

# électronique pratique

N° 29 NOUVELLE SERIE

JUILLET / AOUT 1980

8 f

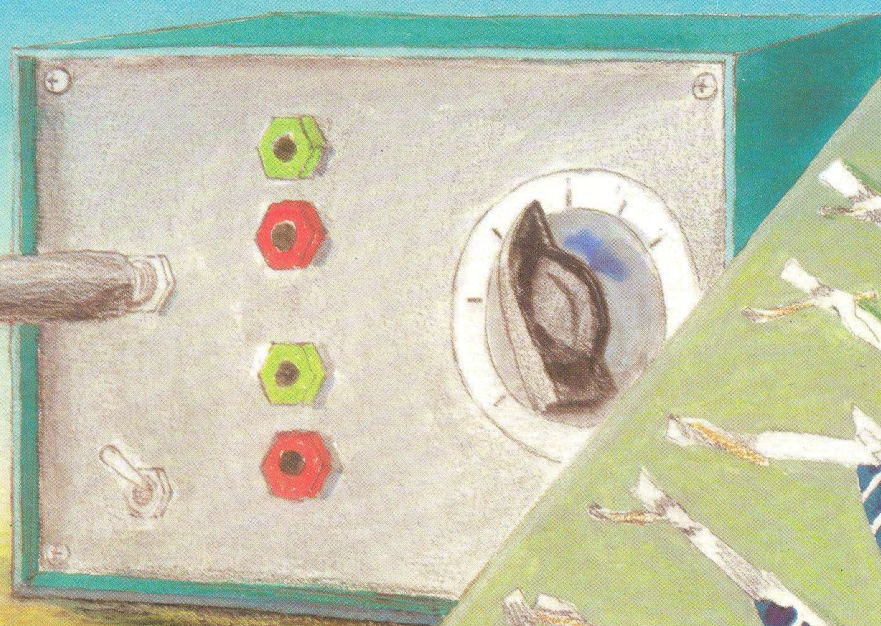
édité par le Haut-Parleur

AP  
13/11

Initiation · Composants · Réalisations · Kits · Expériences

sommaire détaillé p. 81

convertisseur  
pour panneau  
solaire



Canada : \$ 1,50 - Belgique : 65 FB - Suisse : 4,00 F - Espagne : 125 Pesetas - Tunisie : 920 Mil. - Italie : 2.800 Lire

Rahy

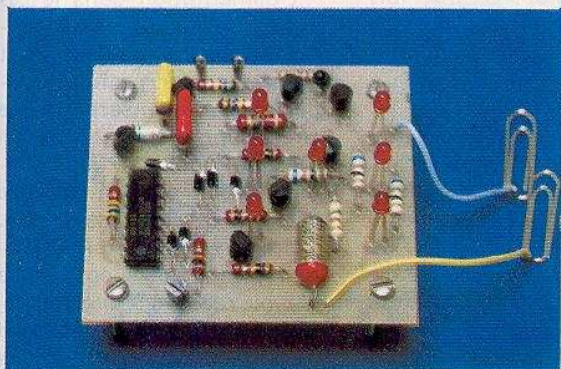


# électronique pratique

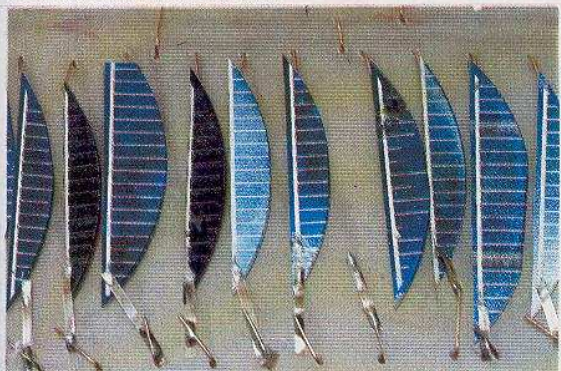
REVUE  
MENSUELLE

N° 29  
NOUVELLE  
SÉRIE

## sommaire



Le dé plus ou moins sérieux.



Les cellules solaires



Le coucou de la Forêt Noire

### Réalisez vous-mêmes

- 82 Une commande lumineuse
- 84 Régulateur pour alternateur 12 V
- 90 Un correcteur graves/médiums/aiguës
- 92 Le fluomatic
- 97 Un convertisseur pour panneaux solaires
- 98 Un coucou de la Forêt Noire
- 112 Un timer spécial pour agrandisseur
- 126 Trois dés plus ou moins sérieux
- 133 Un séquenceur analogique pour synthétiseur

### Pratique et initiation

- 147 Technologie des composants
- 154 Les applications du LM 3909

### Divers

- 160 Page abonnement
- 161 Nos lecteurs

En raison des diverses majorations que nous avons subies et en particulier des hausses importantes du papier, nous sommes contraints d'augmenter le prix de vente de notre revue. Nous espérons néanmoins que vous comprendrez cette mesure inéluctable et que vous continuerez à nous accorder votre confiance. Nous vous en remercions.

#### ADMINISTRATION-REDACTION : Société des Publications Radio-Électriques 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 B. Roux, Ph. Chalbos, S. Feral, D. Roverch, Y. Stransky, R. Knoerr, M. Archambault, H. Schreiber, J.-P. Verpeaux, R. Cet. La Rédaction d'Électronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent 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

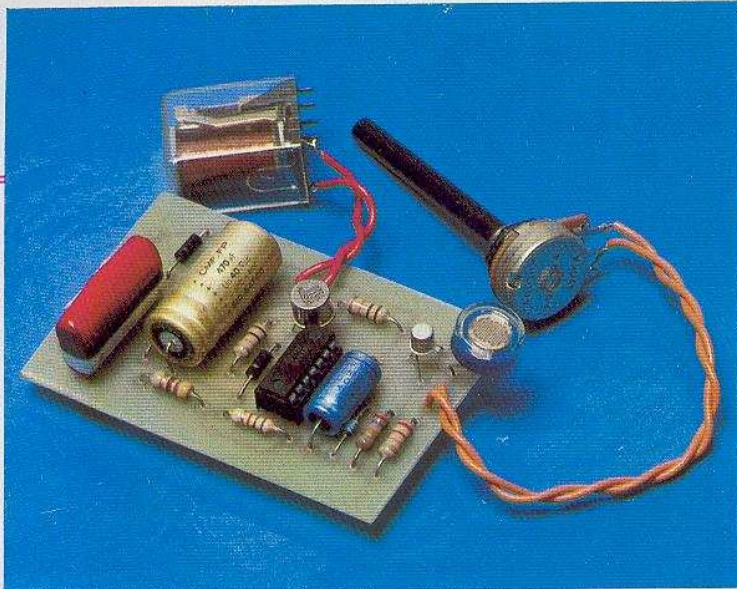
En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe : « SERVICE ABONNEMENTS » 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. - Prix d'un numéro ... 8 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.



# COMMANDE LUMINEUSE



**P**OUVOIR allumer, ou éteindre une lampe à distance constitue un rêve que tout amateur débutant désire réaliser. L'électronique met à notre disposition plusieurs moyens : les ondes hertziennes, les ultrasons, le son ou la lumière.

Nous retiendrons ce dernier principe dans la réalisation qui va suivre. En effet à l'aide d'une lampe de poche vous pourrez assurer la mise en service ou bien l'extinction de votre téléviseur à distance, en braquant momentanément le faisceau lumineux de votre lampe de poche sur une petite cellule photo-électrique.

Le montage en question s'alimente sur le secteur, afin de pouvoir raccorder en sortie un quelconque appareil électrique jusqu'à concurrence de 500 W de puissance.

## Le schéma de principe

Le schéma de principe général est présenté figure 1. Il a été volontairement simplifié grâce à l'emploi d'un circuit intégré SN7473.

L'élément clé de cette commande lumineuse reste la cellule photo-électrique. Cette dernière présente la particularité de voir sa résistance considérablement diminuée en présence de lumière. Cette propriété va être mise à profit, et c'est la raison pour laquelle la cellule fait partie du pont de polarisation du transistor  $T_1$ .

Le potentiomètre associé à la résistance  $R_1$ , permet alors de jouer sur la sensibilité du montage, en fonction de la

lumière ambiante et du type de cellule employée.

Le transistor  $T_1$  qui fait suite va jouer le rôle de mise en forme du signal destiné à commander le circuit intégré SN7473 double bascule JK. Ce dernier va permettre de constituer la commande lumineuse, en ce sens qu'une impulsion suffira pour changer l'état final du relais. Il ne sera pas nécessaire de laisser le faisceau lumineux braqué sur la cellule pour faire coller le relais. Une brève impulsion produira l'allumage ou l'extinction.

Une seule des deux bascules que renferme le circuit intégré sera utilisée. Pour plus de simplification, nous n'avons pas fait précéder la bascule en question d'un circuit anti-rebond. On essaiera en conséquences plusieurs appels lumineux le cas échéant.

Le transistor  $T_2$  agit, en tant qu'amplificateur à courant continu et son circuit collecteur comporte la bobine d'excitation du relais dont on exploitera les contacts. La solution du triac n'a pas été envisagée car, elle pose des problèmes de déclenchement

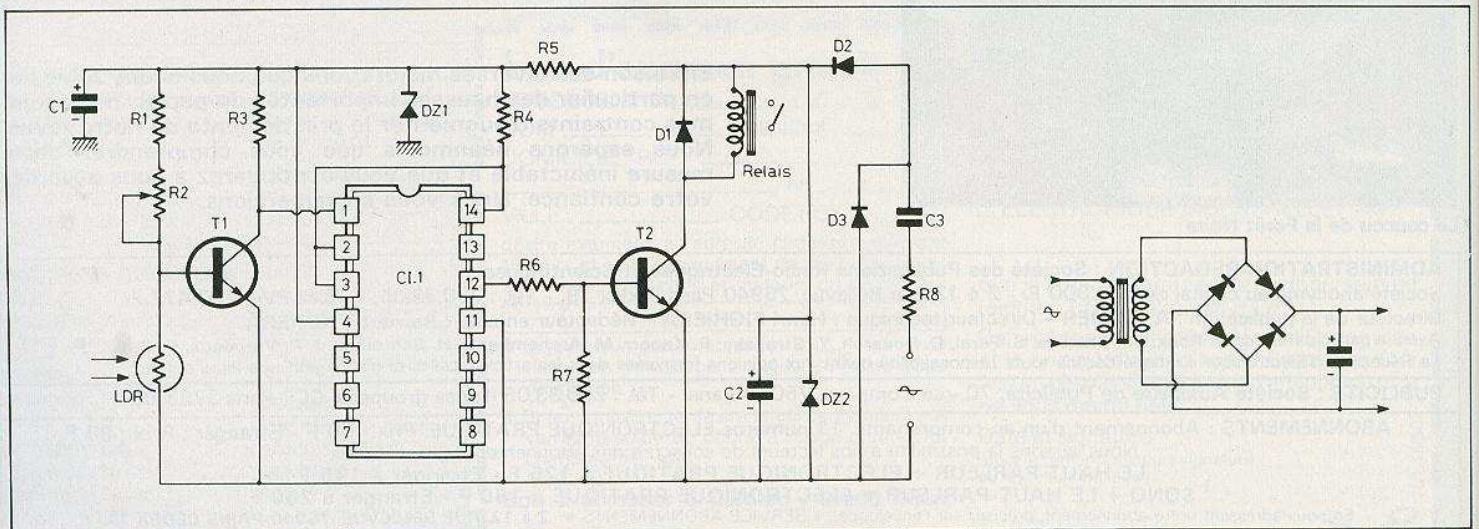
et d'instabilité aux parasites secteur.

L'alimentation dans le cas précis, ne fait appel qu'à quelques éléments mettant notamment à profit l'impédance du condensateur  $C_3$ . Le circuit intégré, quant à lui réclame quelques 5 V d'alimentation, tension délivrée grâce à la diode zener  $Dz_1$ . Toutefois et pour une utilisation prolongée il conviendra d'avoir recours à une alimentation classique à l'aide d'un transformateur, en enlevant les éléments  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $C_3$  et  $R_8$  et en s'inspirant de la figure 2.

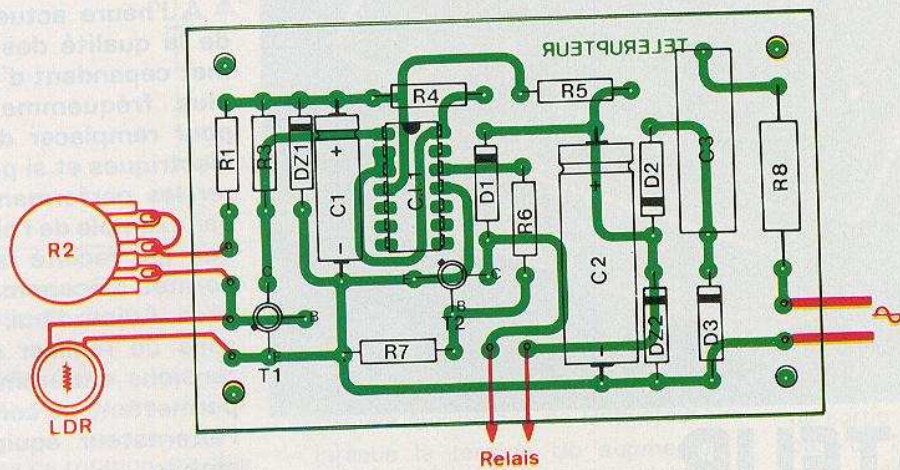
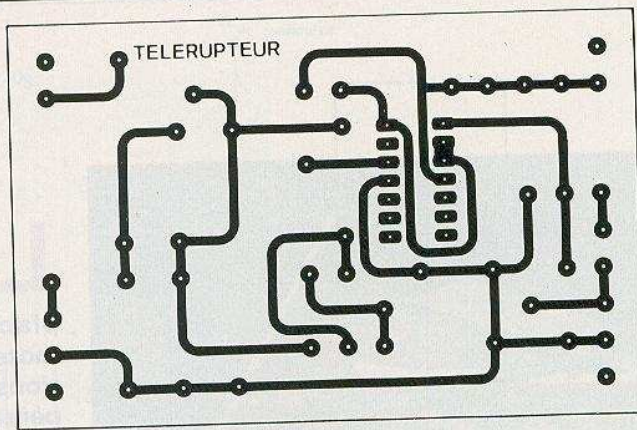
## Réalisation pratique

L'utilisation d'un circuit intégré, nous a conduit à la réalisation d'un petit circuit imprimé en verre époxy. La figure 2 précise le tracé du circuit retenu, à l'échelle 1 pour une meilleure reproduction.

La méthode de gravure directe avec éléments de transferts spéciaux donnera d'excellents résultats bien







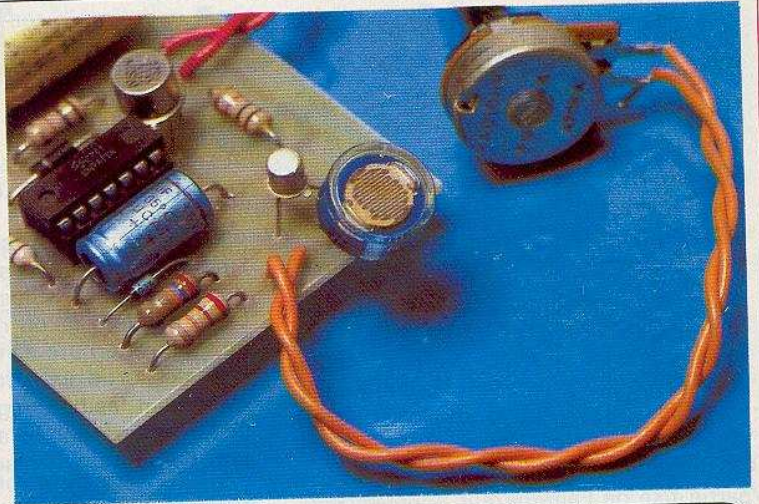
que les adeptes du stylo marqueur puissent également venir à bout, pour peu qu'ils prennent soin de disposer au moins deux couches de stylo.

La figure 3 présente l'implantation pratique des éléments. La cellule et le potentiomètre pourront être déportés et fixés sur la face avant d'un petit coffret. Nous n'avons pas jugé nécessaire de monter le triac sur un radiateur, compte tenu de la puissance réclamée de l'ordre de 150 W.

On veillera simplement à ne pas confondre l'anode A<sub>1</sub> du triac, et la gâchette G, au moment de l'insertion.

Le potentiomètre pourra être remplacé le cas échéant par un modèle ajustable.

Enfin, les meilleurs résultats seront obtenus en disposant la cellule à l'intérieur d'un tube de 6 à 10 cm de long destiné à l'abstraire de la lumière ambiante, et améliorer la directivité au moment de la commande à l'aide de la lampe de poche.



### Liste des composants

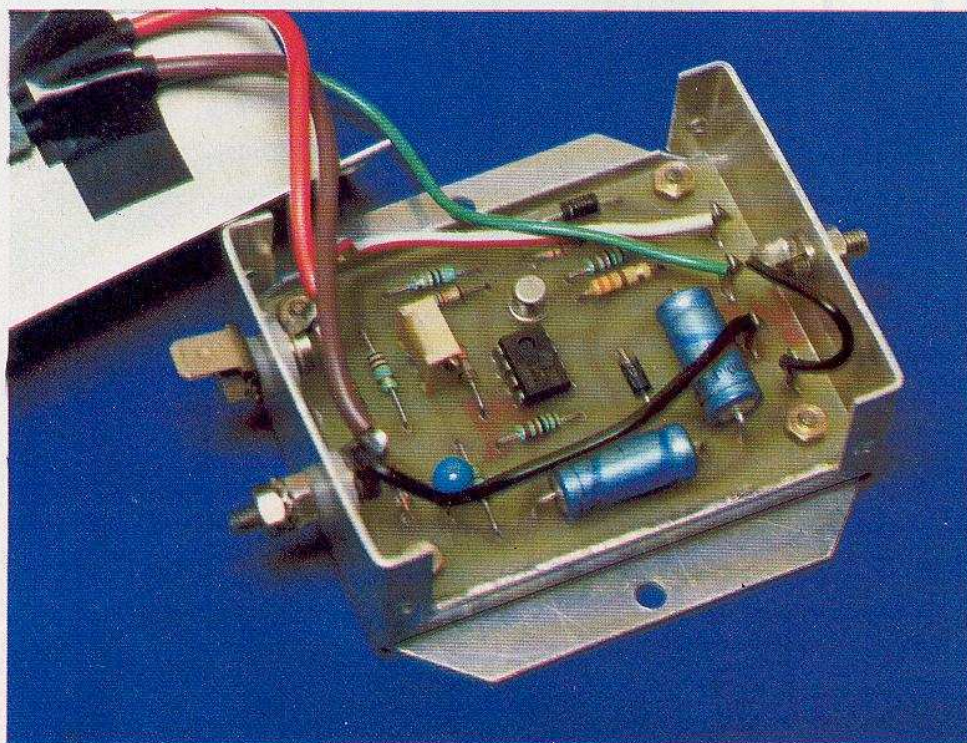
R<sub>1</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange).  
 R<sub>2</sub> : 470 kΩ pot. variation linéaire.  
 R<sub>3</sub> : 27 kΩ (rouge, violet, orange).  
 R<sub>4</sub> : 7,5 kΩ (violet, vert, rouge).

R<sub>5</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron).  
 R<sub>6</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange).  
 R<sub>7</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange).  
 R<sub>8</sub> : 33 Ω / 2 W (orange, orange, noir).

LDR : cellule photo genre LDR03 ou LDR07.  
 C<sub>1</sub> : 100 μF / 16 V.  
 C<sub>2</sub> : 470 μF / 25 V.  
 C<sub>3</sub> : 0,22 μF / 250 V.  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> : 1N4004 à 1N4007.  
 DZ<sub>1</sub> : zener 5,1 V / 400 mW

DZ<sub>2</sub> : zener 12 V / 400 mW  
 IC<sub>1</sub> : SN7473.  
 T<sub>1</sub> : 2N2222, etc.  
 T<sub>2</sub> : 2N2219, 2N1613, 2N3053.  
 Relais 9 / 12 V / 2 RT  
 Transformateur 9 / 12 V / 0,5 A  
 Pont de diodes ou 4 X 1N4004.





# REGULATEUR pour alternateur 12V d'automobile

## Rappels sur l'alternateur

L'alternateur est un générateur de courant alternatif dont le fonctionnement est essentiellement basé sur l'induction. Sans entrer trop en détail dans le fonctionnement, il faut savoir qu'un alternateur comporte un induit et un inducteur. L'induit est généralement disposé sur la partie fixe de l'alternateur appelée STATOR alors que l'inducteur est disposé sur la partie mobile appelée ROTOR. L'inducteur est composé de bobinages qui, parcourus par un courant dit « d'excitation » produisent un flux magnétique. L'induit est lui aussi formé de bobinages qui sont soumis au flux créé par l'inducteur. Ces bobinages deviennent par induction le siège d'une force électromotrice qu'on recueille à la sortie de l'alternateur (fig. 1).

Les bobinages de l'induit sont disposés de façon à ce que le flux qui les traverse,

varie de manière sinusoïdale lorsque l'inducteur tourne. Les f.e.m. induites sont donc elles aussi sinusoïdales, et c'est de cette manière qu'on recueille un courant de sortie alternatif. On notera que ce courant de sortie est proportionnel au flux traversant les bobinages de l'induit et de ce fait, proportionnel au courant d'excitation parcourant l'inducteur.

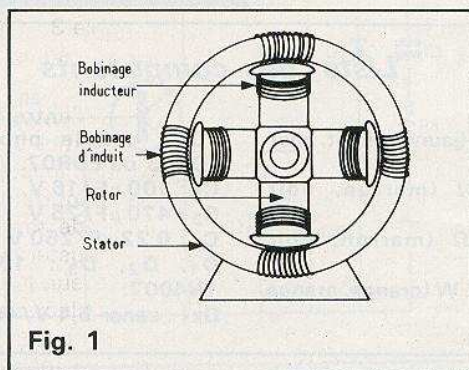


Fig. 1

L'AUTOMOBILE est un milieu relativement dur pour l'électronique. Les montages, souvent placés dans le compartiment moteur, sont exposés aux vibrations, à de larges variations de température, à l'humidité et aux projections diverses (huile, eau), etc.

A l'heure actuelle, l'amélioration de la qualité des composants permet cependant d'utiliser de plus en plus fréquemment l'électronique pour remplacer différents organes électriques et si possible en améliorer les performances. C'est le cas par exemple de l'allumage électronique qui facilite les démarrages et permet d'économiser les vis platinées. Aujourd'hui, nous vous proposons de réaliser un régulateur de tensions entièrement électronique, permettant de contrôler le débit de l'alternateur équipant votre automobile.

Il suffit ensuite de redresser ce courant de sortie à l'aide de diodes afin d'obtenir du courant continu.

Il peut paraître contradictoire d'utiliser un alternateur comme générateur puisqu'il est nécessaire de redresser le courant, alors qu'une dynamo produit du courant continu. En fait, l'alternateur présente plusieurs avantages par rapport à la dynamo.

- Dans une dynamo, les f.e.m. induites sont aussi sinusoïdales mais c'est le collecteur constitué d'encoches et sur lequel frottent les balais, qui donne un sens constant au courant de sortie. Ces balais, parcourus par un courant important sont sujets à l'usure entraînant l'encrassement du collecteur et par la même occasion une diminution de rendement de la machine. Par contre dans un alternateur, les balais frottent sur des surfaces lisses et ne sont parcourus que par le courant d'excitation qui n'excède généralement pas 2 ou 3 A ;



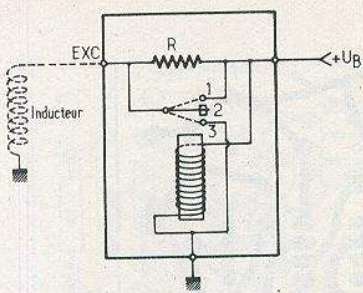


Fig. 2

- la courbe de puissance est améliorée permettant une charge de la batterie même au ralenti ;
- à puissance égale, l'alternateur est environ deux fois plus léger qu'une dynamo ;
- la plage de vitesse de rotation est plus élevée ;
- le sens de rotation est indifférent ;
- alors que la dynamo réclame un régulateur de tension et d'intensité l'alternateur se contente d'un régulateur de tension. C'est d'ailleurs pour cette raison que notre montage ne peut s'appliquer qu'aux véhicules équipés d'alternateur.

## Les régulateurs

Sur une auto, la batterie est généralement reliée directement à l'alternateur. Lorsque celle-ci est déchargée, sa résistance interne est très faible et la sortie de l'alternateur se trouve quasiment court-circuitée, entraînant un courant de sortie excessif. C'est pour cela que la présence du régulateur est indispensable. Le principe est basé sur le fait que le débit de l'alternateur est fonction du courant d'excitation appliqué à l'inducteur. La régulation du débit a donc lieu par action sur le courant d'excitation de l'alternateur.

### Les régulateurs mécaniques

Ce sont les modèles les plus répandus. Ils sont constitués d'un solénoïde attirant plus ou moins un contact selon la tension du circuit (fig. 2).

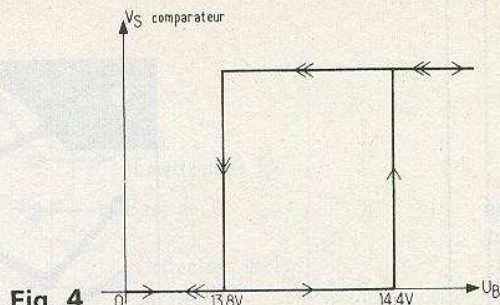


Fig. 4

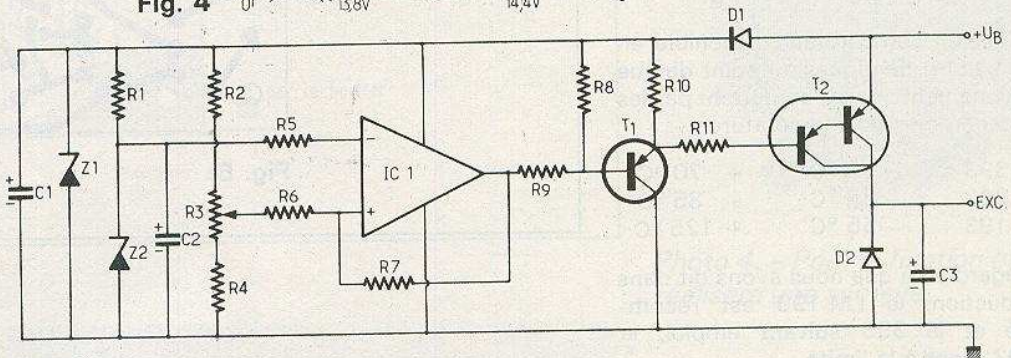


Fig. 3

- Lorsque la tension  $U_B$  est faible, le solénoïde est désexcité et le contact se trouve en position 1. La résistance  $R$  est court-circuitée et le courant d'excitation est maximal puisque toute la tension  $U_B$  est appliquée aux bornes de l'inducteur ;
- lorsque la tension  $U_B$  augmente, le solénoïde est peu à peu excité et le contact passe en position 2. A ce moment-là, le courant d'excitation diminue car la résistance  $R$  est en série avec l'inducteur entraînant une chute de tension ;
- enfin lorsque la tension  $U_B$  est trop élevée, le contact est attiré en 3 et le courant d'excitation est nul. L'inducteur est court-circuité.

Les inconvénients majeurs de ce régulateur sont les suivants :

- relative imprécision dans les tensions de conjonction-disjonction ;
- dérèglement dans le temps ;
- usure mécanique.

### Le régulateur électronique

Son schéma est donné figure 3. Le principe est identique à celui du régulateur mécanique.

$IC_1$  est un comparateur dont l'entrée inverseuse est portée à un potentiel de référence de 6,2 V. L'entrée non inverseuse est reliée à la tension d'alimentation par l'intermédiaire d'un diviseur de tension. La résistance  $R_3$  permet d'ajuster le seuil de basculement du comparateur.  $IC_1$  est un comparateur du type « collecteur ouvert », c'est-à-dire que le collecteur du transistor de sortie est en l'air. La résis-

tance  $R_8$  sert donc de charge à ce transistor.

Lorsque le potentiel appliqué sur l'entrée  $e+$  de  $IC_1$  est supérieur à celui qui est appliqué sur l'entrée  $e-$ , le transistor de sortie du comparateur est bloqué. La base de  $T_1$  est donc reliée au  $+V$  par  $R_9$  et  $R_8$ , ce qui a pour effet de bloquer  $T_1$  ainsi que  $T_2$ . L'excitation de l'alternateur est alors coupée et celui-ci ne débite plus.

Par contre lorsque la tension baisse, le potentiel appliqué sur  $e-$  devient supérieur à celui appliqué sur  $e+$  et le transistor de sortie du comparateur se sature, entraînant la conduction de  $T_1$  et la saturation de  $T_2$ . Le courant d'excitation est alors maximal et l'alternateur recommence à débiter jusqu'à ce que la tension augmente suffisamment pour faire basculer  $IC_1$  à nouveau.

Afin d'éviter des oscillations autour du point de basculement de  $IC_1$ , nous avons introduit à l'aide de  $R_6$  et  $R_7$  un hystérésis dans les seuils de commutation (fig. 4). Cet hystérésis est dimensionné de manière à ce que l'excitation de l'alternateur soit coupée pour une tension de 14,4 V et qu'elle reprenne pour une tension de 13,8 V environ.

Au sujet de certains composants :

- $C_1, C_2$  sont des condensateurs de filtrage ;
- $Z_1$  est une zener d'écrêtage des éventuelles surtensions ;
- $Z_2$  est une zener compensée en température pour obtenir une dérive thermique minimale (ex. : 1N825) ;
- $R_5$  sert à équilibrer les courants d'entrée du comparateur ;



-  $D_2$  et  $C_3$  protègent  $T_2$  des surtensions créées lors de la coupure du courant d'excitation. (N'oublions pas que l'inducteur est un bobinage) ;

-  $IC_1$  est un comparateur disponible en trois versions identiques au point de vue fonctionnement, mais n'admettant pas les mêmes gammes de température :

LM 393	0 °C	+ 70 °C
LM 293	- 25 °C	+ 85 °C
LM 193	- 55 °C	+ 125 °C

En égard à ce que nous avons dit dans l'introduction, le LM 193 est recommandé et le 393 suivant emploi, le LM 293 étant à la limite.

Par ailleurs  $IC_1$  est un double comparateur. Les entrées du comparateur non utilisées sont à relier à la masse.

## Réalisation pratique

Le tracé du circuit imprimé est donné à l'échelle unitaire **figure 5**. Nous l'avons dimensionné de manière à l'incorporer dans un boîtier TEKO 3/A. Réalisé sur de l'époxy par un procédé photo-sensible, le circuit se prête néanmoins à d'autres méthodes, car les pistes sont assez espacées. Quelle que soit la méthode que vous utiliserez, il faudra plonger le circuit dans le perchlorure. L'attaque du cuivre terminée, le circuit sera rincé à l'eau et si possible étamé avant perçage. Ce dernier sera effectué avec un foret de 0,9 ou 1 mm pour les composants et un foret de 3,2 mm pour les quatre trous de fixation du circuit. Attention, la masse du circuit se faisant par le boîtier, un des trous de fixation est situé dans la mini plage de masse.

L'implantation se fera conformément à la **figure 6**. Commencer par souder les plus petits composants en veillant à les plaquer contre le support époxy afin qu'ils aient une bonne tenue aux vibrations. Veiller à l'orientation du circuit intégré, des diodes et des condensateurs. Les entrées et sorties sont regroupées sur un côté du circuit et on pourra utiliser avantageusement des cosses à souder. Le transistor  $T_2$  sera fixé sur le capot du boîtier.  $T_2$  fonctionnant en bloqué-saturé, sa dissipation est faible et il n'est pas nécessaire d'utiliser un radiateur.

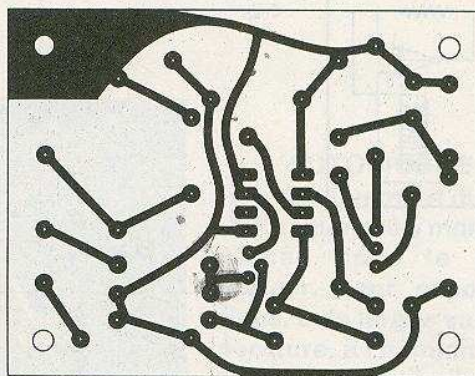


Fig. 5

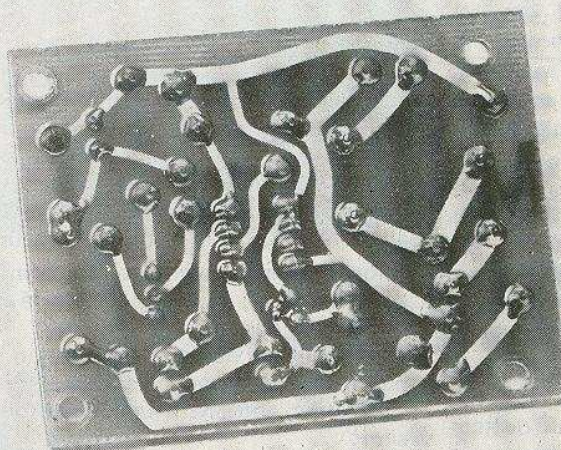


Photo 2.  
Le tracé du circuit imprimé se reproduira facilement.

Le boîtier étant relié à la masse, on n'omettra pas de réaliser une isolation correcte, à l'aide de mica et de canons isolants, du transistor  $T_2$ .

## Le boîtier

Il s'agit, nous l'avons dit, d'un modèle TEKO 3/A. Pour fixer celui-ci sur l'auto avec une bonne rigidité, nous avons réalisé une contre-plaque dont le plan de traçage et de perçage est donné **figure 7**. Les cotes des trous de  $\varnothing$  3,2 mm ne sont pas indiquées car pour simplifier les problèmes de visserie et de tôlerie (bête noire en général des électroniciens amateurs), les perçages de la plaque et du boîtier seront effectués simultanément.

Pour ce faire, disposer le circuit

imprimé percé au fond de la boîte dans la position qu'il occupera normalement. Poser le boîtier sur la contre-plaque. Il suffit ensuite de percer dans les trous du circuit imprimé.

Par précaution, il est astucieux d'introduire un écrou de 3 chaque fois qu'un trou est percé. On élimine ainsi les problèmes de bougé et du foret qui dévie.

La **figure 8** indique comment effectuer l'assemblage du boîtier, de la contre-plaque et du circuit imprimé. N'utiliser que des écrous et entretoises métalliques pour assurer un bon contact entre le boîtier et la plage de masse du circuit.

Les sorties + 12 V et EXC. pourront se faire par des cosses (voir photo) ou plus simplement par des fils. Dans ce dernier cas, on utilisera obligatoirement un passe-fil pour que les fils ne se dénudent pas en frottant contre le boîtier.



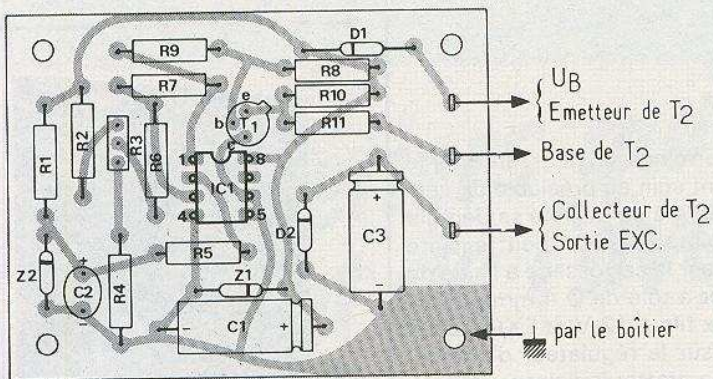


Fig. 6

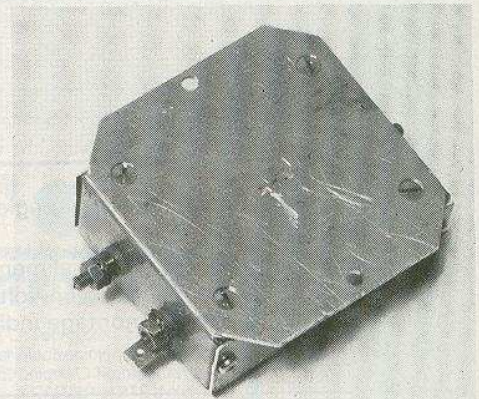


Photo 4. – Pour la fixation on réalisera une semelle.

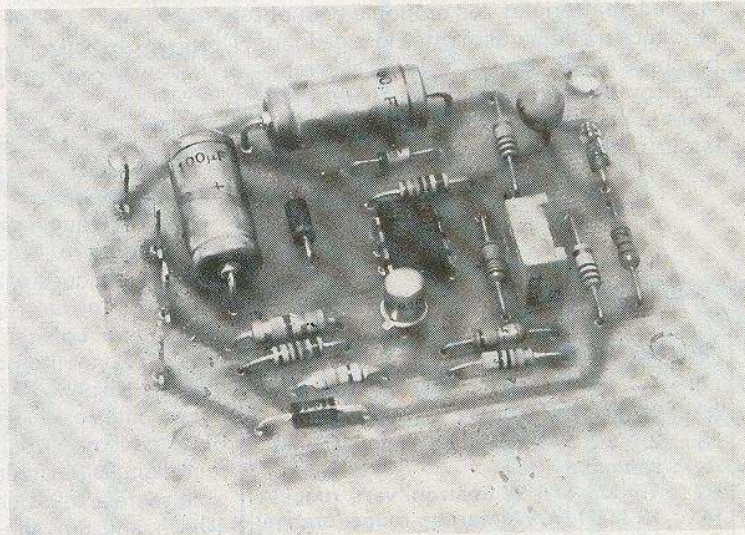


Photo 3. Quelques éléments disposés autour du circuit intégré.

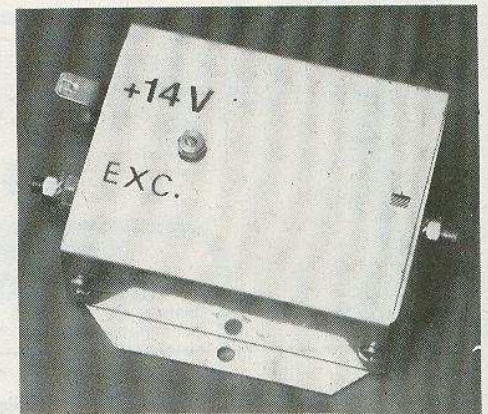


Photo 5. – Un aspect fini du montage en question.

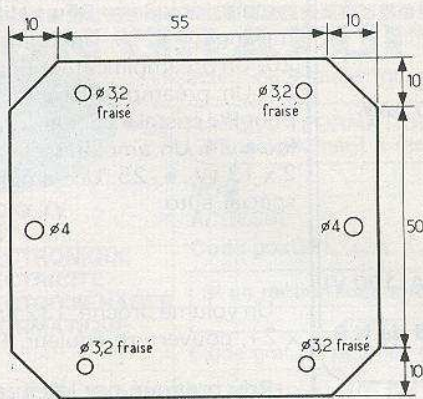


Fig. 7

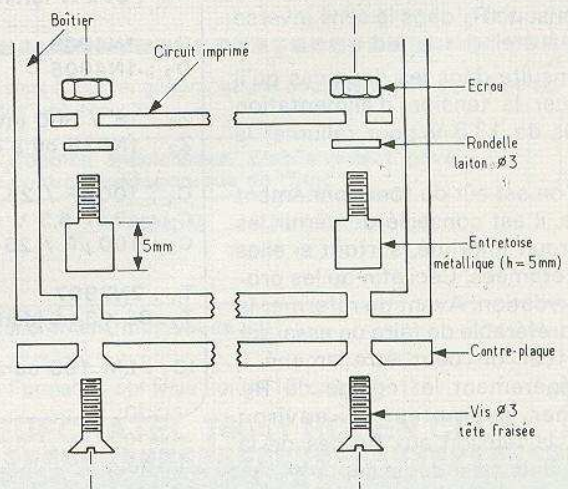


Fig. 8



## Mise au point Réglage

La seule mise au point consiste à régler la résistance ajustable  $R_3$ .

Pour cela il faut disposer d'une alimentation réglable de 10 à 16 V et d'un voltmètre 0 à 16 V. Réaliser le montage indiqué figure 9.

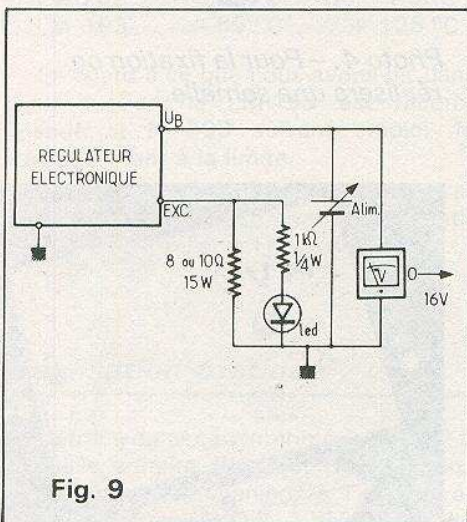


Fig. 9

Avant de mettre sous-tension, positionner  $R_3$  au milieu de sa course. Alimenter ensuite le montage sous 14,4 V. Deux cas peuvent se produire :

– la led est allumée : manœuvrer  $R_3$  doucement jusqu'à l'extinction de la led ; – la led est éteinte : tourner  $R_3$  de manière à allumer la led.

Tourner ensuite  $R_3$  dans le sens inverse de manière à éteindre la led.

Vérifier ensuite dans les deux cas qu'il faille diminuer la tension d'alimentation aux environs de 13,8 V pour rallumer la led.

Lorsque l'on est sûr du fonctionnement du montage, il est conseillé de vernir les pistes du circuit imprimé, surtout si elles ne sont pas étamées. Ceci afin de les protéger de l'oxydation. Avant de refermer la boîte, il est préférable de faire un essai sur le véhicule, car on peut être amené à retoucher légèrement le réglage de  $R_3$ . Faire tourner le moteur à environ 2500 t/mn, la tension aux bornes de la batterie ne doit pas dépasser 14,4 V. Faire fonctionner les phares, la tension de la batterie doit rester constante et proche de 14,4 V.

Ces essais terminés, on peut refermer le coffret en ayant soin au préalable de vernir  $R_3$  de manière à ce qu'il ne se dérègle pas avec les vibrations. On peut ensuite fixer le boîtier sur la carrosserie à l'aide de deux vis Parker à tôle de  $\varnothing$  4 mm et raccorder les deux fils + 12 V et EXC à ceux qui arrivaient sur le régulateur d'origine. Prendre soin de gratter la peinture autour des vis de fixation pour avoir une masse « franche » sur le boîtier. Ce montage facile à poser vous permettra d'ajuster parfaitement la tension du circuit électrique de l'auto à la valeur optimale de 14,4 V et ainsi d'augmenter la durée de vie de la batterie et des ampoules qui ont tendance à être suralimentés lors de longs parcours à haut régime. De plus si le montage tombe en panne, il vous restera toujours la ressource d'utiliser l'ancien régulateur pour rentrer.

PHILIPPE CHALBOS

### Nomenclature

$R_1$  : 820  $\Omega$  1/4 W (gris, rouge, marron)  
 $R_2$  : 2,2 k $\Omega$  1/4 W (rouge, rouge, rouge)  
 $R_3$  : ajustable 1 k $\Omega$   
 $R_4$  : 1,5 k $\Omega$  1/4 W (marron, vert, rouge)  
 $R_5$  : 12 k $\Omega$  1/4 W (marron, rouge, orange)  
 $R_6$  : 12 k $\Omega$  1/4 W (marron, rouge, orange)  
 $R_7$  : 560 k $\Omega$  1/4 W (vert, bleu, jaune)  
 $R_8$  : 22 k $\Omega$  1/4 W (rouge, rouge, orange)  
 $R_9$  : 10 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, orange)  
 $R_{10}$  : 1 k $\Omega$  1/4 W (marron, noir, rouge)  
 $R_{11}$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)

$D_1$  : 1N4005  
 $D_2$  : 1N4005

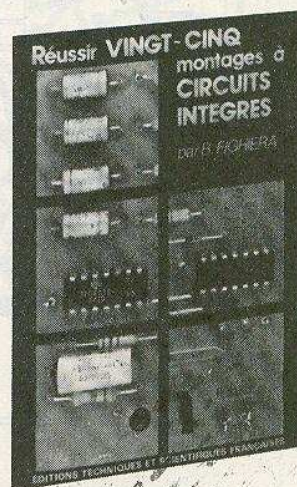
$Z_1$  : 18 V 500 mW  
 $Z_2$  : 1N825 ou à défaut 6 V2 500 mW.

$C_1$  : 100  $\mu$ F / 25 V  
 $C_2$  : 47  $\mu$ F 6,3 V tantale  
 $C_3$  : 100  $\mu$ F / 25 V

$T_1$  : 2N2907  
 $T_2$  : BDX 34 C (darlington PNP, 10 A, 100 V)

IC<sub>1</sub> : LM 193 ou à défaut LM 293 de N.S.

## BIBLIOGRAPHIE



### REUSSIR VINGT CINQ MONTAGES A CIRCUITS INTÉGRÉS

B.Fighera

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.



# CORRECTEUR

## graves / médiums / aigus

**T**OUTES les installations Hi-Fi disposent de correcteurs de tonalité avec réglages séparés des graves et des aigus, à telle enseigne que les fabricants considèrent qu'il s'agit là de caractéristiques importantes et qu'ils le font figurer dans leur catalogue comme un avantage indéniable.

Sur les appareils de bas de gamme, version de l'électrophone d'hier, un simple contrôle de tonalité suffit. Pouvoir obtenir une correction supplémentaire à l'aide de trois réglages, et non de deux, peut s'avérer intéressant. C'est pourquoi nous nous proposons de décrire un tel montage.

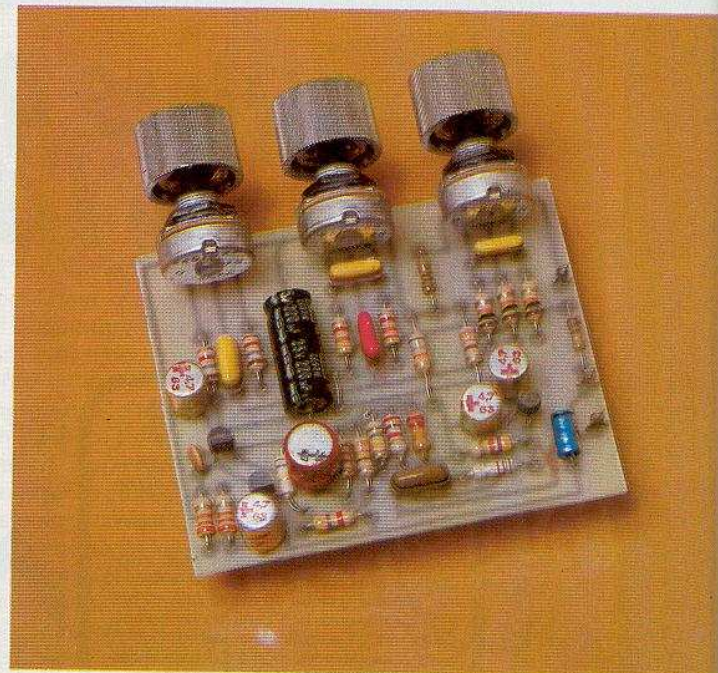
Les éléments mis en jeu sont désormais connus, et d'un prix de revient très bas.

### Le schéma de principe

Le schéma de principe du montage en question est publié figure 1. Les transistors vont apporter la simplicité au niveau du fonctionnement ; ils sont au nombre de trois afin de compenser les pertes du circuit correcteur.

Précisons que le gain du montage avoisine l'unité. C'est dire qu'on pourra l'intercaler entre le préamplificateur RIAA, par exemple, et le module de puissance pour peu que l'entrée de ce dernier se réalise sous 10 k $\Omega$  d'impédance.

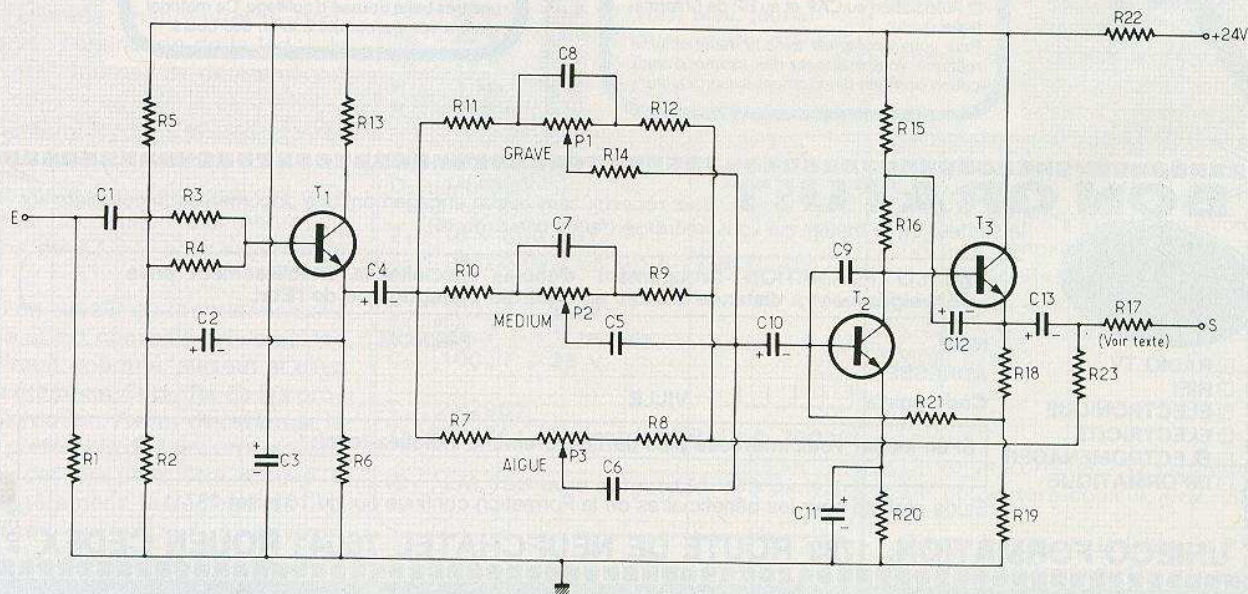
L'entrée du correcteur s'effectue sous haute impédance, 150 à 200 k $\Omega$ , et avec une sensibilité de 100 mV environ. Le premier transistor est monté en adaptateur d'impédance. Nous retrouverons, en conséquence, les signaux au niveau de l'émetteur, et non du collecteur.



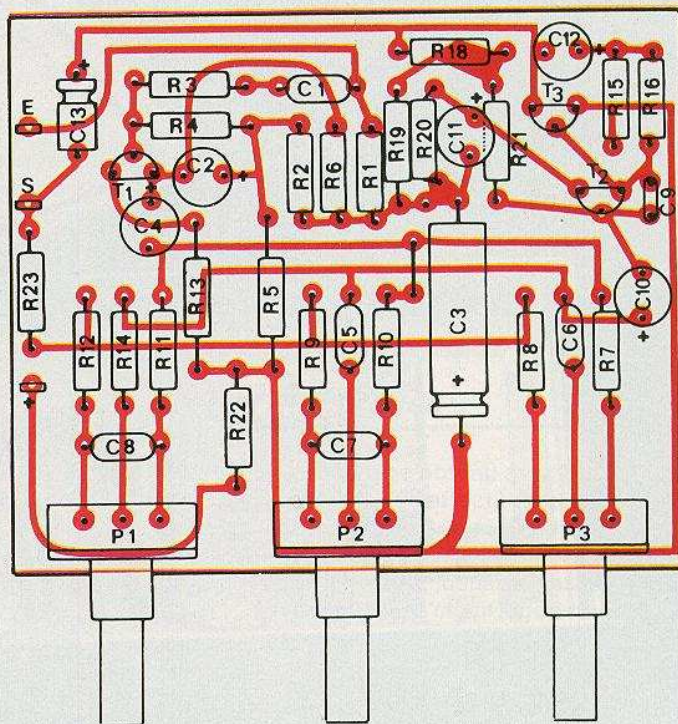
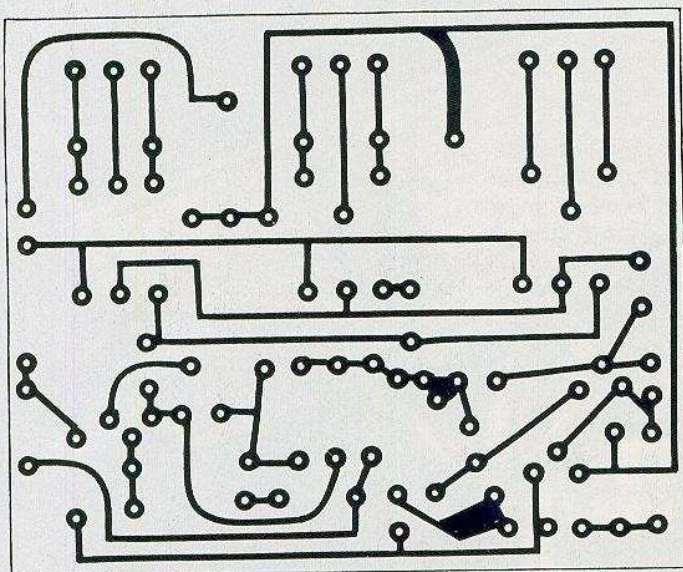
Le circuit correcteur proprement dit s'attaque donc sous basse impédance afin d'éviter les éventuels accrochages. Ce correcteur met en œuvre uniquement des éléments résistances/condensateurs, les potentiomètres P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> constituant alors nos réglages recherchés.

Vous remarquerez néanmoins que ce correcteur, fait pour plus d'efficacité partie de la boucle de contre-réaction du préamplificateur T<sub>2</sub>/T<sub>3</sub> qui fait suite.

Le préamplificateur fait appel à un montage tandem classique avec une liaison directe collecteur de T<sub>2</sub> avec







base de  $T_3$  due à la présence de la résistance  $R_{16}$  de  $33\text{ k}\Omega$ .

Le premier transistor comporte une contre-réaction locale d'émetteur à l'aide des éléments  $R_{20}/C_{11}$ , tandis que les éléments  $R_{18}/R_{19}$  et  $R_{21}$  fixent le gain et contribuent à la stabilité de l'ensemble. Le condensateur  $C_9$  de  $100\text{ pF}$  évite l'entrée en oscillation du montage. Quant à la résistance  $R_{17}$ , sa valeur dépendra de la sensibilité d'entrée du module amplificateur 1 à  $22\text{ k}\Omega$ .

L'alimentation générale du module se réalise à l'aide d'une cellule de filtrage  $R_{22}/C_3$  qui autorise une tension d'alimentation s'échelonnant de  $16$  à  $24\text{ V}$  sans problèmes.

Ce dernier se reproduira très facilement à l'aide d'éléments de transfert direct (pastilles et bandes). Pour la mise en place des éléments, il suffira de se reporter à l'implantation des éléments de la figure 3. Il ne faudra pas oublier le strap de liaison, réalisé à l'aide de l'excédent d'une connexion de sortie d'une résistance. Certains condensateurs sont du type « radiaux », mais il ne faudra pas confondre le plus et le moins au moment de la mise en place.

Les potentiomètres  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  seront soudés en dernier lieu. S'ils devaient, pour une raison quelconque, être déportés du module, il faudrait de préférence employer pour les liaisons du fil blindé.

■  
S.F.

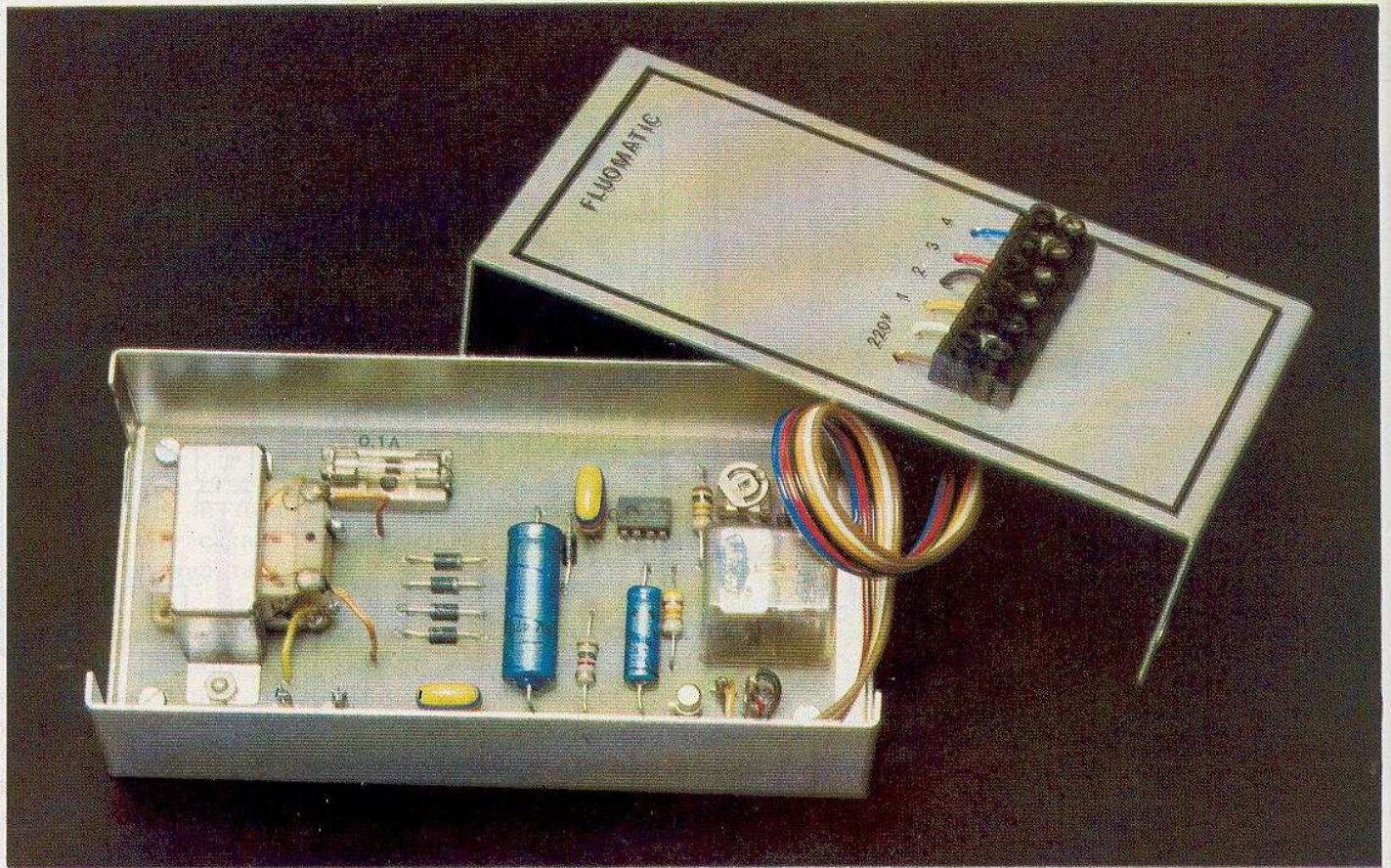
### Réalisation pratique

Pour la réalisation pratique, l'auteur s'est livré à l'exécution du tracé d'un circuit imprimé que nous publions grandeur nature.

### Liste des composants

$R_1 = 150\text{ k}\Omega$ (marron, vert, jaune)	$R_{20} = 1,2\text{ k}\Omega$ (marron, rouge, rouge)
$R_2 = 220\text{ k}\Omega$ (rouge, rouge, jaune)	$R_{21} = 180\text{ k}\Omega$ (marron, gris, jaune)
$R_3 = 1,5\text{ k}\Omega$ (marron, vert, rouge)	$R_{22} = 150\ \Omega$ (marron, vert, marron)
$R_4 = 47\text{ k}\Omega$ (jaune, violet, orange)	$R_{23} = 150\ \Omega$ (marron, vert, marron)
$R_5 = 68\text{ k}\Omega$ (bleu, gris, orange)	$P_1 = P_2 = P_3 =$ potentiomètre $100\text{ k}\Omega$ linéaire
$R_6 = 2,2\text{ k}\Omega$ (rouge, rouge, rouge)	$C_1 = 0,1\ \mu\text{F}$ plaquette
$R_7 = 1,8\text{ k}\Omega$ (marron, gris, rouge)	$C_2 = 4,7\ \mu\text{F}/16\text{ V}$
$R_8 = 1,8\text{ k}\Omega$ (marron, gris, rouge)	$C_3 = 220\ \mu\text{F}/25\text{ V}$
$R_9 = 3,3\text{ k}\Omega$ (orange, orange, rouge)	$C_4 = 4,7\ \mu\text{F}/16\text{ V}$
$R_{10} = 3,3\text{ k}\Omega$ (orange, orange, rouge)	$C_5 = 22\text{ nF}$ plaquette
$R_{11} = 10\text{ k}\Omega$ (marron, noir, orange)	$C_6 = 4,7\text{ nF}$ plaquette
$R_{12} = 10\text{ k}\Omega$ (marron, noir, orange)	$C_7 = 4,7\text{ nF}$ plaquette
$R_{13} = 330\ \Omega$ (orange, orange, marron)	$C_8 = 47\text{ nF}$ plaquette
$R_{14} = 10\text{ k}\Omega$ (marron, noir, orange)	$C_9 = 100\text{ pF}$ céramique
$R_{15} = 33\text{ k}\Omega$ (orange, orange, orange)	$C_{10} = 4,7\ \mu\text{F}/16\text{ V}$
$R_{16} = 33\text{ k}\Omega$ (orange, orange, orange)	$C_{11} = 220\ \mu\text{F}/16\text{ V}$
$R_{17} =$ (voir texte)	$C_{12} = 4,7\ \mu\text{F}/16\text{ V}$
$R_{18} = 4,7\text{ k}\Omega$ (jaune, violet, rouge)	$C_{13} = 10\ \mu\text{F}/25\text{ V}$
$R_{19} = 330\ \Omega$ (orange, orange, marron)	$T_1 = T_2 = T_3 = \text{BC 547, BC 408B, etc.}$





**L'**UTILISATION de tubes fluorescents présente de nombreux avantages en comparaison aux lampes à incandescence : consommation nettement inférieure, lumière émise plus blanche, durée de vie beaucoup plus importante. En revanche, lors de l'allumage du tube, on constate plusieurs clignotements qui sont désagréables et préjudiciables à la durée de vie du tube et du starter. Pour pallier ces inconvénients, nous proposons un montage destiné à automatiser l'allumage du tube. Celui-ci s'allume franchement sans faille et le fonctionnement sera beaucoup plus agréable à l'œil. Notons que le prix de revient d'un tel montage est très faible et peut être utilisé sans problème pour une réglette à deux tubes.

# Allumage automatique pour tubes fluorescents : LE FLUOMATIC

## Principe de fonctionnement

Nous nous bornerons à étudier le cas du tube fluorescent à starter. Il existe, en effet, un modèle à allumage instantané qui est peu courant, et qui nécessite l'emploi de ballast spécial ainsi qu'un tube à bande d'amorçage.

Le modèle à starter (fig. 1) est de loin le plus courant. Lors de la mise sous tension, on est en présence d'un circuit série composé de la self, du filament supérieur,

du starter, et du filament inférieur. Le courant étant presque nul, on retrouve les 220 V du secteur aux bornes du starter. Celui-ci est constitué d'un bilame à contact ouvert au repos, le tout encapsulé dans une ampoule sous vide. La tension de 220 V cause, entre les contacts du bilame, un amorçage. La chaleur, ainsi créée, permet au bilame de se courber et d'établir son contact.

Les filaments sont donc reliés en série avec la self. Celle-ci possède une impédance faible. De ce fait, les deux filaments

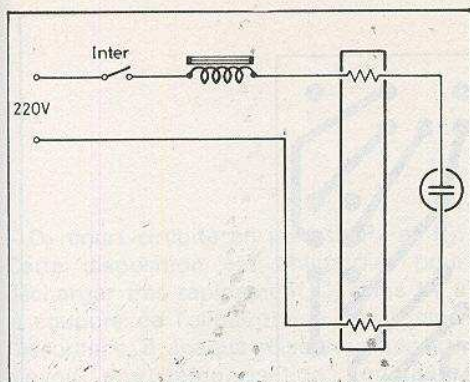
rougissent. Le bilame, qui s'est refroidi, s'ouvre et coupe l'alimentation des deux filaments.

Du fait de la présence de la self dans le circuit, l'ouverture du bilame crée une surtension qui se retrouve à chaque extrémité du tube. Celui-ci s'amorce aussitôt.

La self crée une légère chute de tension. La tension aux bornes du starter est insuffisante pour amorcer celui-ci.

En pratique, il faut au starter plusieurs coupures pour allumer le tube.





**Fig. 1. – Les tubes fluorescents à « starter » sont de loin les plus répandus.**

### Fonctionnement du montage

Lors de la mise sous tension du tube, on alimente aussi le transfo. 220 V / 14 V. Les diodes D<sub>3</sub> à D<sub>6</sub> font office de pont redresseur. C<sub>2</sub> assure un filtrage efficace, C<sub>1</sub> permet une protection contre les parasites véhiculés par le secteur.

Le cœur du montage est constitué par un NE 555. Il est monté en monostable.

Dès l'alimentation du montage, le 555 démarre pour une temporisation, car la borne 2, est reliée à la borne 6. La durée de cette temporisation est déterminée par P<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> et C<sub>3</sub>. Avec les valeurs du montage, on obtient une plage de réglage allant de 0,5<sup>s</sup> à 3<sup>s</sup>. L'expérience montre que ce temps est largement suffisant pour notre application.

Pendant la période d'action du monostable, on trouve un état haut (environ 12 V) sur la borne 3 du circuit intégré. Cette tension permet de polariser T<sub>1</sub> grâce à R<sub>3</sub>.

T<sub>1</sub> devient conducteur et permet d'alimenter la bobine du relais. Celui-ci s'excite et établit ses contacts travail M1 T<sub>1</sub> et M2 T<sub>2</sub>. Ces contacts court-circuitent chacun des starters et permettent le chauffage des électrodes au rouge.

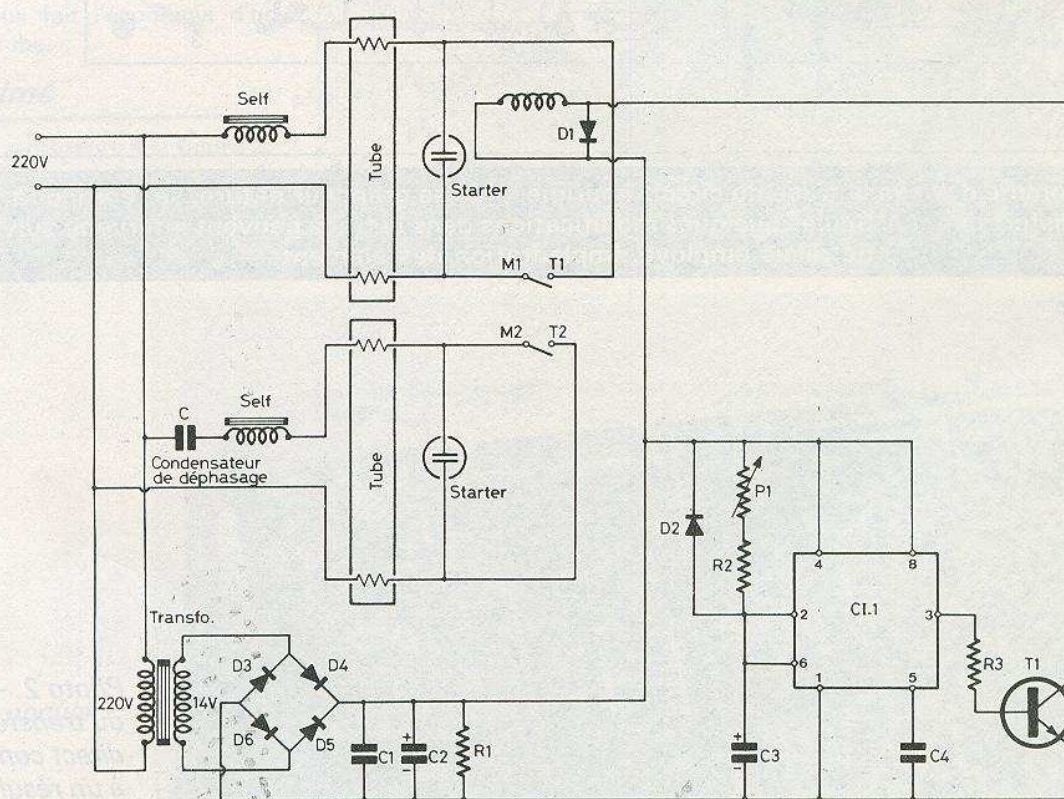
Après un certain temps, déterminé par P<sub>1</sub>, le 555 passe au repos. T<sub>1</sub> se bloque et le relais revient au repos.

La surtension créée permet un allumage correct du tube.

Le condensateur en série avec le deuxième ballast réalise un déphasage de 90° éliminant l'effet stroboscopique. Un tube est allumé lorsque l'autre est éteint.

### Remarques

- L'allumage obtenu avec le montage est plus franc et s'effectue sans clignotement car le temps de chauffage des électrodes est maintenu suffisamment (1,3 s environ). En effet, dans le cas du montage avec starter, le chauffage est trop court et nécessite plusieurs actions du starter, d'où ce clignotement très désagréable ;
- la diode montée en inverse sur la bobine du relais permet d'éviter de claquer T<sub>1</sub> par surtension. Elle est indispensable ;



**Fig. 2. – Le montage essentiellement construit autour d'un classique 555 va permettre un allumage automatique et sans vacillement, beaucoup plus agréable à l'œil, qui plus est, la durée de vie des « fluo » sera largement prolongée.**



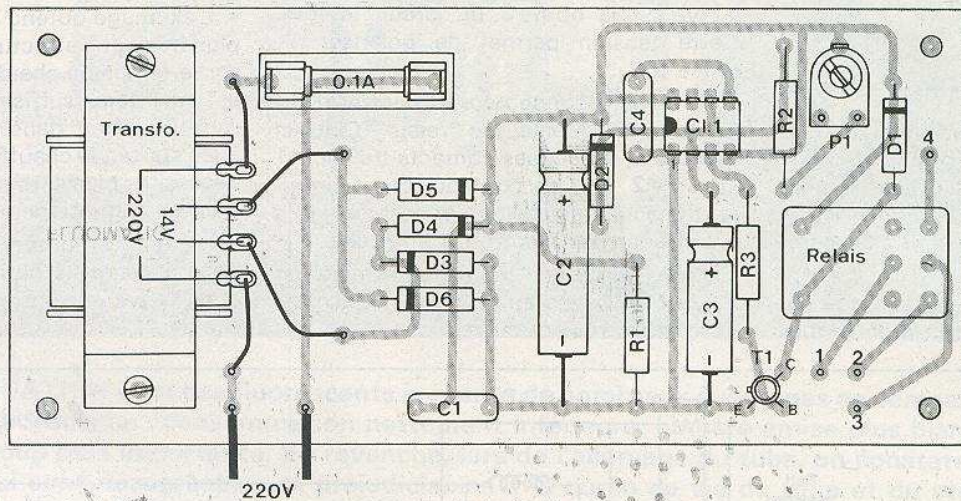
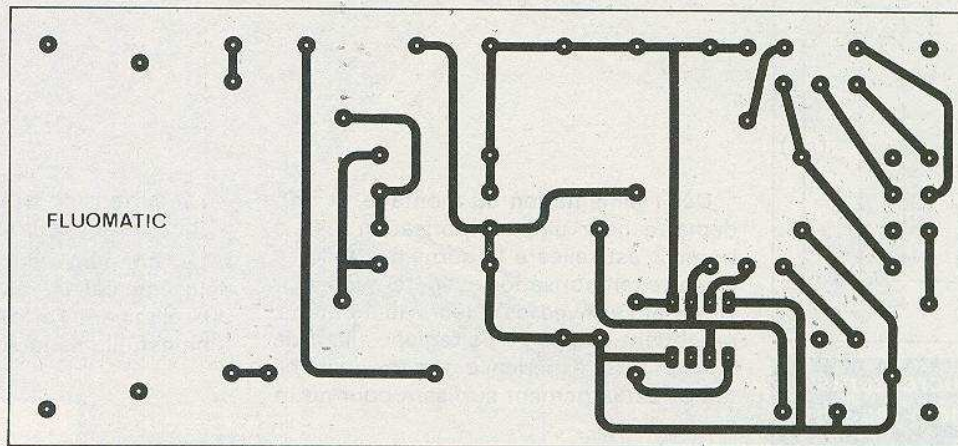


Fig. 3. et 4. - Comme d'usage le tracé du circuit imprimé, précise grandeur nature, se reproduira facilement à l'aide de « transfert direct ». Seules quelques modifications dans le tracé peuvent intervenir suivant le type de relais employé. Implantation des éléments.

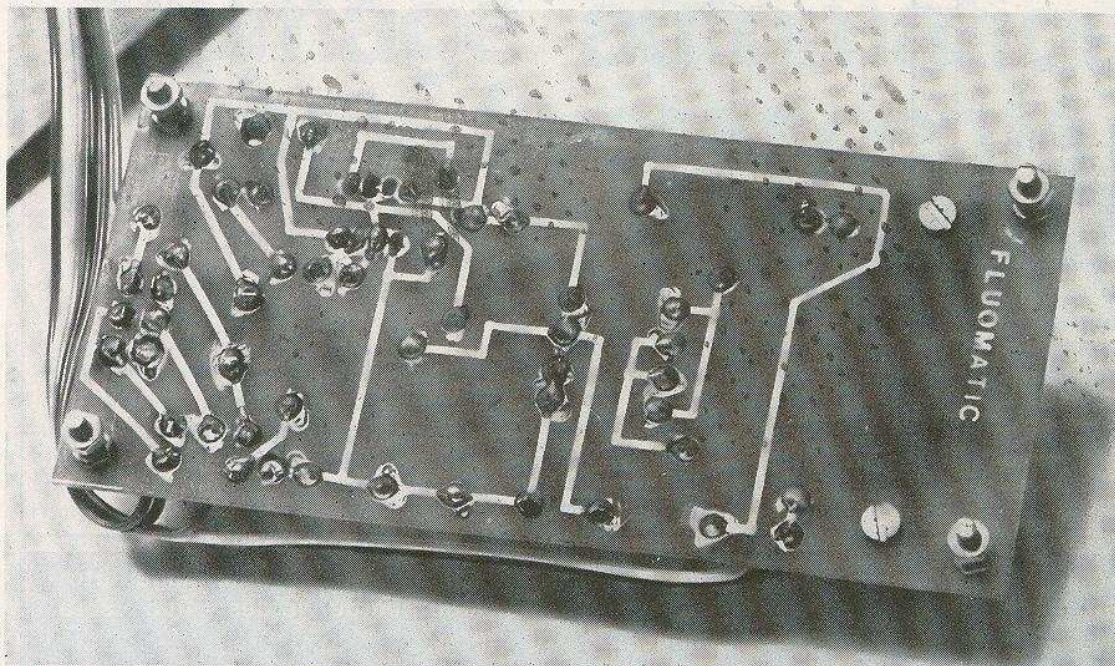


Photo 2. - La méthode du transfert direct conduit à un résultat propre et net comme en témoigne cette prise de vue.



-  $D_2$  court-circuite en inverse  $P_1$  et  $R_2$ . Cette disposition est obligatoire pour décharger très rapidement  $C_3$  dans  $R_1$  à la coupure de l'alimentation. On a ainsi l'assurance, à chaque mise sous tension d'avoir une temporisation constante, même dans le cas de faible coupure (panne de courant, etc.);

- on remarque que l'on conserve les starters pour chaque tube. Cela est indispensable pour deux raisons. Si pour une cause quelconque le tube ne s'allumait pas en version automatique, les autres allumages s'effectueraient grâce au starter. Notons que sur la maquette, l'allumage a toujours été obtenu par le relais sans problème;

- lors de la coupure des contacts du relais, il se produit aux bornes de ces contacts une surtension nécessaire pour allumer le tube. Si rien n'était prévu, les contacts du relais seraient rapidement détériorés. On utilise pour éviter cela le condensateur qui est incorporé au starter et qui est branché en parallèle sur le bilame. Cela nous fait l'économie d'un composant par tube.

### Circuit imprimé

Son dessin est représenté à la figure 3. Il est prévu pour être inséré dans un boîtier métallique Teko 4 B. Il est conseillé de vérifier que l'encombrement du relais et de l'ajustable est identique à celui de la

maquette. Nous avons choisi des modèles courants qui sont disponibles partout.

Le tracé est assez clair et, sauf pour le circuit intégré, on pourra employer le bon vieux stylo marqueur. N'hésitez pas à repasser plusieurs fois les traits. L'utilisation de symboles transferts et de rubans adhésifs donnera des résultats plus pré-

sentables. Le nec plus ultra est bien entendu la méthode photographique.

Utilisez des circuits en verre époxy qui sont plus solides et permettent de voir le tracé par transparence. Le circuit gravé, on procédera à l'insertion des composants (fig. 4) en veillant, comme toujours, à la polarité des éléments.

Photo 4. - On a toujours besoin d'un petit 555 chez soi...

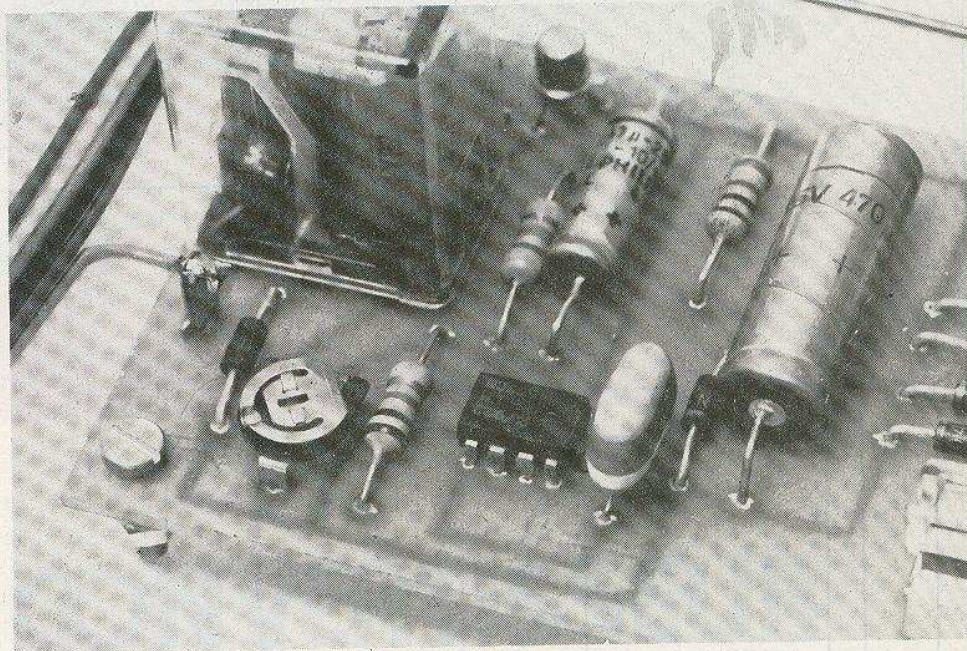
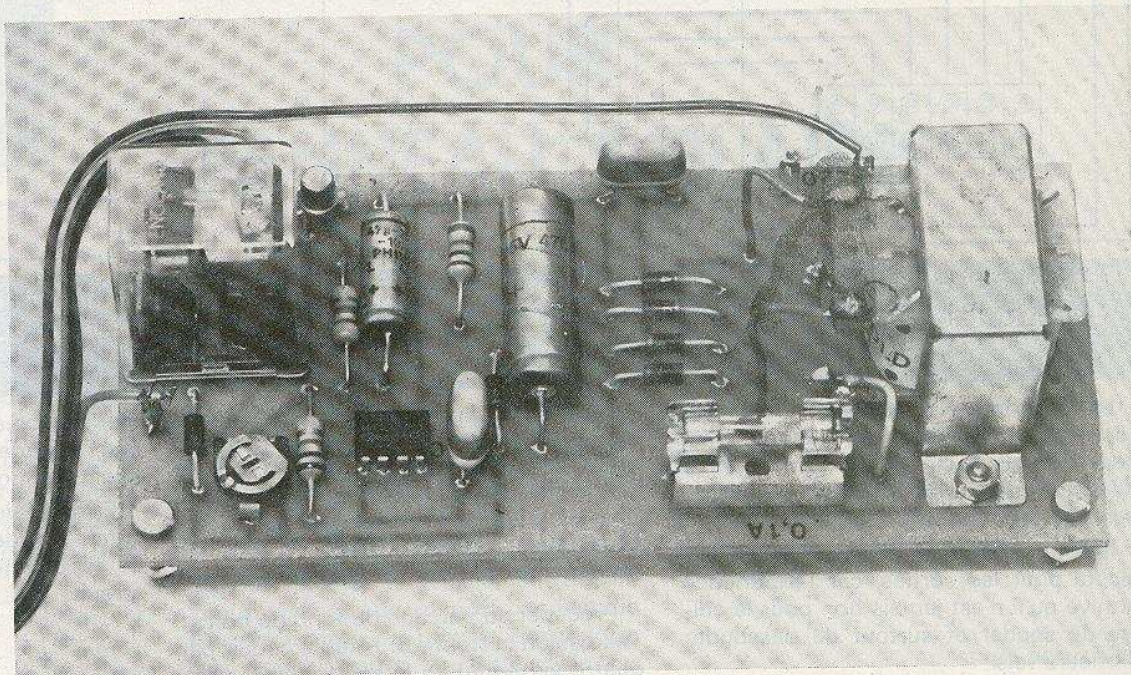
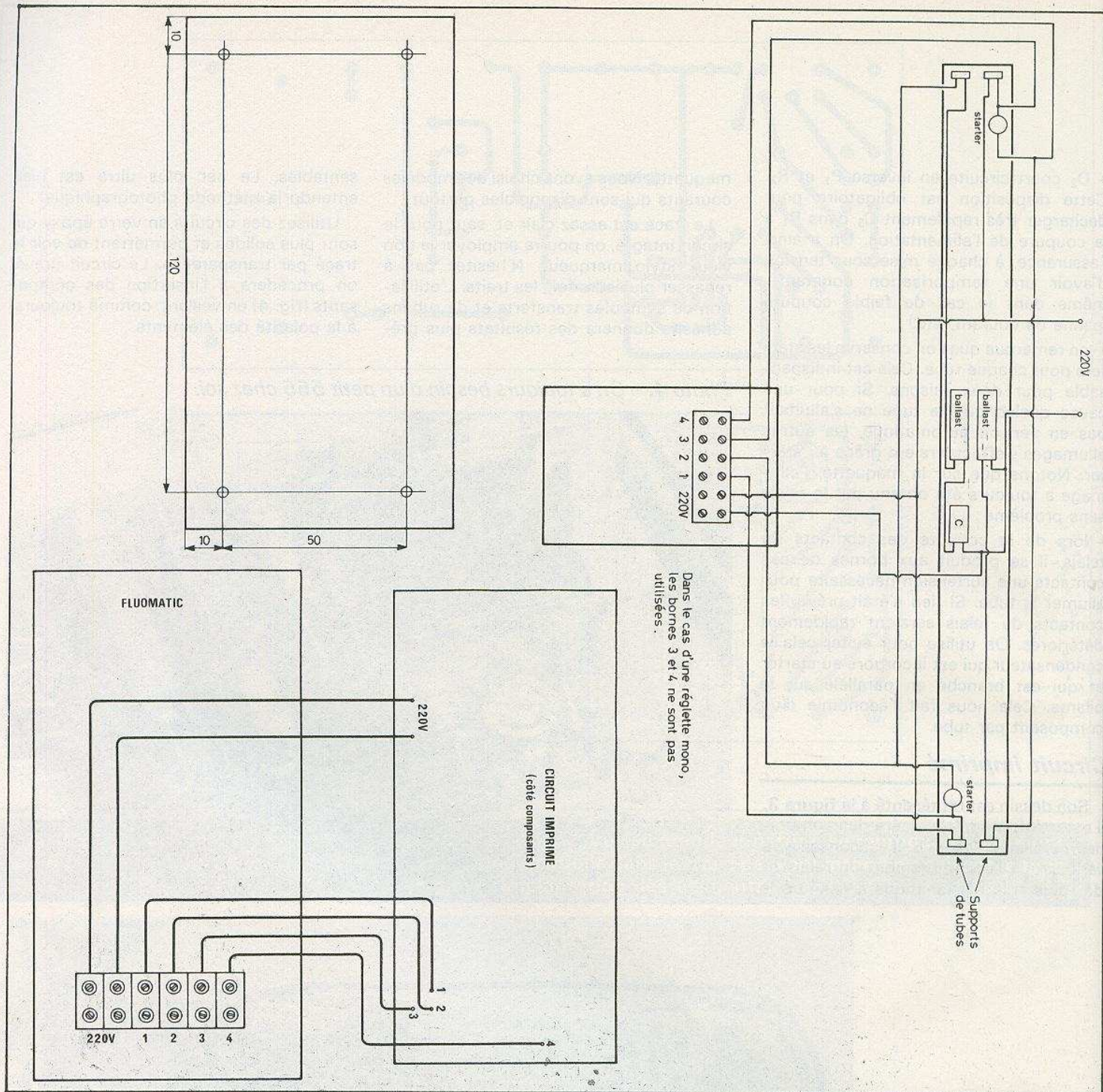


Photo 3. - Le module câblé comme il se présente avec une implantation claire et rationnelle le circuit imprimé supportant tous les éléments.







Dans le cas d'une réglette mono, les bornes 3 et 4 ne sont pas utilisées.

Fig. 5. à 7. - Le montage a été introduit à l'intérieur d'un coffret Teko aluminium de référence 4/B. Une barrette « domino » très pratique et d'un prix de revient modique va permettre de raccorder le montage aux tubes fluorescents.

Le relais ne devra pas être monté sur support pour des raisons de hauteur. Afin de le fixer sur le circuit, il sera nécessaire d'élargir les trous pour que les cosses du relais puissent passer dans le circuit.

Il est préférable d'utiliser des cosses picôts pour les sorties, car l'expérience prouve qu'il n'est jamais bon pour le cuivre de souder et surtout de dessouder plusieurs fois.

Fixer en dernier lieu le transfo à l'aide de deux vis de 3 mm.

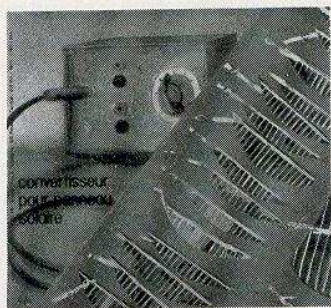
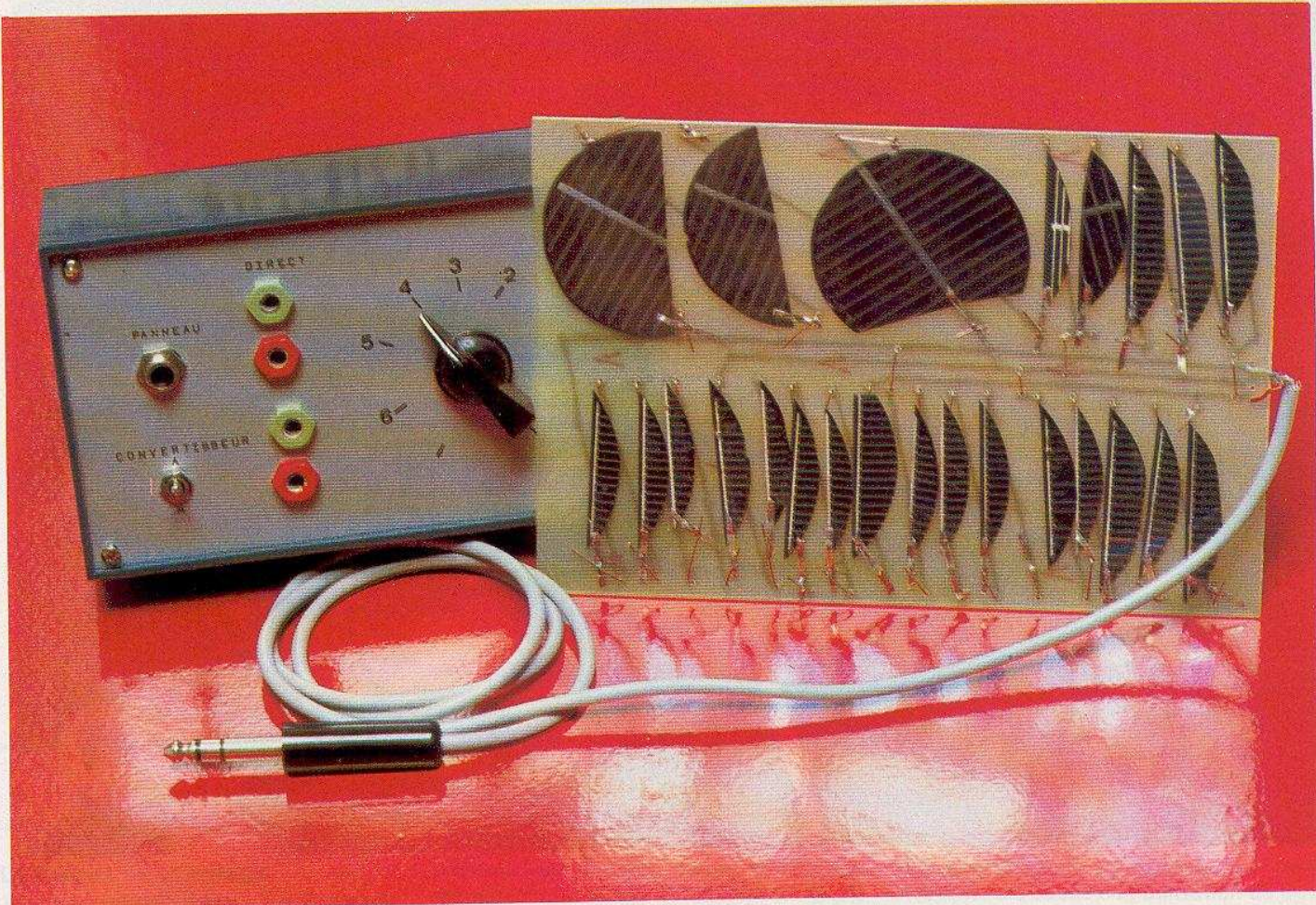
### Câblage - Essai final

Procéder au perçage du fond du boîtier Teko selon la figure 5. Fixer le circuit par quatre vis 3 mm en le surélevant légère-

ment grâce à des contre-écrous. On veillera cependant à ne pas dépasser la hauteur pour pouvoir fermer le boîtier.

Fixer également le domino sur le couvercle à l'aide de vis 2 mm. Il est conseillé de repérer les sorties pour éviter toute erreur.





# CONVERTISSEUR POUR PANNEAU SOLAIRE

**A**VEC le retour des beaux jours et le renchérissement du pétrole, croît l'intérêt pour le « solaire ». Dans le domaine « grand-public », cet intérêt s'est, jusqu'à présent du moins, limité aux chauffages ou chauffe-eau solaires. C'est pourquoi il peut être intéressant – et original – de disposer d'une petite alimentation stabilisée, tout à fait « écologique ».

## 1 – Principe de fonctionnement

### a) La cellule solaire

Une cellule solaire se présente sous la forme d'une petite surface de forme quelconque (ronde en général), foncée (bleue ou grise), parcourue de lignes blanches. L'envers est une surface unie brillante ou blanche.

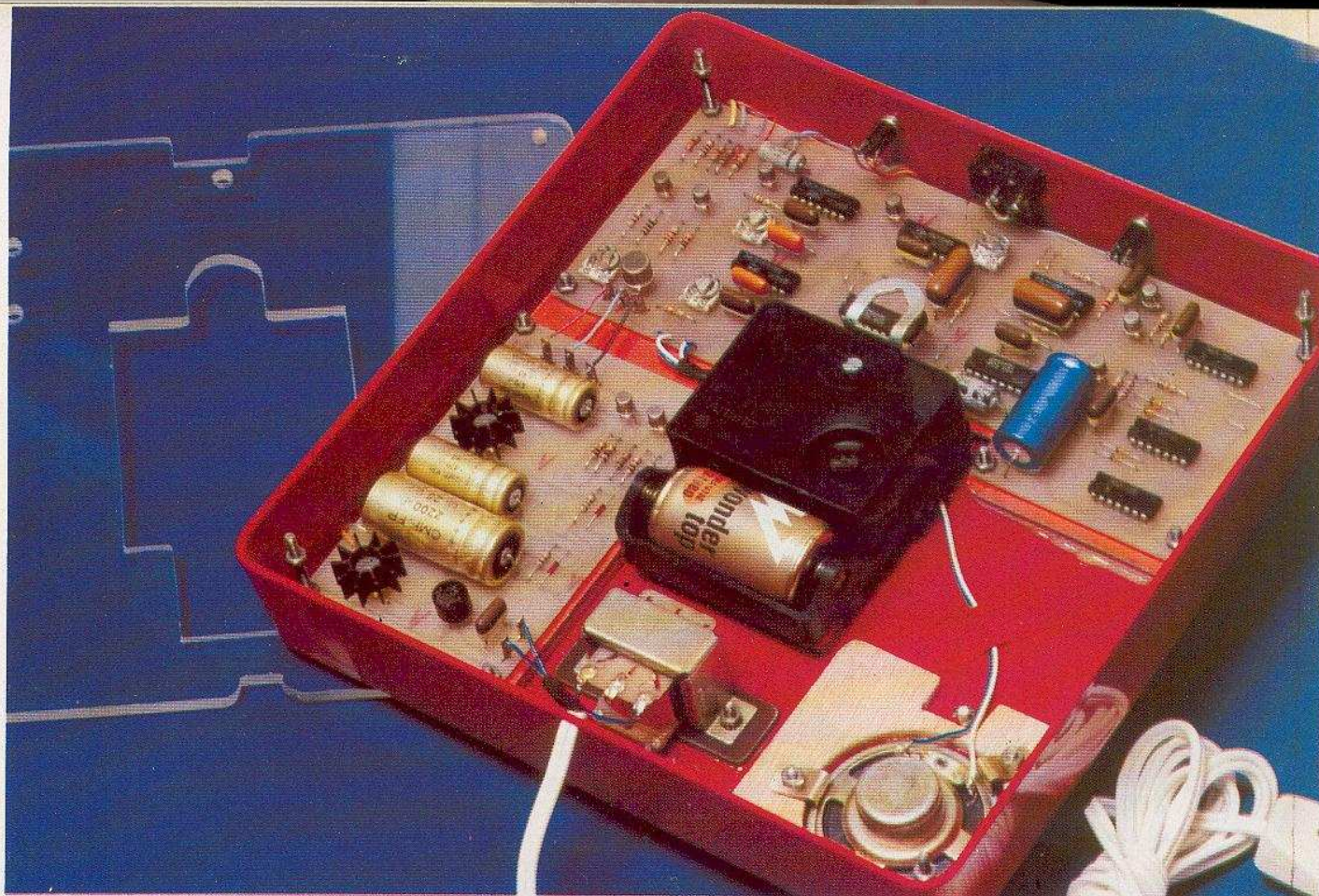
Elle est formée principalement de silicium déposé sur un support conducteur, et noyée dans un enrobage quelconque. Sans nous étendre davantage sur les

mécanismes physiques de son fonctionnement, passons à ses caractéristiques électriques.

Du point de vue électrique, une cellule solaire éclairée se comporte comme un générateur de force électromotrice environ 0,45 V, et de résistance interne variable suivant l'éclairement. C'est la très faible valeur de la tension disponible qui rend utile un convertisseur, malgré le rendement fort médiocre de ce genre d'appareils.

(suite page 120)





*La plupart de nos lecteurs connaissant certainement cette originale pendulette de la Forêt Noire dans laquelle les heures sont saluées par le chant mélodieux d'un coucou.*

*Ce charmant oiseau de nos forêts répète son chant caractéristique autant de fois que l'heure numérique indiquée par l'horloge*

*Grâce à l'électronique, ce résultat peut être obtenu par quelques modifications effectuées sur une pendulette classique. Cette réalisation, objet du présent article, apportera en outre un peu de romantisme et de poésie à nos amis lecteurs et atténuera la relative sécheresse et l'austérité qui accompagnent souvent les descriptions électroniques.*

# Le COUCOU de la Forêt Noire

## ***1 - Le principe (fig. 1)***

A chaque fois que la pendulette indique un nombre entier d'heures, autrement dit lorsque la grande aiguille se trouve en face du nombre « 12 » du cadran, le dispositif électronique installé fera retentir autant de fois le son « coucou » que le nombre correspondant à l'heure indiquée.

Page 98 - N° 29 - nouvelle série

Le principe électronique de base peut ainsi se décomposer en deux parties distinctes :

- la détection des heures
- la logique du comptage.

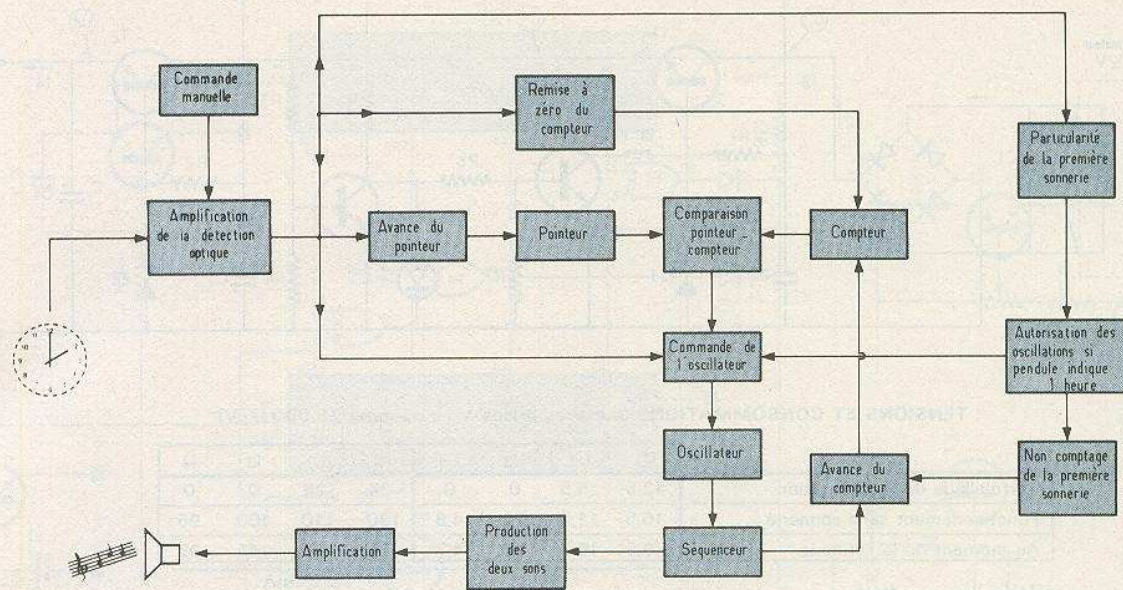
### **a) La détection des heures**

Elle est très simple : il s'agit de détecter le passage de la grande aiguille sur le

« 12 » du cadran. Cette détection s'effectue au moyen d'un dispositif optique classique, à savoir la rupture d'un rayonnement infrarouge émis par une diode infrarouge et reçu par un phototransistor.

Il est évident que cette simplicité de détection aura pour conséquence la mise en place d'un système dont le rôle consiste à augmenter d'une unité le nom-





bre de « cou-cou » émis, et ceci à chaque passage de la grande aiguille sur le « 12 ».

### b) La logique du comptage

Elle est essentiellement constituée par deux compteurs-diviseurs par 12 dont l'un est le « pointeur » et l'autre le « compteur ». Le pointeur avance d'une unité à chaque heure. Le compteur qui se trouve à 1 au repos, avancera pas à pas au moment de la sonnerie et s'arrêtera lorsqu'il se trouvera en concordance avec le pointeur. Ce dernier, lorsqu'il atteint la position 12, repasse « naturellement » à la position 1 et ainsi de suite. Quant au compteur, une fois que la grande aiguille a quitté la zone de détection, il est remis à zéro (nous l'appellerons la position 1 pour des raisons de commodité d'explication).

Un problème se pose cependant : en effet, lorsque le pointeur se trouve sur la position 1, étant donné que le compteur au repos se trouve également sur cette position, il convient de supprimer momentanément le contrôle du système de comparaison des positions des deux compteurs pendant le premier double son « coucou ». De même, cette première sonnerie ne sera pas à compter.

Un séquenceur piloté par des oscillations de commande fera successivement apparaître au niveau de ses sorties : un premier son, un second son et un silence pour chaque sonnerie. Ce séquenceur se trouve bloqué au moment opportun.

Enfin, les deux sons commandés par le séquenceur sont produits par des oscilla-

tions BF, amplifiés et acheminés vers un haut-parleur. Bien entendu, il sera possible de faire avancer artificiellement le pointeur au moyen d'une commande manuelle dont le rôle est la mise à l'heure de la sonnerie.

## II - Le fonctionnement électronique (fig. 2 et 3)

### a) L'alimentation

Étant donné qu'une pendulette se trouve implantée à poste fixe dans une pièce, il est évident que l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'ensemble est fournie par le secteur. L'alimentation est donc tout à fait classique et désormais bien connue de nos lecteurs : un transformateur et un pont redresseur monté en pont de Wheatstone suivi d'une première capacité de filtrage  $C_2$ . La capacité  $C_1$  montée directement sur le secondaire du transformateur a pour rôle l'élimination d'éventuelles tensions parasites véhiculées par le secteur. Le transistor NPN  $T_1$ , monté en régulateur de tension piloté par la diode zener  $Z_1$ , fournit au niveau de son émetteur une tension de l'ordre de 9 V. Le transistor  $T_2$ , également monté en régulateur de tension fournit quant à lui, une tension émetteur de 5 V.

En définitive, à la sortie de l'alimentation, deux tensions continues se trouvent ainsi disponibles : 9 V pour l'amplification du son ; 5 V pour l'alimentation des divers circuits intégrés.

Bien que la majorité des circuits intégrés utilisés soient de technologie MOS qui accepteraient jusqu'à 18 V de tension d'alimentation, la tension de 5 V reste nécessaire à cause de l'utilisation de trois circuits intégrés de technologie TTL. Pour des raisons de simplification et de liaisons entre les différents circuits intégrés, nous avons adopté la tension unique de 5 V.

Les capacités  $C_3$  et  $C_4$  sont des capacités de filtrage.

Le tableau de la figure 2 représente les tensions et les consommations en divers points de l'alimentation. On remarquera que même au repos une certaine consommation subsiste : cela s'explique par la présence des circuits intégrés TTL qui sont relativement gourmands. Cependant, l'ensemble reste dans des limites très acceptables au niveau de la consommation étant donné que le dispositif ne prélèvera sur le secteur que la modeste puissance de 1,5 W.

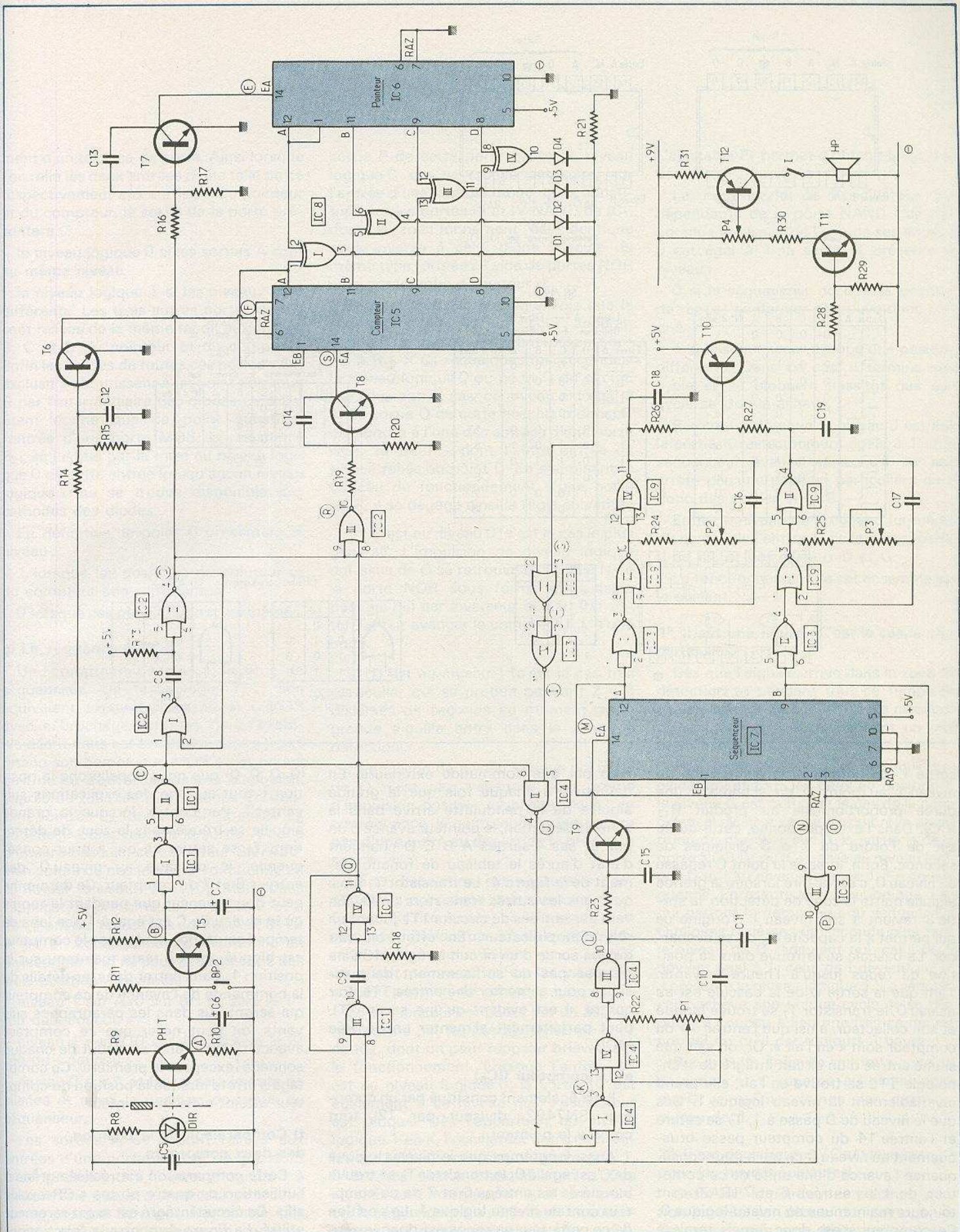
### b) Indicateur d'un défaut d'alimentation secteur

Compte tenu de la logique de fonctionnement, il est évident que la cohérence du nombre de sonneries émises à chaque heure ne peut être assurée que si le dispositif reste alimenté en permanence. En d'autres termes, à la suite d'une coupure, même de courte durée, du secteur, l'ensemble du principe de comptage serait totalement perturbé si des précautions spéciales n'étaient prises. C'est la raison d'être des transistors  $T_3$  et  $T_4$ .

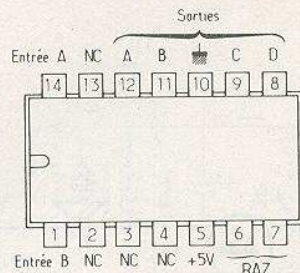




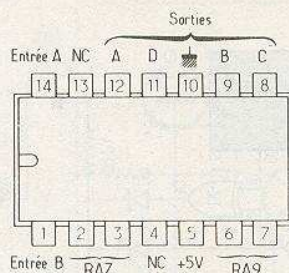








SN 7492  
Compteur-diviseur par 12 (TTL)



SN 7490  
Compteur-diviseur par 10 (TTL)

SN 7492

Entrée A	D	C	B	A	N° d'ordre
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	1	0	3
0	0	0	1	1	4
0	1	0	0	0	5
0	1	0	0	1	6
1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	8
1	0	1	0	0	9
1	0	1	0	1	10
1	1	0	0	0	11
1	1	0	0	1	12

SN 7490

Liaison A → Entrée B  
Utilisation de l'entrée A

Entrée A	D	C	B	A	N° d'ordre
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	1	0	3
0	0	0	1	1	4
0	1	0	0	0	5
0	1	0	0	1	6
0	1	1	0	0	7
0	1	1	0	1	8
1	0	0	0	0	9
1	0	0	0	1	10

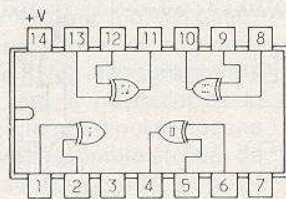
Liaison A → Entrée B  
Utilisation de l'entrée A

A → 2 RAZ  
B → 3 RAZ

Fonctionnement en diviseur par 3

14	D	C	B	A	N° d'ordre
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	1	0	3

SN 7490



CD 4030  
4 portes "Or exclusif" à 2 entrées (MOS)

E1	E2	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(Mêmes brachages que CD 4030)

S	E1	E2	S
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
1	1	1	0

CD 4001  
4 portes NOR à 2 entrées

S	E1	E2	S
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
1	1	1	0

CD 4011  
4 portes NAND à 2 entrées

sortie 4. En définitive, la persistance du niveau 1 au point D du schéma a une durée proportionnelle au produit  $R_{13} \times C_8$ . Dans l'exemple donné, cette durée est de l'ordre de 2 à 3 dixièmes de seconde. Enfin, lorsque le point C repasse au niveau 0, c'est-à-dire lorsque la grande aiguille quitte la zone de détection, la sortie 3 revient à son niveau 1 d'origine ce qui permet à la capacité  $C_8$  de se décharger. La bascule se retrouve dans sa position de repos jusqu'à l'heure suivante. Tant que la sortie D de la bascule est au niveau 0, le transistor  $T_7$  se trouve bloqué et son collecteur, ainsi que l'entrée 14 du compteur sont « en l'air ». Or, on sait que si une entrée d'un circuit intégré de technologie TTL se trouve en l'air, elle prend invariablement le niveau logique 1. Dès que le niveau de D passe à 1,  $T_7$  se sature et l'entrée 14 du compteur passe brusquement au niveau 0 ce qui a pour conséquence l'avance d'une unité de ce compteur, dont les entrées 6 et 7 (RAZ) sont toujours maintenues au niveau logique 0. Ce compteur n'est donc jamais remis à

zéro par une commande extérieure. En définitive, à chaque fois que la grande aiguille de la pendulette arrive dans la zone de détection, le pointeur avance d'un pas et ses 4 sorties A B C D changent d'état d'après le tableau de fonctionnement de la figure 4. Le transistor  $T_7$  ainsi que tous les autres transistors de liaison vers des entrées de circuits TTL jouent un rôle d'amplificateur. En effet, on sait qu'une sortie d'un circuit intégré MOS ne dispose pas de suffisamment de puissance pour alimenter une entrée TTL. Par contre, il est évident qu'une sortie TTL peut parfaitement alimenter une entrée MOS.

#### e) Le compteur (IC<sub>5</sub>)

Il est également constitué par un compteur SN7492, diviseur par 12, tout comme le pointeur.

Aussi longtemps que le niveau logique de C est égal à 0, le transistor  $T_6$  se trouve bloqué et les entrées 6 et 7 de ce compteur sont au niveau logique 1. La position de ce compteur au repos est donc le zéro

(0, 0, 0, 0) que nous appellerons la position 1 tout au long des explications suivantes. Par contre, lorsque la grande aiguille se trouve dans la zone de détection,  $T_6$  se sature ce qui a pour conséquence, le passage au niveau 0 des entrées 6 et 7 du compteur. Ce dernier ne peut donc avancer que pendant le temps où le niveau de C est égal à 1; ce laps de temps écoulé, non seulement le compteur est bloqué, mais il reste maintenu sur la position 1. Sans entrer dans les détails de la commande de l'avance de ce compteur qui seront vus dans les paragraphes suivants, on peut noter que ce compteur avance d'un « cran » au début de chaque sonnerie (exceptée la première). Ce comptage s'arrête lorsque la position du compteur atteint celle du pointeur.

#### f) Comparaison de la position des deux compteurs

Cette comparaison est réalisée grâce à l'utilisation de quatre portes « OR exclusif ». Ce circuit intégré est assez rarement utilisé. La figure 4 montre le fonctionne-



ment d'un tel type de porte. Ainsi lorsque l'on relie les deux entrées d'une telle porte respectivement aux sorties A du pointeur et du compteur, la sortie de la porte présentera :

- le niveau logique 0 si les sorties A sont au même niveau
- le niveau logique 1 si les niveaux sont différents. Les trois autres portes de IC<sub>8</sub> sont reliées de la même façon aux sorties B, C et D du pointeur et du compteur. Enfin les sorties de toutes ces portes « OR exclusif » aboutissent à un point commun G par l'intermédiaire des diodes D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub>. Étant donné que ce point constitue l'entrée d'une porte MOS, la résistance R<sub>21</sub> se justifie par la mise au niveau logique 0 de cette entrée lorsqu'aucun niveau logique 1 ne se trouve disponible aux cathodes des diodes.

En définitive, le point G présentera le niveau :

- 1 lorsque les positions du pointeur et du compteur sont différentes.
- 0 lorsque ces positions sont les mêmes.

#### g) Le séquenceur (IC<sub>7</sub>)

Un compteur décimal constitue le séquenceur. De technologie TTL, son équivalent existe également en C.MOS avec un brochage identique. Dans l'exemple décrit dans cet article, l'auteur n'a pas retenu son homologue MOS étant donné qu'il ne se trouve pas encore disponible auprès de tous les fournisseurs. En utilisant l'entrée E<sub>A</sub> (broche 14), la sortie E<sub>B</sub> (broche 1) étant reliée à la sortie A de la première bascule, ce compteur SN7490, bien connu de nos lecteurs, fonctionne en compteur diviseur par 10. Mais dans l'application présente, les broches 2 et 3 (RAZ) ont été reliées aux sorties A et B (12 et 9). En conséquence, il fonctionne en diviseur par 3 et ne peut occuper l'une des trois positions suivantes :

- niveau 1 sur A (0 sur B) : ce sera le 1<sup>er</sup> ton du « coucou »
- niveau 1 sur B (0 sur A) : ce sera le 2<sup>e</sup> ton du « coucou »
- niveau 0 sur A et B : ce sera la note de silence et aussi la position de repos du séquenceur.

Les sorties A et B sont reliées aux entrées d'une porte NOR III de IC<sub>3</sub>, dont la sortie présentera le niveau logique 1 à chaque fois que le séquenceur se trouve sur sa position de repos. Par contre, dès que le séquenceur amorce un cycle, la

sortie P de cette porte passe au niveau logique 0 qui se trouve acheminé sur l'entrée d'une bascule monostable constituée par les portes III et IV NAND de IC<sub>1</sub>, dont le fonctionnement est identique mais inverse à celui d'une bascule du même type formée à l'aide de portes NOR (voir paragraphe « pointeur »).

En conséquence, à chaque fois que le séquenceur amorce un cycle, apparaît pendant un très court instant (proportionnel à  $R_{18} \times C_9$  - quelques millisecondes) le niveau logique 0 au point Q du circuit. Dans les autres cas, ce niveau est égal à 1. La sortie Q de cette bascule monostable aboutit à l'une des entrées d'une porte NOR III de IC<sub>2</sub> dont l'autre entrée se trouve reliée au point D. En examinant le tableau de fonctionnement d'une porte NOR, il se dégage ainsi la règle suivante :

1° D est au niveau 0 (c'est le cas le plus général). L'impulsion de niveau logique nul issue de Q se retrouve à la sortie N de la porte NOR sous forme d'impulsion positive qui par inverseur due au transistor T<sub>8</sub>, fait avancer le compteur IC<sub>5</sub> d'une unité.

2° D est au niveau 1 (c'est le cas très particulier qui se produit pendant 2 à 3 dixièmes de seconde au moment où la grande aiguille entre dans la zone de détection).

L'impulsion de niveau logique nul issue de Q n'est pas transmise sous forme d'impulsion positive au niveau de R ; en conséquence, le compteur n'augmentera pas d'une unité au départ de la première sonnerie.

Cette disposition est nécessaire pour obtenir la cohérence pointeur-compteur. Elle aurait été inutile, si à la place d'un compteur diviseur par 12, on avait pu installer un compteur-diviseur par 13, dont on aurait pu se servir de la position 0, comme position de repos.

Le séquenceur est piloté par un oscillateur formé par les portes NAND III et IV de IC<sub>4</sub>, dont on peut rappeler brièvement le fonctionnement. Lorsque l'entrée 13 est au niveau logique 0, la sortie 10 est également à ce niveau nul ; l'oscillateur est bloqué. Dès l'apparition du niveau logique 1 en K, l'oscillateur entre en oscillations et une succession de niveaux 0, 1, 0 etc., se trouve disponible en L. Ces niveaux sont inversés par T<sub>9</sub> et font avancer le séquenceur. La période de ces oscillations est proportionnelle à  $(R_{22} + P_1)$ .

L'ajustable P<sub>1</sub> permet d'obtenir le rythme désiré.

La commande de l'oscillateur est dépendante de la porte NAND I de IC<sub>4</sub>. Lorsque le niveau de l'une de ses entrées J est égal à 1 la sortie K présente le niveau :

- 0 si le séquenceur occupe sa position de repos ; ce dernier se trouve donc bloqué.
- 1 si le séquenceur occupe une position différente. Dans ce cas, il termine son cycle et se bloquera aussitôt que son cycle se trouve achevé.

Par contre, lorsque le niveau J est nul, la sortie K reste toujours égale à 1 et le séquenceur avance sans qu'il ne soit arrêté par une position particulière de P donc des sorties A et B.

Enfin, le niveau de J dépend lui-même du niveau de l'entrée 6 de la porte NAND II de IC<sub>4</sub> et des niveaux D et G.

Le fonctionnement de cet ensemble est le suivant.

**1° Il est une heure.** (C'est le cas le plus particulier.)

Dès que l'aiguille arrive dans la zone de détection et pendant tout ce temps, le niveau de C reste égal à 1 et le niveau D devient égal à 1 mais pendant un très court instant.

Puisque le pointeur et le compteur sont évidemment tous les deux en position 1, le niveau G est nul (c'est le cas de la coïncidence). Mais à cause d'une brève apparition du niveau 1 sur D, la sortie H de la porte NOR IV de IC<sub>2</sub> passe au niveau logique 0 et I au niveau logique 1. En conséquence J présente le niveau logique 0 ce qui permet le démarrage du séquenceur. Quelques dixièmes de seconde plus tard, le niveau de D redevient nul, celui de H devient égal à 1, celui de I devient nul et J présente le niveau logique 1. Le séquenceur achève son unique cycle et se bloque. Le coucou a lieu une fois ce qui est normal vu qu'il est toujours 1 heure.

Par la suite l'aiguille quitte la zone de détection et C repasse au niveau logique 0 ce qui ne change rien quant au niveau de J.

**2° Il est deux heures.** (C'est le même cas pour les heures suivantes)

Cette fois le pointeur se place en position 2. Dès le début du passage de l'aiguille dans la zone de détection le pre-

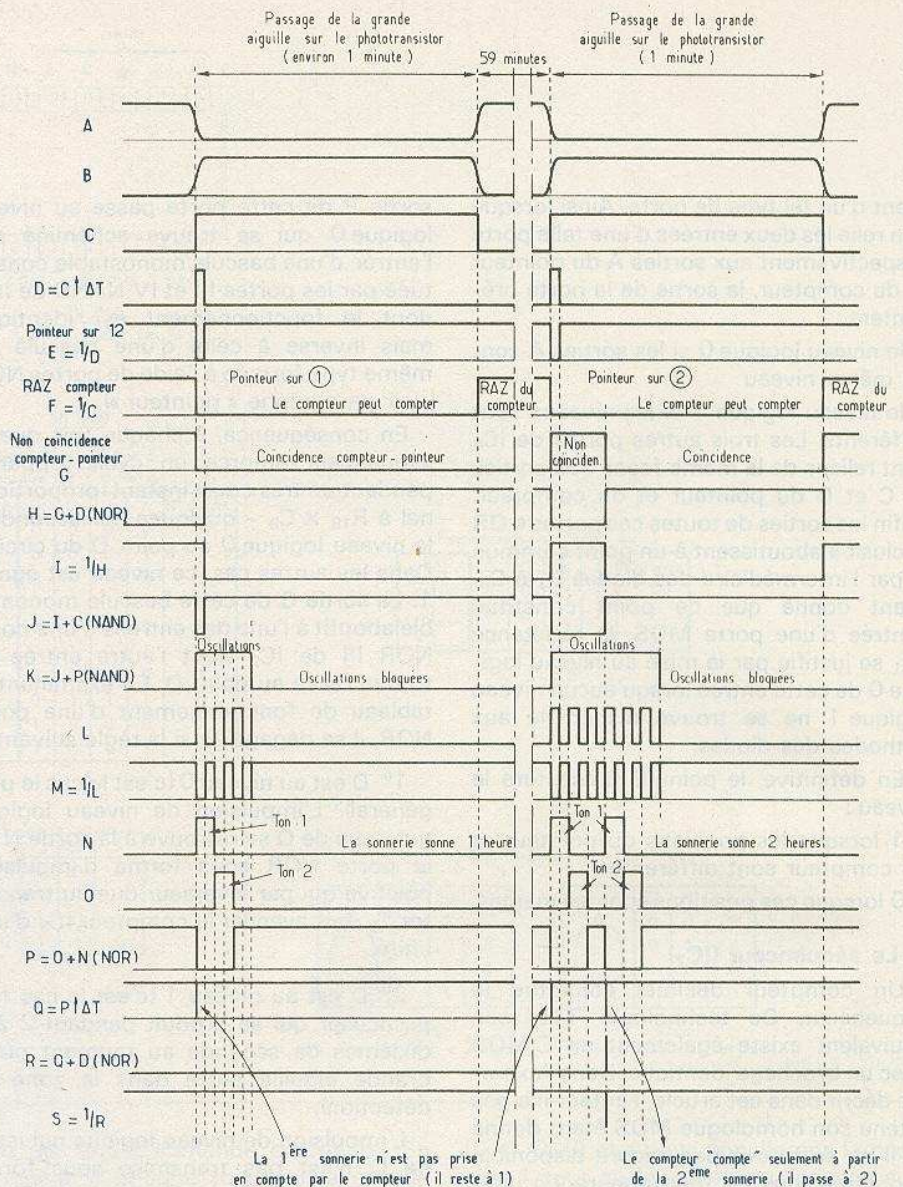


mier « coucou » se produit dans les mêmes circonstances que ci-dessus à la variante près que la brève apparition du niveau logique 1 sur D est devenue inutile, étant donné que dans un premier temps, il n'y a pas de coïncidence compteur-pointeur. Mais cette apparition du niveau logique 1 sur D se produit de toute façon (elle est d'ailleurs nécessaire pour éviter le comptage lors de la première sonnerie) sans changer le résultat logique du fonctionnement. Le niveau de J reste donc égal à 0 à la fin du premier « coucou ». Aussitôt l'amorçage du 2<sup>e</sup> « coucou » le compteur avance d'une unité et cette fois-ci il y a coïncidence avec la position du pointeur et par ricochet le niveau de J devient égal à 1. Le séquenceur achève son cycle et se bloque. Il vient donc de se produire deux fois le chant « coucou ».

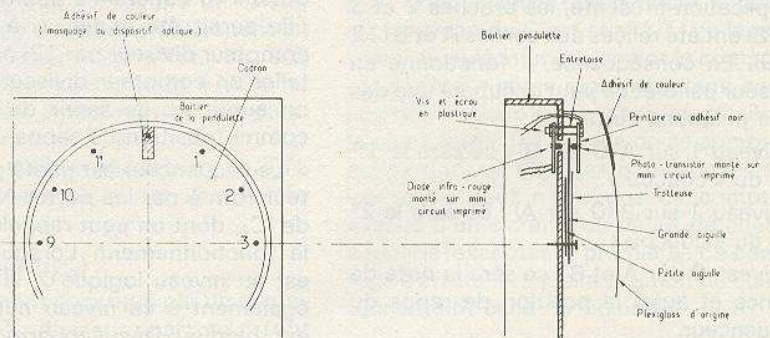
Les figures 5 et 6 reprennent en détail la logique de l'ensemble du fonctionnement en précisant sous forme de courbes le niveau logique des différents points du circuit.

#### h) La production des deux tons

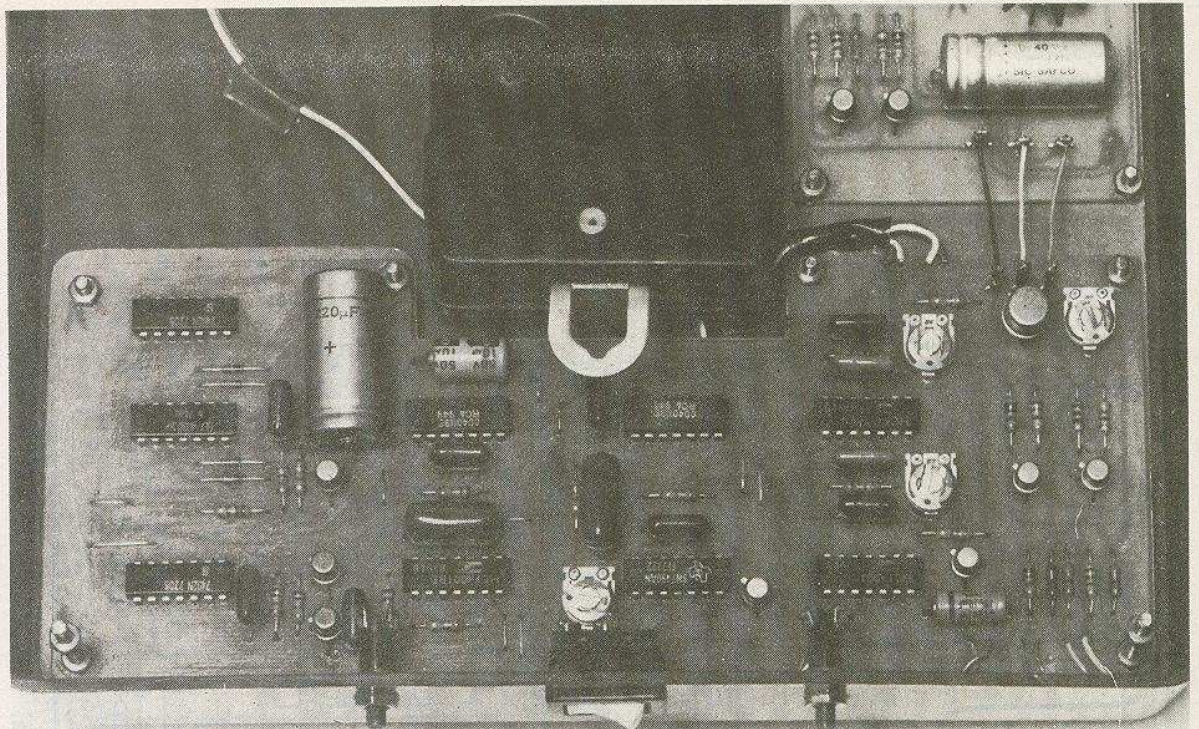
Les niveaux des sorties A et B du séquenceur sont inversés par les portes NOR I et II de IC<sub>3</sub>. Les sorties de ces por-



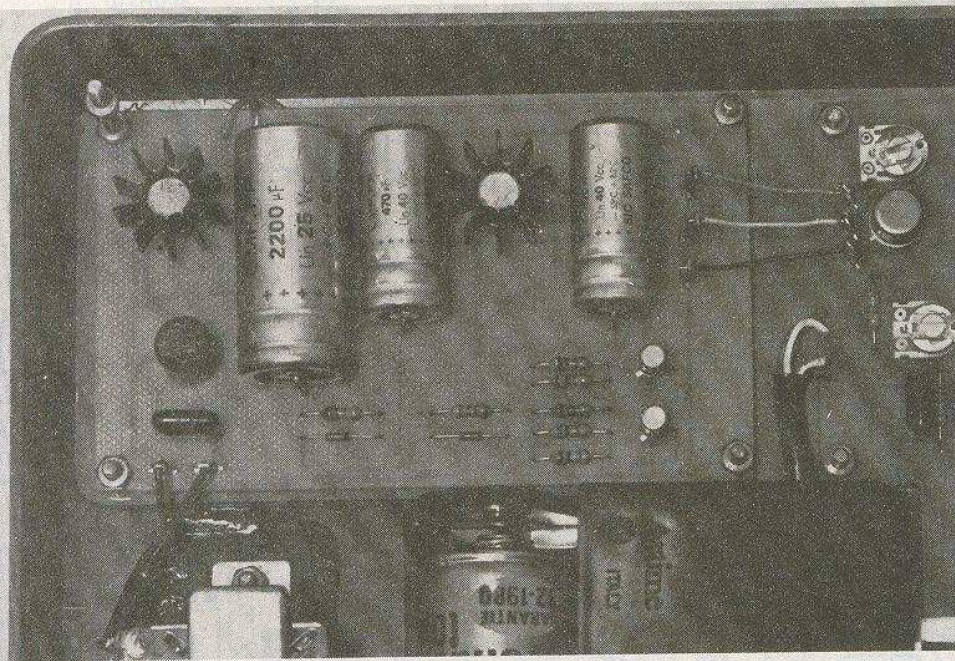
Pendulette	Position pointeur	Position compteur	Nbre d'oscillations autorisées	Nouvelle position compteur	Son obtenu
↖	12	1	0	1	Neant
↘	1	1	3 (1 x 3)	1	1 x cou-cou
↙	1	1	0	1	Neant
↗	2	1	6 (2 x 3)	2	2 x cou-cou
↘	2	1	0	1	Neant
↖	3	1	9 (3 x 3)	3	3 x cou-cou
↙	11	1	0	1	Neant
↗	12	1	36 (12 x 3)	12	12 x cou-cou







*Photo 2. – Le circuit imprimé épouse les formes de la pendulette.*



*Photo 3. – Le module alimentation fait l'objet d'un autre circuit imprimé.*

tes aboutissent à deux groupes de deux portes NOR montées en multivibrateurs commandés, contenues dans un boîtier IC<sub>9</sub>. De tels oscillateurs entrent en oscillation dès que les entrées 8 1 ou 1 sont au niveau logique 0. La période des oscillations obtenues est proportionnelle aux produits :

- $(R_{24} + P_2) \times C_{16}$  pour le premier ton.
- $(R_{25} \times P_3) \times C_{17}$  pour le second ton.

Les ajustables P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> permettent de caler ces oscillateurs sur les fréquences musicales désirées (de l'ordre du kilohertz).

Dans le paragraphe « réglages et mise au point », nous verrons la méthode qui permettra d'accorder ces deux tons afin d'obtenir un « coucou » qui ne soit pas un... canard.

#### **i) L'amplification**

Un premier transistor PNP T<sub>10</sub> produit une préamplification. Les signaux préamplifiés aboutissent à la base d'un transistor NPN T<sub>11</sub> alimenté sous 9 V. Enfin, un transistor de moyenne puissance PNP T<sub>12</sub> a sa base alimentée par une fraction (dosable à volonté par l'ajustable P<sub>4</sub>), de

la tension collecteur de T<sub>11</sub>. Le circuit collecteur de T<sub>12</sub> aboutit à un haut-parleur dont la mise hors service peut être obtenue grâce à l'interrupteur I, ce qui peut être intéressant, en particulier la nuit...

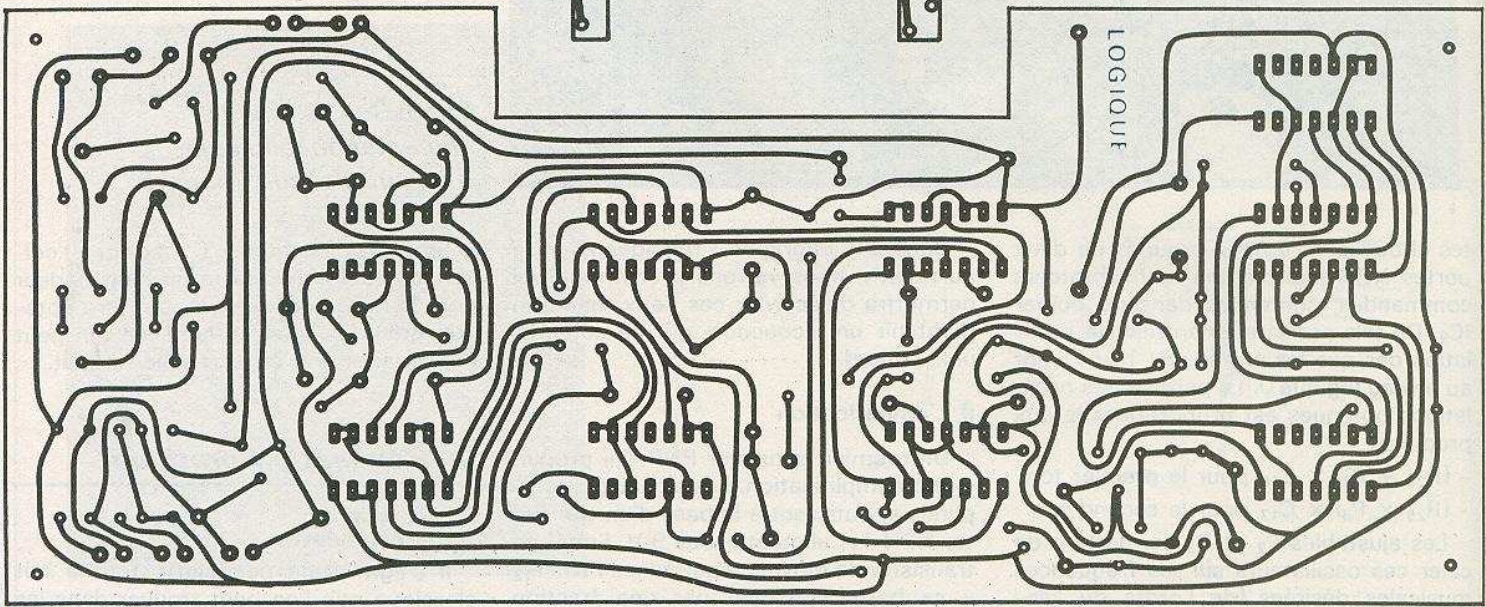
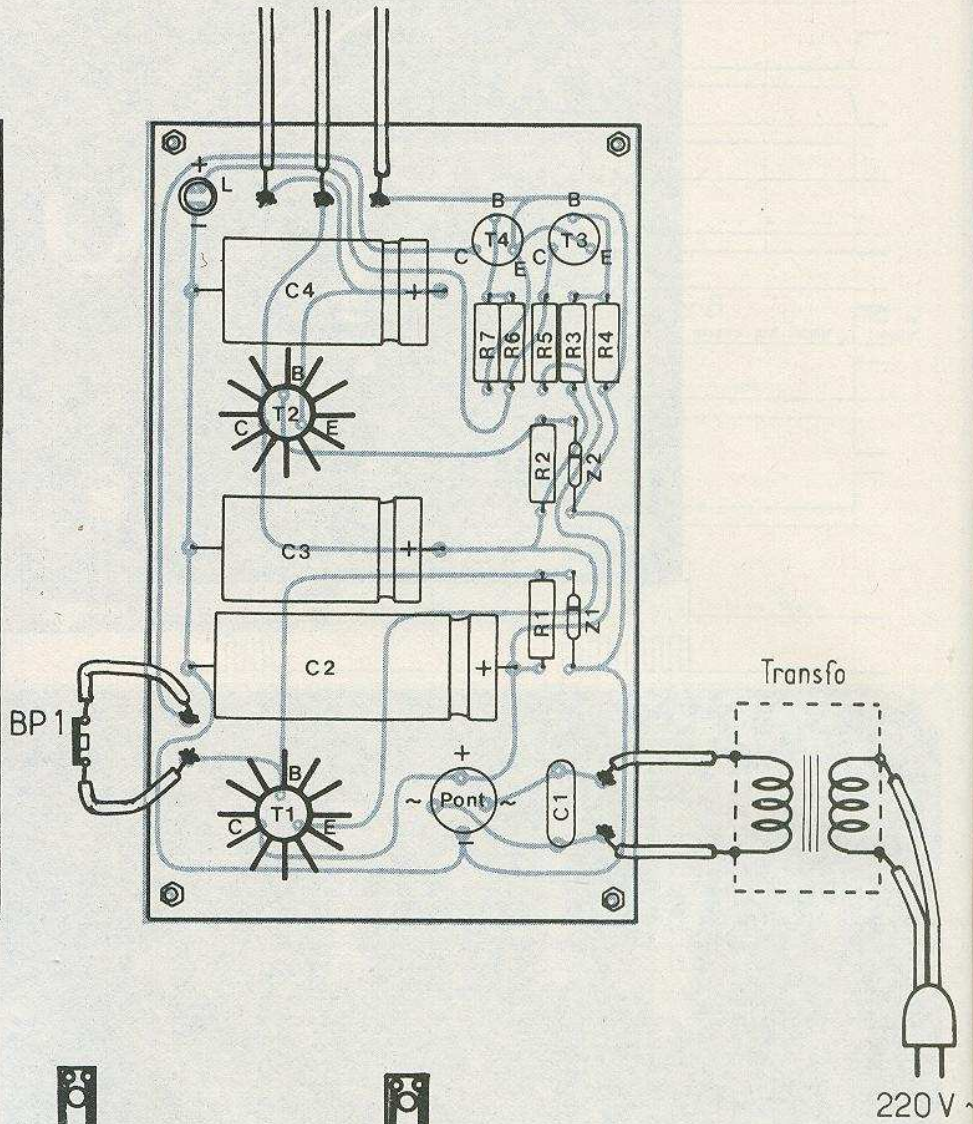
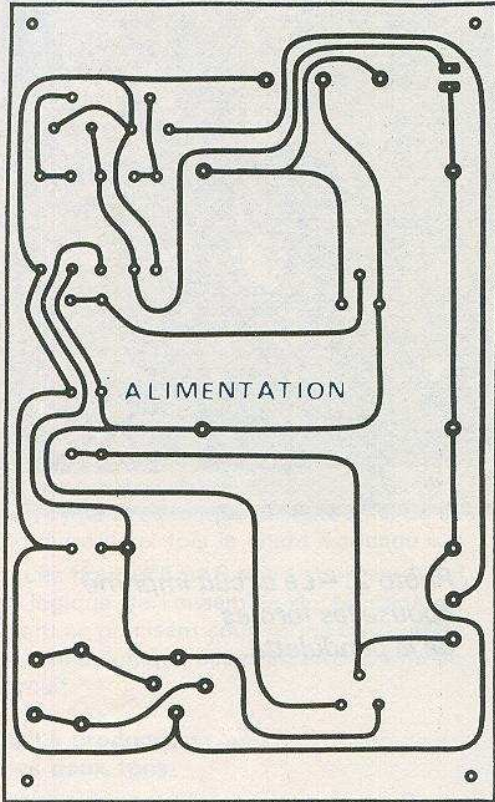
### **III Réalisation pratique**

#### **a) La pendulette**

Il s'agit d'une pendulette tout à fait classique que l'on peut trouver dans les grandes surfaces, ou que l'on possède



+5V +9V -





Diode  
Infrarouge  
DIR

Photo - transistor  
PHT

Collecteur  
( repère rouge )



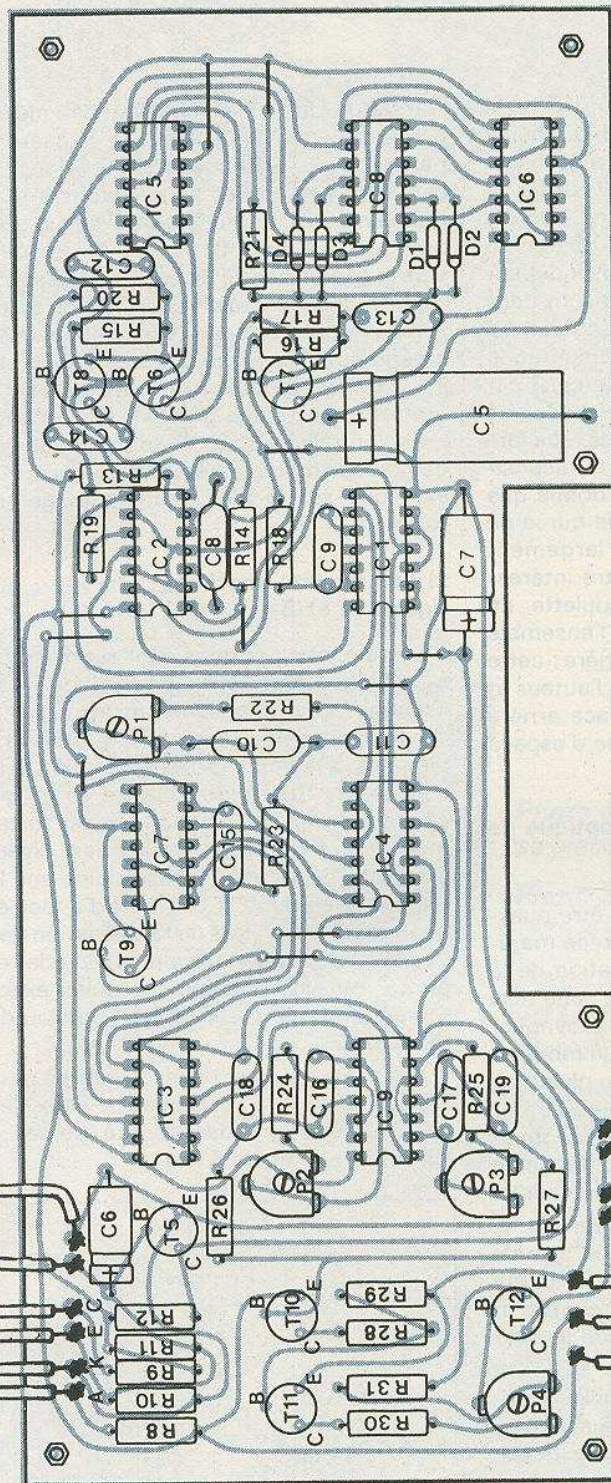
Brochage BPW 17 ( photo-transistor )

Brochage CQY 36 ou 37 ( diode infra rouge )

Cathode  
( repère bleu )



BP 2



Haut - parleur



+5V +9V -  
Alimentation



déjà. De même elle peut être à quartz ou simplement électrique ; à la limite, même une pendulette entièrement mécanique fait l'affaire. La pendulette illustrant la présente réalisation fonctionne électriquement à l'aide d'une pile de 1,5 V. Son fonctionnement est totalement indépendant du système électronique décrit dans les paragraphes précédents. L'auteur n'a pas jugé utile de prévoir une alimentation issue du secteur pour prolonger par exemple la durée de vie de la pile qui n'aurait à intervenir, dans ce cas, que lors des coupures de courant. Cette disposition serait peu rentable étant donné que cette petite pile de 1,5 V a une durée de fonctionnement dépassant largement l'année... Par contre, il peut être intéressant, lors du choix de la pendulette, de prévoir la possibilité de loger l'ensemble de l'électronique sur la face arrière ; cette solution a pu être retenue par l'auteur et il faut convenir qu'avec une face arrière de 200 x 200, aucun problème d'espace disponible ne s'est posé.

#### b) le montage du dispositif optique de détection des heures figure 6

Il est évident qu'il ne saurait être question de réaliser une liaison du type matériel ou mécanique entre la rotation de la grande aiguille et l'électronique : une telle disposition risquerait fort de provoquer un freinage de cette aiguille, à un moment donné. Il reste donc le moyen le plus simple et finalement le plus fiable : l'opto-électrique, sous la forme d'un rayonnement infrarouge coupé par le passage de la grande aiguille sur le « 12 » du cadran.

Dans toute horloge, en prenant le cadran comme référence, se trouve d'abord le plan de rotation de la petite aiguille, puis celui de la grande aiguille et enfin, dans certains cas, celui de la trotteuse (secondes).

Comme par définition l'aiguille effectuant un tour par heure est la plus longue, la détection des heures ne pose aucun problème particulier.

Cependant, dans l'exemple décrit, l'auteur a été amené à couper la longueur de la trotteuse de quelques millimètres.

Au niveau du « 12 » du cadran, un trou de 2 mm de diamètre a été percé afin de permettre le logement de la diode infrarouge, elle-même fixée sur un mini-circuit imprimé. Un second mini circuit imprimé, identique au premier supporte le photo-

transistor. Une vis en matière plastique de 3 mm de diamètre entretoise et passant par un trou également percé dans le cadran, maintient les deux circuits imprimés ainsi que le montre la figure 6. On notera que le photo-transistor « regarde » vers le cadran ; cette disposition évite à ce dernier une éventuelle sollicitation pouvant provenir d'une source lumineuse extérieure. De plus, le dos du mini circuit imprimé supportant le photo-transistor a été recouvert d'une peinture noire mate. Enfin, afin de masquer le tout, un adhésif de couleur de quelques mm de largeur a été collé sur le plexiglas recouvrant le cadran.

#### c) Les circuits imprimés figures 7 et 8

Les circuits imprimés sont représentés à l'échelle 1 en figures 7 et 8. Leur réalisation n'apporte aucune remarque particulière : celui de l'alimentation, très simple peut, à la limite, être effectué à l'aide d'un crayon feutre. Par contre en ce qui concerne celui de la logique, il est fortement recommandé d'utiliser les divers éléments de transfert disponibles sur le marché. De même, il convient d'apporter beaucoup de soin lors de la réalisation des deux mini circuits imprimés : diode et photo-transistor doivent se trouver exactement en regard, par rapport au trou de fixation.

Les trous à percer dans les petites pastilles ont 0,8 mm de diamètre ; ceux des pastilles plus grandes sont à percer à l'aide d'un forêt de 1 mm.

#### d) L'implantation des composants figures 9 et 10

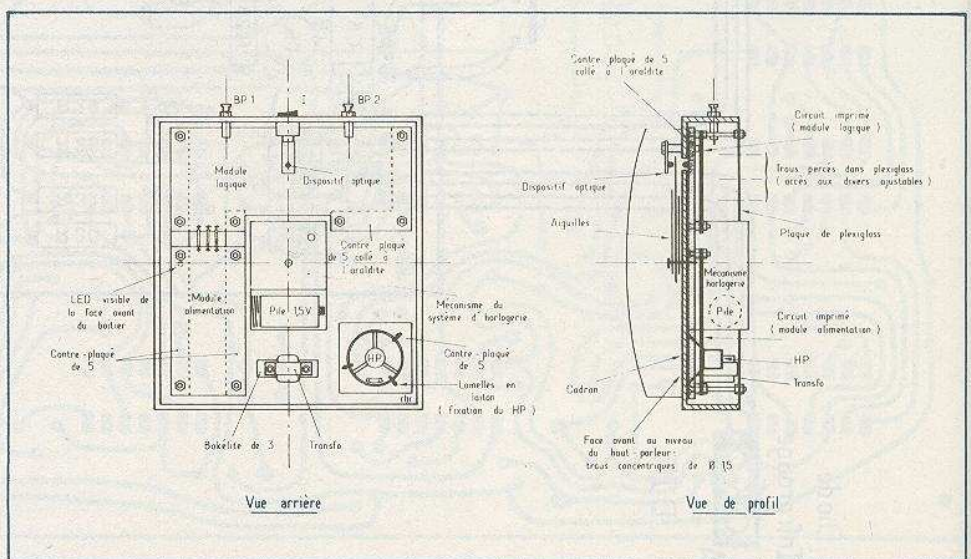
Comme de coutume, il convient de veiller à l'orientation des différents composants polarisés. La LED de diamètre 3 est soudée côté cuivre, mais seulement lors du montage final afin de bien la positionner en tant que longueur des électrodes. Cette LED débouche en effet sur la face avant du boîtier de la pendulette.

De même, il est recommandé d'apporter le plus grand soin lors de la soudure des circuits intégrés. Dans le but de ne pas trop les chauffer, on soudera d'abord les broches 1 de tous les circuits intégrés, puis les broches 2 etc. L'idéal serait de monter les circuits intégrés sur des supports.

Un point important est le repérage des polarités du photo-transistor et de la diode infrarouge. La figure 10 illustre le repérage de ces composants. Ce repérage effectué, la meilleure solution pour éviter toute erreur de raccordement consiste à utiliser du fil souple avec isolant de couleurs que l'on notera soigneusement sur le plan de montage. Les différents straps peuvent être réalisés à l'aide de fil en cuivre étamé sans isolant. Les divers ajustables seront tous montés, curseur en position médiane.

#### e) Le montage figure 11

Dans un but évident de présentation, il est préférable de ne pas percer le boîtier de la pendulette. Une solution acceptable consiste à coller à l'araldite des morceaux





de contre-plaqué ou de bakélite sur la face intérieure et non visible de la pendulette. Auparavant, des vis auraient été montées aux bons emplacements. La **figure 11** est simplement l'illustration d'un cas de réalisation possible. La même technique de fixation a été adoptée pour le transformateur et le haut-parleur. A cet égard, il convient également de signaler que les trous concentriques au niveau du haut-parleur et qui sont bien entendu visibles de la face avant de la pendulette, doivent être réalisés avec beaucoup de soin.

En dernier lieu, on fixera les deux boutons-poussoirs BP<sub>1</sub> et BP<sub>2</sub>, ainsi que l'interrupteur I, en se souvenant que l'un de ces boutons-poussoirs est fermé au repos tandis que l'autre est ouvert au repos : il ne s'agit donc pas de les inverser.

Enfin, on peut apporter un dernier raffinement au montage final par le montage d'une plaque en plexiglas recouvrant entièrement la face arrière du boîtier. Cette plaque peut être percée de trous de 4 ou 5 mm de diamètre aux endroits correspondants aux ajustables ce qui permettra le réglage sans démontage de la plaque.

#### f) Réglages et mises au point

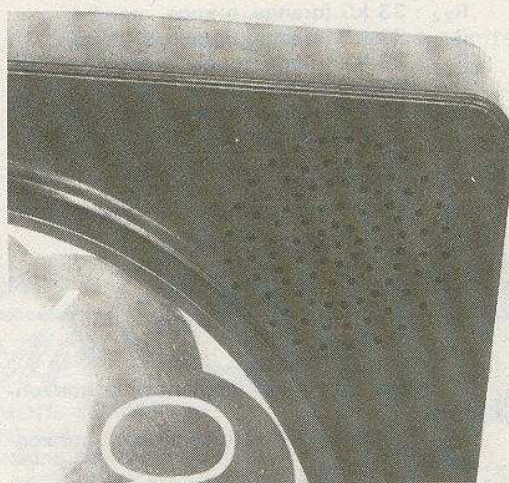
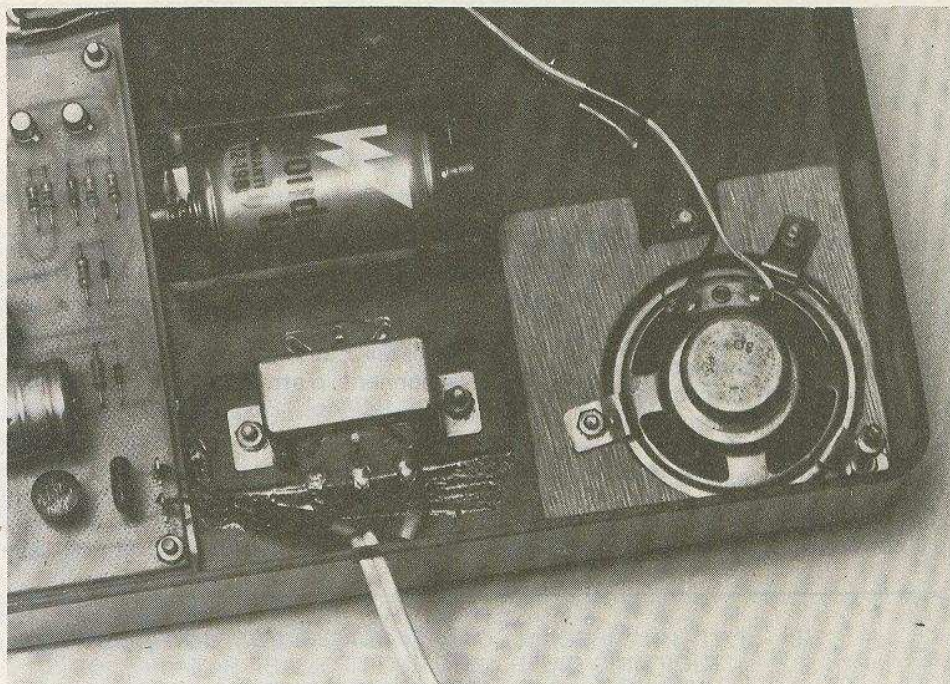
Dès la mise sous tension, la LED rouge de signalisation doit s'allumer indiquant le verrouillage de l'alimentation. En agissant sur BP<sub>1</sub>, cette LED s'éteint et l'ensemble du circuit électronique se trouve sous tension. Deux précautions importantes sont à prendre :

- l'interrupteur I doit être fermé...
- la grande aiguille doit nettement se trouver en dehors de la zone de détection.

En agissant sur BP<sub>2</sub>, un son vraisemblablement assez bizarre se produira au niveau du haut-parleur et ceci un certain nombre de fois. Afin de pouvoir accorder les fréquences musicales, on peut positionner P<sub>1</sub> dans la position où le séquenceur avance à l'allure la plus lente. On accorde d'abord le premier ton, puis le second par action sur P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub>.

Cette opération peut se réaliser à l'oreille si vous avez l'oreille musicale et si vous connaissez le chant du coucou. L'accord peut également s'effectuer à l'aide d'un instrument de musique en se basant par exemple sur les notes SOL et MI.

Ce réglage terminé, on peut régler définitivement la fréquence ou la vitesse de la

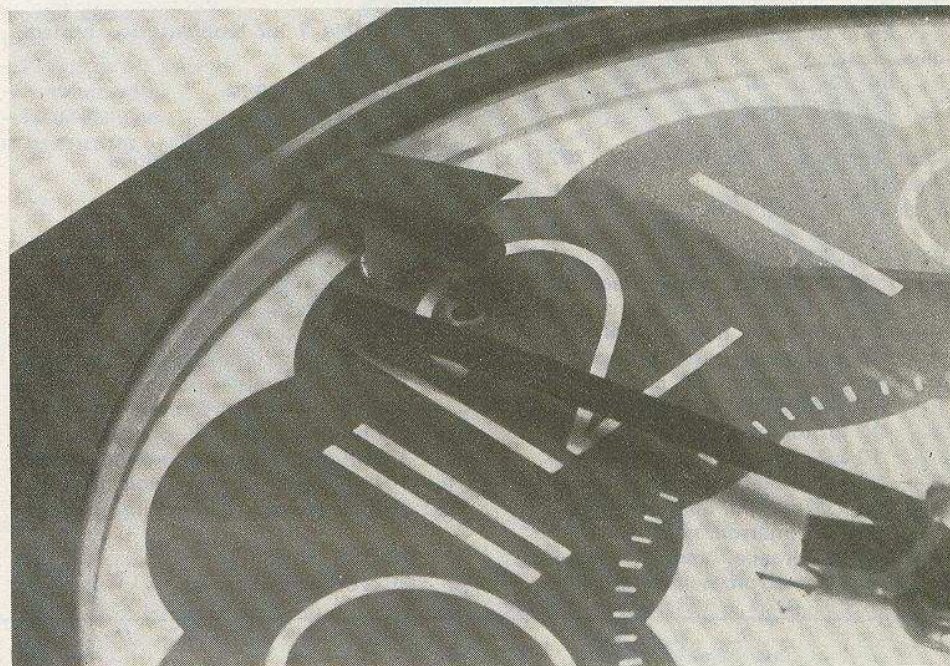


$$\frac{4}{5} = \frac{6}{6}$$

*Photo 4. - Le petit haut-parleur se placera dans un angle.*

*Photo 5. - On pratiquera des trous pour dégager le son du coucou.*

*Photo 6. - Détail du système opto-électronique et un aperçu de la grande aiguille.*





sonnerie par le câlage correct de P<sub>1</sub>. Enfin, le volume ou l'intensité sonore désirée peut être obtenue par l'action sur l'ajustable P<sub>4</sub>.

Par la suite, la pendulette étant mise à l'heure, il convient d'accorder le nombre de « cou-cou » à l'heure indiquée. Pour cela, on appuie sur BP<sub>2</sub> et l'on compte le nombre de sonneries émises.

Si par exemple ce nombre est de 6 et qu'il est 2 heures 35, il suffit d'appuyer

sur BP<sub>2</sub> autant de fois qu'il est nécessaire : une première fois pour 7 heures, une deuxième fois pour 8 heures... et une 8<sup>e</sup> pour deux heures. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire, lors de cette mise à l'heure de la sonnerie d'attendre la fin des « cou-cou ». Le premier chant terminé, on peut relâcher BP<sub>2</sub> et appuyer à nouveau pour l'heure suivante. Lorsque la grande aiguille passera sur la diode infrarouge, le chant du coucou résonnera alors trois fois. La sonnerie est définitivement mise

à l'heure et le restera jusqu'à une éventuelle panne de courant secteur.

Il ne reste plus qu'à fixer la pendulette à son endroit définitif de la maison ou de l'appartement qui se trouvera ainsi égayé mélodieusement et ponctuellement par le chant du coucou de la Forêt Noire...

Robert KNOERR

#### IV Liste des composants

##### a) Module alimentation

R<sub>1</sub> : 820 Ω (gris, rouge, marron)  
 R<sub>2</sub> : 560 Ω (vert, bleu, marron)  
 R<sub>3</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>5</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
 R<sub>6</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>7</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 C<sub>1</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>2</sub> : 2200 μF/25 V électrolytique  
 C<sub>3</sub> : 470 μF/16 V électrolytique  
 C<sub>4</sub> : 470 μF/16 V électrolytique

Z<sub>1</sub> : diode zéner 10 V  
 Z<sub>2</sub> : diode zéner 5,6 V.

L : LED Ø 3 rouge (diode électro-luminescente)

T<sub>1</sub> : 2N1711 (NPN) avec ailettes de refroidissement  
 T<sub>2</sub> : 2N1711 (NPN) avec ailettes de refroidissement  
 T<sub>3</sub> : BC 108 (NPN)  
 T<sub>4</sub> : BC 108 (NPN)

Pont redresseur 0,5 A W 005/7924 ou équivalent  
 5 picots

##### b) Module « Logique »

R<sub>8</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)  
 R<sub>9</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)  
 R<sub>10</sub> : 1 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>11</sub> : 15 kΩ (marron, vert, orange)  
 R<sub>12</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>13</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>14</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>15</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>16</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>17</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>18</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>19</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>20</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>21</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>22</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>23</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>24</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)  
 R<sub>25</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)  
 R<sub>26</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>27</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>28</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)  
 R<sub>29</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>30</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>31</sub> : 10 Ω (marron, noir, noir)

11 straps  
 4 horizontaux  
 7 verticaux

P<sub>1</sub> : ajustable 1 MΩ (implantation horizontale)  
 P<sub>2</sub> : ajustable 470 kΩ (implantation horizontale)  
 P<sub>3</sub> : ajustable 470 kΩ (implantation horizontale)  
 P<sub>4</sub> : ajustable 1 kΩ (implantation horizontale)

4 diodes signal 1N914 :  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>

C<sub>5</sub> : 220 μF/16 V électrolytique  
 C<sub>6</sub> : 10 μF/16 V électrolytique  
 C<sub>7</sub> : 10 μF/16 V électrolytique  
 C<sub>8</sub> : 1 μF mylar (marron, noir, vert)  
 C<sub>9</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>10</sub> : 1 μF mylar (marron, noir, vert)  
 C<sub>11</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>12</sub> : 100 μF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>13</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>14</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>15</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>16</sub> : 3,3 nF mylar (orange, orange, rouge)  
 C<sub>17</sub> : 3,3 nF mylar (orange, orange, rouge)  
 C<sub>18</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)  
 C<sub>19</sub> : 100 nF mylar (marron, noir, jaune)

T<sub>5</sub> : BC 108 (NPN)  
 T<sub>6</sub> : BC 108 (NPN)

T<sub>7</sub> : BC 108 (NPN)  
 T<sub>8</sub> : BC 108 (NPN)  
 T<sub>9</sub> : BC 108 (NPN)  
 T<sub>10</sub> : BC 177 (PNP)  
 T<sub>11</sub> : BC 108 (NPN)  
 T<sub>12</sub> : 2N2905 (PNP)

IC<sub>1</sub> : CD 4011 (MOS)  
 4 portes NAND à entrées  
 IC<sub>2</sub> : CD 4001 (MOS)  
 4 portes NOR à 2 entrées  
 IC<sub>3</sub> : CD 4001 (MOS)  
 4 portes NOR à 2 entrées  
 IC<sub>4</sub> : CD 4011 (MOS)  
 4 portes NAND à 2 entrées  
 IC<sub>5</sub> : SN 7492 (TTL)  
 compteur diviseur par 12  
 IC<sub>6</sub> : SN 7492 (TTL)  
 compteur diviseur par 12  
 IC<sub>7</sub> : SN 7490 (TTL)  
 compteur diviseur par 10  
 IC<sub>8</sub> : CD 4030 (MOS)  
 4 portes « OR exclusif » à 2 entrées  
 IC<sub>9</sub> : CD 4001 (MOS)  
 4 portes NOR à 2 entrées  
 3 picots

##### c) Module photo-transistor

PHT : photo transistor BP W 17

##### d) Module diode infrarouge

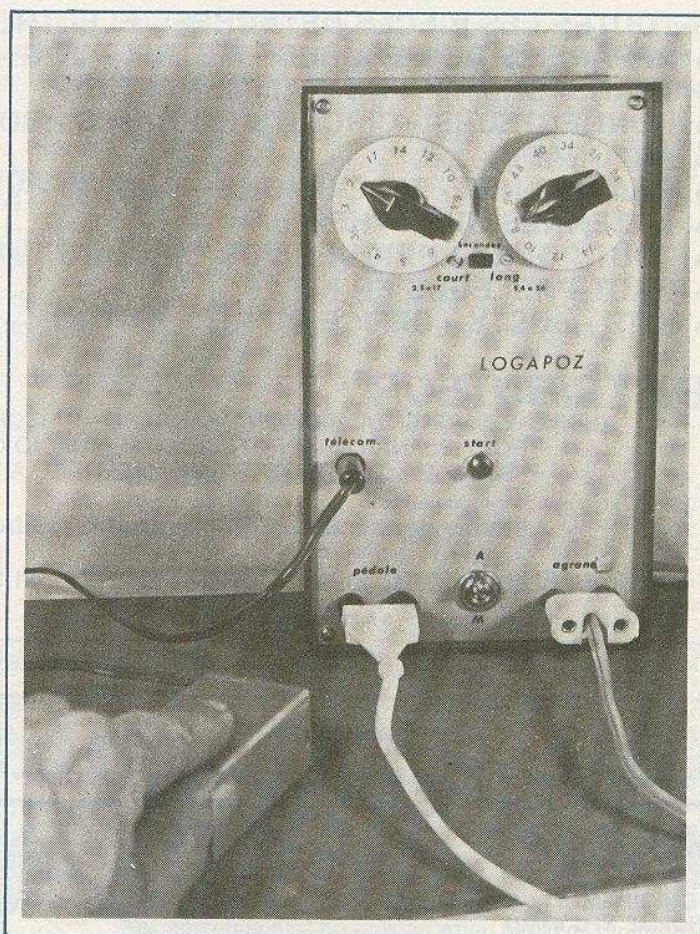
DIR : diode infrarouge CQY 36 ou CQY 37

##### e) Divers

transformateur 220/12 V - 150 mA - 1,8 W  
 BP<sub>1</sub> : bouton-poussoir miniature à contact repos  
 BP<sub>2</sub> : bouton-poussoir miniature à contact travail  
 I : interrupteur miniature unipolaire  
 HP : haut-parleur Ø 50 - 8 Ω  
 Fiche mâle secteur  
 Fil secteur  
 Nappe multiconducteurs



RÉALISEZ VOUS-MÊMES



**D**E nombreux agrandisseurs ont dans notre revue, vous présentons ici des considérations

que, particulièrement pour le tirage couleur. Il est tellement spécialisé que nous ne voyons pas à quel autre usage il pourrait servir ! Jugez plutôt. Valeurs de temps crantées en progression logarithmique de 2,5 à 56 secondes, le temps doublant tous les quatre crans. Eclairage inactinique de la durée affichée. Déclenchement sur le boîtier ou à distance. L'éclairage permanent pour mise au point et cadrage s'effectue uniquement par commande au pied. Priorité a donc été donnée aux impératifs utilitaires et à la robustesse en cas d'usage rapide et intensif. Le prix de revient global est de l'ordre de 170 F.

compte-poses pour déjà été publiés mais celui que nous a été conçu d'après d'utilisation prati-

## TIMER SPECIAL pour agrandisseur

### Pourquoi des temps crantés ?

A la prise de vues, vous avez pris l'habitude de penser vos corrections en crans ou demi-crans de diaphragme, soit des progressions de 100 ou 50 % de l'exposition ; au tirage nous opérerons de même,

mais avec des crans de temps plus petits. Puisque nos durées fixées doublent tous les quatre crans, il s'agit donc d'une progression de 19 en 19 %.

On prend vite l'habitude de juger une épreuve en évaluant à un, deux ou trois crans la correction en plus ou en moins à effectuer. Voilà qui supprime ces fastidieux calculs mentaux sur des cadrans

bêtement gradués en secondes. En effet, il ne semble pas évident qu'entre 8,4 et 10 secondes il y ait exactement la même correction de pose qu'entre 28 et 34 secondes !

Pourquoi 19 % ? Parce que le facteur de progression est  $\sqrt[4]{2} = 1,189$ , soit 19 %. Cela nous donne les valeurs arrondies suivantes : 2,5 - 3 - 3,5 - 4,2 - 5 - 6 - 7 -



8,4 - 10 - 12 - 14 - 17 - 20 - 24 - 28 - 34 - 40 - 48 et 56 secondes.

Il serait stupide de descendre au-dessous de 2,5 secondes en raison des dixièmes de secondes nécessaires à l'allumage, puis à l'extinction de l'ampoule d'agrandisseur; en couleur, jamais de temps de poses inférieurs à 4,2 secondes ! D'autre part, des temps supérieurs à la minute sont rarissimes en noir et blanc et ultradéconseillés en tirage couleur; si le cas se présente, on peut faire deux fois 40 secondes pour 1 minute 20 secondes par exemple.

Certains vont dire que c'est un manque de précision que de passer brutalement de 10 à 12 secondes sans avoir la possibilité de poser 11 secondes. Objection non valable ! Oseriez-vous dire que telle diapo aurait dû être corrigée de 1/8<sup>e</sup> de cran de diaphragme ? C'est pourtant la même variation de 10 à 11 secondes... Il en va de même pour le tirage papier, où une telle correction serait à peine visible et ne mériterait pas d'être effectuée. Ces « pas » de  $\pm 19\%$  ne sont pas trop grands, sinon l'auteur ne continuerait pas à les utiliser en tirage couleur depuis bien-tôt neuf ans.

### Le schéma électronique (fig. 1)

Les timers sont basés sur deux principes : soit une bascule monostable ou un comparateur de tension pendant la charge ou la décharge d'un condensateur. Ces deux méthodes sont aussi précises l'une que l'autre. Il y a aussi les circuits de comptages avec le 50 Hz comme base de temps : trop chers, trop précis et pas pratiques.

Avec nos temps crantés, c'est le système du comparateur qui conduit au schéma le plus simple.

Un 741 (I<sub>1</sub>) a sur son entrée « non-inverseuse e+ » une tension de référence fixée par l'ajustable P<sub>1</sub> (réglage définitif), tandis que son entrée « inverseuse e- » reçoit la tension d'un condensateur de 1 000  $\mu$ F, C<sub>1</sub>, qui se charge à travers une résistance fixe mais commutable. Au départ, C<sub>1</sub> est complètement déchargé et la sortie du 741 est de l'ordre de 11 V.

Lorsque la tension sur C<sub>1</sub> devient égale à celle fixée par P<sub>1</sub>, la sortie du 741 chute à 1 ou 2 V. En conséquence, puisque les

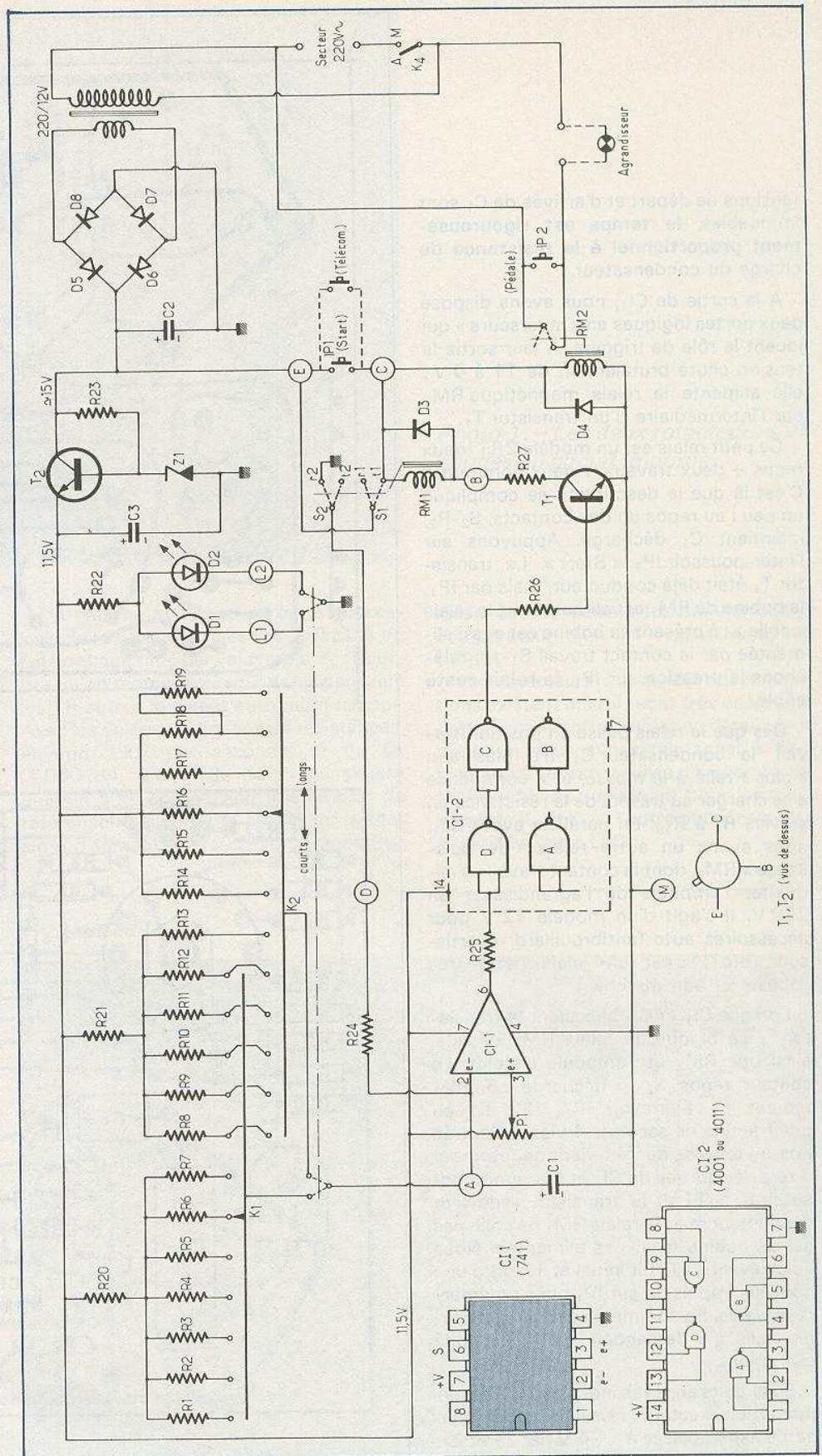


Fig. 1. - Le schéma de principe se construit autour de nos éléments favoris, le  $\mu$ A 741 et le CD 4011, dont il est toujours bon de rappeler le brochage.



tensions de départ et d'arrivée de  $C_1$  sont immuables, le temps est rigoureusement proportionnel à la résistance de charge du condensateur.

A la sortie de  $CI_1$ , nous avons disposé deux portes logiques en « inverseurs » qui jouent le rôle de triggers. A leur sortie la tension chute brutalement de 11 à 0 V ; elle alimente le relais magnétique  $RM_1$  par l'intermédiaire d'un transistor  $T_1$ .

Ce petit relais est un modèle 2RT (deux repos + deux travaux + deux communs). C'est là que la description se complique un peu : au repos un des contacts,  $S_2-R_2$ , maintient  $C_1$  déchargé. Appuyons sur l'inter-poussoir  $IP_1$  « Start ». Le transistor  $T_1$  était déjà conducteur, mais par  $IP_1$ , la bobine de  $RM_1$  est alimentée et le relais « colle » ; à présent sa bobine est aussi alimentée par le contact travail  $S_1-t_1$  : relâchons la pression sur  $IP_1$ , le relais reste câblé.

Dès que le relais passe en position travail, le condensateur  $C_1$  n'a plus son « plus » relié à la masse, et il commence à se charger au travers de la résistance en service  $R_1$  à  $R_{19}$ . En parallèle avec  $RM_1$ , nous avons un autre relais « de puissance »  $RM_2$ , dont le contact travail va alimenter l'ampoule de l'agrandisseur en 220 V. Il s'agit d'un modèle 12 V pour accessoires auto (antibrouillard, avertisseur, etc.) ; c'est un relais petit, très robuste et bon marché.

Lorsque  $CI_1$  et  $CI_2$  basculent le transistor  $T_1$  se bloque, le relais  $RM_1$  décolle, ainsi que  $RM_2$  et l'ampoule s'éteint. Le contact repos  $S_2-r_2$  décharge complètement  $C_1$  à travers  $R_{24}$  ( $22 \Omega$ ) en une fraction de seconde. Puisque l'entrée non-inverseuse du 741 vient de retomber à zéro, les sorties de  $CI_1$  et  $CI_2$  remontent aussitôt à 11 V, le transistor redevient conducteur mais le relais  $RM_1$  ne colle pas car sa bobine n'est pas alimentée. Nous voici revenus à l'état initial et il faudra une nouvelle impulsion sur  $IP_1$  pour redémarrer le cycle. En somme un circuit très simple mais qui demandait à être expliqué clairement.

En circuits annexes, nous avons une alimentation secteur classique dont une partie est stabilisée à 11,4 V par  $T_2$  et  $Z_1$ .

L'inter-poussoir  $IP_2$  constitue la commande au pied pour alimenter l'ampoule sans passer par le timer. Cette commande nettement séparée du boîtier évite bien des étourderies...

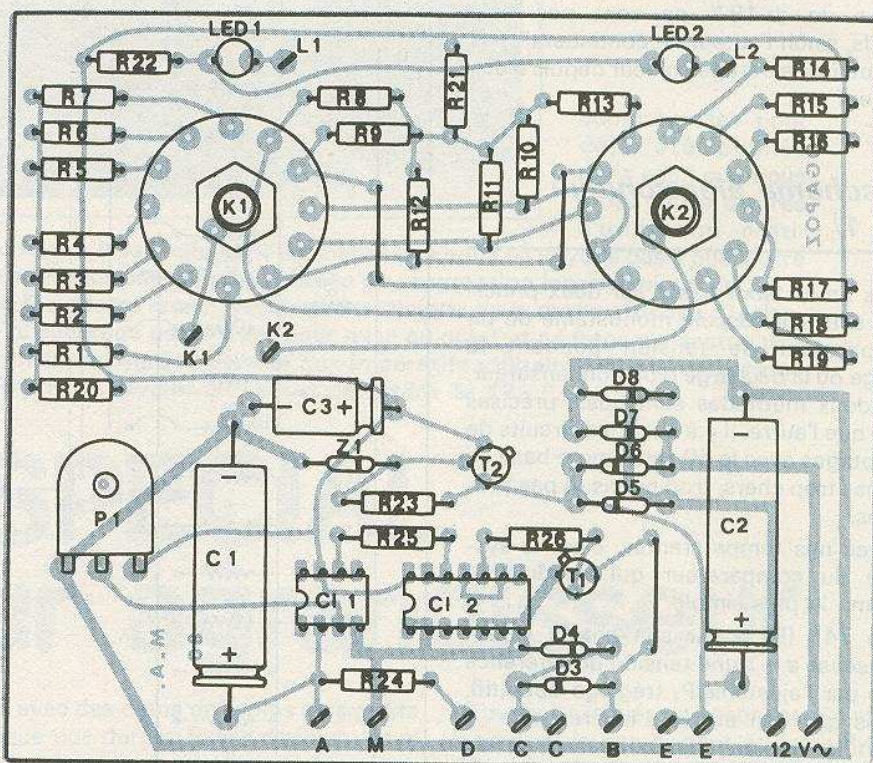
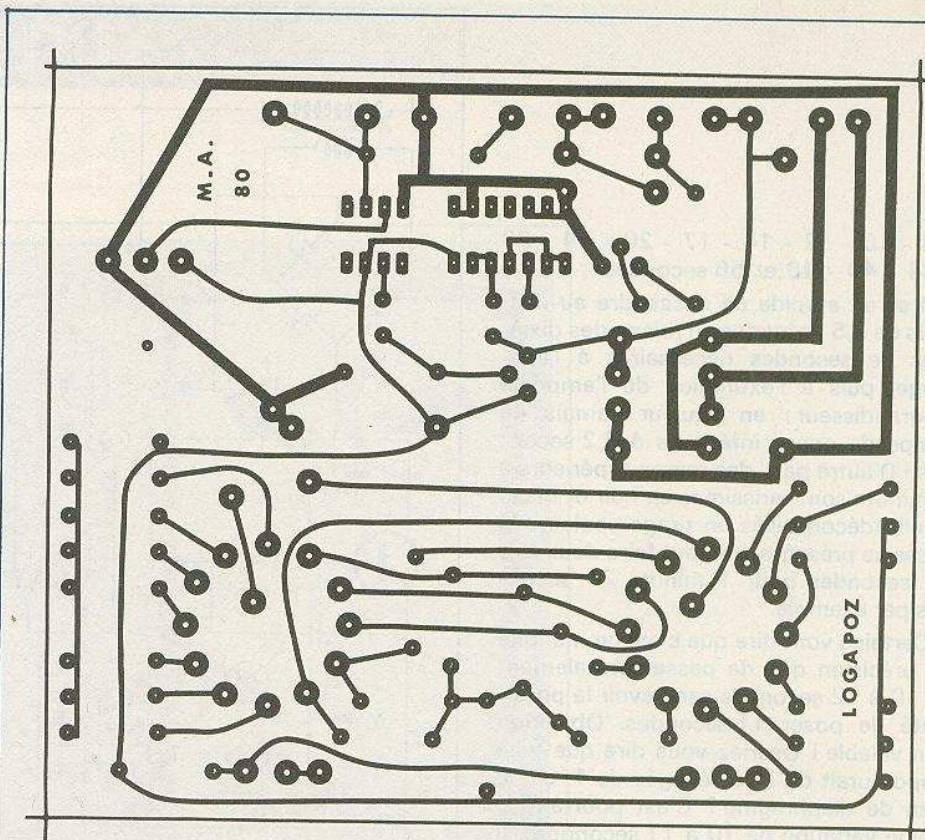


Fig. 2a. et 2b. - Nous précisons grandeur nature le tracé du circuit imprimé pour une meilleure reproduction. Côté implantation, on veillera à la bonne mise en place des straps de liaison.



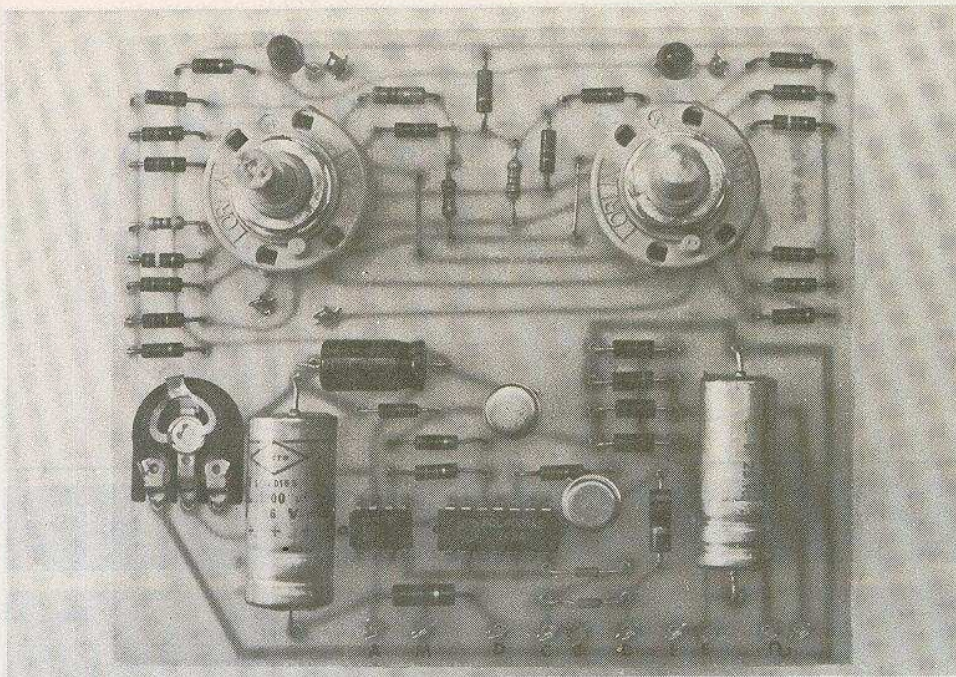


Photo 1. - Les deux rotacteurs sont soudés au circuit imprimé.

Les résistances de charges de  $C_1$  sont commutées par deux rotacteurs  $K_1$  et  $K_2$ , des 12 positions/1 voie, dont les communs sont eux-mêmes commutés par l'inverseur double  $K_3$  : temps courts (2,5 à 17 secondes) et temps longs (8,4 à 56 secondes). Il y a donc un chevauchement des deux gammes sur quatre crans entre 8,4 et 17 secondes, ce qui évitera de manœuvrer souvent  $K_3$ .

L'éclairage des cadrans est assuré par deux LED  $D_1$  et  $D_2$ , mais grâce à l'inverseur  $K_3$  seul le cadran en service sera lisible dans l'obscurité.

Un gadget très utile, le poussoir  $IP_1$  peut être dédoublé par un autre logé dans un petit boîtier que l'on placera près du margeur, à main droite ou gauche selon le genre de travail. Son câble sera raccordé au boîtier par une fiche jack ou HP DIN, etc.

### Les résistances commutables

Il s'agit de résistances fixes à 1 ou 2 % ou encore des 5 % sélectionnées à l'ohmmètre. Le tableau 1 donne le détail de ce réseau de résistances. Il est important de savoir que la précision de chaque temps sera celle de la résistance en service, mais rassurez-vous, quelques dixièmes de secondes d'écart sur le temps affiché n'ont pas d'incidence grave au plan pratique. Par exemple 13,8 secondes sur le cran « 14 secondes » ne représente qu'une erreur de 1,4 %, laquelle est insignifiante pour du papier photo : il ne s'agit pas de chronométrer des performances olympiques au centième de seconde...

Un énorme avantage de cette succession de résistances fixes est la facilité de l'étalonnage final par l'ajustable  $P_1$  : il suffira qu'un temps soit réglé exact pour que les 18 autres le soient automatiquement. Avec les valeurs indiquées de résistances, environ  $1\text{ k}\Omega$  par seconde, et de  $C_1$  ( $1\ 000\ \mu\text{F}$ ), le réglage de  $P_1$  se situera environ à mi-course, soit une tension de référence voisine de la moitié de la tension d'alimentation ; c'est la condition

idéale pour le meilleur fonctionnement en comparateur d'un 741 en alimentation simple.

Les rotacteurs à plus de douze positions existent mais ils sont très onéreux et pratiquement introuvables au détail ; c'est pourquoi nous avons fait appel à deux rotacteurs courants suivis d'un commutateur double  $K_3$  : un circuit pour les communs de  $K_1$  et  $K_2$  et l'autre pour l'éclairage d'une des deux LED.

Tableau I

Temps s	Position $k_1-k_2$	R idéale $\text{k}\Omega$	R série $\text{k}\Omega$	R pratique + $\text{k}\Omega$
2,5	1	2,87	0,150 ( $R_{20}$ )	2,7- $R_1$
3	2	3,45		3,3- $R_2$
3,5	3	4,0		3,9- $R_3$
4,2	4	4,8		4,7- $R_4$
5	5	5,7		5,6- $R_5$
6	6	6,9		6,8- $R_6$
7	7	8,2		8,2- $R_7$
8,4	8-1	9,67		8,2- $R_8$
10	9-2	11,5	1,5 $\text{k}\Omega$ ( $R_{21}$ )	10- $R_9$
12	10-3	13,7		12- $R_{10}$
14	11-4	16,3		15- $R_{11}$
17	12-5	19,3		18- $R_{12}$
20	6	23	0 $\text{k}\Omega$ (liaison directe)	22- $R_{13}$
24	7	27,4		27- $R_{14}$
28	8	32,2		33- $R_{15}$
34	9	38,6		39- $R_{16}$
40	10	46		47- $R_{17}$
48	11	54,7		56- $R_{18}$
56	12	65,2		10- $R_{19}$
				$R_{18}$

Ce tableau fournit tous les renseignements sur le câblage des deux rotacteurs.



## Le circuit imprimé (fig. 2)

La moitié supérieure du module concerne les commutations de résistances et la partie inférieure le timer et l'alimentation. Les deux relais sont extérieurs au circuit imprimé en raison de l'anarchie totale qui règne dans les brochages de ces composants.

Selon notre habitude, les rotacteurs sont soudés au circuit; leurs cosses seront coupées en pointe pour une meilleure insertion dans l'époxy. Vérifier que les deux rotacteurs sont bien manœuvrables sur douze positions, sinon extraire la rondelle se trouvant sous l'écran et couper son ergot d'arrêt.

Les deux LED seront des  $\varnothing 5$  mm rouges à souder hautes sans couper les pattes.

Les entr'axes de pliage des résistances sont de 12,5 mm dans la partie commutation et normalement de 15 mm pour le reste du circuit. Ne pas oublier les deux petits straps entre  $K_1$  et  $K_2$ . Signalons que l'on peut facilement dissocier les deux moitiés du module afin de les monter superposées, en cas de mise en place dans un autre coffret qu'un Téko P/4.

L'ajustable  $P_1$  peut avoir toutes les valeurs comprises entre 4,7 et 100 k $\Omega$ . Nous avons utilisé un modèle  $\varnothing 15$  mm vertical dont nous avons préalablement plié les pattes. N'oubliez pas de pratiquer un trou  $\varnothing 4$  mm sous son axe de commande. Prérégalez-le à mi-course.

## Les cadrans (fig. 2)

Compte tenu des impératifs de lecture dans l'obscurité, la conception des cadrans est assez spéciale. Il s'agit de disques en époxy cuivré où seuls les chiffres ont été rongés au perchlore (voir photo 2). L'époxy étant translucide, la LED éclaire parfaitement par transparence-diffusion le temps programmé. Cette technique nécessite l'usage d'époxy sensibilisé avec un masque négatif de la figure 2, mais on peut aussi faire des chiffres noirs sur fond clair. En ce cas, il faudra réduire la luminosité des LED en portant  $R_{22}$  à 1 k $\Omega$ . Quelques conseils pratiques :

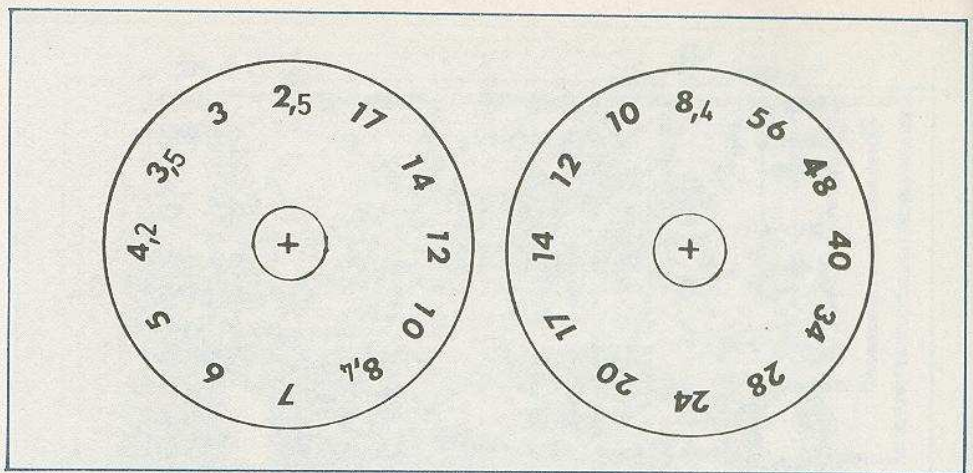


Fig. 2c. - On pourra réaliser des cadrans gradués en verre époxy très facilement.

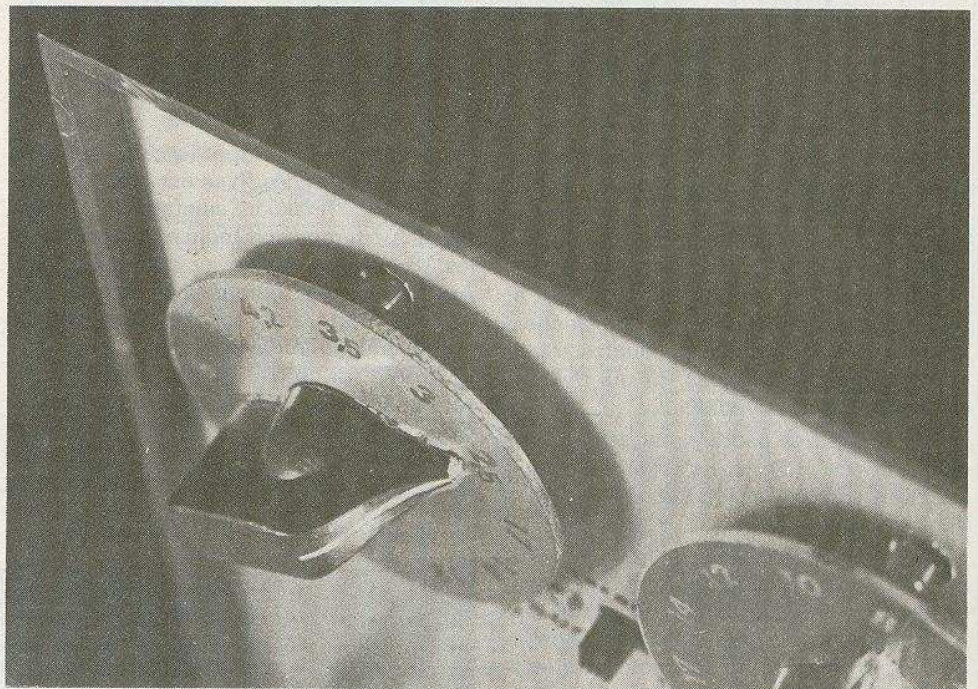


Photo 2. - Les cadrans mobiles sont en époxy éclairés par derrière.

La face cuivrée sera extérieure. Après gravure au perchlo, percer les centres à  $\varnothing 6$  mm. Découper ensuite grossièrement les deux cercles à la cisaille, puis figoler le pourtour par meulage: porter des lunettes car les poussières d'époxy contiennent des fibrilles de verre. La taille finie, enlever enfin la couche de résine sensible avec de l'acétone. Pulvériser sur le cuivre une couche de vernis incolore pour le protéger de l'oxydation.

Coller les boutons de manœuvres sur la face cuivrée avec de l'araldite. Si ces boutons ont un index en relief, orienter celui-ci sur la valeur muni du disque.

## La mise en coffret

Le coffret Téko P/4 n'est pas surchargé, mais il présente l'avantage de mettre la valeur affichée à 19 cm au-dessus de la table d'agrandisseur, généralement encombrée. Nous indiquons figure 3 le plan de perçage du couvercle d'aluminium vu de l'intérieur.

Le relais  $RM_1$  a été collé sur la face cuivrée du module, entre  $P_1$  et le bord (photo 3). Câbler d'abord ce relais aux cosses B, C, D, E et M, sans oublier de ponter la borne travail  $t_1$  à la borne de la bobine reliée à la cosse c (voir fig. 1).



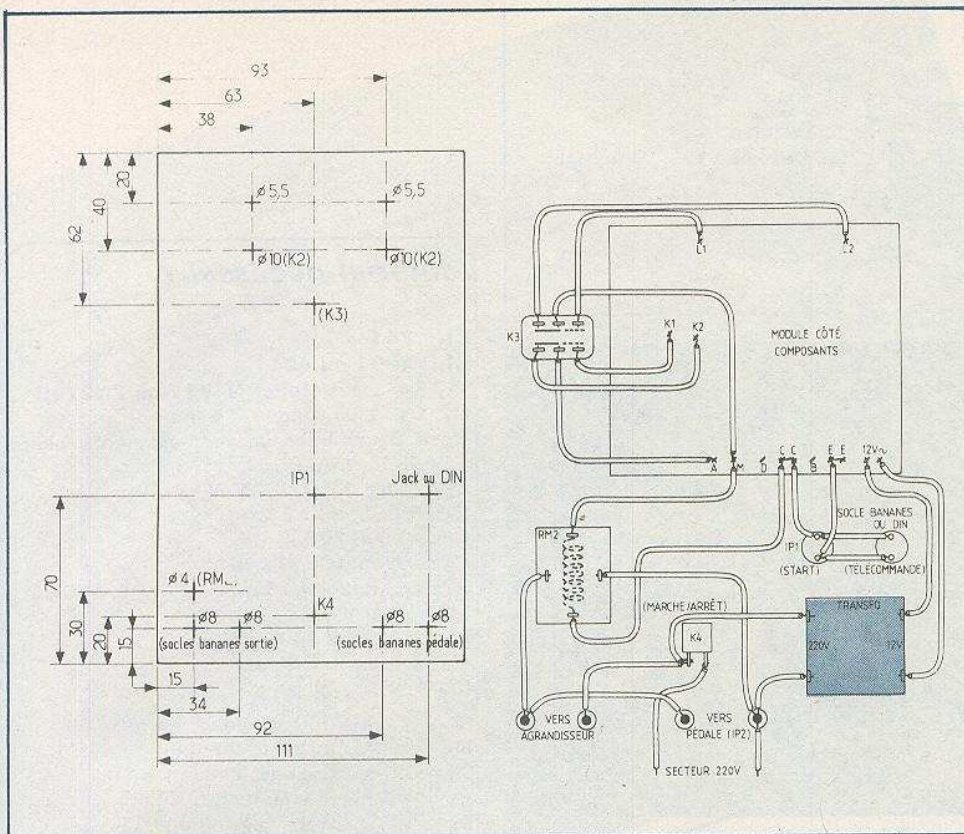


Fig. 3. et 4. – Le montage s'introduira à l'intérieur d'un coffret Teko P/4 et on se livrera au plan de câblage ci-dessus.

Visser au couvercle aluminium les composants K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>, IP<sub>1</sub>, le socle jack (ou DIN), le relais RM<sub>2</sub> et les quatre douilles bananes.

En vous aidant de la figure 4, câbler le double inverseur K<sub>3</sub> aux cosses L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, A et M.

Souder des fils fins (fils en nappe) de 15 cm de long environ aux cosses M, C, C et E. Repérer leurs couleurs, puis équi-

per les cosses « 12 V<sub>≈</sub> » d'un méplat fin de 25 cm.

Monter enfin le module sous le couvercle en le fixant avec les deux écrous de K<sub>1</sub> et K<sub>2</sub>. Les deux LED doivent émerger de 2 à 3 mm.

Toujours en fonction de la figure 4, relier les fils de 15 cm aux composants fixés sous le couvercle.

Le transformateur est vissé en bas du

fond et dans l'axe du coffret (voir photo 4). Le cordon d'arrivée secteur traverse le coffret plastique par un trou Ø 6 mm en bas du flanc droit et proche du fond.

Disposer le boîtier plastique à droite du couvercle (photo 4) et procéder au câblage du 220 V avec du fil de 7/10<sup>e</sup> mm. Faire un nœud d'arrêt interne sur le câble méplat d'arrivée secteur. Souder sur la sortie 12 V du transfo le fil double de 25 cm.

### Le réglage définitif

Positionner K<sub>3</sub> sur « temps longs » et K<sub>2</sub> sur « 24 s ». Mettre l'appareil sous tension, appuyer sur le bouton Start (IP<sub>1</sub>) et chronométrer le temps de fonctionnement.

Agir délicatement sur P<sub>1</sub> avec un tournevis fin à travers le module jusqu'à obtenir, par tâtonnements, le temps correct. En tournant dans le sens horaire le temps diminue. Vous pourrez alors constater que tous les autres temps, de 2,5 à 56 secondes, sont exacts. On aurait pu effectuer l'étalonnage avec n'importe quel autre temps, mais nous avons choisi le calibre « 24 s » parce qu'il ne fait appel qu'à une seule résistance au lieu de deux en série (voir tableau 1). Veuillez donc à ce que cette résistance R<sub>14</sub> soit précise.

Vous pouvez alors fermer définitivement le coffret.

Photo 3. – Le petit relais 2 RT a été collé sous le module. En bas les commandes de start.

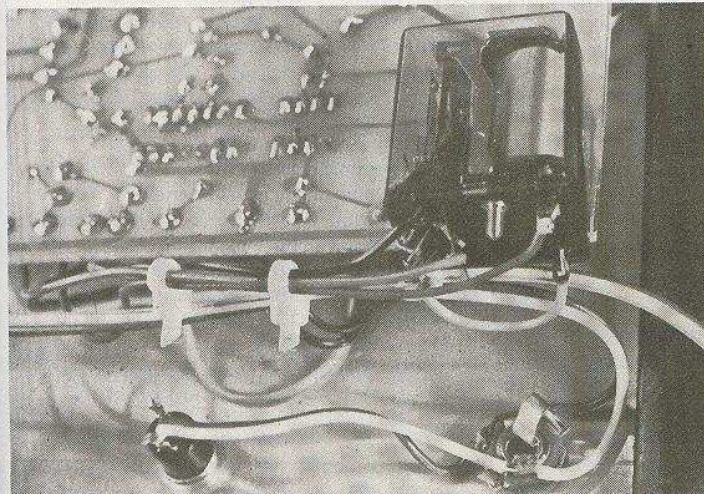
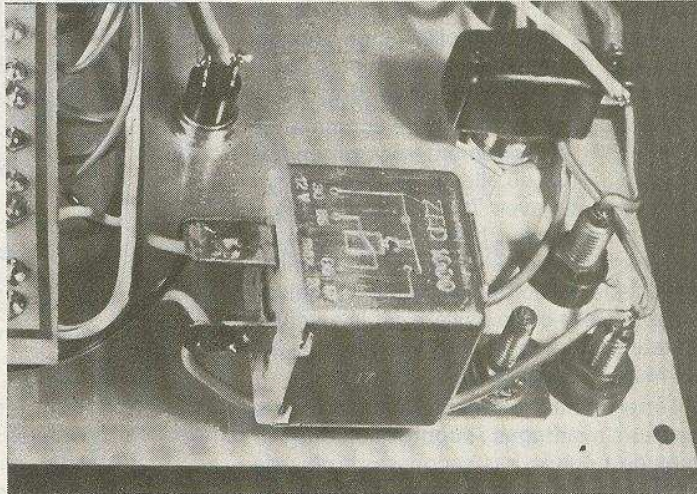


Photo 4. – Le relais de puissance RMZ est un modèle pour voiture. Il est vissé sous le couvercle.





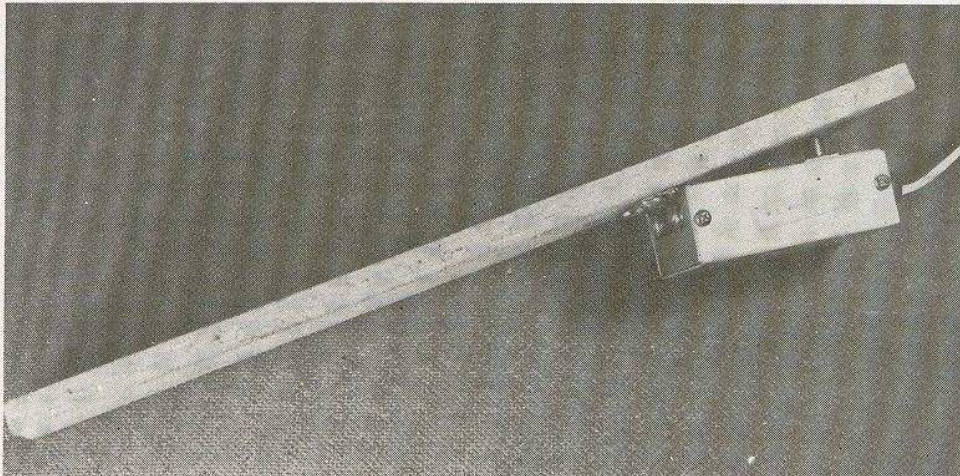
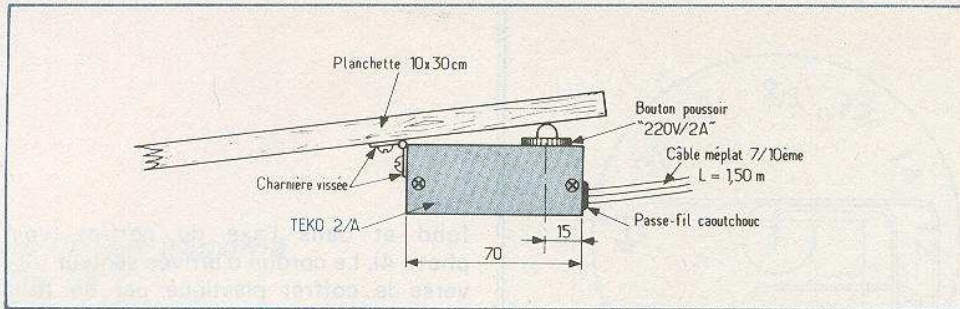


Photo 6. – Cet interrupteur-pédale permet d'éclairer l'agrandisseur sans passer par le timer.

## Les commandes annexes

Il faut vous confectionner un interrupteur-pédale  $IP_2$  (photo 6) : rien de plus facile avec une planchette 10 x 30 cm sous laquelle un petit boîtier aluminium Téko 2/A a été fixé par l'intermédiaire d'une charnière. Un robuste interpoussoir 220 V/2A est vissé dans ce boîtier (voir fig. 5). Charnière, bouton et passe-fil doivent être montés sur la moitié du boîtier la plus rigide.

Attention ! La plupart des commandes au pied, genre « champignon » que l'on trouve partout dans le commerce ne conviennent pas, car elles sont prévues pour des lampadaires, donc un coup pour allumer et un autre pour éteindre.

Bien que facultative, la télécommande du start  $IP_1$  est vivement recommandée, d'autant plus qu'elle sera rapidement confectionnée avec 70 cm de câble souple et un tout petit boîtier supportant un poussoir très ordinaire. Nous avons utilisé une liaison au boîtier par un jack, mais le socle de celui-ci n'a pas été câblé en commutateur et le poussoir  $IP_2$  sur le couvercle reste en service.

Cette commande à distance présente plusieurs avantages : suppression des risques de bougés par secousses ; plus de déplacements intempestifs du timer et

surtout moins de fatigue musculaire pour les longs travaux.

En effet, la commande étant toujours près de la main, on ne tend le bras vers le timer que pour modifier le temps de pose. Ne souriez pas, de nombreux photographes connaissent bien cette douleur dans l'épaule...

Rappelons enfin que ce confort est encore agrémenté par le fait que « la commande manuelle est au pied » !

## Conclusion

Un appareil de classe professionnelle qui n'a aucune raison de ne pas fonctionner du premier coup. Si vous utilisez fréquemment des ampoules supérieures à 100 W, installez un condensateur de 100 nF/400 V sur les bornes contacts de  $RM_2$ , ou bien prévoyez un relais plus conséquent.

Michel ARCHAMBAULT

## Matériel nécessaire

- $CI_1$  : 741
- $CI_2$  : 4001 ou 4011
- $T_1, T_2$  : transistors 2N1711 ou 2N2219
- $D_1, D_2$  : LED rouges  $\varnothing$  5 mm
- $D_3$  à  $D_8$  : diodes de redressements genre 1N4001... 4007
- $Z_1$  : zener 12 V/0,25 W
- $C_1$  : 1 000  $\mu$ F/12 V
- $C_2$  : 479  $\mu$ F/25 V
- $C_3$  : 47 ou 100  $\mu$ F/16 V
- $P_1$  : ajustable  $\varnothing$  15 mm de 4,7 à 100 k $\Omega$  horizontal
- Résistances  $R_1$  à  $R_{16}$  : à  $\pm 2\%$  ou  $\pm 5\%$  triées. (de 1/8 à 1/2 W)
- $R_1$  : 2,7 k $\Omega$  (rouge, violet, rouge)
- $R_2$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)
- $R_3$  : 3,9 k $\Omega$  (orange, blanc, rouge)
- $R_4$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- $R_5$  : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)
- $R_6$  : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)
- $R_7$  -  $R_8$  : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)
- $R_9$  -  $R_{19}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_{10}$  : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)
- $R_{11}$  : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)
- $R_{12}$  : 18 k $\Omega$  (marron, gris, orange)
- $R_{13}$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
- $R_{14}$  : 27 k $\Omega$  (rouge, violet, orange)
- $R_{15}$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)
- $R_{16}$  : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)
- $R_{17}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{18}$  : 56 k $\Omega$  (vert, bleu, orange)
- $R_{20}$  : 150  $\Omega$  (marron, vert, marron)
- $R_{21}$  : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)
- Résistances  $R_{22}$  à  $R_{27}$  :  $\pm 5\%$  ou  $\pm 10\%$
- $R_{22}$  : 560  $\Omega$  (vert, bleu, marron)
- $R_{23}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_{24}$  : 22  $\Omega$  (rouge, rouge, noir)
- $R_{25}$  : 27 k $\Omega$  (rouge, violet, orange)
- $R_{26}$  : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)
- $R_{27}$  : 47  $\Omega$ /1/2 W (jaune, violet, noir)
- $RM_1$  : relais 2 RT, bobine 150 à 300  $\Omega$
- $RM_2$  : relais 12 V pour voiture (phare, klaxon)
- $k_1, k_2$  : rotacteurs encapsulés 12 positions/1 voie (marque Lorlin)
- $K_3$  : inverseur double (6 bornes)
- $K_4$  : inter unipolaire 250 V/2 A
- 4 douilles pour fiches bananes
- $IP_1$  : poussoir miniature (appuyé = fermé)
- $IP_2$  : poussoir 250 V/2A
- Un transformateur 220/12 V-5 VA
- Deux circuits imprimés à réaliser : 103 x 120 et 60 x 115 mm
- 14 cosses poignards
- Coffrets Téko P/4 et 2/A (pédale)
- 2 boutons à vis pour potentiomètres



# CONVERTISSEUR POUR PANNEAU SOLAIRE

(suite de la page 97)

## b) Le convertisseur

Pour augmenter une tension continue sans recourir à des moyens mécaniques (moteurs), il est nécessaire de la transformer en tension alternative. De là, deux possibilités :

- Le transformateur, qui présente l'avantage d'un meilleur rendement et d'avoir un prix indépendant du rapport  $V_{\text{entrée}}/V_{\text{sortie}}$ . Toutefois, pour des rapports de transformation de 2 à 20, il est coûteux et encombrant.

- Le multiplicateur de tension (voir E/P janvier 1980), qui revient moins cher et est plus « compact » pour des applications ne nécessitant pas un énorme rapport de transformation ou de forts courants. Toutefois, son rendement est fort insuffisant. C'est cependant cette méthode qui a été retenue.

## c) Le multiplicateur de tension

On a adopté un multiplicateur Schenkel (voir E/P janvier 80) pour la facilité avec laquelle on généralise la méthode de multiplication : à la figure 1-a, on trouvera un doubleur Schenkel. Les figures 1-b et 1-c donnent respectivement un tripleur et un quadrupleur. (Il est à noter que la tension d'entrée doit être ALTERNATIVE alors qu'en sortie on a une tension CONTINUE, ce qui rend impossible le « branchement en série » de tels dispositifs.) Le lecteur aura sans doute compris comment on passe d'un « n-upleur » à un « (n + 2)-upleur ». A titre d'exemple, à la figure 1-d, on donne un hexupleur.

## II - Schéma de principe

### a) Le panneau solaire

Le convertisseur devant comporter des semi-conducteurs (transistors pour l'oscillateur et diodes pour le multiplicateur), il est impossible, à cause du seuil (environ 0,6 V) de ces composants, d'envisager l'emploi d'une cellule unique (0,5 V maximum). On a choisi une configuration 2 x 4 cellules (avec un point milieu pour la masse) qui peut être ramenée à 2 x 3 par souci d'économie.

On forme ainsi des chaînes de huit cellules en série, et on peut mettre autant de chaînes en parallèle qu'on le désire (voir fig. 2). Par souci d'économie (multiplier par 8, le prix d'une cellule est quelque peu effrayant), on peut utiliser des

Page 120 - N° 29 - nouvelle série

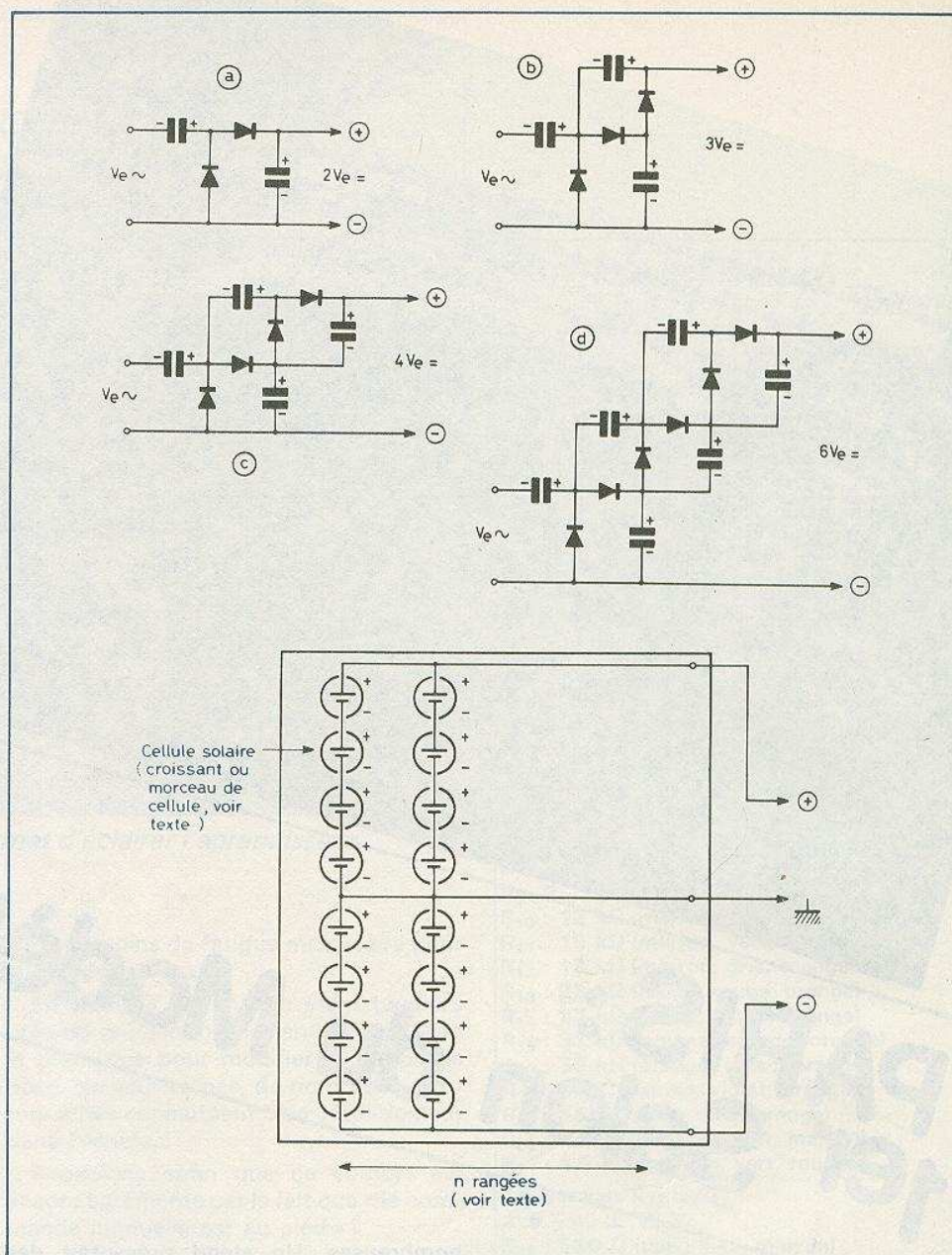


Fig. 1. et 2. - Les cellules présentent l'inconvénient de ne délivrer que des tensions très faibles. Malgré leur mise en série, il s'avère nécessaire, pour « limiter les frais », d'avoir recours à un convertisseur, multiplicateur de tension.

« croissants » ou des morceaux de cellules cassées (voir paragraphe « réalisation pratique »).

Le panneau fournit ainsi une tension d'environ  $2 \times 1,5$  V, plus ou moins symétrique.

### b) Le convertisseur schéma de principe

On trouvera à la figure 3 le schéma de principe du convertisseur. Il se compose :

- D'un multivibrateur astable suivi d'un amplificateur ( $T_3$ ), pour produire un signal (vaguement) sinusoïdal.

- D'un multiplicateur de tension.
- D'une stabilisation et régulation de la tension finale (modèle ultra-classique formé de  $C_4$ - $R_7$ - $DZ$ - $P_1$ - $T_4$ ).

### c) Le convertisseur valeur des composants

$R_1$  et  $R_2$  ont été choisis égaux à 10 k $\Omega$  assez arbitrairement, plutôt grands pour éviter un surcroît de consommation.

$R_3$ ,  $R_4$ ,  $C_1$  et  $C_2$  ont été fixés pour avoir une fréquence de l'ordre de 100 Hz.

$C_3$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  et  $T_3$  : Il fallait un module amplificateur en courant, qui soit capa-



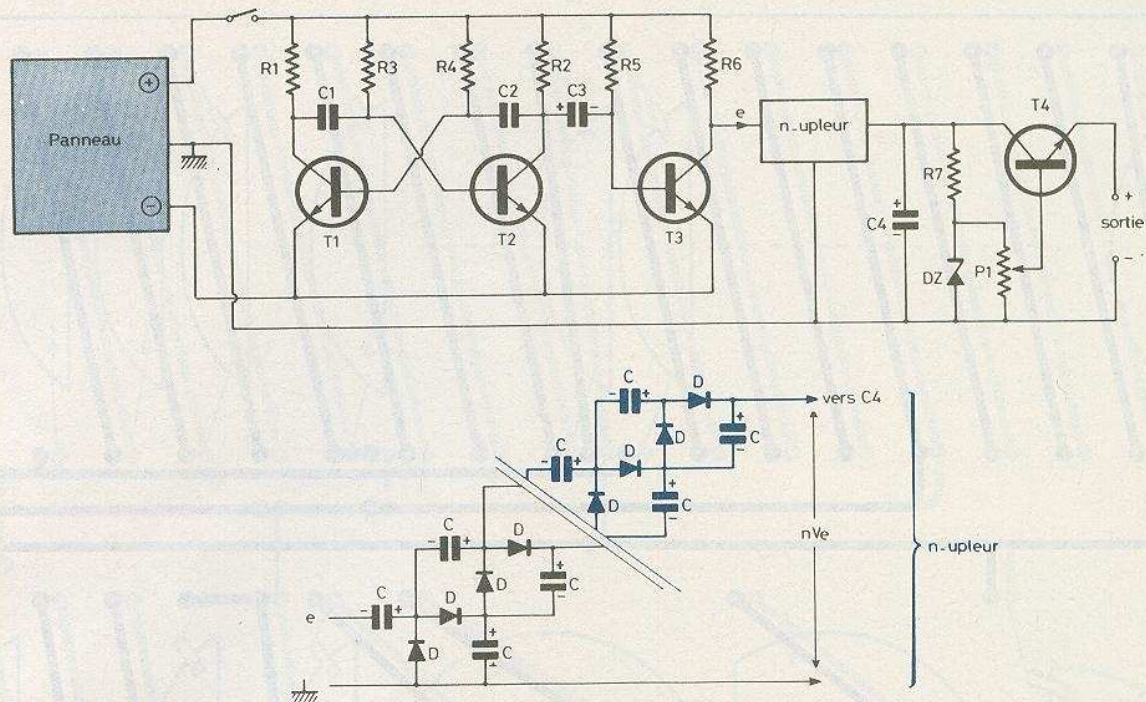


Fig. 3. - Pour le convertisseur, l'auteur a employé des transistors et des diodes. Les résistances de charge collecteur du multivibrateur  $R_1$  et  $R_2$  ont été choisies plutôt élevées, et arbitrairement, afin d'éviter un surcroît de consommation.

ble d'absorber du courant et d'en fournir (d'où impossible d'utiliser un transistor collecteur commun). Les 741 étant exclus vu la tension d'alimentation, il restait le choix entre un amplificateur différentiel « fait main » et le procédé choisi, qui est, en fait, un amplificateur de tension (émetteur commun) ayant une faible résistance de collecteur.  $R_6$  a été fixée à  $100 \Omega$ , mais peut être abaissée si on utilise un panneau plus grand.  $T_3$  est un 2N1711, donc capable d'« encaisser » pratiquement tout ce que peut fournir une pile solaire, aussi puissante soit-elle (compte tenu des limitations financières !);  $C_3$  a été déterminé « à vue de nez »,  $1 \mu F$  est une valeur assez importante mais on est à très basse fréquence.  $R_5$  a été déterminée expérimentalement comme étant la valeur normalisée donnant le signal le plus symétrique par rapport à la masse.

$C$ : Sa valeur dépend du courant demandé, donc de la taille du panneau. Egale à  $47 \mu F$  sur la maquette, on peut la porter à  $100 \mu F$  sans problème avec un panneau du même ordre de grandeur (voir « réalisation pratique »). Quant à  $D$ , les 1N4001 sont amplement suffisantes pour ce genre de travail.

$C_4$ ,  $R_7$ ,  $DZ$ ,  $P_1$ :

$C_4$  fait office de ballast, il doit donc avoir une capacité grande par rapport à  $C$  (ici,  $C_4 = 220 \mu F$ ).

$R_7$  et  $P_1$  doivent être tels que  $R_7 \ll P_1$ , et aussi grands que possible, compte tenu du courant demandé (le gain de  $T_4$  étant  $B$ , le courant maximal qu'il peut fournir est :

$$I = \frac{V_{zener}}{P} \times B$$

afin de limiter la consommation.

$D_2$  enfin sera choisie en fonction du multiplicateur (voir « réalisation pratique »).

### III - Réalisation pratique

#### a) Panneau

Une cellule solaire se présente sous la forme décrite précédemment. Lorsqu'elle est éclairée, le pôle + se trouve sur la face inférieure (étant bien entendu qu'on appelle face « supérieure » celle qui doit être éclairée, c'est-à-dire la face foncée, striée de raies claires).

Y souder un fil ne présente aucun pro-

blème si on prend le soin de bien étamer l'endroit où on va le souder. Par contre, le pôle qui se trouve sur la face supérieure crée plus d'ennuis. Il s'agit de souder un fil sur l'une des raies blanches ou brillantes qui parcourent la surface de la cellule, et c'est une tâche qui n'est pas de tout repos. Le plus simple est d'utiliser une bande de métal en feuille qu'on trouve chez certains détaillants, et qui est spécialement destinée à être soudée sur les cellules. Toutefois, ces soudures restent très fragiles.

A ce propos, rappelons qu'une cellule n'est qu'une plaque de cristal moins solide que du verre, et qu'il faut la manipuler avec une tendresse et un tact infinis.

Par contre, pour nettoyer une cellule encrassée, on peut sans crainte utiliser de l'alcool à  $90^\circ$ .

Pour former un « panneau », la solution la plus simple est sans doute celle du circuit imprimé : une plaque d'époxy ou de bakélite forme un circuit imprimé, sur lequel on soudera les cellules comme de vulgaires composants, les fils reliés aux cellules formant une fixation mécanique assez satisfaisante (on peut, bien sûr, coller les cellules mais un remplacement deviendrait alors problématique).



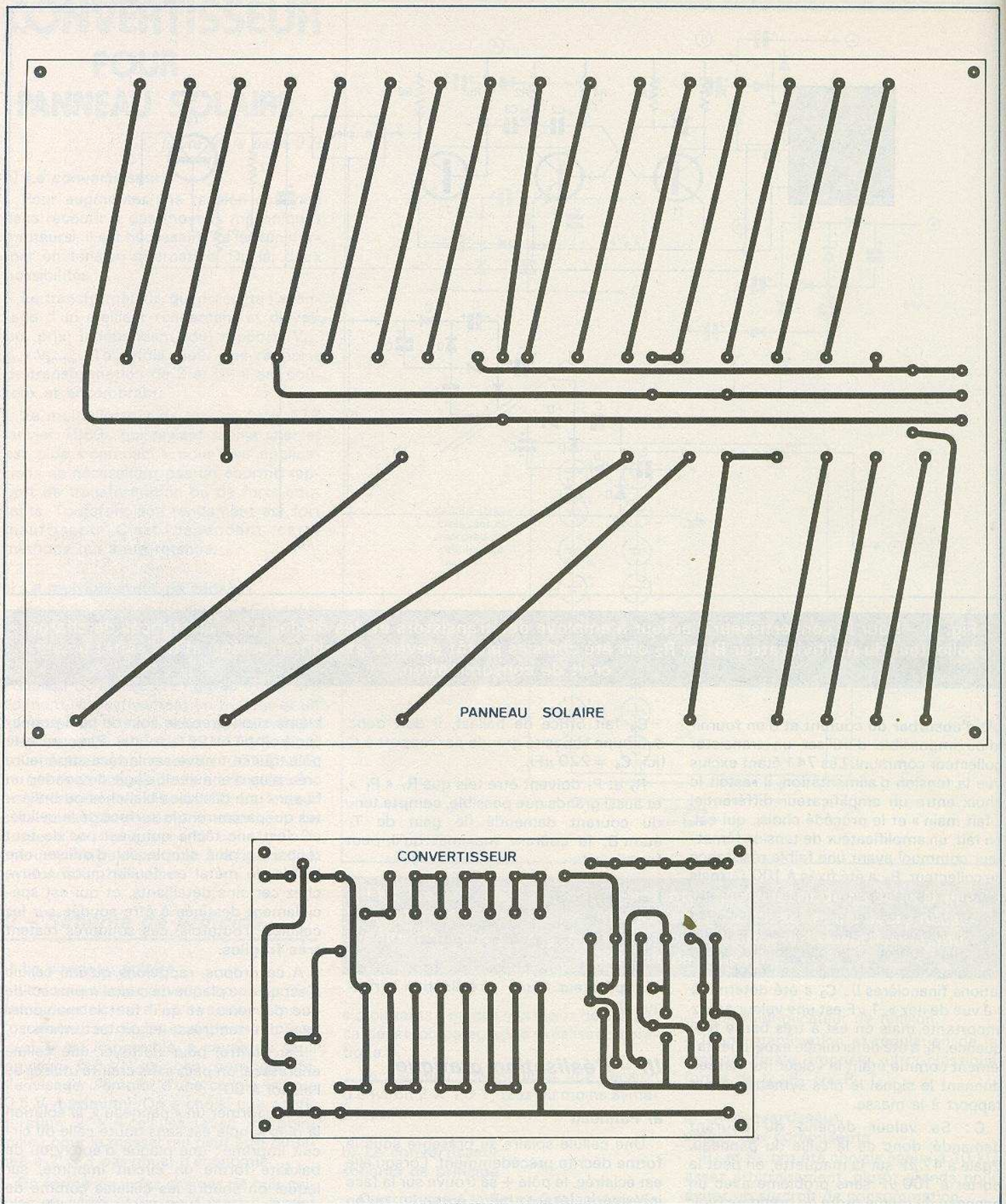
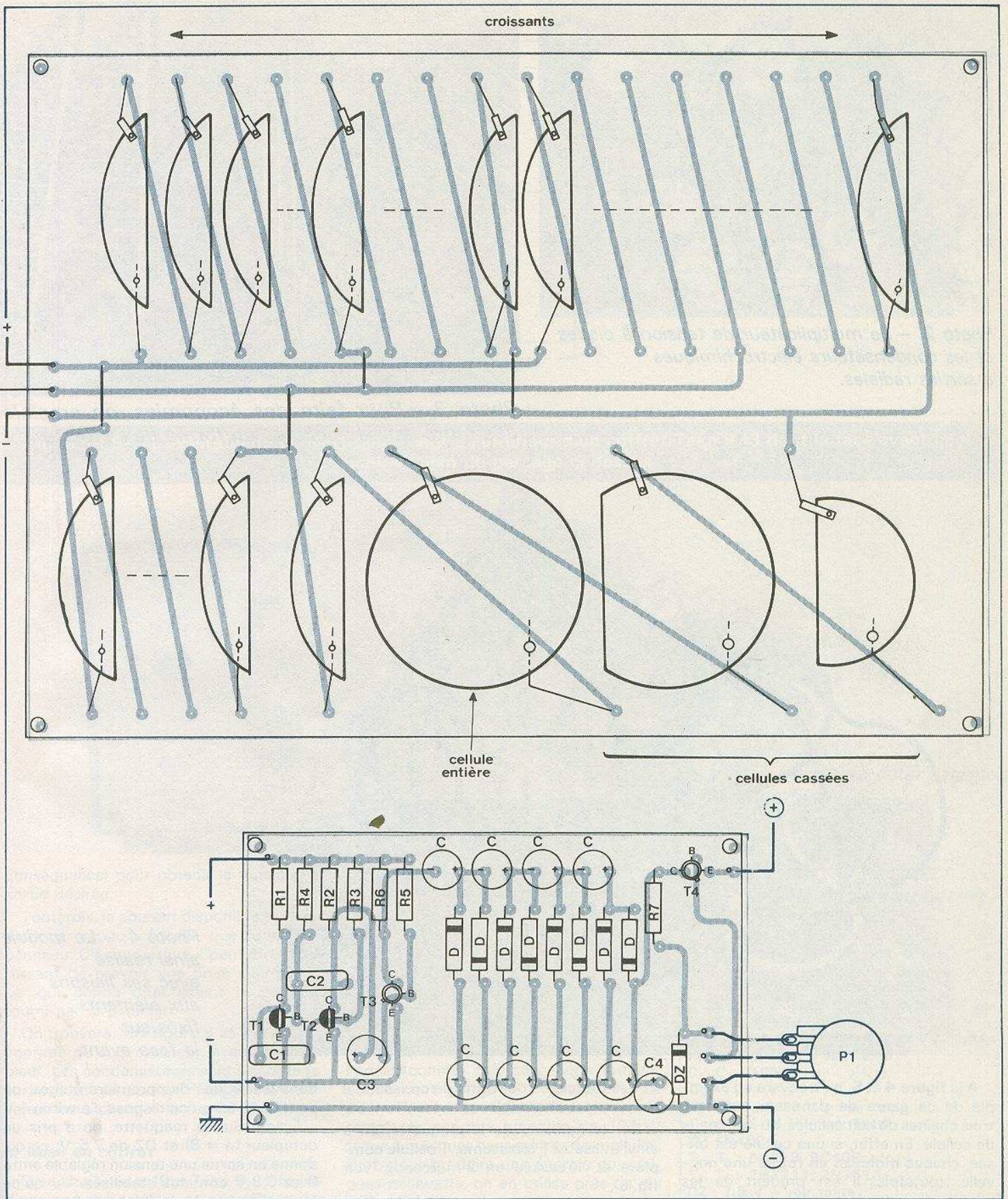


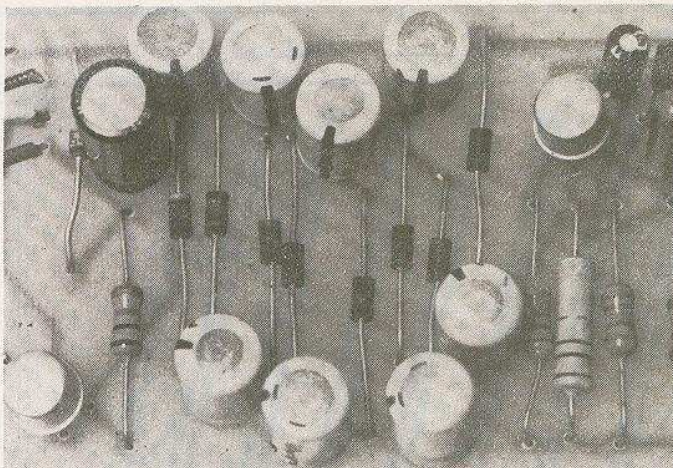
Fig. 4. à 7. - Pour constituer le panneau solaire, il a fallu un support de grandes dimensions. Nous avons réalisé le circuit imprimé en réalisant, après perçage, les liaisons avec des fils. Le module



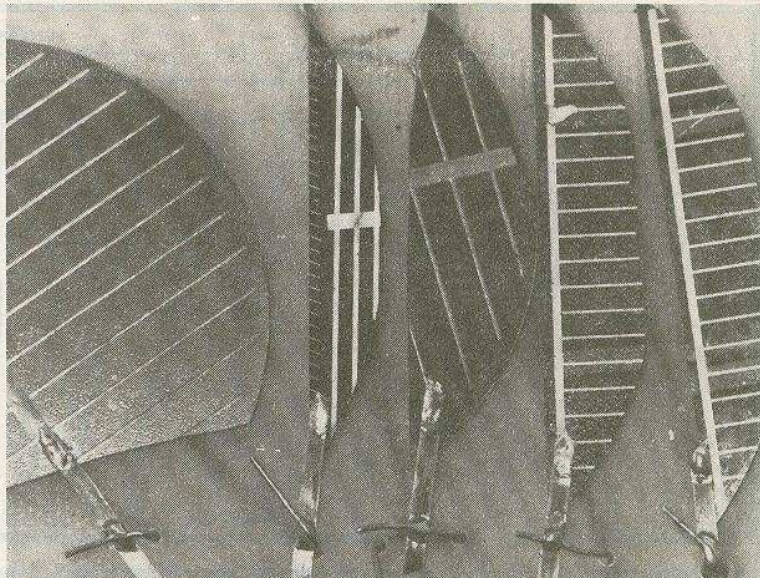


isè maquette sur verre époxy, mais de la bakélite suffira. A la limite, on pourrait s'en passer pour le panneau de  
 dule invertisseur réclame, lui, l'exécution d'un petit circuit.

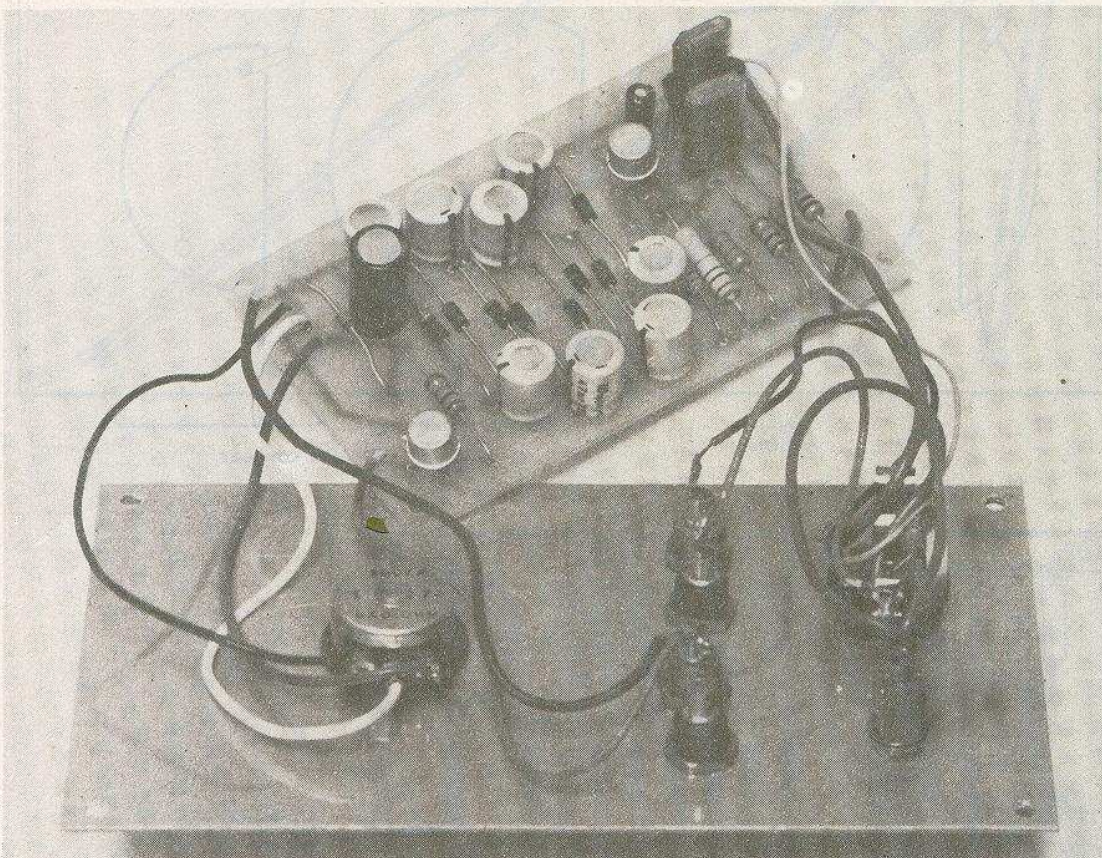




*Photo 2. – Le multiplicateur de tension à diodes et les condensateurs électrochimiques à sorties radiales.*



*Photo 3. – Pour faire des économies, on emploie des morceaux de cellules en forme de « croissant ».*



*Photo 4. – Le module ainsi réalisé avec ses liaisons aux éléments fixés sur la face avant.*

A la figure 4 et 5, on trouvera un exemple de ce genre de panneaux, utilisant trois chaînes de huit cellules, ou morceaux de cellule. En effet, si une cellule est brisée, chaque morceau en forme de croissant (toutefois, il est prudent de les essayer au voltmètre et lampe de poche en guise de soleil avant de s'en servir, environ 5 % n'ayant pas marché pendant nos essais). On trouve d'ailleurs, dans le commerce, des « croissants » de cellules,

et des morceaux de forme de croissant, à un prix fort abordable.

Sur le panneau de la maquette, on a ainsi utilisé : 21 croissants, 1 cellule complète et 1 cassée en 2 morceaux (voir fig. 5).

#### **b) Le convertisseur**

Sur le collecteur de  $T_3$ , on dispose d'une tension alternative d'environ 1,7 V. Vue la partie de celle-ci qui sera perdue

dans les diodes des premiers étages, on peut compter qu'on dispose d'environ 1 V efficace. Sur la maquette, on a pris un octupleur ( $n = 8$ ) et DZ de 7,5 V, ce qui donne en sortie une tension réglable entre 0 et 6,8 V continus stabilisés. Vu qu'on était parti de près de 4, le progrès n'apparaît peut-être pas comme énorme, mais c'est le principe qui importe : il suffit d'ajouter autant de cellules C-D au multiplicateur qu'il le faut (et modifier DZ en



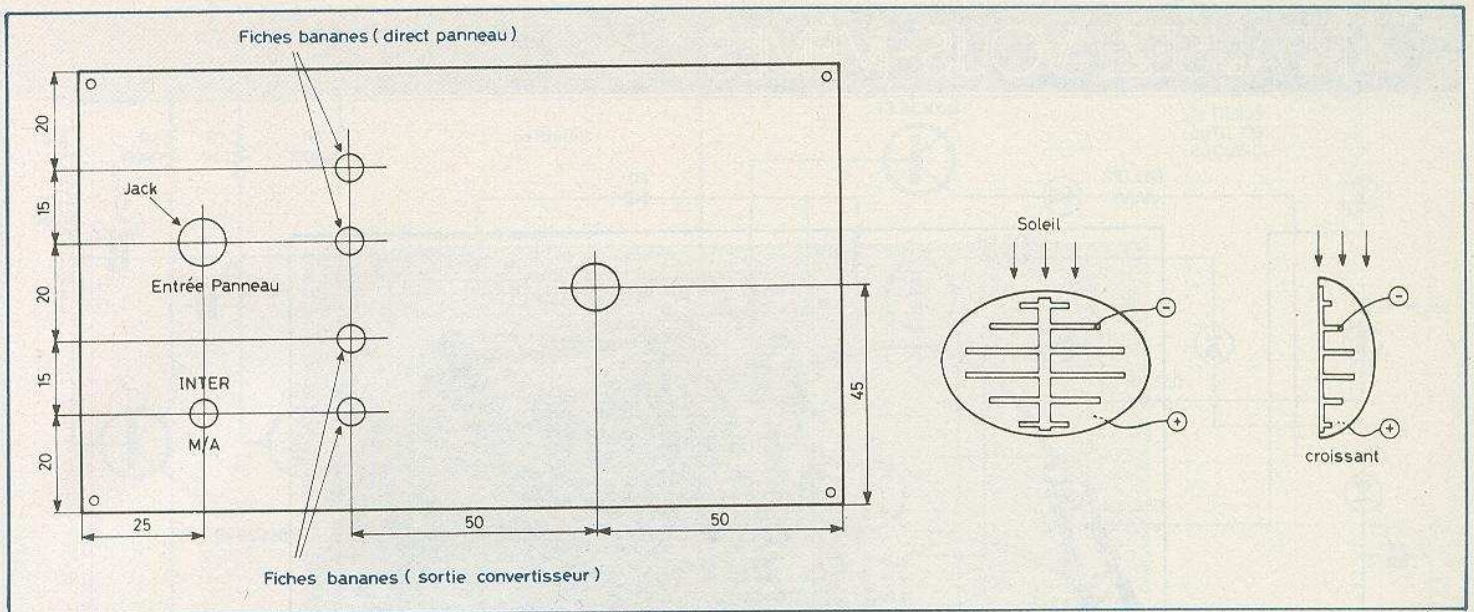


Fig. 8. et 9. – L'essentiel du convertisseur tient à l'intérieur d'un coffret Teko P/3 dont la face avant peut subir le plan de perçage ci-dessus.

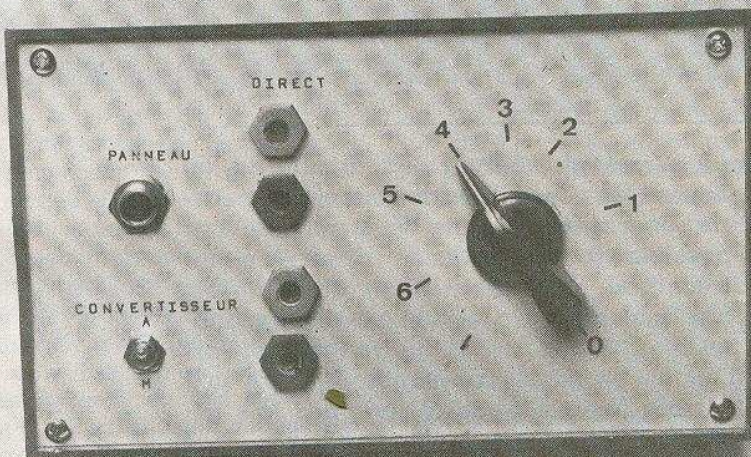


Photo 5. – On pourra doter l'ensemble d'un bouton flèche et réaliser quelques graduations.

conséquence) pour obtenir la tension de sortie désirée.

Toutefois, le courant disponible est très petit par rapport à celui que fournit le panneau. C'est pourquoi il peut être intéressant de prévoir une prise « directe », i.e. qui donne directement le courant fourni par le panneau.

On trouvera, aux figures 6 et 7 le circuit imprimé du convertisseur, avec un octupleur. Les condensateurs sont à montage vertical, ce qui permet d'augmenter leur valeur sans changer le circuit imprimé.

### c) Mise en coffret

On a choisi un coffret Teko P<sub>3</sub>, à cause d'une part, du nombre de prises diverses à placer sur le couvercle, d'autre part parce qu'il permet d'augmenter la taille du circuit imprimé.

Le panneau pourra rester tel quel, ou

être enrobé d'une quelconque résine parfaitement transparente.

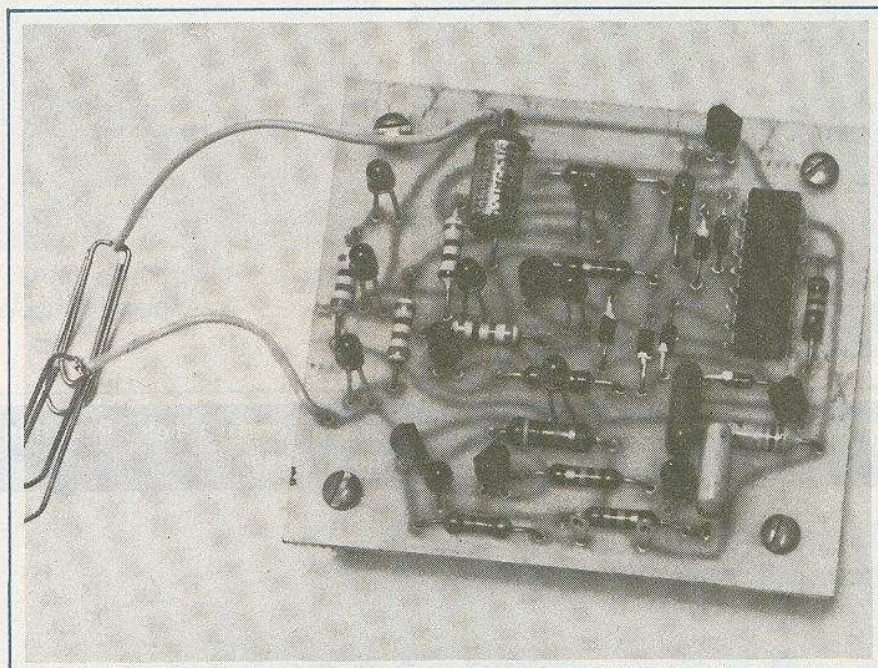
Pour la liaison panneau-convertisseur, on a utilisé un câble stéréo blindé (2 condensateurs + blindage) et un jack stéréo. La figure 8 donne le plan de perçage du coffret, les cotes étant en millimètres.

Un dernier conseil : Si, pendant que vous construisez, le soleil manque à l'appel (comme cela se produit inévitablement lorsqu'on a besoin de lui) pour effectuer vos essais, vous pouvez le remplacer par une ampoule de 100 W tenue à quelques centimètres des cellules. Bref, pour produire une énergie de quelques milliwatts, on en utilise près de dix mille fois autant, sans parler de votre fer à souder, qui consommera pour le réaliser près de 5 000 heures de soleil de votre montage : c'est sans doute ce qu'on appelle faire des économies d'énergie.

### IV – Valeur des composants

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
 R<sub>5</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>6</sub> : 100 Ω 1 W (marron, noir, marron) + voir texte  
 R<sub>7</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange) + voir texte  
 P<sub>1</sub> : 100 kΩ lin. + voir texte  
 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 100 nF  
 C<sub>3</sub> : 1 μF 16 V  
 C<sub>4</sub> : 220 μF 16 V + voir texte  
 C : 47 μF 16 V + voir texte  
 D : 1N4001  
 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : BC238, BC408, etc.  
 T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> : 2N1711, 2N1613.  
 DZ : 7,5 V + voir texte  
 Prévoir en plus : 1 inter, prises bananes mâle et femelle, jack stéréo mâle et femelle, bouton pour potentiomètre avec index, coffret Teko P/3, et (surtout) les cellules solaires.





**C**ERTES, l'électronique permet de réaliser des circuits de jeu dont l'impartialité dépasse les possibilités de tout engin mécanique, tel que le dé à jouer. Mais comme l'électronique sait tout faire, elle rend aussi possibles toutes sortes de tricheries éhontées, savamment orchestrées pour être subtilement déroutantes. Toutefois, ce qui suit est une mise en garde, et non pas une description détaillée de moyens susceptibles de corriger votre fortune. Partant d'un montage a priori anodin de dés électroniques, on verra qu'il est facile d'introduire quelques petites modifications des lois qui régissent les statistiques. Mais on verra aussi qu'il est parfaitement possible de concevoir un dé électronique de façon qu'il fonctionne avec une honnêteté parfaitement apparente.

## Trois dés électroniques... plus ou moins sérieux

### Dé électronique anti-gaspi

La figure 1 montre le schéma d'un dé qui est, certes, plus complexe que certaines autres réalisations, mais qui a l'avantage d'utiliser un circuit logique CMOS (CD 4017), d'où consommation pratiquement nulle pour la partie « logique » de l'engin et, surtout, la possibilité d'alimenter par une pile bien classique de 4,5 V.

Même lorsque l'engin affiche un « 6 », sa consommation reste inférieure à 50 mA, si bien qu'une pile de bonne qualité peut assurer une dizaine d'heures de fonctionnement.

Les transistors  $T_1$  et  $T_2$  constituent un multivibrateur qu'on fait fonctionner en manœuvrant la touche S. Ce multivibrateur attaque un compteur de 10 (CD 4017) lequel comporte 10 sorties décodées. En principe, un compteur-décodeur à 8 positions (CD 4022) serait

suffisant, mais on lui a préféré le CD 4017 qui est plus couramment disponible dans le commerce.

Comme on n'a besoin que de 6 positions de comptage (0, 1, 2, 3, 4 et 5), on « boucle » le compteur en reliant sa sortie « 6 » (broche 5) à son entrée de remise à zéro (broche 15). Le décodage a été effectué en remarquant que deux des voyants d'indication, ceux qui correspondent au « 2 », ne se trouvent éteints que pour le « 1 ». Comme le « 1 » du dé cor-



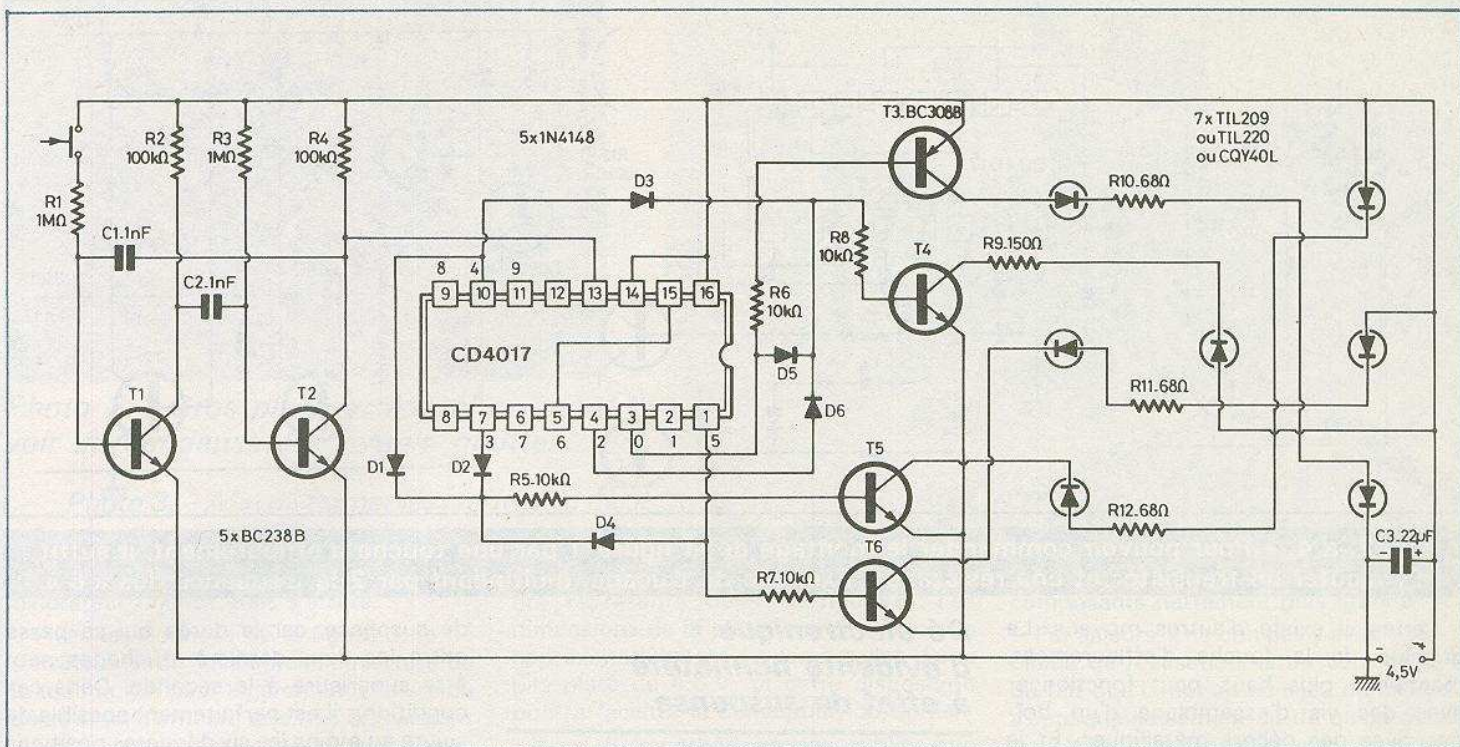


Fig. 1. - Dé électronique comportant un multivibrateur à transistors, un compteur de 10, un décodage et un affichage par 7 diodes lumineuses.

respond au « 0 » du CD 4017, on connecte  $T_3$  sur ce « 0 » de façon que les voyants commandés par  $T_3$  ne se trouvent éteints que si le dit « 0 » se trouve décodé. Ainsi, la sortie « 1 » du compteur (« 2 » du dé) peut rester inutilisée, puisque  $T_3$  est conducteur pour toutes les positions de dé autres que « 1 ».

Le voyant central est commandé par  $T_4$  lequel se trouve attaqué par les diodes  $D_3$ ,  $D_5$ ,  $D_6$ . Ces diodes constituent un « OR » logique, et  $T_4$  se trouve ainsi conducteur chaque fois que le dé doit afficher un nombre impair. On utilise une disposition semblable pour  $T_5$ , lequel devient conducteur aux positions « 4 », « 5 », et « 6 » du dé. Finalement,  $T_6$  répond seulement à la position de décodage « 5 », laquelle est équivalente au « 6 » du dé.

Quand on manœuvre la touche S, le multivibrateur fait avancer le compteur avec une rapidité telle qu'il n'est pas possible de prédéterminer la position qu'il prendra au moment où on lâche la touche.

Cette touche est, certes, un composant très simple, mais si vous prenez la peine de consulter les pages d'annonces de cette revue, vous trouverez sans peine des fournisseurs qui vendent un BC 308 B encore moins cher qu'une telle touche. D'où la possibilité économique d'une solution élégante: la touche d'effleurement. La figure 2 montre que c'est le BC 308 B qui remplace la touche de la figure 1 par sa voie émetteur-collecteur, alors que sa base se trouve reliée,

par une résistance de protection de  $100\text{ k}\Omega$ , à l'une des armatures de la touche d'effleurement. Pour la réalisation de cette dernière, on peut utiliser deux fils de cuivre, deux cosses à souder, deux têtes de vis, deux bandes de circuit imprimé, etc. Il est important de veiller à un bon isolement entre les conducteurs de la touche, mais il n'est pas obligatoire de les disposer de façon qu'on doive les toucher avec un même doigt. L'expérience montre, en effet, que le transistor de la touche reçoit encore une intensité de base suffisante, quand on effectue la liaison avec deux doigts, voir avec deux mains, et on pourra même effectuer des expériences quant à la conductibilité électrique d'une chaîne de plusieurs personnes qui se donnent la main. Quand on fait fonctionner l'engin sur une alimentation de laboratoire, la capacité avec la prise de courant (dans le transformateur d'alimentation) peut être suffisante pour que l'appareil fonctionne même, quand on ne touche que le conducteur qui mène vers la base du transistor de commutation.

### Dé électroniquement pipé

Pour « piper » un dé à jouer normal, on le creuse, intérieurement, de façon asymétrique, pour le déséquilibrer. On peut faire de même avec un remplissage unilatéral de plomb. Le résultat, c'est que

le dé tombe, statistiquement, plus souvent sur une face que sur les autres.

Quant au dé de la figure 1, on arrive déjà à le « piper » en modifiant une seule connexion: au lieu de relier la broche 15 à la broche 5, on la relie à la broche 6, sur laquelle le compteur décode le « 7 ». Dans ces conditions, le dé fonctionne avec 7 positions; mais comme la septième position correspond à un plot (5) non connecté, elle est équivalente à la deuxième (plot 2), et le dé affiche alors un « 2 ». En d'autres termes, le « 2 » revient deux fois à chaque cycle de comptage. On l'obtiendra donc, statistiquement, à peu près deux fois plus souvent que toutes les autres valeurs.

Un tel dé à 7 faces (dont une reste cachée) peut également se réaliser pour une redondance du « 6 ». La figure 3 montre les modifications à faire, et on voit qu'il faut tout juste trois diodes supplémentaires. Une telle correction de la fortune est encore relativement anodine, si elle est valable pour tous les joueurs, et il peut même en résulter une accélération assez amusante de tel jeu de l'oie habituellement un peu fastidieux.

Mais vous voulez récupérer l'investissement de ces trois diodes en faisant jouer vos invités avec des dés électroniques individuels, plus ou moins truqués? Sachez bien que les lecteurs de « Electronique Pratique » ne se laisseront pas prendre à ce jeu-là.



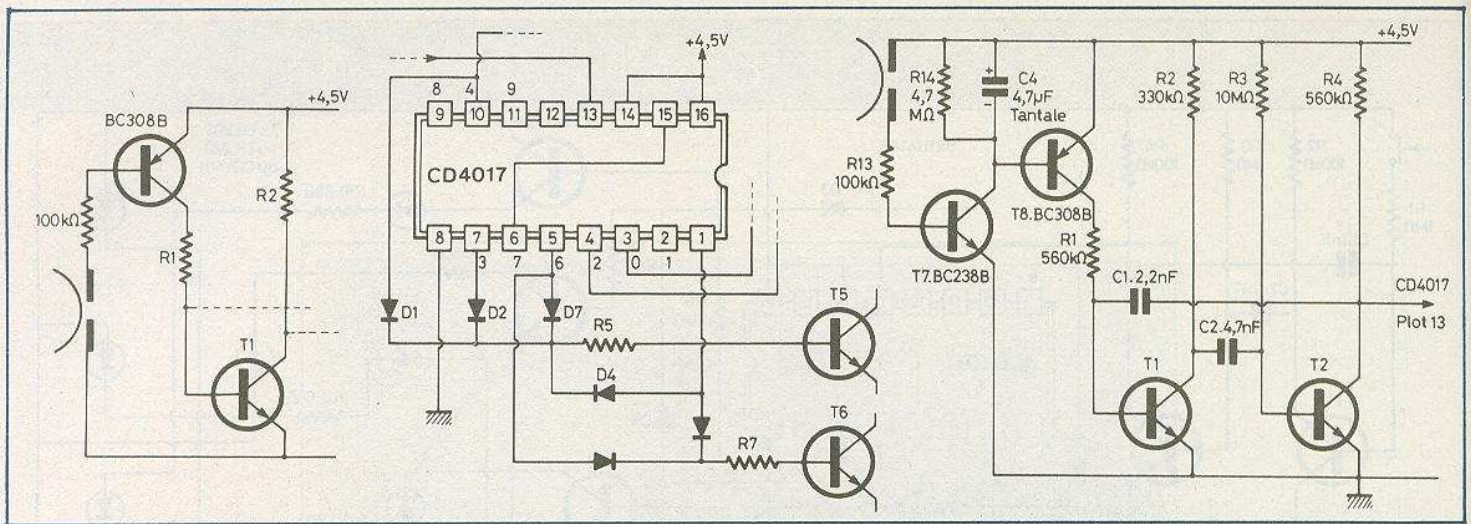


Fig. 2. à 4. - Pour pouvoir commander le montage de la figure 1 par une touche d'effleurement, il suffit d'y ajouter un transistor et une résistance. Exemple de trucage, multipliant par 2 la fréquence des « 6 ».

Certes, il existe d'autres moyens. Le principe de la touche d'effleurement, mentionné plus haut, peut fonctionner avec des vis d'assemblage d'un boîtier, avec des décors métalliques. Et le joueur averti, qui pose ses mains d'une certaine façon sur le boîtier du dé, peut alors déclencher un système de portes logiques qui effectue sur le montage de la figure 1 la modification électrique correspondant au schéma de la figure 3.

« Bien entendu, ce n'est qu'à titre de mise en garde que ce procédé de trucage a été mentionné ici. Ne cherchez donc ni schéma, ni plan de réalisation dans ces pages, et sachez qu'aucune demande de renseignement sur ce point ne sera satisfaite, même si elle se trouve exprimée dans une lettre accompagnée d'un gros chèque. »

### Dé électronique d'évidente honnêteté à effet de suspense

On peut affirmer qu'un dé électronique est intrinsèquement honnête, quand son « déroulement » se fait avec suffisamment de lenteur pour qu'on puisse le suivre. Néanmoins, dans de pareilles conditions de lenteur, un joueur adroit peut manœuvrer la touche de façon que le dé s'arrête sur une valeur donnée.

La solution, c'est la touche qui fait « rouler » le dé à toute vitesse tant qu'on la manœuvre et qui provoque, dès qu'on la lâche, un ralentissement progressif du « roulement », jusqu'à l'arrêt complet. Accessoirement, on obtient ainsi un effet

de suspense, car la durée qui se passe entre les deux derniers affichages peut être supérieure à la seconde. Dans ces conditions, il est parfaitement possible de suivre au moins les six dernières positions à l'œil.

Pour la mise en œuvre de ce principe, il suffit de modifier le multivibrateur de la figure 1. La figure 4 montre qu'on polarise maintenant T<sub>1</sub> par un transistor T<sub>8</sub> dont le circuit de base comporte une forte capacité, C<sub>4</sub>. Quand on manœuvre la touche d'effleurement, T<sub>7</sub> charge C<sub>4</sub>, T<sub>8</sub> se trouve saturé et T<sub>1</sub> fonctionne avec polarisation normale. Quand on lâche la touche C<sub>4</sub> se décharge lentement dans R<sub>14</sub>, d'où diminution de la tension de base de T<sub>8</sub>. Consécutivement, l'intensité de collecteur de T<sub>8</sub> diminue d'une façon à peu près exponentielle, et comme cette inten-

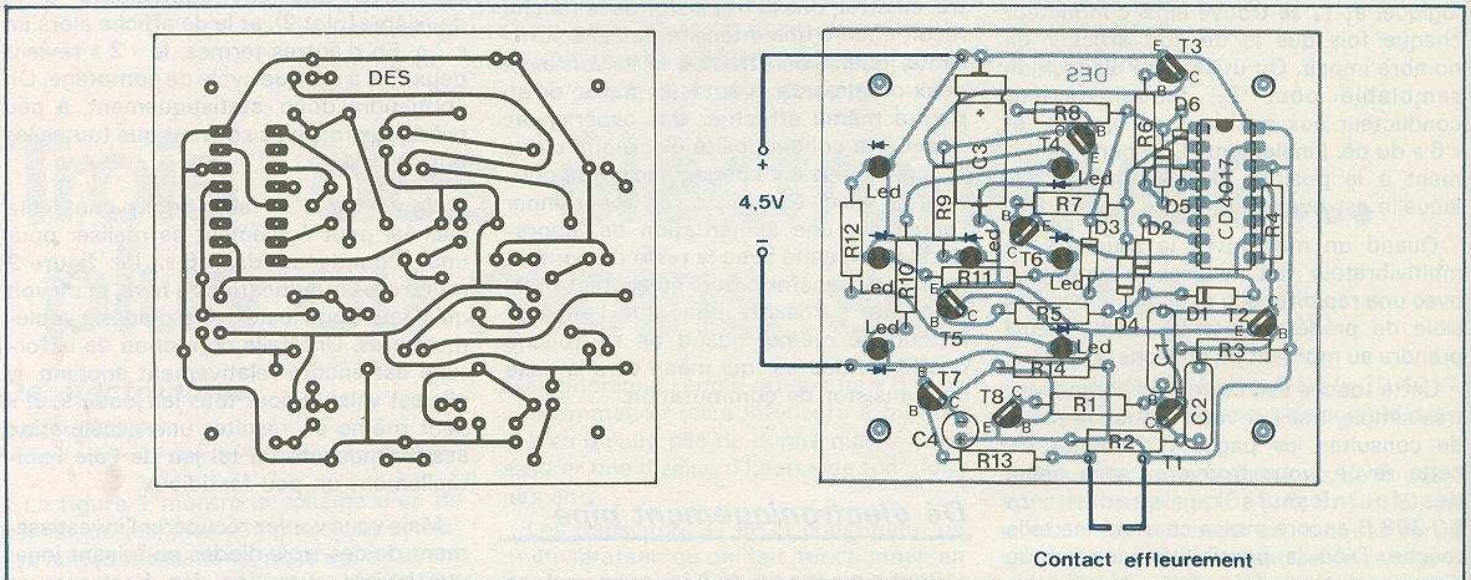


Fig. 5. - Platine imprimée du dé électronique à effet de suspense réunissant les schémas des figures 1 et 4. Implanter les LED très « haut sur pattes », de façon qu'elles puissent émerger de la paroi supérieure du boîtier.



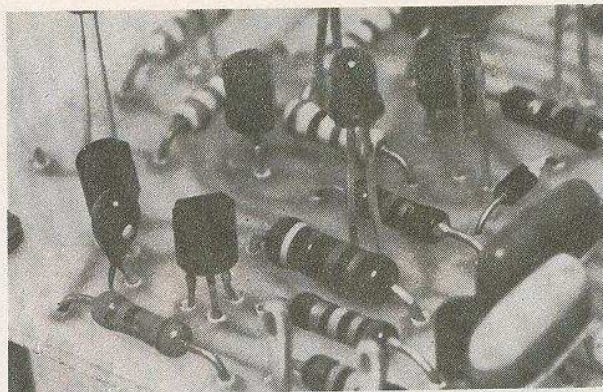


Photo 2. - Gros plan sur lequel on peut voir un condensateur tantale goutte.

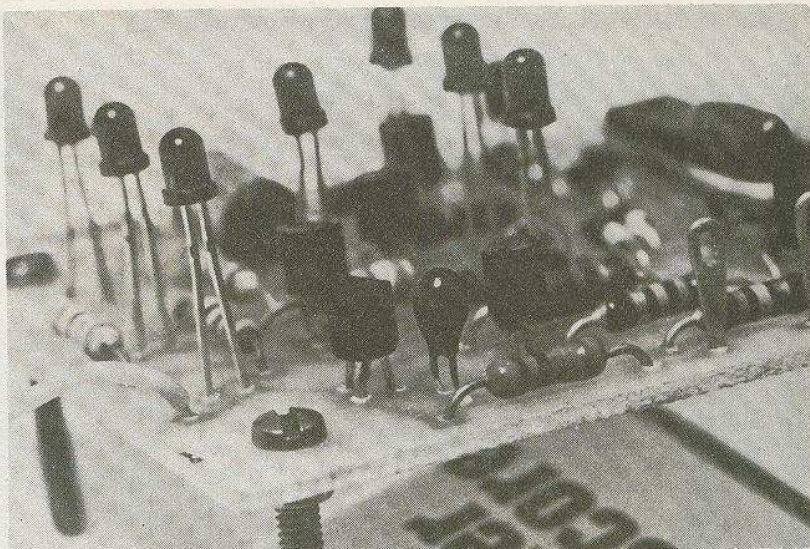


Photo 3. - Afin de former les chiffres du dé, il faudra placer les LED au milieu des composants.

sité est aussi celle de la base de  $T_1$ , le multivibrateur ralentit, puis s'arrête.

Avec les données de la figure 3, le dé s'arrête environ 12 s après l'ouverture de la touche. On peut légèrement réduire ce délai, si on n'effleure que très brièvement les contacts de la touche. On peut également réduire  $C_4$ , car la durée de « roulement » est proportionnelle à sa valeur. Avec  $C_4 = 1 \mu\text{F}$ , l'arrêt est obtenu au bout de quelques secondes. Dans ces conditions, il devient évidemment difficile de suivre les dernières positions à l'œil.

Le plan d'implantation de la maquette a été représenté dans la figure 5. Les dimensions de la platine ont été choisies approximativement égales à celles d'une pile plate de 4,5 V, et cette disposition pourra faciliter la conception du boîtier.

Lors du montage, ne pas oublier que ce sont les valeurs de la figure 4 qu'il faut prendre pour  $R_1$  à  $R_4$ ,  $C_1$  et  $C_2$ , pour l'effet de « suspense ». Pour les résistances, des types de 1/4 W sont en principe suffisants. Mais, étant donné la place disponible, le dessin de la platine a été tracé de

façon qu'on puisse loger sans peine des composants nettement plus grands.

Par ailleurs, il ne doit pas y avoir de problème de réalisation, si on tient compte du fait que la notion de « jeu du hasard » s'applique seulement au dé qu'on est en train de confectionner, et non pas au sens des diodes qui l'équipent.

H. SCHREIBER

(Liste des composants, voir schémas de principe.)



**NOUVEAU** **ZETA**  
**EN KIT**

EN VENTE CHEZ LES MEILLEURS  
DISTRIBUTEURS

ENVOI DE DOCUMENTATION SUR SIMPLE DEMANDE

### QUELQUES CARACTÉRISTIQUES

Puissance .....	35 + 35 W RMS
Sortie H.P. ....	8 ohms
Sortie casque .....	8 ohms
Entrée phono magn. ....	3 mV
Entrée aux .....	200 mV
Entrée tuner .....	200 mV
Entrée tape (DIN et RCA) .....	200 mV
Tape monitor DIN .....	50 mV
Tape monitor RCA .....	200 mV
Control loudness .....	7 dB/100 Hz/3 dB/10 kHz
Filtre bas .....	- 6 dB/100 Hz
Filtre haut .....	- 6 dB/10 Hz
Contrôle ton. basse .....	± 12 dB
Contrôle ton. haute .....	± 12 dB
Bande passante .....	20 + 25 000 Hz (-1 dB)
Distorsions harmoniques .....	< 0,15 %
Rapp. signal/bruit entr.-phono .....	> 65 dB
Dimensions .....	380 x 280 x 130
Alimentation .....	220 V c.a.

Sorties H.P. :	
Posit. A .....	2 H.P.
Posit. B .....	2 H.P. auxiliaires
Posit. A + B .....	2 H.P. princ. + 2 H.P.

Amplificateurs kits avec coffret et module précâblés. Boutons etc. Tous ces modules, coffrets, accessoires sont également fournis séparément (équipés essentiellement de semi-conducteurs MOTOROLA). (Envoi de documentation sur simple demande)

IMPORTATEUR LYON - RADIO-COMPOSANTS

46, quai Pierre Scize, 69009 LYON  
Téléphone (7) 828.99.09



## Allumage automatique pour tubes fluorescents: LE FLUOMATIC

(suite de la page 96)

Le câblage sera réalisé selon la **figure 6** en utilisant de préférence du fil de section minimum 1,5 mm<sup>2</sup>.

Relier le montage au tube fluorescent selon la **figure 7** en veillant à conserver le starter. On remarque que le montage peut alimenter indifféremment une réglette duo ou mono d'une puissance de 15 W à 85 W.

Laisser le couvercle ouvert pour régler P<sub>1</sub>. Mettre le fluo sous tension. Le relais doit s'exciter et les deux électrodes rougir. Régler P<sub>1</sub> pour un temps de préchauffage de l'ordre de 1,5 s environ.

Si le temps réglé est trop court, le tube ne sera pas assez chaud, et ne s'allumera qu'avec le starter lors du deuxième essai. Si le temps est trop court, les électrodes seront chauffées inutilement. Noter que dans ce cas, on ne risque pas de griller les filaments. On voit souvent des tubes avec les électrodes rouges en permanence (starter en court-circuit).

Ce montage très simple à réaliser pour tous, vous permettra de faire fonctionner vos tubes d'une manière plus agréable en évitant ces fameuses « hésitations » des tubes lors des allumages.

Daniel ROVERCH

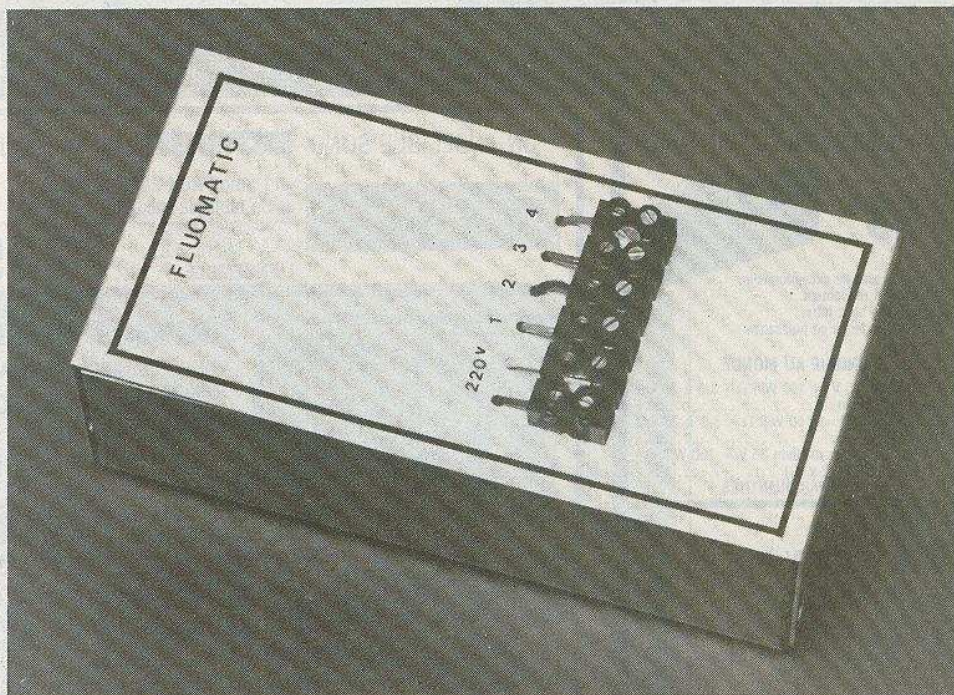


Photo 5. – Une barrette « domino » judicieusement placée sur le dessus du coffret aluminium.

### Liste des composants

R <sub>1</sub> : 1 kΩ (brun, noir, rouge)	T <sub>1</sub> : 2N2222, 2N1711, 2N1613
R <sub>2</sub> : 10 kΩ (brun, noir, orange)	D <sub>1</sub> à D <sub>6</sub> : 1N4004 à 1N4007
R <sub>3</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)	1 transfo 220 V / 14 V, 1,7 W
C <sub>1</sub> : 47 nF	1 support de fusible pour CI
C <sub>2</sub> : 470 μF 25 V électrochimique	1 relais européen (Siemens, Varley, etc.) 2 RT 12 V
C <sub>3</sub> : 47 μF 25 V électrochimique	1 fusible 0,1 A
C <sub>4</sub> : 47 nF	1 boîtier Teko 4 B
P <sub>1</sub> : 47 kΩ ajustable (montage horizontal)	1 circuit imprimé
CI <sub>1</sub> : NE555	1 domino
	visserie, fils...

### APPRENEZ LA RADIO EN REALISANT DES RECEPTEURS SIMPLES (6<sup>e</sup> édition) B. FIGHERA

L'une des meilleures méthodes pour s'initier à la radio, consiste d'une part, à acquérir les notions théoriques indispensables et, d'autre part, à réaliser soi-même quelques montages pratiques en essayant de comprendre le rôle de leurs différents éléments constitutifs. Cet ouvrage qui s'adresse particulièrement aux jeunes, a été rédigé dans cet esprit. Les premiers chapitres sont consacrés aux notions théoriques élémentaires nécessaires à la compréhension du fonctionnement des récepteurs simples à transistors dont la description détaillée : correcteurs d'ondes, circuits accordés, composants actifs et passifs des récepteurs. Les

autres chapitres, constituant la plus grande partie de cette brochure décrivent une gamme variée de petits récepteurs à la portée de tous, avec conseils de câblage et de mise au point.

Un volume broché, 112 pages, format 15 x 21, couverture couleur.

Prix pratiqué : 28 F, par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

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

### MONTAGES ECONOMISEURS D'ESSENCE P. Gueulle

Technique Poche n° 29.

Ingénieur-concepteur, l'auteur dévoile dans cet ouvrage les principes de base

permettant aux électroniciens amateurs et plus généralement aux bricoleurs de construire eux-mêmes divers montages capables de leur faire réaliser de notables économies d'essence.

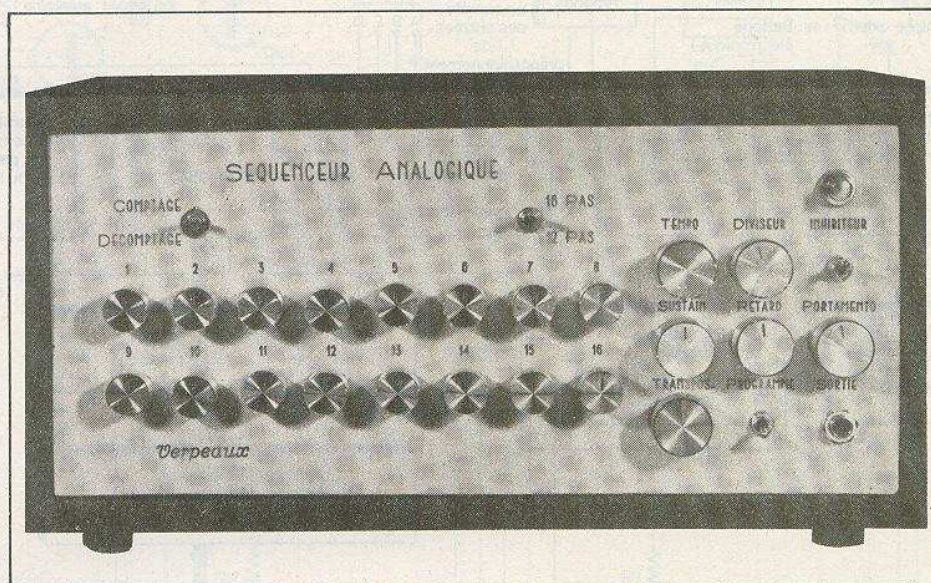
### Principaux montages :

Oscilloscope de garage – Analyseur de gaz d'échappement – Contrôleur universel – Compte-tours – Stroboscope à diodes électroluminescentes – Allumage électronique transistorisé – Correcteur de carburation – Compte-tours à affichage linéaire – Indicateur de consommation instantanée.

Un ouvrage de 152 pages, format 11,7 x 16,5 – 114 schémas et illustrations, couverture couleur.

Prix : 28 F. En vente à la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris.





## SEQUENCEUR ANALOGIQUE pour synthétiseur

**D**ANS le cadre de l'application de l'électronique au domaine musical, nous vous proposons cette fois le générateur de séquences, plus communément nommé séquenceur.

Celui-ci peut commander de multiples cycles automatiques.

Il se compose donc principalement de diviseurs de tension par pont potentiométrique.

Encore une particularité, cet appareil disposera également d'un module adaptateur qui permettra son utilisation avec le synthétiseur décrit dans *Electronique Pratique* en 1977.

### Principes succincts de l'appareil

La figure 1 donne le synoptique du dispositif. Le séquenceur comprend deux parties distinctes : une partie logique à circuits intégrés et une partie analogique à transistors.

#### a) Partie logique

Cette partie du montage comprend :  
Une horloge qui déterminera la vitesse

de fonctionnement du système. Un compteur pouvant fonctionner en avant ou en arrière et doté d'entrées de programmation pour adjoindre ultérieurement une platine renfermant une mémoire RAM en technologie MOS multipliant par 16 les possibilités du séquenceur.

Un décodeur mettant en service à tour de rôle les différents générateurs de tension de la partie analogique.

Un multivibrateur monostable délivrant d'une part un créneau dont la durée repré-

sente le temps pendant lequel on maintiendrait enfoncée une note du clavier, et d'autre part un deuxième créneau produisant un retard destiné à créer des effets spéciaux.

#### b) Partie analogique

Cette partie comprend :

- 16 potentiomètres mis en service à tour de rôle par le décodeur et réglés chacun sur des tensions correspondant aux tensions que le clavier enverrait vers le



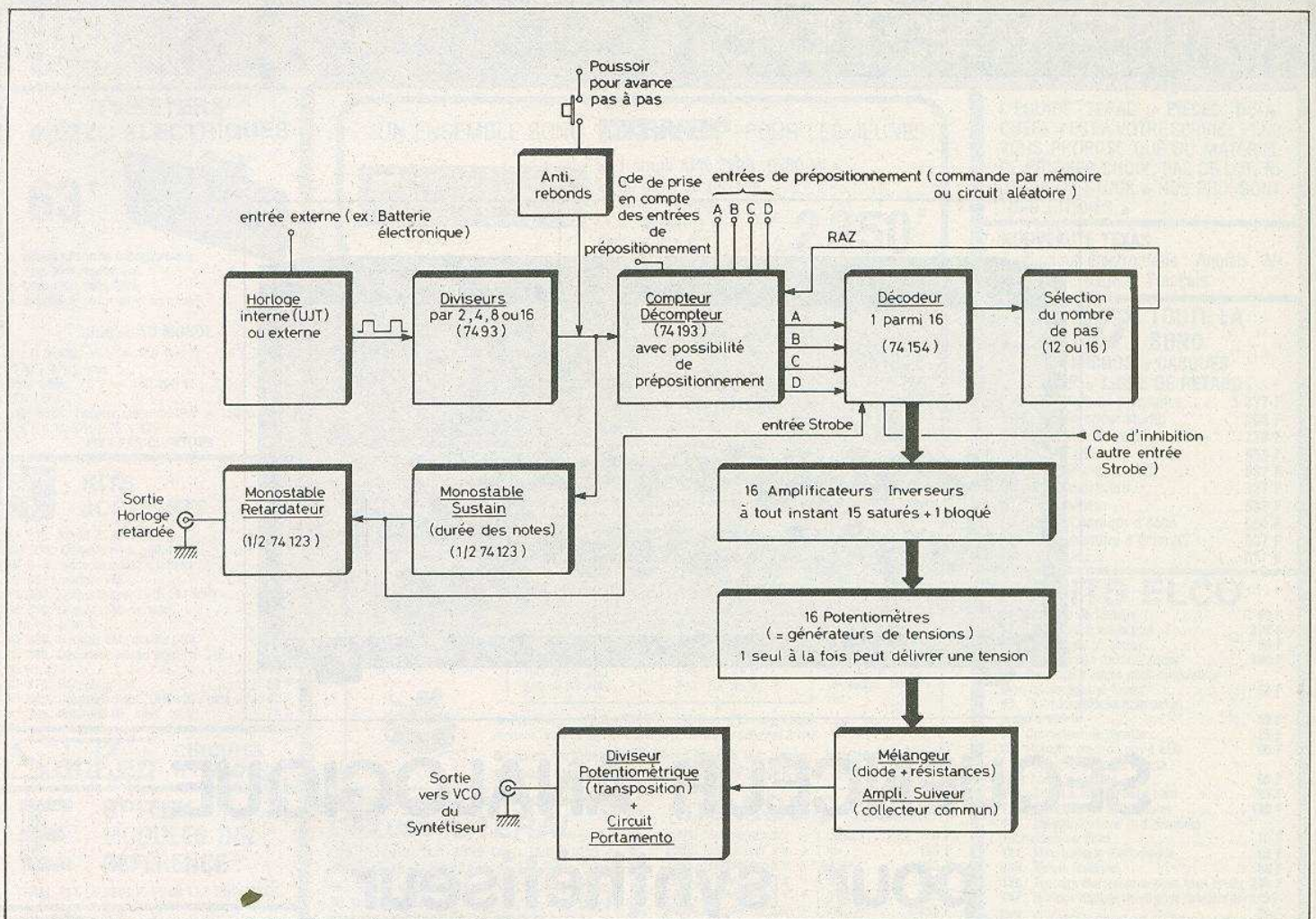


Fig. 1. - Synoptique complet du séquenceur analogique pour synthétiseur. Un bouton poussoir suivi d'une bascule anti-rebonds permet de mettre en service les 16 potentiomètres à tour de rôle pour régler chacun à la tension correspondant à la note que l'on désire entendre.

VCO et correspondant à la mélodie choisie.

- Un amplificateur rassemblant les différentes tensions issues des potentiomètres et les restituant sous faible impédance.
- Un montage potentiométrique servant à transposer la mélodie.

### c) Principe d'utilisation

Un bouton poussoir suivi d'une bascule anti-rebonds permet de mettre en service les 16 potentiomètres à tour de rôle pour régler chacun à la tension correspondant à la note que l'on désire entendre, sans avoir recours à l'horloge. Suivant le nombre de notes désirées, on positionnera la commande de remise à zéro sur 12 ou sur 16. Au moyen de la commande d'inhibition on mettra l'horloge en service et le séquenceur jouera indéfiniment le cycle de notes préparées. Une inversion du sens de marche du compteur permettra d'obtenir facilement une mélodie nouvelle et imprévue à partir de celle initialement programmée.

Suivant la vitesse de l'horloge, on programmera une ligne de basses, des arpegges, ou même des imitations de rythmes.

La commande de transposition a pour effet de faire entendre sans modifier l'intervalle entre les notes, la séquence dans d'autres tonalités. L'effet de portamento permet d'obtenir le passage d'une note à la suivante en entendant toutes les fréquences intermédiaires.

## Fonctionnement détaillé de la partie logique (fig. 2)

### 1) L'horloge

Le cœur de l'horloge est constitué d'un relaxateur à UJT classique délivrant des impulsions négatives aux bornes de  $R_3$  et dont la fréquence peut être réglée par le potentiomètre  $P_1$  (tempo). Ces impulsions

sont amplifiées et rendues positives par un transistor PNP ( $O_2$ ).

Une sortie (SS) a été prévue pour que l'horloge puisse alimenter le compteur servant à explorer les adresses de la mémoire qui peut être adjointe au montage.

Une entrée (ES) a également été prévue pour remplacer l'horloge interne par un signal extérieur. Ce signal peut être par exemple le signal d'horloge d'un générateur de rythmes de façon à ce que ce générateur et le séquenceur puissent fonctionner en parfait synchronisme. L'inverseur  $K_1$  sert à sélectionner le signal de synchro utilisé.

Pour obtenir une gamme étendue de tempo, on utilise en sortie de  $K_1$  un compteur divisant la fréquence de l'horloge par deux, quatre, huit, ou seize. ( $IC_1$ ).

Ce compteur est aussi indispensable quand on utilise une horloge externe car le changement de note peut être plus lent que la période du signal de synchro.



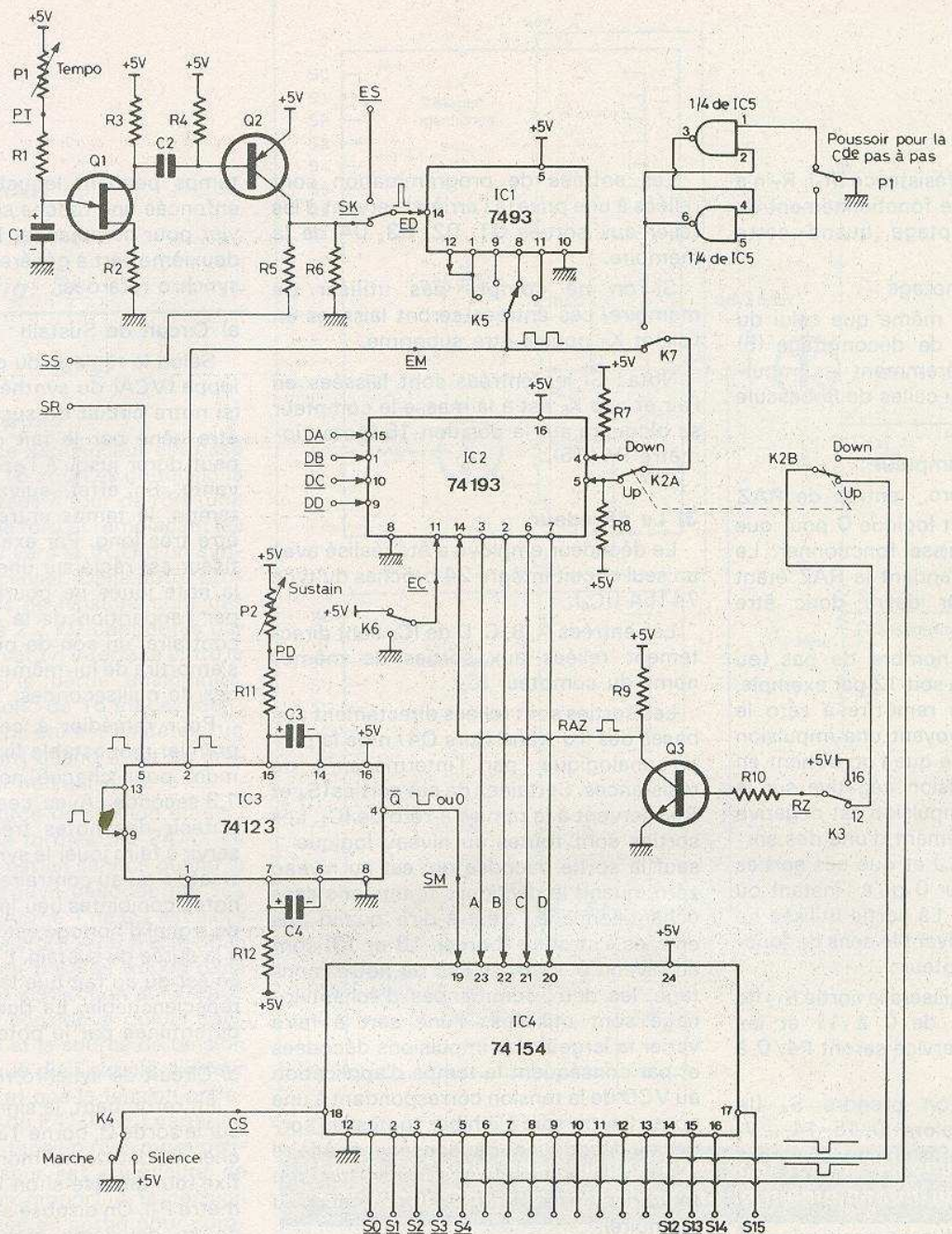


Fig. 2. - Cette partie du schéma de principe révèle l'utilisation de circuits intégrés désormais connus et facilement disponibles sur le marché. IC5 est placé sur un autre circuit imprimé.

**2) Le compteur**

Le compteur employé est un circuit intégré (IC<sub>2</sub> : 74193). Ce circuit présente les avantages suivants :

- suivant l'entrée utilisée, il peut compter de 0 à 15 ou de 15 à 0 ;
- Il peut être prépositionné et les sorties prendront alors les valeurs déterminées par les entrées de présélection (DA, DB, DC, DD) les entrées normales de comptage et de décomptage n'ayant plus

d'action sur le fonctionnement du compteur.

Utilisation en comptage :

Des impulsions issues du compteur (IC<sub>1</sub>) utilisé en diviseur sont appliquées sur la borne 5 du compteur 74193 (IC<sub>2</sub>) après passage dans l'inverseur d'inhibition K<sub>7</sub>. Si l'inverseur K<sub>7</sub> est mis en position d'inhibition, les impulsions d'horloge n'arrivent plus sur le compteur qui conserve alors ses sorties dans l'état où elles se trou-

vaient avant l'action sur K<sub>7</sub>. Le compteur est relié dans ce cas à la sortie de la bascule anti-rebond permettant de le faire avancer coup par coup au moyen du bouton-poussoir P<sub>1</sub> placé sur la face avant, juste au-dessus de K<sub>7</sub>.

Pour pouvoir compter, l'entrée de décomptage (4) doit être à l'état un. Cette entrée de décomptage aurait pu être laissée en l'air (équivalent au 1 logique) mais dans la pratique, sa grande sensibilité à des impulsions parasites nécessite de la



forcer à l'aide d'une résistance ( $R_7$ ).  $R_7$  n'a pas d'influence sur le fonctionnement de l'entrée de décomptage quand cette entrée est utilisée.

Utilisation en décomptage :

Le principe est le même que celui du comptage. L'entrée de décomptage (5) peut recevoir indifféremment les impulsions de l'horloge ou celles de la bascule anti-rebonds.

Remise à zéro du compteur :

Sans remise à zéro, l'entrée de RAZ (14) doit être à l'état logique 0 pour que le compteur  $IC_2$  puisse fonctionner. Le transistor  $Q_3$  commandant la RAZ étant monté en inverseur devra donc être saturé.

Pour obtenir un nombre de pas (ou notes) inférieur à 16, soit 12 par exemple, il est nécessaire de remettre à zéro le compteur en lui envoyant une impulsion positive borne 14, ce que l'on obtient en envoyant une impulsion négative sur la base de  $Q_3$ . Cette impulsion est négative car elle vient directement d'une des sorties du décodeur ( $IC_4$ ) et que ces sorties ne prennent la valeur 0 qu'à l'instant où elles sont décodées. La sortie utilisée ne sera pas la même suivant le sens de fonctionnement du compteur :

- en comptage on utilisera la sortie  $S_{12}$  (le compteur comptera de 0 à 11 et les potentiomètres en service seront P4/0 à P4/12)

- en décomptage on prendra  $S_4$  (le compteur comptera alors : 0, 15, 14, ... 7, 6, et les potentiomètres en service seront dans l'ordre : P4/0, P4/15, P4/13, ... P4/7, P4/6.

La mélodie entendue en position - 12 pas - ne sera donc pas l'inverse de celle obtenue en inversant le sens de marche du compteur puisque les potentiomètres utilisés ne seront pas tous les mêmes.

Programmation du compteur :

En refermant sur la masse l'inverseur  $K_6$ , on utilise la possibilité de prépositionnement du compteur. Cette commande ne sert que pour l'utilisation du séquenceur avec l'option mémoire.

Quand l'entrée de programmation EC (borne 11) est à la masse, les entrées normales bornes 4 et 5 deviennent inopérantes et les sorties A, B, C, D du compteur recopient les niveaux des entrées de programmation DA, DB, DC, DD, (bornes 15, 1, 10, 9).

Les entrées de programmation sont reliées à une prise (à l'arrière) servant à les relier aux sorties 01, 02, 03, 04 de la mémoire.

Si on ne compte pas utiliser de mémoire, ces entrées seront laissées en l'air et  $K_6$  pourra être supprimé.

Nota : Si les entrées sont laissées en l'air et que  $K_6$  est à la masse le compteur se bloquera sur la position 15 (potentiomètre P4/15).

### 3) Le décodeur

Le décodeur employé a été réalisé avec un seul circuit intégré 24 broches du type 74154 ( $IC_4$ ).

Les entrées A, B, C, D de  $IC_4$  sont directement reliées aux sorties de mêmes noms du compteur  $IC_2$ .

Les sorties sont reliées directement aux bases des 16 transistors  $Q4/n$  de la partie analogique, par l'intermédiaire de résistances. Certaines de ces sorties ( $S_4$  et  $S_{12}$ ) servent à la remise à zéro de  $IC_2$ . Les sorties sont toutes au niveau logique 1 sauf la sortie décodée qui est au niveau zéro, quand le décodeur fonctionne sans échantillonnage, c'est-à-dire quand ses entrées « strobe » (bornes 18 et 19) sont au niveau 0. Dans le cas de notre montage, les deux commandes d'échantillonnage sont utilisées : l'une sert à faire varier la largeur des impulsions décodées et par conséquent le temps d'application au VCO de la tension correspondant à une note ; l'autre sert à inhiber toutes les sorties du décodeur et par conséquent à faire « taire » le séquenceur sans arrêter son fonctionnement interne (compteur ou mémoire).

Nota : La commande « Silence » n'a pas été réalisée dans le cas de notre prototype et la sortie CS a été câblée directement à la masse.

Les entrées d'échantillonnage réalisent une fonction logique NON-OU de telle sorte que si l'une des deux ou les deux sont à l'état haut, toutes les sorties sans exception sont aussi à l'état haut.

### 4) Multivibrateurs Monostables

Le circuit intégré  $IC_3$  (SN 74123) renferme deux multivibrateurs monostables. Le premier sert à régler la durée des notes (sustain) c'est-à-dire à déterminer le

temps pendant lequel on maintiendrait enfoncée une touche si on utilisait le clavier pour commander le synthétiseur. Le deuxième sert à générer une impulsion de synchro retardée.

a) Circuit de Sustain :

Selon le réglage du générateur d'enveloppe (VCA) du synthétiseur, on pourrait (si notre circuit de sustain n'existait pas) être gêné par le fait qu'une note jouée peut durer jusqu'à l'apparition de la suivante. En effet, suivant le réglage du tempo, le temps entre deux notes peut être très long. Par exemple si le synthétiseur est réglé sur une sonorité de flûte, la note jouée ne pourrait s'éteindre que par l'apparition de la note suivante ; au contraire, un son de piano ou de guitare s'amortira de lui-même en quelques dizaines de millisecondes.

Pour remédier à cet inconvénient, le premier monostable fixe une durée maximum pour chaque note jouée : 0,14 à 1,3 seconde. Avec ces valeurs, on peut obtenir des notes très brèves pouvant servir à faire jouer le synthétiseur en « pizzicato » ou au contraire avoir une suite de notes conjointes (jeu legato) si la période du signal d'horloge est inférieure ou égale à la durée du sustain. L'obtention d'un jeu lié est dû au fait que le circuit 74123 est redéclenchable. La durée du sustain est déterminée par le potentiomètre  $P_2$ .

b) Circuit de synchro retardée :

En retombant, le signal de sustain (pris sur la sortie Q, borne 13 de  $IC_3$ ) va déclencher le deuxième monostable de durée fixe (ou variable si on utilise le potentiomètre  $P_3$ ). On dispose alors, sur la sortie Q de ce deuxième monostable (borne 5), d'un top positif de synchro retardée pouvant servir à l'obtention d'effets spéciaux à l'aide d'autres appareils de musique (batterie électronique par exemple). Ceux-ci seront branchés sur la sortie SR.

### 5) Circuit anti-rebonds

Ce circuit a été ajouté au prototype afin de permettre un réglage facile des potentiomètres en les commutant les uns après les autres grâce à un bouton-poussoir ( $P_1$ ) faisant avancer le compteur 74193 pas à pas (dans les deux sens). Ce circuit est réalisé avec la moitié d'un circuit 7400 ( $IC_5$ ) et sera câblé sur la petite plaquette de circuit imprimé à côté de l'étage de sortie.



## Fonctionnement détaillé de la partie analogique (fig. 3)

### 1) Les potentiomètres :

Le principe de ce séquenceur est basé sur la création de 16 sources de tensions variables, commutées à tour de rôle (une seule en service à la fois) et remplaçant les tensions envoyées vers le VCO d'un synthétiseur par son clavier. Dans notre prototype, les sources de tensions sont des potentiomètres de 2,2 k $\Omega$  commutés par des transistors servant d'interface entre la partie logique et la partie analogique. Nous disposons donc de 16 étages identiques et nous allons étudier en détail l'un d'entre eux, d'abord quand il est en service, puis quand il ne l'est plus.

Etude d'une source de tension en service, soit la source formée par P4/O. La source de tension est en service quand la sortie « SO » se trouve décodée par IC<sub>4</sub> (son potentiel pris borne 1 de IC<sub>4</sub> est alors de 0 volt). Le transistor Q4/O n'étant pas alimenté en courant base se trouve dans son état bloqué et son action sur l'étage est nulle. On peut considérer que le transistor n'existe pas et la source de tension n'est constituée que d'un simple diviseur potentiométrique et que la tension prélevée sur le curseur de P4/O peut varier de 0,05 à 5,95 V. La tension maximum délivrable sur le curseur est supérieure de 1,2 V environ par rapport à la tension maximum souhaitée en sortie pour compenser les deux chutes de tensions dues au VBE du transistor de l'étage suivant, et à la tension de seuil de la diode. L'alimentation 8 volts a été prévue variable de 7,2 à 9,2 volts pour positionner au mieux la plage de tension parcourue par le potentiomètre.

Etude d'une source de tension hors service. Soit la source précédente à un instant ou la sortie SO' n'est pas décodée. Le potentiel de sortie SO est alors d'environ + 3,5 volts (1 logique) et le transistor Q4/O est alors saturé. Ce transistor se comporte alors pratiquement comme un court-circuit et sa tension collecteur est d'environ 0,3 volt (tension de déchet du transistor).

La tension prélevée sur le curseur de

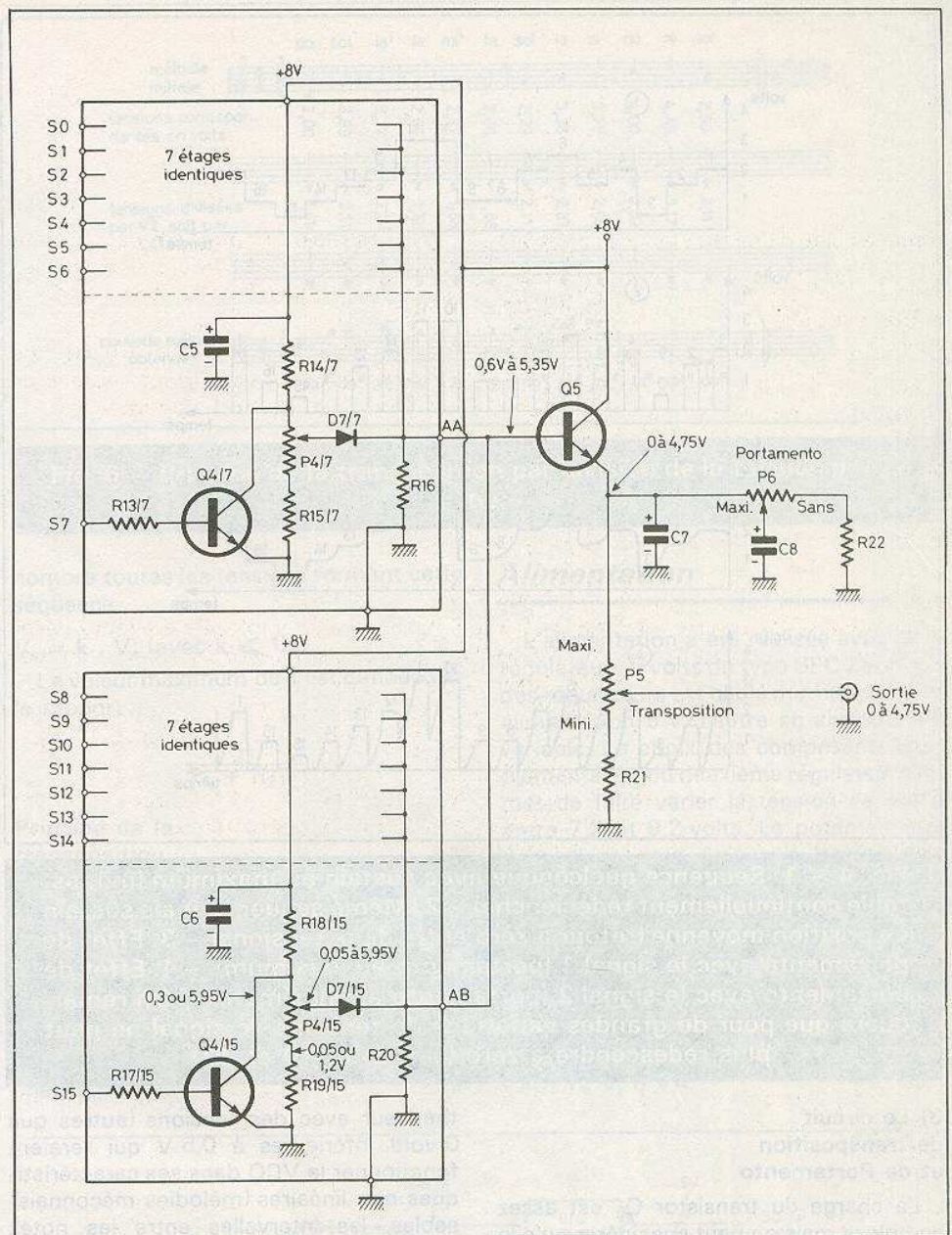


Fig. 3. - Cartes analogiques. Elles sont toutes les deux identiques. Le transistor Q5 se trouve placé sur le même circuit imprimé que IC5.

P4/O sera donc inférieure à 0,3 V et n'aura pas d'influence sur l'étage suivant grâce au seuil de la diode D7/O qui se trouvera bloquée (résistance de plusieurs mégohms).

Les 16 potentiomètres ont été rassemblés sur deux cartes de circuits imprimés dont les sorties « AA » et « AB » sont réunies. On trouvera un condensateur de découplage par plaquette : C<sub>5</sub> et C<sub>6</sub> ainsi qu'une résistance servant à collecter les tensions des différentes sources ; ces résistances : R<sub>16</sub> et R<sub>20</sub> seront donc en parallèle.

### 2) L'amplificateur

Après aiguillage par les diodes (qui ne transmettent que des tensions supérieu-

res à leur seuil de l'ordre de 0,6 V), des signaux recueillis sur les curseurs des seize potentiomètres, vers les résistances R<sub>16</sub> et R<sub>20</sub>, il est nécessaire d'abaisser l'impédance de cet étage pour pouvoir commander le synthétiseur. Le rôle de Q<sub>5</sub> est donc de ramener l'impédance de l'étage précédent à une valeur plus faible. Cette opération n'amplifie pas en tension le signal mais au contraire le diminue de la tension VBE du transistor soit d'environ 0,6 volt ; ceci explique pourquoi au niveau des potentiomètres le signal est supérieur de 1,2 V au signal désiré en sortie. Cette tension de 1,2 volt compense les chutes de tensions successives d'abord dans la diode D<sub>7</sub> de chaque étage, puis dans le transistor Q<sub>5</sub>.



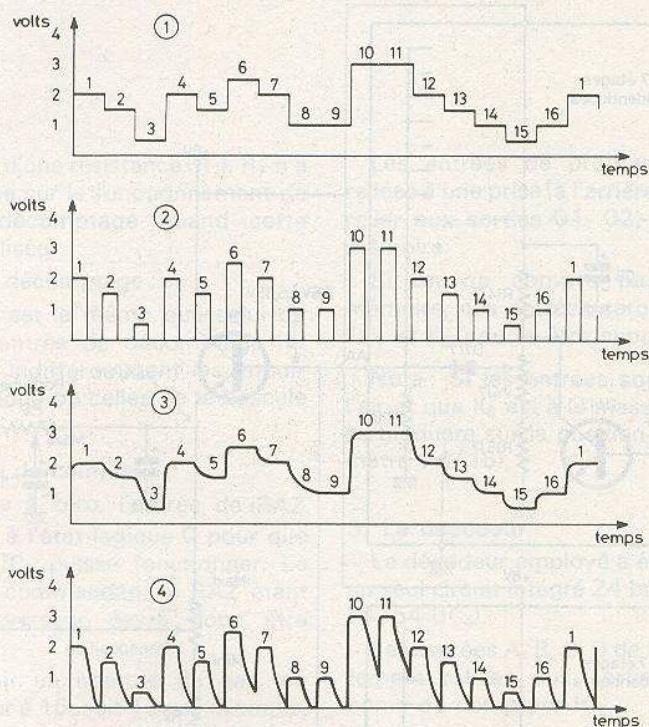


Fig. 4. - 1. Séquence quelconque avec sustain au maximum (monostable continuellement redéclenché). - 2. Même séquence mais sustain en position moyenne (retour à zéro entre deux tensions). - 3. Effet de portamento avec le signal 1 (portamento au maximum). - 4. Effet de portamento avec le signal 2 (portamento au maximum). - On remarquera que pour de grandes variations de tensions, le signal ne peut plus redescendre à zéro (cas du 6, 10 et 11).

### 3) Le circuit de transposition et de Portamento

La charge du transistor  $Q_5$  est assez complexe mais on peut considérer qu'elle se résume à  $P_5 + R_{21}$ . (On suppose l'effet de portamento au minimum).

Quand  $P_5$  (potentiomètre de transposition) est au maximum ( curseur au potentiel de l'émetteur de  $Q_5$ ) le signal de sortie peut varier entre 4,75 et 0 volts et on entendra la mélodie programmée dans la tonalité la plus aiguë. Quand le curseur de  $P_5$  se trouve dans une position médiane, la même mélodie est entendue dans la tonalité prévue au départ. On considère donc la position médiane comme normale et les différentes tensions du signal de sortie obtenu sont toutes proportionnelles à celles observables sur l'émetteur de  $Q_5$ . Ces tensions sont divisées par un même nombre, ce nombre dépendant de la position du curseur et pouvant varier entre un et une valeur minimum déterminée par le rapport  $P_5/R_{21}$ . Cette limitation dans les tonalités basses est indispensable pour ne pas faire jouer le syn-

thétiseur avec des tensions (autres que 0 volt) inférieures à 0,5 V qui feraient fonctionner le VCO dans ses caractéristiques non linéaires (mélodies méconnaissables, les intervalles entre les notes n'étant plus respectés).

La valeur de  $R_{21}$  a été choisie pour avoir une possibilité de transposition d'environ une octave au-dessus et une octave en-dessous par rapport à la position médiane du curseur de  $P_5$ .

Le portamento est le procédé permettant de passer d'une note à une autre en entendant toutes les notes intermédiaires. Cet effet est par exemple celui produit par un trombone à coulisse quand le musicien joue tout en déplaçant sa coulisse, ou par un violon quand on fait simultanément jouer l'archet et glisser le doigt sur la corde frottée.

Un effet de portamento très simple est obtenu avec un condensateur qui permet en se déchargeant de passer progressivement d'une tension à une autre.

Pour l'effet de portamento maximum,  $C_8$  de forte valeur se charge rapidement

à chaque augmentation de la tension émetteur de  $Q_5$ ; la résistance de  $P_6$  pour la charge étant nulle.

$C_8$  se décharge dans  $P_5 + R_{21}$  et dans la résistance maxi de  $P_6 + R_{22}$ ;  $P_6$  et  $R_{22}$  étant négligeables devant  $P_5 + R_{21}$ . On obtient un signal semblable à celui de l'exemple : courbe 3 et 4 selon le réglage du sustain (fig. 4).

Quand un effet de portamento n'est pas désiré, la résistance de  $P_6$  devient maximum.  $C_8$  se charge difficilement à une tension très faible pour se décharger presque instantanément dans  $R_{22}$ . Il n'a alors plus aucun effet sur le montage.

Nota :  $C_7$  de faible valeur ne génère pas d'effet de portamento mais élimine des signaux parasites dus aux commutations et au bruit de fond.

### Correspondance tension / fréquence du VCO du synthétiseur utilisé

Notre séquenceur fournit un signal dont l'amplitude peut varier de 0 à 4,75 volts ce qui convient pour commander pratiquement tous les synthétiseurs du commerce munis de prises adéquates. La correspondance Tension/Fréquence peut être différente d'un synthétiseur à une autre selon le constructeur et le modèle, mais la plage de tensions utilisées pour la commande du VCO se situe toujours entre 0 et 5 volts (parfois un peu plus de 5 volts même). A titre indicatif nous donnons le tableau relatif au synthétiseur utilisé (il s'agit du modèle SY-2 de Yamaha, sur lequel on a rajouté une prise donnant accès au VCO car cette prise n'avait pas été prévue par le constructeur).

On constatera que la tension d'une note double pour son octave supérieure. L'octave étant par définition la note dont la fréquence est le double de celle de la note considérée comme fondamentale. On peut donc déduire que pour le synthétiseur utilisé, la tension et la fréquence suivent la même loi de variation.

Depuis l'invention de la gamme « tempérée » par J.-S. Bach, une octave est divisée en douze intervalles égaux appelés demi-tons. Les fréquences des notes



de la gamme chromatique, et les tensions leur correspondant formeront donc deux suites ou progressions géométriques de même raison. Comme il faut multiplier successivement la fréquence ou la tension d'une note 12 fois par la raison de la progression, pour obtenir la fréquence ou la tension de l'octave, la raison de notre progression sera le nombre  $n$  tel que :

$$n = \sqrt[12]{2} = 1,059463.$$

Pour résumer :

- deux notes consécutives A et B ont leurs fréquences telles que :

$$f_A = \sqrt[12]{2} \cdot f_B$$

et leurs tensions correspondantes sont :

$$U_A = \sqrt[12]{2} \cdot U_B.$$

Le tableau 1 nous donne pour chaque note :

- sa fréquence (la référence étant le LA 3 de fréquence 440 Hz en Europe). Cette partie du tableau est indépendante du synthétiseur employé.

La tension à envoyer au VCO du synthétiseur mentionné ci-dessus pour obtenir la fréquence désirée. (La référence étant la tension de 1 volt du Do 3).

### Principe de la transposition (fig. 5)

On obtient une transposition de la séquence dans une tonalité quelconque en multipliant ou en divisant par un même

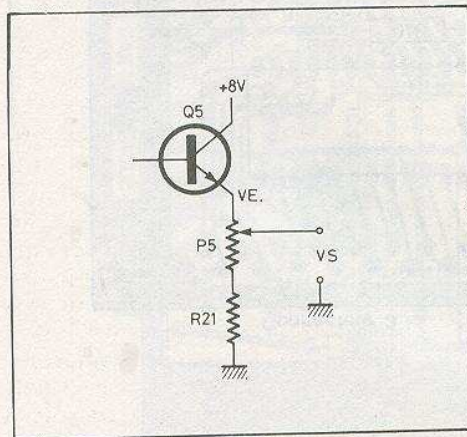


Fig. 5. - Principe et rôle du transistor Q5 au niveau de la transposition.

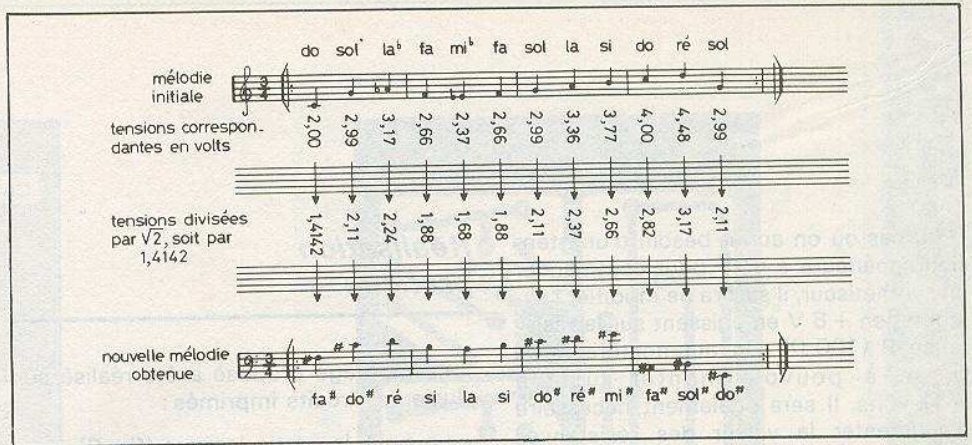


Fig. 6. - Principe de la transposition par division de la tension de sortie.

nombre toutes les tensions formant cette séquence.

$$V_s = k \cdot V_o \text{ (avec } k \leq 1).$$

La valeur maximum de  $k$  est donnée par le rapport :

$$\frac{R_{21}}{P_5 + R_{21}}$$

### Principe de la transposition par division de la tension de sortie :

Dans l'exemple de la figure 6, les tensions de la séquence ont toutes été divisées par un même nombre :  $\sqrt{2}$ .

La mélodie reste la même, mais elle est jouée par le synthétiseur en quarte augmenté plus bas.

### Alimentation

L'alimentation a été réalisée avec deux régulateurs 5 volts du type SFC 2805. Un des régulateurs est câblé normalement en alimentation 5 V, l'autre en alimentation variable. Le choix des composants supplémentaires du deuxième régulateur permet de faire varier la tension de sortie entre 7,2 et 9,2 volts. Le potentiomètre de réglage peut être soit interne, soit placé à l'arrière de l'appareil.

On remarquera les nombreux condensateurs de découplage utilisés dans l'alimentation ; ceux-ci sont indispensables et seront placés au plus près des régulateurs.

Le transfo utilisé est un modèle 220/12 V, 6 VA.

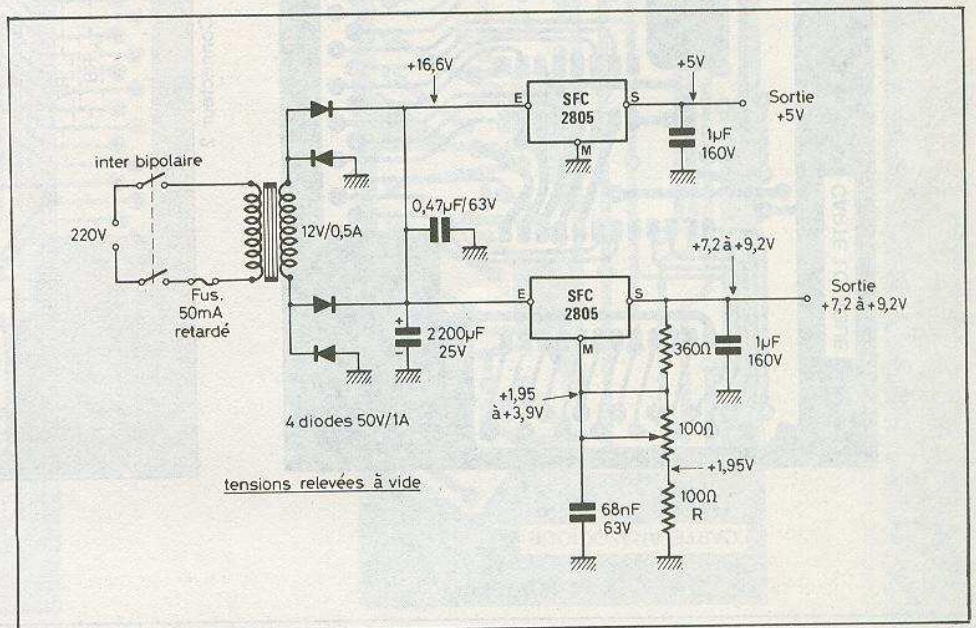


Fig. 7. - Schéma de principe de l'alimentation confiée à deux régulateurs 5 V et 8 V.



Au cas où on aurait besoin d'une tension supérieure à 4,75 pour commander un synthétiseur, il suffira de modifier l'alimentation + 8 V en agissant sur la résistance R (100  $\Omega$ ). On augmentera R de façon à pouvoir monter jusqu'à + 12 volts. Il sera également nécessaire d'augmenter la valeur des résistances R14/0a7 et R18/8a15.

### Réalisation pratique

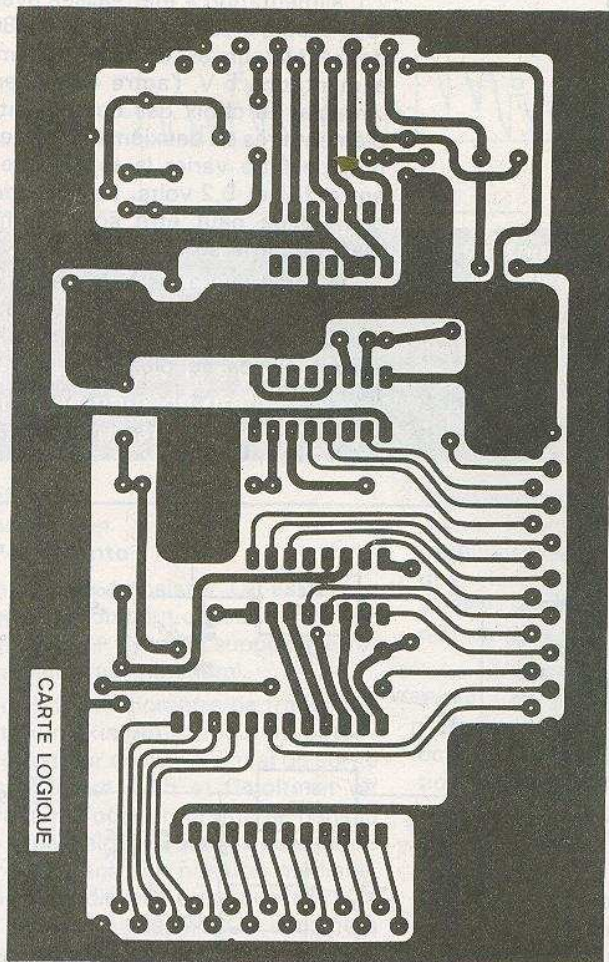
Le montage proposé a été réalisé sur plusieurs circuits imprimés :

- un pour la partie logique (fig. 8) avec l'implantation des composants figure 9 ;

- un second pour la partie analogique, figure 10, implantation figure 11 ;

- et deux petits circuits identiques pour l'ampli de sortie et la bascule anti-rebonds figure 12, implantation figure 13.

Les circuits imprimés sont donnés à l'échelle un pour une reproduction plus facile.



R4 facultative  
R4, R7, R8 sont soudées  
côté cuivre

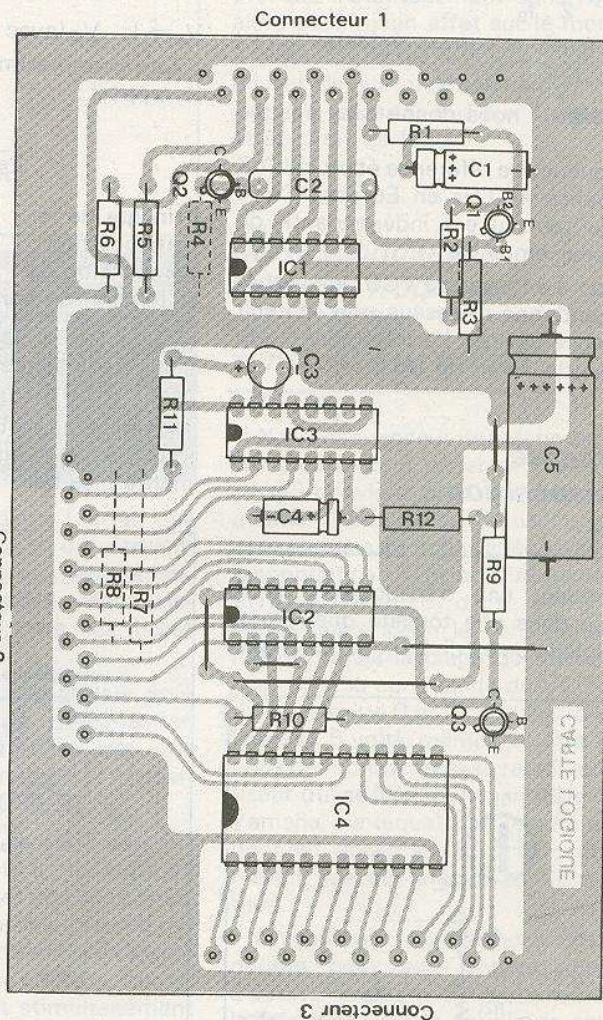


Fig. 8. et 9. - Le tracé du circuit imprimé est précisé grandeur nature pour une meilleure reproduction. On veillera à la bonne position des circuits intégrés.



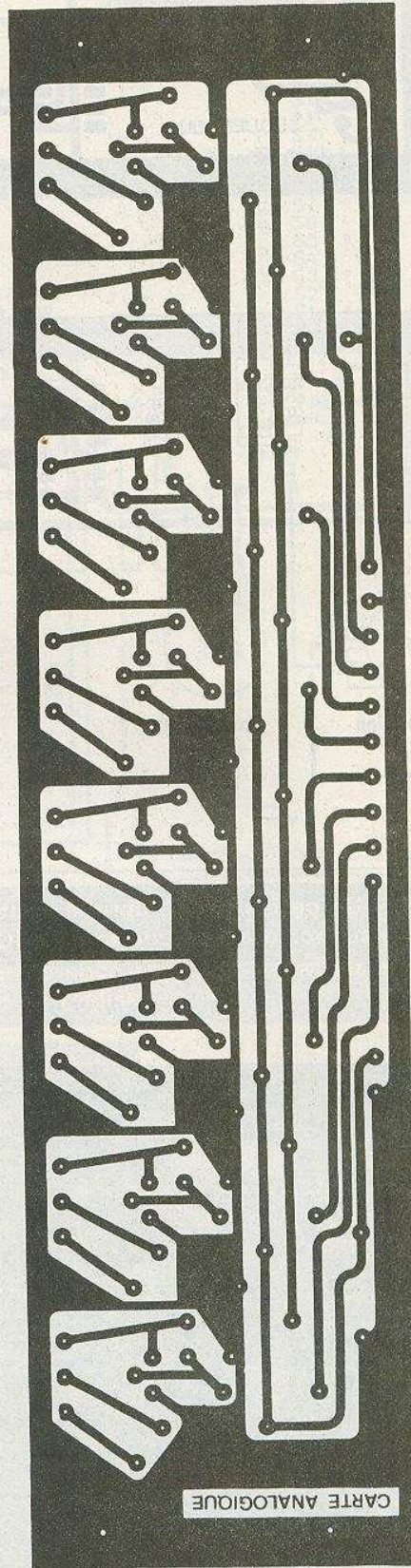
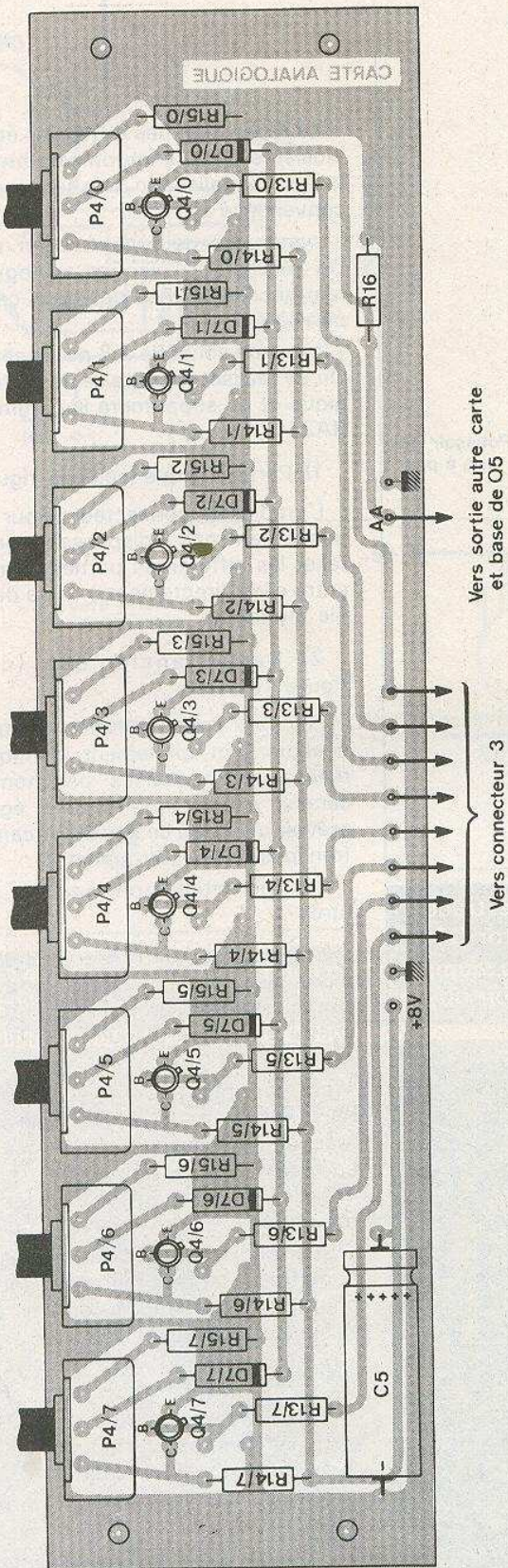


Fig. 10. et 11. - Cette carte imprimée se reproduira à l'aide d'éléments de transfert direct. On utilisera de préférence des potentiomètres pour circuits imprimés afin de minimiser les longueurs de connexions génératrices de parasites.



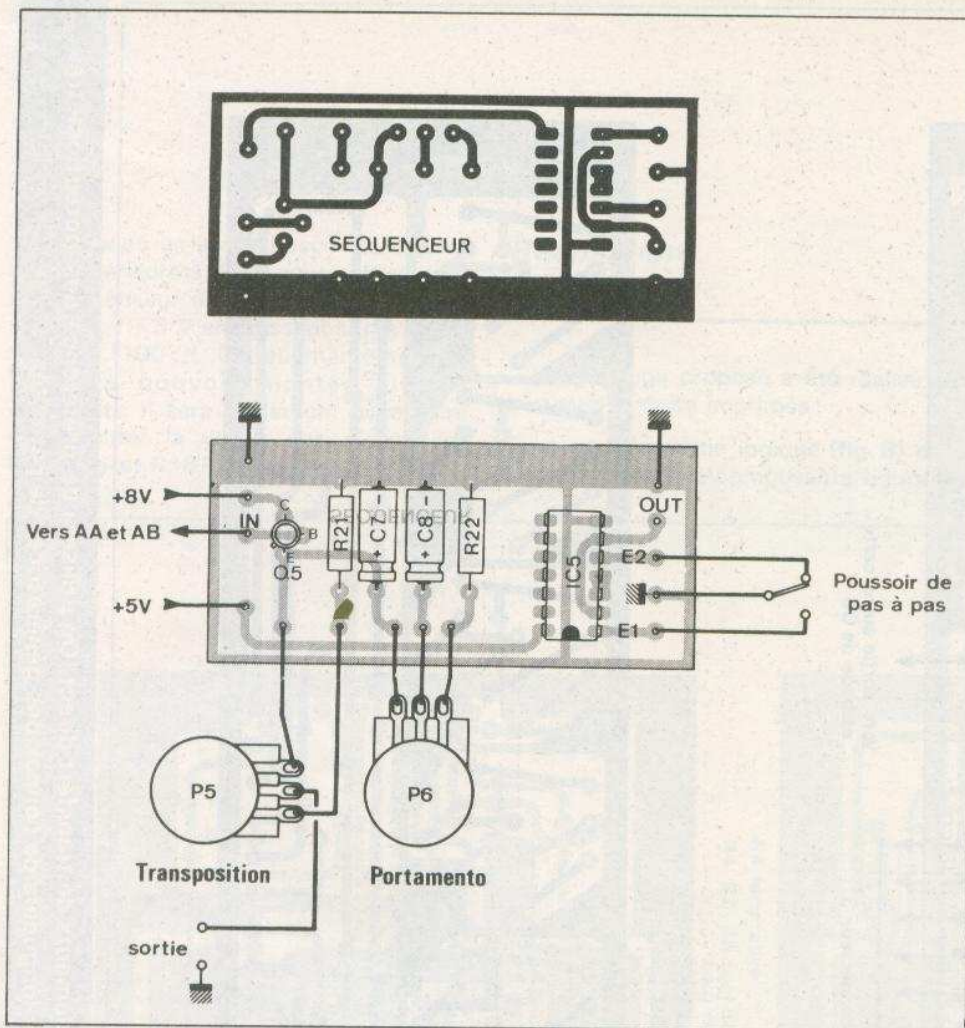
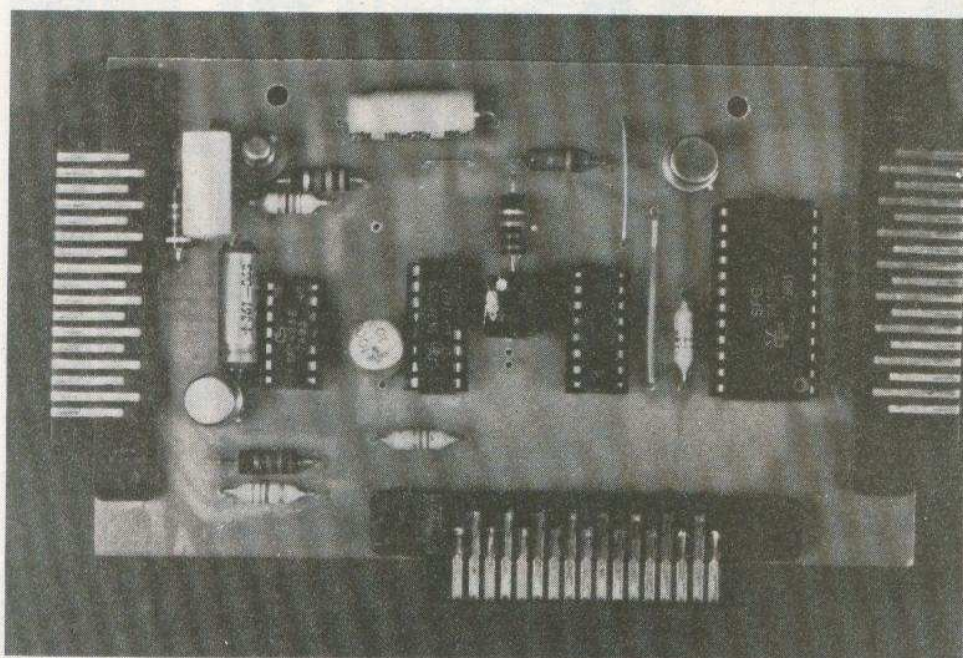


Fig. 12. et 13. – Un petit circuit imprimé dont nous livrons le tracé grandeur nature supportera le circuit intégré IC5 et le transistor Q5.

Photo 1. – La carte logique. L'emploi de connecteurs n'est pas indispensable.



Page 142 - N° 29 - nouvelle série

La répartition des différents étages sur plusieurs circuits imprimés permettra au lecteur la réalisation d'un séquenceur à sa convenance :

- système à deux canaux par exemple. On réalisera 4 plaques analogiques en mettant les entrées des deux canaux en parallèle.
- système simplifié à 8 notes seulement. On ne réalisera qu'une seule partie analogique et on supprimera la commande de RAZ.

### 1) Partie logique (câblage figure 14).

L'emploi de connecteurs pour les sorties n'étant pas indispensable on pourra relier les différentes parties du montage entre elles directement à l'aide de fil souple multibrins.

### 2) Partie analogique (câblage figure 15).

Les deux cartes utilisées et leurs composants sont totalement identiques. On réalisera deux cartes par nombre de canaux souhaités. Il faudra également prévoir un étage de sortie par canal (Q5 + transposition + portamento).

Les potentiomètres utilisés peuvent être :

- soit rotatifs, axe de 6 mm de diamètre, montés directement sur les cartes de circuit imprimé. Ils seront fixés sur une planchette en contre-plaqué de faible épaisseur ;
- soit à déplacement linéaire. Ils seront reliés aux cartes par du fil souple ordinaire mais de longueur n'excédant pas 15 cm. La réalisation de la face avant sera plus difficile, mais le réglage des tensions à programmer en sera beaucoup plus aisé.

Si on choisit comme l'auteur des potentiomètres rotatifs, il faudra les équiper de boutons de diamètre maximum : 19 mm, et surtout possédant un index.

### 3) Face arrière.

Cette face recevra de nombreuses prises de différents types pour les entrées ou sorties des signaux suivants :

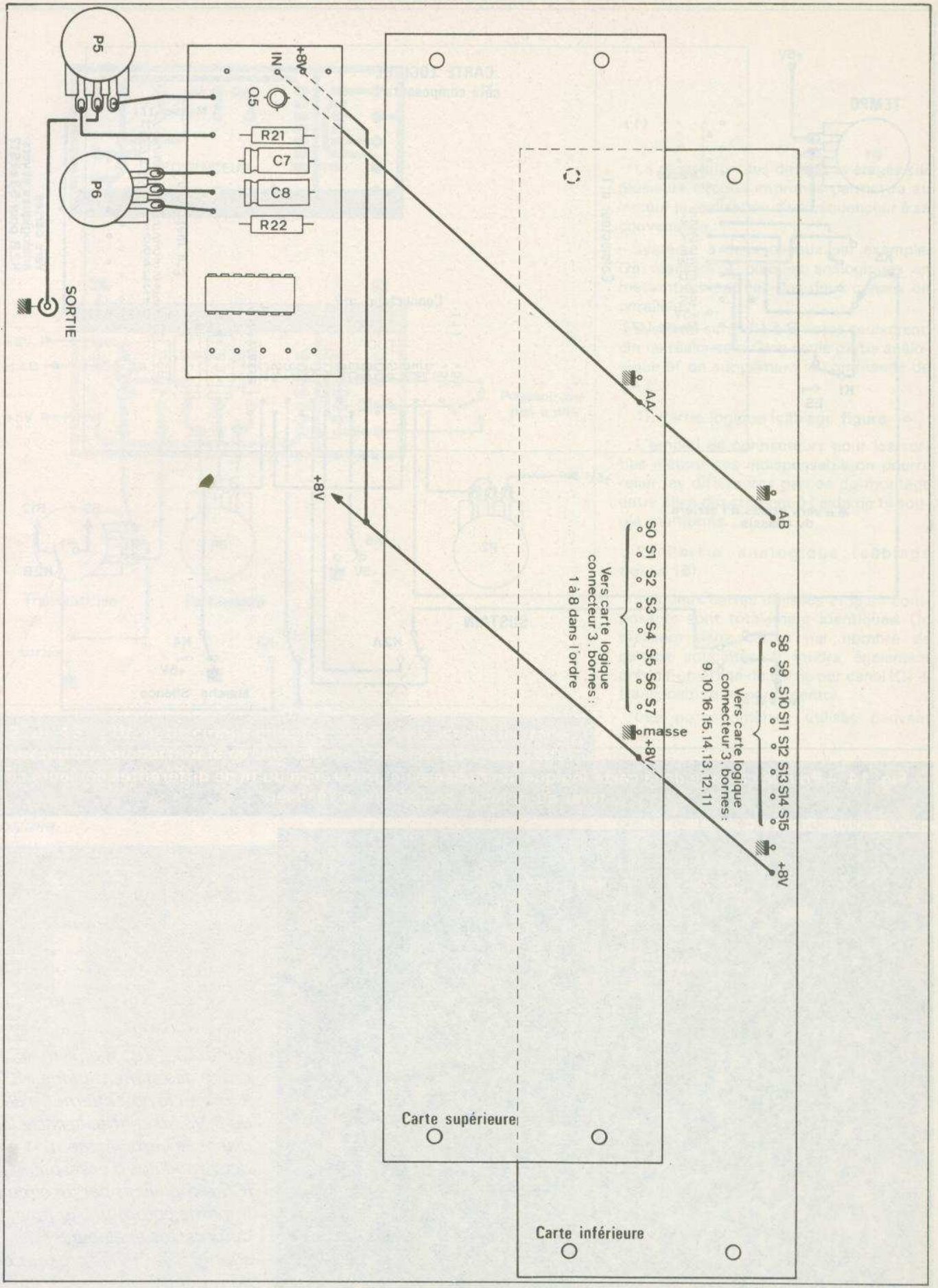
- Synchro (entrée, sortie, retardée) : 3 prises banane + 1 pour la masse.
- 2 prises banane pour l'alimentation + 5 V.
- 1 prise DIN 5 broches pour la liaison entre les entrées de prépositionnement (DA, DB, DC, DD) et les sorties (DO<sub>1</sub>, DO<sub>2</sub>,







Fig. 15. - Câblage des cartes analogiques. Elles sont rigoureusement identiques. On réalisera deux cartes par nombre de canaux souhaités.





DO<sub>3</sub>, DO<sub>4</sub>) de la mémoire. La broche centrale (2) sera réservée à la masse.

#### 4) Face avant.

La face avant a été réalisée avec une plaque de formica gravée. Les inverseurs, la prise jack de sortie, sont fixés directement sur le formica tandis que les potentiomètres sont fixés sur une contre-plaque en bois servant à masquer les écrous de fixation et à permettre un démontage plus rapide de la plaque de formica.

Les boutons des potentiomètres P<sub>4</sub> auront de préférence 15 mm de diamètre avec un index; les autres pourront avoir un diamètre de 19 ou 22 mm.

#### 5) Les liaisons.

Toutes les liaisons internes se font en fil souple ordinaire multibrins, à l'exception des suivantes à faire en fil blindé.

- Liaisons entre AA, AB, et la base de Q<sub>5</sub>.
- Liaison entre le curseur de P<sub>5</sub> et la sortie.

**Important :** La liaison externe entre le séquenceur et le synthétiseur se fait par câble blindé. Le séquenceur et le synthétiseur seront équipés de cordon d'alimentation avec prise de terre, dans la mesure du possible.

L'interrupteur A/Marche du séquenceur sera placé à l'arrière, près du transfo, la terre du cordon d'alimentation sera reliée à la masse. L'interrupteur A/M sera obligatoirement bipolaire pour isoler totalement l'appareil du secteur à l'arrêt.

Le **tableau 2** récapitule tous les signes employés pour repérer les entrées et sorties.

J.-P. VERPEAUX

## Caractéristiques électriques :

Tension : 220 V/50 Hz.

Consommation très faible : < 6 VA.

Alimentations régulées doubles : 5 volts  $\pm$  5% (partie logique TTL et mémoire) 8 volts  $\pm$  1% (partie analogique).

Sortie : 0 à 4 V position normale. 0 à 4,75 V position transposition maximum vers les aigus.

Fluctuation de la tension de sortie : inférieure à 0,05%.

Transposition :  $\pm$  7 tons.

Sustain (durée de maintien de la tension) : 140 à 1320 ms. Redéclenchable.

Tempo : 4 gammes.

Position :

- X2 : 50 à 250 ms (entre deux notes consécutives).
- Normal : 100 à 500 ms.
- 1/2 : 200 ms à 1 seconde.
- 1/4 : 400 ms à 2 secondes.

Retard : largeur du pulse : 100 ms ou pas de pulse si le sustain est redéclenché en permanence.

Durée du retard : 140 à 1320 ms selon le réglage sustain.

Nota : L'alimentation est prévue pour alimenter le boîtier supplémentaire renfermant la mémoire RAM/MOS permettant l'extension à 256 Pas du séquenceur.

## Caractéristiques techniques :

Un programme de 12 ou 16 notes.

Possibilité de comptage ou de décomptage.

Commande de sustain (durée des notes).

Commande de Portamento.

Commande de Transposition (couvrant près de deux octaves).

Tempo réglable progressivement et par bonds.

Sortie synchro et entrée synchro pour fonctionnement synchrone avec générateur de rythmes.

Sortie synchro retardée pour effets spéciaux (répétition, vibrato retardé, etc.).

Prise d'entrée et commandes prévues pour fonctionnement avec mémoire extérieure RAM type 2101 pour extension de programme à 256 notes.

## Liste des composants

### (partie logique)

- R<sub>1</sub> : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- R<sub>2</sub> : 82  $\Omega$  (gris, rouge, noir)
- R<sub>3</sub> : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)
- R<sub>4</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- R<sub>5</sub> : 150  $\Omega$  (brun, vert, marron)
- R<sub>6</sub> : 180  $\Omega$  (brun, gris, marron)
- R<sub>7</sub> : 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)
- R<sub>8</sub> : 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)
- R<sub>9</sub> : 680  $\Omega$  (bleu, gris, marron)
- R<sub>10</sub> : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- R<sub>11</sub> : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- R<sub>12</sub> : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- IC<sub>1</sub> : SN 7493
- IC<sub>2</sub> : SN 74193
- IC<sub>3</sub> : SN 74123
- IC<sub>4</sub> : SN 74154
- IC<sub>5</sub> : (sur la même carte que Q<sub>5</sub>) SN 7400 ou SN 74132
- C<sub>1</sub> : 2 à 5  $\mu$ F
- C<sub>2</sub> : 100  $\mu$ F
- C<sub>3</sub> et C<sub>5</sub> : 100  $\mu$ F/6 V
- C<sub>4</sub> : 33 à 47  $\mu$ F/6 V
- Q<sub>1</sub> : 2N 2646
- Q<sub>2</sub> : 2N 1309
- Q<sub>3</sub> : 2N 1565
- P<sub>1</sub> : 47 K lin.
- P<sub>2</sub> : 47 K lin.
- P<sub>3</sub> : supprimé et remplacé par résistance fixe de 47 k $\Omega$
- K<sub>1</sub> : inverseur horloge interne/externe
- K<sub>2a</sub> : inv. sélection UP/DOWN
- K<sub>2b</sub> : inv. sélection RAZ suivant UP ou DOWN
- K<sub>3</sub> : inv. sélection du nombre de pas
- K<sub>4</sub> : inter d'arrêt sans arrêt de l'horloge
- K<sub>5</sub> : commutateur 1 circuit/4 positions
- K<sub>6</sub> : inverseur (mise en service de la mémoire)
- K<sub>7</sub> : inverseur compteur ou pas à pas.

### (partie analogique)

- R<sub>17/n</sub> et R<sub>13/n</sub> : 16 résistances de 8,2 k $\Omega$
- R<sub>18/n</sub> et R<sub>14/n</sub> : 16 résistances de 910  $\Omega$  à 1,2 k $\Omega$
- R<sub>19/n</sub> et R<sub>15/n</sub> : 16 résistances de 470 à 560  $\Omega$
- R<sub>16</sub> = R<sub>20</sub> = 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- R<sub>21</sub> : 360  $\Omega$  (orange, bleu, marron)
- R<sub>22</sub> : 220 à 470  $\Omega$
- C<sub>5</sub> = C<sub>6</sub> : 0,5 à 1  $\mu$ F
- C<sub>7</sub> : 0,1  $\mu$ F
- C<sub>8</sub> : 100  $\mu$ F/6 Volts
- P<sub>14/n</sub> = 16 potentiomètres linéaires de 2,2 k $\Omega$
- D<sub>7/n</sub> : 16 diodes de commutation au silicium genre : 1N914, 1N4148
- Q<sub>4/n</sub> : 16 transistors BF genre 2N 1711, 2N 1893, BC 107 etc.
- Q<sub>5</sub> : BC 107, 2N 1711 ou équivalent
- P<sub>5</sub> : 1 à 2,2 k $\Omega$  linéaire.
- P<sub>6</sub> : 10 k $\Omega$  linéaire.



	Do 2	Do#2	Ré 2	Ré#2	Mi 2	Fa 2	Fa#2	Sol 2	Sol#2	La #2	La#2	Si 2
Tension (V)	0,5000	0,5297	0,5612	0,5946	0,6299	0,6674	0,7071	0,7491	0,7937	0,8408	0,8908	0,9438
Fréquence (Hz)	130,80	138,59	146,83	155,56	164,81	174,61	184,99	195,99	207,65	220,00	233,08	246,94
	Do 3	Do#3	Ré 3	Ré#3	Mi 3	Fa 3	Fa#3	Sol 3	Sol#3	La 3	La#3	Si 3
Tension (V)	1,0000	1,0594	1,1224	1,1892	1,2599	1,3348	1,4142	1,4983	1,5874	1,6817	1,7817	1,8877
Fréquence (Hz)	261,62	277,18	293,66	311,12	329,62	349,22	369,99	391,99	415,30	440,00	466,16	493,88
	Do 4	Do#4	Ré 4	Ré#4	Mi 4	Fa 4	Fa#4	Sol 4	Sol#4	La 4	La#4	Si 4
Tension (V)	2,0000	2,1189	2,2449	2,3784	2,5198	2,6695	2,8284	2,9966	3,1748	3,3635	3,5635	3,7754
Fréquence (Hz)	523,25	554,36	587,32	622,25	659,25	698,45	739,98	783,99	830,60	880,00	932,32	987,76
	Do 5	Do#5	Ré 5	Ré#5	Mi 5	Fa 5	Fa#5	Sol 5	Sol#5	La 5	La#5	Si 5
Tension (V)	4,0000	4,2378	4,4898	4,7568	(5,0396)	(5,3393)	(5,6568)	(5,9932)	(6,3496)	(6,7271)	(7,1271)	(7,5509)
Fréquence (Hz)	1046,50	1108,73	1174,65	1244,50	(1318,51)	(1396,91)	(1479,97)	(1567,98)	(1116,21)	(1760,00)	(1864,65)	(1975,53)

**Tableau n° 1 - Correspondance tension/fréquence**

Dési- gnation	Fonction	N° du connect.	N° du contact	Observations
CS	Cde d'inhibition	2	16	
DA	entrée donnée A	2	10	
DB	entrée donnée B	2	13	
DC	entrée donnée C	2	8	
DD	entrée donnée D	2	7	
ES	entrée synchro			selon position de K <sub>1</sub>
SS	sortie synchro	1	15	
SR	sortie retardée	2	6	
PD	Pot. durée (sustain)	2	3	
PR	(retard) supprimé			
PT	Pot. de Tempo	1	8	
EC	entrée charge	2	9	
SO à S15	sorties décodées	3	1 à 16	en désordre
RZ	entrée de RAZ	2	14	
EM	entrée du monostable	2	4	
SM	sortie du monostable	2	5	
SK	sortie vers K <sub>1</sub>	1	14	
ED	entrée du diviseur	1	13	
Autres entrées ou sorties non indiquées sur le schéma :				
SW	sortie X2	1	12	1 de IC <sub>1</sub>
SX	sortie normale du div.	1	9	9 de IC <sub>1</sub>
SY	sortie / 2	1	10	8 de IC <sub>1</sub>
SZ	sortie / 4	1	11	11 de IC <sub>1</sub>
DO	entrée décomptage	2	12	4 de IC <sub>2</sub>
UP	entrée comptage	2	11	5 de IC <sub>2</sub>

**Tableau n° 2**  
Désignation des signaux entrant ou sortant de la carte logique.



## Technologie des composants :

### Les résistances variables non bobinées

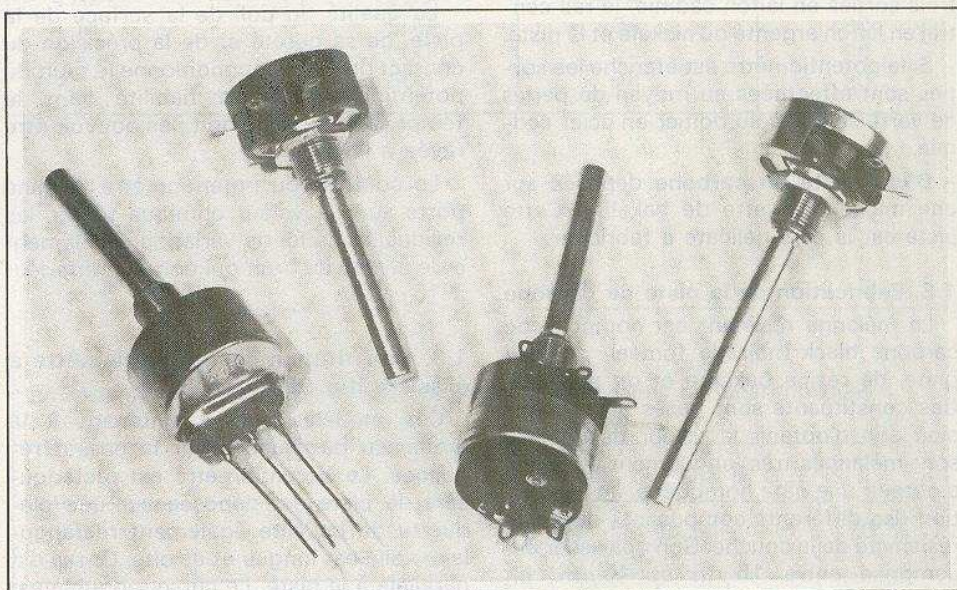


Fig. 1

**A**U cours de cet article, nous allons traiter des résistances variables non bobinées, c'est-à-dire principalement des potentiomètres grand public, professionnels et de précision.

En effet, les résistances variables bobinées sont utilisées généralement en rhéostat, c'est-à-dire en série dans le circuit pour le contrôle de l'intensité. Ce sont des composants de puissance.

Par contre, les résistances variables non bobinées sont montées en potentiomètre, en parallèle dans le circuit, pour le contrôle d'une tension. Ces tensions peuvent être continues, alternatives ou de basse fréquence, dans ce dernier cas la puissance dans le circuit est très faible.

Enfin, il est possible de remplacer un potentiomètre de précision bobiné par un modèle non bobiné qui présente quelques avantages pour certaines applications.

#### 1 - Les potentiomètres à couche de carbone

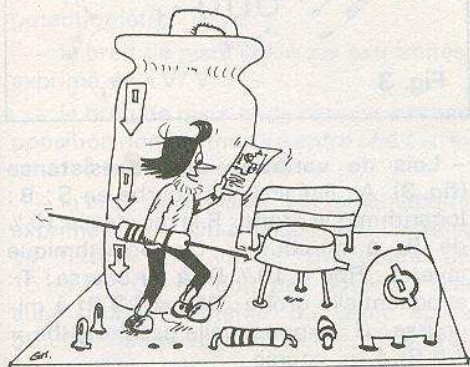
##### 1.1. Constitution d'un potentiomètre circulaire

Un potentiomètre se compose (fig. 1) :

- D'un boîtier en bakélite moulée, en acier cadmié ou en zamac (alliage 90 % Zn + 10 % Al). Il se fixe sur le châssis au moyen d'un canon fileté ( $\varnothing$  : 6 mm, 7 mm,

8 mm ou 10 mm, pas 0,75) et d'un écrou ( $\varnothing$  : 10 mm sur plat).

- D'un axe en acier cadmié ou en plastique ( $\varnothing$  : 3 mm, 4 mm, 6 mm) pour commande au moyen d'un bouton, ou d'un tournevis pour les axes fendus. L'axe comprend une gorge qui reçoit un clip afin de le positionner et de le fixer dans le potentiomètre. A son extrémité est placée une pièce de bakélite qui reçoit le curseur double. Il faut, en effet, que le cur-





seur soit isolé de l'axe. Enfin, il comporte un doigt pour l'entraînement de l'interrupteur éventuel.

- **D'un curseur double** qui appuie d'une part sur la piste et d'autre part sur le rail central. Il est en maillechort ou en bronze au béryllium. Sa pression moyenne est de 110 CN sur les deux pistes. La forme, la matière, la découpe, le montage et le réglage du curseur sont des points très importants à résoudre pour obtenir une bonne fabrication sans mauvais contact, avec un bruit de fond faible et pour une longue durée. La surface réelle du contact sur la piste est d'environ 1 mm<sup>2</sup>.

- **D'un support de piste**, c'est une plaquette en bakélite découpée qui reçoit les trois sorties en laiton cadmié, le rail central en laiton argenté ou nickelé et la piste.

Si le potentiomètre est étanche les sorties sont effectuées au moyen de perles de verre soudées au boîtier en acier cadmié.

- **D'une piste en carbone** déposée sur une mince plaquette de bakélite. Cette piste est la plus délicate à fabriquer.

## 1.2. Fabrication de la piste de carbone

Le mélange résistant est composé de carbone black (noir de fumée), de graphite, de résine bakélite et de solvants. Ces constituants sont pesés avec précision afin d'obtenir la valeur désirée. Ils sont mélangés très longuement de façon à obtenir une pâte homogène. La proportion des différents composants donne la résistivité de la couche. Son épaisseur est comprise entre 15 µm et 40 µm. En jouant avec ces deux paramètres on obtient toute la gamme des valeurs ohmiques prévues au catalogue.

Un seul mélange déposé sur une plaquette de bakélite de la largeur voulue et sous une épaisseur constante donne un potentiomètre à courbe linéaire.

Pour les potentiomètres à courbe logarithmique on dépose trois produits de

résistivité croissante en trois bandes parallèles sur le support. La découpe circulaire ultérieure des pistes dans la plaquette de bakélite est positionnée de telle façon que l'enduit à faible résistivité corresponde au début de la piste, l'enduit à moyenne résistivité au milieu et celui à forte résistivité à la fin.

Aussitôt la dépose de la ou des pâtes résistives sur la bande de bakélite, la piste est séchée et polymérisée dans un four tunnel à infrarouge vers 150 °C.

Afin d'avoir un bon contact avec les sorties et des résistances résiduelles faibles, on argente les extrémités de la piste. Puis, elle est découpée, vérifiée et fixée sur la plaquette support de piste.

La qualité du poli de la surface de la piste, de sa dureté et de la précision du contact du curseur conditionne le bruit du potentiomètre et sa fiabilité dans le temps. Une piste ne doit pas pouvoir être rayée à l'angle.

Le contrôle du potentiomètre terminé porte sur : la valeur ohmique totale, les résiduelles, la loi de variation, l'isolement et le niveau de bruit qui doit être inférieur à 15 µV/V.

## 1.3. Constitution d'un potentiomètre à glissière (fig. 2)

Ces modèles sont maintenant à la mode, en particulier pour la basse fréquence. Le potentiomètre est rectangulaire, la piste est déposée sur une plaquette de bakélite également rectangulaire ; elle est longue et étroite. Le rail est parallèle à la piste. Le curseur double est maintenu dans une glissière. Il est commandé par une pièce moulée en bakélite sur laquelle est fixée la touche. Aux deux extrémités deux sorties sont accessibles une extrémité de la piste et le rail linéaire. On peut prévoir une sortie supplémentaire reliée au tiers, à la moitié ou aux deux tiers de la résistance pour les corrections physiologiques en basse fréquence.

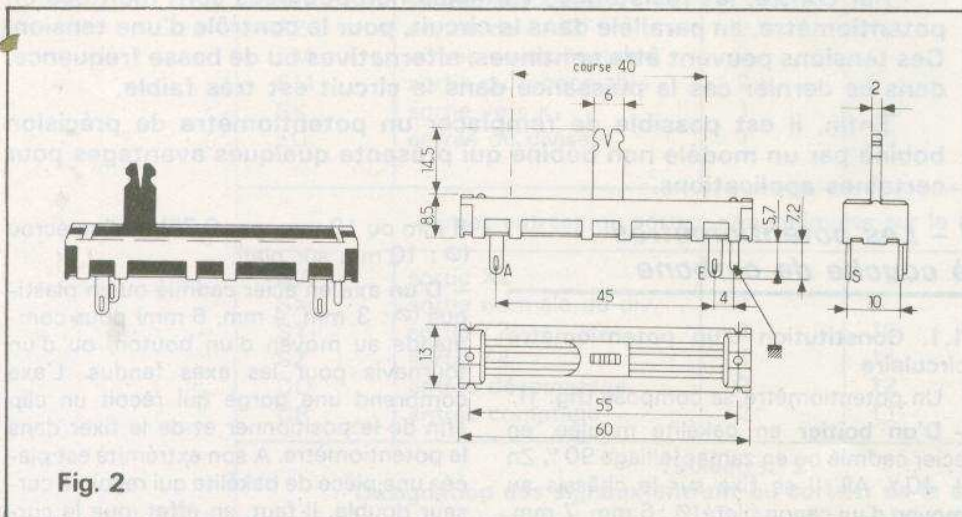


Fig. 2

On peut monter plusieurs potentiomètres sur une même platine pour la commande des divers paramètres d'un téléviseur, d'une chaîne à haute fidélité ou d'une console de mixage.

## 1.4. Constitution d'un modèle ajustable 1

Ces petites résistances ajustables sont destinées à être soudées sur un circuit imprimé pour, lors de l'étalonnage, régler certaines tensions aux bornes des transistors ou des circuits intégrés.

La piste est déposée sur une plaquette de céramique ou de bakélite. Le curseur est ajustable, soit à la main, soit à l'aide d'un tournevis. Sa rotation est freinée afin d'éviter tout dérèglement dans le temps, malgré les vibrations et les chocs éventuels. Leur dissipation ne dépasse pas 0,1 W.

## 1.5. Caractéristiques principales

- **Gamme des valeurs** : série E3 : 1 2,2 4,7 par décade entre 10 Ω et 4,7 MΩ ou 10 MΩ pour la loi linéaire et entre 1 kΩ et 2,2 MΩ pour les lois logarithmiques. Tolérance standard : ± 20 %.

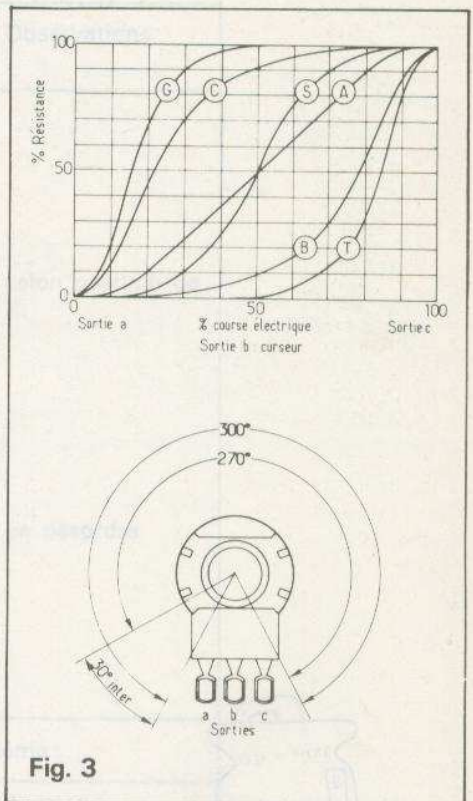


Fig. 3

- **Lois de variation de la résistance (fig. 3)** : A : linéaire ; S : courbe en S ; B : logarithmique droite : R la résistance 10 % de R<sub>t</sub> à mi-course ; C : logarithmique inverse : R<sub>bc</sub> = 10 % R<sub>t</sub> à mi-course ; T : exponentielle droite : R<sub>ba</sub> = 1,5 R<sub>t</sub> à mi-course ; G : exponentielle gauche : R<sub>bc</sub> = 1,5 R<sub>t</sub> à mi-course.



- Résistances résiduelles d'entrée  $R_a$  et de sortie  $R_c$  : elles sont données pour les lois A et S sur le **tableau I** ci-après. Pour les lois logarithmiques, la mesure des résistances résiduelles est remplacée par une mesure d'atténuation :

$$dB = 20 \log \frac{V_{ac}}{V_{ab}}$$

La course mécanique du curseur est de  $300^\circ$  pour les potentiomètres circulaires. La course électrique est de  $300^\circ$  pour les modèles sans interrupteurs et de  $270^\circ$  pour les modèles avec interrupteur.

Les courses mécaniques et électriques des potentiomètres à glissière sont comprises entre 40 mm et 72 mm pour les modèles les plus courants.

- Coefficient de température

$$\leq 700 - 10^{-6}/^\circ C$$

- Coefficient de tension

$$\leq 200 - 10^{-6}/V$$

- Puissance admissible

Selon les modèles la puissance à  $70^\circ C$  d'ambiance est comprise entre 0,15 W et 1 W pour la loi linéaire et la moitié pour les lois logarithmiques. Une réduction supplémentaire est souvent exigée pour les fortes valeurs ohmiques.

Le **tableau II** ci-après donne les valeurs de la puissance, de la tension et de l'intensité maximales à  $40^\circ C$  et à  $70^\circ C$  pour une série de potentiomètres à courbes linéaires (A) et logarithmiques (B, C, T, G, S).

On voit que ce modèle est donné pour 0,3 W à  $40^\circ C$  en loi linéaire, ce qui n'est vrai qu'entre  $10 \Omega$  et  $22 k\Omega$ . Ensuite, la puissance diminue progressivement pour atteindre 0,06 W à  $4,7 M\Omega$ . En lois logarithmiques la puissance de 0,15 W jusqu'à  $10 k\Omega$  n'est plus que de 0,035 W pour  $2,2 M\Omega$ .

Cette limitation de la puissance nominale en fonction de la température ambiante et de la valeur ohmique est très importante et ne doit pas être négligée par le concepteur de circuits.

- Bruit

Il existe trois causes de bruit dans un tel potentiomètre :

- le bruit de piste entre ses extrémités, exprimé en  $\mu V/V$

- le bruit de piste et de curseur sur une position donnée mesuré entre une extrémité et la cosse centrale en  $\mu V/V$

- le bruit de déplacement (crachement) exprimé en mV. On a vu que les fabricants se fixent une valeur maximale de  $15 \mu V/V$ . On ne doit pas observer une augmentation notable du bruit après 50 000 manœuvres sur les modèles professionnels.

Tableau I

Résistances résiduelles d'entrée et de sortie et atténuation

Résistance nominale $R_n$	Lois A et S $r_a$ et $r_c$ maxi	Lois B et C atténuation $\pm 10$ dB	Lois T et G atténuation = 10 dB
$\Omega$	$\Omega$	dB	dB
10-22-47	5		
100-220-470	10		
1 k - 2,2 k	25		
4,7 k	25	62	68
10 k - 22 k - 47 k	35	68	74
100 k - 220 k	125	74	80
470 k	250	74	80
1 M	500	74	80
2,2 M	1 000	74	80
4,7 M	1 500	74	80

Tableau II

Puissance, tension, intensité des potentiomètres linéaires ou logarithmiques

Résistance nominale $R_n$	LOI A					LOIS B, C, T, G, S				
	40 °C			70 °C		40 °C			70 °C	
	Puis- sance maxi- male	Ten- sion maxi- male	Inten- sité limite	Ten- sion maxi- male	Inten- sité limite	Puis- sance maxi- male	Ten- sion maxi- male	Inten- sité limite	Ten- sion maxi- male	Inten- sité limite
$\Omega$	W	V	mA	V	mA	W	V	mA	V	mA
10	0,30	1,73	173	0,5	50					
22	0,30	2,57	117	0,75	34					
47	0,30	3,75	80	1,1	23					
100	0,30	5,50	55	1,8	18					
220	0,30	8,10	37	3,0	14					
470	0,30	12	25,6	5,2	11					
1,0 k	0,30	17	17,4	10	10	0,15	12,2	12,3	7,1	7,10
2,2 k	0,30	25	11,7	15	6,15	0,15	18,2	8,2	10,5	4,80
4,7 k	0,30	37	8,0	22	4,60	0,15	26,5	5,6	15,3	3,26
10 k	0,30	55	5,5	32	3,16	0,15	38,8	3,9	22,4	2,24
22 k	0,30	81	3,7	47	2,14	0,13	53,5	2,4	31,0	1,41
47 k	0,27	113	2,4	65	1,38	0,12	75,0	1,6	43,0	0,92
100 k	0,24	155	1,55	89	0,90	0,10	100	1,0	57	0,57
200 k	0,20	210	0,95	121	0,55	0,08	133	0,60	77	0,35
470 k	0,16	275	0,58	160	0,34	0,06	168	0,35	97	0,20
1,0 M	0,12	346	0,35	200	0,20	0,05	225	0,22	129	0,13
2,2 M	0,08	420	0,19	244	0,11	0,035	280	0,13	180	0,08
4,7 M	0,06	530	0,11	305	0,06					



## - Fiabilité

Il est difficile d'obtenir une fiabilité sans reproche pour les potentiomètres grand public. Par contre, les modèles professionnels utilisés à 50 % de la dissipation maximale dans la position du curseur la plus défavorable ont une bonne fiabilité.

## 1.6. Principaux modèles fabriqués

### - Les modèles grand public circulaires

**Dimensions normales :** diamètre entre 20 et 30 mm, avec ou sans interrupteur, puissance de l'ordre de 0,25 W à 0,5 W en loi linéaire, la moitié en lois logarithmiques, valeurs: 100  $\Omega$  à 4,7 M $\Omega$  en loi linéaire et de 1 k $\Omega$  à 2,2 M $\Omega$  en lois logarithmiques.

**Modèles miniatures :** diamètre entre 12 et 16 mm, avec ou sans interrupteur, puissance 0,1 à 0,25 W en loi linéaire, la moitié en lois logarithmiques, valeurs: 220  $\Omega$  à 4,7 M $\Omega$  en loi linéaire et de 2,2 k $\Omega$  à 2,2 M $\Omega$  en lois logarithmiques.

### - Les modèles grand public à glissière

Course du curseur: 40 mm, 48 mm, 58 mm, 72 mm, sans interrupteur, dissipation: 0,3 W loi linéaire, 0,18 W lois logarithmiques, valeurs: 100  $\Omega$  à 10 M $\Omega$  en loi linéaire, 1 k $\Omega$  à 2,2 M $\Omega$  en lois logarithmiques, force de glissement: entre 0,6 et 2 N.

### - Les modèles professionnels

**Boîtiers carrés :** 16 mm ou 12,6 mm: exemple: **P12C Sfernice** axe 4 mm ou commande par tournevis, étanche, dissipation: 0,5 W à 70 °C et 1 W à 40 °C loi linéaire entre 100  $\Omega$  et 2,2 M $\Omega$ ; 0,1 W à 70 °C et 0,2 W à 40 °C lois non linéaires entre 10 k $\Omega$  et 1 M $\Omega$ .

**Boîtiers cylindriques :** exemple **PC5, PC6 Sfernice**:  $\varnothing$ : 19,5 mm, étanche, sorties par perles de verre, axe inoxydable de 6 mm, dissipation 0,5 W à 70 °C ou 1 W à 40 °C, loi linéaire entre 100  $\Omega$  et 4,7 M $\Omega$ , lois non linéaires 0,1 W à 70 °C, 0,2 W à 40 °C entre 10 k $\Omega$  et 1 M $\Omega$ . Plusieurs potentiomètres peuvent être commandés au moyen du même axe.

## II - Les potentiomètres à piste Vermet ou Cermet

### 2.1. Particularités de ces potentiomètres

Ce sont tout d'abord des potentiomètres industriels ou professionnels dont la dissipation est comprise entre 0,15 W et 4 W à 40 °C. Ils sont circulaires ou parallélépipédiques, étanches, commandés par

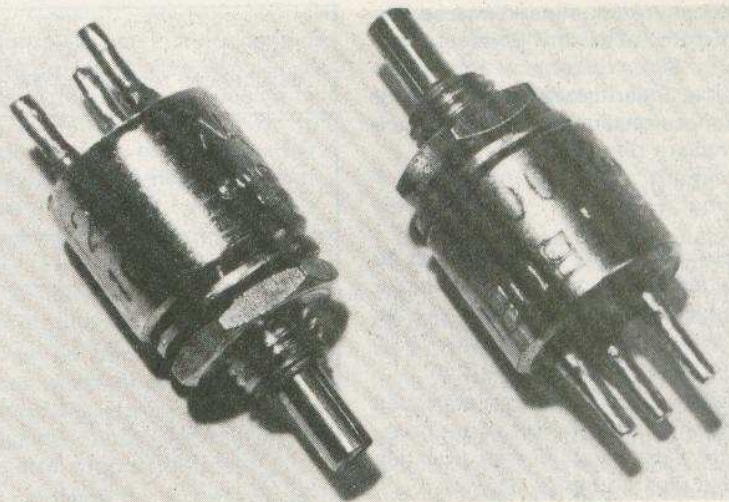


Fig. 4

un axe ou par tournevis, avec ou sans blocage de l'axe.

Le support est constitué par une plaquette de céramique ou d'alumine, sur laquelle on dépose par sérigraphie l'élément résistant. C'est un émail formé par des verres fusibles et par des métaux nobles. L'ensemble est une pâte plus ou moins fluide. La valeur de la résistance est définie par la résistivité de la pâte et par l'épaisseur du dépôt. Il s'agit de la technologie dite à couche épaisse qui a déjà été étudiée pour les résistances fixes.

L'ensemble est cuit au four, sous atmosphère contrôlée, entre 850 °C et 1 000 °C. Les éléments liquides sont éliminés, les verres fondent et les métaux sont généralement transformés en oxyde. La couche prend alors la valeur de résistivité prévue lors de la constitution de la pâte.

Cette couche est très lisse et très robuste, car elle est généralement plus épaisse que celle au carbone. On obtient des potentiomètres ayant un bruit de fond faible et une durée de vie très longue.

Pour fabriquer les modèles à lois non linéaires, on dépose sur la plaquette de base plusieurs pâtes de résistivité croissante au moyen de plusieurs masques de sérigraphie très précis. On obtient un léger mélange des pâtes aux points de jonction, ce qui permet d'éviter que la courbe résultante soit fournie de droites juxtaposées; ce mélange rend progressif le passage d'une résistivité à la suivante. Les autres pièces constitutives du potentiomètre sont peu modifiées.

### 2.2. Principaux modèles

- **Modèles industriels :** exemple: **Matéra 4 W**; diamètre 20 mm, axe métallique 6 mm ou plastique de 6 mm ou de 4 mm, avec ou sans interrupteur 1 A-24 V; courbe linéaire seulement entre 10  $\Omega$  et 10 M $\Omega$ . Coefficient de ten-

sion:  $< 200 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{V}$ , coefficient de tension: + 100 à + 500  $\cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , température maximale: 125 °C.

- **Modèles professionnels :** exemple: **Sfernice 1 W** étanche, en boîtier circulaire  $\varnothing$ : 8,5 mm, sorties par perles de verre (fig. 4) commande par axe fendu, courbe linéaire entre 10  $\Omega$  et 2,2 M $\Omega$ , coefficient de température  $\pm 50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ .

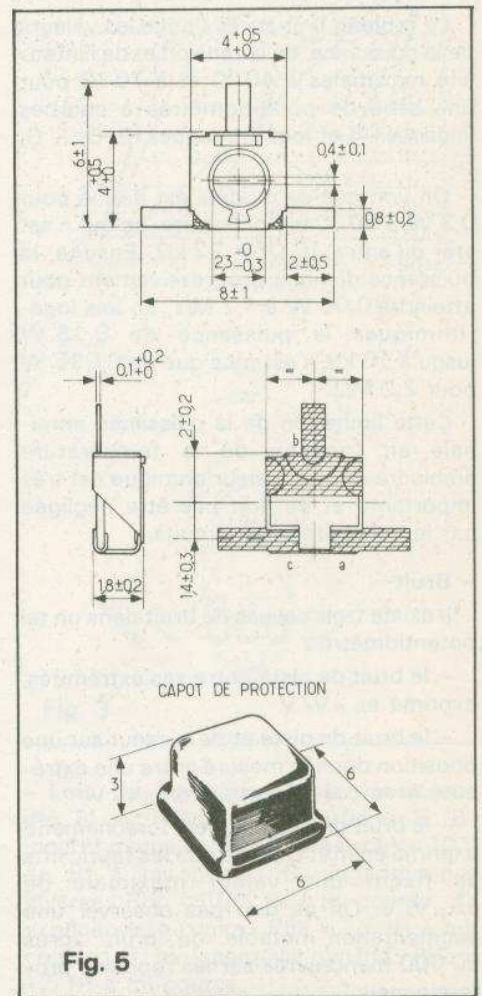


Fig. 5



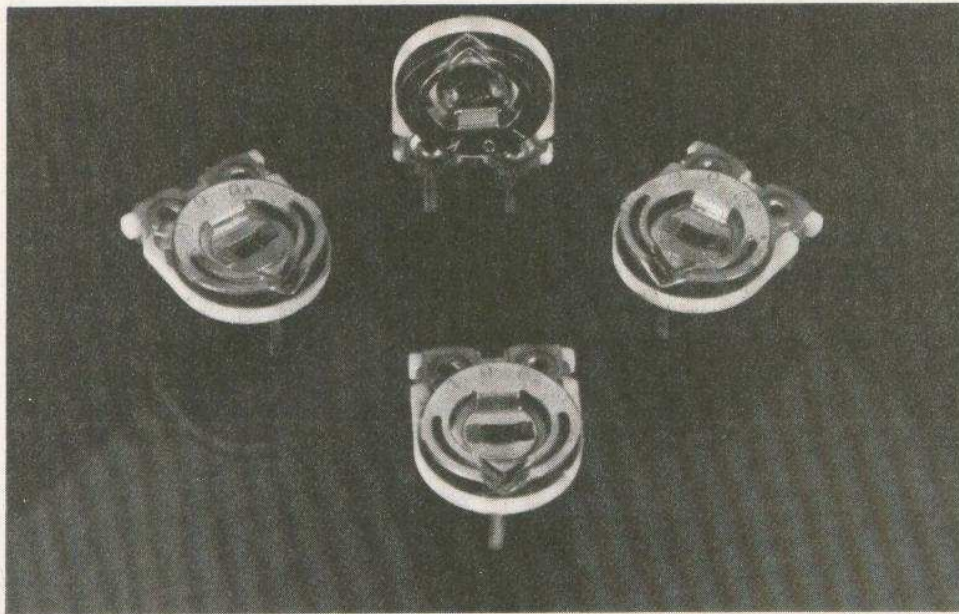


Fig. 6

– **Ajustables miniatures** : ces modèles se répandent rapidement par suite de leur stabilité et de leur fiabilité. On en rencontre à un tour de rotation ou en multitours.

– **Modèles à un tour** : exemple : **Sfernice T<sub>4</sub>** ultra-miniature, 0,15 W ; carré de 4 mm de côté, épaisseur 1,8 mm, étudié pour être soudé sur des circuits hybrides, il supporte une température de soudure de 300 °C pendant 3'' ; muni d'un capot il peut être noyé dans un enrobage. Variation linéaire entre 10 Ω et 1 MΩ (fig. 5). Exemple : **RTC Cermet PAm10** miniature 0,5 W, valeurs ohmiques 100 Ω à 4,7 MΩ. Loi linéaire. Tolérance ± 20 %, coefficient de température : ± 50 · 10<sup>-6</sup>/°C. Nombre de manœuvres : 200 (fig. 6).

– **Modèles multitours** jusqu'à 15 et 35 tours, dissipation entre 0,3 W et 0,75 W à 40 °C, variation linéaire entre 10 Ω et 2,2 MΩ, étanches ou non, coefficient de température : ± 50 · 10<sup>-6</sup>/°C, boîtier parallélépipédique allongé, commande par tournevis d'une vis sans fin qui entraîne le curseur le long de la piste ; faible encombrement pour soudure sur circuit imprimé.

### III – Les potentiomètres à piste Carcer

Il s'agit d'une fabrication particulière mise au point par **Sfernice**. Elle reprend quelques modèles professionnels dans lesquels elle remplace la couche Vermeton Cermet par une couche spéciale au carbone. C'est donc un modèle à couche carbone (**Car-**) sur céramique (**-cer**) qui permet d'obtenir une qualité industrielle pour un prix moins élevé que celui des potentiomètres à couche Vermet-Cermet.

La couche est réalisée à partir d'une composition de poudre de carbone sélectionnée, associée à un liant qui, après un traitement spécial, lui confère une bonne stabilité.

**Exemple : P145 Sfernice.** Boîtier métallique carré 12 mm, épaisseur 10,2 mm, étanche, sorties par perles de verre, axe 3 mm ou 4 mm. On commande par tournevis, loi linéaire 100 Ω à 2,2 MΩ, 0,5 W à 70 °C ; lois non linéaires : 10 kΩ à 1 MΩ, 0,2 W à 70 °C (fig. 7).

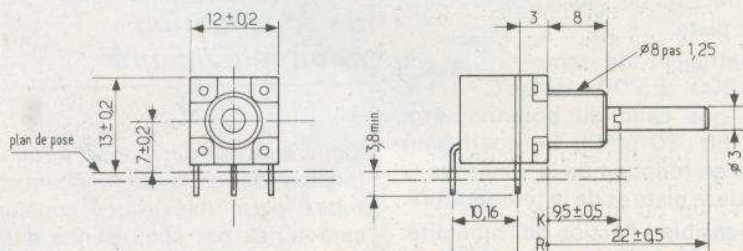


Fig. 7

## IV Les potentiomètres de précision à piste conductrice

### 4. 1. Fabrication

Il s'agit d'une famille de potentiomètres de précision, reprenant tous les impératifs des modèles bobinés, dans lesquels la piste est constituée par un plastique conducteur.

Ce plastique conducteur est formé de particules conductrices de carbone et/ou de métal sub-microscopiques enrobées dans un film épais de polymère synthétique formant un seul bloc avec le support plastique, sur l'une des faces duquel il est déposé.

Les dimensions des particules varient de 0,015 à 0,5 μm. L'épaisseur du film est comprise entre 20 μm et 100 μm. Sa résistivité dépend de la concentration et de la nature des particules conductrices. En faisant varier cette concentration et l'épaisseur du film, on peut couvrir toute la plage des valeurs classiques des potentiomètres de précision. Le support, les prises de contact et la piste résistante forment un ensemble monobloc dans lequel les coefficients de dilatation sont très voisins. L'ensemble subit un traitement thermique de stabilisation après lequel la linéarité de la piste est comprise entre 1 et 2 %. Pour l'amener à la tolérance de 0,05 % à 0,1 % exigée pour les appareils de précision, on procède à un usinage du bord extérieur de la piste, en des endroits bien précis qui correspondent aux variations de la linéarité. La machine compare la valeur de la résistance, à celle donnée par un potentiomètre étalon en un grand nombre de points et elle commande l'usinage correspondant, afin de rétablir la concordance des valeurs de la piste à étalonner avec celle de l'étalon.

Pour obtenir une piste à loi logarithmique, on peut faire varier la concentration des particules conductrices en fonction de l'angle de rotation. Au début de la course la concentration est maximale ; elle diminue progressivement pour devenir minimale en fin de course. Par usinage du bord extérieur de la piste on obtient la précision de la linéarité voulue.

La figure 8 montre différentes fonctions réalisées avec des pistes plastiques. Ce résultat est obtenu par la mise en place de plusieurs types de plastique de résistivité différente, répartis judicieusement sur le bord de la piste. La fonction  $E/\theta = f(\theta/\theta_0)$  est obtenue en usinant la section point par point. Des prises supplémentaires peuvent être prévues.

Ces pistes sont montées dans un boîtier moulé en alliage d'aluminium anodisé. L'axe en acier inoxydable est positionné



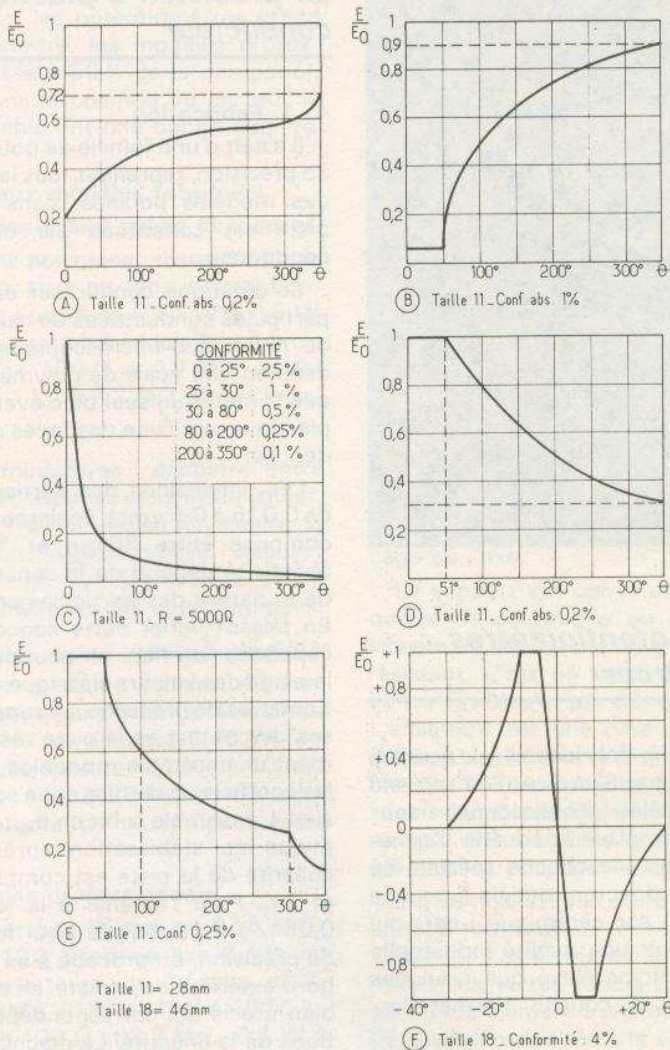


Fig. 8

grâce à deux roulements à billes de précision au centre du boîtier. Le bras rigide du curseur est terminé par plusieurs brins de métal précieux, assurant une sécurité de contact, avec un très faible angle de renversement. Le curseur est relié au rail collecteur par plusieurs cils en métal précieux.

#### 4.2. Potentiomètres à plastique, conducteurs comparés aux potentiomètres bobinés de précision

##### - Avantages des potentiomètres à plastique conducteur

- Durée de vie en rotation continue 50 à 100 fois plus longue
- Supporte une vitesse de rotation de 3 000 tr/mn en mouvement continu, ou 50 Hz en oscillations
- Durée de vie : environ 10 millions de rotations
- Résolution : vers  $0,1 \mu\text{m}$
- Meilleure fiabilité aux risques de cou-

pure, aux chocs mécaniques ou thermiques, aux vibrations

- Grande résistance à l'usure localisée de la piste, lors de petites oscillations du curseur autour d'un point d'équilibre.

##### - Inconvénients des potentiomètres à plastique conducteur

● L'intensité du courant dans le curseur ne doit pas dépasser 1 mA, ce qui interdit l'utilisation en rhéostat. Cette faible intensité est due à la dimension du brin de contact du curseur et de la résistivité de la piste.

● Le coefficient de température est négatif :  $-200 \pm 200 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , il est plus élevé que celui du potentiomètre bobiné ( $\pm 50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ). Ce coefficient est variable en fonction de la valeur de la résistance de la piste et de la température.

● Il est sensible à l'action de l'humidité. La résistance de la piste croît de 3% en humidité saturante. Cette variation est

réversible; la piste reprend sa valeur après séchage.

● Son niveau de bruit est plus élevé et il reste constant, tandis que pour le modèle bobiné, il est plus faible au début, puis il croît très vite et dépasse le niveau du plastique conducteur.

#### 4.3. Différents modèles

##### - Potentiomètres circulaires

On fabrique toute une gamme de ces potentiomètres depuis la taille 05 (12 mm), jusqu'à la taille 30 (76 mm); gamme des valeurs: 1 k $\Omega$  à 47 k $\Omega$  pour les tailles 9 à 18; entre 1 k $\Omega$  et 220 k $\Omega$  pour les plus grandes tailles, série E3. Linéarité standard: 1%; dissipation à 70 °C: entre 0,5 W et 4 W selon la taille pour les courbes linéaires, la moitié environ pour les courbes spéciales. Résolution: > 1000 points/mm, pratiquement infinie. Elle dépend de la précision mécanique du montage, de l'absence de jeu et de couple de renversement du curseur.

##### - Potentiomètres rectilignes

L'arbre fixé par une rotule peut tourner sur lui-même; il entraîne le curseur qui se déplace sur une piste rectiligne, en fonction d'un mouvement de translation. Ces potentiomètres sont utilisés en capteur de position dans les applications pneumatiques ou hydrauliques. Une série en taille 05 ( $\varnothing = 12$  mm) existe en quatre longueurs de course électrique utile: 25, 50, 75, 100 mm; résistance entre 1 k $\Omega$  et 100 k $\Omega$ , linéarité 0,1 à 1%.

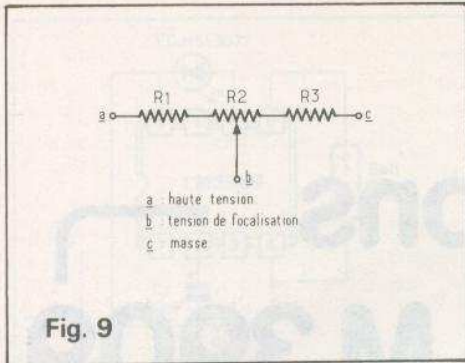
##### - Potentiomètres multitours

En taille 05 ( $\varnothing = 12$  mm) il existe un modèle circulaire à 10 tours, soit 3600°; résistance entre 10 k $\Omega$  et 1 M $\Omega$ ; linéarité 0,5 à 0,25%; peut être réalisé en lois linéaire ou logarithmique.

#### V - Potentiomètres de focalisation pour téléviseurs

Ce type de potentiomètre est développé spécialement pour le réglage de la tension de grille de concentration des tubes pour téléviseurs couleur. Il est caractérisé par la présence d'une résistance variable placée entre deux résistances fixes de grande valeur (fig. 9), par la





Rapports diviseurs (à 25 °C) (fig. 6) :

$$(R_3 + R_2)/R_t = 0,77$$

$$(R_3/R_t) = 0,57.$$

Variation maximale des rapports diviseurs (à 70 °C) : < 3 %.

### VI – Potentiomètres spéciaux pour commande de diodes à capacité variable

Sur les téléviseurs et sur les récepteurs radio les condensateurs variables sont remplacés par des diodes à capacité variable commandés par des potentiomètres à courbe linéaire. Un seul potentiomètre suffit pour commander, à la fois, l'accord H.F. et l'oscillateur ; son axe est relié à un démultiplicateur et à l'aiguille du cadran. Le bouton entraîne donc à la fois l'aiguille et le potentiomètre ; afin de faire coïncider la réception de la station avec son indication un petit ajustage est prévu. Afin que la course mécanique du cadran corresponde avec la course électrique nécessaire pour couvrir la plage de fréquence, un second ajustage se trouve associé au potentiomètre. La figure 10 donne en exemple un potentiomètre spécial Preh prévu pour cet usage. On distin-

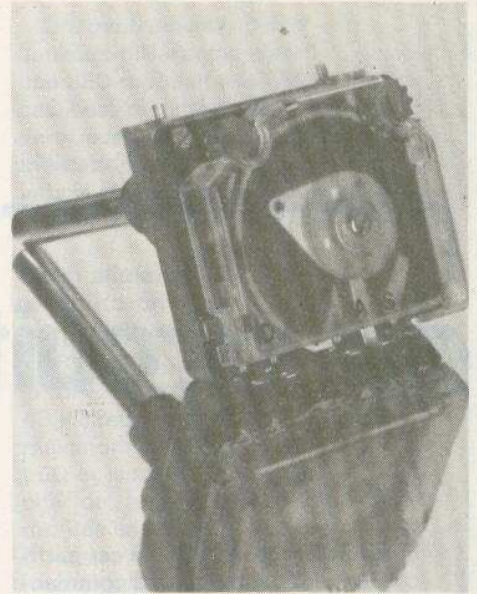


Fig. 10

gue sous le capot plastique : la piste de carbone, le curseur, les deux résistances ajustables au moyen d'un tournevis et les sorties.

La courbe est linéaire et la valeur ohmique totale est généralement de 10 kΩ.

R.C.

tension maximale importante admissible et par sa puissance.

Les résistances fixes et la piste sont constituées par un mélange aggloméré de carbone, de résine bakélite et de solvant.

Exemple : P460 Focus Solit R.T.C.

#### – Caractéristiques électriques

Valeur ohmique totale : 18 MΩ, tolérance - 15 à + 25 %.

Tension maximale admissible : 6,3 kV, dissipation : 3,8 W.

Rigidité électrique (pendant 1 mm) : 10 kV.

Résistance de contact : 250 kΩ, isolement : 10<sup>3</sup> MΩ.

# une nouvelle dimension...

dunod  
**PRATIGUIDE**  
électronique

chez votre libraire habituel



# Applications du circuit intégré LM 3909

Le circuit intégré LM 3909 est particulièrement conçu pour la commande de composants émetteurs de lumière ou d'infrarouges, en particulier les LED (diodes électroluminescentes).

Ce CI présente l'avantage de fonctionner correctement avec une alimentation à partir de 1,5 V mais il est également utilisable avec des tensions plus élevées. Le LM3909 peut aussi commander des lampes d'éclairage, des triacs et des diodes laser.

Voici des principales performances :

- Faible consommation, une pile peut durer un an dans un montage flash à conception économique.
- Impulsion à fort courant en un temps très court.
- Minimum de composants extérieurs.
- Economique.
- Fonctionnement excellent depuis 1 V jusqu'à 5 V.
- Courant moyen de 0,5 mA.
- Large gamme de températures.

Parmi les nombreuses applications de ce CI citons les suivantes :

La recherche des objets dans l'obscurité. Indicateur de l'emplacement des objets. Jouets et gadgets.

Applications électroniques : trigger, générateur de tension en dents de scie.

Sirènes électroniques de puissance réduite.

Indicateur avertisseur pouvant être alimenté avec une tension de 1,4 V à 200 V. Le LM3909 est monté dans un boîtier à 8 broches « dual in line » plastique.

## Caractéristiques maxima absolues

- Dissipation de puissance 500 mW.
- Tension positive d'alimentation au point V +... 6,4 V.
- gamme de température de fonctionnement... - 25 °C à + 70°C.

## Caractéristiques de fonctionnement

TABLEAU I

Paramètre	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNITES
Tension d'alimentation	en oscillation	1,15		6	V
Courant de fonctionnement	—		0,55	0,75	mA
Fréquence de flash	300 $\mu$ F 5 %	0,65	1	1,3	Hz
Haute fréquence de flash	0,3 $\mu$ F 5 %		1,1		kHz
Chute de tension de LED	1 mA courant direct	1,35		2,1	V
Courant de pointe de LED			45		mA
Largeur d'impulsion			6		ms

Voici, à la figure 1, la composition intérieure du CI avec indication des points déterminaux 1 à 8.

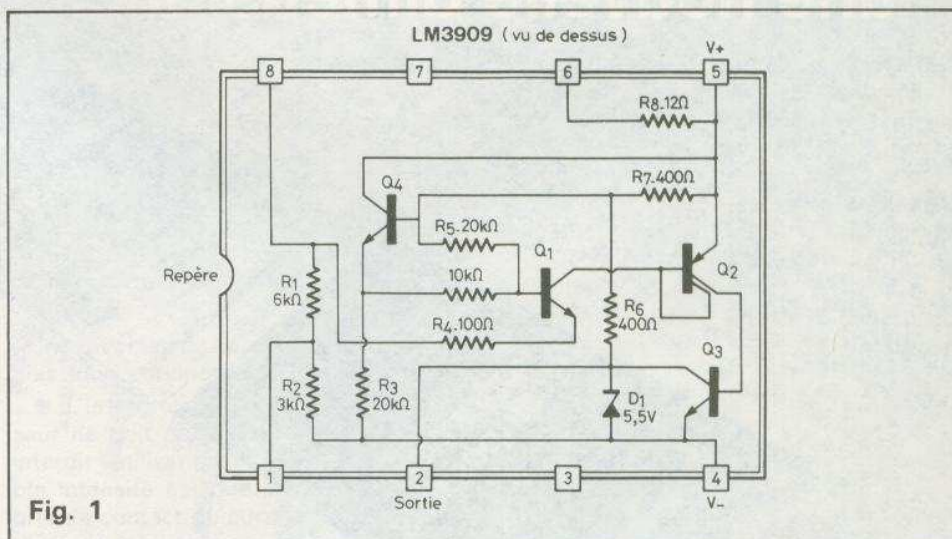


Fig. 1

## Montages d'application

### Flash 1,5 V

Dans ce montage la LED se trouve en série avec la résistance intérieure de 12  $\Omega$ . L'alimentation de 1,5 V est connectée aux points 5 et 4 du CI prévu à cet effet.

La capacité de C<sub>1</sub> de 300  $\mu$ F électrolytique est connectée au point 8 et à la cathode de la LED et la résistance de 1 k $\Omega$  est branchée entre le point 8 et le point 6.

Ce flash consomme peu de courant comme on peut le voir à la figure 3.

En abscisses la tension de 1,6 V et en ordonnée, le courant de 0,3 mA à 0,7 mA.



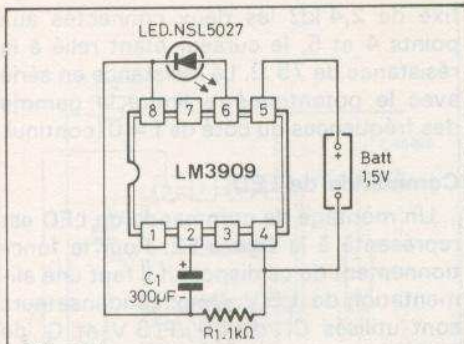


Fig. 2

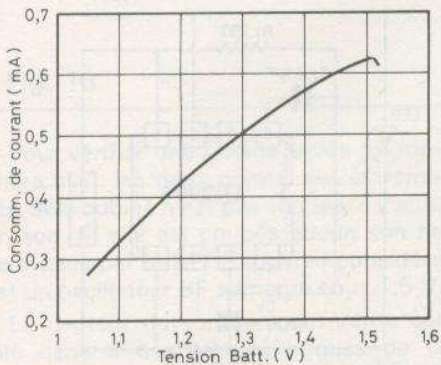


Fig. 3

Avec ce montage il n'est pas nécessaire de couper le courant. La batterie donnera jusqu'à cinq mois. Il est recommandé d'utiliser une pile. Des accumulations au nickel cadmium ne sont pas recommandés. Les conditions présentes de température devront être respectées.

#### Flash 6 V

Le schéma de ce flash est donné à la figure 4. Remarquons la batterie de 6 V, la résistance de 75 Ω montée en série avec la LED. On peut voir en consultant la figure 1 que cette résistance de 75 Ω se trouve en série avec la résistance intérieure de 12 Ω montée entre les points 6 et 5 du CI ce qui donne 87 Ω en tout.

On obtient une fréquence de scintillation de 1 Hz.

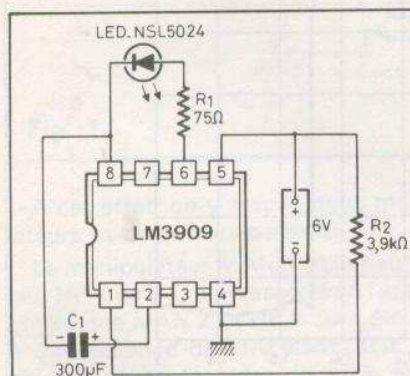


Fig. 4

#### Indicateur continu 1,5 V

Cet indicateur fonctionne sous 1,5 V et oscille à la fréquence de 2 kHz, la capacité n'étant plus que de 2 µF 3 V montée entre les points 2 et 8 du CI (voir fig. 5). En raison de la fréquence obtenue ainsi, la LED semble éclairée continuellement. La consommation est toutefois de 12 mA ce qui abrégera la durée de vie de la batterie. On a utilisé dans ce montage, à fréquence plus élevée deux résistances de 68 Ω. Ces résistances de valeurs judicieusement déterminées shuntent des résistances de 400 Ω montées à l'intérieur du boîtier du CI et permettent d'obtenir les caractéristiques désirées de fonctionnement.

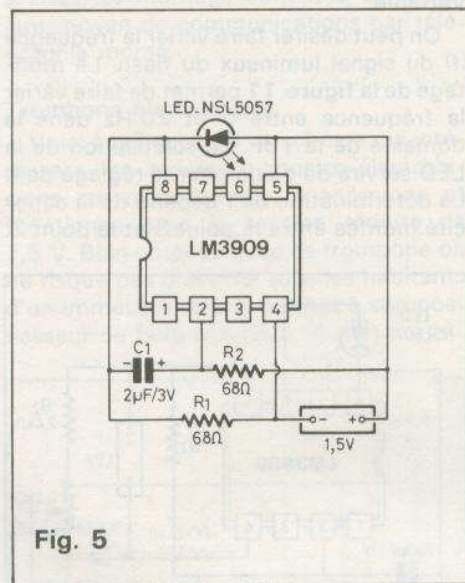


Fig. 5

#### Flash alternatif à deux LED

Le montage de la figure 6 fonctionne avec une alimentation fournie par une batterie de 12 V. C'est un oscillateur de relaxation qui fournit un signal de 2,5 Hz donc à TBF - très basse fréquence). C<sub>2</sub> est la capacité de charge et décharge. Elle allume alternativement l'une et l'autre LED, ces deux diodes électroluminescentes étant montées tête-bêche.

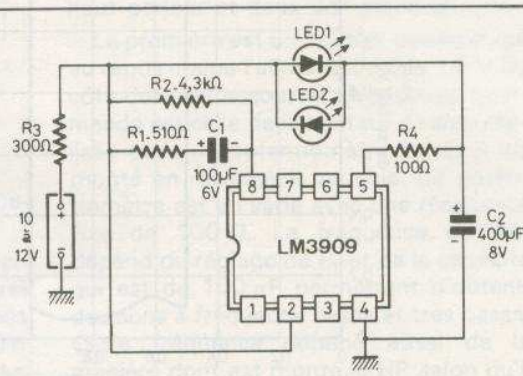


Fig. 6

On peut désirer utiliser deux LED de couleurs différentes comme par exemple une LED rouge et une LED verte. Dans ce cas il est recommandé de monter la LED verte avec l'anode vers le point 5 (+ alimentation) et la LED rouge avec l'anode vers la résistance de 300 Ω reliée au + de la source d'alimentation de 10 à 12 V.

#### Flash alimenté en haute tension

Si la source d'alimentation est élevée, de 85 à 200 V, on montera le flash selon le schéma de la figure 7. La résistance de 43 kΩ réduit la tension à 7 V, valeur limite maximum admissible sur la cathode de la LED et les autres circuits du CI. La capacité de temporisation de 180 µF 8 V montée entre ces points 5 et 4, se charge à travers la résistance intérieure de 12 Ω (voir fig. 1) la LED et les résistances de 400 Ω. Lorsque la tension de la capacité en cours de charge atteint environ 5 V, cette tension apparaît sur la résistance de 1 kΩ (point 8) ce qui rend conducteur Q<sub>1</sub> et il y a déclenchement d'où décharge de la capacité dans la LED.

Ce montage est délicat à réaliser. La tension limite peut être inférieure à 7 V cette valeur étant le maximum atteint avec une alimentation de 200 V.

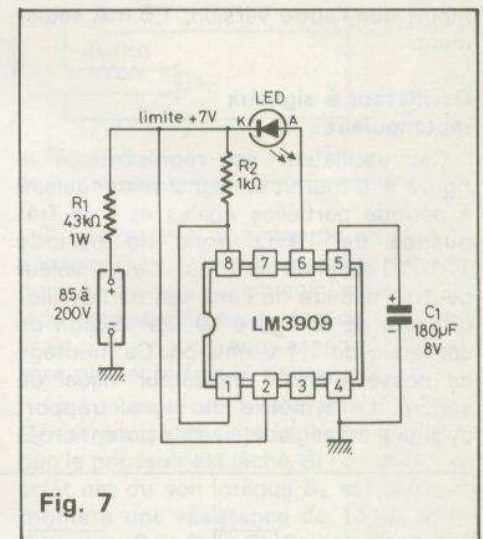


Fig. 7

#### Montages avec quatre LED en parallèle

Le montage de la figure 8 est réalisable en deux versions. Celle du schéma est la version 1 qui est alimentée sous 1,5 V. L'appareil ne consomme que 2 mA et la fréquence de scintillation est de 1,3 Hz conformément à la valeur de 11 µF 3 V du condensateur monté entre les points terminaux 1 et 8 du CI.

Les quatre LED sont montées dans le même sens, anodes des résistances de 39 Ω. Les LED et les résistances constituent quatre réseaux parallèles. La



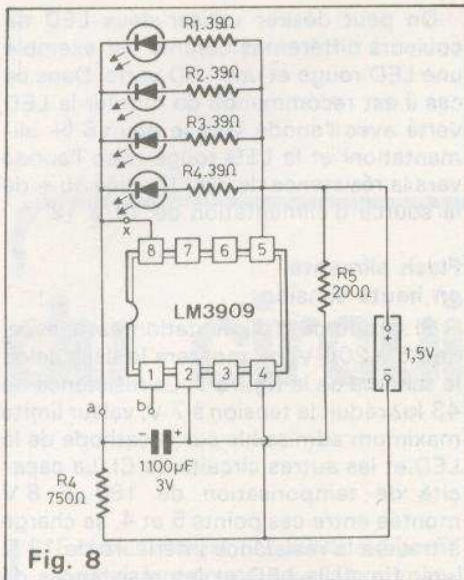


Fig. 8

deuxième version ne diffère de la première que par deux modifications :

- Les points a et b sont réunis et un condensateur de  $40 \mu\text{F}$  3 V est monté en x, avec le + vers le point 8 et le - vers les cathodes des quatre LED. Ces flashes éclairent mieux que les précédents la consommation restant très modérée.

- La deuxième version fonctionne à une fréquence de 1,5 Hz et consomme encore moins que l'autre version, 1,5 mA seulement.

### Oscillateur à signaux rectangulaires

Cet oscillateur est représenté à la figure 9. Il fournit un signal rectangulaire à période partielles égales et à la fréquence de 1 kHz donc de période  $1/1000$  seconde = 1 ms. Cette valeur peut se déduire de l'examen de l'oscillogramme de la figure 10. La tension de sortie est de 1,1 V environ. Ce montage ne possède aucun indicateur visuel ou sonore. La symétrie du signal (rapport cyclique) est réglable avec le potentiomètre

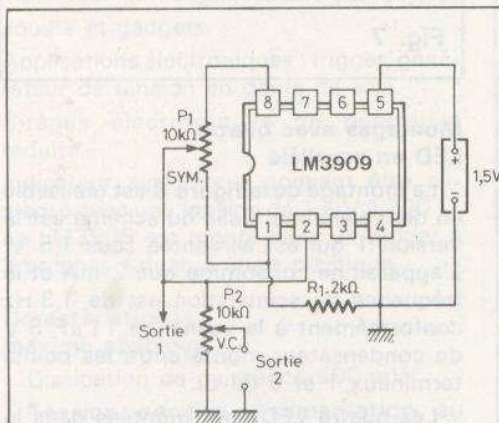


Fig. 9

tre de  $10 \text{ k}\Omega$  disposé entre les points 8, 1 et 2.

La sortie est au curseur du potentiomètre.

Pour avoir un réglage de la tension fournie, on pourra connecter un potentiomètre de  $10 \text{ k}\Omega$  entre la sortie et la masse, la nouvelle sortie étant alors entre curseur et masse. La tension de sortie crête à crête pourra être modifiée entre 0 V et 1,1 V environ.

On a représenté le potentiomètre atténuateur de  $10000 \Omega$  sur le schéma de la figure 9.

### Flash à fréquence variable

On peut désirer faire varier la fréquence (f) du signal lumineux du flash. Le montage de la figure 11 permet de faire varier la fréquence entre 0 et 20 Hz dans le domaine de la TBF. La scintillation de la LED servira de guide pour le réglage de f. La détermination de f dépend de la capacité montée entre le point 8 et le point 2.

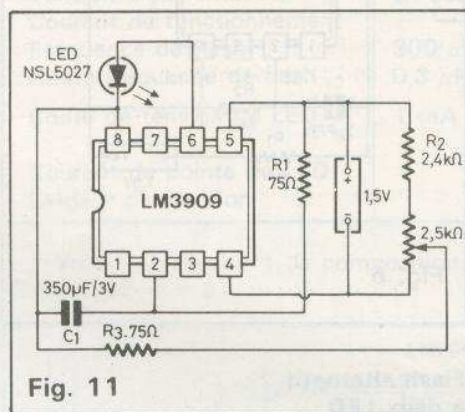


Fig. 11

Cette capacité est de  $250 \mu\text{F}$  3 V. Ce flash (ou scintillateur) fonctionne sous une tension d'alimentation de 1,5 V montée aux bornes 4 et 5 du CI. Le réglage de fréquence est effectué avec le potentiomètre de  $2,5 \text{ k}\Omega$  en série avec une résistance

fixe de  $2,4 \text{ k}\Omega$  les deux connectés aux points 4 et 5, le curseur étant relié à la résistance de  $75 \Omega$ . La résistance en série avec le potentiomètre limite la gamme des fréquences du côté de  $f = 0$  (continu).

### Commande de LED

Un montage de commande de LED est représenté à la figure 12. Pour le fonctionnement de ce dispositif il faut une alimentation de 1,5 V. Deux condensateurs sont utilisés  $C_1$  de  $60 \mu\text{F}$  3 V et  $C_2$  de  $0,1 \mu\text{F}$ .

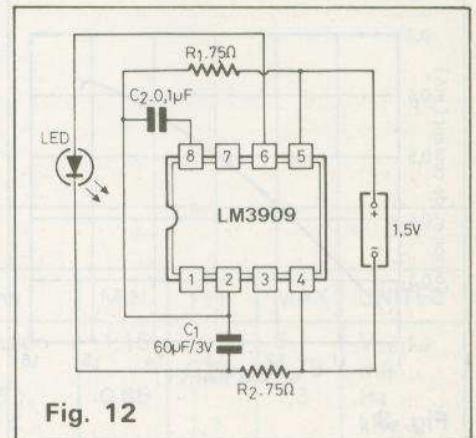


Fig. 12

La LED est montée entre  $C_1$  et le point 6 du CI. On obtient un signal à fréquence de 2 kHz environ et grâce aux impulsions appliquées à la diode électroluminescente, la tension est supérieure à celle de l'alimentation. La diode s'illuminera plus fortement.

### Buz-box et vérificateur de bobines

Il s'agit de l'appareil de la figure 13 où l'on trouve un indicateur sonore, un haut-parleur de  $12$  à  $16 \Omega$  monté entre les points 5 et 2. Deux pointes d'essais sont prévues. Si a et b ne sont pas réunies, l'appareil n'est pas alimenté et le haut-parleur reste silencieux.

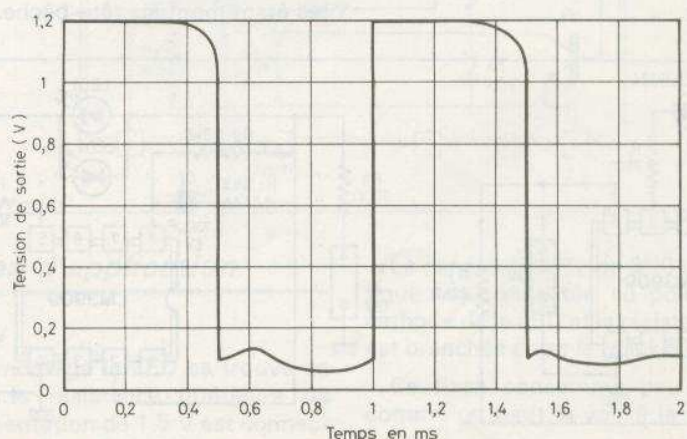


Fig. 10



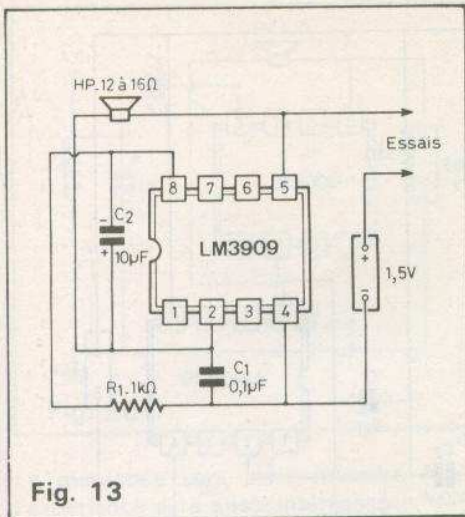


Fig. 13

Pour vérifier une bobine isolée on touchera avec les deux points, ses extrémités. Si la bobine n'est pas coupée, il y aura un son. Si elle est coupée aucun son ne sera émis par le HP. L'appareil considéré est un oscillateur BF alimenté sous 1,5 V.

La hauteur du son sera différente car elle dépend des caractéristiques de la bobine, non coupée, essayée. Des bobines de moteur de moto ou d'automobile pourront être vérifiées.

#### Etude du code MORSE

Avec le montage de la figure 14 on pourra étudier le code morse à un ou deux correspondants.

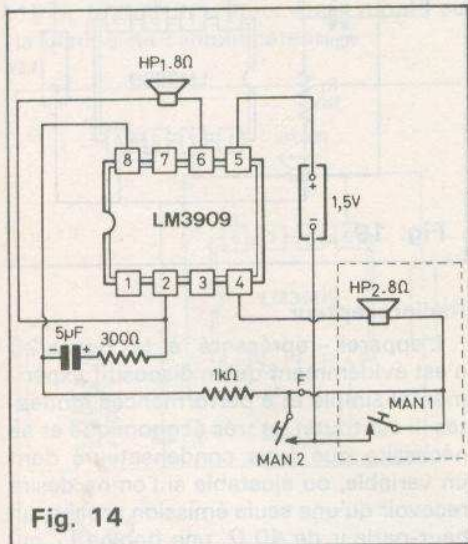


Fig. 14

A cet effet, on y trouve deux manipulateurs et deux haut-parleurs.

Le manipulateur MAN 1 et le haut-parleur HP 1 de 8  $\Omega$  sont associés à l'appareil tandis que MAN 2 et HP 2 sont éloignés, à une distance de 200 pieds, soit 60 m environ ou toute autre distance évitant que les deux opérateurs se gênent mutuellement.

Remarquons le montage en parallèle des deux manipulateurs ce qui implique l'audition effectuée dans les deux haut-parleurs à la fois. Cet appareil est très économique et présente l'avantage de fonctionner avec un ou deux opérateurs donc de leur donner le maximum de facilité pour apprendre le morse par la conversation au lieu du « solo » (ou monologue).

L'alimentation est toujours à basse tension, 1,5 V seulement. HP 1 est connecté entre les points 6 et 2 tandis que HP 2 est connecté entre le point 4 et le manipulateur MA 2.

Remarquons que si la distance est grande, ce montage constitue un excellent moyen de communications par télégraphie morse.

#### Trombone électronique

Voici à la figure 15 un schéma qui intéressera les amateurs musico-électroniciens car il est simple, économique et fonctionne sous la tension réduite de 1,5 V. Bien entendu avec ce trombone on ne risque pas d'éveiller tous les habitants d'un immeuble mais il permet à son possesseur de faire son petit Mozart.

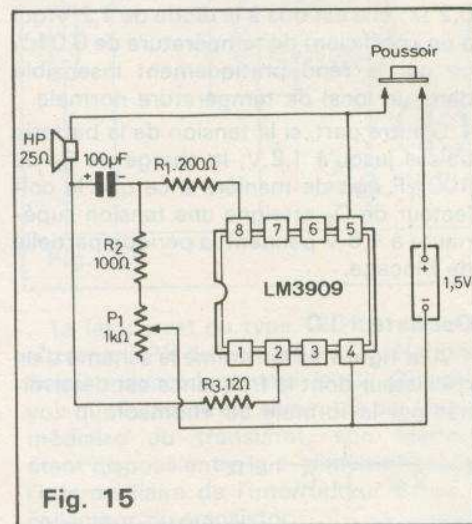


Fig. 15

L'appareil (ou l'instrument) possède un haut-parleur et deux commandes.

La première est un bouton-poussoir qui au repos coupe l'alimentation de 1,5 V du côté du + de la source. La seconde commande est celle de la hauteur de son, réalisée avec un potentiomètre  $P_1$  de 1 k $\Omega$  monté en résistance variable. Ce potentiomètre est en série avec une résistance fixe de 100  $\Omega$ . La fréquence du son dépend du réglage de  $P_1$  et de la capacité qui est de 100  $\mu$ F permettant d'obtenir des sons à fréquence basse et très basse. Cette fréquence dépend aussi de la manière dont est monté le HP selon qu'il est à l'air libre ou dans une boîte de résonance. Pour obtenir un son il faudra

actionner en même temps le poussoir et régler  $P_1$  pour la note désirée. On recommande un HP de 8 cm de diamètre mais pour des notes à TBF, un HP de plus grand diamètre, mais de faible puissance, est plus indiqué dans cette application peu prétentieuse au point de vue de l'art musical.

#### Sirène électronique

Son schéma est donné à la figure 16. L'alimentation de 1,5 V est connectée avec le - au point 4 et le + à l'interrupteur  $S_1$  qui sert de marche/arrêt.

Le haut-parleur de 25  $\Omega$  (ou deux petits HP de 15  $\Omega$  en série) est connecté entre le point V + 5, et le point terminal 2 du CI LM3909.

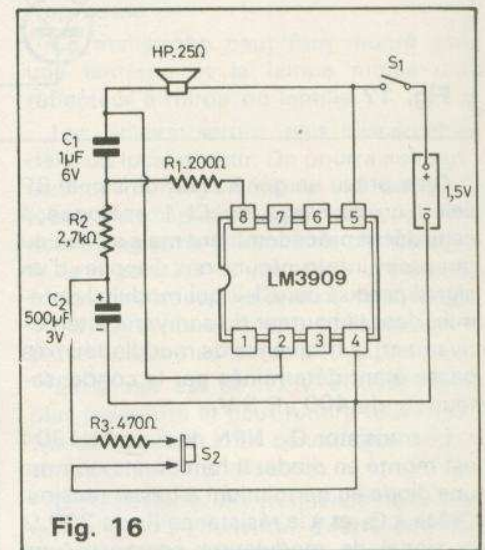


Fig. 16

Pour actionner la sirène on dispose du poussoir  $S_2$  qui sera en position de coupure, au repos. Pour obtenir l'effet sonore (non comparable en puissance avec une vraie sirène pour grands espaces) on pressera plusieurs fois le poussoir  $S_2$ .

Le son se produit rapidement lorsque  $S_2$  est pressé et s'éteint lentement lorsque le poussoir est lâché. Si l'on désire un arrêt net du son lorsque  $S_2$  est lâché on montera une résistance de 18 k $\Omega$  entre les points 8 et 6 du CI. Ce son ressemble à celui d'une sirène commandée par un moteur. Les enceintes acoustiques n'ont pas d'influence sur le son produit par cette sirène. L'oscillation à impulsions est produite par  $C_1$ , de 1  $\mu$ F et la résistance  $R_1$  de 200  $\Omega$ . La fréquence des impulsions est déterminée par les valeurs de  $C_2$  (500  $\mu$ F 3 V)  $R_2$  (2,7 k $\Omega$ ). Le son est dans la gamme des TBF.

Une autre sirène à deux LM3909 est représentée à la figure 17. Le son produit par cet appareil ressemble à celui de la police, des ambulances, des transporteurs des aéroports, etc. Ce son est rapidement modulé.



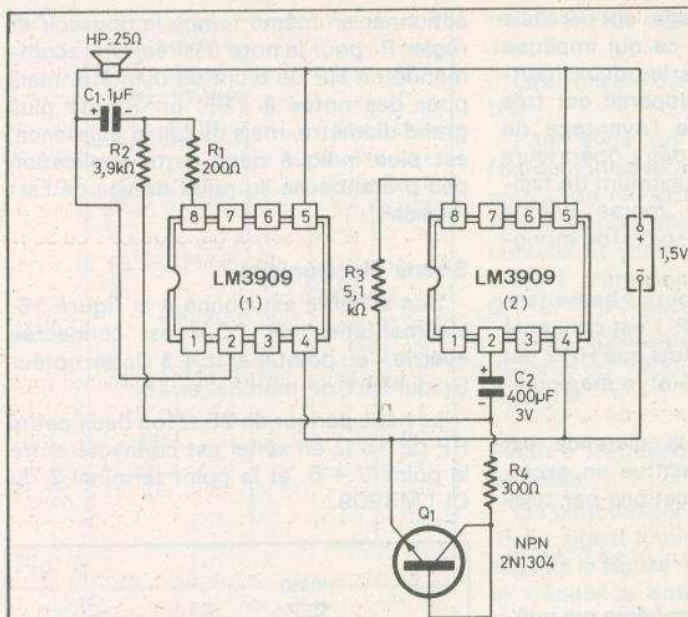


Fig. 17

On a prévu un générateur de signal BF selon un montage de CI-1 analogue à celui décrit précédemment mais au lieu du poussoir interrupteur, on dispose d'un signal produit par CI-2 qui module le premier dont la hauteur du son varie alternativement, la fréquence de modulation très basse étant déterminée par le condensateur  $C_2$  de  $400 \mu\text{F}$  3 V.

Le transistor  $Q_1$ , NPN du type 2N1304 est monté en diode. Il fonctionne comme une diode au germanium à basse tension. Grâce à  $Q_1$  et à la résistance  $R_4$  de  $300 \Omega$  le signal de modulation comporte une période partielle plus longue que l'autre.

## Montages de mesure

Un oscilloscope est souvent utilisable comme voltmètre mais sa précision n'est bonne que si l'on dispose d'une tension de comparaison très exacte. Le LM3909 peut fournir une tension réglable, fraction de 1 V crête à crête, caractéristique intéressante pour ce genre de mesures qui sera utile dans l'évaluation du gain de toutes sortes d'amplificateurs y compris la Hi-Fi et ceux de puissance.

Le dispositif proposé à la figure 18 est alimenté sur une pile de 1,5 V ce qui le rend autonome de toute source fixe de tension comme le secteur par exemple.

La tension de sortie est rectangulaire. Elle peut être ajustée à l'aide du potentiomètre  $P_1$  de  $1 \text{ k}\Omega$  à exactement 1 V crête à crête par comparaison avec une source étalonée.

La période de la tension rectangulaire est de 7 ms et se compose de deux péri-

odes partielles de 1,5 ms et 5,5 ms correspondant aux états, conducteur et bloqué.

Grâce à la diode zener LM113, la tension aux bornes de  $R_5$ ,  $P_1$ ,  $R_4$  est de 1,2 V. L'impédance à l'état conducteur est de  $0,2 \Omega$ ; elle est due à la diode de 1,2 V qui a un coefficient de température de 0,01 % ce qui la rend pratiquement insensible dans un local de température normale.

D'autre part, si la tension de la batterie baisse jusqu'à 1,2 V, la charge de  $C_2$  de  $100 \mu\text{F}$  agit de manière à ce que le collecteur de  $Q_2$  atteigne une tension supérieure à 1,6 V pendant la période partielle de blocage.

## Oscillateur LC

A la figure 19 on donne le schéma d'un oscillateur dont la fréquence est déterminée par la formule de Thomson

$$f = \frac{1}{2 \pi L_1 C_1} \text{ hertz}$$

appliquée au circuit parallèle accordé  $L_1 - C_1$ . La formule est valable avec  $L_1$  en henrys et  $C_1$  en farads. Le montage proposé est extrêmement rapide à essayer car il ne comporte que quelques connexions et trois composants.

Soit à réaliser un oscillateur fonctionnant sur la fréquence de 500 kHz avec  $C_1 = 360 \text{ pF}$ . Quel sera le coefficient de self-induction de la bobine  $L_1$  à prise médiane ?

La formule peut être écrite sous la forme

$$L_1 = \frac{1}{4 \pi^2 f^2 C_1} \text{ H}$$

En remplaçant  $4 \pi^2$  par 40, ce qui est une approximation satisfaisante car  $C_1$ ,

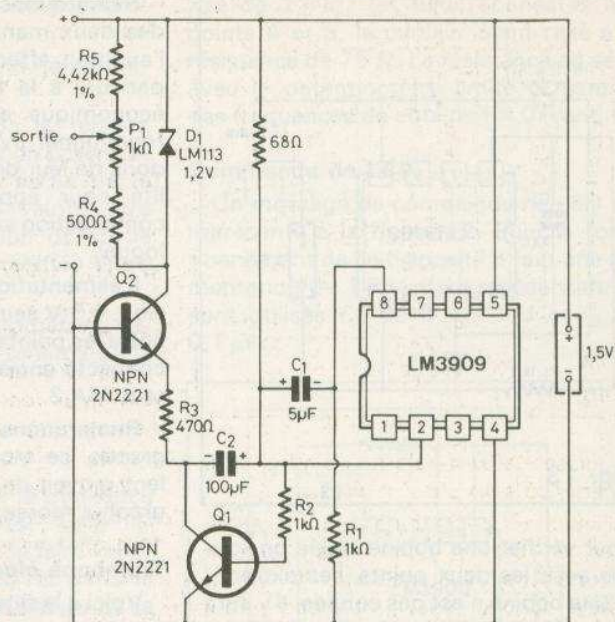


Fig. 18

sera réglable,  $f^2$  par le carré de  $5 \cdot 10^5$  soit  $25 \cdot 10^{10} \text{ Hz}^2$  et  $C_1$  par  $36 \cdot 10^{-11}$  farads, on trouve

$$L = 277 \mu\text{H}$$

L'oscillation est engendrée par une réaction positive entre les bornes 8 et 6.

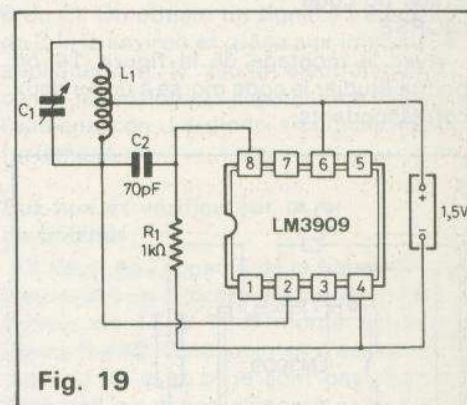


Fig. 19

## Radiorécepteur

L'appareil représenté à la figure 20 n'est évidemment qu'un dispositif expérimental simple et à performances modestes. Il est toutefois très économique et ne nécessite que trois condensateurs dont un variable, ou ajustable si l'on ne désire recevoir qu'une seule émission proche, un haut-parleur de  $40 \Omega$ , une bobine  $L_1$  qui accordée par  $C_1$  sera calculée comme on l'a montré plus haut pour l'oscillateur de la figure précédente. Le haut-parleur doit être connecté entre les points de terminaison 5 et 2, la capacité  $C_2$  de  $0,1 \mu\text{F}$  déterminant sa tonalité.

Si l'on ne dispose que d'un HP de moindre impédance par exemple  $Z = 15 \Omega$ , compléter jusqu'à  $40 \Omega$  par une résistance  $R = 40 - Z = 25 \Omega$ , montée en série.



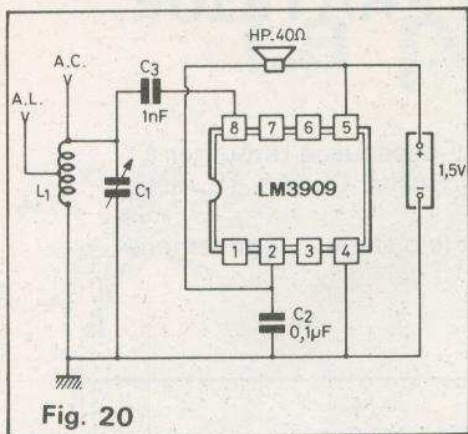


Fig. 20

La puissance sera alors moindre mais l'expérience sera aussi intéressante.

Calculons une bobine pour grandes ondes, à 200 Hz environ, par exemple avec une capacité ajustable de 360 pF. La formule donnée plus haut, donne, tous calculs faits

$$L_1 = 3,47 \text{ mH}$$

Une bobine GO de récepteur de 3 à 4 mH conviendra.

#### Amplificateur de microphone

Il s'agit du montage de la figure 21. Le microphone se branche au primaire d'un transformateur TE d'entrée élévateur de tension.

Comme microphone on utilise un petit haut-parleur dynamique de faible impédance, 2,5 à 3,5 Ω reliée au primaire par un fil torsadé de longueur maximum 18 m, le transformateur étant monté sur la platine de l'amplificateur.

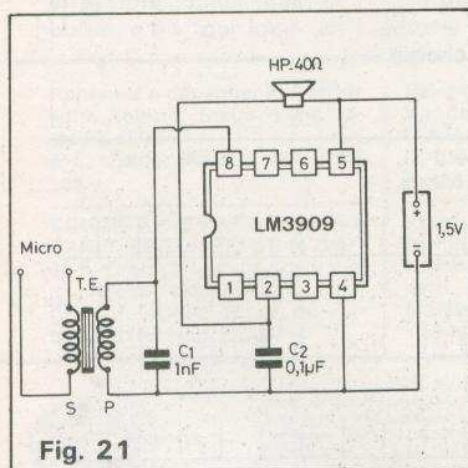


Fig. 21

Le secondaire sera d'impédance élevée par exemple 15 kΩ. Pratiquement un transformateur de haut-parleur pourra convenir. La tonalité et la stabilité seront assurées par le condensateur de 1 nF monté en parallèle sur le secondaire à haute impédance.

Supposons un primaire de 3,2 Ω. Le rapport des impédances est alors

$15000/3,2 = 4687$  et celui du nombre des spires

$$r = \frac{ns}{np} = \sqrt{4687} = 68 \text{ fois}$$

Ce rapport n'est pas critique, un rapport 50 à 80 conviendra aussi bien.

#### Utilisation des lampes de faible tension

Les LED étant de faible puissance on peut avoir recours dans certains cas à des petites lampes à filament à la place des diodes électroluminescentes.

Voici à la figure 22 un montage utilisant toujours le LM3909, mais avec une tension d'alimentation plus élevée, 3 V au lieu des 1,5 V habituels.

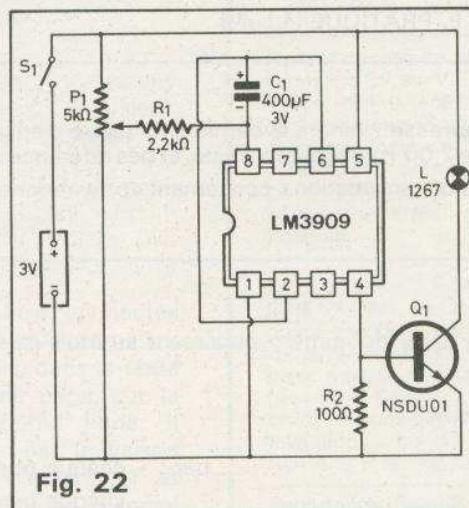


Fig. 22

La lampe est du type 1267 et le transistor un NPN du type NSD U01 (National Semiconductor) comme le CI. On peut voir que la lampe est alimentée par l'intermédiaire du transistor, son filament étant disposé entre le + alimentation, par l'intermédiaire de l'interrupteur S<sub>1</sub> et le collecteur du transistor.

Ce montage nommé MINISTROBE comporte comme les autres, un oscillateur qui peut fonctionner à fréquence TBF désirée en agissant sur le potentiomètre P<sub>1</sub> de 5 kΩ monté entre la ligne positive et la ligne négative de l'alimentation de 6 V. L'action sur P<sub>1</sub> a pour effet de modifier le signal transmis à partir du point de terminaison 4, sur la base de Q<sub>1</sub>. La scintillation s'effectuera dans une large bande de fréquences depuis un éclairage en apparence continu jusqu'à quelques éclairs par seconde.

La lampe miniature 1267 convient mais si on ne la trouve pas, d'autres petites ampoules de 3 ou 4 V pourraient peut-être donner satisfaction. Il ne faut pas que le filament possède trop d'inertie empêchant la scintillation à une fréquence pas trop basse.

Ce ministrobe peut être monté dans une lanterne et la lampe munie d'un réflecteur à miroir ou lentille.

Les éclairs seront plus discernables dans un local obscur. On pourra aussi utiliser ce montage comme une partie de jouet, de dispositif publicitaire, comme accompagnement lumineux de musique. A la figure 23 le montage représenté fonctionne sous une tension plus élevée, 10 à 12 V pouvant être prélevée sur la batterie d'une automobile ou d'un car.

La lampe est de 12 V 600 mA donc plus puissante et peut rendre toutes sortes de services à un conducteur de voiture, comme signalisateur.

On obtiendra une fréquence de scintillation de 1 Hz environ c'est-à-dire des périodes de 1 s. Le condensateur C<sub>1</sub> de 3300 μF 10 V service, électrolytique, détermine la fréquence mais il agit aussi comme protecteur du circuit intégré contre les pointes de surtension provenant de la batterie de 12 V.

D'autres montages avec des lampes à LED peuvent être conçus avec le LM 3909.

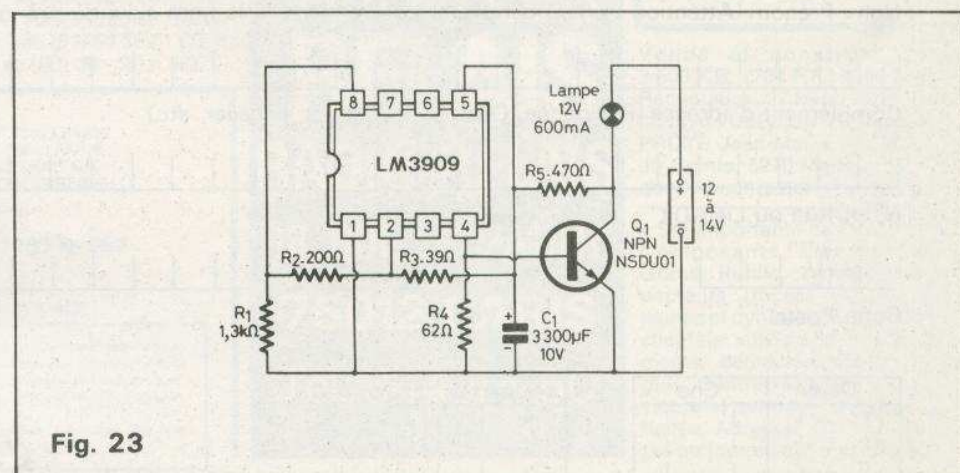
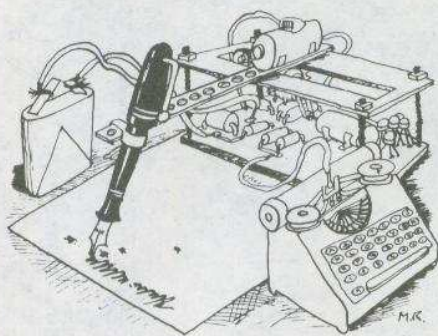


Fig. 23



# 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.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

## RECTIFICATIF

### ANTIVOL AUTO N° 26 Nouvelle Série

Dans la liste des composants, il manquait la valeur de la résistance  $R_{24} = 10 \text{ k}\Omega$ . La photogra-

phie en couleur permettait de déterminer la valeur (marron, noir, orange).

### « 10 » CLIGNOTANTS 220 V N° 27 - Nouvelle Série

Le schéma de principe de l'indicateur de coupure d'alimentation de la figure 2, page 154, comporte une erreur. Les bornes « 10 » et « 12 » du CD 4011 sont bien reliés ensemble, mais pas la borne « 6 » qui doit en

revanche être connectée aux bornes « 9 » et « 11 ». D'autre part, dans le texte de la même page, sur la vingt-deuxième ligne, il fallait lire: par la liaison entre les broches 11 et « 6 » (non 7), on autorise alors le fonctionnement...

Apprenez à dépanner et à régler votre voiture. Stage d'une semaine 430 F  
J.-L. Mortier Marnoz, 39110 Salins

**CIRCUITS IMPRIMÉS EN 24 H A PARIS. EPOXY ETAMÉ** le  $\text{dm}^2$ : 18 F. Envoi ou dépôt document + chèque + 1,30 F timbre par  $\text{dm}^2$  C.I. DELAU, 12, av. de Verdun, 92120 Montrouge.

Saint-Quentin Radio recherche Vendeur-Technicien. Niveau C.A.P. avec expérience vente. 6, rue de Saint-Quentin, 75010 Paris. Tél.: 607.86.39.

Votre C.I. sur époxy 18 F/ $\text{dm}^2$  étamage, inclus, perçage à la demande. Port en rec. (8 F). Rivoiro 153, rue Paradis, 13006 Marseille. Tél. (91) 53.58.01 (12 h - 13 h 30 et 18 h 30 - 20 h 30).



Composition  
Photocomposition: ALGAPRINT, 75020 PARIS  
Impression - couverture: S.P.I. 75019 PARIS  
Intérieur: EDICIS. LA HAYE LES MUREAUX  
Distribution: S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE

Le Directeur de la publication:  
A. LAMER

Dépôt légal - 2<sup>e</sup> trimestre 1980 N° 557

Copyright © 1979

Société des PUBLICATIONS  
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentaires) 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.

Cherchons Vendeurs-Techniciens déga-gés des obligations militaires pour :

Les Cyclades Radio

11, bd Diderot

75012 Paris - Tél. 628.91.54

Partant de tous documents, réalisons vos C.I. sur V.E. 18 F le  $\text{dm}^2$  1 face, 23 F 2 faces, film, étam, perçage inclus. Scotchcal alu et plastique (calques) 8 F le  $\text{dm}^2$  (chèque à la commande + 5 F de port). IMPRELEC Le Villard, 74550 Perrignier. Tél.: (50) 72.41.25.

**BREVETEZ VOUS-MEMES VOS INVENTIONS.** Grâce à notre guide complet, vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela, il faut les breveter. Demander la notice 78: «Comment breveter ses inventions», contre 2 timbres à ROPA. B.P. 41, 62101 CALAIS.

Importante Société recherche Ingénieurs et Techniciens. Divers postes stables ou à durée déterminée sont à pourvoir (Etude - Labo - SAV) Paris, région parisienne. (Radar - Fibres optiques - Solaire - Matériel sismique). Pour renseignements et prise R.V. téléphoner au 367.27.27 M. Nadel.

## TOUS LES RELAIS RADIO-RELAIS

18, RUE CROZATIER  
75012 PARIS

Tél. 344.44.50

R.E.R. GARE DE LYON

## AVIS

## CIRATEL COGEEKIT

49, rue de la Convention  
75015 PARIS

INFORME  
ses fidèles clients  
que les  
articles parus  
dans  
Electronique  
Pratique  
de juin  
restent valables

Vends et construit pour 3 500 F.B. (700 F.F.) Emetteurs-Récepteurs 27 MHz « 120 canaux AM/USB/LSB » Ecr. à LAMPROYE Jean-Marie, 43, chemin du Comte, 5270 Marchin (Belgique) ou contacter « Humanité ».

« Sté Importante de Distribution Composants Electroniques Grand Public, recherche Inspecteurs (trices) des Ventes, jeunes et dynamiques pour visite clientèle suivie sur 10 départements, demeurant Paris - Région, Centre et Ouest. Situation stable si sérieux - voiture souhaitée. Adresser Curriculum Vitae au journal qui transmettra. »



