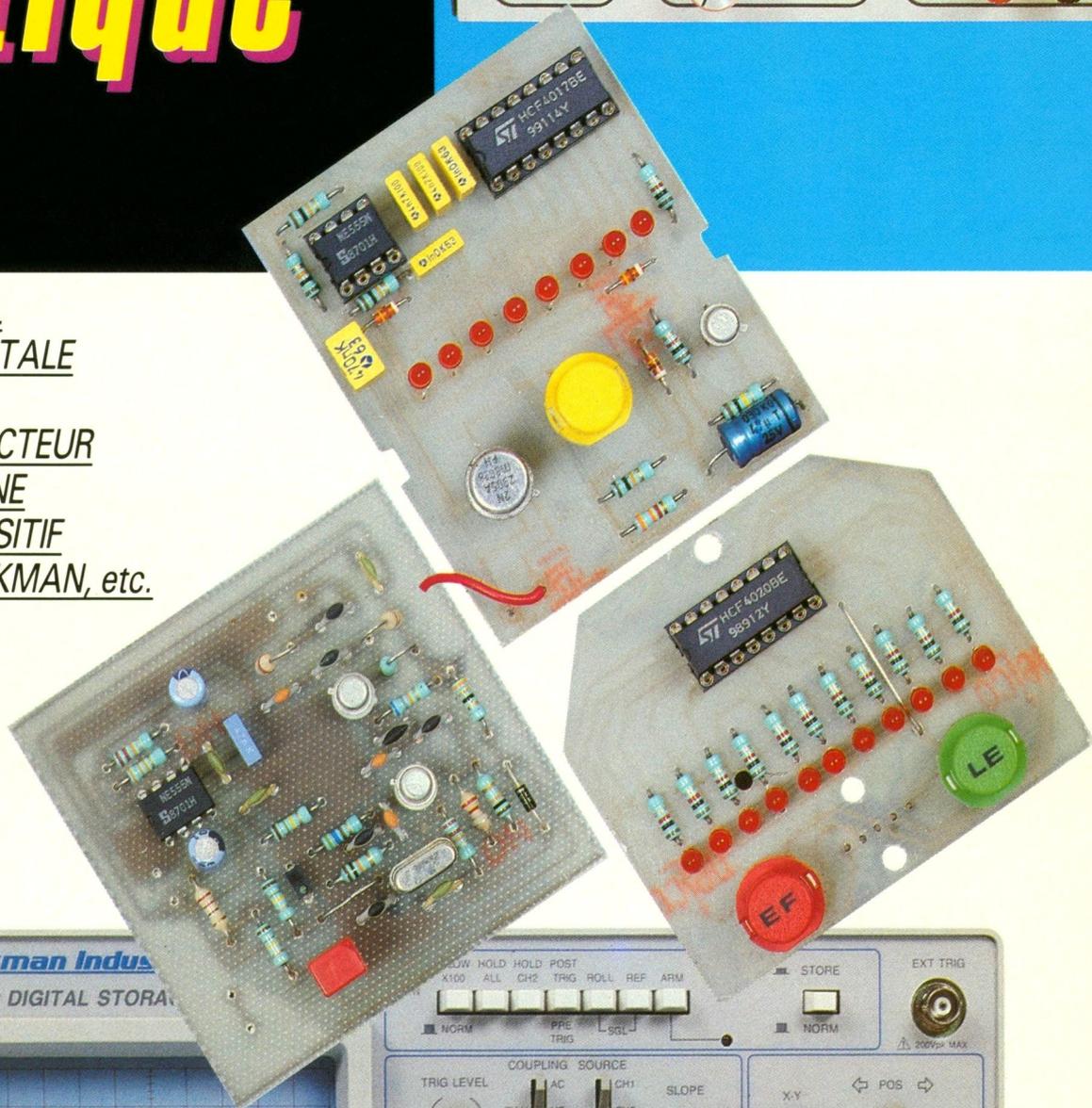


# Electronique pratique



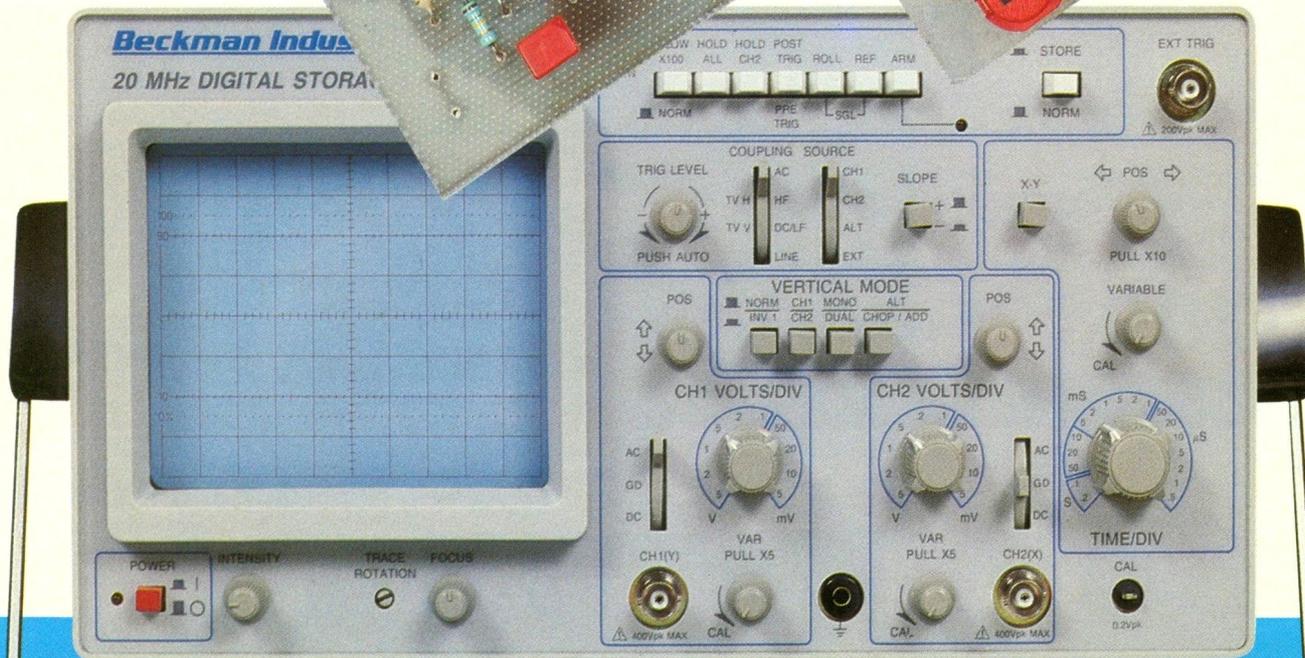
SONNETTE SANS FIL  
ALIMENTATION DIGITALE  
TAPIS VERT  
DUREE COUPURE SECTEUR  
MOTEUR SYNCHRONE  
INTERRUPTEUR SENSITIF  
OSCILLOSCOPE BECKMAN, etc.



T 2437 - 152 - 22,00 F



OCTOBRE 1991



# Electronique pratique

N° 152  
OCTOBRE 1991

## ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

Société anonyme au capital de 350 880 F.  
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.  
Tél. : 42 00 33 05 - Fax : 42 41 89 40  
Télex PGV 220 409 F

Directeur de la publication : Jean-Pierre VENTILLARD  
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA  
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA  
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Avec la participation de  
R. Knoerr, P. Tissot, F. Jongbloet, Ph. Bajcik, E. Blouet,  
D. Lerosier, A. Garrigou.

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

PUBLICITE-PROMOTION : Société Auxiliaire de Publicité  
70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19  
Tél. : 42 00 33 05 (lignes groupées)  
CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER  
Chef de publicité : Pascal DECLERCK

Secrétaire : Karine JEUFFRAULT

Promotion : Mauricette EHLINGER

Marketing : Jean-Louis PARBOT

Direction des ventes : Joël PETAUTON

Inspection des ventes : Société PROMEVENTE,  
M. Michel IATCA, 24-26, bd Poissonnière, 75009 Paris.  
Tél. : 45 23 25 60. Fax : 42 46 98 11.

Abonnements : Odette LESAUVAGE

Titre P.R.E.S. donné en location-gérance  
à la SOCIÉTÉ PARISIENNE D'ÉDITION  
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 20).

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 :  
22 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  
2,30 F et la dernière bande.

Aucun règlement en timbre poste.

Forfait 1 à 10 photocopies : 30 F.



« Le précédent  
numéro  
a été tiré  
à 81 200 ex. »

FICHE TECHN.



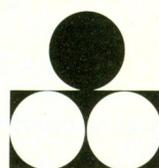
CONFORT



AUTO



JEUX



MODELISME



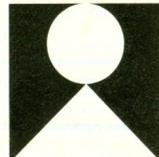
MESURES



HIFI



GADGETS



INITIATION



## SOMMAIRE

Revue Pdf

### REALISEZ VOUS-MEMES

<i>Thermomètre géant</i>	27	3
<i>Moteur synchrone</i>	38	10
<i>Alimentation digitale</i>	43	15
<i>Interrupteur sensitif</i>	55	26
<i>Sonnette de portail sans fil</i>	58	29
<i>Tapis vert</i>	69	35
<i>Durée coupure secteur</i>	79	44
<i>Chiffreur auxiliaire téléphone</i>	87	50
<i>Testeur cordon péritel</i>	94	55
<i>Jeux de lumière 10 voies</i>	98	58

### PRATIQUE ET INITIATION

<i>Oscilloscopes 9012/9302 BECKMAN</i>	73	39
<i>Fiches à découper</i>	85	*
<i>Fiche technique : SAB 0600</i>	107	65
<i>Fiches techniques : 40104 et 40194</i>	111	67
<b>DIVERS</b>		
<i>Encart Eurotechnique</i>	59 à 62	—
<i>Courrier</i>	116	69

\* La totalité des fiches à découper de la revue Electronique Pratique  
sont compilés au format pdf dans le N°000 de la même revue.

# UN THERMOMETRE GEANT



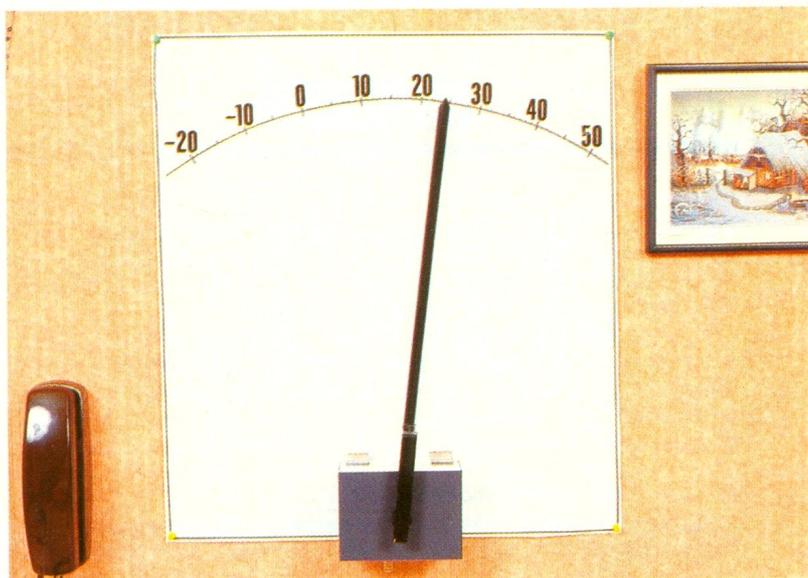
Voici une réalisation qui personnalisera agréablement votre intérieur. En effet, le thermomètre que nous vous proposons dans cet article vous indiquera en permanence la température de façon tout à fait originale et inhabituelle, avec toute la précision requise. Un montage amusant qui étonnera vos amis.

## I - LE PRINCIPE

### a) Rappel sur les CTN (fig. 1)

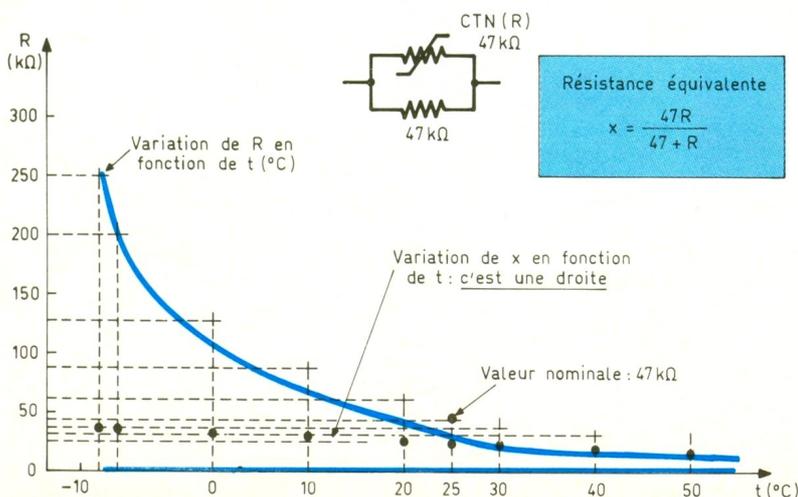
Le composant utilisé dans cette application pour assurer la détection de la température est une CTN ; il s'agit en fait d'une résistance dont le coefficient de température est négatif. En effet, sa résistance ohmique augmente lorsque la température ambiante diminue, et inversement. Ce comportement est inverse par rapport à celui d'une résistance classique où résistance et température varient dans le même sens.

Malheureusement la loi de variation n'est pas linéaire : elle est logarithmique. Une telle propriété n'est guère intéressante pour l'application envisagée. Aussi a-t-il été nécessaire de linéariser la courbe de réponse. Une solution simple consiste à brancher en parallèle sur la CTN, une résistance de la même valeur ohmique que la valeur nominale de la CTN elle-



même. Rappelons que cette dernière n'est atteinte que pour le cas particulier où la température ambiante est de 25 °C. En calculant pour quelques températures la résistance équivalente du groupement parallèle résistance de 47 kΩ et CTN de

même valeur, on peut observer, comme sur le graphe de la figure 1, que la courbe obtenue est très proche d'une droite. Nous venons donc de linéariser la courbe de réponse de la CTN, ce qui est tout à fait adapté au montage que nous allons réaliser.



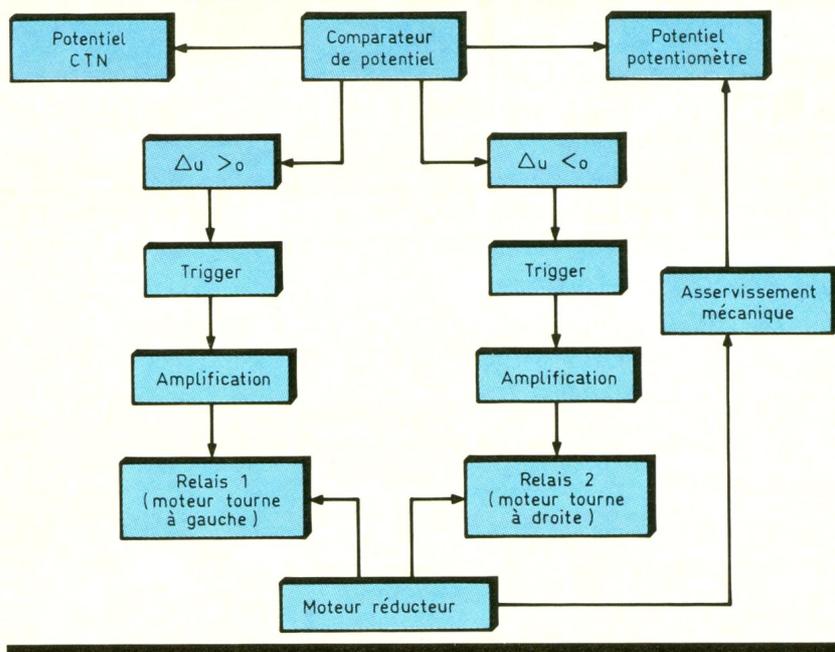
### b) Le principe de fonctionnement du montage (fig. 2)

Le cœur du montage est un comparateur de potentiel dont les paramètres essentiels sont d'une part la température ambiante dans laquelle est placée la CTN et d'autre part la position angulaire du curseur d'un potentiomètre. Le système est en équilibre lorsque ces deux potentiels sont égaux. Quand la température ambiante varie, il y a déséquilibre. Cela se traduit par une différence de potentiel aussitôt mise en évidence par le dispositif compara-

1

Courbe caractéristique d'une CTN.

## 2 Schéma synoptique du montage.



teur. Suivant le sens de cette différence, un montage amplificateur assure la fermeture de l'un ou de l'autre des deux relais insérés dans un circuit de puissance alimentant un moteur électrique accouplé à un réducteur. Celui-ci tourne dans le sens convenable en entraînant une aiguille de grande taille, mais également le

curseur du potentiomètre précédemment évoqué. Le mouvement cesse jusqu'à obtention d'une nouvelle position d'équilibre.

Le moteur/réducteur est un élément que l'on pourra très facilement se procurer. Il s'agit en effet d'un moteur de tournebroche disponible dans tous les rayons

« camping » des grandes surfaces. Un tel moteur est particulièrement bien adapté à ce type d'application ; en effet :

- il est capable de tourner dans un sens ou dans l'autre ;
- il est muni de son propre réducteur, qui assure une division importante de la vitesse ;
- son couple est excellent ;
- il est très bon marché.

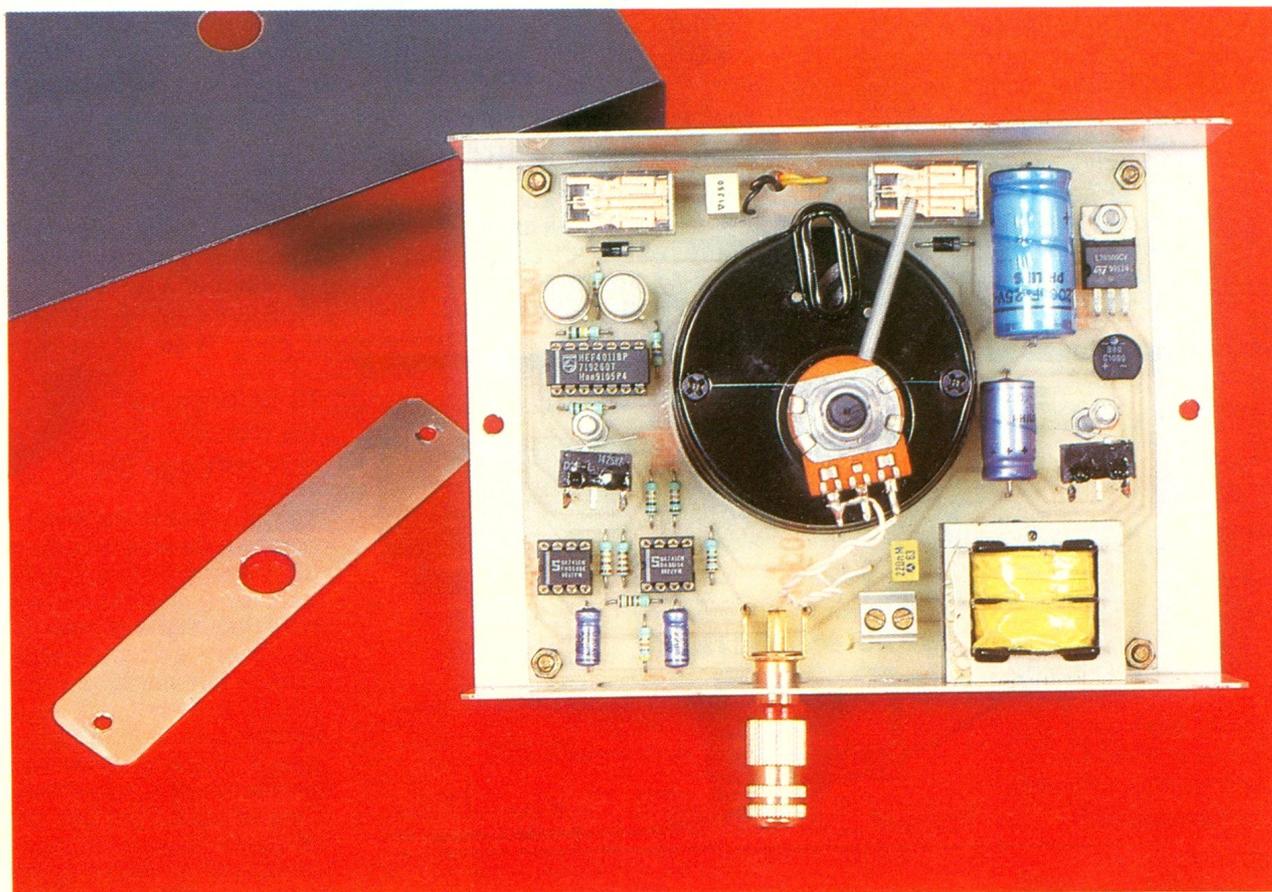
L'aiguille, calée sur l'axe du potentiomètre, lui-même entraîné par le moteur, évolue devant un cadran gradué directement en degrés Celsius. La longueur de cette aiguille, surtout si elle est suffisamment légère, peut atteindre jusqu'au mètre, ce qui donne une plage de lecture véritablement... géante. Cette plage peut d'ailleurs être le mur, ou la tapisserie collée sur ce dernier, ce qui donnera à l'ensemble une touche des plus originales.

## II - LE FONCTIONNEMENT (fig. 3 et 4)

### a) Alimentation

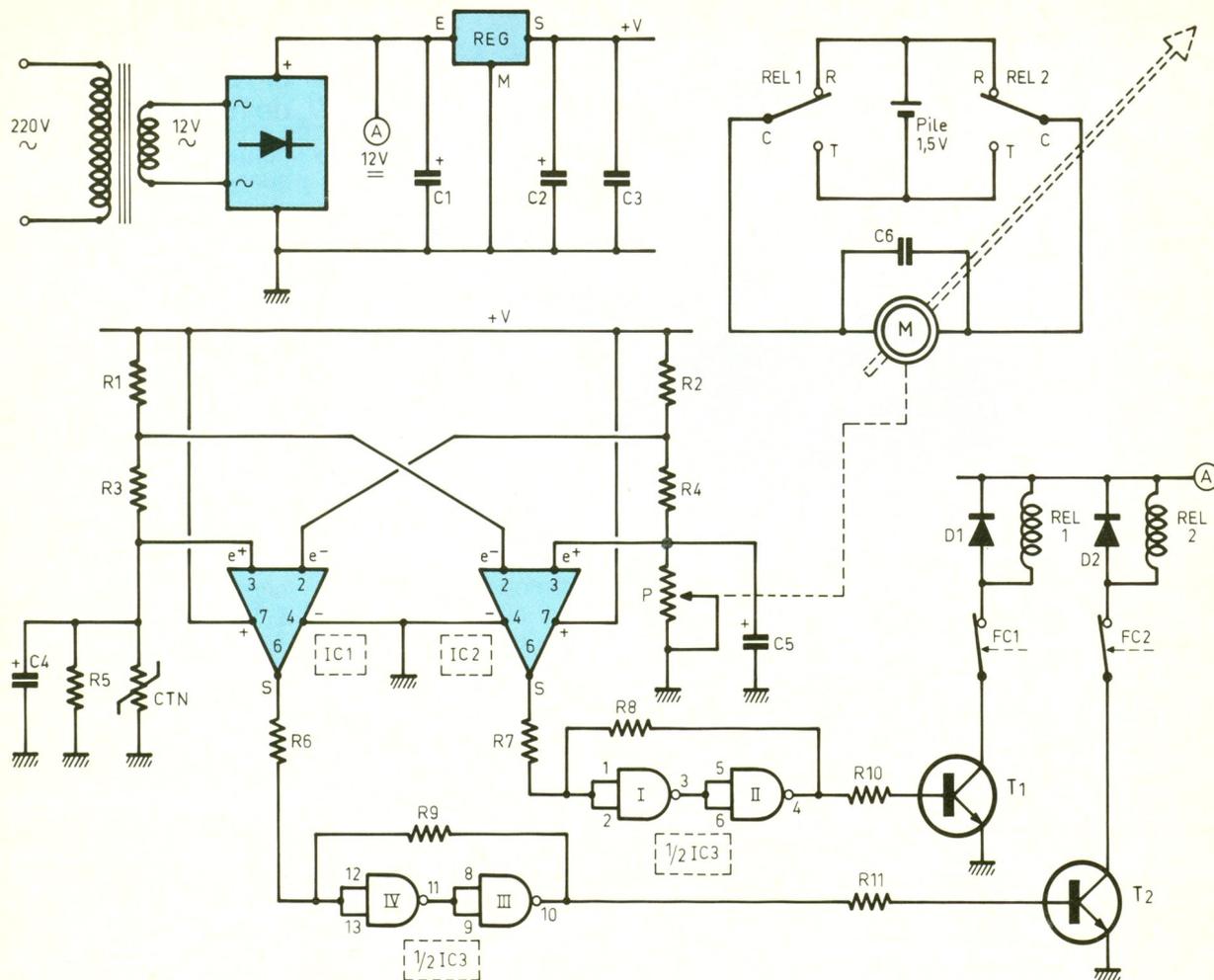
Un transformateur abaisse la tension primaire de 220 V à une tension au secondaire de 12 V dont

Photo 2. - Vue d'ensemble de l'électronique.



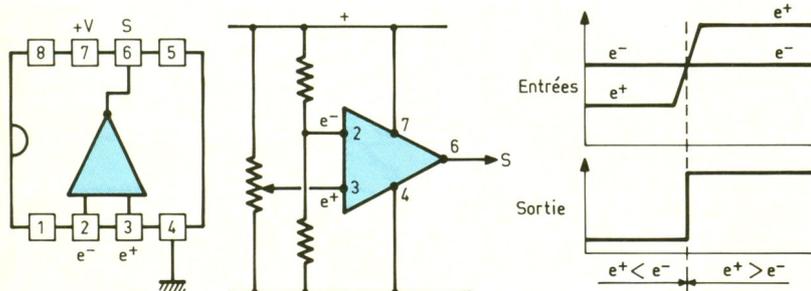
# 3

Schéma de l'électronique, remarquez le principe de l'asservissement autour de IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub>.



# 4

Fonctionnement d'un AOP.



un pont de diodes redresse aussitôt les deux alternances. La capacité C<sub>1</sub> assure un premier filtrage, tandis que le régulateur 7809 délivre sur sa sortie un potentiel continu de l'ordre de 9 V. Le condensateur C<sub>2</sub> réalise un second filtrage, et C<sub>3</sub> découple cette alimentation du montage proprement dit, situé en aval. En revanche, pour l'alimentation du moteur de tourne-broche, il vaut mieux utiliser une pile de 1,5 V, mieux apte à délivrer pendant de courts moments des intensités, somme toute, relativement élevées. Son peu de sollicitation donnera à l'ensemble une autonomie de plusieurs années.

## b) Comparaison des potentiels

Les circuits intégrés référencés IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> sont des  $\mu A$  741 montés ici en comparateurs de potentiel. Le principe de base de ce mode de fonctionnement est rappelé en **figure 4**. Tout repose en fait sur le niveau des potentiels présentés sur les entrées directe (e<sup>+</sup>) et inverseuse (e<sup>-</sup>) d'un même « 741 ». Lorsque le potentiel présenté sur l'entrée directe est supérieur à celui auquel est soumise l'entrée inverseuse, la sortie du « 741 » présente un état haut, c'est-à-dire une valeur égale à celle du potentiel d'alimentation diminuée d'environ 1 V. En revanche, dans la situation inverse, où le potentiel sur l'entrée e<sup>-</sup> est supérieur à celui de e<sup>+</sup>, la sortie est à l'état bas. En réalité, cet état bas correspond à un potentiel dit « de déchet », de l'ordre de 1,5 à 1,8 V. Mais revenons à notre schéma de la **figure 3**, dans laquelle nous examinons trois situations possibles.

### 1. Position d'équilibre

C'est la situation normale de repos. La valeur ohmique du groupement en parallèle CTN et R<sub>5</sub> est égale à celle du potentiomètre P. Les résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> ainsi que R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> étant égales, les potentiels présentés sur les entrées directes de IC<sub>1</sub> et de IC<sub>2</sub> sont égaux. Il en est de même en ce qui concerne les entrées indirectes. En revanche, le potentiel présenté sur les entrées directes est inférieur à celui que l'on enregistre sur les entrées inverseuses à cause des résistances R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>. A noter que ces dernières sont faibles par rapport aux autres résistances qui composent les



Photo 3. – Le moteur est asservi par un potentiomètre.

chaînes de comparaison (environ 0,5 %). Mais, compte tenu des remarques énoncées au début de ce paragraphe, cette situation se caractérise par un état bas à la sortie des deux circuits IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub>.

### 2. La température ambiante augmente

La résistance de la CTN diminue ; il en est de même en ce qui concerne le groupement parallèle CTN/R<sub>5</sub>. Le potentiel sur l'entrée e<sup>+</sup> de IC<sub>1</sub> diminue, ce qui ne fait que renforcer sa situation précédente, à savoir l'état bas sur la sortie. Mais le potentiel sur e<sup>-</sup> de IC<sub>2</sub> diminue également. Si la variation de température est suffisamment importante de manière à constater sur IC<sub>2</sub> un potentiel sur e<sup>-</sup> qui devienne inférieur à celui de e<sup>+</sup>, la sortie de IC<sub>2</sub> passe à l'état haut.

Nous verrons ultérieurement que cela se traduit par la rotation du moteur et donc du curseur du potentiomètre, dans un sens tel que la résistance du potentiomètre diminue progressivement. Cette phase dure jusqu'au moment où le potentiel présenté sur e<sup>+</sup> de IC<sub>2</sub> redevient inférieur à celui de e<sup>-</sup>. A ce moment, l'ensemble se trouve dans une nouvelle position d'équilibre, et les sorties de IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> sont simultanément revenues à un état bas.

### 3. La température diminue

La résistance ohmique du groupement CTN/R<sub>5</sub> augmente. Le potentiel e<sup>-</sup> de IC<sub>2</sub> augmente également, ce qui maintient la situation d'équilibre de IC<sub>2</sub>. En revanche, le potentiel sur l'entrée

e<sup>+</sup> de IC<sub>1</sub> augmentant, il peut devenir supérieur à celui de e<sup>-</sup> et la sortie de IC<sub>1</sub> passe à l'état haut. Le moteur tourne cette fois dans un sens tel que la résistance du potentiomètre augmente. Le potentiel sur e<sup>-</sup> de IC<sub>1</sub> augmente également ; lorsqu'il aura dépassé celui de e<sup>+</sup>, la sortie de IC<sub>1</sub> repassera sur son état bas de repos. Egalement, dans ce cas, une nouvelle situation d'équilibre se sera produite.

## c) Paramètres de fonctionnement

Parmi les diverses caractéristiques de notre thermomètre, on peut en retenir deux qui sont essentielles. Il s'agit d'une part de la sensibilité et d'autre part de la plage de température que l'on désire couvrir.

### 1. Sensibilité

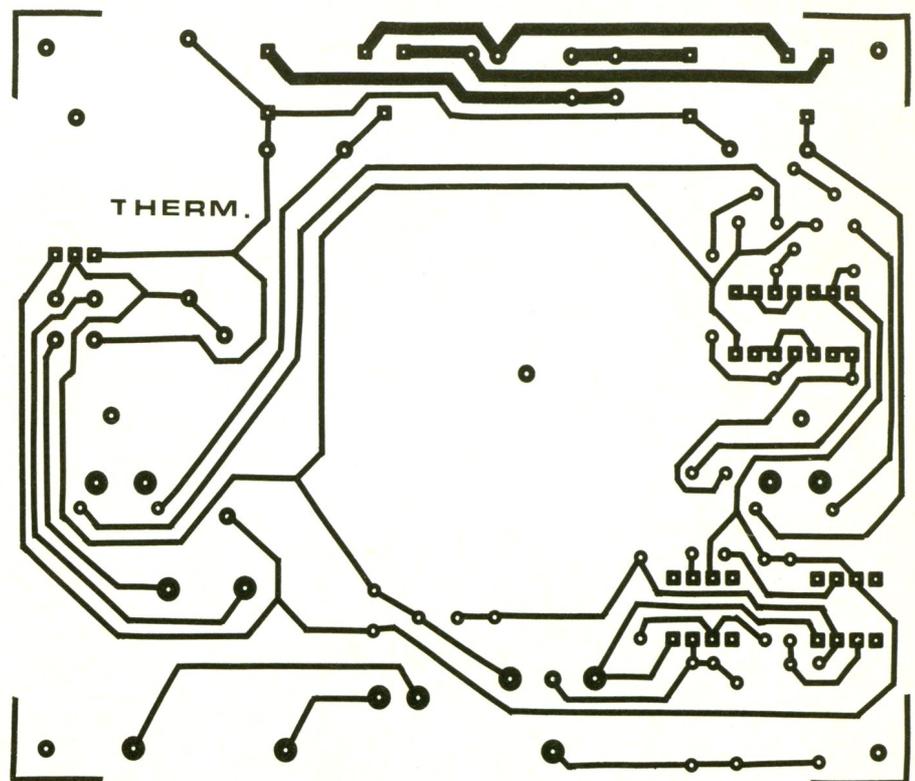
On peut définir la sensibilité comme étant la valeur minimale de différence de température par rapport à une situation d'équilibre donnée qui fait réagir le dispositif de comparaison de potentiel. Elle est directement fonction de la valeur relative de R<sub>3</sub> par rapport à R<sub>1</sub> et le groupement CTN/R<sub>5</sub>. Plus ce rapport est faible, et plus notre thermomètre devient sensible. Dans l'exemple présenté, à 25 °C, la valeur du groupement CTN/R<sub>5</sub> est de 47 kΩ/2 = 23,5 kΩ.

Le potentiel e<sup>+</sup> est alors de :

$$u_{e+} = \frac{23,5}{23,5 + 22 + 0,22} \times 9 \text{ V} = 4,626 \text{ V}$$

Le potentiel e<sup>-</sup> est de :

$$u_{e-} = \frac{23,5 + 0,22}{23,5 + 22 + 0,22} \times 9 \text{ V} = 4,669 \text{ V}$$



L'examen de la courbe de réponse d'une CTN de 47 kΩ fait ressortir une variation de 0,5 kΩ/°C du groupement parallèle CTN/R<sub>5</sub>. En désignant par x la résistance ohmique nouvelle de ce groupement après une diminution de température telle que les valeurs e<sup>+</sup> et e<sup>-</sup> deviennent égales, il conviendra de résoudre l'équation :

$$\frac{9x}{x + 22 + 22} = 4,669$$

soit

$$9x = 4,669x + 103,745$$

D'où :

$$x = \frac{103,745}{4,331} = 23,95 \text{ k}\Omega$$

Ce qui correspond à une augmentation de 0,45 kΩ. En définitive, et compte tenu de la valeur de 0,5 kΩ/°C mise en évidence ci-dessus, notre thermomètre réagit pour une différence de

température de 0,45/0,5 = 0,9 °C, ce qui est une valeur tout à fait convenable. On pourrait bien entendu augmenter la sensibilité en remplaçant, par exemple, les résistances R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> de 220 Ω par des valeurs plus faibles, telles que 150 Ω ou même 120 Ω. Mais cela se fera, au détriment de la stabilité de l'équilibre. En effet, dans ce cas, la moindre rotation du curseur du potentiomètre se traduit par une variation trop importante de la résistance, et, l'inertie mécanique s'y mêlant, il pourrait y avoir dépassement de l'équilibre et donc une rotation dans l'autre sens du moteur et cela sans arrêt ; c'est le phénomène bien connu du pompage, qu'il convient bien sûr d'éviter. Enfin, lorsque le curseur se déplace sur la piste graphitée au sein du potentiomètre, les variations de résistance ne sont pas rigoureusement continues, ne serait-ce que par la présence de poussières plus ou moins microscopiques. Pour pallier ce phéno-

mène, les capacités C<sub>4</sub> et C<sub>5</sub> ont été mises en place ; elles assurent une variation plus continue du potentiel.

## 2. Plage de température

Un potentiomètre usuel a un angle maximal de rotation de 270 °C pour lequel sa résistance varie de la valeur zéro à la valeur nominale. Dans l'exemple décrit, l'auteur n'a pas désiré dépasser une plage « active » de 180 °C, ce qui correspond à une variation de résistance ohmique de 180/270 × 47 kΩ = 32 kΩ. Il en résulte une variation de température de 32 kΩ/0,5 kΩ/°C = 64 °C.

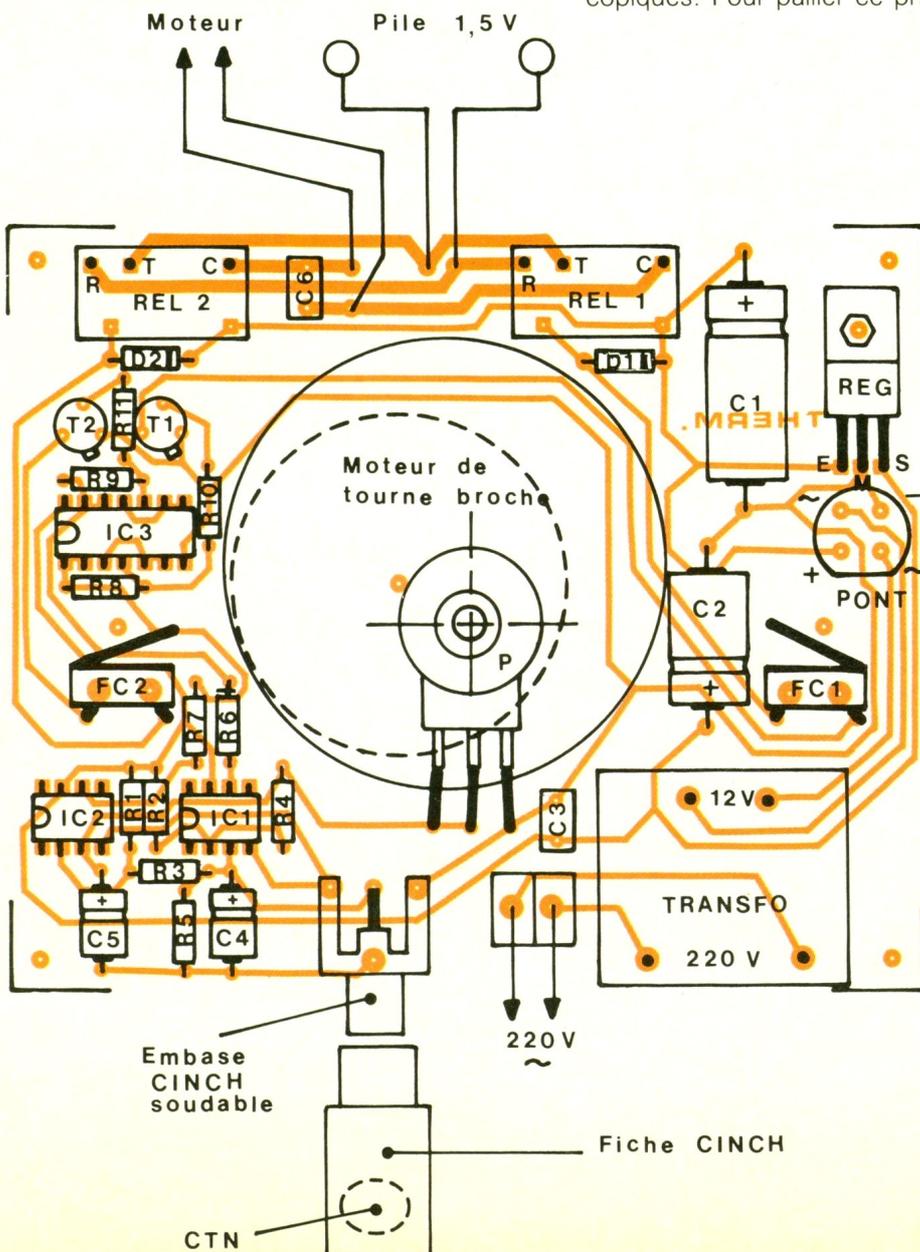
Mais toutes les possibilités existent. Si l'on désire, par exemple, réaliser un thermomètre d'ambiance et uniquement pour l'intérieur dont la plage de graduation s'étendrait de 0 à 30 °C il conviendrait de mesurer préalablement la résistance R<sub>0</sub> de la CTN à 0 °C puis celle R<sub>30</sub> de la même CTN à 30 °C. On calculerait ensuite les résistances équivalentes correspondantes avec le groupement en parallèle d'une résistance de 47 kΩ en appliquant la relation :

$$R_{CTN/RS} = \frac{47 R_{CTN}}{47 + R_{CTN}} (\text{k}\Omega).$$

On constatera, par exemple, qu'un potentiomètre de 22 kΩ ou même de 10 kΩ peut faire l'affaire en montant en série une résistance fixe adaptée. On obtiendra alors la plage désirée ainsi que l'angle « actif » que l'on souhaite donner à l'évolution de l'aiguille. La seule condition à respecter est de toujours prendre soin de bien choisir un potentiomètre à variation **linéaire** et non logarithmique.

## d) Commande des relais

Les portes NAND I et II ainsi que les portes III et IV de IC<sub>3</sub> sont montées en trigger de Schmitt. Cette disposition élimine les potentiels de déchet issus des « 741 » si bien que l'on recueille sur la sortie de ces triggers des états haut et bas respectivement égaux à la tension d'alimentation et un potentiel véritablement nul. Suivant que l'un ou l'autre des « 741 » comparateurs présente un état haut, on assiste à la saturation de l'un ou l'autre des transistors T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub>. Il en résulte la



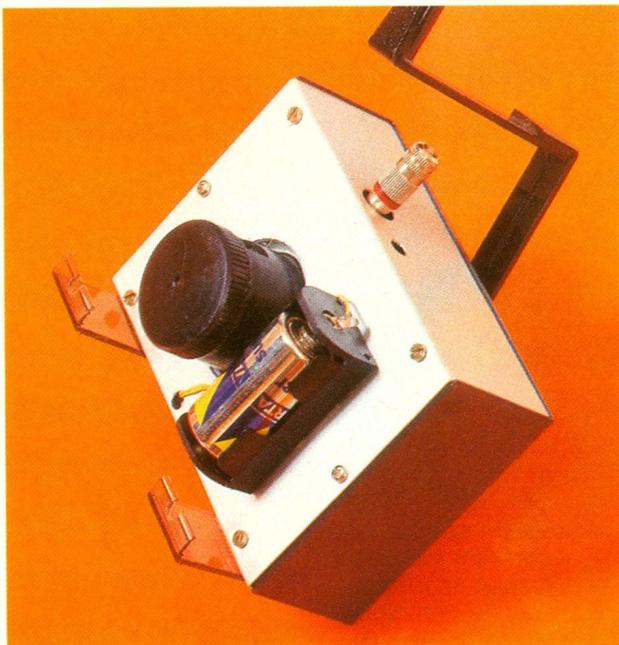


Photo 4. – Vue de la partie arrière du montage.

Photo 5. – La sonde se connecte avec des fiches RCA.

fermeture du relais correspondant. On remarquera que les bobinages des relais sont directement alimentés par le potentiel filtré issu de la sortie du pont de diodes. Les diodes  $D_1$  et  $D_2$  protègent les transistors de commande des effets dus aux phénomènes de self-induction qui se manifestent au moment des coupures. Enfin, des microcontacts de fin de course sont montés en série avec les relais. Ainsi, en cas de court-circuit au niveau de la sonde CTN ou encore si l'on débranche cette dernière, la rotation du moteur sera limitée mécaniquement, ce qui peut éviter bien des dégâts compte tenu de la valeur relativement élevée du couple d'un moteur de tournebroche.

### e) Circuit de puissance

Les contacts des relais 1 RT assurent la commande de la rotation du moteur dans un sens ou dans l'autre. Un tel moteur dispose en guise d'inducteur (stator), d'un aimant permanent. En inversant donc les polarités d'alimentation de l'induit à collecteur (rotor), on inverse également le sens de rotation.

Le lecteur vérifiera aisément que suivant la fermeture de l'un ou l'autre des deux relais, le courant dans le moteur change de sens. Il n'est pas alimenté lorsque les deux relais sont ouverts simultanément. Ce serait d'ailleurs également le cas s'ils étaient simultanément fermés, bien que cette

situation ne puisse produire dans la présente application. La capacité  $C_6$  assure l'antiparasitage du moteur.

## III – LA REALISATION

### a) Circuit imprimé (fig. 5)

La configuration de ses pistes n'étant pas très serrée, sa reproduction s'en trouve simplifiée d'autant. Les pastilles et bandellettes adhésives Mécanorma peuvent être directement appliquées sur la face cuivrée du verre époxy. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, le module sera à rincer très abondamment. Ensuite, on percera toutes les pastilles à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir suivant le diamètre des connexions de composants plus volumineux, tels que le transformateur, le pont de diodes et les grandes capacités électrolytiques. On peut achever ce travail par un étamage manuel des pistes.

### b) Implantation des composants (fig. 6)

Après la soudure des résistances, des diodes, des capacités et des transistors, on plantera le pont, le régulateur, les relais et les supports de circuits intégrés. Attention à l'orientation des composants polarisés. Les microcontacts de fin de course seront fixés, à l'aide de tiges filetées et

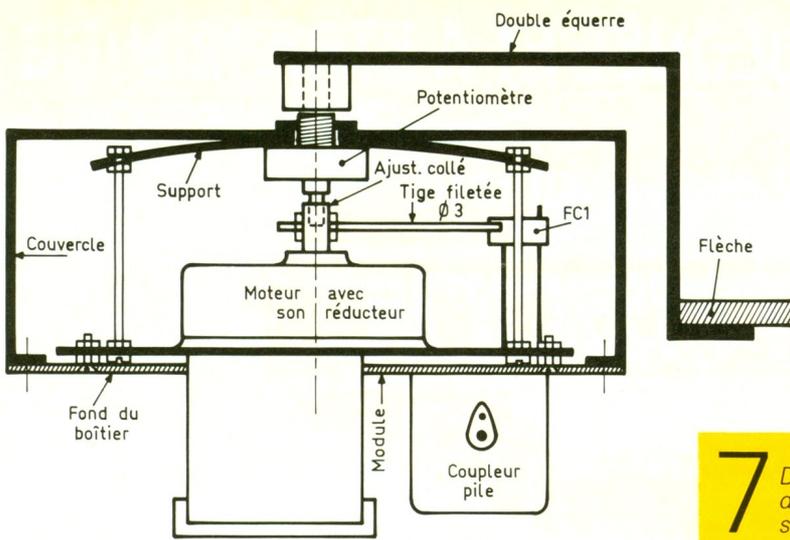
d'écrous formant entretoises, à une hauteur convenable dépendant de la tige filetée fixée perpendiculairement à l'axe de sortie du réducteur dont nous parlerons au paragraphe suivant. L'embase Cinch utilisée est du type soudable sur circuit imprimé. Il en est de même pour le bornier de raccordement.

### c) Montage mécanique

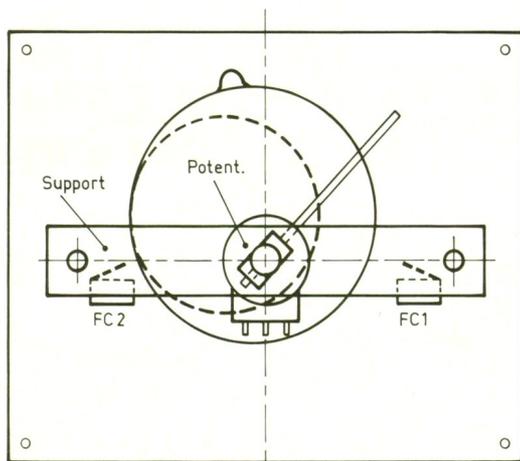
La figure 7 est un exemple de réalisation possible, et c'est seulement à ce titre qu'il faut la considérer. Néanmoins, ce type de montage a été mis en application pour la maquette publiée et a donc fait ses preuves.

Le moteur avec son réducteur a été collé sur le module époxy à l'aide de colle du type « araldite ». A cet effet, il a été nécessaire de pratiquer une découpe circulaire dans le module lui-même ainsi que dans le fond du boîtier ESM. Le centre de cette découpe a été repéré par une pastille sur le circuit imprimé.

Il convient également de régler le problème de la liaison entre potentiomètre et sortie du réducteur. Plusieurs solutions sont possibles. Celle qui a été retenue par l'auteur consiste à utiliser un tube entretoise en matière plastique dont le diamètre extérieur est légèrement supérieur aux côtés du carré creux de sortie du réducteur. Il a donc été nécessaire d'y pratiquer quatre méplats. Le tout a alors été introduit en forçant légèrement ; un remplis-



**7** Détail du montage du moteur et de son potentiomètre.



sage total à la colle époxy vient consolider cette fixation. Du côté de l'axe du potentiomètre, il a fallu ajuster sur quelques millimètres de profondeur la partie mâle à l'intérieur du tube entretoise par alésage à la demande de la partie creuse du tube. Egalement à ce niveau, un bon collage assure une liaison suffisante. A sa partie supérieure, le potentiomètre a été maintenu par un support constitué d'une bande en aluminium maintenue par deux tiges filetées et des écrous formant entretoises.

Une tige filetée immobilisée par des écrous traverse le tube entretoise et assure le contact mécanique éventuel avec les lamelles des microcontacts. Attention à la relativité d'angle qui doit exister entre l'orientation de cette tige et la position définitive du potentiomètre. Une méthode simple consiste à placer cette tige dans sa position médiane et à tourner ensuite le potentiomètre lui-même de manière à faire occuper à son curseur une position angulaire également médiane. Le potentiomètre peut alors être fixé dans sa position angulaire définitive. Il devra être branché de manière telle qu'une rotation, en vue

de dessus, dans le sens des aiguilles d'une montre, corresponde à une **diminution** de la résistance ohmique.

Le coupleur de piles a été collé à l'extérieur et sur le fond du boîtier. En ne branchant pas la CTN, la résistance CTN/R<sub>5</sub> étant dans ce cas maximale, en branchant le montage, le montage devra tourner dans le sens **inverse** des aiguilles d'un montre, c'est-à-dire vers le côté « froid » des graduations que l'on réalisera ultérieurement. Si tel n'était pas le cas, il suffira d'inverser les polarités de liaison au niveau du coupleur de piles.

La flèche index de la maquette a une longueur de près de 450 mm. Elle a été fixée par collage sur une double équerre, elle-même collée sur un bouton de commande de potentiomètre. On a intérêt à utiliser une flèche très légère, en bois ou en matière plastique creuse par exemple.

Quant à la graduation, elle peut se réaliser directement sur la plage devant laquelle évolue l'aiguille en se servant d'un thermomètre à mercure de référence ; la CTN est dans ce cas reliée au montage par un fil électrique, ce qui permet de la placer, avec le thermomètre, dans des ambiances thermiques de référence telles que le réfrigérateur ou le four électrique...

Attention de toujours bien attendre la stabilisation de la température pour obtenir une meilleure précision. En marquant les deux positions extrêmes avec deux ou trois positions intermédiaires bien réparties, on peut graduer l'ensemble assez facilement, étant donné la linéarité de la mesure dont nous avons vu le principe en début d'article.

Robert KNOERR

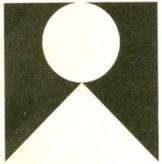
## LISTE DES COMPOSANTS

- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 2 × 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 2 × 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>5</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> : 2 × 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>10</sub> et R<sub>11</sub> : 2 × 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- CTN : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- P : potentiomètre 47 kΩ (linéaire) – ou 22 kΩ, voir texte –
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : 2 diodes 1N4004, 4007
- Pont redresseur : 1,5 A
- REG : régulateur 9 V, 7809
- C<sub>1</sub> : 2 200 μF/25 V, électrolytique
- C<sub>2</sub> : 220 μF/10 V, électrolytique
- C<sub>3</sub> : 0,22 μF, milfeuil
- C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> : 2 × 22 μF/10 V, électrolytique
- C<sub>6</sub> : 1 μF, milfeuil
- T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : 2 transistors NPN 2N1711, 1613
- IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : 2 × μA 741 (ampli-op)
- IC<sub>3</sub> : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
- 2 supports 8 broches (tulipe)
- 1 support 14 broches (tulipe)
- 1 pile 1,5 V (R<sub>14</sub>)
- 1 coupleur de piles
- Moteur de tournebroche avec son réducteur (voir texte)
- REL1 et REL2 : 2 relais 12 V/1 RT (National)
- FC1 et FC2 : 2 microcontacts de fin de course (miniature)
- Transformateur 220 V/ 12 V/ 1 VA
- Bornier soudable 2 broches
- Embase femelle Cinch (soudable sur circuit imprimé)
- Fiche mâle Cinch
- Coffret ESM EM 14/05 (140 × 100 × 50 mm)

Photo 6. – Détail de réalisation de la sonde avec une CTN.



# UN MOTEUR SYNCHRONES EXPERIMENTAL



Voici un montage simple et sans prétention, à caractère essentiellement pédagogique. Il s'agit de faire tourner une... magnéto de bicyclette en moteur synchrone piloté par un variateur de fréquence. Nous en profiterons pour rappeler quelques notions simples sur les moteurs et les effets électromagnétiques du courant électrique.

## I – LE PRINCIPE

### a) Les moteurs électriques (fig. 1)

Si on déplace un conducteur électrique dans un plan perpendiculaire à un champ magnétique, on recueille aux extrémités de ce conducteur une différence de potentiel proportionnelle :

- à l'intensité du champ magnétique ;
- à la vitesse de déplacement.

Nous venons d'expliciter le principe de base de tout générateur électromagnétique, tel que la dynamo ou l'alternateur.

Mais ce principe est réversible. En effet, lorsque l'on place dans un champ magnétique un conducteur parcouru par un courant électrique, toujours dans un plan perpendiculaire au champ, on constate que le conducteur est chassé dans ce plan ; il est donc soumis à une force dont l'intensité est proportionnelle :

- à l'intensité du champ magnétique ;
- à l'intensité du courant dans le conducteur.

C'est le principe de base de tout moteur électrique. La **figure 1** met ce principe en évidence en indiquant une règle simple appelée « règle des trois doigts de la main droite », qui permet de prévoir le sens de déplacement du conducteur, si on connaît le sens du champ magnétique et de celui du courant.

Notons que la même règle s'applique à un générateur, mais il convient dans ce cas de se servir de la main gauche comme référentiel.



Selon la façon de mettre en pratique ce principe de base, on aboutit à plusieurs types de moteurs électriques.

#### 1° Moteur à collecteur et à aimant permanent

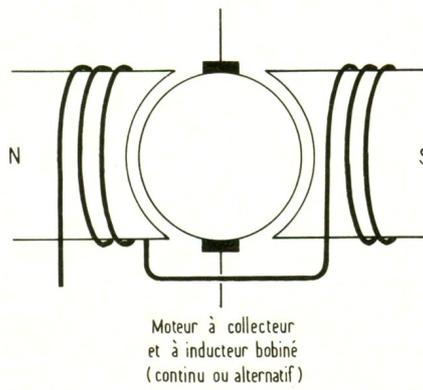
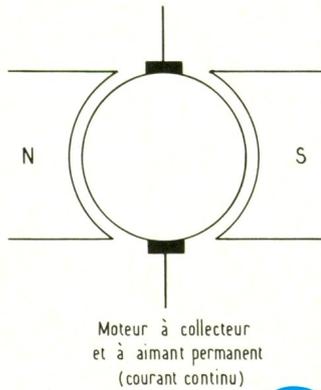
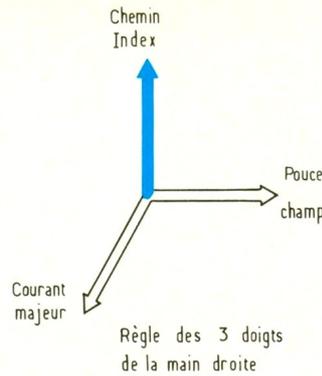
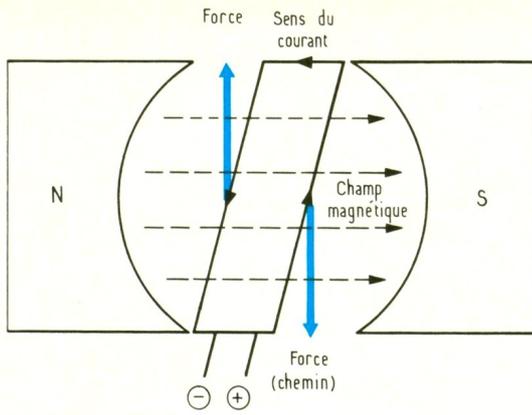
La partie tournante, encore appelée rotor ou induit, comporte un bobinage alimenté par un collecteur à lames. Il s'agit d'un dispositif qui permet de faire circuler un courant dans la zone des conducteurs du bobinage placés toujours dans un plan perpendiculaire au champ magnétique pour ce qui est du déplacement de ces conducteurs. Le champ magnétique est un aimant permanent. En conséquence, en appliquant la règle précédemment évoquée, on peut remarquer que :

- le courant d'alimentation doit avoir un sens unique ;
- le sens de rotation s'inverse si on inverse les polarités.

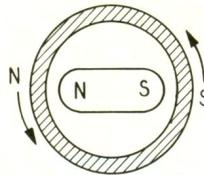
Ce type de moteur est en général peu puissant (mécanismes, jouets...).

#### 2° Moteur à collecteur et à inducteur bobiné

Le rotor reste le même, mais l'inducteur ou le stator est bobiné, ce qui permet en général d'obtenir un champ magnétique plus puissant. Le bobinage du stator peut être alimenté en série ou en parallèle ; dans le premier cas, on a affaire à un moteur série qui donne un très fort couple au démarrage alors que, dans le second cas, il s'agit d'un moteur shunt dont la vitesse est pratiquement proportionnelle à la tension d'alimentation.



Moteur asynchrone à cage d'écureuil (alternatif)



Moteur synchrone à champ tournant (alternatif)

manière des barreaux d'une cage d'écureuil, subit des courants induits, et toujours en vertu du principe initialement établi, entre en rotation. La vitesse de rotation est fonction de la fréquence du courant, avec toutefois un léger glissement nécessaire à l'induction, d'où l'appellation « asynchrone ». A noter donc qu'il n'est pas nécessaire d'alimenter le rotor d'un tel moteur. Il en résulte une relative simplicité alliée à une grande robustesse.

#### 4. Moteur synchrone

Par rapport au moteur évoqué précédemment, le rotor génère un champ magnétique qui « accroche » celui émis par le stator et qui est tournant. Il y a donc synchronisme de rotation entre champ et fréquence. Le champ magnétique du rotor peut émaner d'un aimant permanent pour les petits moteurs synchrones ; mais il peut également être produit par un bobinage qu'il suffit d'alimenter par deux bagues et des charbons, ce qui est une disposition plus simple qu'un collecteur à lames.

#### b) La magnéto de bicyclette qui devient moteur (fig. 2)

La magnéto de bicyclette est un générateur à courant alternatif. Le rotor est un aimant permanent. Pour augmenter son efficacité, il a été décomposé en huit secteurs : on rencontre alternativement un pôle nord et un pôle sud. Ces pôles défilent devant une armature métallique magnétique dont les épanouissements consécutifs correspondent à chacun des deux flasques d'un bobinage.

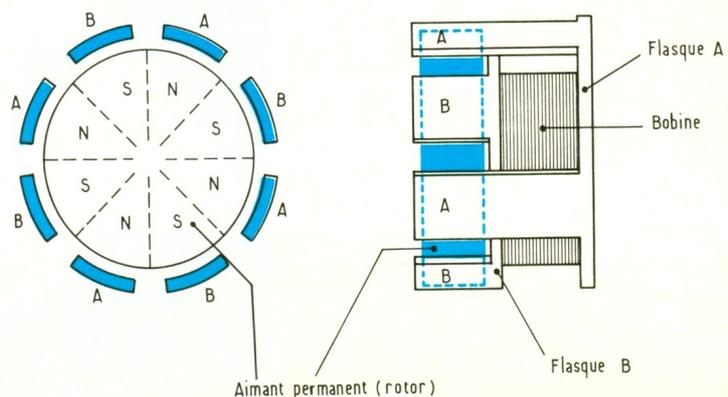
Par rapport au moteur précédent, en inversant la polarité de l'alimentation, il se produit une inversion simultanée du champ magnétique et du courant dans l'induit. En conséquence, le *moteur ne change pas de sens de rotation*. Il fonctionne donc également avec du courant alternatif, d'où son appellation fréquente de *moteur universel*.

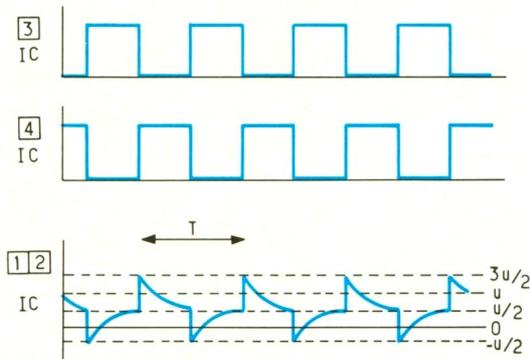
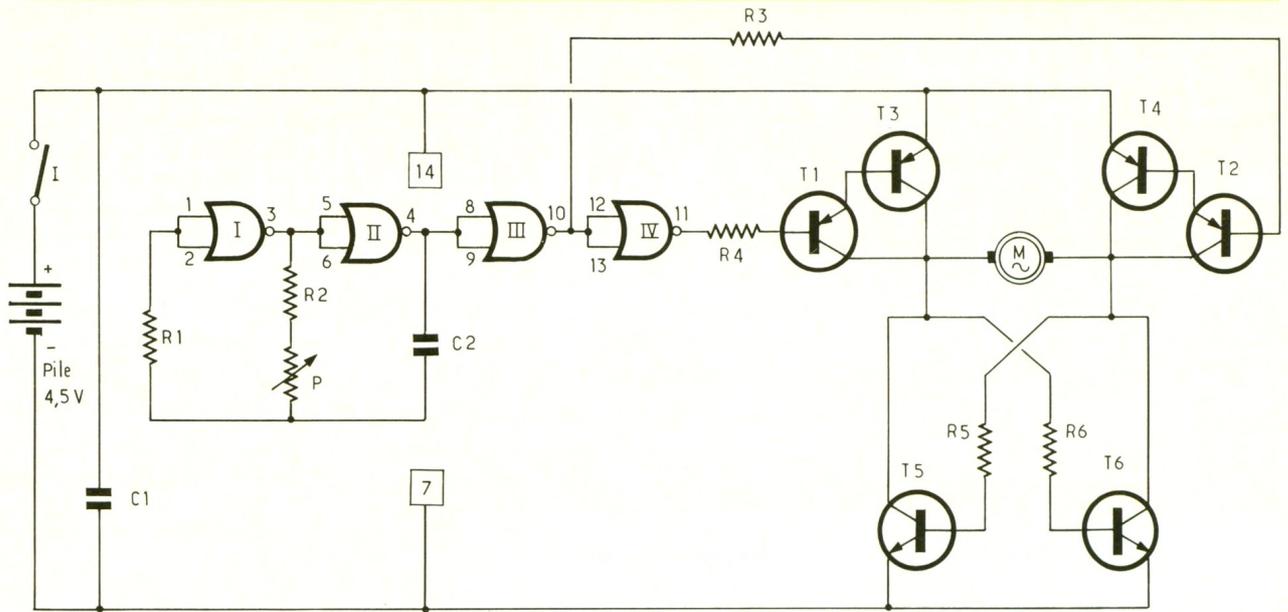
Pour inverser le sens de rotation, il faut donc uniquement inverser le courant soit dans le rotor, soit dans le stator.

#### 3° Moteur asynchrone à cage d'écureuil

Le stator d'un tel moteur comporte un enroulement qui, parcouru par un courant alternatif, produit deux champs tournants inverses. Par le moyen d'un arti-

fice déphaseur que nous ne détaillerons pas ici, l'un de ces deux champs est prépondérant au démarrage. Le rotor, dont les conducteurs sont disposés à la





versions de nom des pôles s'effectue aussi bien dans un sens que dans l'autre et le rotor n'a aucune raison de privilégier l'une ou l'autre des deux possibilités. De plus, au moment du démarrage, à cause de l'inertie mécanique du rotor, en alimentant le stator avec un courant alternatif... rien ne se passe, si ce n'est une légère vibration.

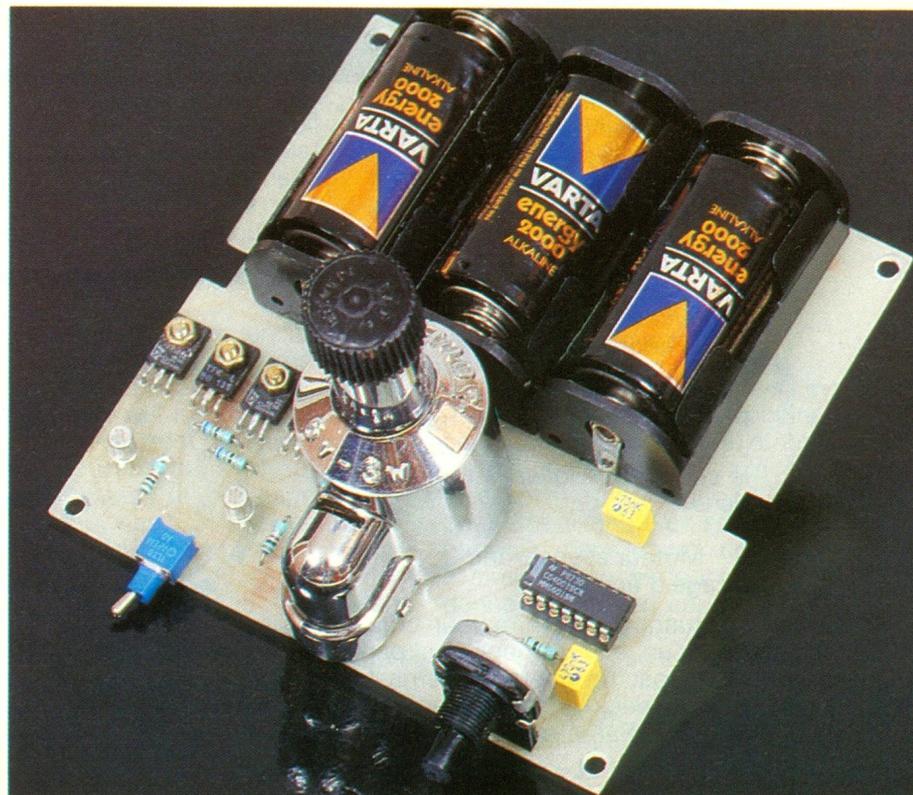
Lorsque le rotor tourne, on relève sur les bornes de la bobine un courant alternatif dont la fréquence s'exprime par la relation  $F = 4 \times n$  (F en hertz et n : vitesse de rotation en tours/seconde). Le lecteur vérifiera que, pour une vitesse de l'ordre de 30 km/h, la fréquence du courant délivré atteint environ 500 Hz.

En alimentant le bobinage par un courant alternatif, un même élément du stator présente successivement un pôle sud suivi d'un pôle nord et ainsi de suite, et cela à la fréquence du courant d'alimentation. Les pôles du rotor, par rapport à ceux du stator, réagissent d'après la règle suivante :

- deux pôles de même nom se repoussent ;
- deux pôles de nom contraire s'attirent.

Le rotor tourne donc en synchronisme avec le champ tournant produit par le stator. En réalité, les choses ne sont pas si simples que cela. En effet, on peut considérer que la succession des in-

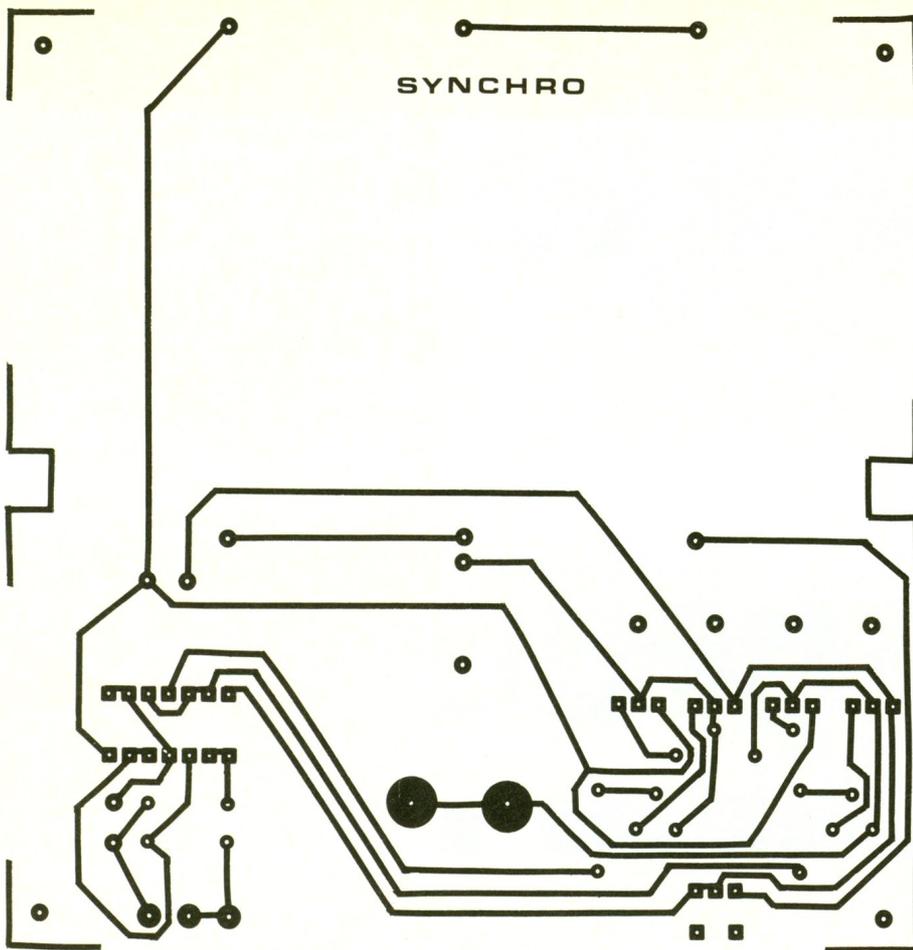
Photo 2. - Les trois piles reposent à même le circuit imprimé.



SYNCHRO

5/6

Dessin du circuit imprimé /  
L'implantation des composants.



Pour démarrer un tel moteur, il est donc nécessaire soit de le lancer, soit de présenter un courant de très faible fréquence. Dans ce cas, le rotor démarre dans un sens ou dans l'autre, un peu au hasard, suivant la position de repos qu'il occupait avant d'être alimenté.

On peut alors augmenter progressivement la fréquence. Si la valeur de celle-ci est « f », on obtient une vitesse de rotation égale à  $n_{tr/s} = f/4$  ou si N est la vitesse en tours/minute :  $N = 60 \times f/4 = 15 f$ .

## II - LE FONCTIONNEMENT DE LA COMMANDE SYNCHRONNE

(fig. 3 et 4)

### a) Alimentation

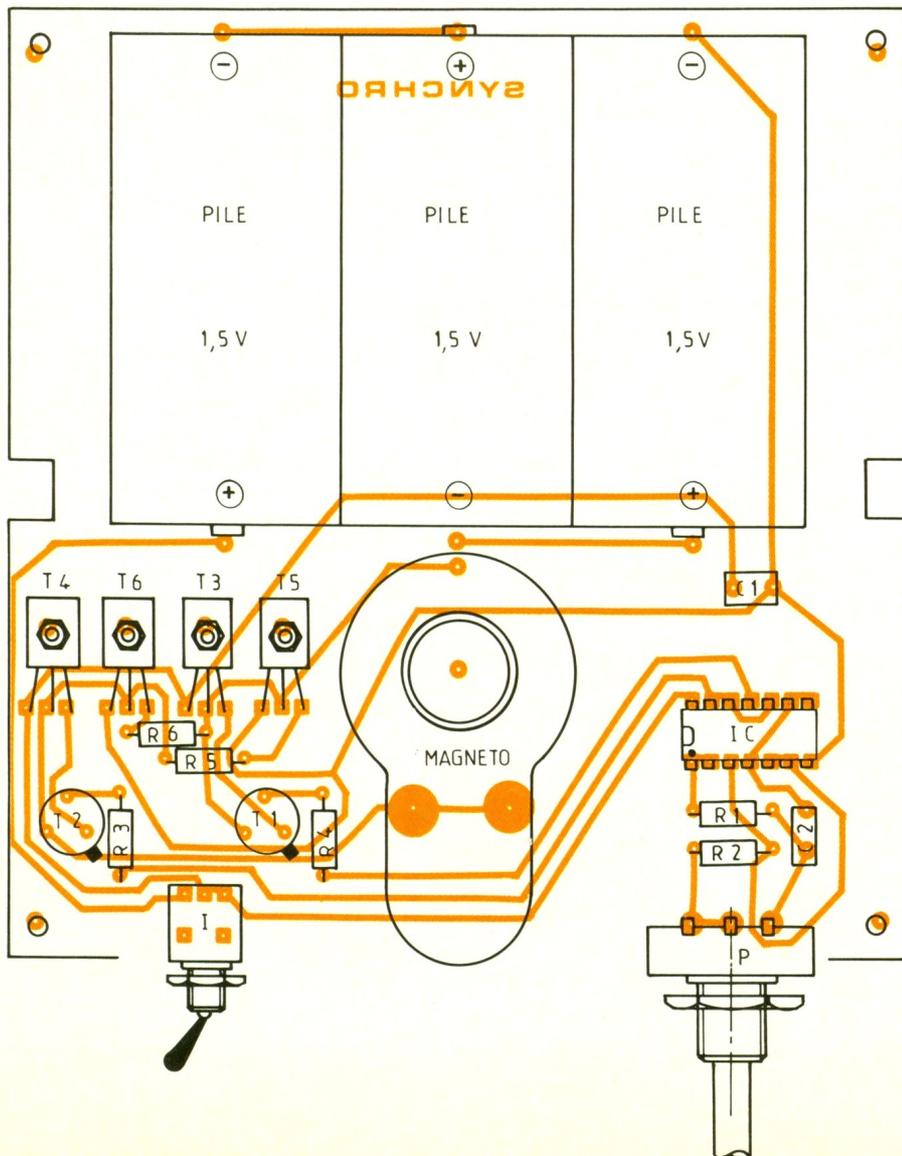
Il convient de disposer d'une source de courant suffisamment puissante pour alimenter une magnéto dont la puissance affichée est de l'ordre de 6 W. En conséquence, il a fallu faire appel à trois piles de 1,5 V du type LR14 de capacité convenable.

L'intensité débitée est d'environ 450 mA. Un interrupteur I assure la mise sous tension du montage tandis que la capacité C<sub>1</sub> découple l'alimentation du montage placé en aval.

### b) Le générateur de fréquence

Les portes NOR I et II sont montées pour former un multivibrateur astable. La capacité C<sub>2</sub> se charge et se décharge pour se recharger dans l'autre sens, par la résistance R<sub>2</sub> et le potentiomètre P. Compte tenu du mode de sollicitation de C<sub>2</sub>, cette dernière ne saurait être du type polarisé. La valeur de la période du créneau délivré par un tel oscillateur se détermine par la relation :

$$T \approx 2,2 \times (R_2 + P) \times C_2$$



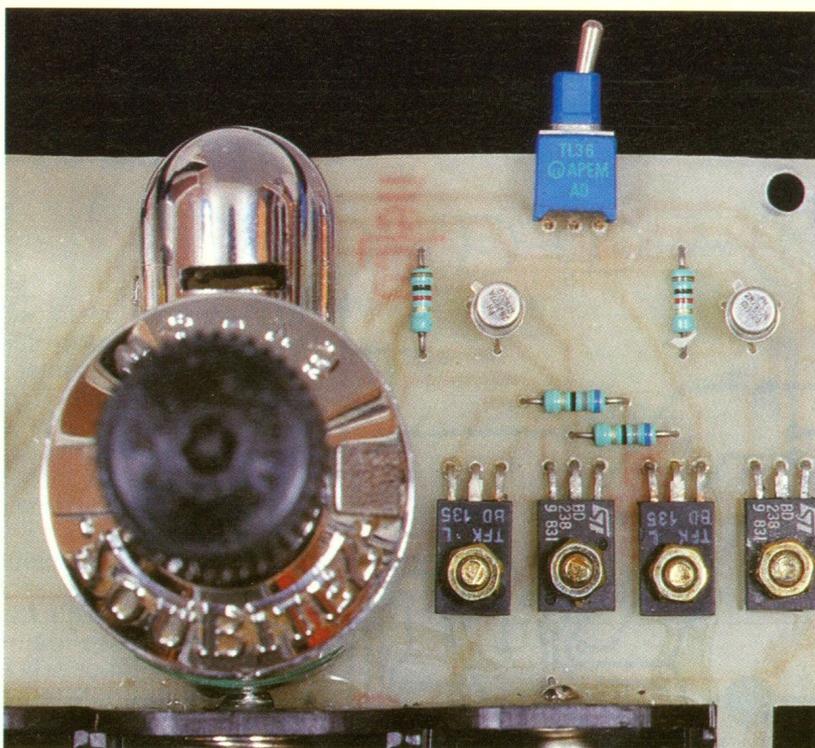


Photo 3. – Quatre transistors de puissance transfèrent l'énergie à la dynamo.

Etant donné les valeurs des composants mis en œuvre, la valeur de la période, suivant la position angulaire du curseur du potentiomètre, peut varier de 50 ms à 3,5 ms, c'est-à-dire de 20 à 285 Hz.

La résistance  $R_1$  n'entre pas directement dans le calcul de la période. Sa présence confère au montage davantage de stabilité. On la choisit généralement 10 à 20 fois supérieure à celle du groupement  $R_2/P$ . Enfin, les portes III et IV produisent encore deux inversions consécutives des créneaux.

### c) Amplification

Les transistors  $T_1$  et  $T_3$  ainsi que le groupement  $T_2$  et  $T_4$  constituent un Darlington. Lorsque la sortie de la porte IV présente un état bas, le groupement  $T_1/T_3$  réalise une amplification importante en courant ; en potentiel positif s'établit au point commun des deux collecteurs. Pendant cette demi-période, la porte III est à l'état haut. En conséquence, le groupement  $T_2/T_4$  est bloqué. Il en est d'ailleurs de même en ce qui concerne  $T_5$ . En revanche, un courant s'établit dans la jonction base-émetteur de  $T_6$ , via  $R_6$  ; ce dernier transistor se sature.

En définitive, le bobinage de la magnéto est traversé par un courant s'établissant dans le sens gauche-droite du schéma.

Le lecteur vérifiera aisément que la situation s'inverse pendant la demi-période suivante : les transistors  $T_2/T_4$  et  $T_5$  se saturent tandis que les transistors  $T_1/T_3$  et  $T_6$  sont bloqués. Il s'établit cette fois un courant inverse du précédent dans la magnéto.

A noter que le courant traversant le bobinage de la magnéto est bien alternatif mais non sinusoïdal. Compte tenu des principes dégagés au chapitre précédent, il est ainsi possible de provoquer la rotation du rotor en partant d'une vitesse d'environ 5 tr/s à plus de 70 tr/s. Il se peut que l'on constate un blocage vers les vitesses plus grandes. On pourrait y remédier en donnant au rotor davantage d'inertie mécanique, par exemple en montant sur la poulie un volant d'inertie. Tout un champ d'expérimentations pratiques devient ainsi possible à l'aide de ce montage.

## III – LA REALISATION PRATIQUE

### a) Circuit imprimé (fig. 5)

La réalisation du circuit imprimé appelle très peu de remarques. Il est facilement reproductible en

appliquant directement les éléments de transfert Mécanorma sur la face cuivre du verre époxy. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer et un bon rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir pour les adapter au diamètre des connexions de composants tels que le potentiomètre ou l'interrupteur.

On pourra utilement augmenter la qualité du circuit imprimé en procédant à l'étamage des pistes.

### b) Implantation des composants (fig. 6)

Après la mise en place des résistances, des capacités et des transistors, on implantera les composants plus volumineux tels que l'interrupteur, le potentiomètre. La magnéto a directement été fixée sur le module par les vis de fixation de son couvercle plastique inférieur, ce dernier ayant été éloigné. Les coupleurs des piles sont fixés par simple collage. Le circuit intégré est monté sur support. ■

## LISTE DES COMPOSANTS

$R_1$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)  
 $R_2$  : 3,3k $\Omega$  (orange, orange, rouge)  
 $R_3, R_4$  : 2  $\times$  1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_5, R_6$  : 2  $\times$  68  $\Omega$  (bleu, gris, noir)  
 P : potentiomètre 47 k $\Omega$  linéaire  
 $C_1, C_2$  : 2  $\times$  0,47  $\mu$ F milfeuill  
 $T_1, T_2$  : 2 transistors PNP, 2N2907  
 $T_3, T_4$  : 2 transistors PNP, BD 238  
 $T_5, T_6$  : 2 transistors NPN, BD 135  
 IC : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées) ou encore CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)  
 Support 14 broches, tulipe  
 3 coupleurs pour piles 1,5 V  
 3 piles 1,5 V (LR 14)  
 Interrupteur pour implantation sur circuit imprimé (broches coupées)  
 Bouton-index pour potentiomètre  
 Magnéto de bicyclette  
 Boîtier Teko, série CAB, modèle 0,22 (128  $\times$  135  $\times$  60)

# APPLICATION DES 2716 : UNE ALIMENTATION DIGITALE



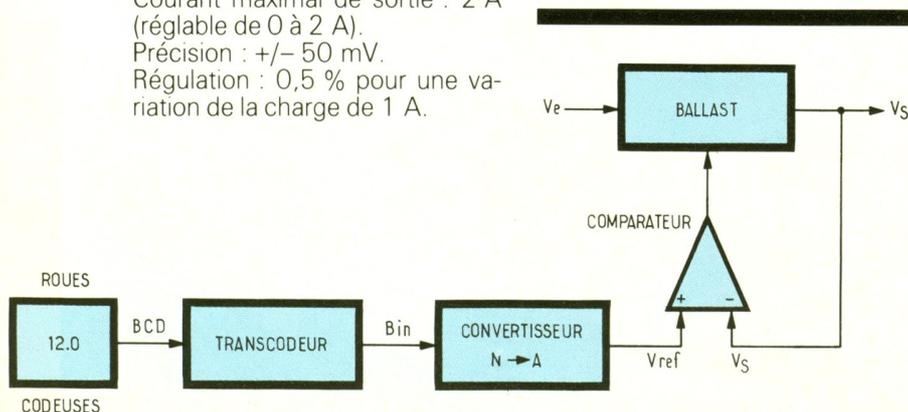
Voici une autre application d'une EPROM programmable : il s'agit d'une alimentation continue dont la tension de sortie est « programmée » à l'aide de trois roues codeuses. Rappelons que nous avons publié la réalisation du programmeur correspondant dans notre n° 137 du mois de mai 1990.



**Caractéristiques :**  
Alimentation digitale de laboratoire.  
Tension de sortie : 0 à 24 V par pas de 0,1 V.  
Courant maximal de sortie : 2 A (réglable de 0 à 2 A).  
Précision :  $\pm 50$  mV.  
Régulation : 0,5 % pour une variation de la charge de 1 A.

## 1. PRINCIPE (fig. 1)

Il s'agit d'une alimentation à régulation linéaire par ballast. On retrouve donc le synoptique clas-

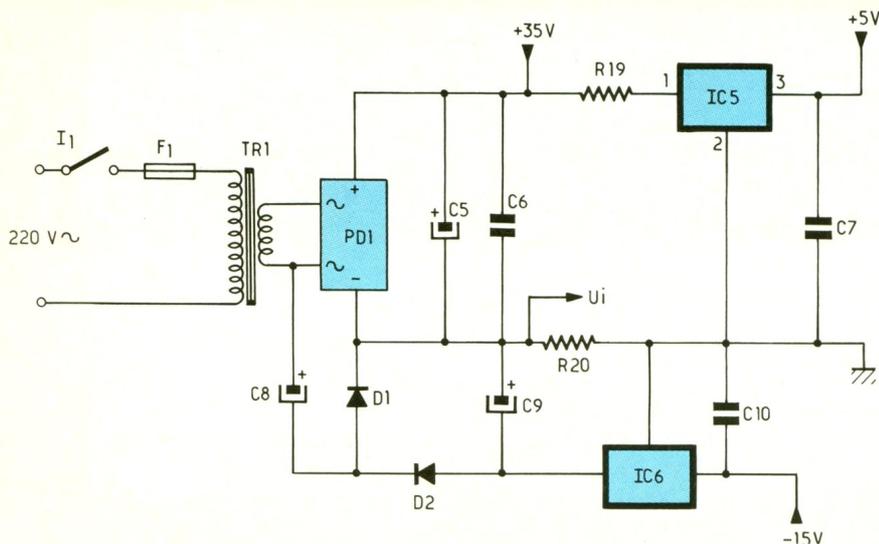


sique, à savoir tension de référence, comparateur et transistor ballast. Seulement, la tension de référence est ici générée de manière un peu spéciale : elle dépend du nombre affiché sur trois roues codeuses. La transformation de ce nombre en une tension est réalisée par un convertisseur numérique  $\rightarrow$  analogique. En fait, l'information des roues codeuses n'est pas exploitable directement (codage BCD), et il est donc nécessaire d'opérer un transcodage (en binaire), fonction réalisée par l'EPROM.

On a ainsi accès à 256 valeurs différentes de la tension de sortie avec une souplesse d'utilisation très grande.

1

Schéma de principe de l'alimentation.



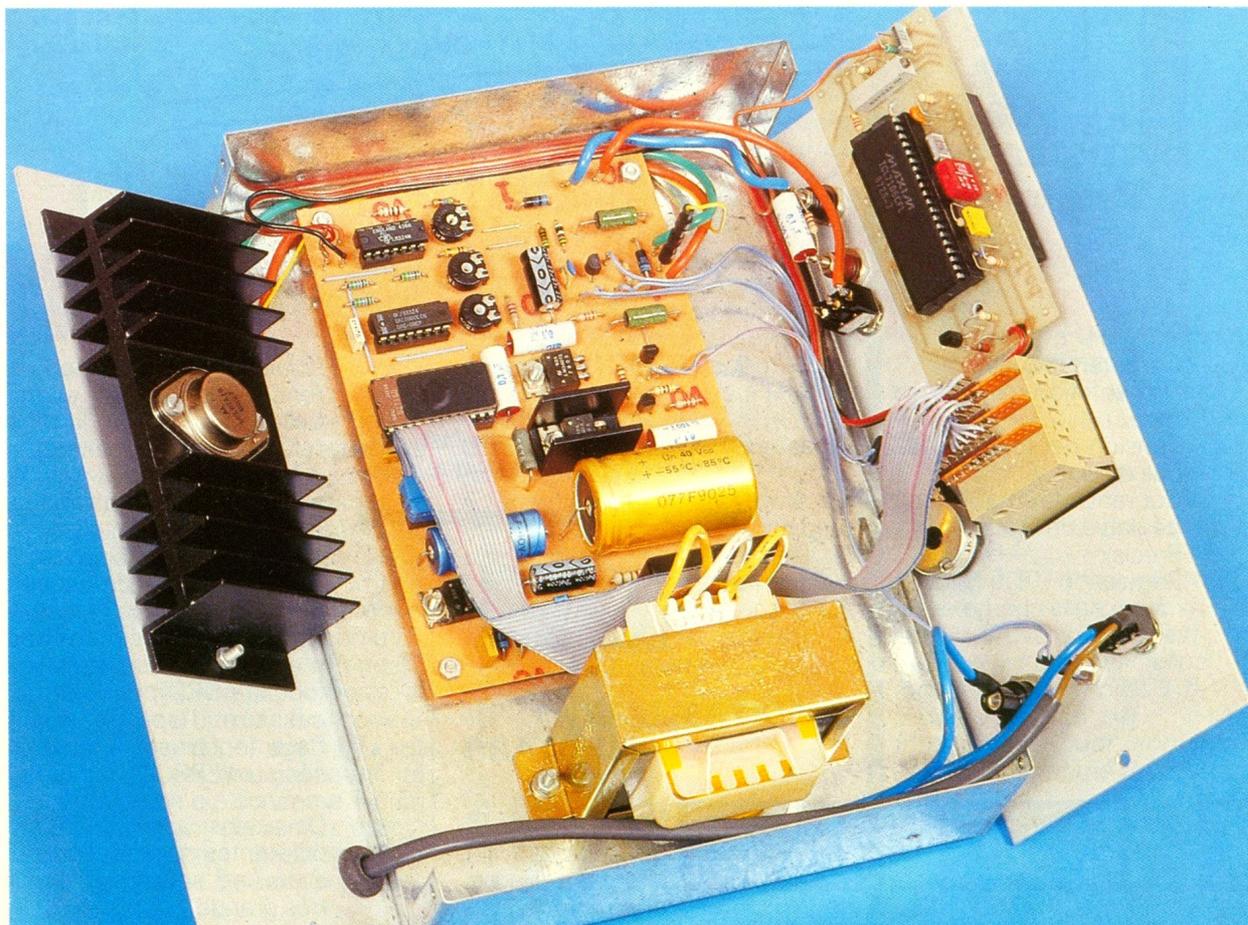
## 2. ANALYSE DU SCHEMA

### 2.1. Alimentation (fig. 2)

L'énergie est prélevée du secteur 220 V par un unique transformateur TR1 de 24 V 48 VA. Il est donc nécessaire d'avoir recours à une « astuce » pour obtenir une

alimentation négative auxiliaire nécessaire au convertisseur numérique → analogique et au voltmètre LCD. C'est le rôle du condensateur C8 qui crée une phase auxiliaire que les diodes D1 et D2 et le condensateur C9 transforment en tension continue négative et que le régulateur IC6 se charge de réguler à -15 V.

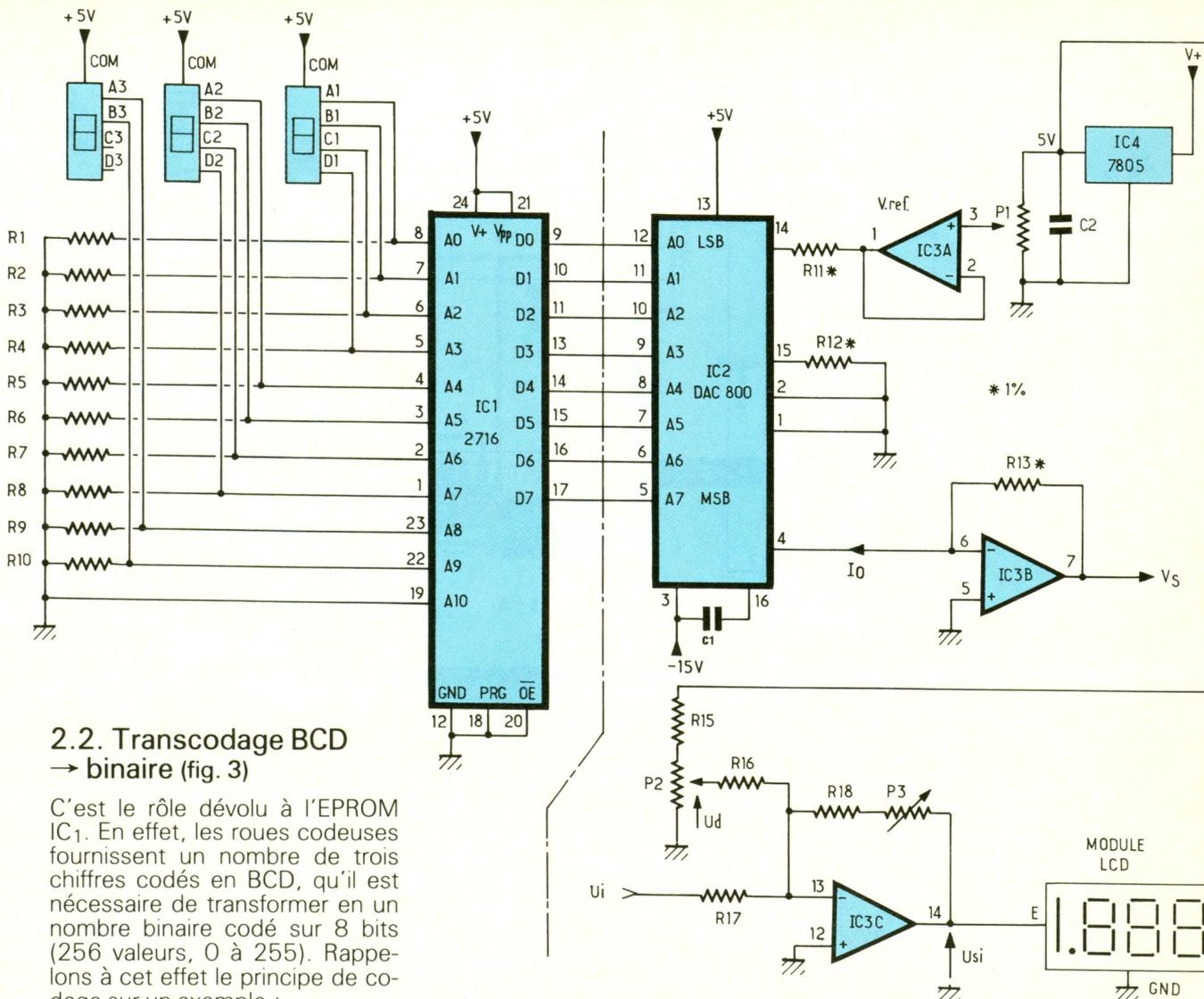
Photo 2. – Le câblage de la carte entre la face avant et la face arrière demande du soin. La résistance R30 et le condensateur C11 se placent directement aux bornes de sortie.



La branche positive, quant à elle, est classique : redressement double alternance via PD1, filtrage par C5 (2 200  $\mu$ F par ampère) et C6. La tension continue résultante étant un peu élevée (environ 35 V), le régulateur de tension IC5 est alimenté via une résistance série R19 qui permet de « chuter » de quelque  $100 \Omega \times 0,1 \text{ A} = 10 \text{ V}$ . En raison de la forte chute de tension aux bornes de IC5 (environ 20 V), donc de la forte puissance à dissiper, ce dernier est muni d'un refroidisseur. Les capacités C6, C7 et C10 découplent les différentes tensions du montage. La LED D6 matérialise, par son allumage, le fonctionnement du montage.

**Remarque :** attention au brochage différent des régulateurs positifs et négatifs, comme le souligne la figure 7.

Enfin, comme nous le verrons plus loin, le potentiel de référence (masse) est celui disponible après la résistance shunt R20 de 0,1  $\Omega$ , c'est pourquoi toute la partie commande s'y trouve connectée.



## 2.2. Transcodage BCD → binaire (fig. 3)

C'est le rôle dévolu à l'EPROM IC<sub>1</sub>. En effet, les roues codeuses fournissent un nombre de trois chiffres codés en BCD, qu'il est nécessaire de transformer en un nombre binaire codé sur 8 bits (256 valeurs, 0 à 255). Rappelons à cet effet le principe de codage sur un exemple :

127 (décimal) =  
 01111111 (binaire) =  $0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$   

0001	0010	0111
1	2	7

 (BCD, paquets de 4 bits)

On voit tout de suite que le codage en binaire nécessite moins de bits (8) que son équivalent en BCD (11) pour 256 valeurs. Le code BCD sera donc envoyé sur les lignes d'adresse de l'EPROM, alors que l'on récupérera les codes binaires sur les huit lignes de donnée. La douzième ligne d'adresse de IC<sub>1</sub> est inutilisée, donc elle est reliée à la masse. Les résistances R<sub>1</sub> à R<sub>10</sub> de « pull-down » associées aux trois roues codeuses fournissent l'adressage de l'EPROM.

On peut maintenant déterminer la règle de remplissage de l'EPROM : le nombre N (codé en binaire sur D<sub>0</sub> (LSB)... D<sub>7</sub> (MSB))

=  $n_1n_2n_3$  (trois chiffres) correspondant à une valeur de la tension de sortie doit être présent à l'adresse A telle que :  
 $A = 256 \times (n_1) + 16 \times (n_2) + (n_3)$   
 Ce qui nous donne le tableau de remplissage de la figure 14. Il faut noter qu'en raison des éventuels problèmes de transitoire lors du changement de valeur d'une ou plusieurs roues codeuses, la valeur 0 (correspondant à une tension de sortie nulle) doit se trouver à toutes les adresses « interdites ».

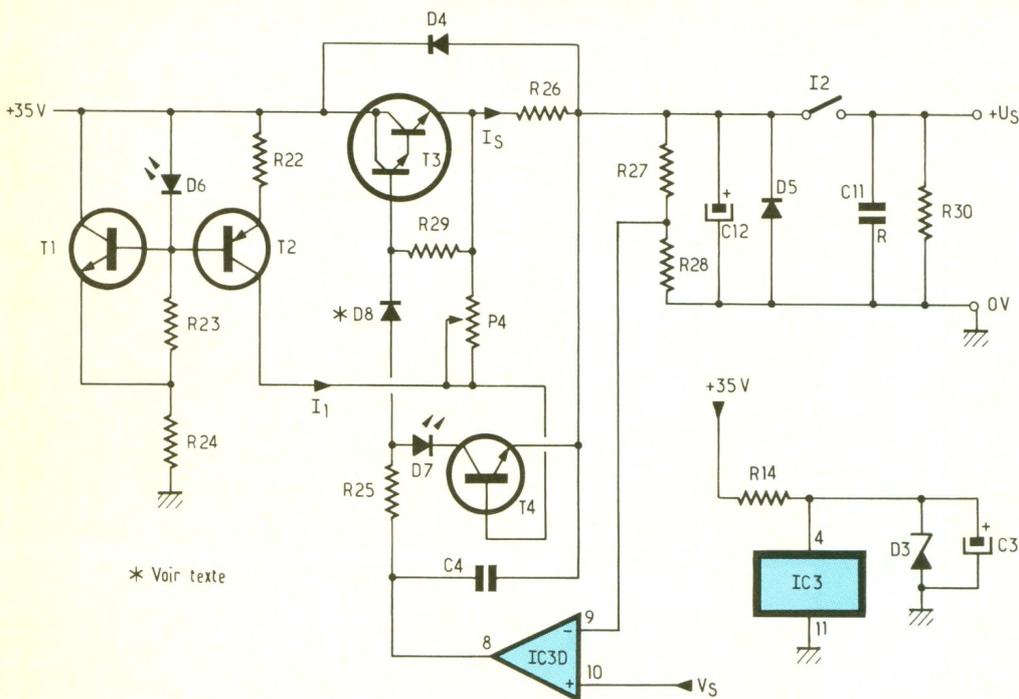
## 2.3. Conversion numérique → analogique (fig. 3)

Cette conversion incombe à IC<sub>2</sub>, qui est un DAC 800. Il comporte 8 entrées connectées aux 8 lignes de donnée de l'EPROM qui délivrent le code binaire proportionnel à la tension de sortie dési-

rée. Le DAC commute alors différentes sources de courant afin de fournir un courant de sortie. Il s'agit d'une variation purement linéaire du courant qui évolue alors entre deux valeurs extrêmes de 0 mA à + 2 mA.

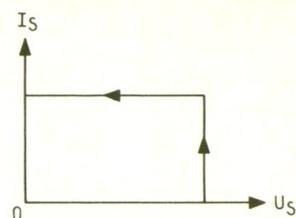
On a ainsi des pas de 10 mV de variation de la tension de sortie pour une variation d'une unité de code d'entrée binaire. IC<sub>3B</sub> se charge de la conversion courant → tension nécessaire du fait de la sortie en courant de IC<sub>2</sub>. Le fonctionnement en est très simple : l'amplificateur possédant un très grand gain différentiel (de l'ordre de 110 dB, soit 200 000), en fonctionnement statique la différence de potentiel entre ses deux entrées + et - est voisine de zéro. Or le courant de sortie de IC<sub>2</sub> ne rentrant pas dans IC<sub>3B</sub> (courant de fuite négligeable), et le potentiel de la broche 6 étant très voisin de zéro, la chute

## 4 Schéma de la partie puissance de l'alimentation. R<sub>30</sub> et C<sub>11</sub> se trouvent placés aux bornes de sortie.



\* Voir texte

## 5 Evolution de U<sub>S</sub> par rapport à I<sub>S</sub>.



cessaire de « buffériser » cette référence, rôle de IC<sub>3A</sub> monté en suiveur. Ici encore le fonctionnement est très simple : il suffit de se rappeler que la tension d'entrée différentielle d'un ampli-op (V+ - V-) est très faible en fonctionnement statique. Comme V- est reliée à Vs, on en déduit tout de suite que la sortie « suit » l'entrée +, d'où le nom de ce montage.

Disposant d'une tension de référence de + 2,55 V, la résistance R<sub>11</sub> se charge de la convertir en un courant de référence de  $2,55/1\ 270 = 2\ \text{mA}$  pour le DAC.

de tension aux bornes de R<sub>13</sub> donc la tension de sortie Vs vaut :

$$V_s = R_{13} \times I_0$$

Elle varie donc entre 0 et + 2,55 V par pas de 10 mV (facteur de conversion =  $1\ 270 = R_{13}$ ).

Enfin, notons que ce circuit nécessite une tension auxiliaire négative de - 15 V, raison pour laquelle il nous a fallu étudier l'alimentation précédente.

### 2.4. Génération de la tension de référence (fig. 3)

Il est fait appel à un classique régulateur intégré 7805 (IC<sub>4</sub>) étant donné la relativement faible stabilité nécessaire. P<sub>1</sub> permet d'ajuster Vref à 2,55 V très précisément. Seulement le fait de procéder à une division potentiométrique nous interdit de tirer un « fort » courant. Il est donc né-

### 2.5. Circuit de régulation : comparateur et ballast (fig. 4)

On peut considérer ce bloc comme un amplificateur à liaisons continues ayant un grand gain en boucle ouverte et dont le gain en boucle est fixé par le pont de résistances R<sub>27</sub>, R<sub>28</sub> : il amplifie la tension continue Vs de consigne.

L'étage de sortie de cet amplificateur est un collecteur commun (T<sub>3</sub>). La résistance R<sub>26</sub> située dans l'émetteur du ballast remplit plusieurs fonctions :

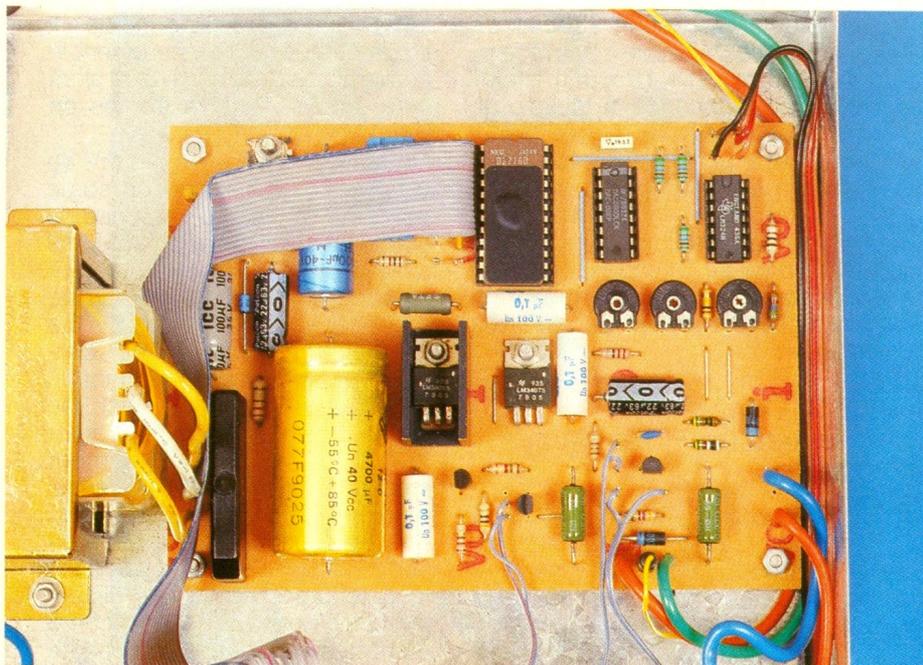
- diminuer les courants transitoires → protection de T<sub>3</sub> ;
- linéarisation des caractéristiques du transistor puisqu'il est alors attaqué en courant ;
- mesure du courant de sortie → circuit limitation d'intensité.

Le comparateur IC<sub>3</sub> doit pouvoir fournir une tension de sortie de 25 V environ. Il est donc alimenté via le réseau R<sub>14</sub>/C<sub>3</sub>/D<sub>3</sub> qui réalise deux fonctions : filtrage de l'ondulation résiduelle 100 Hz et stabilisation à 30 V.

### 2.6. Protection contre les surcharges de courant (fig. 4)

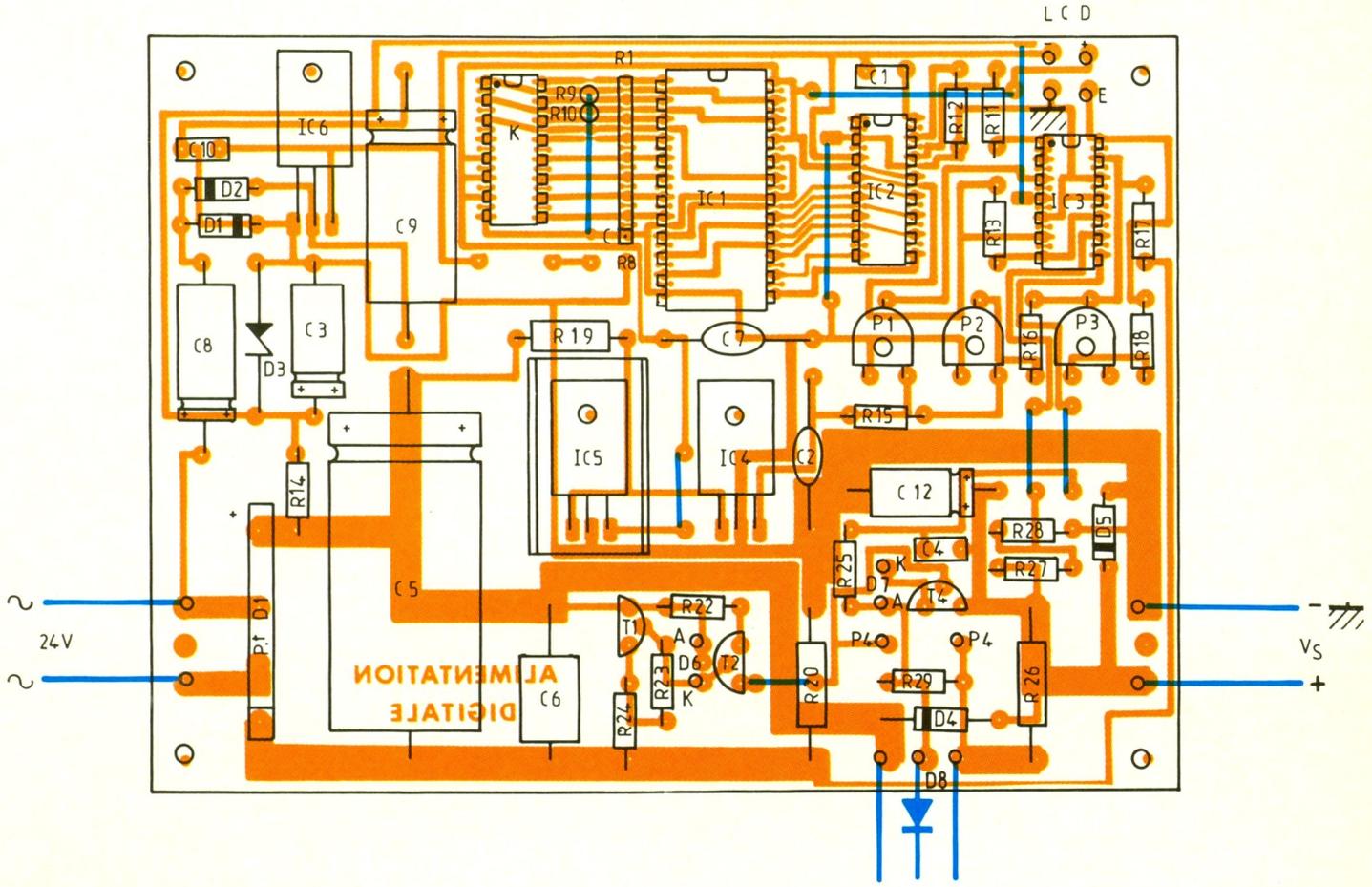
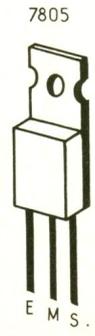
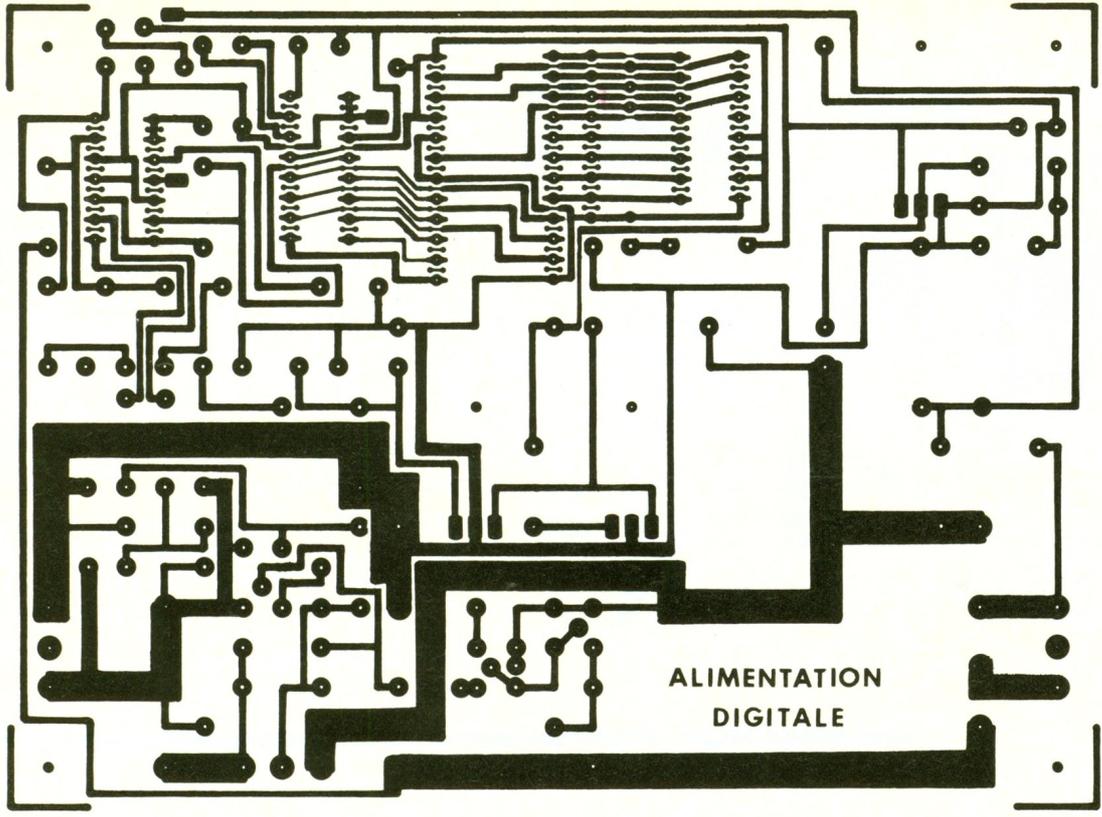
Le circuit annexe constitué de T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> et P<sub>1</sub> permet de limiter le courant de sortie Is à une valeur

Photo 3. - La carte principale supporte tous les composants électroniques.



# 6 à 8

Dessin du circuit imprimé.  
Brochage des circuits intégrés 7805 et 7915.  
Implantation des composants sur la carte.



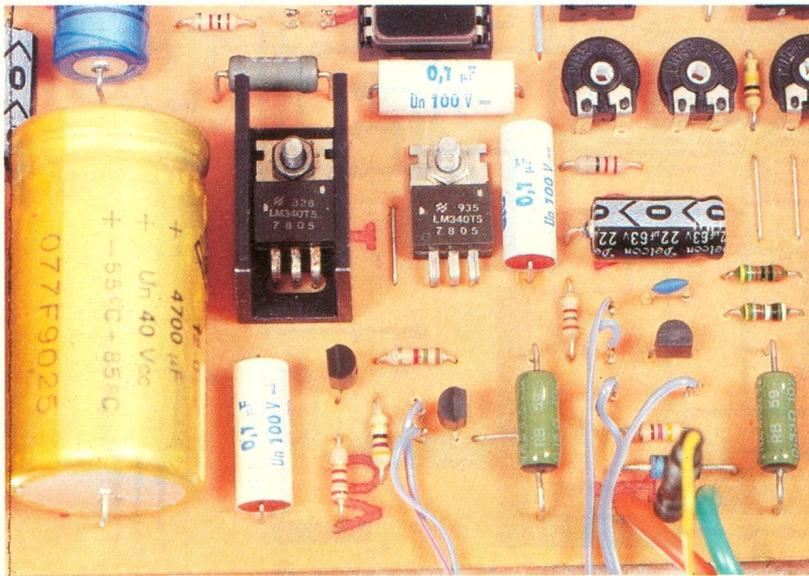


Photo 4. – Certains semi-conducteurs reposent sur des radiateurs.

maximale réglable. Au-delà, l'alimentation se comporte comme une source de courant. La tension  $U_s$ , en fonction du courant  $I_s$ , évolue comme suit (fig. 5).

En effet, lorsque la tension aux bornes de l'ensemble  $P_4 + R_{26}$  (soit  $P_4 \times I_1 + R_{26} I_s$ ) présente entre l'émetteur et la base du transistor de protection  $T_4$  atteint la valeur de déblocage (soit 0,6 V environ), la jonction base-émetteur du transistor ballast se trouve court-circuitée et il tend vers l'état bloqué. En fait le système prend l'état d'équilibre tel que (dans notre application) :

$$P_4 \times I_1 + R_{26} \times I_s \approx 0,6 \text{ V}$$

quelle que soit la tension  $U_s$  de sortie.

Le courant  $I_1$  (0,6 mA) provient de la source de courant constituée de  $T_2$  et  $D_6$  : il permet via  $P_4$  d'ajouter une tension de décalage variable entre 0 et 0,6 V, et donc de régler le courant maximal entre 0 et 2 A.

Ce type de protection présente néanmoins un inconvénient : la puissance dissipée dans le transistor ballast en cas de court-circuit à la sortie est relativement importante (environ  $30 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 60 \text{ W}$ ), ce qui limite le temps de court-circuit à environ une minute (cela dépend en fait du refroidisseur utilisé).

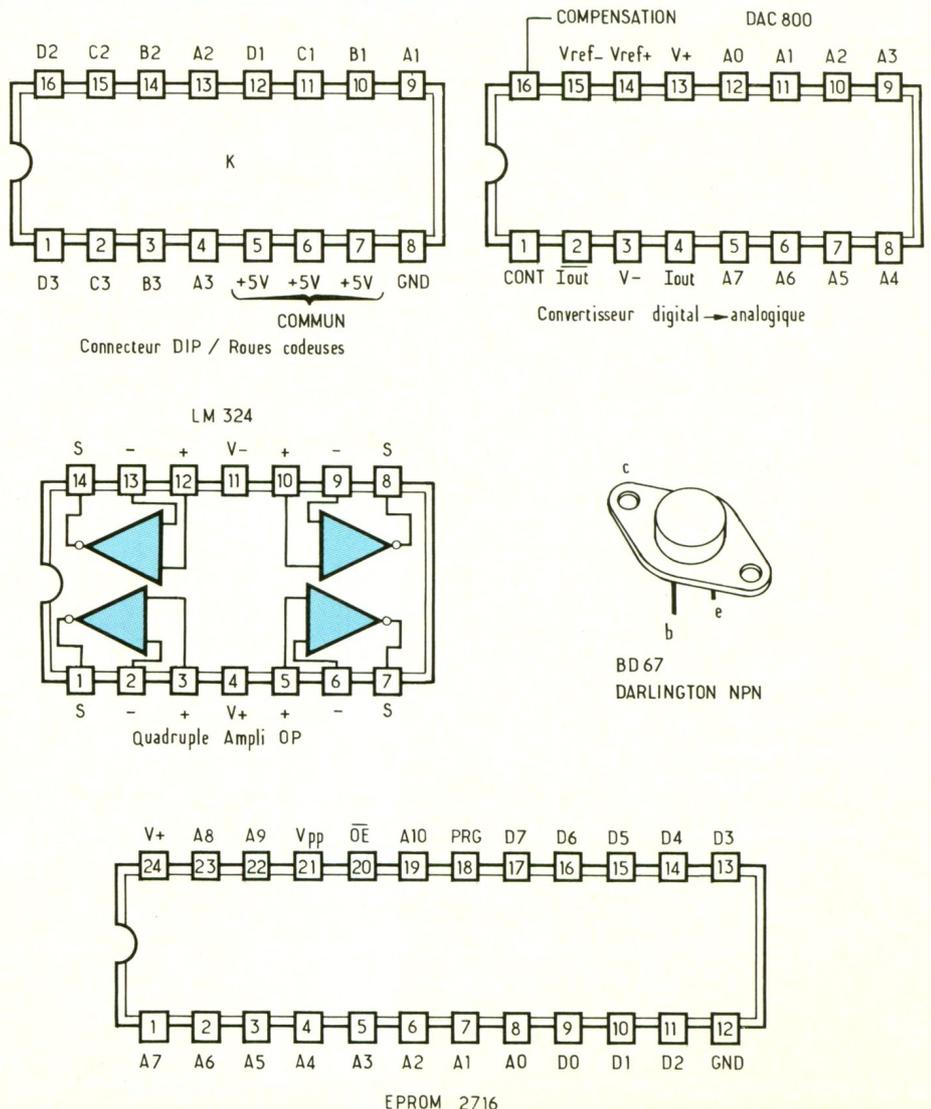
Mais il faut distinguer le cas où la protection sert à protéger l'alimentation elle-même (court-circuit de « faible » durée) de celui où elle sert à protéger les circuits qu'elle alimente (surcharge per-

manente ou fonctionnement en source de courant).

Enfin, la LED  $D_7$  signale la mise en fonction du dispositif de limitation du courant de sortie. Sa présence provoque néanmoins un problème au niveau du blocage de  $T_3$ , car sa tension de jonction (# 1,5 V) s'ajoute au  $V_{BE3}$ . Il est donc nécessaire d'insérer en série avec la commande issue de  $IC_{3D}$  une tension de décalage. C'est la raison de la présence de  $D_8$  (2 ou 3 diodes en série à ajuster selon le transistor utilisé).

## 2.7. Mesure du courant de sortie $I_s$ (fig. 3)

On utilise tout simplement la loi d'Ohm :  $U = R I$ , avec ici  $I = I_s$ ,  $R = R_{20}$  et  $U = U_i$ . La chute de tension (négative par rapport à la masse) aux bornes de  $R_{20}$  est donc proportionnelle au courant de sortie décalé du courant d'ali-



mentation de la carte. Il faut donc inverser cette ddp (différence de potentiel) et compenser le décalage : c'est le rôle de l'amplificateur sommateur inverseur réalisé autour de IC<sub>3C</sub>. L'entrée inverseuse est à un potentiel très proche de zéro (à cause de V<sub>+</sub> = 0), aussi la somme des courants en ce point est nulle.

$$0 = I_1 + I_2 + I_3 \text{ soit } 0 = -U_i/R_{17} + U_d/R_{16} + U_{si}/(R_{18} + P_3)$$

donc  $U_{si} = U_i (R_{18} + P_3)/R_{17} - U_d (R_{18} + P_3)/R_{16}$

La tension de sortie de l'ampli-op est bien proportionnelle à U<sub>i</sub> et décalée d'une valeur ajustable U<sub>d</sub>. L'ajustable P<sub>3</sub> sert à corriger le facteur d'échelle en fonction des tolérances sur les diverses résistances.

## 2.8. Affichage LCD

Il s'agit d'un voltmètre 2 000 points calibré à 2 V. Hormis le circuit intégré 7106 et l'afficheur à cristaux liquides, il n'y a que quelques composants passifs. Le seul autre composant actif est un VMOS-FET du type BS 170, nécessaire à la commutation du point décimal. R<sub>5</sub> et C<sub>2</sub> déterminent la fréquence de l'oscillateur intégré : 45 kHz environ. A partir de cette horloge, le cycle de mesure prend forme : la procédure de mesure appelée « dual slope » (double rampe) a lieu deux fois par seconde. L'intégrateur requis par cette procédure est équipé de R<sub>6</sub> et C<sub>5</sub>.

C<sub>4</sub> constitue « l'organe du zéro automatique ». C<sub>3</sub> est le condensateur de charge pour la tension de référence pendant l'ajustage automatique du zéro.

Le circuit est doté d'une source de tension de référence très stable en température ; cette tension de référence est de 2,8 V typique et se trouve sur les broches 1 (+ U) et 32 (COMMON). C'est à partir de cette tension qu'est dérivée la référence pour l'intégrateur.

Les résistances R<sub>7</sub>/R<sub>8</sub> assurent la division de la tension d'entrée entre IN LO et IN HI. Nous avons besoin d'un rapport 1/10 (déviations maximale 2 V), tout en conservant une grande impédance d'entrée. C'est pourquoi nous avons choisi R<sub>8</sub> = 120 kΩ et R<sub>7</sub> = 1 MΩ. Du fait d'un apport légèrement différent de 1/10, la pleine échelle devra être corrigée à l'aide de P<sub>1</sub>.

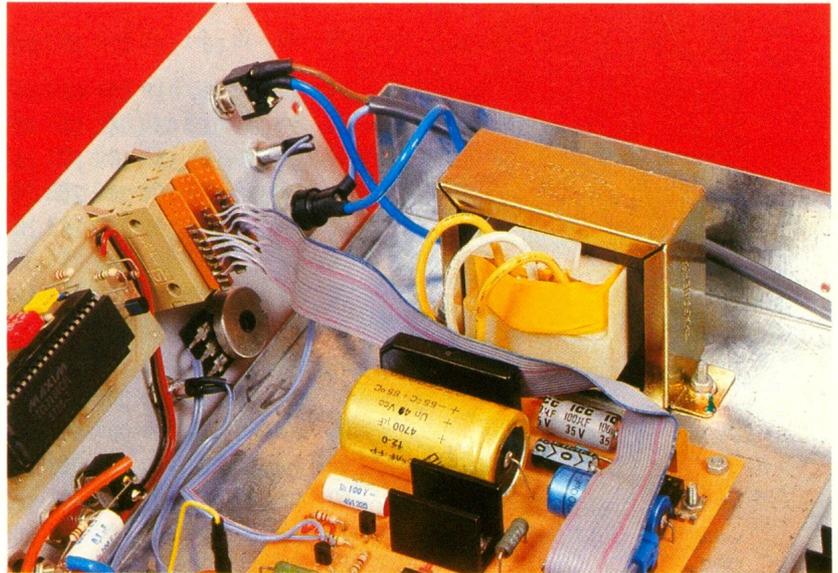


Photo 5. – Les roues codeuses rejoignent la carte par un câble méplat.

En ce qui concerne l'alimentation du module, nous avons retenu la solution « symétrique » (une tension positive et une tension négative par rapport à la masse). Nous disposons déjà du + 5 V (sortie de IC<sub>5</sub>), mais la tension négative disponible est trop forte (– 15 V en sortie de IC<sub>6</sub>). Il suffit donc d'ajouter une Zener munie de sa résistance de polarisation (R<sub>2</sub>/D<sub>2</sub>) pour abaisser le potentiel négatif à – 4 V environ ; le module est alors alimenté en 9 V (tension nominale).

**Remarque :** la masse de l'alimentation et le potentiel de référence de mesure (IN LO) sont communs.

## 3. REALISATION

### 3.1. Circuits imprimés

La réalisation pratique se décompose en deux parties : le circuit d'alimentation à proprement parler et le circuit d'affichage LCD du courant. Il vous faut donc deux plaques d'époxy, l'une de 140 × 100 mm et l'autre de 100 × 45 mm. Le tracé étant fin il est recommandé d'avoir recours à la méthode photographique. Le voltmètre est un modèle proposé en kit par la société Sélectronic. Signalons deux possibilités pour la confection des mylars nécessaires à l'insolation des circuits imprimés :

– reproduction du tracé sur calque à l'aide de pastilles, bandes et/ou stylos de dessin ;

– reproduction du tracé sur film plastique par photocopie haute qualité (méthode donnant de très bons résultats).

Le **figure 6** représente le tracé du circuit d'alimentation, qui sera éventuellement à retoucher en fonction des composants utilisés. Une fois le tracé reproduit sur le cuivre, il faut le graver, c'est-à-dire enlever les zones non protégées. On aura recours pour cela à du perchloreure de fer. Rincer abondamment et nettoyer la résine photosensible à l'aide d'acétone. Eventuellement procéder à un étamage à froid.

### 3.2. Implantation (fig. 8)

On percera dans un premier temps tous les trous du circuit à l'aide d'un foret de 0,8 mm, puis on agrandira ceux destinés aux picots d'entrée et de sortie, au pont de diode, aux diodes, aux régulateurs et condensateurs chimiques avec un foret de 1,2 mm.

Cette opération effectuée on procède à un étamage à chaud des pistes de forte section devant véhiculer un courant important. Ne pas hésiter à charger un peu en étain, car il faut avoir une faible résistance série des pistes pour améliorer la régulation.

Enfin, on peut commencer l'étape de l'implantation des composants, en commençant par les quelques straps (inévitables malheureusement), les résistances (sauf R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub> et R<sub>26</sub>),

les ajustables, les supports de circuit intégré, les condensateurs non polarisés.

On poursuit ensuite avec R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub> et R<sub>26</sub> (à écarter du circuit imprimé pour une meilleure dissipation), les condensateurs chimiques (attention à la polarité), les diodes et le pont (attention au sens), les régulateurs de tension intégrés (à coucher sur le circuit). En ce qui concerne la réalisation du module voltmètre LCD, il faudra prendre un soin tout particulier au montage (pistes fines). Mettre en place le support de IC<sub>1</sub> et les composants passifs, puis la diode Zener (attention au sens) et le BS 170. L'afficheur se soude sur l'autre face (on intercalera de préférence un support constitué par deux barrettes en ligne). Le brochage des composants est proposé à la figure 9.

### 3.3. Tests préliminaires

On implante seulement IC<sub>3</sub> (LM 324) et on positionne tous les ajustables à mi-course. Mettre sous tension via I<sub>1</sub> (la LED D<sub>6</sub> doit s'allumer) et vérifier que l'on dispose bien d'une tension continue de :

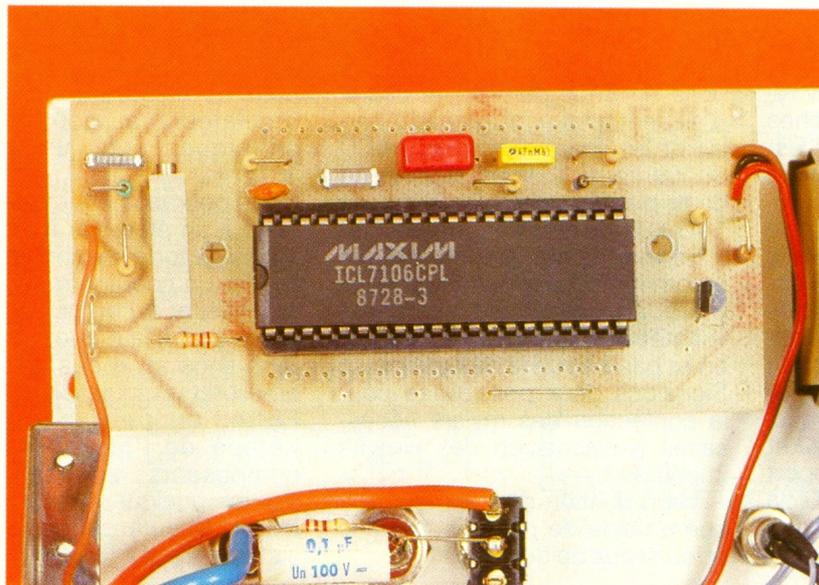
- 35 V environ aux bornes de C<sub>5</sub>.
- 30 V environ aux bornes de C<sub>3</sub>.
- 5 V aux bornes de C<sub>7</sub> et C<sub>2</sub>.
- 2,5 V environ à la borne 3 de IC<sub>3</sub>.
- - 15 V aux bornes de C<sub>10</sub>.

Attention : le potentiel de référence (masse) est celui présent

### Dump hexadécimal du contenu de l'EPROM 2716 Alimentation Digitale

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0000H	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	00	00	00	00	00	00
0010H	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	00	00	00	00	00	00
0020H	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	00	00	00	00	00	00
0030H	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27	00	00	00	00	00	00
0040H	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F	30	31	00	00	00	00	00	00
0050H	32	33	34	35	36	37	38	39	3A	3B	00	00	00	00	00	00
0060H	3C	3D	3E	3F	40	41	42	43	44	45	00	00	00	00	00	00
0070H	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	00	00	00	00	00	00
0080H	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	00	00	00	00	00	00
0090H	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	00	00	00	00	00	00
00A0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00B0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00C0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00D0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00E0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00F0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0100H	64	65	66	67	68	69	6A	6B	6C	6D	00	00	00	00	00	00
0110H	6E	6F	70	71	72	73	74	75	76	77	00	00	00	00	00	00
0120H	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	7F	80	81	00	00	00	00	00	00
0130H	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	00	00	00	00	00	00
0140H	8C	8D	8E	8F	90	91	92	93	94	95	00	00	00	00	00	00
0150H	96	97	98	99	9A	9B	9C	9D	9E	9F	00	00	00	00	00	00
0160H	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	00	00	00	00	00	00
0170H	AA	AB	AC	AD	AE	AF	B0	B1	B2	B3	00	00	00	00	00	00
0180H	B4	B5	B6	B7	B8	B9	BA	BB	BC	BD	00	00	00	00	00	00
0190H	BE	BF	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	00	00	00	00	00	00
01A0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01B0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01C0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01D0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01E0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
01F0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Photo 6. – La carte voltmètre avec le circuit intégré principal.



50 N° 152 ELECTRONIQUE PRATIQUE

au-delà de la résistance R<sub>20</sub> (côté IC<sub>5</sub>).

Ajuster alors P<sub>1</sub> afin d'avoir une tension de 2,55 V précisément sur la broche 1 de IC<sub>3</sub>. Observer maintenant la tension de sortie de IC<sub>3</sub> broche 14 (le voltmètre LCD n'est pas connecté). Vérifier qu'une action sur P<sub>2</sub> permet de ramener cette tension très proche de 0,000 V (décalage typique 10 mV), et que de part et d'autre de cette position cette tension augmente.

Maintenant alimenter le voltmètre LCD (+ 5 V et - 15 V), et laissez-le se stabiliser une dizaine de minutes environ. Passé ce délai, vérifier que le zéro automatique fonctionne bien (relier l'entrée à la masse), puis injecter une tension continue de l'ordre de

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
0200H	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF	D0	D1	00	00	00	00	00	00
0210H	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	DA	DB	00	00	00	00	00	00
0220H	DC	DD	DE	DF	E0	E1	E2	E3	E4	E5	00	00	00	00	00	00
0230H	E6	E7	E8	E9	EA	EB	EC	ED	EE	EF	00	00	00	00	00	00
0240H	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	00	00	00	00	00	00
0250H	FA	FB	FC	FD	FE	FF	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0260H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0270H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0280H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0290H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02A0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02B0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02C0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02D0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02E0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
02F0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0300H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0310H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0320H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0330H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0340H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0350H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0360H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0370H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0380H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
0390H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03A0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03B0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03C0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03D0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03E0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
03F0H	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

+ 1,9 V (obtenue à l'aide d'un potentiomètre entre + 5 V et masse par exemple) à la fois sur le voltmètre LCD et sur un multimètre de référence (2 000 points). Ajuster alors P<sub>1</sub> pour que les indications des deux appareils coïncident.

### 3.4. Programmation

Il ne vous reste plus qu'à implanter IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub>, mais auparavant il faut programmer la mémoire. Comme nous l'avons vu au début de cette article, elle contient une table de transcodage BCD → binaire. Deux possibilités :

- entrer un à un les codes de la figure 10 (adresses et données en hexadécimal) *via* le programmeur décrit dans le n° 137 ;

- ou bien si l'on dispose d'un ordinateur (compatible PC), créer un fichier de programmation à l'aide du programme BASIC (GW BASIC) donné figure 11 et faire programmer l'EPROM chez votre revendeur de composants. Remarque : ce fichier calcule les codes et les stocke dans un fichier appelé ALIM.BIN sous forme binaire.

Toutes les cases mémoires non utilisées sont à programmer avec la valeur 00H (le programme BASIC s'en charge, mais si vous y pensez une méthode manuelle est utilisée). Enfin un rappel pour les étourdis, la mémoire doit être vierge (FFH dans toutes les cases) avant programmation, aussi ne pas oublier de l'effacer aux ultraviolets.

### 3.5. Test final

Implanter IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> sans oublier au préalable de couper l'alimentation puis d'attendre la décharge des condensateurs si nécessaire. Placer les roues codeuses sur 12 V, le potentiomètre de limitation d'intensité à mi-course. Mettre sous tension *via* I<sub>1</sub> et vérifier que la tension de sortie est bien de l'ordre de 12 V. Sans charge en sortie, ajuster P<sub>2</sub> afin d'avoir une indication nulle (ou presque) sur l'ampèremètre LCD. Brancher alors une charge de l'ordre de 1 A en sortie, en série avec un ampèremètre de référence. Vérifier qu'une action sur le potentiomètre P<sub>4</sub> permet de limiter le courant de sortie. Placer alors P<sub>4</sub> en fin de course (résistance nulle) et ajuster P<sub>3</sub> afin d'avoir une indication sur l'ampèremètre LCD identique à celle du multimètre de référence (la valeur lue augmente quand on tourne P<sub>3</sub> dans le sens horaire). Il est alors peut-être nécessaire de retoucher le réglage du zéro *via* P<sub>2</sub> en déconnectant la charge.

Il ne vous reste plus qu'à vérifier que l'EPROM est correctement programmée : il suffit pour cela de passer en revue toutes les tensions de sortie possibles. Si une tension de sortie erronée de plus de 100 mV apparaît, il y a une erreur de programmation de l'EPROM. La retirer et vérifier son contenu avec le programmeur. Si son contenu est correct, vérifier votre câblage, vos soudures, les résistances R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> et R<sub>13</sub> (qui doivent être à 1 %, rappelons-le) et la tension de référence de 2,55 V (broche 1 de IC<sub>1</sub>).

Si tout est correct, il ne reste plus qu'à réaliser le montage mécanique de l'ensemble dans son coffret EB 21/08.

### 3.6. Montage en boîtier

Le plan de perçage de la face avant est donné figure 12 : il sera peut-être nécessaire de modifier légèrement la fenêtre des roues codeuses selon leurs dimensions. La sérigraphie est obtenue à l'aide de transferts (lettres et traits) recouverts d'une feuille de plastique adhésif transparent.

La disposition interne du circuit imprimé principal et du transformateur ne pose aucun problème : entretoises, vis, rondel-

```

10 REM Programme de calcul
  du contenu de l'EPROM
  2716
20 REM pour l'alimentation di-
  gitale
30 CLS
40 DIM a(2048)
50 FOR i=0 TO 2047
60 a(i)=0
70 NEXT i
80 OPEN "O", #1, "A:\ALIM.
  BIN"
90 FOR i=0 TO 255
100 j=INT(i/100)
110 k=INT((i-j*100)/10)
120 l=i-k*10-j*100
130 a(1+16*k+256*j)=i
140 PRINT "A('";l+16*k
  +256*j;')="";i
150 NEXT i
160 FOR i=0 TO 2047
170 PRINT #1,CHR$(a(i));
180 NEXT i
190 CLOSE #1

```

les et écrous. Seule précaution : éviter que la carte n'entre en contact avec le boîtier métallique.

Notons la possibilité de placer le transistor de puissance soit à l'intérieur (gain de place), soit à l'extérieur (meilleur refroidissement).

#### 4. UTILISATION

Deux fonctionnements possibles :

- En mode source de tension, il suffit d'afficher à l'aide des roues codeuses la tension de sortie désirée. Le potentiomètre P<sub>4</sub> de limitation d'intensité est alors positionné en fonction de la protection à assurer (courant max de sortie).

- En mode source de courant (pour charger des accumulateurs par exemple), placer les roues codeuses sur une valeur relativement forte (supérieure à la force contre-électromotrice de la charge, soit 15 V environ pour une batterie de 12 V), et ajuster P<sub>4</sub> afin de lire le courant de sortie désiré. Remarque : l'indication des roues codeuses ne correspond plus à la tension de sortie réelle. Il est préférable de diminuer la tension de consigne jusqu'à la limite du fonctionnement correct afin de limiter la puissance dissipée par le ballast.

Patrick TISSOT

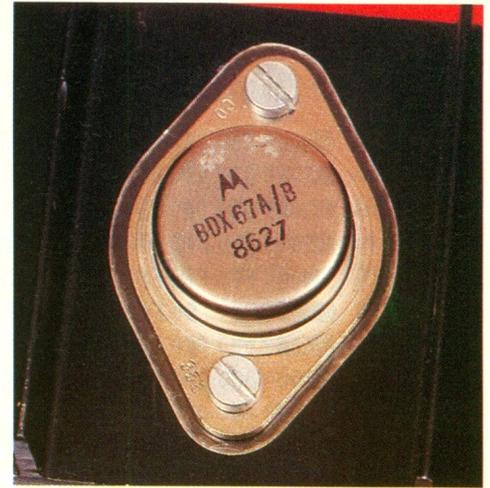


Photo 7. – Le transistor de sortie subit un refroidissement efficace grâce au radiateur placé sur la face arrière.

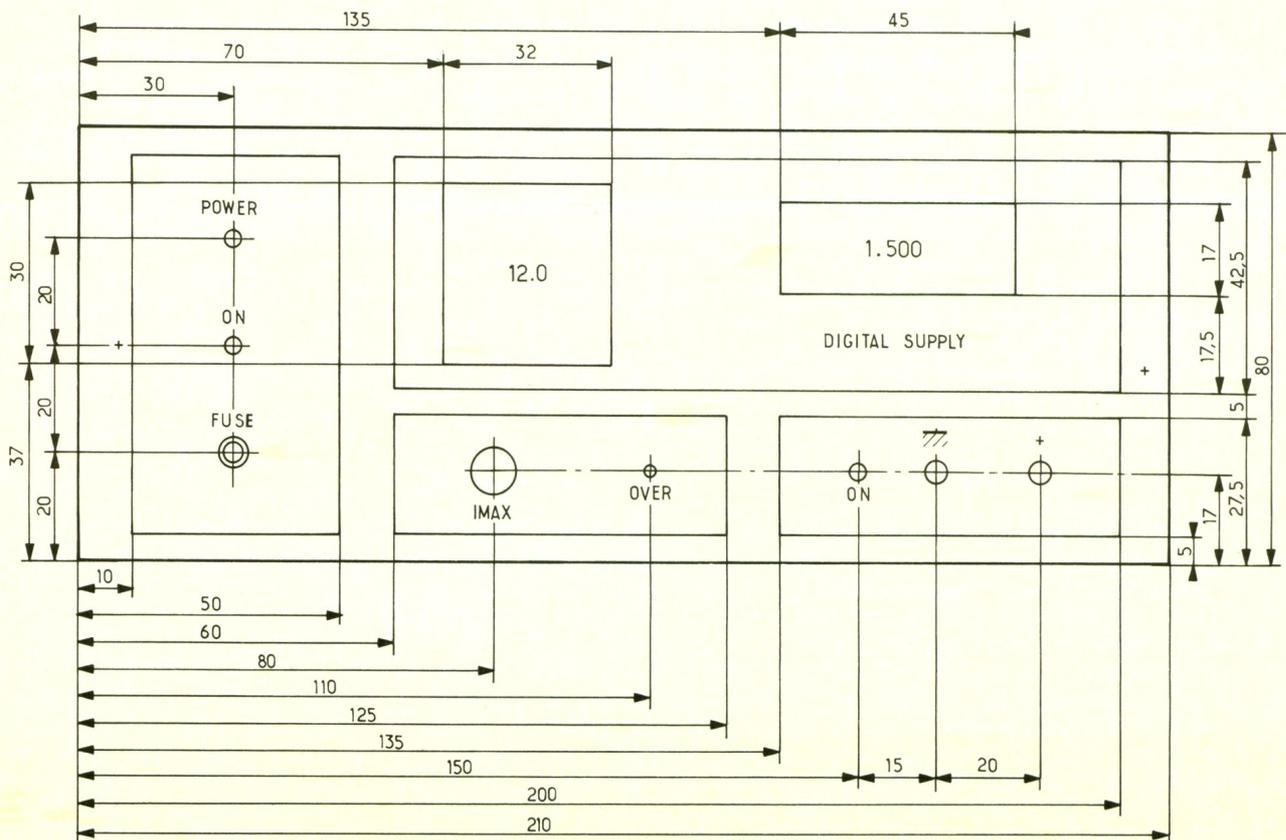
#### LISTE DES COMPOSANTS

R<sub>1</sub> à R<sub>8</sub> : 10 kΩ (réseau SIL ou 8 × 10 kΩ)

R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>11</sub> à R<sub>13</sub> : 1,27 kΩ 1 % (ou 1,2 kΩ triées) (marron, rouge, violet, marron)

R<sub>14</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, mar-



R15 : 22  $\Omega$  (rouge, rouge, noir)  
 R16 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 R17 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R18 : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)  
 R19 : 100  $\Omega$  3 W bobinée  
 R20 : 0,1 ou 0,15  $\Omega$  3 W bobinée  
 R21 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R22 : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)  
 R23 : 47  $\Omega$  (jaune, violet, noir)  
 R24 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 R25 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R26 : 0,33  $\Omega$  3 W bobinée  
 R27 : 90,9 k $\Omega$  1 % (blanc, noir, blanc, rouge)  
 R28 : 10 k $\Omega$  1 % (marron, noir, noir, rouge)  
 R29 : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 R30 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 P1 : 10 à 100 k $\Omega$  ajustable horizontale  
 P2 : 1 k $\Omega$  ajustable horizontale  
 P3 : 4,7 k $\Omega$  ajustable horizontale  
 P4 : 1 k $\Omega$   
 C1, C2, C6, C7, C10, C11 : 100 nF, 63 V  
 C3 : 22  $\mu$ F 63 V  
 C4 : 6,8 nF 63 V

C5 : 4 700  $\mu$ F 40 V  
 C8 : 100  $\mu$ F 40 V  
 C9 : 1 000  $\mu$ F 40 V  
 C12 : 22  $\mu$ F 63 V  
 D1, D2, D4, D5 : 1N4002  
 D6 : voyant LED 3 mm rouge  
 D7 : voyant LED 3 mm rouge  
 D8 : 1N4148 (2 ou 3 diodes en série, voir texte)  
 PD1 : pont de diodes 3 A 60 V  
 T1 : BC 547 (NPN)  
 T2 : BC 557 (PNP)  
 T3 : BDX 67 (transistor darlington de puissance)  
 T4 : 2N2222 (NPN)  
 IC1 : EPROM 2716  
 IC2 : DAC 800 (convertisseur numérique  $\rightarrow$  analogique)  
 IC3 : LM 324 (quadruple ampli-op)  
 IC4 : 7805 (régulateur + 5 V)  
 IC5 : 7805 ou 78L05 (régulateur + 5 V)  
 IC6 : 7915 (régulateur - 15 V)  
 RC1 à RC3 : roue codeuse BCD 10 positions  
 2 flasques pour roues codeuses  
 Connecteur DIP 16 broches  
 Câble en nappe 16 conducteurs  
 TR1 : transformateur 24 V 48 VA  
 F1 : fusible 500 mA 5 x 20

Porte-fusible châssis  
 I1 : inter unipolaire 2 A 250 V  
 I2 : inter unipolaire 3 A  
 2 supports 16 broches  
 1 support 14 broches  
 1 support 24 broches  
 1 bouton pour potentiomètre  
 1 refroidisseur pour TO 220  
 1 refroidisseur pour TO 3 (1  $^{\circ}$ C/W ou moins)  
 Fil de câblage de forte section (1,5 mm<sup>2</sup>)  
 2 embases banane (1 rouge et 1 noire)  
 Boîtier ESM EB 21/08 FA  
 Fil et fiche secteur  
 Passe-fil  
 Visserie 3 mm, entretoises  
 1 kit voltmètre LCD Sélectronic réf. 41.655

FLUKE ET PHILIPS - L'ALLIANCE EN TEST ET MESURE

FLUKE.



PHILIPS



## Fluke redéfinit le multimètre

Les multimètres de la nouvelle Série 80 ne sont pas seulement numériques, ils sont aussi analogiques, compteurs-fréquence-mètres, enregistreurs, capacimètres et encore plus...

Avec des innovations que seul Fluke peut vous offrir, comme la mesure du rapport cyclique, ou l'enregistrement de valeurs Min/Max et la moyenne d'un signal, ou une indication sonore Min/Max pour de nouvelles valeurs hautes ou basses.

La protection exclusive d'entrée Input Alert, qui vous indique quand les connexions ne sont pas adaptées en fonction de la mesure à effectuer. Et une protection exclusive : avec le boîtier Flex-Stand, ainsi vous pouvez utiliser les multimètres Série 80 dans les conditions les plus sévères.

Pour en savoir plus :

Tél. : PARIS (1) 49.42.80.80

PROVINCE n° Vert 05.48.95.80

LISTE DE NOS DISTRIBUTEURS SUR DEMANDE.

S.A. PHILIPS INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

Division Science et Industrie, 105, rue de Paris, B.P. 187  
93003 BOBIGNY CEDEX - (1) 49.42.80.80 - 235 546 Induphi



PHILIPS

TM 19/91

# INTERRUPTEUR A TOUCHE SENSITIVE ET TELERUPTEUR



Deux fonctions pour le même circuit, c'est ce que permet de réaliser le montage que nous vous proposons. Comme vous allez pouvoir en juger, il suffira de changer la valeur d'un composant pour passer de l'un à l'autre. Et bien que nous proposons deux circuits imprimés différents, l'un comme l'autre pourront fonctionner dans les deux configurations.

Les deux versions n'ont été envisagées que pour satisfaire à des impératifs liés aux connexions ou à l'insertion dans un boîtier.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BASCULE

La fonction « Télerrupteur » fait bien entendu appel à une bascule dont la sortie doit changer d'état après chaque appui sur le (ou les) poussoir(s) de commande. Le circuit de la **figure 1** qui utilise les quatre portes NOR d'un boîtier 4001 remplit très bien cette fonction.

Les portes 3 et 4 constituent une bascule RS. Rappelons brièvement que, pour une telle bascule, l'application momentanée ou permanente d'un niveau logique « 1 » sur l'entrée de commande S a pour effet d'imposer le passage de la sortie Q à « 1 » si elle n'y était déjà. « S » est l'entrée de mise à « 1 » (SET en anglais). Avec l'entrée R, l'effet est inverse puisque Q passe à

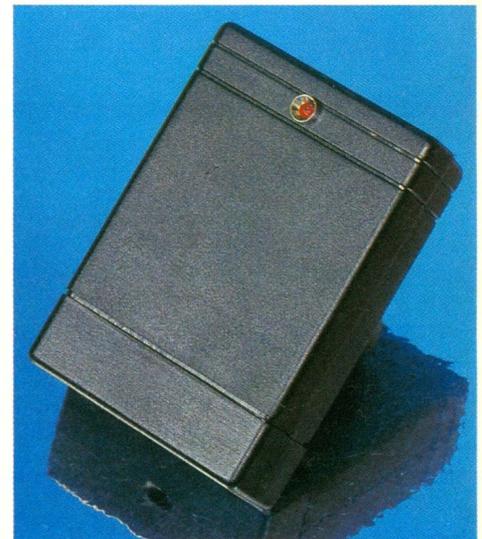
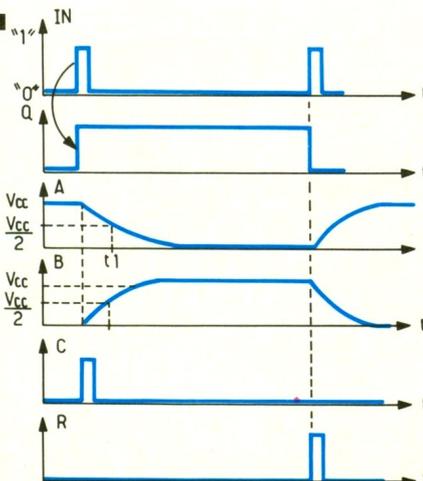
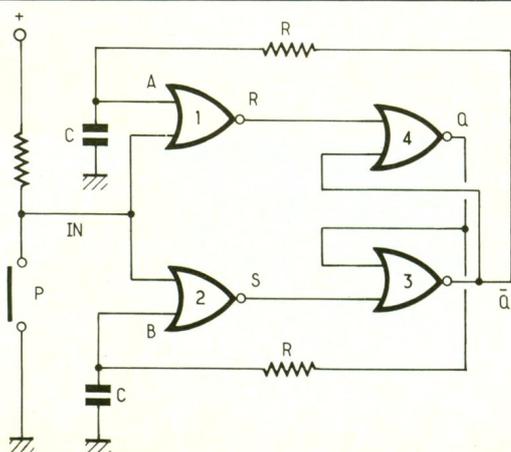
« 0 », R est donc l'entrée de remise à « 0 » (RESET en anglais).

Pour comprendre le fonctionnement du montage de la **figure 1**, nous supposons que l'état initial (à l'instant 0 -) est Q = et bien évidemment Q = 1. Le montage étant au repos, les entrées « A » et « B » sont dans l'état « 1 - 0 » première ligne du tableau de la **figure 2**. En tenant compte de la table de vérité d'une porte NOR on en déduit que R et S sont à « 0 ».

Si à l'entrée 0 on appuie sur le poussoir P (nous supposons cet appui de courte durée), l'entrée « IN » passe momentanément à

	IN	A	B	R	S	Q	Q
t = 0 -	1	1	0	0	0	0	1
t = 0 + 0*	1	0*	0	1*	1	1	0
t = t <sub>1</sub>	1	0	1	0	0	1	0

appui sur P



« 0 ». Nous nous trouvons alors dans la deuxième ligne du tableau (instant 0 +), où nous remarquons que le signal S est passé à « 1 » puisque les entrées « IN » et « B » de la porte NOR<sub>2</sub> sont toutes deux à « 0 ». La sortie Q passe donc à « 1 ». Ce niveau « 1 » ne sera répercuté sur l'entrée B qu'au bout d'une durée t<sub>1</sub> = 0,7 R\*C nécessaire pour que la tension aux bornes de C dépasse le niveau V<sub>cc</sub>/2. Simultanément, l'entrée A passera à « 0 ». Les chronogrammes de la **figure 3** montrent l'évolution des signaux en fonction du temps.

Si un nouvel appui intervient sur P après le délai t<sub>1</sub>, il en résultera un retour de la sortie Q à « 0 ». En revanche, si l'on appuie 2 fois ou plus sur P pendant la durée t<sub>1</sub>, tout se passe comme s'il n'y avait eu qu'une seule action.

On remarquera que si P est maintenu appuyé en permanence, la sortie Q passe alternativement de l'état « 0 » à l'état « 1 » et vice et versa avec une période égale à 1,4 R\*C.

1 Quatre portes NOR suffisent à réaliser le télerrupteur.

2 La table de vérité.

3 Chronogramme de fonctionnement.



## PASSAGE « TELÉRUPTEUR » « INTERRUPTEUR A TOUCHE SENSITIVE »

Dans le fonctionnement en « télérupteur » on prendra pour  $R_1$  une résistance de  $10\text{ k}\Omega$  et l'on connectera entre l'entrée IN et la masse autant de poussoirs qu'il y a de points de commande.

Pour passer à la version « touche sensitive »,  $R_1$  aura une valeur portée à plusieurs mégohms (au moins  $3,9\text{ M}\Omega$ ), la valeur exacte n'étant absolument pas critique. L'entrée « IN » sera alors reliée à l'élément métallique qui servira de touche sensitive.

Nous remarquons sur le schéma que la sortie Q est chargée par une diode LED, un modèle haute luminosité, compte tenu du courant disponible qui est limité par  $R_6$  à 4 ou 5 mA. Nous avons utilisé cette option dans la version touche sensitive en prenant comme élément métallique le support pour diode LED, qui, de ce fait, peut être repéré dans le noir dans le cas où l'on utiliserait ce dispositif pour allumer par exemple une lampe puisque la LED est alimentée lorsque  $Q = 0$ . Nous ne pensons pas que cette option puisse intéresser la version télérupteur car en général ce type de dispositif n'est pas forcément situé près d'un poussoir de commande, et, de toute manière, il ne peut être situé à plusieurs endroits en même temps. C'est pour cette raison que ni  $R_6$  ni la LED ne figurent sur le module « télérupteur ».

## REALISATION PRATIQUE

Les figures 5, 6, 7 et 8 donnent les typons et l'implantation des composants correspondant aux deux versions. Les modifications essentielles concernent la place des borniers qui ont été disposés de part et d'autre du circuit imprimé dans la version touche sensitive, alors que, dans la version télérupteur, toutes les liaisons ont lieu du même côté du circuit imprimé. Cette disposition devrait faciliter les raccordements dans un cas comme dans l'autre. Nous avons mis le module à touche sensitive dans un boîtier MMP de type C1 et l'on peut juger du résultat obtenu avec les photographies.

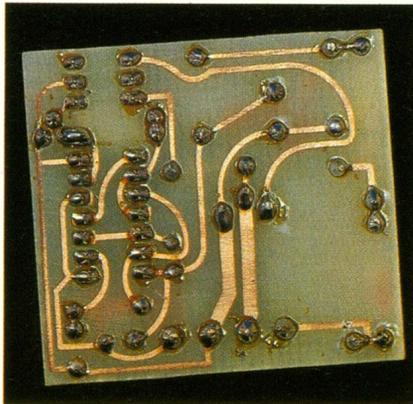


Photo 5. - Le circuit imprimé reste simple à reproduire.

L'encombrement des modules est tel que ceux-ci trouvent facilement leur place dans les boîtiers de raccordement (à encastrer ou non) de type Legrand par exemple.

Il est recommandé pour ces modules de respecter la distinction entre fil de phase et fil neutre. Cet impératif permettra d'éviter les désagréments liés au secteur présent en de nombreux points des modules en cas d'intervention sous tension.

On peut remarquer que le triac est utilisé sans radiateur. Il faudra donc se limiter à des puissances de l'ordre de 300 ou 400 W.

## NOMENCLATURE

### Résistances

$R_1$  : voir texte  
 $R_2, R_3$  :  $4,7\text{ M}\Omega$  (jaune, violet, vert)  
 $R_4, R_5, R_6$  :  $1\text{ k}\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_7$  :  $220\text{ k}\Omega$ ,  $0,5\text{ W}$  (rouge, rouge, jaune)  
 $R_8$  :  $33\ \Omega$ ,  $1$  ou  $2\text{ W}$  (orange, orange, noir)

### Condensateurs

$C_1, C_2$  :  $0,33$  ou  $0,47\ \mu\text{F}$  (tantale)  
 $C_3$  :  $1\text{ nF}$   
 $C_4$  :  $0,22\ \mu\text{F}$   $400\text{ V}$   
 $C_5$  :  $100\ \mu\text{F}$   $25\text{ V}$  (radial)

### Divers

$IC_1$  : CD 4001  
 $IC_2$  : MOC3020  
TR : triac TIC 222 D  
D : 1N4004  
 $D_2$  : Zener BZX85C,  $7,5\text{ V}$   
DEL : LED haute luminosité  
Bornier pour circuit imprimé à 2 ou 4 bornes en fonction du type de montage

## LA TELEVISION A HAUTE DEFINITION

## LA TÉLÉVISION HAUTE DÉFINITION

TV améliorée  
haute définition  
systèmes mondiaux  
évolution

René BESSON

Il est admis que la télévision actuelle a atteint ses limites techniques et que, désormais, l'avenir est à la télévision à haute définition et à sa technologie totalement nouvelle.

La proposition japonaise est incompatible avec les appareils actuels et impose un renouvellement total du parc. L'étude européenne, quant à elle, est progressive et compatible, à l'image de ce qui s'est passé lors de l'introduction de la couleur.

Les Etats-Unis ont également choisi cette voie, mais avec des impératifs techniques différents. Comme on peut s'en douter, la situation actuelle est donc complexe, et c'est pourquoi il est indispensable de faire le point.

C'est précisément l'objet de ce livre. Il s'adresse à un large public, car il reprend les bases techniques de la télévision et des systèmes de couleur, avant d'exposer et d'expliquer de façon précise les trois types de solutions de télévision à haute définition qui sont à l'étude à travers le monde. Prix de l'ouvrage : 150 F.

Editions Radio  
11, rue Gossin  
92543 Montrouge Cedex.

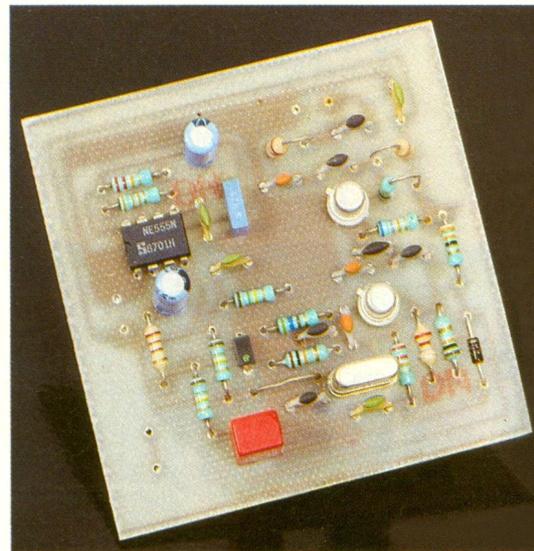
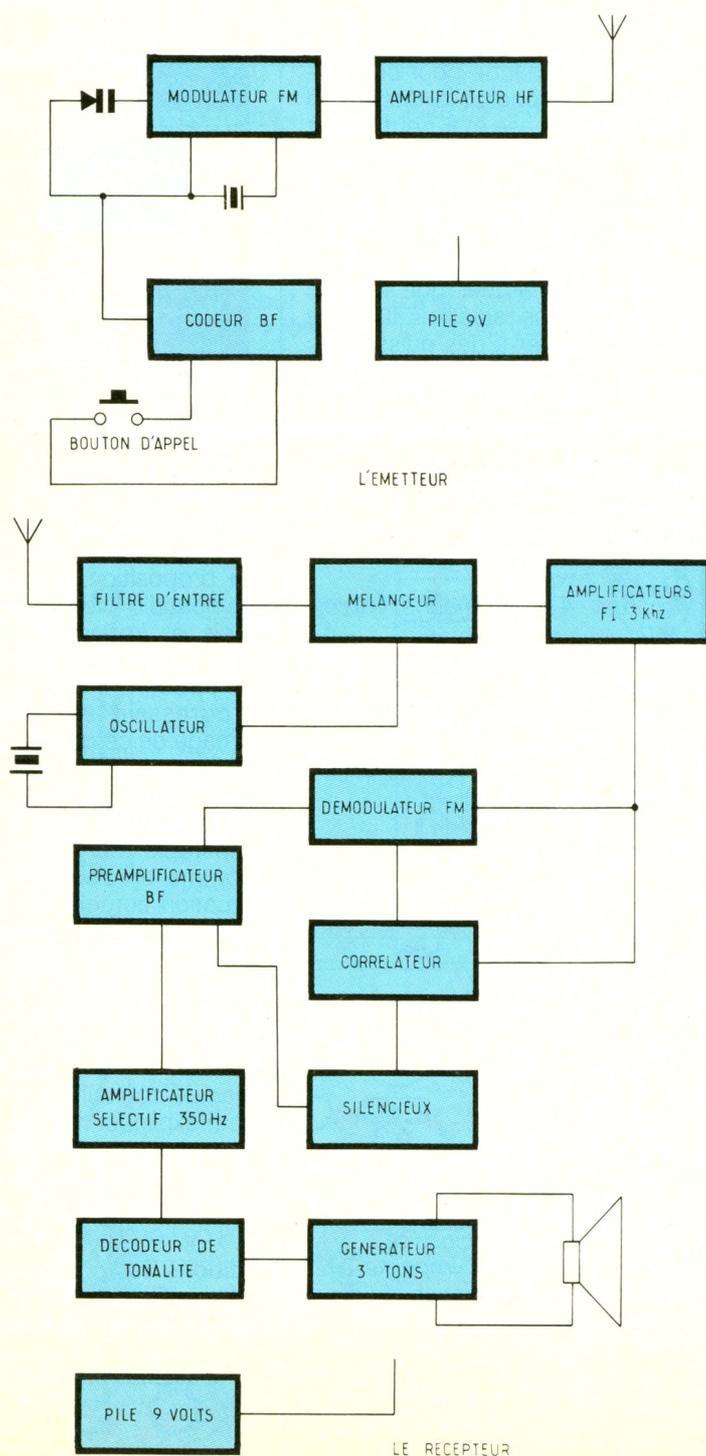
# SONNETTE DE PORTAIL SANS FIL



La mise en place d'un câble bifilaire entre la porte de son jardin et son domicile présente parfois quelques difficultés. Il suffit, par des moyens adéquats, de confectionner un système d'émetteur-récepteur possédant un codage particulier, afin de parer aux aléas du fil. Notre but aujourd'hui atteint fera, nous l'espérons, le bonheur de nos lecteurs.

1

Le principe de l'émetteur est basé sur un oscillateur à quartz.



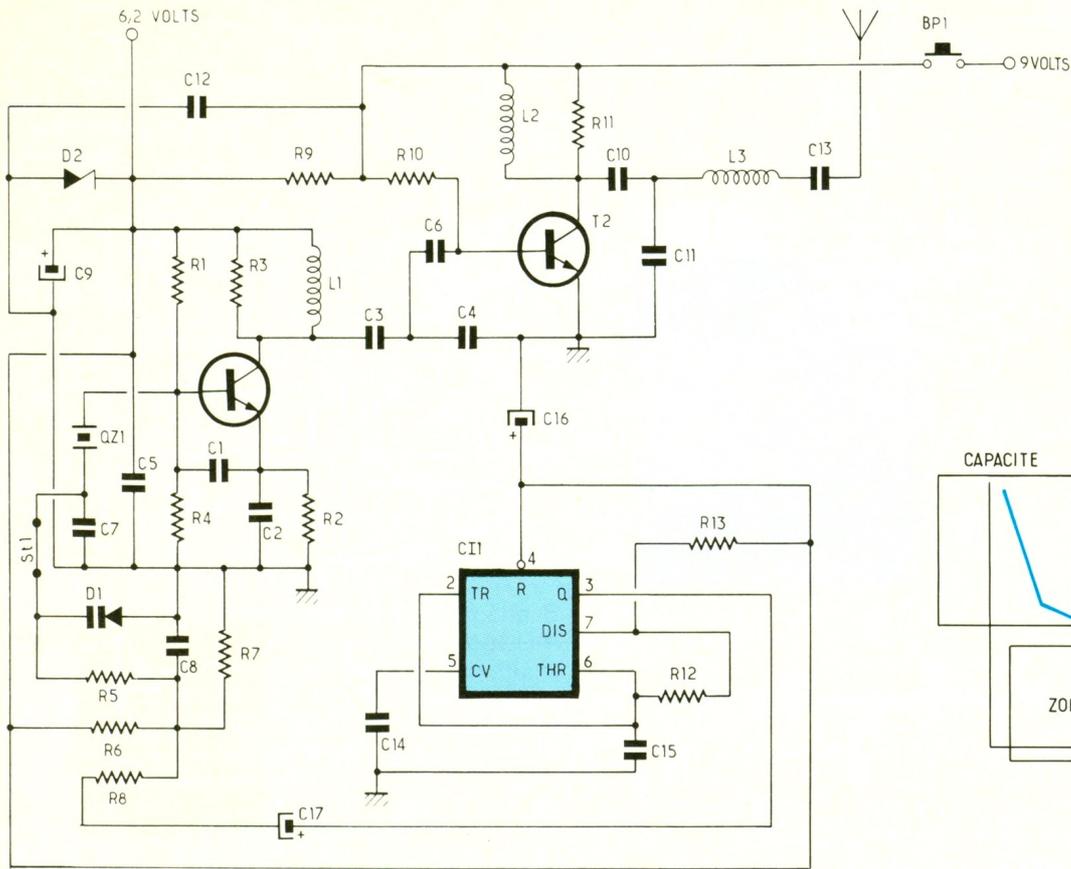
## CARACTERISTIQUES DE L'ENSEMBLE

### L'émetteur

Puissance de sortie : moins de 10 mW.  
Tension d'alimentation : 9 V.  
Consommation de courant : 15 mA.  
Fréquence : bande des 72 MHz, 76,6 MHz sur la maquette.  
Modulation : F3 (NBFM).

### Le récepteur

Sensibilité utile : 10  $\mu$ V.  
Tension d'alimentation : 9 V.  
Consommation de courant en veille : moins de 10 mA.  
Fréquence d'utilisation : bande des 72 MHz, 72,6 MHz sur notre maquette.  
Modulation : F3 (NBFM).

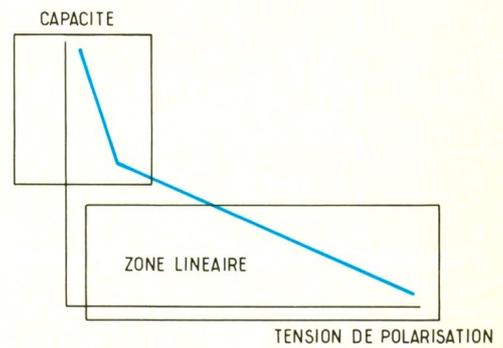


2

Le schéma de l'émetteur avec un classique NE 555.

3

La courbe de variation d'une Varicap.



## PRESENTATION DE L'ENSEMBLE

Le support de transmission prend la forme d'une onde modulée en fréquence par la tonalité BF de codage. Un NE555 génère celle-ci qui vaut 350 Hz, elle vient exciter une diode varicap faisant ainsi varier la résonance du quartz de part et d'autre de sa valeur. La fréquence d'émission se place environ 3 kHz en dessous de celle du récepteur. L'oscillateur se compose d'un montage Colpitts où la tension HF vient aux bornes du circuit résonant du collecteur. L'amplitude du signal HF se retrouve portée à un niveau

suffisant par un amplificateur sélectif et son adaptateur d'antenne. Le récepteur, conçu de manière à lui donner une parfaite autonomie, reste de dimensions modestes. Son cœur repose sur l'emploi du circuit intégré TDA7000 développé par la firme Philips pour des applications large bande.

Nous vous avons promis, il y a quelque temps, que le TDA7000 subirait une opération chirurgicale dans sa configuration externe afin de lui donner la possibilité de réaliser des fonctions de récepteur en bande étroite. L'antenne constituée d'un élément télescopique ou d'un fil de 1 m

de long reçoit l'onde HF produite par l'émetteur et l'applique aux bornes d'un filtre passe-bande. Vient le mélangeur qui transforme le signal d'entrée – par l'apport d'une fréquence extérieure produite par un oscillateur à quartz – sur la valeur de la FI, située ici à 3 kHz. Amplifiée puis filtrée, elle attaque le démodulateur FM pour restituer la tonalité désirée qui déclenchera le décodeur NE 567. Centré sur 350 Hz, un amplificateur sélectif la porte à une amplitude suffisante pour exciter le décodeur de tonalité cité plus haut. Correspondant à la valeur prédéterminée, un générateur trois tons s'active et attaque

Photo 2. – Les composants restent classiques.

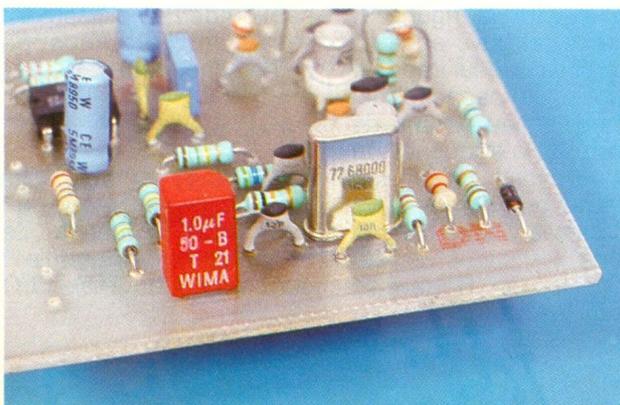
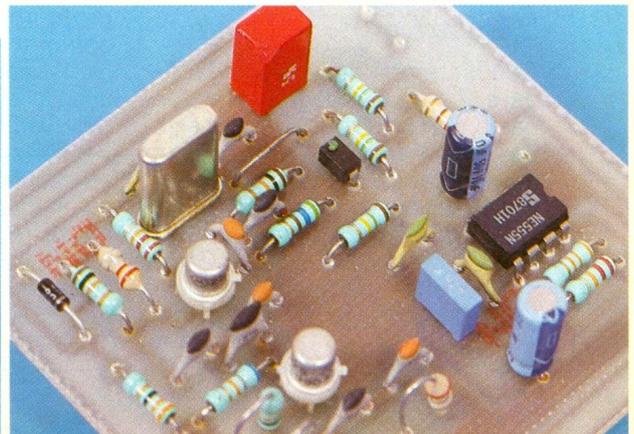
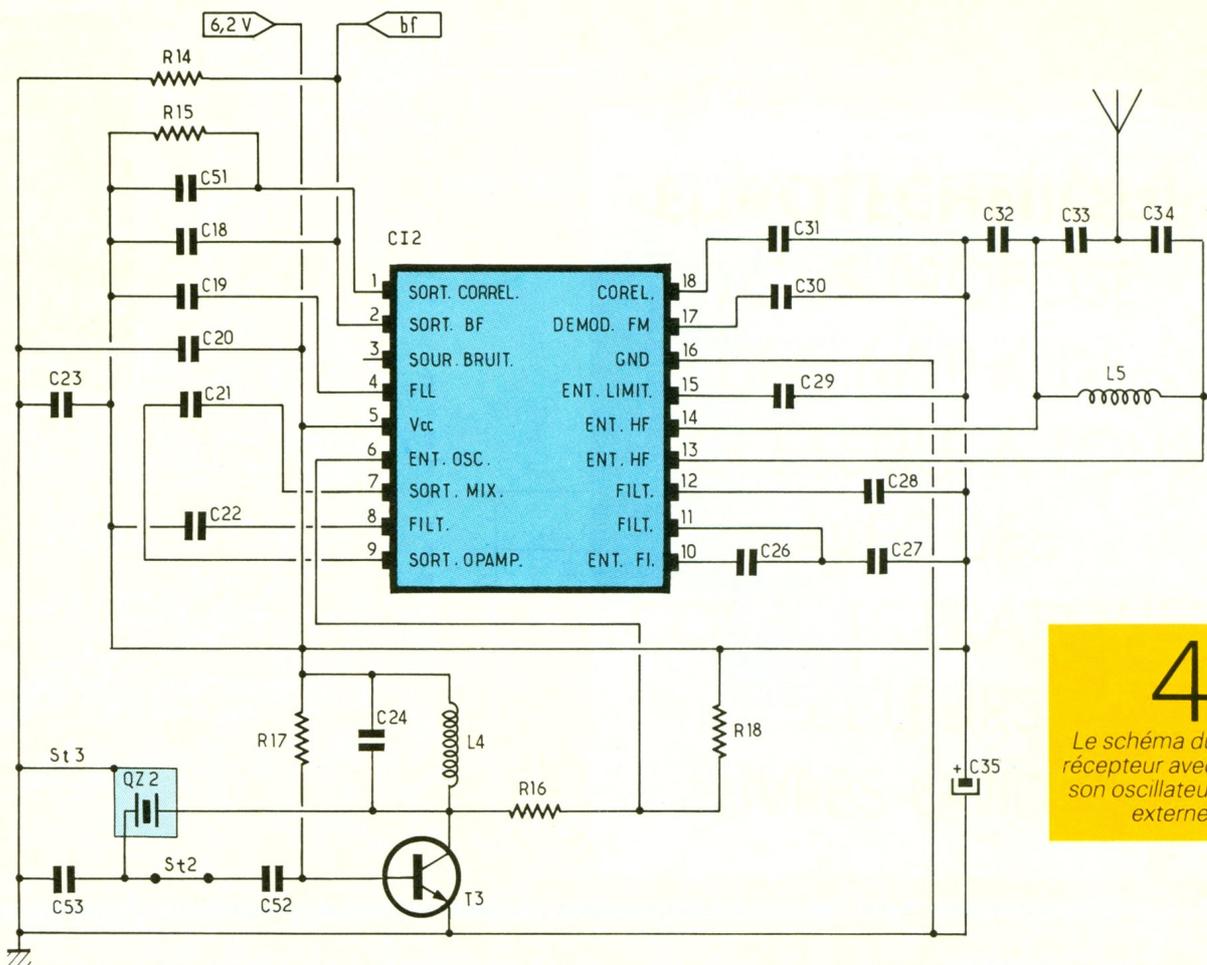


Photo 3. – L'émetteur prend de petites dimensions avec une implantation pourtant aérée.





4

Le schéma du récepteur avec son oscillateur externe.

un haut-parleur avec une puissance de l'ordre de 10 mW. Et vous voilà prévenu de la présence d'une personne qui vous réclame, où que vous soyez dans votre maison. La **figure 1** regroupe toutes les fonctions nécessaires au fonctionnement de l'appareil sous la forme d'un synoptique explicatif. Notez l'action prépondérante du corrélateur qui coupe la sortie basse fréquence du TDA7000 dès l'absence de porteuse, autrement le décodeur réagirait au moindre parasite ou émission inopportune.

## LE SCHEMA DE PRINCIPE

### L'émetteur

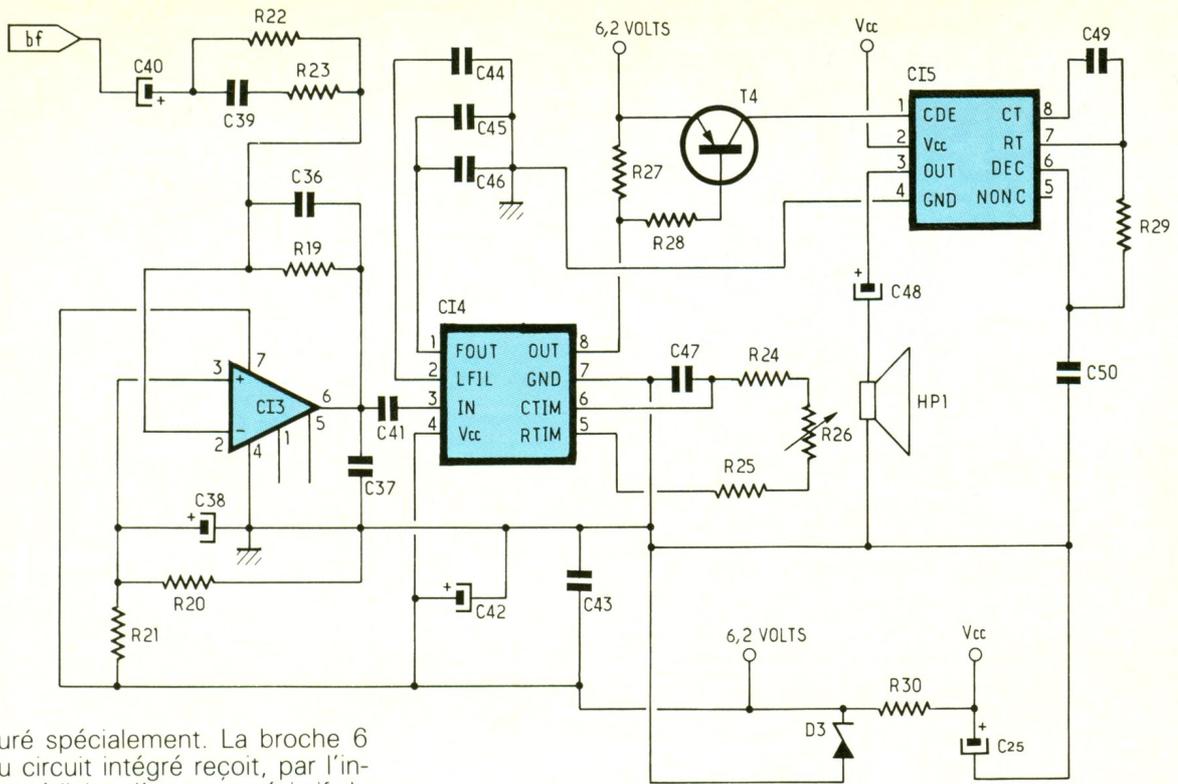
Son schéma apparaît à la **figure 2**. Le « codage » effectué par la transmission d'une tonalité de basse fréquence présente l'avantage de concevoir un ensemble simple et de faible coût. Le générateur BF bâti autour du NE555 produit un signal rectangulaire d'une fréquence voisine de 350 Hz.

Le critère de sélection d'une telle tonalité vient du fait que l'occupation spectrale reste réduite à son strict minimum, par rapport à la fréquence centrale du quartz. Il faut toujours garder présent à l'esprit qu'il existe une relation entre la fréquence de modulation et la largeur de bande d'un canal de transmission, ce qui vaut en modulation d'amplitude le reste (dans d'autres conditions) en modulation de fréquence. La broche 3 du NE555 parvient au modulateur FM par l'intermédiaire d'un pont résistif qui porte au potentiel  $V_{CC}/2$  la tension de polarisation inverse de la diode varicap. De la sorte, nous plaçons la variation de capacité dans la région linéaire de sa courbe, comme le montre la **figure 3**. Cette diode se retrouve en série avec le quartz afin de lui imposer des variations de capacité qui viennent modifier, au rythme de la modulation BF, la fréquence de résonance du cristal. La tension HF se retrouve aux bornes d'un circuit RLC parallèle situé dans le collecteur du transistor oscillateur. La résistance R permet

d'augmenter la bande passante du réseau et facilite ainsi la mise en route du montage, la mise au point devient moins rigoureuse. Un pont capacitif transfère la tension HF sous faible impédance sur la base du transistor amplificateur polarisé en régime linéaire, offrant ainsi un fonctionnement stable quelle que soit la longueur de l'antenne utilisée. Un circuit série apporte une faible impédance sur la longueur d'onde de l'émetteur pour attaquer l'antenne constituée par un fil de 1 m de long. La mise en route de la platine s'effectue par l'appui sur le bouton-poussoir situé sur le boîtier. L'ensemble se trouve alimenté par une pile de 9 V, et toutes les fonctions à l'exception de l'amplificateur final se retrouvent régulées par une diode Zener de 6,2 V.

### Le récepteur

La **figure 4** montre le schéma de principe du récepteur de la section haute fréquence. Le fonctionnement du module repose sur l'emploi du TDA7000 confi-



guré spécialement. La broche 6 du circuit intégré reçoit, par l'intermédiaire d'un pont résistif, la tension à haute fréquence produite par l'oscillateur à quartz externe. L'atténuateur composé de deux résistances joue deux rôles essentiels : il affaiblit de 6 dB l'amplitude de sortie de l'oscillateur, et il évite l'entrée en oscillation du TDA7000 par le couplage direct de sa broche 6 et du circuit accordé de l'oscillateur. Le quartz disposé entre la base et le collecteur rentre en résonance sur sa fréquence parallèle. De ce fait, la différence entre l'émetteur et le récepteur vaut environ 3 kHz. Cet écart donne la valeur de la FI que l'on traite à l'aide d'amplificateurs opérationnels formant une suite de filtres actifs. L'utilisation d'une fréquence intermédiaire aussi basse évite la mise en œuvre de composants particuliers (restant toutefois classiques pour nos lecteurs) sans dégrader les performances de l'ensemble. Le démodulateur fonctionne avec un circuit de quadrature bâti autour d'un réseau RC, tandis que le silencieux BF travaille en tout ou rien avec la cohérence de phase qui existe entre son entrée directe et la sortie du démodulateur FM. Le signal basse fréquence transmis par l'émetteur se retrouve sur la broche 2 du TDA7000 où vient se connecter l'entrée du filtre décrit ci-dessous.

C40, d'une capacité de 10  $\mu$ F, rejoint un filtre passe-bande de faible sélectivité, construit autour de l'amplificateur opérationnel CI3. Le groupement série-parallèle de R22/R23-C39 procure l'accentuation de l'amplitude des fréquences jusqu'à 350 Hz, puis à ce moment intervient le réseau de contre-réaction R19-C36-C37 qui fait accuser une réduction de l'amplitude de ce signal. En fait, nous avons simplement mis en série un filtre passe-haut en série avec un filtre passe-bas, pour cette raison, il devient délicat de préciser une valeur déterminée du facteur de surtension. Comme chacun le sait, ce facteur influence la largeur de la bande

passante d'un filtre quelconque, lorsqu'il prend une valeur élevée, le filtre devient pointu, et inversement, mais dans ce cas, il faut respecter des règles strictes. Dans notre cas, et avec ce montage, nous tenons une plage de tolérance respectant celle des composants, de l'ordre de 20 % dans le pire des cas. Le circuit intégré CI4 constitue la charnière entre la sortie démodulée de CI2 et l'action du générateur trois tons. Il produit un niveau bas qui vient saturer le transistor PNP T4, ainsi la broche 1 de CI5 passe à l'état haut et active le haut-parleur. La résistance R26 ajuste la fréquence centrale du décodeur de tonalité.

Photo 4. - Il suffit de quatre circuits intégrés pour mettre en œuvre ce récepteur.

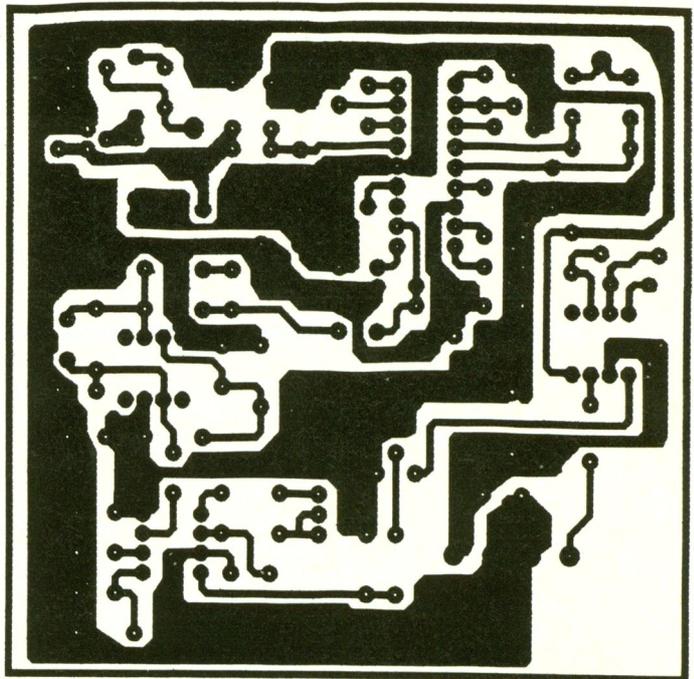
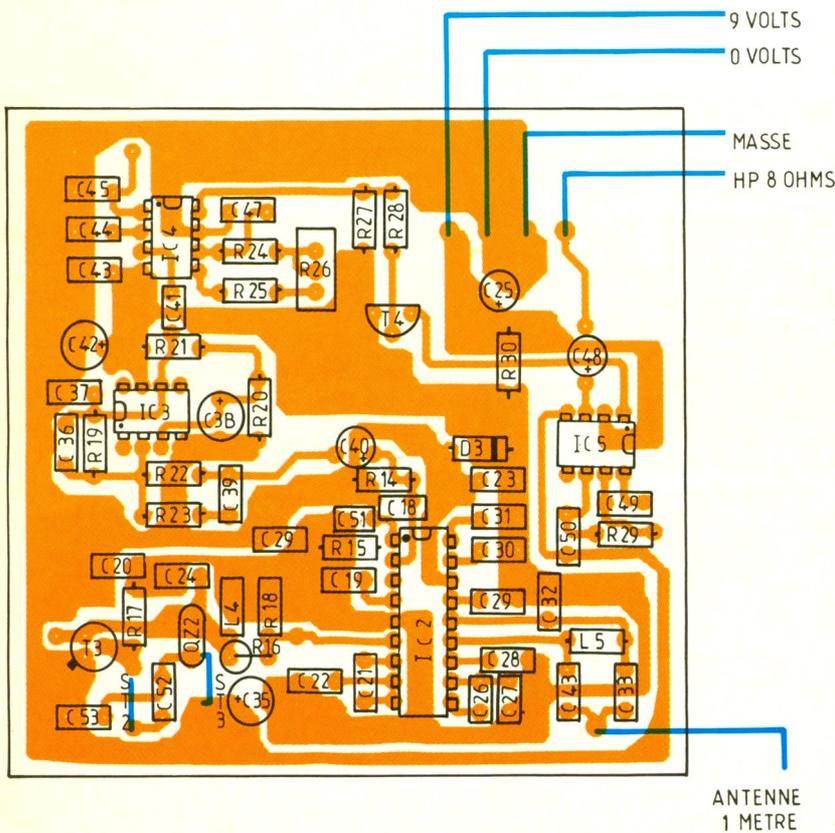
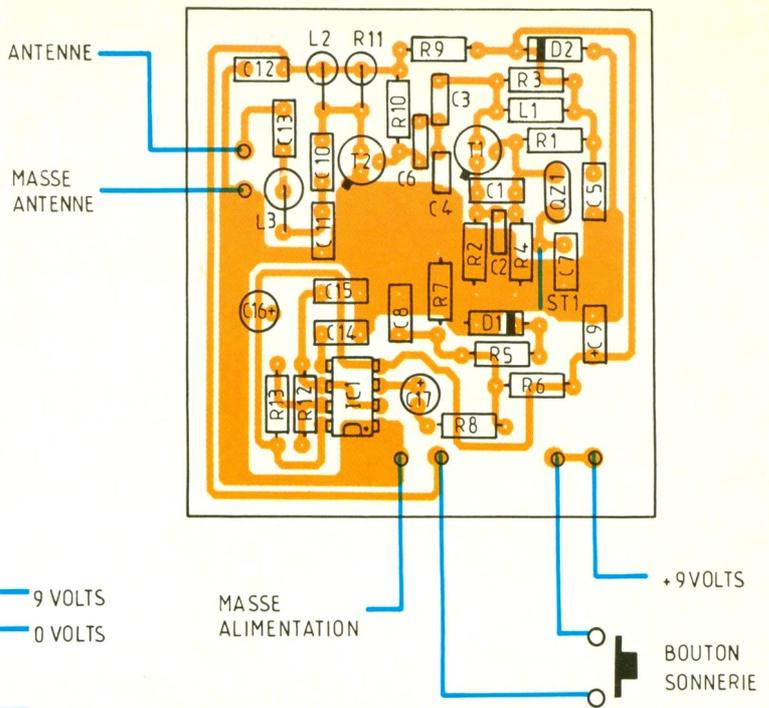
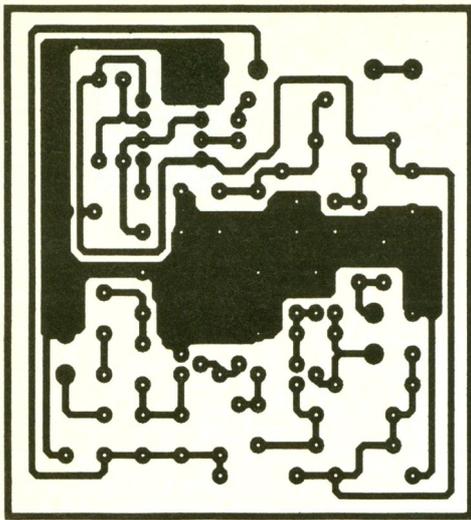


## SECTION BASSE FREQUENCE (fig. 5)

La tonalité de faible amplitude transmise par le condensateur

à 86

Dessins des circuits imprimés avec les implantations des composants.



## REALISATION PRATIQUE

Les figures 6, 7, 8 et 9 donnent respectivement les dessins des circuits imprimés et implantations des composants de l'émetteur et du récepteur. La fabrication des deux circuits imprimés fait appel à plusieurs méthodes. La plus simple consiste à recourir aux différents annonceurs de la revue pour leur réalisation. Vous pourrez aussi user de patience en appliquant méticuleusement des bandes et des pastilles – si vous n'avez toujours pas découvert la méthode photographique –, utili-

sant soit du film Posireflex ou Reprophane.

Les trous prennent un diamètre de 0,8 mm sauf pour les quartz qui demandent des trous de 1,1 mm. Le boîtier du quartz de réception rejoint la masse par un strap ST3, les transistors prennent place sur des entretoises. Les coffrets utilisés seront plutôt en matière plastique pour faciliter les différentes tâches mécaniques. L'émetteur prendra place dans un modèle étanche que l'on trouve en quincaillerie, son antenne prendra la forme d'une longueur de fil de 1 m que vous tendrez à la verticale. Le récepteur

viendra plutôt se loger à l'intérieur d'un petit boîtier plat de la tôle plastique, son antenne sera ici un modèle télescopique. La seule mise au point que nécessite ce montage reste le réglage de R<sub>26</sub> pour entendre sentir la sonnerie trois tons dans le haut-parleur. Nous espérons avoir été suffisamment clair et précis pour vous permettre de réaliser ce montage. Nous aurons des occasions futures pour vous présenter des réalisations s'articulant autour du TDA7000, alors, bon courage et à bientôt pour de nouvelles aventures radiophoniques !

Ph. B.

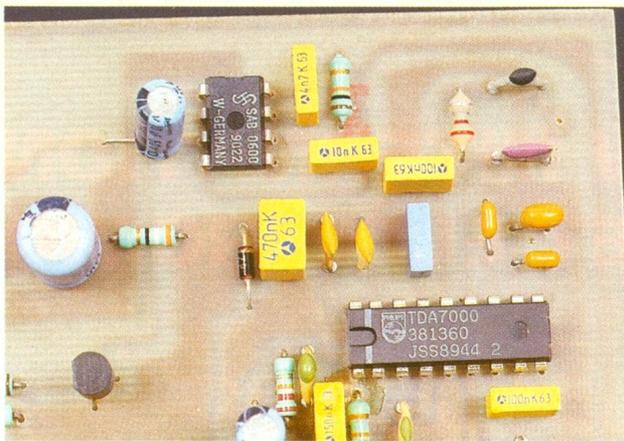


Photo 5. – Le TDA 7000 utilisé ici comme récepteur à bande étroite.

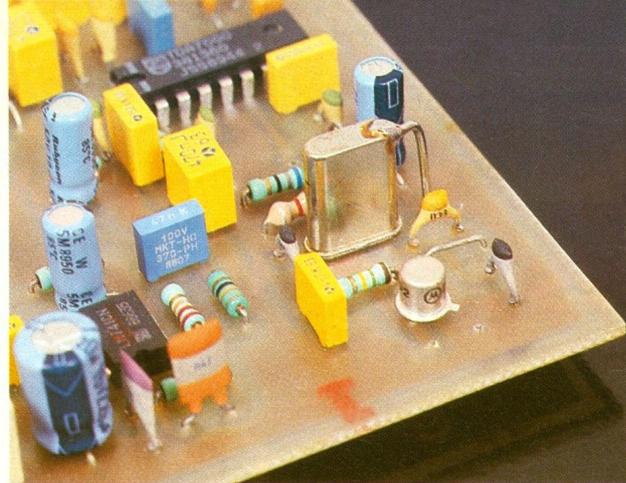


Photo 6. – Vue plongeante sur l'oscillateur équipé du même quartz que celui de l'émetteur.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### L'émetteur

#### Les résistances

$R_1$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 $R_2$  : 560  $\Omega$  (vert, bleu, marron)  
 $R_3, R_4$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_5, R_6, R_7$  : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)  
 $R_8$  : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)  
 $R_9$  : 33  $\Omega$  (orange, orange, noir)  
 $R_{10}$  : 68 k $\Omega$  (bleu, gris, orange)  
 $R_{11}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{12}$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)  
 $R_{13}$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)

#### Condensateurs

$C_1, C_4$  : 33 pF  
 $C_2, C_3$  : 56 pF  
 $C_5, C_8$  : 10 nF  
 $C_6$  : 100 pF  
 $C_7$  : 12 pF  
 $C_9$  : 1  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{10}$  : 56 pF  
 $C_{11}$  : 33 pF  
 $C_{12}$  : 10 nF  
 $C_{13}$  : 22 pF  
 $C_{14}$  : 10 nF  
 $C_{15}$  : 47 nF  
 $C_{16}$  : 47  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{17}$  : 10  $\mu$ F, radial 12 V

#### Inductances

$L_1, L_2, L_3$  : 220 nH moulée axiale

#### Quartz

$QZ_1$  : quartz gamme 72 MHz, la maquette est dotée d'un modèle pour émetteur AM sur 72,600 MHz

#### Semi-conducteurs

$T_1, T_2$  : 2N2369A, transistor HF  
 $D_1$  : BB105G, diode à capacité variable

$D_2$  : BZX 6,2 V, diode de régulation  
 $Cl_1$  : NE 555, multivibrateur astable

#### Divers

1 boîtier étanche avec bouton-poussoir  
 1 pression pour pile 9 V  
 2 entretoises pour transistors 2N2369A  
 1 antenne fouet de 1 m  
 1 plaque de circuit époxy sensibilisé  
 1 strap « St1 »

### Le récepteur

#### Résistances

$R_{14}$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 $R_{15}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{16}, R_{18}$  : 68  $\Omega$  (bleu, gris, noir)  
 $R_{17}$  : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)  
 $R_{19}$  : 680 k $\Omega$  (bleu, gris, jaune)  
 $R_{20}$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 $R_{21}, R_{22}$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 $R_{23}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{24}, R_{25}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_{26}$  : 100 k $\Omega$ , ajustable multitour vertical  
 $R_{27}, R_{28}, R_{29}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{30}$  : 39  $\Omega$  (orange, blanc, noir)

#### Condensateurs

$C_{18}$  : 2,2 nF  
 $C_{19}$  : 4,7 nF  
 $C_{20}$  : 4,7 nF  
 $C_{21}$  : 100 nF  
 $C_{22}$  : 2,2 nF  
 $C_{23}$  : 470 nF  
 $C_{24}$  : 27 pF  
 $C_{25}$  : 220  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{26}$  : 4,7 nF  
 $C_{27}$  : 100 nF  
 $C_{28}, C_{30}, C_{31}$  : 3,3 nF  
 $C_{29}$  : 10 nF  
 $C_{32}$  : 10 nF

$C_{33}$  : 22 pF  
 $C_{34}$  : 180 pF  
 $C_{35}$  : 10  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{36}$  : 470 pF  
 $C_{37}$  : 220 pF  
 $C_{38}$  : 10  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{39}$  : 47 nF  
 $C_{40}$  : 10  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{41}$  : 100 nF  
 $C_{42}$  : 220  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{43}$  : 470 nF  
 $C_{44}$  : 330 nF  
 $C_{45}$  : 470 nF  
 $C_{46}$  : 220 nF  
 $C_{47}$  : 47 nF  
 $C_{48}$  : 10  $\mu$ F, radial 12 V  
 $C_{49}$  : 4,7 nF  
 $C_{50}$  : 10 nF  
 $C_{51}$  : 150 nF  
 $C_{52}$  : 330 pF  
 $C_{53}$  : 10 pF

#### Inductances

$L_4$  : 220 nH, moulée axiale  
 $L_5$  : 220 nH, moulée axiale

#### Quartz

$QZ_2$  : quartz de la gamme 72 MHz, la maquette est dotée d'une valeur de 72,600 MHz, plus ou moins 3 kHz (voir le texte)

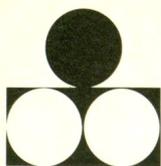
#### Semi-conducteurs

$Cl_2$  : TDA7000, récepteur FM  
 $Cl_3$  : LM741, ampli OP  
 $Cl_4$  : NE567, décodeur de tonalité  
 $Cl_5$  : SAB600, générateur trois tons  
 $T_3$  : 2N2369A, oscillateur HF  
 $T_4$  : BC560C, transistor de commutation  
 $D_3$  : BZX 6,2 V, diode de régulation

#### Divers

HP1 : 1 haut-parleur 8  $\Omega$ , 100 mW  
 1 pression pour pile 9 V  
 1 boîtier  
 1 antenne télescopique de 1 m  
 1 interrupteur de marche-arrêt  
 1 plaque de circuit époxy  
 1 strap « St2 »

# TAPIS VERT



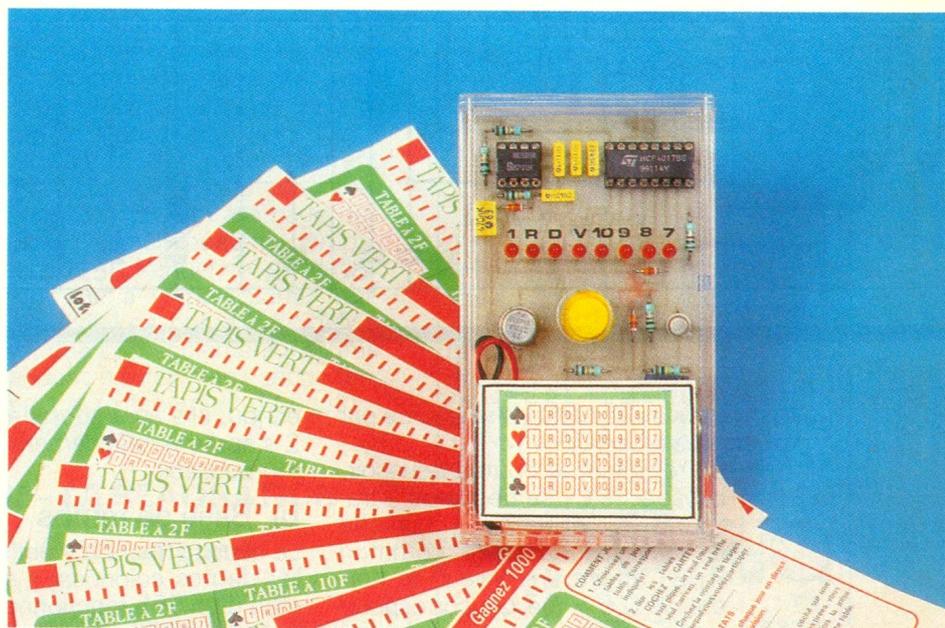
La fortune vous sourira peut-être grâce à ce montage sans prétention, dont la caractéristique essentielle est la réalisation d'un tirage parfaitement aléatoire.

## I - LE PRINCIPE

(fig. 1)

Tout le monde connaît le jeu du Tapis vert, médiatisé par un tirage en direct à la télévision. La règle est simple : il s'agit de jouer en misant l'une des huit cartes d'un jeu de trente-deux cartes, et cela pour les quatre couleurs.

Notre montage effectuera donc un tirage aléatoire parmi huit possibilités, à savoir : le 7, le 8, le 9, le 10, le valet, la dame, le roi et l'as. La carte retenue est désignée par l'allumage d'une LED, parmi 8. Il suffira donc de recommencer l'opération quatre fois pour obtenir les cartes qu'il convient de jouer et qui vous porteront peut-être chance. Rappelons que l'ordre officiel du tirage des couleurs est le suivant : pique, cœur, carreau, trèfle.



Le principe de fonctionnement de notre montage repose sur la génération, à fréquence élevée, de signaux qui font avancer un compteur pouvant occuper 8 positions. Aucune LED ne s'allume tant que l'on appuie sur le bouton-poussoir de commande.

## II - LE FONCTIONNEMENT

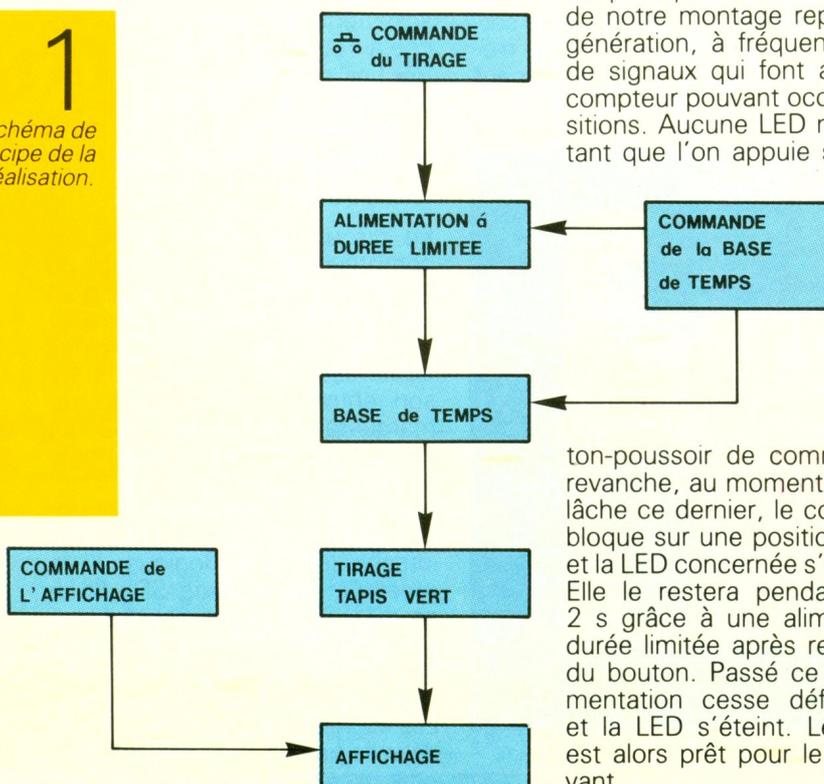
(fig. 2, 3 et 4)

### a) Alimentation

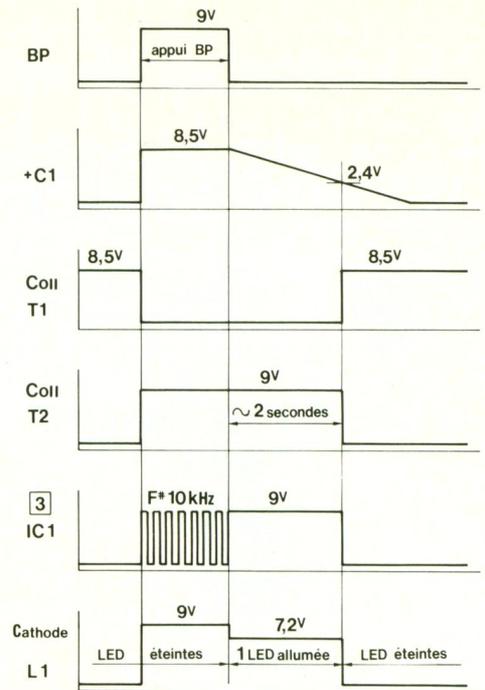
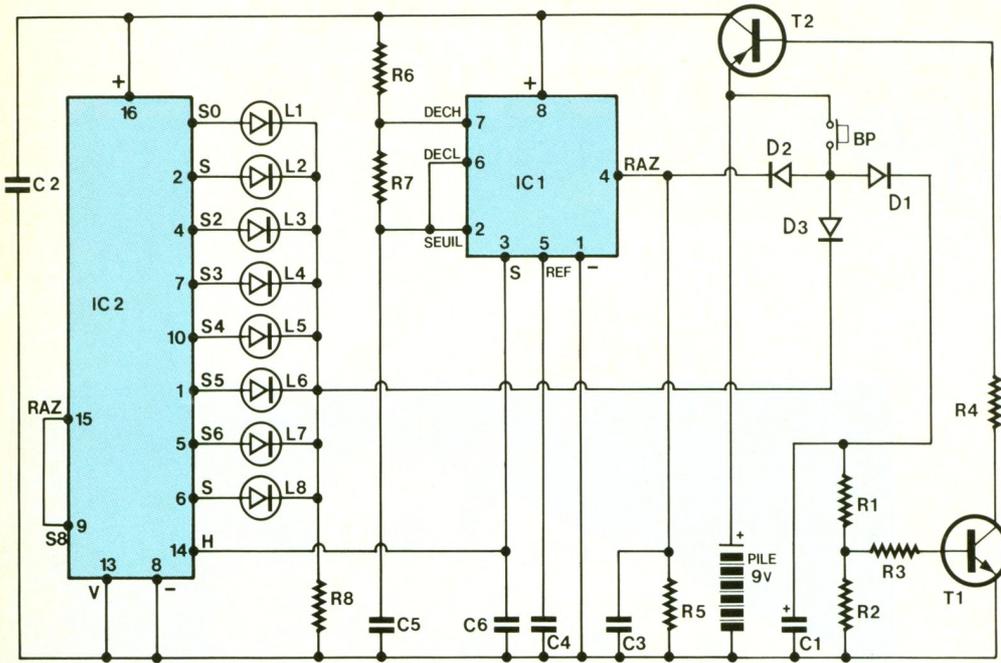
L'énergie est fournie par une pile de 9 V. En appuyant sur le bouton-poussoir BP, la capacité  $C_1$  se trouve aussitôt chargée à un potentiel de l'ordre de 8,5 V : c'est-à-dire les 9 V, diminués du potentiel de jonction de la diode  $D_1$ . Au point commun de  $R_1$  et de  $R_2$ , on dispose alors d'un potentiel de  $8,5 \text{ V} \times R_2 / (R_1 + R_2) \approx 2,1 \text{ V}$ . Ce potentiel donne naissance à un courant à travers la jonction base-émetteur du transistor  $T_1$  par le biais de  $R_3$ . Ce transistor se sature aussitôt, ce qui permet l'établissement d'un courant à travers la jonction émetteur-base du transistor PNP  $T_2$ , via  $R_4$ . Il en résulte la saturation de  $T_2$ , ce qui a pour conséquence l'apparition d'un potentiel de l'ordre de 9 V sur son collecteur. Ce potentiel constitue l'alimentation du montage, qui se

1

Schéma de principe de la réalisation.



ton-poussoir de commande. En revanche, au moment où l'on relâche ce dernier, le compteur se bloque sur une position aléatoire et la LED concernée s'allume. Elle le restera pendant environ 2 s grâce à une alimentation à durée limitée après relâchement du bouton. Passé ce délai, l'alimentation cesse définitivement et la LED s'éteint. Le montage est alors prêt pour le tirage suivant.



trouve découplé de sa source par la capacité  $C_2$ .

En relâchant le bouton-poussoir, la capacité  $C_1$  se décharge à travers  $R_1$ - $R_2$ , et  $R_1$ - $R_3$ - $T_1$ . Lorsque le potentiel du point commun  $R_1/R_2$  atteint une valeur de l'ordre de 0,6 V (ce qui correspond à environ 2,4 V au niveau de l'armature positive de  $C_1$ ), le transistor  $T_1$  se bloque. Il en est de même pour le transistor  $T_2$ . L'alimentation cesse. Compte tenu de la valeur des composants mis

en jeu, elle aura subsisté environ 2 s après le relâchement du bouton-poussoir.

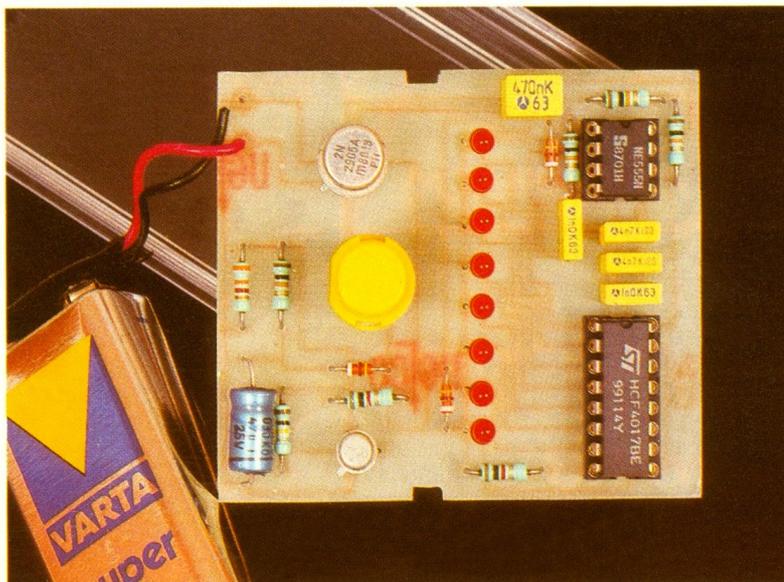
### b) Base de temps

Le circuit intégré  $IC_1$  est un familier de nos colonnes. Il s'agit en effet d'un 555 fonctionnant ici en multivibrateur.

La figure 4 rappelle son brochage et son fonctionnement. On remarquera qu'il délivre sur sa sortie des créneaux dont la fréquence dépend essentiellement

des valeurs de  $R_6$ ,  $R_7$  et  $C_5$ . Dans le cas présent, cette fréquence est d'environ 10 kHz. Mais ce signal est uniquement disponible sur la sortie n° 3, à condition que l'entrée n° 4, RAZ, se trouve soumise à un état haut. C'est justement ce qui a lieu pendant que l'on appuie sur BP, grâce à la diode  $D_2$ . En revanche, aussitôt que l'on relâche le bouton-poussoir, l'entrée RAZ se trouve forcée à l'état bas, par la résistance  $R_5$ . Les créneaux générés auparavant par  $IC_1$  cessent aussitôt.

Photo 2. - Une carte vraiment simple à réaliser.



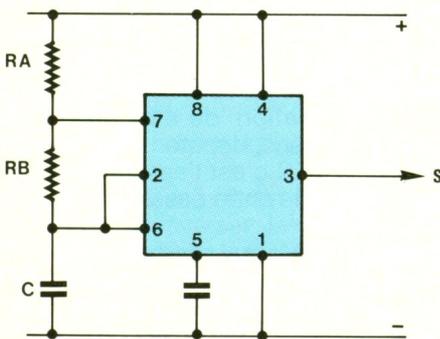
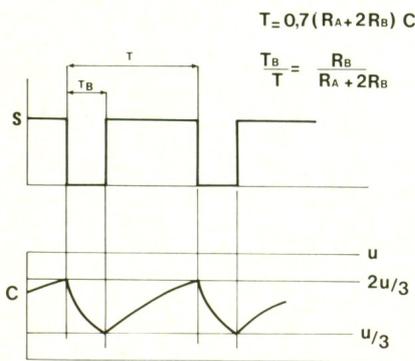
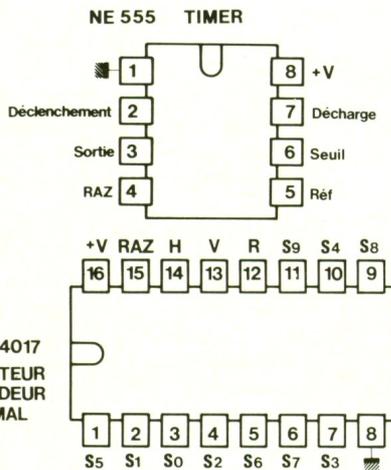
### c) Tirage et affichage du résultat

Le circuit intégré  $IC_2$  est un compteur-décodeur décimal de la famille CD-MOS. Il s'agit d'un CD 4017. Un tel compteur avance pas à pas, au rythme des fronts ascendants présentés sur son entrée « horloge ». On remarquera que l'entrée RAZ est reliée à la sortie  $S_8$ . En conséquence, le compteur ne peut occuper que huit positions différentes :  $S_0, S_1, \dots, S_7$ . En effet, lorsque le niveau logique 1 se présente sur la sortie  $SD_8$ , il se produit automatiquement et instantanément la remise à zéro de  $IC_2$  par un déplacement du niveau logique 1 sur la sortie  $S_0$ . Les signaux de comptage sont délivrés par  $IC_1$  pendant la sollicitation du bouton-poussoir, ainsi

# 4

Fonctionnement  
 des divers  
 circuits intégré.

S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>	R
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



que nous l'avons évoqué au paragraphe précédent. Compte tenu de la fréquence générée par IC<sub>1</sub>, on peut dire que IC<sub>2</sub> boucle alors 1 250 tours complets par seconde... Dès que l'on relâche le bouton-poussoir, IC<sub>2</sub> reste donc bloqué sur une position tout à fait aléatoire. Les sorties S<sub>0</sub> à S<sub>7</sub> sont reliées à 8 LED dont les cathodes communes sont elles-mêmes reliées au « moins » de l'alimentation par la résistance R<sub>8</sub>. Mais on remarquera que lors de l'appui sur BP, les cathodes communes sont soumises à un potentiel positif par l'intermédiaire de la diode D<sub>3</sub>. Aucun affichage ne peut donc se réaliser tant que l'on sollicite le bouton-poussoir. Cette disposition est naturellement voulue. En effet, sans cette précaution on verrait l'allumage des huit LED simultanément, compte tenu de la fréquence de défilement liée à la persistance rétinienne de l'œil humain. En définitive, une LED seulement s'allume pendant environ deux secondes, après le relâchement du bouton-poussoir.

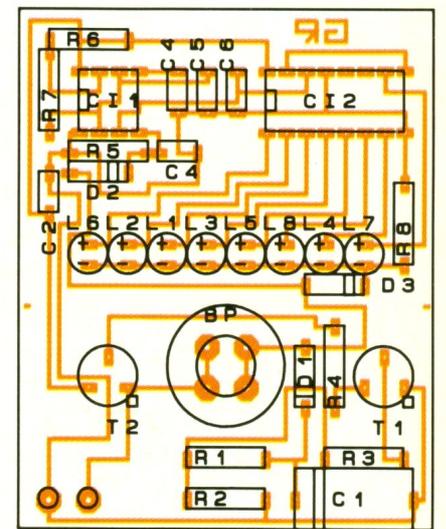
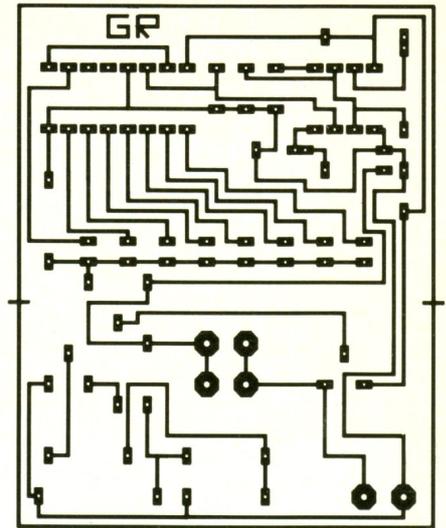
## III - LA REALISATION

### a) Circuit imprimé (fig. 5)

Le circuit imprimé est relativement simple à réaliser étant donné la configuration peu serrée des pistes. Le modèle publié est le résultat de la mise en œuvre du logiciel CIAO distribué par le « Circuit imprimé français » (CIF) et dont nos pages publicitaires font déjà largement écho. Mais il est tout à fait possible de recourir à un procédé plus traditionnel en appliquant, par exemple, directement des éléments de transfert Mecanorma sur le cuivre bien dégraissé du verre epoxy. Rappelons que, pour préparer correctement la surface cuivre, un procédé simple et efficace consiste à utiliser de la poudre à récurer, étalée sur un chiffon humidifié avec lequel on frotte la surface en question. Après lavage et séchage, le cuivre est tout à fait prêt pour recevoir dans de bonnes conditions les pastilles et la bandelette adhésive de 0,8 mm de large. Après attaque dans un bain de perchlorure de fer, suivie d'un abondant rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre.

# 5-6

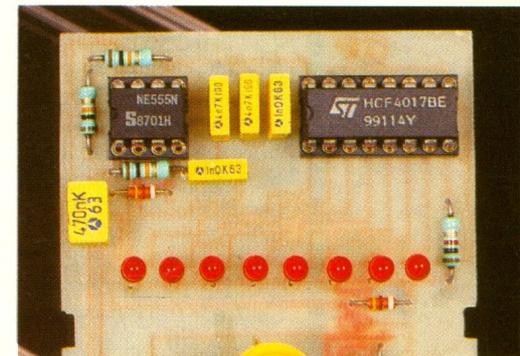
Implantation des  
 composants à  
 l'aide de CIAO.



- +  
 pile 9 volts

Certains trous seront à agrandir pour recevoir des connexions de composants plus volumineux tels que la capacité électrolytique ou le bouton-poussoir. Il est même conseillé d'étamer les pistes pour leur conférer une meilleure tenue.

Les circuits intégrés reposent sur des supports.



## b) Implantation des composants (fig. 6)

On soudera dans un premier temps les diodes et les résistances. Ensuite ce sera au tour des capacités, des transistors et du restant des composants. Attention à l'orientation des composants polarisés. Toute erreur à ce niveau compromet totalement les chances d'un bon fonctionnement du montage, sans parler du risque de destruction de certains composants.

Pour les circuits intégrés, il est préférable d'utiliser des supports ; le risque de surchauffe de ces composants relativement fragiles sera ainsi éliminé.

Les traces laissées par le vernis du décapant du fil de soudure pourront être éloignées à l'aide d'un pinceau imbibé d'un peu d'acétone. La longueur du boîtier transparent « Heiland » est à adapter aux dimensions du module et de la pile d'alimentation.

Votre « tapis vert » est maintenant opérationnel, le tirage peut commencer : « Tapis vert à pique demandé... »

Robert KNOERR

## LISTE DES COMPOSANTS

$R_1$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_2$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)

$R_3$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)

$R_4$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

$R_5$  à  $R_7$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_8$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

$D_1$  à  $D_3$  : 3 diodes-signal 1N4148, 914

$L_1$  à  $L_8$  : 8 LED rouges  $\varnothing$  3

$C_1$  : 47  $\mu$ F/10 V, électrolytique

$C_2$  : 0,47  $\mu$ F, milfeuil

$C_3$  : 1 nF, milfeuil

$C_4$  et  $C_5$  : 2  $\times$  4,7 nF, milfeuil

$C_6$  : 1 nF, milfeuil

$T_1$  : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222

$T_2$  : transistor PNP 2N2905

$IC_1$  : NE 555 (timer)

$IC_2$  : CD 4017 (compteur-décimaleur décimal)

Support 8 broches tulipe

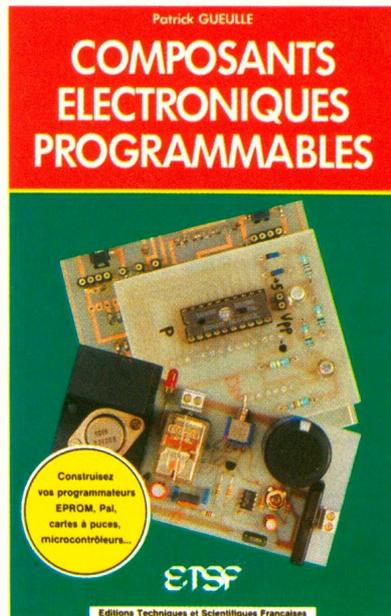
Support 16 broches tulipe

Pile 9 V

Coupleur pour pile 9 V

Bouton-poussoir à contact travail (pour circuit imprimé)

Coffret transparent « Heiland » (140  $\times$  58  $\times$  22)



Fabriquer ses propres circuits intégrés spécifiques est un rêve que bien peu d'électriciens peuvent se vanter de n'avoir jamais caressé.

Grâce aux *Composants électroniques programmables*, la réalité technique se rapproche de plus en plus de ce rêve, apportant des solutions fort élégantes à de multiples problèmes jusqu'alors imparfaitement résolus.

La mise en œuvre de ces composants fait cependant appel à des méthodes et à des outils qui n'ont plus rien de commun avec les techniques traditionnelles : il n'est évidemment pas question d'opérer au fer à souder à l'intérieur d'un circuit intégré !

Mémoires Eprom, PAL, microcontrôleurs monochips et même cartes à puces : autant de familles de composants électroniques programmables qu'il est possible de modifier profondément à l'aide d'un programmeur approprié.

Manuellement ou avec un micro-ordinateur compatible PC, ce livre vous apprendra à écrire dans le silicium pour fabriquer vous-même vos propres circuits intégrés aux spécificités introuvables dans le commerce.

Cet ouvrage donne une présentation détaillée des principales familles de composants programmables, ainsi que tous les plans des programmeurs nécessaires à leur mise en œuvre.

Editions Radio, 11, rue Gossin, 92543 Montrouge Cedex.

## LKC ELECTRONIQUE

LKC Electronique, jeune société située à Conflans-Sainte-Honorine (78), va ouvrir le 10 octobre 1991 son premier point service pour les passionnés d'électronique et d'informatique. Grâce à son équipe dynamique. Elle a su fidéliser une large clientèle de la région parisienne et de province, et cela pendant ses deux ans de vente par correspondance, où elle avait développé un service spécial province dont les prix et les délais étaient les premières préoccupations.

La société LKC diffuse tous les composants actifs et passifs disponibles sur le marché, et sur commande, « le fameux mouton à cinq pattes ». Elle pourra aussi réaliser les circuits imprimés et la sérigraphie des réalisations de votre revue préférée et tiendra en stock toutes les nouveautés en matière de composants utilisées par les revues.

Dans l'avenir, une ligne de « kit complet » grand public verra le jour, ainsi qu'une schématique gratuite informatisée et disponible sur place, contenant 25 rubriques et plus de 2 000 schémas classés et sélectionnables par multicritères.

LKC diffuse aussi du matériel vidéo de télésurveillance, du matériel d'alarme, du matériel bureautique et domotique.

LKC, c'est aussi des services et des aides techniques pour la réalisation de tous les électroniques, débutants ou chevronnés. LKC c'est l'assurance d'un dialogue entre passionnés.

Comptoir de vente  
17, rue du Renouveau, 78700  
Conflans-Sainte-Honorine.  
Tél. : 39.72.40.09.  
Fax : 30.72.43.95.

# LES OSCILLOSCOPES 9012 ET 9302 DE BECKMAN INDUSTRIAL



Beckman Industrial vient d'élaborer deux oscilloscopes double trace, 20 MHz, dont les performances et la simplicité d'utilisation sont tout à fait remarquables. L'appareil 9302 comporte en outre une mémoire numérique.

## LES CARACTERISTIQUES GENERALES

Les deux oscilloscopes se caractérisent par une sobriété marquée de la face avant, sobriété allée à une disposition claire et fonctionnelle des commandes.

### Ecran

L'écran est du type rectangulaire avec réticule interne au phosphore P43. La surface d'affichage comporte 8 x 10 divisions (1 division = 1 cm). La tension d'accélération est de 2 kV.

### Amplifications verticales

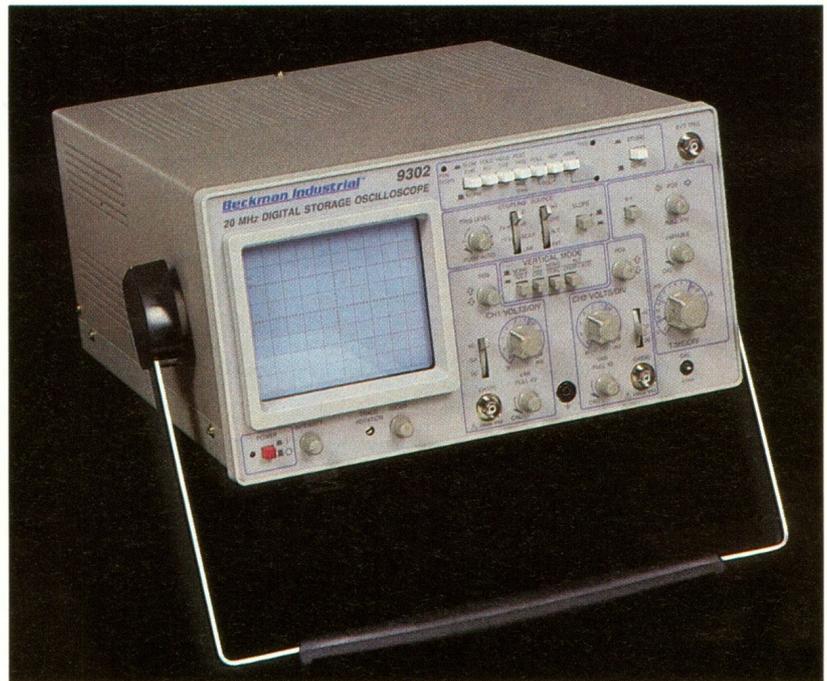
La sensibilité varie de 5 mV/division à 5 V/division selon une séquence 1-2-5, en 10 pas. Un dispositif de réglage à vernier permet un réglage fin du gain entre les pas : de 1/2,5 à 5. On peut ainsi obtenir, avec une bande passante réduite, une sensibilité verticale maximale de 1 mV/division.

Les appareils se caractérisent par une précision de  $\pm 3\%$ , une impédance d'entrée de 1 M $\Omega$ /35 pF et un temps de montée de 17,5 ns.

Cinq modes de fonctionnement sont prévus :

- CH1 : voie 1, simple trace
- CH2 : voie 2, simple trace
- ALT : deux traces alternées
- CHOP : deux traces, affichage « choppé »
- ADD : somme algébrique CH1 + CH2

Sur la voie 1, il est possible, en outre, d'inverser la polarité. La tension maximale à ne pas dépasser : 400 V (continu ou alternatif de crête à crête). Le constructeur garantit la non-distorsion du signal pour les huit di-



visions verticales jusqu'à 10 MHz. Au-delà, il ne faut retenir que quatre divisions.

### Amplification horizontale

Il est possible d'accéder à l'entrée de l'amplificateur horizontal pour la voie 2. L'appareil doit alors fonctionner en mode X-Y : voie 2 par X (horizontal) et voie 1 pour Y (vertical). La sensibilité est la même que pour l'amplification verticale. Il en est de même en ce qui concerne l'impédance d'entrée. En revanche, la précision n'est que de  $\pm 6\%$ . En fréquence, la limite se situe à 2 MHz. Toujours en mode X-Y on enregistre un déphasage de trois degrés à 50 kHz entre les valeurs X et Y.

### Système de balayage

La vitesse de balayage varie en 18 pas de 0,5  $\mu$ s/division à 0,2 s/division. Un dispositif à ver-

nier permet un réglage fin du temps de balayage entre les pas. La précision est de  $\pm 3\%$ . De plus, il est possible d'agrandir la longueur de balayage de 10 fois (précision  $\pm 6\%$ ).

### Déclenchement

Deux modes de déclenchement sont prévus : AUTO (libre) ou NORM. Les sources de déclenchement peuvent être CH1, CH2, ALT (alterné), EXT (externe), LINE (fréquence de l'alimentation). La tension maximale externe de déclenchement est de 200 V en continu (ou alternatif de crête en crête).

Le couplage du déclenchement peut être du type :

- AC (30 Hz à 20 MHz)
- TV H (déclenchement par impulsions synchrones horizontales 3 kHz à 30 MHz)
- TV V (déclenchement par impulsions synchrones verticales 10 Hz à 1,5 kHz)

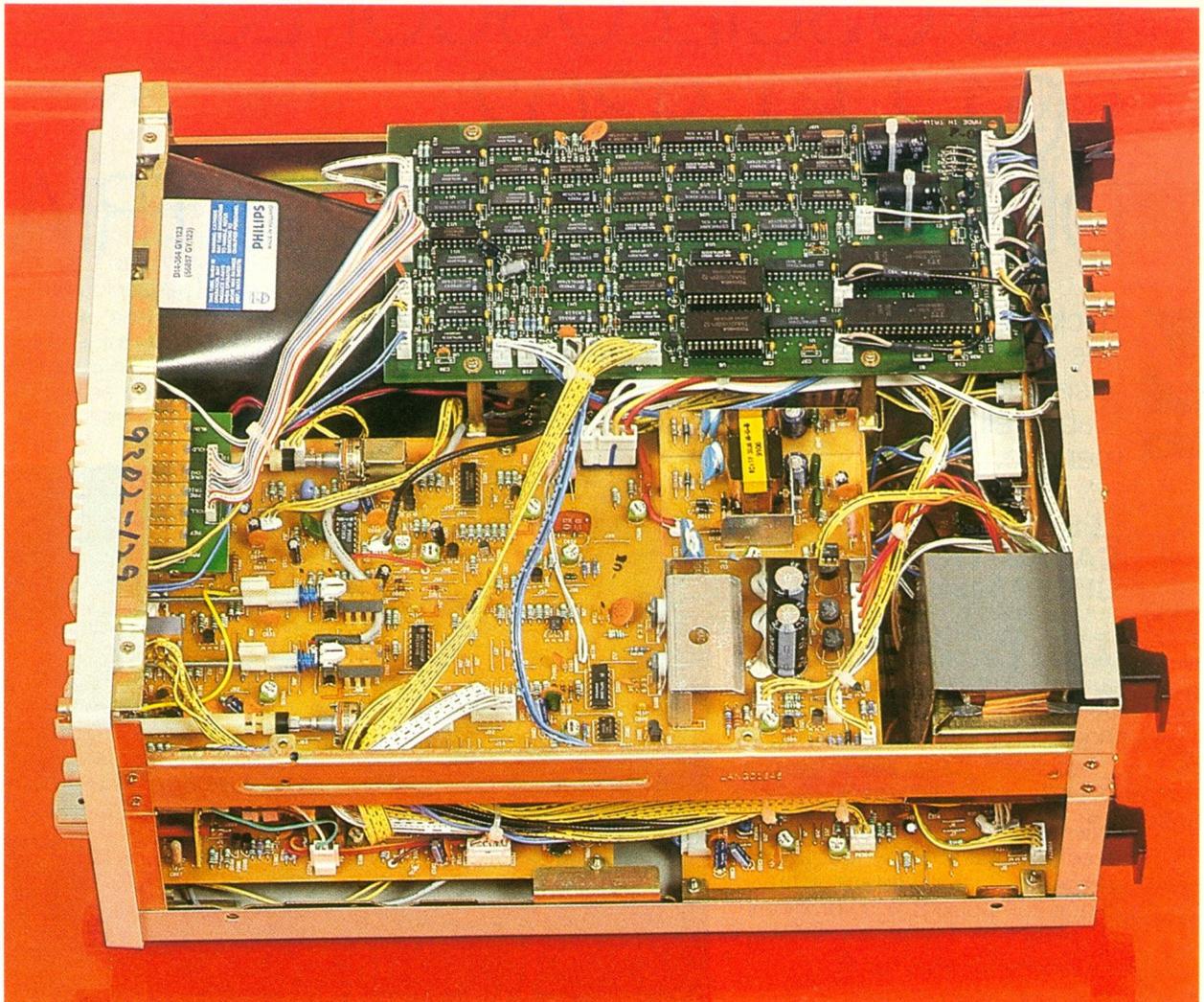


Photo 2. – L'électronique de l'appareil emploie plusieurs cartes imprimées.

La sensibilité du déclenchement est de 0,5 division en interne et de 500 mV en mode externe.

### Autres spécifications

Etalonnage : signal carré positif : 1 kHz ( $\pm 100\%$ ) 0,2 Vcc ( $\pm 2\%$ ).

Sortie de CH1 : 50 mV/division dans une charge de 50  $\Omega$  (sur face arrière).

Impédance de sortie : 50  $\Omega$ .

La rotation de la trace peut se régler électriquement sur la face avant.

L'alimentation est prévue pour 115 V/230 V  $\pm 10\%$  à 50 Hz-60 Hz.

La puissance de l'appareil est de 35 W environ.

L'appareil a une largeur de 310, une hauteur de 160 et une profondeur de 400, pour une masse de 9 kg environ. Il est livré avec deux sondes, le cordon d'alimentation, le schéma fonctionnel et la liste des pièces détachées.

## REGLAGES ET COMMANDES

Toutes les commandes sont regroupées sur la face avant des appareils suivant une disposition claire et rationnelle.

### Réglages verticaux

Le bouton CH1 VOLTS/DIV permet le réglage pas à pas de la sensibilité verticale sur voie 1. Le réglage fin entre pas peut être effectué par le biais du bouton VAR. On peut multiplier le gain par 5 en plaçant ce bouton en position « tirée ».

La position verticale de la trace est réglée grâce au bouton  $\blacktriangle$  POS. Avec le sélecteur AC-GD-DC il est possible d'obtenir trois types de couplage du signal avec l'appareil (voie 1) :

- capacitif : composante continue bloquée ;
- mise à la masse de l'entrée ;
- direct : composantes continue et alternative.

L'embase femelle d'entrée de la voie 1 se trouve également à proximité de ces commandes.

Pour la voie 2, on retrouve les mêmes commandes respectives ;

- bouton CH2 VOLTS/DIV ;
- bouton VAR ;
- bouton  $\blacktriangle$  POS ;
- sélecteur AC-GD-DC ;

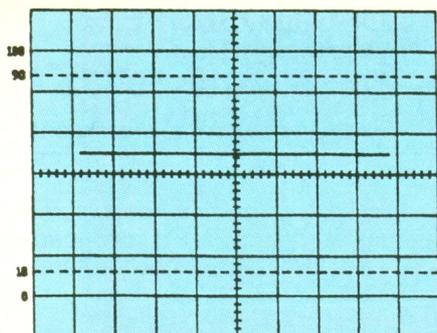
embase d'entrée, qui peut servir d'entrée axe X en mode X-Y.

On trouve également quatre touches « VERTICAL MODE » :

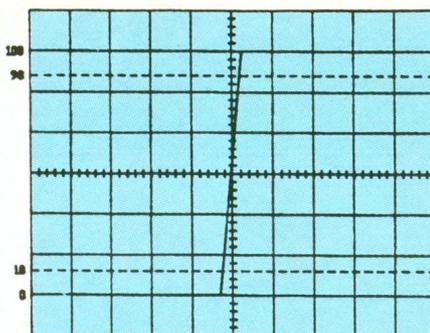
- touche NORM/INV1, qui inverse le signal sur voie 1, si elle est enfoncée ;
- touche CH1/CH2, qui permet de sélectionner l'affichage sur l'écran de la voie 1 (touche sortie) ou de la voie 2 (touche enfoncée) ;
- touche MONO/DUAL, qui sélectionne le mode de fonctionnement de l'oscilloscope : simple ou double trace ;
- touche ALT/CHOP/ADD, dont le rôle est le suivant :

# 1

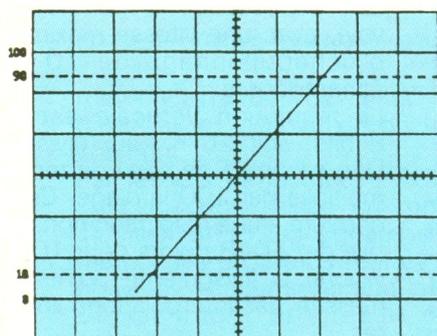
Différentes figures  
obtenues avec le  
testeur de composants.



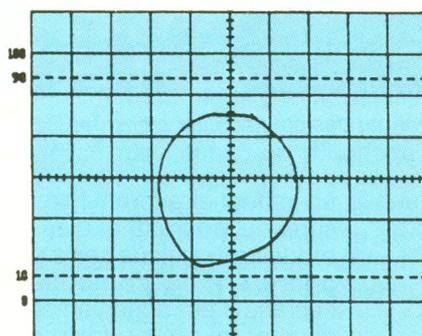
CIRCUIT OUVERT



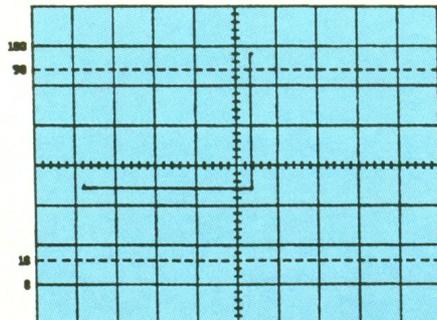
COURT-CIRCUIT



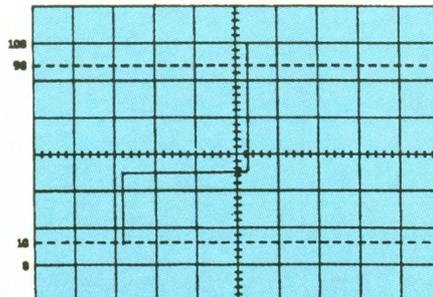
RESISTANCE DE 270 OHMS



CONDENSATEUR DE 15 µF



DIODE AU SILICIUM



DIODE ZENER 9,1 V

- en double trace, elle permet d'afficher sur l'écran les signaux voies 1 et 2 en alternance (ALT) ou en simultanéité (CHOP). Ce deuxième mode est à utiliser pour les signaux à faible période ;
- en monотреce, elle permet soit d'afficher la voie choisie par CH1/CH2, soit d'additionner les deux voies.

La position horizontale de la trace peut être réglée avec le bouton TRACE ROTATION à l'aide d'un tournevis. Concernant la nature de la trace elle-même, on peut régler sa luminosité par le bouton INTENSITY ainsi que sa netteté

par FOCUS. La mise en marche de l'appareil se réalise par le commutateur POWER ; un voyant POWER s'allume alors. La borne CAL délivre un signal carré 1 kHz, 0,2 V, pour réaliser l'étalement de l'oscilloscope, tandis que la borne est reliée à la masse métallique de l'oscilloscope.

## Réglages horizontaux

La vitesse de balayage est réglée par 18 pas par l'intermédiaire du bouton TIM/DIV. Un réglage plus

fin entre pas peut être obtenu avec le bouton VARIABLE. Le bouton ◀ POS permet le réglage de la position horizontale de la trace. Il est possible de multiplier par 10 la longueur horizontale du balayage en tirant ce bouton. En enfonçant la touche X-Y, l'oscilloscope fonctionne en mode X-Y. Dans ce mode, les sélecteurs de déclenchement SOURCE et COUPLING doivent être désactivés ; il en est de même pour toutes les touches VERTICAL MODE.

## Réglages du déclenchement

Le sélecteur TRIGGERING SOURCE peut occuper quatre positions :

- CH1 : le signal de la voie 1 déclenche le balayage
- CH2 : le signal de la voie 2 déclenche le balayage
- ALT : le déclenchement est provoqué suivant la position des touches VERTICAL MODE
- EXT : le déclenchement est provoqué par un signal d'entrée sur la borne EXT TRIG.

Quant au sélecteur TRIGGERING COUPLING, son rôle est de déterminer le mode de couplage du déclenchement, suivant quatre modes :

- AC : composante continue bloquée
- TV H : déclenchement par impulsions synchrones horizontales
- TV V : déclenchement par impulsions synchrones verticales
- LINE : déclenchement par signal dérivé de la tension d'alimentation (50 ou 60 Hz).

Le niveau du point de déclenchement est réglé grâce au bouton TRIGGERING LEVEL/PUSH AUTO :

- PUSH AUTO : balayage automatique ;
- SLOPE : déclenchement par pentes positive ou négative.

La borne EXT TRIG est l'entrée externe de déclenchement. Quant aux bornes COMPONENT TEST, elles peuvent être reliées aux bornes positives de composants à tester.

## Face arrière

Une borne Y OUTPUT permet d'obtenir un échantillonnage de la voie 1. On trouve également sur la face arrière la prise du cordon d'alimentation, le porte-fusible de l'alimentation et une bé-

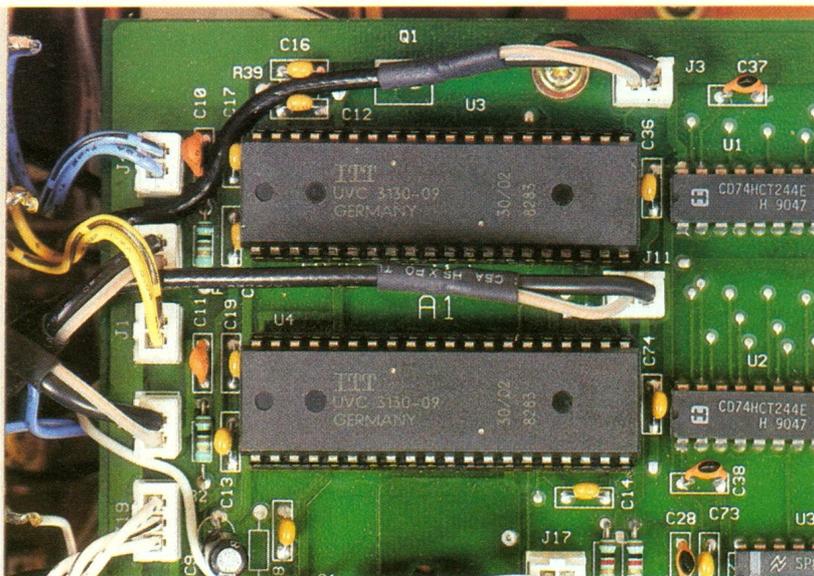


Photo 3. – Les cartes se rejoignent par des connecteurs ce qui facilite la maintenance de l'appareil.

quille inclinable pour obtenir une position de lecture plus confortable de l'oscilloscope.

## LES POSSIBILITES

Il n'est guère possible, dans le cadre d'un article de présentation, de résumer la totalité des possibilités offertes par des appareils aussi performants. Aussi, nous bornerons-nous à évoquer quelques applications particulières de mesure, en laissant de côté la description d'usages plus courants et davantage traditionnels des oscilloscopes.

### Mode X-Y

Dans ce mode, l'écran devient un véritable graphe électronique, en présentant par exemple une tension « cause » sur l'axe X et une tension « effet » sur l'axe Y. Il est également possible de tracer pratiquement n'importe quelle caractéristique dynamique d'un système.

### Observation de signaux vidéo

Par l'intermédiaire du sélecteur COUPLING placé sur position TV H ou TV V, il est possible d'observer des signaux vidéo composites et de sélectionner les impulsions de synchronisation horizontale ou verticale comme source de déclenchement.

### Test de composant

Dans ce mode de fonctionnement, le composant est soumis à

un potentiel alternatif, et la mesure du courant qui en résulte produit en quelque sorte une « signature » du composant sur l'écran. C'est donc l'affichage du courant (axe Y) en fonction de la tension (axe X). Il est ainsi possible de tester non seulement un composant, mais également un ensemble de composants montés dans un système. Sur la figure 1 ont été représentées respectivement, et à titre d'exemple, les signatures :

- d'un circuit ouvert
- d'un court-circuit
- d'une résistance de 270  $\Omega$
- d'un condensateur de 15  $\mu\text{F}$
- d'une diode au silicium
- d'une diode zéner de 9,1 V

### Remarques générales sur les temps de montée et de descente.

Le temps de montée (ou de descente) d'un signal obscur sur l'écran est en fait l'addition du temps de montée de l'impulsion elle-même et de celui de l'oscilloscope, suivant la formule quadratique :

$$T_{\text{observé}} = \frac{T_{\text{impulsion}}}{(T_{\text{impulsion}})^2 + (T_{\text{oscilloscope}})^2}$$

Si le temps de montée observé est au moins le triple de celui de l'oscilloscope, l'incidence de ce dernier est négligeable. En revanche, si le temps de montée de l'impulsion mesurée est faible, il est possible de faire la correction par calcul, en sachant que le temps de montée de l'oscilloscope est de 17,5 ns.

## OSCILLOSCOPE A MEMOIRE NUMERIQUE : 9302

Nous évoquerons seulement la partie spécifique à la mémoire numérique, étant entendu que les autres commandes et réglages sont tout à fait identiques à ceux de l'oscilloscope référencé 9012.

### Spécifications relatives à la mémoire numérique

La mémoire se caractérise par une capacité de 2 k-mots par voie, avec une vitesse maximale d'échantillonnage de 10 M-échantillons/s.

La résolution verticale est de 8 bits, soit 25 niveaux/division. Une « loupe » de base de temps multiplie par 100 la plage. Cette dernière a une résolution horizontale de 2 048 points pour 10 divisions. La liaison entre points est réalisée par interpolations linéaires.

### Les commandes spécifiques à l'exploitation de la mémoire

Une touche STORE /NORM permet le fonctionnement soit en mode standard, soit en mode mémoire. Dans ce dernier mode, le voyant vert TRIG s'allume en dehors des périodes d'échantillonnage. A l'aide de la touche SLOW  $\times$  100/NORM, il est possible d'obtenir plusieurs vitesses de balayage :

- celles indiquées par la face avant ;
- la plage normale (10 ms/div. à 0,2 s/div.) est multipliée par 100, ce qui est intéressant pour la mémorisation et l'observation d'un signal de très basse fréquence.

En enfonceant la touche HOLD ALL, les données stockées dans la mémoire voies 1 et 2 sont maintenues et les signaux affichés à l'écran ne sont pas renouvelés. Une seconde touche HOLD CH2 produit le même effet, mais uniquement sur la voie 2.

Lorsque la touche POST TRIG/PRE TRIG est enfoncee, le signal mémorisé est régénéré à partir du bord gauche de l'écran. Si elle est sortie, le déclenchement se réalise à partir d'un point situé au milieu de l'écran, per-



Photo 4. – Vue de la carte principale.

mettant ainsi de voir ce qui se passe avant le point de déclenchement.

Par le biais de la touche ROLL, l'oscilloscope passe en mode « défilement ». Les signaux sont mémorisés en temps réel et renouvelés séquentiellement avec déplacement progressif des échantillons vers la droite de l'écran.

Le mode standard de mémorisa-

tion est commandé par la touche REF. Le signal d'entrée est numérisé par l'impulsion d'horloge d'échantillonnage. Les touches ROL et REF peuvent être libérées par une action momentanée sur la touche ARM (48) pour numériser le signal d'entrée suivant deux modes :

- déclenchement suivant position de la touche POST TRIG/PRE TRIG ;

- monocoup par l'intermédiaire de la touche SGL ;

Sur la face arrière de l'oscilloscope, est disposé un commutateur PLOT qui, placé sur ON, permet d'imprimer le signal affiché sur un traceur externe, en prélevant sur les embases CH1 OUT PUT ou CH2 OUT PUT, également accessibles sur la face arrière. Enfin, la sortie PEN DOWN (face arrière) est destinée à la commande du « relevage de plume » du traceur.

## CONCLUSION

Beckman Industrial a mis sur le marché deux oscilloscopes aux performances remarquables et à un rapport qualité/prix des plus intéressants. Ils seront avantageusement utilisés aussi bien par l'amateur que par le professionnel le plus averti. Le 9302 surtout n'a absolument rien à envier à des appareils de type similaire et souvent plus chers. A souligner surtout, l'extrême simplicité d'utilisation, et un mode d'emploi détaillé... et rédigé en français.

Robert KNOERR

## A VOS DIMENSIONS A PARTIR DE 300 PIECES

### SERIE N2 U N2 U RG

- NOUVELLE SERIE DOUBLE U
- SANS VIS
- FORMAT EUROPE
- **N2 U** : COULEUR GRIS BLANC
- **N2 U.RG** : COULEUR ROUGE - GRIS
- SPECIALEMENT ADAPTE AUX PETITS MONTAGES ET APPLICATIONS MURALES

N2 U1 : 25 x 40 x 40  
N2 U2 : 20 x 90 x 35  
N2 U3 : 25 x 53 x 163

N2 U4 : 25 x 53 x 83  
N2 U5 : 35 x 53 x 85  
N2 U6 : 20 x 103 x 163  
N2 U7 : 20 x 163 x 203



DEPARTEMENT : PRODUITS STANDARDS

LA TOLERIE PLASTIQUE

Z.I ROUTE D'ETRETAT  
76930 OCTEVILLE/MER

Tél. : 35.44.92.92  
Fax : 35.44.95.99

# UN TOTALISATEUR DE DUREE DE COUPURE DE SECTEUR



Après une absence prolongée, il peut être utile de savoir si aucune coupure du réseau 220 V ne s'est produite. C'est le but de la présente réalisation qui, de surcroît, précise la durée totalisée de la coupure. Une information non dénuée d'intérêt, surtout si on possède un congélateur par exemple...

## I. LE PRINCIPE

(fig. 1)

L'appareil est branché en permanence sur le secteur. Une LED verte témoigne d'ailleurs de sa présence. Les alternances du 50 Hz sont contrôlées en permanence par le montage ; ainsi toute microcoupure de plus de 50 ms de durée est aussitôt détectée et mémorisée. Une LED rouge signale ce fait dès que le courant du secteur est de nouveau présent. Une pile prend le relais de l'alimentation dès qu'une coupure intervient. Elle sauvegarde la mémorisation et le résultat d'un éventuel comptage précédent. Le comptage est piloté par une base de temps, uniquement opérationnelle lors des absences du secteur. Les impulsions de comptages sont intégrées par un compteur binaire présentant onze sorties. La lecture est possible par l'observation de l'allumage ou de l'extinction de onze LED, suivant le mode binaire. L'unité retenue est la minute.

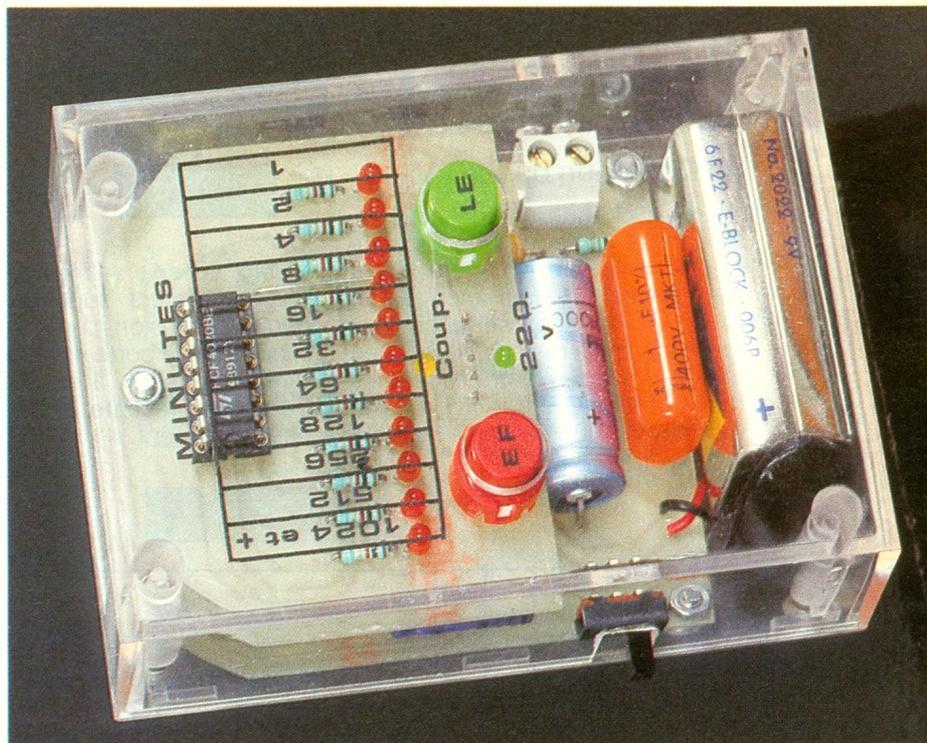
Afin de ne consommer qu'un minimum d'énergie, surtout pendant les coupures, les LED concernées ne s'allument que si l'on appuie sur un bouton-poussoir. En appuyant sur un second bouton-poussoir, on réalise la remise à zéro du compteur, ainsi que l'effacement de l'information « coupure ».

## II. LE FONCTIONNEMENT

(fig. 2, 3 et 4)

### a) Alimentation

L'énergie est directement prélevée du secteur sans le recours au



traditionnel transformateur. En effet, le couplage réalisé est capacitif ; lors de chaque alternance positive, un courant, limité par  $R_1$ , charge la capacité  $C_1$ . Par l'intermédiaire de la diode  $D_1$ , il s'établit un potentiel positif sur l'armature positive de  $C_2$  qui joue en même temps un rôle de filtre. Grâce à la diode Zener  $D_z$ , la valeur de ce potentiel s'établit à environ 10 V.

Pendant l'alternance suivante, qui est négative eu égard aux conventions adoptées,  $D_z$  et  $C_2$  sont shuntées par la diode  $D_2$ , ce qui permet à  $C_1$  de se décharger et de se trouver ainsi prête pour affronter l'alternance suivante. La résistance  $R_2$  permet une décharge rapide de  $C_1$ , aussitôt que l'on ébranle le montage.

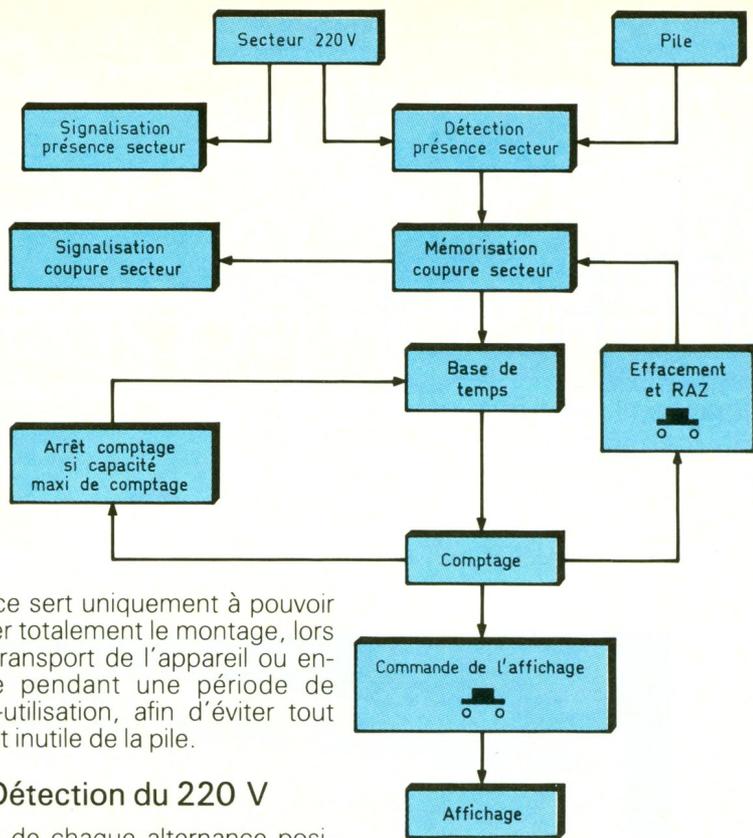
La LED verte  $L_{12}$ , dont le courant

est limité par  $R_3$ , est allumée de manière permanente tant qu'il existe du 220 V sur l'entrée d'alimentation du montage.

Sur l'armature positive de  $C_9$ , on relève alors un potentiel de 9,5 V, ce dernier étant acheminé via  $D_4$ . En cas de défaillance du secteur, ce potentiel chute quelque peu à une valeur d'environ 8,5 V. Il s'agit en effet de l'alimentation de secours issue de la pile de 9 V à travers  $D_5$ . Bien entendu, la diode  $L_{12}$  s'éteint dans ce cas. On notera que, lors de l'alimentation en provenance du secteur, la pile ne saurait être sollicitée étant donné que le potentiel disponible sur la cathode de  $D_4$  est supérieur à celui délivré par la pile.

Enfin, l'interrupteur  $I$  doit être normalement fermé. Sa pré-

1  
Schéma  
synoptique de  
la réalisation.



sence sert uniquement à pouvoir isoler totalement le montage, lors du transport de l'appareil ou encore pendant une période de non-utilisation, afin d'éviter tout débit inutile de la pile.

b) Détection du 220 V

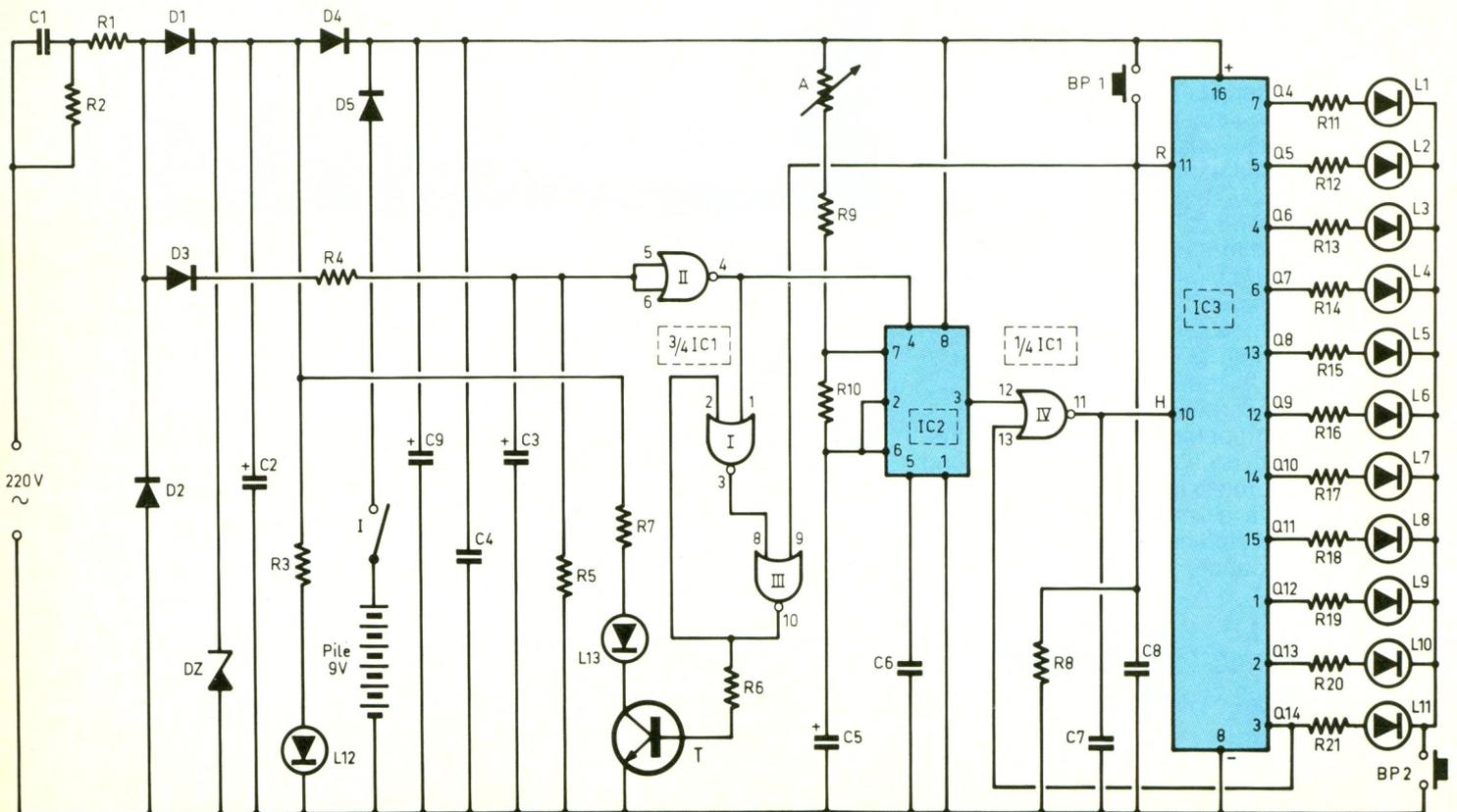
Lors de chaque alternance positive issue du secteur, la capacité C<sub>3</sub> est chargée à travers D<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>. Pendant l'alternance négative, C<sub>3</sub> ne peut se décharger qu'à travers la résistance R<sub>5</sub>. Il en résulte, sur les entrées réunies de la porte NOR II de IC<sub>1</sub>, un potentiel ayant une allure en double

« dent de scie », mais dont les minima restent supérieurs à la dernière tension d'alimentation, si bien que la porte assimile le potentiel présenté, à un état haut. Sa sortie présente alors un état bas permanent.

En revanche, s'il se produit une coupure d'une durée supérieure à une période complète, la capacité C<sub>3</sub> a le temps nécessaire pour se décharger de manière telle que la porte NOR bascule. Sa sortie passe à l'état haut. On notera que même une microcoupure aura ainsi pour conséquence l'apparition d'une impulsion positive sur la sortie de la porte NOR.

c) Mémorisation d'une coupure

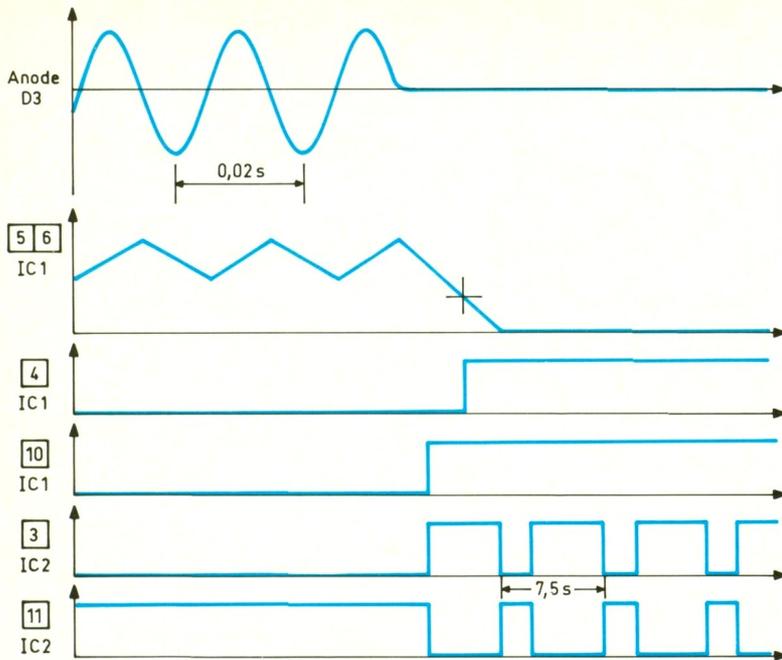
Les portes NOR I et III constituent une bascule R/S. Il s'agit d'un dispositif de mémorisation fort simple. En effet, en situation normale, l'entrée 9, appelée entrée d'effacement, est forcée à l'état bas, grâce à la résistance R<sub>8</sub>. Tant qu'il existe une alimentation secteur, l'entrée 1 est également soumise à un état bas. La sortie 10 est à l'état bas ainsi que l'entrée 2. La sortie 3 et donc l'entrée 8 sont alors à l'état haut. Le dispositif de mémorisation est en position de veille : il est armé. S'il se produit un état haut sur l'entrée 1, même bref, la sortie 3



2  
Schéma détaillé  
du montage.

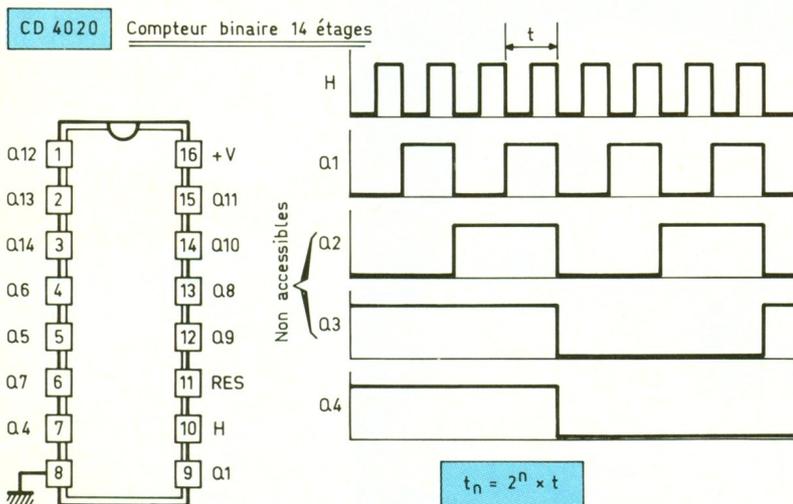
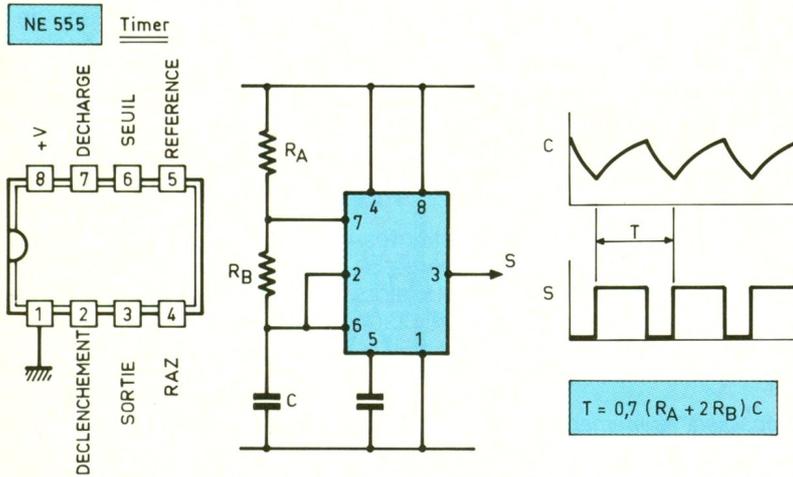
# 3

Chronogrammes de fonctionnement.



# 4

Fonctionnement des différents circuits intégrés.



passé à l'état bas et celle de la porte III à l'état haut. Cette situation reste maintenue même si l'impulsion de commande disparaît grâce au verrouillage réalisé par la liaison 10 → 2. Pour revenir à la situation de repos, il faut soumettre, même brièvement, l'entrée d'effacement 9 à un état

haut. Cela a lieu lorsque l'on appuie sur BP<sub>1</sub>. Dans ce cas, la sortie 10 passe aussitôt à l'état bas en attendant une nouvelle mémorisation éventuelle.

En situation de mémorisation, le transistor T est saturé. Il comporte dans son circuit collecteur une LED jaune L<sub>13</sub>. Cette der-

nière s'allume dès que le secteur a de nouveau réapparu, toujours dans le but de limiter la consommation lors de l'alimentation par pile.

## d) Base de temps

C'est à un circuit intégré bien connu de nos lecteurs qu'il incombe de fournir les créneaux nécessaires à la chronométrie. Il s'agit en effet du célèbre « 555 » dont le brochage et le fonctionnement sont rappelés figure 4. On remarquera que la période des créneaux émis dépend essentiellement de la position du curseur de l'ajustable A, de R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> et C<sub>5</sub>. Dans le cas présent et pour des raisons que nous expliquerons dans le prochain paragraphe, cette période sera à régler à 7,5 secondes. On notera également que le « 555 » ne peut osciller que si son entrée 4 (RAZ) se trouve soumise à un état haut. Dans le cas où cette entrée est reliée à un état bas, la sortie 3 présente un état bas permanent.

En définitive, le « 555 » est seulement opérationnel lors des absences de l'alimentation en provenance du secteur, étant donné la liaison entre la sortie de la porte NOR II et l'entrée RAZ de IC<sub>2</sub>.

La porte NOR IV, dont l'entrée 13 est normalement soumise à un état bas, inverse les créneaux délivrés par IC<sub>2</sub>.

## e) Comptage et affichage

Le circuit intégré référencé IC<sub>3</sub> est un CD 4020. C'est un compteur binaire à quatorze étages consécutifs. Il avance au rythme des fronts négatifs présentés sur son entrée « Horloge », à condition toutefois que son entrée RAZ soit soumise à un état bas.

Alors que la sortie Q<sub>1</sub> est disponible, les sorties Q<sub>2</sub> et Q<sub>3</sub> ne sont pas accessibles sur les broches du circuit. En revanche, on dispose de onze sorties consécutives, Q<sub>4</sub> à Q<sub>14</sub>. Le but recherché consiste à afficher des minutes en numération binaire.

Il est donc nécessaire que la sortie Q<sub>3</sub>, donc immédiatement placée en amont de Q<sub>4</sub>, délivre des créneaux d'une période de 60 secondes. La sortie Q<sub>2</sub> devra alors se caractériser par une période de créneaux de 30 secondes, celle de Q<sub>1</sub> de 15 secondes,



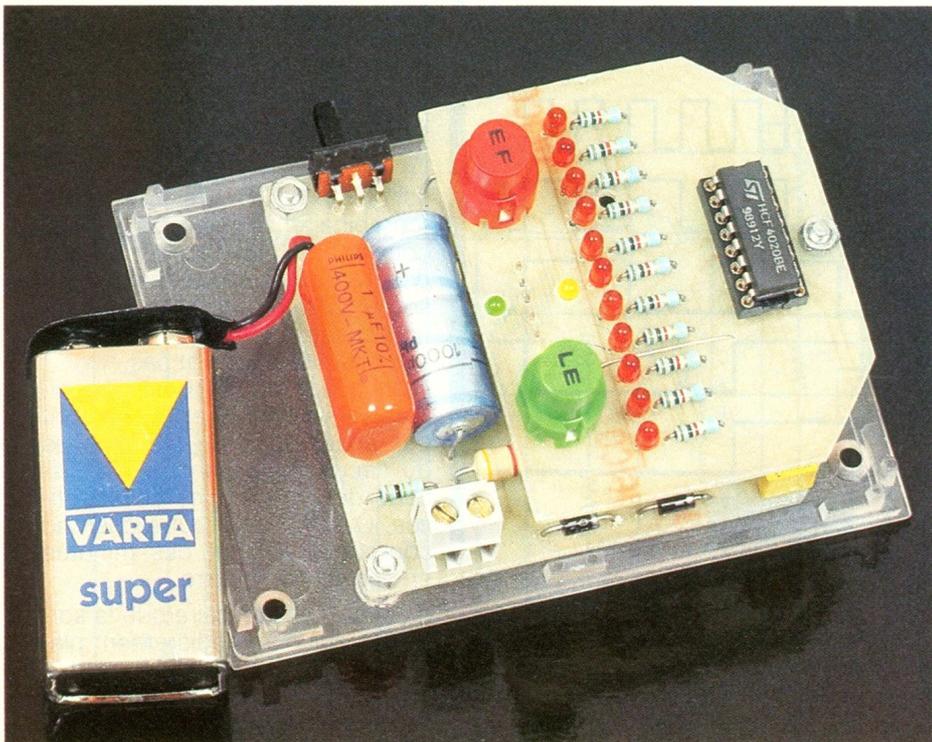
Photo 2. – La carte supérieure s'embote sur un support.

et donc l'entrée « Horloge » demandera dans ce cas des créneaux issus de IC<sub>2</sub>, à une période de 7,5 secondes.

Pour effectuer la lecture du compteur, il convient d'appuyer sur BP<sub>2</sub>, avec ou sans présence de l'alimentation. Le principe de la lecture est très simple : il suffira de totaliser les valeurs ci-dessous, en face des LED allumées :

L <sub>1</sub> :	1 minute
L <sub>2</sub> :	2
L <sub>3</sub> :	4
L <sub>4</sub> :	8
L <sub>5</sub> :	16
L <sub>6</sub> :	32
L <sub>7</sub> :	64
L <sub>8</sub> :	128
L <sub>9</sub> :	256
L <sub>10</sub> :	512
L <sub>11</sub> :	1 024

Photo 3. – Les boutons poussoirs dépassent légèrement du boîtier qui comporte les inscriptions de durée de la coupure.



Lorsque le comptage atteint la valeur 1 024 (LED L<sub>11</sub> allumée seule), l'entrée 13 de la porte NOR IV passe à l'état haut, ce qui immobilise la sortie sur un état bas permanent. La capacité maximale de comptage est alors atteinte. Elle correspond à 17 heures et 4 minutes.

Le compteur peut être remis à zéro par appui sur BP<sub>1</sub>. Ainsi, après avoir armé le montage, lors du retour après une absence donnée, voici les différents cas pouvant se présenter.

1<sup>o</sup> La LED verte L<sub>12</sub> seule est allumée : aucune coupure ne s'est produite au niveau du secteur.

2<sup>o</sup> La LED verte L<sub>12</sub> et la LED jaune L<sub>13</sub> sont allumées. En appuyant sur BP<sub>2</sub> :

- un certain nombre de LED rouges (L<sub>1</sub> à L<sub>11</sub>) s'allument ; il suffit de totaliser comme indiqué ci-dessus pour connaître la durée, en minutes, de la coupure ;

- aucune LED rouge n'est allumée ; la coupure (ou les coupures) n'a pas dépassé une durée de l'ordre de la minute.

3<sup>o</sup> Toutes les LED sont éteintes. La coupure subsiste encore. En appuyant sur BP<sub>2</sub>, on peut alors connaître sa durée depuis son origine.

### III. LA REALISATION

#### a) Circuits imprimés (fig. 5)

Ils sont au nombre de deux : un module inférieur et un module supérieur. Leur réalisation n'appelle aucune remarque particulière. Les éléments de transfert Mécanorma, pastilles et bandelettes adhésives, peuvent être directement appliqués sur le cuivre préalablement bien dégraissé du verre époxy. Il convient cependant de bien respecter les règles suivantes :

- des pastilles devant recevoir les connecteurs mâle et femelle ;
- des trous de passage des LED L<sub>12</sub> et L<sub>13</sub> sur le module haut ;
- du trou de passage prévu pour le tournevis de réglage de la position de l'ajustable également sur le module supérieur.

Bien entendu, il est toujours possible de recourir à la méthode de reproduction photographique en se servant du module publié. Après attaque des circuits dans un bain de perchlore de fer, les modules seront abondamment rincés. Ensuite, toutes les pastilles seront à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous devront être agrandis à 1 ou 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés. Les pistes peuvent ensuite être étamées au fer à souder ; leur tenue n'en sera qu'améliorée.

#### b) Implantation des composants (fig. 6)

Peu de commentaires sont à faire sur ce travail très méticuleux et au cours duquel beaucoup de soin doit être apporté : la qualité des soudures, le respect absolu de l'orientation des composants polarisés, le risque de surchauffe de composants plus délicats tels que les LED. En effet, ces dernières devant être soudées très court pour des raisons d'encombrement, il convient de bien veiller à ne pas trop les chauffer. Quant aux circuits intégrés, l'auteur conseille toujours le recours au support. Le connecteur mâle du module supérieur est à souder côté cuivre. Avant la soudure de l'interrupteur à connexions coupées, il peut être avantageux de



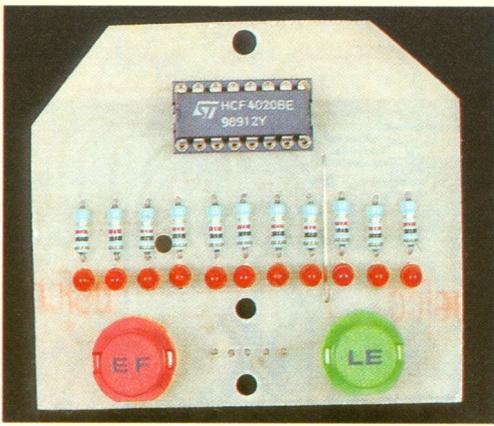


Photo 5. - Vue du connecteur de la carte supérieure.

## Réglage

Il consiste simplement à placer le curseur de l'ajustable A dans une position telle que la période des crêteaux délivrés par IC<sub>2</sub> soit de 7,5 secondes. Il suffira pour cela de relier l'entrée n<sub>o</sub> 10 de IC<sub>3</sub> à la pointe de touche positive d'un mesureur, l'autre étant à relier par exemple au « moins » de la pile. Pour obtenir une meilleure précision, il est conseillé de faire les essais sur dix périodes consécutives. En tournant le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre, la période diminue. Elle augmente dans le sens inverse. Ce réglage sera à effectuer lorsque l'appareil n'est pas relié au secteur, ce qui augmente d'ailleurs la sécurité de l'opération. ■

## LISTE DES COMPOSANTS

### Module inférieur

- 1 strap vertical  
 R<sub>1</sub> : 47 Ω/2 W (jaune, violet, noir)  
 R<sub>2</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R<sub>3</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>4</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)  
 R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>7</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>8</sub> et R<sub>9</sub> : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>10</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
 D<sub>1</sub> à D<sub>5</sub> : 5 diodes 1N 4004, 4007  
 Dz : diode Zener 10 V/1,3 W  
 L<sub>12</sub> : LED verte diamètre 3  
 L<sub>13</sub> : LED jaune diamètre 3  
 C<sub>1</sub> : 1 μF 400 V mylar  
 C<sub>2</sub> : 1 000 μF 16 V électrolytique  
 C<sub>3</sub> : 2,2 μF 10 V électrolytique  
 C<sub>4</sub> : 0,1 μF milfeuill  
 C<sub>5</sub> : 22 μF 10 V électrolytique  
 C<sub>6</sub> à C<sub>8</sub> : 3 × 4,7 nF milfeuill  
 C<sub>9</sub> : 220 μF 10 V électrolytique  
 T : transistor NPN BC 108, 109, 2N 2222  
 IC<sub>1</sub> : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

- IC<sub>2</sub> : NE 555 (timer)  
 Support 14 broches tulipe  
 Support 8 broches tulipe  
 A : Ajustable 470 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08 (noyau isolé)  
 Connecteur femelle (5 contacts alignés)  
 Bornier soudable (2 broches)  
 Interrupteur à glissière (connexions coudées)  
 Coupleur pile 9 V

### Module supérieur

- 1 strap vertical  
 R<sub>11</sub> à R<sub>21</sub> : 11 × 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 L<sub>1</sub> à L<sub>11</sub> : 11 LED rouges, diamètre 3  
 IC<sub>3</sub> : CD 4020 (compteur binaire à 14 étages)  
 Support 16 broches tulipe  
 Connecteur mâle (5 contacts alignés)  
 2 boutons-poussoirs à contact travail (pour circuit imprimé)

### Divers

- Pile 9 V  
 Coffret plastique transparent ou non (100 × 70 × 30)

# Le thermoregle

SL-2006

Panne longue durée  
 10 modèles différents  
 Grande variété de travaux.

## EN CADEAU !\*

Pour l'achat d'un fer à souder SL 2006. Chez votre revendeur habituel demander votre PIN'S



Le fer à souder thermorégulé de taille et poids semblables à un fer à souder conventionnel.

### Données techniques :

- Tension de régime : 240 V.
- Puissance absorbée pendant le travail à 400° C : 45 W.
- Puissance initiale : 200 W.
- Isolation au réseau : 20 MΩ à 400° C.
- Rigidité diélectrique à 20° C : 1500 V.
- Contrôle électronique de température, avec déclenchement de triac à zéro.
- Temps de chauffage jusqu'à 250° C : 40 secondes.
- Poids du fer (sans câble) : 70 grammes.

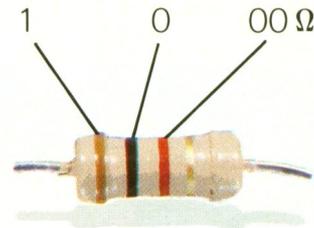
Consultez votre fournisseur habituel ou à JBC Outillage pour électronique, sarl B.P. 21 92600 ASNIERES

\* Dans la limite des stocks disponibles.



un univers de solutions pour l'électronique

# CODE des COULEURS des RESISTANCES



offert par :  
**Electronique pratique**

1 2 3 Tolérance : or ± 5 %, argent ± 10 %

1 <sup>re</sup> bague 1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>e</sup> bague 2 <sup>e</sup> chiffre	3 <sup>e</sup> bague multiplicateur
1	0	× 1
2	1	× 10
3	2	× 100
4	3	× 1 000
5	4	× 10 000
6	5	× 100 000
7	6	× 1 000 000
8	7	
9	8	
	9	



# UN CHIFFREUR AUXILIAIRE A FREQUENCES VOCALES



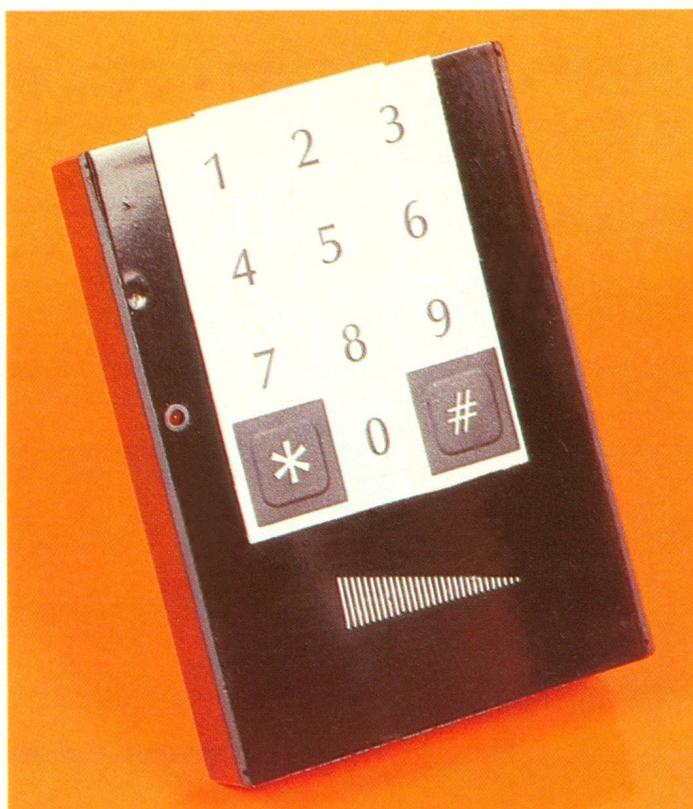
La plupart des abonnés au téléphone dépendent d'un central électronique numérique, capable de prendre simultanément en compte les deux modes de numérotation : l'ancien, par impulsions, et le nouveau, par fréquences vocales. Le montage décrit dans cet article s'adresse à ceux qui disposent encore d'un appareil à cadran dont la fastidieuse opération de chiffrage peut alors être allégée, grâce à cette réalisation. Mais d'autres possibilités sont offertes ; en collant simplement le clavier souple de commande sur la surface d'un bureau, le boîtier étant fixé en dessous, vous avouerez que cela donne une touche véritablement originale à votre téléphone...

## I - LE PRINCIPE

### a) Rappel sur la DTMF (fig. 1)

La DTMF (Dual Tone Multi Frequency) est une nouvelle technique de numérotation téléphonique, qui remplace progressivement celle qui consiste à chiffrer, par le biais d'impulsions périodiques réalisées, mécaniquement par une came, elle-même commandée par le cadran du poste téléphonique.

Ce nouveau type de chiffrage, souvent appelé chiffrage par fréquences vocales, consiste, pour chaque chiffre du numéro, à établir une note musicale, aussitôt transmise par la ligne téléphonique vers le central. En réalité, cette note est une superposition de deux fréquences de base. Les



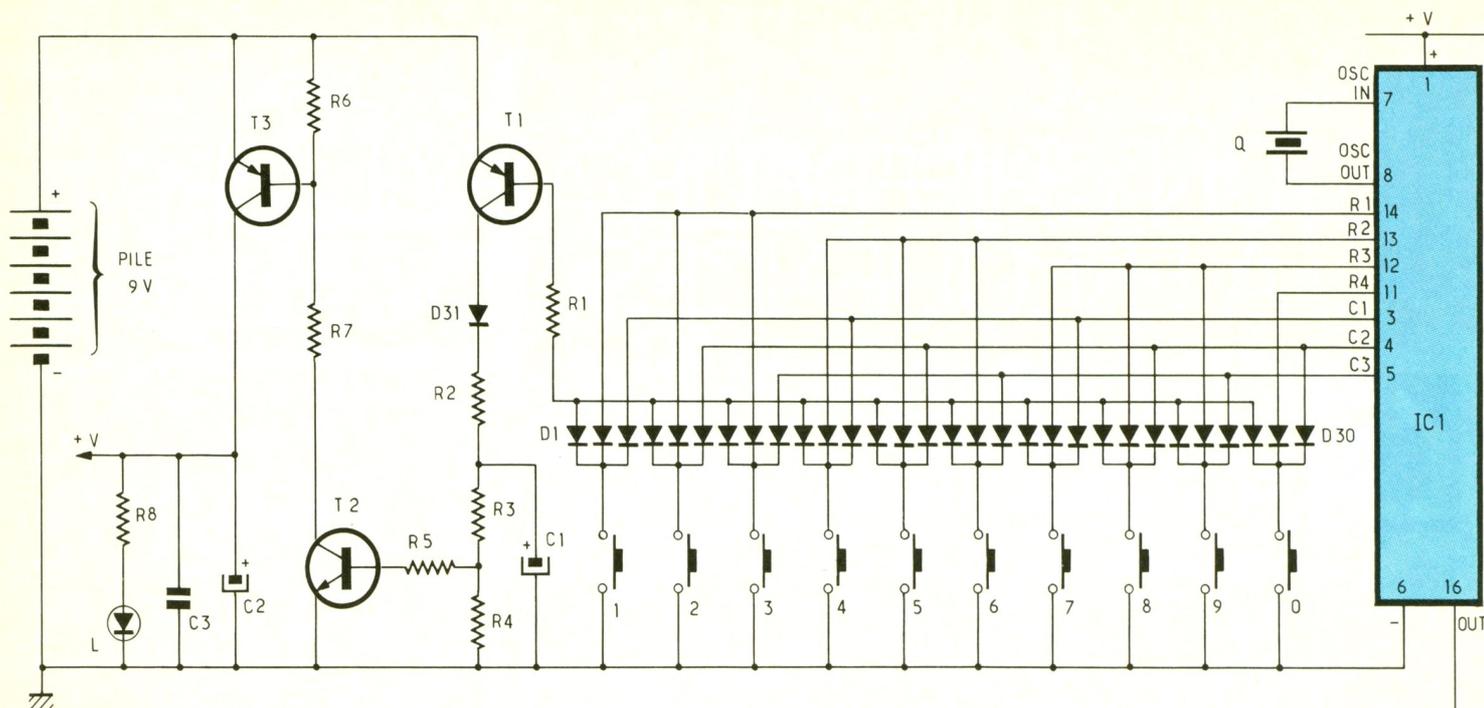
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz
697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

valeurs des fréquences retenues font partie de la gamme audible et musicale ; elles sont normalisées au plan international. Elles ont été choisies de manière à obtenir une fiabilité absolue du système, sans risque de confusion avec des harmoniques, par exemple.

Ainsi, pour le chiffre 5, on superpose les deux fréquences sinusoïdales suivantes : 1 336 Hz et 770 Hz. Ce type de chiffrage présente sur le système précédent un certain nombre d'avantages :  
- la vitesse de la numérotation se trouve considérablement accélérée ;

1

Rappel des fréquences DTMF.

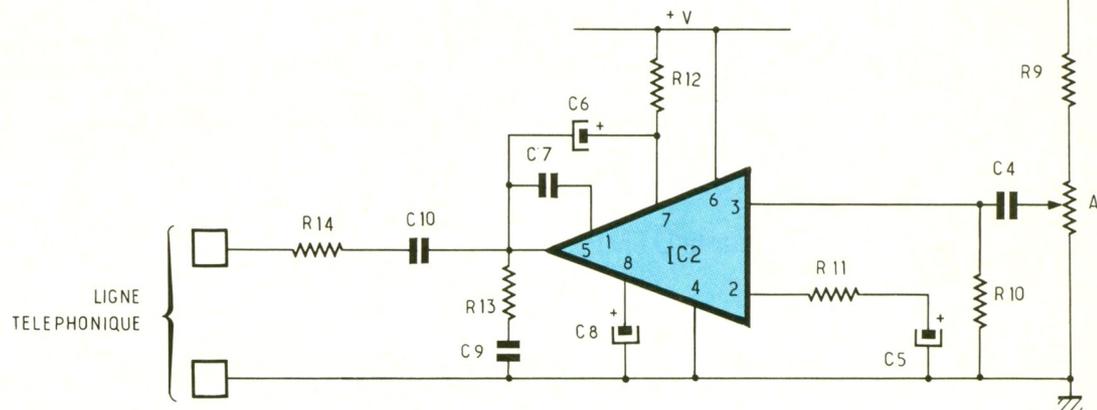


2

Le schéma de principe du chiffreur auxiliaire.

3

Chronogrammes de fonctionnement.



- la fiabilité est plus grande ;
- il est possible, dans le cas de deux ou plusieurs postes montés sur la même ligne, de numérotter sur l'un, l'autre (ou les autres) poste(s) étant décroché(s). Cela est absolument impossible dans l'ancien système ;
- les fréquences vocales peuvent être utilisées à d'autres fins, comme la télécommande téléphonique par exemple.

### b) Le principe de fonctionnement du chiffreur auxiliaire

Le boîtier est alimenté par une pile de 9 V. Un clavier souple, sur lequel nous reviendrons plus en détail, est collé sur le couvercle du boîtier. En appuyant sur n'importe quelle touche correspondante à un chiffre, l'alimentation se trouve automatiquement établie et subsiste pendant quelques secondes.

La continuité de l'alimentation se trouve rafraîchie à chaque appui sur une autre touche, au fur et à mesure de la composition du nu-

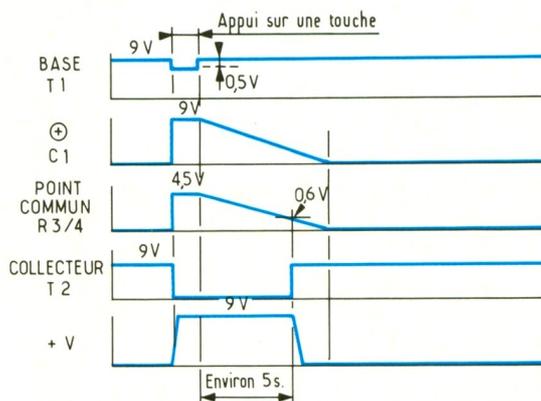
méro. Une LED rouge atteste cette mise sous tension automatique du montage, qui le dispense de l'habituel interrupteur de mise en marche.

Un circuit intégré dont nous reparlerons est chargé de générer les fréquences vocales, tandis qu'un petit amplificateur audio leur donne la puissance nécessaire pour être exploitées et émises dans la ligne téléphonique.

## II - LE FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

### a) Alimentation

L'énergie est fournie par une pile de 9 V. A l'état de repos, tous les transistors sont bloqués. En particulier, sur le collecteur du transistor NPN T<sub>3</sub>, on relève un poten-



tiel nul. En appuyant sur n'importe quelle touche, de 0 à 9, du clavier souple, un courant s'établit dans la jonction émetteur-base du transistor  $T_1$ , via  $R_1$  et l'une des diodes  $D_1, D_4, D_7...$  Par l'intermédiaire de  $D_{31}$  et de  $R_2$ , de faible valeur, la capacité  $C_1$  se charge instantanément et on relève un potentiel de l'ordre de 8,5 V sur son armature positive. Au point de jonction des résistances d'égale valeur  $R_3$  et  $R_4$ , s'établit donc une tension de 4,25 V. Le transistor NPN  $T_2$  conduit à son tour : son collecteur passe à un potentiel voisin de zéro. Il en résulte la saturation du transistor PNP  $T_3$  qui délivre sur son collecteur, ainsi que sur l'armature positive de  $C_2$ , un potentiel continu voisin de 9 V. La capacité  $C_3$  découple l'alimentation du montage aval, tandis que la LED L, dont le courant est limité par  $R_8$ , indique que le montage est sous tension. Lorsque l'on relâche la touche, le transistor  $T_1$  cesse de conduire, mais étant donné que  $C_1$  est toujours chargée, le transistor  $T_2$  continue d'être saturé, ce qui maintient l'alimentation. La capacité  $C_1$  se décharge lentement dans  $R_3/R_4$  et  $R_5$  via  $T_2$ . Lorsque le potentiel de l'armature positive atteint 1,2 V, soit 0,6 V au point commun  $R_3/R_4$ , le transistor  $T_2$  se bloque et l'alimentation cesse d'être opérationnelle. Cela se

produit environ 4 à 5 s après avoir relâché la dernière touche sollicitée. Ainsi, au cours de la composition d'un numéro, l'alimentation reste constamment présente, pour s'effacer automatiquement peu de temps après le chiffre.

### b) Le codeur TCM 5089

Le boîtier référencé  $IC_1$  est un générateur de fréquences vocales (DTMF). Il comporte une base de temps interne pilotée par un quartz extérieur de 3,579 545 MHz. Les signaux émis sont disponibles sur la sortie OUT. Pour obtenir un signal, il convient de soumettre *simultanément* une entrée « rangée » et une entrée « colonne » à un état bas ; les autres entrées restant « en l'air », à l'état haut. En revanche, aucun signal n'est disponible si on soumet seulement une entrée « R » ou « C » à l'état bas, ou encore si on relie, en plus, une quelconque entrée « R » ou « C » à un état bas. Ce sont différentes sécurités internes du circuit qui empêchent toute infraction à la règle de base du fonctionnement.

Le clavier souple utilisé est du type non matricé, en effet, son utilisation nécessite un « commun » et 12 sorties. Les sorties correspondant aux touches \* et # n'ont pas été utilisées. Le lec-

teur vérifiera aisément, à titre d'exemple, que si on appuie sur la touche 4, on soumet bien les entrées «  $R_2$  » et «  $C_1$  » à l'état bas. Dans ce cas, le TCM 5089 génère un signal résultant de la superposition des deux fréquences sinusoïdales de 1 209 Hz et 770 Hz.

Ce type de clavier est disponible auprès de beaucoup de fournisseurs et en particulier chez Saint Quentin Radio à Paris et Sélectronic à Lille, ce dernier distribue par ailleurs également le circuit TCM 5089.

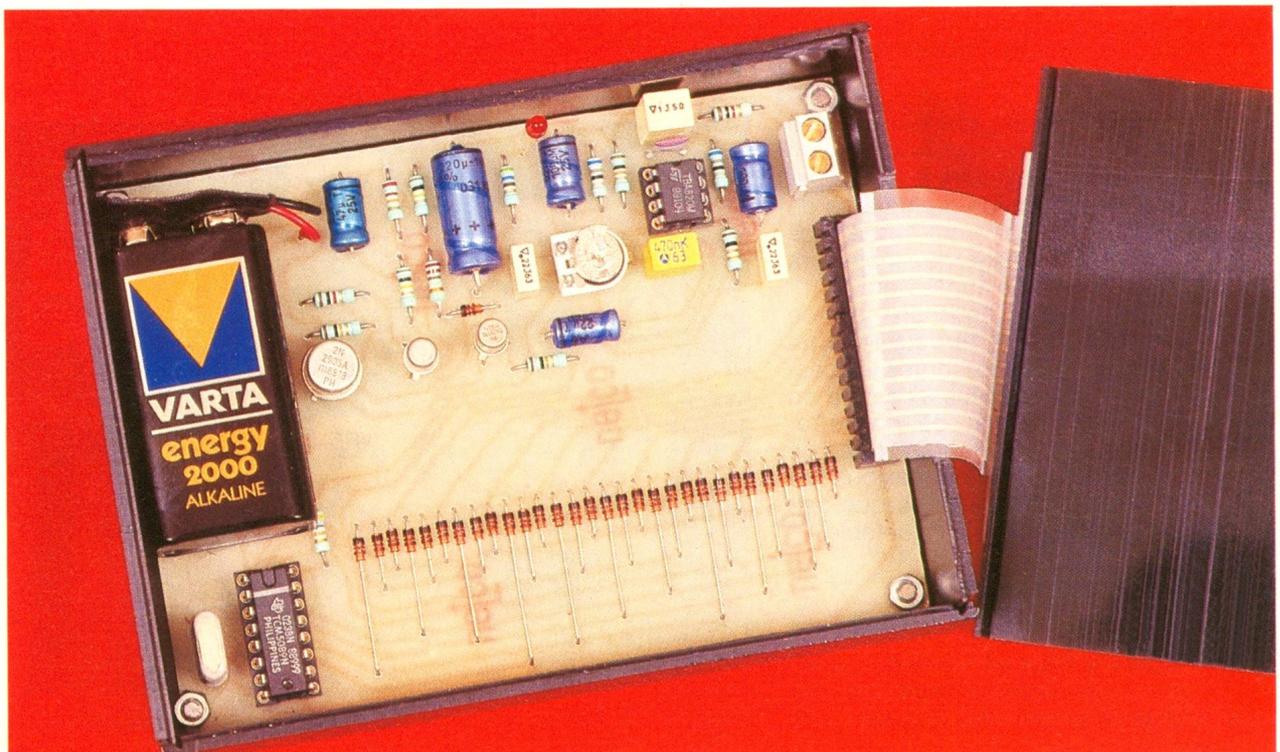
### c) Amplification

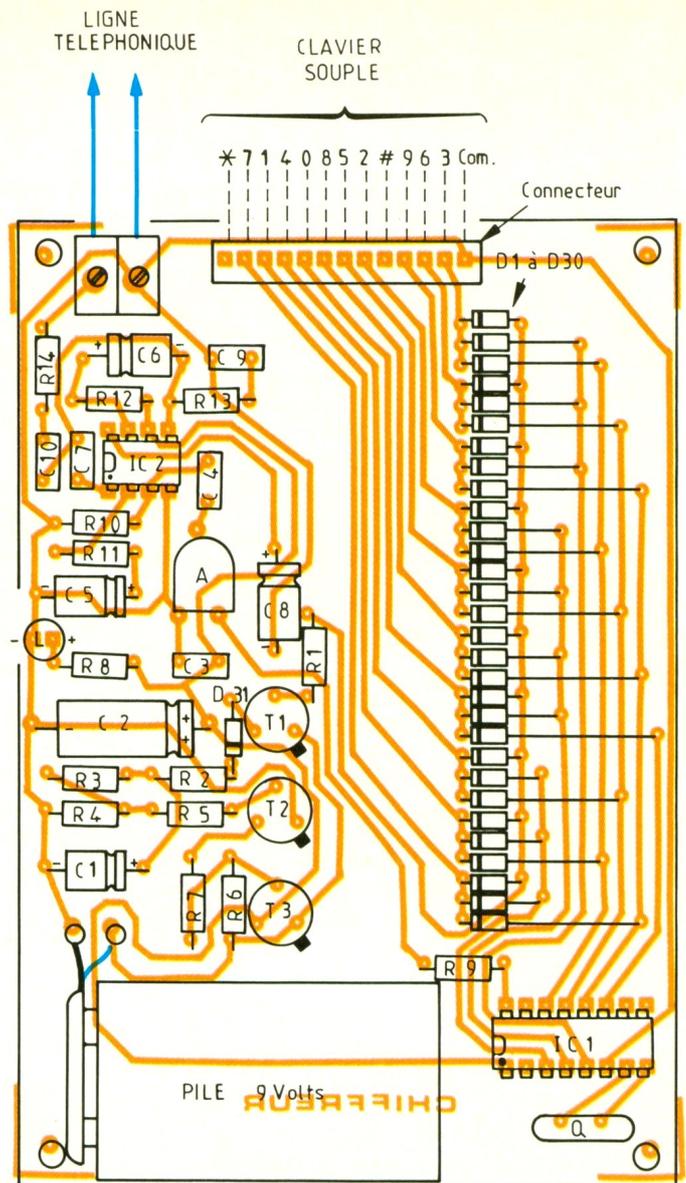
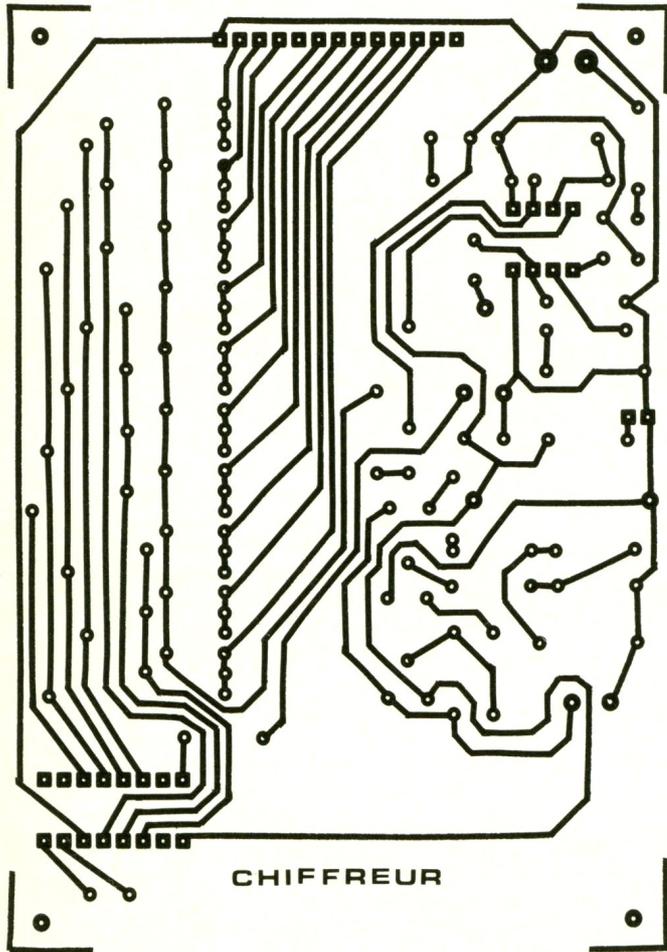
Le circuit intégré  $IC_2$  est un TBA 820M. Il s'agit d'un amplificateur audio d'une puissance de l'ordre de 1,5 à 1,8 W. Les signaux sont acheminés sur son entrée par l'intermédiaire de  $C_4$  et le curseur de l'ajustable A. Ce dernier permet d'ailleurs de prélever une fraction plus ou moins importante de l'amplitude des signaux émis par  $IC_1$ .

Le gain de cet amplificateur est constant ; il est déterminé par le couple  $R_{11}/C_5$ . La capacité  $C_6$  assure la contre-réaction nécessaire au fonctionnement, tandis que  $C_7$  agit en compensateur de fréquence. La capacité  $C_8$  a une mission de réjection.

Le signal est injecté dans la ligne téléphonique par la capacité  $C_{10}$  et la résistance  $R_{14}$ .

Photo 2. – La pile se trouve disposée directement sur le circuit imprimé par collage.





### III – LA REALISATION

#### a) Le circuit imprimé (fig. 4)

Le tracé des pistes n'est pas très compliqué et il est relativement simple de reproduire le circuit par simple application d'éléments de transfert Mecanorma sur la face cuivre de l'époxy, que l'on aura bien dégraissée auparavant.

Après gravure dans un bain de perchlorure de fer suivie d'un abondant rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront à agrandir afin de les adapter aux connexions de plus fort diamètre telles que celles du bornier ou de l'ajustable.

#### b) Implantation des composants (fig. 5, 6, 7)

Après la mise en place des nombreuses diodes-signal, on plantera les résistances, les

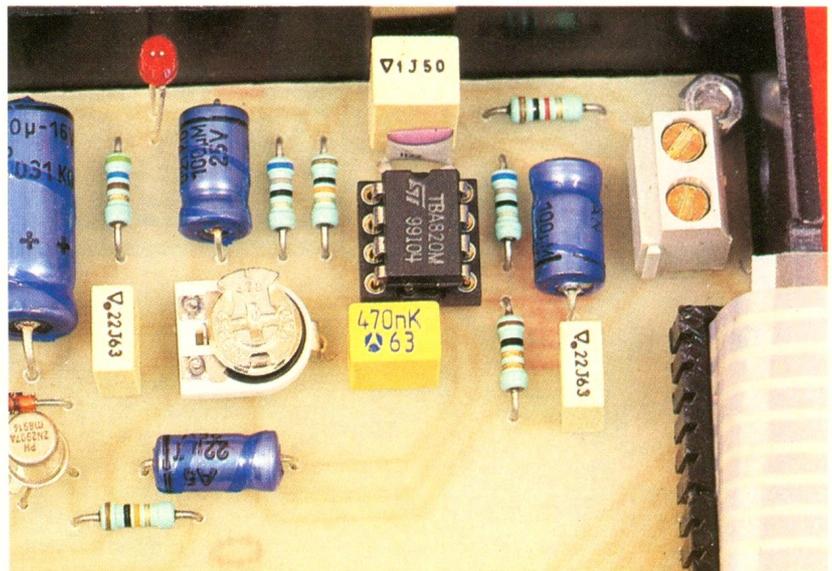


Photo 3. – Le bornier conduit le signal DTMF sur la ligne téléphonique.

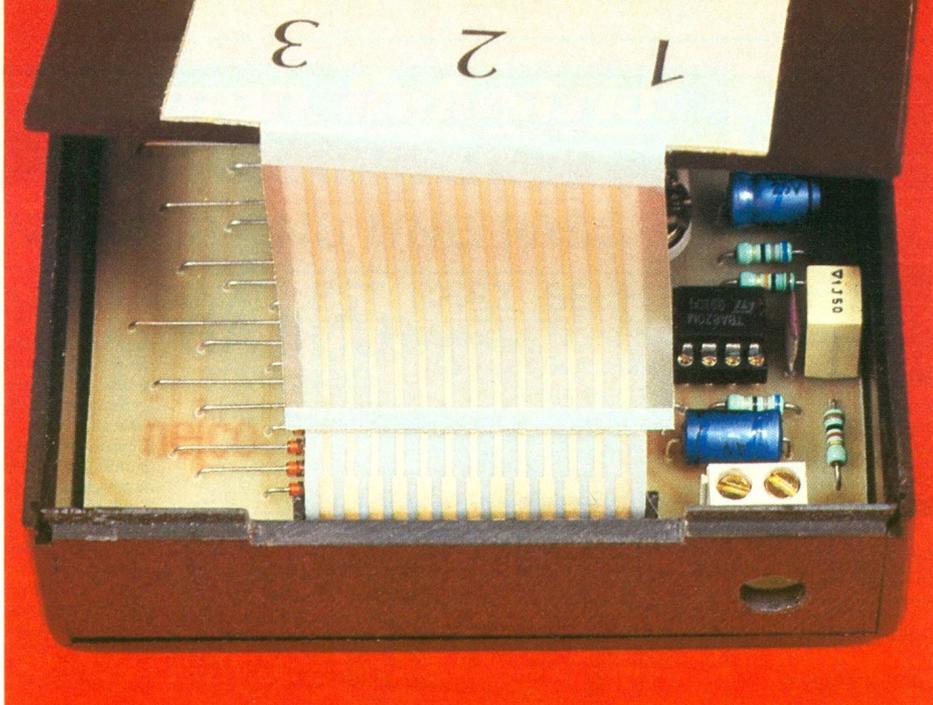


Photo 4. – Un câble méplat réunit le circuit principal au clavier numérique.

capacités, l'ajustable, les transistors et le connecteur. Attention à l'orientation des composants polarisés.

Les circuits intégrés pourront avantageusement être montés sur des supports ; cette disposition ne présente que des avantages : les circuits ne subissent pas de surchauffe au moment de la soudure et toute recherche éventuelle de panne se trouve grandement facilitée. La pile a été collée sur le module pour un meilleur maintien mécanique.

### c) Mise au point

La mise au point se trouve réduite à un réglage optimal de la puissance du signal délivré par le circuit TBA 820M. Il suffit pour cela de procéder à des essais en cherchant d'abord, en plaçant le curseur vers la gauche, sens inverse des aiguilles d'une montre, la position minimale de prise en compte du signal émis par la ligne téléphonique. Ensuite on recherchera l'autre limite qui correspond à la saturation et qui

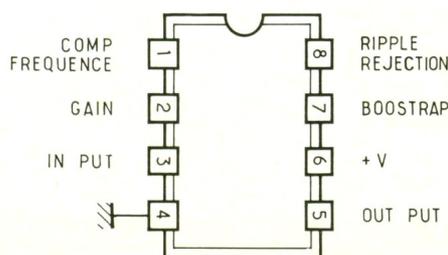
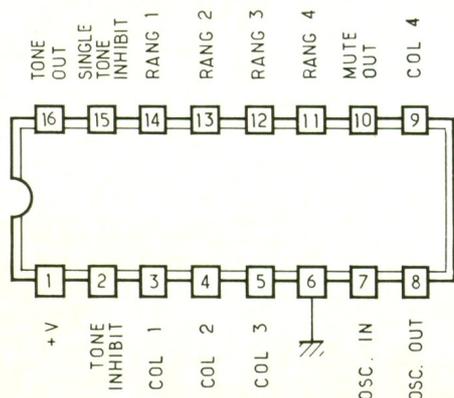
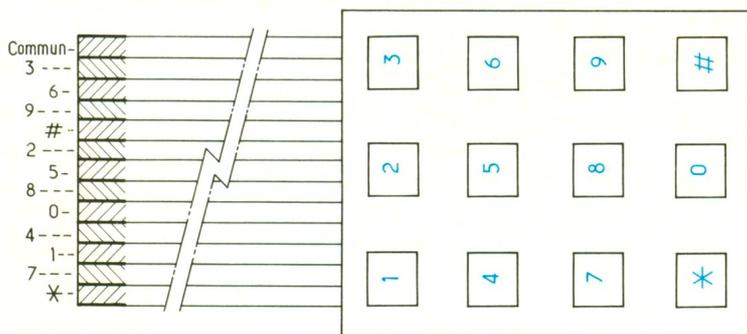
n'est plus acceptée par le réseau. On placera ensuite le curseur sur la bissectrice de l'angle délimité par les deux positions extrêmes mises en évidence précédemment.

Généralement, la position du curseur au milieu de la plage correspond à un bon réglage.

Enfin, rappelons que tout branchement sur une ligne téléphonique dépend normalement de l'agrément de France Télécom.

## LISTE DES COMPOSANTS

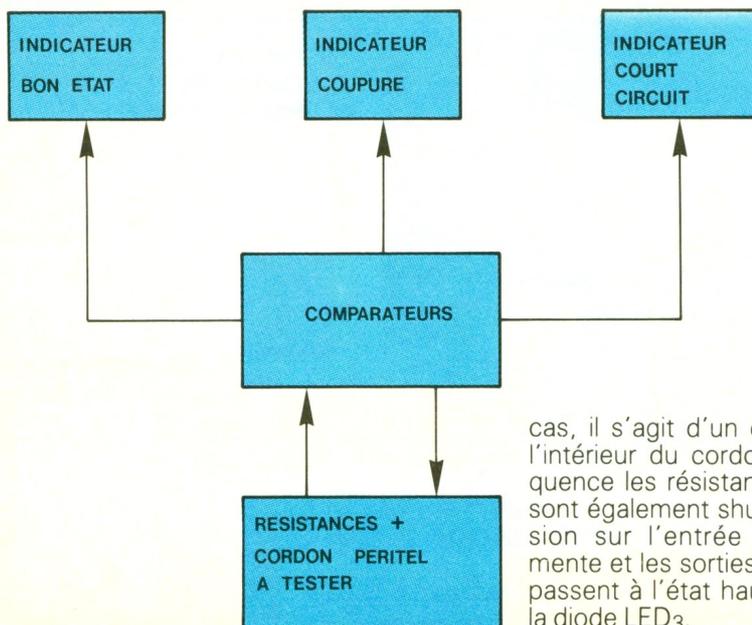
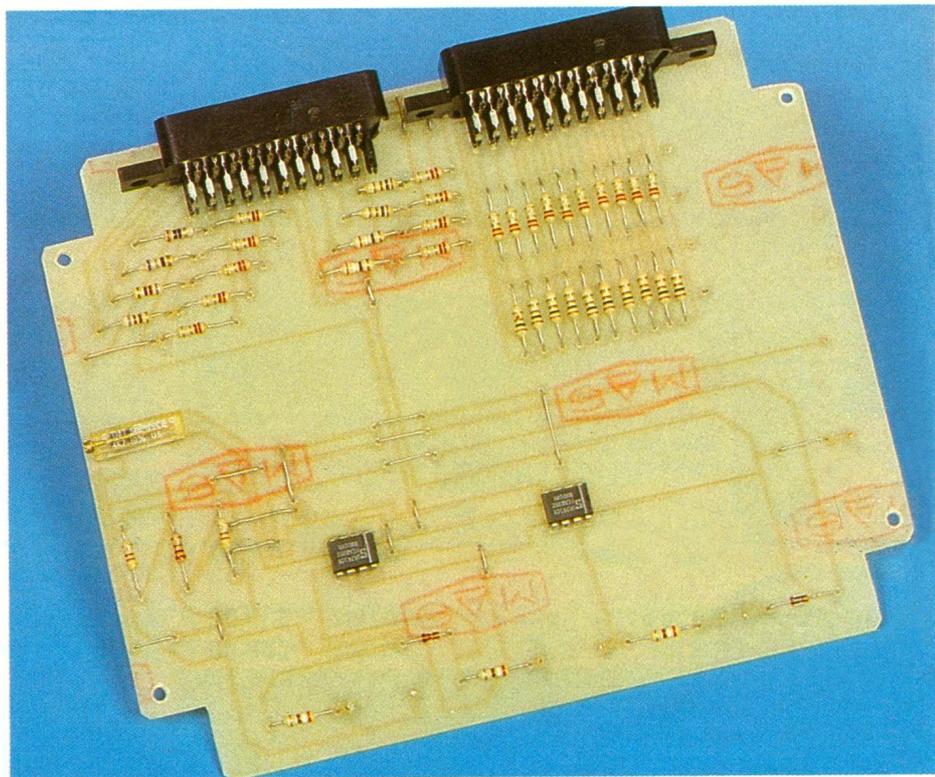
- $R_1$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_2$  : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)
- $R_3$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $R_4$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
- $R_5$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $R_6$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_7$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_8$  : 560  $\Omega$  (vert, bleu, marron)
- $R_9$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{10}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_{11}, R_{12}$  : 2  $\times$  68  $\Omega$  (bleu, gris, noir)
- $R_{13}$  : 1  $\Omega$  (marron, noir, or)
- $R_{14}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- A : ajustable 4,7 k $\Omega$ , implantation horizontale, pas de 5,08
- $D_1$  à  $D_{31}$  : 31 diodes-signal 1N4148, 1N914
- L : LED rouge  $\varnothing$  3
- $C_1$  : 47  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_2$  : 220  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_3$  : 0,22  $\mu$ F milfeuillet
- $C_4$  : 0,47  $\mu$ F milfeuillet
- $C_5, C_6$  : 2  $\times$  100  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_7$  : 220 pF céramique
- $C_8$  : 22  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_9$  : 0,22  $\mu$ F milfeuillet
- $C_{10}$  : 1  $\mu$ F milfeuillet
- $T_1$  : transistor PNP 2N2907
- $T_2$  : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222
- $T_3$  : transistor PNP 2N2905
- Q : quartz 3,579545 MHz
- $IC_1$  : TCM 5089 (codeur DTMF)
- $IC_2$  : TBA 820M (ampli audio)
- Support 16 broches tulipe
- Support 8 broches tulipe
- Bornier soudable (2 contacts)
- Connecteur pour clavier souple (13 contacts)
- Clavier souple (voir texte)
- Pile 9 V (45  $\times$  25  $\times$  17)
- Coupleur de pile
- Boîtier plastique (125  $\times$  90  $\times$  25)



# TESTEUR DE CORDONS PERITEL

La vidéo reste un domaine très prisée dans le domaine des amateurs d'électronique, qui se retrouvent confrontés aux divers problèmes liés à la connectique. Comment savoir si un cordon péritel est en bon état ? Un moyen simple et efficace consiste à réaliser votre testeur.

Le montage proposé consiste à donner trois indications sur l'état du cordon, coupure franche, court-circuit ou simplement correct. Le schéma proposé à la figure 1 montre la présence de deux 741 montés en comparateurs de tension. Le cordon met en série les résistances  $R_7$  à  $R_{43}$  afin de porter l'entrée du 741 à un demi-Vcc.  $IC_1$  passe à l'état haut puisque le potentiel sur son entrée directe est plus important que celui présent sur son entrée inverseuse.  $IC_2$  est à l'état bas car en Y nous avons une tension inférieure à celle de la broche 3. Lorsque le cordon est correct, le voyant  $LED_2$  s'allume. En revanche, lorsque le cordon péritel subit une coupure, l'entrée directe du comparateur se voit soumise à un niveau bas par  $P_1$ , et  $IC_1$  passe à l'état bas, et la diode  $LED_1$  s'allume. Pour le dernier



cas, il s'agit d'un court-circuit à l'intérieur du cordon, en conséquence les résistances  $R_7$  à  $R_{44}$  sont également shuntées, la tension sur l'entrée directe augmente et les sorties de  $IC_1$  et  $IC_2$  passent à l'état haut et allument la diode  $LED_3$ .

## REALISATION PRATIQUE

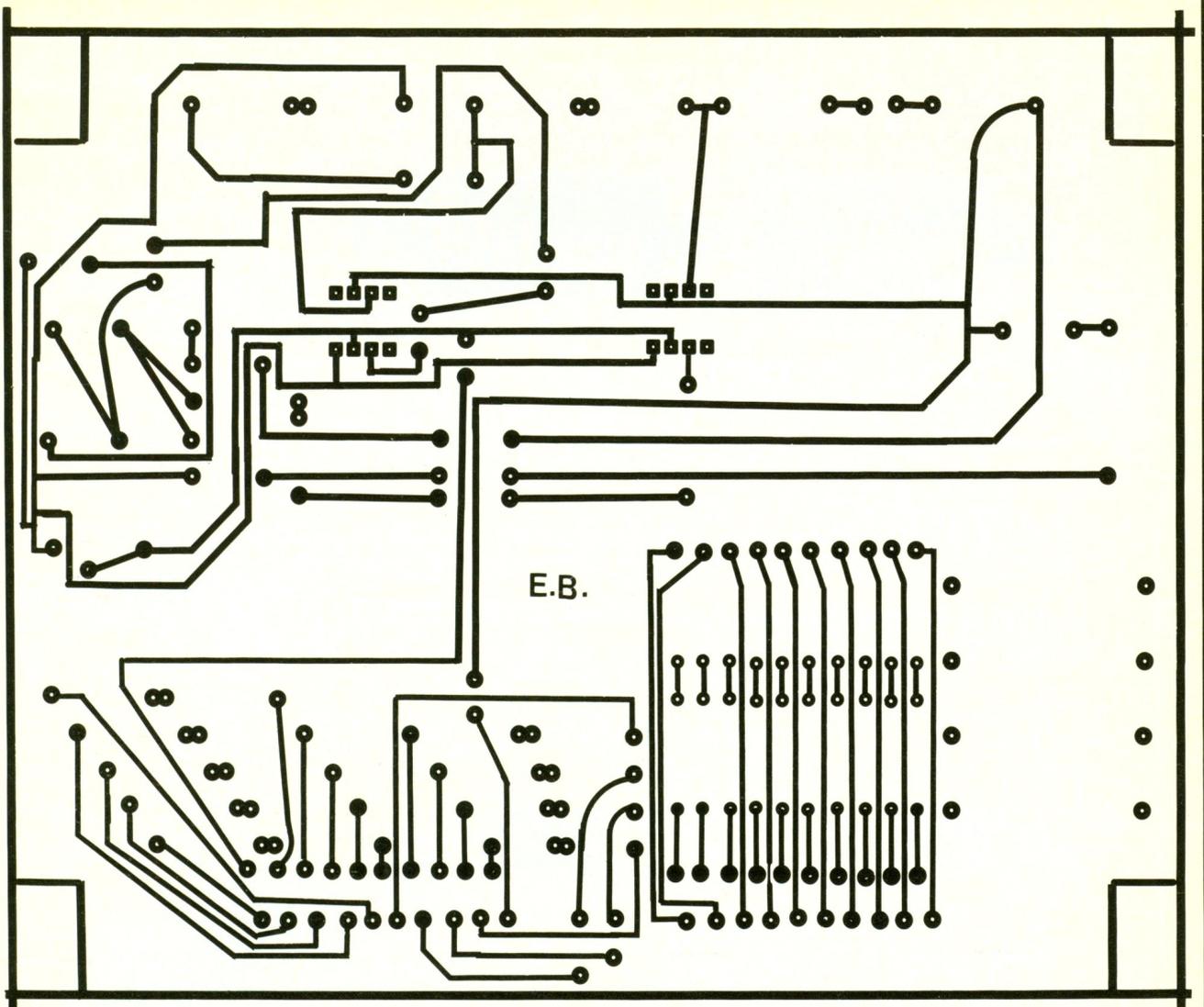
Le tracé du circuit imprimé ne pose aucun problème au vu du dessin présenté à la figure 2. Les méthodes habituelles des bandes et des pastilles ou photographiques conviennent très bien. Les trous auront un diamètre de 0,8 millimètre. Vous commencerez par disposer tous les straps avant d'implanter les résistances. Le dessin de la figure 3 représente la disposition de tous les éléments prenant place sur la platine. Les trois diodes DEL viennent à l'extérieur du circuit imprimé, sur l'éventuelle face avant du coffret.

1

Schéma de principe du montage.

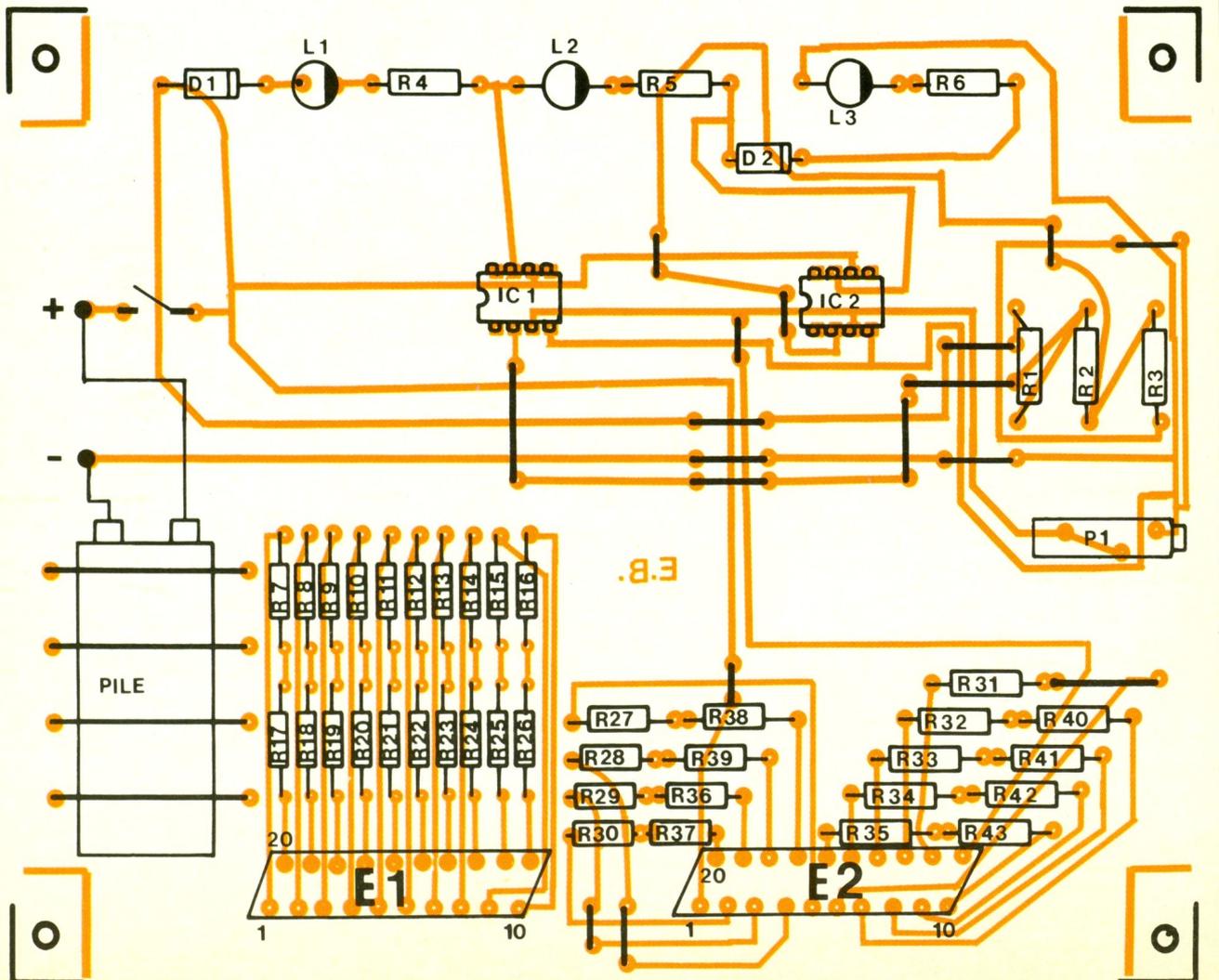
# 3

Dessin du circuit imprimé.



# 4

Implantation des composants.



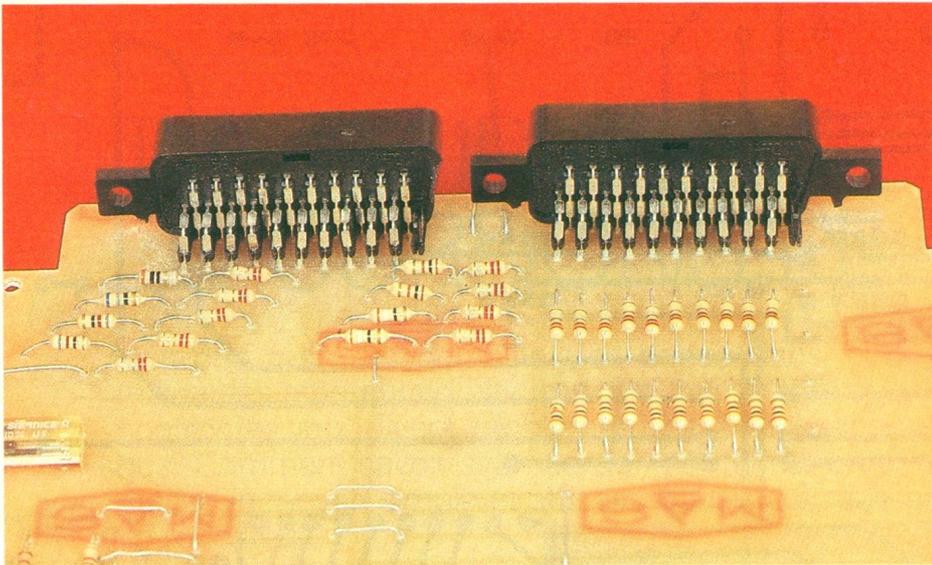


Photo 2. – Les deux fiches « péritel » prennent place sur le circuit imprimé.

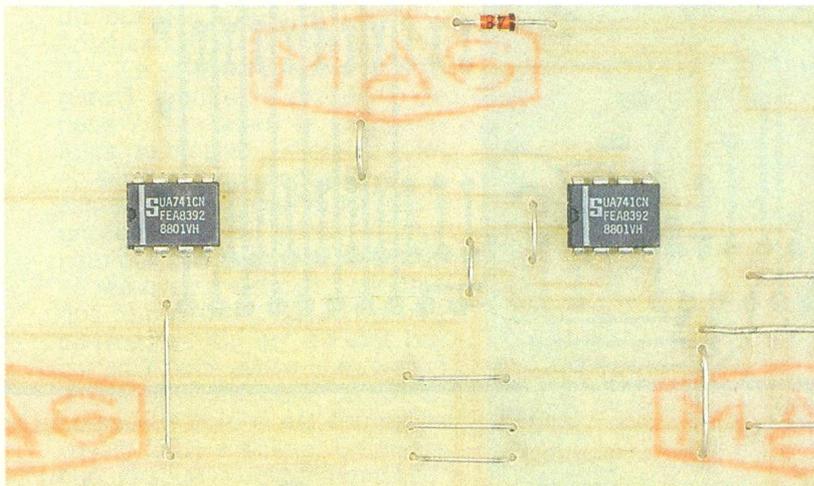


Photo 3. – Deux ampli OP réalisent la partie électronique du montage.

## REGLAGE

En branchant un cordon péritel en bon état sur les embases du circuit-imprimé, il suffit de régler la résistance ajustable P<sub>1</sub> pour que la diode LED<sub>2</sub> s'allume. Il ne vous reste plus qu'à tester tous vos cordons.

E. BLOUET

## LISTE DES COMPOSANTS DU TESTEUR

### Résistance 1/4 W 5 %

- R<sub>1</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>2</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>3</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>4</sub> à R<sub>6</sub> : 390 Ω (orange, blanc, marron)
- R<sub>7</sub> à R<sub>16</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R<sub>17</sub> à R<sub>35</sub> : 2,2 Ω (rouge, rouge, or)
- R<sub>36</sub> à R<sub>37</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)
- R<sub>38</sub>, R<sub>39</sub> : 39 Ω (orange, blanc, noir)
- R<sub>40</sub>, R<sub>41</sub> : 82 Ω (gris, rouge, noir)
- R<sub>42</sub> : 68 Ω (bleu, gris, noir)
- R<sub>43</sub> : 10 Ω (marron, noir, noir)

### Circuits intégrés

IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : 741 (ampli OP)

### Diodes

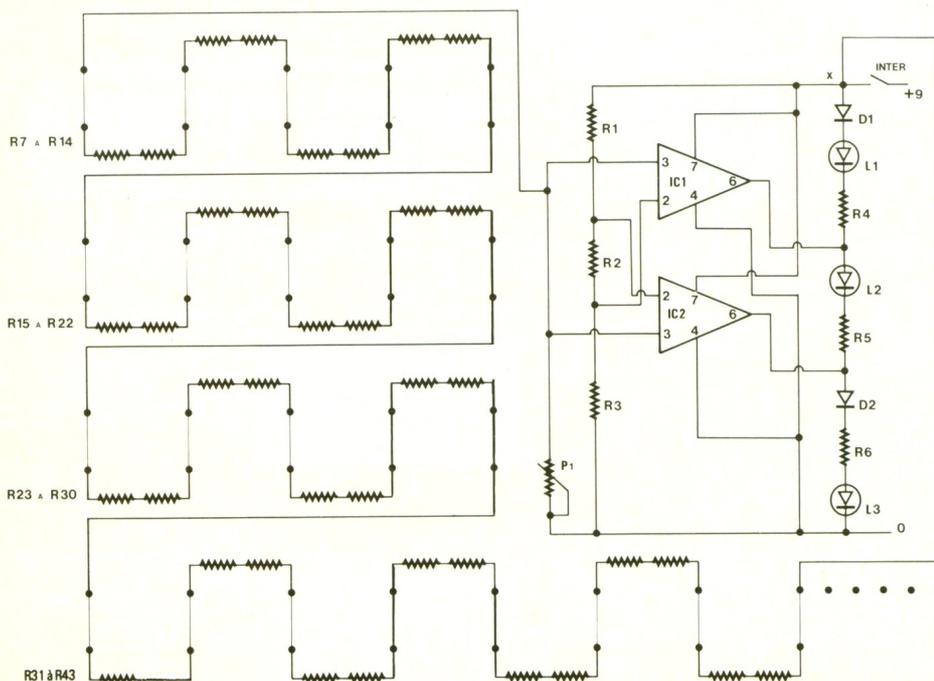
D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : 1N4148  
L<sub>1</sub> à L<sub>3</sub> : LED

### Potentiomètre ajustable

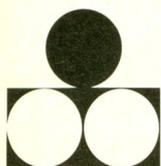
P<sub>1</sub> : 4,7 kΩ 10 tours horizontal

### Embases

E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> : embases femelle Peri-TV  
Boîtier : Retex Elbox RE 1



# JEU DE LUMIERES 10 VOIES 1 023 PAS



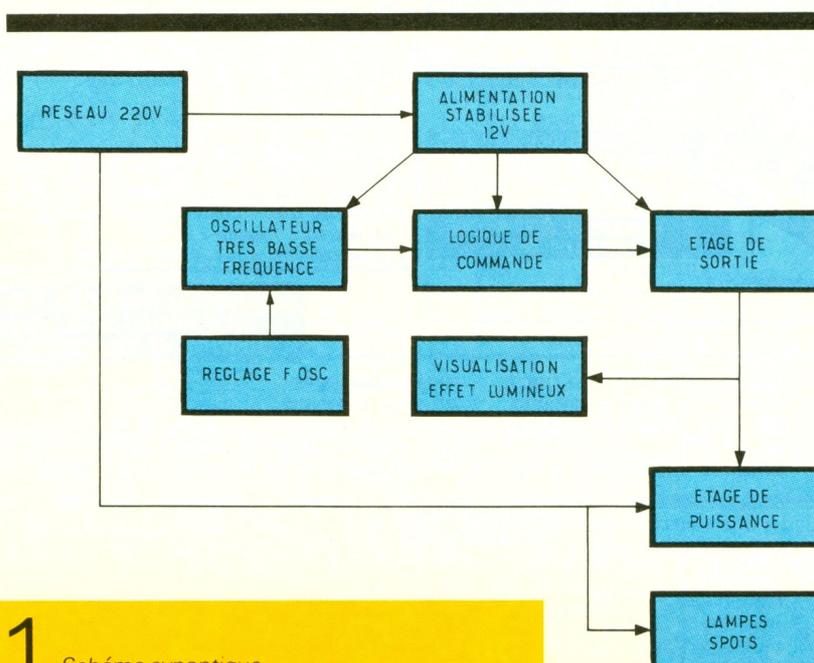
Depuis toujours les jeux de lumières ont fasciné les amateurs d'électronique. En effet ce sont des montages faciles à réaliser, peu onéreux, qui apportent une touche d'originalité à vos soirées musicales. Quoi de plus intéressant que d'apprendre à les réaliser soi-même ?

Le jeu de lumières comporte 10 voies, chacune d'elles possédant une ou plusieurs lampes le nombre de pas est de 1 023. Cependant ce jeu de lumières n'est pas programmable, il ne possède pas – comme on aurait pu le croire – de mémoire morte genre EPROM ou PROM, il a tout simplement sa propre logique de commande.

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le schéma synoptique de la figure 1 permet de mieux cerner le fonctionnement, il s'agit d'une séquence binaire pseudo-aléatoire !

Un bien grand mot pour désigner une séquence réalisée autour d'une cascade de dix bascules D ! Le schéma de la figure 2 nous rappelle le fonctionnement



d'un tel circuit de la famille CMOS : le CD 4013.

Notre effet lumineux consiste tout simplement à créer une cascade avec 10 bascules, c'est-à-dire à relier la sortie d'une bascule  $i$  à l'entrée d'une bascule  $i + 1$ . Seulement, si on se limitait à ce câblage on obtiendrait un registre à décalage. Pour éviter cela, on intercale une porte EXOR (ou exclusif à deux entrées) dans la chaîne. La particularité de la séquence réside dans l'initialisation des différentes bascules. Pour notre part, nous avons relié les deux entrées de la porte EXOR aux sorties  $Q_7$  et  $Q_{10}$ . L'initialisation des bascules est la suivante :  $Q_1$  à  $Q_9$  niveau logique bas,  $Q_{10}$  niveau logique haut.

1

Schéma synoptique  
du jeu de lumière.

V Q2 Q̄2 H2 R2 D2 S2

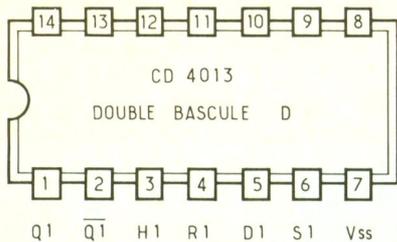


TABLE DE VERITE

L <sub>i</sub>	L̄ <sub>i</sub>	O <sub>i</sub>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Table de vérité

Horloge	Donnée	Reset	Set	Q	Q̄
FM	0	0	0	0	1
FM	1	0	0	1	0
FD	X	0	0	Q	Q̄
X	X	1	0	0	1
X	X	0	1	1	0
X	X	1	1	1	1

2

Table de vérité du CD4013.

Cela nous conduit à présenter le schéma de l'ensemble du jeu de lumières.

Le circuit imprimé en vue d'ensemble.

## ALIMENTATION (fig. 3)

Montage très classique d'un redressement bialternance, le transformateur 220/12 V, associé au pont de Graëtz (diodes D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub>) et au condensateur de filtrage C<sub>1</sub>, nous permet de récupérer au point A<sub>1</sub> une tension grossièrement filtrée de 15 V, utilisée ultérieurement à l'étage de puissance. Ensuite cette tension est régulée par le circuit intégré IC<sub>1</sub> de 12 V, les condensateurs C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> éliminent les parasites issus du secteur, et le condensateur C<sub>4</sub> sert de réservoir d'énergie. La LED L<sub>11</sub> alimentée via la résistance R<sub>34</sub> sera un témoin du fonctionnement de l'alimentation. Les protections sont au nombre de deux : un premier fusible, F<sub>2</sub>, protège globalement la commande à travers l'alimentation ; un autre fusible, F<sub>1</sub>, protège la partie puissance, c'est-à-dire les rampes de spots.

## SCHEMA DE COMMANDE (fig. 4)

L'horloge fait appel à un circuit intégré NE 555 monté en oscillateur astable à très basse fréquence.

Les composants R<sub>31</sub>, R<sub>32</sub>, P et C<sub>6</sub> déterminent la fréquence d'oscillation dont la valeur est donnée par la formule :

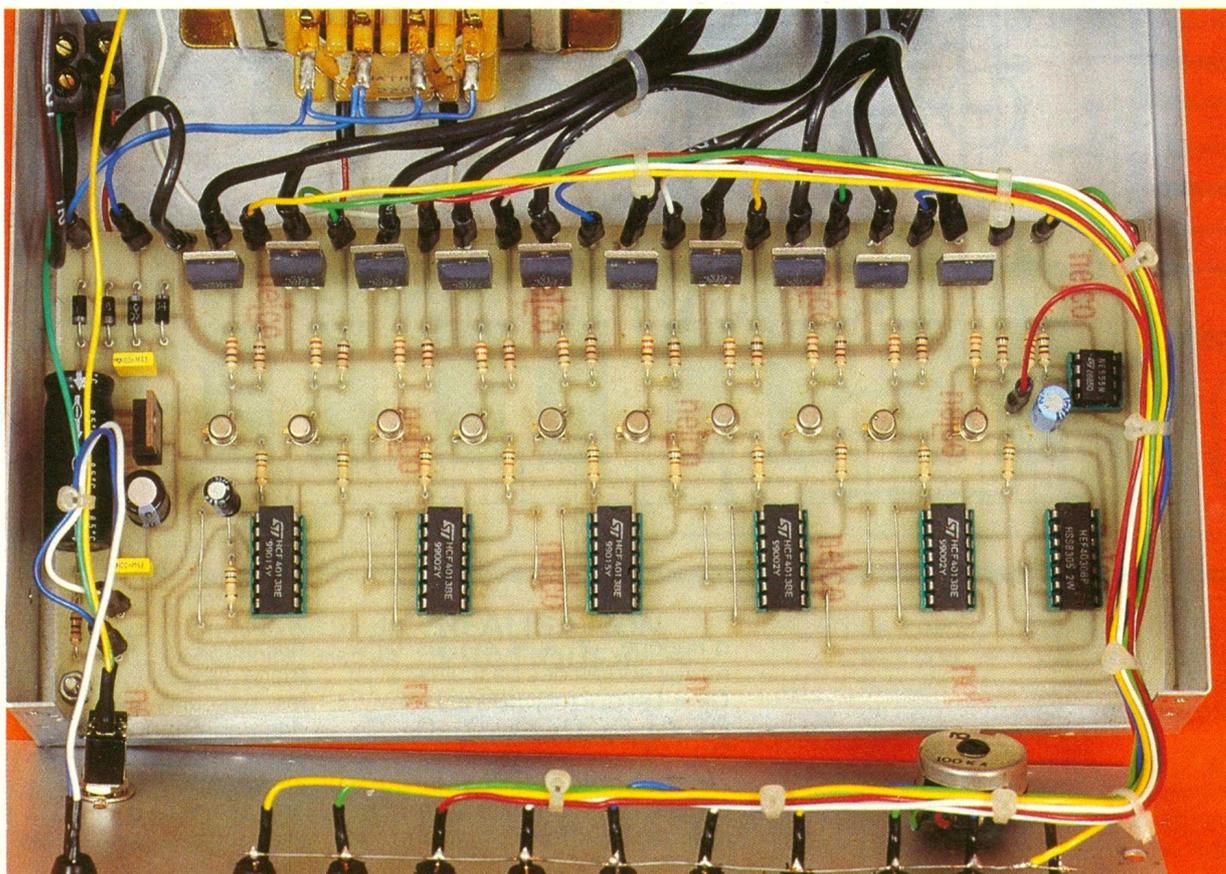
$$f_{osc} = \frac{\ln 2}{(R_{32} + P + 2 \times R_{31}) \times C_6}$$

Dans notre cas, où P est variable de 0 à 100 kΩ et R<sub>32</sub> = 2,2 kΩ, R<sub>31</sub> = 1 kΩ et C<sub>6</sub> = 33 μF, on obtient 0,2 Hz ≤ f<sub>osc</sub> ≤ 5 Hz, ce qui suffit à notre montage. Les impulsions disponibles à la borne 3 de l'oscillateur IC<sub>8</sub> sont appliquées aux bornes 3 et 11 respectivement entrée horloge H<sub>1</sub> et H<sub>2</sub> des dix bascules D.

On peut voir sur le schéma donné à la figure 4, la cascade (citée auparavant) formée par les bascules D, IC<sub>2</sub> à IC<sub>6</sub>, incluant la porte EXOR IC<sub>7</sub> pour obtenir la séquence de 1 023 pas.

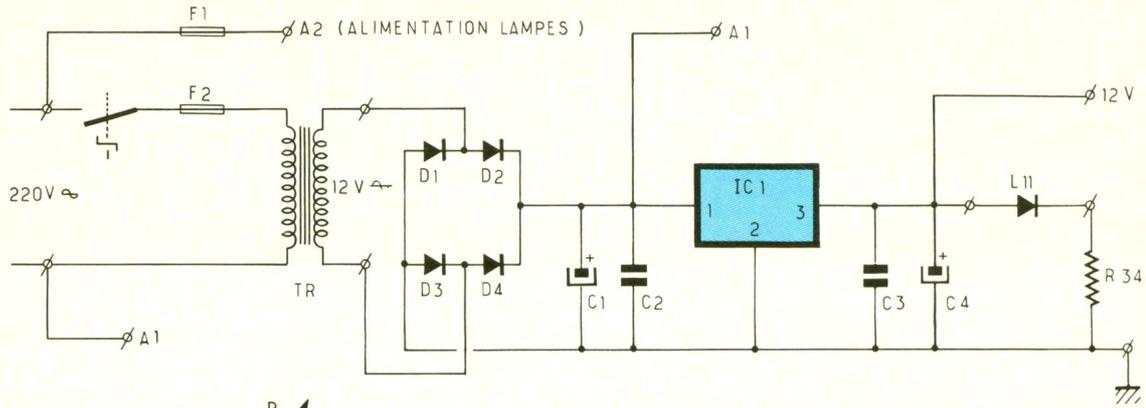
L'initialisation de la séquence est assurée dès la mise sous tension par la cellule R<sub>33</sub>-C<sub>5</sub> fournissant une brève impulsion positive aux entrées 4, 10 [reset] et 8 [set], plaçant ainsi le jeu de lumières à son premier pas.

Les fronts d'horloge suivants feront évoluer la séquence ; par exemple, au septième coup



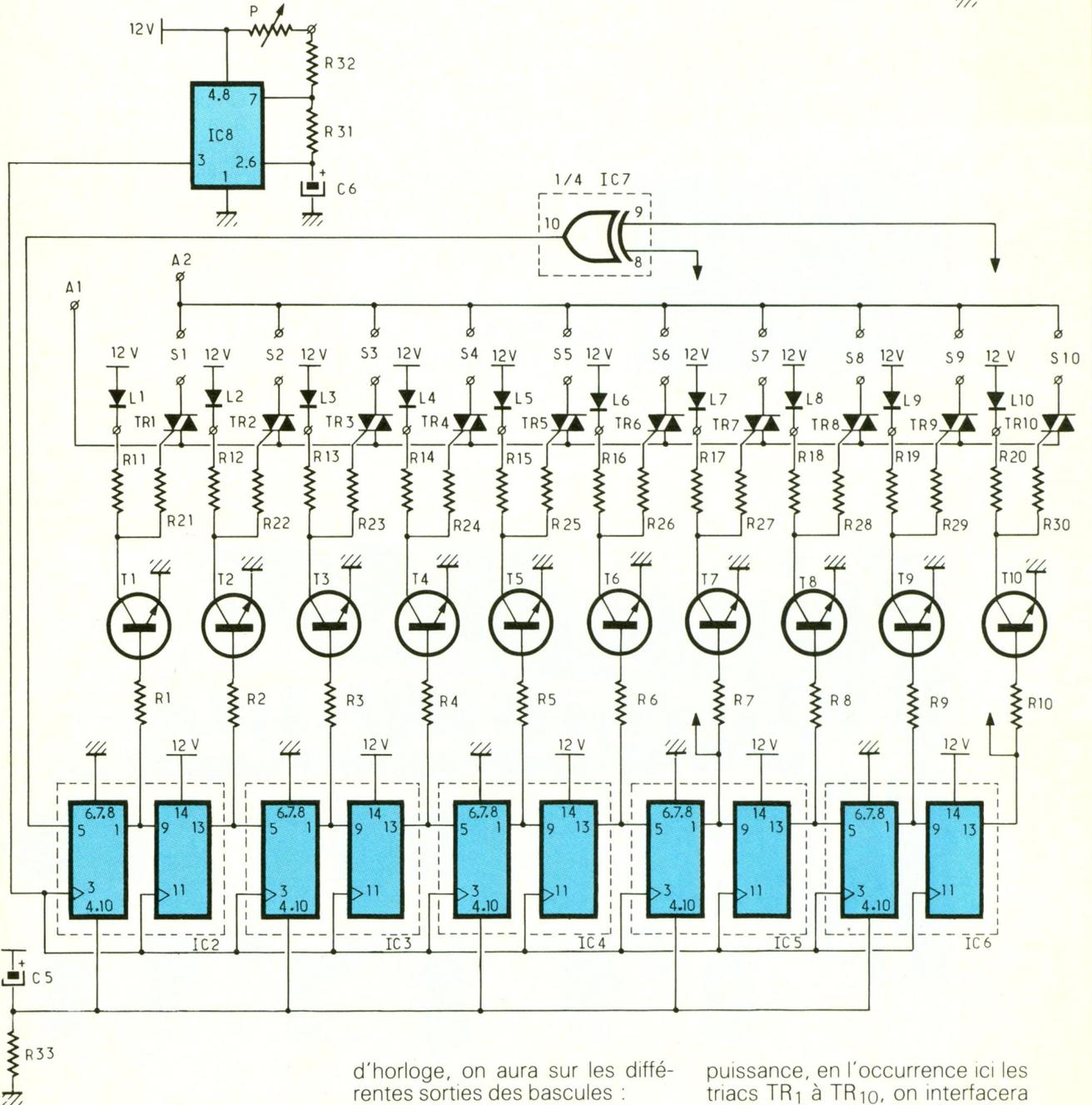
# 3

L'alimentation générale.



# 4

L'électronique du jeu de lumière.



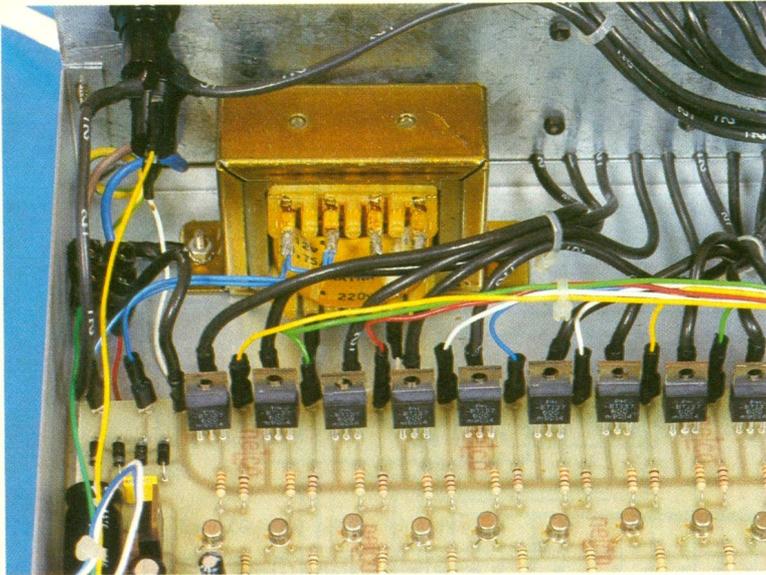
d'horloge, on aura sur les différentes sorties des bascules :

$Q_6 = 1$   
 $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_7, Q_8, Q_9, Q_{10} = 0$

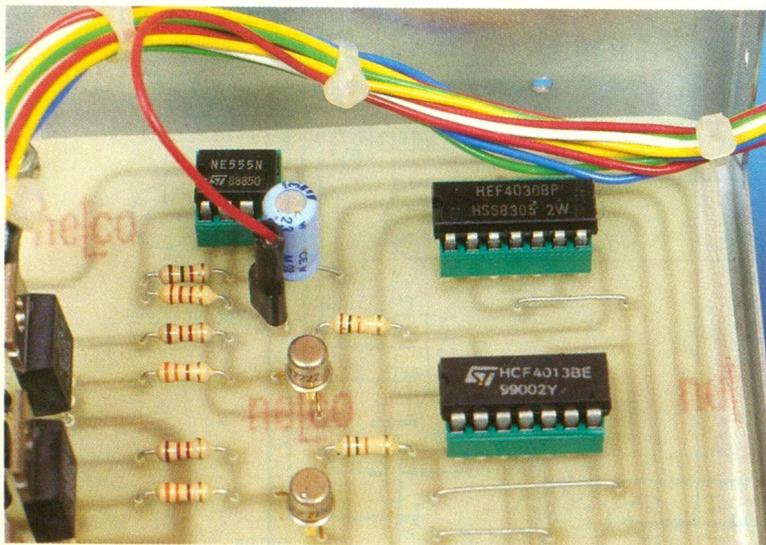
La technologie des circuits CMOS nous interdisant la commande directe d'un étage de

puissance, en l'occurrence ici les triacs TR<sub>1</sub> à TR<sub>10</sub>, on interfacera les bascules par l'intermédiaire des transistors T<sub>1</sub> à T<sub>10</sub> via les résistances R<sub>1</sub> à R<sub>10</sub>.

En reprenant notre exemple :  $Q_6 = 1$ , la borne 3 de IC<sub>4</sub> est au niveau logique haut, et par consé-



*Le câblage demande un peu de patience.*



*Les circuits intégrés reposent sur des supports.*

quent  $T_6$  conduit et permet l'alimentation de la LED  $L_6$ .

Simultanément, le triac  $TR_6$  conduit grâce à  $R_{26}$  et son point d'alimentation  $A_1$ , à la sortie  $S_6$  la lampe s'allume.

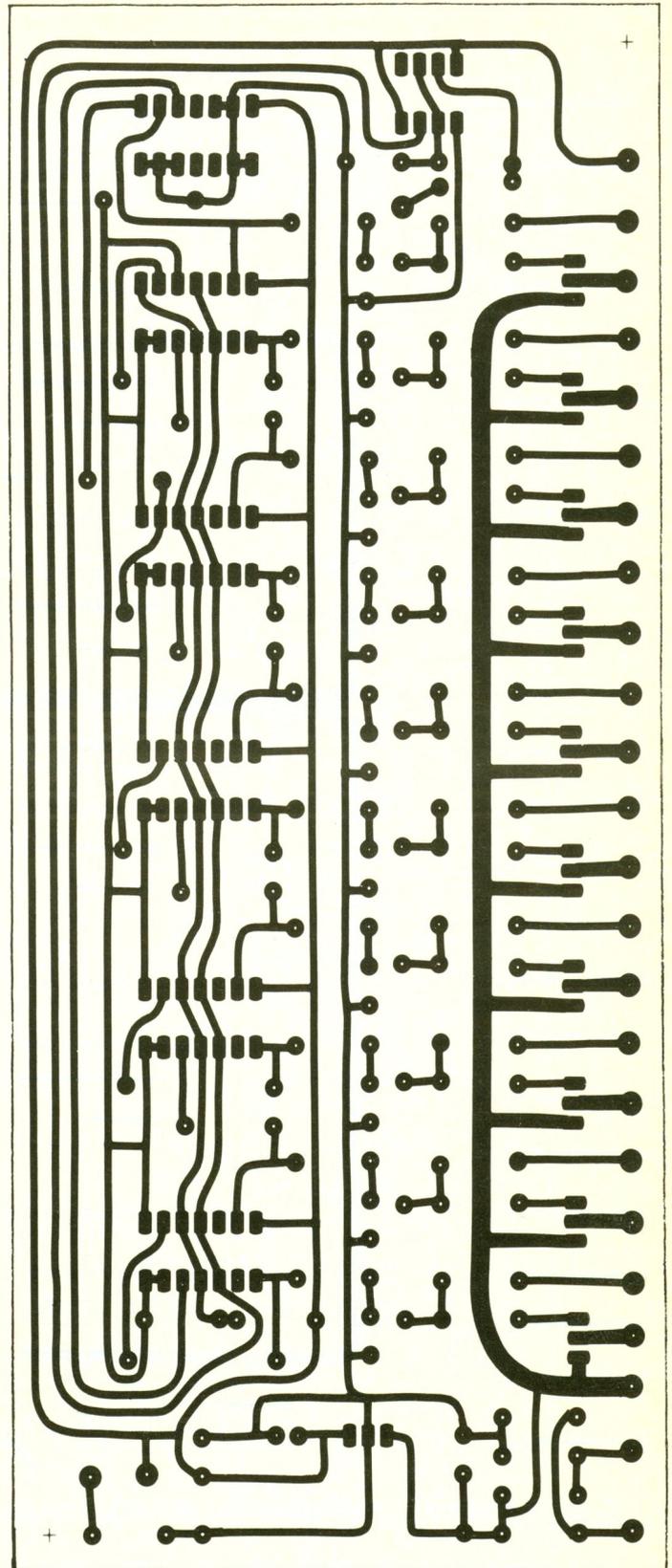
Les LED  $L_1$  à  $L_{10}$  servent ici de contrôle de la séquence, elles attestent l'état des dix voies  $S_1$  à  $S_{10}$ .

Le fonctionnement de chacune d'entre elles est rigoureusement identique, elles dépendent seulement de l'état logique des sorties des bascules  $D$ .

## REALISATION PRATIQUE (fig. 5)

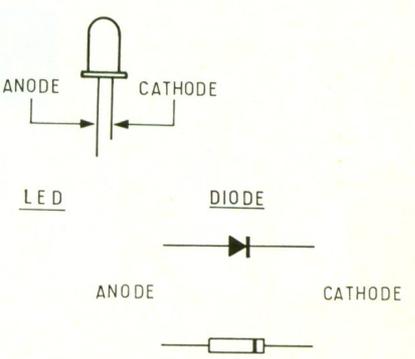
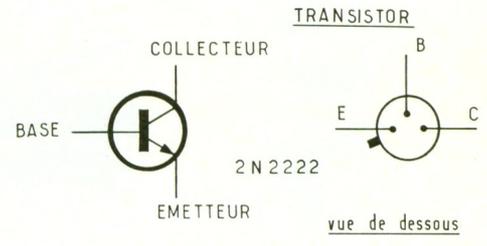
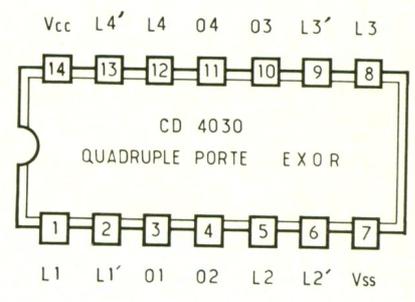
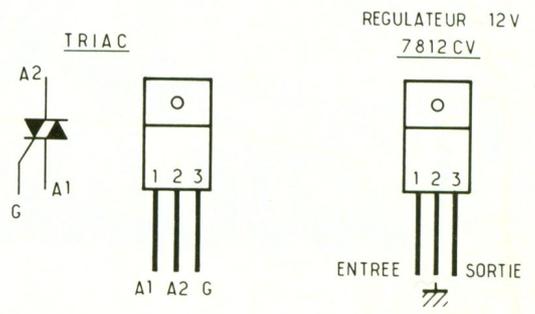
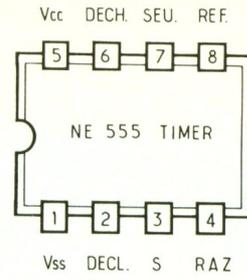
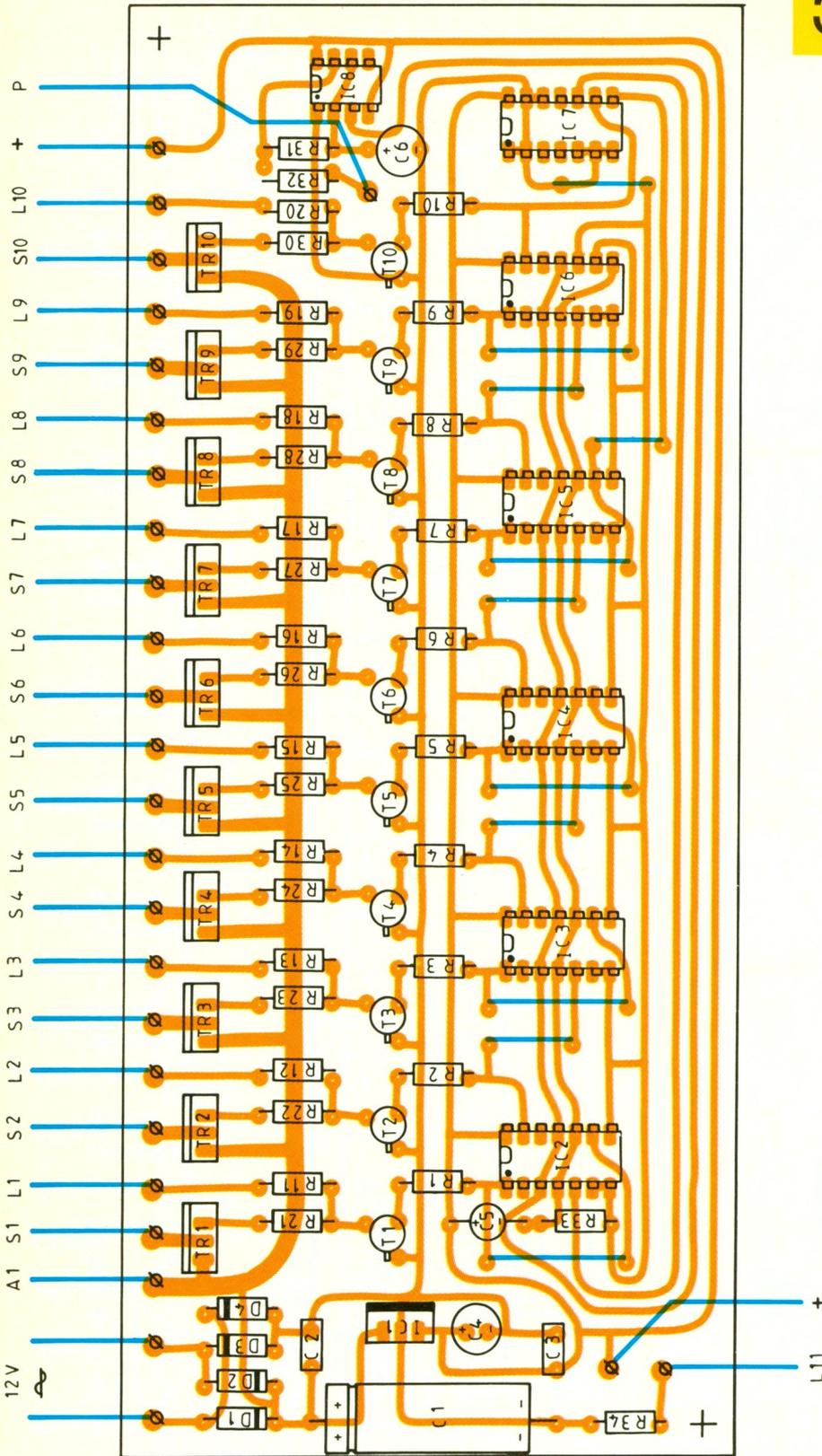
### Circuit imprimé

Il est préférable de le reproduire par la méthode photographique, non pas pour la complexité du circuit, mais plutôt pour sa densité.



Le circuit époxy présensibilisé sera donc isolé par une source ultraviolet, révélé puis gravé dans un bain de perchlorure de fer préchauffé.

Ensuite, après avoir soigneusement rincé la carte, on éliminera la résine avec de l'alcool, on protégera ce circuit dans un bain

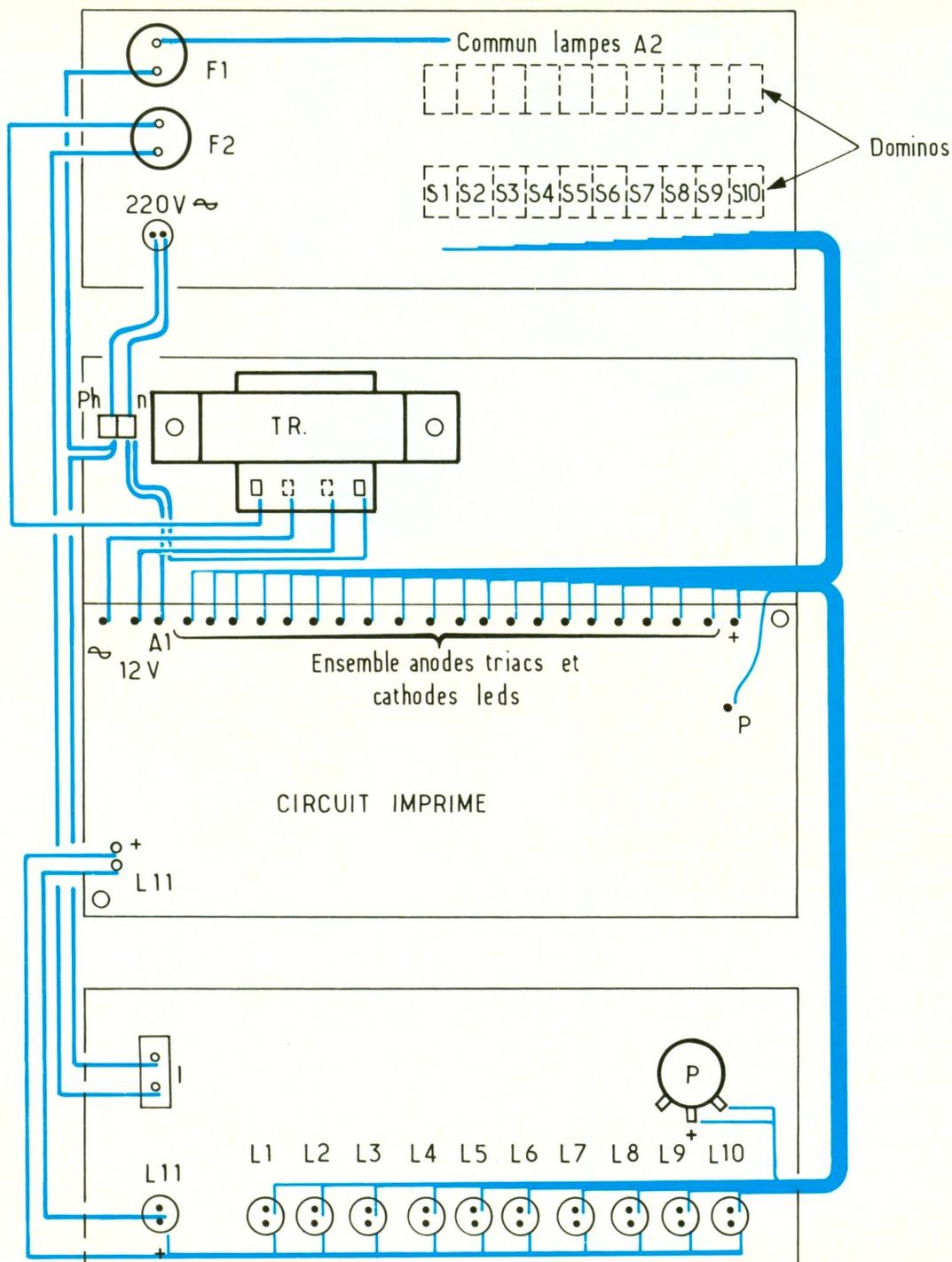


d'argenture ou d'étain, suivant les moyens de chacun.  
On percera enfin le circuit imprimé à 0,8 mm pour les CI, 1 mm pour les divers composants, et 1,3 mm pour les cosses poignard. La fixation du circuit imprimé sera prévue par deux vis  $\varnothing$  3 mm.

### Implantation des composants (fig. 6 et 7)

On mettra d'abord en place les straps, assez nombreux certes, mais ils nous épargnent la confection d'un circuit imprimé

double face qui semble être un ennemi des amateurs d'électronique. Ensuite, on implantera dans l'ordre suivant : résistances, diodes, supports de CI, transistors, condensateurs, cosses et triacs pour finir, on veillera bien sûr à l'orientation des composants polarisés.



### Montage final (fig. 8)

On commencera par la préparation du coffret ESM. On percera les faces avant et arrière, il faudra ébavurer tous les trous et repérer à l'aide de transfert Mécanorma, la dénomination de tous les éléments, ensuite on fixera définitivement LED, interrupteur, potentiomètre, support fusible et circuit imprimé ; aucune

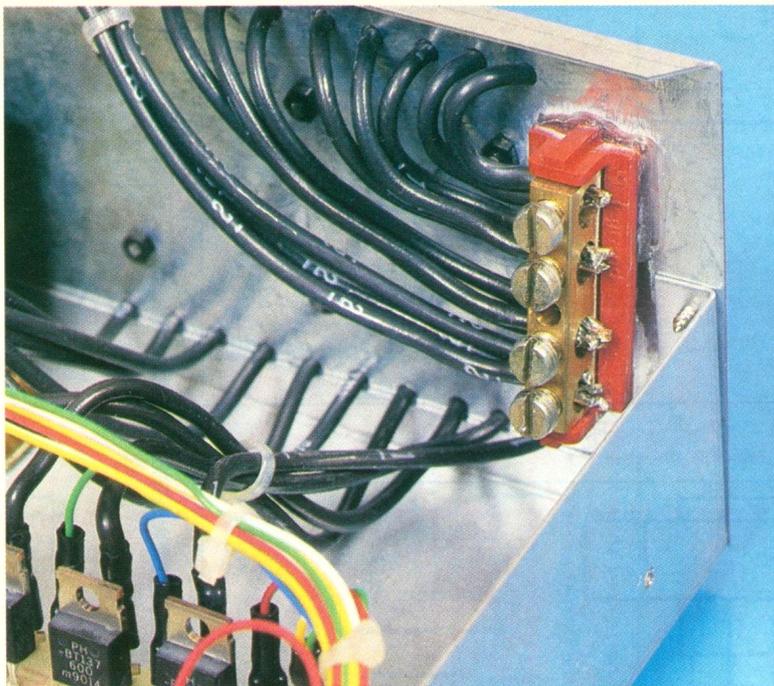
cotation n'étant prévue, on le fera au mieux. La plaque est fixée par deux vis  $\varnothing 3$  mm, elle est surmontée à l'aide d'entretoises, on pensera à l'encombrement du transformateur et aux composants montés sur les faces du boîtier afin d'éviter les contacts malencontreux.

Le câblage s'effectue avec du fil  $1,5 \text{ mm}^2$ , pour la partie puissance, c'est-à-dire tout ce qui

concerne les spots lumineux, et du fil  $0,5 \text{ mm}^2$  pour le reste des liaisons.

### Essais

On s'assurera que le câblage du jeu de lumières est correct, qu'il ne manque pas de composants sur la plaque du circuit imprimé. On commencera par un essai à vide : brancher le cordon secteur



Les petits torons de câbles sont formés à l'aide de colliers plastiques.

et manœuvrer l'interrupteur sur la position marche, la LED sous tension  $L_{11}$  doit s'allumer, et simultanément les LED  $L_1$  à  $L_{10}$  commencent leur séquence au rythme imposé par le potentiomètre.

Vous pourrez tester ensuite le montage en charge, en prenant soin du raccordement des lampes ; notez que chaque lampe ou rampe de spots est munie de deux fils avec embout que l'on branche sur une sortie de  $S_1$  à  $S_{10}$ , et sur le commun lampes. Par mesure de sécurité, nous vous conseillons de ne pas dépasser 300 W par voie, afin de ne pas échauffer les triacs.

On peut remédier tout de même à ce petit problème, il suffit d'équiper chaque triac d'un radiateur dissipateur, genre ML 09, avec un kit de montage pour boîtier TO 220, cela tient seulement de l'usage que vous comptez en faire. Ce jeu de lumière, de

conception originale et peu onéreuse apporte sa petite touche de gaieté. Associé avec une bonne musique, il promet à vos soirées d'être « tout de même formidables » ! Il serait donc dommage de s'en passer.

Dominique LEROSIER

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances à couche carbone 1/4 W 5 %

$R_1$  à  $R_{10}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{11}$  à  $R_{20}$  : 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)  
 $R_{21}$  à  $R_{30}$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)  
 $R_{31}$  à  $R_{34}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

$R_{32}$  : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)

$R_{33}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

### Potentiomètre axe 6 mm linéaire

$P$  : 100 k $\Omega$ , type  $P_{20}$

### Condensateur chimique axial 25 V

$C_1$  : 1 000  $\mu$ F

### Condensateurs chimiques radiaux 16 V

$C_4$  : 100  $\mu$ F

$C_5$  : 1  $\mu$ F

$C_6$  : 33  $\mu$ F

### Condensateur type Milfeuil 63 V

$C_2, C_3$  : 100 nF

### Semi-conducteurs

$D_1$  à  $D_4$  : 1N4004, diodes de redressement 1 A, 400 V

$L_1$  à  $L_{10}$  : CQY 24, LED  $\varnothing$  5 mm, rouges

$L_{11}$  : CQY 96, LED  $\varnothing$  5 mm, jaune

$T_1$  à  $T_{10}$  : 2N2222A, transistors NPN, boîtier métal

$TR_1$  à  $TR_{10}$  : BT 137-600, triacs 8 A, 400 V

$IC_1$  : 7812CV, régulateur 12 V positif 1,5 A

$IC_2$  à  $IC_6$  : CD 4013, double bascule D, flip flop

$IC_7$  : CD 4030, quadruple porte EXOR à 2 entrées

$IC_8$  : NE 555 timer

### Divers

$TR$  : transformateur 220/12 V, 10 VA

$F_1$  : fusible 5 x 20 mm rapide, 10 A

$F_2$  : fusible 5 x 20 mm rapide, 0,1 A

1 inverseur miniature à levier M/A 250 V, 3 A

2 barrettes domino 4 $^\circ$

2 portes fusibles châssis 5 x 20 mm, fixation écrou

1 bouton métal pour axe 6 mm

6 supports circuits intégrés 14 broches

1 support circuit intégré 8 broches

1 coffret ESM EB 21/08 FA

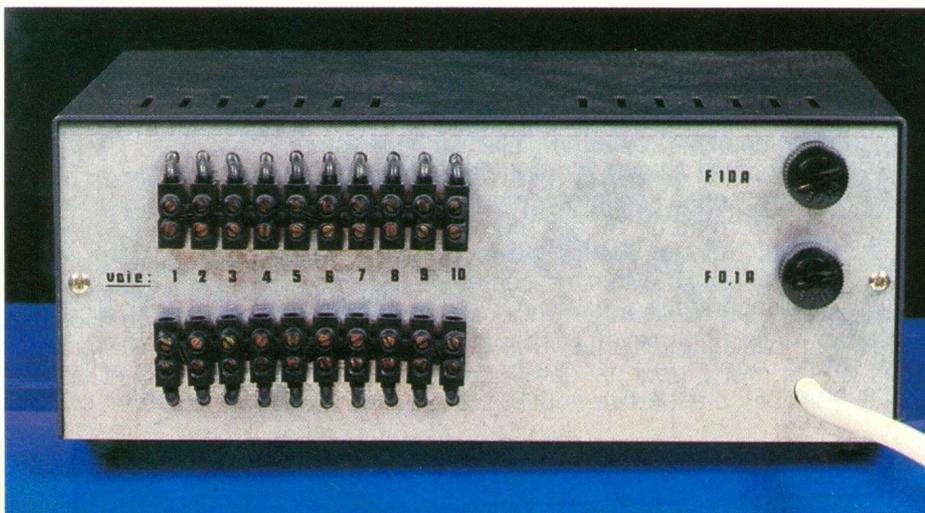
11 supports plastiques pour LED  $\varnothing$  5 mm

Cosse poignard

Fil, visserie, gaine thermorétractable...

1 cordon secteur avec fiche mâle 10/16 A

La face arrière supporte les bornes de sortie et les fusibles.



# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES LE SAB 0600



## FICHE TECHNIQUE N° 57

Si on désire substituer au bruit toujours stressant d'une sonnette traditionnelle un agréable carillon, le SAB 0600 est un circuit intégré tout à fait indiqué de mise en œuvre à l'obtention d'un harmonique carillon à trois notes, qui se traduirait par une complexité non négligeable si on voulait le réaliser avec des composants classiques.

### 1. CARACTERISTIQUES GENERALES

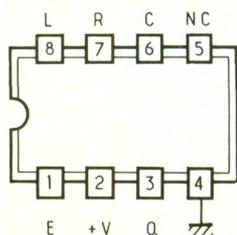
Le circuit génère un cycle de trois notes mélodieuses dont l'intensité est dégressive. Il en résulte une sensation de convergence harmonique de ces trois notes, générée notamment par l'existence d'un relatif chevauchement de ces dernières.

Il nécessite très peu de composants périphériques et est capable d'alimenter directement un haut-parleur sans amplification intermédiaire. A l'état de veille, sa consommation est négligeable : inférieure à  $1 \mu\text{A}$ , ce qui permet d'utiliser une simple pile d'alimentation tout en disposant d'une très grande autonomie.

Le potentiel nominal de fonctionnement se situe dans une plage allant de 7 à 11 V. La puissance délivrée est de l'ordre de 0,16 W dans un haut-parleur d'une impédance de  $8 \Omega$ .

### 2. BROCHAGE (fig. 1)

Le circuit est contenu dans un boîtier rectangulaire de 8 broches « dual in line » (2 rangées de 4). Le « plus » de l'alimenta-



1

Brochage du circuit intégré.

tion est à relier à la broche n° 2 tandis que la broche n° 4 est destinée au « moins ». L'entrée de commande correspond à la broche n° 1. Les broches 7 et 6 reçoivent les composants (résistance et capacité) qui déterminent les fréquences internes de base régissant le fonctionnement du générateur de sons. La broche n° 8, par la mise en place d'une capacité appropriée, permet d'agir sur les caractéristiques du son : stridence et gravité. Enfin, le haut-parleur d'utilisation est à relier à la broche n° 3. La broche n° 5 n'est pas à connecter.

### 3. FONCTIONNEMENT (fig. 2)

Lors trois fréquences de base : 660 Hz, 550 Hz et 440 Hz sont le résultat de la division de la fréquence générée par un oscillateur interne de 13,2 kHz. L'une de ces fréquences de base est encore une fois divisée pour obtenir la base de temps nécessaire pour le fonctionnement du dispositif de la décroissance progressive de l'intensité des notes émises, pour une meilleure simulation du tintement mécanique d'une cloche. Ce fonctionnement repose sur la mise en œuvre d'un convertisseur interne digital/analogique qui fournit à sa sortie un potentiel décroissant par note pour établir l'atténuation graduelle souhaitable. La succession de ces notes s'effectue par ailleurs avec chevauchement, ce qui contribue encore à une plus belle harmonie du carillon. Un ré-

seau RC extérieur (broches 6 et 7) détermine la fréquence de base du processus sonore.

La sortie (broche 3) peut alimenter directement un haut-parleur de  $8 \Omega$  d'impédance avec une puissance nominale maximale de 0,16 W. Les signaux de sortie ont la forme de créneaux. Il est possible de réduire la stridence du son par atténuation des aigus en reliant la broche n° 8 au « moins » par l'intermédiaire d'une capacité appropriée de faible valeur. De même, par interposition d'un potentiomètre entre la sortie et le haut-parleur, la puissance émise par de dernier devient réglable.

Après appui sur le bouton-poussoir, un cycle de trois notes s'établit, et le circuit se remet automatiquement en position de veille après cette phase active ; il en résulte une consommation quasiment nulle dans cette position d'attente : de l'ordre du micro-ampère.

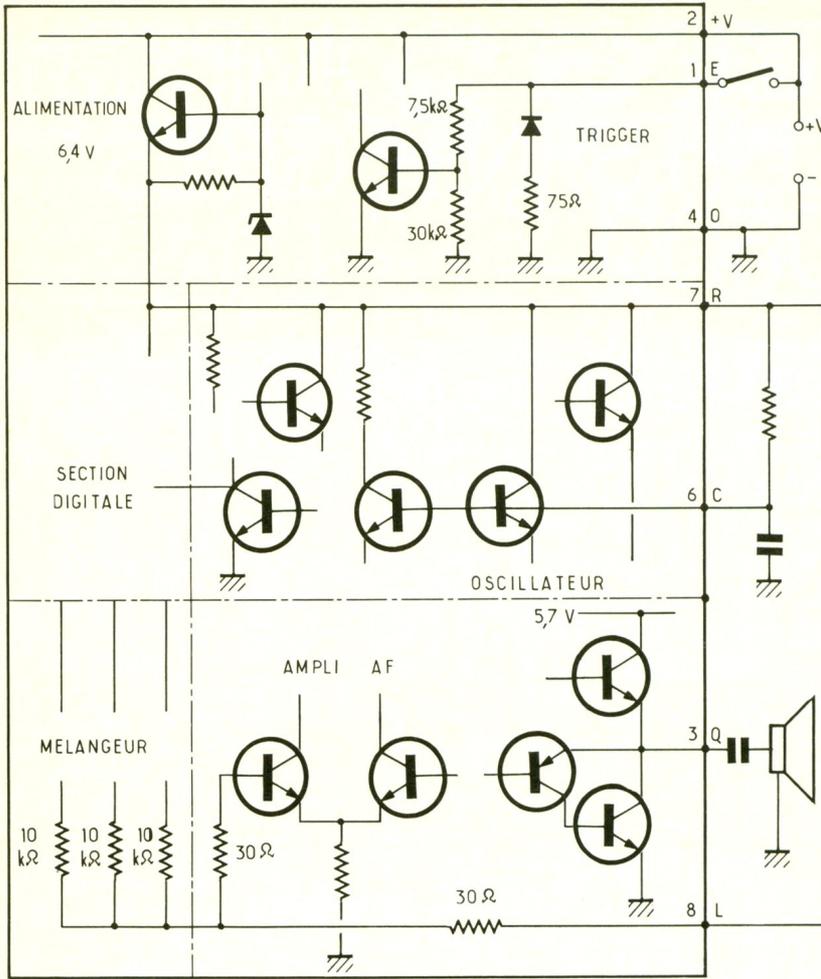
Le circuit démarre si l'entrée 1 reçoit une impulsion positive allant de 1,5 V minimum à la tension d'alimentation + V maxi.

Si on maintient cette entrée à un état haut, le cycle se répète indéfiniment. Une impulsion de faible durée doit être supérieure à 2 ms pour être reconnue et acceptée par le système.

Si la ligne reliant l'entrée de commande au bouton-poussoir de commande est longue ou encore si celle-ci chemine parallèlement à d'autres conducteurs électriques, il est conseillé de la relier au « moins » par le biais d'une capacité adaptée.

# 2

Schéma interne simplifié du SAB 0600.



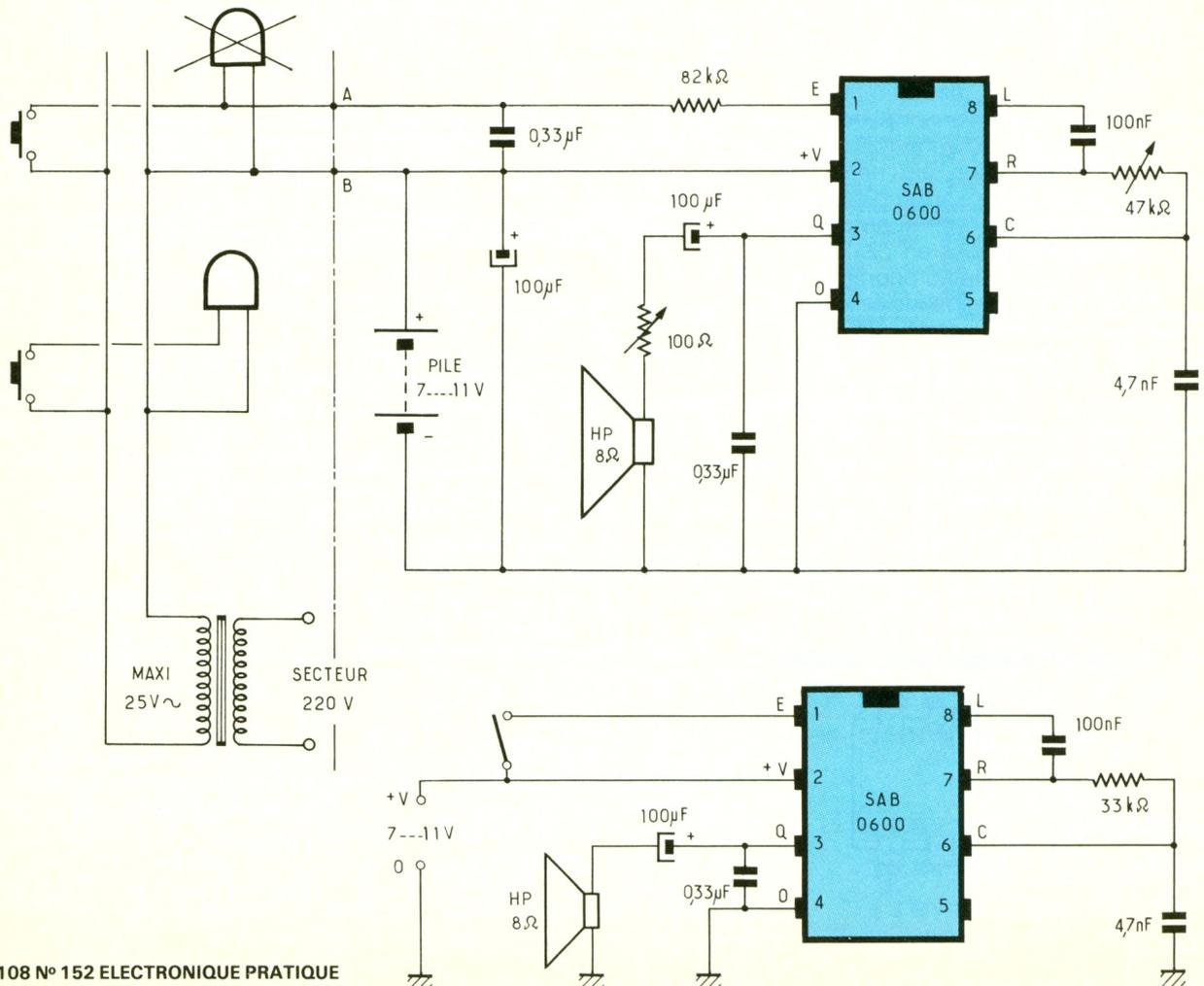
## 4. APPLICATION

La figure 3 représente le schéma général type d'utilisation de ce circuit intégré. Ce schéma appelle très peu de commentaires : il met simplement en pratique les principes préalablement explicités.

La figure 4 illustre une application intéressante étant donné qu'elle indique comment installer ce carillon électronique en lieu et place d'une installation traditionnelle de sonnerie. On notera en particulier qu'il est nécessaire cependant d'éloigner la sonnerie à cause de l'interférence qu'elle introduit sur l'entrée de commande du SAB 0600. En revanche, il est tout à fait possible de maintenir en place l'installation existante : à savoir le transfo alimentant éventuellement d'autres sonneries. Dans ce cas, la commande de l'entrée trigger du SAB 0600 se réalise par le bouton-poussoir et le secondaire du transfo d'alimentation de l'installation existante ; il est cependant nécessaire de prévoir pour cela la mise en place d'une résistance de limitation de 82 kΩ sur la ligne de commande.

# 4

Une sonnerie auxiliaire pour téléphone.



# 3

L'application typique du composant.

# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

## FICHE TECHNIQUE N° 58 LES CIRCUITS 40104/40194

Les circuits qui font l'objet de cette fiche sont des registres universels à 4 bits véritablement performants : ils sont bidirectionnels et permettent aussi bien un chargement série qu'un chargement parallèle.

### 1. CARACTERISTIQUES GENERALES

Alimentation : de 3 à 18 V.  
Fréquence maximale de chargement : 9 MHz.  
Chargement : série et parallèle synchrone.  
Sorties trois états pour le circuit 40104.  
Remise à zéro asynchrone pour le circuit 40194.  
Consommation au repos : inférieure à 1  $\mu$ A.  
Sorties bufferisées : jusqu'à 25 mA sous 15 V.

### 2. BROCHAGE (fig. 1)

Les deux circuits 40104 et 40194 comportent chacun 16 broches « dual in line » (2 ran-

gées de 8). A une exception près, leurs brochages sont identiques. Pour le 40104, la broche 1 est affectée à la commande de la mise en haute impédance des quatre sorties (3<sup>e</sup> état), tandis que, pour le 40194, cette même broche 1 contrôle la remise à zéro asynchrone des quatre mêmes sorties.

Le « plus » de l'alimentation est à relier à la broche 16, le « moins » correspond à la broche 8. Les broches 3 à 6 correspondent respectivement aux entrées DATA 0 à DATA 3 prévues pour un chargement parallèle. Les broches 15, 14, 13 et 12 sont les quatre sorties Q<sub>0</sub> à Q<sub>3</sub> du registre. L'entrée « SHIFT RIGHT » (broche 2) reçoit les valeurs binaires destinées à un chargement série de droite à gauche. La broche 3, « SHIFT LEFT », permet un chargement série de gauche à droite.

Les broches 9 et 10, respectivement dénommées S<sub>0</sub> et S<sub>1</sub>, permettent la sélection des différents mode de fonctionnement du registre.

Enfin, la broche 11 reçoit le signal « CLOCK » de synchronisation des opérations de chargement et de remise à zéro pour le circuit 40104.

### 3. FONCTIONNEMENT (fig. 2 et 3)

#### 3.1. Circuit 40104

D'une manière générale, les opérations de remise à zéro, de chargement série et parallèle, qui sont synchrones, se réalisent au moment précis où on enregistre

un front positif sur l'entrée « CLOCK ».

#### Sélection de mode 1-0 (respectivement S<sub>0</sub>-S<sub>1</sub>)

A chaque front positif sur « CLOCK », le niveau logique présent à ce moment sur l'entrée « SHIFT RIGHT » se trouve transféré sur la sortie Q<sub>0</sub>. Celui qui était sur Q<sub>0</sub> se déplace sur Q<sub>1</sub>, celui de Q<sub>1</sub> sur Q<sub>2</sub>, et enfin celui de Q<sub>2</sub> sur Q<sub>3</sub>. Il s'agit d'un fonctionnement en registre à décalage vers la droite.

#### Sélection de mode 0-1

Même principe que ci-dessus, mais en décalage à gauche. Le niveau logique présent sur « SHIFT LEFT » se trouve transféré sur Q<sub>3</sub> ; celui de Q<sub>3</sub> sur Q<sub>2</sub> et ainsi de suite.

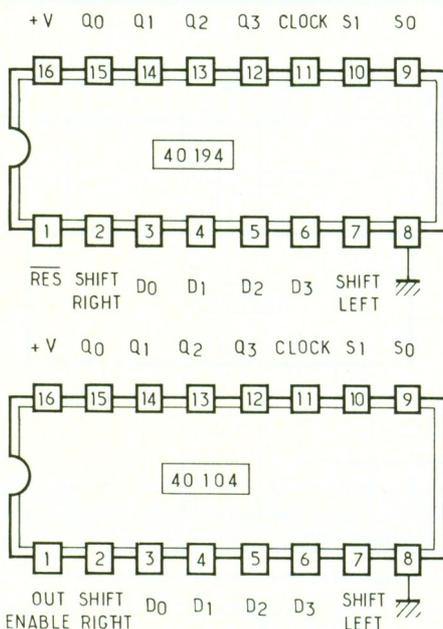
#### Sélection de mode 1-1

Au moment où se présente sur l'entrée « CLOCK » le front positif de commande, les niveaux logiques auxquels sont soumises les entrées DATA 0 à DATA 3 sont immédiatement transférés sur les sorties Q<sub>0</sub> à Q<sub>3</sub> correspondantes. Il s'agit dans ce cas d'un chargement parallèle.

#### Sélection de mode 0-0

Le front positif présenté sur l'entrée « CLOCK » a pour effet la mise à zéro générale du registre : toutes les sorties Q passent aussitôt à l'état bas.

Toutes les opérations que nous venons de décrire sont vérifiables et effectives sur les sorties Q, à condition toutefois que l'entrée « OUTPUT ENABLE » soit reliée à un état haut. Si on soumet cette entrée à un état bas, les sorties sont déconnectées de la structure interne du circuit : c'est le 3<sup>e</sup> état « encore appelé, état de



1

Brochage des deux circuits intégrés.

haute impédance ». A noter que cet état n'empêche nullement les opérations précédemment décrites de se réaliser « en interne ».

### 3.2. Circuit 40194

Pour les opérations de chargement série à droite, à gauche, et l'opération de chargement parallèle, le fonctionnement est le même que pour le circuit 40104, à condition toutefois que l'entrée « RESET » reste soumise à un état haut. Si on présente sur cette entrée un état bas, même bref, il se produit une remise à zéro **asynchrone** du registre, et cela quels que soient les niveaux logiques auxquels sont soumises les autres entrées.

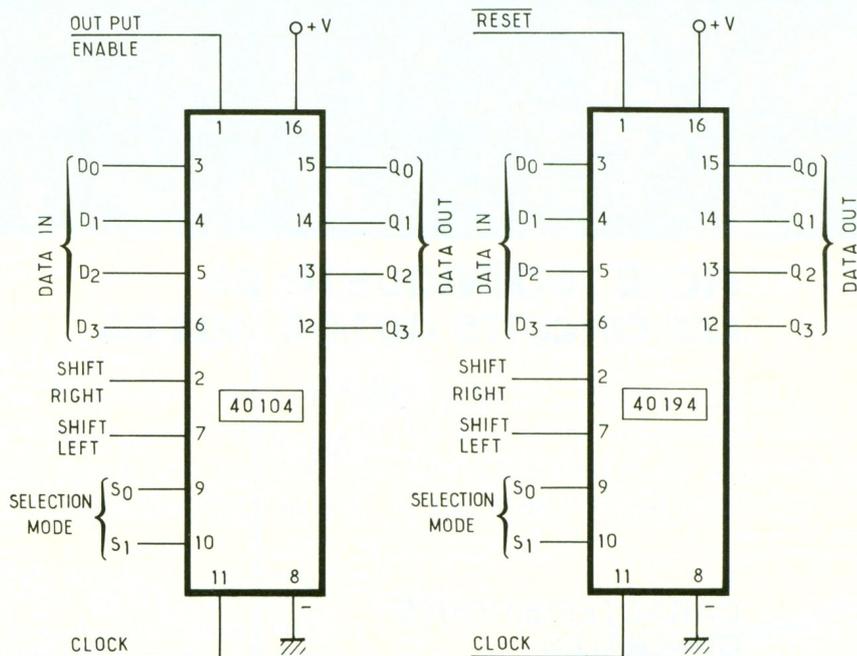
Lorsque le sélecteur de mode  $S_0$ - $S_1$  occupe la position binaire 0-0, l'entrée « RESET » restant soumise à un état haut, aucune action ne se produit consécutivement un front positif sur l'entrée « CLOCK ».

### 4. UTILISATION

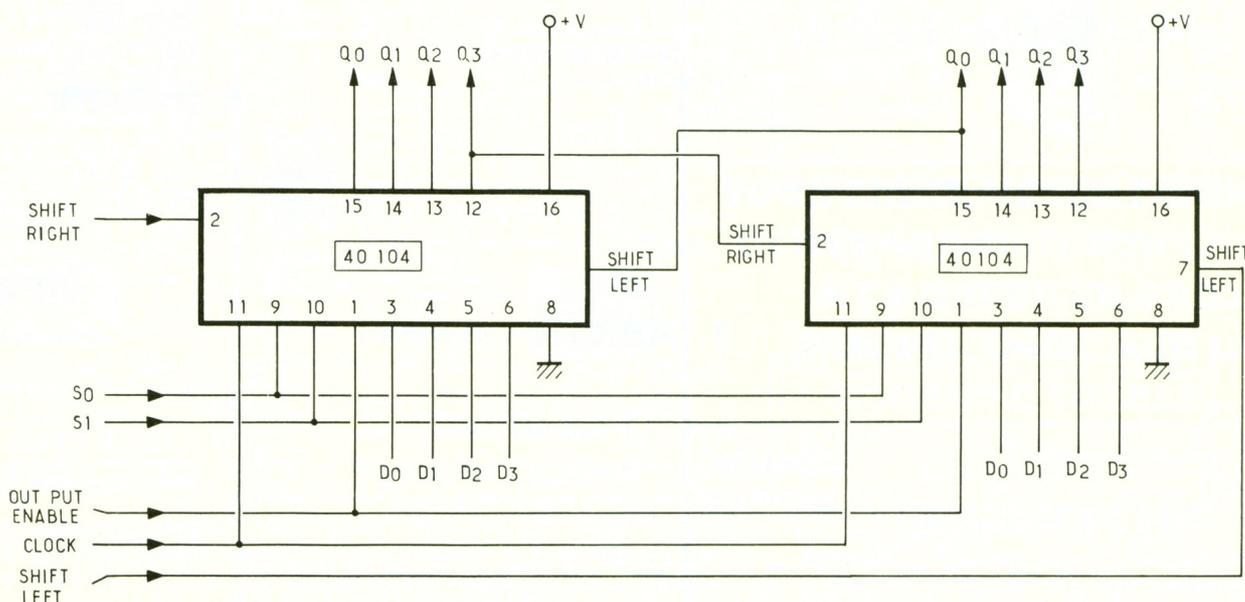
La figure 4 met en évidence une extension d'un circuit 40104 pour obtenir un registre bi-directionnel, à chargement série ou parallèle, de 8 bits. Ce principe peut être étendu à autant de circuits 40104 que nécessaire.

Bien entendu, la même extension est possible avec des circuits 40194.

Toutes sortes d'applications en découlent : mémorisations, chemillards divers, transferts de données...



CLOCK	SELECT-MODE		ENABLE	ACTION
	$S_0$	$S_1$		
	0	0	1	Remise à zéro des sorties Q
	1	0	1	Décalage à droite ( $Q_0 \rightarrow Q_3$ )
	0	1	1	Décalage à gauche ( $Q_3 \rightarrow Q_0$ )
	1	1	1	Chargement parallèle
X	X	X	0	Mêmes actions que ci-dessus, mais en interne (sorties Q 3 <sup>e</sup> état)



# LE COURRIER DES LECTEURS



M. Leray  
(91)

*Désirant monter le chargeur d'accus Cd-Ni universel paru dans Electronique Pratique n° 150, je constate que les diodes ne sont pas repérées. Par ailleurs, pouvez-vous me confirmer l'identification des condensateurs de part et d'autre de C<sub>2</sub> ?*

Précisons au préalable que la valeur de D<sub>23</sub> et D<sub>24</sub> n'apparaît pas dans la nomenclature. Il s'agit de 1N4148. Pour l'implantation des diodes, aucun problème n'est à craindre, car tout le montage utilise des 1N4148 sauf, bien sûr, pour D<sub>1</sub> placée au-dessus de T<sub>3</sub>. Le condensateur placé à droite de C<sub>2</sub> est C<sub>3</sub> et non C<sub>9</sub>, tandis que celui à gauche de C<sub>2</sub> est en fait C<sub>11</sub>.



M. Jassin  
(69)

*Souhaitant réaliser le clignoteur avertisseur pour bicyclette (Electronique Pratique n° 134 p. 91), je me suis aperçu qu'il existait certaines divergences entre le schéma de principe et le plan d'implantation des composants. Pourriez-vous me renseigner à ce sujet ?*

Comme vous le mentionnez dans votre courrier, le schéma de principe diverge par rapport au plan d'implantation, qui est correct. Au niveau de IC<sub>3</sub>, sur le schéma de principe, les bornes 8, 9, 10, 11, 12 et 13 doivent respectivement être numérotées 12, 13, 11, 10, 9 et 8.



M. Paul  
(95)

*Est-il possible d'augmenter le nombre de canaux du montage de simplification des liaisons avec remorque présenté dans Electronique Pratique n° 149 p. 92 ?*

Le principe employé dans ce montage ne permet pas d'augmenter facilement le nombre de canaux. En effet, avec 4 canaux, cela nécessite de pouvoir transmettre 16 ordres, ce qui constitue le maximum pour les circuits de codage et décodage. Dans votre cas, la solution la plus simple est de prévoir 2 montages, ce qui oblige à installer un fil supplémentaire pour la liaison de ce second module avec la remorque pour les fonctions supplémentaires.

## PARIS CITE 91

**Le concours international des technologies de la création investit la Grande Halle de La Villette.**

Après le succès remporté par le premier Paris Cité l'an dernier, au Parc floral de Vincennes, Francis Balagna – secrétaire général de l'ADAC et créateur de l'événement – vient de décider, sous l'impulsion de la Ville de Paris et de son maire Jacques Chirac, d'ouvrir aux créateurs et aux entreprises la Grande Halle de la Villette du 18 au 21 octobre prochain !

Paris Cité 91 comporte comme l'an dernier trois événements clés :

**Le Concours international des technologies de la création**

Il est ouvert aux domaines suivants :

– La création

● l'image infographique : fixe ou animée ;

● le langage PAO : création de polices de caractères, logos, affiches ;

● la musique et le son MAO : illustrations sonores (dialogues, musique, son), créations libres ;

● audiovisuel : vidéogrammes incluant les nouvelles technologies ;

● art de synthèse : créations théâtralisées autour des domaines de Paris Cité ;

● spécifique : créations sur des « outils » développés par les entreprises.

– L'innovation

● matériel, logiciels, outils, matériaux et instruments de création ou d'interprétation.

Peuvent participer aux concours (jusqu'au 4 octobre) : tous créateurs, partenaires des industriels et industriels développant de nouveaux produits, artistes, plasticiens, graphistes, designers, musiciens, vidéastes, ingénieurs, chercheurs...

Pour tous renseignements concernant votre participation, adressez-vous au secrétariat général de Paris Cité, 27, quai de la Tournelle, 75005 Paris. Tél. : 16 (1) 43.26.29.99. Fax : 16 (1) 43.29.38.01.

Dans chaque secteur, le jury sera composé de personnalités internationales des arts, de la culture, des sciences, de l'industrie et de la recherche.

Toutes les créations et innovations en concours seront exposées au salon dans la Grande Halle, du 18 au 21 octobre.

Les prix seront remis à l'occasion d'une manifestation de prestige au théâtre du Châtelet, à l'issue du salon.

**Le salon**

Il sera déployé sur les 14 000 m<sup>2</sup> de la Grande Halle de la Villette.

Trois grands secteurs s'offriront à la curiosité des visiteurs :

● marché des entreprises françaises et internationales exposantes ;

● marché de la création : espaces d'animations et de rencontres (plateaux, salles de projection, salles d'exposition, œuvres des créateurs en concours) ;

● marché de l'innovation : produits divers, nouveaux matériaux, logiciels et nouveaux matériaux, ou instruments d'interprétation.

La mise en place d'une telle manifestation fera l'objet d'une scénographie très attendue.



# Composants TERA

**26**

**RUE TRAVERSIÈRE  
PARIS 12<sup>e</sup>  
TÉL. : 43.07.87.74 +  
FAX : 43.07.60.32  
MÉTRO : GARE DE LYON**



HEURES D'OUVERTURE : le lundi de 13 h 30 à 19 h.  
du mardi au samedi de 9 h 30 à 19 h SANS INTERRUPTION

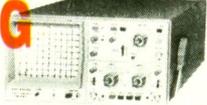
**DERNIERE NOUVEAUTE**  
**BECKMAN. OSCILLOSCOPE TI 3051 5 MHz.**  
**PRIX LANCEMENT : 1300F**

**9020**  
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard.  
Testeur de composants.  
Chercheur de trace.  
Livré avec 2 sondes combinées **3740F**

- 9102. Double base de temps. 2 x 20 MHz ..... **4440F**
- 9104. Double base de temps. 2 x 40 MHz ..... **6420F**
- 9106 2 x 60 MHz ..... **7980F**
- 9204 2 x 40 MHz ..... **7750F**
- 9202 2 x 20 MHz ..... **6195F**
- 9302 2 x 220 MHz. Mémoire numérique 2 K. Sensibilité 1 MV/DIV. Livré avec 2 sondes ..... **6790F**
- 9012 Double trace 2 x 20 MHz. Testeur. Composant. Livré avec 2 sondes ..... **3289F**

**NOUVEAUTÉ**  
**RMS 225 BECKMAN** 4 digits. Auto/Manuel. Bargraph rapide. Gaine anti-chocs. Conforme aux normes sécurité IEC 348, garantie 3 ans ..... **1482F**

**OSCILLOSCOPES**  
**HAMEG**



- HM 203/7**  
Double trace 2 x 20 MHz 2 mV à 20 V, add. soust. déclench. AC-DC-HF-BF. Testeur de composants. Livrés avec 2 sondes combinées ..... **3900 F**
- HM 205/3**  
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants. Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace. Livrés avec 2 sondes combinées ..... **6980 F**
- HM 604**  
2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post. accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées .. **6760 F**
- HM 100/5**  
3 x 100 MHz avec 2 sondes ..... **8780 F**

- SERIE MODULAIRE**
- HM 8001**  
Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi dde 2 modules ..... **1577 F**
  - HM 8011/3** Multimètre numérique ..... **2395 F**
  - HM 8021/3** Fréquence-mètre 10 Hz à 1 MHz Digital ..... **2360 F**
  - HM 8032** Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence ..... **2150 F**
  - HM 8028** Analyseur de spectre ..... **5870 F**

**MONACOR**  
**LES "NEWS" MULTIMETRES DIGITAUX**

- DMT 2010.** 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Test. diodes. Test. TTL ..... **720 F**
- DMT 2040.** Modèle "Pocket" 4000 PTS. Hold. Test. diodes ..... **359 F**
- DMT 2055.** Automatique. Bargraph. 4000 PTS. 3 3/4 Digits. Data. Hold. Test. diodes. Fréquence-mètre ..... **1290 F**
- DMT 2070.** Testeur de composants. Capacité-mètre. Test. diodes ..... **778 F**
- DMT 2075.** 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacité-mètre. Fréquence-mètre. Test. transistors. Test. diodes. Test. continuité. Anti-chocs ..... **690 F**

**DMT-2035**

- 2 000 pts = 3 1/2 digits
- Capacité-mètre = 2 nF - 20 µF
- Fréquence-mètre avec Trigger = 2 kHz - 20 MHz
- V. DC = 1 000 V • V.AC = 750 V
- A.AC/C = 20 A
- Ω = 200 Mohms
- Test transistors • Test diodes
- Test TTL logique • Test LED
- Test de continuité
- Précision de base = 0,5 %

**720 F TTC**

- AG 1000.** Générateur de B.F. 10 Hz/1 MHz. 5 calibres. Faible distortion. Impédance 600 Ω ..... **1360 F**
- LCR 3500.** Pont de mesure digital. Affichage LCD. Mesure résistance, capacité, inductance et facteur de déperdition ..... **1490 F**
- L-DM-815.** Grép. dép. Mètre ..... **770 F**
- R-D 1000.** Décade de résistance ..... **555 F**
- CM 300.** Capacité-mètre ..... **576 F**

Documentation sur demande.  
Accessoires mesure. Pince de test. Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.

**MULTIMETRES**

- Beckman**
- DM 10** - Modèle de poche ..... **270 F**
  - DM 15 B** - AD/DC - 10 A - Bip ..... **359 F**
  - DM 20 L** - Gain trans. Bip ..... **399 F**
  - DM 23** - Précision 0,5 % HFE ..... **619 F**
  - DM 25 L** - Test trans. et Capa ..... **719 F**
  - DM 71** ..... **419 F**
  - DM 73** - Gamme Auto-Mini ..... **559 F**
  - DM 78** - Multi de poche. Avec étui ..... **249 F**
  - CM 20** - Capacité-mètre ..... **829 F**
  - EDM 122** - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquence-mètre. Test capacité. Test diode ..... **649 F**

- DM 27 XL** Multimètre numérique grand afficheur, 17 mm. Livré avec étui ..... **PROMO 799F TTC**
- DM 93.** 4000 pts. Bargraph rapide ..... **879F TTC**
- DM 95.** 4000 PTS. Bargraph rapide. Sélection auto-manuelle avec sa gaine anti-choc ..... **1095F TTC**
- DM 97.** 4000 PTS. DATA - HOLD - PEAK - HOLD. 1 mémoire MIN et MAX avec gaine anti-choc ..... **1279F TTC**

**METRIX MULTIMETRES**

- **MX 112 A** avec boîtier de transport ..... **699F**
- **MX 512** ..... **1000F**
- **MX 562** 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions 25 calibres ..... **1719F**
- **MX 453.** 20 000 Ω/VCC. Ω : 0 à 15 kΩ ..... **1000F**
- **MX 202 C.** T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 µA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Déclibé 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V ..... **1360F**
- **MX 462 G.** 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 V.C. : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 µA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩA ..... **1245F**
- **MX 50** ..... **1530F**
- **MX 51.** Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire-isation 5 mesures. Buffer interne ..... **1950F**
- **MX 52.** Affichage 5000 points. Bargraph. Mesure en dB. Fréquence-mètre. Mémoire-isation. 5 mesures ..... **2700F**

- VC : 3 à 750 V.I.C : 30 mA à 15 A IA : 30 mA à 15 A.
- **MX 202 C.** T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 µA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Déclibé 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V ..... **1360F**
  - **MX 462 G.** 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 V.C. : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 µA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩA ..... **1245F**
  - **MX 50** ..... **1530F**
  - **MX 51.** Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire-isation 5 mesures. Buffer interne ..... **1950F**
  - **MX 52.** Affichage 5000 points. Bargraph. Mesure en dB. Fréquence-mètre. Mémoire-isation. 5 mesures ..... **2700F**

**OSCILLOSCOPE METRIX OX 722**

Base de temps variable 2 x 20 MHz ..... **3900F**

**METRIX OX 725**  
2 x 20 MHz. Retard au déclenchement. Recherche de trace. Vitesse variable. **4440F**

**FREQUENCEMETRES Beckman**

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs ..... **3195 F**

**CENTRAD**  
346 - 1 Hz 600 MHz ..... **1995 F**  
961. Gén. de fonction de 1 Hz à 200 Hz ... **1650 F**

**GENERATEURS DE FONCTIONS**

- FG 2A.** 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET Beckman Clé limitée ..... **1770 F**
- FG3 AE.** 0,2 Hz à 2 MHz ..... **2700 F**
- AG 1000.** Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz 5 calibres Faible dist. imp. 600 Ω Monacor ..... **1360 F**
- SG 1000.** Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz 6 calibres Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor ..... **1325 F**
- 368.** Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle Centrad ..... **1420 F**
- 869.** Générateur de fonctions de 0,01 Hz à 11 MHz Centrad ..... **3490 F**

**ELC ALIMENTATIONS**

- AL 745 AX** de 1 V à 15 V - 3 A ..... **700 F**
- AL 821.** 24 V - 5 A ..... **750 F**
- AL 812.** de 1 V à 30 V - 2 A ..... **790 F**
- AL 781 N.** de 0 V à 30 V - 5 A ..... **1990 F**
- AL 891.** 5 V - 5 A ..... **360 F**
- AL 892.** 12,5 V - 3 A ..... **300 F**
- AL 893.** 12,5 V - 5 A ..... **360 F**

**LABOTEC**

Toujours à votre service pour réaliser vos circuits imprimés.

- PLAQUES EPOXY.**  
Présensibilisées STEP circuits.  
La référence du CL. 1 FACE 2 FACES
- 75 x 100 ..... **11 F** **12,50 F**
  - 100 x 160 ..... **19 F** **24 F**
  - 150 x 200 ..... **39 F** **45 F**
  - 200 x 300 ..... **79 F** **89 F**

**PLAQUES BAKELITE**

- Cartes étude à bandes ou pastilles étamées.
- 50 x 100 ..... **9,50 F**
  - 100 x 100 ..... **18 F**
  - 100 x 150 ..... **27 F**
  - 100 x 200 ..... **33 F**

**PERCEUSES MAXICRAFT**

- Perceuse 42 W ..... **78 F**
- Perceuse 42 W avec 15 outils ..... **176 F**
- Perceuse 50 W ..... **190 F**
- Alimentation pour perceuse ..... **135 F**
- Support perceuse ..... **90 F**
- Fer à souder gaz et Mini chalumeau ..... **198 F**

**COMPOSANTS**

- EXTRAIT TARIF**
- BU 208 A ..... **16 F**
  - BU 326 A ..... **14 F**
  - BU 508 A ..... **16 F**
  - BU 11 A F ..... **16 F**
  - BUT 11 ..... **28 F**
  - MJ 15023 ..... **45 F**
  - MJ 15024 ..... **45 F**
  - 2N 3055 100 V ..... **7 F**
  - 2N 3442 ..... **17 F**
  - 2N 3773 ..... **29 F**
  - 38 VA. 2 second ..... **19 F**

Série BC - BD et BF disponible. Tarif sur demande.

**DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR**

- FABRICATION FRANÇAISE**
- 6 VA. 1 second ..... **36,00**
  - 10 VA. 1 second ..... **39,00**
  - 15 VA. 1 second ..... **45,00**
  - 24 VA. 1 second ..... **53,00**
  - 38 VA. 1 second ..... **75,60**
  - 60 VA. 1 second ..... **103,00**
  - 6 VA. 2 second ..... **40,00**
  - 10 VA. 2 second ..... **43,50**
  - 15 VA. 2 second ..... **48,00**
  - 24 VA. 2 second ..... **57,00**
  - 38 VA. 2 second ..... **79,50**
  - 60 VA. 2 second ..... **107,50**

**CONVERTISSEURS**

- A TRANSISTORS**
- 12 V - DC - 220 V - AC
  - C.V - 101. Puissance 120 W ..... **365 F**
  - C.V - 201. Puissance 250 W ..... **710 F**

**ALIMENTATION HIRSCHMANN**

- 500 MA réglable de 3 V à 12 V ..... **39F**
- 1 A réglable de 3 V à 12 V Régulée, filtrée, stabilisée ..... **125F**

**SUPER PROMO ALIMENTATIONS**

- 1 Ampère réglable de 3 volts à 12 volts. Régulée et filtrée ..... **75 F**
- Alimentation 5 Ampères 12 volts ..... **230 F**

**BOITIER MULTI PÉRITEL**

- OMX 48.** Répartiteur de 4 sources différentes vers un téléviseur ou magnétoscope (vidéo composite RVB ou Y.C) commutation électronique ..... **970 F**
- BMP 02.** Boîtier répartition Canal + permet de relier un décodeur sur 2 téléviseurs ..... **370 F**

**KITS ELECTRONIQUE M.T.C. ELECTRONIQUE COLLEGE**

- EXP 03.** Thermomètre affichage digital ..... **210 F**
- EXP 04.** Thermostat affichage digital ..... **258 F**
- EXP 25.** Table mixage. 4 entrées ST ..... **260 F**
- EXP 28.** Prise courant T<sup>me</sup> infra-rouge ..... **110 F**
- EXP 29.** Télécommande infra-rouge ..... **50 F**
- LABO 01.** Voltmètre continu aff. digital ..... **205 F**
- LABO 08.** Multimètre digital ..... **260 F**

**OFFICE DU KIT**

- CH 12.** Ioniseur électronique ..... **220 F**
- CH 14.** Détartreur électronique ..... **190 F**
- CH 20.** Magnétophone numérique ..... **350 F**
- CH 22.** Transmetteur son à infrarouges ..... **200 F**
- CH 24.** Chien de garde électronique ..... **290 F**
- CH 29.** Alarme à infra sons ..... **350 F**
- CH 28.** T<sup>me</sup> infra-rouges 4 canaux ..... **390 F**
- PL 59.** Truqueur de voix ..... **100 F**
- PL 75.** Variateur de vitesse ..... **100 F**
- PL 82.** Fréquence-mètre 30 Hz à 50 MHz ..... **450 F**

**TSM**

- TSM 89.** Booster stéréo 2 x 40 W ..... **165 F**
- TSM 123.** Bruiteur électronique ..... **250 F**
- TSM 90.** Micro-espion ..... **50 F**
- TSM 122.** Préalpili antenne ..... **85 F**
- TSM 45.** Booster 70 W ..... **200 F**
- TSM 46.** Booster 100 W ..... **280 F**

**LA QUALITE PRO**  
**ELP ELECTRONICS**

**MODULES PREAMPLI**

- HY 7. Mélangeur, 8 entrées, 1 voie ..... **166 F**
- HY 8. Mélangeur, 5 entrées, 2 voies ..... **161 F**
- HY 9. Préalpili 2 voies, correction RAA ..... **175 F**
- HY 7B. Préalpili 2 voies guitare ..... **288 F**

**MODULES AMPLI**

- HY 60. 30 W eff. **209 F**
- HY 248. 120 W eff. **460 F**
- HY 128. 60 W eff. **346 F**
- HY 368. 180 W ..... **710 F**

**COFFRETS**

- ESM**
- EM 14 05 ..... **42,80 F**
  - EM 10 05 ..... **35,60 F**
  - ER 48 04 ..... **277 F**
  - EP 21 14 ..... **85 F**
- TEKO**
- P1 .. **15 F**
  - P2 .. **22 F**
  - AUS 12 ..... **83 F**
  - AUS 22 ..... **89 F**
  - CAB 222 ..... **88 F**

**COFFRETS PLASTIC**

- D 30 ..... **39 F**
- VD 4 ..... **38 F**

**TOUS LES MODELES DISPONIBLES DOC ET TARIF SUR DEMANDE**

**CONNECTIQUE**

- DIN 3 B Mâle ..... **2,70 F**
- DIN 5 B Mâle ..... **2,90 F**
- DIN 6 B Mâle ..... **3,50 F**
- DIN 7 B Mâle ..... **4,80 F**
- DIN 8 B Mâle ..... **5,50 F**

**TYPE XLR NEUTRIX**

- 3 B Mâle ..... **19,50 F**
- 3 B Femelle ..... **23,00 F**
- 4 B Mâle ..... **24,70 F**
- 4 B Femelle ..... **33,00 F**

- Jack 6.35 Mâle ..... **2,90 F**
- Jack 6.35 Stéréo ..... **4,50 F**
- Jack 6.35 Mâle métal ..... **6,50 F**
- Jack 6.35 Mâle stéréo métal ..... **8,50 F**

**CANON A SOUDER**

- 9 Br mâle ..... **3,95 F**
- 9 Br fem. .... **4,20 F**
- Capot 9 B ..... **3,50 F**
- 15 Br mâle ..... **5,30 F**
- 16 Br fem. .... **6,00 F**
- Capot 15 B ..... **4,00 F**
- 25 Br mâle ..... **6,10 F**
- 25 Br fem. .... **7,10 F**
- Capot 25 B ..... **4,50 F**
- 23 Br mâle ..... **8,00 F**
- 23 Br fem. .... **7,50 F**
- Capot ..... **7,50 F**

**Fers JBC**

- 15 W LD ..... **148 F**
- 30 W LD ..... **135 F**
- 40 W LD ..... **135 F**
- 65 W LD ..... **150 F**
- Thermoréglé 45 W ..... **420 F**
- Station thermoréglée de 100° C à 1000° C ..... **1580 F**
- Display ..... **1580 F**

**ELECTRONIQUE COLLEGE**

- EXP 28.** Prise de courant télév. à I.R. .... **110 F**
- EXP 31.** Prise de courant nuit et jour ..... **91 F**
- EXP 35.** Interrupteur/variateur de lumière ..... **85 F**
- EXP 39.** Ampli 20 W 12 V ..... **95 F**