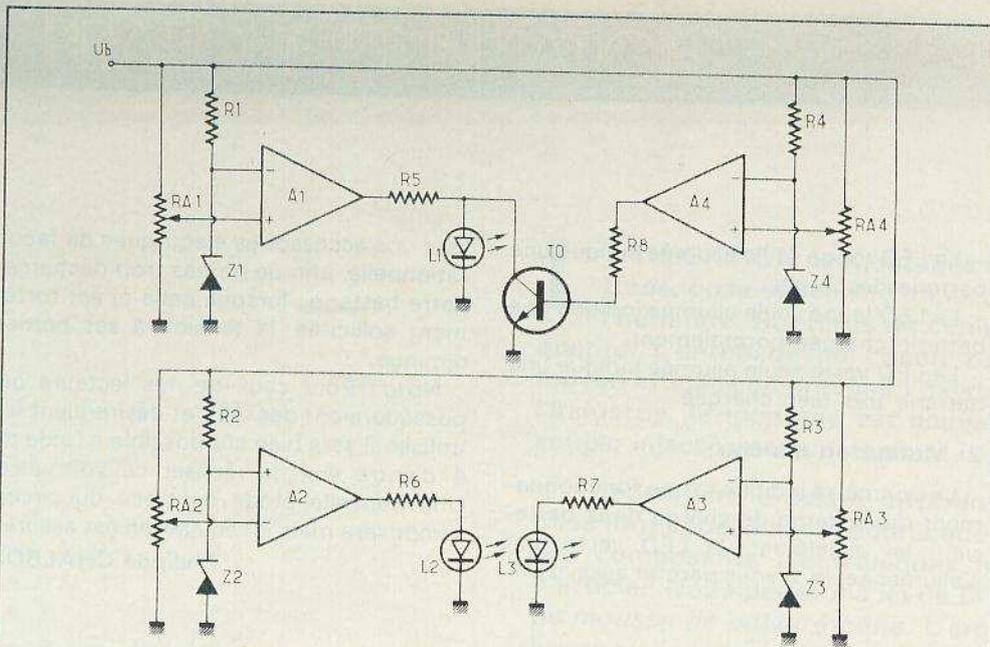
### Schéma de principe

La figure 1 nous montre le schéma du montage. Le « matricage » des diodes LED est effectué à l'aide de quatre comparateurs.

Chaque comparateur se compose d'un ampli opérationnel dont une des entrées est portée à un potentiel fixe. Ce potentiel correspond au seuil de basculement du comparateur. Sur la seconde entrée de l'ampli est appliquée une fraction de la tension de la batterie, par l'intermédiaire d'un potentiomètre. Quand celle-ci atteint la valeur de référence, il y a basculement à  $+V_{sat}$  ou bien à 0V du comparateur.

Examinons le fonctionnement plus en détail :

– Si  $U_b < 11 \text{ V}$ , le potentiel sur l'entrée e+ de  $A_1$  est inférieur à la tension de référence appliquée sur l'entrée e-. La sortie de  $A_1$  est à 0 V. Il en est de même pour  $A_3$  et  $A_4$ . Les LED jaunes et vertes sont donc éteintes. Par contre la sortie de  $A_2$  est à  $+V_{sat}$  car le potentiel de référence



sortie passe à 0 V, la LED rouge s'éteint donc. A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> et A<sub>4</sub> ne bougent pas. La LED jaune est donc seule allumée.

- Si  $13 \text{ V} \leq U_b < 14 \text{ V}$ , A<sub>3</sub> bascule et sa sortie passe à + V<sub>sat</sub>, ce qui illumine la LED verte. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub> ne changent pas. On a donc 2 LED allumées; la verte et la jaune.

- Si  $14 \text{ V} \leq U_b$ , A<sub>4</sub> bascule et sa sortie passe à + V<sub>sat</sub>. Ce qui provoque la conduction du transistor T<sub>0</sub> qui court-circuite la LED jaune qui s'éteint donc. La LED verte est seule allumée.

### Mise au point

Elle consiste à régler les seuils de basculement des 4 comparateurs, à l'aide des 4 potentiomètres RA<sub>1</sub>, RA<sub>2</sub>, RA<sub>3</sub> et RA<sub>4</sub>.

Pour cela, il faudra disposer d'une alimentation continue variable et d'un voltmètre.

Avant de mettre le montage sous tension, on prendra soin de régler les curseurs de RA<sub>1</sub>, RA<sub>2</sub>, RA<sub>3</sub> et RA<sub>4</sub> en position médiane. De même, lors du réglage de ces ajustables, il faudra éviter d'amener le curseur en butée afin d'éviter tous dommages aux amplis opérationnels.

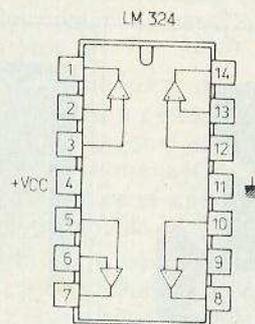
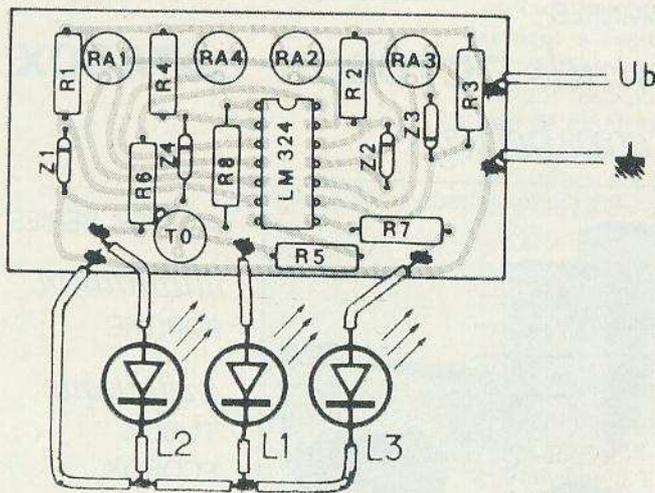
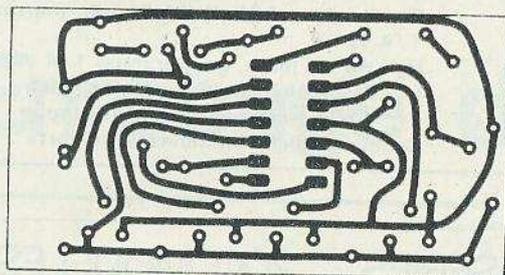
### Réalisation pratique

Le petit nombre de composants fait que le montage peut se prêter à une réalisation sur plaquette genre Veroboard. Néanmoins comme ce circuit est destiné à équiper une automobile, nous conseillons la réalisation d'un petit circuit imprimé, plus fiable vis-à-vis des vibrations.

Pour ce faire, on pourra utiliser un stylo-marqueur, à condition qu'il soit suffisamment fin, ou un procédé photo-sensible (figure 2).

Ce petit inconvénient aurait pu être évité en ajoutant des résistances talons en série avec les ajustables, mais nous les avons volontairement omises dans un but de miniaturisation du circuit imprimé.

Ceci effectué on réglera :  
RA<sub>1</sub> pour obtenir l'allumage de L<sub>1</sub> pour  $U_b \geq 11 \text{ V}$   
RA<sub>2</sub> pour obtenir l'extinction de L<sub>2</sub> pour  $U_b \geq 12 \text{ V}$ .



**Fig. 1. à 3. - Ce voltmètre utilise entièrement le LM 324 quadruple A.O.P. de basse puissance et de gain élevé. Trois LED visualisent des valeurs entières de tension. Tracé du circuit à l'échelle 1.**

est appliqué sur l'entrée e<sub>+</sub>. La LED rouge est donc seule allumée.

- Si  $11 \text{ V} \leq U_b < 12 \text{ V}$ , A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> ne changent pas d'état. Par contre A<sub>1</sub> bas-

cule à + V<sub>sat</sub> et la LED jaune s'illumine. Les LED rouge et jaune sont donc allumées.

- Si  $12 \text{ V} \leq U_b < 13 \text{ V}$ , A<sub>2</sub> bascule et sa

RA<sub>3</sub> pour obtenir l'allumage de L<sub>3</sub> pour Ub ≥ 13 V  
 RA<sub>4</sub> pour obtenir l'extinction de L<sub>1</sub> pour Ub ≥ 14 V

L'usage de potentiomètres permet bien entendu de modifier les seuils d'extinction ou d'allumage des LED et chacun pourra s'il le désire modifier ceux-ci à sa guise.

Le réglage effectué, on pourra enduire les potentiomètres de colle pour qu'ils ne se dérèglent pas avec les vibrations.

Voilà, il ne reste plus qu'à installer le montage sur le véhicule. Une bonne solution consiste à percer trois trous dans le tableau de bord, ou la console auto-radio, pour les LED et fixer le montage derrière le tableau de bord. Le montage sera logiquement alimenté après la clé de contact.

### Utilisation

#### 1) Contact mis, moteur arrêté :

Le voltmètre indique l'état de charge de la batterie.

- La LED rouge seule allumée indique une batterie déchargée.

- La LED jaune seule allumée indique une batterie chargée normalement.

- La LED verte seule allumée indique une batterie très bien chargée.

#### 2) Moteur en marche :

Le voltmètre indique le bon fonctionnement du système de charge de la batterie ; en accélérant, la LED verte doit s'allumer seule. Il vous permet aussi d'utiliser vos accessoires électriques de façon rationnelle, afin de ne pas trop décharger votre batterie ; lorsque celle-ci est fortement sollicitée, la tension à ses bornes diminue.

liser vos accessoires électriques de façon rationnelle, afin de ne pas trop décharger votre batterie ; lorsque celle-ci est fortement sollicitée, la tension à ses bornes diminue.

**Nota :** Pour ceux de nos lecteurs qui posséderaient des 741 et désireraient les utiliser, il sera bien sûr possible à l'aide de 4 d'entre eux de réaliser ce voltmètre. Une nouvelle étude du tracé du circuit s'imposera mais le résultat en est assuré :

Philippe CHALBOS

### Nomenclature

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> : LM324 en DIL 14 broches

T<sub>0</sub> : 2N2222

Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>3</sub>, Z<sub>4</sub> : zeners 6,2 V ou 6,8 V (400 mW)

RA<sub>1</sub>, RA<sub>2</sub>, RA<sub>3</sub>, RA<sub>4</sub> : potentiomètres miniatures 10 kΩ ou 22 kΩ

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge) 1/4 W

R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 680 Ω (bleu, gris, marron) 1/4 W

R<sub>8</sub> : 68 kΩ (bleu, gris, orange) 1/4 W

L<sub>1</sub> : diode électroluminescente jaune

L<sub>2</sub> : diode électroluminescente rouge

L<sub>3</sub> : diode électroluminescente verte

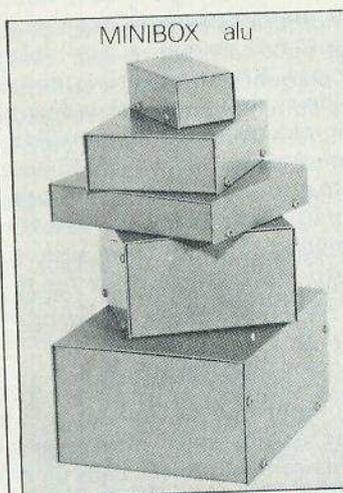
# COFFRETS RETEX

7 SERIES 200 MODELES

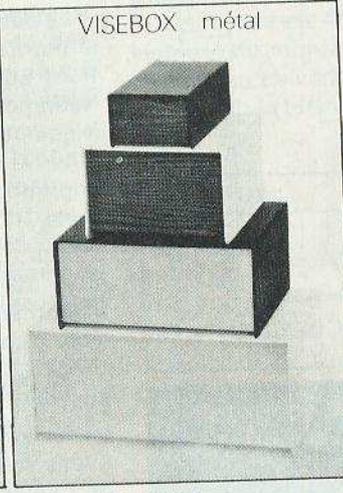
**RETEXBOX**

PRATIQUES - ROBUSTES - ESTHETIQUES - FINITIONS SOIGNEES

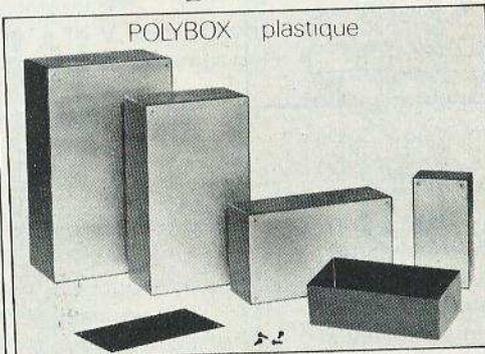
*Les qualités des coffrets professionnels* **OCTOBOX - DATABOX**  
*à des prix très compétitifs*



MINIBOX alu



VISEBOX métal



POLYBOX plastique

AUTRES SERIES :

*aluminium*

PUPITRE

*métallique*

TUBOX

ECOBX

CABINBOX

JE DESIRE RECEVOIR :

- Documentation sur les coffrets RETEX

- Liste des grossistes - revendeurs

NOM \_\_\_\_\_

RUE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

AGENT EXCLUSIF FRANCE  
 LE DEPOT ELECTRONIQUE  
 84470 CHATEAUNEUF DE GADAGNE  
 TELEX 431195 ab 61

L'UTILISATION de montages électroniques, sur des motos ou des voitures, pose souvent d'importants problèmes dus aux vibrations ou à l'humidité. Ruptures de connexions et courts-circuits sont alors fréquents. L'enrobage du circuit par une matière plastique constitue un moyen efficace de prévenir l'oxydation et la rupture des connexions. Dans l'industrie, le montage est souvent surmoulé par une matière plastique souple injectée sous pression.

Cependant, il existe différentes méthodes accessibles à l'amateur. Elles font appel à des produits que l'on peut se procurer au même titre que des composants électroniques (voir lieux d'approvisionnement en fin d'article). Nous parlerons ici de la *résine polyester*, de la *résine époxy* et de *mousse de polyuréthane*. L'emploi de ces produits n'est d'ailleurs pas limité au domaine de l'électronique. Les bricoleurs leur trouveront de nombreuses autres applications. C'est ainsi que la résine polyester nous a servi aussi bien pour l'enrobage de l'allumage électronique de notre moto de compétition (E.P. n° 13), que pour la confection du carénage, du réservoir ou même de certaines pièces du moteur...

## Enrobage des circuits

### I - LA RESINE POLYESTER

Elle permet d'inclure le montage dans un bloc compact et dur, résistant parfaitement à l'eau. Elle se présente sous la forme d'un liquide assez épais et généralement transparent. Parfois elle est chargée de poudres colorées et prend alors le nom de gel-wat, qui, plus épais, est utilisé en surface sur les coques de bateaux, les carénages de motos...

Cette résine a la propriété de durcir lorsqu'elle est mélangée à certains réactifs chimiques. Il se produit alors une réaction (appelée polymérisation) qui nécessite quelques heures et s'accompagne d'un léger dégagement de chaleur.

Le durcissement de la résine nécessite deux produits: « l'accélérateur » et le « catalyseur ». La résine est généralement fournie « préaccélérée », c'est-à-dire que l'accélérateur est déjà incorporé à celle-ci. (Sinon il est fourni à part et devra être mélangé doucement à la résine).

Le durcissement proprement dit sera provoqué par le catalyseur qui sera ajouté à la résine juste avant son utilisation dans la proportion d'environ 3 %.

Les moules seront réalisés, selon le montage à enrober, avec des récipients divers, ou bien confectionnés avec du car-

ton épais et du ruban adhésif. Ils devront autant que possible être étanches (pour éviter la désagréable surprise de retrouver le montage collé à la table de travail...).

La résine pourra également être coulée dans un boîtier classique (genre Teko, ou autre), si celui-ci est étanche.

### Matériel nécessaire

- Résine polyester préaccélérée,
- catalyseur (fourni avec la résine),
- une pipette ou un compte-gouttes,
- quelques récipients,
- une spatule quelconque pour mélanger.

### Mise en œuvre

1) Avant tout, vérifiez le fonctionnement de votre montage. Il serait tout à fait désagréable de devoir casser au marteau un bloc de résine pour tenter de récupérer, en vain, quelques composants.

2) Il faut ensuite disposer, au besoin avec de petites cales, le circuit dans un moule de dimensions appropriées, ou tout simplement dans son boîtier. Tous les fils sortiront par le haut du moule qui reste ouvert pour couler la résine.

3) Préparation de la résine. Après avoir vérifié qu'elle est correctement « accélérée » (elle est alors de couleur rose), lui ajouter 3 % à 5 % maximum de catalyseur. Plus il y a de catalyseur, plus la polymérisation est rapide mais un **excès peut provoquer un fort échauffement** qui fendille la résine et peut détruire certains composants.

Il faut mélanger doucement pour éviter les bulles.

4) La résine est ensuite versée dans le moule (légèrement graissé si l'on veut démouler). Opérer lentement en inclinant le moule afin d'éviter les bulles. Pour des blocs assez épais, il sera préférable d'opérer en plusieurs couches successives pour éviter d'éventuelles fissures.

5) Finition : Généralement la résine est parfaitement durcie après un demi-journée ou une nuit. On peut alors procéder sans risque au démoulage. Le montage est alors pris dans un bloc compact et transparent dont l'aspect extérieur dépend évidemment de l'état de surface de moule. (Dans le cas où la résine est coulée dans un boîtier classique, celui-ci peut être conservé).

Les artistes pourront aussi polir l'ensemble avec du papier de verre fin, puis de la pâte à polir. Ils pourront alors admirer les belles couleurs de leurs composants (si le montage ne fonctionne pas, il pourra toujours servir de presse-papier...).

### Quelques conseils

Lors de l'utilisation de la résine, il est préférable d'opérer dans un local bien aéré. D'autre part, le catalyseur doit être manipulé avec précaution car il est toxique. La pipette qui sert à son dosage lui sera réservée exclusivement et ne servira jamais pour autre chose.

La résine est une bonne colle et une tache est vite arrivée. Il est donc préférable de travailler avec une blouse et des gants. En cas de tache, il faut l'enlever le plus rapidement possible avec du trichloréthylène ou de l'acétone.

Enfin une dernière recommandation : il ne faut pas enrober les radiateurs de refroidissement prévus sur les transistors, triacs ou autres composants. Ceux-ci doivent rester nécessairement à l'air libre.

---

## **II - LA RESINE EPOXY**

---

Elle est d'un emploi très proche de la résine polyester, mais ses caractéristiques sont différentes. (Son prix aussi est plus élevé). Les avantages par rapport à la résine polyester sont les suivants :

- Elle est plus solide.
- Lors de la polymérisation, il n'y a pratiquement pas d'échauffement pouvant détruire certains composants (circuits intégrés par exemple).
- Le retrait est moins important.
- Elle résiste mieux aux solvants.

Elle sera donc employée pour de petits montages à circuits intégrés délicats. Elle convient par exemple très bien pour l'enrobage du capteur magnétique décrit dans E.P. n° 15.

### **Utilisation :**

Elle s'utilise de la même façon que la résine polyester à la différence près que l'on utilise un « durcisseur » à la place du « catalyseur » et dans une proportion plus importante (1/3).

---

## **III - LA MOUSSE DE POLYURETHANE**

---

Nous allons voir maintenant comment enrober les montages dans une mousse légère et compacte à alvéoles clos et n'absorbant donc pas l'eau.

Alors que la résine, à cause de son poids s'utilise de préférence pour de petits montages, la mousse de polyuréthane permettra de combler des volumes importants avec un faible poids.

De plus, les vibrations éventuelles seront très amorties.

### **Utilisation :**

Là encore, il s'agit de mélanger deux liquides, mais cette fois-ci en quantités égales.

Dès que les produits sont mélangés, il se produit une effervescence. Il faut alors verser rapidement le mélange dans un boîtier enveloppant le montage à enrober.

Le liquide mousse et gonfle alors en occupant tout le volume du boîtier jusqu'à

déborder. Cette mousse durcit ensuite rapidement. Il est alors très facile de couper à l'aide d'une lame la mousse qui avait débordé.

En cas d'erreur, la mousse peut d'ailleurs être rapidement dissoute à l'aide d'acétone. (Elle résiste cependant à l'essence).

Ce procédé est rapide et même assez amusant. On peut ainsi remplir rapidement n'importe quel volume de mousse.

Le matériel électronique militaire est parfois enrobé de cette façon.

---

## **Conclusion**

---

Vous voici donc en possession d'éléments vous permettant de réaliser facilement l'enrobage de vos montages.

Les procédés décrits ne sont d'ailleurs pas limitatifs. Nous avons été étonnés de la diversité des produits existant (résine, mousse, caoutchouc...). Pour certains cas particuliers, il faut donc se renseigner dans les magasins spécialisés.

---

## **Approvisionnement**

---

Les produits décrits peuvent se trouver chez les bons droguistes ou dans les magasins spécialisés dans la vente de matériaux pour la construction de modèles réduits.

Ils sont présentés sous différentes marques mais ont généralement des caractéristiques très voisines.

Dans tous les cas, les produits décrits sont entièrement disponibles chez « Adam », 11, boulevard Edgar-Quinot, 75014 Paris, dont les spécialistes ont pu répondre à toutes nos questions lors des recherches nécessaires à la rédaction de cet article.

G. DUNEAU



# VOITURE TELEGUIDEE par l'éclairage ambiant

**I**l existe différents moyens d'assurer la commande à distance d'un mobile.

En effet, les ordres relatifs à l'évolution de ce mobile peuvent être véhiculés par la voie des ondes hertziennes, du son, des ultra-sons ou de la lumière.

Le procédé employé dans la réalisation décrite ci-après fait appel à... l'éclairage ambiant disposé dans une pièce, un couloir, un garage ou une cour.

Très fiable et ne nécessitant pratiquement aucune mise au point, ce type de télécommande

digitale séduira certainement beaucoup de nos lecteurs. Par ailleurs, sa réalisation ne met en œuvre que des composants courants disponibles auprès de la plupart des fournisseurs.

Dans ce premier article seront décrits le fonctionnement et la réalisation de l'émetteur.

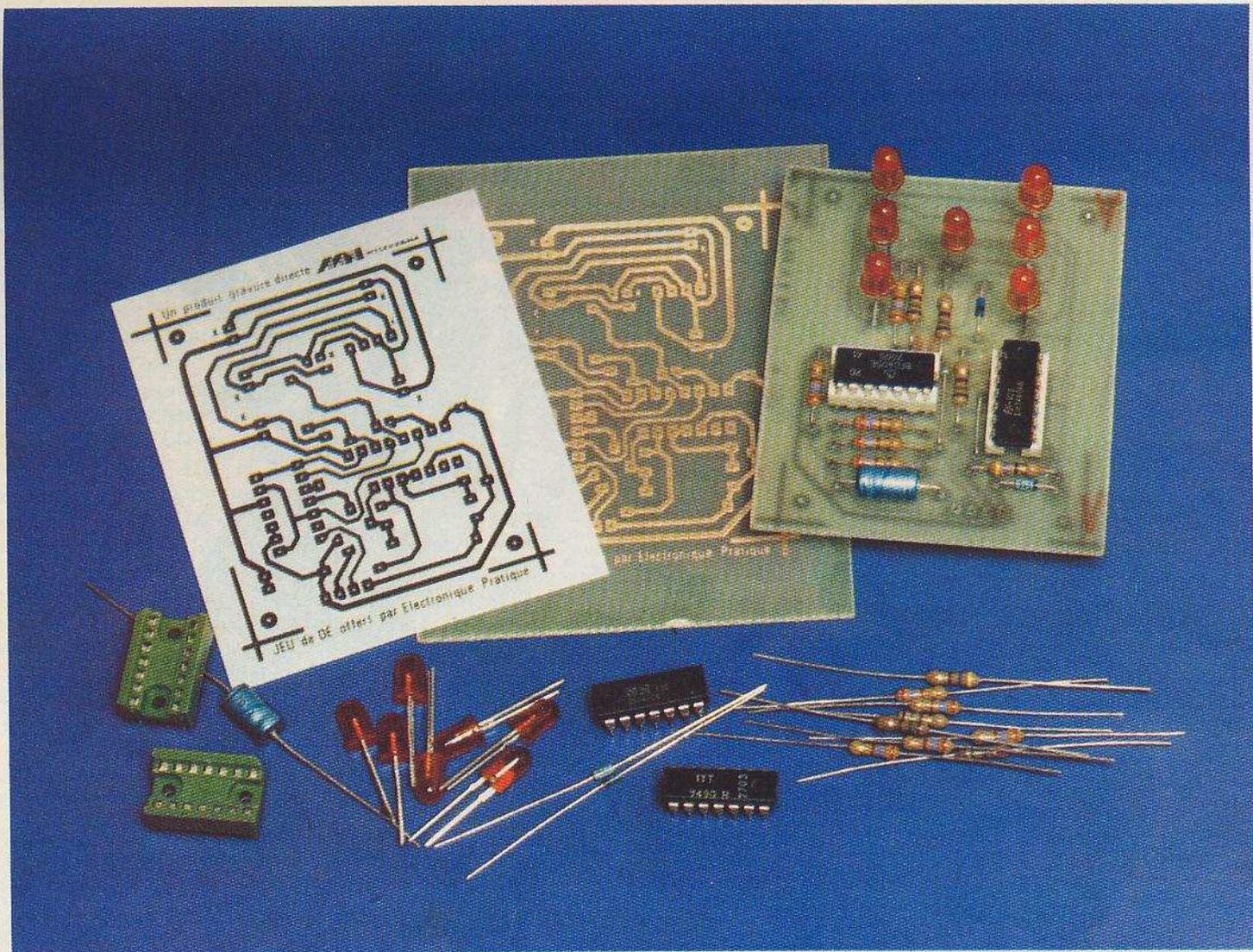
Le récepteur et son installation à bord d'une voiture feront l'objet d'une deuxième partie qui sera publiée dans notre édition du mois prochain.

## *1 - Principe de fonctionnement*

La figure 1 reprend le schéma synoptique du fonctionnement de l'émetteur. Une ampoule de 100 W, à filament, émet une lumière codée, suivant un certain nombre de règles qui seront explicitées un peu plus loin. Cet éclairage codé frappe des photo-transistors disposés sur le récepteur dont la mission est de décoder ces signaux de manière à assurer l'alimentation ou la non-alimentation de deux moteurs: un moteur de traction et un moteur de direction. Par ailleurs, ce codage détermine également le sens de rotation de ces moteurs. Le principe de cette codification est le suivant:

- Codage n° 1: il se caractérise par... l'absence de codage: la voiture reste immobile.

*(Suite page 106)*



notre couverture:

# JEU de DES électronique

**L**ES jeux électroniques, si l'on en croit les derniers sondages, retiennent toujours l'attention des amateurs, pour peu que leur prix de revient reste très bas. Nous avons déjà eu l'occasion de publier ce montage, il y a trois ans et si nous permettons une rediffusion, c'est que nous sommes en mesure de vous offrir en cadeau un transfert direct destiné à la réalisation du circuit imprimé.

En effet, l'utilisation des deux circuits intégrés et, l'emplacement des sept diodes électroluminescentes destinées à la configuration des faces du dé conduisent à un tracé du circuit imprimé relativement complexe si on désire que les dimensions de ce dernier s'inscrivent dans les cotes du boîtier Teko P/1.

Pour la première fois une revue spécialisée à fort tirage va tenter d'insérer un transfert direct dans tous les numéros. Cette opération va être effectuée manuellement sur les cent trente mille exemplaires de la revue aussi prions-nous nos lecteurs de bien vouloir « passer » les éventuels défauts qui pourraient survenir, au niveau de l'encartage de ce produit « fragile ».

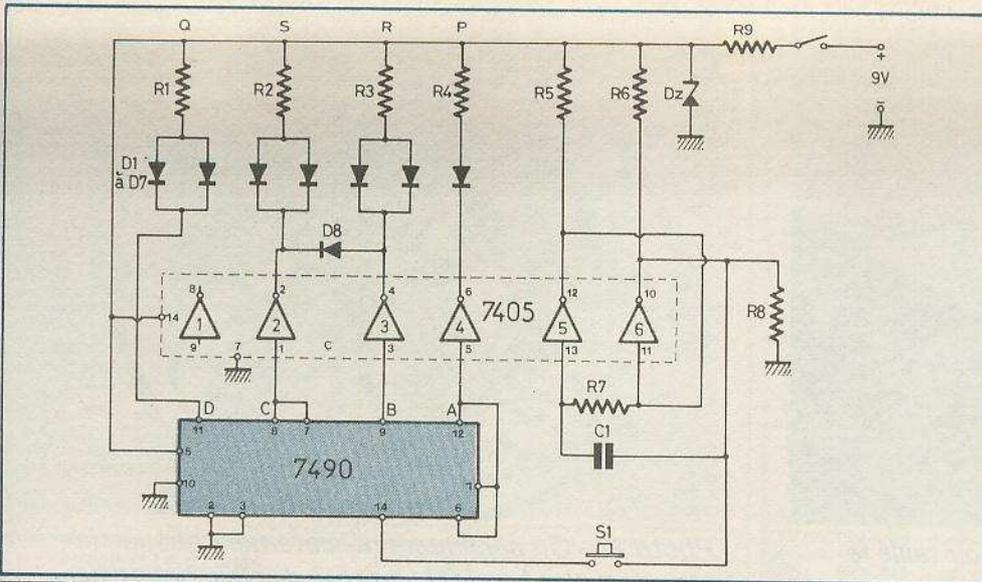


Fig. 1. - Le schéma de principe général laisse apparaître l'utilisation de deux circuits intégrés TTL d'un prix de revient très bas.

par 6 en reliant les sorties C et A aux entrées de remise à 9. Les sorties DCBA prendront ainsi les valeurs décimales 0, 1, 2, 3, 4 et 9 et, ainsi de suite.

L'entrée horloge (borne 14) du compteur sera reliée grâce au bouton poussoir S<sub>1</sub> à un oscillateur, formé de deux inverseurs d'un circuit 7405. Celui-ci est un sextuple inverseur à collecteur ouvert; trois de ces inverseurs sont destinés à commander les diodes S, R et P.

Vous remarquerez que pour Q, les diodes sont directement reliées, à la sortie D du 7490, car elles doivent être allumées en permanence sauf pour la face UN. La présence de D<sub>8</sub> reste nécessaire afin d'allumer R en même temps que S. Les puristes remarqueront également, une divergence entre le tracé du circuit imprimé et le schéma de principe, à savoir la position des résistances R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> vis-à-vis des diodes, mais en fait, il n'en est rien car il s'agit d'un montage en série.

Enfin pour que le montage puisse s'insérer à l'intérieur d'un petit coffret, nous avons alimenté l'ensemble sous 9 V de tension procurée par une pile miniature. Rappelons cependant que nos circuits intégrés TTL sont eux alimentés sous 5 V grâce à la présence de la diode zener D<sub>z</sub>.

### Le transfert

Le tracé du circuit imprimé retenu, a été entièrement réalisé en transfert, si bien que vous pourrez instantanément le « transférer » sur un morceau de bakélite ou d'époxy cuivré.

Ce transfert a été introduit à l'intérieur de l'encart qui résume la méthode d'exécution.

Nous joignons à la description quelques photographies afin qu'aucune confusion n'apparaisse.

### Le schéma de principe

La figure 1 représente le schéma de principe général du montage, qui comme chacun sait constitue le « vrai schéma » puisque plusieurs dispositions d'implantation des éléments peuvent être réalisées.

Le montage est essentiellement construit autour de deux circuits intégrés désormais connus et d'un prix de revient très intéressant.

Le 7490 a été employé en compteur

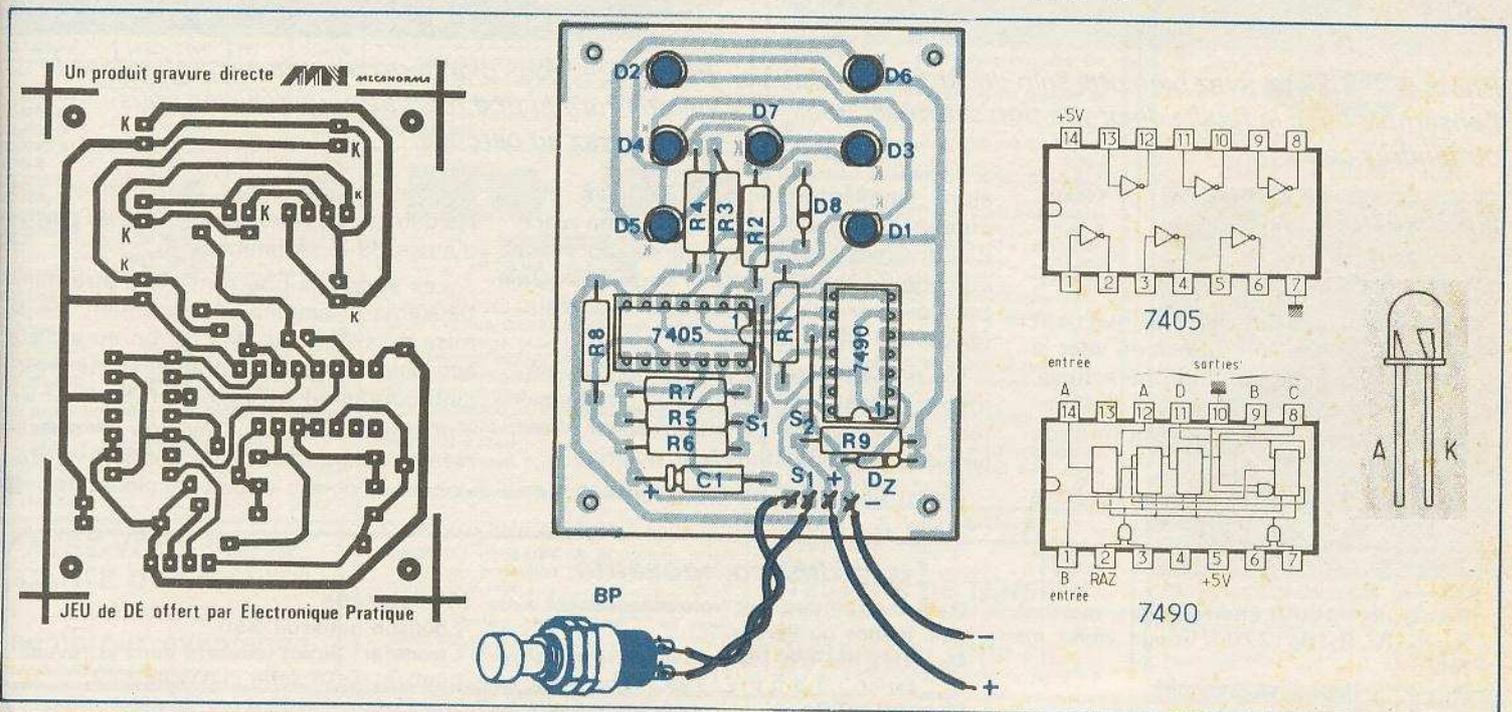


Fig. 2. et 3. - Exceptionnellement et grâce à l'encart qui comporte le transfert direct « Mecanorma » vous pourrez tous reproduire le tracé du circuit imprimé précisé à l'échelle 1. Nous conseillons l'utilisation de supports pour les circuits intégrés. Par ailleurs, on repèrera les cathodes des « LED ».

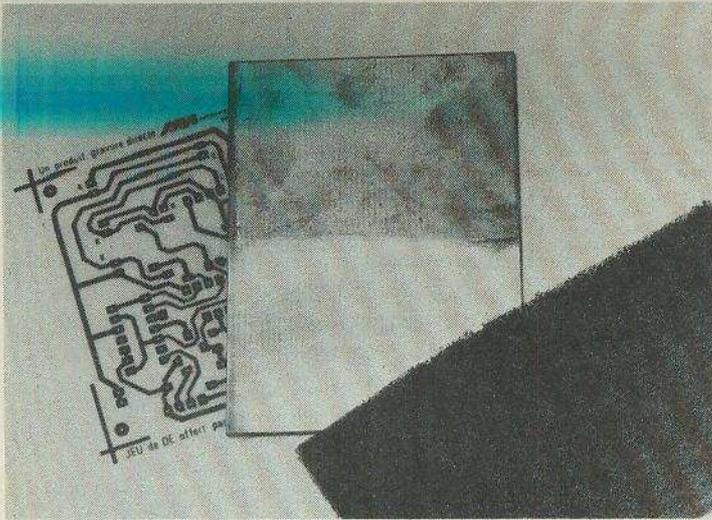


Photo 1. - Première condition, après avoir taillé le morceau d'époxy ; le frictionner énergiquement pour enlever les traces de doigt.

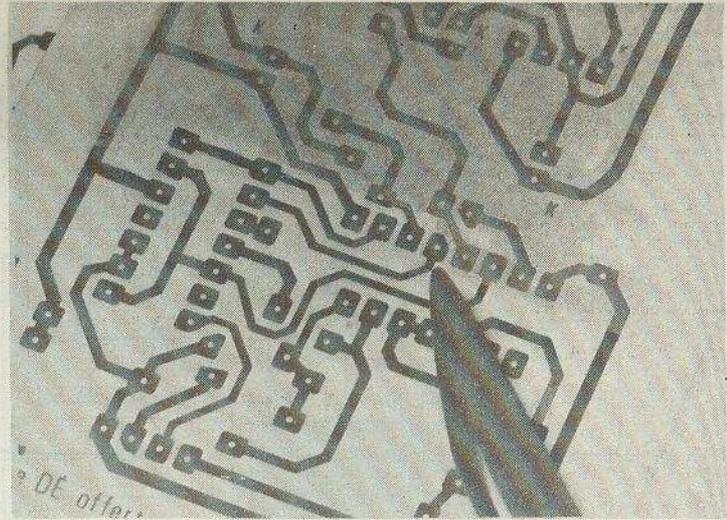


Photo 2. - On appliquera délicatement ensuite le transfert placé p. 101, du côté des inscriptions, à l'aide d'une spatule ou d'un crayon gras.

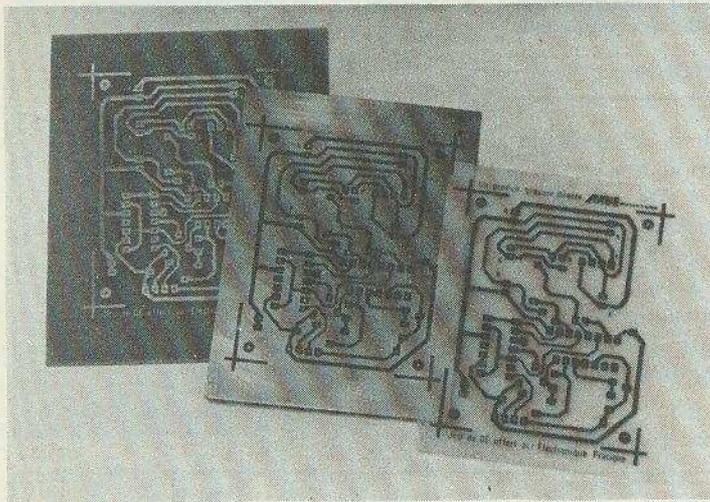


Photo 3. - Si vous avez bien pris soin de surfer l'ensemble avec la feuille de protection siliconée, vous obtiendrez cela.

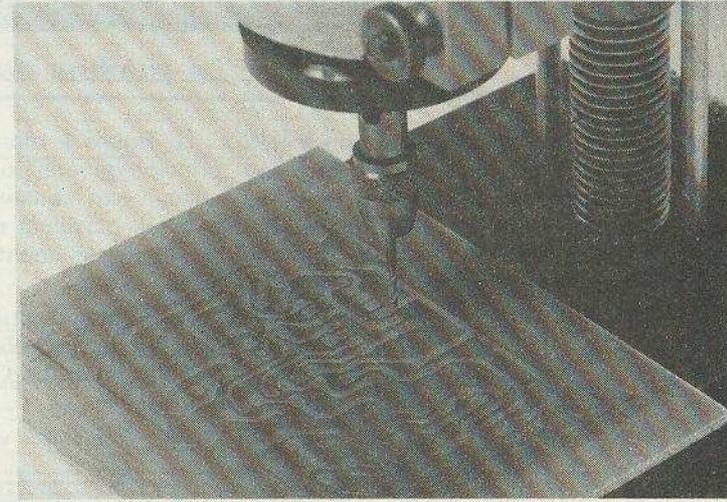


Photo 4. - Vous plongerez alors la plaquette dans le perchlore et une fois l'attaque réalisée vous procéderez au perçage.

## Réalisation pratique

Cette fois-ci la réalisation pratique peut être entreprise par tous, et elle en vaut la peine. Une fois le circuit imprimé achevé, comme exposé, on procédera à l'opération de perçage à l'aide d'un petit forêt de 0,8 à 1 mm.

La figure 3 comme d'usage précise

alors l'implantation pratique des éléments. On procédera par la mise en place des diverses résistances en se reportant au code des couleurs de la page 102. On pourra invariablement utiliser des résistances d'1/4 ou d'1/2 W.

On passera alors à l'insertion des éléments « polarisés » à savoir le condensateur  $C_1$ , la diode  $D_8$  et la zener, bien entendu en respectant leur polarité.

Avant de passer au montage des sup-

ports circuits intégrés, on n'oubliera pas les deux straps de liaison situés de part et d'autre de la résistances  $R_1$ .

Les supports pourront alors être minutieusement soudés. Au moment de la mise en place des diodes, on surveillera scrupuleusement la cathode. Toute inversion conduirait à l'extinction de la LED.

Avant la mise sous tension on s'assurera qu'aucune goutte de soudure ne provoque de courts-circuits accidentels. ■

### Liste des composants

$R_1, R_2, R_3$  : 150  $\Omega$  (marron, vert, marron).  
 $R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$  : 270  $\Omega$  (rouge, violet, marron).  
 $R_9$  : 47  $\Omega$  (jaune, violet, noir).  
 $C_1$  : 2,2  $\mu F$  / 12 V ou plus.

$D_1$  à  $D_7$  : diodes électroluminescentes rouges, jaunes ou vertes.  
 $D_8$  : 1N914, 1N4148.  
 $D_z$  : zener 5,1 à 5,6 V / 400 mW.  
 $IC_1$  : SN7490.

$IC_2$  : SN7405  
 1 bouton poussoir S90  
 1 transfert direct (encarté dans la revue).  
 1 coffret Teko série plastique P/1.

# VOITURE TELEGUIDEE par l'éclairage ambiant

(Suite de la page 97)

- **Codage n° 2** : la voiture avance ou recule sans virer.
- **Codage n° 3** : la voiture avance ou recule en virant à gauche.
- **Codage n° 4** : la voiture avance ou recule en virant à droite.

En définitive, le fonctionnement de cette télécommande à trois canaux peut se résumer comme suit :

## - Marche avant et arrière

Dès la réception d'un signal codé (quel que soit d'ailleurs ce codage, sauf bien entendu le codage n° 1) la voiture avancera ou reculera. Comme nous le verrons dans le prochain article, le récepteur est équipé d'une bascule qui alterne le changement du sens de marche après chaque arrêt court. Après un arrêt plus long, la voiture prendra toujours la marche avant.

## - Virage à gauche et à droite

C'est le rôle des codages n° 3 et 4.

## - Obtention des différents codages

Ils sont obtenus par la suppression d'une alternance (donc pendant un centième de seconde) après avoir laissé « passer » un certain nombre d'alternances au niveau du filament de l'ampoule d'éclairage.

- **Codage n° 1** : succession normale de toutes les alternances.
- **Codage n° 2** : succession de 9 alternances, puis une suppression suivie de 9 autres alternances et ainsi de suite.
- **Codage n° 3** : même principe mais avec 8 alternances d'intervalle.
- **Codage n° 4** : même principe mais avec 7 alternances d'intervalle.

## II - Fonctionnement électronique

### Schéma général en figure 2

#### a) Alimentation

Compte tenu du mode de fonctionnement, il est évident que la source d'énergie de l'émetteur est le courant 220 V du secteur.

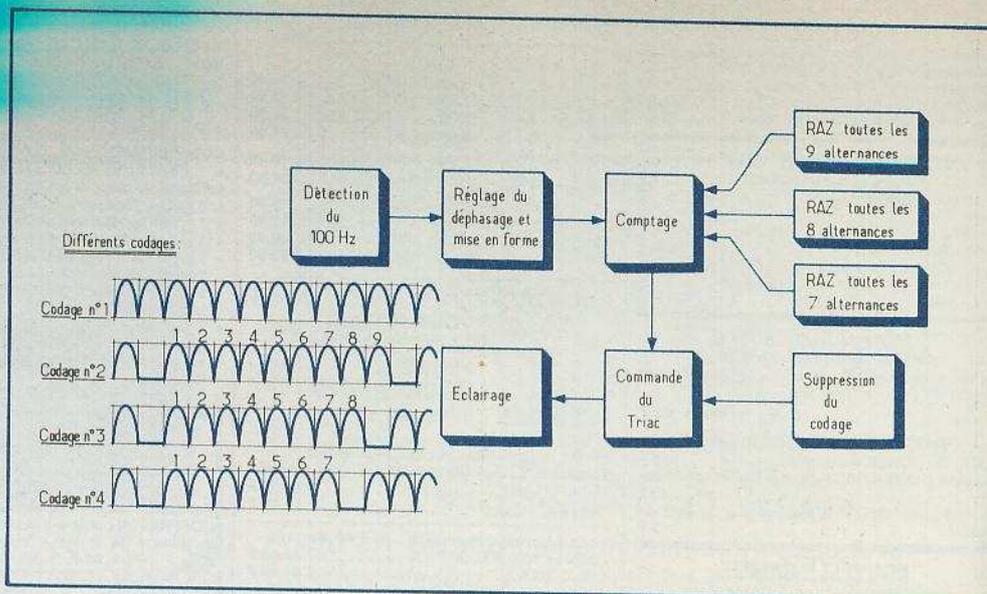


Fig. 1. - Schéma synoptique complet du fonctionnement de l'émetteur. Une ampoule de 100 W, à filament, émet une lumière codée suivant un certain nombre de règles.

La basse tension nécessaire au fonctionnement de l'émetteur est fournie par un transformateur 220 V / 12 V. Le secondaire de ce transformateur alimente un pont de Wheatstone constitué par les quatre diodes  $D_1$  à  $D_4$ . Le courant ainsi redressé en double alternance est filtré dans un premier temps par la capacité  $C_1$ . Un transistor NPN de moyenne puissance  $T_1$ , monté en régulateur de tension fournit au niveau de son émetteur un courant régulé à une tension continue de l'ordre de 12 V.

#### b) Détection du 100 Hz

Un second pont de quatre diodes ( $D_5$  à  $D_8$ ) achemine les alternances redressées sur un pont diviseur constitué par  $R_2$  et  $R_3$ , dont la sortie alimente la base du transistor NPN  $T_2$ . Au niveau du collecteur de ce dernier sont donc disponibles des crêteaux de 100 Hz ainsi que le montre la figure 3.

#### c) Correction du déphasage

Étant donné que les signaux 100 Hz ont été prélevés au niveau du secondaire du transformateur, il est évident que ces derniers ne sont pas en phase avec ceux disponibles au primaire. En effet, si les enroulements du transformateur étaient des selfs pures, le déphasage du secondaire par rapport au primaire serait de  $90^\circ$  (ou de  $T/4$ ). En réalité, à cause de la résistance ohmique de ces enroulements, ce déphasage est inférieur à  $90^\circ$ . Mais peu importe ce déphasage en tant que valeur l'essentiel est de synchroniser les signaux qui attaqueront le système de codage avec les alternances du courant secteur.

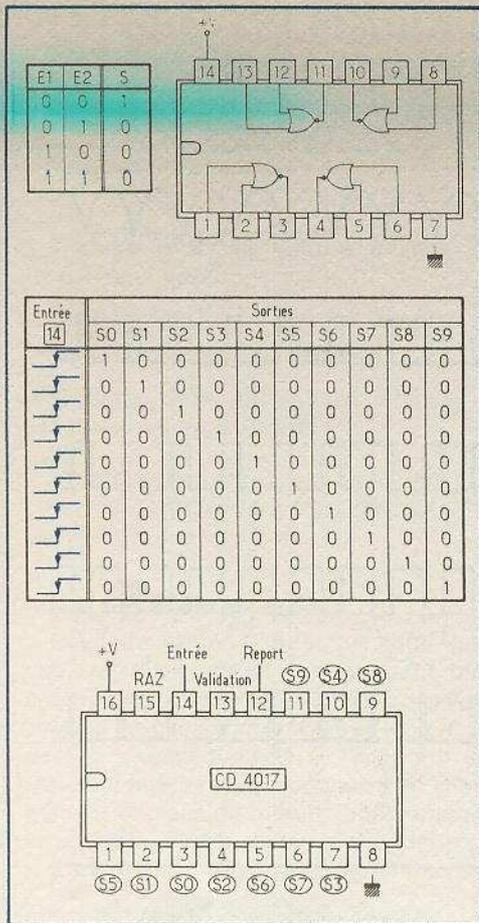
#### d) Le codage

Ces signaux attaquent l'entrée d'un compteur-décodeur décimal CD4017 qui fonctionne par le passage successif au niveau logique 1 de ces 10 sorties  $S_0$  à  $S_9$ , au moment du front positif du signal d'entrée. La broche « RAZ » de ce compteur, lorsqu'elle se trouve reliée à la masse par la résistance  $R_{10}$ , assure la remise à zéro de ce compteur de façon « naturelle ». Ainsi, au niveau de la sortie  $S_0$ , apparaît périodiquement, et toutes les dix alternances le niveau logique 1. C'est le codage n° 2. Par contre si nous relions par un contact la sortie  $S_9$  à l'entrée RAZ, aussitôt, l'apparition du niveau logique 1 sur  $S_9$ , assurera la remise à zéro « prématurée » du compteur. En d'autres termes au niveau de  $S_0$ , apparaîtra cette fois-ci le niveau logique 1 toutes les neuf alternances et c'est ainsi que l'on a obtenu le codage n° 3. Le même raisonnement s'applique, bien entendu pour la liaison  $S_8$  — RAZ. Dans ce cas le niveau logique 1 apparaîtra au niveau de  $S_0$  toutes les huit alternances d'où l'obtention du codage n° 4.

Pratiquement, les codages 3 et 4 sont obtenus par l'action d'un volant disposé sur le boîtier de commande agissant sur deux micro-contacts dont les contacts « repos » sont uniquement utilisés pour des raisons de sécurité : à savoir l'impossibilité de relier les deux sorties  $S_8$  et  $S_9$  entre elles au cas où les deux micro-contacts seraient actionnés simultanément (en cas de mauvais réglage mécanique par exemple).

Bien entendu, il est tout à fait possible, au cas où l'on ne dispose pas de micro-





**Fig. 4. - Brochage et fonctionnement des circuits intégrés utilisés.**

### e) La commande du triac

La sortie  $S_0$  de  $IC_2$  est reliée à la base d'un transistor amplificateur NPN  $T_4$  dont le collecteur est relié à la base de  $T_5$ .

Ainsi, lorsque  $S_0$  se trouve au niveau logique 1, le collecteur de  $T_4$  voit son potentiel devenir nul d'où le blocage de  $T_5$ .

A ce moment la gâchette du triac n'écoulant plus le courant d'amorçage  $MT_1$  (Main tenante 1) — gâchette, le triac est bloqué, et ceci pendant le temps où  $S_0$  se trouve au niveau logique 1. En somme, une alternance (1/100<sup>e</sup> de seconde) vient d'être supprimée au niveau du courant traversant le filament de l'ampoule.

Par contre, pour toutes les autres alternances où  $S_0$  se trouve au niveau logique 0, le triac conduit.

L'action sur BP, ou encore la fermeture de I, supprime l'effet de  $IC_2$ , ce qui a pour conséquence, la conduction du triac pour toutes les alternances. C'est le codage n° 1.

L'intérêt de disposer en plus du BP, un interrupteur I réside dans la possibilité de pouvoir arrêter le codage sans avoir à appuyer de façon permanente sur le bou-

ton-poussoir, ce qui est intéressant pour la manipulation de l'émetteur lors de la télécommande de la voiture.

## III - Réalisation pratique

### a) Le circuit imprimé

Il est représenté à l'échelle 1 en figure 5. Sa réalisation n'apporte aucune remarque particulière sinon qu'il convient de le réaliser avec le plus de soin possible en utilisant les différents procédés de transfert disponibles dans le commerce (pastilles, décalcomanies, bandelettes adhésives, etc.).

### b) L'implantation des composants

La figure 6 reprend cette implantation. Comme de coutume, il convient de veiller particulièrement à l'orientation des composants polarisés. Une récente expérience malheureuse vient encore de nous montrer qu'une erreur d'orientation ne pardonne jamais... En particulier, les circuits intégrés n'apprécient pas du tout un tel traitement.

Étant donné que nous avons affaire à des circuits intégrés de technologie MOS,

il est recommandé lors de la soudure de prendre les précautions d'usage et notamment de relier la panne du fer à souder à la terre, bien que l'auteur avoue sincèrement n'avoir pas pris cette précaution lors du montage sans pour autant avoir détérioré les circuits intégrés en question.

### c) Mise en boîte

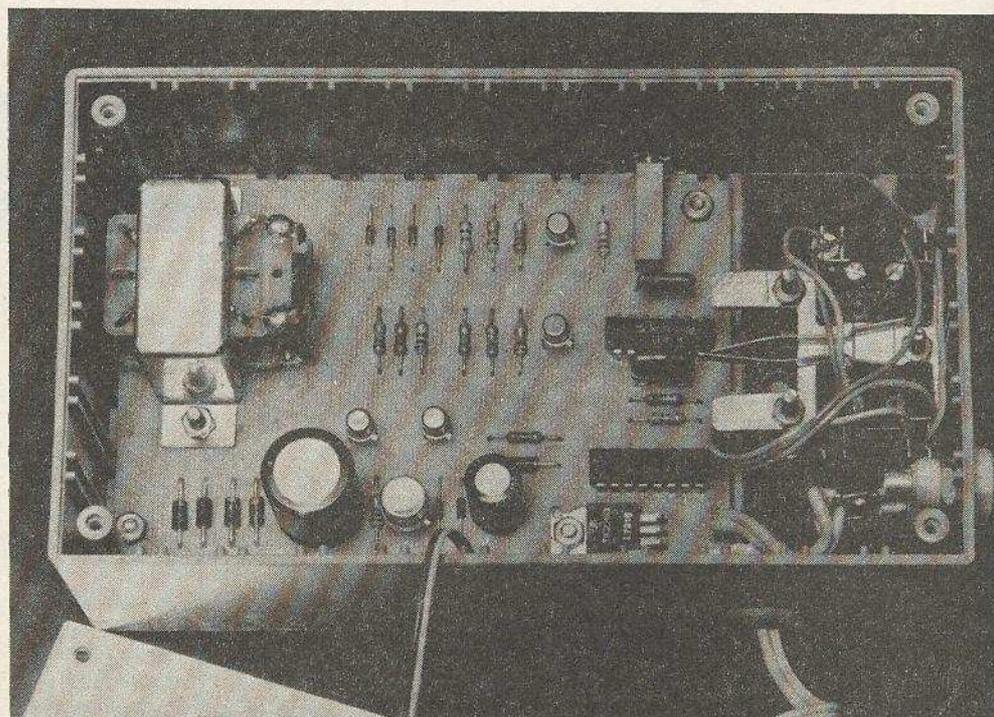
La figure 7 représente le travail du boîtier RETEX 150 x 48 x 90. A noter qu'un coffret Teko P/3 convient également sans modification du circuit imprimé.

Le montage d'un volant donne naturellement un attrait et un réalisme supplémentaire. Toutefois, il est tout à fait possible de remplacer ce système de commande de la direction par deux boutons-poussoirs ou encore par un interrupteur à trois positions.

Le volant a été récupéré sur un boîtier de téléguidage par câble qui accompagnait d'ailleurs la voiture dont il sera question dans le prochain article.

Les deux socles « banane » sont à espacer à la dimension standard des fiches mâles, pour plus de commodités d'utilisation.

**Photo 2. - On remarquera un très beau style d'implantation propre à l'auteur.**



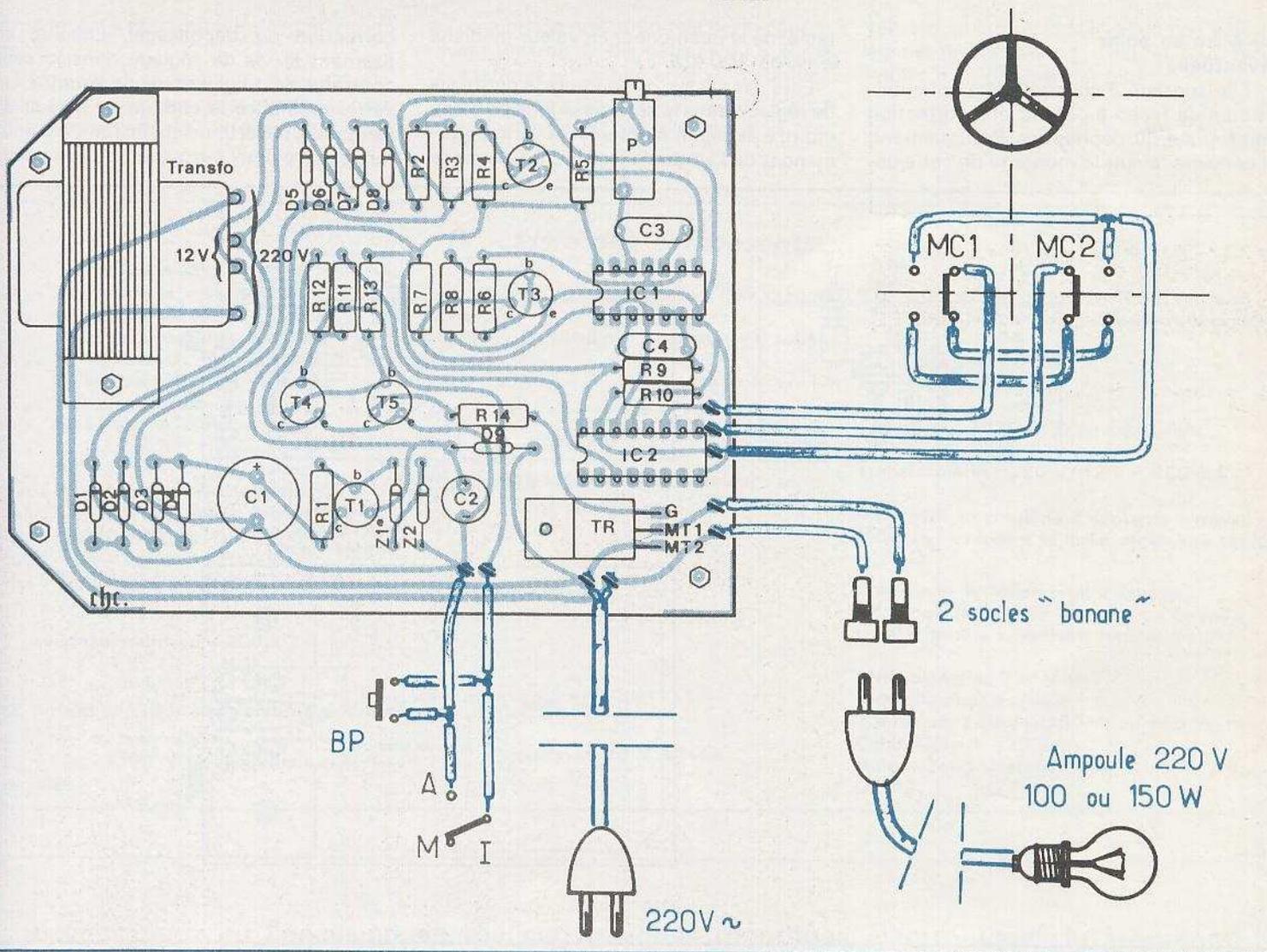
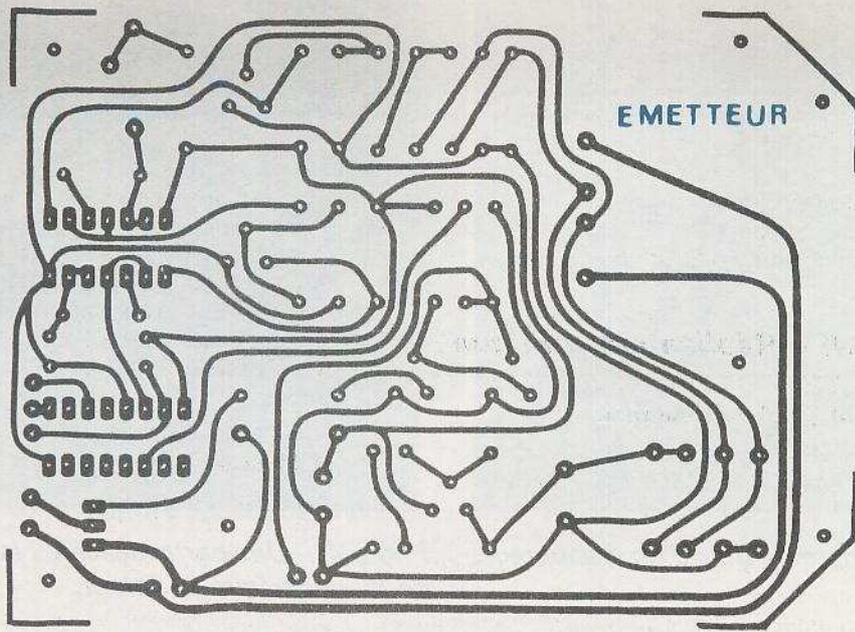


Fig. 5. et 6. - Le tracé du circuit imprimé se reproduira facilement par la méthode photographique ou bien les éléments de transfert direct. Côté implantation, comme il se doit, on restera vigilant et attentif à la position des divers éléments polarisés.

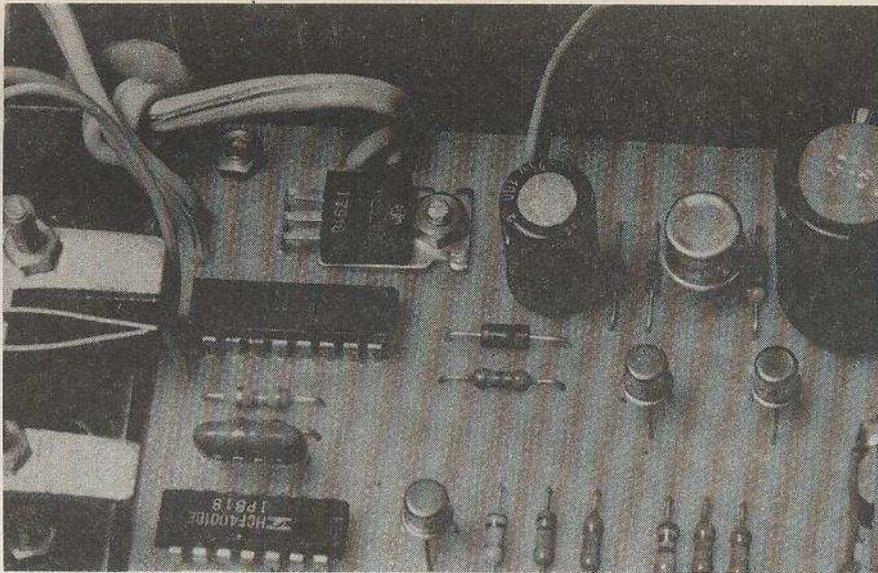


Photo 3. – Il ne sera pas nécessaire de doter le triac d'un dissipateur.

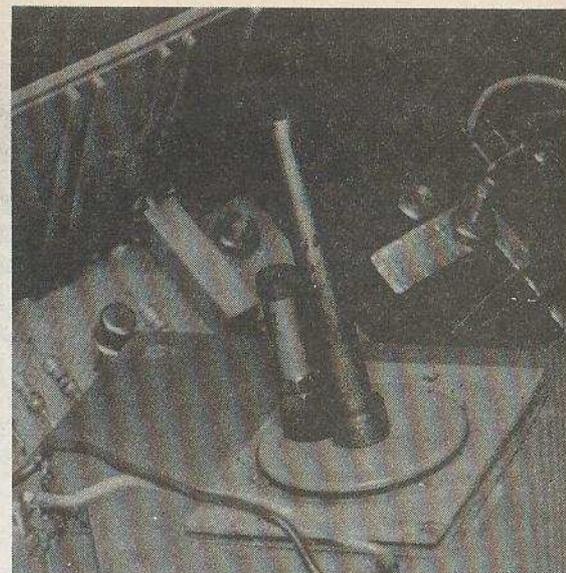


Photo 4. – Une partie délicate : la réalisation de la mécanique du volant.

#### d) Mise au point éventuelle

Elle consiste à agir sur l'ajustable multitours de façon à obtenir une correction appropriée du déphasage. Pratiquement, il convient, avant le montage de cet ajustable,

de le positionner en valeur médiane (environ 100 k $\Omega$ ).

Lors des essais, on tournera la petite vis de réglage dans le sens des aiguilles d'une montre de façon à obtenir l'éclairage permanent de l'ampoule (cas d'une mauvaise

correction du déphasage). Ensuite, en tournant la vis de réglage dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, on verra apparaître le codage au niveau de l'ampoule. A partir de cet instant, on ajoutera encore deux à trois tours de vis dans

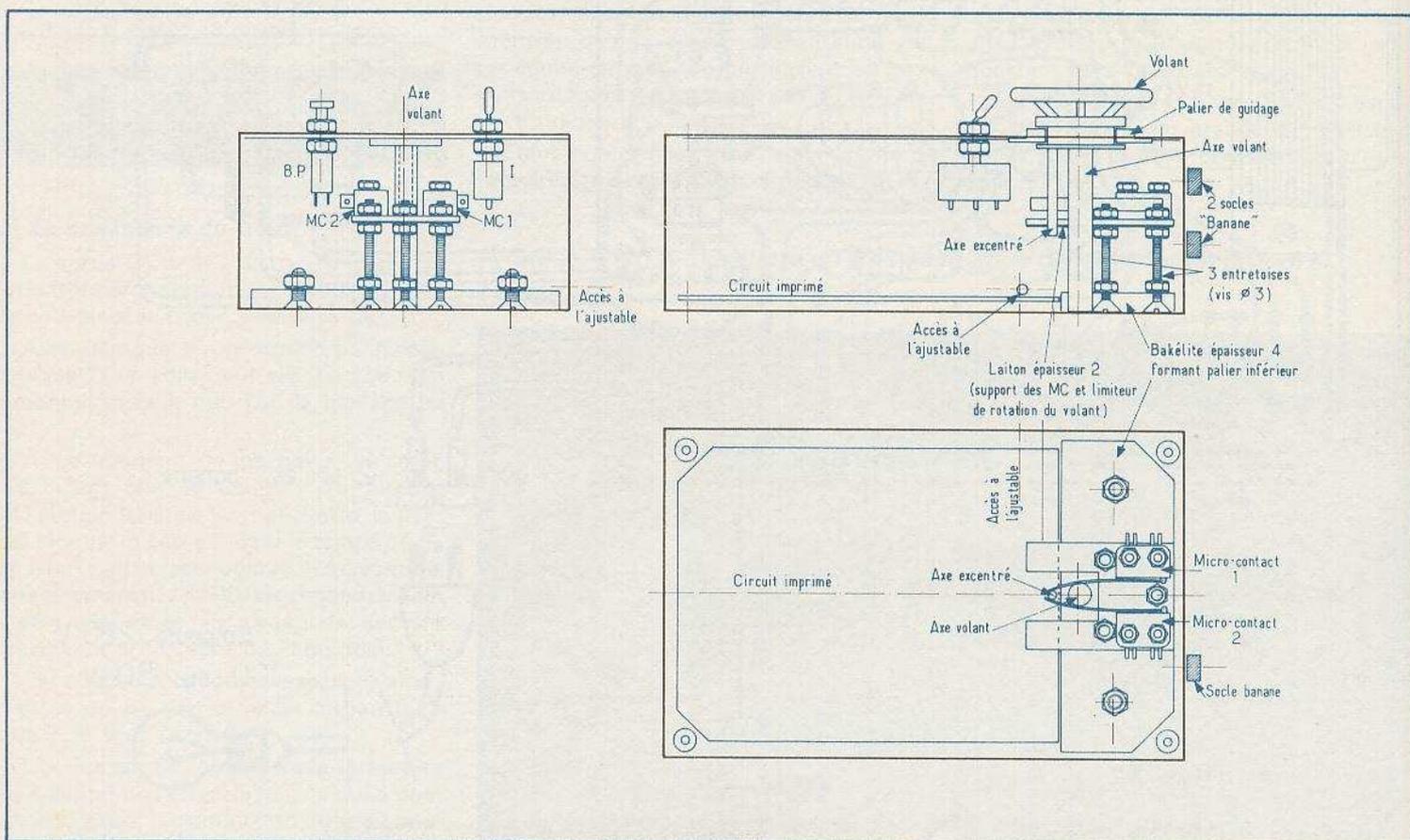


Fig. 7. – Les cotes ont été volontairement omises, car elles dépendent du type de volant que l'on pourra se procurer ainsi que de la taille des micro-contacts utilisés. Il s'agit, en conséquence, d'un schéma d'agencement général représentant une réalisation possible.

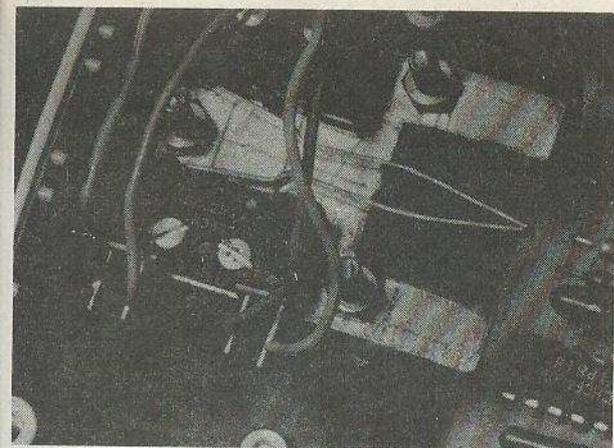


Photo 5. – Gros plan sur l'installation des micro-contacteurs.

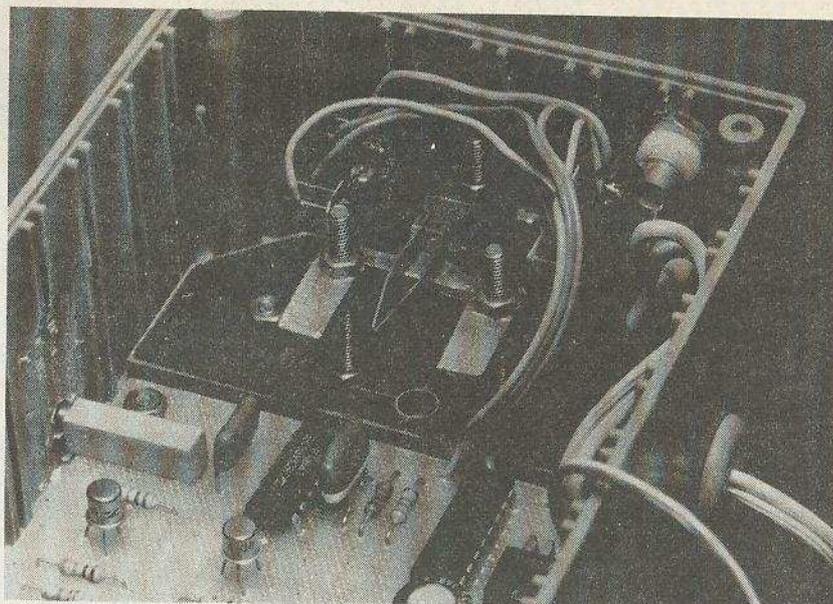


Photo 6. – Un autre aspect de la position des contacteurs.

le même sens pour obtenir une correction stable.

L'usage d'un ajustable du type « multi-tours » est intéressant étant donné la possibilité de réglage de l'extérieur du boîtier

si l'on a pris la précaution de percer auparavant un trou de diamètre 4 ou 5 sur la face latérale, et au bon endroit, du boîtier.

Arrivé à ce stade, l'émetteur est prêt à fonctionner, mais naturellement il ne pré-

sentera un intérêt que lorsque l'on y aura ajouté le récepteur : c'est ce qui fera l'objet d'un prochain article.

R. KNOERR

#### IV – Liste des composants

R<sub>1</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>2</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>3</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>5</sub> : 51 kΩ (vert, marron, orange)  
 R<sub>6</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>7</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
 R<sub>8</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)  
 R<sub>9</sub> : 180 kΩ (marron, gris, jaune)  
 R<sub>10</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>11</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
 R<sub>12</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)  
 R<sub>13</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)  
 R<sub>14</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)

P : ajustable multitours 200 kΩ

C<sub>1</sub> : 1000 μF/16 V électrolytique à sorties radiales

C<sub>2</sub> : 100 μF/25 V électrolytique à sorties radiales

C<sub>3</sub> : 10 nF (10 000 pF) (marron, noir, orange) Mylar

C<sub>4</sub> : 1,5 nF (1500 pF) (marron, vert, rouge) Mylar

D<sub>1</sub> }  
 D<sub>2</sub> } Diodes  
 D<sub>3</sub> }  
 D<sub>4</sub> } 5 x 1N4007 (ou équivalentes)  
 D<sub>9</sub> }

D<sub>5</sub> }  
 D<sub>6</sub> } Diodes signal  
 D<sub>7</sub> } 4 x 1N914 (ou équivalentes)  
 D<sub>8</sub> }

T<sub>1</sub> : transistor NPN 2N1711

T<sub>2</sub> : }  
 T<sub>3</sub> : } 4 transistors NPN BC108  
 T<sub>4</sub> : }  
 T<sub>5</sub> : }

IC<sub>1</sub> : CD4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC<sub>2</sub> : CD4017 (compteur-décodeur décimal)

Z<sub>1</sub> : diode zener 9,1 V

Z<sub>2</sub> : diode zener 3,3 V

Triac 6 A – TIC 226 D ou équivalent

Transformateur 220 V/12 V – 150 mA

MC<sub>1</sub> : } Micro-contacts à contacts « travail »  
 MC<sub>2</sub> : } et « repos » séparés, sinon voir texte

2 embases femelles type « banane »

BP : bouton-poussoir à contact « travail »

I : interrupteur unipolaire type miniature.

2 fiches mâles 220 V

1 douille pour ampoule

1 ampoule 220 V – 100 W ou 150 W

Câble bifilaire 220 V

Boîtier Teko référence P/3.

réf. P3.

Si vous avez eu l'occasion de réaliser quelques montages électroniques intéressants, n'hésitez pas à nous le faire savoir, vous risqueriez simplement de les voir publier :  
 ELECTRONIQUE PRATIQUE, 2 à 12, RUE DE BELLEVUE, 75940 CEDEX 19. TEL. : 200.33.05

# CHARGEUR DE BATTERIE automatique pour RC

(Suite de la page 88)

## Essais, réglage final

Avant de procéder à toute mise sous tension, il convient de vérifier avec soin qu'aucune erreur de câblage n'a été commise. Passé ce stade, on répositionne les ajustables  $R_1$  et  $R_2$  à leur résistance maximale : curseurs tournés à fond vers la gauche ; on réglera, ensuite,  $R_4$  et  $R_5$ .

Aucune batterie ne doit être connectée durant les premiers essais. On place l'inverseur sur la position RAZ et on met l'ensemble sous tension.

La première mise au point consiste à régler l'oscillateur à une fréquence d'environ 50 Hz. Pour cela, on connecte un oscilloscope au collecteur de  $T_2$ . On peut observer des impulsions positives rectangulaires dont le rapport cyclique est d'environ 95 %. On règle la période du signal en agissant sur  $R_4$  et  $R_5$ .

Si on ne dispose pas d'oscilloscope, on peut éventuellement régler l'oscillateur par la méthode de battement des fréquences. Le signal à régler est amplifié puis écouté, ainsi qu'un signal 50 Hz issu du secteur. En entendant simultanément les deux fréquences, on agit sur  $R_4$  et  $R_5$ , jusqu'à obtenir une superposition des deux sonorités (fig. 9), l'oscillateur est ainsi calé sur 50 Hz. Evidemment, si on a

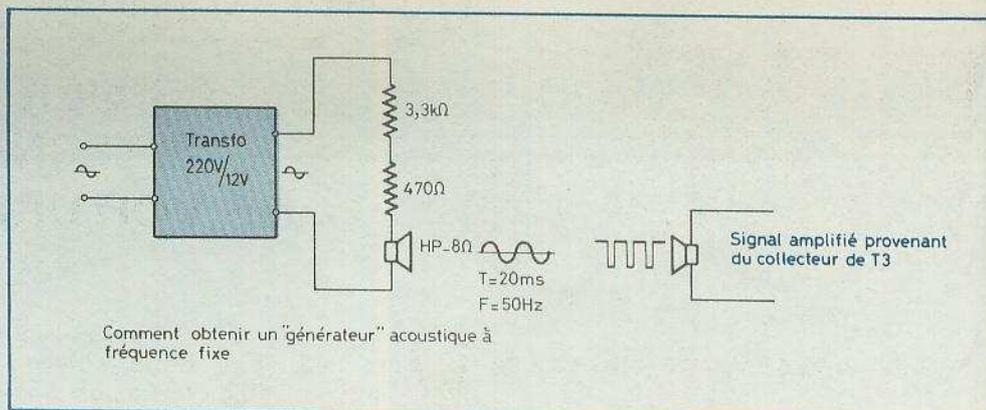


Fig. 9. – Générateur acoustique à fréquence fixe permettant le calage de la fréquence sur 50 Hz.

adopté la base de temps secteur, aucun réglage n'est à envisager.

Lorsque  $k_1$  est basculé en position « start », la LED  $D_5$  doit clignoter. On poursuit la mise au point par le réglage du courant de sortie des régulateurs ; cette valeur dépendra de l'accumulateur à charger. Si on dispose par exemple d'une batterie de 600 mA/h, le courant de charge doit être égal au dixième de la capacité, soit 60 mA. On connecte un ampèremètre à la place d'une batterie, et on règle l'intensité en jouant sur l'ajustable correspondant.

On procède de même pour l'autre régulateur. Cependant, lors d'essais, l'auteur a constaté la destruction des deux ajustables, sans dommage pour le reste d'ailleurs. En effet, le courant traversant l'accu est égal à celui traversant la résistance ajustable, donc élevé. On a donc intérêt à choisir des modèles professionnels (céramique) ou à monter des modèles plus

puissants : 1 W ou 0,75 W voire même 2 W.

On peut encore monter des résistances fixes, en se référant au tableau figure 10. La meilleure solution consisterait à utiliser un commutateur rotatif et plusieurs résistances ; ainsi, on pourrait adapter le chargeur à différents types d'accus. Pour les valeurs, se référer toujours au tableau figure 10.

Courant désiré	R fixe	Puissance de R
50mA	470Ω	1,1W
60mA	390Ω	1,4W
100mA	220Ω	2,2W
120mA	180Ω	2,5W

En fin de charge, le clignotement de  $D_5$  cesse,  $D_6$  s'allume et les batteries sont automatiquement déconnectées du chargeur. Le chargeur peut rester ainsi, sans dommage pour quoi que ce soit.

Photo 1. – Les deux potentiomètres  $R_1$  et  $R_2$  ont été remplacés par des résistances fixes, plus économiques.

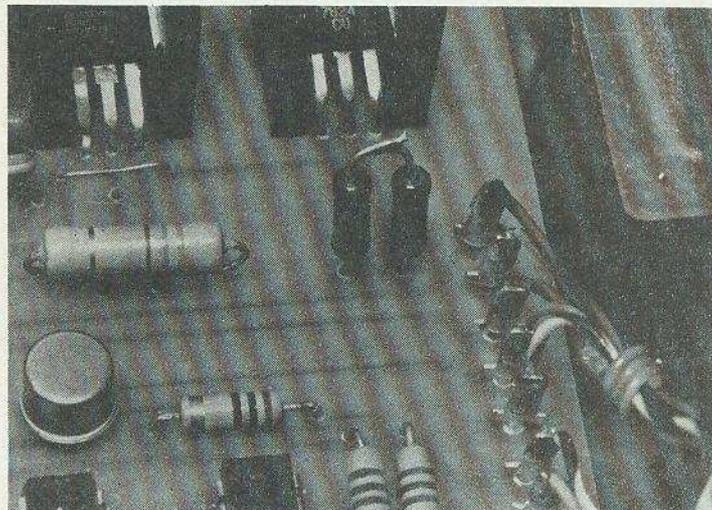
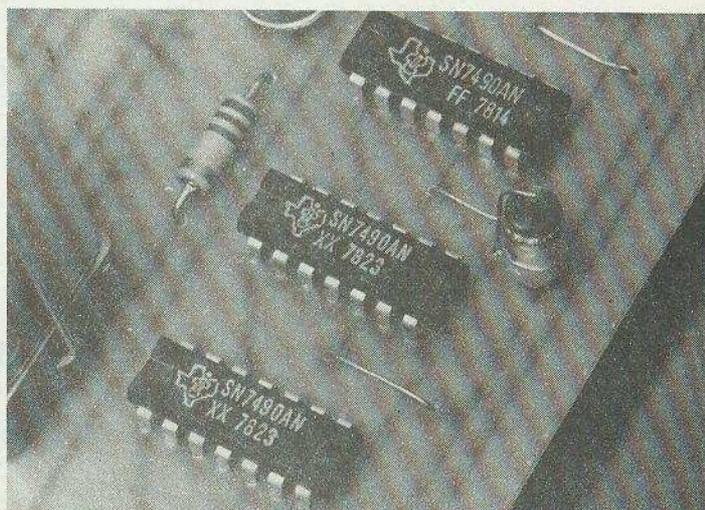


Photo 2. – Les compteurs diviseurs SN7490AN sont tous disposés dans le même sens évitant les erreurs de câblage.



# UN ORDINATEUR DANS UNE VOITURE

## « LE PREMIER CHAMPIONNAT INTERNATIONAL DE VOITURES-ROBOTS »

DANS son numéro de novembre/décembre, notre confrère « Micro-Systèmes » propose à ses lecteurs un championnat de voitures intelligentes.

Les règles de cette course, baptisée « FORMULE  $\mu$  » sont simples. Les participants devront d'abord mettre en œuvre une petite machine de course, sur laquelle les organisateurs ne posent que peu de restrictions. De taille voisine des modèles réduits 1:8 bien connus des amateurs de radiocommande, la machine devra simplement rouler sur quatre roues, être à traction et direction électriques, et ne pas peser plus de cinq kilos en ordre de marche. Rien de bien nouveau jusque-là.

Toute l'originalité de la « Formule  $\mu$  » vient de ce que le pilote robot devra être autonome (pas de télécommande), et se débrouiller tout seul sur un « circuit » qui n'est pas connu à l'avance !

Les circuits proposés à la sagacité de ces robots sont d'une présentation à la fois simple et réaliste. Comme avec le bitume, ils auront un « fond » mat et de couleur sombre. La route sera simplement délimitée par des bandes latérales blanches, et très légèrement réfléchissantes.

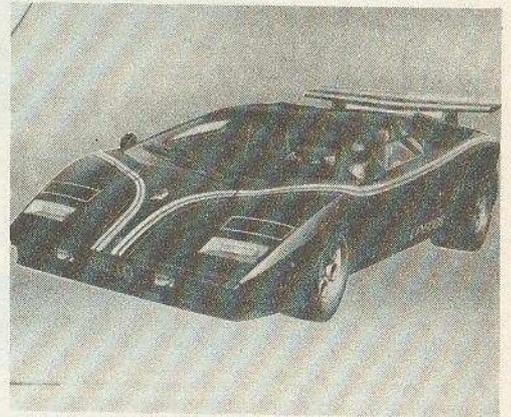
De plus, et cela accentue la ressemblance avec les circuits automobiles réels, une bande centrale discontinue marquera le milieu de la route.

L'objectif du robot sera fort simple : faire le meilleur temps sur deux tours de circuit. Pour cela, il ne pourra se fier qu'aux bandes-repères, et faire, le plus astucieusement possible, usage des qualités de vitesse et de tenue de route de son véhicule.

Pour réaliser le meilleur temps, la voiture devra accélérer dans les lignes droites, ralentir dans les courbes, épingles à cheveux, chicanes..., les participants peuvent prévoir pour le pilotage des véhicules d'installer un micro-ordinateur à bord.

Les dimensions du véhicule sont de l'ordre de 50 cm de longueur, 35 cm de largeur 25 cm de hauteur. La longueur du circuit sera comprise entre 20 et 60 m.

La « Formule  $\mu$  » a la possibilité de reconnaître le circuit afin d'en mémoriser tous les détails pendant un tour non chronométré. Si la voiture-robot est dotée d'un micro-ordinateur de bord, ce tour de



reconnaissance permettra à la mémoire d'emmagasiner le maximum d'informations sur le parcours et optimisera le déplacement du véhicule lors des deux tours chronométrés.

En particulier, nous avons noté que le même matériel (mécanique + électronique) peut avoir des performances tout à fait différentes, sous la conduite de programmes distincts.

Le succès d'une telle entreprise résulte d'une somme de compromis et d'astuces, exactement comme dans les courses réelles comme par exemple :

- poids, tenue de route,
- puissance,
- aérodynamique (cela peut compter)
- consommation
- taille mémoire
- sensibilité des capteurs
- qualité des programmes (rapidité, adaptabilité).

La revue Micro-Systèmes lance la réalisation de sa propre voiture-robot qu'elle décrira à titre d'exemple tout au long de l'année 1980. Cette voiture, conçue par l'équipe de la rédaction participera au championnat « hors prix ».

La course très largement primée est proposée à tous, aussi bien aux particuliers, qu'aux clubs et associations. La date du grand prix n'est pas encore fixée mais se situera à la fin de l'année 80.

Dans son prochain numéro (janvier/février), Micro-Systèmes publiera le règlement et la liste des prix de ce championnat.

Pour tous renseignements : Micro-Systèmes, 15, rue de la Paix, 75002 Paris. Tél. : 296.46.97.

N° 23 - nouvelle série - Page 113

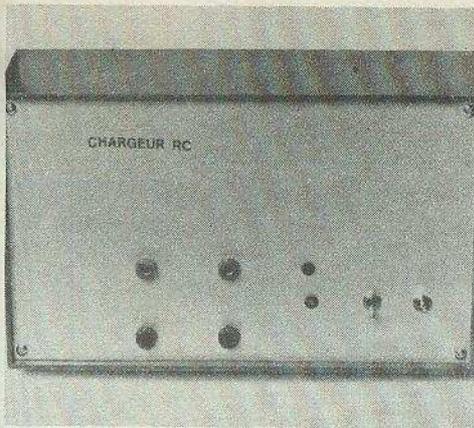


Photo 3. - La face avant du coffret Teko P4 se réduit à sa plus simple expression.

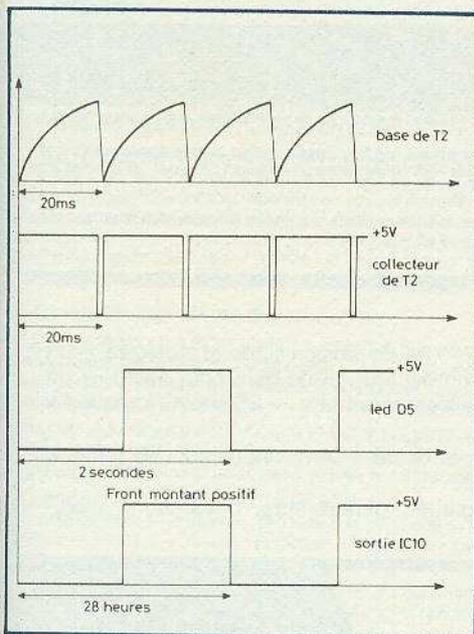


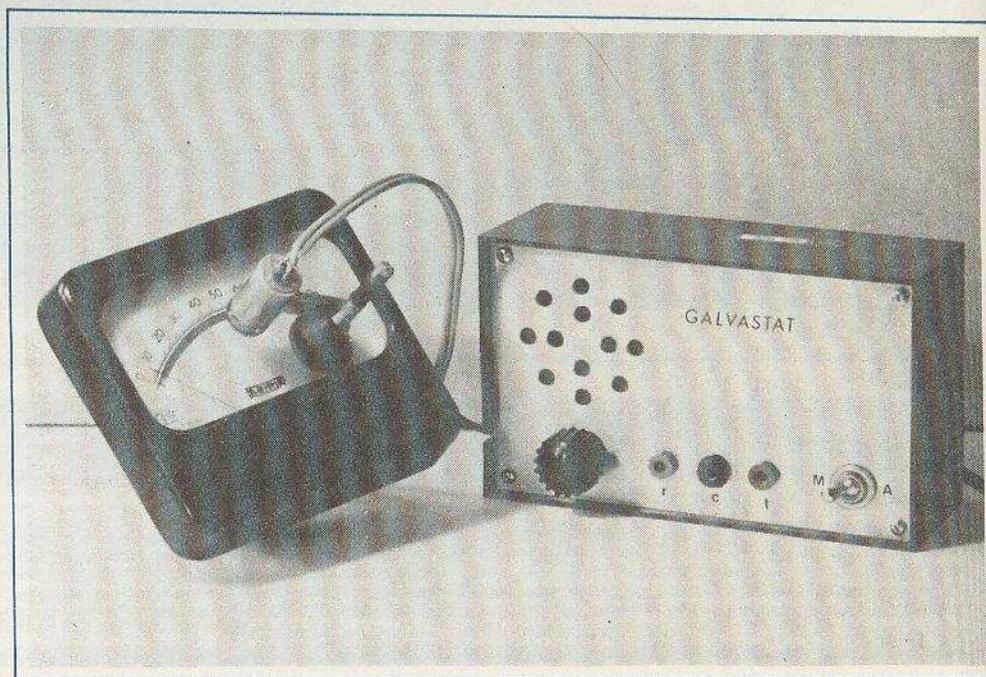
Fig. 11. - Signaux observés aux différents points du dispositif.

On peut constater que lors de la charge, le régulateur 5 V chauffe considérablement. C'est pour cela qu'il est équipé d'un double radiateur. Il peut s'avérer utile de percer quelques trous dans le fond du boîtier et sur les côtés, afin d'assurer une meilleure ventilation.

Au cas où vous constateriez des oscillations parasites, vous pourriez ajouter des condensateurs de  $0,22 \mu F$  aux endroits prévus sur le circuit imprimé.

Une fois réglé, ce montage fonctionne correctement en ce qui concerne la charge des accumulateurs d'ensembles de radiocommande.

H. LIEGEOIS



# DETECTEUR D'AIGUILLE

**C**ET appareil a été conçu pour détecter optiquement une position d'aiguille sur n'importe quel appareil à cadran, tel que galvanomètre, manomètre, balance, compteurs, hygromètre, etc., ce qui évite d'avoir recours à un capteur spécifique. Deux usages ont été prévus, alarme sonore et (ou) régulation par commande d'un relais. La pièce maîtresse étant un capteur opto-différentiel, nous avons résolu le problème en le confectionnant avec deux transistors ouverts et une bille de verre. Le prix de revient de l'ensemble est de l'ordre de 110 F, boîtier compris.

## Le principe optique

Rappelons qu'un transistor en boîtier métallique (BC108, 109 etc.) devient un photo-transistor dès qu'on décalotte ce

boîtier ; les photons incidents deviennent alors courant de base et l'électrode de base peut être coupée. La « puce » de silicium étant inférieure au millimètre carré il s'agit de capteurs très ponctuels (voir photo n° 1). Nous utiliserons deux de ces photo-transistors à bon compte.

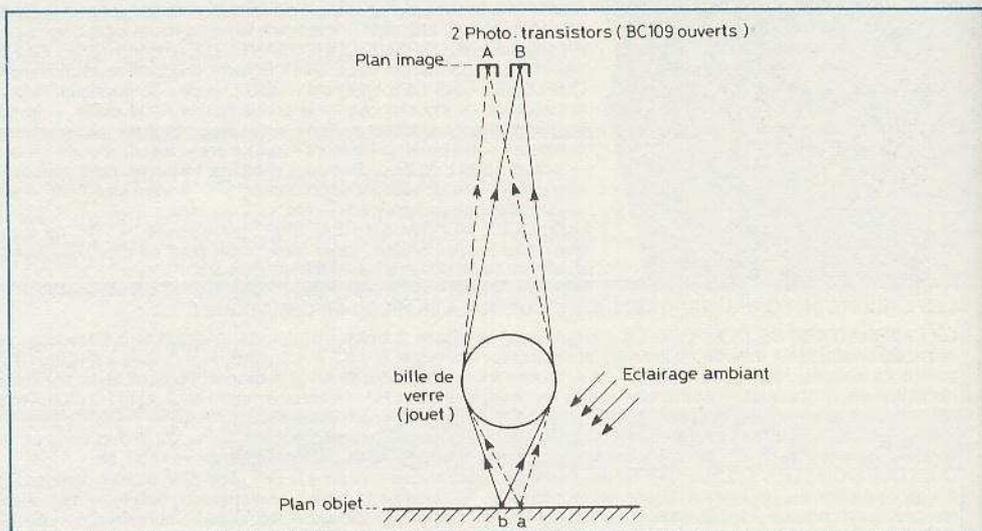


Fig. 1. - Une bille de verre fait office d'objectif pour faire converger, sur deux photo transistors, l'éclairage de deux points voisins.

L'optique est une bille de verre transparent et incolore de diamètre 16 mm environ. Ce simple jouet d'enfant est en fait un objectif des plus intéressants : son « ouverture relative » est très inférieure à  $f$  : 1 donc ultra-lumineux ; sa distance focale est très courte puisque son plan focal image, pour un objet éloigné ne se situe qu'à deux millimètres environ du verre. La netteté est bien sûr médiocre mais plus que suffisante. Reportons-nous à la figure 1.

Deux photo-transistors A et B disposés côte-à-côte dans le plan image de cette super-loupe reçoivent la lumière émise par les deux points « a » et « b » situés dans le plan objet, en l'occurrence le cadran blanc d'un appareil de mesure. Les deux cellules A et B reçoivent la même quantité de lumière ; lorsqu'un objet noir, l'aiguille, va se présenter en face d'un des points « a » ou « b » un déséquilibre apparaîtra dans les courants de sorties des cellules, ce qui déclenchera une alarme et (ou) un relais. On peut dire qu'il y a un point de référence « a » et un point de détection « b ». On conçoit alors que ce dispositif peut aussi fonctionner avec une aiguille blanche sur cadran noir. Ce genre de capteurs opto-différentiels, avec éclairage incorporé ou non, existe depuis longtemps et en plus miniaturisé sur les catalogues de plusieurs fabricants. Hélas il s'agit de composants dit « professionnels », de petites séries donc onéreux et pratiquement introuvables au détail.

### Le circuit électronique (fig. 2)

Les deux photo-transistors sont montés dans un pont de Wheatstone dont le déséquilibre est amplifié par un comparateur, un 741, lequel commande parallèlement un relais 1 RT et un oscillateur BF pour alimenter un mini-haut-parleur. Puisque l'appareil est destiné à être en veille quasi-permanente l'alimentation secteur s'impose.

Les transistors  $T_1$  et  $T_2$  sont montés en Darlington collecteurs communs avec les phototransistors  $PT_1$  et  $PT_2$ . Le pont est équilibré par le potentiomètre  $P_1$  dont le curseur est relié à la masse. A remarquer les résistances talons  $R_1$  et  $R_2$  qui protègent les transistors quand le curseur est en butée.

Par économie mais aux dépens de la sélectivité le 741 (CI1) est en alimentation simple. La tension de sortie de CI1 ne connaît que deux valeurs 2 ou 11 V ; elle est divisée par les résistances  $R_5$ ,  $R_6$  et  $R_7$  pour commander le transistor  $T_3$  en série avec la bobine du relais RM1, ainsi qu'un oscillateur à CI logique, CI2 (un 4011), dont le signal de sortie de 1 200 Hz environ sera amplifié par le transistor  $T_4$  pour exciter le petit haut-parleur.

Le relais et le haut-parleur sont de « gros » consommateurs d'énergie, dont la mise en route pourrait occasionner des

à-coups de tension sur l'alimentation du pont de Wheatstone et des deux CI ; aussi celle-ci est protégée par une cellule de découplage constituée par la résistance  $R_{11}$  et le condensateur  $C_2$ . En aval la zener  $Z_1$  abaisse et stabilise cette tension à 12 V.

Les bornes des contacts du relais RM1, R = repos, C = commun et T = travail, permettront de commander une régulation de la grandeur mesurée sur l'appareil à aiguille (maxi ou mini). Ce point est particulièrement intéressant dans le cas des manomètres, en effet les capteurs de pressions destinés aux circuits électroniques appartiennent aussi à la catégorie des composants « professionnels ». Même remarque en ce qui concerne les hygromètres.

**Très important :** Si en usage normal les tensions d'émetteurs de  $T_1$  et  $T_2$  (les entrées de CI1) sont trop faibles les variations de la tension de sortie du 741 ne seront pas franches ; on observe alors un équilibre instable et des vibrations du relais. Il suffit alors de prévoir un éclairage un peu plus important des phototransistors, donc du cadran à surveiller.

Si cela n'est guère possible on augmentera la sélectivité du 741 en le dotant d'une alimentation symétrique. Pour cela isoler sa borne 4 de la masse et la relier à une tension négative de - 12 V environ. En ce cas ne pas oublier de mettre une diode en série avec la borne 6 du CI, afin que cette tension de sortie varie entre +

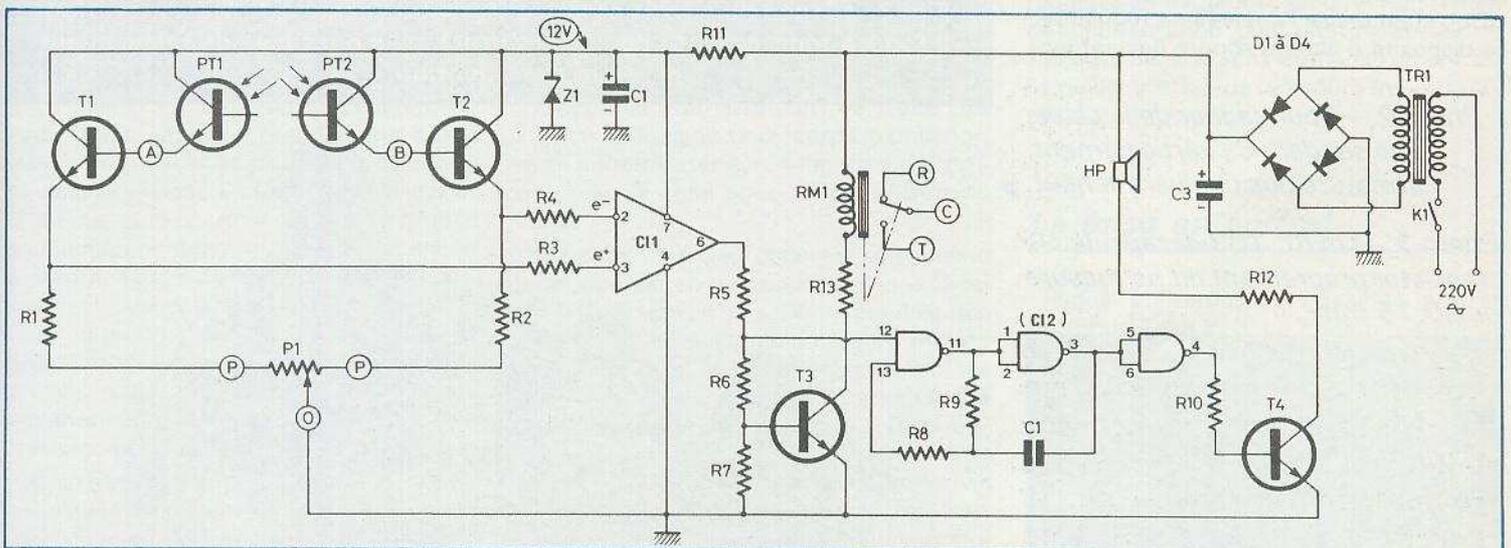


Fig. 2. - Schéma de principe du dispositif : il se base sur l'utilisation de deux phototransistors dans un pont de Wheatstone dont le déséquilibre déclenche un relais et une alarme sonore.

11 ou 0 au lieu de + 11 ou - 11 V ! Le 4011 n'apprécierait pas... On améliorerait encore en remplaçant le 741 par un CI comparateur comme le  $\mu A710$  ou le LM311 ; telle était d'ailleurs notre idée première, mais comme le classique 741 en alimentation simple donnait déjà des résultats parfaitement exploitables...

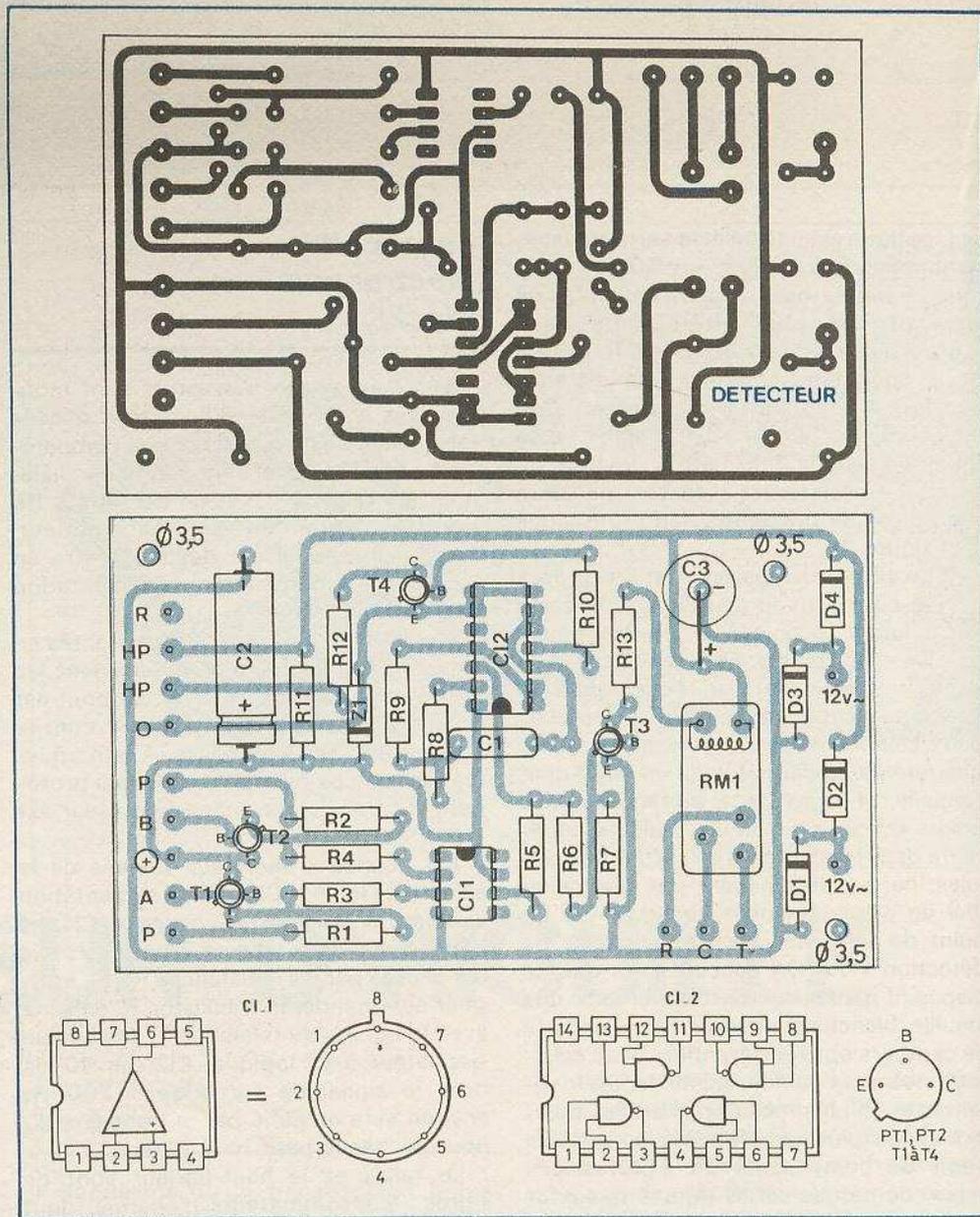
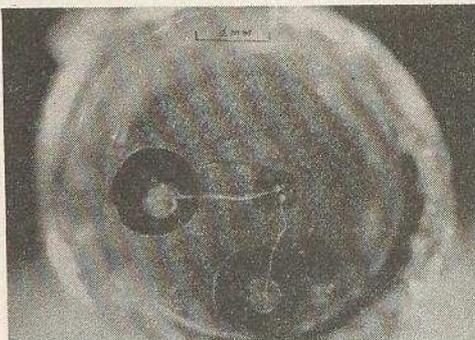
**Le circuit imprimé (photo 2 et fig. 3)**

Un module sans strap ni place perdue ni difficulté particulière ; toutefois méfiez-vous de l'implantation du relais RM<sub>1</sub> car il n'y a aucune normalisation concernant le brochage de ces composants. Celui représenté est un « Gruner » 1 RT/80  $\Omega$ . La résistance R<sub>13</sub> en série avec la bobine de RM<sub>1</sub> doit tenir compte de la résistance de celle-ci, afin de limiter vers un maxi de 80 mA le courant collecteur du transistor T<sub>3</sub>. Par exemple R<sub>13</sub> = 150  $\Omega$  pour une bobine de 80  $\Omega$  ou R<sub>13</sub> = 0 (strap) pour un relais de 300  $\Omega$ . Compter pour obtenir une résistance totale d'au moins 220  $\Omega$ , la valeur minimale pour le relais étant 80  $\Omega$ .

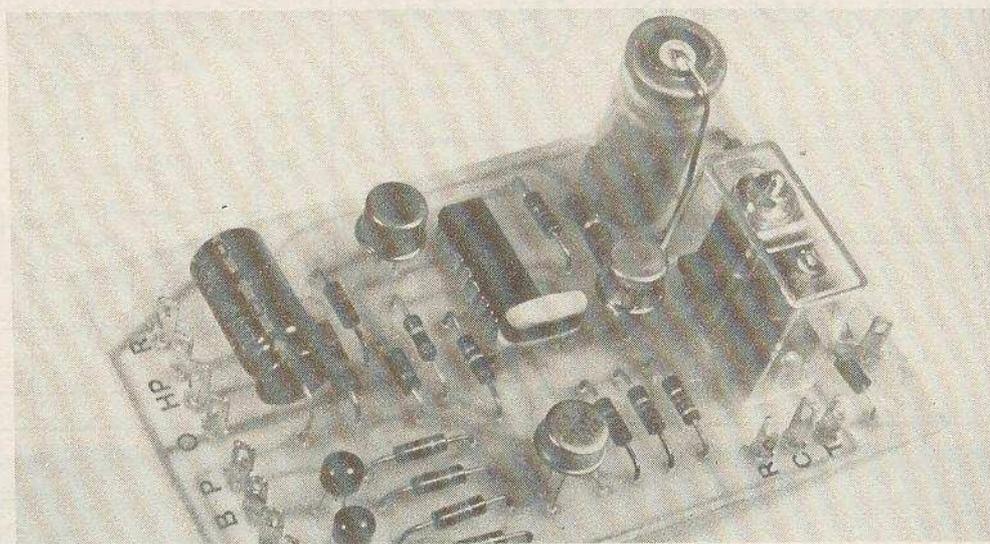
Un des deux fils du haut-parleur n'est pas soudé au module mais il est équipé d'une petite fiche femelle « FAST-ON » qui s'adapte aux cosses-poignards. En effet, si on utilise l'appareil en régulation, le dispositif d'alarme sonore devient inu-

*Photo 2. - Pour gagner de la place, on soudera C<sub>3</sub> verticalement, l'armature positive vers le haut.*

*Photo 1. - Un BC 109 décapsulé : le transistor proprement dit ne mesure que 0,15 mm<sup>2</sup>.*



**Fig. 3. - Tracé du circuit et implantation à l'échelle 1. Mais attention, il faudra tenir compte des divers brochages possibles de relais avant la reproduction.**



tile voire agaçant, il suffira alors de débrancher cette fiche pour la fixer sur la cosse voisine marquée « R » comme Régulation ou Repos; cosse qui n'est reliée à rien du tout, ce n'est donc pas une erreur de dessin sur la figure 3...

Le circuit étant alimenté par un petit transformateur 220/12 V, il faut s'attendre à une tension continue aux bornes du condensateur de filtrage  $C_3$  nettement supérieure à 12 V, 15 V constitue une moyenne. Lorsque le relais colle, vérifier que la tension sur la zener  $Z_1$  ne chute pas, sinon abaisser un peu sa valeur, 11 V par exemple.

### La confection de la sonde opto

Le morceau de bravoure ! Premier travail, décaloter des transistors BC108 ou 109. Nous avons décrit cette technique dans un article précédent, mais déjà ancien (voir « Electronique Pratique » n° 1597, page 60); signalons toutefois que le meilleur outil est le petit disque tronçonneur abrasif  $\varnothing 25$  mm qui s'adapte sur les perceuses miniatures à main. Tapoter légèrement pour faire tomber la limaille de l'intérieur du photo-transistor et couper son fil de base.

Sur une dizaine de « trépanations » effectuées, nous avons constaté que les sensibilités opto de ces capteurs n'avaient aucun rapport avec le gain  $\beta$  du transistor avant ouverture; alors autant utiliser des « tocards » dont le  $\beta$  est inférieur à 300. Il va falloir en apparier grossièrement deux; pour cela relier le collecteur à une tension de +9 V et disposer une résistance d'au moins 22 k $\Omega$  entre émetteur et le moins, puis le transistor étant exposé à la lumière ambiante, mesurer la tension aux bornes de cette résistance: cette tension est proportionnelle à la sensibilité opto du photo-transistor. Comme pour le gain  $\beta$ , attendez-vous à des écarts du simple au triple. Avec un transistormètre apparier approximativement les gains des transistors  $T_1$  et  $T_2$  ( $\beta = 300$  minimum).

Les transistors ouverts vivent vieux, ceux que nous avons montés l'ont été en 1975 ! Avec seulement un morceau de scotch pour les préserver de la poussière.

Pour l'assemblage, nous avons fait appel à un tube de médicaments  $\varnothing 15$  mm en aluminium. Dans le bouchon

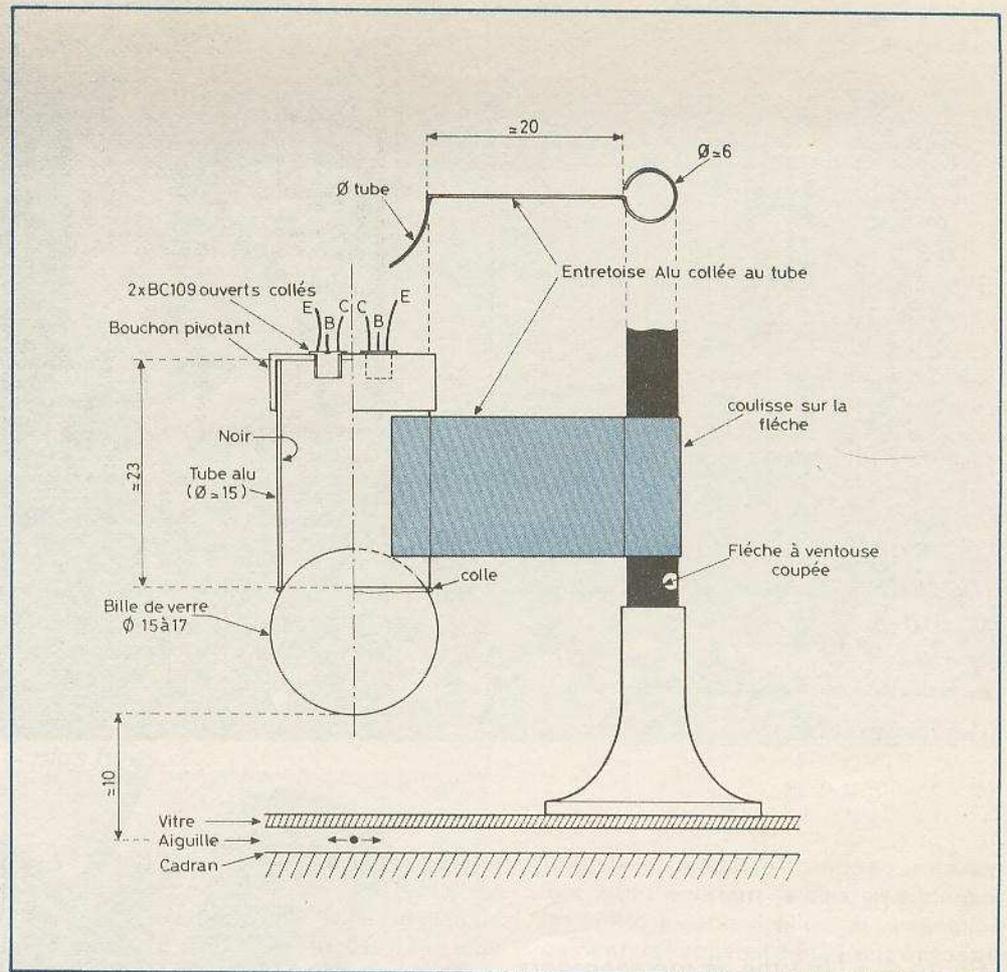


Fig. 4. - Une sonde adhésive économique: un tube de médicaments, une bille de verre et une flèche ventouse d'enfant, la constituent.

nous avons pratiqué deux trous très voisins  $\varnothing 4,5$  mm pour y loger nos deux photo-transistors avec un peu de colle époxy (« Araldite », etc.) Voir figure 4. Rappelons que les boîtiers des BC109 sont en liaison avec le collecteur, or, ceux-ci devant être réunis au +12 V les courts-circuits par le bouchon aluminium sont sans importance.

Découper un tronçon de tube de 23 mm de long où se raccorde le bouchon et en noircir l'intérieur. A l'autre extrémité très peu de colle pour y fixer la bille de verre.

Le support à ventouse est une flèche jouet coupée en ne conservant que 3 ou 4 cm de la tige en bois. Découper un autre tronçon de tube aluminium de 15 mm de long, l'ouvrir et le dérouler pour confectionner l'entretoise: cintrer une extrémité pour qu'elle épouse en serrant la tige bois, l'autre extrémité sur 8 à 10 mm est cintrée à  $\varnothing 15$  afin d'être collée avec une colle époxy sur le tube de la sonde (fig. 4 et photo 6). A ce propos, nous signalons aux bricoleurs pressés la commercialisation d'une colle époxy qui durcit en six minutes au lieu de douze heures pour l'« Araldite ». Les deux constituants sont présentés

dans un bloc à deux seringues jumelées, ce qui garantit une proportion parfaite résine-durcisseur, marque « Devcon-Framet » (voir photo 5).

La sonde opto ainsi montée autorise les réglages en hauteur et en direction tandis que l'orientation des photo-transistors, toujours dans le sens de déplacement de l'aiguille, s'effectue en tournant le bouchon du tube.

### La mise en coffret

Nous utiliserons le classique coffret plastique Teko P/3. Le transformateur et le module seront fixés au fond du boîtier alors que le haut-parleur, le potentiomètre  $P_1$ , l'intersecteur et les trois douilles bananes des contacts du relais seront fixés au couvercle aluminium (photo 3). Avant de visser le module, il faut y souder les fils en nappes aux cosses poignards:

- Cosses « P » et « O » (masse). Trois conducteurs  $L = 12$  cm.
- Cosses « HP ». Deux conducteurs  $L = 20$  cm dont un avec fiche « Fast-on ».

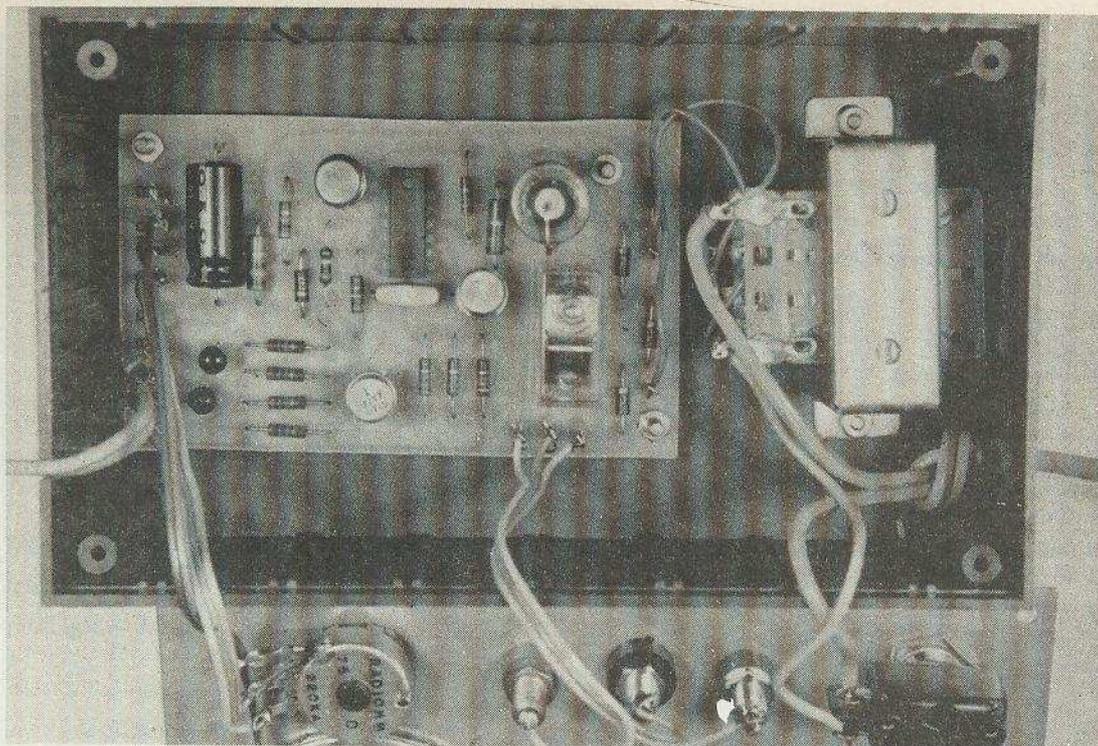
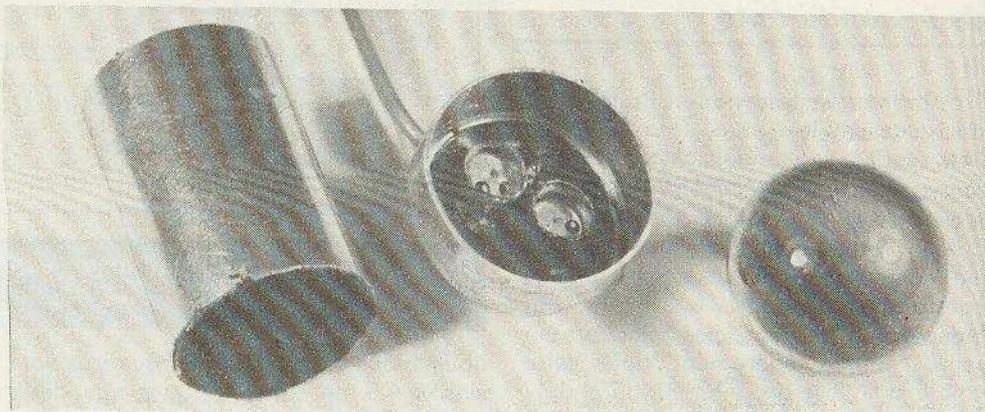


Photo 3. – Agencement interne du boîtier Teko P/3. Des fils de couleurs faciliteront le câblage.

Photo 4. – Un tube de médicaments et son bouchon servent de liaison entre les deux phototransistors et la bille de verre.



– Cosses « R », « T » et « C » (près du relais). Trois conducteurs L = 11 cm.

– Cosses 12 V alternatif, deux fils L = 8 cm.

– Cosses « A », « + » et « B ». 60 cm de câble méplat blindé à deux conducteurs. Les deux blindages sur la cosse « + » et les âmes sur « A » et « B ».

Découper dans le bord gauche du coffret plastique une échancrure verticale 12 x 3 mm pour le passage du câble blindé, au-dessus de ces cosses. Faire un trou Ø 6 mm dans le flanc droit du boîtier pour le passage du câble secteur. Faire un nœud d'arrêt interne, puis toutes les connexions du transformateur. Visser alors le transfo puis le module.

Le plan de perçage du couvercle est indiqué figure 5. Au cours du câblage des composants sous le couvercle, souder un bout de fil cuivré entre le corps du potentiomètre P<sub>1</sub> et sa cosse de curseur, afin de relier le couvercle à la masse.

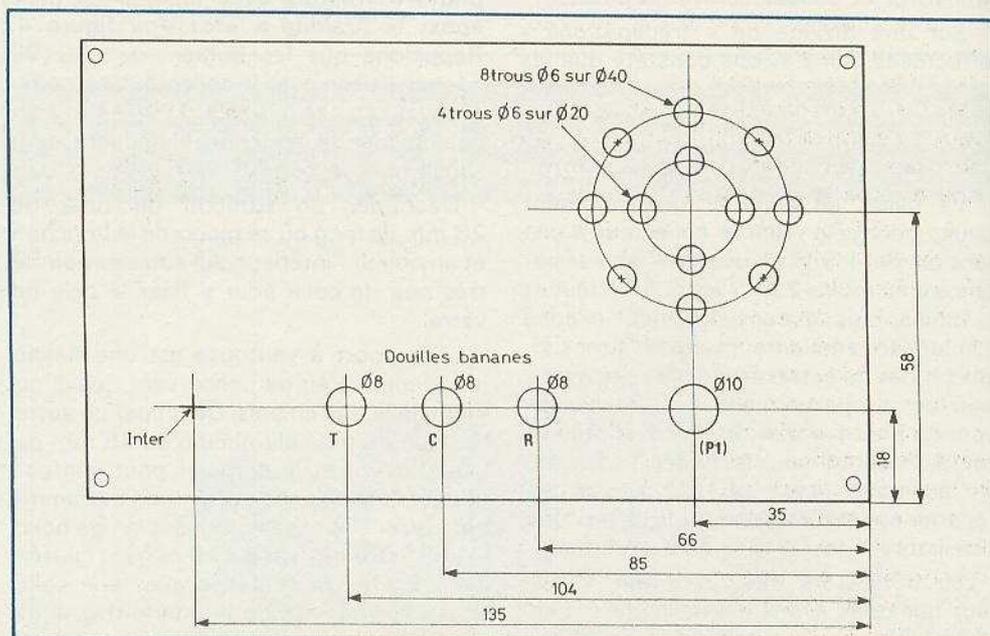


Fig. 5. – La face avant du boîtier Teko P/3 nécessitera quelques perçages.



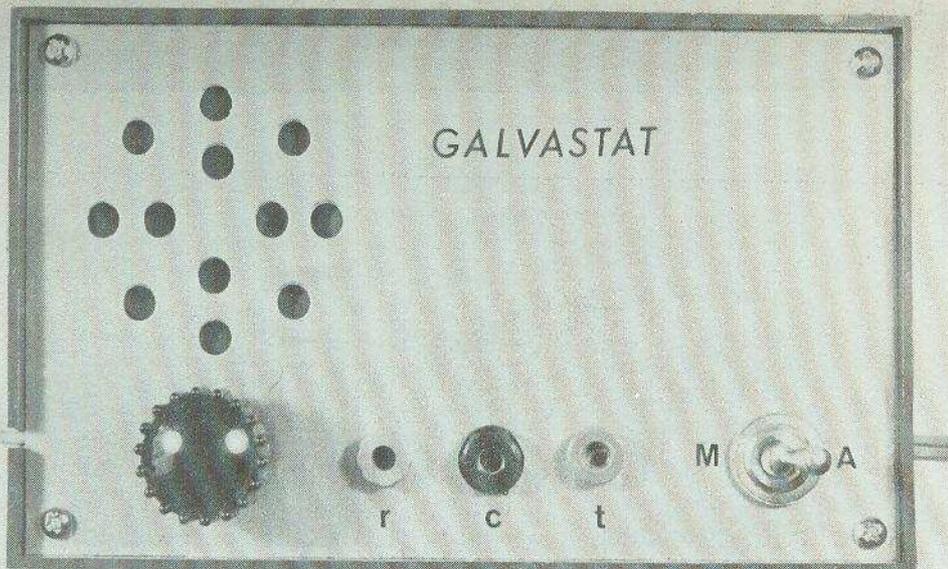


Photo 7. – Face avant rationnelle : les fiches « utilisation » présente un écartement normalisé à 19 mm.

### Allons plus loin

Dans le cas d'utilisation en régulation, l'arrivée de l'aiguille dans le champ du photo-transistor de détection provoque par le relais, l'arrêt ou la mise en route d'un dispositif adéquat pour faire cesser cette progression. Mais si l'effet de cette régulation a une certaine inertie l'aiguille va dévier un peu plus, elle sortira alors du champ et donc fin de régulation et redémarrage de la déviation au-delà du point de consigne ! Pour pallier ce grave défaut, il y a deux remèdes :

1° Installer un circuit monostable en aval des contacts du relais pour imposer un temps minimum de fonctionnement.

2° Si cela n'est pas envisageable, on peut utiliser un deuxième CI comparateur

qui basculera quand ce sera le second photo-transistor qui recevra l'image noire de l'aiguille alors que le premier sera de nouveau éclairé, soit une détection à trois niveaux « V.A.D. » (Veille-Atteinte-Dépassement). Nous vous soumettons le schéma de principe de ce circuit (non réalisé) ; nous y remarquons (fig. 6) deux autres transistors mais en abaisseurs de résistance pour attaquer les entrées des deux comparateurs CI1 et CI3. L'une des résistances d'émetteurs est un potentiomètre P<sub>2</sub> pour ajuster une tension d'entrée du second comparateur, lequel signalera le dépassement sous forme d'une super alarme ou d'une régulation d'urgence.

Pour terminer, revenons à notre objectif-bille de verre qui peut avoir bien d'autres usages. Par exemple si vous col-

lez un BC109 ouvert à même le verre, la puce de silicium va se trouver dans le plan focal image d'une source lumineuse éloignée. C'est donc un photo-capteur très directif, très sensible et peu encombrant, qui peut être utilisé en télécommande optique. De même, une bille placée devant une photo-résistance ou photo-diode va en réduire le champ visuel tout en y concentrant la lumière, d'où une application dans les intégrateurs ou posemètres d'agrandisseur photographique.

L'important est de bien choisir ses billes, et après les flèches à ventouses le marchand de jouets du quartier commence à regarder l'auteur d'un air curieux...

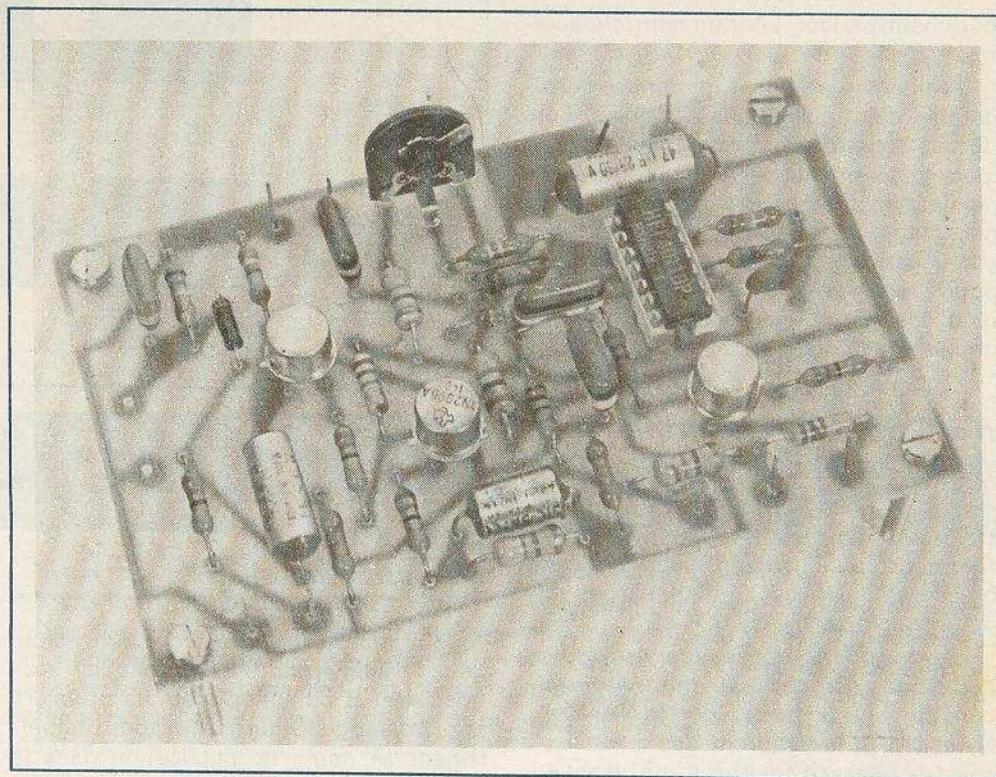
Michel ARCHAMBAULT

### Liste du matériel nécessaire

TP<sub>1</sub>, TP<sub>2</sub> : deux BC109 ouverts  
 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : petits transistors NPN : BC108, 109, 408, etc. ( $\beta \geq 300$ )  
 T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> : transistors 2N1711 ou 2N2219  
 CI1 : 741 en boîtier cylindre ou DIL 8  
 CI2 : CD4011 (4 portes NAND en C.MOS)  
 Résistances 5 %  
 R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub> : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R<sub>5</sub> : 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)  
 R<sub>6</sub> : 2,7 k $\Omega$  (rouge, violet, rouge)  
 R<sub>7</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron) / 4 W 5 %  
 R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 R<sub>10</sub> : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)

R<sub>11</sub> : 180  $\Omega$  (marron, gris, marron)  
 R<sub>12</sub> : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R<sub>13</sub> : voir texte (0 à 150  $\Omega$ ) 1/2 W  
 P<sub>1</sub> : potentiomètre 220 k $\Omega$  (linéaire)  
 C<sub>1</sub> : 4,7 nF (jaune, violet, rouge)  
 C<sub>2</sub> : 220  $\mu$ F - 16 V  
 C<sub>3</sub> : 470  $\mu$ F - 25 V  
 D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> : diodes de redressement (1N4001 à 4007)  
 Z<sub>1</sub> : zener 12 V / 400 mW  
 HP : haut-parleur 100  $\Omega$ ,  $\varnothing$  5 cm ou buzzer  
 RM<sub>1</sub> : relais 1 RT, résistance 80 à 300  $\Omega$

TR<sub>1</sub> : transformateur 220 / 12 V, 3 VA  
 Un circuit imprimé 100 x 60 mm à réaliser  
 14 cosses poignards  
 1 fiche femelle « Fast-on » pour cosse poignard  
 3 douilles bananes  
 1 interrupteur secteur  
 1 bille de verre  $\varnothing \approx 16$   
 1 tube de médicaments  $\varnothing \approx 15$  en aluminium avec bouchon  
 1 flèche à ventouse (jouet)  
 1 coffret Teko P/3



## SIGNAL-TRACER à CMOS

**D**ANS la panoplie des petits appareils du laboratoire d'électronique, le signal tracer, de coût modique et de construction facile, s'inscrit parmi les plus utiles, avec le contrôleur universel. Celui que nous décrivons fait partiellement appel à la technologie C.MOS, sous forme des quatre portes NAND d'un circuit intégré 4011. Ce choix lui confère quelques qualités, et notamment une grande impédance d'entrée de la section amplificatrice.

Avant d'aborder l'étude théorique, puis la réalisation de ce petit montage, nous en rappellerons l'utilité. Cet aspect essentiel de la question sera d'ailleurs repris en fin d'article, où nous fournirons quelques exemples pratiques d'utilisation.

### *1 - Qu'est-ce qu'un signal tracer ?*

Si nous conservons, malgré notre indéfectible attachement à la pureté du français, cette terminologie anglaise, c'est que notre vocabulaire ne fournit guère de possibilités pour traduire, de façon concise et imagée, ce « générateur et suiveur (à la trace) de signal ».

Un « signal tracer » comporte donc deux parties :

- D'abord, un générateur, qui délivre des tensions en forme de créneaux : on injecte ceux-ci aux divers points des montages à l'essai.
- Ensuite, une section amplificatrice : cette dernière prélève les signaux sur le montage testé, les amplifie en tension puis en puissance, et les dirige vers un

petit haut-parleur, pour un contrôle auditif.

On imagine aisément le nombre considérable des applications possibles. Lors de la construction d'un amplificateur (pour la sonorisation ou pour toute autre destination), on pourra contrôler étage par étage la présence du signal, son amplification, ou son affaiblissement. On pourra aussi vérifier le fonctionnement d'un oscillateur, qu'il soit sinusoïdal ou impulsionnel, etc.

## II - Structure générale du signal tracer

Elle est illustrée par le synoptique de la figure 1, que nous avons séparé, à l'aide de cadres pointillés, en deux parties respectivement référencées A et B.

La section A, ou section oscillatrice, comporte d'abord un multivibrateur, construit autour de trois portes NAND  $N_1$ ,  $N_2$  et  $N_3$ , où s'élaborent des créneaux à une fréquence d'environ 1 000 Hz. Leur amplitude égale à celle de la tension d'alimentation, que nous choisirons de 15 V si possible (il existe des petites piles délivrant cette tension). Une alimentation par une pile de 9 V est également acceptable, mais l'amplitude des signaux de sortie s'en trouve réduite d'autant.

Les appareils excités par le signal tracer, peuvent offrir, dans certains cas, de faibles impédances d'entrée, donc consommer des intensités non négligeables. C'est pourquoi nous avons prévu un étage de sortie, mettant en jeu le transistor  $T_1$ , et capable de fournir de la « puissance » (tout est relatif...). Un diviseur donne alors simultanément trois signaux sur trois bornes de sortie. Tous ont la même forme (créneaux à faibles temps de montée et de descente), mais les amplitudes diffèrent. La sortie 15 V conviendra pour les circuits de logique C. MOS. On utilisera celle de 5 V pour commander des circuits TTL. Enfin, la sortie à 100 mV répond particulièrement aux besoins des expérimentations sur les amplificateurs.

La deuxième section, référencée B sur la figure 1, constitue la partie amplificatrice du signal tracer. Dans son étage d'entrée, nous avons utilisé une porte NAND  $N_4$ , qu'une contre-réaction permet de faire travailler en régime linéaire. L'étage de puissance (transistors  $T_2$  et  $T_3$ ) débite dans le haut-parleur de contrôle.

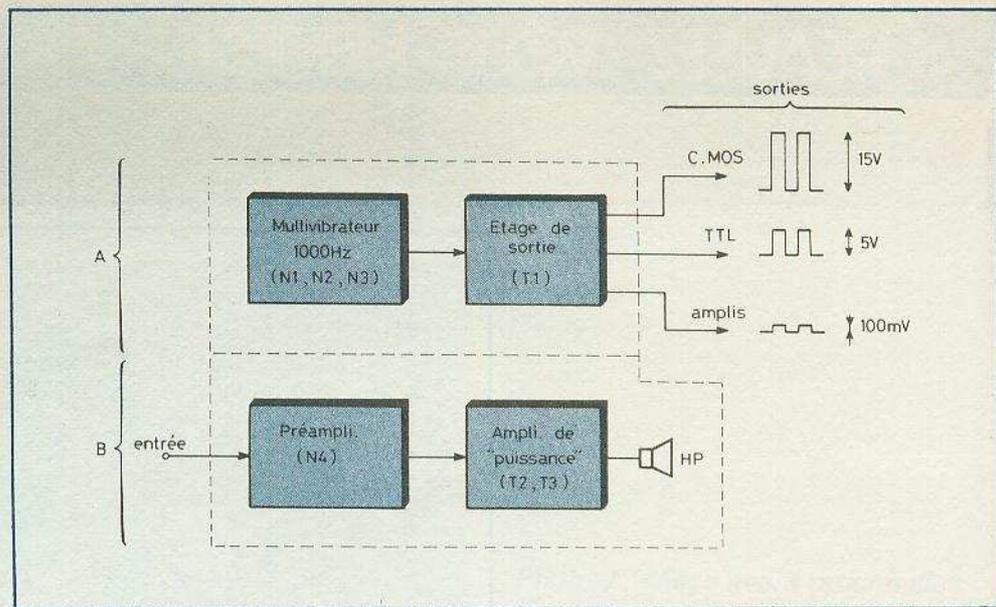


Fig. 1. - Synoptique du dispositif : l'ensemble se compose de deux sections distinctes ; une section oscillatrice et une amplificatrice.

## III - Le détail du schéma

Pour une meilleure compréhension, nous examinerons séparément les sections A et B du synoptique. La première fait l'objet de la figure 2. L'étude, actuellement en cours de publication dans la revue, que nous consacrons au circuit intégré 4011 et à ses applications, nous permettra d'abrégé : nous y renvoyons les lecteurs intéressés par l'analyse complète du fonctionnement.

Les deux premières portes NAND  $N_1$  et  $N_2$ , travaillant en inverseurs grâce à l'attaque simultanée de leurs entrées, forment un multivibrateur astable, dont les éléments  $R_1$  et  $C_1$  déterminent la période.

Recueillis sur la sortie de  $N_2$ , les créneaux ainsi obtenus subissent une nouvelle mise en forme dans l'inverseur  $N_3$ . Ensuite, à travers  $R_{21}$  (on nous pardonnera cette numérotation quelque peu décousue, qui résulte des modifications de détail avant la mise au point de la maquette finale), ils parviennent à la base du transistor PNP  $T_1$ .

Celui-ci est monté en émetteur commun, la faible résistance  $R_3$  ne servant qu'à protéger l'espace émetteur-collecteur contre des surintensités dues à des courts-circuits accidentels sur les sorties. On recueille donc, sur le collecteur, des créneaux d'amplitude presque égale à la tension d'alimentation + E, soit 15 V comme conseillé : c'est la sortie destinée à attaquer les circuits C. MOS.

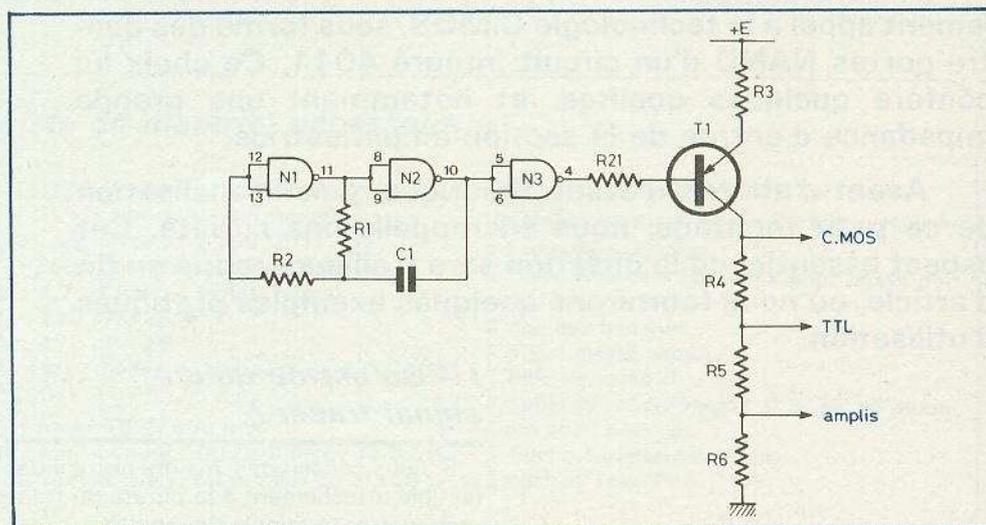
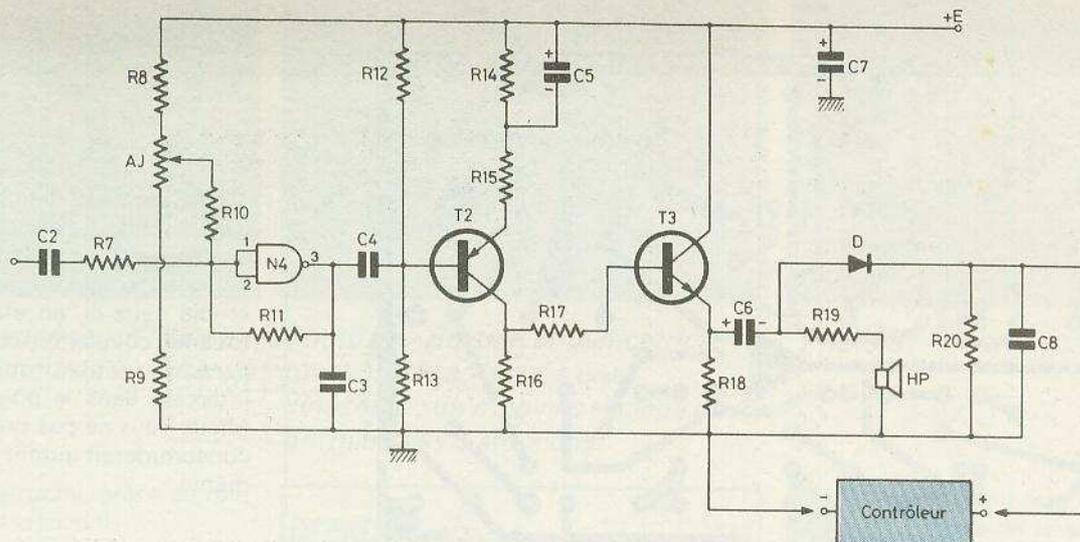


Fig. 2. - Les deux NAND  $N_1$ ,  $N_2$ , réalisent un multivibrateur astable, tandis que  $N_3$  assure la mise en forme des signaux obtenus.



**Fig. 3.** – La section amplificatrice :  $N_4$  constitue ici un ampli linéaire.  $T_2$  amplifie en tension et  $T_3$  en puissance. Deux éléments permettent le contrôle du niveau de sortie : un haut-parleur et un galvanomètre.

Grâce au diviseur que forment les résistances  $R_4$ ,  $R_5$  et  $R_6$ , on dispose aussi de créniaux de 5 V (sortie TTL), et de créniaux de 100 mV (sortie « amplis »).

La **figure 3** concerne la section amplificatrice B. Son étage d'entrée s'articule autour de la dernière porte NAND  $N_4$  du circuit intégré 4011, utilisée en amplificateur linéaire. Nous ne justifierons pas ici le mécanisme de ce type de fonctionnement, qui fera l'objet d'une rubrique dans la série « Parlez-moi du 4011 », prochainement. Appliqués à travers  $C_2$  (pour élimination de leur composante continue) et  $R_7$ , les signaux examinés, parviennent sur les deux entrées réunies de  $N_4$ . La résistance  $R_{11}$  procure la contre-réaction nécessaire, en même temps qu'elle détermine le gain, par son rapport avec  $R_7$ . Reliant la sortie à la masse, le petit condensateur  $C_3$  élimine les risques d'entrée en oscillations aux fréquences élevées, puisqu'il diminue la limite supérieure de la bande passante.

A cause des dispersions très importantes sur les caractéristiques des portes NAND, il nous a semblé prudent de prévoir un réglage du point moyen de polarisation : c'est le rôle de la résistance ajustable AJ, associée aux résistances  $R_8$  et  $R_9$ . La résistance  $R_{10}$  évite une diminution de l'impédance d'entrée, par ce pont de polarisation.

Repris à travers  $C_4$ , les signaux de la sortie de  $N_4$  subissent une nouvelle amplification de tension dans le transistor PNP  $T_2$ . Pour une meilleure stabilité du gain, une partie de la résistance d'émetteur ( $R_{15}$ ) n'a pas été découplée, le condensateur  $C_5$  n'étant mis en parallèle que sur  $R_{14}$ .

Enfin, le dernier étage  $T_3$ , qui travaille en collecteur commun, apporte l'amplification en puissance nécessaire pour actionner le haut-parleur de contrôle. Les puissances dissipées restant malgré tout faibles, nous n'avons pas jugé nécessaire de compliquer la réalisation par un étage de sortie en push-pull. La résistance  $R_{19}$ , en série avec le haut-parleur, dépendra de l'impédance de ce dernier : nous le préciserons plus loin.

Il nous a paru utile, par contre, de prévoir un contrôle visuel du niveau de sortie, sur galvanomètre. Trois éléments supplémentaires suffisent : la diode de redressement D, et la cellule de filtrage  $R_{20}$ ,  $C_8$ . On ne fera pas la dépense d'un galvanomètre, qui coûterait, à lui seul, plus cher que tout le reste de l'appareil. Deux bornes permettront de brancher un contrôleur universel, commuté en voltmètre continu.

Le dernier élément du circuit est le condensateur électrochimique  $C_7$ , qui a pour but de découpler la pile, pour diminuer sa résistance de sortie en alternatif.

#### IV – Le circuit imprimé et son câblage

La **figure 4** donne, à l'échelle 1, le dessin du circuit imprimé, vu par la face cuivrée du stratifié. Pour l'implantation des composants, on se reportera au dessin de la **figure 5**, et aux photographies du circuit terminé.

Attention aux étourderies qui conduiraient à une longue recherche des pannes, et même à une destruction de certains

composants : polarité de la diode et des condensateurs électrochimiques, orientation du circuit intégré 4011. Pour fixer ce dernier, il est vivement recommandé d'utiliser un support, ce qui évitera tout danger au moment du soudage.

Nous ne donnons pas d'instructions particulières pour la mise dans un coffret, qui n'offre aucun impératif critique ; sauf le choix d'un boîtier métallique (un petit coffret Teko formé de deux U encastrés, conviendra fort bien). Il faut éviter les coffrets plastiques, car la haute impédance d'entrée de la porte  $N_4$ , se prêterait à ramasser tous les rayonnements parasites, en particulier à 50 Hz. Au moment où nous expérimentons ce montage sur des boîtes de câblage, nous avons même constaté... une excellente réception d'une station de radio, simplement en posant le doigt sur l'entrée de  $N_4$  !

Le haut-parleur sera un modèle miniature, de 50 mm de diamètre. On peut le trouver en 8  $\Omega$  (cas le plus courant), 15  $\Omega$ , 25  $\Omega$ , 50  $\Omega$  et même 100  $\Omega$  (éliminer ces deux derniers cas, qui conduiraient à une puissance trop faible). La résistance  $R_{19}$  dépendra de l'impédance du haut-parleur, selon les indications du tableau ci-dessous :

HP	$R_{19}$
8 $\Omega$	22 $\Omega$
15 $\Omega$	15 $\Omega$
25 $\Omega$	10 $\Omega$

On n'oubliera pas de prévoir dans le coffret, face à la membrane du haut-parleur, quelques trous pour le passage de l'air, donc des ondes sonores.

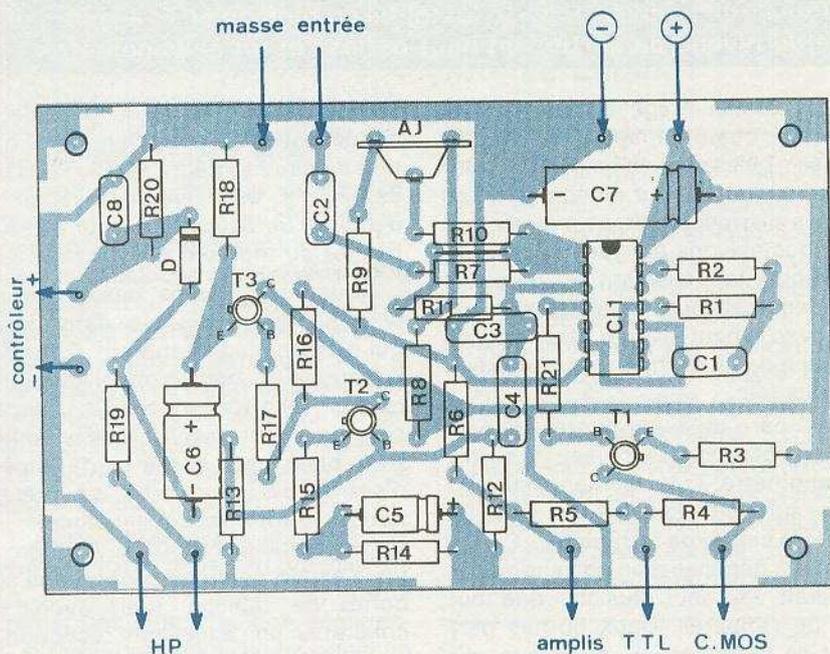
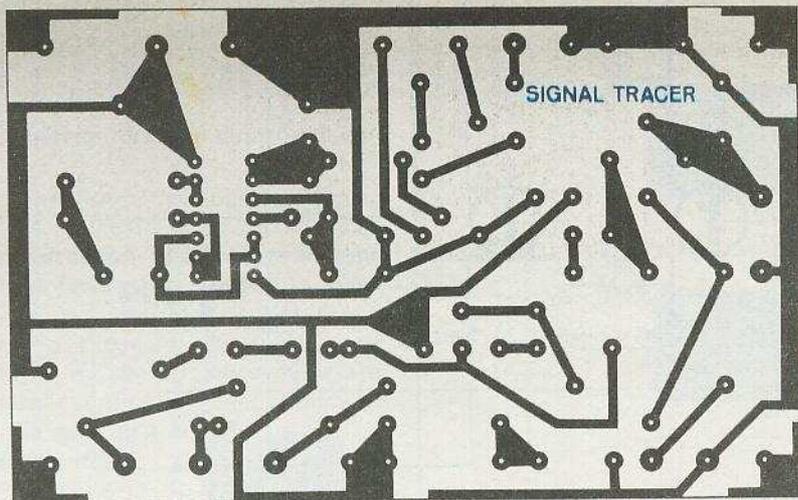


Fig. 4. et 5. - Tracé du circuit et implantation des composants, grandeur nature. Attention à la polarité des semi-conducteurs et des chimiques.

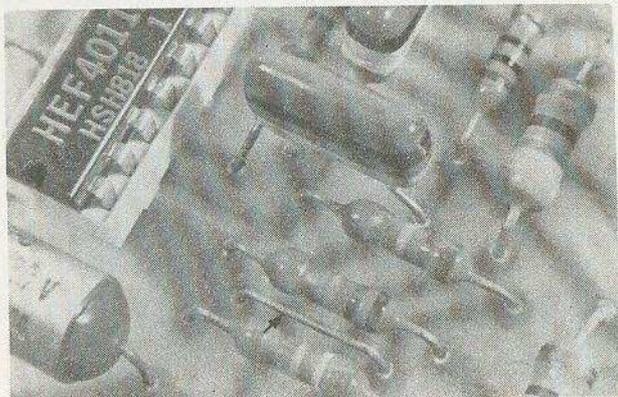


Photo 2.  
Au niveau de l'implantation des composants, on veillera à ne pas oublier le strap.

Les bornes d'entrée et de sorties seront, autant que possible, disposées au plus près des emplacements correspondants sur le circuit imprimé. Nous avons étudié ceux-ci, en effet, pour minimiser tous les couplages, sources d'oscillations parasites. Enfin, un interrupteur sera intercalé dans le pôle positif de la pile. Mieux vaut ne pas prévoir de voyant, qui consommerait autant que le montage lui-même.

### V - Quelques oscillogrammes Mise au point du signal tracer

Indiquons dès maintenant que la mise au point peut s'effectuer avec, pour seul outil, celui que nous souhaitons à tous nos lecteurs : l'oreille (au singulier, puisqu'une seule suffit !). Les oscillogrammes que nous fournissons n'ont donc pour objet que de préciser le fonctionnement, et d'aider ceux qui disposent d'un matériel de contrôle plus élaboré.

L'oscillogramme de la **photo A**, rassemble les créneaux recueillis à la sortie C. MOS, donc directement sur le collecteur de T<sub>1</sub> (trace supérieure), et les signaux qu'on peut observer à la jonction de C<sub>1</sub> et de R<sub>1</sub>.

Les oscillogrammes suivants, se rapportent à la section amplificatrice du signal tracer. Nous avons appliqué sur l'entrée, donc à travers C<sub>2</sub>, une sinusoïde d'environ 100 mV crête à crête : on peut la voir, sur la trace supérieure de la **photo B**. Si la résistance A J est convenablement réglée, on doit retrouver, à la sortie de la porte N<sub>4</sub>, une sinusoïde également, mais d'amplitude plus grande. Un mauvais réglage entraîne divers types de distorsion, notamment par écrêtage : on peut en voir des exemples, dans la trace inférieure de cette même **photo B**, et dans la **photo C**.

La **photo D**, enfin, établit la correspondance entre un signal d'entrée sinusoïdal, et les tensions de sortie. A cause du gain élevé de l'amplificateur, il y a écrêtage des deux points, et la tension de sortie, visible à la partie inférieure de l'oscillogramme, s'apparente à des créneaux. On la ramènerait à des sinusoïdes, en diminuant fortement l'amplitude d'entrée (10 mV au moins). Notons qu'un signal de très grande amplitude reste sans danger

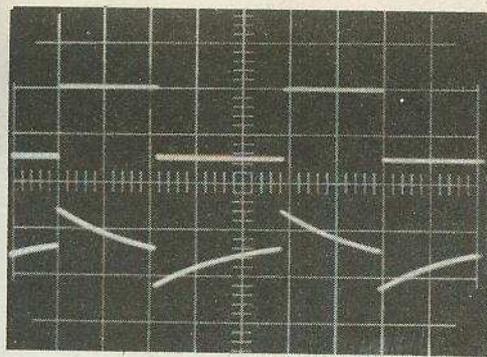


Photo A. – Trace supérieure : sortie C.MOS, trace inférieure : jonction C<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>.

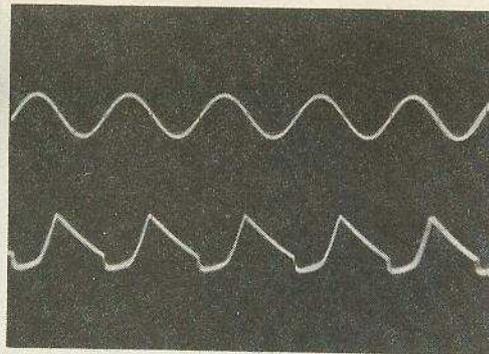


Photo B. – Section amplificatrice : on applique en entrée une sinusoïde ; un mauvais réglage de A<sub>j</sub> entraîne des distorsions.

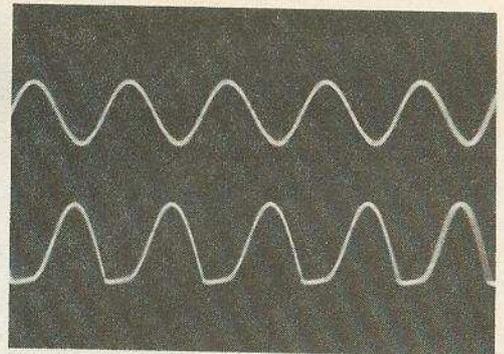


Photo C. – Autre type de distorsion.

pour l'entrée de la porte N<sub>4</sub>, grâce au rôle protecteur de la résistance R<sub>7</sub>.

En l'absence d'oscilloscope, les distorsions de sortie peuvent être exploitées pour le réglage de la résistance ajustable A<sub>J</sub>. On appliquera à l'entrée une tension alternative de faible valeur (de l'ordre de la dizaine de millivolts), avec une fréquence voisine de 1 000 Hz. Les distorsions qui apparaissent dans le signal d'excitation du haut-parleur, sont alors très perceptibles à l'oreille : on cherchera à obtenir le son le plus pur possible.

Une autre solution, consiste à observer les déviations d'un voltmètre connecté après la diode D (sensibilité 10 à 15 V à pleine échelle). Un mauvais réglage peut aller jusqu'à la disparition du signal de sortie : le contrôleur, alors, ne dévie pas. Au contraire, le réglage optimal correspond sensiblement au maximum de déviation.

Pour terminer ces quelques commen-

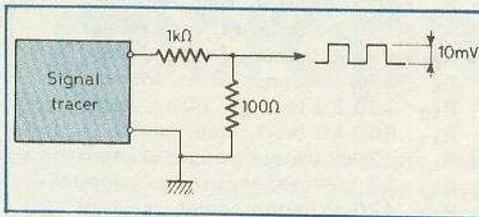


Fig. 6. – Contrôle du signal-tracer par lui-même.

taires, ajoutons qu'avec divers échantillons de 4011 (nous en avons essayé une dizaine), l'obtention du point de fonctionnement idéal n'était pas toujours possible. Les choses rentrent alors dans l'ordre, si on diminue un peu R<sub>10</sub> (220 kΩ, ou même 150 kΩ).

Pour ceux qui ne disposeraient vraiment d'aucun appareil de mesure, pas même un petit générateur BF, il reste la possibilité d'un réglage du signal tracer...

par lui-même. Pour cela, on utilisera, pour attaquer l'entrée de la section amplificatrice, les créneaux délivrés par la sortie « amplis » de la section oscillatrice. Il est conseillé, toutefois, d'en diminuer encore l'amplitude, par un pont de résistances comme celui de la figure 6. Aux bornes de la résistance de 100 Ω, les créneaux n'ont plus qu'une hauteur d'environ 10 mV.

## VI – Des exemples pratiques d'utilisation

Rien ne sert de construire un appareil de mesures, si sa destination finale le relègue au fond d'un placard. Les exemples proposés ci-dessous, n'illustrent qu'une partie des nombreuses applications de ce petit signal tracer.

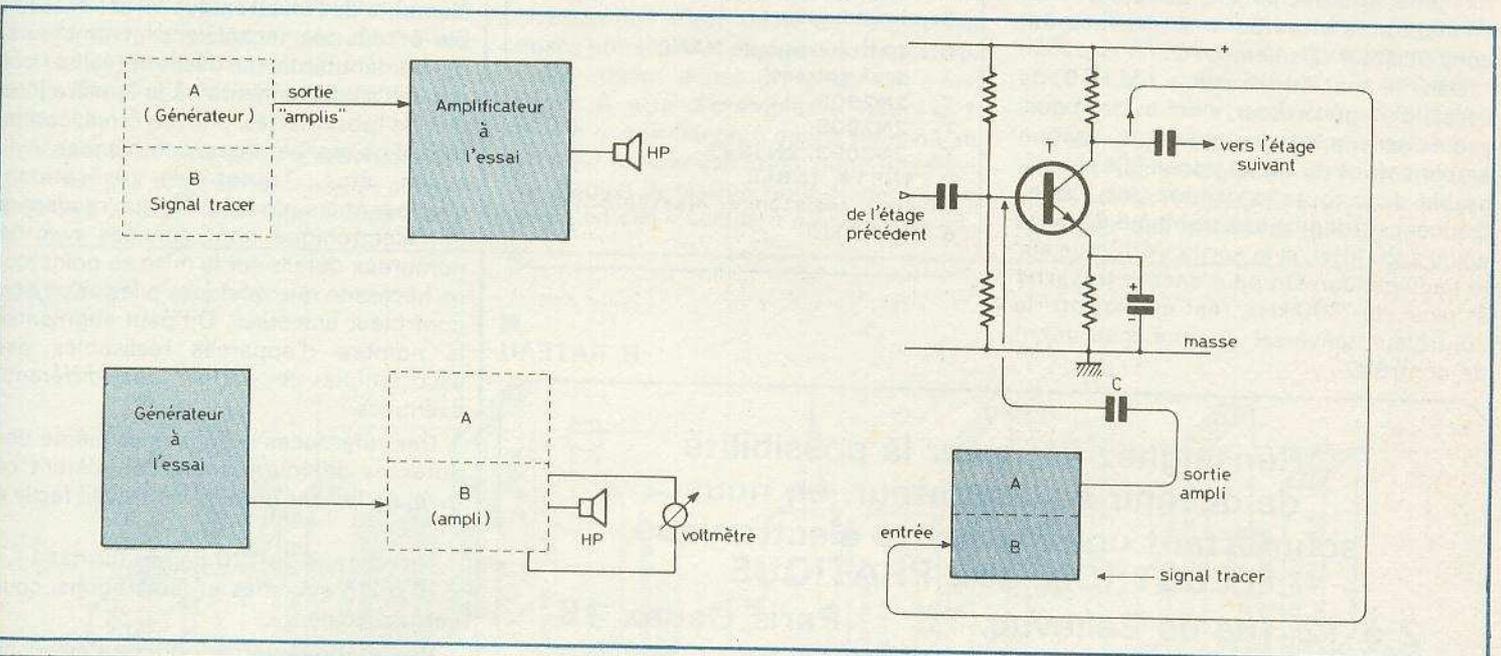
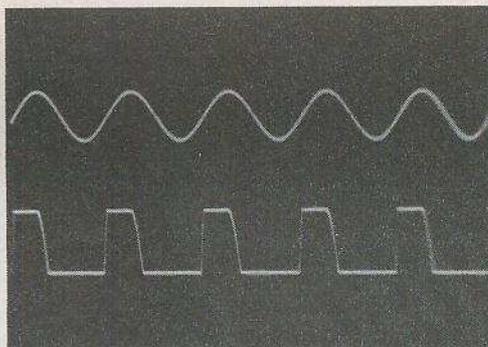


Fig. 7. à 9. – Exemples pratiques d'utilisation : détection de panne sur un ampli, test d'un générateur.



**Photo D.** – Trace supérieure : signal d'entrée sinusoïdal. Trace inférieure : tension de sortie, signal écriêté à cause du grand gain de l'ampli

La figure 7 montre, d'une façon générale, comment on peut détecter une panne sur un amplificateur, si celui-ci comporte son propre haut-parleur de sortie (amplificateur d'électrophone, étages BF d'un poste récepteur, etc.). Les signaux à 100 mV (sortie « amplis ») de la section oscillatrice du signal tracer, sont appliqués sur l'entrée du montage à l'essai. Mais il est possible d'aller plus loin, et d'effectuer les contrôles étage par étage, par exemple en injectant les créniaux, successivement, sur les bases de chaque transistor. Quand on entendra le son à 1 000 Hz, on saura que la panne se situe dans un étage précédent.

Le test peut même être conduit étage par étage, comme l'indique la figure 8. Les deux sections du signal tracer sont alors exploitées, l'une pour exciter l'entrée du circuit essayé, l'autre, pour examiner la sortie. Afin de ne pas perturber les polarisations, le branchement de la sortie de l'injecteur s'effectuera à travers un condensateur d'isolement C.

Dans le cas, illustré par la figure 9, de l'essai d'un générateur, il est évident que, seule, sera mise en œuvre la section amplificatrice du signal tracer. Elle est utilisable dans toute la gamme des basses fréquences (depuis une trentaine de hertz jusqu'à 20 kHz), si la sortie s'effectue sur le haut-parleur. On peut encore travailler à plus de 100 kHz, en employant le contrôleur universel comme instrument de contrôle.

### Liste des composants

Résistances 0,5 W ;  $\pm 5\%$

- R<sub>1</sub> : 68 k $\Omega$  (bleu, gris, orange)
- R<sub>2</sub> : 820 k $\Omega$  (gris, rouge, jaune)
- R<sub>3</sub> : 82  $\Omega$  (gris, rouge, noir)
- R<sub>4</sub> : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- R<sub>5</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R<sub>6</sub> : 10  $\Omega$  (marron, noir, noir)
- R<sub>7</sub> : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)
- R<sub>8</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R<sub>9</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R<sub>10</sub> : 390 k $\Omega$  (orange, blanc, jaune)
- R<sub>11</sub> : 560 k $\Omega$  (vert, bleu, jaune)
- R<sub>12</sub> : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
- R<sub>13</sub> : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)
- R<sub>14</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R<sub>15</sub> : 82  $\Omega$  (gris, rouge, noir)
- R<sub>16</sub> : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)
- R<sub>17</sub> : 27  $\Omega$  (rouge, violet, noir)
- R<sub>18</sub> : 390  $\Omega$  (orange, blanc, marron)
- R<sub>19</sub> : Voir tableau
- R<sub>20</sub> : 120 k $\Omega$  (marron, rouge, jaune)

#### Condensateurs

- C<sub>1</sub> : 4,7 nF, plastique
- C<sub>2</sub> : 47 nF, plastique
- C<sub>3</sub> : 1 nF, plastique
- C<sub>4</sub> : 100 nF, plastique
- C<sub>5</sub> : 22  $\mu$ F, 25 V, chimique
- C<sub>6</sub> : 22  $\mu$ F, 25 V, chimique
- C<sub>7</sub> : 47  $\mu$ F, 25 V, chimique
- C<sub>8</sub> : 22 nF, plastique

#### Semi-conducteurs

- CI : 4011 (quadruple NAND à deux entrées)
- T<sub>1</sub> : 2N2905
- T<sub>2</sub> : 2N2905
- T<sub>3</sub> : 2N3053, 2N1893
- D : 1N914, 1N645
- Divers : résistance ajustable de 5 k $\Omega$  (4,7 k $\Omega$ )

R. RATEAU

Renseignez-vous sur la possibilité de devenir collaborateur, en nous soumettant une maquette électronique.  
**ELECTRONIQUE PRATIQUE**

2 à 12, rue de Bellevue, 75 Paris Cedex 19  
Tél. : 200.33.05

## BIBLIOGRAPHIE

### RÉALISEZ VOUS-MÊME UN SYNTHÉTISEUR MUSICAL

par F. Gaillard et P. Girard

Le synthétiseur musical est devenu un « instrument de musique » moderne, car il permet des sons inattendus et inconnus. Les auteurs décrivent la construction de modules qui s'assemblent pour constituer des appareils modernes qu'ils ont eux-mêmes réalisés.

#### Principaux modules :

Préamplificateur universel – Mixage 4 voies/alimentation/amplificateur de casque – Clavier monodisque 3 octaves – Mécanisme générateur de bruit blanc/rose – Générateur d'impulsions aléatoires VCA – Modulateur équilibré – Générateur d'enveloppes – Filtres universel – VCF – Séquenceur – Déphaseur.

Un ouvrage format 15 x 21, 160 pages, 152 figures et illustrations, couverture couleur.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. 40 F.

### Collection Technique poche : MONTAGES A CAPTEURS PHOTOSENSIBLES

J.-P. Oehmichen

(Applications des dispositifs photosensibles) 2<sup>e</sup> édition revue et corrigée

Un livre réalisé pour faire connaître et utiliser tous les dispositifs sensibles à la lumière et les circuits électroniques qui les accompagnent.

Le présent ouvrage ne nécessite qu'une connaissance tout à fait sommaire des éléments de l'électronique : il est accessible à tous les techniciens et amateurs, même débutants, qui désirent réaliser ces appareils passionnants où la lumière joue un rôle (posemètres, photomètres, comptage d'objets, barrages, commandes invisibles, etc.). Toutes les réalisations, employant les moyens les plus modernes de l'électronique, sont données avec de nombreux détails sur la mise au point (qui ne nécessite que quelques piles et un bon contrôleur universel). On peut augmenter le nombre d'appareils réalisables par associations de parties des différents exemples.

Des références pratiques et même des adresses de fournisseurs complètent ce livre, en faisant un outil de travail facile à utiliser.

Un ouvrage de 120 pages, format 11,7 x 16,5, 75 schémas et illustrations, couverture couleur.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris. 21 F.

**C**OMME on l'a vu dans l'article précédent, un microprocesseur n'est rien, quand il n'a pas de mémoire et le plus souvent, il lui faut même plusieurs mémoires. Avant d'aborder les détails concernant les façons de cuisiner les informations, il convient donc de s'informer quelque peu sur ces mémoires qui seront souvent à la fois siège et destination de ces informations.

## La clé du microprocesseur (2<sup>e</sup> partie)

### Le rangement des boîtes de conserves

Si vous êtes un personnage ordonné et peu enclin au compromis, vous rangez tout ce qui est imprimé dans votre bibliothèque, et tout ce qui est nourriture dans un garde-manger.

Ainsi, si vous avez acheté des conserves, vous les empilez dans un garde-manger tout en détachant leur mode d'emploi, que vous rangez soigneusement dans votre bibliothèque. Et si, un jour, vous avez envie de petits pois, vous allez à votre garde-manger, vous ouvrez un certain nombre de boîtes de conserves jusqu'à ce que vous trouviez des petits pois, puis vous allez à votre bibliothèque pour étudier les « instructions de traitement » : verser le contenu dans une casserole, chauffer à petit feu en remuant de temps en temps, etc.

L'exemple montre que l'ordre méthodique n'est pas toujours une bonne chose, et qu'on a souvent avantage à adopter ce

compromis qui consiste à conserver des textes écrits dans un garde-manger. Sans parler de ceux qui cachent des bouteilles de whisky derrière une rangée de livres de leur bibliothèque.

En informatique, on a, de même, avantage à laisser régner, dans les mémoires, un désordre savamment mis en scène, et ce en appliquant le principe de **von Neumann**, selon lequel il y a confusion, au niveau de la mémoire (du garde-manger) entre les données (les petits pois) et les instructions (le mode d'emploi). Ce qui montre, d'ailleurs, que **von Neumann** a été largement devancé par les fabricants de boîtes de conserves qui, cependant, n'ont jamais su décrire leur procédé avec des mots aussi bien choisis.

L'essentiel, c'est donc de ranger les choses non pas par catégories, mais dans l'ordre, dans lequel on peut en avoir besoin. A titre d'exemple, la **figure 2-1** montre que le flacon d'encre, dont on se sert pour remplir son stylo, peut être suivi d'un paquet de lessive, dont on peut avoir besoin en cas d'accident d'encre. Par ail-

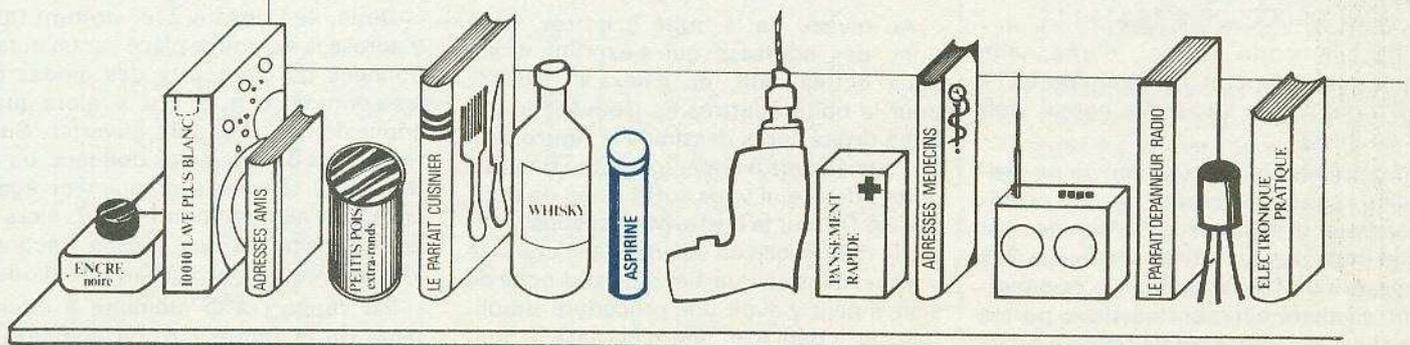
leurs, le stylo en question peut servir pour écrire des lettres à des amis dont les adresses se trouvent logées à l'« adresse » suivante.

### Pourquoi des RAM et des ROM ?

Puisque d'après ce qui précède, on doit pouvoir mettre n'importe quoi n'importe où, un seul type de mémoire serait suffisant. Et il est, en effet, possible de faire tout avec uniquement des RAM, si on les empêche d'être volatiles, en les alimentant par l'intermédiaire d'un accumulateur tampon. C'est d'ailleurs souvent ainsi qu'on procède lors de l'élaboration d'un programme qui est destiné à une ROM, mais qu'on conserve provisoirement dans une RAM, pour pouvoir le modifier jusqu'à ce qu'il soit parfaitement au point.

C'est donc essentiellement pour des raisons technologiques qu'il existe des RAM et des ROM. On ne sait pas encore fabriquer des mémoires qui seraient à la

Fig. 2-1



fois à écriture et à lecture, et qui conserveraient néanmoins les données qu'on y a mises, quand on coupe leur courant d'alimentation. D'autre part, on conçoit que le prix de revient d'une mémoire diminue, quand aucune entrée électrique de lecture n'est à prévoir. Il existe cependant une catégorie quelque peu intermédiaire entre les RAM et les ROM, et ce sont les ROM reprogrammables. On peut effacer leur contenu (en bloc) en les soumettant, pendant quelques minutes, soit à un rayonnement ultra-violet, soit à une tension électrique d'effacement, qu'on applique à une entrée spéciale. Puis, on peut y stocker un nouveau programme.

## L'adressage binaire

Pour adresser une mémoire, on utilise un « code postal » qui s'exprime évidemment en binaire, et qui a la particularité de ne pas désigner seulement une ville, mais de contenir des renseignements qui conduisent le facteur jusqu'à votre boîte à lettres.

Un univers où un tel système serait appliqué, pourrait, comme le montre la **figure 2-2**, avoir deux planètes, dont chacune comporterait deux continents, occupés par deux états qui se subdiviseraient en provinces, à deux départements chacune. Et redessinant la carte de ce monde à une échelle plus grande, on pourrait également y faire figurer des sous-préfectures et des cantons dont chacun contiendrait deux villes. Au total, cela donne :

- 2 planètes, 0 et 1
- 4 continents, 00 à 11
- 8 états, 000 à 111
- 16 provinces, 0000 à 1111
- 32 départements, 00000 à 11111
- 64 sous-préfectures, 000000 à 111111
- 128 cantons, 0000000 à 1111111
- 256 villes, 00000000 à 11111111

Ainsi, le code postal d'une ville s'exprime sur un octet, par exemple 1011 0110 pour votre microville natale, soit 'B6' en 'hexa'.

On peut maintenant poursuivre ce système à l'intérieur de la ville, par des arrondissements, quartiers, rues, côtés de rues (pair et impair), pour arriver à la **figure 2-3** qui montre un bloc de maisons se subdivisant en deux bâtiments à deux portes dont chacune comporte des boîtes à lettres distinctes pour les deux locataires.

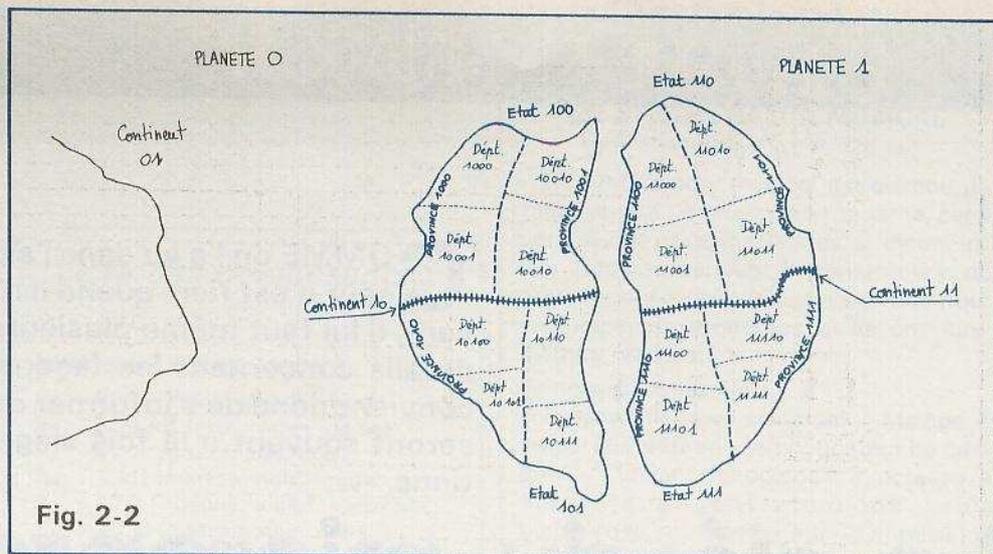


Fig. 2-2

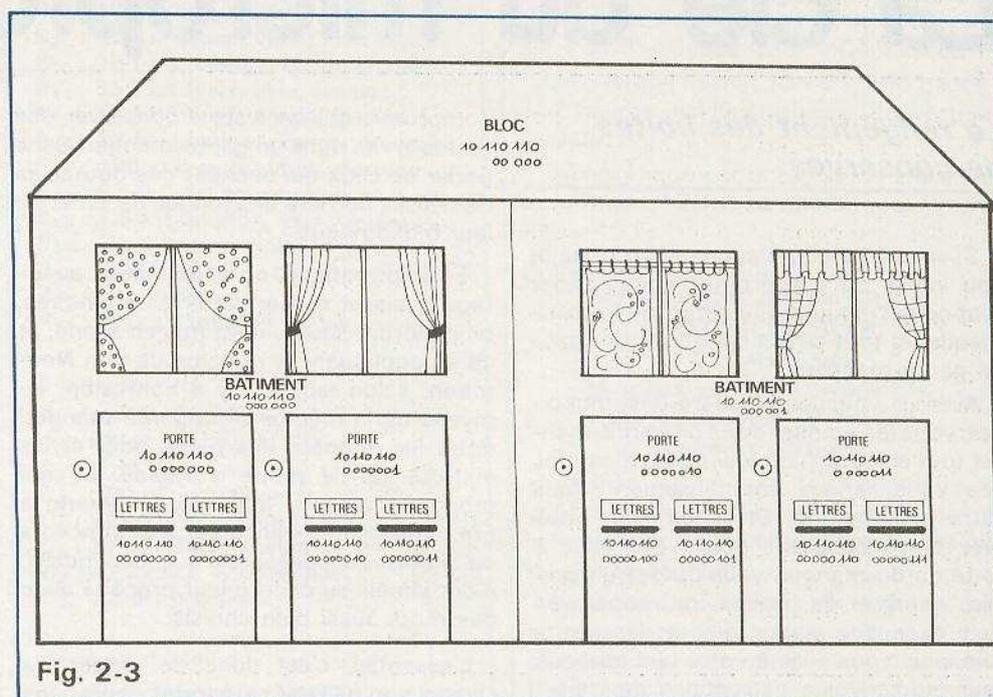


Fig. 2-3

Dans la totalité des 256 villes, on a donc :

- 512 arrondissements
- 1024 quartiers
- 2048 rues
- 4096 côtés de rues
- 8192 blocs d'immeubles
- 16384 bâtiments
- 32768 portes
- 65536 boîtes à lettres.

Au niveau de la boîte à lettres, on a donc des adresses qui s'expriment sur deux octets, soit, en « hexa », 'B6 07', pour la boîte à lettres se trouvant tout à fait à droite sur le dessin de la **figure 2-3**. Si vous écrivez à la personne qui habite à cette adresse, il vous suffit donc de mettre 'B6 07' sur la lettre. Mais si vous habitez la même ville qu'elle ou, dans une ville voisine, dans un quartier qui est proche du sien, il peut y avoir une procédure simplifiée, le « déplacement d'adresse » dont nous ferons connaissance ultérieurement.

## Précisions sur la ROM

La mémoire de la **figure 2-4** est une ROM à matrice de diodes. Ce n'est pas, du point de vue technologie, ce qui se fait de mieux actuellement, mais cela permet d'expliquer facilement le fonctionnement du circuit.

Dans le dessin, le commutateur d'adresses se trouve placé sur un octet de données qui comporte des diodes dans les connexions p, q, t, u, v, alors que les connexions r, s, w sont ouvertes. Sur les fils 0, 4 et 5 du bus des données, on aura donc une tension pratiquement égale à celle de l'alimentation (+ 5 V), alors que cette tension ne sera qu'une fraction de volt sur les autres, du fait des diodes.

Par rapport à la mémoire à interrupteurs de la **figure 1-6**, on constate une simplification du commutateur d'adresses

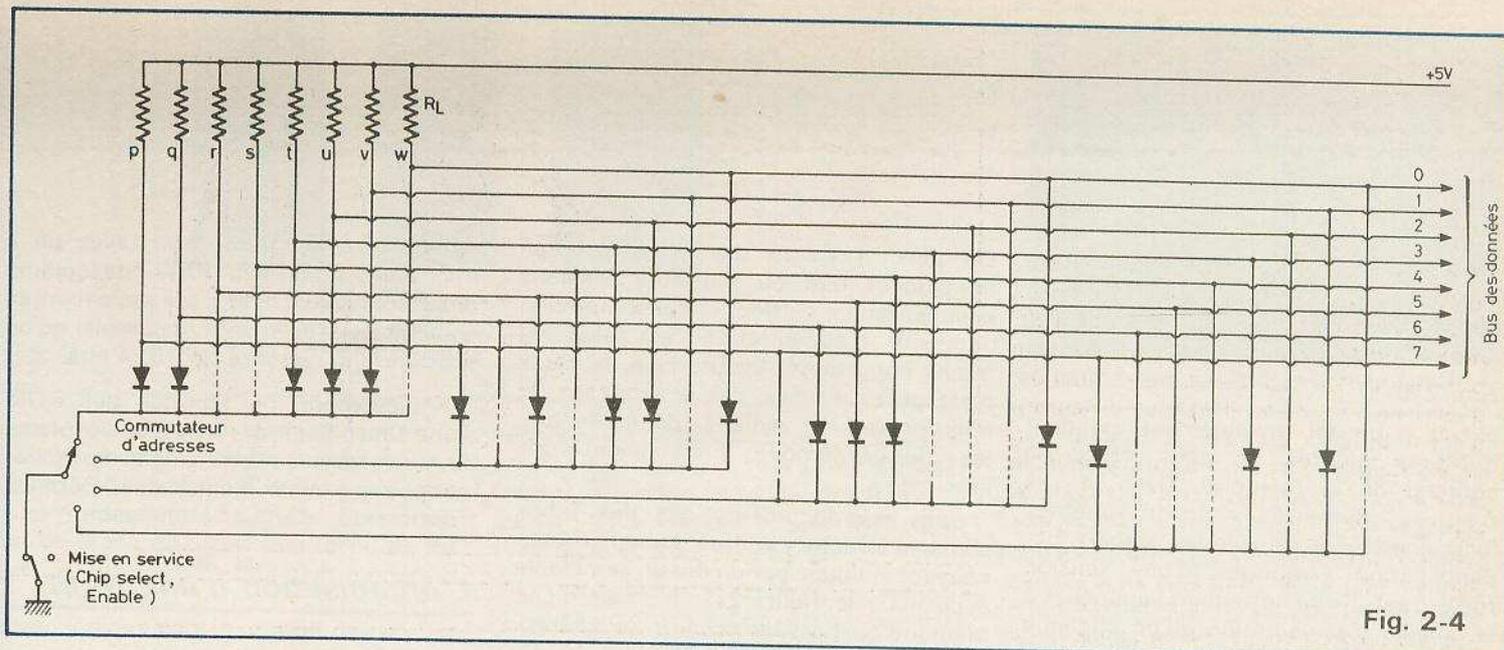


Fig. 2-4

qui a seulement un contact par adresse, au lieu de huit. Cette simplification a été possible par l'utilisation des diodes. Il suffit de les remplacer, dans la figure 2-4, par des connexions directes, pour voir que cela impliquerait des courts-circuits entre les fils du bus des données. Les diodes, par contre, sont connectées en opposition entre les fils de bus ; elles se comportent donc comme des isolants tant qu'une adresse n'est pas validée par le commutateur correspondant.

Bien entendu, ce commutateur est en réalité un circuit électronique, dit « décodeur d'adresses ». A titre d'exemple, la figure 2-5 montre le schéma d'un décodeur « 1 parmi 8 » (type 8250, RTC-Signetics). Il possède trois entrées, pour trois bits d'adresses. Or, en combinant

trois bits, on peut obtenir huit états : 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Pour chacun de ces états, il y a une (et une seule) des huit sorties (0 à 7) qui se trouve « validée ». En l'occurrence, cette validation se manifeste par une tension de sortie pratiquement nulle (état logique 0), alors que les sept sorties non validées restent à une tension très voisine de celle de l'alimentation (état logique 1).

Avec le décodeur de la figure 2-5, on peut donc commander un circuit qui serait une extension à huit octets de celui de la figure 2-4, et ce en lui faisant prendre l'emplacement du commutateur d'adresses. Et bien entendu, le tout peut former un seul et unique circuit intégré.

Le décodeur possède une entrée supplémentaire d'autorisation ou de mise en

service (enable, chip select). Dans une installation comportant plusieurs boîtiers de mémoire, on peut ainsi sélectionner par le bus d'adresses celui qu'on veut utiliser à un moment donné. Les autres se comporteront alors comme des isolants vis-à-vis du bus des données, lequel est commun à tous.

Lors de la fabrication du circuit de la figure 2-4, on peut déjà ne mettre des diodes que là où cela correspond au programme envisagé. Bien entendu, ce procédé n'est rationnel que si on doit fabriquer quelque 1000 mémoires exactement pareilles.

### Mémoires programmables et reprogrammables

Dans une mémoire comme celle de la figure 2-4, on peut également prévoir, lors de la fabrication, des diodes dans toutes les connexions. L'utilisateur peut alors, en appliquant une tension instantanée assez élevée, claquer tout simplement celles dont il n'a pas besoin pour son programme. Il existe également des mémoires « à fusibles ». Ce sont de très minces bandes de métallisation (comme sur un circuit imprimé, mais 100 fois plus petit) qu'il suffit de faire claquer par une surintensité.

Finalement, il existe des mémoires dont les cellules sont capables de retenir des charges électriques pendant une centaine d'années (on l'espère). Ces mémoires peuvent être programmées par l'application prolongée d'une tension relativement forte. Le boîtier d'une telle mémoire comporte, comme le montre la figure 2-6, une ouverture, normalement protégée par une fenêtre en quartz, perméable au rayonnement ultraviolet. En exposant le

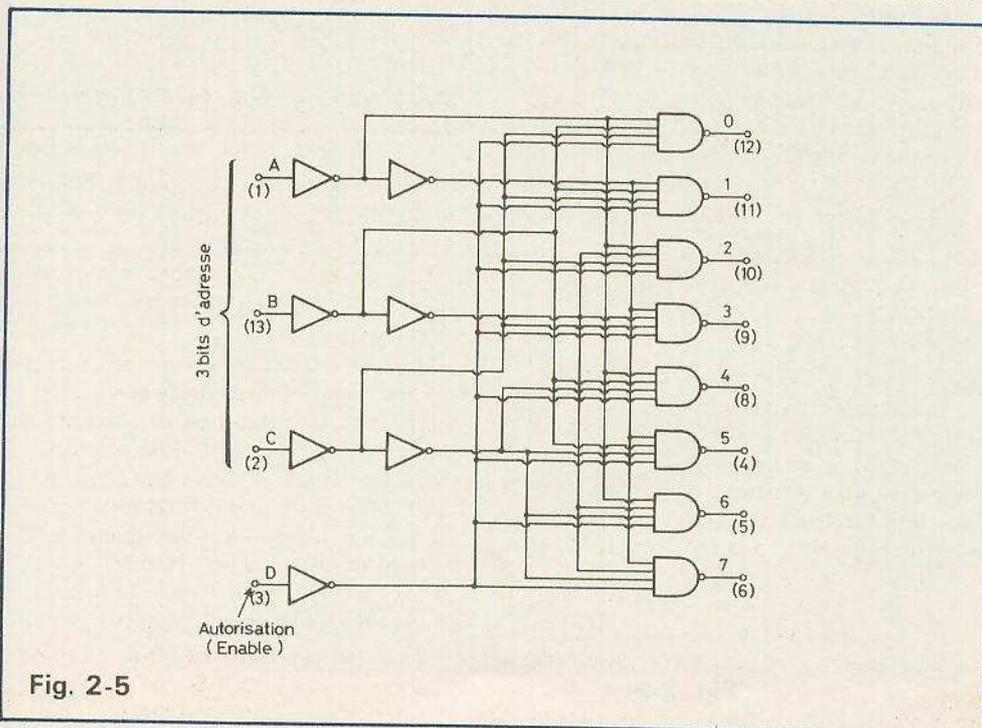


Fig. 2-5

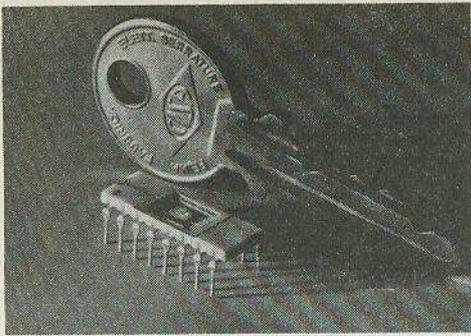


Fig. 2-6

circuit à un tel rayonnement, pendant quelques minutes, on peut effacer le contenu de la mémoire. Dans le cas d'autres mémoires reprogrammables (plus chers), cet effacement s'opère par l'application prolongée d'une tension forte, c'est-à-dire nettement supérieure à la tension d'alimentation qu'on applique lors de l'utilisation de la mémoire.

Pour toutes ces ROM programmables (PROM) ou reprogrammables (REPROM), il existe des appareils de programmation, permettant d'éviter les erreurs fortuites auxquelles il faut s'attendre en cas de programmation manuelle directe. Ces appareils comportent une RAM qu'on charge par le programme prévu. Ensuite, on peut vérifier si le contenu de cette RAM est bien conforme à ce programme. Finalement, on commande le transfert du contenu dans la PROM. Pour les REPROM à fenêtre, il existe des appareils d'effacement, comportant une source d'ultraviolets et un temporisateur.

### Exemple d'une ROM

En matière de mémoires, il existe plusieurs technologies, telles que TTL, NMOS, CMOS, etc. Cette technologie détermine notamment le temps d'accès à la mémoire. Il s'agit là, en quelque sorte, de la durée pendant laquelle le « bus des données » doit s'arrêter devant la mémoire, pour charger une instruction.

De plus, il existe des mémoires qui demandent une ou plusieurs tensions d'alimentation, ou dont la consommation (intensité d'alimentation) est plus ou moins importante. En pratique, le choix n'est guère difficile, car le fabricant du microprocesseur indique, généralement, les types de mémoires qu'il convient d'utiliser.

Dans les documentations des fabricants, la structure interne d'une ROM est souvent indiquée par un dessin semblable à celui de la figure 2-7. Il s'agit d'une mémoire qui possède dix entrées d'adressage, soit au total  $2^{10} = 1024$  adresses. A la sortie, on trouve huit connexions délivrant les données. On dit d'une telle mémoire qu'elle est « organisée » en  $1024 \times 8$ . Elle possède deux entrées « chip select » (CS1, CS2) qui doivent être toutes deux à « 1 » si on veut lire dans la mémoire. Ainsi, on peut s'arranger pour que tel boîtier de mémoire soit « validé » seulement, si deux autres bits d'adresse, d'ordre élevé, les bits 10 et 11, par exemple, sont à « 1 ». Moyennant un ou deux inverseurs, on peut également valider pour les valeurs 00, 01 et 10 de ces deux adresses. On peut aussi connecter les deux entrées CS ensemble, et commander la validation de huit boîtiers, à partir de trois bits d'adresse, au moyen d'un décodeur basé sur le principe de celui de la figure 2-5.

La figure 2-8 montre que la mémoire citée en exemple, se présente sous forme d'un boîtier à 24 broches. Il existe, bien entendu, toute une série de types qui peuvent différer quant à la technologie, quant à l'organisation, ou quant à la capacité.

Souvent, on exprime cette capacité en « Kbits » (Kilobits, 1 Kbit = 1024 bits).

Attention à l'écriture: kbit (avec un k minuscule) signifierait 1000 bits (comme dans le cas de  $k\Omega$ ), et c'est seulement en écrivant Kbit (avec un K majuscule) qu'on exprime une quantité de 1024 bits.

Actuellement, on fabrique des ROM d'une capacité allant jusqu'à une centaine de Kbits. Mais les technologies nouvelles (mémoires à bulles magnétiques) permettront bientôt d'arriver au mégabit.

### L'organisation d'une RAM

La figure 2-9 montre que la différence de principe, entre une RAM et une ROM, peut se ramener à deux connexions supplémentaires pour la RAM, une connexion d'écriture (WR, de l'anglais write = écrire), et une de lecture (RD, read = lire). Dans le dessin, ces inscriptions se trouvent surmontées d'une barre (RD, WR), ce qui signifie que ces commandes sont validées quand la tension appliquée correspond à un niveau logique « 0 ». Il en est de même, dans le cas de l'exemple, pour la commande de sélection de boîtier, CS. La figure 2-10 précise la disposition des broches du boîtier.

A titre d'exemple, la photo de la figure 2-11 montre la pastille de silicium d'une RAM. Au centre, on distingue un grand panneau qui contient les cellules de mémoire, alors que les circuits de décodage, de lecture et d'écriture sont disposés à gauche et à droite.

Un autre type d'organisation de RAM est représenté dans la figure 2-12. On dispose ici de connexions séparées pour l'entrée et pour la sortie des données. Pour beaucoup d'applications, ces

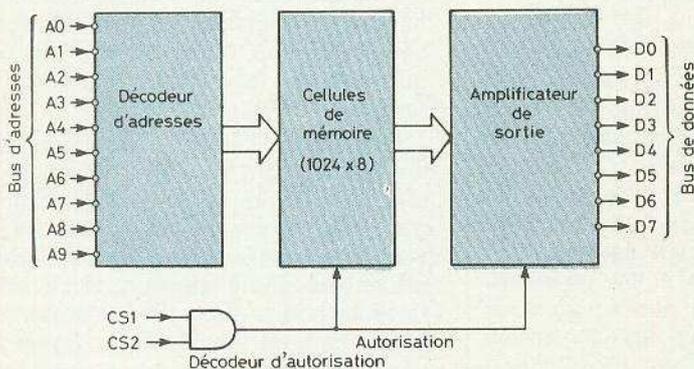


Fig. 2-7

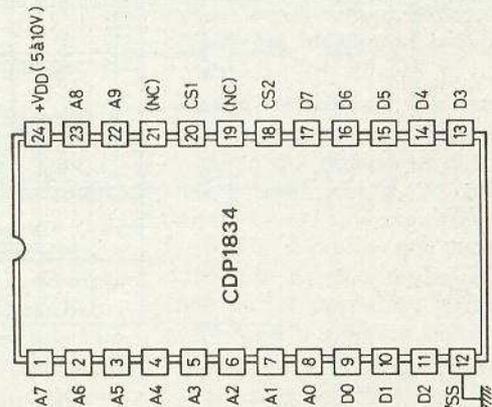


Fig. 2-8

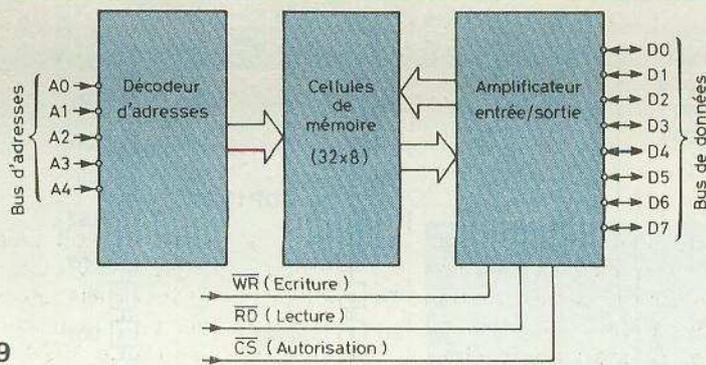


Fig. 2-9

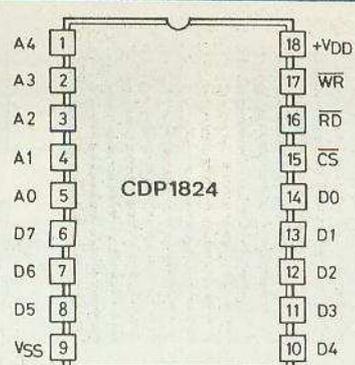


Fig. 2-10

connexions peuvent être reliées entre elles (D0<sub>1</sub> avec D1<sub>1</sub>, D0<sub>2</sub> avec D1<sub>2</sub>, etc.). La figure 2-13 montre d'ailleurs que ces connexions ont été disposées, sur le boîtier, de façon qu'il soit très facile de les relier. A noter que le fabricant numérote les connexions D de 1 à 4, comme on le fait en logique câblée, et non pas de 0 à 3, comme en informatique. Il s'agit donc d'un circuit qui a été d'abord destiné à la logique câblée, mais qui, néanmoins, est parfaitement utilisable aussi avec un microprocesseur.

Comme précédemment, on dispose d'une connexion d'écriture et d'une connexion de lecture, toutes deux validées par un « 0 ». Si on les met simultanément à 1, les connexions D passent dans un état « flottant » qui n'est ni un « 1 », ni un « 0 » logique, mais qui fait que la mémoire se trouve isolée du bus des données. Sur ce dernier, on peut alors véhiculer des informations qui concernent d'autres organes, se trouvant également connectés sur ce bus.

Si on ne veut pas de ce fonctionnement « trois états » (avec possibilité d'une

déconnexion du bus, en « flottant »), il suffit de laisser  $\overline{RD}$  à « 0 » et d'utiliser l'entrée WR dans un mode dit « R/W », ce qui signifie : « 1 » pour lecture (R, read), et « 0 » pour écriture (W, write).

Les possibilités et distinctions technologiques, d'organisation et de capacité sont, dans le cas des RAM, à peu près aussi nombreuses que dans celui des ROM. Ce qui n'empêche pas qu'on puisse intégrer plusieurs choses ensemble : un microprocesseur avec une RAM, une ROM (ou REPRON), et quelques organes périphériques. Cela s'appelle alors un micro-ordinateur (microcomputer) intégré sur une seule « puce » (pastille, chip). Comme si on réunissait, dans un même bâtiment, les divers édifices qu'on avait pu admirer dans la figure 1-1.

### Une petite excursion en périphérie

On conçoit facilement que les fonctions périphériques d'un microprocesseur peu-

vent être de nature très différente. Mais dans tous les cas, pour monter dans le bus de données, il faut être huit, c'est-à-dire que c'est sous forme d'un message à huit bits qu'il faut présenter une information à ce bus. Il en sera ainsi, quand on dispose d'un premier microprocesseur qui décode les touches d'un clavier, et d'un second, qui traite les données ainsi entrées.

Mais, un microprocesseur est un engin qui traite très rapidement des données qu'il oublie l'instant d'après, si bien qu'il sera difficile de faire en sorte que le processeur 2 trouve, à l'instant où il doit effectuer sa « prise de données », ces données effectivement sur le bus du processeur 1, dont le fonctionnement dépend du moment où l'utilisateur manœuvre une touche. Il faut donc prévoir, entre les deux bus, une « mémoire tampon », et où le processeur 1 met ses données quand elles sont prêtes, pour que le processeur 2 puisse les prendre quand il en a besoin. Ce dernier devra évidemment explorer le contenu de cette mémoire plus souvent que le premier ne peut le changer.

Une telle mémoire tampon peut également être utile à la sortie d'un microprocesseur, quand il faut afficher un résultat chiffré (qui peut être en chiffres ou en lettres, suivant le dispositif d'affichage ou d'impression dont on dispose). Prenons le cas d'un appareil de « domestomatique » qui est à la fois une horloge, un thermomètre à prises multiples, un régulateur de chauffage et d'aération, etc. Il ne peut consacrer que quelques microsecondes à l'allumage d'un indicateur numérique, puis, il a autre chose à faire pendant une dizaine de millisecondes. A ce régime, l'allumage du chiffre sera à peine visible, et on aura encore avantage à prévoir une mémoire tampon. Le processeur adresse ce tampon chaque fois qu'il convient de modifier les données qui y sont mémorisées, et le tampon se charge alors par l'information qui est présente, à cet instant, sur le bus des données. Dans le cas d'une fonction horloge, par exemple, il doit ainsi y avoir, toutes les secondes, modification du contenu du tampon qui commande l'affichage des secondes.

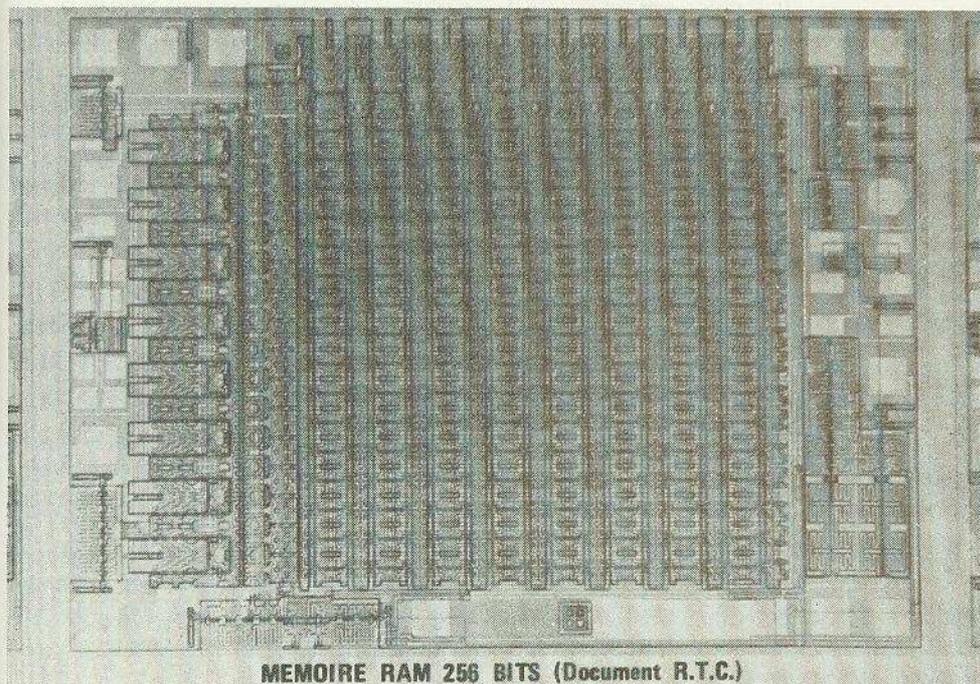


Fig. 2-11

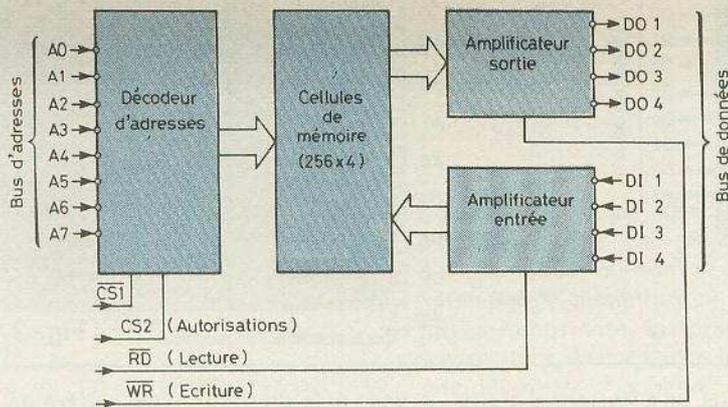


Fig. 2-12

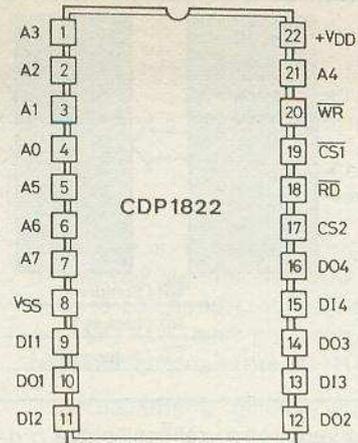


Fig. 2-13

Dans sa version la plus simple, une telle mémoire tampon est un circuit bien connu de ceux qui ont déjà pratiqué le comptage par circuits logiques : la bascule D qu'on nomme aussi « latch ».

La figure 2-14 montre la structure d'un tel circuit. Il possède quatre entrées de données ( $D_1$  à  $D_4$ ) qui accèdent à quatre bascules. L'état de ces bascules ne peut être modifié que tant que l'entrée « clock » est validée. Cette validation correspond à un niveau « 0 » (sur clock) si l'entrée « polarity » se trouve également à « 0 », et à un niveau « 1 » si polarity est à « 1 ». Les données présentes sur les entrées D sont alors transférées sur les sorties Q qui gardent ensuite les états qu'avaient les entrées au moment où la validation a cessé. Sur les sorties  $\bar{Q}$ , on obtient le complément des sorties Q. On peut ainsi commander le circuit qui suit (par exemple, transistors « drivers » qui commandent un module d'affichage) soit par un « 0 » (par extraction de courant), soit par un « 1 » (par injection de courant).

La figure 2-15 montre la disposition des connexions du boîtier d'un tel tampon. Pour le bus des données d'un microprocesseur huit bits, il faut évidemment deux de ces circuits, et on connecte les deux entrées clock ensemble. Ces entrées serviront pour « adresser » la mémoire tampon. Cet adressage peut se faire par un décodeur d'adresses, comme celui de la figure 2-5, lequel peut évidemment servir à adresser successivement plusieurs tampons qui commandent toute une série de modules d'affichage. Du point de vue du programme, on procède à cet adressage au moment où la donnée à afficher vient d'être traitée. Par exemple, on vient de faire « + 1 » au contenu d'une case de mémoire qui représente la valeur « secondes » d'une fonction horloge. La donnée (valeur des secondes) se trouve alors dans l'accumulateur, c'est-à-dire sur la « table de travail » du « chef ». Le prochain pas de la mémoire de programme sera alors « Prendre le contenu

de l'accumulateur et le recopier à l'adresse qui suit ». Et l'adresse qui suit, ce ne sera évidemment pas une adresse de mémoire, mais précisément l'adresse du tampon d'affichage, laquelle sera donc validée juste le temps que la donnée à recopier se trouve sur le bus.

riques plus élaborés. Parmi ceux-là, on peut citer les convertisseurs digital-analogique et analogique-digital. Le premier sert, par exemple, quand on utilise un thermomètre électrique, lequel fournit une tension variable, et qu'on peut transformer en une valeur numérique, destinée au bus des données. Cela fonctionne d'ailleurs exactement comme un voltmètre digital qui élabore, lui aussi, des chiffres à partir d'une tension. Quant au convertisseur digital-analogique, on l'utilise lors de la télécommande d'un téléviseur, pour élaborer une tension (tension d'accord pour une diode varicap du tuner) à partir d'une information digitale « canal de réception ».

Quand on doit traiter des informations qu'on reçoit non pas sur huit lignes, mais sur une seule (télégraphie, téletype, parole ou images codées), on peut faire appel à plusieurs types d'interfaces et qui s'appellent ACIA, SSDA, UART. De plus, on peut avoir besoin d'un générateur de fréquences, d'un modulateur-démodulateur (modem) pour messages codés, d'un circuit qui commande des triacs ou des relais, etc. Tout cela existe en diverses technologies, et comme, de plus, chaque fabricant suit ses propres idées, lesquelles évoluent constamment, une description détaillée ne serait guère rationnelle. D'autant plus qu'il existe des microprocesseurs qui sont déjà capables d'assurer certaines de ces tâches en principe périphériques. Lors du traitement de données relativement lent, on peut notamment se passer des ACIA, SSDA et autres UART, quand on utilise un microprocesseur qui comporte une entrée série (appelée entrée « sense »). Il existe également des microprocesseurs « analogiques », comportant un convertisseur A-D à l'entrée, et un convertisseur D-A à la sortie. Et dans tous les autres cas, on trouve généralement tous les renseignements nécessaires dans la notice du fabricant.

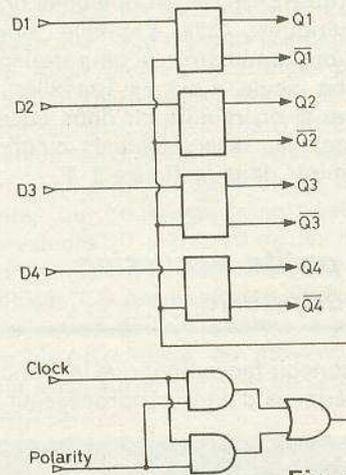


Fig. 2-14

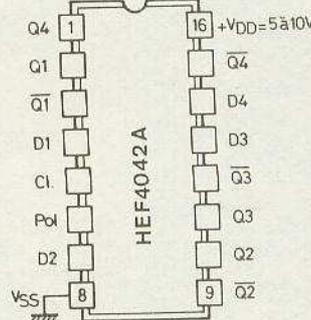
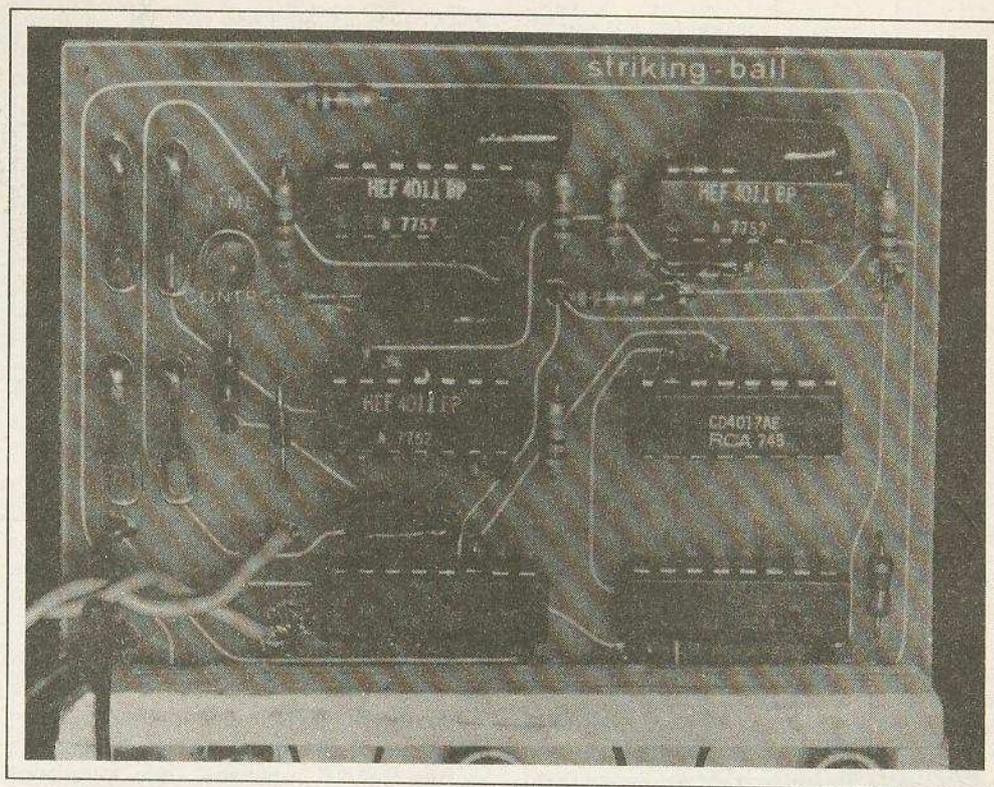


Fig. 2-15

### La grande périphérie

Bien que souvent utiles en périphérie, les mémoires tampon sont, au fond, des organes secondaires, si bien qu'on les intègre souvent dans les circuits périphé-



# Parlez-moi du 4011 !

(3<sup>e</sup> partie)

**A** PRÈS l'utilisation comme porte pour les signaux logiques, application directe des propriétés fondamentales du circuit NAND, nous avons traité des monostables construits autour de deux portes NAND à deux entrées, prélevées parmi les quatre que regroupe un circuit intégré 4011. A l'ordre des circuits impulsions, s'inscrivent aussi les multivibrateurs astables, les triggers de Schmitt, les bascules bistables : nous y consacrons les lignes qui suivent.

## 1 - Les multivibrateurs astables

Conçus à l'origine autour de composants actifs discrets (tubes électroniques, puis transistors), ces montages, qui oscillent librement, engendrent des tensions en forme de créneaux.

Les portes NAND, et plus particulièrement dans leurs variétés C.MOS auxquelles appartient le circuit 4011, se prêtent merveilleusement bien à la réalisation de montages de ce type. Le schéma de la figure 1, et l'analyse que nous en proposons, en administrent clairement la preuve.

Avec ses deux entrées réunies, chaque porte NAND,  $N_1$  ou  $N_2$ , se comporte comme un inverseur (voir le premier article de cette série). Supposons la sortie de

$N_2$  dans l'état logique 1, ce qui résulte de la mise à l'état 0 de son entrée (point B, figure 1). A l'instant où cette transition s'accomplit, l'armature de droite du condensateur C, passe brusquement d'un potentiel quasi-nul, à celui de l'alimentation, soit + E : intégralement et instantanément transmise au point A, cette variation porte la sortie de  $N_1$ , c'est-à-dire le point B, à l'état 0, confirmant l'hypothèse de départ.

A travers la résistance R, le condensateur C se charge, ce qui entraîne une diminution exponentielle du potentiel du point A (fig. 2). Dès que se trouve franchi, sur l'entrée de  $N_1$ , le seuil de transition de l'état 1 vers l'état 0, cette porte bascule, et le point B passe au niveau logique 1. Par  $N_2$ , ceci entraîne le passage du point C, sortie de  $N_2$ , vers le niveau logique 0. Cette transition, instantanément

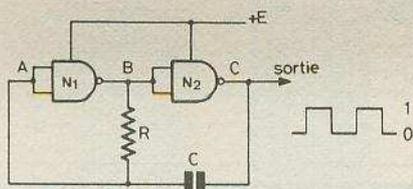


Fig. 1

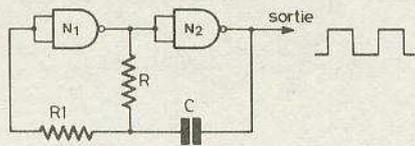


Fig. 3

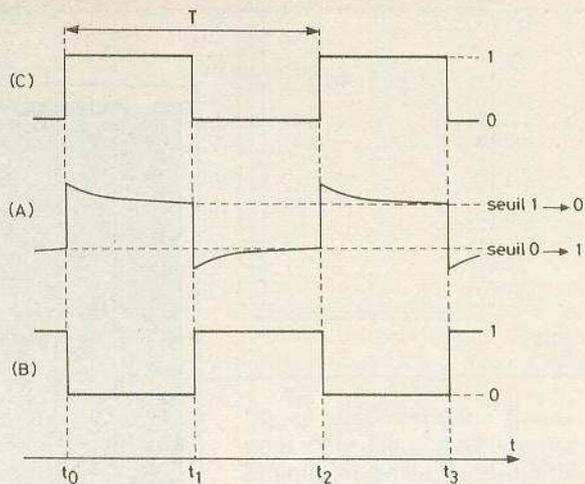


Fig. 2

transmise à A, décale vers le bas son potentiel (instant  $t_1$ , figure 2).

Maintenant inversée, la chute de tension aux bornes de R y fait circuler un courant qui charge C avec un signe opposé au précédent : le potentiel de A remonte exponentiellement, jusqu'à atteindre le seuil séparant le niveau 0 du niveau 1. Alors, à l'instant  $t_2$ , tout le sys-

tème bascule à nouveau, et on se retrouve dans la situation de l'instant  $t_0$  : un nouveau cycle recommence.

La période T du multivibrateur, dépend de divers paramètres, dont la constante de temps RC constitue évidemment l'élément prédominant. Mais les seuils des portes NAND utilisées, qui subissent d'importantes variations avec les disper-

sions de fabrication, interviennent aussi, de même que la tension d'alimentation.

Un montage amélioré par l'adjonction d'une résistance  $R_1$  en aval de la première porte (fig. 3), minimise l'influence de ces deux derniers facteurs. On donnera à  $R_1$  environ dix fois la valeur de la résistance de temporisation R.

Les quelques oscillogrammes qui suivent, illustrent divers aspects du comportement des multivibrateurs décrits. Celui de la figure 4, a été pris sur le circuit de la figure 1, avec  $C = 10 \mu\text{F}$  et  $R = 100 \text{ k}\Omega$ , ce qui donnait une fréquence d'oscillation d'environ 1 000 Hz (sous une tension d'alimentation de 12 V). La trace supérieure est relevée sur l'entrée de  $N_1$ , et la trace inférieure, sur la sortie de  $N_2$ .

Le même type d'oscillogramme fait l'objet de la figure 5, mais, cette fois, avec le montage de la figure 3. Toutes autres conditions restant égales, on avait ajouté une résistance  $R_1$  de 1 M $\Omega$ . On remarquera, sur le signal pris à la jonction des éléments de temporisation R et C, la disparition des pointes de commutation.

Si on cherche à monter en fréquence, on observe une détérioration des deux formes de signaux. L'oscillogramme de la figure 6 correspond à une fréquence de 100 kHz ( $R = 3,9 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 470 \text{ pF}$ ), et celui de la figure 7, à 2 MHz. Dans ces deux cas, toutefois, on améliore très sensiblement les résultats par un découplage soigné de l'alimentation : on rapprochera cette observation, de ce que nous avons dit précédemment sur les pointes de courant qui accompagnent les commutations.

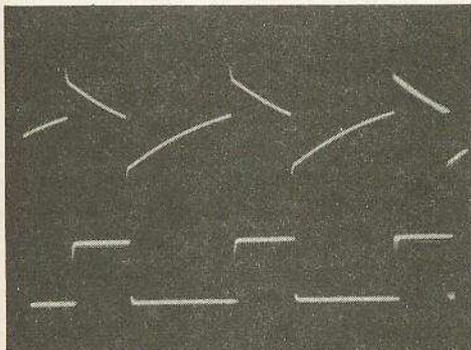


Fig. 4

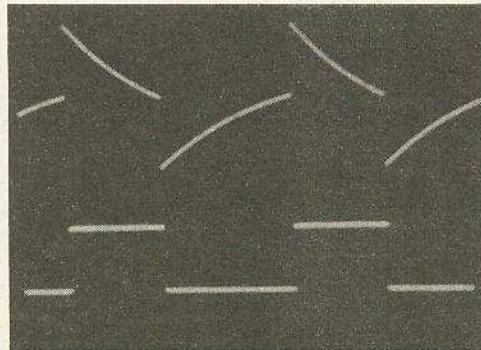


Fig. 5

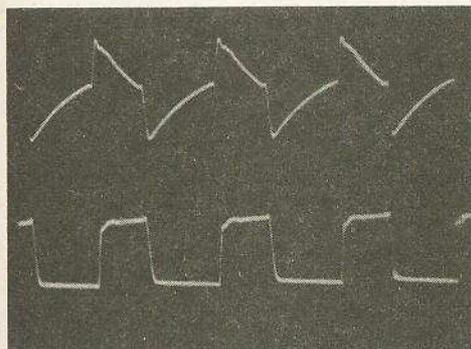


Fig. 6

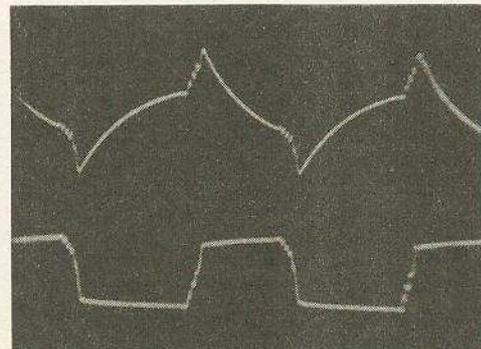


Fig. 7

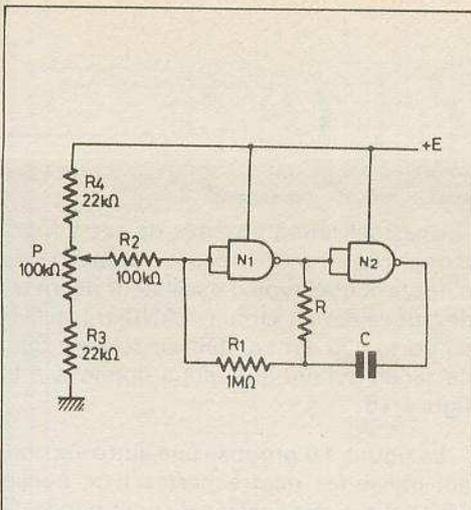


Fig. 8

Rien, a priori, n'impose que les créneaux fournis par un multivibrateur à portes NAND, soient symétriques : les oscillogrammes des figures 4 et 5 prouvent d'ailleurs le contraire. A partir du montage de la figure 3, modifié selon les indications de la figure 8, il devient possible de jouer sur la symétrie, grâce au potentiomètre P. En effet, on ajoute, sur l'entrée de N<sub>1</sub>, une tension continue qui décale les seuils de commutation, par rapport aux niveaux indiqués à la ligne A de la figure 2. Les oscillogrammes des figu-

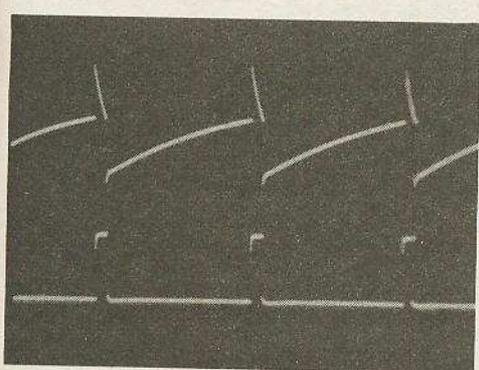


Fig. 9

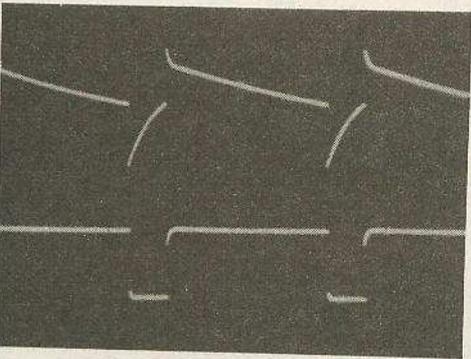


Fig. 10

res 9 et 10, ont été relevés pour deux positions différentes du curseur du potentiomètre, et montrent son action sur le rapport cyclique des créneaux de sortie.

## II - Amélioration de la forme des créneaux

Comme l'ont montré quelques exemples qui précèdent, et surtout aux fréquences les plus élevées, les créneaux délivrés se dégradent par une augmentation des temps de montée, et une altération de la forme des transitoires.

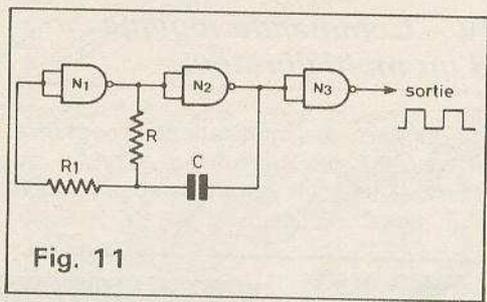


Fig. 11

Plusieurs remèdes existent à ces défauts, et le plus efficace consiste à faire suivre le multivibrateur, d'un trigger de Schmitt : nous en reparlerons ultérieurement.

Une autre solution, moins spectaculaire dans ses résultats, mais de mise en œuvre plus simple, passe par l'adjonction d'une troisième porte NAND utilisée en inverseur, comme à la figure 11.

A sa sortie, les temps de montée raccourcissent, et les plus importantes déformations disparaissent, ainsi qu'en témoigne l'oscillogramme de la

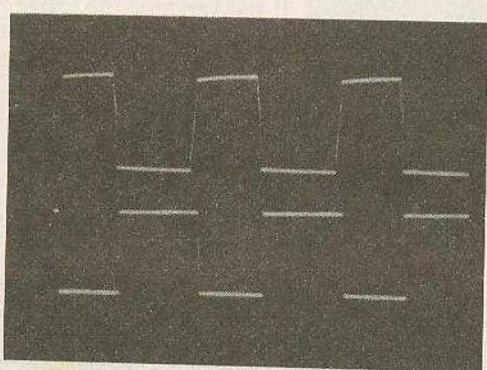


Fig. 12

figure 12, où la trace inférieure est prélevée à la sortie de N<sub>3</sub>, tandis que la sortie de N<sub>2</sub> donne le signal de la trace supérieure.

## III - D'autres schémas de multivibrateurs

Le multivibrateur de la figure 1, et son amélioration de la figure 3, ne sont pas les seuls montages du genre qui se puissent se concevoir.

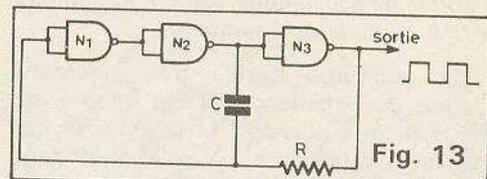


Fig. 13

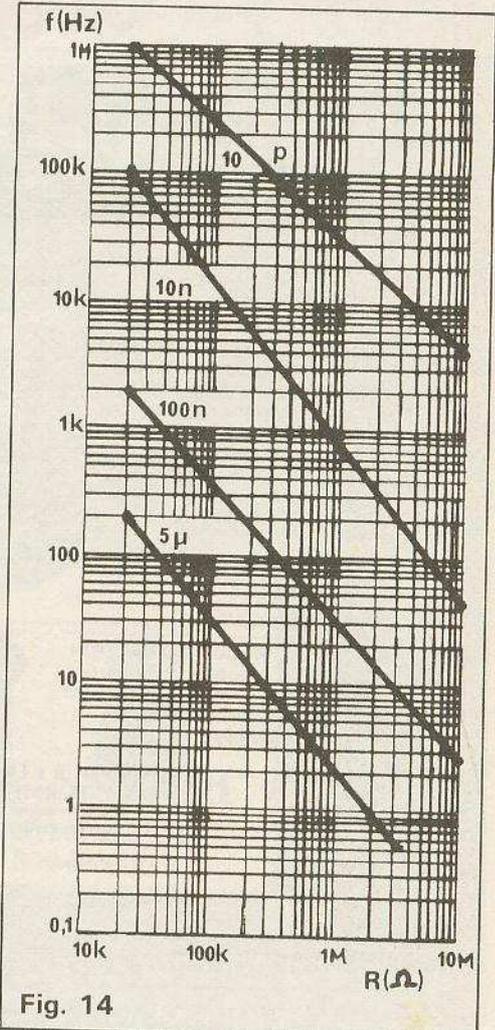


Fig. 14

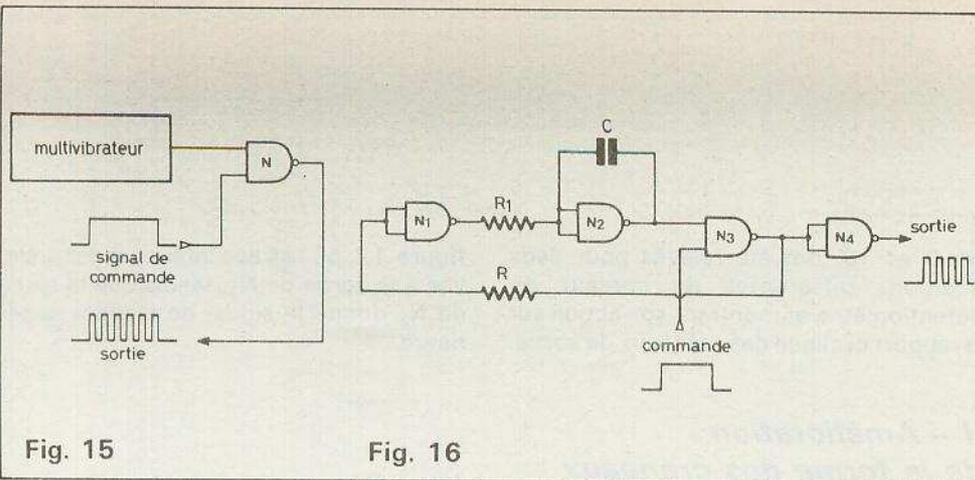


Fig. 15

Fig. 16

Un autre exemple de montage est fourni par la figure 13. Le principe ne diffère pas fondamentalement de celui des circuits précédents, et repose toujours sur les charges et décharges alternées du condensateur C, à travers la résistance R. Les rapports de phases nécessaires à l'entrée en oscillations, exigent ici l'emploi d'une porte supplémentaire.

Ce montage oscille très aisément depuis des fréquences d'une fraction de hertz, jusqu'à plus de 1 MHz. On trouvera d'ailleurs, à la figure 14, un abaque donnant, pour plusieurs valeurs du condensateur C, les fréquences obtenues en fonc-

tion du choix de la résistance R, pour une tension d'alimentation de 12 V.

Les autres circuits intéressants que nous nous proposons de cataloguer, dérivent du trigger de Schmitt: leur étude viendra donc plus tard.

#### IV - Commande logique d'un multivibrateur

Pour certaines applications, il peut être intéressant de mettre en service, ou d'arrêter un multivibrateur, sous l'action d'un signal logique.

Une réalisation possible de cette fonction, résulte du regroupement de n'importe quel type d'oscillateur décrit ci-dessus, avec un circuit NAND travaillant en porte. On est conduit au schéma que, de façon synoptique, nous donnons à la figure 15.

La figure 16 propose une autre version, qui utilise les quatre portes d'un circuit 4011. Tant que l'entrée de commande de la porte N<sub>3</sub> reste au niveau logique 0, l'oscillateur est bloqué, puisque la résistance R n'introduit aucune réaction positive. La sortie de N<sub>4</sub> demeure donc également au niveau 0. Par contre, aussitôt que l'entrée de commande bascule vers le niveau 1, l'oscillateur démarre, et les impulsions apparaissent sur la sortie de N<sub>4</sub>.

R. RATEAU

## les métiers de la PHOTO

Trouvez une nouvelle façon de vous exprimer

Si vous avez des dons artistiques, le goût de la création, dépassez le stade du simple amateur en vous spécialisant dans l'une de ces professions.

- RETOUCHEUR
- PHOTOGRAPHE ARTISTIQUE
- PHOTOGRAPHE DE MODE
- PHOTOGRAPHE PUBLICITAIRE
- PHOTOGRAPHE DE PRESSE
- PREPARATION AU C.A.P. PHOTO
- (option laboratoire; option retouche)

Cours complets sur la composition photographique (portrait, nature morte, paysage), les techniques de développement et d'agrandissement, la photographie couleur, etc...

**GRUPE UNIECO FORMATION:**  
Groupement d'écoles spécialisées.  
Etablissement privé d'enseignement par correspondance soumis au contrôle pédagogique de l'Etat.



POSSIBILITE  
DE COMMENCER  
VOS ETUDES  
A TOUT MOMENT  
DE L'ANNEE

**BON** POUR ETRE  
INFORME GRATUITEMENT  
et sans aucun engagement  
sur les métiers de la photo

Nom ..... Prénom .....

Adresse: .....

Code postal ..... Ville .....

Indiquez ci-dessous la carrière qui vous intéresse plus particulièrement.

UNIECO, 3926, route de Neufchâtel 76041 ROUEN CEDEX

Pour la Belgique: 21/26 quai de Longdoz - 4020 Liège - Pour TOM-DOOM et Afrique documentation spéciale par avio

## C.F.L.

45, bd de la Gribette, 91390 Morsang-sur-Orge  
Tél. : 015.30.21

**Vente au Comptoir : jusqu'à 20 h.**  
Dimanche de 10 h à 12 h 30 (ouvert le lundi).

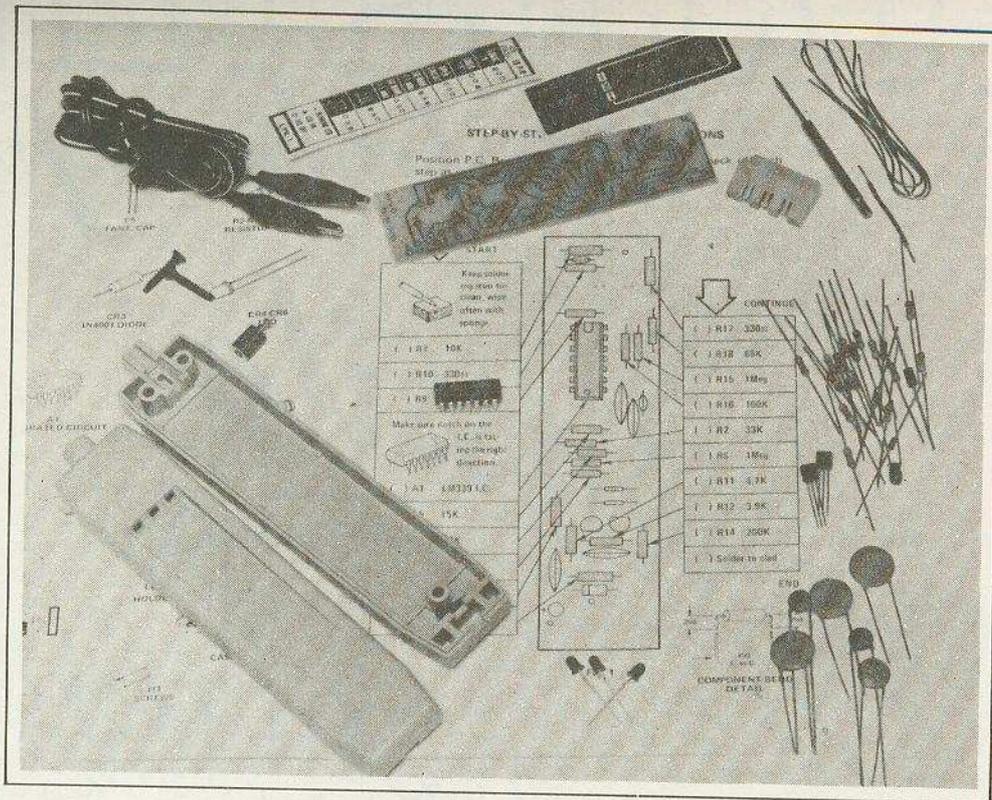
Transistors, Circuits intégrés, Diodes, Résistances, Condensateurs, Potentiomètres, Fiches, Jack, Interrupteurs Miniatures, Boutons, Haut-parleurs, Voyants, Soudure, Outillage, Coffrets Teko.

Tout pour la réalisation de circuits imprimés  
KF - JBC - SAFICO - AUDAX - PERENA - TEKO

Ci-dessous quelques exemples de prix  
Prix par quantités

Relais 2 RT-4 RT de 9 à 25 V. 23,75		
TAA 611 B12 ..... 22,00	CD 4011 ..... 5,60	UAA 170 ..... 26,00
TAA 611 C11 ..... 28,75	CD 4001 ..... 5,60	UAA 180 ..... 24,00
TDA 1035 ..... 36,00	CD 4002 ..... 5,60	SO41 P ..... 17,00
TDA 1046 ..... 29,00	SN 7404 ..... 3,95	SO42 P ..... 19,00
TDA 2002 ..... 24,00	SN 7402 ..... 2,95	MPS 456 ..... 5,80
TDA 2030 ..... 36,00	SN 7410 ..... 2,40	Trans. 455 kHz jeux ..... 12,00
TDA 3310 ..... 27,00	SN 7420 ..... 2,95	Filtre BFU 455 ..... 5,10
CD 4015 ..... 17,00	SN 7400 ..... 2,50	SFZ 455 A ..... 8,50
CD 4016 ..... 7,50	SN 74 C 00 N ..... 3,90	SFE 27 MA ..... 23,00
CD 4013 ..... 6,00	SN 7493 ..... 8,10	LM 308 ..... 10,00
CD 4029 ..... 14,75	SN 7474 ..... 4,00	LM 311 N ..... 14,00
CD 4017 ..... 16,90	SN 7473 ..... 4,75	LM 387 N ..... 16,60
CD 4024 ..... 9,90	LED R.V.I. .... 1,95	LM 381 N ..... 23,50
CD 4053 ..... 14,00	TIL 370 ..... 99,00	TLO 81 CP ..... 6,50
ICM 7038 A ..... 48,00	SH 120 A ..... 67,00	LM 3900 ..... 10,50
TMS 3874 NL ..... 40,00		LM 348 ..... 12,60

Par correspondance, expédition à réception de chèque bancaire ou postal. Frais de port 12 F. Pour toute commande ferme, joindre 20 F acompte.



Pour satisfaire aux nombreuses demandes de petits appareils de laboratoire simples et « pas chers », nous vous proposons cette sonde portable de haute précision.

La société américaine Continental Specialties distribuée par GRADCO a mis au point la LPK-1, capable de déceler des signaux hors tolérances, les points hors-circuits et de nombreux phénomènes impulsionnels. Trois LED rouges haute intensité lumineuse en assurent la visualisation.

# SONDE LOGIQUE LPK-1

## 1 - Principe de fonctionnement (fig. 1)

L'ensemble du dispositif se construit autour du circuit intégré LM339, de chez National Semiconductor. Il contient quatre comparateurs faible consommation et faible tension d'offset. Les avantages de ce circuit résident dans la haute précision des comparateurs, leur compatibilité avec toute forme de logique, l'usage d'une

seule source de tension et sortie sur collecteur ouvert.

A<sub>1</sub>-A et A<sub>1</sub>-B sont montés en comparateur à fenêtre qui réalise la détection des niveaux logiques « 0 » et « 1 ». Selon la limite de la fenêtre atteinte par le signal d'entrée, le comparateur correspondant bascule, allumant en direct la LED « High » (haut) pour une tension d'entrée supérieure à 70 % de V<sub>CC</sub> et la LED « Low » (bas) pour une tension d'entrée inférieure à 30 % de V<sub>CC</sub>.

Le pont  $R_2/R_3 + R_4 + R_5 + R_6$

(33 kΩ/71,2 kΩ) détermine le basculement de A<sub>1</sub>-A à 70 % de V<sub>CC</sub>.

Le pont  $R_2 + R_3 + R_4 + R_5/R_6$  (71,2 kΩ/33 kΩ) détermine le basculement de A<sub>1</sub>-B à 30 % de V<sub>CC</sub>.

Un troisième comparateur A<sub>1</sub>-C, convertit un signal d'entrée impulsionnel analogique à bas-niveau en un train d'impulsions digitales et à haut-niveau directement exploitables pour la suite du dispositif.

Le dernier comparateur est monté en oscillateur astable commandé par une

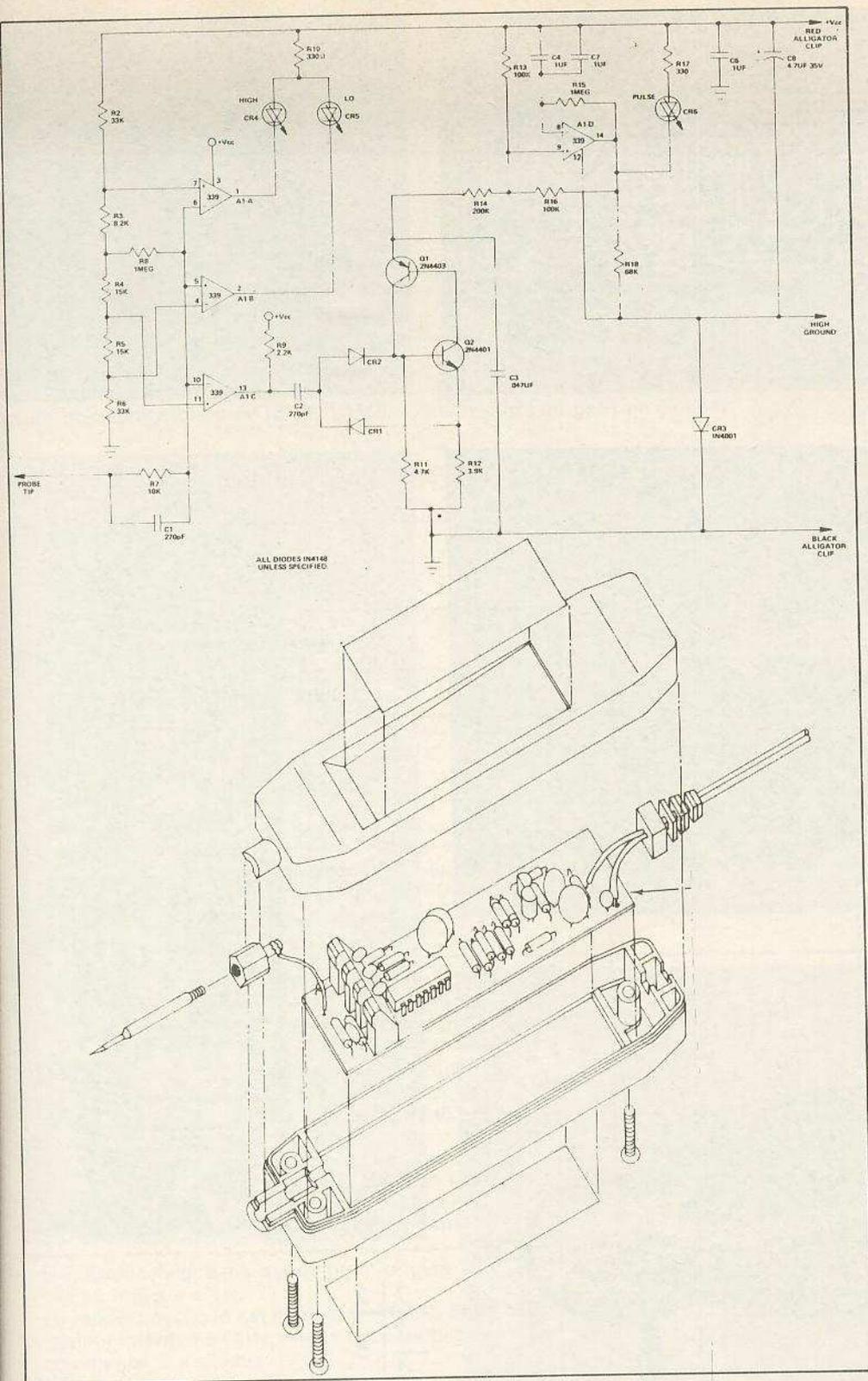


Fig. 1. et 2. - Schéma de principe : les quatre comparateurs sont regroupés dans le même boîtier le LM 339. Le plan de montage en vue éclatée facilitera la mise en place finale.

rampe de tension en synchronisme avec le signal d'entrée. Le produit  $k (C_4 + C_7) R_{15}$  détermine la durée d'enclenchement ( $k$  étant la constante propre à ce type de montage).  $CR_6$  (diode « PULSE ») clignote donc régulièrement quelles que soient la forme et la fréquence du signal d'entrée.

Le générateur de rampe nécessite une explication particulière. Son schéma, assez inhabituel, peut s'expliquer par le souci du constructeur d'utiliser entièrement le LM339 (donc le quatrième comparateur) et des composants classiques, à savoir  $Q_1$  et  $Q_2$  transistors complémentaires

réalisant ainsi un pseudo-thyristor. La rampe de tension est basée sur la charge et la décharge rapides d'un condensateur de faible capacité  $C_3$ . La charge s'effectuant à travers  $R_{13} + R_{14}$  et la décharge brusque par le pseudo Thyristor\* et  $R_{12}$ .

On conçoit alors que les impulsions différenciées issues de  $C_2$  attaquent la gâchette de  $Q_1$ - $Q_2$ , le front positif par  $CR_2$  assurant l'amorçage ( $C_3$  est alors court-circuité).

Notons également que grâce à  $C_8$  et à  $CR_3$  le circuit est protégé contre les surtensions et les tensions inverses.

### Réalisation pratique (fig. 2)

Pour que le système soit fonctionnel, le constructeur se devait d'utiliser un boîtier de petites dimensions et maniable. En conséquence, le circuit imprimé possède des dimensions réduites, un tracé fin et une implantation soignée.

La notice de montage livrée avec le kit présente une grande clarté dans les explications, le travail de l'amateur sera facilité d'autant. Une astuce à signaler, le positionnement des trois LED. Elles sont maintenues en place grâce à une pièce en plastique moulé assurant la rigidité de l'ensemble.

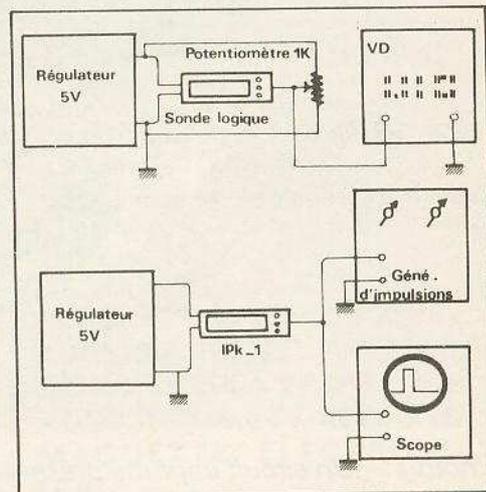
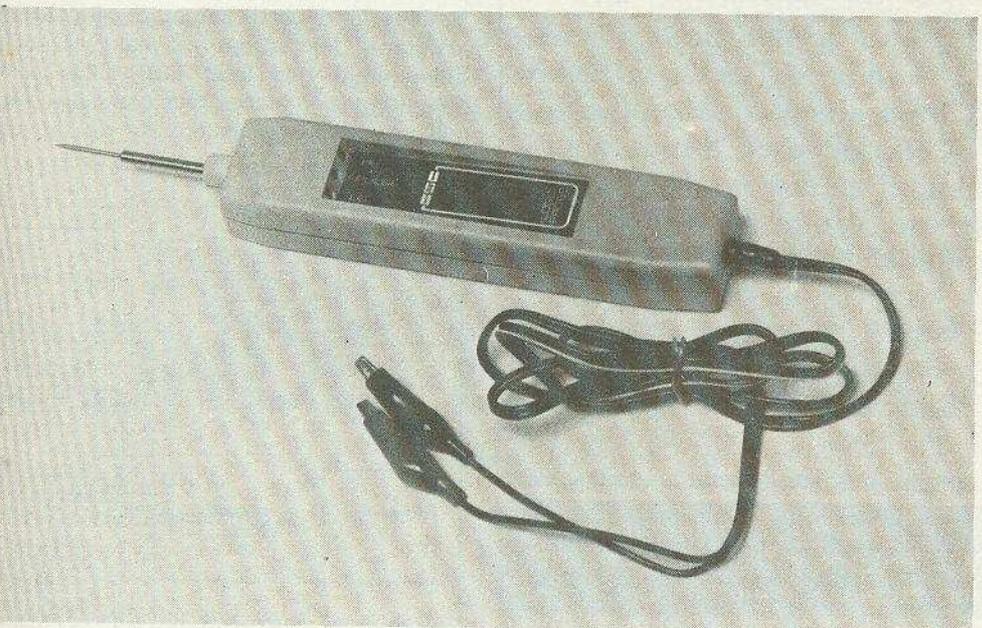
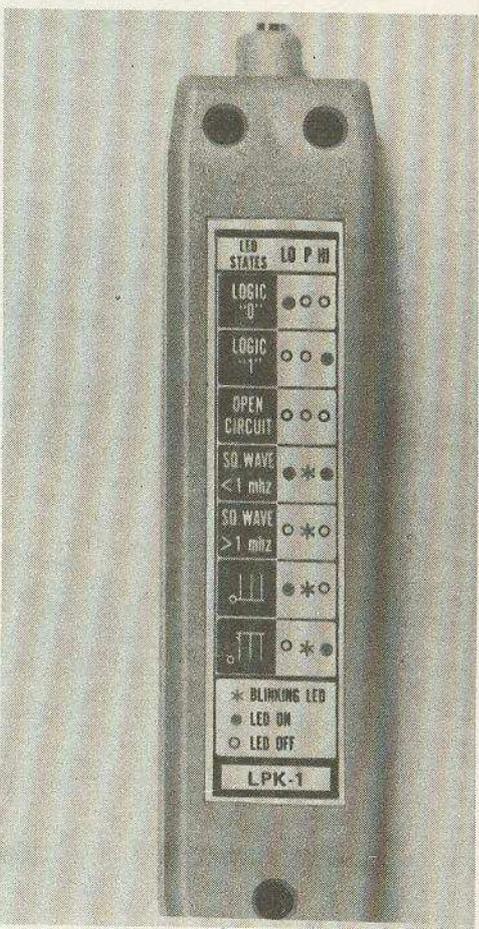
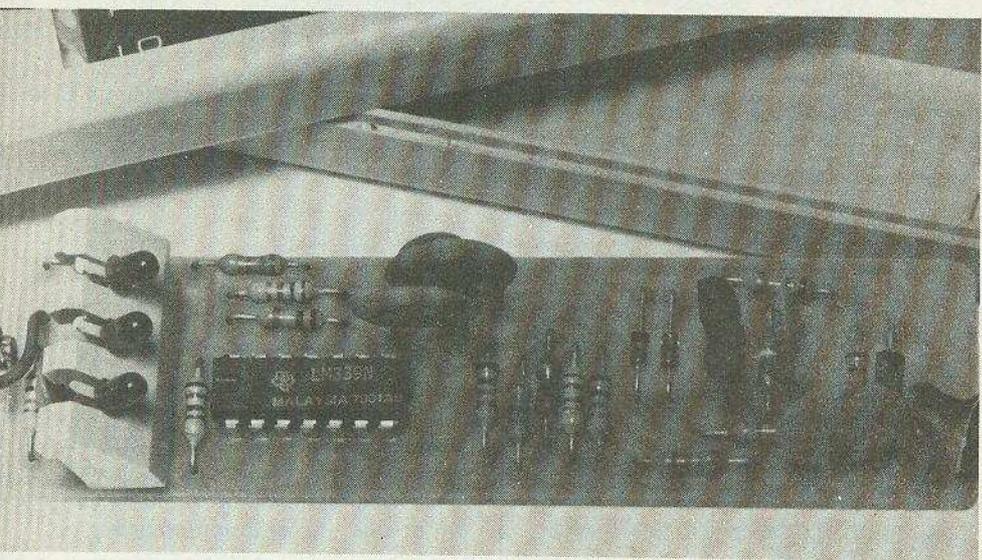
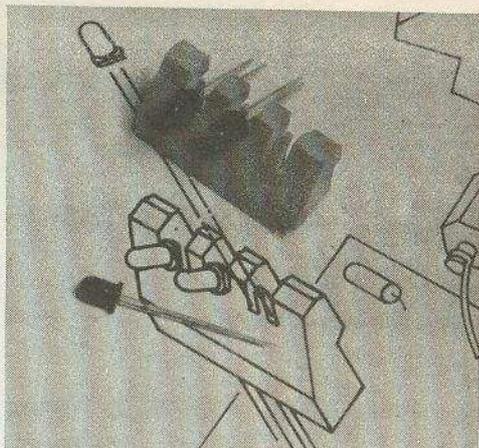
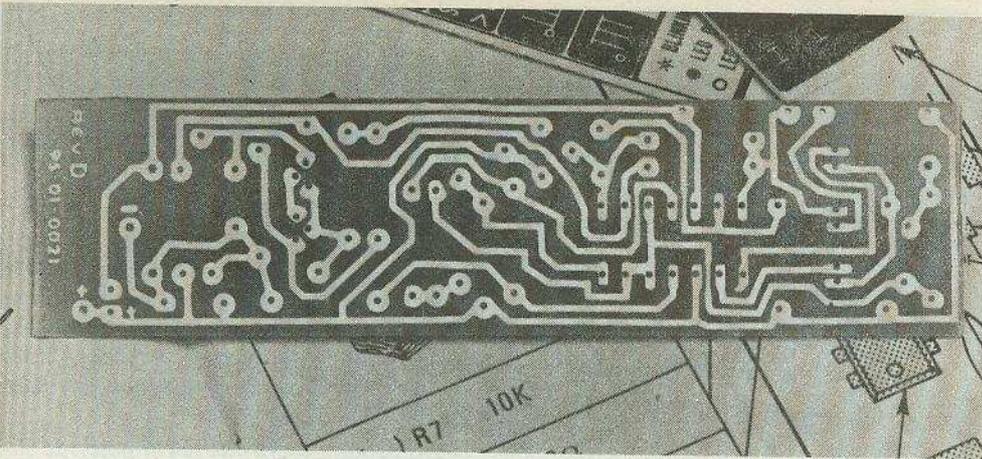


Fig. 3. et 4. - Deux tests permettant une meilleure compréhension du système.



1	2
3	5
4	

Photo 1. - Un circuit imprimé présentant un aspect très professionnel.

Photo 3. - Au niveau de l'implantation, les condensateurs disques devront être soudés très bas.

Photo 4. - Une fois terminée, la sonde présente un aspect compact donc maniable.

Photo 2. - Les trois LED immobilisées par une pièce en plastique moulé.

Photo 5. - Au dos de la sonde, un mémo rappelle la signification des LED.

## Utilisation

Pour la mieux comprendre, le constructeur propose un circuit de test très simple puisqu'il ne nécessite que trois éléments : à savoir : une alimentation 5 V régulée, un potentiomètre de 1 k $\Omega$  et un voltmètre à haute impédance d'entrée ( $Z > 1 \text{ M}\Omega$ ).

Le montage est celui de la figure 3.

Un test en fonctionnement impulsionnel se réalise également facilement en utilisant le montage de la figure 4.

Les différentes configurations possibles des trois LED sont regroupées dans le tableau suivant avec en vis-à-vis l'explication que l'on peut en donner.

### COMMENT INTERPRETER L'ETAT DES LED

Etat des LED Interprétation	Haut	Bas	Pulsé	Signal d'entrée
Etat logique « 0 » - Pas d'impulsion	○	●	○	
Etat logique « 1 » - Pas d'impulsion.	●	○	○	
Toutes LED éteintes : 1) Le point test est un circuit ouvert 2) Signal en dehors des tolérances. 3) Sonde non alimentée 4) Circuit à tester non alimenté.	○	○	○	
LED « Haut » et « bas » allumées en même temps : indique un rapport cyclique de 50 % pour un signal de fréquence inférieure à 1,5 MHz.	●	●	(*)	
Présence au point test, d'un signal carré de fréquence supérieure à 1,5 MHz. Etant donné que le rapport cyclique d'un signal carré varie selon la formule de calcul employée, la sonde ne prenant en compte que la valeur moyenne, l'une ou l'autre des LED « haut » et « bas » peut être allumée.	○	○	(*)	
Impulsions positives ayant pour origine le niveau logique « 0 ». Le rapport cyclique est inférieur à 15 %. S'il devient supérieur à cette valeur, la LED « haut » commence à s'allumer.	○	●	(*)	
Impulsions négatives ayant pour origine le niveau logique « 1 ». Le rapport cyclique est supérieur à 85 %. S'il devient inférieur à cette valeur, la LED « bas » commence à s'allumer.	●	○	(*)	

### Spécifications techniques

- Impédance d'entrée : 300 k $\Omega$
- Seuil logique « haut » : 70 % Vcc
- Seuil logique « bas » : 30 % Vcc
- Largeur minimum d'impulsion détectable : 300 ns.
- Fréquence maximum du signal d'entrée : 1,5 MHz.

- Tension d'entrée max. :  $\pm 50 \text{ V}$  continu, 120 V alternatif pendant moins de 15 s.

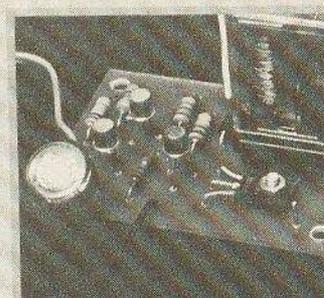
Alimentation  $\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ V} - 30 \text{ mA.} \\ 15 \text{ V} - 40 \text{ mA} \\ 25 \text{ V maxi avec protection} \end{array} \right.$

- Température de fonctionnement : 0 à 50 °C.

Technique poche

## RÉALISATIONS A TRANSISTORS 20 montages

B. et J. FIGHIERA



Editions Techniques et Scientifiques Françaises

### REALISATIONS A TRANSISTORS (20 montages)

B. et J. Fighiera

Schémas de principe, implantations des éléments tracés des circuits imprimés, listes des composants sont autant d'éléments destinés à faciliter la tâche de l'amateur qui exprime le désir de réaliser grâce aux « transistors » quelques montages simples et économiques.

Alimentation simple avec filtrage et réglage de la tension - un triangle routier lumineux - un détecteur de verglas - un répéteur sonore de direction - signalisation acoustique de la mise en service des feux de recul - un radio-tuner - un préamplificateur OC - un relaxateur électronique - un générateur BF à trois transistors - une boîte de mixage - un métronome sonore et lumineux - un préamplificateur à volume constant - utilisez un haut-parleur comme microphone - le statomusic - un seul transistor pour ce temporisateur - une boîte de distorsion avec correcteur de tonalité - un labyrinthe - un détecteur de métaux - un ouvrage-techni-poche nombreux schémas 128 pages. Prix : 21,00 F.

Prix pratiqué par la librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

**RENSEIGNEZ-VOUS SUR LA  
POSSIBILITÉ DE DEVENIR  
COLLABORATEUR EN  
NOUS SOUMETTANT UNE  
MAQUETTE ÉLECTRONI-  
QUE :**

**ELECTRONIQUE PRATIQUE  
2 à 12, rue de Bellevue  
75940 Paris Cedex 19**

Parmi ce genre d'appareils portatifs ce nouveau multimètre se distingue par plusieurs particularités, d'abord d'être livré en kit et avec une notice de montage et de maintenance on ne peut plus détaillée, mais surtout de posséder ses étalons internes pour les vérifications annuelles de calibrations. Compte tenu des performances, de la technologie utilisée et de la qualité des composants nous pouvons dire que son prix de 750 F est très compétitif.

Toutefois, il nous faut signaler que cet assemblage n'est pas à la portée d'un tout débutant, car le câblage sur époxy double face est assez serré et les très nombreuses petites soudures doivent être d'une qualité irréprochable.

Un amateur moyen mais méticuleux mettra environ quatre heures pour le réaliser. Le fabricant a eu la bonne idée d'inclure dans ce kit un petit outil très utile, une loupe...



# Multimètre HEATHKIT IM 2215

## Les caractéristiques

Des valeurs classiques pour un 2 000 points d'une précision de  $\pm 0,3\%$  avec intégration à double rampe, mais avec en plus un témoin sur l'afficheur qui avertit du début d'usure de la pile.

Si certains termes techniques vous intriguent reportez vous à notre article sur les multimètres digitaux (« Electronique Pratique » nouvelle série n° 21 page 147).

- Tensions continues : calibres de 200 mV à 1 000 V = Précision  $\pm 0,3\%$ .
- Tensions alternatives : calibres de 200 mV à 750 V = Précision  $\pm 0,6\%$ .
- Ohmmètre : calibres de 200  $\Omega$  à 2 M $\Omega$  = Précision  $\pm 0,3\%$  et calibre 20 M $\Omega$  avec précision  $\pm 2\%$ .
- Intensités continues : calibres de 2 mA à 2 A. Précision  $\pm 0,75\%$ .
- Intensités alternatives : calibres de 2 mA à 2 A. Précision  $\pm 1,5\%$ .

- Impédance d'entrée continu et alternatif : 10 M $\Omega$ /100 pF.

- Protection sur tous les calibres : 1 000 V = ou 750 V $\sim$  mais 300 V sur le calibre 200  $\Omega$

- Fusible 2 A sur la fonction Ampéremètre.

- Température de fonctionnement 0 à 50 °C.

- Coefficient de température :  $\pm (0,1 \times \text{Précision})/^\circ\text{C}$  (= imprécision doublée pour  $\pm 10^\circ\text{C}$ ).

- Alimentation : une pile de 9 V miniature. Durée 200 heures (pile alcaline) consommation 2 mA. L'indication « LO-BAT » apparaît sur l'afficheur quand la tension pile atteint 7,5 V.

- Indication automatique de la polarité.  
- Témoin de dépassement de calibre : effacement total sauf le chiffre 1 de gauche.

- Afficheur à cristaux liquides (très contrasté) hauteur 13 mm.

- Dimensions : 19 x 8,3 x 5 cm. Poids 400 g avec pile.

- Accessoires fournis : deux cordons de mesures (L = 1 m). Béquille métallique escamotable.

- Accessoires en option = housse cuir. Alimentation secteur (non essayées).

## Le circuit électronique

Sans entrer dans les détails de fonctionnement que nous fournit le manuel nous n'indiquerons que les grandes lignes et les points originaux.

Le convertisseur A/D est l'« ICL7106 CPL » d'Intersil, un CI à 40 pattes, qui emploie l'intégration à double rampe donc à zéro automatique. La base de temps du convertisseur est une fréquence d'oscillation de l'ordre de 40 kHz mais

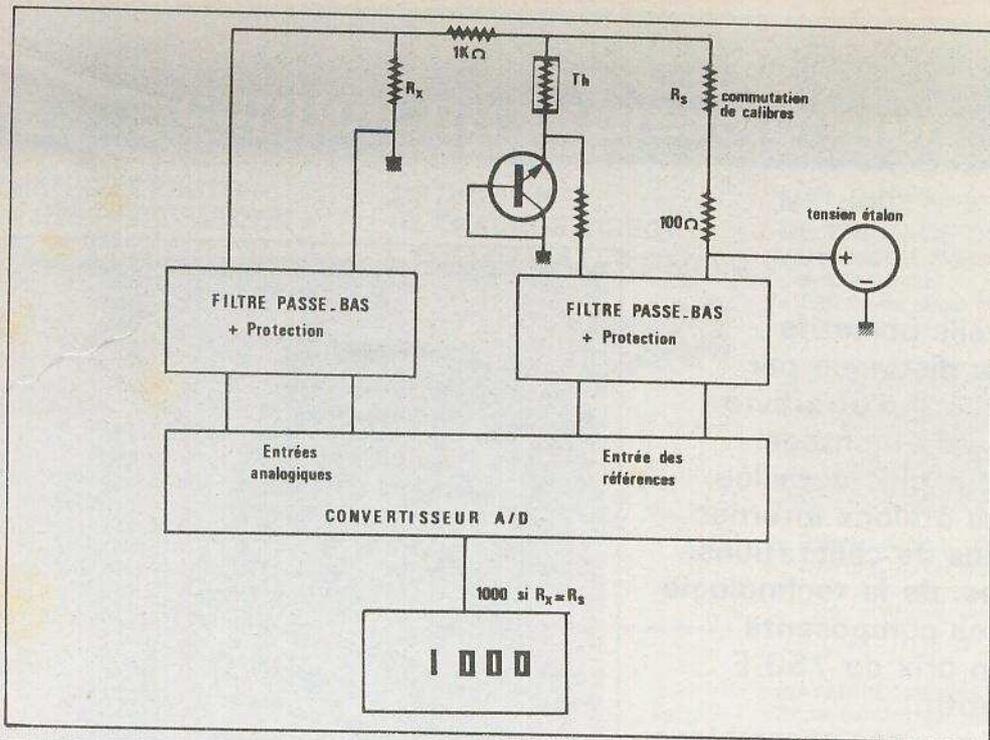


Fig. 1. - La partie ohmmètre : une tension de référence débite dans une résistance inconnue. Un convertisseur A/D effectue une mesure de tension différentielle.

très stable en raison des composants RC utilisés. La calibration pour la mesure d'une tension continue, s'effectue alors à partir d'un potentiel étalon très précis, ici 1,242 V délivré par un petit CI à deux pattes, une sorte de super-zener compensée en température (exclusivité Heathkit...). Sur cette tension un pont diviseur à ajuster fixe le potentiel de référence de 100 mV appliqué au convertisseur. La période d'un cycle de mesure est de 0,4 s.

Un ensemble de deux transistors montés en diodes de bouclages assure la protection en tensions d'entrées, positive et négative, de l'entrée du convertisseur A/D.

Le convertisseur de tension alternative/continue fait appel à un classique BI-FET, le TL061 à faible consommation, monté en abaisseur d'impédance avant redressement et filtrage. Le gain de cet ampli opérationnel est ajustable et fait partie des trois calibrations à effectuer. Grâce au choix d'un BI-FET l'impédance d'entrée en alternatif demeure égale à 10 M $\Omega$  comme en continu ; c'est un point nouveau car les multimètres de conception plus ancienne utilisent un 741 ou équivalent, qui fait ordinairement chuter cette impédance d'entrée à 1 M $\Omega$ .

Le troisième et dernier CI est un C.MOS bien connu, le 4030 contenant quatre portes, « OU exclusif ». Trois d'entrées alimentent les trois points décimaux et la quatrième l'inscription « LO-BAT » sur l'affichage. Les segments des quatre chiffres et le signe moins sont alimentés directement par les sorties du convertis-

seur A/D, sans résistances chutrices puisque les cristaux liquides ne sont commandés qu'en tension avec une intensité quasi-nulle.

Pour donner une idée de l'importance du circuit disons qu'en plus des trois CI et de l'étalon-tension, nous trouvons cinq transistors, dix diodes, une zener, 21 résistances de précision, 1 résistance à 5 %, une thermistance et 16 condensateurs. Pour les multiples protections des circuits d'entrées nous avons dénombré six diodes et les cinq transistors !

La partie ohmmètre a un fonctionnement très original : le potentiel étalon débite dans la résistance inconnue  $R_x$  en série avec une résistance de référence  $R_s$ , dépendant du calibre en service. Voir

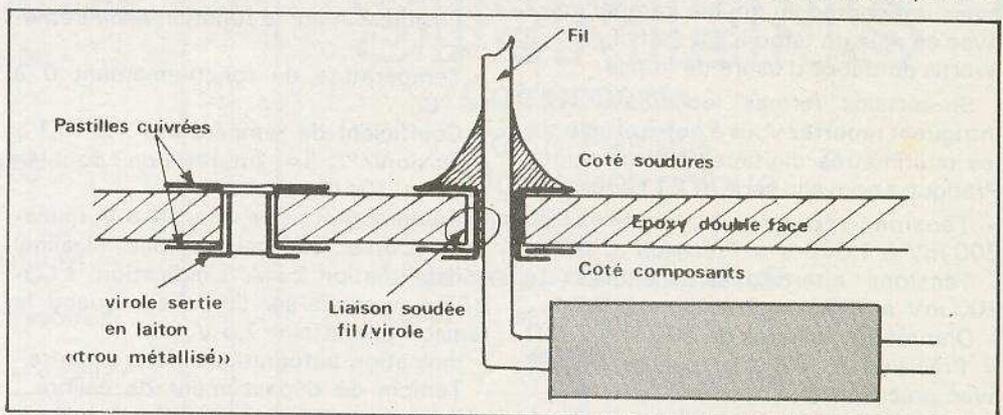


Fig. 2. - Un circuit imprimé particulièrement soigné : époxy double face, trous métallisés.

figure 1. Le convertisseur A/D effectue alors une mesure de tension différentielle sur ces deux résistances, et l'affichage indiquera  $1000 \times R_x / R_s$  soit 1000 si elles sont égales. Le transistor qui fait office de zener et la thermistance  $T_h$  assurent des protections supplémentaires.

L'avantage de ce circuit complexe est d'être indépendant de la fonction volt-mètre continu et d'acquiescer ainsi la même précision de 0,3 %. Mais il y a hélas le revers de la médaille : avec des résistances inconnues de fortes valeurs l'intensité tombe vers 40 mA et les condensateurs des filtres passe-bas ainsi que la thermistance retardent le temps d'équilibre. Nous avons ainsi chronométré pour une résistance de 19 M $\Omega$  un temps de réponse de... 35 s ! C'est à notre avis aberrant pour vérifier des isollements électriques, à moins de sacrifier un peu la précision en intercalant le petit montage que nous avons décrit le mois dernier (voir « Electronique Pratique nouvelle série n° 22 page 135), lequel permet aussi d'aller bien au delà de 20 M $\Omega$ . Pour les résistances de plus faibles valeurs nous avons chronométré les temps d'équilibres suivants : 10 M $\Omega$  = 23 s ; 1 M $\Omega$  = 5 s ; 100 k $\Omega$  à 1  $\Omega$  = 2,5 s.

### Le montage du kit

Nous avons demandé la primeur de ce Kit importé des USA aussi la notice est encore en anglais, la version française étant prévue pour janvier 1980. Un anglais primaire et lointain est suffisant pour le

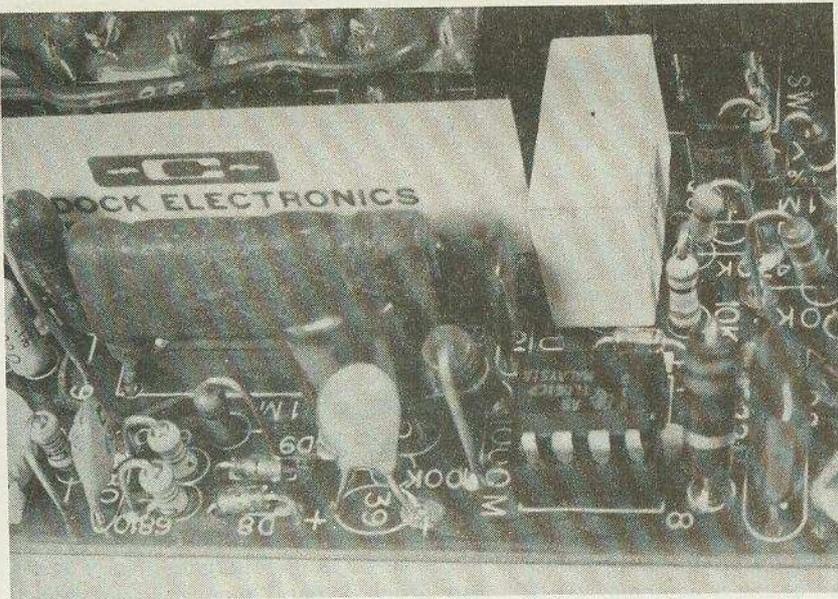


Photo 1. – Une implantation très serrée avec des résistances montées verticalement.

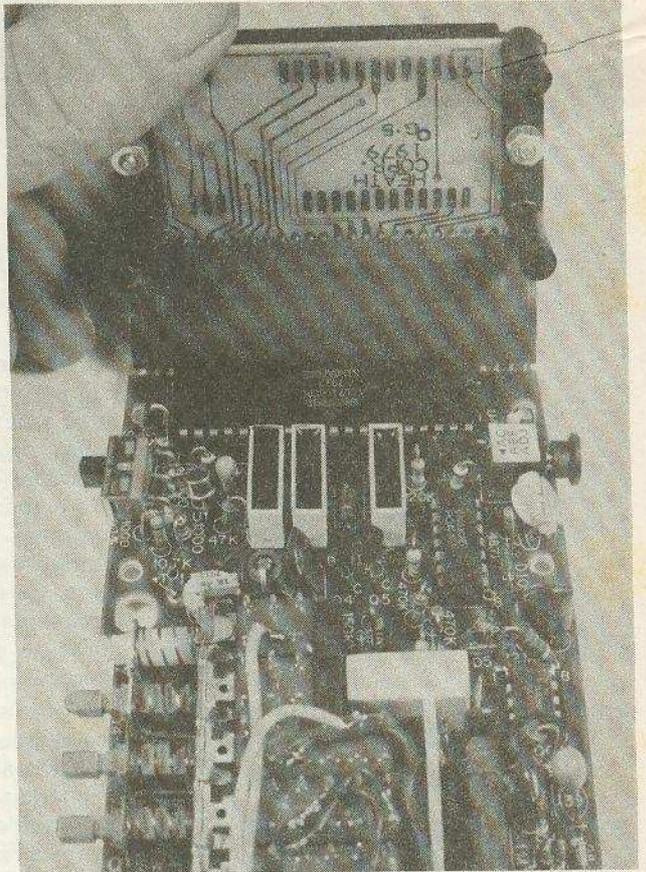


Photo 2. – En soulevant le module afficheur on aperçoit le convertisseur A/D à 40 « pattes ».

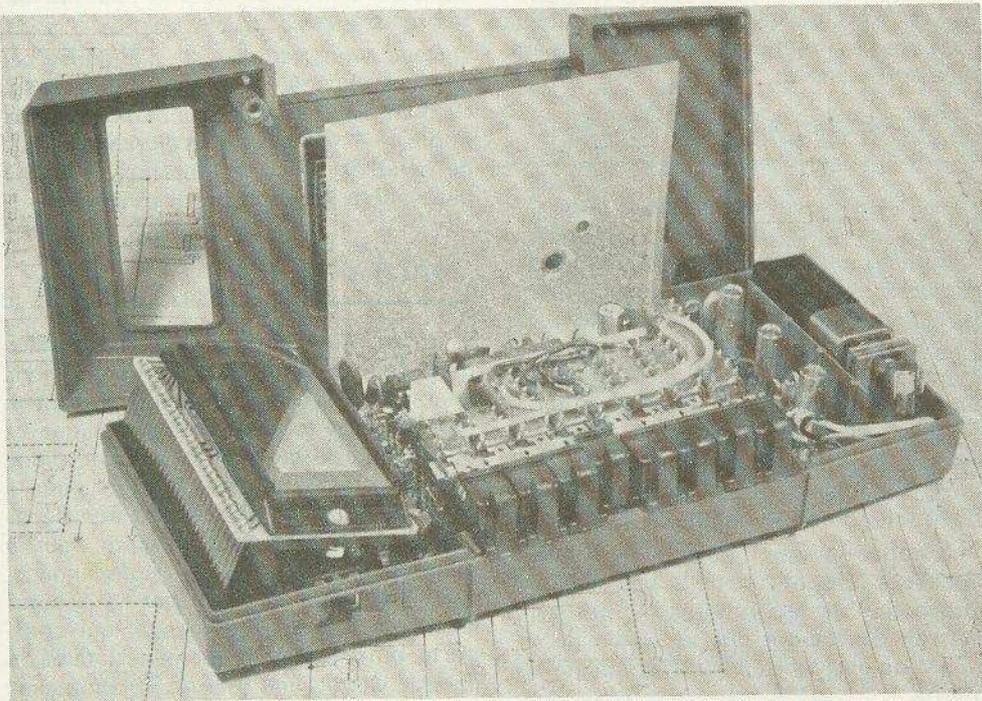


Photo 3. – On aperçoit ici la place importante occupée par le robuste clavier.

montage en raison de très nombreuses illustrations et des phrases sobres utilisant un vocabulaire volontairement réduit ; en somme un anglais pour « étrangers ».

On remarque d'abord le circuit imprimé principal qui est en époxy double face avec trous métallisés (voir **figure 2**), vernissages réservés et finement sérigraphié

avec les valeurs de composants (voir **photo n° 1**).

Les résistances calibrées pour les commutations de gammes sont présentées en deux blocs moulés. L'implantation des composants est tellement serrée que pratiquement toutes les autres résistances sont montées verticalement.

Les soudures doivent donc être petites et impeccables. Attention aux erreurs de composants ou d'orientation ! En effet ce genre de circuit imprimé n'apprécie pas beaucoup les opérations de dessoudage.

Comme nous l'avons dit le kit comprend une petite loupe en plexiglas de 15 dioptries, très utile pour identifier le

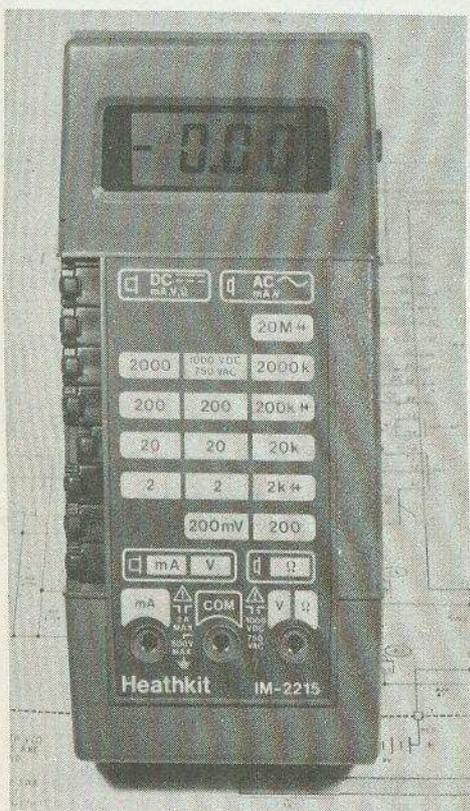
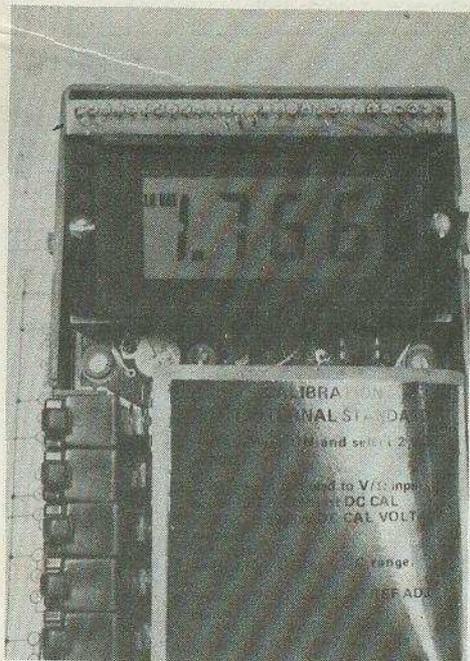


Photo 4. – Le témoin « LO BAT » s'allume pour des piles insuffisamment chargées.

Photo 5. – Un appareil compact et fonctionnel.

marquage de certaines diodes et des résistances de précision, ainsi que pour la vérification des soudures en fin de câblage.

L'afficheur est monté sur un petit circuit imprimé double face. L'opération qui nous a paru la plus délicate est l'assemblage de cet afficheur : un empilement vissé de six éléments assez fragiles et craignant les traces de doigts. La liaison entre les deux circuits imprimés est confiée à un ruban souple à 28 conducteurs. Ce ruban et les trois socles de CI représentant donc à eux seuls 118 soudures au pas de 2,54 mm, un excellent exercice...

Le clavier à huit touches semble être du genre robuste. Le boîtier est en plastique bleu, apparemment de l'A.B.S. (incassable), tandis que le blindage est assuré par une grande feuille métallique souple isolée mais reliée à la masse, qui entoure le module principal.

Bilan du montage : durée 4 heures sans se presser. Pièces défectueuses ou manquantes : néant. Pièces en trop : 3 rondelles et 4,5 mètres de soudure étain. L'appareil a fonctionné dès la première mise sous tension.

### La calibration

Pour les tensions continues et ohmmètre il s'agit de régler un ajustable afin d'obtenir sur l'afficheur la valeur exacte inscrite sur l'emballage (à ne pas perdre !) de l'étalon, par exemple 1,242 V à  $\pm 1$  digit. Puis c'est le tour des tensions alternatives qui s'effectuent en deux temps : tout d'abord un deuxième ajustable jusqu'à lire « 171,2 » (très pointu à régler), puis un troisième pour obtenir « 190,0 » sur l'afficheur. C'est tout ; durée totale environ deux minutes.

La notice indique également un autre processus faisant appel à des étalons ultra-précis de laboratoires, et qui permettrait d'atteindre une précision de  $\pm 0,25$  % au lieu de  $\pm 0,35$  % avec l'étalon interne.

### Nos essais

Ce qu'on remarque en tout premier lieu c'est le contraste de l'affichage, des segments d'un noir très foncé de 1,5 mm de large pour une hauteur de digit de 13 mm, le tout sur un fond gris clair. Nous avons

mesuré un angle de lisibilité de  $\pm 58^\circ$  dans le sens horizontal et de  $\pm 70^\circ$  dans le sens vertical, ce qui représente une amélioration du cône de vision de l'ordre + 60 % par rapport aux premiers afficheurs à cristaux liquides. Par contre l'aspect général de l'appareil où le bleu foncé domine est assez terne.

La manipulation du clavier est assez douce et ne pose aucun problème tant avec les doigts de la main droite qu'avec le pouce de la main gauche. Nous avons été étonné par l'absence d'un calibre 200  $\mu$ A.

La béquille escamotable située sous le boîtier ne soulève celui-ci que d'un angle de  $25^\circ$ , ce qui paraît insuffisant.

L'appareil calibré avec son étalon interne a été testé sur tous les calibres et fonctions, soit avec quelques étalons extérieurs ou en le mettant en parallèle ou en série avec un multimètre bien plus précis : les écarts n'ont jamais été supérieurs à  $\pm 1$  digit ; que demander de mieux ? Le seul point faible est comme nous l'avons signalé la lenteur de réponse pour les fortes résistances.

Nous avons remplacé la pile neuve par une assez usagée ( $E = 7,4$  V), l'avertisseur « LO-BAT » est apparu sur l'afficheur (voir photo n° 4) et nous avons alors vérifié que ce seuil de sous-alimentation n'affecte pas encore la précision des mesures.

### Conclusion

Malgré quelques petits points faibles mais de peu d'importance pratique, nous annonçons un bilan très positif, surtout en regard de la robustesse électronique et mécanique de ce multimètre doté d'une précision réelle très satisfaisante pour le prix de vente. Un autre point non négligeable est la tranquillité d'esprit pour la maintenance ou un éventuel dépannage, car il peut être effectué par l'utilisateur lui-même grâce à ce manuel qui comporte, outre le fonctionnement détaillé de chaque circuit, une liste de 29 anomalies ou pannes possibles avec en face le composant exact à incriminer !

Le montage du kit demande beaucoup de minutie, « bricolos-déverseurs d'étain » s'abstenir, mais reste à la portée d'un amateur même avec peu de connaissances mais sachant au moins faire des petites soudures parfaites.

Michel ARCHAMBAULT

**Technologie des composants :**

# LES RESISTANCES A COUCHE

**L**ES résistances à couche constituent la famille la plus importante dans le domaine des résistances. Leur emploi est universel en électronique et l'on estime qu'il en est fabriqué deux milliards de pièces chaque année en France. Leur fabrication est devenue très automatisée pour pouvoir tenir la concurrence vis-à-vis des produits en provenance du Sud-Est Asiatique.

Cette industrie a fait d'énormes investissements et d'importants progrès technologiques pour rester compétitive dans notre pays.

Devant le nombre de résistances se trouvant dans un appareil, il est indispensable que leurs caractéristiques et que

leur fiabilité soient contrôlées avec toute la rigueur souhaitable. C'est pourquoi les normes françaises et internationales sont très complètes et très précises à leur sujet. La plupart des fabricants soumettent leurs produits en Contrôle centralisé de Qualité (C.C.Q.) conformément aux normes européennes (C.E.C.C.).

On peut dire que les résistances à couche sont très hautement industrialisées.

Ce sont les résistances à couche de carbone qui sont les plus nombreuses et les moins chères. Cependant les résistances à couche métallique possèdent des caractéristiques supérieures, leur production augmente chaque année et leur prix baisse de ce fait. Un certain équilibre devrait se produire prochainement.

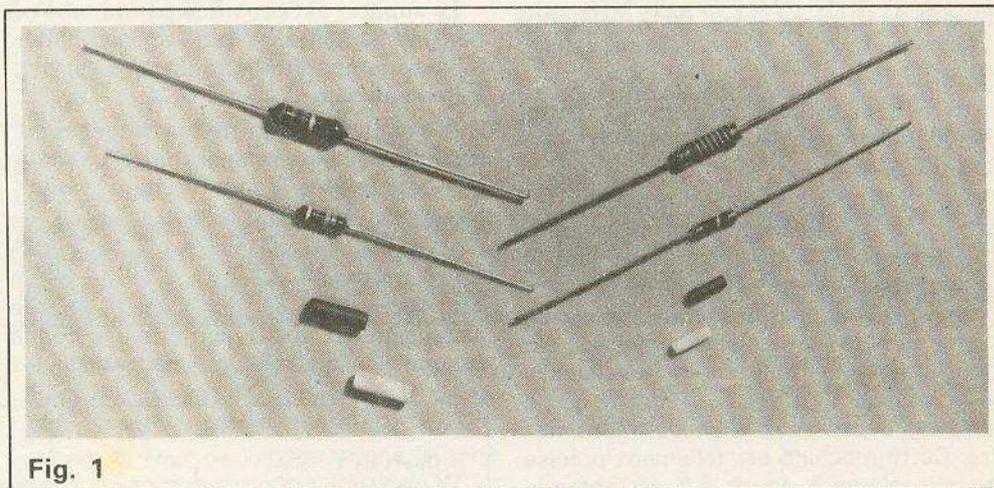


Fig. 1

## **- 1 - La fabrication des résistances à couche de carbone**

La photo de titre donne le détail de cette fabrication.

### **Four tunnel :**

Le support est constitué par un bâtonnet de céramique cuit au four à 1 250 °C

et soigneusement poli. Il est revêtu de carbone pyrolytique dans un four automatique continu. Les bâtonnets pénètrent d'abord dans une zone de préchauffage à 1 000 °C ; puis, ils sont introduits dans la zone de cracking, sous atmosphère inerte.

Le gaz, du méthane, se décompose et un film de carbone pyrolytique cristallisé se dépose sur les bâtonnets. Le débit de méthane est régulé de façon à donner une épaisseur convenable de carbone en fonction de la valeur ohmique à obtenir.

Les bâtonnets passent dans une zone de refroidissement toujours sous atmosphère inerte, afin d'éviter l'inflammation du carbone; puis, ils sont contrôlés.

**Sorties :**

Les extrémités des bâtonnets sont métallisées de façon à assurer un bon contact avec les chapes qui sont serties. Ces chapes reçoivent les fils de sortie axiaux, par soudure électrique.

**Spiralage**

Les dimensions des bâtonnets sont fixées par les normes en fonction de la puissance. Donc pour une dissipation donnée on doit couvrir toute la plage des valeurs sur un même type de bâtonnet. Comme la résistivité du carbone pyrolytique est fixe, on ne peut jouer que sur l'épaisseur de la couche. Or, une couche très mince (1/1000  $\mu\text{m}$ ) est fragile et possède un coefficient de température important (environ  $-1800 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ), tandis qu'une couche de 1  $\mu\text{m}$  est très robuste et son coefficient de température est de l'ordre de  $-180 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ . C'est pourquoi on préfère choisir une couche un peu plus épaisse et augmenter sa longueur en traçant une spirale sur le tube (photo de titre). La valeur de la résistance croît avec le carré du nombre de spires :  $R_n = R_o \cdot N^2$ .

( $R_n$  = résistance nominale,  $R_o$  = résistance du bâtonnet non spiralé,  $N$  = nombre de spires).

Une machine automatique mesure  $R_o$ , elle est programmée pour produire  $R_n$  et elle détermine  $N$ . Un rayon laser élimine le carbone sur une largeur de 0,2 mm et trace le sillon de  $N$  spires sur toute la longueur du bâtonnet. Le pas de ce sillon est donc variable en fonction de la valeur de la résistance à obtenir. Cependant on ne peut pas dépasser 16 sillons par centimètre. Cette machine est tellement précise qu'une tolérance de  $\pm 5\%$  est obtenue directement, sans contrôle, ni tri supplémentaire; ( $\pm 10\%$  au dessus de 1 M $\Omega$ ).

**Protection**

La résistance est protégée, soit par plusieurs couches de laque cuites au four, soit par un enrobage de résine synthétique.

Elle est marquée en clair, ou selon le code des couleurs; enfin, elle est mise en boîtes de carton par 100 pièces, ou montée en bande pour insertion automatique sur le circuit imprimé.

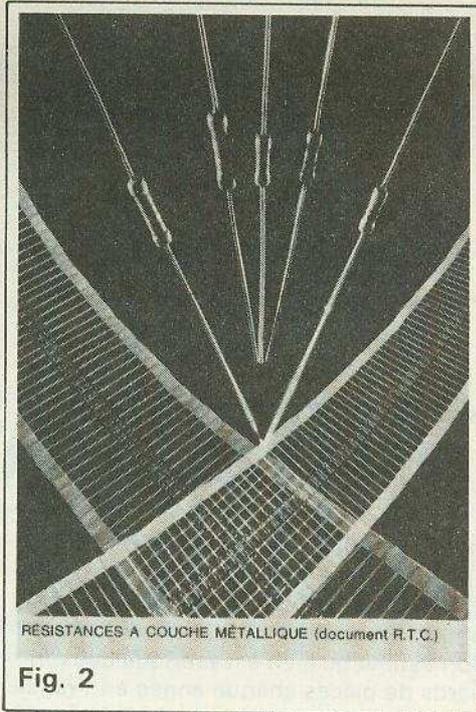


Fig. 2

**- II - La fabrication des résistances à couche métallique**

La figure 2 donne une vue artistique de résistances à couche métallique R.T.C. montées en bandes pour insertion automatique.

**Evaporation de la couche**

Le support est constitué par un tube ou par une baguette de verre spécial tenant à haute température. Sa surface est parfaitement polie.

Les contacts de sortie sont déposés par réduction à haute température d'un métal compatible avec le film résistant; on utilise l'argent, l'or, le platine...

L'évaporation de la couche résistive s'effectue dans un four à vide. Le métal est fondu par effet Joule, jusqu'à ce que sa tension de vapeur permette une bonne évaporation. Le métal se dépose sur les

bâtonnets situés dans le four. L'épaisseur de la couche est comprise entre 10 et 100 nm, selon la nature du métal et la valeur ohmique à obtenir. En effet, pour ces résistances on peut faire varier la résistivité de la couche, par l'emploi judicieux de plusieurs métaux, ou alliages. On utilise, soit des métaux précieux (or, platine, palladium, rhodium), soit des alliages (nickel-chrome).

**Sorties**

Les chapes et les fils de sortie sont fixés selon une technique voisine de celle utilisée pour les résistances à couche de carbone.

**Spiralage**

Il est également effectué par des machines automatiques de précision à rayon laser. On obtient, par tri, des tolérances comprises entre  $\pm 0,5\%$  et  $\pm 5\%$ ; sur demande on peut livrer jusqu'à  $\pm 0,1\%$ .

**Protection**

La résistance est protégée par plusieurs couches, soit de laque cuites au four, soit de résine synthétique. Le marquage est généralement en clair.

**- III - Les caractéristiques générales des résistances à couche de carbone**

Les caractéristiques normalisées seront traitées au paragraphe concernant les normes. Qu'il nous soit permis de donner, ici, quelques précisions.

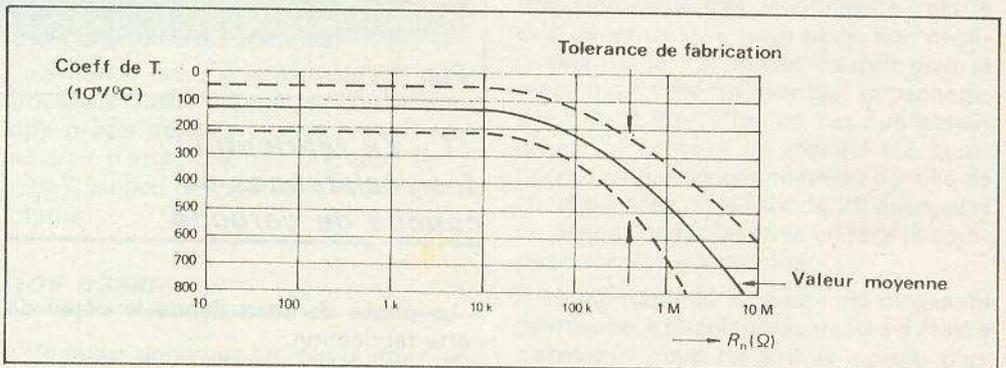


Fig. 3. - Coefficient de température en fonction de la valeur des résistances à couche de carbone (PIHER).

### Coefficient de température

La figure 3 donne la courbe du coefficient de température en fonction de la valeur ohmique de la résistance. Cette augmentation du coefficient de température négatif est due à la diminution de l'épaisseur de la couche de carbone pour les valeurs élevées.

### Tenue en haute fréquence

La figure 4 montre la diminution de l'impédance en haute fréquence d'une résistance de 0,5 W en fonction de la valeur ohmique. Plus la valeur est élevée et plus la résistance est capacitive. A 500 MHz une résistance de 10 kΩ présente une impédance égale à 80 % de la valeur de la résistance en continu. Par contre, une résistance de 10 MΩ présente le même rapport de 80 % à 3 MHz; elle n'est plus utilisable à partir de 10 MHz.

On voit que le choix des valeurs en haute fréquence est important. C'est un aspect généralement mal connu du comportement des résistances.

### Niveau du bruit de fond

La figure 5 donne le niveau de bruit de fond en  $\mu V/V$  pour des résistances entre 0,5 W et 2 W en fonction de la valeur ohmique. Plus la couche de carbone est mince et plus le bruit est important. C'est également normal, car une couche très mince présente des hétérogénéités causes du bruit.

### Abaque de la dérive

L'abaque de la figure 6 permet de calculer la dérive d'une résistance en fonction de sa charge, de la température ambiante et du temps de fonctionnement. Les abréviations ont la signification suivante :

- W (%) : % de la charge par rapport à la puissance nominale,
- $\theta$  (amb) °C : température ambiante,
- $\theta$  (sup.) °C : température superficielle de la résistance,
- ED : % de la durée de service, par rapport à 24 heures,
- R (Ω) : valeur de la résistance,
- $\Delta R\%/10\ 000\ h$  : % de dérive de la résistance après 10 000 h de service,
- t (h) : temps de service total en heures,
- $\Delta R\%$  : % de dérive totale de la résistance.

**Exemple :** une résistance de 10 kΩ est utilisée à 75 % de sa puissance nominale,

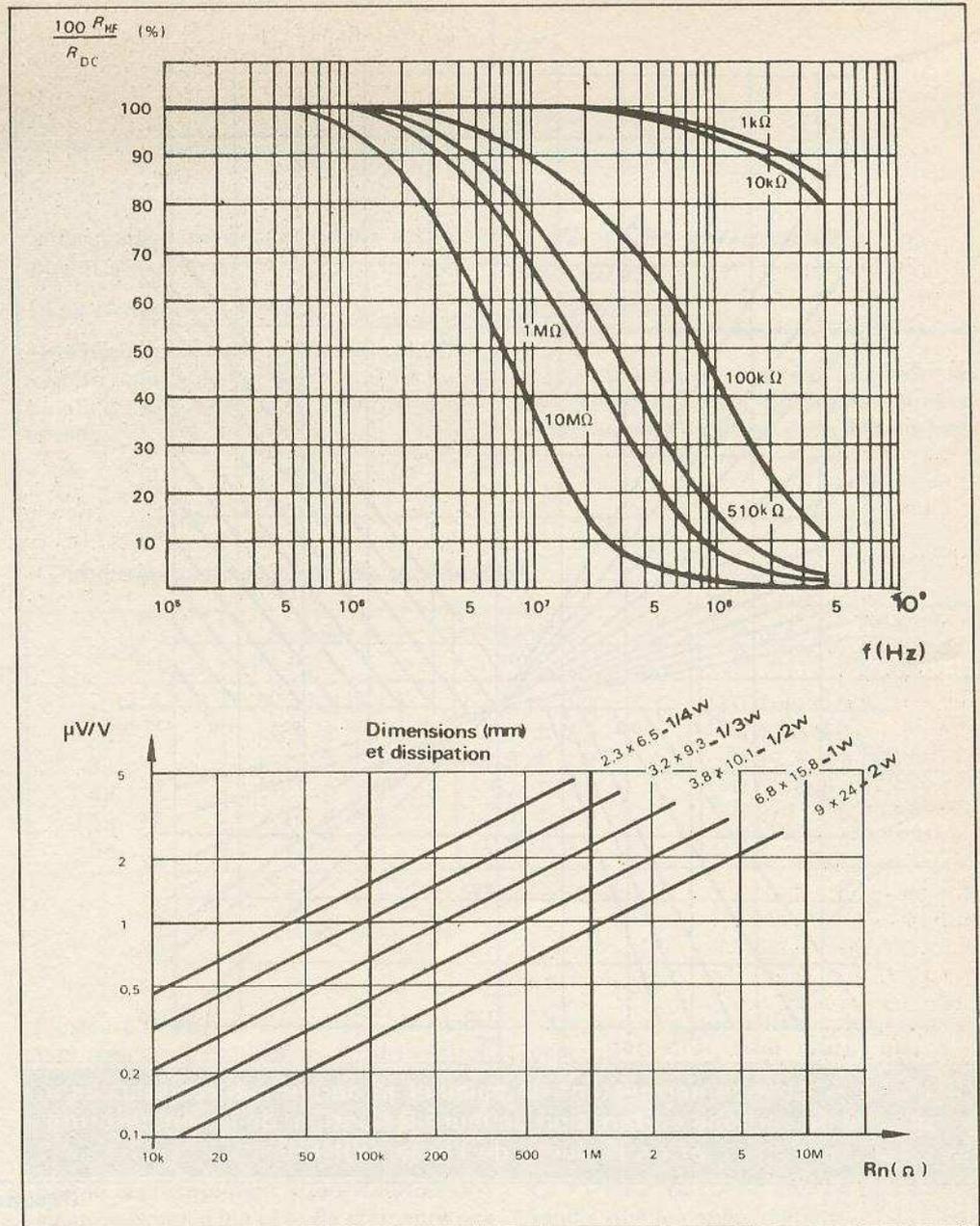


Fig. 4. et 5. - Tenue en fréquence en fonction de la valeur des résistances à couche de carbone et niveau de bruit de fond en fonction des dimensions et des valeurs ohmiques (PIHER).

dans une ambiance de 60 °C. Son utilisation est continue pendant 30 000 h; quelle sera sa dérive à ce moment ?

Faire le tour de l'abaque dans le sens des aiguilles d'une montre. Partir de W % : 75 %, relier par une droite à 60 °C [ $\theta$ (amb.)]; ce point est réuni à 100 % (ED). La droite obtenue coupe l'axe  $\theta$  sup. à 95 °C. Relier le point trouvé sur ED à 10 kΩ sur l'échelle R (Ω). Repartir à angle droit vers 3 · 10<sup>4</sup> (30 000 h) sur l'échelle t(h), cette droite coupe l'axe  $\Delta R\%/10\ 000\ h$  vers 1,3 %. Toujours à angle droit aboutir à l'axe  $\Delta R\%$  pour obtenir la dérive cherchée, soit environ 2 %. Cette explication peut paraître un peu compliquée. A la seconde lecture et en suivant sur l'abaque, le lecteur ne doit pas avoir

de difficultés. Cet abaque est très utile pour apprécier la dérive des résistances à couche de carbone entre 0,25 W et 1 W.

### - IV - Les caractéristiques générales des résistances à couche métalliques

#### Tenue en haute fréquence

La figure 7 donne la variation de l'impédance par rapport à la résistance en continu (%) en fonction de la fréquence pour différentes valeurs ohmiques et pour trois dissipations.

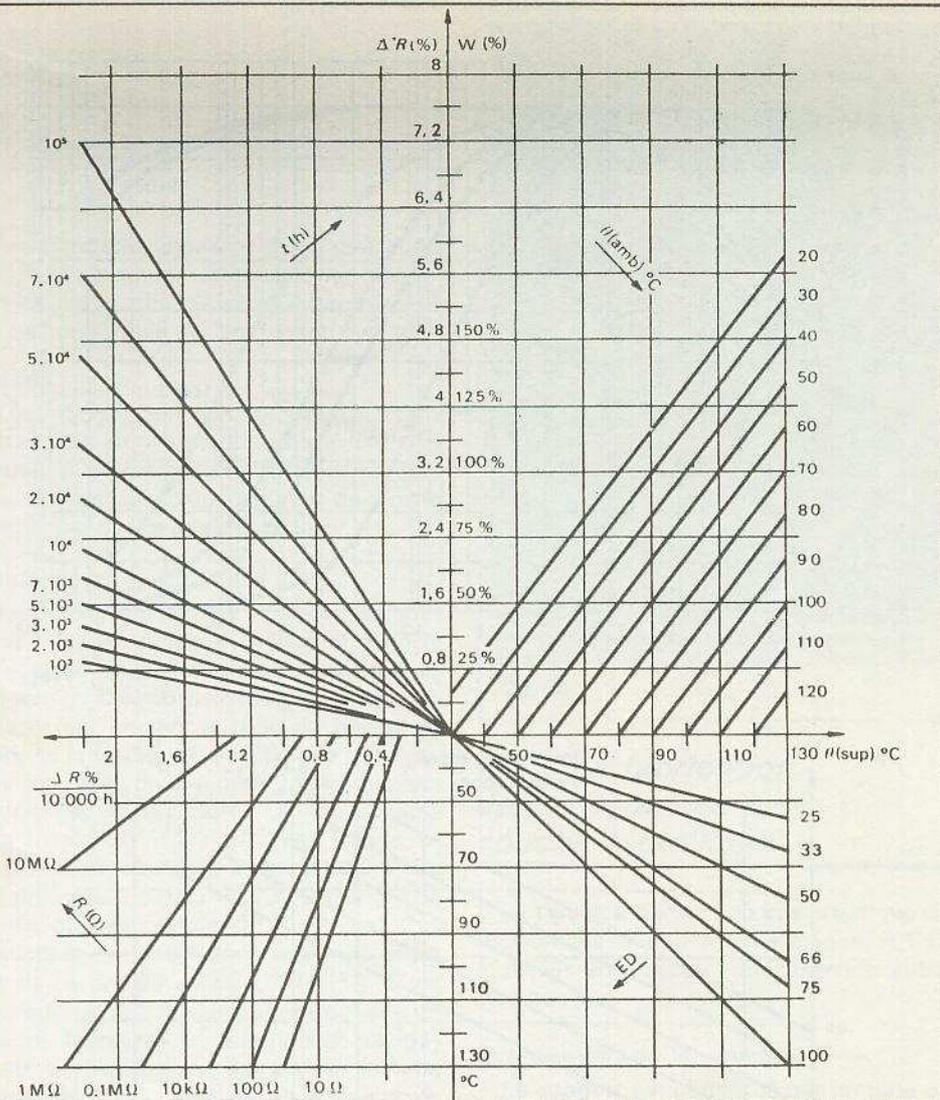


Fig. 6. - Abaque permettant de calculer la dérive des résistances à couche de carbone en fonction de leur dissipation, de la température et de la durée de l'essai (PIHER).

Jusqu'à 200 MHz les faibles valeurs sont inductives, par l'action du spirilage. Par contre, les valeurs élevées sont toujours capacitives.

#### Abaque de la dérive

L'abaque de la figure 8 est plus simple que celui qui a été donné pour les résistances à couche de carbone. Les flèches donnent le sens de la lecture. Partir de la puissance réelle dissipée par la résistance. Relier ce point à la droite correspondant à la dissipation de la résistance pour une ambiance de 70 °C ou de 125 °C. Relier ce point à la courbe 1 000 h ou 10 000 h, cette droite passe par la température superficielle de la résistance. On lit la dérive sur l'échelle Δ R/R (%). Elle est valable quelle que soit la valeur ohmique de la résistance. On voit qu'une résistance 0,125 W NP4, utilisée à 0,125 W et à 70 °C d'ambiance a une température superficielle de 90 °C. Au bout de 10 000 h, sa dérive est de 0,2 %. La stabilité de ces résistances est exceptionnelle. A 125 °C d'ambiance et seulement sous 0,1 W, la même résistance après 10 000 h présenterait une dérive de 0,5 %, ce qui est remarquable sous des conditions aussi dures de fonctionnement.

Le coefficient de température et le niveau de bruit de fond n'appellent pas de commentaires particuliers.

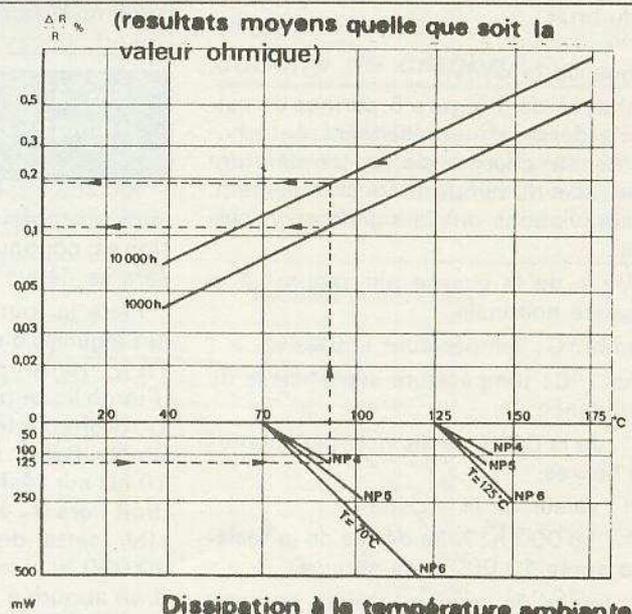
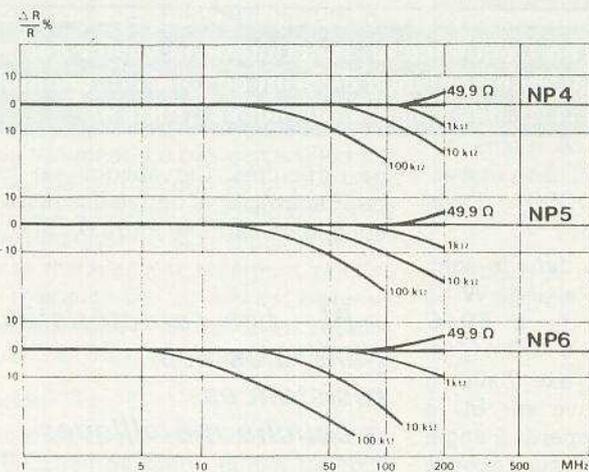


Fig. 7. et 8. - Tenue en fréquence pour trois dissipations : NP4 : 1/4 W, NP5 : 1/2 W, NP6 : 3/4 W. Dérive des résistances à couche métallique en fonction de la température et de la durée de l'essai (SOVCOR).

## - V - Les normes concernant ces résistances

Il s'agit des normes : NFC 93230 pour la France et NFC 83230/83231 (CECC 40100/40101) pour la France et le Marché Commun, dont les produits sont placés sous Contrôle Centralisé de Qualité.

Les essais généraux, climatiques et mécaniques qui sont appliqués aux résistances sont décrits dans les 28 fascicules de la norme NFC 20600. Ces essais sont très complets, il n'est pas question de les décrire. Ils couvrent les essais : au froid, au chaud, à l'humidité, aux chocs, aux moisissures, à la traction sur les connexions, à la soudure, à l'isolement, à l'inflammabilité, aux solvants, etc. Relevons cependant deux points :

**Soudure** : ces résistances sont fragiles à l'échauffement des sorties, des chapes et de la liaison avec la couche. Le bain de soudure ou le fer à souder ne doivent en aucun cas dépasser 350 °C. A cette température, la soudure doit être effectuée en 2 s. A la vague à 245 °C, ou au bain à 235 °C, la durée de la soudure ne doit pas dépasser 3 et 4 s.

**Isolement** : toutes les résistances à couche sont protégées. Cependant, seules sont dites **isolées** celles qui subissent avec succès les épreuves de l'isolement et de la basse pression atmosphérique après les essais de rigidité diélectriques et climatiques qui sont imposés à toutes les résistances. Elles supportent, en particulier, 100 V entre la résistance et une masse appliquée sur leur corps.

**Les normes** : fixent les caractéristiques et les dimensions des résistances en les classant en différentes catégories, mais sans spécifier s'il s'agit de couche de carbone ou de métal. Il est bien entendu que les catégories dont les caractéristiques sont les plus poussées ne peuvent être atteintes que par les résistances à couche métallique.

On distingue :

- **Les résistances d'usage courant ou général** dont les caractéristiques sont moins poussées et dont le prix est attractif.

- **Les résistances à haute stabilité** pour emploi professionnel, à performances

remarquables, mais dont le prix est nettement plus élevé.

- **Les résistances isolées,**

- **les résistances dites non isolées,** mais tout de même bien protégées. On a vu la signification donnée par les normes à ces termes.

## - VI - Les différents modèles normalisés

Les tableaux ci-après donnent les caractéristiques des différents modèles telles qu'elles figurent dans les normes.

### - Dimensions normalisées des résistances

Code	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	∅ des fils de sortie (MM)
1a	4 ± 0,7	1,5 ± 0,3	0,4 ou 0,5
2a	6,2 ± 1	2,3 ± 0,2	0,4 ou 0,6
3a	95 ± 1,6	3,3 ± 0,9	0,6 - 0,7 - 0,8
4a	15,1 ± 1,6	52 ± 1,2	0,6 - 0,8
5a	20 ± 2,5	7 ± 1,4	0,8
6a	27 ± 2	9,5 ± 1,6	0,8

Plusieurs fabricants annoncent des résultats meilleurs, en tension, en dissipation ou en dérive après les différents essais normalisés. D'autres étendent la gamme des valeurs au-delà de la plage donnée par la norme. Tous donnent le code de la norme correspondant à leur fabrication ; c'est pourquoi il est utile de connaître ces codes et ces caractéristiques, afin de bien comprendre la lecture des catalogues.

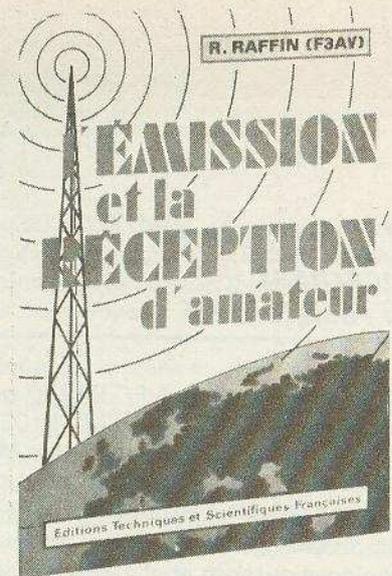
- **Dimensions normalisées des résistances.**

La longueur de chacun des fils de connexion est de 25 mm.

On voit par la valeur du coefficient de température que les spécifications A/1 - C/1 - C/2. D. sont à couche de carbone, tandis que les spécifications A/3. A/4 - A/5 - A/6 - B/3 - B/4 - E/2 - E/3 ne peuvent être qu'à couche métallique.

### - Spécifications A : résistances isolées à haute stabilité pour utilisation professionnelle

Caractéristiques	Type norme	Dissipation (W)	Tension max. (V)	Gamme des valeurs		R. critique RC (kΩ)	Dimensions code
				R. min. (Ω)	R. max. (kΩ)		
A/1 Coeff. T : + 200-500.10 <sup>-6</sup> /°C Temp. : - 65°C + 155°C Pn à 70 °C Séries : E96 (±1%) E48 préf.	RS 55D	0,125	200	1	301	-	2a
	RS 61D	0,250	300	1	1 000	360	3a
	RS 66D	0,500	350	1	2 000	245	4a
A/3 Coeff. T : ± 50.10 <sup>-6</sup> /°C Temp. : - 65°C + 155°C Pn à 70 °C Séries : E96 (± 1%) E48 préf. E192 (± 0,5%)	RS 48Y	0,060	200	10	150	-	1a
	RS 58Y	0,125	200	1	301	-	2a
	RS 63Y	0,250	300	1	1 000	360	3a
	RS 13Y	0,250	300	10	1 000	360	4a
	RS 68Y	0,500	350	1	2 000	245	4a
	RS 14Y	0,500	350	10	1 000	245	5a
RS 15Y	1,000	500	10	1 500	250	6a	



**L'EMISSION  
ET LA RECEPTION  
D'AMATEUR  
PAR Roger A. RAFFIN  
9<sup>e</sup> édition**

Depuis de très nombreuses années, cet ouvrage constitue le livre de chevet des radioamateurs. Arrivé à sa 9<sup>e</sup> édition, il a été totalement remanié, modernisé, exclusivement axé sur la radio-amateurisme de notre temps.

Si des montages complets, tant émetteurs que récepteurs, sont décrits, ce livre offre également la possibilité d'élaboration de n'importe quel autre schéma de récepteur ou d'émetteur par assemblage judicieux de divers schémas partiels.

Rien n'a été laissé dans l'ombre : préparation à l'examen d'opérateur, modulation d'amplitude, modulation de fréquence, modulation à bande latérale unique, télégraphie, antennes, bandes décamétriques, bandes VHF et UHF, appareils de mesure, etc. Un rapide coup d'œil sur la table des matières, particulièrement copieuse, convaincra...

Naturellement, cette nouvelle édition met en valeur les plus récents progrès de la technique (transistors, circuits intégrés, etc.); néanmoins, on appréciera l'équilibre soigneusement établi entre la majorité des montages à semi-conducteurs et quelques montages à lampes toujours à l'ordre du jour.

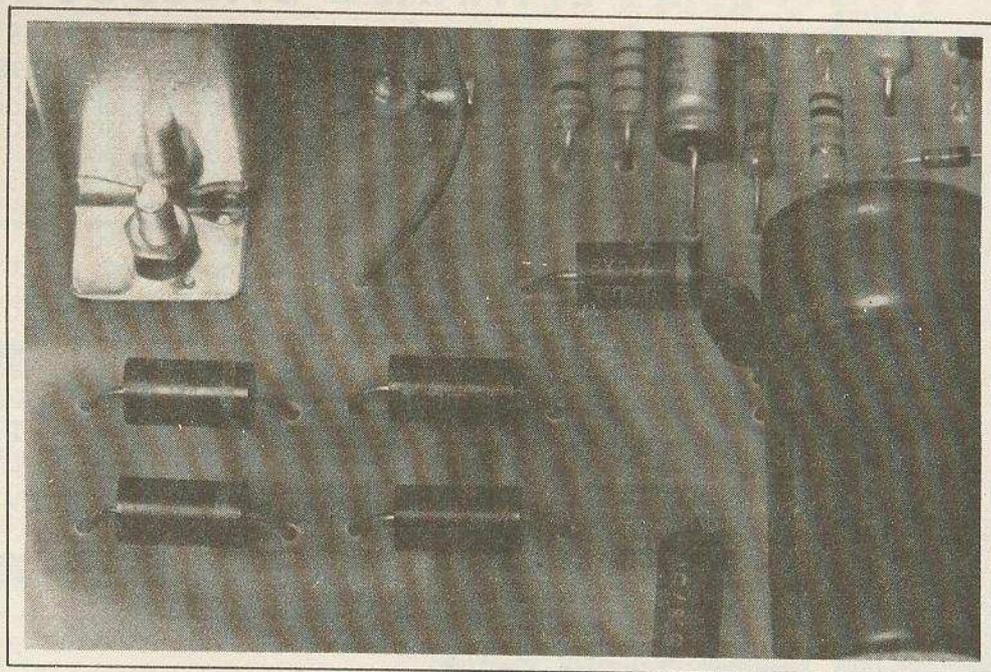
Un volume de 626 pages, format 15,5 x 21,565 schémas, couverture couleur pelli- culée.

Prix : 128 F. Niveau 2 - Amateurs initiés.

En vente chez votre libraire habituel ou à La Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

Diffusion aux libraires : Editions Techni- ques et Scientifiques Françaises, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

A/4 Coeff. T : $\pm 25 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temps : - 65°C + 155°C Pn à 70 °C Séries : E96 ( $\pm 1\%$ ) E192 : $\pm 0,5\% \pm 0,25\% \pm 0,1\%$	RS 58P RS 63P RS 13P RS 68P RS 14P RS 15P	0,125 0,250 0,250 0,500 0,500 1,000	200 300 300 350 350 500	30,1 46,4 10,0 46,4 10,0 10,0	100 249 1 000 249 1 000 1 500	- - 360 245 245 250	2a 3a 4a 4a 5a 6a
A/5 Coeff. T : $\pm 50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temp : - 65°C + 175°C Pn à 125 °C Séries : E96 ( $\pm 1\%$ ) E48 E192 : $\pm 0,5\% \pm 0,25\% \pm 0,1\%$	RS 56C RS 60C RS 65C RS 70C	0,100 0,125 0,250 0,500	200 250 300 350	10,00 3,32 10,00 10,00	402 1 130 2 000 2 000	400 500 360 245	2a 3a 4a 5a
A/6 Coeff T : $\pm 25 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temps : - 65°C + 175 °C Pn à 125 °C Séries : E96 ( $\pm 1\%$ ) E48 Préf. E192 : $\pm 0,5\% \pm 0,25\% \pm 0,1\%$	RS 60E RS 65E RS 70E	0,125 0,250 0,500	250 300 350	10 10 10	100 1 000 1 000	- 360 245	3a 4a 5a
<b>Spécifications B : résistances non isolées à haute stabilité pour utilisation professionnelle.</b>							
B/3 Coeff. T : $\pm 50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temp. : - 65 °C + 155 °C Pn à 70 °C B/4 Coef. T : $\pm 25 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ E48 : $\pm 2\%$ E96 : $\pm 1\%$ (E48 préf.) E192 : $\pm 0,5\%$	RS 20L  RS 20M	0,5  0,5	350  350	10  10	1 000  1 000	245  245	4a  4a
<b>Spécifications C : résistances isolées d'emploi courant</b>							
C/1 Coeff. T : $+ 200 - 1 500 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temp : 65°C + 155°C Pn à 70 °C E24 (E12 préf.) $\pm 2\% \pm 5\%$ C/2 Coeff. T : $\pm 200 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temp : - 65°C + 155°C Pn à 70 °C E24 (E12 préf.) $\pm 2\% \pm 5\%$	RC 6T RC 2T RC 3T  RC 8U RC 21U RC 31U RC 41U	0,125 0,250 0,500  0,125 0,250 0,500 1,000	175 250 350  200 250 350 500	1 1 1  10 1 1 10	180 1 000 1 000  150 301 1 000 2 000	- 250 245  - 250 245 250	1a 2a 3a  1a 2a 3a 4a
<b>Spécification D : Résistances isolées d'emploi courant</b>							
Coeff. T : $+ 200-500 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temp : - 55°C + 155 °C Pn à 70 °C E24 (E12 préf.) $\pm 2\% \pm 5\%$	RR 1T   RR 2T   RX 2T	0,25	250	1	1 000	250	2a
<b>Spécifications E : résistances isolées haute-stabilité usage général</b>							
E/2 Coeff. T : $\pm 100 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temp : - 55°C + 155 °C Pn à 70 °C E96 (E48 préf.) $\pm 1\%$ E/3 Coeff. T : $\pm 50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ Temps : - 55°C + 155° Pn à 70 °C E96 (E48 préf.) $\pm 1\%$	RZ 58KE RZ 63KE RZ 68KE  RR 63YE RR 68YE	0,125 0,250 0,500  0,25 0,50	200 300 350  300 350	1 1 1  1 1	301 1 000 2 000  1 000 2 000	- 360 245  360 245	2a 3a 4a  3a 4a



## MULTIPLICATEURS de tension

**S**i, aujourd'hui, vous savez qui sont Latour et Schenkel, c'est qu'ils sont passés à la postérité de l'électronique grâce à leurs montages multiplicateurs de tensions. En effet, à partir de quelques condensateurs et diodes, vous pouvez obtenir des tensions très élevées... et cela très simplement sans dépense phénoménale de matière grise !

### Remarques préliminaires

Les doubleurs de tension Latour et Schenkel ne s'appliquent qu'à l'alternatif (vous l'aviez sans doute compris quand nous avons parlé de diodes), alors pas de bêtises ! n'essayez pas de tirer du 12 V à partir d'une batterie de 6 V.

Si vous doublez la tension initiale, forcément le courant aura au moins diminué de moitié : la puissance de sortie ne peut en aucun cas être supérieure à celle d'entrée.

### Doubleur de Latour

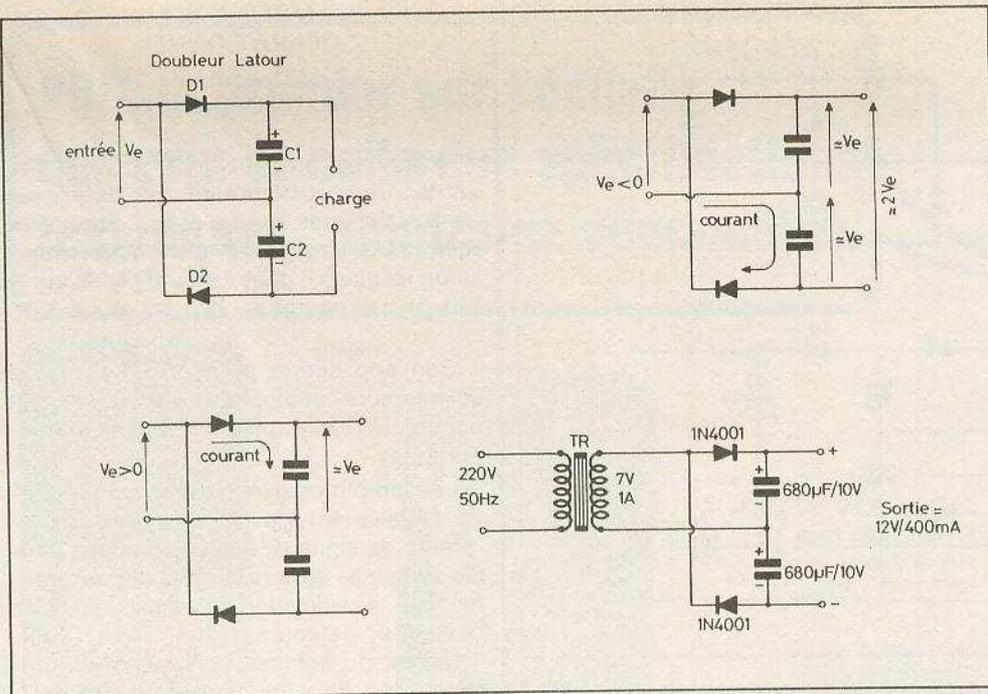
Voici à la **figure 1** le montage de Latour. Son fonctionnement en est très simple :

Appliquons une tension alternative (le 50 Hz par exemple) en entrée. Lorsque cette tension  $V_e$  est positive (voir **fig. 2**),  $D_1$  conduit car sa tension anode-cathode

est positive. Si la charge présente une grande impédance, la quasi totalité du courant va passer dans  $C_1$  et sa tension va pratiquement atteindre  $V_e$ , la tension d'entrée, à la tension de seuil de la diode près. Considérons maintenant le cas où  $V_e$  est négative (**fig. 3**). Cette fois, c'est  $D_2$  qui va conduire et de même  $C_2$  va se charger pratiquement à la tension  $V_e$ . A cet instant si  $C_1$  ne s'est pas trop déchargé on aura donc, en totalité, aux bornes des deux condensateurs, deux fois la tension d'entrée (moins les pertes).

### Exemple d'application

Imaginons que vous vouliez construire une alimentation de 12 V, 400 mA à partir d'un montage Latour. Il va vous falloir un transformateur de tension supérieure à la moitié de la tension de sortie et de courant supérieur au double du courant de sortie. Un 7 VA (7 V 1 A) fera très bien l'affaire. Les condensateurs : ils doivent supporter au moins la moitié de la tension de sortie. Ici des 680  $\mu$ F / 10 V convien-



**Fig. 1. à 4. - Doubleur de tension de Latour et une de ses applications, une petite alimentation 12 V-400 mA.**

dront parfaitement. Les diodes devront, elles, supporter deux fois le courant de sortie et comme tension inverse deux fois la tension de sortie. Ainsi la marge de sécurité est assez bonne. Vous trouverez à la figure 4 le montage complet.

**Doubleur Schenkel**

La figure 5 montre le doubleur Schenkel. Si sa réalisation est pratiquement identique, en revanche sa compréhension est un peu plus difficile. Quand  $V_e$ , la tension d'entrée, est positive,  $D_1$  est bloquée et  $D_2$  conduit : les deux condensateurs vont se charger chacun à  $V_e/2$  à peu de choses près. Si, maintenant,  $V_e$  devient négative,  $D_2$  va se bloquer et  $C_2$  va rester chargé à  $V_e/2$ . Or, pendant ce temps,  $D_1$  conduit, décharge  $C_1$ , et le recharge en sens inverse au potentiel  $V_e$ . Troisième alternance :  $V_e$  est positive,  $D_2$  va alors conduire et comme aux bornes de  $D_1$  (bloquée maintenant), on a la tension  $V_e$  d'entrée plus  $V_e$  du condensateur  $C_1$ ,  $C_2$  va se charger alors de  $V_e/2$  à pratiquement  $2 V_e$ .

Vous trouverez ces explications résumées dans les figures 6 à 8.

**Exemple d'application**

Reprenons le même exemple que précédemment : le transfo va bien entendu rester le même. Les contraintes sur les diodes vont aussi rester identiques, seul

un des condensateurs sera modifié. En effet le condensateur de sortie (correspondant à  $C_2$ ) va devoir supporter au minimum la tension de sortie en entier au lieu de la moitié seulement comme dans le montage Latour.

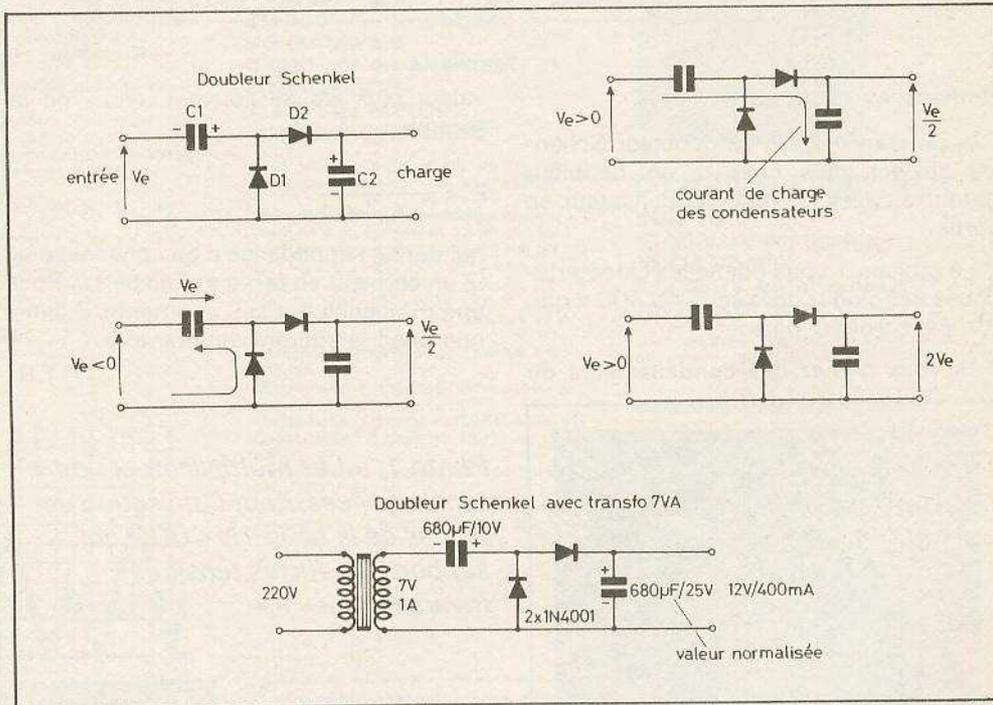
La figure 9 vous donne le schéma complet.

**Multiplicateurs de tension**

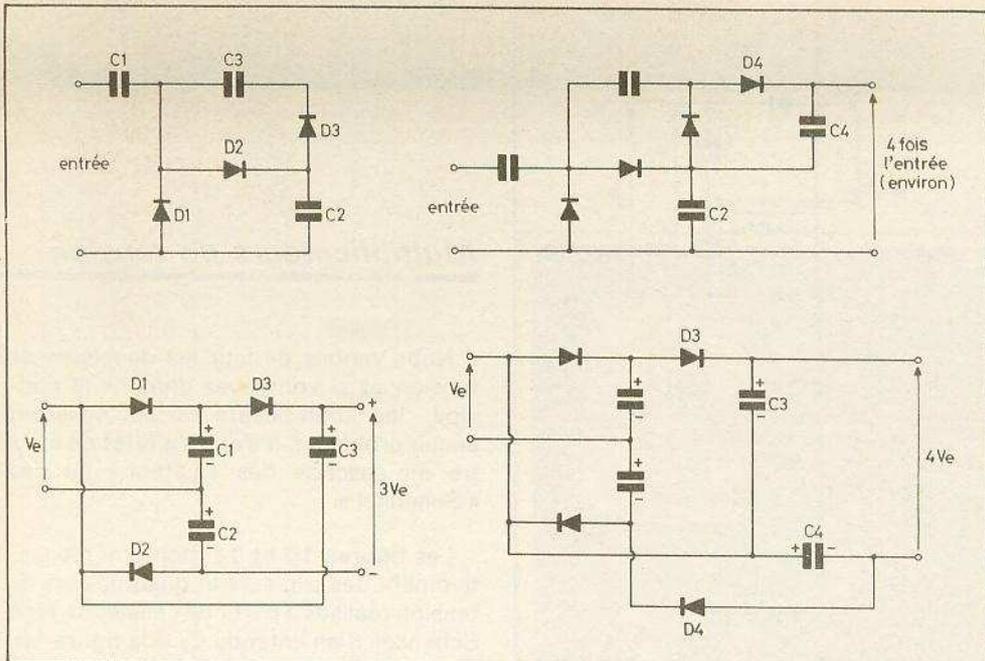
Nous venons de voir les doubleurs de tension et si vous avez compris le principe, les multiplicateurs ne poseront aucun problème. Il s'agit en effet de mettre en cascade des « Latour » ou des « Schenkel ».

Les figures 10 et 11 montrent respectivement des tripleurs et quadrupleurs de tension réalisés à partir de cellules de type Schenkel. Bien entendu  $C_3$ , à la figure 10, doit tenir la tension d'entrée, tandis qu'à la figure 11 la tension de service de  $C_4$  doit dépasser largement celle d'entrée, comme  $C_2$ , c'est-à-dire au minimum deux fois plus. De même, disposées en cascade, les cellules Latour donnent aussi des tripleurs et des quadrupleurs (voir fig. 12 et 13). Pas de remarque particulière sinon que la tension d'utilisation de  $C_3$  et  $C_4$  doit être le double de celle des condensateurs  $C_1$  et  $C_2$ . En revanche, leur valeur doit être légèrement diminuée.

A signaler que les tripleurs et quadru-



**Fig. 5. à 9. - Doubleur de Schenkel et réalisation d'une même alimentation que précédemment avec mise en évidence des différences entre les deux principes.**



**Fig. 10. à 13. - A partir de montages de base (Latour ou Schenkel), il est possible de réaliser des tripleurs et même des quadrupleurs de tension.**

pleurs sont utilisés dans certains postes de télévision. Les condensateurs et diodes sont alors moulés en bloc dans une

sorte de résine, ce qui les protègent efficacement du fait qu'ils sont surtout utilisés pour la THT.

Diodes de la série 1N400X						
courant direct	tension inverse					
	50V	100V	200V	400V	600V	800V
1A	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006

**Remarques**

A puissance égale un doubleur Schenkel revient plus cher qu'un doubleur Latour à cause du gros condensateur en sortie.

Le tableau 1 vous donne les caractéristiques des diodes de la série 1N 400 x que l'on peut trouver partout.

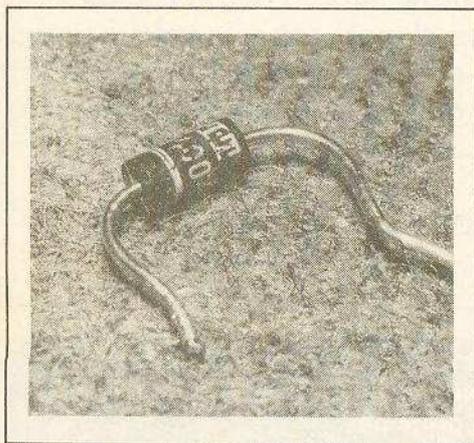
Si vous prenez des condensateurs de

valeur plus élevée souvenez-vous de la formule :

$$Z = \frac{1}{C \times 2 \pi f}$$

qui donne l'impédance d'un condensateur (Z en ohms, C en farad et f en hertz). Pour une fréquence fixe si C augmente, Z diminue donc le courant augmentera...

T.R.



*Photo 1. - Les multiplicateurs de tension nécessitent l'utilisation de diodes de la série 1N 400 x qui supporte de fortes tensions inverses.*

**L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL**  
(3<sup>e</sup> édition)  
**R. DUGEHAULT**

Présenter l'amplificateur opérationnel, en décrire la structure interne, définir ses caractéristiques, expliquer son comportement dans les six schémas fondamentaux selon lesquels il peut être utilisé, tel est le but de cet ouvrage.

Son application première, à l'ère des calculateurs analogiques, était, et est encore, la résolution d'opérations mathématiques.

Les amplificateurs opérationnels servent également à la construction de générateurs de signaux, aux applications dans les domaines de la mesure et de l'automatisme, à la réalisation de stabilisateurs de tension et de courant.

Extrait du sommaire : faisons les présentations. Fonctionnement en alternatif. 1955 (A707) à 1973, évolution des caractéristiques de l'amplificateur opérationnel. Les six montages fondamentaux. Circuits annexes : améliorations des caractéristiques.

Un volume broché, 104 pages, format 15 x 21, 108 schémas, couverture couleur. Prix : 31 F Niveau 3 Techniciens et Amateurs spécialisés.

Diffusion : Editions Techniques et Scientifiques Françaises, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

**REALISEZ LES JEUX SUR RECEPTEUR T.V.**  
**C. TAVERNIER**

Les jeux sur récepteur T.V., aussi appelés vidéo, connaissent actuellement une grande vogue, et le nombre de jeux possibles s'est accru au cours des dernières années. Les construire soi-même est simple, puisqu'il s'agit de circuits intégrés ne demandant que peu d'éléments périphériques. Outre de sérieuses économies, on réalisera des jeux avec des possibilités qui ne sont pas toujours présentes sur les appareils commerciaux. C. Tavernier vous montre en détail comment réaliser des jeux de tennis, football, pelote basque, basket-ball, tir, bataille de chars et course de motocyclettes.

Un ouvrage de 144 pages, format 11,7 x 16,5, 110 schémas, 10 illustrations couverture couleur.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris : 28 F.

# REVUE de la PRESSE TECHNIQUE INTERNATIONALE

**C**ETTE revue de la presse technique de tous les pays constituera pour les lecteurs de notre journal une source de documentation leur permettant de se tenir au courant des nouveautés qui, en électronique, sont de plus en plus nombreuses, intéressantes et souvent passionnantes. Nos textes ne sont pas des réalisations, mais uniquement des exposés documentaires. Il serait imprudent, dans de nombreux cas, d'entreprendre la réalisation d'un des appareils décrits dans cette rubrique, car il se peut que, dans l'étude originale, des imperfections ou des omissions se soient glissées.

Bien entendu, nous avons choisi nos renseignements aux meilleures sources, telles que les revues les plus appréciées dans lesquelles écrivent des auteurs de réputation universelle. Signalons aussi qu'en raison du caractère purement documentaire de cette série d'articles, il est possible que certains des composants cités ne se trouvent pas dans notre pays. Les montages analysés n'étant pas créés ou vérifiés par nous, il nous sera difficile d'en donner des renseignements complémentaires.

D'une manière générale, tous les renseignements pratiques figurant dans l'étude originale sont reproduits dans nos textes, par conséquent nous n'en avons pas d'autres. Nous espérons que cette revue de la presse technique internationale plaira et sera utile à nos lecteurs, qui voudront bien lui accorder la même faveur que celle dont bénéficient nos autres articles.

## **Circuit intégré FI-FM TDA 4200 pour auto-radio**

Dans la revue Siemens, **Composants Electroniques 1/79 n° 17 du 31 mars 1979**, nous relevons le schéma d'une partie de récepteur radio FM destiné à la FI réalisable avec le CI TDA 4200.

Ce circuit intégré est spécialement conçu pour les appareils à installer à bord d'automobiles.

Le signal BF peut être réduit d'une manière continue de 40 dB maximum sur une plage voisine du seuil de limitation, ce qui évite le bruit existant normalement dans ce genre de montage.

Dans le TDA 4200, on trouvera un inverseur de commande par une tension continue, pour l'alimentation BF de l'enregistreur sur cassette.

Cette alimentation est effectuée sous une résistance élevée. Ce CI possède une sortie d'intensité du champ et une sortie AFT (commande automatique d'accord, en français CAF) qui facilite l'emploi de l'appareil auto-radio.

Le schéma de montage du TDA 4200 est donné à la **figure 1**. Voici une analyse rapide de ce montage :

L'alimentation doit être connectée avec le + en +  $U_s$ , point de terminaison (14).

Le négatif de l'alimentation est à la masse, point (1).

Au point (18), on branche le signal FI à

10,7 MHz, après passage par le cristal SFE 10,7 MHz et la résistance de 270  $\Omega$ .

On obtient le signal BF aux points (13) et (5). Un signal BF peut être appliqué au point (3),  $U_i$  BF.

Remarquons le circuit accordé et amorti, RCL, connecté entre les points (9) et (10). Si C est donné, la valeur de L se déterminera à l'aide de la formule de Thomson, écrite sous la forme

$$L = \frac{1}{4 \pi^2 f^2 C} \text{ Henry}$$

avec f en hertz, C en farads.

Le blocage BF se réglera avec le potentiomètre de 25 k $\Omega$  relié au point (4) et le fonctionnement de l'AFT se réglera avec les potentiomètres de 50 k $\Omega$  aux points (7) et (8), et de 10 k $\Omega$  aux points (15) et (8).

Une tension stabilisée  $U_{stab}$  est obtenue, à partir du circuit  $U_{stab}$  disposé à l'intérieur du circuit intégré, par le point (14) auquel est relié le + alimentation.

L'indicateur d'accord pourra être branché au point (6).

Nous donnerons ultérieurement des schémas plus pratiques de ce montage.

Indiquons aussi que le TDA 4200 est monté en boîtier Dual in Line à 18 broches (2 fois 9), long de 22,7 mm et pesant 1,3 g environ. Ce boîtier plastique est du type 20A 18 DIN 41866. A noter que le « DIN » est le « sigle » des normes allemandes.

## **Le Super-Marker**

Un montage simple et des plus utiles est le marqueur « Super-Marker » décrit par Paul Lutus dans **Popular Electronics, Vol. 15 n° 3 de mars 1979 (page 74)**.

Le schéma de cet appareil de mesure et de mise au point est donné à la **figure 2**.

Il s'agit d'un générateur de signaux à 100 kHz suivi d'un compteur-diviseur de fréquence dont les sorties de signaux sont commutables. Ces sorties sont reliées à un amplificateur dont la sortie fournit à l'utilisateur des signaux à 10, 20, 50 et 100 kHz en fondamentales et quantité d'harmoniques permettant de disposer des signaux jusqu'à 30 MHz.

En examinant le schéma de la **figure 2**, il est assez facile de voir que  $Q_1$ , un NPN du type 2N2222, est monté en oscillateur, piloté par un cristal taillé pour 100 kHz exactement. Le signal à 100 kHz engendré par  $Q_1$  est appliqué à la broche (14) de CI-1, un CD 4017 AE. Ce CI fournit les signaux résultant de l'opération division de fréquence.

Grâce au commutateur  $S_1$ , on pourra choisir le signal à la fréquence désirée, soit 10, 20, 50 ou 100 kHz.

Ce signal est alors transmis à l'amplificateur réalisé avec  $Q_2$ , un NPN également du type 2N2222. Voici les valeurs des éléments du montage proposé :

● BATT = pile ou alimentation 9 V

- $C_1 = 7$  à  $45$  pF ajustable
- $C_2 = C_3 = 1$  nF disque céramique
- $C_4 = 50$  pF disque céramique
- CI-1 = circuit intégré (RCA par exemple) CMOS, compteur décimal et diviseur de fréquence, type CD 4017 AE. Le modèle AE est indispensable.
- $Q_1 = Q_2 = 2N2222$  ; c'est un transistor très courant et on le trouve partout à prix très modéré.
- $S_2$  = interrupteur de l'alimentation par pile ou accumulateur. A supprimer si l'alimentation est fournie par le secteur comme source primaire.

- $S_1$  = inverseur à un pôle et quatre positions.
- Diverses bornes de branchement pour la source d'alimentation, la sortie du signal, masse.
- Eventuellement un support pour le CI (recommandé).

Il doit être possible et relativement facile d'établir une platine imprimée en se laissant guider par le schéma théorique.

Revenons maintenant au schéma de la figure 2.

L'oscillation est obtenue avec le

2N2222 par couplage entre le collecteur et la base. Cette dernière est polarisée, à partir du collecteur, par  $R_1$ , la charge du collecteur étant  $R_2$  reliée à la ligne positive.

Si l'alimentation s'effectue sur le secteur, la suppression (ou la mise permanente en position contact) de  $S_2$  s'impose. Dans ce cas, l'arrêt s'effectuera par coupure du courant du secteur.

Le cristal doit être en principe accordé exactement sur  $100$  kHz. S'il était accordé sur une fréquence légèrement différente (et dans ce cas, il pourrait coûter moins cher), le mal ne serait pas grand.

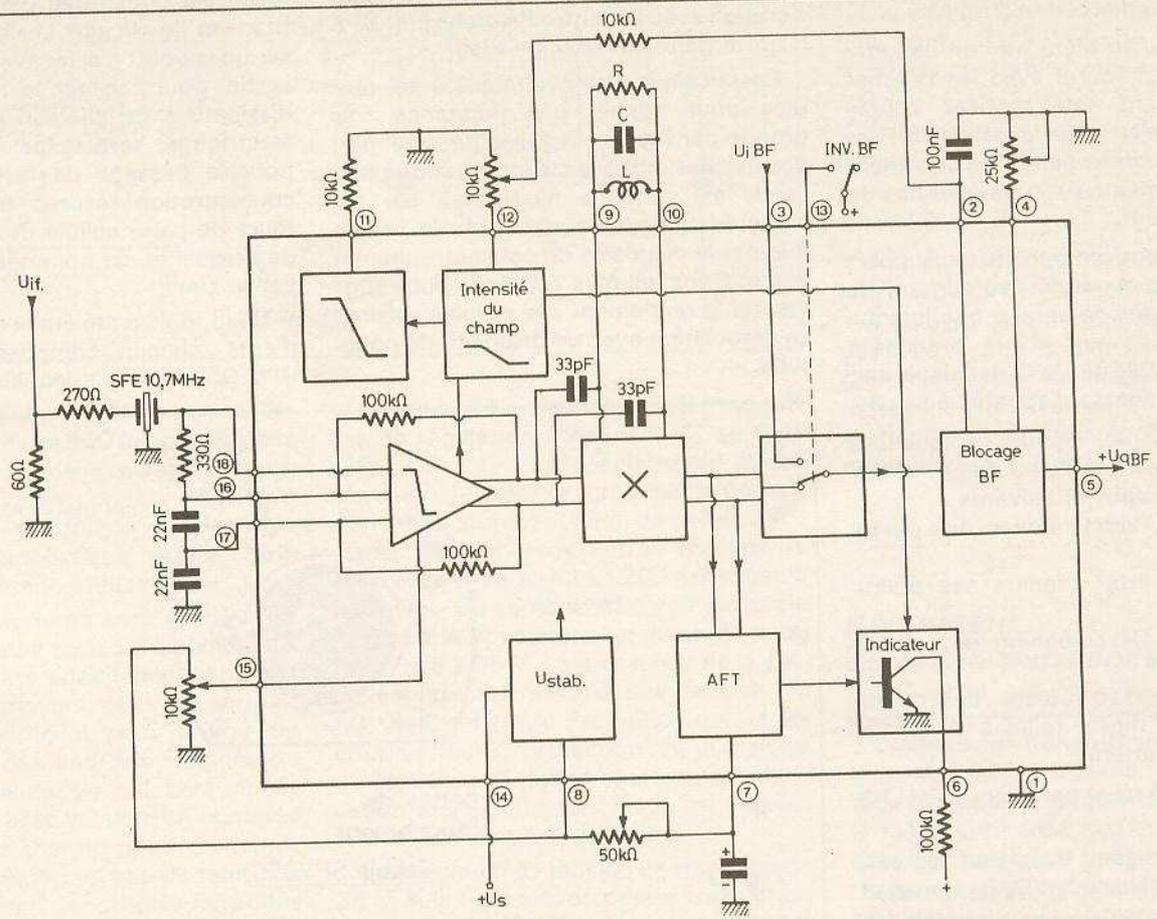


Fig. 1

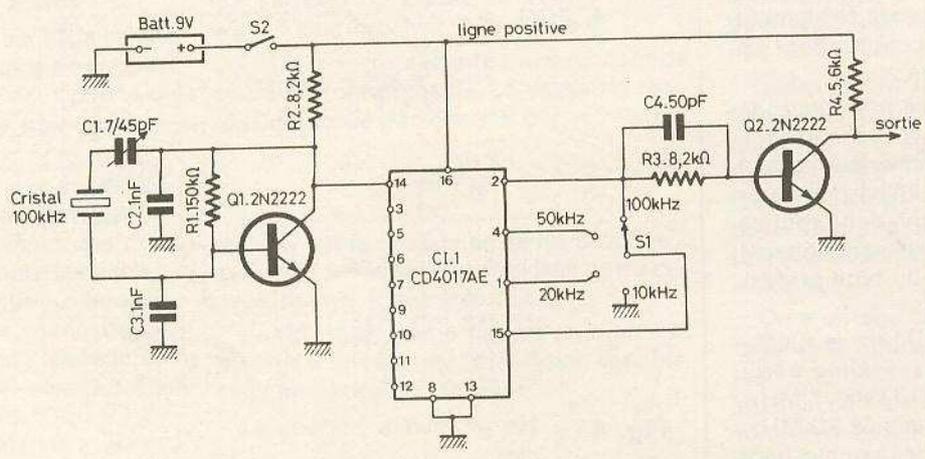


Fig. 2

On dispose en effet d'un réglage d'accord à effectuer avec l'ajustable  $C_1$  de 7 à 45 pF qui permettra par battement avec un signal à 100 kHz d'obtenir l'accord sur la même fréquence.

Cet oscillateur est assez stable. En cas d'alimentation sur secteur, utiliser par exemple un secondaire de 6,3 V qui, après redressement, filtrage et stabilisation par diode zener, donnera une tension proche de 8 ou 9 V.

Le signal à 100 kHz, disponible sur  $R_2$ , est appliqué au point (14) du CI, MOS, CD4017 AE. Les points non branchés comme (3), (5), (6), etc., doivent être laissés en l'air.

Indiquons qu'un MOS ne doit pas être manipulé. Il est fourni avec les broches encastées dans une matière souple conductrice spéciale qui le met à l'abri des tensions engendrées par l'environnement et éventuellement par les doigts de l'expérimentateur.

Si ce montage comporte un support comme le recommande l'auteur, on ne placera le CI dans ce dernier que lorsque l'appareil sera terminé et non branché à l'alimentation. Dès que le CI est placé, agir sur  $S_2$  pour connecter l'appareil à sa pile.

Pour obtenir les quatre fréquences requises, on devra, à l'aide de  $S_1$ , effectuer les branchements suivants :

- Signal à 100 kHz : réunion des points (15) et (2)
- Signal à 50 kHz : réunion des points (15) et (4)
- Signal à 20 kHz : réunion des points (15) et (1)
- Signal à 10 kHz : réunion des points (15) et ceux de masse reliés à (8) et (13) et au - de la batterie.

Le + 9 V est à relier par  $S_2$  au point (16) du CI.

La sortie du signal, dans tous les cas, est au point (2) et le circuit  $C_4 R_3$  transmet ce signal à la base de  $Q_2$  qui l'amplifie. Finalement, le signal est transmis à l'antenne. En réalité celle-ci se compose d'un petit bout de fil qui sera faiblement couplé à l'antenne du récepteur dont on désire étalonner le cadran.

Avec le présent appareil marqueur, on disposera de signaux fondamentaux depuis 10 kHz (basse fréquence) jusqu'à 100 kHz (GO, 3000 m) et en harmoniques jusqu'à 30 MHz (OC, 10 m), donc tout ce qu'il faut pour régler un excellent appareil radio GO-PO-OC, même du type professionnel.

Les harmoniques de 100 kHz se succèdent de 100 en 100 kHz comme ceci : 100, 200, 300, 400... 900 kHz, 1 MHz, 1,1 MHz... 2 MHz..., etc., jusqu'à 30 MHz. Ceux de 50 kHz donnent des signaux harmoniques de 0,05 MHz en 0,05 MHz, etc.

En raison de sa simplicité, il y a beaucoup de chances que des expérimentateurs avertis puissent l'essayer avec succès.

### Nouvelle cellule solaire Régulateurs

Dans *Planar News*, Vol. 3, n° 12, avril 1979, publié par SGS-Ates, nous avons lu avec le plus grand intérêt un petit article intitulé « Power from the Sun » (puissance fournie par le soleil), dans lequel on donne quelques renseignements sur la cellule solaire SPV050 (au stade des études), fabriquée par cette société en collaboration avec le Centro Ricerche Fiat SPA (Centre de recherches de Fiat).

Cette cellule photovoltaïque a été étudiée pour donner une puissance très grande par rapport à celles de la plupart des cellules actuelles. Cette grande puissance est obtenue aussi bien par les caractéristiques proposées de la cellule que par le dispositif de concentration, un des moyens les plus efficaces pour augmenter le rendement des cellules solaires en association avec un dispositif de poursuite.

En effet, on a prévu des concentrations de l'ordre de 50. La cellule SPV050 peut fournir 13 W à la température ambiante.

Elle est fabriquée à partir d'une plaquette de silicium monocristallin. Son diamètre utile est de 4,4 cm seulement.

Le rendement est alors supérieur à 16 %, avec un coefficient de remplissage de 75 %.

A vide, la tension fournie est de 0,69 V et le courant de court-circuit de 25 A.

La métallisation de la face avant est réalisée en titane, palladium et argent.

D'autre part, la couche antiréfléchissante est constituée par des oxydes de titane et de silicium. La cellule est montée sur un support d'acier avec deux pattes de sortie, pour faciliter le montage sur un dissipateur de chaleur. Les connexions électriques sont excellentes, étudiées pour le passage de forts courants. La concentration réalisée par les concepteurs de cette cellule utilise des lentilles de Fresnel et est nommée F.L.U. (Fresnel Lense Unit).

Un module a été établi avec quatre éléments, chacun composé d'une cellule SPV 050 et d'une lentille de Fresnel.

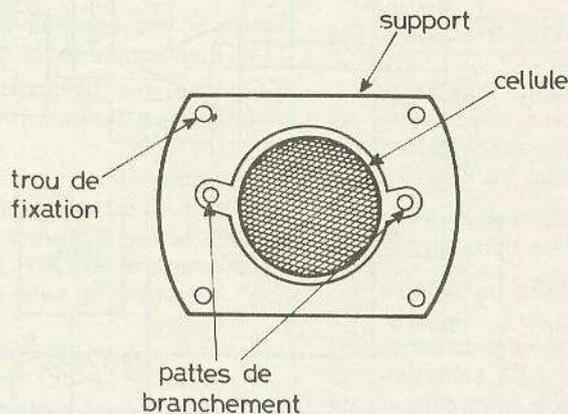


Fig. 3

Cellule SPV050

L 200

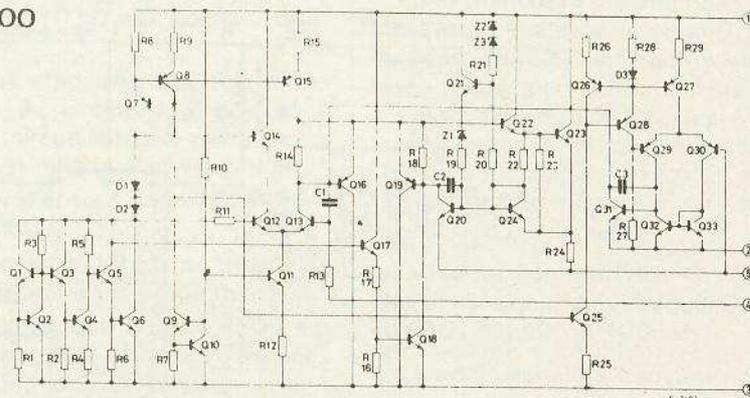


Fig. 4

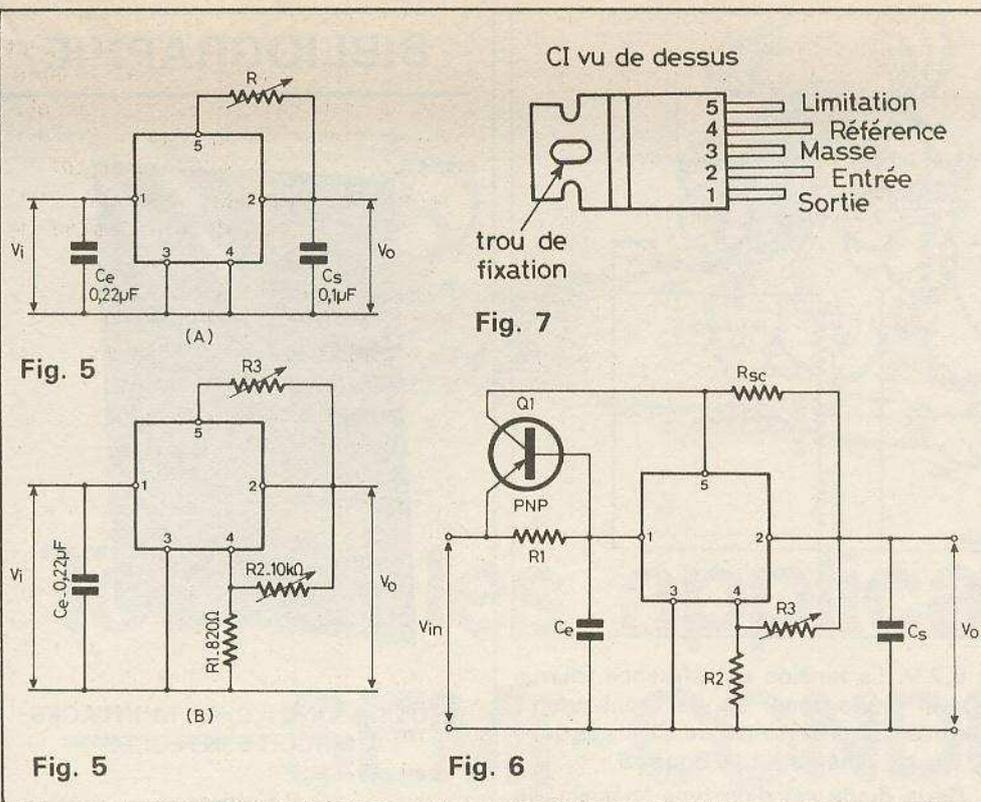


Fig. 5

Fig. 5

Fig. 7

Fig. 6

L'ensemble donne 50 W en pointe. De plus, on obtient aussi 500 kilocalories par heure. Ces deux données correspondent à un rapport indiquant un bon équilibre entre l'énergie thermique et l'énergie électrique, caractéristique exigée dans des applications non industrielles.

**Emploi :** Ce système sera pratique et souple dans toutes sortes d'installations, dans des endroits difficilement accessibles, dans des greniers, dans des serres... Ce système est idéal pour fournir de l'énergie dans des endroits éloignés du local de commande. La collaboration de S.G.S.-A.T.E.S. avec la Fiat SPA continue dans le secteur thermo-photo-voltaïque et nous ne manquerons pas de tenir nos lecteurs au courant des progrès faits dans ce domaine, surtout lorsque des cellules de ce genre seront mises à la disposition des utilisateurs de toutes sortes.

Voici, à la **figure 3**, l'aspect de la cellule solaire SPV 050 montée dans un support d'acier. On remarquera les deux pattes de branchement et les quatre trous de fixation.

Dans la même publication, nous relevons quelques autres études intéressantes, concernant principalement des nouveautés, comme par exemple les suivantes : téléphone électronique ; microprocesseur Z 8000 à 16 bits ; nanocomputer ; amplificateurs en pont ; langage des compteurs ; transistors à commutation approchant à la limite des 1000 V ; circuits universels de régulation ; accord radio et TV commandé à distance. La revue Planar News est rédigée en anglais.

Voici quelques indications sur les montages de régulation utilisant le CI du type L200. Ce circuit est spécialement étudié comme régulateur programmable de tension ou de courant et peut, de ce fait, remplacer de nombreux autres régulateurs différents entre eux. Le L200 est capable de fournir un courant de sortie ajustable jusqu'à 2 A et une tension de sortie aussi faible que 2,85 V. La protection de la sortie est assurée jusqu'à une tension de 60 V sous 10 mA. Protection contre les courts-circuits, protection du transistor de sortie du CI, faible courant de polarisation aux points terminaux du régulateur, faible courant de repos.

Le maximum de tension de sortie est de 38 V. A la **figure 4**, on donne la structure interne du L 200. Voici également des schémas de montages régulateurs, basés sur l'emploi du L 200 en boîtier Pentawatt à cinq broches, à la **figure 5**.

En (A), on a représenté un régulateur de courant programmable. La valeur du courant de sortie est donnée par la relation

$$I_o = \frac{V_{2-5}}{R}$$

où  $V_{2-5}$  est la tension entre les broches 2 et 5, et R la résistance disposée entre ces deux points. R est très faible.

En (B) de la même figure, on donne le schéma d'un régulateur à tension variable, avec limitation du courant.

Le courant maximum est

$$I_o (\text{max.}) = \frac{V_{2-5}}{R_3}$$

La tension de sortie est donnée par la relation :

$$V_o = V_{\text{ref}} \left( 1 - \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Remarquons que le rapport  $R_2/R_1$  est au maximum de  $10/0,82 = 12,19$  fois, le minimum étant zéro. A la **figure 6**, on trouvera le schéma d'un régulateur de tension à L200 pour courant élevé avec protection contre le court-circuit.

Le courant de sortie est :

$$I_o = \frac{V_{2-5}}{R_{sc}} = 5 \text{ A}$$

Les valeurs des éléments de ce régulateur sont :  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 820 \Omega$ ,  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  variable ou ajustable,  $R_{sc} = 0,1 \Omega$ ,  $C_e = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_s = 0,1 \mu\text{F}$ .

Par conséquent, si  $I_o = V_{2-5}/0,1 = 5 \text{ A}$ , on a  $V_{2-5} = 0,5 \text{ V}$ .

Le transistor  $Q_1$  est un PNP du type BDW 52.

A la **figure 7**, on trouvera l'aspect du L200 en boîtier Pentawatt vu de dessus.

A remarquer les longueurs différentes des broches et le trou de fixation du radiateur dissipateur de chaleur s'il y a lieu. Indiquons que la version en boîtier Pentawatt permet un montage plus aisé que celle en boîtier TO3.

## Régulateur de faible puissance pour 5 V à la sortie

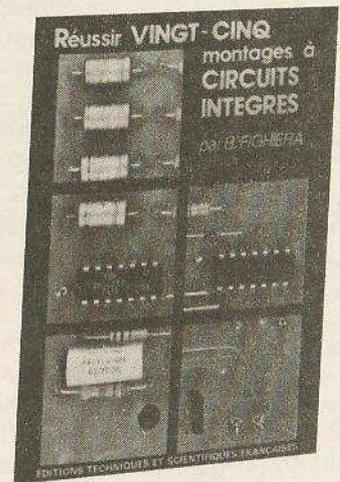
Proposé par Kelvin Shih dans **Electronics**, Vol. 52, n° 8 (avril 1979), ce montage simple de régulateur se distingue par la faible différence existant entre la tension d'entrée 5,2 V et celle de sortie 5 V.

Bien entendu, la tension d'entrée peut être de valeur supérieure à la valeur minimum indiquée. Ce dispositif donne 10 mA à la sortie. Il a été étudié spécialement pour réguler le signal de sortie de batteries au lithium.

Celles-ci ont une tension de sortie de faible valeur, aux faibles températures, ce qui exige une régulation lorsque la batterie est dans un endroit où la température peut s'abaisser d'une manière substantielle. La chute de tension dans le régulateur est donc dans le pire des cas  $5,2 - 5 = 0,2 \text{ V}$ .

On a obtenu ce résultat grâce au montage de la **figure 8**, dans lequel on trouve les composants suivants : la batterie de trois accumulateurs au lithium dont la tension minimum peut atteindre 5,2 V, un élément d'un circuit intégré LM224 (National), un transistor NPN  $Q_1$

## BIBLIOGRAPHIE



### REUSSIR VINGT CINQ MONTAGES A CIRCUITS INTEGRES

B. Fighiera

Qu'est-ce qu'un circuit intégré ● Les portes logiques ● Présentation des circuits intégrés logiques ● Les précautions indispensables ● La réalisation des circuits imprimés ● **Loisirs** : 1. Un jeu de pile ou face ● 2. Un jeu de dé ● 3. Une roulette à effet de suspense ● 4. Un tir à ultra-sons ● 5. Les initiales clignotantes ● **Confort** : 6. Un carillon de porte ● 2. Un commutateur digital ● 8. Un déclencheur photo sensible secteur ● 9. Une sonnette gazouillis ● 10. Un anti-moustique ● 11. Une serrure électronique codée ● **Mesures** : 12. Un générateur BF 0,1 Hz à 200 kHz ● 13. Un compte tours simple ● 14. Une jauge à essence ● 15. Une alimentation réglable 3 à 12 V sous 1 A ● 16. Un vumètre à diodes électroluminescentes ● 17. Un testeur de circuits logiques ● **BF et HiFi** : 18. Un mini-mélangeur ● 19. Un petit amplificateur ● 20. Un préamplificateur pour microphone ● 21. Un préampli RIAA ● 22. Un préampli pour PU cristal ● 23. Un correcteur de tonalité ● 24. Un amplificateur stéréophonique 2 x 13 W ● 25. Un amplificateur 30 W spécial auto.

Un volume broché, 132 pages, format 15 x 21, couverture couleur. Prix : 38 F.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75940 Paris Cedex 19.

Diffusion exclusive : E.T.S.F., 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

F. JUSTER

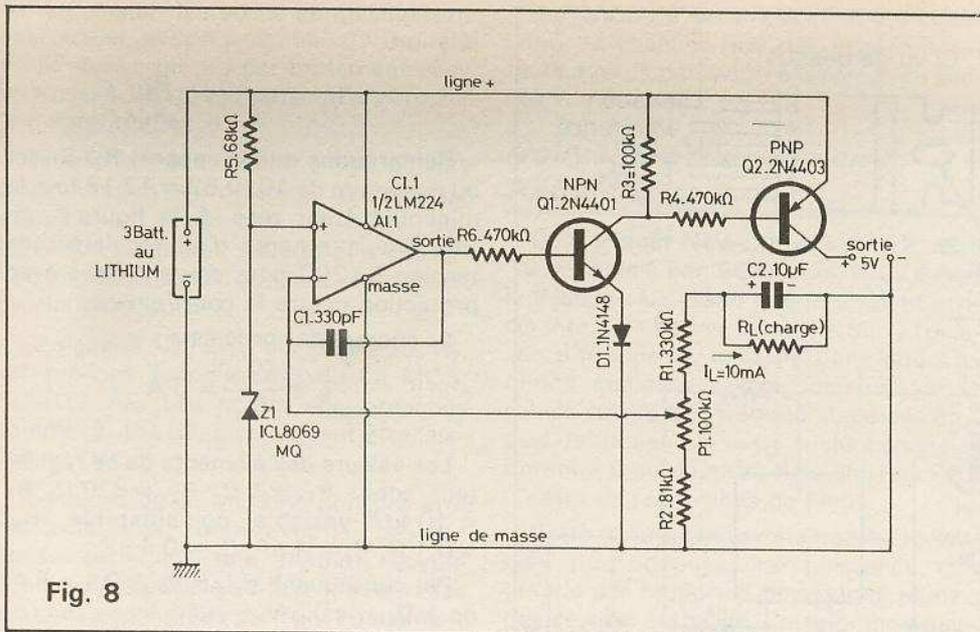


Fig. 8

= 2N4401, un transistor NPN  $Q_1 = 2N4403$ , une diode  $D_1 = 1N4148$  et une diode zener de 1,22 V, ICL 8069 CMQ (Intersil). L'ensemble comporte aussi sept résistances, un potentiomètre  $P_1$  et deux condensateurs. Le signal continu à réguler est appliqué entre la ligne positive et la masse. Celui de sortie, à 5 V régulés, est obtenu entre le collecteur de  $Q_2$  et la masse. On peut voir que la chute de tension au minimum de 0,2 V est créée par le transistor PNP  $Q_2$ , entre son collecteur et son émetteur.

Voici comment fonctionne le montage de Kelvin Shih qui travaille à la General Motors à Milford, Mass., U.S.A.

Le transistor  $Q_2$  fonctionne en émetteur commun. Cette électrode est évidemment reliée à la ligne positive,  $Q_2$  étant un PNP. La base commande le fonctionnement de ce transistor. Grâce à ce montage, la chute de tension entre collecteur et émetteur est beaucoup plus réduite que celle entre base et émetteur, dans un transistor fonctionnant comme émetteur suiveur (collecteur commun), comme c'est le cas dans les régulateurs conventionnels.

On utilise un amplificateur opérationnel CI-1 qui fonctionne avec une alimentation unique, celle fournie par la source de tension non régulée. La diode  $Z_1$  est à faible tension de référence, 1,2 V, et son courant de repos est de 250  $\mu$ A.

A l'entrée, les trois accumulateurs au lithium donnent ensemble (en série) trois fois 3 V, soit 9 V à la température normale et lorsqu'ils sont chargés correctement.

Lorsque la température tombe à  $-40^\circ\text{C}$ , la chute de tension est de 2 V. Il ne reste alors que 7 V et si la batterie commence à se décharger, on aura toujours 5 V à la sortie, tant que la tension d'entrée sera encore égale ou supérieure

à 5,2 V. La tension de référence fournie par la diode zener  $Z_1$  est appliquée à l'entrée non inverseuse de CI-1 marquée + sur ce schéma de la figure 8.

Cette diode est d'un type spécial. Elle est sélectionnée parmi d'autres en raison de son courant de polarisation qui n'est que de 50  $\mu$ A. Son coefficient de température est meilleur que 50 ppm/ $^\circ\text{C}$  (ppm = parts par million).

La tension de référence de 1,22 V est comparée à la tension de sortie à l'aide du diviseur de tension  $R_1-R_2-P_1$  qui sert à régler la tension désirée en sortie à la valeur convenable.

Toute différence de tension apparaissant à la sortie de l'amplificateur opérationnel commande le transistor  $Q_1$ , ce qui détermine le courant de commande de  $Q_2$  appliqué à la base de ce dernier.

De ce fait,  $Q_2$  conduit mieux si la tension de sortie est faible et, par contre, il limite l'application sur  $R_L$  de la tension d'entrée, si la tension de sortie est élevée.

On n'a constaté aucune variation perceptible de la tension de sortie lorsque la tension d'entrée a varié entre 5,2 V et 10 V, la température ayant varié entre  $-40^\circ\text{C}$  et  $+70^\circ\text{C}$ . Ce régulateur est d'après sa description particulièrement remarquable.

Son montage est assez simple. On notera que CI-1 fonctionne comme non inverseur,  $Q_1$  comme inverseur, et  $Q_2$  comme inverseur également.

Toutes les liaisons sont évidemment directes, car il s'agit de transmettre des signaux continus.

Remarquons aussi la contre-réaction effectuée entre la sortie du CI et l'entrée inverseuse marquée -.



# Toutes les applications des SEMI-CONDUCTEURS

## CARILLON À C.MOS

UN carillon peut servir dans de nombreuses applications comme par exemple dans les suivantes : avertisseur, alarme, indicateur de porte (à la place de la sonnerie) musique électronique ; jouets et bien d'autres...

L'emploi de C.MOS permet de réaliser un générateur de séquences de plusieurs notes, choisies par l'utilisateur.

Dans le montage proposé par F.M.MINS dans POPULAR ELECTRONICS de novembre 1979, tous les CI sont des C.MOS, montés conformément au schéma de la figure 1.

On y trouve trois circuits intégrés :

- 1) CI-1 = 74CO4 sextuple inverseur dont chaque élément est représenté par un triangle.
- 2) CI-2 = 74C192, compteur ABCD, dont la sortie D, point 7 n'est pas utilisée.
- 3) CI-3 = 4051 multiplexeur - démultiplexeur.

Les broches sont représentées par leurs numéros. Ne pas confondre les numéros des broches avec les huit sorties (0) (1) ... (7) du 4051 qui sont représentées par des numéros cerclés à droite sur la figure 1.

## Le schéma

En premier lieu indiquons qu'un appareil de ce genre doit comporter un générateur de rythmes, un compteur, un décodeur et un amplificateur de sortie et un générateur de notes musicales. Le générateur de rythmes est un multivibrateur astable réalisé avec deux éléments du sextuple inverseur C.MOS 74CO4. Ces éléments sont représentés à gauche sur le schéma. Le premier a le point 1 comme entrée et 2 comme sortie. L'élément suivant, associé, a le point 3 comme entrée et le point 4 comme sortie.

Deux autres éléments 10-11 et 13-14 ne sont pas utilisés et leurs sorties 10 et 12 ne sont pas connectées tandis que leurs entrées 11 et 13 sont reliées directement à la masse.

Remarquons l'alimentation de 9 V, de l'appareil. La ligne positive est connectée au point 14 de CI-1 et la masse, ou ligne négative, au point 7 de ce même circuit intégré.

Les deux éléments restants sont à la sortie de l'appareil et nous les étudierons plus loin. Revenons au multivibrateur astable. La sortie de l'élément inverseur 1-2 est relevée par C<sub>1</sub> de 3,3 μF, à

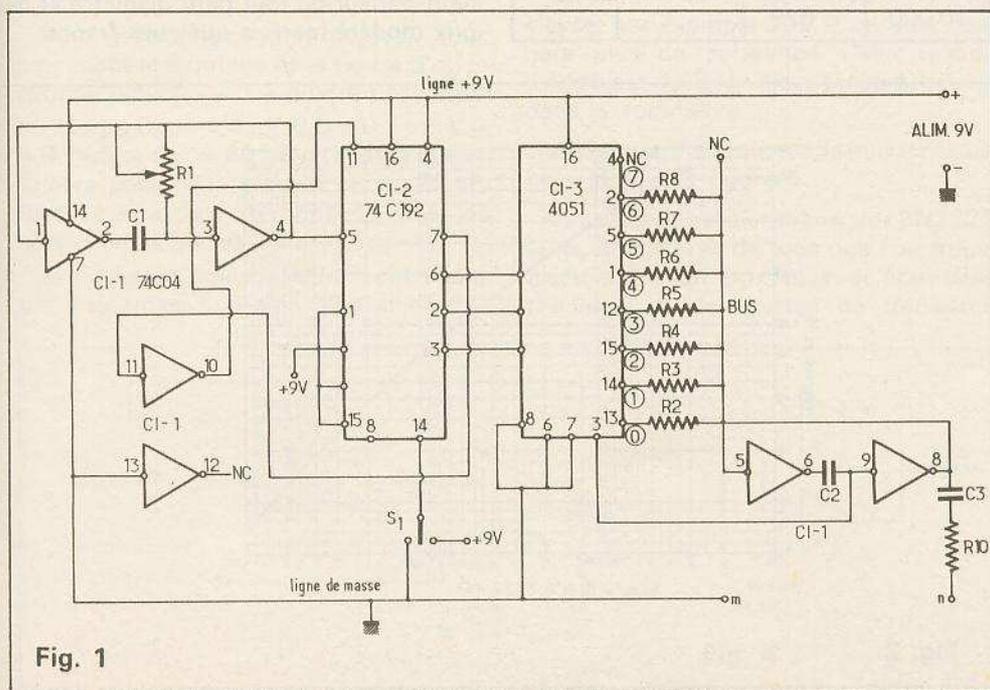


Fig. 1

l'entrée de l'élément 3-4, que la sortie 4 est reliée directement à l'entrée 1.

Grâce à la résistance  $R_1$  de 250 k $\Omega$ , il est possible de régler la fréquence. En raison de la constance de temps.

$$T = C_1, R_1 = 3,3 \cdot 0,25 = 0,82 \text{ s.}$$

La période de cet oscillateur est du même ordre de grandeur, une fraction de seconde. Ce sera l'intervalle entre deux notes consécutives.

Cet intervalle sera diminué en réduisant la valeur effective de  $R_1$ , qui peut être un potentiomètre ou une résistance ajustable, dans ce dernier cas, la cadence sera fixe mais modifiable. Le signal fourni par la sortie 4 de CI-1 est appliqué à l'entrée 5 du compteur ABCD, CI-2, 74C192. Celui-ci fournit les signaux 1BCD aux points 3, 2, 6, 7 respectivement. La sortie D n'est pas utilisée, elle ne sera pas connectée.

Remarquons que ce CI comporte seize points terminaux de branchement.

Les points 11, 16 et 4 sont reliés directement à la ligne positive de + 9 V tandis que les points 1, 9, 10, 15, 8 et 14 sont branchés à la masse.

Passons au CI-3, le 4051 qui est collecteur.

Il reçoit les signaux du compteur aux entrées ABC qui sont aux points terminaux 11, 10, 9 respectivement. D'autre part, le point terminal 16 est connecté à la ligne positive et les points 8, 6, 7 sont reliés à la masse.

Ensuite, on trouve les sorties (0) à (7) qui fournissent des impulsions successives, connectées par les résistances  $R_2$  à  $R_9$  à la ligne commune (BUS) branchée à l'entrée 5 d'un élément inverseur de CI-1 qui en possède six.

C'est avec les éléments inverseurs 5-6 et 9-8 que l'on a réalisé le générateur de notes musicales dont la hauteur (fréquence) dépendra des valeurs de  $R_2$ ...  $R_9$  et de celle du condensateur  $C_2$ , fixée dans le présent appareil à 0,1  $\mu$ F.

En comparant les portions de schéma constituées par les deux générateurs 1-2, 3-4 et 5-6, 9-8, on constate l'identité des montages. Les deux sont des multivibrateurs astables.

Dans le cas de celui réalisé avec les inverseurs 5-6 et 9-8, de CI-1, on peut voir que la sortie 6 est connectée par  $C_2$  à l'entrée 9 tandis que la sortie 8 est reliée directement à l'entrée 5. La sortie de ce générateur de notes musicales est au point terminal 8 et le signal est transmis par  $C_3$  de 0,1  $\mu$ F et  $R_{10}$  de 10 k $\Omega$  à la sortie générale de l'appareil à relier à un reproducteur (HP) de puissance modérée ou à un amplificateur comme on le verra plus loin. Pour le moment, n'abandonnons pas le générateur de notes musicales car nous n'avons pas encore indiqué l'élé-

ment essentiel, la résistance disposée entre les entrées des inverseurs, homologué de  $R_1$  en multivibrateur astable 1-2, 3-4.

Il s'agit évidemment de l'une des huit résistances  $R_2$  à  $R_9$  connectées ensemble en BUS et à l'entrée 5 de l'inverseur 5-6.

Les autres extrémités des résistances sont connectées l'une après l'autre par le CI-3, 4051 qui fonctionne comme un commutateur à 8 positions dont le commun (dit pôle) est le point 3 de ce CI. De ce fait, la résistance homologuée de  $R_1$  est connectée entre le BUS et le point 3 de ce CI-3.

## La note musicale

Elle dépend du produit  $C_2, R$ , où  $R$  est la valeur de chacune des résistances  $R_2$  à  $R_9$  au moment où elle est mise en circuit par CI-3.

Voici au **tableau 1** les valeurs approximatives de  $R$  en fonction de la fréquence  $f$  du son engendré par le générateur de notes musicales.

R ( $\Omega$ )	f (Hz)	R ( $\Omega$ )	f (Hz)
470	6 481	15 000	441
680	5 201	22 000	330
1 000	3 937	33 000	226
1 500	3 081	47 000	160
2 200	2 320	68 000	110
3 300	1 792	100 000	70
4 700	1 192	150 000	52
6 800	938	220 000	34
10 000	629	-	-

D'autre part, on pourra aussi consulter la **figure 2** qui donne une courbe représentant la fréquence en fonction de la valeur de la résistance  $R$ .

Par exemple, si  $f = 440$  Hz, la courbe donne  $R = 15 500 \Omega$ .

Les deux moyens de déterminer  $R$  sont approximatifs et si l'utilisateur a l'oreille musicale « délicate » il vaudra que les notes de son carillon soient justes.

A cet effet, il n'y a qu'une seule solution, remplacer les résistances fixes,  $R_2$  à  $R_9$  par des résistances ajustables.

Soit par exemple le cas du choix d'une fréquence de 440 Hz qui en musique correspond au LA 3, celui choisi comme note étalon. C'est aussi la troisième corde du violon.

Le tableau donne 15 000  $\Omega$  environ et la courbe également. De ce fait, la valeur exacte se situe vers cette résistance. Par exemple, si l'on constitue  $R$  avec une résistance de 10 000  $\Omega$  en série avec une résistance ajustable de 10 000  $\Omega$  également, on sera sûr de pouvoir régler la fréquence du son à la valeur désirée et, même à de nombreuses autres fréquences.

Reste toujours dans le domaine musical, le choix de la mélodie qui, avec huit notes sera forcément assez simpliste ne risquant pas de troubler le repos des grands compositeurs. Prenons comme mélodie les notes suivantes, par exemple DO, RE, MI, DO, DO, RE, MI, SOL qui se répéteront indéfiniment tant que l'alimentation sera branchée à l'appareil.

On voit qu'il y a 3 fois le DO, deux fois le RE, deux fois le MI et une fois le SOL. Voici les fréquences de ces notes, choisies dans le MEDIUM, c'est-à-dire ni trop graves ni trop aiguës, convenant à un haut-parleur de tout petit diamètre et de prix modéré (parfois quelques francs).

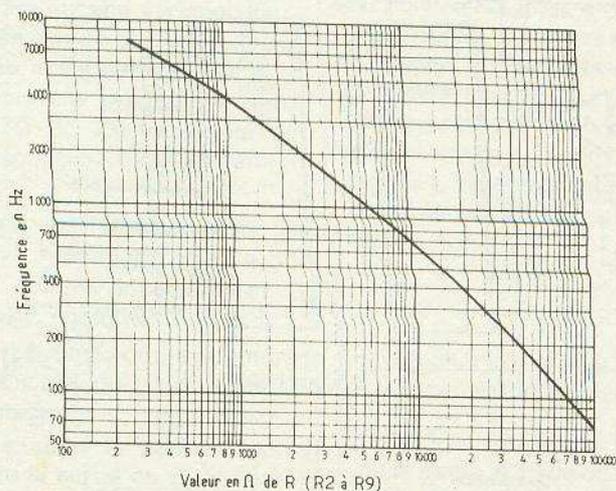


Fig. 2

TABLEAU II

Note	Fréquence (Hz)	R ( $\Omega$ )	Rf + RV ( $\Omega$ )
DO	261,59	35 000 env.	15 000 + 50 000
RE	293,56	30 000 env.	15 000 + 30 000
MI	329,60	22 000 env.	10 000 + 20 000
SOL	391,86	17 000 env.	10 000 + 15 000

Pour simplifier on pourra même adopter pour toutes ces notes,  $R_6 = 10\ 000\ \Omega$  et  $R_V$  (résistance variable ou ajustable) =  $50\ 000\ \Omega$  ce qui permettra à l'utilisateur de disposer d'une plage importante de notes.

Ainsi, si  $R_V = 0$ , il reste  $R = 10\ 000\ \Omega$  ce qui correspond à  $f = 700\ \text{Hz}$  environ.

Si  $R_V = 50\ 000\ \Omega$ ,  $R = R_f + R_V = 60\ 000\ \Omega$  ce qui correspond à  $F = 150\ \text{Hz}$  environ.

### Variantes

Pour doubler les valeurs trouvées des fréquences, autrement dit pour obtenir une « symphonie » à l'octave supérieure, il suffira de remplacer  $C_2$  de  $0,1\ \mu\text{F}$  par un condensateur  $C_2$  de  $0,05\ \mu\text{F} = 50\ \text{nF}$ , par substitution dans le montage ou par commutation. Deux cas sont à considérer.

1)  $C_2 = C_2/2$  exactement.

Dans ce cas, l'air sera exactement à l'octave supérieure.

2)  $C_2$  n'est pas exactement égale à  $C_2/2$ .

Dans ce cas, l'air sera toujours juste mais pas exactement à l'octave supérieure.

Pour obtenir plusieurs octaves nous proposons le montage de la **figure 3** où le commutateur  $S_1$  est à quatre positions.

Prendre  $C_{2A} = 0,4\ \mu\text{F}$ ,  $C_{2B} = 0,2\ \mu\text{F}$ ,  $C_{2C} = 0,1\ \mu\text{F}$  et  $C_{2D} = 50\ \text{nF}$  ou toutes autres valeurs comprises entre  $1\ \mu\text{F}$  et  $25\ \text{nF}$ . Plus  $C_2$  sera de forte capacité, plus les notes seront graves.

Si l'utilisateur désire également changer d'air (mais non s'en aller ailleurs) il

pourra effectuer une commutation plus compliquée en associant au système des résistances  $R$ , un commutateur à plusieurs pôles (autant qu'il y a de notes différentes) et à  $n$  positions, autant que le nombre de mélodies différentes.

Un moyen plus simple est d'utiliser des résistances  $R_V$  sous formes de potentiomètres à cadrans gradués et de noter sur ces cadrans, les positions correspondant aux airs désirés.

### Autres variantes

L'auteur du montage, F.M.MIMS propose dans son article original des variantes intéressantes.

En premier lieu, il a voulu utiliser les deux opérateurs inverseurs 11-10 et 13-12 qui dans le montage primitif ne servaient à rien.

En les montant en parallèle, on pourrait obtenir un gain de puissance en les utilisant comme amplificateur BF final. Cela est indiqué à la **figure 4**. Le haut-parleur qui peut être de 2 à 15 ohms est à rendement réduit étant en série avec une résistance de  $220\ \Omega$ .

Un modèle de HP de résistance  $Z$  plus élevée, par exemple  $100\ \Omega$  ou plus donnera plus de puissance. Celui recommandé est de  $8\ \Omega$  valeur facile à trouver dans le commerce.

Un moyen d'augmenter la puissance est celui indiqué à **figure 5**.

On a fait appel à un transistor 2N2222, NPN, bien connu de tous que l'on trouve aisément à un prix plus qu'abordable. D'ailleurs, toutes sortes de transistors

plus ou moins équivalents à ce 2N2222 feront aussi bien l'affaire.

La base de  $Q_1$  est l'entrée de l'amplificateur et se branche à l'extrémité n de  $R_{10}$  du montage général de la **figure 1**.

Ce transistor est monté en collecteur commun, avec une résistance de collecteur de  $220\ \Omega$  reliée au + 9 V.

La sortie du signal « amplifié » est sur l'émetteur et le haut-parleur HP de  $8\ \Omega$  est connecté entre émetteur et masse. Celle-ci est connectée au point m de sortie du montage du carillon, qui est reliée à la ligne de masse.

Remarquons que ce montage en collecteur commun n'amplifie pas en tension mais fournit un gain de puissance, et convient bien à un haut-parleur de  $8\ \Omega$  ou tout autre valeur voisine. Remarquons aussi que  $C_3$  peut être de valeur supérieure à  $0,1\ \mu\text{F}$  par exemple 0,2, 0,25 ou même  $0,5\ \mu\text{F}$ .

### Fonctionnement à une seule séquence

Pour obtenir un fonctionnement à une seule séquence, c'est-à-dire les huit notes musicales puis l'arrêt, il est nécessaire de modifier le schéma de la **figure 1** de manière assez sensible conformément aux indications ci-après :

1) Connecter les points terminaux 1, 9, 10 et 15 du CI-2 74192 à la ligne positive + 9 V au lieu de la masse.

2) Déconnecter le point 11 du CI-1 74CO4 de la masse et le relier au point 7 du CI-2 74C192.

3) Déconnecter le point 14 du CI-1 74C192 de la masse et le connecter au pôle d'un commutateur à deux positions. Connecter une position à la ligne positive + 9 V et l'autre à la masse.

4) Enlever  $R_9$  de l'appareil. Si cette opération n'était pas effectuée un son continu sera entendu tant que le commutateur ne sera pas actionné.

En raison des nombreuses modifications à effectuer, nous avons reproduit à

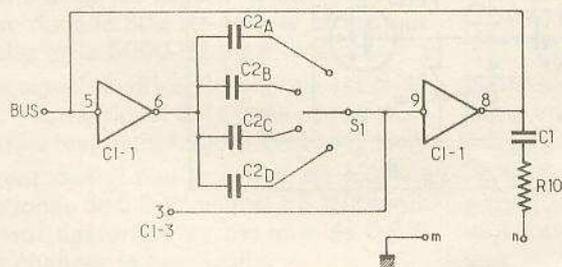


Fig. 3

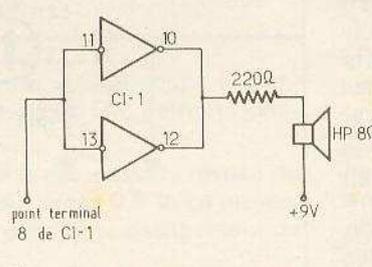


Fig. 4

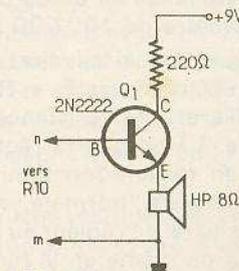


Fig. 5

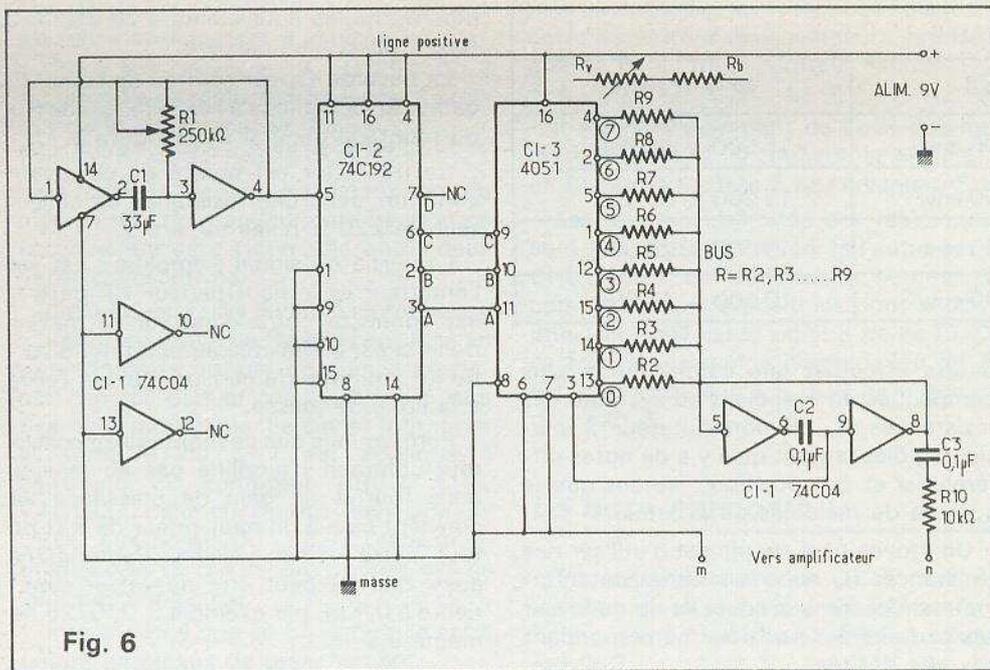


Fig. 6

la figure 6 le schéma modifié selon les instructions indiquées plus haut.

Les valeurs des éléments R et C restent les mêmes.

### Mise au point

On peut régler les résistances  $R_2$  à  $R_9$  d'une part et  $R_1$  d'autre part, de plusieurs manières dont nous donnons la suivante.

1) Déconnecter les résistances  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_9$ , du CI-3 4051 en les laissant connectées par l'autre extrémité au BUS ou en les enlevant complètement.

Il ne restera que  $R_2$  qui sera remplacée par un potentiomètre de  $100\ 000\ \Omega$  monté en résistance. L'appareil ne donnera que le son correspondant au réglage du potentiomètre et à la cadence déterminée par le réglage de  $R_1$ . Régler cette résistance à la valeur qui convient le mieux.

Le potentiomètre de  $100\ 000\ \Omega$  étant à cadran gradué et étalonné, le régler successivement sur les sons désirés en notant à chaque fois les valeurs de résistances trouvées.

Rétablir ensuite le montage primitif en montant des résistances  $R_2$  à  $R_9$  ayant les valeurs trouvées au cours du réglage du potentiomètre de  $100\ 000\ \Omega$

Pratiquement, si les résistances  $R_2$  à  $R_9$  sont remplacées par  $R_f + R_v$  (une résistance fixe et une résistance variable ou ajustable  $R_v$ ) on pourra régler ces résistances en faisant fonctionner l'appareil d'une manière normale mais à une cadence lente, en réglant au maximum de sa valeur ou même en la remplaçant par une résistance plus élevée par exemple  $500\ k\Omega$  ou  $1\ M\Omega$ .

## UN AMPLIFICATEUR BF À V.MOS DE 4 W

Voici à la figure 7 un exemple d'application de montage d'un transistor V.MOS du type VN66 AF, un modèle très récent de Siliconix dont le schéma nous a été transmis par Almex.

L'appareil utilise deux transistors FET,  $Q_1$  du type E231 et  $Q_2$ , le V.MOS indiqué plus haut accompagné de la diode zener montée entre la porte 6 et la masse.

Partons de l'entrée. A celle-ci on appliquera la tension BF à amplifier qui sera corrigée ou modifiée préalablement si nécessaire car l'amplificateur proposé est linéaire.

Le signal d'entrée est transmis par  $C_3$  de  $0,1\ \mu F$  à la porte G du FET  $Q_1$  qui l'amplifie. La porte G comporte la résis-

tance  $R_3$  reliée à la masse. La source S est polarisée par l'intermédiaire du secondaire du transformateur de sortie TS dont une extrémité est à la masse.

On peut voir que la boucle CR produit une contre réaction si TS est convenablement connecté entre le HP et la masse.

Revenons à  $Q_1$ . Le drain D est porté à une tension positive par l'intermédiaire des résistances  $R_2$  de  $5\ k\Omega$  qui est la charge de sortie de ce transistor tandis que  $R_1$  de  $1\ k\Omega$  associée à  $C_1$  de  $10\ \mu F$   $36\ V$  constitue le circuit de découplage du drain.

Le signal amplifié par  $Q_1$  est transmis par  $C_2$  de  $0,1\ \mu F$  à la porte G du V.MOS protégé par la diode zener  $D_1$ .

Cette porte est polarisée positivement par le diviseur de tension constitué par  $R_4$  de  $4\ M\Omega$  reliée à la ligne positive de  $28\ V$  et par  $R_5$  de  $500\ k\Omega$  reliée à la masse. Remarquons la source (S) reliée à la masse tandis que le drain (D) est connecté en haut-parleur de  $8\ \Omega$  par l'intermédiaire du transformateur TS qui dans ce montage est recommandé de préférence à une connexion directe, la valeur la meilleure de l'impédance de charge de ce V.MOS étant de  $24\ \Omega$  cela conduit à préconiser une adaptation  $24\ \Omega / 8\ \Omega$ .

Un excellent transformateur BF devra être utilisé dont le rapport sera :

$$r = \sqrt{\frac{24}{8}} = \sqrt{3} = 1,73$$

soit 1,73 plus de spires au primaire qu'au secondaire.

Une bonne solution est de trouver un transformateur de sortie d'occasion de bonne qualité ayant un secondaire de  $8\ \Omega$  et de modifier le primaire qui peut être d'impédance élevée ayant été prévu pour une lampe.

Enlever complètement le primaire en comptant le nombre des spires. Soit n

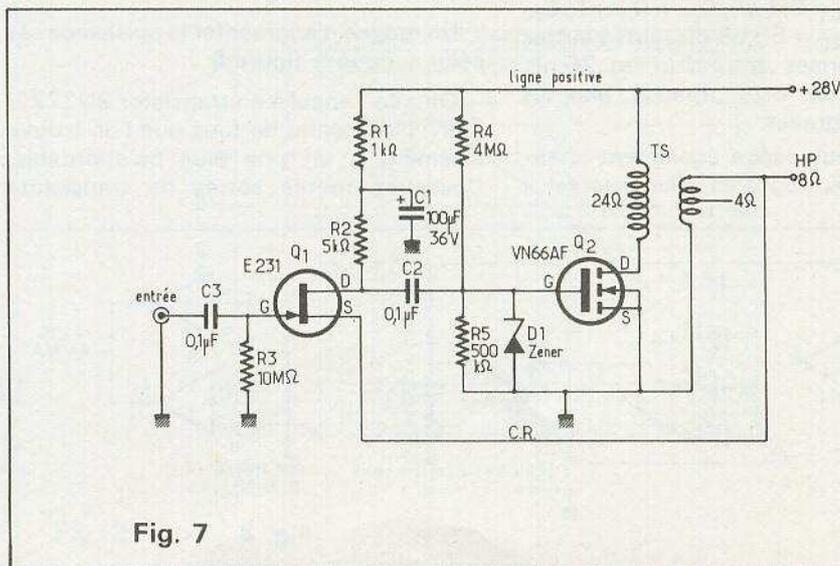


Fig. 7

ce nombre et supposons que le primaire était de  $4\,000\ \Omega$ .

Le rapport est, alors

$$r = \sqrt{\frac{4\,000}{8}} = \sqrt{500} = 22$$

De ce fait, le nombre des spires  $n_s$  du secondaire de  $8\ \Omega$  est donné par

$$\frac{n_p}{n_s} = 22$$

donc  $n_s = n_p / 22$ . Supposons que le nombre de spires  $n_p$  était mille (1000) par exemple on aura  $n_s = 1000 / 22 = 45$  spires.

De ce fait un enroulement de  $24\ \Omega$  devra avoir 1,73 fois plus de spires que le secondaire donc 45.  $1,73 = 78$  spires.

Bobiner le primaire sur le secondaire en spires jointives régulières avec du fil de diamètre moitié de celui du secondaire.

La prise  $4\ \Omega$  n'étant pas utilisée, il ne sera pas nécessaire de le prévoir.

Par contre si le transformateur BF de sortie que l'on possède a un secondaire de  $4\ \Omega$ , le processus de détermination du primaire sera identique à celui indiqué pour  $8\ \Omega$ .

Le HP sera alors de  $4\ \Omega$  évidemment.

A noter toutefois que la contre-réaction sera différente de celle prévue ce qui pourrait modifier la distorsion.

Cet amplificateur fonctionnera avec une excellente linéarité entre 100 Hz et 5 Hz si le transformateur de sortie est de bonne qualité.

La distorsion est de 2 % à 3 W, la contre-réaction étant de 10 dB.

Dans ce montage proposé, il n'y a pas de composants pour la stabilisation thermique car le coefficient de température positive de la tension de conduction ou drain-source rend impossible tout entraînement thermique.

Voici les principales caractéristiques absolues maxima.

Tension drain-source	60 V
Tension drain-porte	60 V
Courant continu de drain	2 A
Courant à impulsions de drain	3 A
Courant continu direct de porte	2 mA
Courant à impulsions direct de porte	100 mA
Courant inverse continu de porte	100 mA
Tension directe porte-source	15 V
Température de stockage et de fonctionnement	- 40 à + 150 °C.

Attention, ce sont des caractéristiques

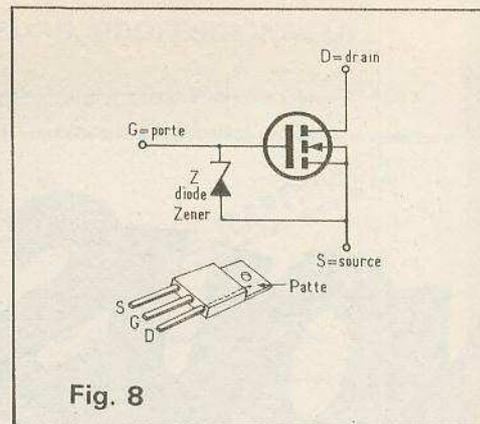


Fig. 8

maxima et non celles en fonctionnement normal.

A la figure 8 on montre l'aspect du VN66 AF dans son boîtier TO 220, avec la diode zener incorporée.

Sur cette figure, les trois fils sont vus par l'observateur de manière à ce qu'ils sortent du boîtier par des trous disposés vers le bas.

La patte est connectée au drain (donc, pas à la masse).

De ce fait, la surface de dissipation de chaleur vissée à la patte sera isolée de tout point de l'appareil.

F. JUSTER

## RETOUR SUR LE FONDU ENCHAÎNÉ POUR PROJECTEUR DE DIAPOS DE NOTRE N° 14

### Principe de fonctionnement

Le montage commande deux projecteurs. À l'enregistrement, le pupitre, par l'intermédiaire de l'opérateur, commande les projecteurs et enregistre ce signal sur la piste droite. Aussi, à la lecture, le magnétophone restitue exactement ce signal vers le montage et, de ce fait, remplace fidèlement l'opérateur.

Le tronçon vers le magnéto étant unique, il est nécessaire de mélanger le signal projecteur droit avec le signal projecteur gauche et de les séparer à la lecture. On utilise donc le 300 Hz pour le projecteur gauche et le 5000 Hz pour le droit.

Ce signal dosé par le pupitre est mixé avec l'autre signal à l'entrée enregistrement du magnétophone sur le canal droit.

Étant donné que le circuit de lumière fonctionne de 0,8 V (allumé) à 3 V (éteint), on peut descendre en dessous de 0,8 V sans changer la luminosité.

Cela nous est fort utile pour le changement de vue. En maintenant un signal

entre 0,8 V et 3 V, on modifie l'éclairage des lampes, mais le signal ne descend pas en dessous de 0,8 V. Par contre, si on agit sur le bouton de changement de vue, le signal passe à 0 ; le relais de C.V. s'excite et la vue suivante passe.

Étant donné qu'à 0,8 V, le projecteur est allumé à fond, on ne peut effectuer le CV sur ce projecteur, car il s'effectuerait lampe allumée. C'est pourquoi on croise les commandes et le CV s'effectue sur l'autre projecteur qui est alors éteint.

Prenons pour exemple : le projecteur gauche allumé et le droit éteint on agit sur CV droit, la porteuse gauche se coupe sans gêner le projecteur gauche le relais CV s'excite et change bien la vue droite.

### Commandes

**Changement de vue.** Il coupe la porteuse inverse et, de ce fait, permet l'excitation du relais.

**Flash.** Il porte la porteuse du niveau du potentiomètre au niveau 0,8 V. Le projecteur s'allume à plein sans changement de vue.

**Curseurs.** Ils font varier le niveau BF des oscillateurs entre 3 V et 0,8 V à

l'enregistrement vers le magnétophone et le circuit de lumière.

**Enregistrement lecture.** Le signal de lumière et de changement de vue provient soit : des oscillateurs (enregistrement) soit du circuit de lecture (lecture).

**Enregistrement d'une bande.** Il est préférable ou plus commode d'être à deux, une personne occupée au son (disque, etc.) et une autre personne enregistre le fondu en concordance avec cette musique.

Pour cela, commuter le magnéto et le fondu sur enregistrement.

Le canal gauche pour la musique et les commentaires.

Le canal droit pour les signaux du fondu.

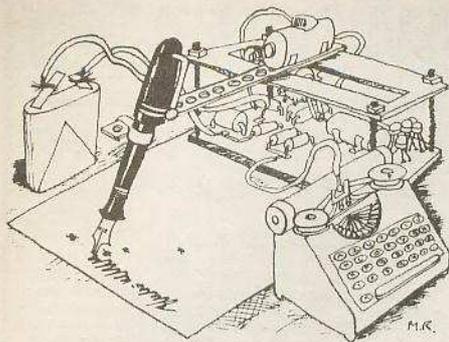
Brancher les trois cordons et enregistrer minutieusement la séquence, il est vivement conseillé d'avoir un livret de montage donnant toutes les opérations, les durées et les effets à réaliser.

Dès que le montage est enregistré, commuter le magnéto et le fondu sur lecture.

Le canal gauche restituera le son par le HP d'origine (ou ampli éventuel extérieur) et le canal droit commandera les projecteurs automatiquement par le fondu.

D. ROVERCH

# La page du courrier



Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'« intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.

## COLLABORATION DES LECTEURS

Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

## PETITES ANNONCES

6 F la ligne de 34 lettres, signes ou espaces, taxe comprise.

Supplément de 6 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois.

à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris .C.P. C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

## RECTIFICATIF

« QUOI DE NEUF  
POUR LES CIRCUITS IMPRIMÉS »  
Nouvelle Série N° 22, Page 153

Il s'est glissé une erreur au niveau de la liste récapitulative des articles traitant, de près ou de loin, aux circuits imprimés.

En fait, « le travail de la tôle » figure dans le n° 1624 et non 1620, comme l'indiquait le texte.

UN PONT DE MESURES RC  
N° 21 Nouvelle Série page 89

De nombreux lecteurs se sont aperçus que sur notre maquette définitive présentée en couleurs sur la photographie de titre, le condensateur C<sub>6</sub> était placé à l'envers par rapport au schéma de principe et à l'implantation des éléments des pages 90 et

91. C'est simplement parce que les deux montages procurent les mêmes résultats. Rappelons cependant que ces derniers peuvent être excellents à condition de disposer d'un cachan parfaitement étalonné.

TOUTE L'EQUIPE  
D'ELECTRONIQUE PRATIQUE  
VOUS PRÉSENTE  
SES VŒUX LES PLUS  
SINCÈRES POUR 1980



Composition : ALGAPRINT, 75020 PARIS  
Impression - couverture : S.P.I. 75019 PARIS  
Intérieur : ROTOFFSET Meaux  
Distribution : S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE

Le Directeur de la publication :  
A. LAMER

Dépôt légal N° 524 - 4<sup>e</sup> trimestre 1979

Copyright © 1979

Société des PUBLICATIONS  
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentations) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.).  
Toute demande d'autorisation pour reproduction quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Directeur de la Publication : A. LAMER. - Imprimeurs : S.P.I. EDICIS, LA HAYE-MUREAUX. - Commission paritaire 60165.

**BREVETEZ VOUS-MÊME VOS INVENTIONS**, grâce à notre guide complet. Vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela il faut les Breveter - Demandez la notice 78 « Comment breveter ses inventions ». Contre 2 timbres à ROPA BP 41, 62101 CALAIS.

### Changement d'adresse :

Boîtes de circuits connexions n-D.e.C 840 et 360 contacts. Sieber Scientific 22, rue François Villon, 75015 Paris. Tél. 828.78.47.

Usine : Saint-Julien du Gua, 07190 Saint-Sauveur de Montagut. Tél. (75) 65.85.93.

Recherchons Magasinière en électronique. Téléphoner au 700.65.15.

Pour 18 F, le DM2 film, étamage inclus, je réalise votre circuit imprimé sur époxy. RIVERO, 19, rue de la Croix, 13007 Marseille.

# TOUS LES RELAIS RADIO-RELAIS

18, RUE CROZATIER

75012 PARIS

Tél. 344.44.50

RER GARE DE LYON

Partant de tous documents, réalisons vos C.I. sur V.E. 18 F le dm<sup>2</sup> 1 face, 23 F 2 faces, film, étam. perçage inclus. Scotchcal alu et plastique (calques) 8 F le dm<sup>2</sup>. (Envoi C.R.) ou (chèque à la cde + 5 F de port). IMPRELEC, Le Villard, 74550 Perrignier.

## RÉPERTOIRE DES ANNONCEURS

ACER .....	48 à 51	ELP ELECTRONIQUE .....	182	OMENEX .....	187
ALBION .....	14-15-52	PROMOTION .....	144	OPPERMANN ELECT. FRANCE .....	194
ARLAUD .....	53	EREL .....	172	PARIS COMPOSANT .....	64-65
AUBANEL .....	64	ETN .....	178-179	PENTASONIC .....	2 <sup>e</sup> de couv. 3 à 7
B.H. ELECTRONIQUE .....	12-13	ETSF .....	183 à 186	PERLOR RADIO .....	205
LA BOUTIQUE .....	203	EURELEC .....	171	RADIO CHAMPERRET .....	35
DE L'ELECTRONIQUE .....	71	FANATRONIC .....	139	RADIO KIT .....	53 à 55
CI 2 E .....	114-115	FRANCLAIR ELECTRONIQUE .....	171	RADIO MJ .....	9 à 11
CEDITEL .....	80	GOUPILLON .....	72-73	RADIO RELAIS .....	217
CENTRAD .....	172-203	GR ELECTRONIQUE .....	207	RAM .....	62-63
CENTRE ETUDES LANGUES .....	138	HBN .....	26	REUILLY COMPOSANTS .....	208 à 215
C.F.L. .....	4 <sup>e</sup> de couv.	HEATHKIT .....	30-31	ROCHE .....	192-193
CIBOT .....	39-155	HOHL ET DANNER .....	33	SAINT-QUENTIN RADIO .....	36 à 38-52
CIRATEL .....	52-61	IMD RAB .....	48	SEPA/ASSO .....	66
CIRQUE RADIO .....	204	INSTITUT ELECT. RADIO .....	42	SILICONE VALLEE .....	144
COMPTOIR LANGUEDOC .....	176-177	JBC .....	52	STÉ NOUVELLE RADIO PRIM .....	43-52
COMPOKIT .....	34	JEAMCO HIFI DIFFUSION .....	199	SOAMET S.A. .....	206
COMPTOIR .....	203	L'ELECTRON .....	199	SOGEFORM .....	75
ELECTRO MONTREUIL .....	27 à 29-52	LAG ELECTRONIQUE .....	18 à 23	SPRINT COMPOSANTS .....	200-201
CTS .....	105-144	LDRT .....	199	STAREL .....	46-47
CYCLADES LES .....	94	LEDTM .....	180-181	SUPERELEC .....	44-45
DAP .....	60	LELECTRONIC TEC .....	16-195	SURPLUS ELECTRONIC .....	189
LE DÉPÔT .....	174-175	LOISITEK .....	32	TAGRA .....	191
DISTRA SHOP .....	198	MAGNETIC FRANCE .....	24-25	TELE SAINT-MARC .....	68 à 71
DISTRONIC .....	208	MAMAN et Cie .....	48	TERAL .....	40-41
ETMS .....	77	MECANORMA .....	78-79	TOUT POUR LA RADIO .....	195
ELECTRON SHOP .....	56 à 59	MEDELOR .....	198	TPE TOUT POUR .....	
ELECTRO 76 .....	206	MICRO SYSTEMES SPE .....	76	L'ELECTRONIQUE .....	3 <sup>e</sup> de couv.-218
ELECTROME .....		MONSIEUR KIT .....	67	UNIECO .....	8-77-138-173
ELEKTRONIKLADEN .....				VOC .....	159

# CIBOT

MAISON FONDÉE EN 1947

1, 3 et 12, RUE DE REUILLY, 75012 PARIS  
136, BOULEVARD DIDEROT, 75012 PARIS

TEL. : 346.63.76 (lignes groupées)

A TOULOUSE: 25, RUE BAYARD. TEL. (61) 62.02.21  
Magasins ouverts tous les jours sauf dimanche et fêtes  
de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 heures

**CIBOT**  
ELECTRONIQUE : DISTRIBUTEUR DES

Composants

**SIEMENS**

Cellule solaire « RTC » 1<sup>er</sup> choix : 60 F - Par 10 : 54 F - Par 100 : 48 F.  
Cellule solaire « RTC » 0,5A-0,5V ... 29 F

### CIRCUITS INTÉGRÉS

LEDS Ø 5 mm		S 566 B		SO 436		TCA 965	
LD 57 C, claire	4,40 F	SAB 3211	29 F	S 89	203 F	TDA 1037	18 F
LD 55 A, orange	2,30 F	SAB 3271	82 F	S 353	93 F	TDA 1046	28 F
LD 57 A, vert	2,30 F	SAB 4209	84 F	TAA 761 A	8 F	TDA 1047	28 F
LD 41 A, rouge	1,90 F	SAJ 141	33 F	TAA 861 A	7,5 F	TDA 1195	32 F
LD 471, vert	9,00 F	SAS 560 S	26 F	TAA 4765	22 F	TDA 2870	22 F
LD 461, rouge	3,00 F	SAS 570 S	27 F	TBA 221 B	4 F	TDA 3000	24 F
		SAS 580	27 F	TCA 105	20 F	TDA 4050	21 F
		SAS 590	27 F	TCA 205	25 F	TDA 4290	24 F
		SAS 6800	34 F	TCA 315	10 F	TDB 055	5,45 F
		SO 41 P	16 F	TCA 335 A	11 F	TDB 036	13,65 F
		SO 42 P	18 F	TCA 345	18 F	UAA 170	18 F
		SO 42 E	47 F	TCA 780	27,5 F	UAA 180	18 F

### PHOTORESISTANCE

RPY 60 ..... 28,00 F

TDA 1037. Circuit intégré.  
Ampli. de puissance 5 W.  
Alim. : 4 à 28 V. Protection thermique incorporée.  
Prix ..... 18 F

### TRANSMISSIONS PAR INFRAROUGE

LD 241 T. Diodes LED émett. INFRAROUGE pour télécommande et transmission du son ..... 6 F  
BPW 34. Photodiode au silicium pour récepteur son ou télécommande par infrarouge ..... 22 F

### MAGNETO-RÉSISTANCES

FP 200 L. 100 ..... 198 F  
FP 210 D. 250 ..... 201 F

### GÉNÉRATEURS à effet HALL

SV 110 ..... 520 F  
SV 210 ..... 530 F



ATR. Allumage à transistors pour moteur avec alimentation 12 V négatif à la masse.

- Avantages :**
- Exactitude du point d'allumage - usure pratiquement nulle des contacts du rupteur.
  - Démarrage plus facile avec moteur froid, tensions d'allumage plus élevées du fait de la forme rectangulaire des flancs de commutation.
  - Moins polluant (gaz d'échappement moins abondants) - le point d'allumage optimum ne varie pas.
  - Aucun parasite créé par le rupteur dans les auto-radios du fait qu'aucun courant fort ne circule.
- ATR. Siemens en kit ..... 214 F  
Modèle SIEMENS "SRP". All. électr. présentant les mêmes performances que mod. ATR mais complet prêt à être posé SRP complet ..... 245 F  
CONTROLEUR TENSION de 4,5 à 380 V et vérificateur de la nature du courant ..... 39 F  
CONTROLEUR COMBINÉ identique. indique la continuité ..... 91 F

**metrix**

MULTIMETRE DIGITAL « MX 502 »

- 2 000 points
- Affichage digital à cristal liquide 18 mm
- Polarité automat.
- Zéro automatique
- Autonomie : 250 heures avec piles zinc/carbone
- 350 heures avec piles alcalines

675 F

### SOUDEUR WAHL (USA) : PARTOUT - SANS FIL - SANS COURANT



- Léger
- Maniable
- Rapide
- Pratique
- Eclairage du point de soudure
- Rendement 75 à 150 points sans recharge

Poids : 150 g. Long. : 20 cm. Temps : 370".  
Puissance : 50 W. Recharge automatique en 220 V avec arrêt par disjoncteur de surcharge.

Nouvelle batterie, longue durée en nickel cadmium, charge en 4 h seulement. Indispensable pour travaux fins, dépannages extérieurs, tous soudages à l'étain.

Ensemble 7700, orange, livré complet avec fer, socle chargeur, 2 panes n° 7545 et n° 7546, une prise courant multiple USA-RFA-France ..... 187 F  
Cordon spécial pour fonctionnement sur 12 V continu : 47 F - Pane recharge : 21 F.

« TUNER EXTENSION », permet de souder des endroits inaccessibles, grâce à sa longueur : 110 mm ..... 34 F

### COMPOSANTS

Distributeur "SIEMENS"

Tous les circuits intégrés - Tubes électroniques et cathodiques - Semi-conducteurs. ATES - RTC - RCA - SIGNETICS - ITT - SESCOSEM - Optoélectronique - Leds Afficheurs.

### SONORISATION JEUX DE LUMIÈRE

### APPAREILS DE MESURE

Distributeur "METRIX"  
CdA - CENTRAD - ELC - HAMEG - ISKRA - NOVOTEST - VOC - TELEQUIPMENT  
Démonstration et Vente par Techniciens Qualifiés

### PIECES DETACHEES plus de 20.000 articles en stock.

## DEMANDEZ NOTRE NOUVEAU CATALOGUE

132 pages abondamment illustrées.

C'est une documentation indispensable pour tous ceux qui s'intéressent aux COMPOSANTS ELECTRONIQUES - PIECES DETACHEES et APPAREILS DE MESURE  
Ce catalogue est en vente dans nos différents magasins au prix de 20 F ainsi que par correspondance, en nous adressant le Bon ci-dessous.

### BON A DECOUPER (ou à recopier)

et à adresser à CIBOT, 1, RUE DE REUILLY - 75012 PARIS

NOM \_\_\_\_\_ PRENOM \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_

Ci-joint la somme de 20 F :

en chèque bancaire  en chèque postal  en mandat-lettre



**CIBOT** RADIO TELEVISION  
Composants électroniques - Pièces détachées

