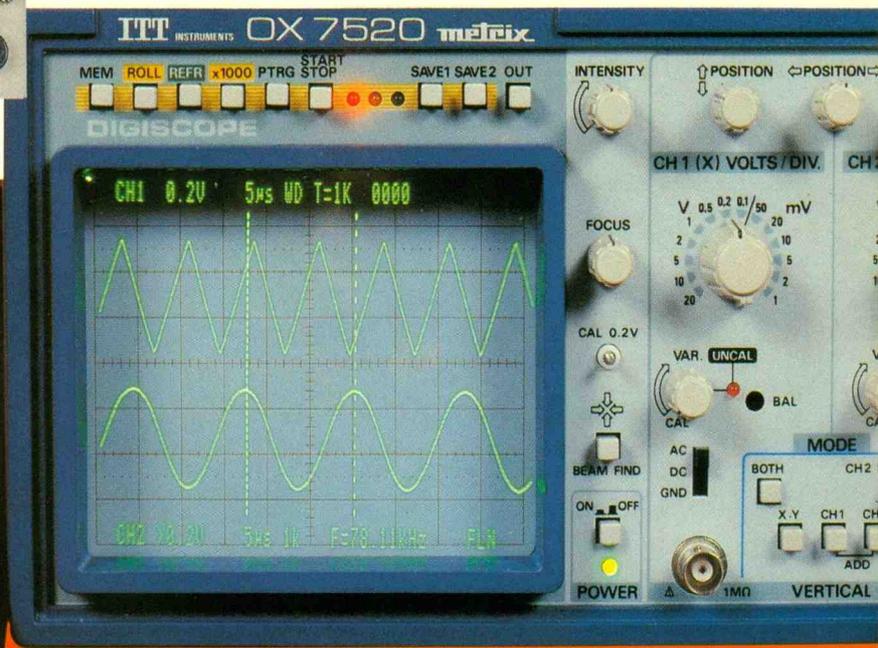
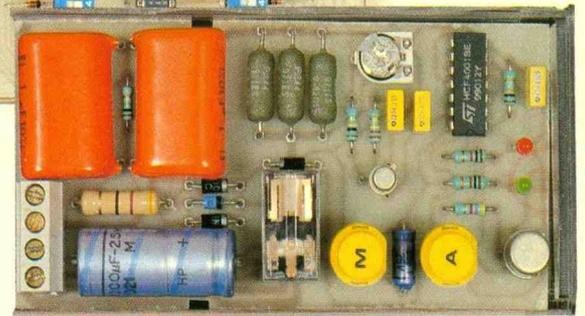
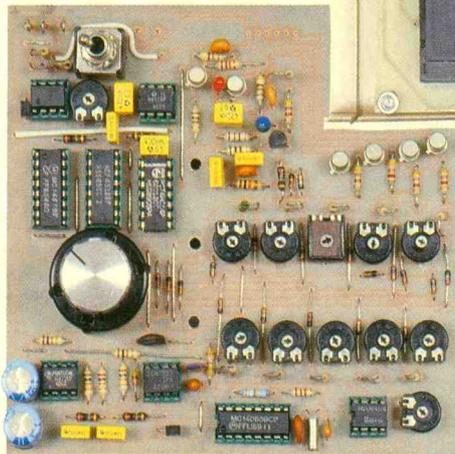
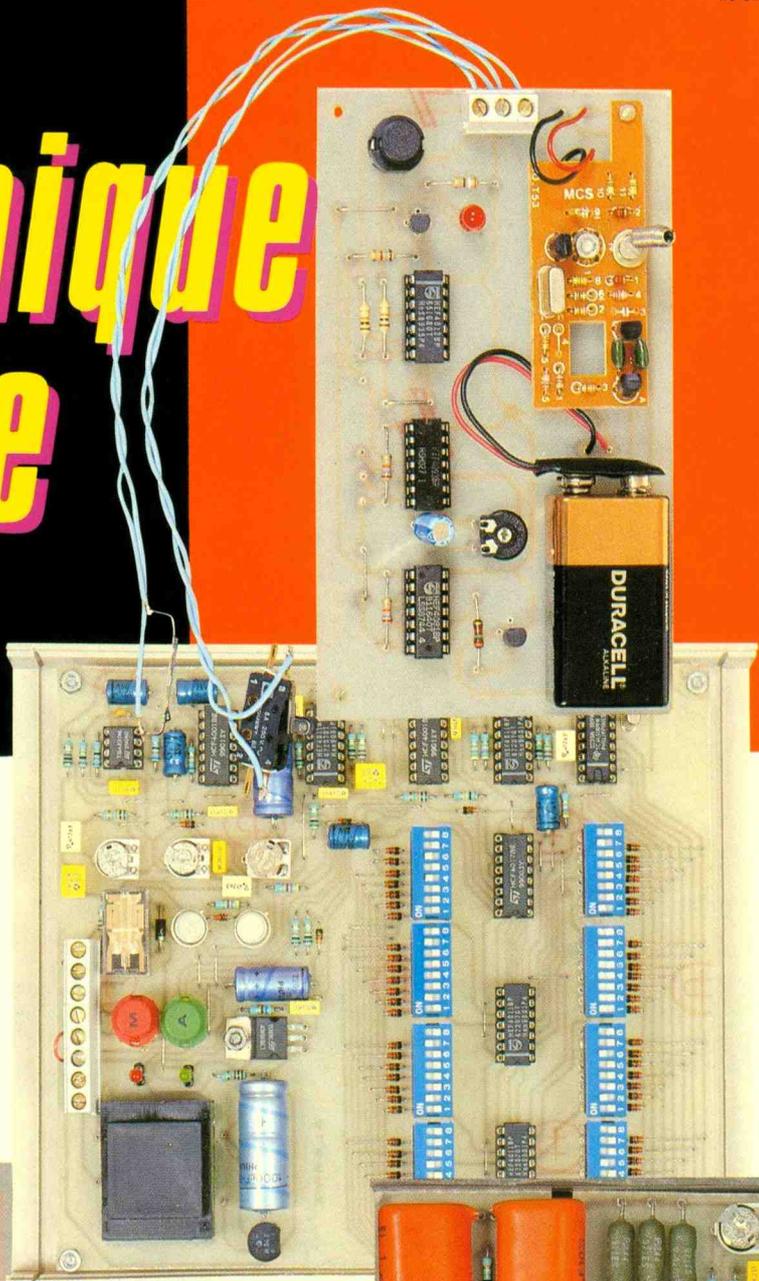


# Electronique pratique

- PUPITRE D'EXPERIMENTATION
- VOLTMETRE/MILLIAMPEREMETRE
- FREQUENCEMETRE/CAPACIMETRE
- ALARME TELEPHONIQUE
- DISJONCTEUR ELECTRONIQUE
- ALARME BOITE AUX LETTRES
- OSCILLOSCOPE METRIX, etc.



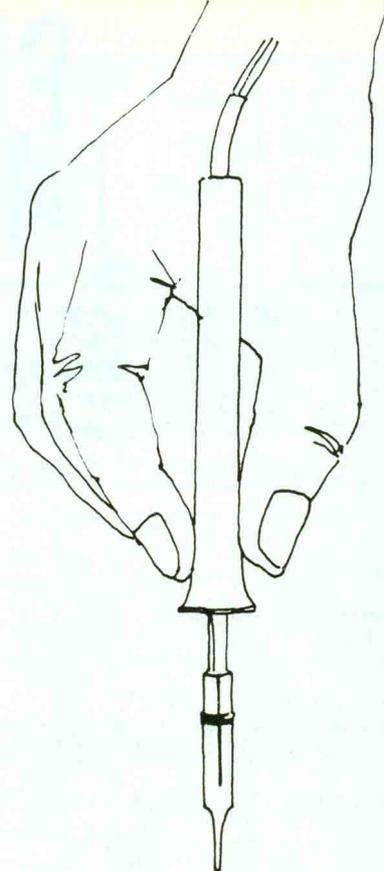
MARS 1991

T 2437 - 146 - 22,00 F



BELGIOUE : 158 FB - LUXEMBOURG : 158 FL - SUISSE : 6.20 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4.25

# Electronique pratique



N° 146  
MARS 1991

ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques.

Société anonyme au capital de 300 000 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 : M. SCHOCK  
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA  
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA  
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Avec la participation de  
G. Isabel, R. Knoerr, F. Jongbloët, J.-L. Tissot,  
H. Toussaint, C. Pichon, F. Bernard, P. Wallerich,  
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 : 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

Promotion : Société Auxiliaire de Publicité  
Mauricette EHLINGER

70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05  
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 LESAUUVAGE

Titre donné en location-gérance à la Société Parisienne d'Édition, 2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 30).

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.

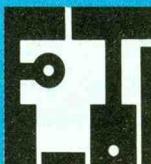
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

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.



« Le précédent numéro a été tiré à 84 100 ex. »

FICHE TECHN.



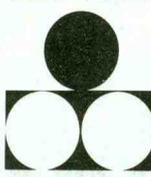
CONFORT



AUTO



JEUX



MODELISME



MESURES



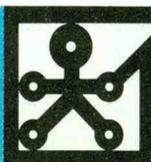
HIFI



GADGETS



INITIATION

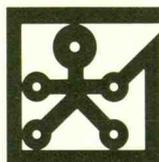


## Sommaire

	Revue	Pdf
<b>REALISEZ VOUS-MEMES</b>		
555 didactique	31	3
Alarme téléphonique à fréquences vocales	37	9
Disjoncteur	47	19
Pupitre : voltmètre/milliampèremètre fréquence/mètre/capacimètre	54	24
Télé-alarme pour boîte aux lettres	69	33
Convois ferroviaires : décodeur/récepteur	81	43
Minuterie à préavis d'extinction	95	54
<b>PRATIQUE ET INITIATION</b>		
Digiscope METRIX OX 7520	77	39
Technologie au collège (XX)	89	48
Fiches à découper	103	*
Logic 14	109	61
<b>DIVERS</b>		
Boîtiers péritel	106	—
Courrier	118	67
Encart Texas Instruments	59 à 64	—

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

# CONSTRUISEZ UN 555 DIDACTIQUE

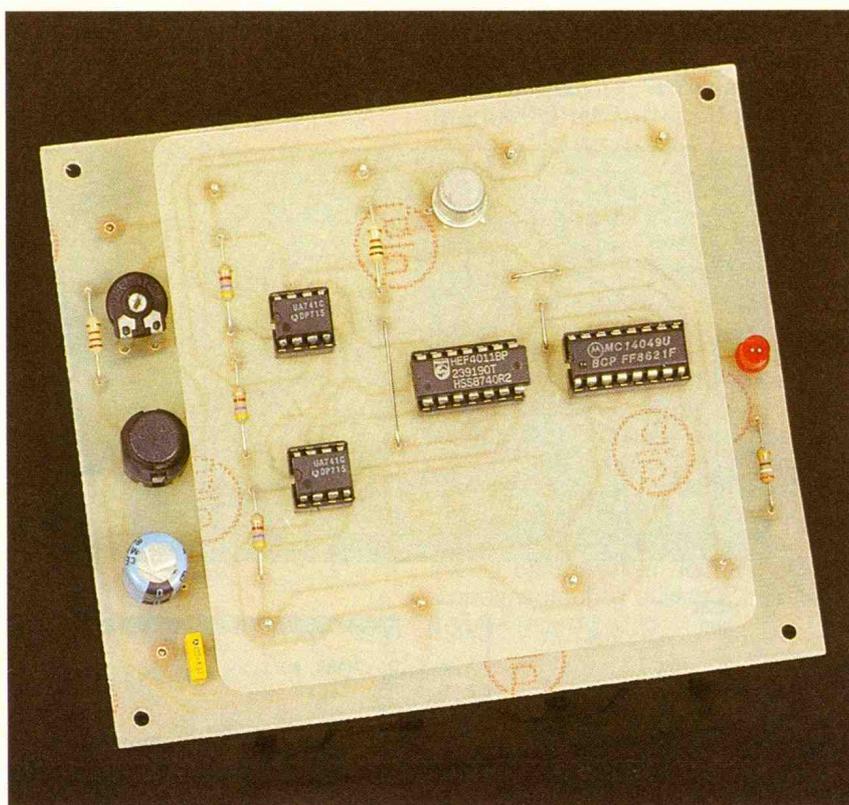


Cette réalisation a pour objet de présenter le fonctionnement interne du célèbre circuit intégré portant la référence 555, qui pourra ainsi être analysé d'une manière plus concrète puisque pratique, et il sera sans doute utilisé plus tard dans sa version traditionnelle intégrée avec plus de facilité et, qui sait, d'originalité par nos fidèles lecteurs.

## A – AVANT-PROPOS

Parmi les nombreux circuits intégrés utilisés dans nos montages, il en est un qui est omniprésent, il s'agit du célèbre timer 555, circuit très grand public, très bon marché donc et d'un usage particulièrement universel. On lui trouve continuellement de nouvelles applications et, à chaque fois, il donne pleine satisfaction. Toutefois, l'objet de notre maquette n'est pas de vous présenter une application originale de plus de ce grand classique que représente le circuit 555, disponible chez les plus grands fournisseurs (en version simple, en technologie C.MOS, ou encore en version double sous la référence 556).

Nous allons plutôt nous intéresser à l'intérieur du petit monstre à huit pattes ; en effet, pour mieux saisir tous les secrets de sa conception intime et comprendre son principe de fonctionnement, il nous a semblé intéressant d'essayer de reconstituer ce circuit au mieux à l'aide de divers composants, ordinaires, eux-aussi, et assemblés sur une plaquette cuivrée. Bien évidemment, notre but n'était pas de miniaturiser le circuit obtenu, mais plutôt de présenter ses entrailles et de permettre à l'utilisateur intéressé que vous êtes d'accéder aux divers points utiles de son anatomie, points qui, habituellement, ne sont pas accessibles sur la version intégrée du commerce. Après avoir fabriqué notre « 555 maison », nous vous proposerons deux applications très courantes le mettant en œuvre bien souvent, à savoir la bascule astable et la bascule monostable.



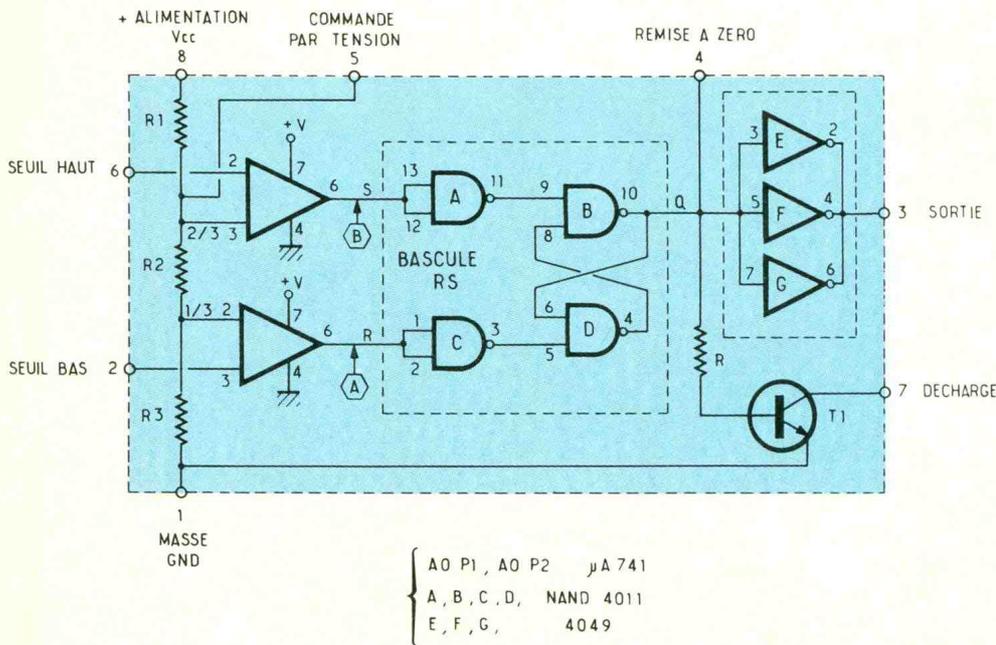
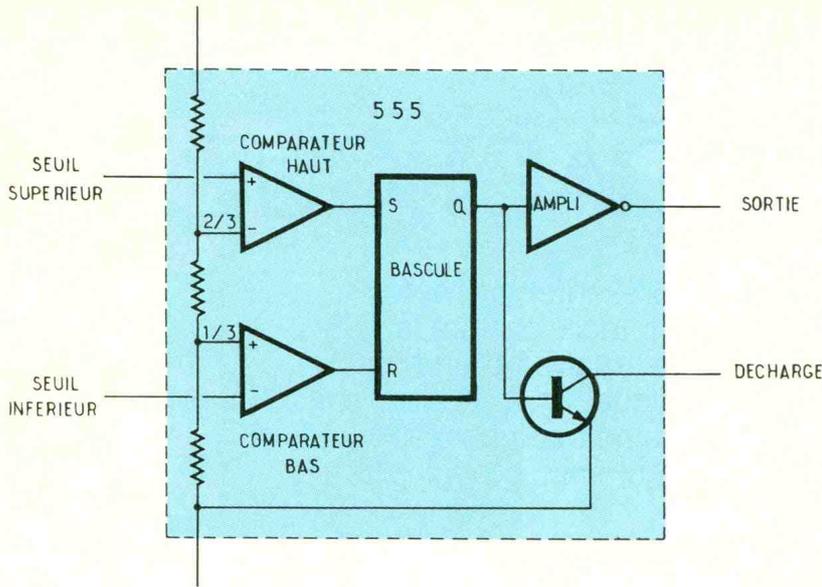
## B – CONSTITUTION DU CIRCUIT 555

L'organisation interne de ce petit circuit intégré, généralement présenté en version DIL 8, laisse apparaître deux ampli-OP montés en comparateur à fenêtre, une bascule de type RS et un étage de puissance en sortie ; on peut encore noter la présence d'un transistor dont le rôle est fondamental, ainsi qu'une chaîne de trois résistances (voir synoptique, fig. 1).

A propos de ces trois résistances reliées entre alimentation positive et masse, sachez encore qu'elles

constituent un pont diviseur de tension, dans les rapports 2/3 et 1/3, au 1/1000<sup>e</sup> près sur le circuit du commerce, il est vrai.

Les sorties respectives des deux ampli-OP montés en comparateur activent les entrées SET et RESET d'une bascule, bistable fort classique. La sortie unique Q de cette bascule que l'on peut comparer à une mémoire, se charge, d'une part, d'activer la sortie de puissance du 555. En effet, elle peut absorber ou fournir environ 200 mA selon que l'on se branche entre le plus ou la masse. Elle commande d'autre part un simple transistor NPN,



dont l'espace collecteur-émetteur est chargé de « vider » brutalement un condensateur externe, en le court-circuitant purement et simplement. Il existe encore une possibilité de modifier le seuil de tension haut et l'on peut également bloquer la bascule à l'aide d'une autre entrée.

## C - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

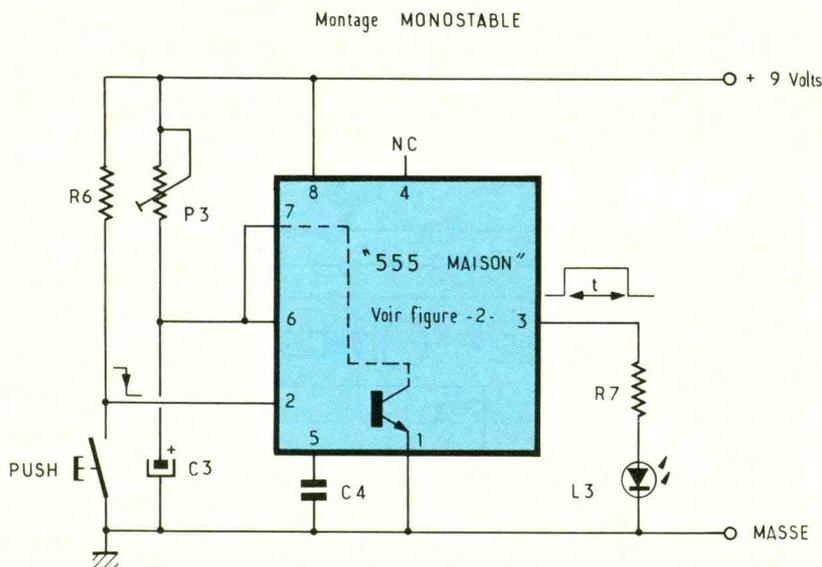
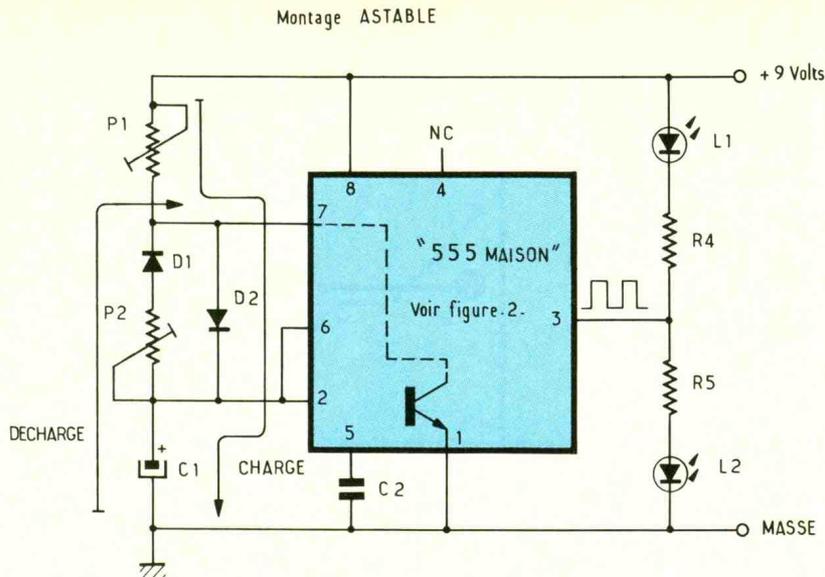
Afin de mieux saisir le fonctionnement de tous les éléments internes d'un 555 normal, nous vous invitons à consulter la figure 2,

qui présente notre version « système D » en détail. Les résistances  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  forment donc un pont diviseur, mais nous n'avons pas cherché à atteindre la haute précision du circuit réel : une valeur de 4,7 kΩ fut retenue pour les trois, ce qui nous donne bien 1/3 de la tension d'alimentation sur la borne 2 de AOP 1 et 2/3 de U sur la borne 3 de AOP 2.

Rappelons brièvement le fonctionnement d'un ampli-OP utilisé en comparateur, comme c'est le cas ici : si la tension sur l'entrée e- est supérieure à celle présente sur l'entrée e+, alors la sortie de l'ampli-OP donnera une

tension nulle ou presque, c'est-à-dire un zéro logique. Inversement, si la tension sur l'entrée e+ est supérieure à celle de l'entrée e-, cette différence sera multipliée par le gain de l'AOP en boucle ouverte ici ; or cette valeur est théoriquement infinie. Pratiquement, il n'est évidemment pas possible d'obtenir une tension de sortie supérieure à la tension d'alimentation. On obtiendra donc un niveau proche du + de l'alimentation, c'est-à-dire un 1 logique. Nous verrons plus loin ces comparateurs à l'œuvre. Mais sachez encore que le comparateur du seuil bas est monté à l'inverse de celui du seuil haut. C'est ainsi que AOP 2 verra sa sortie à 1 si la tension sur son entrée 2 devient supérieure au 2/3 de celle de l'alimentation. Bien entendu, à chaque fois que la tension sur l'entrée 3, notre seuil bas, sera inférieure au 1/3 de celle de l'alimentation, c'est la sortie de l'AOP 1 qui sera haute. Ces deux impulsions positives sont utilisées pour commander correctement la bascule qui suit l'étage de comparaison.

La bascule ou mémoire bivalente dont nous avons besoin est construite à l'aide de quelques portes NAND. La vraie bascule de base utilise les portes B et D en couplage croisé caractéristique, mais ses entrées sont précédées par un inverseur (portes NAND A et C) de façon à pouvoir utiliser un signal positif de commande. Suivez bien : si les entrées 12-13 de A sont à 0, la sortie 11 sera à 1, ainsi que l'entrée 9 de B. A cet instant, on peut supposer par exemple que la sortie 4 de la porte D est basse, ainsi que l'autre entrée 8 de la porte B. La sortie 10 ou Q est haute, ainsi que l'entrée 6 de la porte D ; l'autre AOP délivre une sortie basse en raison du branchement particulier adopté précédemment. Les bornes 1-2 de la porte C sont basses, donc sa sortie 3 est haute, ainsi que l'entrée 5 de D. De par la nature de la porte NAND D, on trouve bien sa sortie 4 à l'état bas. Pour résumer, une impulsion positive sur l'entrée SET met la sortie Q à 1 tandis qu'une impulsion sur l'autre entrée RESET fait passer la sortie de la bascule à 0. L'étage de sortie est simplement obtenu en montant en parallèle tous les étages buffer inverseurs du circuit IC4, un 4049 en technologie C.MOS.



précédant. En outre, le condensateur va se décharger au travers de l'ajustable P<sub>2</sub> et de la diode de blocage D<sub>2</sub> (celle qui remonte), tout cela avec l'aide bien entendu de la jonction collecteur-émetteur du transistor interne.

Le condensateur se vide progressivement, jusqu'à ce que l'AOP du bas détecte que la tension aux bornes de C<sub>1</sub> est redevenue égale ou légèrement inférieure au 1/3 de la tension d'alimentation justement présente sur la borne + de AOP 1. La sortie de ce dernier passe à 1 et actionne à son tour la bascule, c'est-à-dire fait passer la sortie Q à 0.

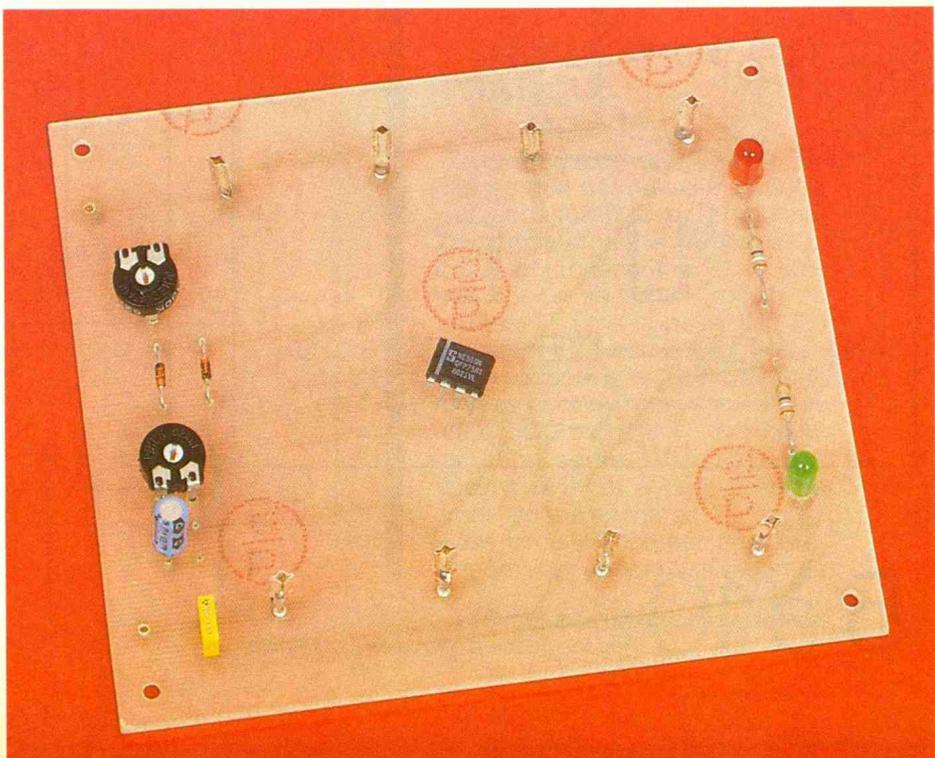
Le condensateur C<sub>1</sub> va à nouveau se charger, car le transistor T<sub>1</sub> n'est plus actionné, et de ce fait n'empêche donc plus la charge. Voilà un cycle complet écoulé, et puis tout recommence, une autre phase de charge-décharge débute.

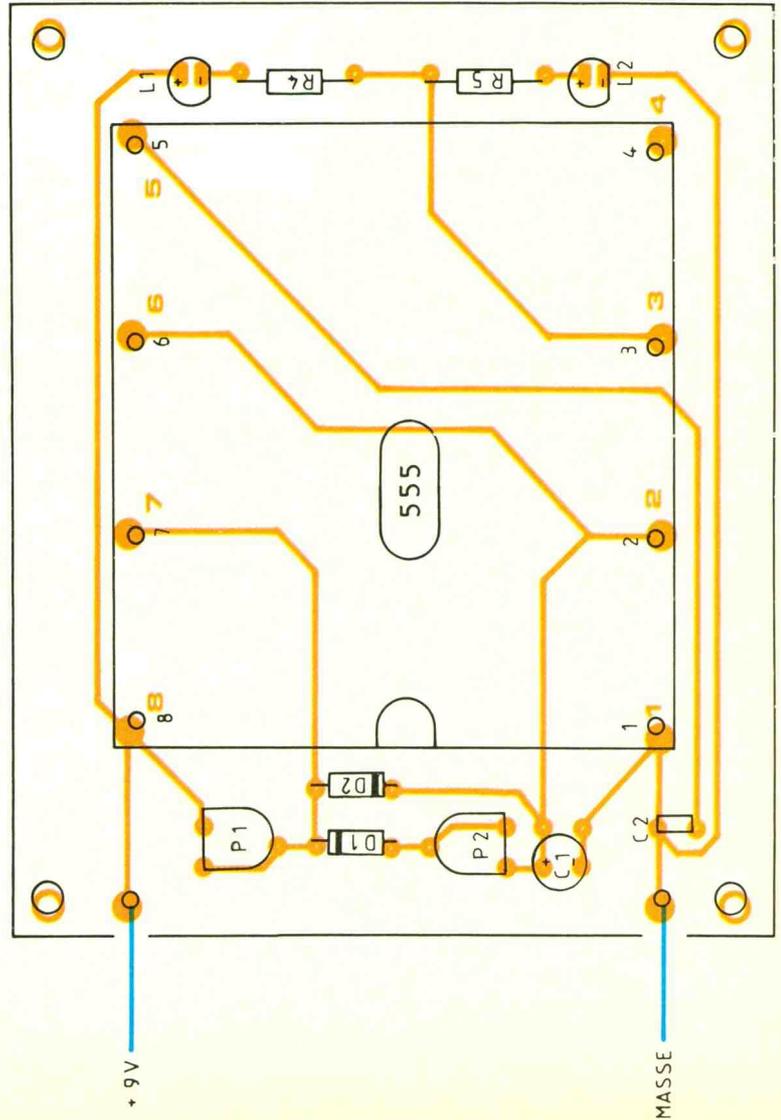
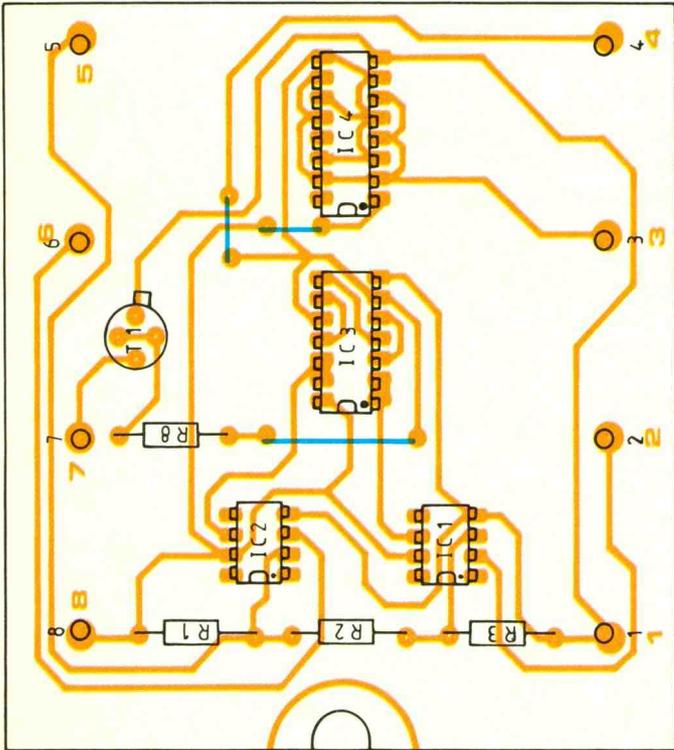
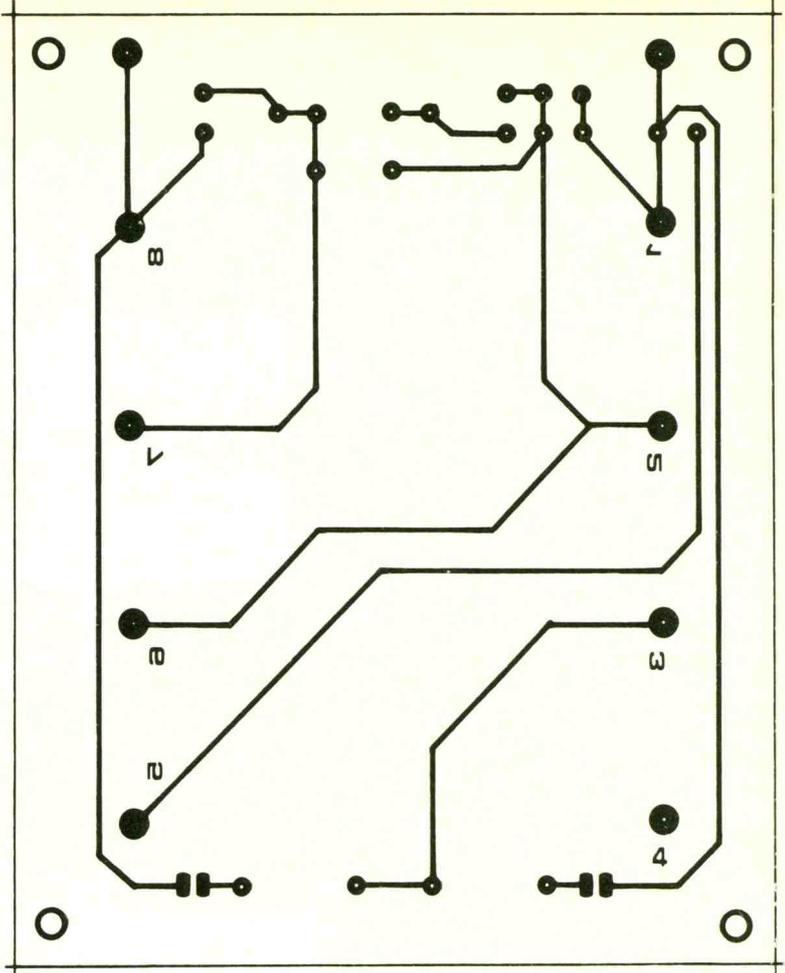
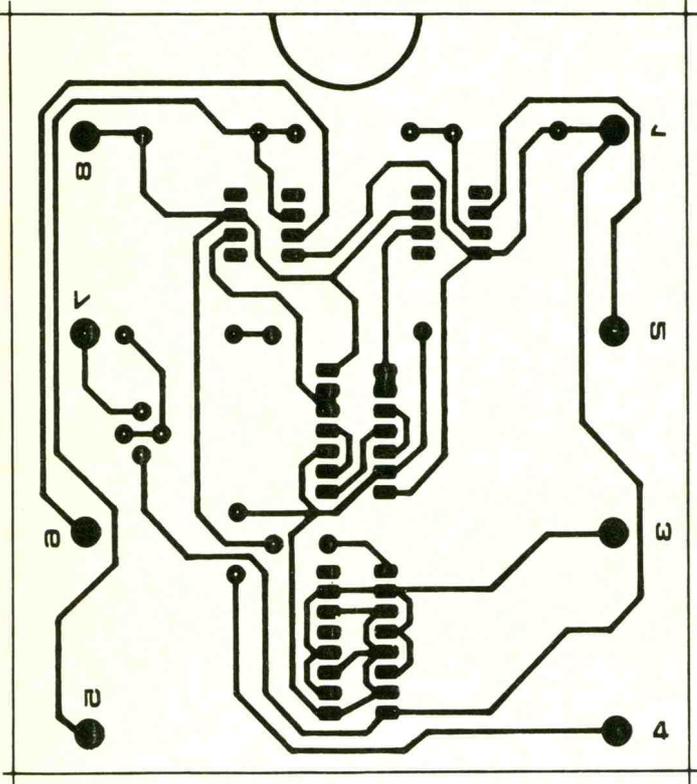
Un mot à propos des diodes D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> : leur présence n'est pas indispensable, mais elles permettent d'obtenir un signal symétrique en sortie, à la condition toutefois que la valeur ohmique des ajustables P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> soit équivalente. On peut s'en convaincre en supprimant la diode D<sub>2</sub> et en remplaçant la diode D<sub>1</sub> par un simple strap. Le rapport cyclique, c'est-à-dire le rapport entre la durée de l'état haut et celle de l'état bas du signal sera différent de 1, car la charge et la décharge du condensateur n'utiliseront pas le même trajet.

## D - FONCTIONNEMENT EN ASTABLE

Ce schéma est donné à la figure 3. A la mise sous tension, le condensateur chimique C<sub>1</sub> se charge à travers l'ajustable P<sub>1</sub> et la diode D<sub>2</sub> (celle qui descend). La tension aux bornes du condensateur C<sub>1</sub> augmente de plus en plus ; lorsque la tension atteint enfin les 2/3 de la tension d'alimentation, la sortie du comparateur du haut, AOP 2, passe à l'état logique 1 et actionne la bascule sur sa borne 8. La sortie de cette mémoire, à l'état 0 au départ, passe brutalement à 1 et alimente la base du transistor interne T<sub>1</sub>. C'est la fin de la période de charge du condensateur C<sub>1</sub>. En effet, le transistor T<sub>1</sub>, étant devenu passant, va dériver vers la masse le courant de charge

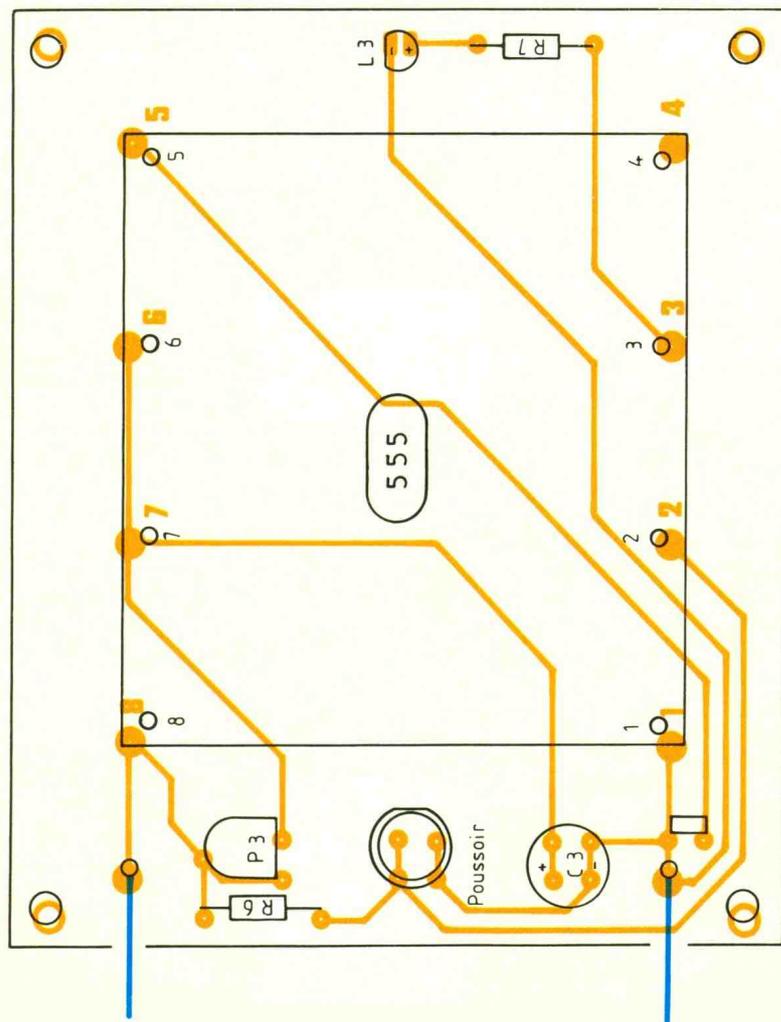
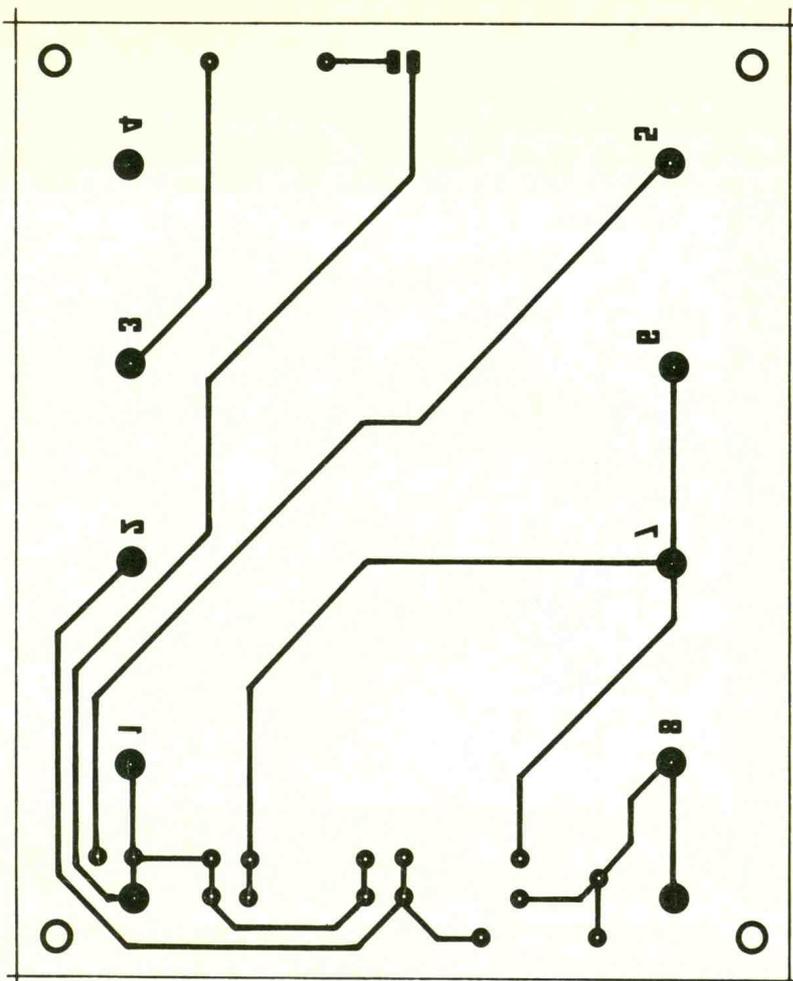
Photo 2. - Evidance de la miniaturisation.





5 à 10

Reconstitution pratique de l'ensemble.



de sortie convenable. La présence des deux LED  $L_1$  et  $L_2$  permet de bien visualiser les états bas et haut de la période du signal rectangulaire produit en sortie.

## E – FONCTIONNEMENT EN MONOSTABLE

Le schéma correspondant se trouve à la figure 4. On constate de suite que la broche 2 n'est plus reliée au condensateur, mais au poussoir de commande. Cette borne est par ailleurs forcée au plus de l'alimentation à travers la résistance  $R_6$ . Une action brève sur le poussoir porte à la masse l'entrée e- du comparateur AOP 1, dont la sortie passe immédiatement à 1. L'entrée RESET de la bascule est sollicitée, donc la sortie Q est basse, et en raison de la présence de l'étage buffer inverseur, on trouve finalement un état logique 1 sur la sortie 3 du « 555 maison ».

La charge du condensateur débute, car le transistor  $T_1$  n'est pas passant ; lorsque la tension sur le condensateur atteindra les  $2/3$  de l'alimentation, l'AOP 2 entrera en action et portera à 1 la sortie de la bascule, ce qui, bien entendu, met un terme à la période du signal produit par notre monostable. Le système reste dans cet état jusqu'à la prochaine impulsion en entrée. La visualisation du signal produit est aisée avec la LED  $L_3$  reliée à la borne 3. A signaler également que, en reliant la borne 4 à l'alimentation positive, on interrompt de suite la production du signal : cela correspond à une remise à zéro anticipée.

## F – REALISATION PRATIQUE

Cette maquette a surtout une vocation pédagogique, c'est-à-dire qu'elle doit permettre à son utilisateur de mieux saisir le fonctionnement interne du célèbre circuit 555, en procédant à des relevés de tension en divers points, ou mieux, s'il en a la possibilité, en visualisant les signaux sur l'écran d'un oscilloscope. Outre les huit bornes accessibles sur les pattes du circuit, on peut encore accéder aux sorties des ampli-OP (points A et B) et à la base du transistor de décharge.

Trois circuits imprimés sont proposés ; l'un pour la réalisation du

555 à proprement parler, dont le tracé du cuivre est donné à la figure 5, tandis que la mise en place des composants s'inspirera des indications de la figure 6. Nous avons gardé les dispositions réelles des broches pour une meilleure compréhension de l'ensemble. Il n'y a aucune difficulté pour réaliser les deux autres plaquettes, qui seront munies de picots femelles, destinés à recevoir le « pseudo-555 » pour un bon fonctionnement (un vrai circuit doit fonctionner de la même manière !). Une simple pile de 9 V suffira pour mener à bien toutes vos expérimentations ou trauvailles.

Nous espérons que vous apprécierez encore davantage, si cela est possible, les performances et la fiabilité du petit « triple 5 », présent encore bien longtemps dans de nombreux montages électroniques.

Guy ISABEL

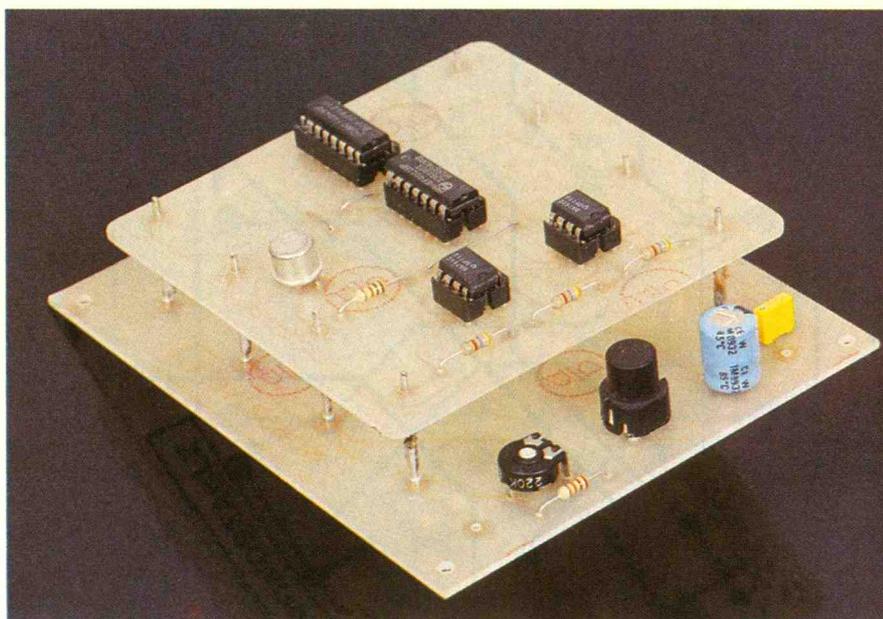


Photo 3. - Deux cartes imprimées superposées...

## LISTE DES COMPOSANTS

### 1. Semi-conducteur

IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : AOP 1, AOP2 ampli-OP 741 DIL 8

IC<sub>3</sub> : portes A, B, C, D portes NAND C.MOS 4011

IC<sub>4</sub> : portes E, F, G sextuple buffer inverseur C.MOS 4049

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

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diode commutation 1N4148

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : diodes électroluminescentes 5 mm

### 2. Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> : 390 Ω (orange, blanc, marron)

R<sub>6</sub> : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R<sub>7</sub> : 390 Ω (orange, blanc, marron)

R<sub>8</sub> : 15 kΩ (marron, vert, orange)

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : ajustable horizontal 100 kΩ à 470 kΩ

### 3. Condensateurs

C<sub>1</sub> : chimique vertical 4,7 μF, 125 V

C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> : plastique 100 nF

C<sub>3</sub> : chimique vertical 100 μF, 25 V

### 4. Divers

2 supports à souder 8 broches

1 support à souder 14 broches

1 support à souder 16 broches

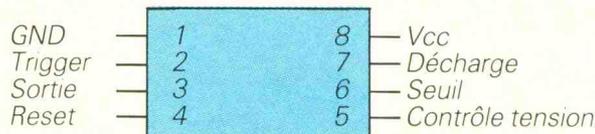
1 poussoir implantation sur C.I.

Picots à souder mâle + femelle

2 coupleurs pression pile 9 V

#### NE555 CADENCEUR

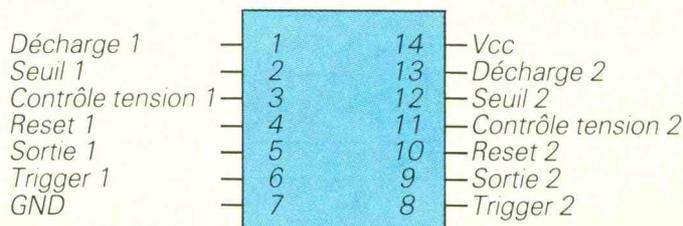
Cadence de une microseconde à plusieurs heures, fonctionnement astable ou monostable, durée de cycle réglable. Applications : timer de précision, ligne à retard, cadenceur séquentiel.



Tension d'alimentation : 4,5 à 16 V  
 Courant de sortie max. : 200 mA  
 Courant d'alim. sortie basse : 15 mA, 15 V  
 Courant d'alim. sortie haute : 13 mA, 15 V

#### NE556 DOUBLE CADENCEUR

Cadence de une microseconde à plusieurs heures. Fonctionnement astable ou monostable, durée de cycle réglable. Applications : timer de précision, timer séquentiel, ligne à retard, diviseur de fréquence, contrôle.



# UNE ALARME TELEPHONIQUE A FREQUENCES VOCALES



Une alarme téléphonique consiste, suite à une détection, à composer automatiquement un numéro téléphonique préalablement programmé, et à prévenir ainsi d'une effraction ou tentative d'effraction, par la communication d'un signal d'alerte.

La réalisation décrite dans cet article se caractérise essentiellement par le chiffrage à base de fréquences vocales. La DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) a en effet relégué la traditionnelle numérotation par impulsions au chapitre des techniques dépassées.

## I - LE PRINCIPE

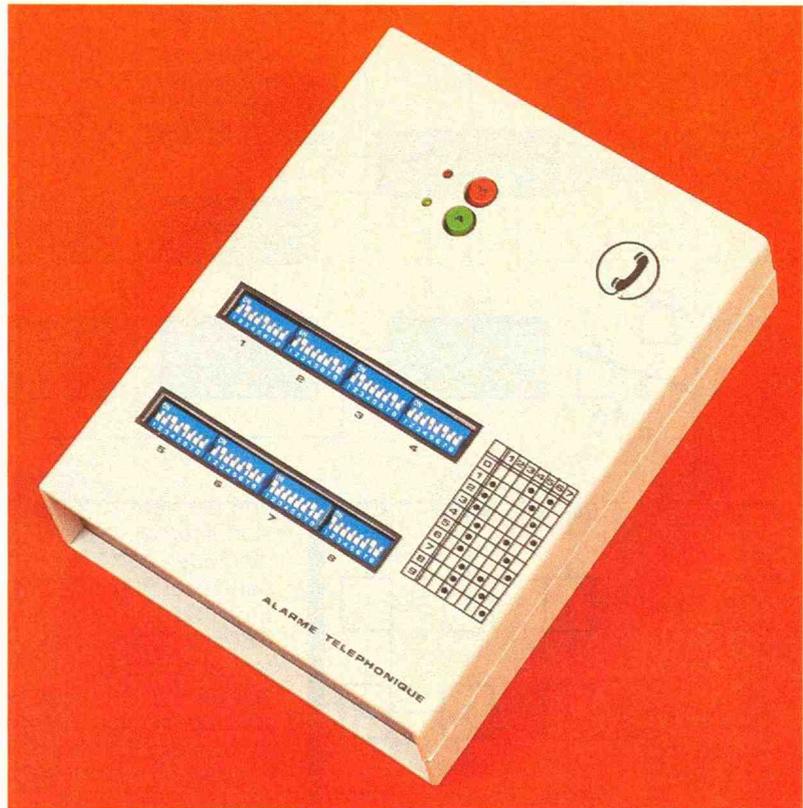
### a) Le fonctionnement général de l'alarme (fig. 1)

Le montage est destiné à fonctionner sous le contrôle d'un dispositif de détection de deux manières différentes : par fermeture de contacts ou par ouverture. Un bouton-poussoir accessible sur le boîtier lui-même est monté en parallèle sur l'entrée de contrôle par fermeture. Ainsi, l'alarme téléphonique devient opérationnelle dès que l'on sollicite ce bouton. Cette disposition confère à l'appareil une possibilité de demande de secours à une personne âgée seule par exemple ; il suffit pour cela de disposer dans l'appartement de plusieurs boutons d'alarme.

Le contrôle par ouverture est pratique si on veut détecter une ouverture de porte ou de fenêtre par la mise en œuvre d'interrupteurs de type ILS.

Quel que soit le principe de sollicitation, le montage entame alors un cycle complet :

- prise de la ligne téléphonique ;
- petite temporisation d'attente de la tonalité ;
- composition automatique du numéro de téléphone préalablement programmé ;
- petite temporisation d'attente d'acheminement de l'appel ;
- émission d'un signal d'alerte dans la ligne ;



- libération de la ligne téléphonique.

La durée globale de ce cycle est réglable. Une signalisation lumineuse indique la prise de ligne. Grâce à un second bouton-poussoir, il est possible à tout moment de faire cesser prématurément un cycle en cours.

### b) Rappel sur la DTMF (fig. 2)

Nous avons déjà eu l'occasion d'évoquer dans nos colonnes ce nouveau système de numérotation téléphonique. Rappelons simplement que chaque chiffre se caractérise par une superposition de deux fréquences musicales de base, disposition qui donne au procédé une fiabilité to-

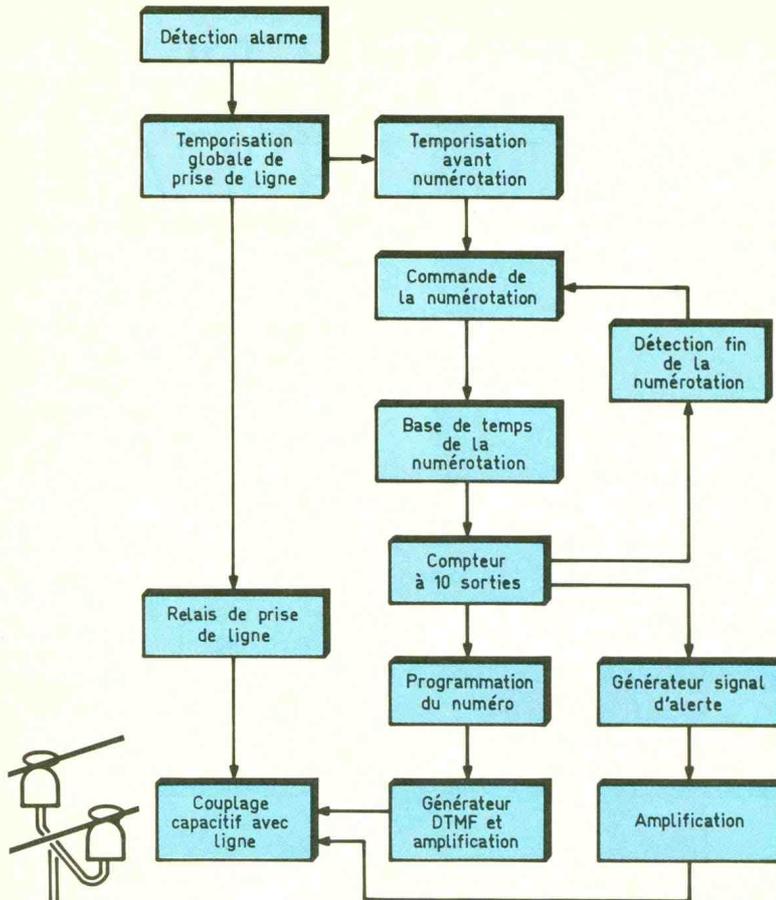
tale. Ainsi, le chiffre 7 est composé en réunissant les deux fréquences sinusoïdales de 852 Hz et de 1 209 Hz. Les valeurs normalisées au niveau international ont été choisies de manière à éliminer tout risque d'interprétation erronée, par le jeu d'harmoniques par exemple.

Ce système présente sur la numérotation ancienne par impulsions plusieurs avantages :

- davantage de fiabilité ;
- suppression des « tintements » sur un second poste monté sur la même ligne pendant que le premier génère les coupures s'attachant à la numérotation ;
- plus grande vitesse de réalisation du chiffrage ;

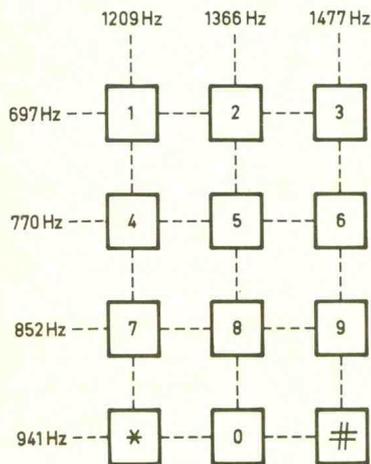
# 1

Synoptique complet de l'alarme téléphonique.



# 2

Fréquences de base du système de numérotation DTMF.



— possibilité de décrocher un second poste simultanément pendant le chiffage, ce qui est impossible en numérotation par impulsions.

## II - LE FONCTIONNEMENT

(fig. 3, 4 et 5)

### a) Alimentation

L'énergie est prélevée du secteur 220 V par l'intermédiaire d'un transformateur délivrant sur son

enroulement secondaire une tension alternative de 12 V. Un pont de diodes redresse les deux alternances et une capacité  $C_1$  assure un filtrage efficace. Le régulateur 7805 délivre sur sa sortie un potentiel continu et régulé à une valeur de 9 V. La capacité  $C_2$  effectue un filtrage complémentaire tandis que  $C_3$  découple la partie aval de ce montage de l'alimentation elle-même. Enfin, la LED  $L_1$  indique la mise sous tension du montage.

### b) Détection d'une alarme

La porte NAND III de  $IC_1$ , dans sa position de repos, a ses deux entrées soumises à un état haut permanent. L'entrée 8 est reliée à un état haut par l'intermédiaire du contrôle d'ouverture, tandis que l'entrée 9 est soumise à un état haut par le biais de  $R_2$ . Il en résulte un état bas de repos, ou de veille, sur la sortie de cette porte. Si l'une ou l'autre de ces deux entrées sont soumises, même brièvement, à un état bas, soit par la rupture de la chaîne du contrôle d'ouverture, soit par la fermeture de la chaîne du contrôle par fermeture ou encore

par appui sur BP1, un état haut devient disponible sur la sortie de la porte NAND. Plus exactement, le front ascendant, qui se manifeste lors du changement d'état, est pris en compte par le dispositif dérivateur formé par  $C_4$ ,  $R_4$  et  $D_1$ . A la sortie de ce dernier, on relève alors une brève impulsion positive, qui correspond à la charge de  $C_4$  à travers  $R_4$ .

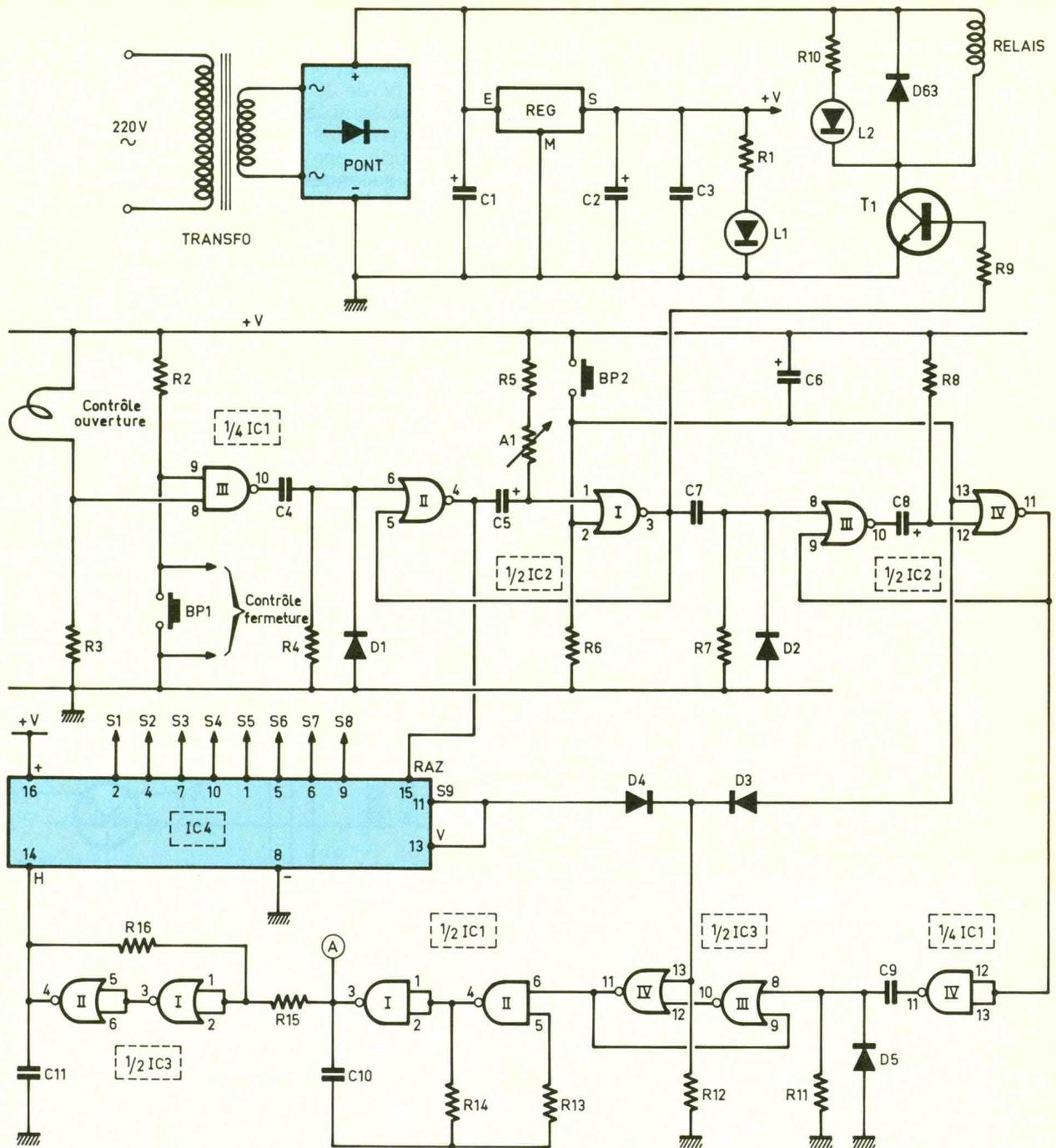
### c) Prise de ligne

Les portes NOR I et II de  $IC_2$  forment une bascule monostable. A l'état de repos, une telle bascule présente sur sa sortie un état bas permanent, tandis que la sortie de la porte II est à l'état haut.

On notera que, dans cette position, l'entrée RAZ du compteur  $IC_4$  étant reliée à un état haut, ce dernier est bloqué sur sa position de repos  $S_0$ . L'entrée 2 de la porte NOR I est généralement soumise à un état bas par l'intermédiaire de  $R_6$ .

Dès que la bascule reçoit une impulsion positive sur son entrée de commande par le dispositif de dérivation évoqué au paragraphe précédent, la sortie de la bascule passe à l'état haut. La bascule restera dans cette situation pendant une durée proportionnelle au produit  $(R_5 + A_1) \times C_5$ . Dans le cas présent, et suivant la position angulaire du curseur de l'ajustable  $A_1$ , cette durée est réglable jusqu'à une valeur maximale de l'ordre de 3 minutes. Cette durée fixe celle de l'ensemble du cycle défini au chapitre consacré au principe de fonctionnement de l'alarme téléphonique.

A noter que, en appuyant sur le bouton BP2, on soumet l'entrée 2 de la porte NOR I à l'état haut. La sortie passe aussitôt à l'état bas, et la bascule monostable se place ainsi prématurément sur sa position de repos. Le même phénomène se produit au moment de la mise sous tension du montage, suite à une coupure de courant secteur par exemple. En effet, grâce à la charge de  $C_6$  à travers  $R_6$ , une impulsion positive fait son apparition sur l'entrée 2 de la porte NOR I. Cette disposition assure la mise en position de repos de la bascule de manière automatique, afin que les instabilités qui se créent au moment de l'établissement de l'alimentation ne viennent pas générer accidentellement un cy-



cle d'alarme. Nous verrons d'ailleurs, un peu plus loin, que cette même sécurité agit également sur d'autres éléments du montage.

Mais revenons à notre bascule monostable qui présente un état haut sur sa sortie. Le transistor NPN  $T_1$  se sature aussitôt ; il comporte, dans son circuit collecteur, le bobinage d'un relais 1RT. Il s'agit d'un relais 12 V, ce qui explique pourquoi il est directement alimenté par le potentiel ondulé de 12 V, disponible à la

sortie du pont de diodes et filtré par  $C_1$ .

Sa fermeture est signalisée par l'allumage de la LED rouge  $L_2$ , également montée, en série avec  $R_{10}$ , dans le circuit collecteur de  $T_1$ . La diode  $D_{63}$  protège ce dernier des surtensions liées aux phénomènes de self qui se manifestent lors des coupures.

Dès que le relais se ferme, la ligne téléphonique voit ses deux polarités réunies par une résistance  $R_{28}$ . Le potentiel passe alors de 50 V, caractéristique de

la ligne libre, à une valeur de l'ordre de 8 à 10 V, ce qui correspond à une ligne prise.

#### d) Temporisation avec chiffage

Le front montant, se rapportant à l'enclenchement de la bascule monostable NOR I et II de  $IC_2$ , est pris en compte par un second dispositif dérivateur, que constituent  $C_7$ ,  $R_7$  et  $D_2$ . L'impulsion positive qui en résulte est directe-

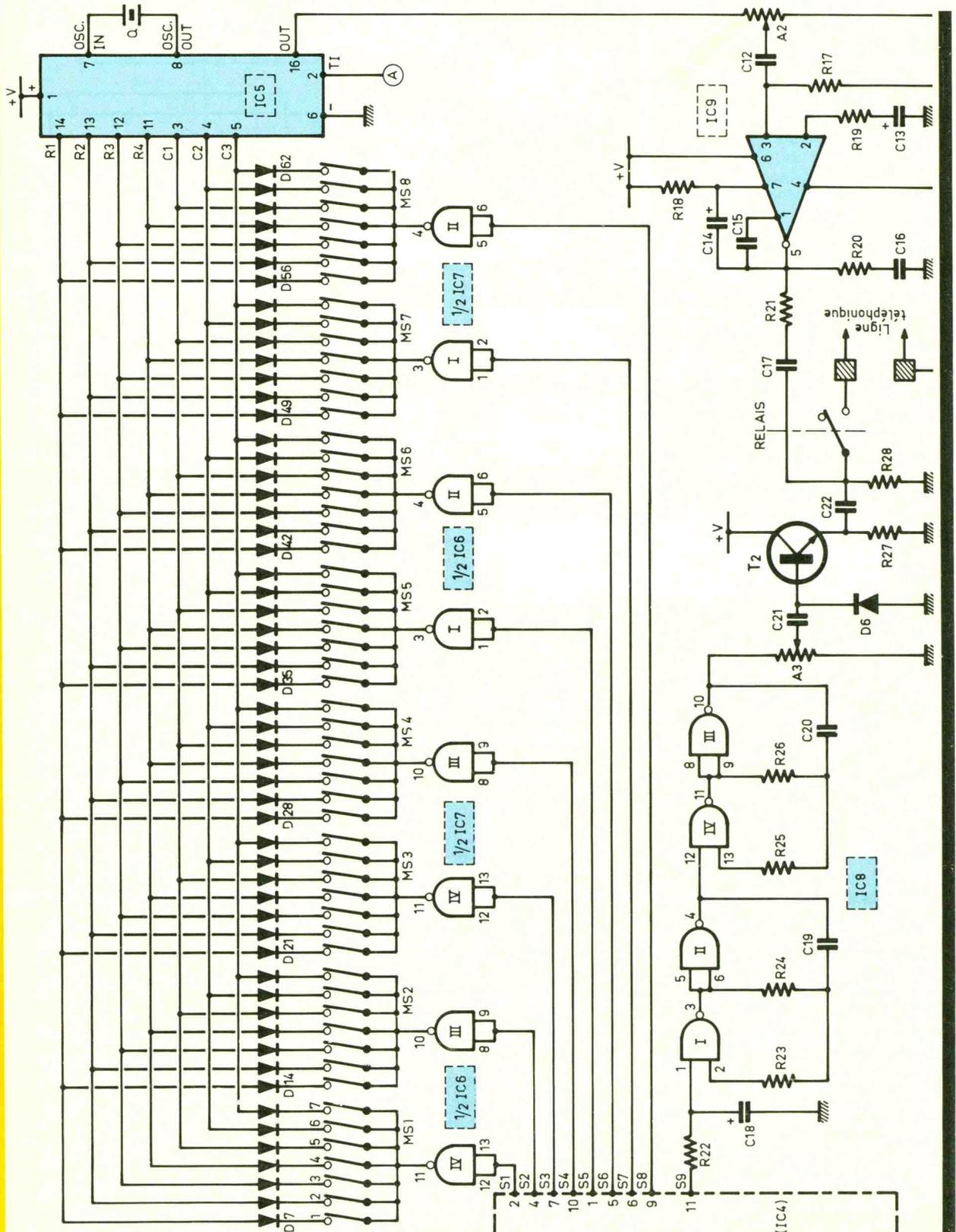
# 4

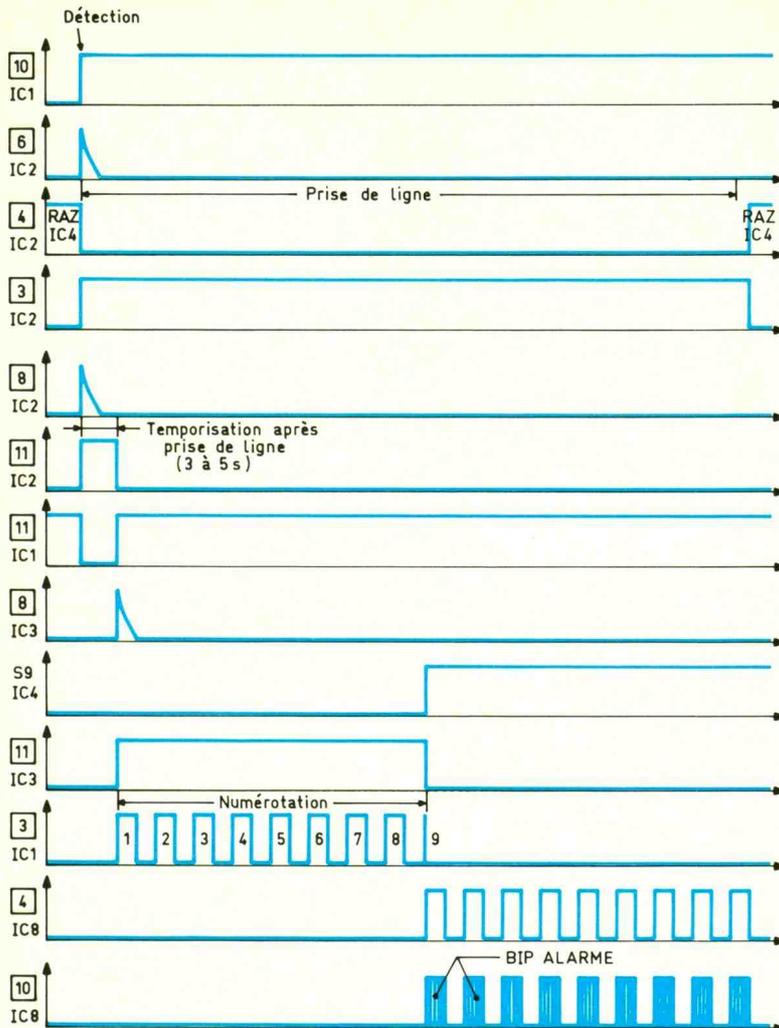
Numérotation suivant le système DTMF et émission du signal d'alerte.

ment acheminée sur l'entrée de commande d'une seconde bascule monostable, formée par les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub>. Sur la sortie de cette bascule apparaît alors un état haut d'une durée fixée par les valeurs de C<sub>8</sub> et de R<sub>8</sub>. Dans le cas présent, cette

temporisation est de l'ordre de 3 à 5 secondes. L'état haut correspondant est inversé en état bas par la porte NAND IV de IC<sub>1</sub>. Ainsi, après la prise de ligne, on enregistre un front ascendant sur la sortie de cette porte, après une durée d'environ 5 secondes.

Cette temporisation est prévue pour permettre à la tonalité de s'établir avant le début de l'opération du chiffrage. A noter que la bascule NOR III et IV de IC<sub>2</sub> est soumise également à l'action de BP2 et C<sub>6</sub> (voir paragraphe précédent).





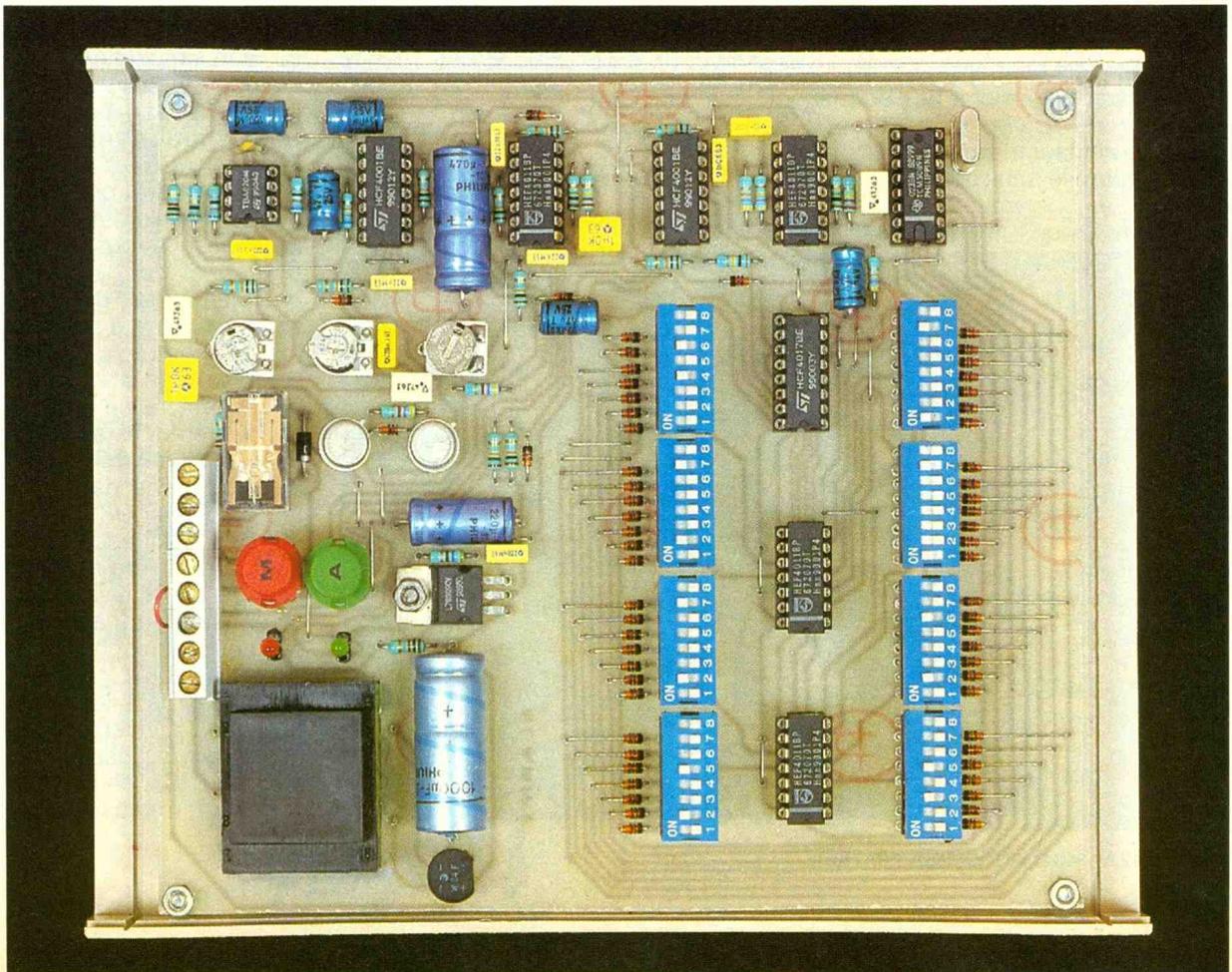
## e) Commande de la numérotation

Le montage dérivateur  $C_9, R_{11}, D_5$  délivre une brève impulsion positive après la temporisation précédemment évoquée. Cette impulsion active l'ensemble de mémorisation formé par les portes NOR III et IV de  $IC_3$ . Ce montage présente sur sa sortie un niveau bas de repos. Dès qu'une impulsion de commande se manifeste sur son entrée de commande 8, la sortie de la porte IV passe à l'état haut. Cette situation persiste, même après la disparition de l'impulsion fugitive de commande, grâce au verrouillage établi par la liaison 11  $\rightarrow$  9. Pour démemoriser le système, il suffit de présenter, même brièvement, un état haut sur l'entrée 13. Cela peut se produire à différentes occasions :

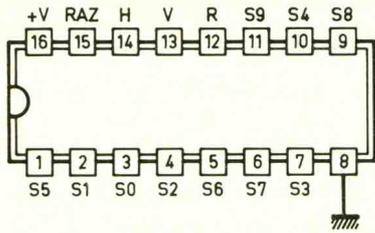
- au moment de la mise sous tension du montage, grâce à l'impulsion de charge de  $C_6$  à travers  $R_6$  ;
- volontairement en appuyant sur BP2 ;
- lorsque le compteur  $IC_4$ , en fin de cycle, arrive sur la position  $S_9$ .

Les portes NAND I et II de  $IC_1$  sont montées en multivibrateur astable commandé. Tant que l'entrée de commande 6 est sou-

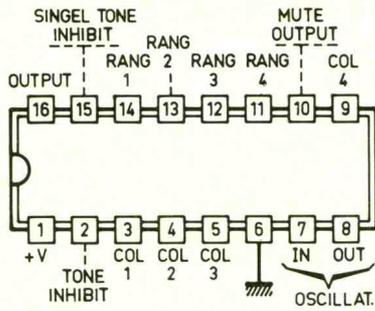
Photo 2. - Aspect de la carte imprimée avec sa section d'alimentation.



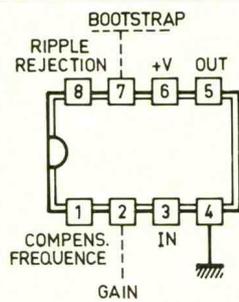
# 6 Brochages des composants actifs.



CD 4017 Compteur décodeur décimal



TCM 5089 : Codeur DTMF



TBA 820 M : Ampli audio

mise à un état bas, le multivibrateur est neutralisé. Il présente sur sa sortie un état bas permanent. En revanche, si son entrée de commande est reliée à un état haut, le multivibrateur entre en

oscillation. La période des créneaux délivrés est proportionnelle au produit  $R_{14} \times C_{10}$ . Dans la présente application, cette période est de l'ordre de 0,5 seconde, ce qui correspond à une fréquence de 2 Hz.

Ces impulsions périodiques sont prises en compte par un trigger de Schmitt formé par les portes NOR I et II de IC<sub>3</sub>. Ce montage confère aux signaux des fronts ascendants et descendants à allure bien verticale et davantage aptes à faire avancer le compteur IC<sub>4</sub>, auxquels ils sont destinés. Le compteur IC<sub>4</sub> est un compteur décodeur décimal CD 4017. Il avance au rythme des fronts positifs présentés sur son entrée « horloge », à condition toutefois que son entrée de validation V et son entrée RAZ soient soumises à un état bas.

La seconde condition est remplie tant que le compteur n'occupe pas la position S<sub>9</sub>. La première condition est respectée dès le début de la détection d'une alarme, puisque la sortie de la porte NOR II de IC<sub>2</sub> présente un état bas pendant toute la durée du cycle.

L'état haut, d'abord disponible sur S<sub>0</sub>, se déplace donc sur S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et ainsi de suite au rythme des créneaux générés par le multivibrateur astable, jusqu'au moment où il atteint la position S<sub>9</sub>. Dans ce cas :

- le comptage est centralisé, car l'entrée « V » est soumise à un état haut ;
- le montage de mémorisation NOR III et IV de IC<sub>3</sub> est démemorisé grâce à la présence d'un état

haut sur l'entrée 13 de la NOR IV, via la diode D<sub>4</sub>.

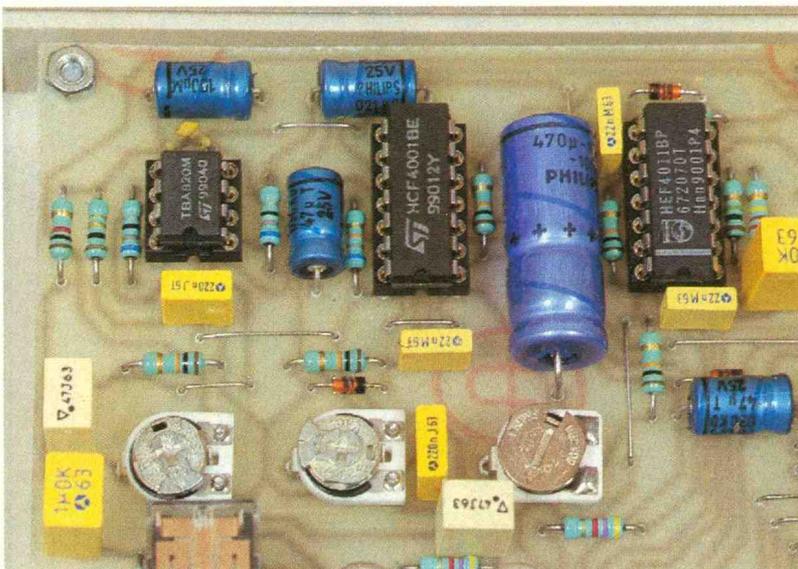
Le multivibrateur cesse alors d'osciller, et IC<sub>4</sub> reste sur la position S<sub>9</sub> jusqu'au moment final du cycle complet, où son entrée RAZ se trouve à nouveau reliée à son état haut de repos. Notons que, au niveau du raisonnement logique de fonctionnement, les deux conditions énumérées ci-dessus sont redondantes ; une seule suffirait à assurer le déroulement correct des opérations. Néanmoins, la réunion des deux confère une plus grande sécurité de fonctionnement au montage.

## f) Réalisation de la numérotation

Le cœur du dispositif de génération des signaux caractéristiques de la DTMF est le circuit IC<sub>5</sub>. Il s'agit d'un circuit intégré spécifique à cette fonction : le TCM 5089, disponible maintenant auprès de nombreux revendeurs. C'est un circuit intégré très élaboré, que nous n'examinerons pas ici en détail. On peut simplement noter que sa base de temps interne est pilotée par un quartz Q de 3,579 545 MHz. Il comporte sept entrées : quatre correspondant aux rangées 1, 2, 3 et 4 d'un clavier téléphonique digital et trois relatives aux colonnes 1, 2 et 3 du même clavier.

Un chiffre est défini, pour la soumission simultanée d'une entrée « rangée » et d'une entrée « colonne » à l'état bas. Ainsi, si on relie simultanément les entrées R<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> à un état bas, le circuit intégré générera la fréquence vocale définissant le chiffre 2 (réunion des fréquences de 697 Hz et de 1 366 Hz). Le signal généré est disponible sur la sortie « OUT », à condition toutefois que l'entrée « TI » ne soit pas soumise à un état bas. Or cette entrée est reliée à la sortie du multivibrateur astable. Ainsi, pendant une période complète d'un créneau formé par le multivibrateur, le TCM 5089 délivre seulement la fréquence vocale pendant la première moitié de cette période. Cette disposition, volontairement créée, assure des pauses entre deux chiffres consécutifs. Les huit portes NAND contenues dans les deux boîtiers IC<sub>6</sub> et IC<sub>7</sub> inversent les états hauts délivrés par les sorties du compteur IC<sub>4</sub>, en état bas. Grâce aux sept microsswitchs corres-

Photo 3. - Utilisation de composants classiques.



	Numéro micro-switch						
	1	2	3	4	5	6	7
0				X		X	
1	X				X		
2	X					X	
3	X						X
4		X			X		
5		X				X	
6		X					X
7			X		X		
8			X			X	
9			X				X

pendant à chaque sortie d'une porte NAND, il est alors possible de programmer le chiffre désiré. Le tableau de la figure 7 indique quels microswitchs, il convient de fermer pour réaliser la programmation d'un chiffre donné. Il est alors simple de programmer un numéro téléphonique pouvant comporter jusqu'à huit chiffres.

### g) Amplification des signaux DTMF

Le circuit intégré repéré IC<sub>9</sub> est un amplificateur audio de faible puissance (environ 1,2 W) : il s'agit d'un TBA 820 M. Il nécessite peu de composants périphériques. Grâce à l'ajustable A<sub>2</sub>, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante du signal délivré par le TCM 5089, et de régler par la même occasion la puissance et l'amplitude du signal délivré.

Nous verrons, au moment du réglage, que la fraction de potentiel à prélever par l'intermédiaire de A<sub>2</sub> doit être relativement faible pour ne pas aboutir à un signal saturé impropre à être injecté dans la ligne téléphonique.

Le signal délivré par IC<sub>9</sub> est transmis dans la ligne par l'intermédiaire de R<sub>21</sub> et de C<sub>17</sub>.

### h) Signal d'alerte et fin de cycle

Dès que le compteur IC<sub>4</sub> a terminé sa rotation qui correspond au chiffrement, il s'immobilise sur la position S<sub>9</sub>, ainsi que nous l'avons vu au paragraphe « e ». Les portes NAND I et II de IC<sub>8</sub> constituent un multivibrateur astable commandé. Dès que l'entrée de commande 1 est soumise à un état haut, le multivibrateur entre en oscilla-

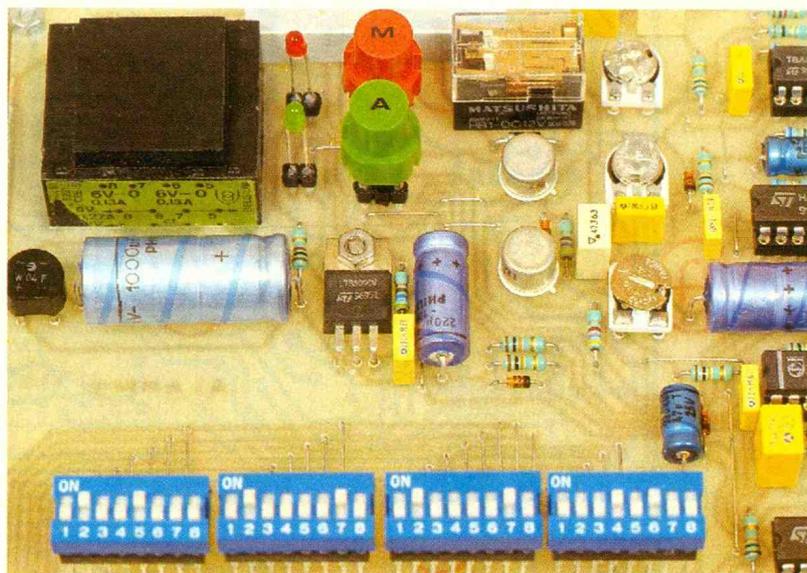


Photo 4. - La section d'alimentation avec transformateur.

tion. Notons que cette activation ne se réalise pas immédiatement après l'arrivée du niveau logique 1 sur S<sub>9</sub>. Un certain retard est créé grâce à la charge progressive de C<sub>18</sub> à travers R<sub>22</sub>. Cette temporisation est de l'ordre de quelques secondes ; elle correspond à l'acheminement de l'appel.

Dès que ce premier multivibrateur devient opérationnel, il actionne périodiquement (période 0,4 à 0,5 seconde) un second multivibrateur commandé NAND III et IV de IC<sub>8</sub>, qui génère des signaux à une fréquence plus élevée, de l'ordre de 1 000 Hz, c'est-à-dire audible. Il en résulte une suite ininterrompue de « bip », qui sont aussitôt pris en compte par la base du transistor T<sub>2</sub>. Celui-ci est monté en collecteur commun, montage également appelé suiveur de potentiel.

Grâce à l'ajustable A<sub>3</sub>, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante des créneaux délivrés par le multivibrateur. De ce fait, la puissance du signal d'alerte injecté dans la ligne téléphonique, via C<sub>22</sub>, peut être réglée à la valeur souhaitée.

Lorsque la temporisation globale du cycle d'une alarme est écoulée, le monostable NOR I et II de IC<sub>2</sub> retrouve sa position de repos :

- le relais de prise de ligne s'ouvre, et la ligne est libérée ;
- le compteur IC<sub>4</sub> retrouve sa position de repos ;
- le signal d'alerte cesse.

## III - LA REALISATION

### a) Le circuit imprimé (fig. 8)

Les pistes ayant une configuration relativement serrée, il ne saurait être question de recourir à un quelconque feutre. Deux possibilités existent. La première, qui est aussi la plus fastidieuse, consiste à appliquer les éléments de transfert Mécanorma sur le cuivre bien dégraissé de l'époxy.

La seconde est plus astucieuse, puisqu'elle consiste à ne plus refaire un travail que l'auteur de la maquette publiée a déjà réalisé. Il suffit pour cela de tirer, par photocopie, un mylar, un papier translucide et à l'interposer ensuite entre une source de rayons ultraviolets et l'époxy présensibilisé. En fait, il n'est pas nécessaire de disposer d'une telle source ; en effet, en utilisant une ampoule de 100 W au Krypton et en l'éloignant de la plaque d'une vingtaine de centimètres, on arrive à de très bons résultats après une exposition de 30 à 40 minutes.

Après révélation dans un bain de soude, suivi d'un rinçage, le module sera plongé dans un bain de perchlore de fer pour gravure.

Lorsque cette opération est achevée, le module sera abondamment lavé à l'eau tiède. Ensuite, toutes les pastilles seront à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains

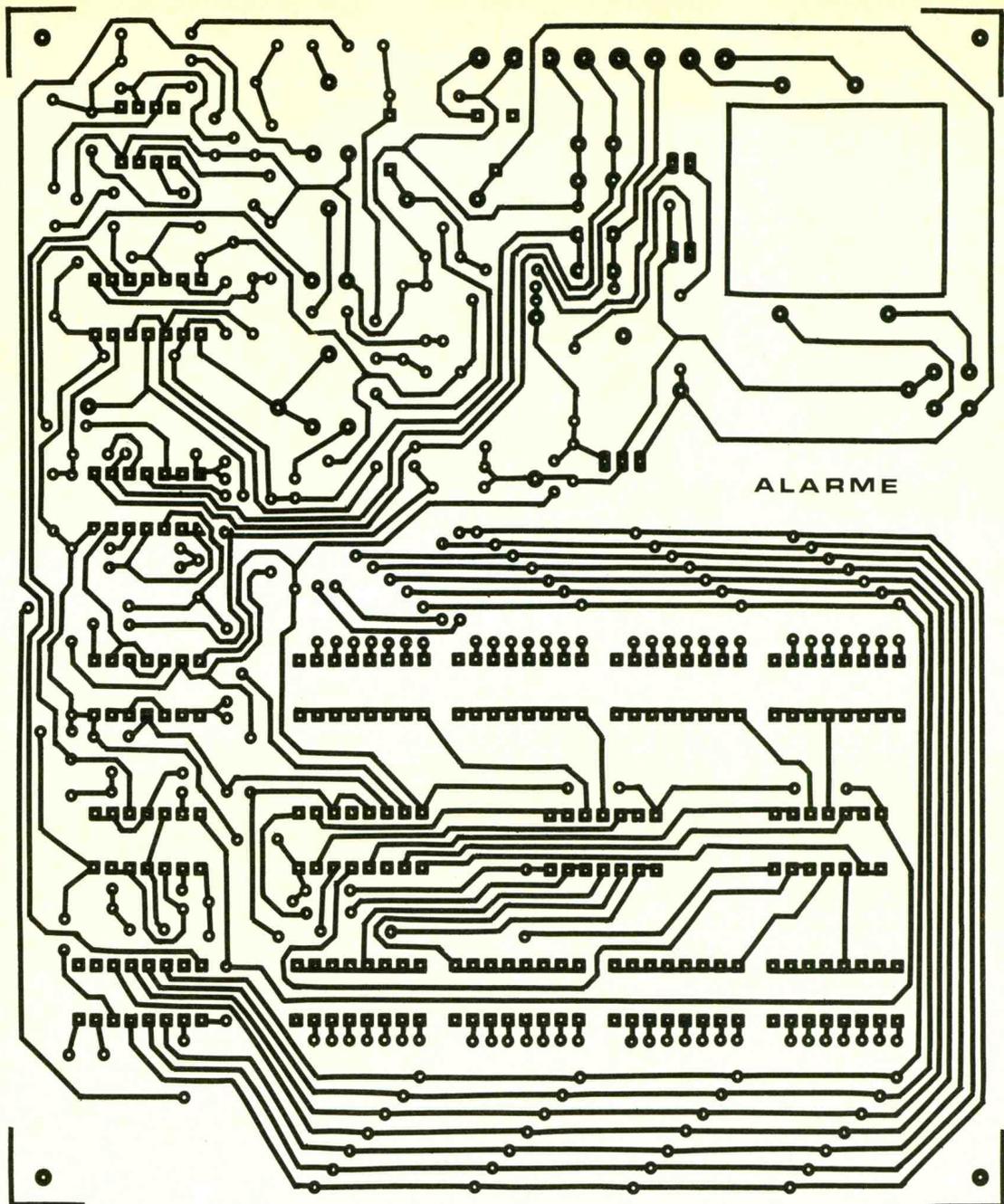
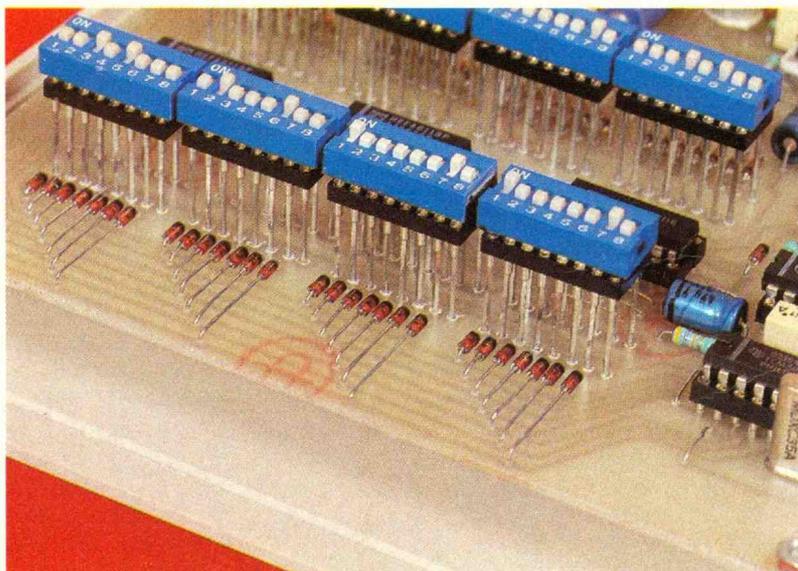


Photo 5. – On montera les microswitchs sur des échasses.

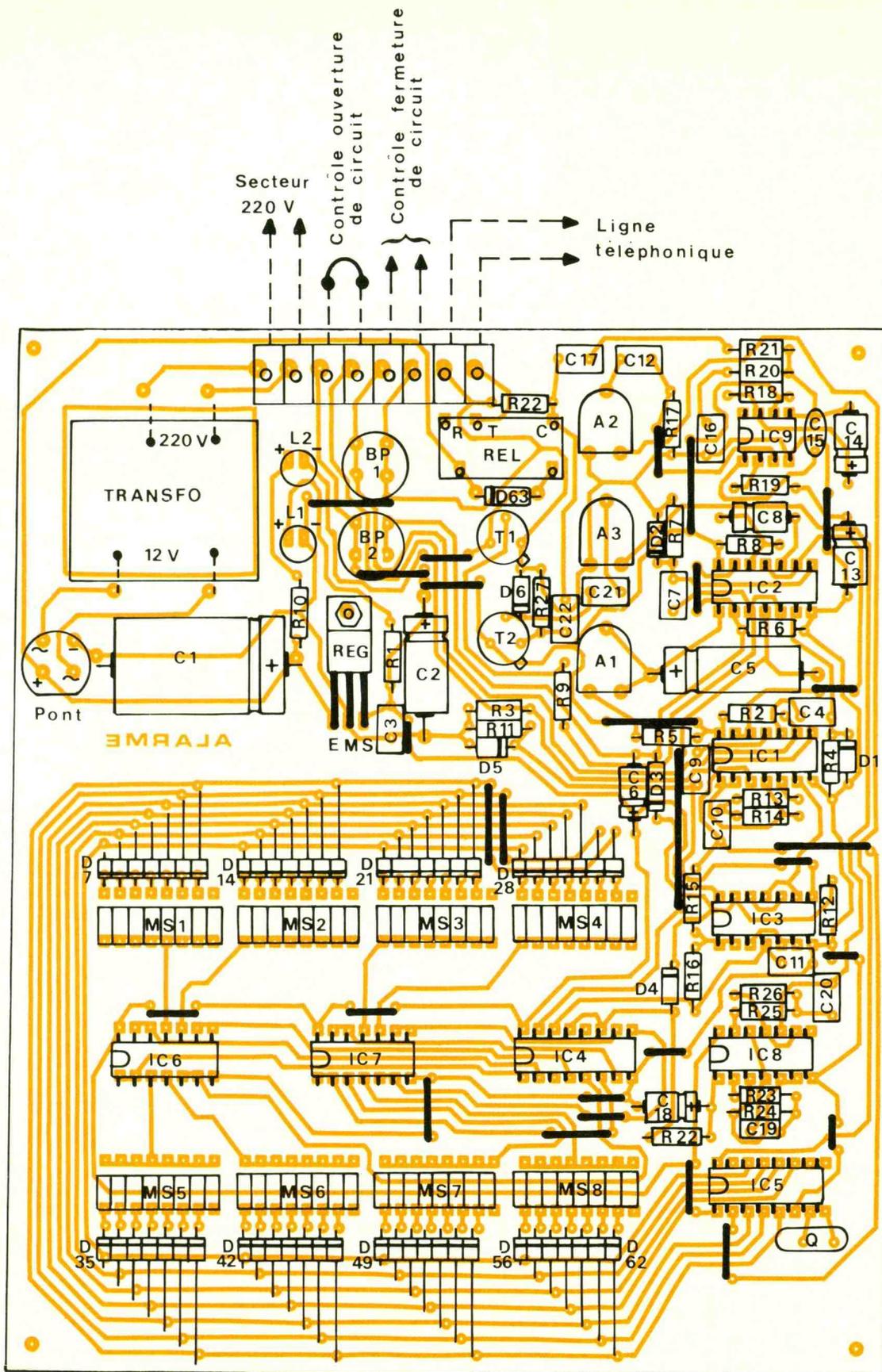


seront à agrandir pour les adapter au diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

Enfin, pour terminer le circuit imprimé, qui, rappelons-le, est la pièce maîtresse de tout montage, il est toujours conseillé de l'étamer. Cette opération lui donnera une bien meilleure tenue dans le temps.

#### b) Implantation des composants (fig. 9)

Après la mise en place des straps de liaison, on passera à l'implantation des diodes, très nombreuses, équipant le montage. Ensuite, ce sera le tour des résistances, des capacités, des supports de circuits intégrés et des autres accessoires, tels que les ajustables, les boutons-pous-



soirs, le pont, etc. Il va sans dire qu'il convient d'apporter un soin tout à fait particulier dans le respect de l'orientation des composants polarisés et surtout de celle des circuits intégrés, que l'on mettra en place tout à la fin des

implantations, et une fois les soudures réalisées. Afin de ne pas obtenir une surépaisseur trop importante, l'auteur a préféré noyer le transfo moulé dans une découpe rectangulaire pratiquée dans le module

Grâce à cette disposition, il a été possible de lever davantage le module vers le couvercle du boîtier, ce qui a permis de recourir à des supports à wrapper pour recevoir les huit microswitchs de programmation, qui effleurent

ainsi la surface du couvercle pour une meilleure accessibilité. On n'oubliera pas de relier les deux plots du bornier correspondant au contrôle de la chaîne d'ouverture par un pont, sinon il ne sera pas possible de procéder à l'essai de la réalisation.

### c) Montage et mises au point

Le boîtier recevra les découpes nécessaires pour permettre le passage des boutons-poussoirs, des LED, des microswitchs de programmation.

En branchant le 220 V, en appuyant sur BP1, on peut régler la durée totale du cycle à la valeur désirée en agissant sur le curseur de l'ajustable A1. Cette durée augmente si on tourne le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le curseur de l'ajustable A2 est d'abord à placer entièrement à fond dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Après avoir branché le montage sur la ligne, dès le début du processus, on tournera *légèrement* le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre, jusqu'à obtenir une puissance de signaux DTMF de valeur comparable à ceux entendus dans l'écouteur téléphonique quand on compose un numéro. Il suffit pour cela de décrocher le téléphone monté sur la même ligne.

Quant au curseur de l'ajustable A3, sa position sera également le résultat d'une écoute ; généralement la position médiane donne la valeur sonore convenable.

Pour tous ces essais, une solution consiste à programmer préalablement son propre numéro, ce qui aboutit bien entendu à un signal d'occupation nullement gênant pour toutes ces opérations. Enfin, pour terminer, rappelons que tout branchement sur une ligne téléphonique est soumise à l'agrément de France Télécom. Aucune restriction, en revanche, si le branchement se réalise sur un réseau privé.

Robert KNOERR

Photo 6. – Branchement du transfo.

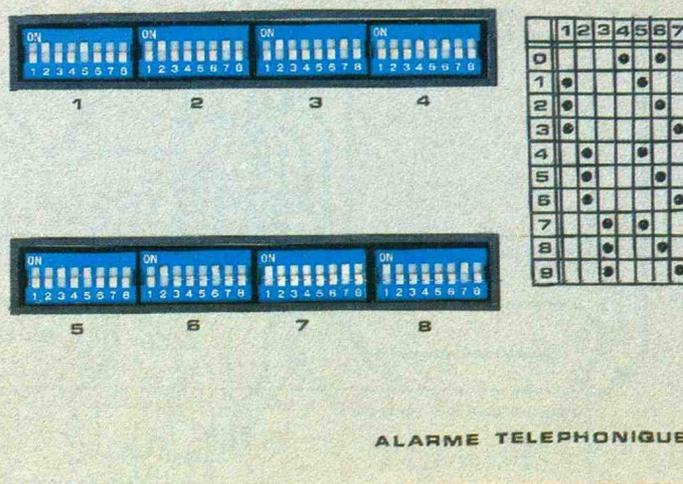
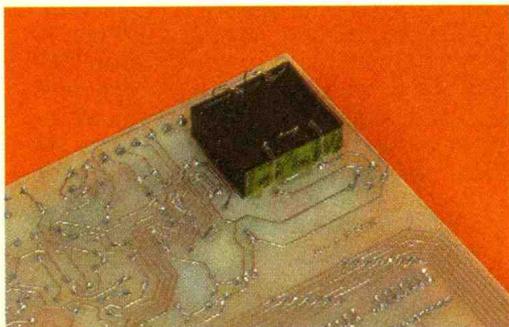


Photo 7. – Allure des huit microswitchs de programmation.

### LISTE DES COMPOSANTS

27 straps (15 horizontaux, 12 verticaux)

R<sub>1</sub> : 560 Ω (vert, bleu, marron)

R<sub>2</sub> à R<sub>7</sub> : 6 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

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

R<sub>9</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>10</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>13</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R<sub>14</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)

R<sub>15</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>16</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>17</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>18</sub>, R<sub>19</sub> : 2 × 68 Ω (bleu, gris, noir)

R<sub>20</sub> : 1 Ω (marron, noir, or)

R<sub>21</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>22</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R<sub>23</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R<sub>24</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)

R<sub>25</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R<sub>26</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R<sub>27</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>28</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

A<sub>1</sub> : ajustable 470 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08

A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> : 2 ajustables 47 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08

D<sub>1</sub> à D<sub>62</sub> : 62 diodes-signal 1N4148, 914

D<sub>63</sub> : diode 1N4004, 4007

L<sub>1</sub> : LED verte ø 3

L<sub>2</sub> : LED rouge ø 3

Pont de diodes

Régulateur 7809

C<sub>1</sub> : 1 000 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> : 22 nF, milfeuil

C<sub>5</sub> : 470 μF/10 V, électrolytique

C<sub>6</sub> : 47 μF/10 V, électrolytique

C<sub>7</sub> : 22 nF, milfeuil

C<sub>8</sub> : 47 μF/10 V, électrolytique

C<sub>9</sub> : 22 nF, milfeuil

C<sub>10</sub> : 1 μF, milfeuil

C<sub>11</sub> : 1 nF, milfeuil

C<sub>12</sub> : 0,47 μF, milfeuil

C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub> : 2 × 100 μF/10 V, électrolytique

C<sub>15</sub> : 680 pF, céramique

C<sub>16</sub> : 0,22 μF, milfeuil

C<sub>17</sub> : 1 μF, milfeuil

C<sub>18</sub> : 47 μF/10 V, électrolytique

C<sub>19</sub> : 0,47 μF, milfeuil

C<sub>20</sub> : 10 nF, milfeuil

C<sub>21</sub> : 0,22 μF milfeuil

C<sub>22</sub> : 0,47 μF, milfeuil

Q : quartz 3,579 545 MHz

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : 2 transistors NPN 2N1711, 1613

IC<sub>1</sub> : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC<sub>2</sub>, IC<sub>3</sub> : 2 × CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC<sub>4</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)

IC<sub>5</sub> : TCM 5089 (codeur DTMF)

IC<sub>6</sub> à IC<sub>8</sub> : 3 × CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

IC<sub>9</sub> : TBA 820 M (amplificateur audio)

1 support de 8 broches

6 supports de 14 broches

2 supports de 16 broches

8 microswitchs à 8 contacts

8 supports à wrapper de 16 broches

Transformateur 220 V, 12 V, 1,6 VA

2 boutons-poussoirs à contact travail (pour circuit imprimé)

Bornier soudable à 8 broches

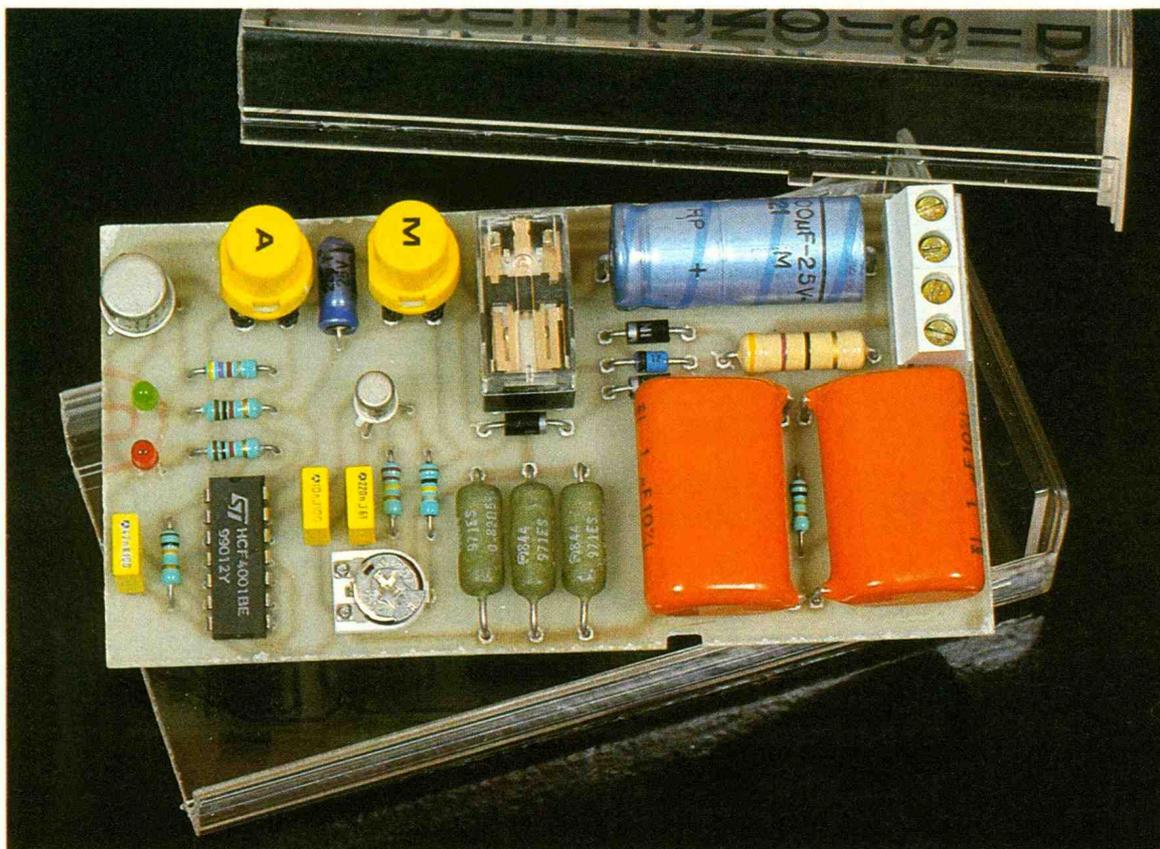
Relais national 12 V/1 RT

Coffret Tôlerie Plastique D20 (35 × 145 × 170)

# UN DISJONCTEUR ELECTRONIQUE



Voici une réalisation simple, dont les performances n'ont rien à envier aux disjoncteurs électromécaniques traditionnels. Ces derniers ont en général leur fonctionnement basé soit sur une détection thermique, soit sur une détection magnétique de la surintensité. Notre disjoncteur se caractérise par un fonctionnement entièrement électronique.



## I – LE PRINCIPE (fig. 1)

L'intensité absorbée par le récepteur à contrôler est mise en évidence par une chute de potentiel très faible et insignifiante vis-à-vis du récepteur. Ce potentiel est disponible aux bornes d'une résistance de faible valeur et un dispositif de détection permet de prélever une fraction du potentiel, ce qui donne une possibilité de réglage à l'appareil.

Un bouton-poussoir permet l'enclenchement du disjoncteur grâce à une bascule de mémorisation. Le déclenchement ou la démemorisation se produit soit

volontairement par appui sur un bouton-poussoir, soit automatiquement si une surintensité venait à se produire.

Des LED de signalisation indiquent à tout moment la position du disjoncteur : vert s'il est enclenché, rouge s'il est déclenché.

Enfin, suite à une coupure de courant secteur, au moment de la réapparition de ce dernier, le disjoncteur se placera systématiquement dans la position enclenchée.

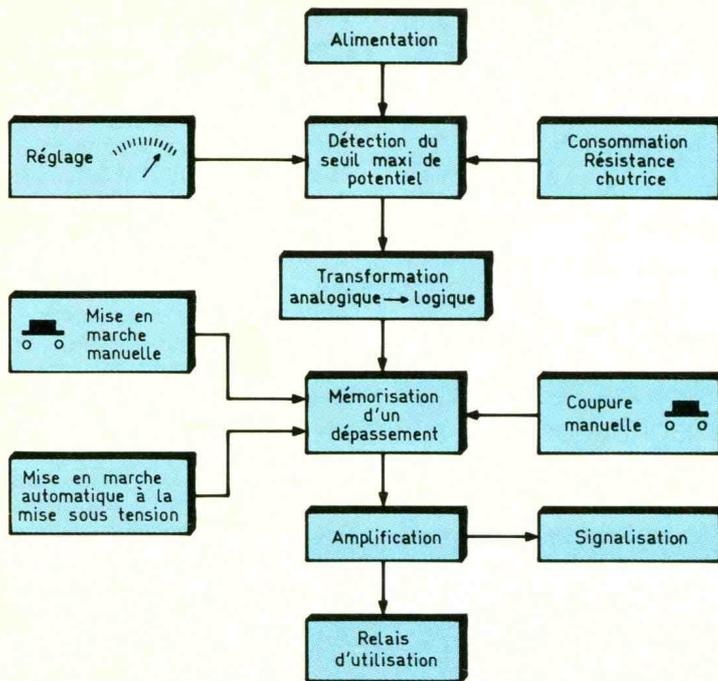
Signalons également que le relais de sortie assure la coupure effective des deux phases du secteur.

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

### a) Alimentation

Le montage se branche directement sur le réseau 220 V ; il comporte une entrée à relier aux deux phases de la distribution et une sortie également sous la forme de deux phases.

L'énergie nécessaire au fonctionnement du disjoncteur est prélevée sans l'intermédiaire d'un transformateur, le couplage étant purement capacitif. Pendant une



alternance, les capacités  $C_1$  et  $C_2$  se chargent à travers  $R_1$ . Pendant cette alternance positive, la capacité de forte valeur  $C_3$  est chargée par  $D_2$  à une valeur de 12 V, imposée par la diode Zener. Lors de l'alternance suivante, la partie située en aval de  $D_2$  se trouve shuntée par  $D_1$ , ce qui permet aux capacités  $C_1$  et  $C_2$  de se décharger, puis de se charger dans l'autre sens, de manière à être de nouveau opérationnelles pour l'alternance suivante.

La capacité  $C_4$ , de faible valeur, découple le montage aval de cette alimentation simplifiée. Quant à la résistance  $R_1$ , de forte

valeur (de l'ordre du mégohm) elle permet la décharge des condensateurs  $C_1$  et  $C_2$ , une fois le montage débranché. Cette précaution évite à l'amateur imprudent, et souvent impatient, de recevoir de bien désagréables secousses, en touchant une partie conductrice du montage.

### b) Détection d'une surintensité

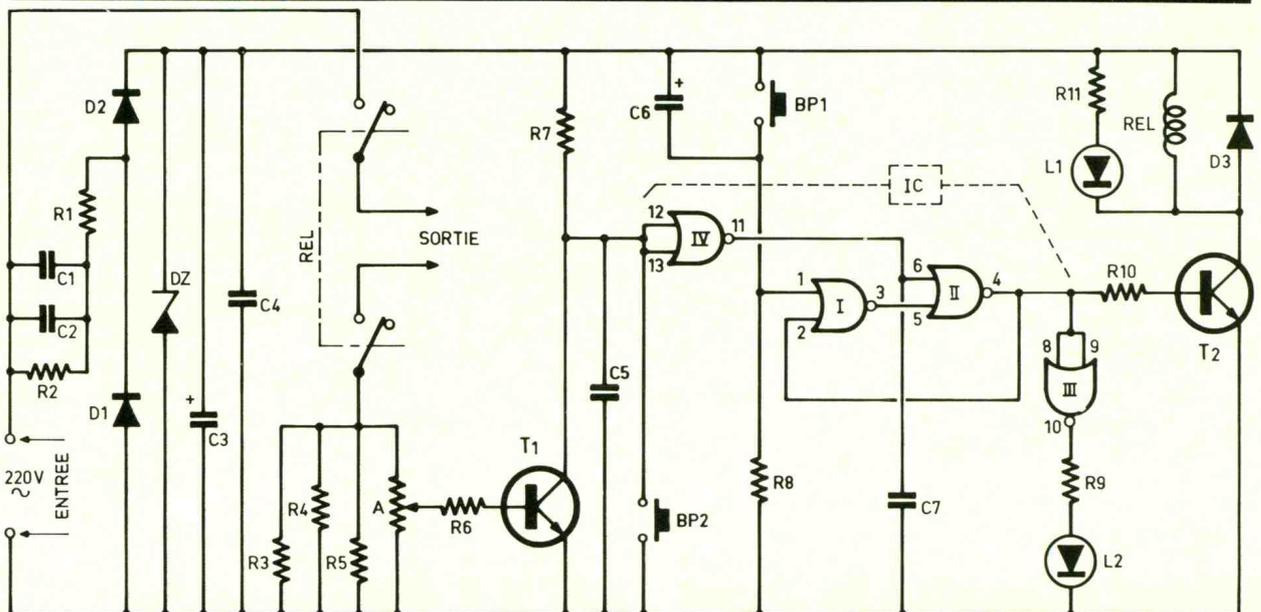
Le courant consommé par le récepteur passe par le groupement en parallèle de trois résistances  $R_3$ ,  $R_4$  et  $R_5$ . Aux bornes de ce groupement, on relève alors un potentiel alternatif dont seules les

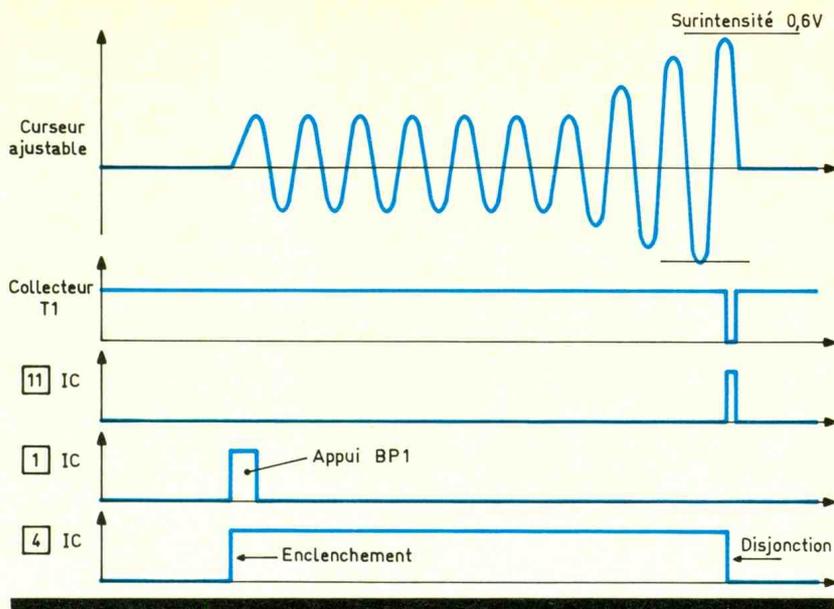
alternances positives nous intéressent. Le curseur de l'ajustable A permet de prélever une fraction plus ou moins grande du potentiel suivant sa position angulaire. Lorsqu'une alternance présente ainsi une crête positive, dont la valeur dépasse le potentiel de jonction base-émetteur de  $T_1$ , qui est de 0,6 V, ce dernier commence à conduire. Il en résulte l'apparition d'une diminution de potentiel sur le collecteur de  $T_1$ . Notons que si l'intensité à contrôler est considérée comme normale, le collecteur présente en permanence un potentiel de 12 V, ce qui a comme conséquence un état bas sur la sortie de la porte NOR IV. Si l'impulsion négative évoquée ci-dessus est telle que le potentiel du collecteur passe, même brièvement, à une valeur inférieure à 6 V, la sortie de la porte NOR IV présente un état haut.

Notons également que, en appuyant sur le bouton-poussoir BP2, on simule une surintensité puisque le potentiel du collecteur de  $T_1$  passe à une valeur nulle, d'où l'apparition d'un état haut sur la sortie de la porte NOR IV.

### c) La bascule de mémorisation R/S

Les portes NOR I et II constituent une bascule R/S. Il s'agit d'un dispositif bistable : toute impulsion positive sur l'entrée 1 a pour conséquence le passage de la sortie 4 à l'état haut. Cette situation persiste, même si l'état haut de commande disparaît : c'est la mémorisation réalisée par le ver-





rouillage que représente la liaison 4 → 2. En revanche, si on soumet, même brièvement, l'entrée 6 à un état haut, la bascule R/S se mémorise, et la sortie passe à l'état bas. Le lecteur reconstituera aisément le fonctionnement de cette bascule en se basant sur les règles de fonctionnement d'une porte logique NOR.

Notre bascule R/S peut s'enclencher pour deux raisons :

- par un appui sur le bouton-poussoir BP1 : c'est l'enclenchement manuel ;
- par l'enregistrement d'un bref état haut sur l'entrée de commande 1, suite à la charge de C<sub>6</sub> à travers R<sub>8</sub>, au moment de la mise sous tension du montage : c'est l'enclenchement automatique.

Les raisons de déclenchement sont également au nombre de deux :

- par un appui sur BP2 : c'est le déclenchement manuel volontaire ;
- par la présentation d'un état haut sur l'entrée 6 de la bascule, suite à la détection d'une surintensité, c'est le rôle normal du disjoncteur.

#### d) Utilisation

Lorsque la bascule R/S présente un état haut sur sa sortie, le transistor T<sub>2</sub> est saturé et le relais 2RT, dont le bobinage est monté dans le circuit du collecteur, est fermé. Le disjoncteur est alors enclenché. La LED verte L<sub>1</sub> dont le courant est limité par R<sub>11</sub> s'allume. La porte NOR III présente

sur sa sortie un état bas, si bien que la LED rouge L<sub>2</sub> est éteinte.

En revanche, si la sortie de la bascule R/S est à l'état bas, le transistor T<sub>2</sub> est bloqué et le relais d'utilisation est ouvert ; la LED L<sub>1</sub> est éteinte. La sortie de la porte NOR III est alors à l'état haut, et la LED rouge L<sub>2</sub> est allumée, signalant ainsi le déclenchement du disjoncteur.

La diode D<sub>3</sub> protège le transistor T<sub>2</sub> des effets liés à la surtension des effets de self qui se produisent au moment de la coupure.

#### e) Calcul des résistances chutrices

Le disjoncteur est capable de fonctionner pour des seuils d'intensité différents ; il suffit d'adapter la valeur des résistances R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>. Dans le présent exemple, les calculs ont été établis en

vue de se tarer à une puissance maximale de 1000 W, qui est aussi la limite du pouvoir de coupure du relais utilisé.

A titre d'exemple, montrons comment on peut définir la valeur des résistances chutrices, dans ce cas.

L'hypothèse de départ consiste à prendre une position angulaire du curseur de 1/3 en partant du potentiel zéro. On perdrait, en effet, en précision si on descendait à une valeur inférieure. En revanche, si on prenait une valeur trop importante, on limiterait trop la largeur de la plage couverte. On verra dans le présent exemple que ce choix permettra de couvrir une plage de 1 000 à moins de 400 W en déplaçant le curseur de la position 1/3 vers la position totale 3/3. Mais revenons à nos calculs.

Pour une puissance de 1 000 W sous une tension de 220 V, l'intensité passant dans la résistance chutrice R est de :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1\,000}{220}$$

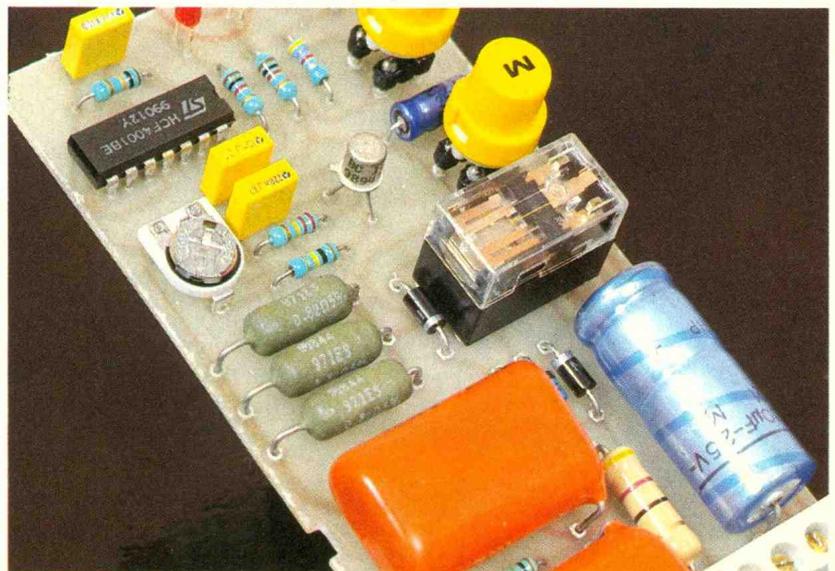
soit R = 4,545 A. Le transistor T<sub>1</sub> commence à conduire si le potentiel disponible sur le curseur de l'ajustable atteint 0,6 V, ce qui revient à dire que le potentiel aux bornes de l'ajustable est de 0,6 V × 3 = 1,8 V. Il s'agit en fait de la crête (tension maximal) de l'alternance. En valeur efficace, il convient de diviser par √2. D'où :

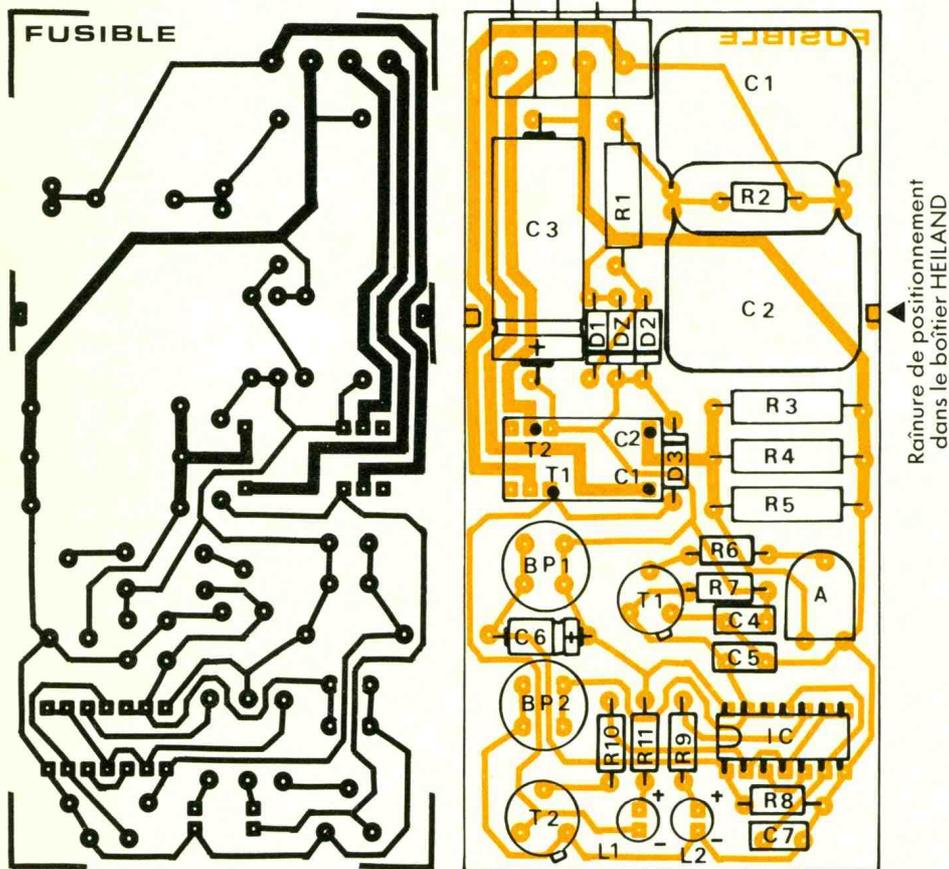
$$U_{\text{eff}} = \frac{1,8\text{ V}}{\sqrt{2}} = 1,273\text{ V}$$

La valeur de R doit alors être de :

$$R = \frac{1,273\text{ V}}{4,545\text{ A}} = 0,28\ \Omega$$

Photo 2. - Utilisation d'un relais 12 V/2 RT.





La puissance dissipée dans cette résistance est de :

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(1,273)^2}{0,28}$$

soit 5,8 W. On choisira alors trois résistances de 3 W, bobinées, de valeur 0,82 Ω et montées en parallèle, ce qui aboutit à une résistance équivalente de 0,273 Ω.

En plaçant maintenant le curseur de l'ajustable sur la position 3/3, la crête de potentiel aux bornes de l'ajustable est de 0,6 V, pour saturer T<sub>1</sub>. Cela correspond à une valeur efficace de 0,6 V/√2 = 0,424 V. Le seuil inférieur d'intensité de surintensité est alors de :

$$\frac{0,424 \text{ V}}{0,273 \Omega} = 1,55 \text{ A}$$

ce qui permet de contrôler une puissance de 220 V × 1,55 A = 342 W.

Ainsi, notre disjoncteur, avec la valeur de ses résistances chutrices, couvre une plage de réglage de 340 à 1 000 W. Un calcul

identique permettra au lecteur d'adapter le disjoncteur à une plage inférieure, suivant ses besoins.

### III – LA REALISATION

#### a) Circuit imprimé (fig. 4)

On peut le réaliser en appliquant directement les éléments de transfert Mécanorma sur le cuivre dégraissé du verre époxy. On notera que le cheminement du courant de puissance a été réalisé à l'aide d'une bandelette de 2 mm de largeur pour d'évidentes raisons de densité de courant. Les autres pistes se caractérisent par une largeur de 0,8 mm. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, le circuit imprimé sera abondamment rincé, puis toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront à agrandir à 1 mm, suivant le diamètre des composants auxquels ils sont destinés.

Il est vivement recommandé d'étamer toutes les pistes au fer à souder afin de réaliser un apport suffisant d'étain, ce qui est particulièrement intéressant pour les pistes destinées à véhiculer l'intensité de puissance qui, rappelons-le, peut atteindre jusqu'à 5 A. De plus, l'étamage donne au circuit imprimé une meilleure tenue vis-à-vis des agressions d'ordre chimique.

#### b) Implantation des composants (fig. 5)

Après la mise en place des résistances de petite taille et des diodes, on implantera l'ajustable, les capacités peu volumineuses, les transistors. Attention au strict respect de l'orientation des composants polarisés. Toute erreur à ce niveau compromet totalement les chances de fonctionnement du montage.

On soudera ensuite les résistances de volume plus important. Pour les résistances R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>, il est conseillé de ménager un espace de 2 à 3 mm entre leur génératrice inférieure et le module afin de favoriser leur refroidissement par une meilleure circulation de l'air ambiant.

On achèvera l'implantation par la mise en place des grosses capacités, du bornier soudable, du relais, des boutons-poussoirs, qu'il convient d'ailleurs de surélever en les soudant sur des « échasses », constituées de parties de supports à wrapper. Il reste à mettre en place les deux LED et on terminera par la soudure du circuit intégré. Attention à son orientation et à ne pas trop le chauffer par une attente insuffisante entre deux soudures consécutives de broches.

Le vernis laissé par le décapant du fil de soudure peut être éloigné à l'aide d'un pinceau et d'un peu d'acétone.

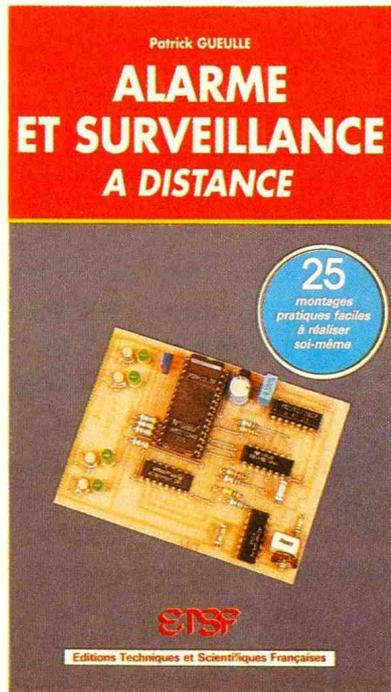
#### c) Mise en boîtier et réglage

Le module est dimensionné pour être monté dans un boîtier transparent « Heiland », que l'on coupera pour obtenir la longueur convenable. Il est également conseillé de percer quelques trous de 2 ou de 3 mm de diamètre dans le couvercle, au droit des résistances R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> afin de favoriser leur aération. Il ne reste plus qu'à prévoir le passage

des deux boutons-poussoirs. On peut également percer un trou en face de l'ajustable pour accéder au curseur de l'extérieur. On choisira cet ajustable avec noyau isolant. N'oublions pas en effet que toutes les parties conductrices du module présentent un potentiel de 220 V par rapport à la terre, ce qui peut être dangereux pour une personne imprudente. Pour le réglage, on positionnera d'abord le curseur de l'ajustable A à fond à droite dans le sens des aiguilles d'une montre. Ensuite, on branchera le récepteur à contrôler ; après avoir enclenché le disjoncteur, on tournera progressivement le curseur dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à aboutir au déclenchement. Il faudra ensuite revenir très légèrement en arrière afin de ne pas provoquer le déclenchement à la mise sous tension du récepteur à contrôler, au moment de l'appel de courant. Cette précaution donnera une meilleure stabilité au réglage. ■

## LISTE DES COMPOSANTS

$R_1$  : 47  $\Omega$ /2 W (jaune, violet, noir)  
 $R_2$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)  
 $R_3$  à  $R_5$  : 3  $\times$  0,82  $\Omega$ /3 W (vitrifiées RB 59), voir texte  
 $R_6$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_7$  : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)  
 $R_8$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_9$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_{10}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{11}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
A : ajustable de 22 k $\Omega$ , implantation horizontale, pas de 5,08  
 $D_1$  à  $D_3$  : 3 diodes 1N4007  
 $D_Z$  : diode Zener 12 V/1,3 W  
 $L_1$  : LED verte  $\varnothing$  3  
 $L_2$  : LED rouge  $\varnothing$  3  
 $C_1, C_2$  : 2  $\times$  1  $\mu$ F/400 V, mylar  
 $C_3$  : 1 000  $\mu$ F/16 V, électrolytique  
 $C_4$  : 0,22  $\mu$ F, milfeuil  
 $C_5$  : 10 nF, milfeuil  
 $C_6$  : 22  $\mu$ F/16 V, électrolytique  
 $C_7$  : 47 nF, milfeuil  
 $T_1$  : transistor NPN BC 108 C, 109 C  
 $T_2$  : Transistor NPN 2N1711, 1613  
IC : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)  
Bornier soudable 4 broches  
Relais National 12 V/2 RT  
2 boutons-poussoirs à contact travail (pour circuit imprimé)  
Boîtier transparent « Heiland »



Les alarmes qui se déclenchent pendant trois minutes sont aujourd'hui complètement dépassées. Les appels des sirènes sont tellement fréquents que plus personne n'y prête attention et que les cambrioleurs ont cessé de s'en effrayer !

Pour protéger un local, un véhicule ou une personne isolée, il faut maintenant agir à distance : retransmettre les alarmes directement vers la personne responsable, opérer une discrète télésurveillance, télécommander des accessoires de dissuasion, tout cela par téléphone ou par radio.

Cet ouvrage vous propose 25 montages pour réaliser des protections répondant parfaitement à cette nouvelle situation ; grâce à leur conception modulaire, vous pourrez :

- construire un système d'alarme personnalisé en partant de zéro ;

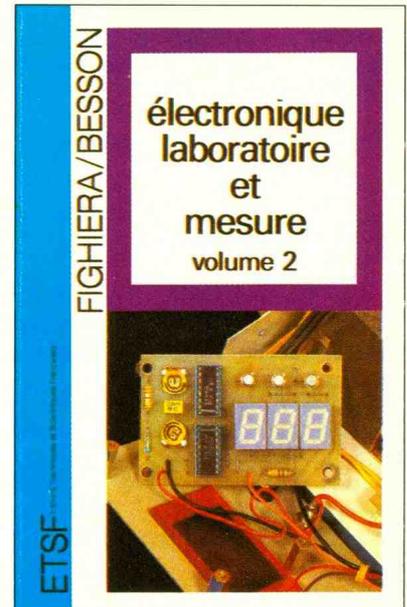
- compléter une installation existante en la modernisant.

Pour chaque montage, sont fournis le schéma, le tracé du circuit imprimé, le plan de câblage, la nomenclature ainsi que toutes les explications nécessaires pour la réalisation.

Avec ce livre vous réaliserez facilement la protection correspondant exactement à votre cas particulier.

E.T.S.F.  
 2 à 12, rue de Bellevue  
 75019 Paris  
 Prix : 130 F.

## COLLECTION FIGHIERA/ BESSON



A travers cette collection thématique, deux grands spécialistes de l'électronique vous permettent de comprendre, de pratiquer et de vous perfectionner en électronique. Cette collection donne la possibilité à l'amateur éclairé de construire des montages intéressants, réalisés et testés dans les laboratoires d'Electronique Pratique, et ce, en toute confiance quant aux résultats à obtenir.

Elle couvre les grands sujets suivants :

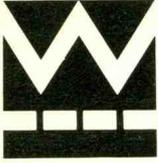
- Labo et Mesures
- Maison et Confort
- Protection et Alarmes
- Jeux et Gadgets
- Auto et Moto.

Devant le succès de « Labo et Mesures », les auteurs ont été amenés à écrire un second ouvrage.

Ce sont ainsi 25 nouveaux montages qui vous sont proposés, n'utilisant que des composants courants, d'un prix raisonnable, de façon à rester à la portée de toutes les bourses.

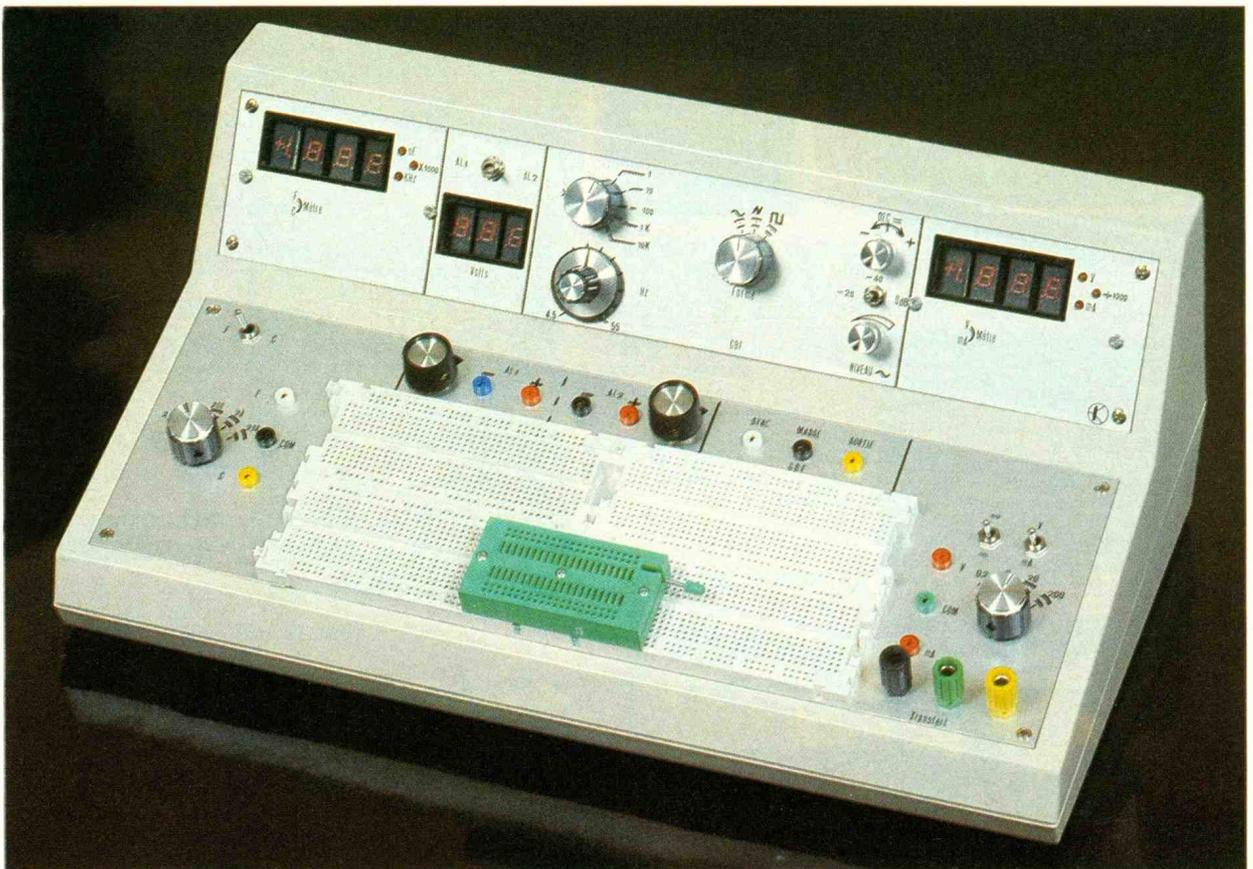
ETSF  
 Prix : 125 F  
 Distribution : Editions Radio  
 189, rue Saint-Jacques  
 75005 Paris

# UN PUPITRE D'EXPERIMENTATION (2/3)



Le mini-laboratoire ici décrit rencontrera certainement un vif succès auprès de nos lecteurs, toujours friands de réalisations tournant autour du thème de la mesure. Nous abordons dans le second volet de cette série la description des cartes voltmètre-milliampère-mètre et fréquencemètre-capacimètre.

Prévues à l'origine pour être intégrées dans le pupitre, on pourra cependant les utiliser de façon autonome.



## ETUDE DE LA CARTE VOLTMETRE MILLIAMPEREMETRE

### A – Principe de fonctionnement (fig. 1)

Dans la fonction voltmètre, nous utilisons quatre résistances de précision  $R_1$  à  $R_4$  sélectionnées par le commutateur  $Ka_1$  pour obtenir les quatre calibres annoncés. La section  $Ka_2$  de ce même commutateur sélectionne les

shunts  $R_5$  à  $R_8$  du milliampère-mètre. Les diodes  $D_1$ ,  $D_2$  et la résistance  $R_9$  assurent une protection sommaire mais efficace des étages suivants en cas de fausse manœuvre. La troisième section  $Ka_3$  sert à l'affichage du point décimal variable selon le calibre utilisé.

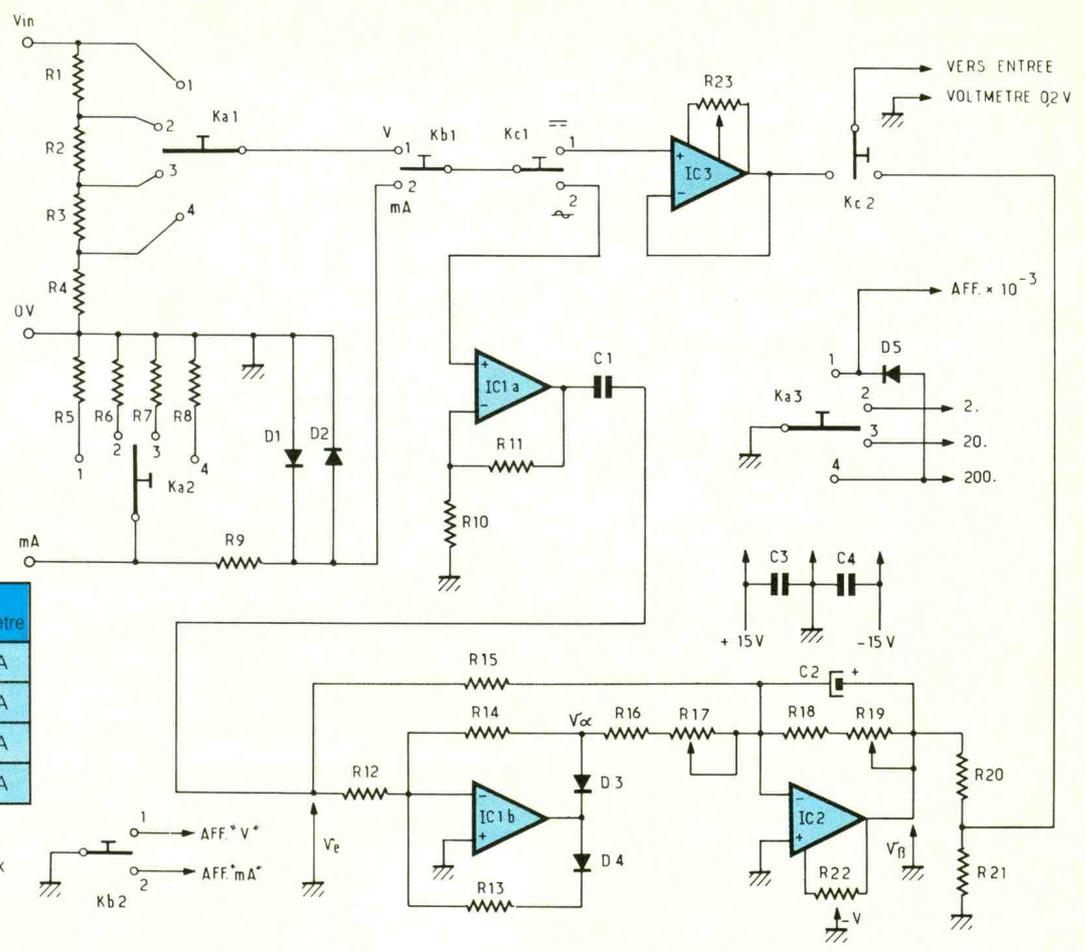
Les tensions recueillies dans l'une ou l'autre des fonctions sont orientées par l'inverseur  $Kb_1$  vers les étages suivants alors que  $Kb_2$  permet l'affichage des témoins « V » ou « mA ». Pour les tensions et courants continus,

l'inverseur  $Kc_1$  applique les tensions d'entrée au suiveur réalisé autour de  $IC_3$ . La fonction de cet étage est double puisqu'elle assure une adaptation d'impédance et un isolement entre l'étage d'entrée et le module voltmètre, mais en plus le réglage de  $R_{23}$  (potentiomètre 10 tours) permet de compenser les tensions d'offset présentes à l'entrée du voltmètre, que sa sensibilité élevée met en évidence.

Pour les tensions et courants alternatifs sinusoïdaux,  $Kc$  est en position 2. L'amplificateur bâti

# 1

Schéma de principe du voltmètre, milli-ampèremètre.



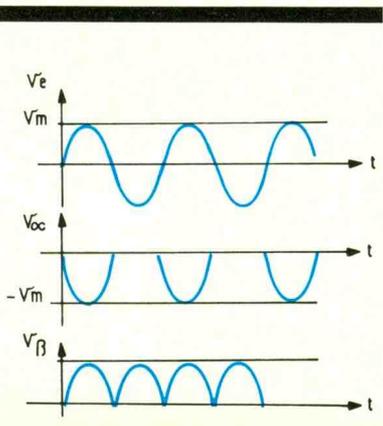
Ka	Position	Voltmètre	Milli-ampèremètre
	1	0,2 V	0,2 mA
	2	2 V	2 mA
	3	20 V	20 mA
	4	200 V	200 mA

Kb : 1 voltmètre 2 mA  
 Kc : 1 tensions et courants continus  
 2 tensions et courant sinusoïdaux

autour de IC1a et dont le gain est à peu près égal à 10 ( $1 + R_{11}/R_{10}$ ) permet d'obtenir une tension d'amplitude compatible avec un fonctionnement correct du redresseur double alternance construit à l'aide de IC1b et IC2. IC1b assure grâce à D3 un redressement des alternances positives que l'on récupère inversées au point commun R14-D3. IC2, en l'absence de C2, est un additionneur inverseur qui reçoit sur une entrée (R15) le signal complet et sur l'autre (R16 + R17). Le signal

mono-alternance inversé. La pondération appropriée (réglage par R17) de ces deux signaux permet d'obtenir en sortie de IC2 un signal redressé double alternance. La présence de C2 confère en plus à ce montage la fonction de filtre passe-bas, ce qui a pour conséquence de ne laisser subsister à la sortie de IC2 que la valeur moyenne du signal redressé double alternance. L'ajustable R19 permet d'obtenir l'amplification nécessaire à l'obtention en sortie d'une tension de valeur égale à la valeur efficace de celle qui est présente à l'entrée du montage. Le diviseur R20-R21 ramène la tension de sortie dans la gamme 0-0,2 V pour rester compatible avec l'entrée du module voltmètre. La figure 2 donne l'allure des signaux précédemment évoqués.

circuit imprimé, y compris les trois commutateurs. On n'oubliera pas les quelques straps que la technique du simple face engendre inévitablement quand on dépose quelques composants sur une surface restreinte, comme c'est le cas ici. Le tracé du circuit imprimé étant relativement simple, on pourra le reproduire à l'aide de pastilles et de bandelettes, type Mécanorma, sur un support d'époxy cuivré. Après passage au perchlore de fer tiède, puis rinçage abondant à l'eau claire, on percera l'ensemble des pastilles à l'aide de forets de diamètre compris entre 0,8 et 1,3 mm, suivant les composants. L'implantation ne posera aucun problème si l'on travaille avec rigueur (attention au sens des composants...).



## B – Réalisation pratique (fig. 3 et 4)

Comme pour le GBF présenté dans le précédent numéro, tous les composants sont fixes sur le

## C – Réglages

Si l'on ne dispose pas de résistances de précision pour R1 à R8, il convient de trier celles-ci à l'ohmmètre (numérique si possi-

# 2

Tension à la sortie de IC2 sans C2.

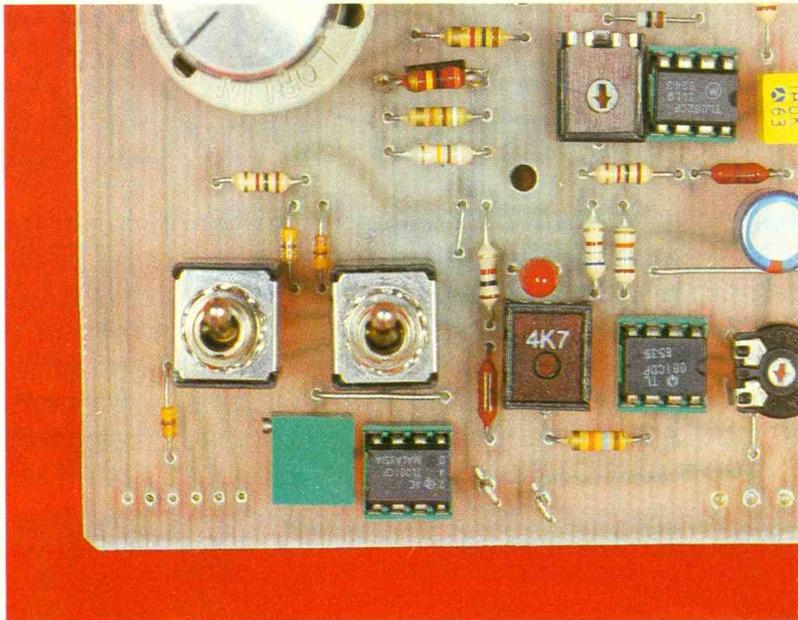
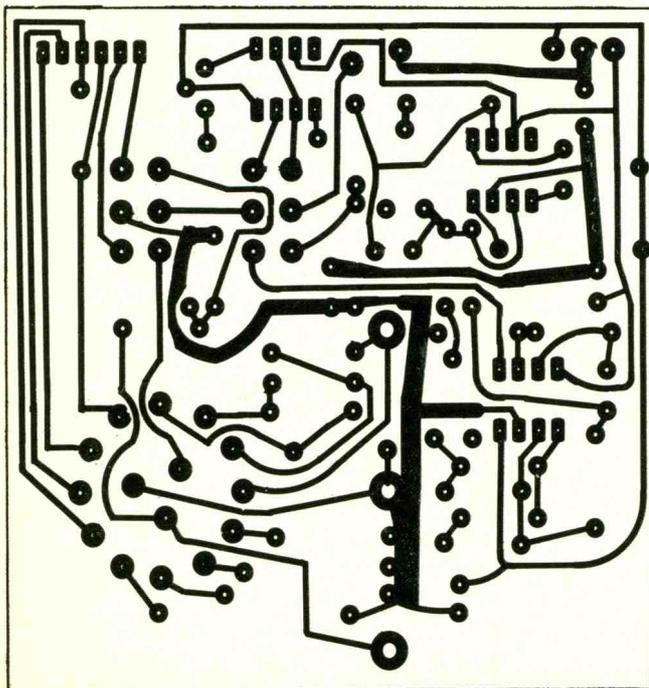


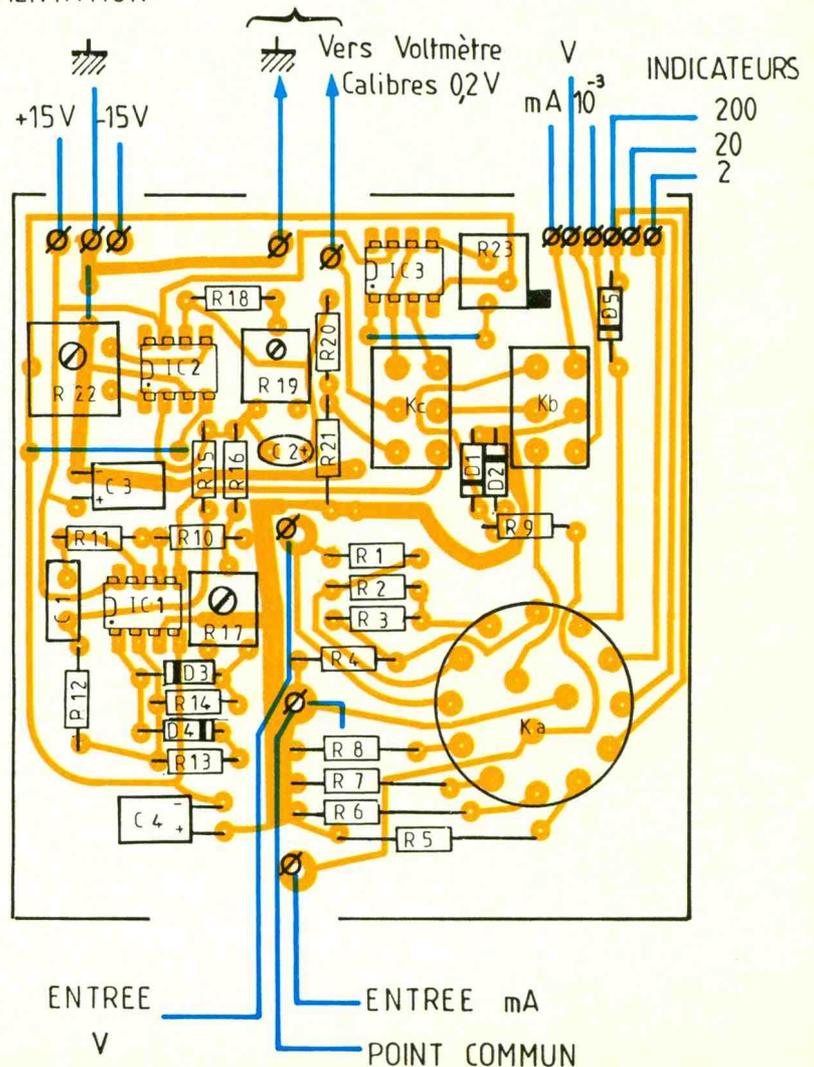
Photo 2. – Gros plan sur les inverseurs Kb et Kc.

ble) parmi un lot de résistances identiques et de valeur voisine de la valeur préconisée. Pour R<sub>1</sub>, on cherchera dans les valeurs 910 k $\Omega$ , et dans les décades inférieures pour R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub>. Lorsque la carte est entièrement câblée, on raccorde celle-ci à un voltmètre de calibre 0,2 V ainsi qu'à une alimentation symétrique  $\pm 15$  V ou à AL3 lorsque celle-ci aura été assemblée (voir les prochains volets de la série).



3 Tracé du circuit imprimé à l'échelle.

#### ALIMENTATION



4 Implantation des éléments avec le rotacteur Ka.

#### 1° Réglage de la fonction voltmètre continu

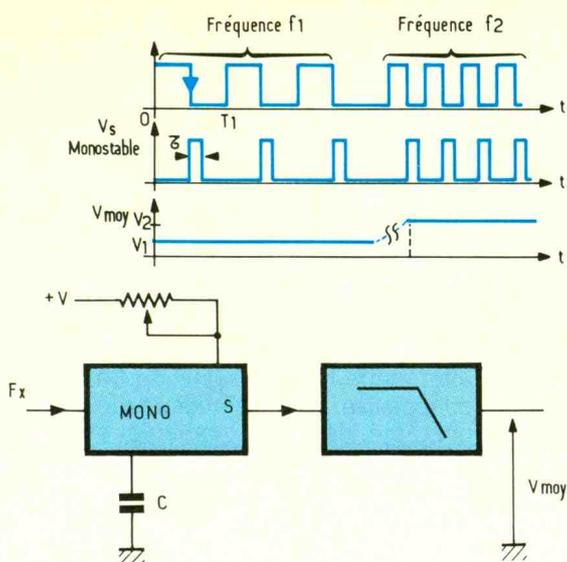
- Positionner Ka en position 1, Kb en 1 et Kc en 1 (–).
- Régler alors R<sub>23</sub> pour que l'affichage du voltmètre soit si possible identique à 000.

#### 2° Réglage de la fonction voltmètre alternatif

- Positionner Ka en position 2, Kb en 1 et Kc en 2 ( $\sim$ ).
- Régler R<sub>22</sub> pour que le module voltmètre indique 000.
- Appliquer sur l'entrée voltmètre (Vin) un signal alternatif sinusoïdal de fréquence allant de 50 Hz à 100 kHz (valeur non critique) et d'amplitude crête 1 V. Si C<sub>2</sub> est déjà soudé, déconnecter une des broches de celui-ci. Régler alors R<sub>17</sub> pour que le signal de sortie du IC<sub>2</sub> soit redressé double alternance avec une amplitude identique pour les alternances successives. L'oscilloscope est ici indispensable pour ce réglage.

# 5a/5b

Analyse des signaux en différents points du convertisseur fréquence/tension.



Reconnecter alors  $C_2$  et régler  $R_{19}$  pour que le module voltmètre indique 0,707 qui représente la valeur efficace d'un signal alternatif sinusoïdal d'amplitude 1 V. Aucun réglage n'est à effectuer pour la partie milliampèremètre.

## ETUDE DE LA CARTE FRÉQUENCÈMÈTRE CAPACIMÈTRE

### A - Le fréquencemètre

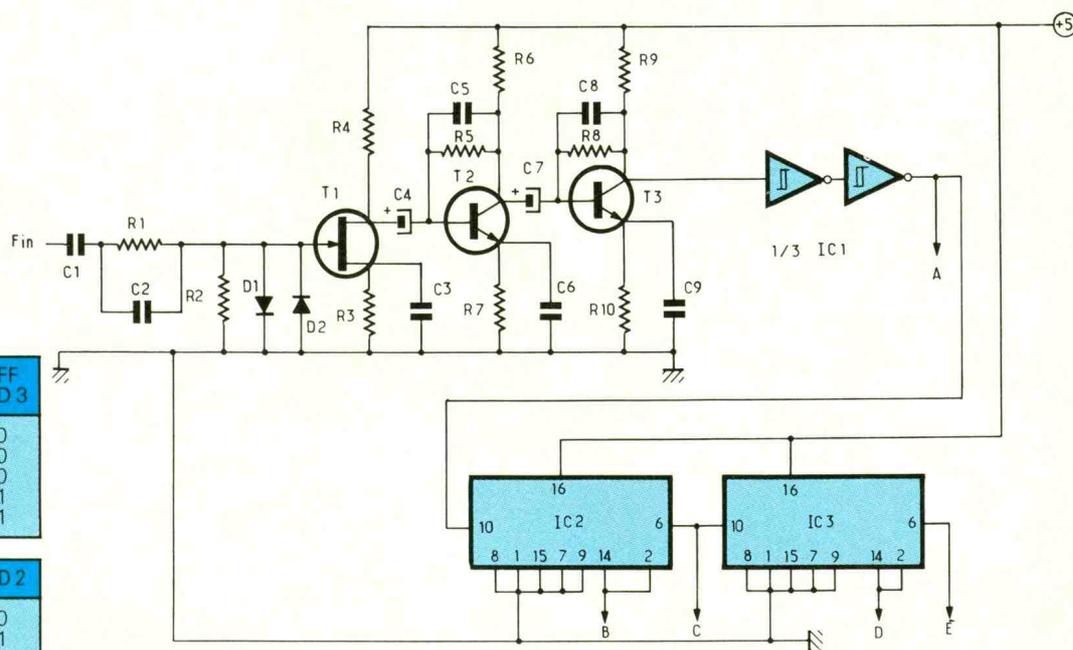
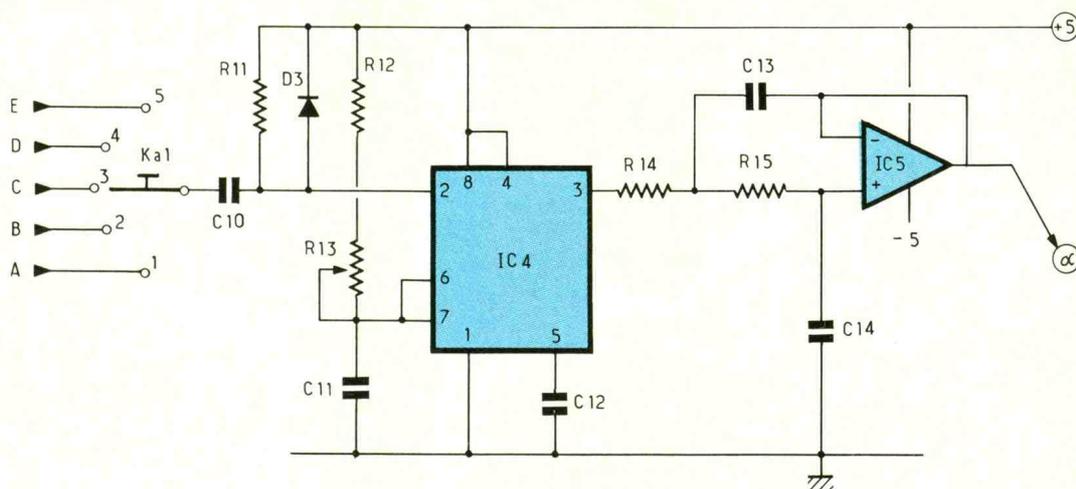
Le principe de fonctionnement adopté ici est basé sur la conversion fréquence-tension qui, tout en étant rudimentaire, permet d'obtenir une précision et une linéarité acceptables si on prend quelques précautions élémentaires.

Pour obtenir cette conversion fréquence-tension, on déclenche à chaque période du signal à mesurer un monostable de durée rigoureusement constante. Le signal obtenu est donc formé d'impulsions de largeur fixe et de fréquence égale (ou sous multiple) à celle du signal étudié. La valeur moyenne du signal ainsi obtenu est l'image de la fréquence inconnue. Un filtre passe-bas d'ordre 2 permet d'extraire la valeur moyenne recherchée.

La figure 5 permet d'analyser les signaux disponibles en différents points du convertisseur fréquence-tension. Nous avons supposé ici, comme c'est le cas sur notre montage, que c'est le front descendant du signal d'en-

# 6a

Schéma de principe du fréquencemètre/capacimètre.



Ka	Pos	Fmètre	Cmètre	AFF LED 3
	1	2 kHz	2 nF	0
	2	20 kHz	20 nF	0
	3	200 kHz	200 nF	0
	4	2 MHz	2 μF	1
	5	20 MHz	20 μF	1

Kb	Pos	Fonction	LED 1	LED 2
	1	Cmètre	1	0
	2	Fmètre	0	1

trée qui déclenche le monostable.

Comme tout bon fréquencemètre, l'étage de conversion est précédé d'un étage de mise en forme, rôle que remplissent les transistors  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  du schéma de la **figure 6**. Le gain global est élevé de façon à compenser les atténuations inévitables vers les hautes fréquences ; aussi conviendra-t-il de s'assurer que le montage n'auto-oscille pas lors de la mise au point.

L'amplificateur est suivi d'un étage trigger qui utilise un circuit en technologie HCMOS, ce qui assure un fonctionnement jusqu'à plus de 40 MHz.  $IC_2$ , qui est un double diviseur par 10, doit lui aussi être issu de la famille HCMOS, ou sinon on se contentera d'un fonctionnement jusqu'à environ 8 ou 10 MHz si on se sert de CMOS ordinaire.  $IC_3$  recevant

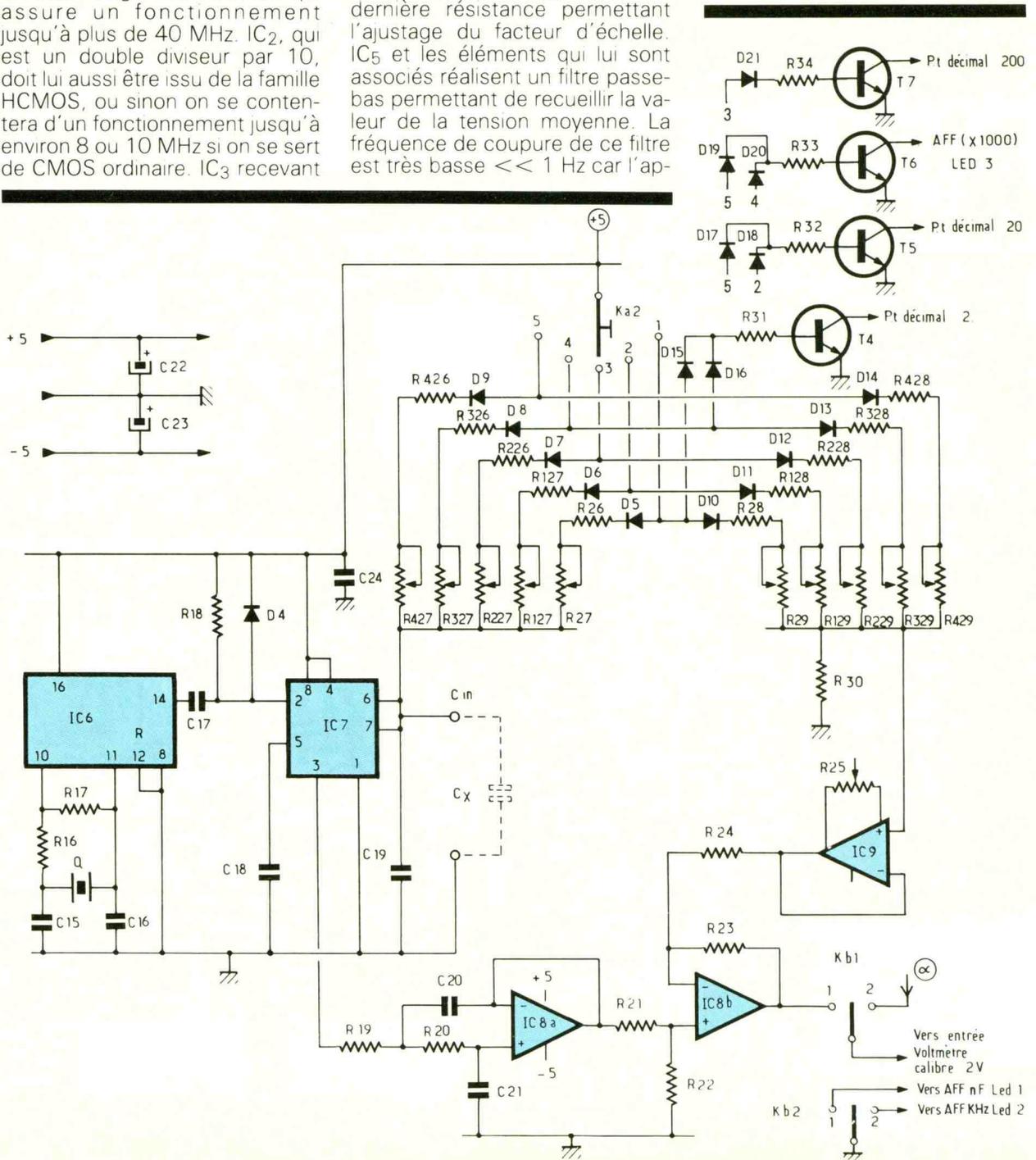
les signaux issus de  $IC_2$ , donc déjà divisés par 100, peut être un CMOS ordinaire. Il assure lui aussi, puisque c'est un 4518, une double division par 10, c'est-à-dire par 100. Le commutateur Ka (section 1) applique à l'entrée du monostable la sortie appropriée des précédents diviseurs. Dans tous les cas, le signal de déclenchement du monostable ne doit pas avoir une fréquence supérieure à 2 kHz. Le monostable utilisé ici est construit autour du célèbre 555 en version CMOS. La constante de temps est fixée par  $C_{11}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{13}$ , cette dernière résistance permettant l'ajustage du facteur d'échelle.  $IC_5$  et les éléments qui lui sont associés réalisent un filtre passe-bas permettant de recueillir la valeur de la tension moyenne. La fréquence de coupure de ce filtre est très basse  $\ll 1$  Hz car l'ap-

pareil peut être sollicité par des signaux de fréquence elle aussi très basse.

## B - Le capacimètre

### 1° Principe

Pour obtenir une tension de valeur proportionnelle à la capacité inconnue, nous utilisons un mode de fonctionnement dérivé de celui du fréquencemètre. En effet, cette fois, un signal de fréquence fixe va déclencher un monostable de durée variable et



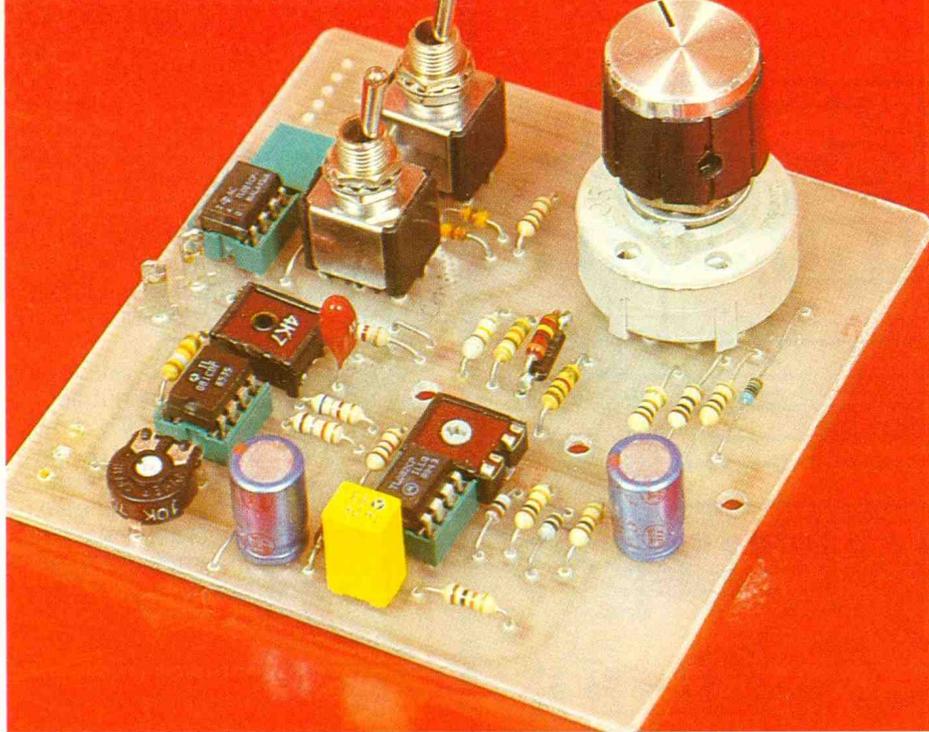


Photo 3. – Aspect de la carte volt-mètre/milliampère-mètre.

fonction du condensateur inconnu. Comme dans le cas précédent, le signal issu du monostable est formé d'impulsions dont la valeur moyenne est l'image de la valeur du condensateur inconnu. La figure 7 résume ce principe.

## 2° Analyse du schéma (fig. 6)

L'oscillateur à fréquence fixe est obtenu grâce à IC<sub>6</sub>, un 4060 CMOS associé à un quartz de 32,768 kHz. Après plusieurs divisions par deux successives, le signal de fréquence 128 Hz disponible sur la patte 14 est appliqué à l'entrée de déclenchement du monostable réalisé avec IC<sub>7</sub> (toujours un 555 CMOS). Les créneaux délivrés par le monostable

# 7

Conversion  $C_x \rightarrow V_{moy}$

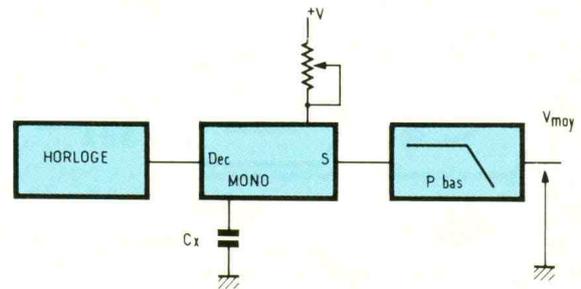
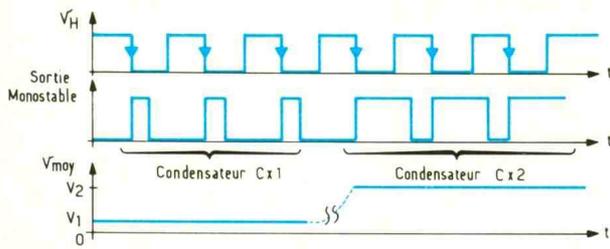
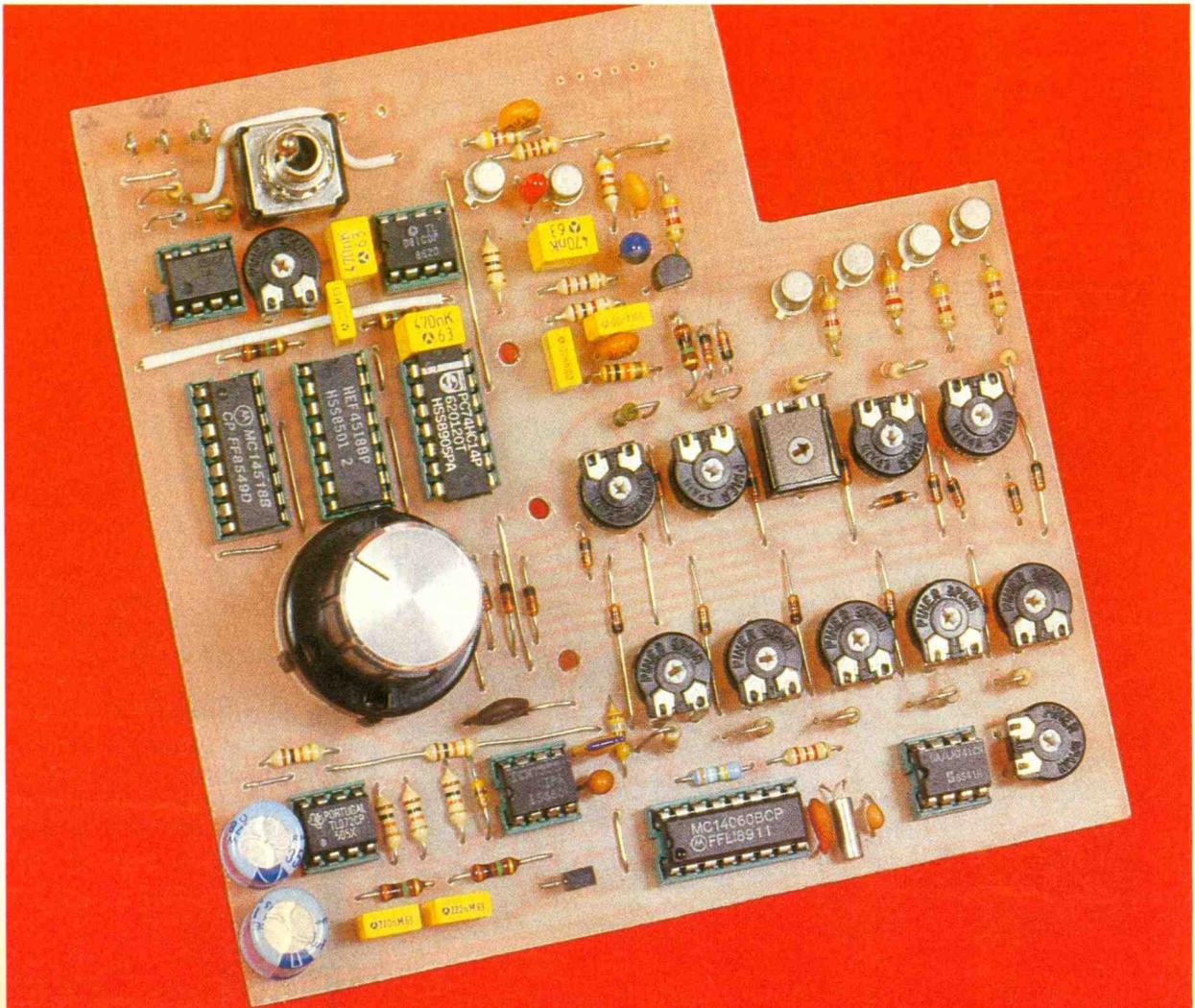
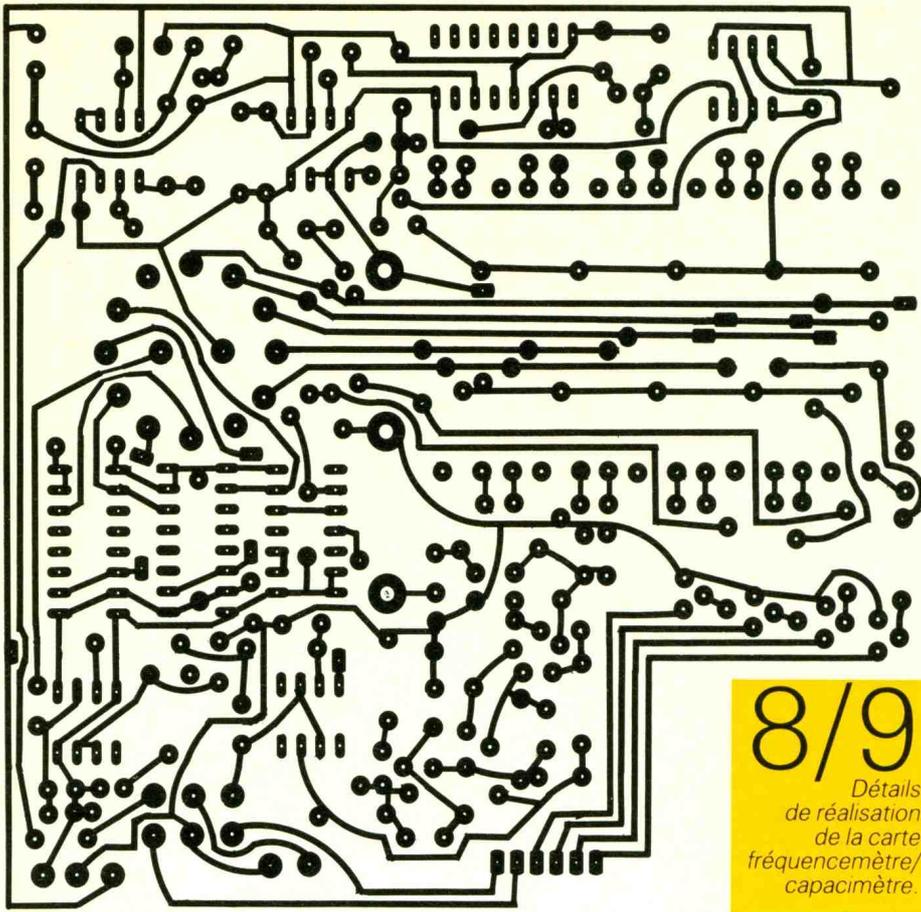


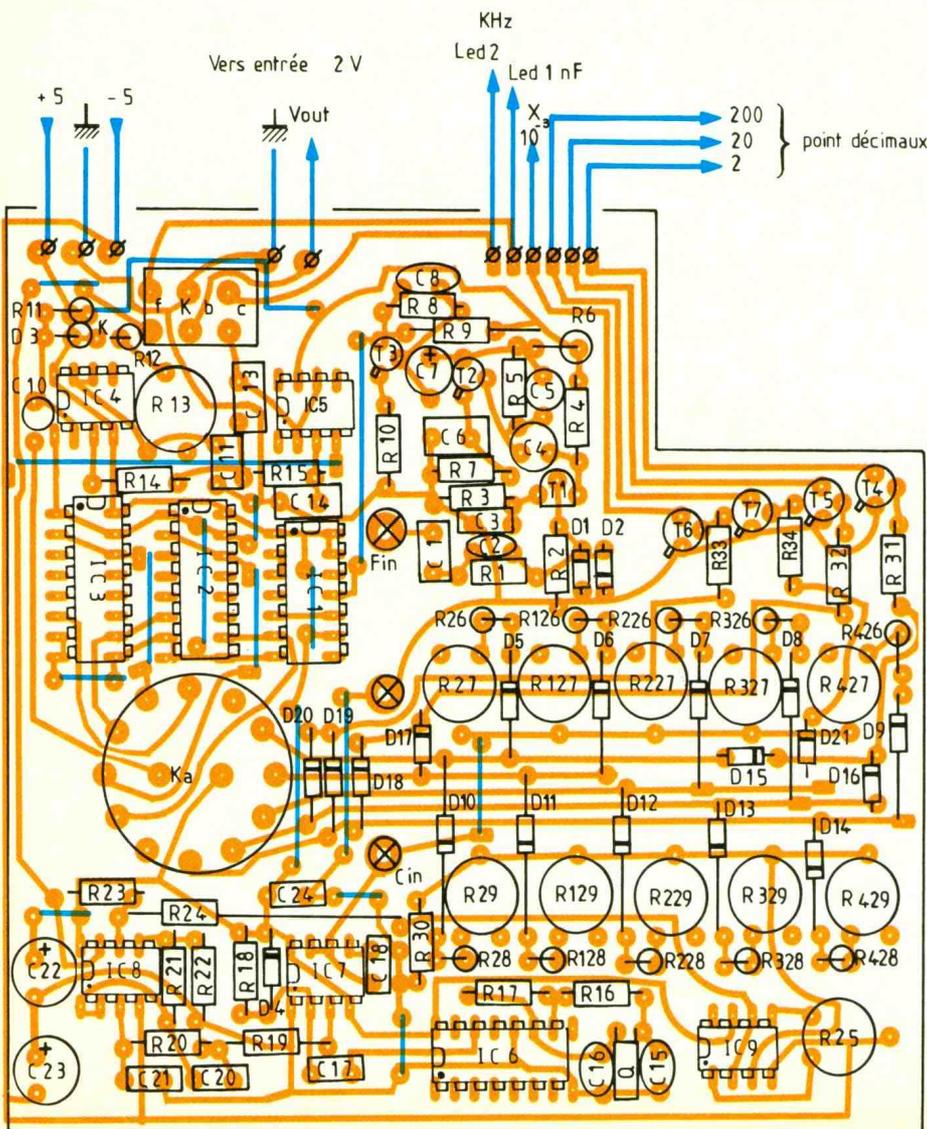
Photo 4. – Aspect de la carte fréquence-mètre/capacimètre.





8/9

Détails de réalisation de la carte fréquencemètre/capacimètre.



sont disponibles sur la patte 3 et appliqués, comme pour le fréquencemètre, à un filtre passe-bas d'ordre 2 réalisé avec IC<sub>8a</sub>, un TL082 dont le deuxième amplificateur est câblé en soustracteur dont nous allons voir le rôle dans quelques instants.

Le montage que nous avons étudié présente un petit défaut lié à la capacité d'entrée de IC<sub>7</sub> ainsi qu'aux capacités parasites du câblage lui-même. Il résulte de cet état de choses que des crénaux de durée non nulle apparaissent à la sortie de IC<sub>7</sub>, engendrant par la même occasion une tension moyenne non nulle même en l'absence de tout condensateur à mesurer. Pour éviter l'affichage d'une valeur quelconque en l'absence de condensateur C<sub>x</sub>, on soustrait à la valeur moyenne présente en sortie de IC<sub>8a</sub> une tension de valeur égale, ce qui entraîne l'affichage 0 au niveau du voltmètre.

Etant donné la large plage de mesure qu'offre ce capacimètre, des résistances de valeurs appropriées sont commutées par la section K<sub>a2</sub> du commutateur qui changeait le calibre du fréquencemètre. Comme l'influence des capacités parasites n'est pas identique sur chaque calibre, des diviseurs de tension différents envoient la tension à soustraire sur l'entrée inverseuse du soustracteur.

Pour parfaire le tout, la même section K<sub>a2</sub> pilote les points décimaux au niveau de l'affichage du voltmètre.

Pour éviter toute interaction des différents circuits commandés par K<sub>a2</sub>, des diodes antiretour appliquent le + 5 V au trio de composants associé à chaque position de K<sub>a2</sub>.

Comme les afficheurs utilisés sont des modèles à anode commune, les transistors T<sub>4</sub> à T<sub>7</sub> inversent le niveau de commande que ceux-ci reçoivent sur leur base depuis K<sub>a2</sub>. L'inverseur K<sub>b</sub> envoie l'information issue du fréquencemètre lorsqu'il est en position 2 et celle du capacimètre en position 1 au voltmètre de calibre 2 V. La deuxième section de cet inverseur double sélectionne l'affichage « kHz » ou « nF ».

### C – Réalisation de la carte

Le circuit imprimé ainsi que l'implantation des composants sont donnés aux figures 8 et 9. Il conviendra pour ce sous-ensem-

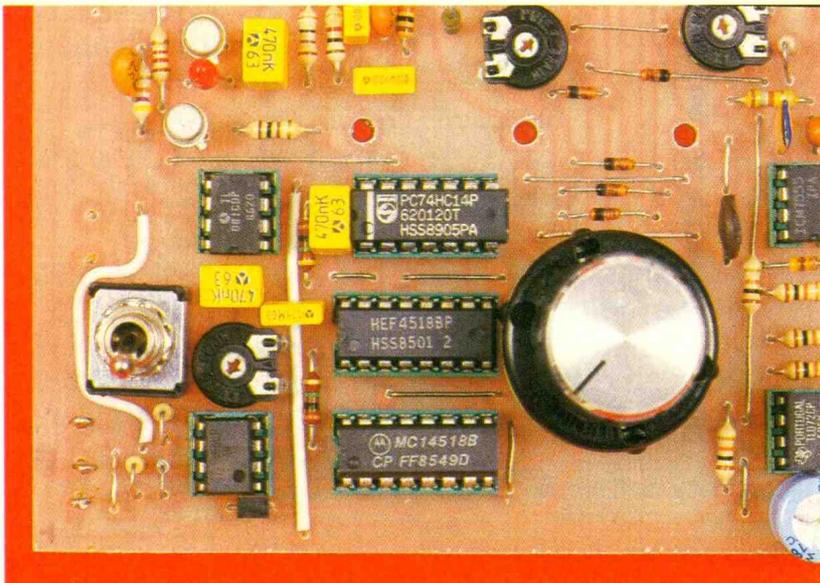


Photo 5. – Présence de straps de liaison.

ble de procéder à la découpe du coin supérieure gauche avant toute soudure. De plus, il est vivement recommandé de commencer le câblage par les straps, certains d'entre eux étant situés sous les circuits intégrés.

## D – Réglages du fréquencemètre

Connecter le module voltmètre 2 V à la carte fréquencemètre. Positionner Kb en position fréquencemètre. Il n'est pas nécessaire à ce stade de relier les sorties concernant les points décimaux. L'ensemble des deux circuits imprimés est alimenté par AL4. Connecter aux bornes d'entrée du fréquencemètre deux fils, l'un allant à la borne centrale et l'autre à l'entrée fréquence.

Court-circuiter ces deux fils d'entrée et s'assurer, à l'aide d'un oscilloscope, que la sortie du collecteur de T<sub>3</sub> (Pin 11 de IC<sub>1</sub>) ne présente pas d'oscillation HF, sinon accroître légèrement la valeur de C<sub>5</sub> (et ou C<sub>8</sub>). Lorsque ceci est vérifié, on peut alors connecter un signal de fréquence voisine et inférieure à 2 kHz à l'entrée du module. Ce signal aura une amplitude de 0,1 à quelques volts. S'assurer alors que la sortie collecteur de T<sub>3</sub> présente bien un signal de même fréquence que celle d'entrée, et ce pour toute valeur de l'amplitude du signal d'entrée. L'amplitude du signal présent au collecteur de T<sub>3</sub> doit permettre à IC<sub>1</sub> de fonctionner correctement, donc celle-ci doit varier entre 0,5 V et

environ 4,5 V (niveau bas et haut respectivement). Si tel est le cas, le signal présent sur la patte 10 de IC<sub>2</sub> doit être bien carré. On peut alors s'assurer, avec un fréquencemètre servant de référence, que les signaux aux points B, C, D, E ont des fréquences divisées par 10 successivement.

Lorsque ces vérifications sont effectuées, mettre Ka<sub>1</sub> en position 1 et régler R<sub>13</sub> pour que l'affichage de voltmètre soit numériquement égal à la fréquence du signal d'entrée, elle-même mesurée par un fréquencemètre témoin.

## E – Réglages du capacimètre

Mettre Kb en position 1. Vérifier que le signal carré disponible à la patte 14 de IC<sub>6</sub> a bien

une fréquence de 128 Hz, gage d'un fonctionnement correct de l'horloge de ce module.

Si l'affichage du signe moins du voltmètre apparaît lors d'un réglage de zéro, il convient de compenser la tension négative présente en sortie de IC<sub>8b</sub> par le réglage du potentiomètre d'offset R<sub>25</sub>.

a) Mettre le commutateur Ka en position 1 (calibre 0-2 nF).

b) Régler R<sub>29</sub> de façon à annuler la tension indiquée par le voltmètre.

c) Disposer entre les bornes de mesure un condensateur de valeur voisine mais inférieure à 2 nF et si possible de valeur connue avec précision. Régler R<sub>27</sub> pour que le voltmètre donne une indication numériquement égale à la valeur du condensateur.

d) Déconnecter ce condensateur et reprendre le réglage du b) affichage 00.

e) Reconnecter le condensateur et affiner le réglage de R<sub>27</sub>.

Procéder de cette façon pour chaque calibre avec des condensateurs de précision ou préalablement mesurés avec un appareil de qualité.

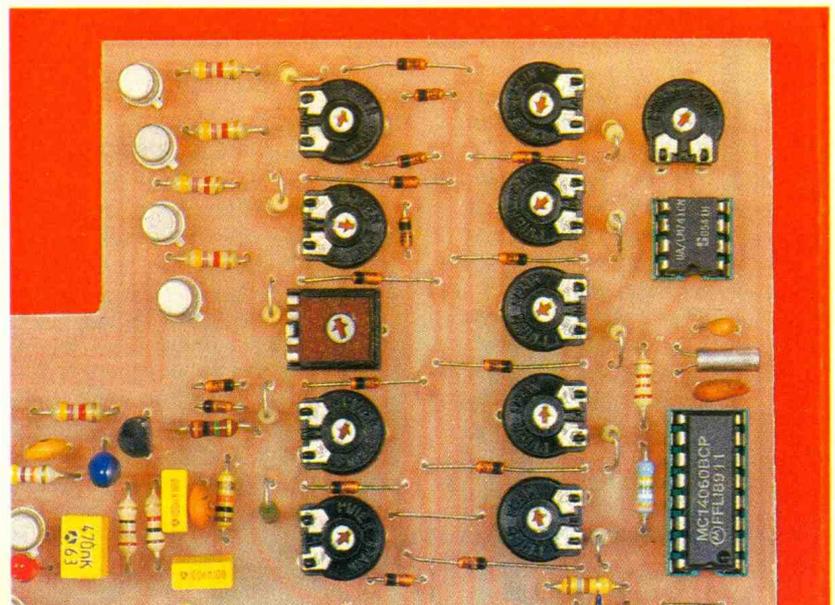
Lorsque les cinq calibres ont été étalonnés, le travail concernant cette carte est terminé, et on peut alors passer à la carte suivante.

## CONCLUSION

Dans le troisième et dernier volet de cette série vous sera proposée la réalisation de voltmètres à affichage LCD et LED, ainsi que la construction des alimentations nécessaires à l'ensemble du pupitre.

F. Jongbloet

Photo 6. – Alignement des résistances ajustables.



## Nomenclature de la carte fréquencesmètre-capacimètre

### Résistances

R<sub>1</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>2</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
R<sub>3</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
R<sub>4</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
R<sub>5</sub>, R<sub>8</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
R<sub>6</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
R<sub>7</sub> : 27 Ω (rouge, violet, noir)  
R<sub>9</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)  
R<sub>10</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)  
R<sub>11</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>12</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)  
R<sub>13</sub> : 2,2 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
R<sub>16</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)  
R<sub>17</sub> : 3,9 MΩ (orange, blanc, vert)  
R<sub>18</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>25</sub> : 10 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>26</sub> : 1,2 MΩ (marron, rouge, vert)  
R<sub>126</sub> : 120 kΩ (marron, rouge, jaune)  
R<sub>226</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)  
R<sub>326</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)  
R<sub>426</sub> : 120 Ω (marron, rouge, marron)  
R<sub>27</sub> : 470 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>127</sub> : 47 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>227</sub> : 4,7 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>327</sub> : 470 Ω (ajustable horizontal)  
R<sub>427</sub> : 47 Ω (ajustable horizontal)  
R<sub>28</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)  
R<sub>128</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>228</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>328</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)  
R<sub>428</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)  
R<sub>29</sub> : 2,2 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>129</sub> : 47 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>229</sub>, R<sub>329</sub>, R<sub>429</sub> : 470 kΩ (ajustable horizontal)  
R<sub>30</sub> : 180 Ω (marron, gris, marron)  
R<sub>31</sub>, R<sub>32</sub>, R<sub>33</sub>, R<sub>34</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 100 nF  
C<sub>2</sub> : 470 pF  
C<sub>3</sub> : 100 nF  
C<sub>4</sub> : 10 μF, 16 V, tantale  
C<sub>5</sub> : 4,7 pF  
C<sub>6</sub> : 470 nF  
C<sub>7</sub> : 4,7 μF, 16 V, tantale  
C<sub>8</sub> : 10 pF  
C<sub>10</sub> : 1 nF  
C<sub>11</sub> : 100 nF  
C<sub>12</sub> : 10 nF  
C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub> : 470 nF  
C<sub>15</sub> : 120 pF  
C<sub>16</sub> : 33 pF  
C<sub>17</sub> : 1 nF  
C<sub>18</sub> : 10 nF  
C<sub>19</sub> : 120 pF  
C<sub>20</sub>, C<sub>21</sub> : 220 nF  
C<sub>22</sub>, C<sub>23</sub> : 100 μF, 35 V  
C<sub>24</sub> : 0,1 μF

### Composants actifs

D<sub>1</sub> à D<sub>21</sub> : diode type 1N4148  
T<sub>1</sub> : 2N3819  
T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> : 2N2369  
T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> : 2N2222  
IC<sub>1</sub> : 74HC14  
IC<sub>2</sub> : 4518 ou 74HC4518  
IC<sub>3</sub> : 4518  
IC<sub>4</sub>, IC<sub>7</sub> : ICM7555 (555 version CMOS)  
IC<sub>5</sub> : TL081  
IC<sub>6</sub> : 4060  
IC<sub>8</sub> : TL072 ou TL082  
IC<sub>9</sub> : LM741  
Q : quartz 32,768 kHz

### Commutateurs

Ka : commutateur rotatif, 2 circuits, 6 positions pour CI  
Kb : inverseur, 2 circuits, 2 positions

## D – Nomenclature de la carte milliampèremètre-voltmètre

### Résistances

R<sub>1</sub> : 909 000 Ω 1 % (blanc, noir, blanc, orange)  
R<sub>2</sub> : 90 900 Ω 1 % (blanc, noir, blanc, rouge)  
R<sub>3</sub> : 9 090 Ω 1 % (blanc, noir, blanc, marron)  
R<sub>4</sub> : 1 010 Ω 1 % (marron, noir, marron, marron)  
R<sub>5</sub> : 1 000 Ω 1 % (marron, noir, noir, marron)  
R<sub>6</sub> : 100 Ω 1 % (marron, noir, noir, noir)  
R<sub>7</sub> : 10 Ω 1 % (marron, noir, noir, argent)  
R<sub>8</sub> : 1 Ω 1 % (marron, noir, noir, or)  
R<sub>9</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
R<sub>10</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
R<sub>11</sub> : 9,09 kΩ (blanc, noir, blanc, marron)  
R<sub>12</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>13</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>14</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
R<sub>15</sub> : 18 kΩ (marron, gris, orange)  
R<sub>16</sub> : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)  
R<sub>18</sub> : 18 kΩ (marron, gris, orange)  
R<sub>20</sub> : 9,1 kΩ (blanc, marron, rouge)  
R<sub>21</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
R<sub>17</sub>, R<sub>19</sub> : 4,7 kΩ (ajustable couché)  
R<sub>22</sub> : 10 kΩ (ajustable couché)  
R<sub>23</sub> : 10 kΩ (multitours couché)

### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 1 μF, 63 V, non polarisé  
C<sub>2</sub> : 10 μF, 10 V, tantale  
C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 47 μF, 63 V

### Composants actifs

D<sub>1</sub> à D<sub>5</sub> : 1N948 ou 1N4148  
IC<sub>1</sub> : TL082  
IC<sub>2</sub>, IC<sub>3</sub> : TL081

### Divers

Ka : commutateur 3 circuits, 4 positions à picots pour CI  
Kb, Kc : inverseurs à double contact, 2 positions, pour CI

# UNE TELE-ALARME POUR BOITE AUX LETTRES



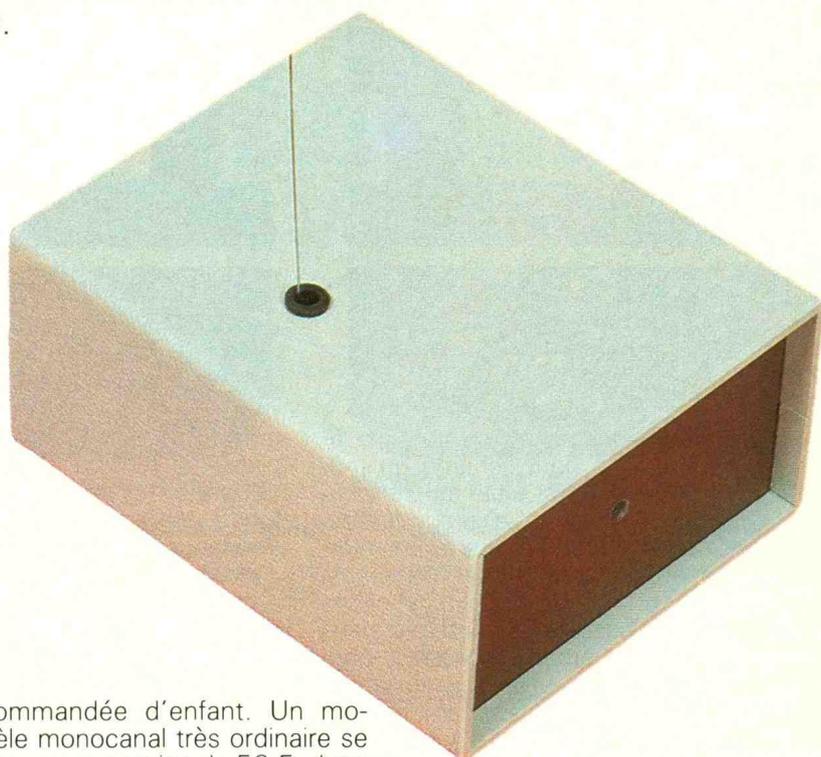
Cette réalisation originale vous avertira infailliblement à chaque fois que, dans votre boîte aux lettres, quelqu'un déposera soit le journal matinal, soit du courrier ou un paquet poste, ou encore de la pub, naturellement. La liaison entre la boîte et votre domicile se fera au moyen d'un émetteur radio dans la bande des 27 MHz, simplifiant par là l'installation de cet ensemble fort pratique à l'usage.

## A - PRINCIPE DU MONTAGE

Ne vous est-il jamais arrivé de guetter l'arrivée du facteur pour réceptionner un courrier important ou pour lui donner par exemple une lettre à poster ? L'employé des postes est simplement chargé de mettre dans votre boîte aux lettres le courrier à votre nom, mais son heure de passage est conditionnée par la quantité totale de courrier qu'il doit distribuer chaque jour. Elle n'est donc pas facilement prévisible, et il n'est pas raisonnable de guetter derrière votre fenêtre le passage de la fourgonnette jaune ou le sifflement familier dudit préposé !

Notre dispositif électronique est chargé de nous avertir dès que « quelqu'un » introduit quelque chose dans la boîte aux lettres, en soulevant par exemple le petit volet mobile de protection. Si vous disposez de la nouvelle boîte réglementaire et normalisée plus volumineuse, la chose est plus facile encore, car le postier peut non seulement y déposer votre courrier normal, mais il peut, à l'aide de sa clé, ouvrir votre boîte et y déposer des objets ou colis plus encombrants. Vous en serez avertis de la même manière.

La distance entre la boîte et votre appartement ou votre maison est quelquefois variable et, pour éviter d'avoir à tirer une ligne électrique supplémentaire, nous ferons appel à une liaison radio dans la gamme des 27 MHz. Du calme, s'il vous plaît, cette partie de la réalisation sera astucieusement prélevée sur une voiture radio-



commandée d'enfant. Un modèle monocanal très ordinaire se trouve pour moins de 50 F, donc pas question de se fatiguer à construire cet élément somme toute délicat. La distance n'est donc plus un obstacle, et la mise en œuvre se trouve fortement simplifiée.

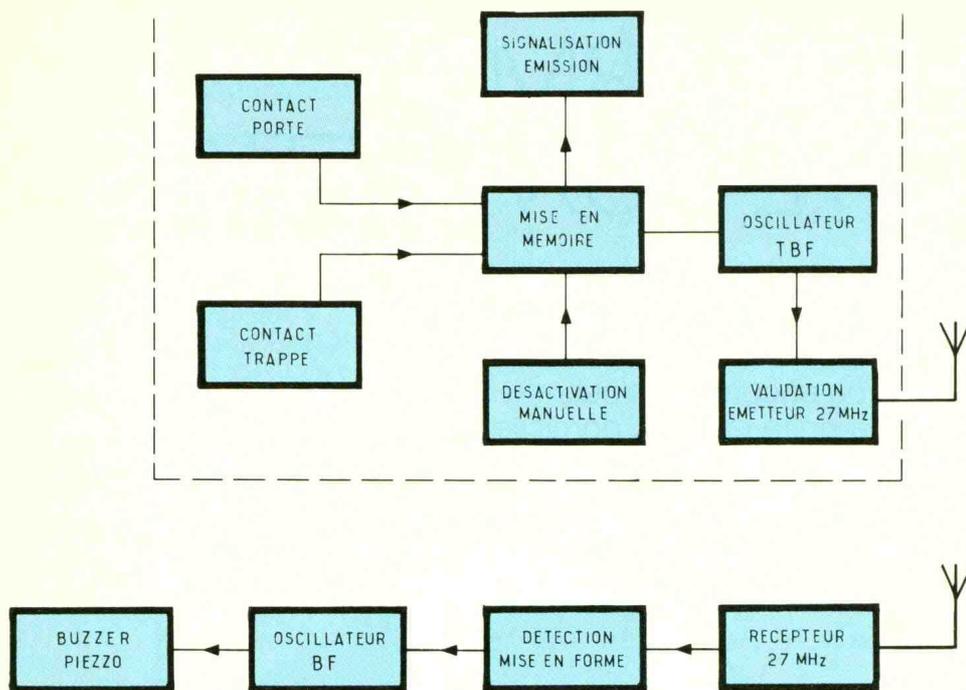
Résumons notre cahier des charges :

- mise en mémoire d'une action, même fugitive, sur le volet de la boîte ou par ouverture de la porte par l'agent des postes ;
- émission d'un signal HF vers le domicile et production d'un petit signal audible aussi longtemps que l'utilisateur n'est pas venu retirer son courrier ou... sa pub ;
- à l'ouverture de la porte, en vidant son contenu, l'utilisateur apercevra une LED rouge lui rappelant qu'il doit remettre le dispositif en veille et stopper l'émission

du signal d'alerte. Un poussoir est prévu à cet effet.

Ce petit gadget vous rendra de grands services si votre boîte est éloignée du domicile, et vous évitera d'aller vous faire mouiller pour rien en cas de pluie battante. Une alimentation sur pile semble suffisante, mais une modification sur secteur est possible sans peine. D'ailleurs, pour économiser cette dernière, le signal d'alerte sera intermittent, ce qui donne une possibilité de distinguer le signal permanent ou bizarre qu'émettrait le fils du voisin ou le vôtre s'il avait la chance de posséder un jouet radiocommandé sur la même longueur d'onde.

Le schéma synoptique complet est donné à la figure 1.



## B - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Le lecteur pourra trouver à la **figure 2** le petit schéma du module émetteur, celui qui sera implanté dans la boîte aux lettres. La mise en mémoire d'une information électrique est fort simple si l'on fait appel aux services d'une bascule D. Toutefois, dans notre schéma, ce circuit intégré ne sera pas utilisé au maximum de ses possibilités, car il ne sera pas fait usage des entrées DATA et CLOCK (voir *Electronique Pratique* n° 136, page 42, « Les mémoires électroniques »). Pour détecter l'ouverture de la trappe de la boîte aux lettres ou celle de la porte, rien de plus facile que d'installer deux capteurs ILS (= interrupteurs à lames souples) sollicités par un aimant permanent mobile se déplaçant devant eux. La borne 6 de la bascule D est celle réservée à la commande de mise à un = SET. Elle est normalement maintenue à l'état bas à travers la résistance  $R_1$ . A la fermeture de l'un ou l'autre des ILS, cette borne passe à l'état 1, soit la valeur du plus de l'alimentation. Aussitôt, la sortie 1 = Q devient haute, et valide la porte AND D qui reçoit d'une manière permanente un signal carré de très basse fréquence. Ce signal

est produit par une seule porte trigger A, associée au condensateur  $C_1$  et à l'ajustable  $P_1$ . Il s'en va à travers la résistance  $R_7$  piloter le transistor  $T_2$ , chargé d'appliquer la tension positive sur le circuit émetteur 27 MHz, qui fonctionnera donc à son rythme. Pendant que la borne 1 de la bascule D est haute, son complément, à savoir la borne 2, sera basse ; elle commande à travers deux inverseurs et la résistance  $R_6$  la base du transistor PNP  $T_1$ , chargé d'illuminer la petite LED rouge  $L_1$ , témoin précisant le fonctionnement de l'émetteur. Elle servira à rappeler à l'utilisateur, au moment où il relève son courrier, qu'il doit désactiver l'ensemble et le remettre à l'état de veille. Il le fera très simplement en actionnant le poussoir prévu à cet effet sur la plaquette, poussoir qui porte la borne 4 de la bascule D à l'état haut. C'est tout pour l'émetteur, qui sera alimenté par une petite pile de 9 V ou encore deux piles plates de 4,5 V pour une autonomie plus longue.

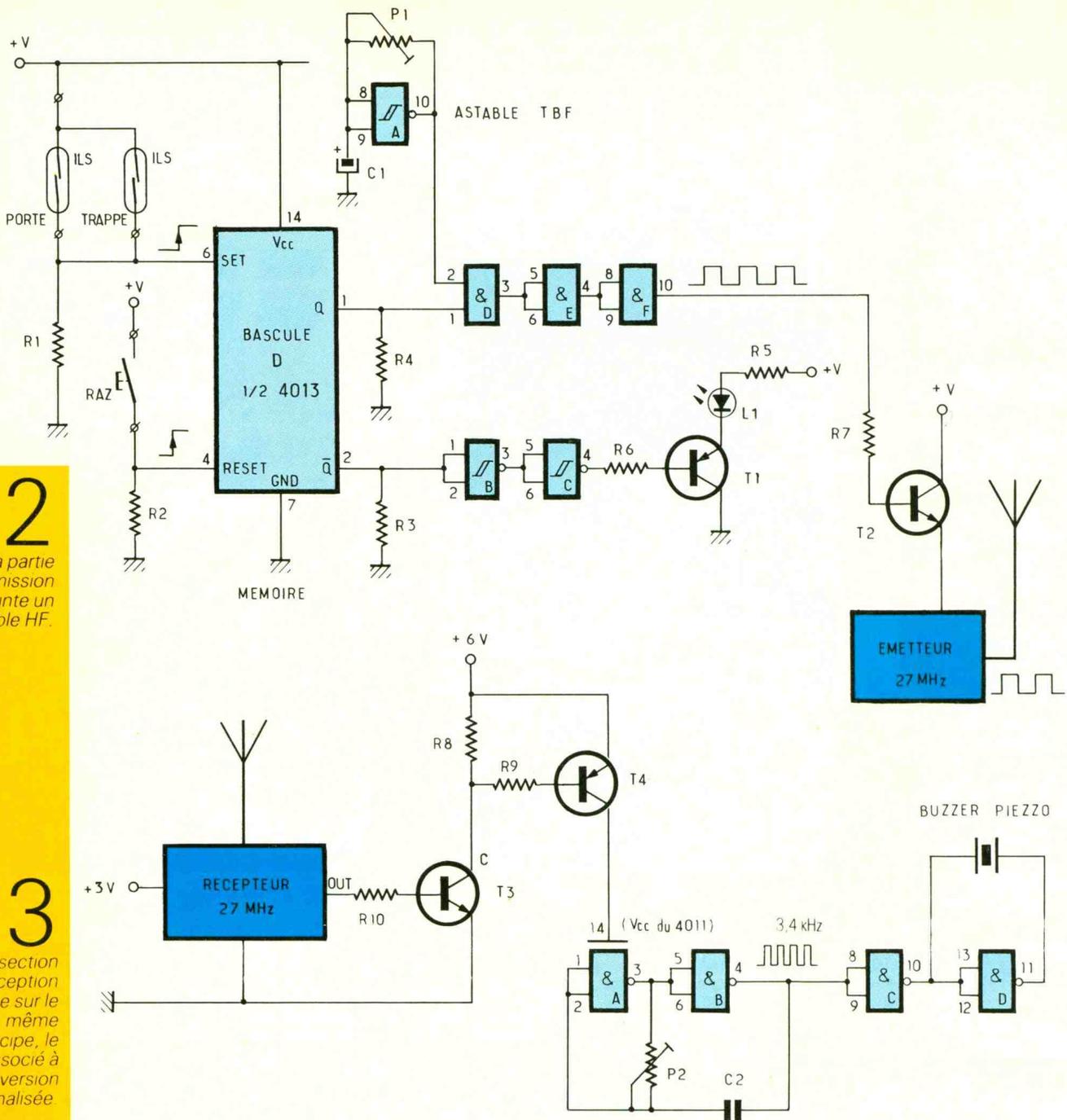
La **figure 3** donne le détail du récepteur dont le schéma est encore plus rudimentaire. Le module récepteur est alimenté sous une tension de 3 V seulement sur notre modèle, mais cela reste à vérifier sur le modèle dont vous pourrez disposer. Afin de pouvoir

SERIE "SECURITE"

# Performances

**2**  
La partie émission emprunte un ensemble HF.

**3**  
La section réception repose sur le même principe, le tout associé à une version personnalisée.



mettre en œuvre un circuit CMOS, il nous faut passer à 6 V pour le reste du schéma. Nous utilisons la sortie marquée OUT du circuit 27 MHz, borne dont la tension monte à environ 1,5 V en cas de réception d'un ordre de l'émetteur. Le transistor T<sub>3</sub> NPN est passant dans ce cas, et son collecteur se trouve donc au potentiel de la masse. Cette tension proche de 0 V commande la base d'un autre transistor T<sub>4</sub> de technologie PNP, cette fois-ci, chargé à son tour d'alimenter le circuit intégré CMOS 4011, autour duquel nous construisons un classique oscillateur astable de fréquence audible. La valeur exacte de ce signal dépend de C<sub>2</sub> et surtout de la position de l'ajus-

table P<sub>2</sub>. On utilise la formule suivante :  

$$\text{fréquence} = 1/0,6 \times P_2 \times C_2$$
 Avec les valeurs de notre prototype, on doit produire un signal audible d'environ 3 kHz, mais haché par le signal carré de l'émetteur, rappelons-le. Aux bornes de la porte NAND D, on trouve entendu des tensions ou états logiques opposés, aptes à produire un signal sur le petit résonateur piézzo choisi ici. Aucun dispositif de mise à l'arrêt ne sera prévu pour obliger l'utilisateur à aller rendre visite à sa boîte aux lettres qui l'appelle de manière aussi pressante. En cas d'absence, il serait sans doute judicieux de mettre l'ensemble hors service en retirant simplement les piles.

### C - REALISATION PRATIQUE

Avant de débiter cette réalisation, il faudra vous procurer une petite voiture radiocommandée dans n'importe quel grand supermarché. Un modèle monocanal dans la gamme 27 MHz est souhaitable. Il sera d'un prix très réduit, car ne disposant que de fonctions très restreintes : marche avant permanente, virage à gauche en marche arrière. En outre, le boîtier de commande ne compte qu'un élément de commande tout ou rien (et non un potentiomètre), un poussoir ou une manette à lever. Sur l'émetteur, on prélève délicatement le petit circuit électronique en repérant

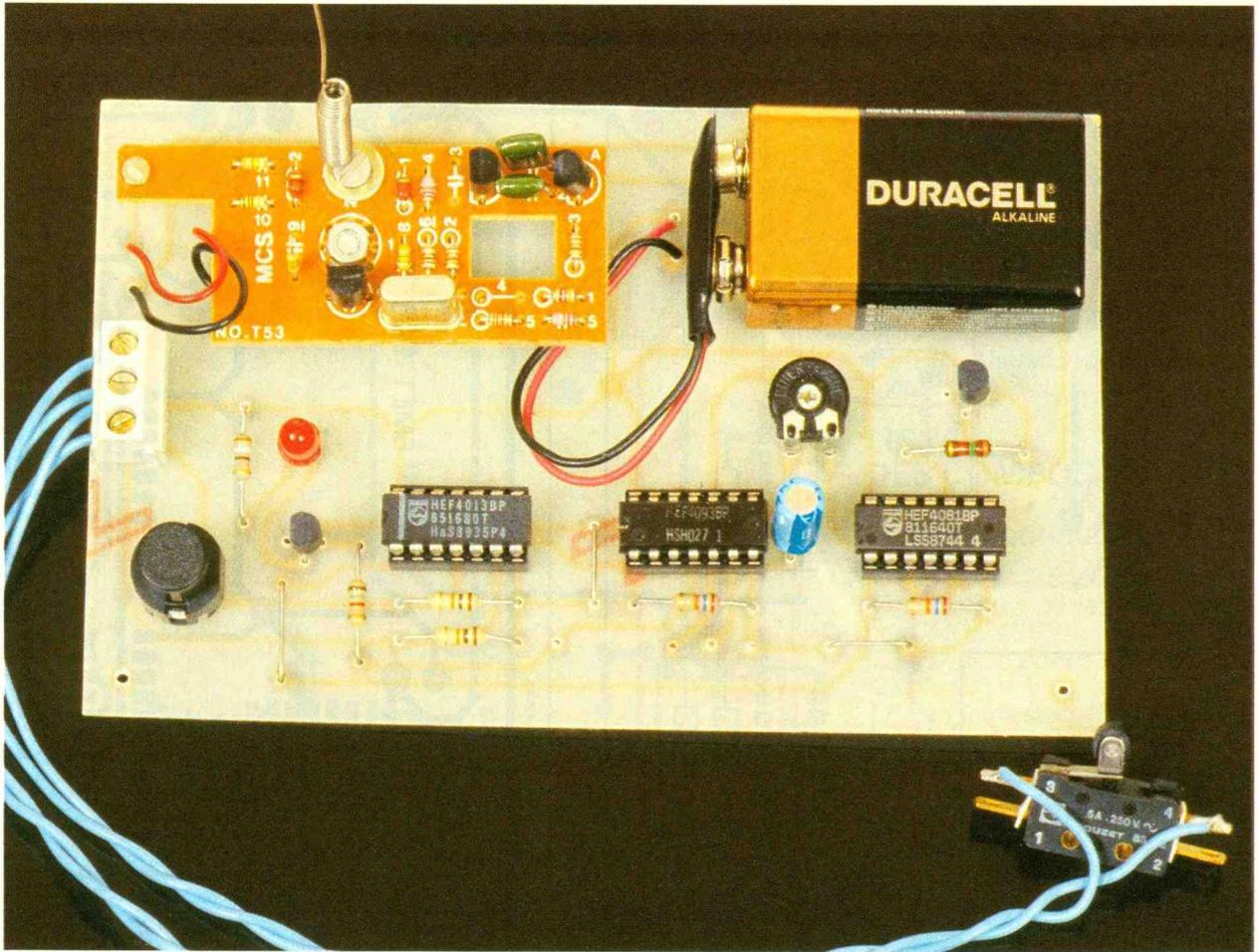


Photo 2. – Se détache de la carte imprimée, la section émettrice toute faite.

soigneusement les fils + et – de l'alimentation, ou mieux encore en laissant les fils d'origine. Il faudra penser à récupérer également l'antenne fouet.

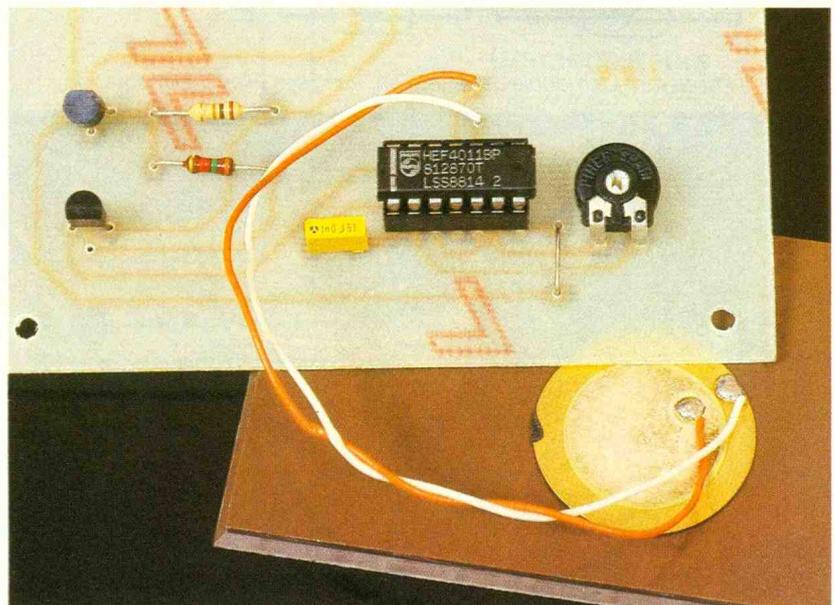
Pour le récepteur, il faudra démonter le véhicule et observer attentivement les liaisons électriques... Avec un multimètre, il convient de repérer un point noté OUT qui change de tension en cas de réception du signal. Vérifiez également l'ordre de grandeur de la tension appliquée au module électronique, tension qui n'est pas nécessairement la même que celle du moteur d'entraînement. Un essai à plat sur la table est souhaitable, avant de passer à la réalisation des circuits imprimés, donnés à l'échelle 1 aux figures 4 et 5. Pour une parfaite reproduction, nous ne saurions trop vous conseiller d'avoir recours à la méthode photographique sur de l'époxy présensibilisé.

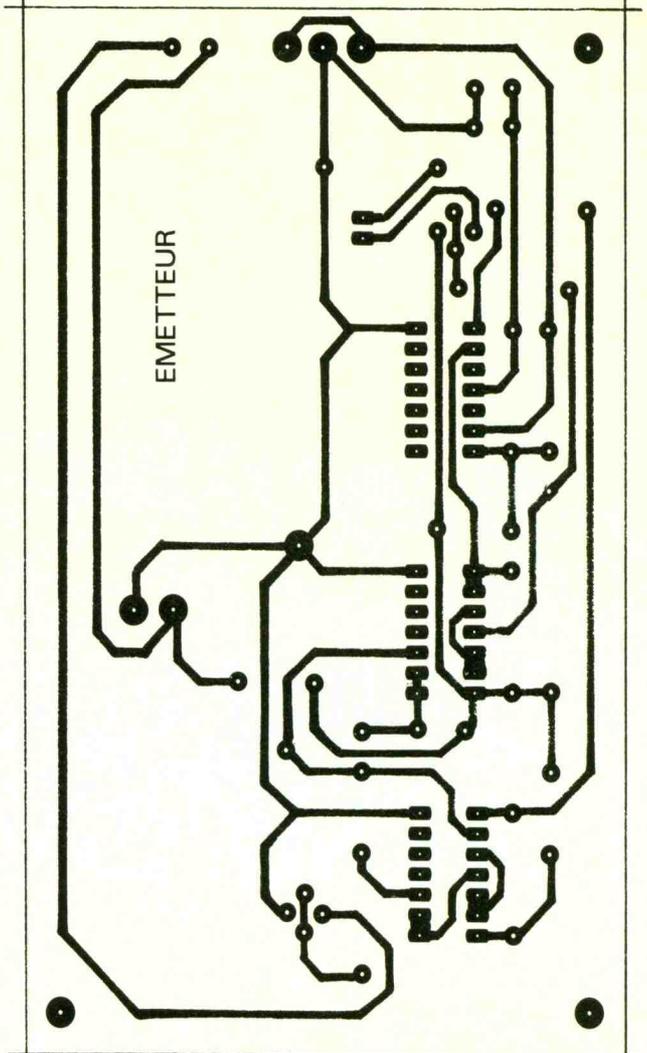
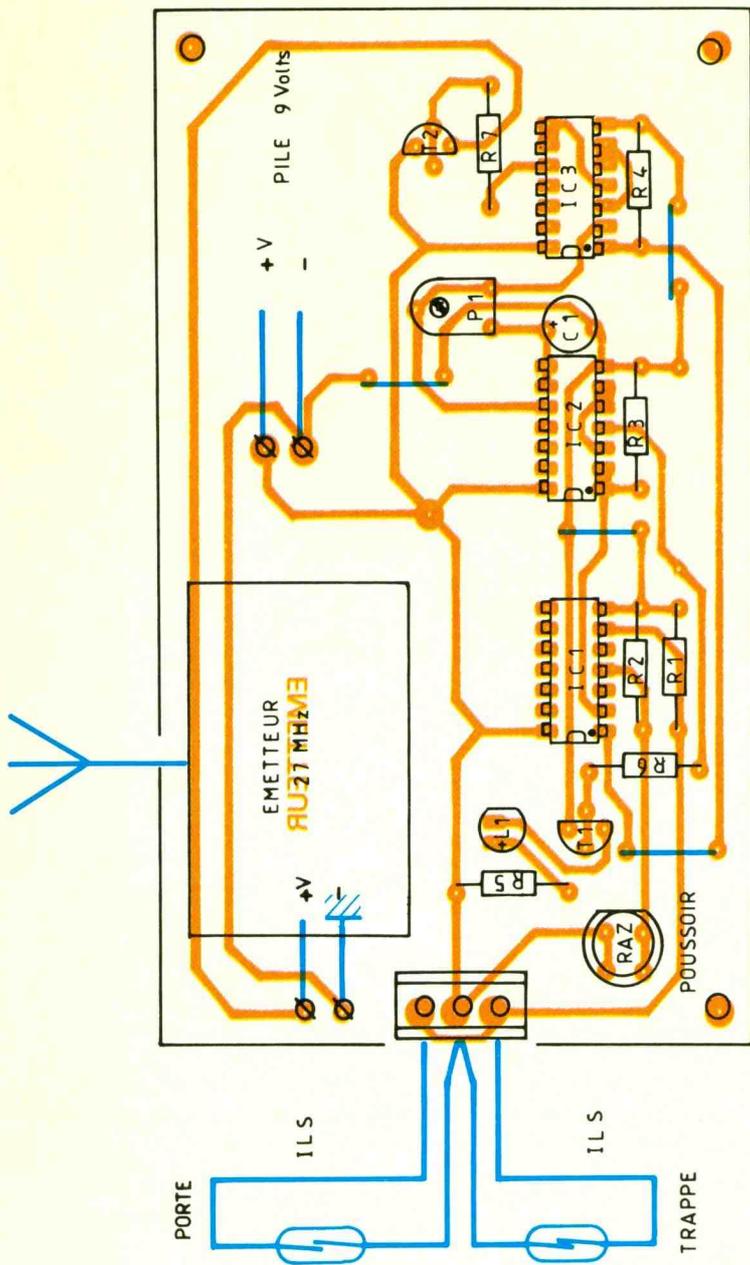
Le circuit émetteur n'a pas été prévu dans un boîtier, puisqu'il sera disposé à l'abri dans les entrailles de la boîte aux lettres. Pensez tout de même à le protéger du courrier inséré trop bruta-

lement ; rendez visible à l'ouverture la LED rouge, et accessible le poussoir de remise à zéro. L'antenne devra sortir de la boîte aux lettres, si possible sur le côté, à travers un passe-fil isolant. Le récepteur, par définition mobile ici, prendra place dans un

petit boîtier de La Tôlerie Plastique et sera déplacé dans la maison au gré de votre humeur. Une distance de plusieurs dizaines de mètres est aisée à obtenir ; sinon, il faudra augmenter légèrement la tension appliquée sur le module récepteur. Les seuls ré-

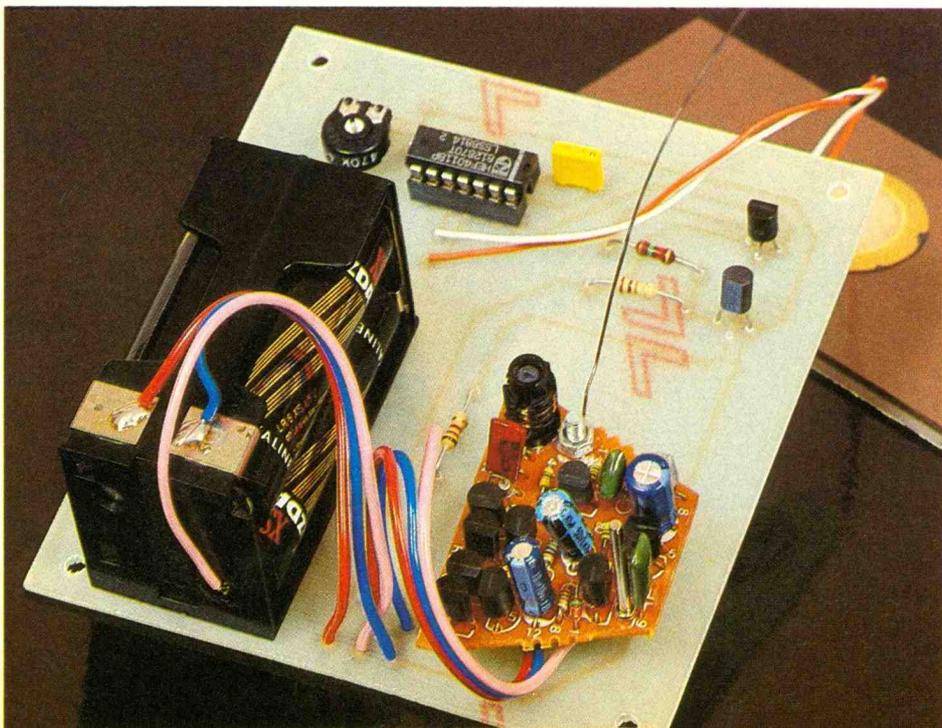
Photo 3. – Gros plan sur le 4011 et son buzzer piezzo.





**4-6** Le tracé de la partie émettrice se reproduira facilement. L'implantation des éléments reste claire et simple.

Photo 4. - Le module de réception, avec ses piles d'alimentation.



glages possibles consistent à ajuster le rythme du signal par P<sub>1</sub> et son timbre à l'aide de P<sub>2</sub>. Vous voilà en possession d'une option originale pour votre boîte aux lettres, normalisée ou non. Nous espérons simplement que vous n'aurez pas dans votre quartier un facteur du genre de celui dont parle Jacques Tati dans son film. Au contraire, si vos relations avec l'agent des postes sont amicales, pourquoi ne pas aller jusqu'à demander à celui-ci d'actionner un poussoir spécial lorsqu'il est passé ? Cela vous éviterait par exemple de vous déplacer pour récolter, en guise de courrier, une pleine brassée de publicités diverses, sans cesse plus envahissantes dans nos boîtes aux lettres.

Guy ISABEL

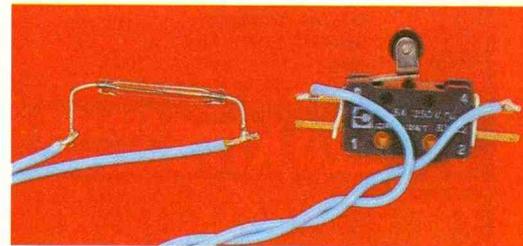
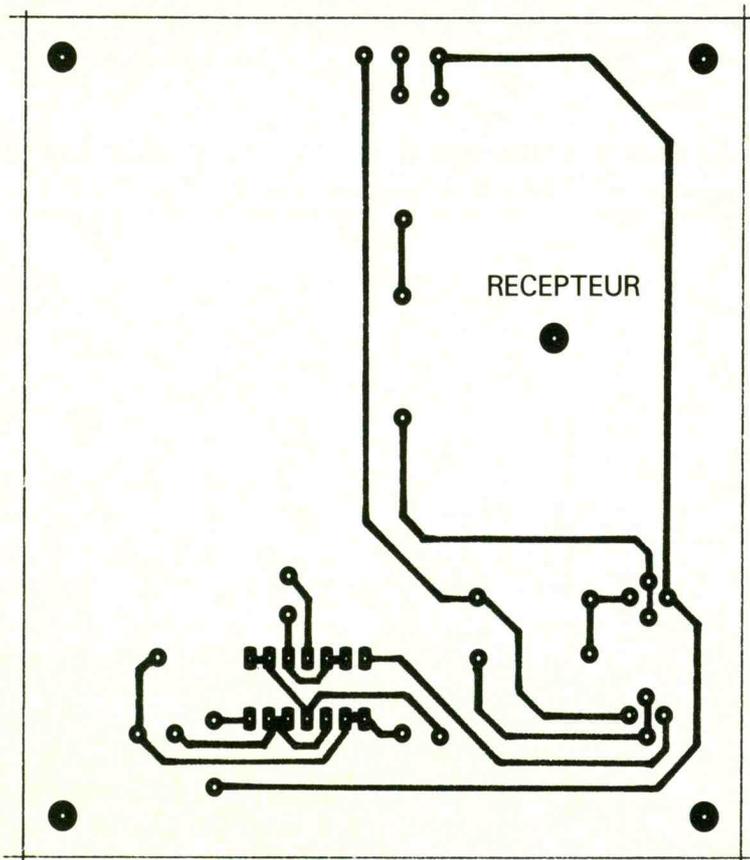


Photo 5. - Utilisation de deux capteurs.

## LISTE DES COMPOSANTS

### 1. Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub> : bascule D CMOS 4013  
 IC<sub>2</sub> : A, B, C, portes NAND trigger CMOS 4093  
 IC<sub>3</sub> : D, E, F portes AND, CMOS 4081  
 T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub> : transistors PNP BC 327  
 T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> : transistors NPN BC 337  
 L<sub>1</sub> : diode LED rouge 5 mm

### 2. Résistances (toutes valeur 1/4 W)

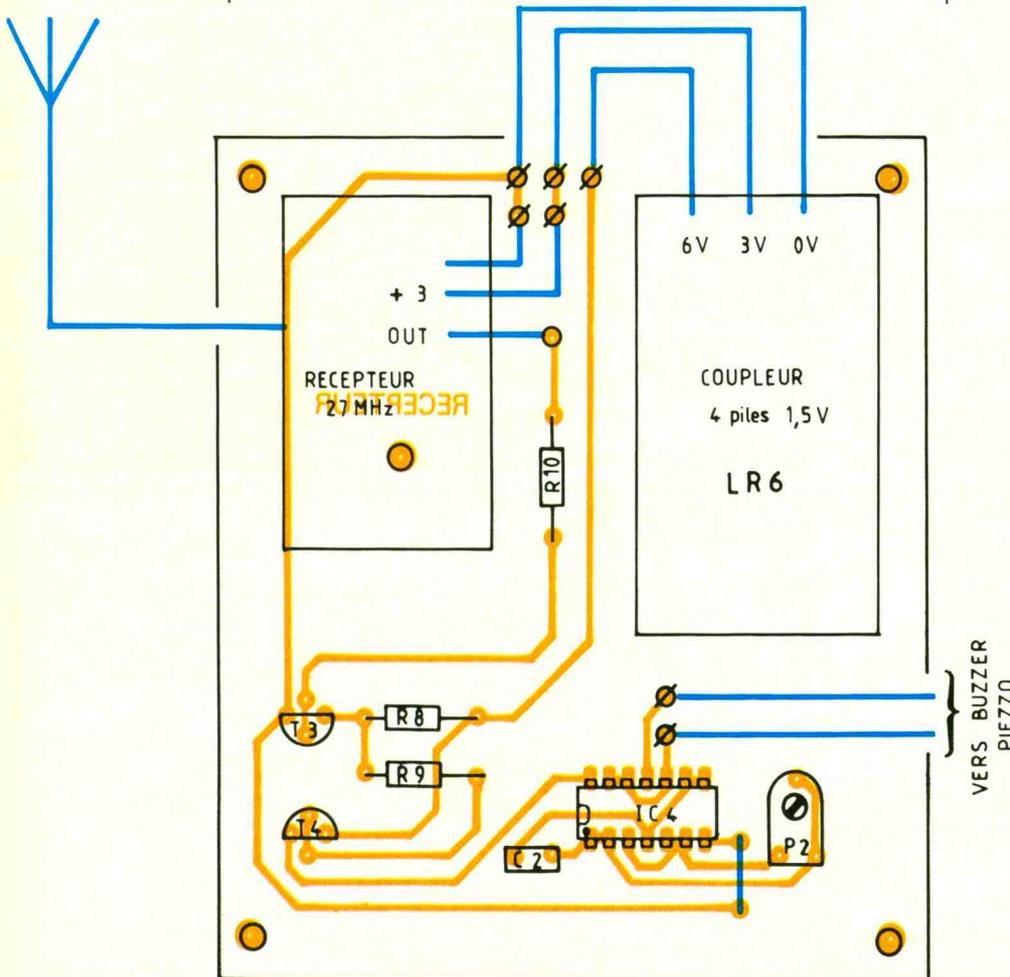
R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 27 kΩ (rouge, violet, orange)  
 R<sub>5</sub> : 390 Ω (orange, blanc, marron)  
 R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
 R<sub>8</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>9</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
 R<sub>10</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)  
 P<sub>1</sub> : ajustable horizontal 220 kΩ  
 P<sub>2</sub> : ajustable horizontal 470 kΩ

### 3. Condensateurs

C<sub>1</sub> : chimique vertical 10 μF/16 V  
 C<sub>2</sub> : plastique 1 nF

### 4. Divers

Un ensemble de radiocommande monocanal prélevé sur une voiture-jouet  
 Boîtier La Tôlerie Plastique D10 (50 x 100 x 110)  
 Bloc de 3 bornes vissé-soudé  
 Coupleur pression pour pile 9 V  
 Coupleur pour 4 piles rondes 1,5 V LR6  
 Poussoir à fermeture pour CI  
 4 supports à souder 14 broches  
 Résonateur piézzo céramique  
 Fils souples, époxy



5-7 Côté réception,  
 on ne peut rêver  
 plus simple.

# LE DIGISCOPE METRIX OX 7520



La suprématie d'un oscilloscope numérique sur un appareil conventionnel réside principalement dans sa possibilité de mémoriser les signaux affichés à l'écran.

Ainsi, nul besoin de recopier les oscillogrammes à la main ou de les photographier, un traitement par micro-ordinateur ou une recopie par imprimante deviennent possibles grâce à la présence d'un port RS 232.

Outre l'archivage, l'utilisateur peut surveiller et saisir des phénomènes transitoires, effectuer des comparaisons par rapport à des références, etc.

Un des autres avantages, et non des moindres, du DSO (Digital Storage Oscilloscope) est d'éviter le papillotement des signaux à l'écran, dû principalement à leur faible répétitivité.

Au travers de l'OX 7520, nous allons à présent découvrir l'ensemble des commandes ainsi que leurs possibilités, et entrevoir par-delà même qu'il n'est pas réellement si difficile de se servir d'un oscilloscope numérique.

## FONCTIONS ANALOGIQUES

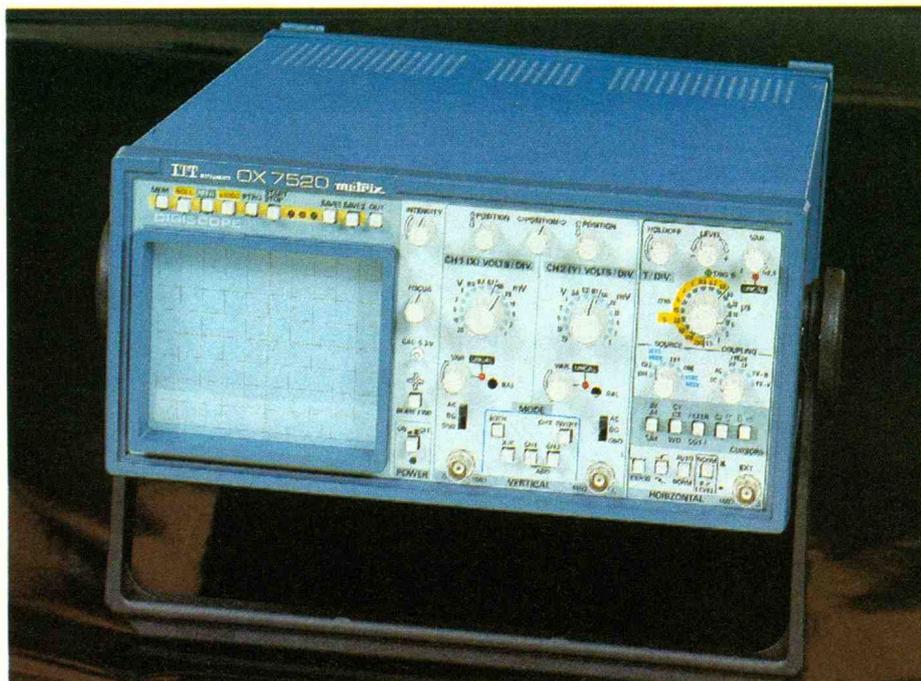
La partie claire de la face avant regroupe l'ensemble des commandes dites « analogiques ».

Concernant les réglages des spots, on retrouve les commandes d'intensité et de netteté, la fonction BEAM FIND – recherche de traces – ainsi que les dispositifs de cadrages horizontal et vertical des canaux.

Avec une impédance de  $1\text{ M}\Omega/30\text{ pF}$ , les entrées acceptent jusqu'à 400 V (composantes continue + alternative, à 1 kHz).

Chacune des voies dispose d'un commutateur d'atténuation équipé de 14 calibres allant de 1 mV à 20 V/div, en séquences 1-2-5. La précision atteint alors  $\pm 3\%$ .

Signalé par un voyant, une commande de décalibrage – UNCAL



– reste accessible, insérant une atténuation progressive de 1 à 0,4.

La base de temps, quant à elle, dispose de 18 positions, en séquences 1-2-5, allant de  $0,5\ \mu\text{s}$  à  $0,2\text{ s/div}$ .

Un réglage fin reste accessible dans un rapport de 1 à 2,5. Un voyant signale à l'utilisateur le décalibrage opéré.

Enfin, la fonction EXP. 10 permet une expansion de facteur 10 de la base de temps ; ce qui porte le calibre  $0,5\ \mu\text{s/div}$  à  $0,05\ \mu\text{s/div}$  et même à  $0,02\ \mu\text{s/div}$  si l'on actionne la commande VAR de décalibrage à fond.

## Les modes de fonctionnement

Diverses configurations peuvent être imposées à l'écran :

- canal 1 seul,
- canal 2 seul,

● – canal 2 (inversion de la voie 2),

● canal 1 et canal 2, soit en **mode découpé** (base de temps comprise entre 200 ms et 5 ms), soit en **mode alterné** (base de temps comprise entre 2 ms et  $0,5\ \mu\text{s}$ ),

● canal 1 + canal 2 (addition)

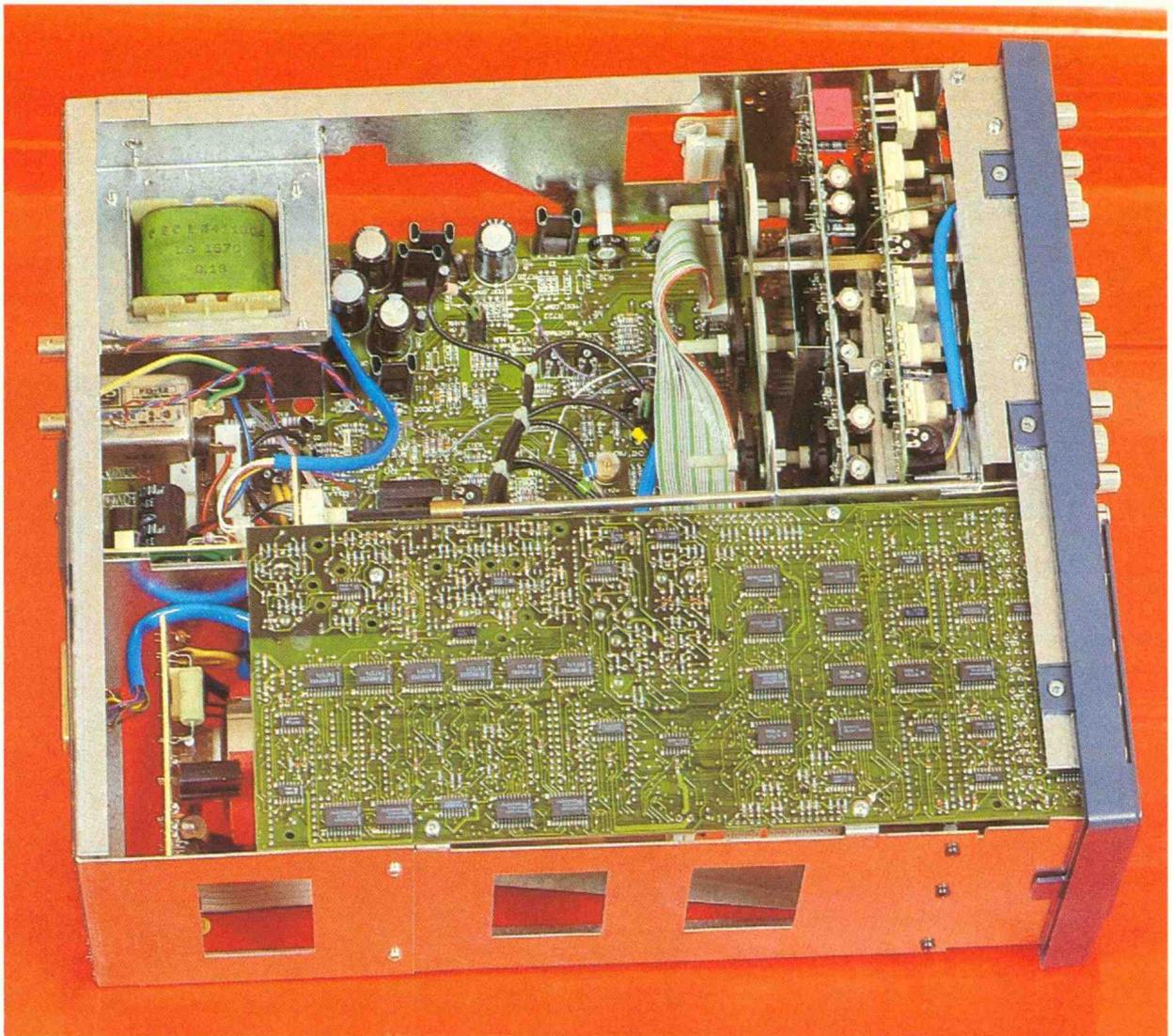
● canal 1 + (– canal 2) (soustraction)

● mode XY (base de temps déconnectée → courbes de Lissajous).

## Les modes de déclenchement

Pour opérer au mieux le déclenchement de l'oscilloscope sur les signaux mesurés, le manipulateur se doit de choisir au préalable la **source** :

Canal 1, canal 2, mode vertical (dépendant du mode de fonctionnement requis), ext. (en liai-



Importante utilisation de composants CMS au niveau de la réalisation.

son avec un signal extérieur appliqué), line (en rapport avec le réseau électrique) ;

– puis le couplage :

continu, alternatif, filtre passe-haut, filtre passe-bas, tops lignes, tops trames.

On procède ensuite au choix de la pente du signal de déclenchement, positive ou négative, au choix du mode de fonctionnement, AUTO → déclenchement sans signal, NORM → déclenchement sur signal, puis à la détermination de la plage, NORM →  $\pm 12$  div, PP → 80 % de l'amplitude de crête à crête pour un signal sinusoïdal.

On réglera pour finir le niveau de déclenchement à l'aide du bouton level, dont la marge de fonctionnement reste liée à la commande NORM-P.P.

## FONCTION ANALOGIQUE

### Amplificateurs verticaux

● 2 voies identiques : CH1 et CH2.

● Bande passante à  $-3$  dB : couplage AC : 10 Hz à 20 MHz ; couplage DC : 0 à 20 MHz ; sauf sensibilités 1 à 5 mV/div : 0 – 10 MHz.

● Sensibilité : de 1 mV à 20 V/div sur 14 positions dans le rapport 1-2-5 ; précision 3 % ; réglage fin dans le rapport 1 à 2,5 ; décalibration confirmée par voyant « UNCAL ».

● Impédance d'entrée : 1 M $\Omega$ /30 pF ; référence : 1 kHz et 6 divisions ; temps de montée : 17,5 ns.

● Modes de fonctionnement : CH1 ou CH2 ou  $-CH2$  ; CH1 et  $\pm CH2$  alternés ou découplés ; CH1  $\pm$  CH2 et XY.

● Protection : jusqu'à 400 V (crête composante continue comprise : 1 kHz).

### Mode XY

● Entrée X par la voie CH1 ; entrée Y par CH2.

● Bande passante à  $-3$  dB : 0 à 2 MHz et 10 Hz en couplage alternatif ; écart de phase entre voies :  $< 3^\circ$  à 100 kHz ; facteur de déflexion : X et Y identique.

### Entrée Z

● Modulation lumineuse niveau TTL.

● Bande passante 2 MHz.

## Base de temps

- **Calibres** : 0,5  $\mu$ s à 0,2 s/div sur 18 positions dans le rapport 1-2-5 ; 3 %.
- **Réglage fin** dans le rapport 1 à 2,5 avec voyant de décalibration « UNCAL » pour toute position en dehors de la butée gauche.
- **Expansion x 10** : vitesse max. à 20 ns, mode automatique ou déclenché.

## Déclenchement

- **Source** :
  - interne CH1 ou CH2, alterné CH1 et CH2 crête à crête, secteur, TV ligne et trame ;
  - externe : en liaison AC ou DC.
- **Sensibilité** : voyant de déclenchement marqué TRIG « D ». Réglage sur pente positive ou négative.

Mode	Interne	Externe	TV (int.)
0 à 10 MHz	0,5 div	500 mVcc	0,5 div
10 à 20 MHz	1 div		

## FONCTIONS NUMERIQUES

L'OX 7520 de Metrix dispose, par voie, d'un convertisseur 8 bits, échantillonnant à 20 MHz. On atteint ainsi une résolution verticale de  $2^8 = 256$  niveaux.

La base de temps en **mode normal** va de 5  $\mu$ s/div à 0,2 s/div (EXP.10 pouvant être validé) et de 100 ms/div à 200 s/div en **mode x 1 000**. Doté de deux mémoires CMOS de 2 Ko, l'appareil comporte trois modes d'acquisition s'adaptant aux signaux les plus variés.

## Le mode ROLL

Le mieux adapté à l'observation de phénomènes lents, il fait déplacer le signal à l'écran de la droite vers la gauche, comme sur un enregistreur graphique.

## Le mode REFRESH

Cette configuration permet un réarmement automatique de l'appareil après que chaque acquisition est terminée.

Il devient ainsi possible de comparer un signal préalablement mémorisé à un signal en cours d'acquisition (voir SAVE 1 et SAVE 2).

Nombre d'échantillons visualisés	Facteur d'expansion	Pré-déclenchement
2 Ko	x 1	1 Ko
1 Ko (en x 1 000 ou sur 5 $\mu$ s/div)	x 1	0,5 Ko
200 octets	EXP. 10	1 Ko
100 octets (en x 1 000 ou sur 5 $\mu$ s/div)	EXP. 10	0,5 Ko

## Le mode single ou monocoup

Ce mode entre en fonction par défaut (ni ROLL ni REFR ne sont alors validés). Son rôle dévolu est de capturer des signaux transitoires uniques.

## La fonction prétrigger ou PTRG

Ce mode permet de mémoriser une partie précédant le déclenchement de l'oscilloscope, ce qui représente un avantage majeur par rapport au mode analogique. La profondeur du prédéclenchement dépend du nombre d'échantillons visualisés :

## Fonctions SAVE 1 et SAVE 2

Les deux mémoires peuvent être protégées contre les suracquisitions accidentelles à l'aide de SAVE 1 et SAVE 2. En fonction, ces commandes figent à la fois l'écran et la mémoire de sauvegarde.

*L'écran offre une bonne visibilité.*



Elles permettent également la comparaison de deux signaux à l'écran, en opérant de la façon suivante :

- injecter le signal de référence sur le canal 1 ;
- lancer une acquisition en mode single ;
- sauvegarder la voie 1 ;
- injecter le même signal, susceptible d'être modifié, sur le canal 2 ;
- lancer une acquisition en mode rafraîchissement.

On conserve ainsi sur l'écran le signal de référence figé, tout en observant un second signal en cours d'acquisition.

## Les curseurs de mesure

Avec cette commande, nous abordons la fonction « analyse » des signaux acquis.

L'appareil permet ainsi les mesures de tension, de temps et de fréquence à l'aide de deux curseurs mobiles, soit horizontaux ( $\Delta V$ ), soit verticaux ( $\Delta t$ ,  $1/\Delta t$ ). Les

résultats des mesures apparaissent en clair à l'écran, accompagnés des unités.

## La fonction WINDOW

Ce mode permet de déplacer l'origine de la fenêtre de visualisation le long des 2 Ko mémorisés. Cela rend possible une analyse fine des signaux.

## Le filtrage

Sans la présence d'un filtre, les signaux numérisés apparaîtraient à l'écran sous la forme de points. Afin de se rapprocher de la forme originelle, on procède à un filtrage. Deux modes sont ici disponibles.

Le premier, nommé **DOT JOIN**, correspond à un filtre analogique et le second, nommé **FILTER (LN)**, est un filtre à interpolation linéaire (à vos livres de mathématiques !). Ce principe consiste à relier deux points mémorisés par un segment de droite.

A noter : la possibilité d'utiliser les deux modes de façon simultanée.

## La recopie d'écran (OUT)

Directement interfaçable à tout plotter numérique XY-RS 232 HPGL, l'OX 7520 du type A1 (avec option) permet la recopie d'écran avec tous les paramètres caractérisant l'acquisition : sensibilité, curseurs  $\Delta V$  ou  $\Delta t$ , vitesse de la base de temps..., facilitant ainsi l'analyse et l'exploitation des signaux mémorisés.

## FONCTION NUMERIQUE

### Acquisition

● **Conversion analogique numérique** : un convertisseur par voie ; résolution verticale 8 bits (256 niveaux) ; précision 3 % pour la chaîne complète.

● **Fréquence d'échantillonnage** : maximale 20 ms/s, soit 5  $\mu$ s/div ; vitesse minimale 200 s/div, soit 0,5 Hz.

● **Capacité mémoire** : 2 buffers mémoires de 2 Ko ; protection contre une acquisition erronée (« SAVE »). Le SAVE sur une seule voie peut servir de référence de comparaison.

● **Modes d'acquisition** (trois possibilités) :

- ROLL : 100 ms à 200 s
- REFRESH : 5  $\mu$ s à 20 s

- **MONO COUP** (touche START/STOP).

Prédéclenchement sur la moitié de la visualisation (prétriggen 50 %).

## Visualisation

● **Readout** : Le digiscopie OX 7520 est équipé d'un système d'affichage numérique des paramètres :

- sauvegarde de la mémoire CH1 et CH2 ;
- voie(s) visualisée(s) CH1, CH2 ;
- sensibilité verticale et décalibration ;
- base de temps ;
- fonction d'analyse sélectionnée ;
- prédéclenchement (T) 1 Ko ;
- origine de la fenêtre de visualisation en octets ;
- mode  $\times 1\ 000$  de la base de temps ;
- interpolation F-LN ou FLN.

● **Curseurs de mesure** : 2 curseurs de mesure commutables permettent :

- en position horizontale, des mesures de niveau affichées en mV ou V ;
- en position verticale, des mesures de temps, en  $\mu$ s, ms ou s, et de fréquences.

Les valeurs mesurées entre les deux curseurs sont également affichées (readout) en bas de l'écran.

## Analyse

● Choix de l'un ou des deux mémoires à visualiser.

● Expansion numérique  $\times 10$ .

● Décalage de la fenêtre de visualisation (WD ou WINDOW).

● Examen d'espaces de temps équivalents par le mode Tracking (TRK sur l'écran).

● Visualisation XY numérique, quel que soit le mode d'acquisition.

● Linéarisation des signaux mémorisés par filtre linéaire ou DOT JOIN.

## Signal de calibration

Rectangulaire : 1 kHz.  
1 sortie sur pin : 0,2 V.  
Précision : 1 %.

**Sortie TTL** à la fréquence de la base de temps.

## Tube cathodique

- Ecran GH (P31).
- Dimensions : 8  $\times$  10 divisions (1 div = 10 cm).
- Graticule interne.
- Accélération 2 kV.
- Rotation de trace ajustable.

## Autres caractéristiques

**Sécurité** : CEI 348 classe 1.

**Susceptibilité et rayonnement** selon GAM T 13 et VDE 871 classe B.

**Alimentation** : 120-220-240 V  $\pm 10$  % (48 à 440 Hz).

**Consommation** : 100 VA.

**Dimensions** : 340  $\times$  145  $\times$  415 mm.

**Poids** : 8,6 kg.

## Option OX 7520-A1

Sortie RS 232 interface série sur connecteur 25 broches :

- utilisant le standard HPGL pour la reproduction complète de l'écran sur une table traçante ;
- fonctionnement autoplot pour déclencher la sortie à la fin de chaque acquisition.

## CONCLUSION

Pour un coût proche de 10 000 F HT, l'utilisateur peut disposer d'un DSO de base plus qu'intéressant.

Celui-ci comporte entre autres un circuit de déclenchement bien réussi. Disposant d'une face avant intelligemment conçue, l'utilisateur ne sera pas pris au dépourvu et pourra le manipuler très vite, après quelques essais.

Cet appareil reste disponible dans tout le réseau de revendeurs Metrix.

Christophe PICHON

**E.T.S.F.**  
**recherche auteurs**  
**dans le domaine**  
**de l'électronique**  
**de loisirs**

**Ecrire ou téléphoner à**  
**B. FIGHIERA**  
**2 à 12, rue de Bellevue**  
**75019 PARIS**  
**Tél. : (1) 42 00 33 05**

# COMMANDE NUMERIQUE DE CONVOIS FERROVIAIRES (IV) : Décodeur/Récepteur



Cette carte constitue le cœur du STD – système de train digital – tant par sa fonction que par sa miniaturisation. De taille extrêmement réduite, ce récepteur s'intégrera dans chacune des locomotives pilotées.

Ce récepteur ne fonctionne qu'avec des locomotives à courant continu, mais le système STD peut être implanté sur un réseau 3 rails, auquel cas le rail central propage le signal et les extrémités la masse.

Il est nécessaire de prévenir qu'il faudra prendre beaucoup de précautions lors de son montage car, comme on pourra le constater, certains composants sont à souder côté cuivre.

Si vous possédez plus de 7 locomotives, il faudra fabriquer plusieurs récepteurs sur le même canal et bien choisir les locomotives associées. En effet, si vous désirez faire évoluer plusieurs locomotives calées sur le même canal, elles rouleront à la même vitesse et dans le même sens.

Il sera donc judicieux de séparer les locomotives en fonction de leur époque. En effet, une locomotive à vapeur ne roulera pas en même temps qu'un TGV !

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

On se reporte au schéma de la figure 1, et, pour une meilleure compréhension, il est préférable de séparer le montage en trois parties :

- alimentation à partir des rails ;
- décodeur 1 parmi 7 voies ;
- commande proportionnelle de la locomotive.

### 2° Alimentation

Cette partie est très simple. La tension présente sur les rails étant alternativement positive et négative (semblable à une tension alternative délivrée par un transformateur mais de forme carrée), il suffit de la redresser, par le biais d'un pont redresseur 4 diodes et d'y ajouter un petit condensateur pour obtenir une tension bien continue.



Le condensateur à ajouter dépend de la différence existant entre la tension positive et la tension négative. Si cette différence dépasse 1 V (exemple + 16 V et - 17 V), il sera nécessaire de choisir un condensateur plus important.

On verra par la suite que le pont de diode ainsi que le condensateur tampon ne seront pas à implanter sur le circuit imprimé, en raison de sa miniaturisation.

Il vient ensuite un petit régulateur de tension (IC<sub>1</sub>) fixé à + 5 V pour l'alimentation de l'électronique qui suit. Il s'agit d'un 78L05 qui permet de délivrer un courant de 100 mA maximum, ce qui est suffisant puisque l'électronique (excepté le moteur traction) ne consomme que 80 mA maxi.

En raison de la différence entre la tension d'entrée (environ 16 V) et la tension de sortie du régulateur (5 V), celui-ci s'échauffe un peu puisqu'il dissipe environ 1 W, mais il n'y a pas lieu de s'inquiéter.

### 2° Décodeur 1 parmi 7 voies

Le codeur envoie une série de sept impulsions (dont la durée est réglable) ainsi qu'une impulsion de synchronisation qui varie selon la durée propre de chaque impulsion de voie.

Le rôle du décodeur est de séparer les 7 voies émises séquentiellement par le codeur, via le booster, tout en conservant les durées propres à chacune.

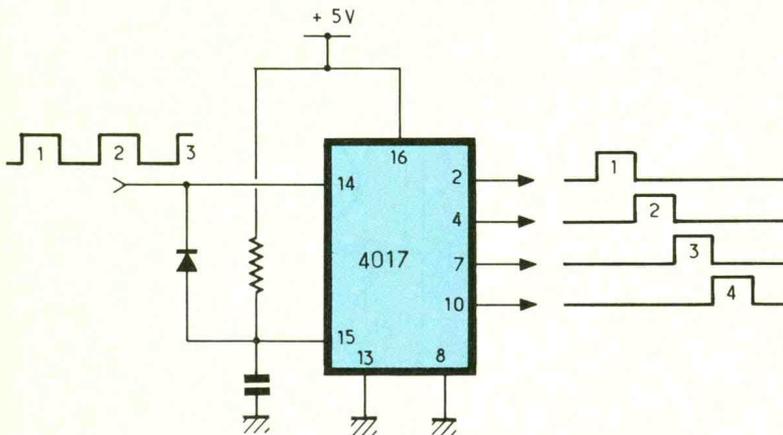
Cette tâche est réalisée par un compteur décimal CMOS 4017 (IC<sub>2</sub>) fonctionnant en registre à décalage, associé à une diode, une résistance et un condensateur qui vont se charger de la remise à zéro du compteur lors de l'impulsion de synchro (broche 15).

Les données « série » sont recueillies sur le rail signal, inversées et adaptées à 5 V par R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> et T<sub>1</sub>, puis elles parviennent sur l'entrée Clock du compteur CMOS 4017 (broche 14).



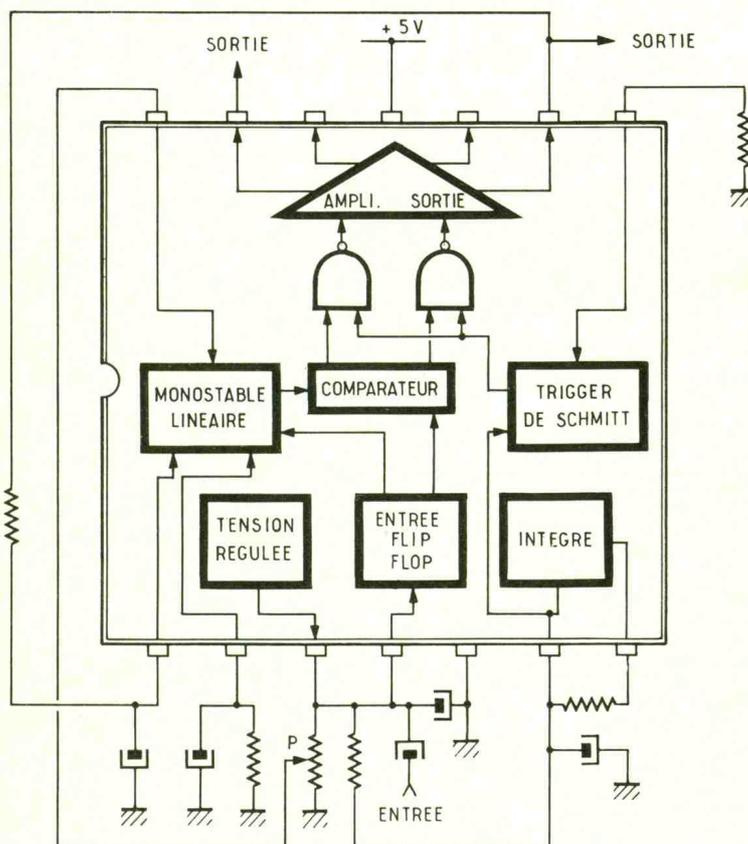
# 2

Oscillogrammes caractéristiques du décodeur.



# 3

Synoptique du NE 544.



condensateur qui supprime la composante continue du signal décodé par IC<sub>2</sub>.

Ce signal arrive dans une bascule flip-flop qui déclenche le monostable de la durée du neutre (réglable par P). Vient ensuite un amplificateur comparateur flip-flop qui, par le biais d'un trigger de Schmitt, commande l'amplificateur de sortie.

Le système « trigger de Schmitt + intégration » génère un signal carré pour la commande hachée de l'amplificateur de sortie.

Comme on peut le constater sur la structure interne du NE 544, la

sortie est constituée d'un pont de transistors qui permet d'inverser le sens de la tension.

Sur le schéma du récepteur (fig. 1), on retrouve l'ajustable de réglage du neutre (P<sub>1</sub>).

L'alimentation se fait entre la broche 5 (masse) et la broche 11 (+5 V).

La sortie en tension s'effectue entre les bornes 9 et 13. Cette tension est découpée, et c'est le rapport cyclique (temps à l'état haut par rapport au temps à l'état bas) qui amène une valeur moyenne variable (voir oscillogrammes).

L'inversion du signe de la tension de sortie s'effectue, vous vous en doutez, par la permutation de la broche de référence de la tension de sortie. Exemple :

pour  $t = 1,1 \text{ ms} \Rightarrow V_9 = 0$  et c'est  $V_{13}$  qui est découpée, pour  $t = 1,3 \text{ ms} \Rightarrow V_{13} = 0$  et c'est  $V_9$  qui est découpée ;

La tension de sortie ainsi que le courant débité par le NE 544 étant trop faible pour alimenter un moteur traction de locomotive, il est nécessaire de passer un autre pont - 4 transistors - qui prélèvera son énergie directement après le pont de diodes où la tension atteint 16 V environ.

Les transistors T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub> (NPN) ainsi que T<sub>4</sub> et T<sub>5</sub> (PNP) doivent supporter un courant de 800 mA minimum (courant maximum consommé par une locomotive).

La puissance dissipée n'est pas élevée (fonctionnement des transistors en interrupteur), mais il s'avère que dans certains cas (charge importante due à un long convoi), les transistors ne se trouvent plus saturés, auquel cas ils chauffent plus, et la tension aux bornes du moteur de la locomotive diminue. Il sera alors nécessaire de diminuer la valeur de R<sub>8</sub> et R<sub>12</sub> (470 Ω).

Les résistances R<sub>9</sub> et R<sub>13</sub> servent à bloquer légèrement les transistors T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub> lors de la position neutre car il subsiste une petite tension en sortie du NE 544.

## REALISATION

On trouvera en figures 5 et 6 le tracé de circuit imprimé ainsi que l'implantation des composants à l'échelle 1.

Pour la fabrication du circuit imprimé, on préférera la méthode photographique à la gravure directe, en raison de sa miniaturisation et pour la bonne raison qu'il faudra en faire plusieurs.

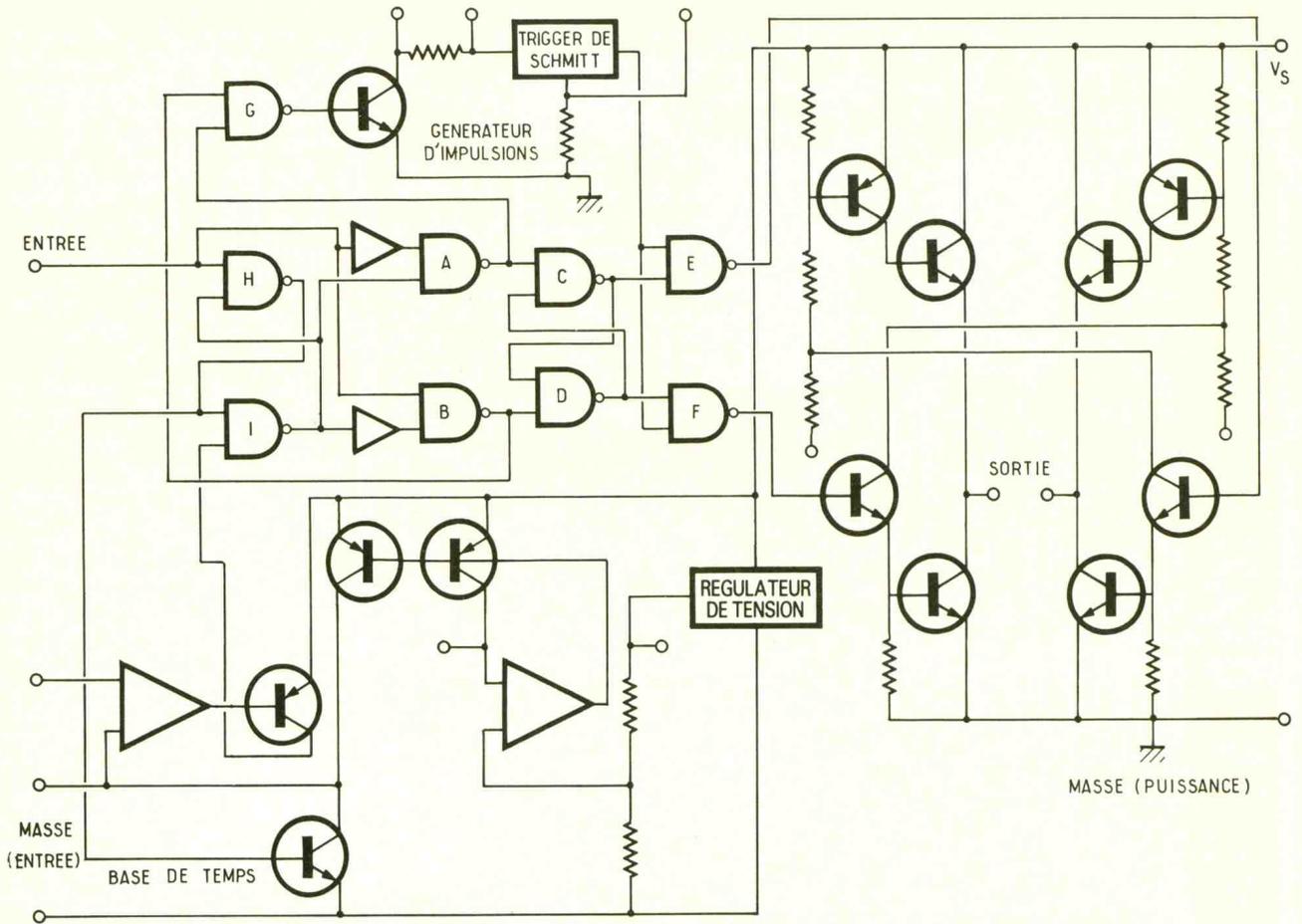
Après passage au perchlore de fer puis rinçage abondant à l'eau claire, on débutera le perçage des circuits imprimés.

Vu la taille des pastilles utilisées, il sera impératif d'utiliser une mèche de 0,6 ou 0,7 mm de diamètre. On agrandira certains trous avec une mèche de 0,8 ou 1 mm suivant les composants utilisés.

De plus, il faudra faire attention à ne pas trop chauffer les pastilles lors de la phase de soudage pour ne pas risquer de les décoller.

Une fois le circuit imprimé fabriqué, on vérifiera s'il n'existe au-

# 4 Schéma de principe de l'amplificateur NE 544.



cun pont entre les pastilles et les liaisons.

On commencera par souder les résistances du côté composants, puis la diode, les condensateurs en faisant attention à leur polarité, les 5 transistors, le régulateur IC<sub>1</sub> (attention au brochage), le compteur IC<sub>2</sub> et le NE 544 en veillant au sens. L'ajustable reste à implanter : il sera peut-être nécessaire de plier légèrement les pattes afin qu'elles ne touchent pas le circuit intégré IC<sub>3</sub>.

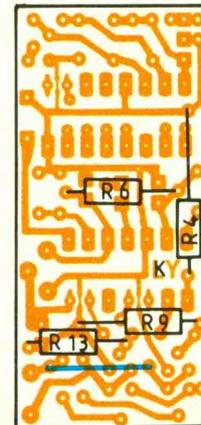
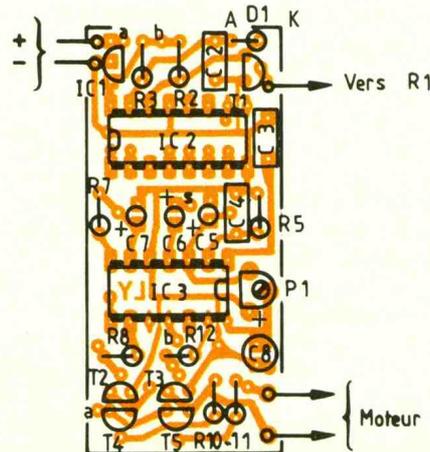
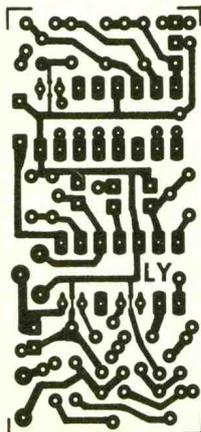
**Attention aux ponts de soudure !**

On câblera ensuite les deux straps avec du fil rigide isolé en les faisant passer au-dessus des circuits intégrés. Il faudra alors souder les 4 résistances du côté cuivre. On s'arrangera pour ne pas les « coller » contre les pistes. Restent un strap et la liaison pour le choix du canal qu'il faudra souder sur l'une des 7 premières sorties du compteur IC<sub>2</sub>.

On rappelle enfin la correspondance des canaux et des sorties du décodeur IC<sub>2</sub> :

- Canal 1 ⇒ broche 2
- Canal 2 ⇒ broche 4
- Canal 3 ⇒ broche 7
- Canal 4 ⇒ broche 10
- Canal 5 ⇒ broche 1
- Canal 6 ⇒ broche 5
- Canal 7 ⇒ broche 6.

Pour finir, on procédera au montage du pont de diodes associé au condensateur C<sub>1</sub> et à la mise



# 5-6

Tracé du circuit imprimé à l'échelle 1/implantation des composants, côté isolant/implantation des composants, côté cuivre : les straps seront réalisés en fil isolé : **on reliera les deux points repérés a, entre eux, ainsi que les deux points repérés b. De même, un conducteur reliera le + de C<sub>6</sub> à l'une des sortie d'IC<sub>2</sub> (suivant le canal).**

en place de la résistance  $R_1$  du côté du rail signal. On les relie au montage avec du fil de câblage souple, comme indiqué sur l'implantation des composants.

## MISE EN MARCHÉ ESSAI

On relie directement le fil masse à la masse du booster et le fil signal à la sortie signal du booster. On branche une ampoule de 12 V/2 W en sortie du récepteur. Après avoir choisi un canal existant au niveau du codeur (différente du neutre), on procède à la mise en marche de l'alimentation.

L'ampoule doit s'allumer. Si ce n'est pas le cas, bouger légèrement l'ajustable  $P_1$  pour obtenir un faible allumage.

Vérifier la tension à l'entrée (environ 16 V) et à la sortie (5 V) du régulateur de tension.

Faire varier la position du potentiomètre du codeur et observer la variation d'intensité lumineuse. Si ce n'est pas le cas, vérifier le canal choisi.

Mettre en position neutre (arrêt) le potentiomètre du codeur et régler l'ajustable  $P_1$  afin d'obtenir une tension nulle aux bornes de l'ampoule (extinction).

Mettre le potentiomètre en butée de chaque côté et vérifier le changement de polarité.

Brancher l'oscilloscope aux bornes de l'ampoule et vérifier la variation du rapport cyclique de la tension en créneau. En butée à droite, on doit obtenir un rapport cyclique de 100 % (tension continue). Si ce n'est pas le cas, bouger légèrement les résistances ajustables  $R_{13}$  et  $R_{14}$  du potentiomètre de voie du codeur.

Relever les maxima (avant et arrière). Le maximum avant doit être égal à la tension présente aux bornes du condensateur  $C_1$  (environ 16 V à 1,5 V près). Si ce n'est pas le cas, remplacer  $R_8$  et  $R_{12}$  par des résistances de 1 k $\Omega$ .

Vérifier que les autres voies du codeur n'ont aucun effet sur la tension de sortie de ce récepteur.

Couper l'alimentation et remplacer l'ampoule par le moteur d'une locomotive.

Vérifier le bon fonctionnement.

Il faut choisir le condensateur  $C_9$  afin d'éliminer au maximum les ondulations de la tension aux bornes du moteur.

Réajuster, si nécessaire, les ajustables  $R_{13}$  et  $R_{14}$  du codeur afin

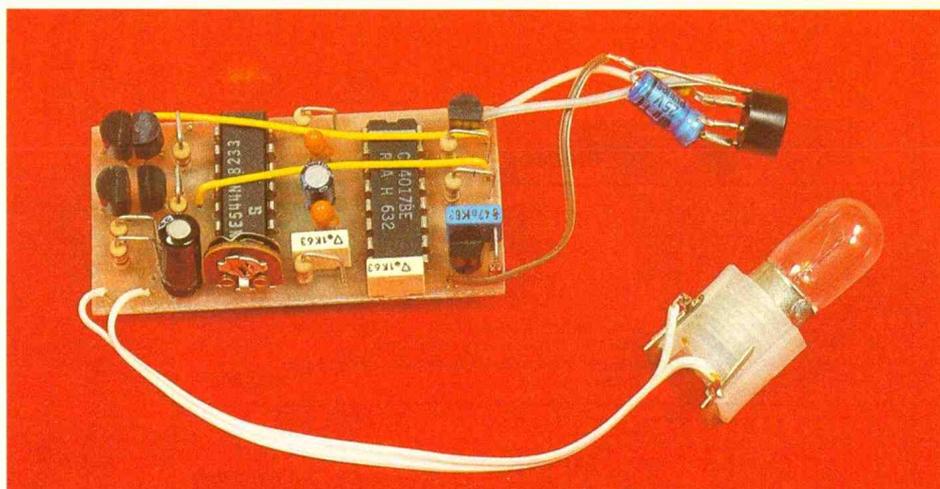


Photo 3. – Vue de dessous du décodeur.

d'obtenir la marche avant et la marche arrière désirées.

Régler les ajustables de l'indicateur de sens de marche afin d'obtenir l'allumage des LED lors de la mise en rotation du moteur par exemple.

Si tout est OK, il ne vous reste plus qu'à fabriquer autant de récepteurs que vous possédez de locomotives et de répartir vos sept canaux.

Jean-Luc TISSOT

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

$R_1$  : 47 k $\Omega$ , 1/4 W (jaune, violet, orange)

$R_2$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  : 22 k $\Omega$ , 1/4 W (rouge, rouge, orange)

$R_3$  : 100 k $\Omega$ , 1/4 W (marron, noir, jaune)

$R_4$  : 270 $\Omega$ , 1/4 W (rouge, violet, marron)

$R_7$  : 150  $\Omega$ , 1/4 W (marron, vert, marron)

$R_8$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  : 2,2 k $\Omega$ , 1/4 W (rouge, rouge, rouge)

$R_9$ ,  $R_{13}$  : 4,7 k $\Omega$  à 10 k $\Omega$ , 1/4 W

$P_1$  : ajustable vertical 4,7 k $\Omega$

$C_1$  : 10  $\mu$ F 25 V radial  
 $C_2$  : 47 nF 63 V, pas 5,08 mm  
 $C_3$ ,  $C_4$  : 100 nF 63 V, pas 5,08 mm

$C_5$ ,  $C_7$  : 1  $\mu$ F tantale 6,3 V

$C_6$  : 2,2  $\mu$ F tantale 6,3 V

$C_8$  : 1  $\mu$ F 6,3 V radial

$C_9$  : 47 à 220 pF céramique

$T_1$  : 2N2222 plastique TO 92

$T_2$ ,  $T_3$  : BC 337 ou équivalent

$T_4$ ,  $T_5$  : BC 327 ou équivalent

$PT_1$  : pont de diodes 1 A/80 V

$D_1$  : 1N4148

$IC_1$  : 78L05

$IC_2$  : CMOS 4017

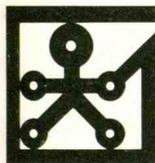
$IC_3$  : NE 544 (Signetics)

Fil de câblage, époxy, soudure, etc.

Faites-nous part de  
vos expérimentations personnelles  
en nous soumettant  
une maquette électronique

**ELECTRONIQUE PRATIQUE**  
2 à 12, rue de Bellevue  
75019 PARIS  
Tél. : 42.00.33.05

# LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (XX)



Nous allons, ce mois-ci, aborder le projet n° 4 : le détecteur universel. Comme pour le précédent projet, les BESOINS concernant ce montage ont été présentés, sous une forme fonctionnelle, le mois dernier.

## PROJET N° 4

### DETECTEUR UNIVERSEL

#### Cahier des charges fonctionnel

Nous devons établir, à partir des différentes fonctions contraintes FC1 à FC7 proposées dans le numéro 144 d'*Electronique pratique* (fig. 13), le cahier des charges fonctionnel de notre montage.

#### Comment procéder ?

Il faut étudier chaque fonction contrainte afin de la caractériser, avec le plus de précision possible, suivant un critère et un niveau bien définis.

Les résultats de cette analyse apparaissent dans le tableau de la figure 1, qui présente donc l'ensemble de ces caractéristiques, c'est-à-dire le cahier des charges fonctionnel de notre quatrième projet.

#### Ensuite ?

A partir des différents critères d'appréciation, de leur caractère



(indispensable ou non) et de leur niveau, il nous appartient de rechercher les fonctions électroniques les mieux adaptées, donc capables de répondre aux différentes contraintes fixées dès le départ.

Nous pourrons alors élaborer un premier prototype en associant toutes les fonctions électroniques retenues.

Fonct.	Désignation	Critère d'appréciation	Critère éliminatoire	Niveau requis
FC1	Doit accepter plusieurs capteurs.	Capteur de type « résistif ».	oui	$0 \leq \text{résistance} \leq \text{infini}$ .
FC2	Doit permettre l'inhibition du montage après sa mise en route pendant un temps réglable.	Temporisation de sortie	non	$1 \text{ s} < \text{durée} < 1 \text{ mn}$ .
FC3	Doit mémoriser un changement même furtif du milieu physique.	Temps de réponse du capteur.	non	Durée minimale : Capteur d'obscurité : 1 s. Autres capteurs : 1/100 <sup>e</sup> s.
FC4	Doit permettre, après détection, un retard réglable dans la mise en route de l'appareil électrique.	Temporisation d'entrée.	non	$1 \text{ s} < \text{durée} < 1 \text{ mn}$ .
FC5	Doit assurer une totale sécurité électrique.	Norme.	oui	Alimentation du montage en basse tension. Sorties : bonne isolation, pistes du CI larges.
FC6	Doit présenter une puissance d'utilisation maximale.	Utilisation d'un relais électromagnétique.	oui	1 A sous 220 V ou autre suivant le type de relais.
FC7	Doit permettre une double configuration des capteurs	Modification de la polarité.	oui	Réalisation par inverseur double.

## Analyse des fonctions

### ● Fonction contrainte FC1

Rappel. Un capteur permet :

- Tout d'abord de saisir une grandeur physique (ou chimique) quelconque.

- De fournir une grandeur électrique utilisable, liée au phénomène capté.

Pour notre montage, tout capteur dont le fonctionnement se traduit par une variation de résistance conviendra.

### Solution technique

Pour intégrer un tel capteur dans notre montage, il suffit de réaliser un pont diviseur de tension avec le capteur et une résistance variable (celle-ci permet de modifier les caractéristiques du pont). Ce pont diviseur polarise un transistor, qui pourra alors transmettre un signal issu du capteur vers l'étage électronique suivant (revoir EP n° 142 et n° 143).

### Niveau requis

La résistance du capteur doit-elle présenter certaines valeurs limites ?

L'étude de la plaque détecteur et les expérimentations réalisées autour de la polarisation d'un transistor nous permettent de garantir un fonctionnement satisfaisant, quelle que soit la résistance prise par le capteur.

### Intérêt ?

Cette caractéristique permet donc d'utiliser également divers contacteurs. En effet, un tel composant, qu'il soit à contact poussé (poussoir à fermeture) ou bien à contact relâché (poussoir à ouverture), prend bien deux valeurs distinctes de résistance :  $0 \Omega$  d'une part et une résistance infinie d'autre part.

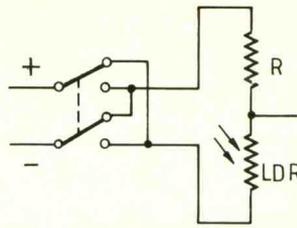
Cela devient tout à fait intéressant pour de simples contacts de porte (même fabriqués de façon artisanale avec des lamelles de laiton), des contacts ILS (sensibles au champ magnétique d'un aimant), mais aussi pour des capteurs de chocs, nécessaires pour la protection des vitrines et baies vitrées.

### ● Fonction contrainte FC7

Pour obtenir la double configuration possible d'un capteur, il faut pouvoir le relier, selon le besoin, soit au « + », soit au « - » de l'alimentation.

### Solution

La modification de polarité, aux extrémités du pont diviseur, peut



se réaliser de deux façons possibles :

- Une première solution consiste à isoler de l'alimentation le pont diviseur, aux extrémités duquel vous soudez deux picots. Il suffit ensuite d'alimenter le pont, selon la configuration désirée, à l'aide de deux fils (l'un relié au « + », l'autre relié au « - »), donc faciles à inverser.

- Une deuxième solution (fig. 2), techniquement beaucoup plus intéressante, consistera à réaliser un inverseur de polarité à l'aide d'un double inverseur (revoir EP n° 130 d'octobre 1989).

### ● Fonction contrainte FC6

Le branchement d'un relais électro-magnétique en sortie permet d'obtenir, comme désiré, une puissance d'utilisation non négligeable.

### Niveau requis

Les relais de type « DIL » présentent généralement (sauf indication précise du fabricant) un pouvoir de coupure de 1 A sous 220 V.

### ● Fonction contrainte FC5

Il faut garantir la conformité du montage avec la norme en matière de sécurité électrique.

### Niveau requis

L'alimentation du montage, avec une pile 9 V de type 6F22, respecte ces garanties de sécurité.

En revanche, au niveau utilisation, le branchement possible d'un appareil fonctionnant sous 220 V et de 220 W de puissance maximum (car  $220 \text{ W}/220 \text{ V} = 1 \text{ A}$ ) impose le respect de règles de sécurité évidentes :

- Tracé du CI : pistes larges.

- Distance d'isolation suffisante entre la partie électronique « basse tension » et les sorties « haute tension » du relais.

- Liaisons vers l'extérieur assurées par des fiches « banane » isolées.

### ● Fonction contrainte FC2

Cette contrainte s'avérera essentielle lorsque vous voudrez réaliser une alarme à l'aide de votre montage.

En effet, il serait quand même souhaitable que vous puissiez sortir de chez vous normalement ! A quoi bon installer un détecteur d'effraction efficace, parfaitement caché dans le chambranle de la porte, si c'est vous qui l'activez en quittant votre domicile !

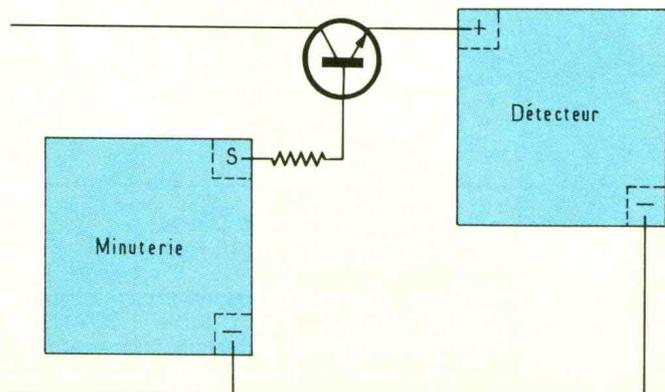
### Solution

Il s'agit, comme le précise le cahier des charges, d'établir une temporisation de sortie. Il faut donc retarder la mise sous tension de la fonction détecteur, en utilisant, vous l'avez deviné, la plaque fonction minuterie.

- Rappel concernant le fonctionnement de la minuterie (revoir EP n° 126), indication des tensions de sortie au collecteur du transistor.

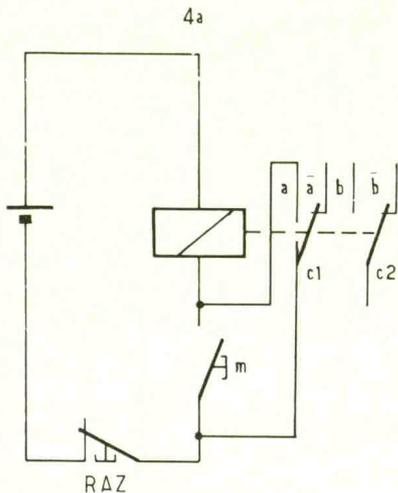
A la mise sous tension :  $V_s = 0,3 \text{ V}$  (DEL illuminée, le condensateur se charge).

En fin de charge du condensateur :  $V_s = V_{cc}$  (DEL éteinte).



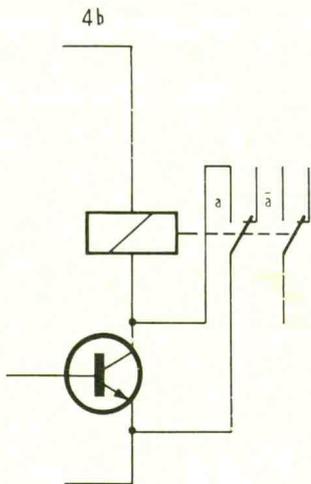
# 4a

Réalisation d'une mémoire activée par « m ».



# 4b

Réalisation d'une mémoire activée par la fonction EC.



## Comment effectuer son branchement dans le montage ?

● Il suffit d'alimenter la fonction détecteur par l'intermédiaire d'un transistor « émetteur suiveur » placé à la sortie de la plaque fonction minuterie (fig. 3).

Le transistor ne deviendra donc passant qu'en fin de charge du condensateur, et la fonction détecteur restera ainsi inhibée pendant un certain laps de temps réglable.

### ● Fonction contrainte FC3

Imaginons qu'un intrus pénètre chez vous en refermant aussitôt la porte derrière lui. Que se produira-t-il si le détecteur n'a pas mémorisé son passage ?

L'alarme déclenchée lors de l'ouverture de la porte s'arrêtera immédiatement dès sa fermeture. Un tel système manquerait manifestement d'efficacité.

### Solution technique

1° La mémorisation  
La solution, déjà présentée lors de nos premières expérimentations, consiste à auto-alimenter un relais électromagnétique (modèle 2RT minimum) afin d'obtenir la mémorisation de l'information issue du capteur.

### Rappel (fig. 4a)

● Une action sur m ferme le cir-

cuit de la bobine, qui s'auto-alimente grâce au contact travail a.

● A la figure 4b, la liaison collecteur-émetteur d'un transistor remplace le contact m. L'auto-alimentation se produit donc des que le transistor devient passant.

2° Modification furtive du milieu  
Nous avons vu précédemment, en analysant les caractéristiques des LDR et des CTN, que les temps de réponse pouvaient varier suivant le type de capteur utilisé. Cela concernera surtout la LDR, pour laquelle un temps d'obscurcissement minimal de 1 seconde assurera largement une bonne transmission du signal.

### ● Fonction contrainte FC4

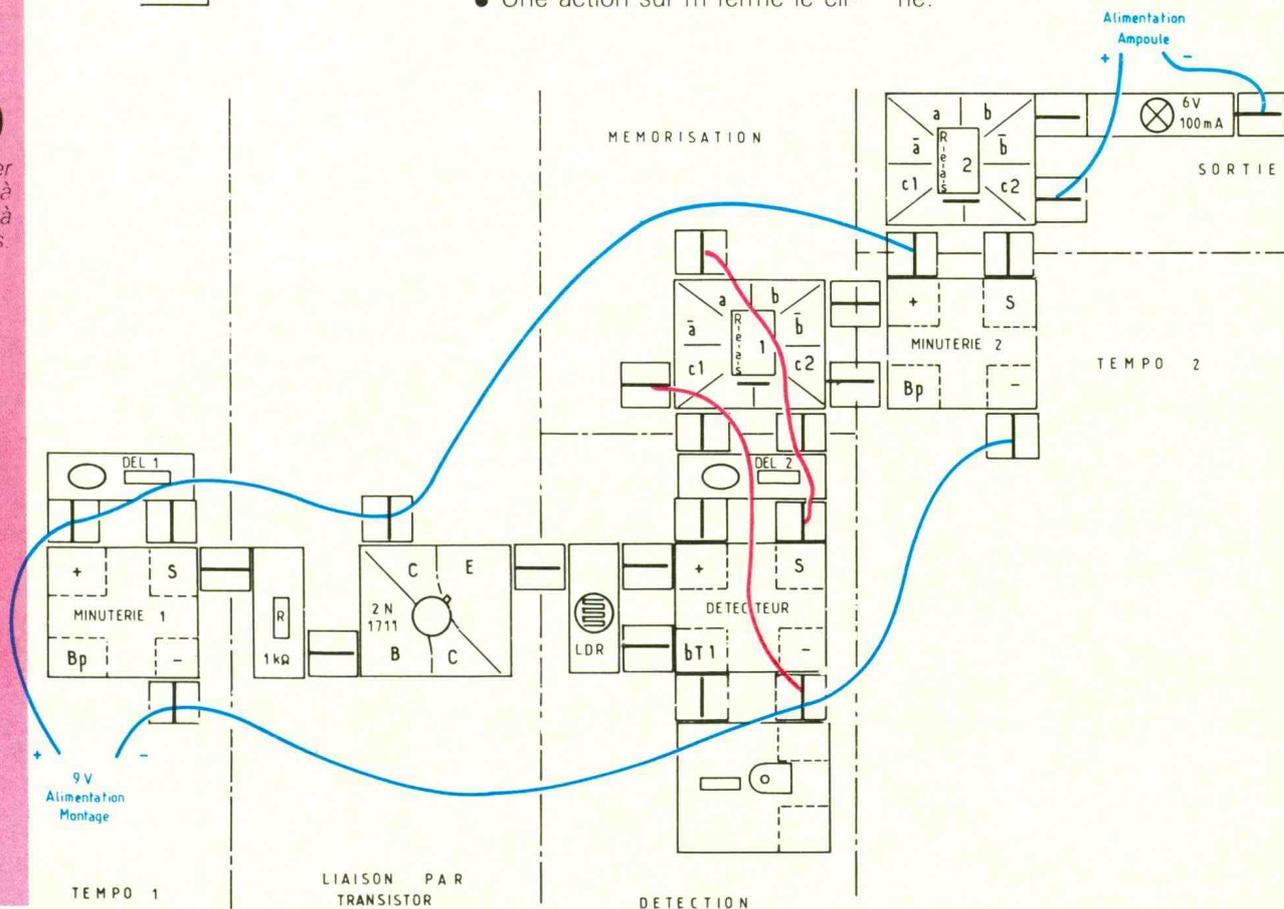
Encore une fois, cette caractéristique s'avérera capital pour un système d'alarme. Précédemment sorti sans encombre de chez vous, vous ne désirez pas, bien sûr, que l'alarme se déclenche lors de votre retour, à 1 heure du matin par exemple !

### Solution

Il vous faut donc pouvoir débrancher votre montage avant que la sirène ne réveille tout le quartier. Une temporisation d'entrée s'avérera indispensable et, là encore, la solution consistera à utiliser une plaque fonction minuterie.

# 5

Premier prototype à mémoire à relais.



## AVANT-PROJET

### Réalisation d'un prototype

Vous pouvez maintenant réaliser un montage prototype en assemblant les différentes plaques « fonctions » et « composants » tout en respectant, bien sûr, les différentes solutions techniques envisagées ci-dessus. La figure 5 présente un prototype possible.

### Observation du prototype

Le montage fait appel à deux fonctions « minuterie » ainsi qu'à deux plaques « relais ».

Si vous ne possédez pas ces éléments en double exemplaire, procédez comme suit :

- Réalisez la deuxième fonction minuterie avec des plaques composant (fig. 6).
- A la place du deuxième relais, utilisez uniquement, en sortie, la plaque ampoule de 100 mA. Cela vous permettra quand même de vérifier le bon fonctionnement de votre montage.
- La plaque DEL<sub>2</sub> ne se justifie que pour la mise au point du prototype et la bonne compréhension de son fonctionnement.
- La LDR, placée entre le « + » et BT<sub>1</sub>, configure le montage en détecteur d'obscurité. L'inverseur

de polarité n'a pas été installé afin de ne pas trop compliquer le montage.

- Les fils de liaison dessinés en rouge assurent l'auto-alimentation du relais 1 (mémoire). La remise à zéro (RAZ) s'effectue en coupant l'alimentation, inutile donc d'installer un contact à ouverture.

- L'ampoule de 6 V-100 mA simule un appareil placé en sortie (une sirène par exemple).

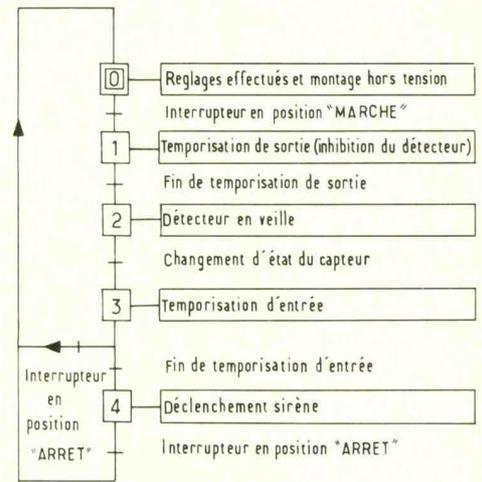
### Essais

Réglez la durée de la temporisation d'entrée (minuterie n° 2) ainsi que le seuil de déclenchement du détecteur (le relais doit s'activer lorsque l'on masque la LDR). Si vous avez réalisé convenablement toutes les connexions comme indiqué à la figure 5, vous devez obtenir un fonctionnement convenable du montage, correspondant au Grafcet de la figure 7 :

- Dès la mise en marche de l'alarme :
  - la DEL<sub>1</sub> s'allume (début de la temporisation de sortie) ;
  - la DEL<sub>2</sub> s'allume également et le relais 2 s'enclenche (minuterie 2 non activée car le condensateur est court-circuité par les contacts repos du relais 1) ;
  - l'ampoule reste éteinte (puisque branchée sur les contacts repos du relais 2).
- Tant que la DEL<sub>1</sub> (de couleur verte si possible) demeure illuminée, vous avez toute liberté de provoquer le changement d'état du capteur (en sortant de chez vous par exemple) car la plaque détecteur n'est pas alimentée.
- Dès que la DEL<sub>1</sub> s'éteint, le montage détecteur se trouve en position « veille ».
- Obscurcissez la LDR un court instant, le relais 1 s'auto-alimente. Le condensateur n'étant plus court-circuité, la temporisation d'entrée (minuterie 2) commence. Vous avez alors le temps de débrancher l'alarme si vous rentrez chez vous.
- En revanche, si le montage reste alimenté, à la fin de la temporisation d'entrée, le relais 2 revient au repos et la sirène démarre (ici l'ampoule s'allume).

### Test

Le prototype fonctionne-t-il correctement ? Oui.



### Faut-il l'améliorer ? Oui ! Pourquoi ?

Il est impossible d'assurer l'automatisme de ce montage détecteur sans une fonction mémorisation. Nous avons utilisé, pour notre prototype, une mémoire à relais.

### Comment l'améliorer ?

En assurant cette fonction mémoire d'une façon purement électronique.

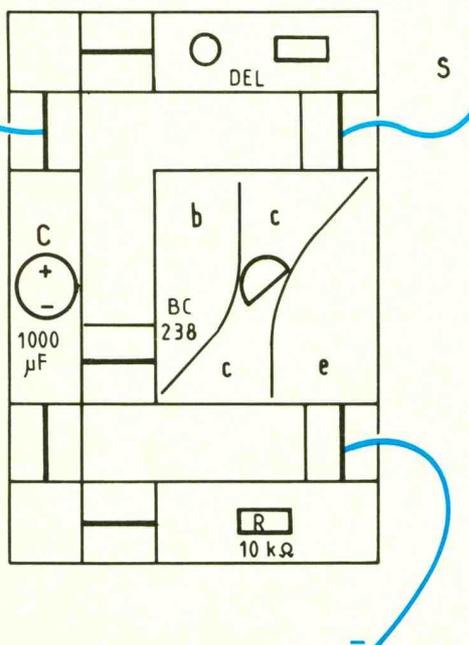
C'est ce que nous allons faire en réalisant la septième plaque fonction Pierron, qui nous permettra alors de mettre au point le montage dans sa version définitive.

## LA PLAQUE FONCTION MULTIVIBRATEUR BISTABLE

### DOSSIER TECHNIQUE

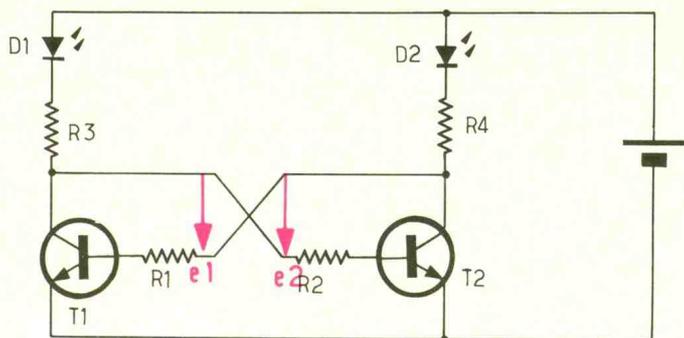
#### Schéma de principe du montage (fig. 8)

Vous l'avez sûrement constaté, ce schéma de principe s'apparente au multivibrateur astable des plaques clignotant et générateur de sons. En revanche, il ne fait appel à aucun condensateur. Aucune charge et aucune décharge de condensateur (qui assureraient précédemment l'instabilité du montage) ne pourront donc se produire. Voilà pourquoi l'on appelle ce montage un multivibrateur « bistable » : il possède deux états stables.



# 8

Schéma du multivibrateur instable.



# 9

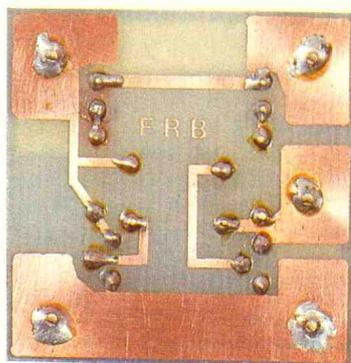
Tableau des composants.

Réf.	Désignation	Valeur	Observations
R <sub>1</sub> -R <sub>2</sub>	Résistance	4,7 kΩ	jaune, violet, rouge
R <sub>3</sub> -R <sub>4</sub>	Résistance	470 Ω	jaune, violet, marron
D <sub>1</sub> -D <sub>2</sub>	Diode DEL		
T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	Transistor	BC 238	ou équivalent

## Circuit imprimé et implantation des composants (fig. 10 et 11)

Contrairement aux plaques « multivibrateurs » précédemment construites, les sorties Base T<sub>1</sub> et Base T<sub>2</sub> n'apparais-

Photo 2. - Tracé de la plaque bistable.



sent pas sur le pourtour du circuit imprimé. En effet, elles ne présentent pas d'intérêt pour ce montage.

## FABRICATION

Vu le nombre restreint de composants, cette fabrication ne devrait guère vous poser de difficultés. Commencez par souder les résistances. Placez ensuite les picots, les DEL convenablement orientées et les transistors en évitant, comme toujours, de trop les chauffer.

## Fonctionnement, analyse

Dès la mise sous tension, l'une des deux DEL s'illumine. Imaginons qu'il s'agisse de D<sub>2</sub> :

### • 1<sup>er</sup> état stable :

- T<sub>2</sub> est donc passant, on a alors V<sub>BET2</sub> = 0,7 V et V<sub>CET2</sub> = 0,3 V ;

- comme la tension collecteur de T<sub>2</sub> (0,3 V) se trouve ramenée sur la base de T<sub>1</sub>, celui-ci ne peut évidemment pas conduire.

### • 2<sup>e</sup> état stable ou comment faire basculer le bistable ?

Il suffit de « forcer » l'un des deux transistors :

- soit bloquer T<sub>2</sub> en reliant l'entrée 2 au « - » (alors V<sub>CET2</sub> = V<sub>CC</sub>, ce qui rend T<sub>1</sub> passant) ;
- soit rendre T<sub>1</sub> passant en reliant l'entrée 1 au « + » (alors V<sub>CET1</sub> = 0,3 V et T<sub>2</sub> se bloque).

## Utilisation de la fonction bistable

Voici deux exemples simples d'utilisation parmi de nombreux montages possibles :

### • Montage de la figure 12 :

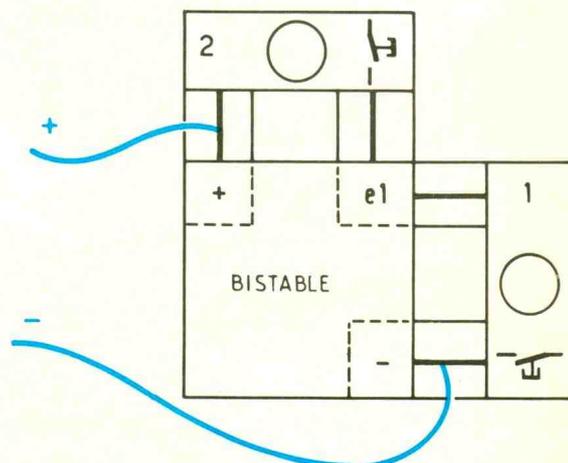
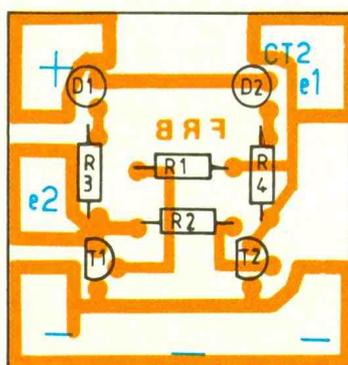
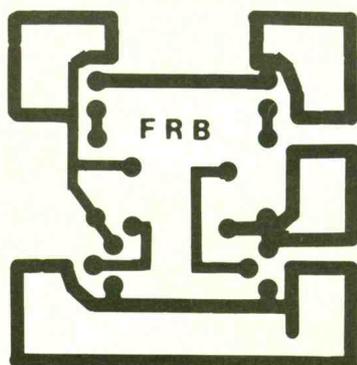
- une action sur le poussoir à fermeture 1 rend T<sub>2</sub> passant (entrée 2 au « - ») ;
- une action sur l'autre poussoir (2) fait basculer le montage et T<sub>1</sub> devient passant à son tour.

### • Montage de la figure 13 :

Le relais, branché sur la plaque fonction bistable, s'active lorsque l'on appuie sur le poussoir « m ». Variante tout à fait intéressante : comme pour le montage de la figure 4b, l'on peut remplacer le bouton-poussoir par la jonction C-E du transistor BC 238.

### • Remarque :

Vous avez sans doute noté qu'il était préférable que la mémorisation entraîne la conduction de T<sub>2</sub> plutôt que celle de T<sub>1</sub>. Le relais se connecte, en effet, plus facilement entre le collecteur de T<sub>2</sub> et le « + ». Il faudra donc s'assurer que la remise à zéro entraîne bien le conducteur de T<sub>1</sub> comme le présente le Grafctet de la figure 14.



# 10

Tracé du circuit imprimé.

# 11

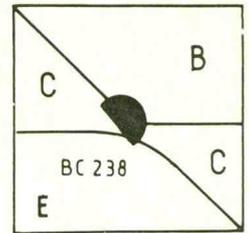
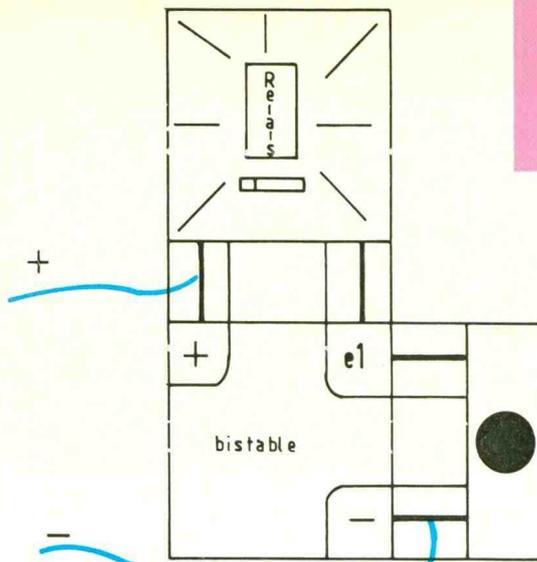
Implantation des éléments.

# 12

La plaque bistable peut se connecter aux autres plaques déjà construites.

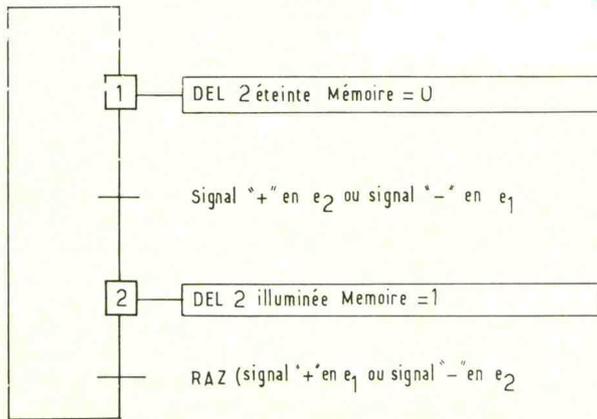


Photo 3. - Aspect d'un capteur.



## 14

Graficet de fonctionnement de la plaque fonction bistable.



### Réalisation du prototype « version 2 »

Il ne vous reste plus maintenant qu'à remplacer la mémoire à relais par la fonction bistable.

Attention, ce changement vous obligera à modifier quelque peu le montage.

Francis Bernard  
Enseignant au lycée  
Pierre-Mendès-France à Tunis

# Selectronic

BP 513 59022 LILLE Tél. : 20.52.98.52

## NOUVEAUTÉS

### MODULE SUBMINIATURE DE DETECTION I.R. SGM 5910

A peine plus grand qu'un timbre-poste, ce nouveau module est équipé d'origine d'une lentille de FRESNEL hémisphérique

- Dim. : 30 x 35 mm e = 22 mm
- Alim. : 5 à 10 V/1mA
- Temporisation laissée au choix de l'utilisateur
- Portée : 6 m. Sortie : collecteur ouvert

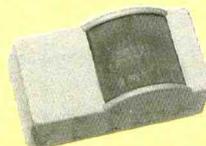
Idéal pour l'allumage automatique de lampes, ouverture de portes, surveillance, etc... (Ne convient pas pour système d'alarme).

2 versions sont disponibles :

- Montage mural : SGM 5910 RE :  
Détection sur 100° en horizontal et 60° en vertical  
Le module SGM 5910 RE ..... 121.9409 **149,50 F**
- Montage en plafonnier : SGM 5910 SB :  
Cône de détection de 100° d'ouverture.  
Détection sur 360° en horizontal.  
Le module SGM 5910 SB ..... 121.9415 **149,50 F**

### COFFRET SIG-BOX :

Il remplace désormais le coffret GIL - BOX - Même utilisation  
Pour lentille CE 24/CE 26  
Dimensions : 103 x 52 x 62 mm  
Couleur : crème  
le coffret SIG-BOX ..... 121.9379 **30,00 F**



### GENERATEUR DE FONCTIONS WOBBOLE

(Décrit dans ELEKTOR 143)  
Le générateur que l'on attendait avec impatience !  
- Gamme de fréquence : 10 Hz à 200 kHz en 4 gammes  
- Fréquence de balayage : 0,1 à 100 Hz  
- Sinus, carré, triangle  
- Taux de distorsion en sinus : < 0,5 %  
- Impédance de sortie : 50 Ω  
- Etc...  
Fourni avec coffret percé et sérigraphié, alimentation, boutons et accessoires.  
Le kit complet ..... 121.9350 **739,00 F**



Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés.

CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE : Voir notre publicité annexe

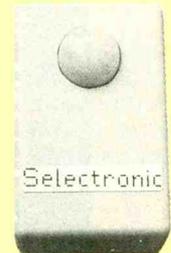
### FIATLUX

Système miniature d'allumage automatique de lampes, basé sur le SGM 5910 décrit ci-contre

- Minuterie programmable intégrée
- P max. : 800 W
- Dimensions : 85 x 56 x 35 mm

La solution à vos problèmes de couloir, palier, etc...

Le Kit complet avec boîtier :  
Version Murale ..... 121.9346 **249,00 F**  
Version Plafond ..... 121.9353 **249,00 F**



### GENERATEUR DE COURANT

Encore une innovation SELECTRONIC qui s'imposera dans tous les labos.

Fourni un courant stable quelque soit la charge (30 Vmax.)  
- De 1 mA à 1,2 A réglable par potentiomètre multivoies.  
- Affichage LCD  
Le kit complet avec tôlerie percée et sérigraphiée

**PROMO  
749,00 F**



121.9340 **825,00 F**

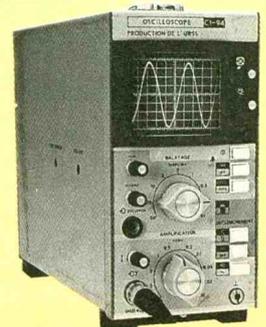
### KIT VOLTMETRE + AMPEREMETRE NUMERIQUE A LED



Ce double module d'affichage 1000 points à LED vous sera précieux pour mesurer simultanément une tension et un courant. (0 à 99,9 V et 0 à 9,99 A).  
- Encombrement : 48 x 158 mm.  
- Fourni avec fenêtre spéciales, plexi rouge, etc...  
Le Kit complet (sans boîtier) ..... 121.1100 **275,00 F**

### POURQUOI S'EN PRIVER ?

**L'OSCILLOSCOPE CI 94  
+ KIT D'EXTENSION  
BICOURBE  
+ SONDE**  
..... 121.0087 **1350,00 F**  
FRANCO



# UNE MINUTERIE ECONOMISEUR D'ENERGIE A PREAVIS D'EXTINCTION

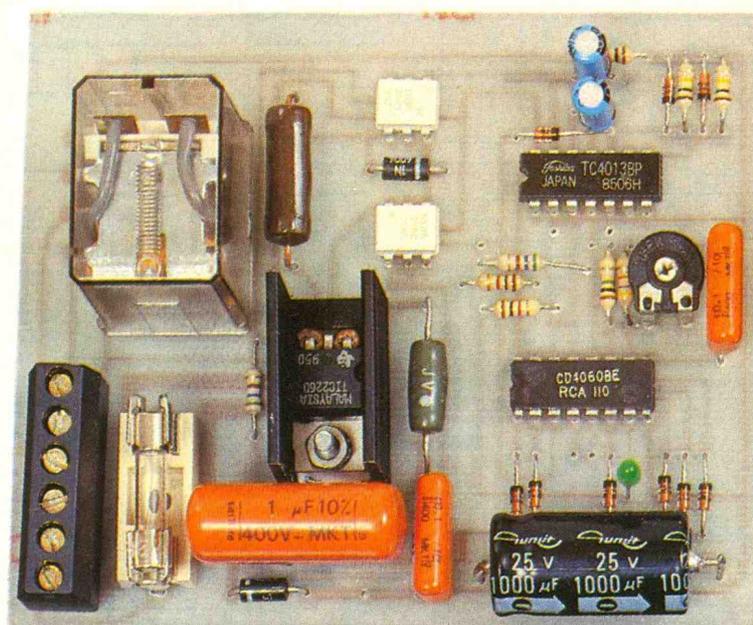


Chacun sait qu'une minuterie reste allumée pour une durée fixe, quel que soit le besoin réel en éclairage, et que ce besoin est toujours plus court ou plus long ! Chacun sait aussi qu'une minuterie oubliée en position forcée – allumettes coincées dans les poussoirs... – ne se fait rappeler que trop tard, à la lecture d'un relevé EDF !

Notre montage propose une réponse simple et économique à ces deux remarques. Il ne nécessitera aucune modification du câblage d'une installation existante, et, pour plus d'agrément, mais aussi d'intérêt, nous y avons associé un dispositif de préavis d'extinction en fin de cycle.

## PRINCIPE ET SYNOPTIQUE

Le synoptique est donné figure 1. Une première pression sur un des poussoirs (en parallèles) actionne un relais qui valide un « front montant » vers un bistable à trigger de Schmitt. Celui-ci déverrouille un compteur à 14 étages, déclenchant l'allumage des lampes (en parallèle) via un relais statique synchrone. Une deuxième pression sur un des poussoirs fait rebasculer le bistable, qui remet le compteur à zéro et éteint les lampes. Nous avons là une fonction de type télérupteur multipoints, qui permet d'allumer et d'éteindre l'éclairage **avant** l'échéance minutée. Si on laisse le cycle de la minuterie s'écouler, en fin de comptage, le compteur fournit deux impulsions qui asujettiront l'éclairage au taux de 50 % de tension. Ces deux « clignotements » avertiront de l'imminence de l'extinction de fin de cycle. Si l'on désire reprogrammer un cycle avant l'échéance, on éteindra d'une pression pour aussitôt rallumer d'une suivante. Sinon, en fin de la deuxième baisse de tension, le compteur se remettra à zéro, lampes éteintes. Cet état est visualisé par l'allumage fixe d'une DEL. Ce témoin passera en clignotement une fois la minuterie



activée. La fréquence de ce clignotement reflète la vitesse de comptage du compteur, et donc la durée du cycle. C'est très pratique pour le réglage.

On reconnaîtra des composants extrêmement courants, dont l'emploi pourra toutefois surprendre. Ainsi, nous utilisons des opto-triacs de la série MOC3040 habituellement choisis pour s'isoler du secteur, alors que notre alimentation sans transformateur impose justement un point commun au secteur ! Si le choix d'une telle alimentation s'explique aisément par son faible encombrement, son faible coût et l'absence d'effet Joule, celui de nos opto-triacs offre deux avantages très intéressants. Celui d'une commutation au zéro de tension, indispensable ici, que l'on pourra

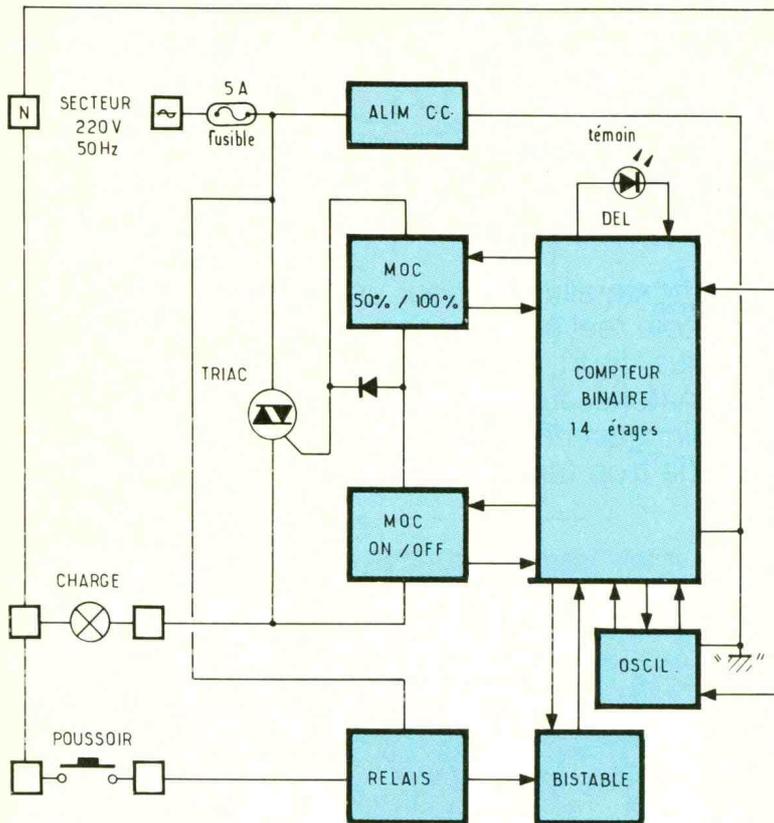
réaliser au choix sur toutes les alternances ou sur une sur deux. On obtiendra ainsi très facilement le demi-allumage par demi-tension pour notre préavis. On pourra être également surpris par la présence d'un relais mécanique. Il est là uniquement pour conserver, pour toutes les configurations possibles, le câblage des poussoirs d'une installation, en particulier lorsqu'ils sont rendus lumineux grâce à une ampoule néon rapportée en parallèle sur leurs contacts.

## REMARQUE TRES IMPORTANTE

Ce montage n'est pas isolé du secteur par son alimentation sans transformateur. En consé-

# 1

Synoptique du montage.

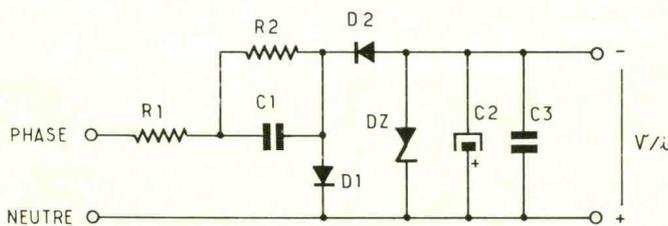
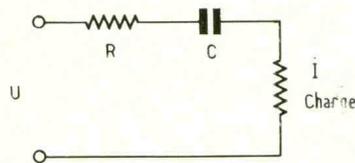


## 2a

Rappels théoriques.

## 2b

L'alimentation retenue.



$$V \approx 12 \text{ V}$$

$$i \approx 70 \text{ mA}$$

⊕ Commun avec le neutre du réseau

quence, toute intervention est totalement proscrite une fois le montage raccordé au secteur. Le réglage de la durée de l'allumage de la minuterie est confié à un ajustable impérativement isolé, qui sera manipulé grâce à un tournevis lui aussi isolé. En cas d'intervention, attendre quelques secondes que  $C_1$  soit déchargé dans  $R_2$  – et le montage ; – la DEL de visualisation des états devra donc être éteinte. Le fusible doit être adapté à la charge commandée, ainsi que le radiateur du

triac. Avec les composants retenus, nous préconisons 5 A au fusible, pour une charge de 800 W d'ampoules à filaments. Pas de néon !

## FONCTIONNEMENT ET ANALYSE DU SCHEMA

### a) Alimentation

Elle est réalisée sans transformateur. Nous utilisons la loi d'Ohm en alternatif, et l'impédance  $Z$

d'un condensateur provoque une chute de tension à ses bornes, sans effet Joule, selon la relation :

$$U = Z \cdot I$$

avec :

- $U$  : tension efficace en volts aux bornes du condensateur ;
- $I$  : courant efficace en ampères traversant le condensateur ;
- $Z$  : impédance en ohms du condensateur.

Cette impédance  $Z$  est donnée par la relation :

$$Z = 1 / (2 \pi \cdot f \cdot C)$$

avec :

- $f$  : fréquence en hertz du courant alternatif ;
- $C$  : capacité en farads du condensateur.

Pour notre application, on tire :

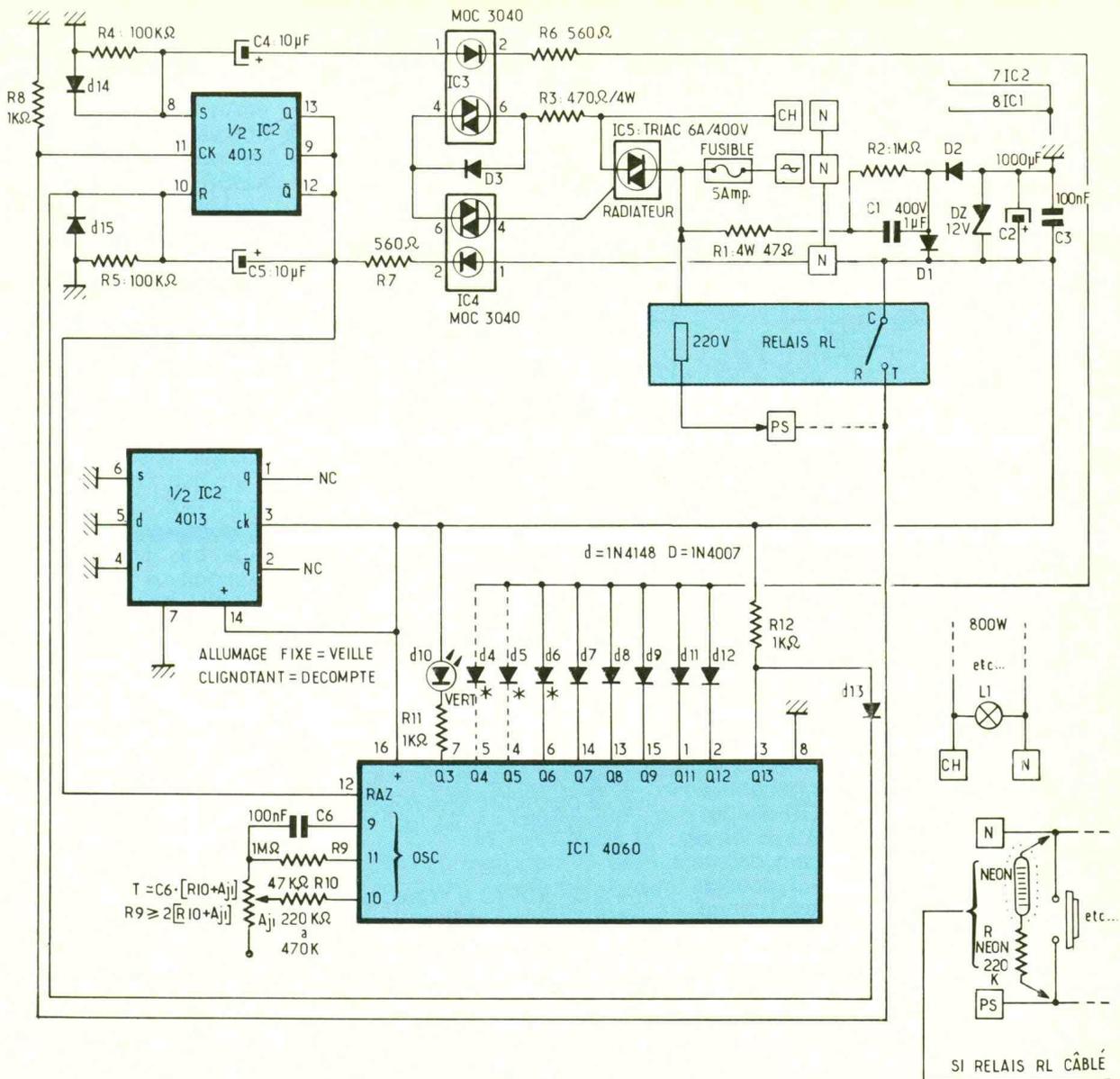
$$I = 69 \text{ mA}$$

Reportons-nous aux figures 2a et 2b. A la mise sous tension,  $R_1$  limite le courant de charge de  $C_1$ . La tension de claquage du condensateur doit largement pouvoir supporter les crêtes, soit  $220 \cdot \sqrt{2} = 311 \text{ V}$ . On choisira  $C_1$  de valeur 400 V. La résistance  $R_2$ , de forte valeur, permet à  $C_1$  de se décharger à la mise hors tension. Un condensateur se comporte en mémoire de tension : sans cette précaution, vous imaginez ce qui se passerait si vos doigts court-circuitaient ses bornes !

Nous avons besoin d'une tension continue. Le redressement est confié à  $D_1$  et  $D_2$ , et non à un pont de Graetz, car nous avons besoin d'un 'positif' commun au réseau. En effet, nous aurons besoin par la suite que le réseau des poussoirs puisse directement fournir un 'front montant'. Nous avons choisi le fil de neutre pour cette mission, notre montage étant protégé par le fusible de la charge, qui, bien, entendu doit être commutée par la phase. Le condensateur  $C_2$  assure un filtrage sommaire mais suffisant ;  $D_z$  de valeur 12 V écrête une tension trop élevée pour le C.MOS, et le condensateur  $C_3$  limite les parasites HF.

### b) Relais des commandes et bistable

Les boutons-poussoirs vont actionner la bobine 220 V d'un relais 'tampon' si ceux-ci sont dotés de témoin néon d'illumination

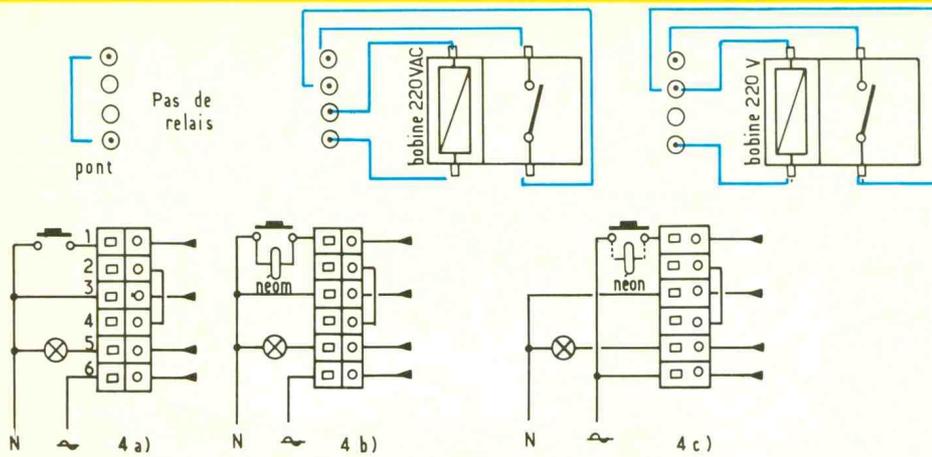


en parallèle sur leurs contacts, ou s'ils opèrent à partir d'une phase. C'est la plus grande majorité des cas. Dans la mesure où les boutons-poussoirs commutent un neutre (qui est commun avec le positif de notre alimentation...), et cela sans témoin néon ou autre en parallèle sur ses bornes, dans ce cas seulement le relais peut être omis. On se référera alors au câblage proposé figure 4a. Pour les autres cas, on câblera le relais selon les figures 4b et 4c. Sur le schéma de la figure 3, nous sommes câblés comme en 4b, c'est-à-dire poussoir commutant au neutre, avec un voyant néon en parallèle sur ses contacts.

Dans tous les cas, une action sur un des poussoirs en parallèle doit

faire parvenir un 'front montant' – commutation au neutre – à la broche 11 de IC<sub>2</sub>, soit l'entrée 'horloge' d'une des deux bascules D bistables du boîtier 4013. Il est évident que ce 'front montant' est loin d'être propre ! Et un montage trigger s'impose. On le réalisera sans faire appel à un autre circuit intégré... D'accord, les puristes diront qu'avec un 4538 en plus on aurait gagné un condensateur et une résistance. On répondra qu'il aurait alors fallu faire dix perçages et soudures de plus ! Notre antirebond met en œuvre deux cellules composées de C<sub>4</sub>/R<sub>4</sub>/D<sub>14</sub> entre Q et S, et C<sub>5</sub>/R<sub>5</sub>/D<sub>15</sub> entre Q et R. Au départ Q est à '1'. Donc D aussi. Par ailleurs, C<sub>5</sub> est chargé et R est à '0'. De même, C<sub>4</sub> est dé-

chargé, et donc S à '0'. Dans ces conditions, le premier front montant sur CK fera basculer Q à l'état haut. C<sub>4</sub>, déchargé, se comporte en court-circuit, et S est immédiatement porté à '1'. La bascule est alors verrouillée le temps de la charge de C<sub>4</sub> à v/2. Un temps fixé par R<sub>4</sub> – ici de l'ordre de la demi-seconde – et pendant lequel aucun autre front n'est pris en compte. Bref, nous avons 'triggé' notre entrée horloge CK de la bascule. Entre-temps, Q a été porté à l'état bas, et C<sub>5</sub> a été déchargé, donc R porté à '0'. Une fois S revenu à l'état bas, l'ensemble sera prêt à basculer de nouveau. Les diodes d<sub>4</sub> et d<sub>5</sub> protègent R et S de tension négative. En milieu fortement parasité, on peut monter la



valeur de  $R_4/R_5$  jusqu'à  $1\text{ M}\Omega$ , mais, en conséquence, les poussoirs restent 'inhibés' quelques secondes après un ordre, avant d'en valider un suivant. La deuxième bascule D (q, q, ck, r, s, d) du 4013 est inutilisée.

### c) Base de temps

On fait ici appel à un compteur binaire de la famille C.MOS, un 4060, qui comporte un oscillateur interne servant 14 étages. Ce qui veut dire qu'à chaque étage la fréquence  $f$  est divisée par 2, ou la période  $T$  doublée puisque  $T = 1/f$ . Les changements d'état s'opèrent à front descendant. Nous avons opté pour une solution aisément réglable, et donc pour une mise en œuvre à décharge capacitive, écartant ainsi une solution 'quartz' qui n'a pas ici d'intérêt, d'autant que les délais voulus sont assez longs et qu'il aurait

fallu mettre d'autres compteurs en cascade... Les composants périphériques de l'oscillateur sont  $R_9$ , une résistance de forte valeur dont le rôle est de stabiliser le fonctionnement et de raidir les fronts ;  $R_{10}$  et  $A_{j1}$ ,  $R_{10}$  étant une résistance de butée pour une valeur minimale de la temporisation, et  $A_{j1}$  le réglage pour une valeur maximale ; enfin  $C_6$ , d'une valeur raisonnable, qui par ses charges et décharges successives va permettre des oscillations de période  $T$  donnée par la relation :

$$T = 2,2 \cdot CR \text{ (C en farads, R en ohms, T en secondes)}$$

avec :

- C :  $C_6$  (100 nF) ;
- R :  $R_{10} + A_{j1}$  ( $47\text{ k}\Omega + 220\text{ k}\Omega$ )

soit :

$$\begin{aligned} \text{le } T \text{ minima} &= 0,01 \text{ s} \\ \text{le } T \text{ maxima} &= 0,06 \text{ s} \end{aligned}$$

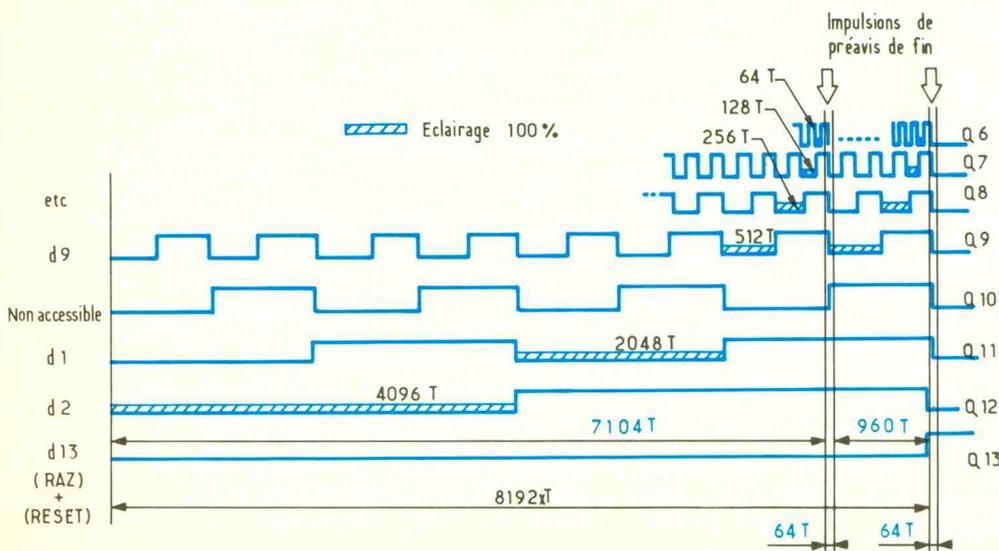
Il faut noter que l'efficacité de  $R_9$  ne joue que si sa valeur est au moins du double de celles de  $R_{10}$  et  $A_{j1}$ . Il faudra en tenir compte si l'on veut augmenter la durée totale de la temporisation en jouant sur  $R_{10}/A_{j1}$ . Valeurs limites conseillées :

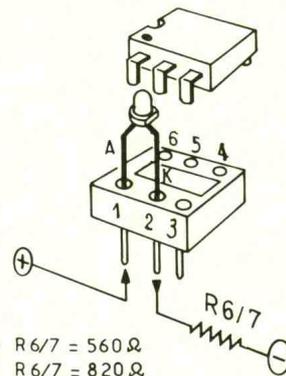
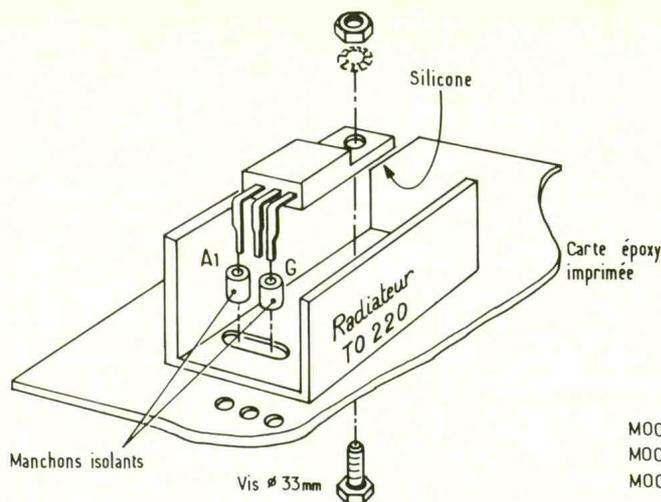
$$\begin{aligned} R_{10} + A_{j1} &= 1 \text{ M} \\ \text{avec } R_9 &= 2,2 \text{ M} \end{aligned}$$

La broche 12 du 4060 assure la remise à zéro du compteur et le blocage des oscillations par un état haut. Sur notre schéma, **figure 3**, cette broche est reliée à la sortie Q, broche 12, de notre bascule asservie aux poussoirs. Tant que celle-ci présentera un état haut, le compteur restera bloqué avec toutes ses sorties à l'état bas. En fin de comptage, il faut pouvoir à nouveau stopper le compteur et initialiser la bascule.

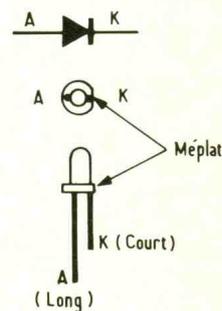
Nous utiliserons le passage à l'état haut d'une des sorties du compteur. Ce niveau sera alors appliqué en entrée R (reset), broche 10 de la bascule, ce qui, à coup sûr, initialise la bascule ( $Q = 1$ ) et bloque le compteur. Mais quelle sortie faut-il choisir ? En effet, toutes ne sont pas accessibles. Si l'on veut des sorties consécutives, on se limite de  $Q_3$  à  $Q_9$ . C'est insuffisant ou impose une période bien trop longue à l'oscillateur (valeurs de  $C_6/R_{10}/A_{j1}$  déraisonnables). Peut-on « fabriquer »  $Q_{10}$  qui nous manque ? On pourrait, puisqu'il nous reste une bascule D inutilisée – donc un diviseur par 2 – mais encore faudrait-il fournir en 'CK' un front montant. Pour cela, il faut inverser  $Q_9$ .... Avec l'autre moitié du 4538 que nous envisagions d'implanter tout à l'heure ?

Reportons-nous au chronogramme **figure 5a**. Le dernier état bas de  $Q_{10}$  ne pouvant être accessible, nous aurons un créneau positif disponible sur les anodes de  $D_{11}$  et  $D_{12}$  montées en porte 'OU', cela pendant une durée égale à la période de  $Q_{10}$ , soit  $2\,048\text{ T}$  (voir **tabl. 5b**) ; autrement dit égale au quart de la temporisation. Une batterie de diodes  $d_9$  à  $d_4$ , également montées en 'OU', prolongera l'état bas de  $Q_{11}$  par tranches de une demi-période de  $Q_9$  à  $Q_4$ . Dans notre exemple, seules sont câblées  $d_9$ ,  $d_8$ ,  $d_7$  et  $d_6$ . Nous aurons donc un état haut présent sur les anodes d'une durée égale





MOC 3040 R 6/7 = 560 Ω  
 MOC 3041 R 6/7 = 820 Ω  
 MOC 3043 R 6/7 = 1,2 kΩ



à la période de Q<sub>5</sub> (64 T) à (4 096 + 2 048 + 512 + 256 + 128 + 64) T, soit 7 104 T. Un deuxième créneau, de même durée sera présent à (512 + 256 + 128 + 64) T, soit 960 T. Finalement, nous avons deux créneaux positifs avant le basculement à l'état haut de Q<sub>13</sub>. C'est cette dernière sortie qui sera donc choisie pour servir la RAZ et initialiser la bascule D de prise en compte des poussoirs. La deuxième bascule du 4013 sera câblée 'inhibée' pour éviter que celui-ci ne prenne un coup de chaud : les C.MOS ne supportant pas de garder les pattes en l'air ! Finalement, l'exploitation de Q<sub>13</sub> conduit à un front montant pour une période de valeur :

$$T_{213}$$

Soit des durées de temporisation :

T maximale ≈ 8 minutes  
 T minima ≈ 1,5 minute

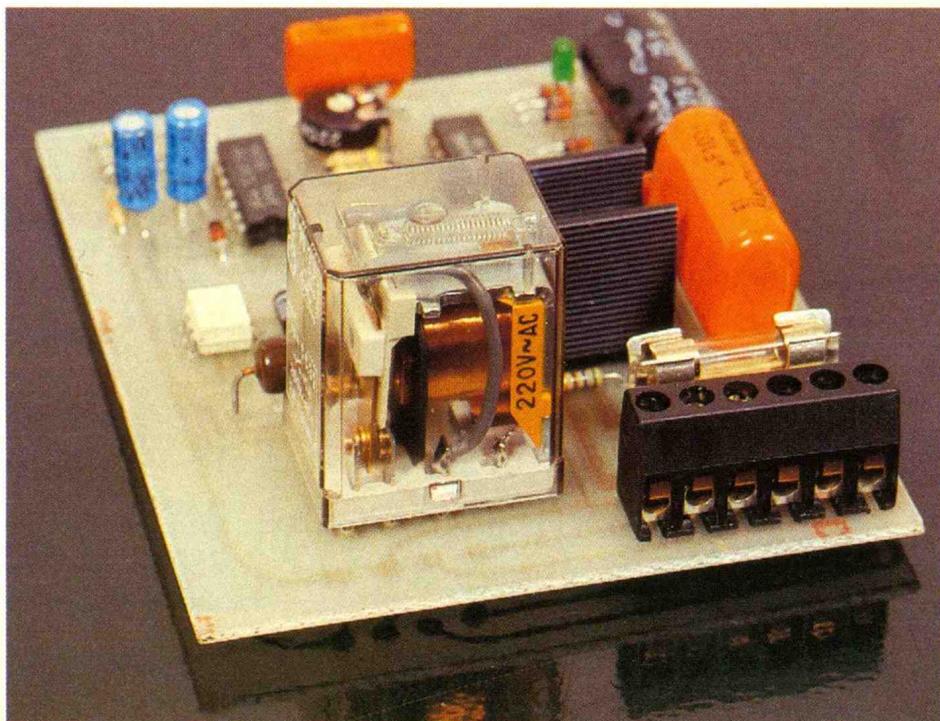
On notera la présence de R<sub>12</sub>, pour confirmer le front haut de Q<sub>13</sub>. En effet, nous sommes en limite compte tenu de la charge importante que représente IC<sub>3</sub> sur les anodes des diodes D<sub>4</sub> à D<sub>12</sub>, ce qui perturbe un peu notre 4060. En toute rigueur, un transistor en commutation serait bien venu. Aussi, si vous en trouvez, préférez pour IC<sub>3</sub> et IC<sub>4</sub> des MOC 3041 ou mieux 3043. Mais dans ce cas, les valeurs des résistances R<sub>6</sub>/R<sub>7</sub> seront respectivement : 820 Ω pour les MOC 3041 et 1,2 kΩ pour les MOC 3043.

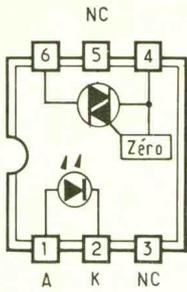
### d) La commutation de la puissance

Nous déconseillons très fortement l'utilisation de MOC 3020, dont la tension d'isolement n'est que de 250 V – les crêtes du secteur, on l'a dit, atteignant 311 V ! –, cette référence étant destinée au marché américain en 110 V. Les opto-triacs comportent un triac dont le déclenchement est assuré par le rayonnement d'une DEL intégrée en boîtier. Avec la référence choisie – MOC 3040 – ce déclenchement est, de plus, synchrone avec le zéro de tension. C'est ici capital non seulement pour ne pas perturber le réseau ni nos C.MOS. On insère le triac intégré

dans le circuit de gâchette du triac de puissance commandant la mise sous tension de la charge, via une résistance de limitation. La gâchette sera donc 'alimentée' en série avec la charge (anode 2 du triac de puissance), la résistance de limitation R<sub>3</sub> et le triac intégré au MOC. L'amorçage du triac de puissance IC<sub>5</sub> est très rapide, le courant de gâchette aura la forme d'un pic. Le triac du MOC, bidirectionnel, provoquera un amorçage de IC<sub>5</sub> pour chaque alternance, ce qui conduit à un plein allumage des lampes à incandescence constituant la charge, si la DEL de commande est illuminée. Si l'on insère une diode D<sub>3</sub> dans le circuit de gâ-

Photo 2. – Gros plan sur le relais 220 V/1RT.

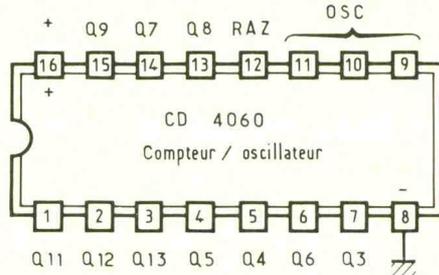
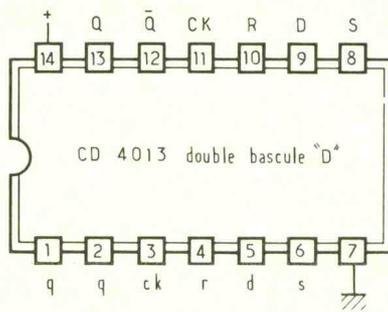
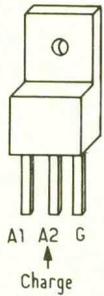




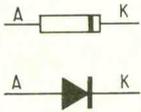
15 mA Min  
25 mA Max

3041 : 10 mA R<sub>6</sub> / R<sub>7</sub> = 1 kΩ  
3043 : 5 mA R<sub>6</sub> / R<sub>7</sub> = 22 kΩ

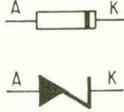
TRIAC 6A / 400 V



Diodes d et D



Diode DZ



chette, les impulsions ne seront fournies qu'une alternance sur deux, ce qui conduira à une demi-tension aux bornes de la charge, et donc son demi-allumage. Nous utiliserons donc deux MOC 3040. L'un destiné à la mise sous tension de la

charge, IC<sub>4</sub>, dont la DEL de commande sera insérée entre Q et le positif (neutre), et l'autre destiné au contrôle de la demi-tension, court-circuitant la diode-série du circuit gâchette, et dont la DEL de commande sera insérée entre Q et les anodes de D<sub>4</sub> à D<sub>12</sub>. R<sub>6</sub>

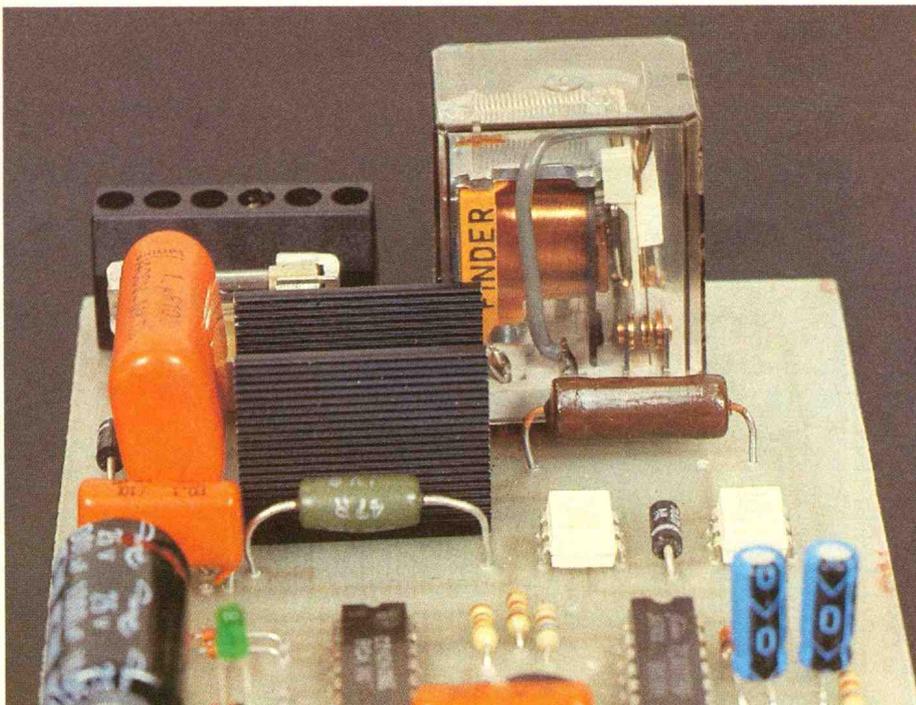
et R<sub>7</sub> limitent le courant dans les DEL des MOC. Il est clair qu'au basculement de Q à '0' IC<sub>4</sub> est passant. De même que IC<sub>3</sub>, puisqu'au moment de ce basculement de Q à '0' IC<sub>4</sub> est passant. De même, que IC<sub>3</sub>, puisqu'au moment de ce basculement Q est à '1' d'une part, et qu'un '0' est présent aux anodes de D<sub>4</sub> et D<sub>12</sub> d'autre part. Il y a donc plein allumage des lampes. Les deux créneaux en fin de comptage vont bloquer IC<sub>3</sub>, et la diode D<sub>3</sub> est en série dans le circuit gâchette. Le triac IC<sub>5</sub> n'est donc plus déclenché que sur les fronts positifs - compte tenu du sens d'implantation de D<sub>3</sub> -, donc n'est 'passant' qu'une alternance sur deux. Il y a demi-allumage à chaque créneau, qui prévient à deux reprises de l'imminence de l'extinction de la minuterie.

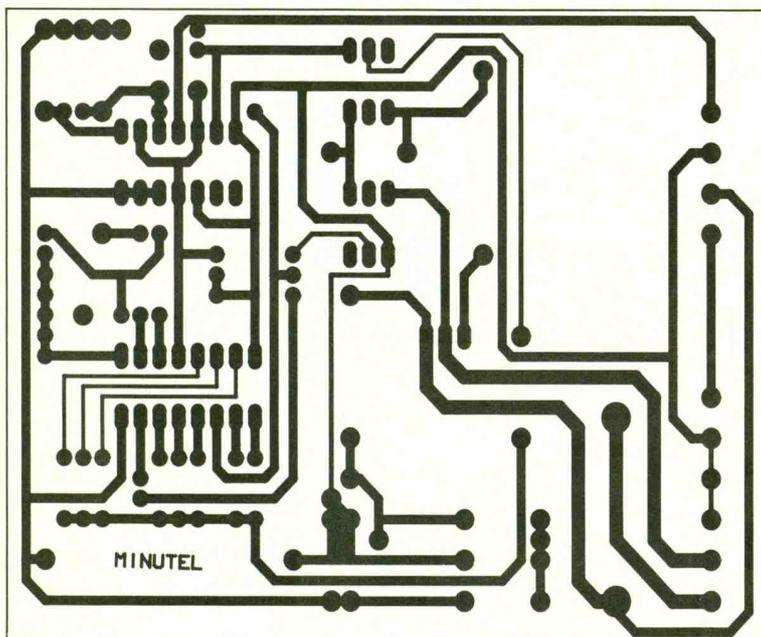
## REALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé n'est pas trop dense, mais demande de l'application, en particulier pour **respecter l'épaisseur des pistes**. N'oubliez pas que vous allez commuter des charges de 800 W sous 220 V, soit  $800/220 = 3,6$  Aeff et 5 A crête ! Pas de piste trop fine ou trop proche l'une de l'autre ! Il est conseillé d'étamer 'à chaud' et en surépaisseur les pistes de la charge (les plus larges). Les résistances R<sub>1</sub> et R<sub>3</sub> ne devront pas être accolées à l'époxy mais surélevées d'un bon centimètre. Positionnez les composants par ordre croissant de leur épaisseur et de leur encombrement : câbles Dz, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et R<sub>2</sub> avant C<sub>1</sub> et C<sub>3</sub>, de même R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub> avant A<sub>1</sub> et C<sub>6</sub>. Le triac IC<sub>5</sub> doit être monté sur radiateur avec pâte silicone, et deux petits manchons d'isolant seront enfilés sur les pattes A<sub>1</sub> et la gâchette du triac (croquis fig. 6).

En ce qui concerne le relais, nous n'avons pas dessiné de pastillage compte tenu de la très grande diversité des modèles du marché. Vous pouvez simplement le fixer par collage ou bridage à l'époxy sur l'espace laissé libre, ou compléter vous-même le tracé selon l'implantation de votre relais. Le type de câblage à réaliser est donné aux figures 4a, b, c. Ce relais ne commute aucune puissance, vous pouvez donc vous

Photo 3. - Gros plan sur la résistance R<sub>1</sub> montée en surélévation pour des raisons de convection.





lèle sur le condensateur  $C_2$ . Un poussoir sera raccordé provisoirement entre les plots 1 et 2 du bornier (câblage selon figure 4a). La DEL  $D_{10}$  doit s'allumer (fixe ou clignotante : il n'y a pas d'initialisation à la mise sous tension). Si vous avez prévu des supports pour les MOC, insérez des DEL comme indiqué figure 7 : leur allumage indiquera l'état passant de la ligne opto-triac. La durée d'extinction de la DEL en lieu et place de celle de  $IC_3$  vous permettra de choisir les câblages de  $D_4$  à  $D_9$  selon votre goût.

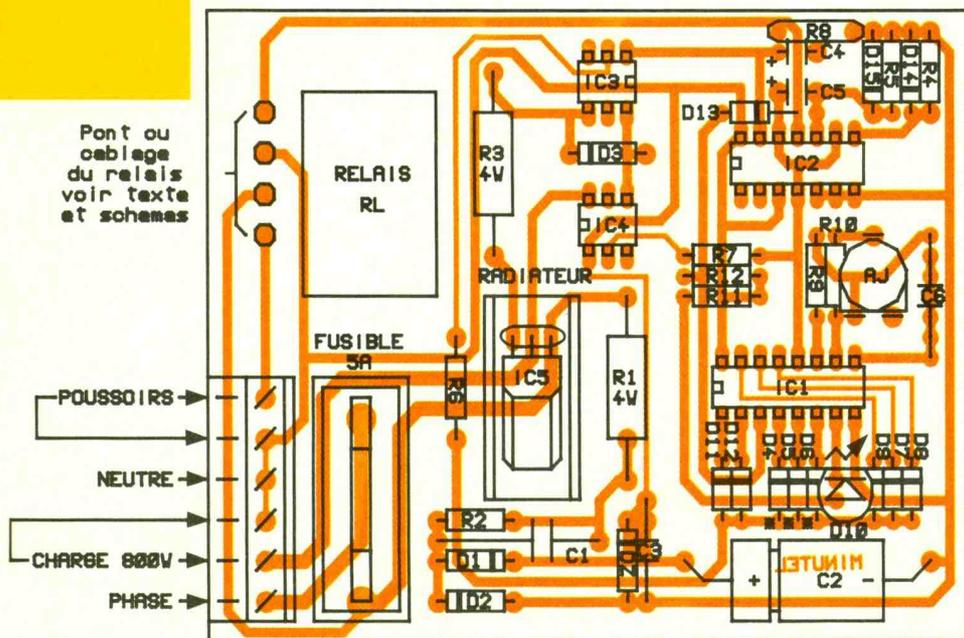
Enfin, vérifiez le câblage de l'installation existante, et repérez les phase, neutre, phase commutée (charge) et commutation poussoir (phase ou neutre) (voir fig. 4a, b, c), et prévoyez une aération de votre boîtier pour faciliter le refroidissement du radiateur du triac  $IC_5$ . Seule une charge d'ampoules incandescentes de 800 W est ici autorisée. Si vous voulez plus de puissance, il faut redimensionner le triac  $IC_5$  et surtout son radiateur. En tout état de cause, les charges selfiques (néon et leur ballast) sont déconseillées.

H. TOUSSAINT

## LISTE DES COMPOSANTS

- $R_1$  : 47  $\Omega$  (4 W vitrifiée)
- $R_2$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
- $R_3$  : 470  $\Omega$  (4 W vitrifiée)
- $R_4, R_5$  : 100 k $\Omega$  à 1 M $\Omega$
- $R_6, R_7$  : 560  $\Omega$  (vert, bleu, marron)
- $R_8$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_9$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
- $R_{10}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{11}, R_{12}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $A_{j1}$  : 220 k $\Omega$  à 470 k $\Omega$  isolée
- $C_1$  : 1  $\mu$ F/400 V
- $C_2$  : 1 000  $\mu$ F/25 V
- $C_3$  : 100 nF/63 V
- $C_4, C_5$  : 10  $\mu$ F/50 V
- $C_6$  : 100 nF/63 V
- LED : verte  $\varnothing$  5 mm
- $D_1$  à  $D_3$  : 1N4007
- $D_4$  à  $D_{15}$  : 1N4148
- $D_z$  : 12 V/1,5 W
- $IC_1$  : CD4060
- $IC_2$  : CD4013
- $IC_3, IC_4$  : MOC 3040 (synchro zéro tension)
- $IC_5$  : triac 6 A/400 V
- Bornier 6 plots, porte-fusible, fusible 5 A/250 V, relais 220 V/1 RT, radiateur triac

Pont ou câblage du relais voir texte et schémas



contenter d'un faible pouvoir de coupure, mais la bobine doit impérativement être de type 220 V alternatif !

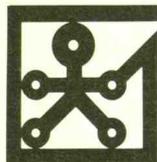
Prévoyez une découpe de la carte époxy suffisamment dégagée des pistes périphériques pour pouvoir la fixer dans un boîtier plastique de type 'Plasto' (boîtes de jonction en électricité, qui sont ininflammables). Attention ! si vous utilisez du fil souple : un toron mal inséré peut court-circuiter deux borniers. Préférez du fil rigide. Vérifiez périodiquement le serrage des borniers, et n'oubliez pas que, fusible grillé, le

montage est toujours au neutre ! Si une mise hors circuit doit pouvoir être faite, vous devez choisir un interrupteur bipolaire de pouvoir de coupure suffisant.

## REGLAGES

Seul  $A_{j1}$  est à régler. Cela peut être fait sous tension 220 V, aux conditions que l'on a déjà indiquées et qu'on rappelle : ajustable ISOLE manipulé avec un tournevis ISOLE. Avant de câbler votre montage au réseau, vérifiez-le à l'aide d'une pile 9 V connectée pôle à pôle en paral-

# LOGIC-14



Voici le dernier volet de cette série. Aussi, pour conclure, nous traiterons les cas particuliers de la conception séquentielle. Comme l'EPRROM 2716 est (et sera) souvent utilisée dans la revue (Dé électronique...), nous décrivons brièvement son fonctionnement, du moins sous l'aspect qui nous intéresse, c'est-à-dire son utilisation dans un système séquentiel. Côté pratique, ce sera l'occasion de réaliser le module LO-6, module de visualisation d'un code binaire huit bits.

## SCHEMAS TYPE

Il y a quatre types fondamentaux d'association fonctionnelle séquentielle, choisis selon le cahier des charges du système séquentiel. Représentés en **figure 1**, vous remarquez : la fonction codage (combinatoire) qui est réalisée avec une association de portes logiques (ou avec une EPRROM) et la fonction mémoire qui utilise des fonctions séquentielles (bascules D, JK). Le signal H est le signal d'horloge qui contrôle les bascules (appelé aussi CLK dans les exemples) ; les traits gras représentent des

« bus » (groupement de conducteurs) dont le nombre est indiqué par un trait diagonale (/n pour les sorties S). Un exemple de chacun des types sera traité après la présentation comparative des quatre schémas.

### Système minimal

En **figure 1a**, vous retrouvez le schéma de la **figure 7** du précédent volet ( qui sera à la portée de la main, en lisant ces lignes). La mémoire (bascules D ou JK) commande les n sorties. Les n bits de ces sorties sont transmis à la fonction codage qui fournit m

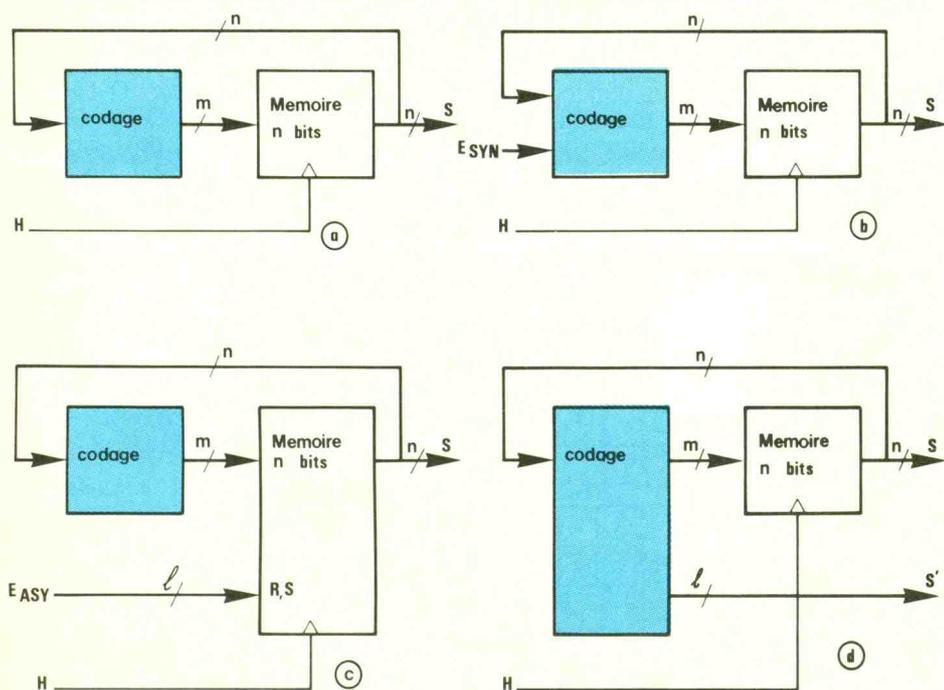
bits de contrôle de la mémoire. Au front d'horloge, ces m bits vont fixer l'état des sorties. Si la mémoire utilise des bascules D, il y a autant de bits de commande (entrée D de la bascule) que de sorties (Q de la bascule), soit  $m = n$ . Si des bascules JK sont employées, il faut deux fois plus de bits de commande (entrées J et K) que de sorties (Q), soit  $m = 2 \cdot n$ .

### Conception

Le nombre de sorties détermine le nombre de bascules pour la fonction mémoire. S'il y a une relation combinatoire entre certaines sorties, on se trouve alors dans le cas de la **figure 1d** (cf. ce cas). Mais ici, il faut concevoir la fonction décodage, soit donc trouver les équations logiques des m signaux, conformément à la table d'analyse. Le schéma peut être minimisé en utilisant les sorties complémentaires des bascules. L'exemple apparaît sur la **figure 2**. Pour plus de précisions sur le détail de la méthode de conception, reportez-vous, à la **figure 7** et à son analyse (LOGIC\_13).

### Entrées synchrones

Une entrée synchrone est une entrée qui agit uniquement au front d'horloge H. Si on veut disposer d'entrées synchrones, celles-ci doivent entrer en relation avec les m bits de commande de la mémoire, aussi accèdent-elles à la fonction codage. Pour effectuer la conception de la fonction

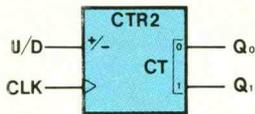


1

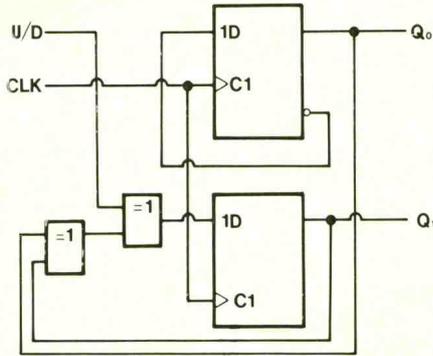
Schémas fonctionnels séquentiels « type ».

# 2

## Compteur/décompteur.



U/D	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0



codage, on procède comme précédemment, mais en faisant intervenir ces variables d'entrée supplémentaires, toujours en correspondance avec la table d'analyse voulue. Reportez-vous à l'exemple de la **figure 4**, entrée /SRAZ et à celui de la **figure 5**, signaux /LOAD, E<sub>0</sub> et E<sub>1</sub>.

### Entrées asynchrones

Une entrée asynchrone agit indépendamment du signal d'horloge H. Ainsi, pour disposer d'entrées asynchrones, on agit directement sur la mémoire, mais en utilisant les entrées de présélection asynchrones. Les bascules D et JK disposent en effet d'entrées asynchrones de mise à zéro (R = Reset) ou de mise à un (S = Set), dont l'état actif dépend du circuit choisi (4013 : bascule D avec R,S actifs à 1 ; 74HC74 : bascule D avec /R,/S actifs à 0). L'exemple apparaît en **figure 4** avec le signal RAZ et en **figure 5** avec PRESET.

### Sorties décodées

Au moment du choix du nombre de bits dans la mémoire, il faut observer la table d'analyse des sorties afin de remarquer une éventuelle relation (combinatoire, évidemment !) entre elles. Sans relation, vous vous trouvez dans le cas de la **figure 1a**. Mais si une relation apparaît entre certaines

de ces sorties, les sorties S', qui sont un décodage combinatoire des sorties S de la mémoire, sont alors fournies par la fonction codage qui utilise ces mêmes variables d'entrée. Un exemple apparaît dans la **figure 6** pour la sortie /CO.

### Remarque

Il est bien sûr possible de mixer plusieurs types ensemble ; ainsi, vous pouvez disposer d'un système séquentiel, avec des entrées synchrones, des entrées asynchrones, des sorties qui sont un décodage de la mémoire... Vous le constaterez d'ailleurs dans les exemples qui vont suivre.

Le nombre de portes logiques qui composent la fonction codage augmente très vite avec le nombre de sorties et la complexité du système séquentiel ; assurez-vous de simplifier vos équations au maximum. En observant les schémas internes de circuits intégrés séquentiels (compteurs... dans les « data-books »), vous pouvez vérifier la solution du constructeur, qui sera plus simple que la vôtre, grâce à des astuces de conception. Il reste évident que l'intérêt de la conception n'est pas de refaire un circuit complexe, avec des portes et bascules, par exemple un compteur BCD, mais de donner le principe de conception qui permettra la réalisation d'un compteur particulier (qui compte de 0 à 7 par exemple...). Pour éviter la complexité de l'assemblage de portes de la fonction décodage, la **figure 1** laissait apparaître un autre concept sous sa présentation (décodage-mémoire) ; elle met en évidence la conception séquentielle à EPROM. L'EPROM réalise la

fonction codage, bien que l'appellation de ce circuit soit « mémoire... 2716 » (cf. **fig. 9**) ; elle mémorise une succession de données, qui sont en fait un codage, présenté sous une forme particulière.

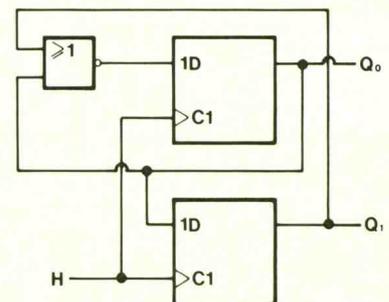
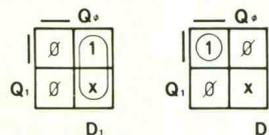
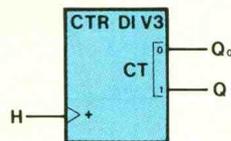
## COMPTEUR-DECOMPTEUR

En **figure 2**, résumé sur le pseudo-symbole du compteur, on effectue la conception d'un compteur 2 bits, qui peut compter ou décompter selon le signal U/D. Si U/D = 1, on compte en binaire Q<sub>1</sub>Q<sub>0</sub> = 00-01-1011-00... (répétition du cycle), mais si U/D = 0, on décompte, soit le cycle de comptage à l'envers, 00-11 10-01... Le signal U/D est donc une entrée synchrone, et on se place dans le cas de la **figure 1b**.

### Conception

Le compteur impose deux sorties, le cycle est 4, soit CRT2 ou CTRDIV4. Le nombre b de bascules est déterminé par le nombre d'états du cycle (2<sup>b</sup>), et le plus souvent égal au nombre de sorties (cycle normal). Le choix de l'exemple utilise des bascules D, mais vous pouvez revoir la conception avec des bascules JK (qui permettent souvent de réduire la complexité de la fonction codage, malgré le nombre m de signaux de sortie).

On pose la table d'analyse (D<sub>1</sub>D<sub>0</sub> selon Q<sub>1</sub>Q<sub>0</sub>), puis les tableaux de Karnaugh, et on obtient l'équation des variables D<sub>1</sub> et D<sub>0</sub>, en relation combinatoire avec Q<sub>1</sub>Q<sub>0</sub>. Soit, dans notre cas, D<sub>1</sub> = Q<sub>0</sub> + Q<sub>1</sub> + S et D<sub>0</sub> = /Q<sub>0</sub>, après simplification maximale et en ayant nommé « S », le signal U/D, pour

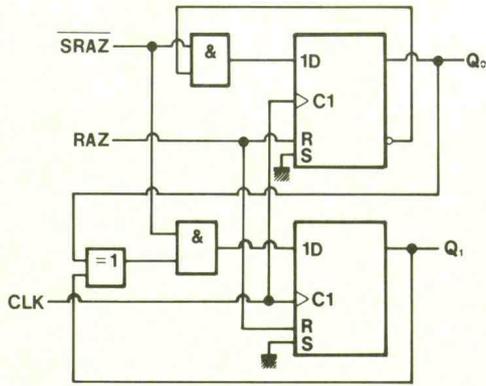
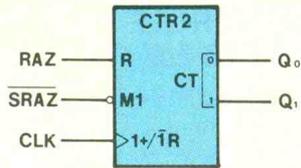


# 3

## Cycle particulier.

# 4

Remise à zéro.



des facilités d'écriture. Comme les bascules disposent de sorties complémentaires, un opérateur logique (porte NON) est inutile pour le terme  $D_0$ .

## Manipulation

Vous entreprendrez la vérification pratique en utilisant deux circuits : un 4013 (bascules D) et un 4030 (OU-Ex). Seule précaution : rendre inactives les entrées asynchrones R et S en les portant à la masse. Les signaux de commande CLK, U/D, sont fournis par le module LO\_5, et les signaux de sortie sont visualisés sur des DELs (module LO\_2, LO\_5). Chaque impulsion d'horloge modifie l'état du compteur, et le changement du signal U/D

inverse le sens (comptage « Up » /décomptage « Down »), quel que soit l'état des sorties, mais à l'impulsion d'horloge uniquement (synchrone !).

## Pour aller plus loin

Comme d'ailleurs pour les autres exemples proposés dans ce volet, vous pouvez expérimenter (conception théorique et vérification pratique) le même compteur, mais en utilisant des bascules JK ; de même, vous pouvez porter la capacité de comptage à quatre bits, et vous comprendrez aisément l'avantage de disposer de compteurs intégrés. Avec toutes les manipulations proposées dans cette série, et en suivant celle proposée pour la figure 2, vous entreprendrez également celles pour les autres exemples. Un conseil, soignez votre analyse et votre câblage, cela vous évitera des recherches fastidieuses si le fonctionnement est incorrect, ou de vous dire que « ça ne marche pas ! » et d'abandonner ; basez-vous toujours sur l'analyse théorique pour entreprendre la manipulation.

## CYCLE PARTICULIER

Si votre cycle est différent d'une puissance de 2, il y a une variante. Si vous voulez  $n$  états dans le cycle, le choix du nombre  $b$  de bascules est décidé par la puissance de 2 la plus proche, soit  $2^b$ , donc  $n < 2^b$ . Dans l'exemple, on réalise un simple compteur modulo 3, c'est-à-dire à trois états dans le cycle, soit 00-01-10 en succession. Le nombre puissance de 2 le plus

proche est 4, soit  $2^2$ , donc on utilise deux bascules D.

Lors de la conception, la table d'analyse permet de remplir partiellement les tableaux de Karnaugh de  $D_1$  et  $D_0$  ; il reste une case libre. On se dit alors : « La combinaison n'apparaît pas dans le cycle, aussi je l'ignore et je marque X dans la case. » Mais il faut savoir qu'à la mise sous tension l'état des sorties est aléatoire, aussi ce cas peut apparaître ! Il faut alors se demander s'il autorise à revenir dans le cycle normal, sous peine d'aléas de fonctionnement à la mise sous tension (auxquels on peut remédier par une initialisation asynchrone). Ici, avec X et les groupements choisis, la combinaison particulière  $Q_1Q_0 = 11$  retourne dans le cycle en 10 ( $D_1D_0 = 10$ ), donc l'initialisation à la mise sous tension est inutile.

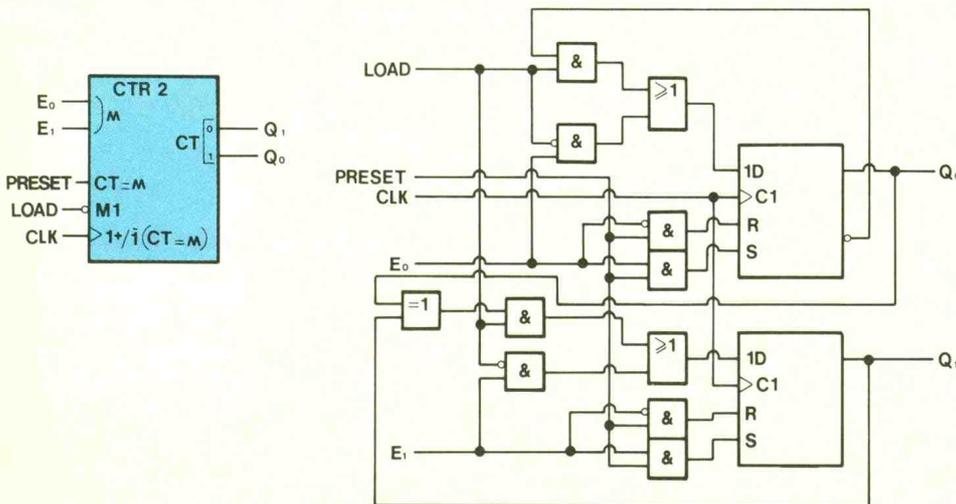
On obtient les équations de  $D_1 = Q_0$  et  $D_0 = /Q_1*/Q_0 = /(Q_1 + Q_0)$ , ce qui permet de tracer le schéma final avec deux bascules D et une porte OU-NON, mais on aurait pu utiliser une porte ET, et pourquoi pas ? à diodes. Expérimentez ce compteur particulier et n'hésitez pas à concevoir les cycles les plus farfelus, comme par exemple 000-111-110-100-101 (modulo 5, 3 bascules).

## Remarque

Si votre cycle reprend deux fois la même combinaison des sorties, mais avec une succession différente, comme par exemple 00-01-10-11-01-00, il faut faire attention au nombre de bascules. L'exemple présente un modulo 6, mais avec deux sorties ; or deux sorties vont vous faire opter pour deux bascules, alors qu'il en faut trois, la sortie supplémentaire étant ignorée, sauf par la fonction codage (six états  $\rightarrow 6 < 8 \rightarrow$  impose 3 bascules !); en fait, le cycle sera traité comme étant X00-a01-1-X10-X11-b0-1-X00, avec X état quelconque de la troisième sortie, a et b, états complémentaires choisis arbitrairement pour différencier les deux cas identiques (par exemple,  $a = 0, b = /a = 1$ ), ce qui donne X00-001-X10-X11-101-X00.

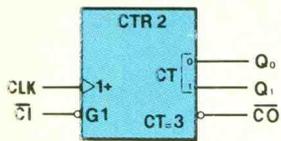
## REMISE A ZERO

On reprend nos exemples, en conservant le compteur initial CTR2, modulo 4, pour limiter le

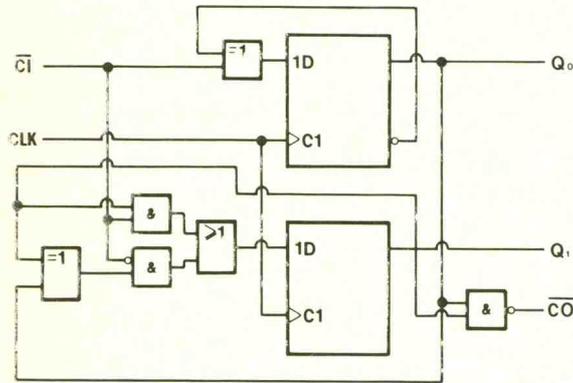


# 5

Présélection.



bascules. Il faut relier ensemble les entrées R au signal RAZ et inhiber les entrées S en les fixant à l'état inactif (0 = masse). Pour une remise à N (présélection) asynchrone, il suffit de choisir les entrées asynchrones correspondantes à l'état de sortie souhaité et d'inhiber les autres. Le schéma proposé utilise deux portes ET, une porte OU-Exclusif (4081, 4030 pour l'expérimentation).



nombre de bascules, centrer la conception sur les particularités énoncées en **figure 1** et comparer les différents exemples. Ainsi, on propose, en **figure 4**, la conception d'un compteur binaire 2 bits (CTR2: cycle 00-01-10-11) avec une entrée RAZ de remise à zéro asynchrone et /SRAZ une entrée de remise à zéro synchrone. La figure présente le symbole d'un tel compteur (fictif) pour rappeler brièvement le fonctionnement. La norme indique précisément la relation synchrone ( $M1 \rightarrow 1 + 1R$ ) et asynchrone (R). Dans le choix des états, RAZ est actif à l'état 1, alors que /SRAZ à l'état 0 (au front montant de CLK !).

### Conception

Il est aisé de déterminer la table d'analyse, ainsi que les tableaux de Karnaugh, des entrées D des bascules ; aussi, on indique uniquement les équations. Attention, ici, l'entrée synchrone /SRAZ intervient dans ces équations ( $D_n = f(\text{/SRAZ}, Q_0, Q_1)$ ), et, pour simplifier l'écriture, on l'appelle Z, si  $Z = 0$ , les sorties passent à  $Q_1 Q_0 = 00$  au front d'horloge, quelle que soit la combinaison précédente, en revanche, si  $Z = 1$ , on a la succession classique 00-01-10-11. On en déduit les équations  $D_1 = Z*(Q_0 + Q_1)$  et  $D_0 = Z*/(Q_0)$ , avec  $Z = \text{/SRAZ}$ .

Pour la remise à zéro asynchrone, on agit sur les entrées R et S des

### PRESELECTION

La **figure 5** présente un schéma un peu plus complexe ; en fait, il faut distinguer deux notions différentes : la présélection synchrone et asynchrone. La présélection peut se faire pour un état déterminé (par exemple zéro dans la **figure 4**) ou selon un code en entrée, comme dans cet exemple. Si on met un état actif 1 en PRESET, les entrées  $E_0 E_1$  sont recopiées sur les sorties  $Q_0 Q_1$ , indépendamment de l'horloge CLK, donc présélection asynchrone. Si PRESET = 0, le circuit fonctionne en compteur 2 bits, sauf si /LOAD = 0, auquel cas, on recopie de manière synchrone les entrées  $E_0 E_1$  sur les sorties  $Q_0 Q_1$ , donc présélection synchrone ; on appelle d'ailleurs ces entrées  $E_0 E_1$ , des entrées de présélection.

La présélection asynchrone est différente de celle suggérée précédemment, car ce sont des bits de commande externes qui vont décider l'état de sortie, mais seulement lorsque le signal PRESET est actif ; à ce moment,  $Q_1 Q_0 = E_1 E_0$ , donc il faut commander les entrées R et S (asynchrones) des bascules, selon  $E_0, E_1$  et PRESET ; c'est une logique combinatoire qu'il est aisé de « deviner » avec de l'habitude :  $R_0 = \text{/}E_0 * \text{PRESET}$ ,  $S_0 = E_0 * \text{PRESET}$ ,  $R_1 = \text{/}E_1 * \text{RESET}$ ,  $S_1 = E_1 * \text{RESET}$ .

Pour la présélection synchrone, il faut dresser la table d'analyse qui lie /LOAD,  $E_0, E_1, Q_0, Q_1$ , tracer les tableaux de Karnaugh, pour trouver les équations des entrées  $D_1 = C*(Q_0 + Q_1) + \text{/}C * E_1$  et  $D_0 = C*/Q_0 + \text{/}C * E_0$ , avec C, notation simplifiée de l'entrée /LOAD. D'où la complexité du schéma qui ne met en œuvre que 14 portes (imaginez un tel compteur 4 bits où jetez un œil sur le schéma interne du 4029 !)

### CONTROLE ET RETENUE

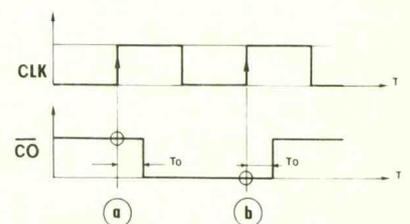
Le compteur de la **figure 6** présente une entrée /CI (« Carry In » = entrée retenue), nommée E pour simplification d'écriture, active à l'état 0, qui valide le comptage, si  $E = 0$ , le circuit compte normalement, mais si  $E = 1$ , une impulsion d'horloge CLK est sans effet ; c'est donc une entrée synchrone qui entre dans le cas 1b. Le compteur dispose de ses deux sorties  $Q_1 Q_0$ , et d'une sortie supplémentaire /CO (« Carry Out » = sortie retenue), nommée C pour simplification d'écriture, qui est à l'état 0 quand  $Q_1 Q_0 = 11$  ; c'est donc un décodage combinatoire des sorties, cas de la **figure 1d**, qui ne nécessite donc pas de bascule supplémentaire.

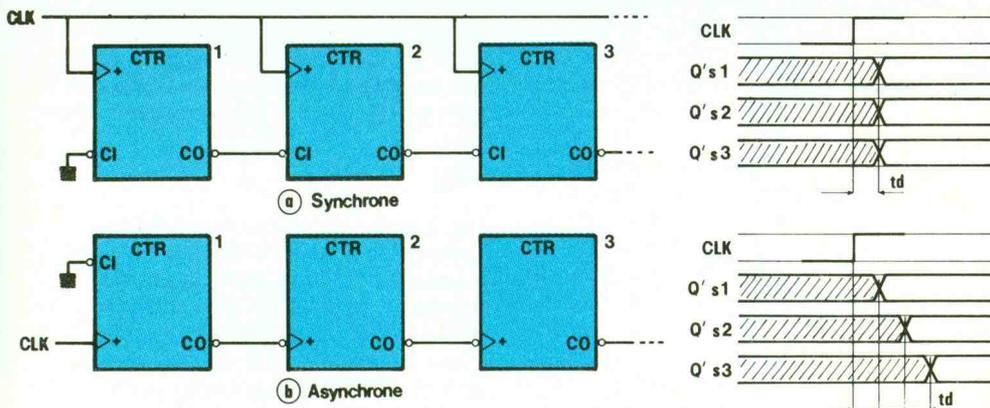
### Conception

La fonction qui fournit le signal C est très simple, puisqu'il suffit de décodifier la combinaison 11, et de compléter car C vaut alors 0 ; donc  $C = \text{/}(Q_1 * Q_0)$ . La fonction codage lie les variables E,  $Q_1$ , et  $Q_0$  à  $D_1$  et  $D_0$  et nécessite la table d'analyse et les tableaux de Karnaugh pour déterminer les équations, soit  $D_1 = \text{/}E*(Q_1 + Q_0) + E*Q_1$  et  $D_0 = \text{/}E*/Q_0 + E*Q_0 = \text{/}Q_0$ . E. Avec une certaine habitude, la résolution des équations est simplifiée car on remarque la constante ( $Q_1 + Q_0$ ) du compteur binaire 2 bits, auquel se greffent les nouvelles variables par une relation ET-OU. D'où le schéma proposé, facile à mettre en œuvre avec quatre circuits intégrés (plusieurs solutions, dont 4013-4001-4081-4030...).

### Plus de bits

Vous avez remarqué (si vous avez essayé de concevoir un compteur 3 ou 4 bits depuis les exemples précédents) que la complexité du circuit croît avec le





nombre de bits. Les compteurs intégrés existent, pour la plupart, intégrés à 4 bits. Comment créer simplement un compteur synchrone 6, 8 ou 12 bits ? Le plus simple est de les associer en chaîne, comme vous le verrez en **figure 8** ; pour cela, il faut disposer de deux signaux, un d'inhibition (entrée /CI) et un de dépassement (sortie /CO), justement les signaux étudiés précédemment. Si /CI = 0, le circuit compte, au moment de l'impulsion d'horloge. Si /CI = 1, le comptage est inhibé.

Quand arrive l'impulsion d'horloge, les sorties changent d'état, et donc /CO, après un laps de temps très court ( $t_0$ ). Si on relie, la sortie /CO d'un compteur à l'entrée /CI d'un autre compteur, ce dernier s'incrémentera au front d'horloge (b) ; le front d'horloge (a) est inactif à cause du temps de propagation  $t_0$ . La **figure 7** présente le détail des chronographes et témoigne de l'importance des temps de propagation. Le second compteur

incrémente donc quand les sorties du premier passent de 11 à 00 (dépassement).

## CHAINAGE SYNCHRONE

La **figure 8a** présente l'association synchrone de trois compteurs disposant d'entrée /CI et de sortie /CO. On les associe en chaîne, mais l'horloge CLK reste commune à tous les circuits (imposée par l'association synchrone). Le premier compteur 1 voit son entrée /CI à l'état 0 pour autoriser son fonctionnement (il arrive souvent que cette connexion soit omise, interdisant le fonctionnement de l'ensemble !). Il suffit ensuite de relier ensemble /CO à /CI de compteurs qui se suivent, comme indiqué. Il n'y a théoriquement pas de limites en nombre, hormis la sor-tance nécessaire en CLK. Les bits de poids faible sont disponibles sur le compteur 1, et ceux de plus fort poids sur le dernier compteur, le 3 dans cet exemple. Pour rappel, les chronogra- phes qui témoignent du fonction- nement synchrone, donc la commutation de toutes les sor- ties en même temps, au temps de propagation  $t_d$  près.

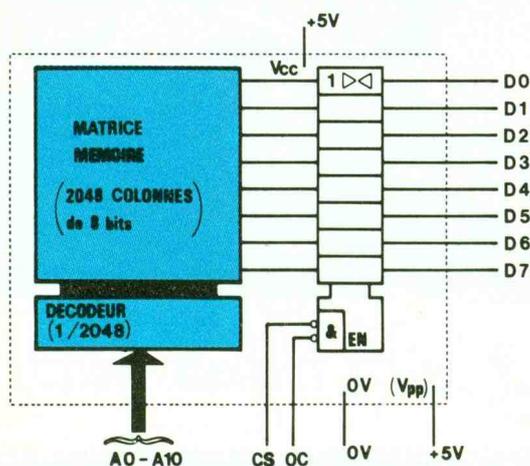
## CHAINAGE ASYNCHRONE

La **figure 8b** présente le chaînage asynchrone. En se référant à la **figure 7**, on remarque que, juste avant que /CO repasse à 1, le compteur doit être incrémenté ; en fait, /CO fournit un front montant, un temps  $t_0$  après le dépassement. Ce front montant peut être utilisé pour commander directement l'horloge d'un comp-

teur, d'où le schéma proposé. L'inconvénient apparaît sur les chronographes et s'explique aisément à cause du temps  $t_0$  qui se rajoute à chaque étage ; ainsi, dans l'exemple,  $t_d = 3 \cdot t_0$ . Si les compteurs disposent d'entrées /CI, elles seront reliées à la masse (état 0 actif). Cela impose une limitation en fonctionne- ment : si  $t_0 = 500 \text{ nS}$ , un circuit peut théoriquement fonctionner à près de 1 MHz ; si on associe dix circuits (par exemple dans un fréquencemètre),  $t_d = 5 \mu\text{s}$  et la fréquence maximale de fonctionne- ment est proche de 100 kHz (divisée par le nombre de cir- cuits) ; si la limite est gênante, il faut opter pour le chaînage syn- chrone. Pour une horloge, même avec centièmes de secondes, un chaînage asynchrone est large- ment suffisant.

## EPROM

L'EPROM a été déjà présentée dans la revue, dans le cadre de la réalisation d'un programmeur d'EPROM (n° 137, mai 1990) et il n'est pas question de la décrire entièrement ; seule nous intéresse l'utilisation en codage. La **figure 9** présente sa structure interne équivalente, soit principale- ment un décodeur, une matrice mémoire (fusibles) et un « tam- pon » de bus (amplificateur ; sor- tie trois états 0 . 1 . Hi-Z). La 2716 est une mémoire 16 Kb (kilo-bits), organisée en octets, donc de 2 Ko (2 048 octets). L'adresse sur onze bits ( $A_0$ - $A_{10}$ ) permet de choisir un octet parmi ces 2048. En lecture, cet octet sera présent si les broches de contrôle sont connectées :  $V_{pp} = +5 \text{ V}$ ,  $/CS = 0 \text{ V}$ , et  $/OC = 0 \text{ V}$ . En fonctionnement, tout se passe comme si un bit était le OU logique des décodages des 2048 combinaisons d'adresses  $A_0$ - $A_{10}$ , connectés ou non, selon l'état de 2048 fusibles program- mables électriquement (et effaçables tous ensemble aux ultra- violets). Pour mieux comprendre, imaginons qu'il n'y ait que deux bits d'adresses  $A_0$  et  $A_1$  et un bit de donnée  $D_0$  : alors  $D_0 = f_0 \cdot /A_0 \cdot /A_1 + f_1 \cdot A_0 \cdot /A_1 + f_2 \cdot /A_0 \cdot A_1 + f_3 \cdot A_0 \cdot A_1$ , avec  $f_0$  à  $f_3$ , fusibles programmables (1 si intact, 0 si détruit). Si on veut réaliser la fonction  $Q = A + B$ , on relie  $A=A_0$ ,  $B=A_1$  et  $Q$  à  $D_0$ , et on détruit les fusibles  $f_0$  et  $f_3$ , ce qui donne  $D_0 = 0/A_0 \cdot /A_1$



$+ 1 * A_0 * /A_1 + 1 * /A_0 * A_1 + 0 * A_0 * A_1 = A_0 * /A_1 + /A_0 * A_1$ , donc la sortie Q définie par l'équation A + B. C'est la preuve que l'EPROM peut réaliser la fonction codage, et particulièrement pour les exemples précédents.

### Programmation

Pour la programmer, on n'utilise pas les équations (inutile de les calculer), mais on énonce simplement la table d'analyse, après avoir fait le choix des connexions. Prenons par exemple le compteur de la **figure 2** : on affecte U/D, à A<sub>2</sub>, Q<sub>1</sub> à A<sub>1</sub>, Q<sub>0</sub> à A<sub>0</sub> et D<sub>0</sub> (EPROM) relié à D<sub>0</sub> (bascule) et D<sub>1</sub> relié à D<sub>1</sub>. Il suffit d'écrire la table d'analyse (**fig. 2**) dans l'EPROM, soit donc écrire (en hexadécimal) 03, 00, 01, 02, 01, 02, 03, 00 dans les huit premiers octets de l'EPROM (on ignore les bits de données D<sub>2</sub> à D<sub>7</sub> de l'EPROM, qui sont à 0 arbitrairement ; on ignore les bits d'adresse A<sub>3</sub> à A<sub>10</sub>, mais en les fixant à 0 pour démarrer avec les huit premières adresses).

### Conclusion

Par cette méthode, il est possible de concevoir un compteur 4 bits, entrées U/D, /SRAZ, /LOAD, /CI avec une sortie /CO, et même d'autres entrées de contrôle de mode et trois autres sorties, avec un cycle des plus farfelus. Le module LO\_7 vous permettra de concrétiser cette méthode de conception programmable, sans microprocesseur, et de l'appliquer pour tester les exemples proposés dans ce volet ; mais vous pouvez déjà tester le principe en faisant un câblage volant sur plaque de connexion et en utilisant une EPROM 2716 et une bascule D 4013 (même le montage de la **figure 5** est possible, alors qu'il ne le sera pas avec le module LO\_7). Certains montages de la revue, qui utilisent une EPROM, fonctionneront d'ailleurs sur ce principe. Le module LO\_6 qui assure l'affichage d'une donnée 8 bits sur un afficheur utilise une EPROM, en fonction décodage classique, donc sans les bascules, mais fonctionne aussi sous le même

principe et permet de simplifier le schéma. (Imaginez la complexité d'un tel décodeur avec des portes classiques ! De plus, un tel circuit spécialisé n'existe pas.)

### FIN

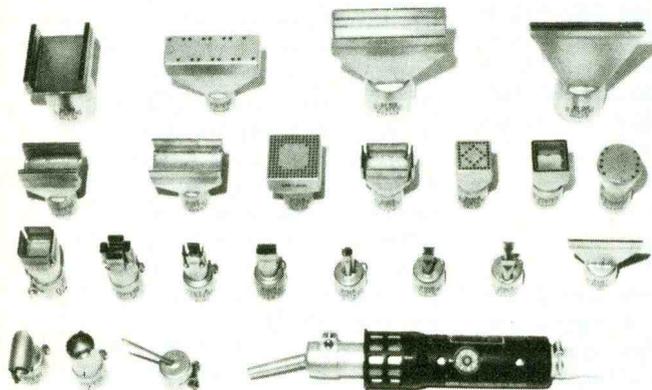
Il y aurait encore quelques fonctions et structures à analyser (registres à décalage, compteurs en anneau...), mais le principe de conception vous permet justement de les créer (ce ne sont que des fonctions séquentielles particulières). Sinon, il est évident qu'il reste plus simple d'utiliser les circuits intégrés qui intègrent ces fonctions ; avec l'acquis d'analyse et de conception logique, il doit être facile de mettre en œuvre un tel circuit d'après sa notice technique (table de vérité et chronographes), et l'acquisition d'un « data-book » (CMOS de préférence) sera d'une aide précieuse.

P. WALLERICH

## Dessouder et souder sans contact

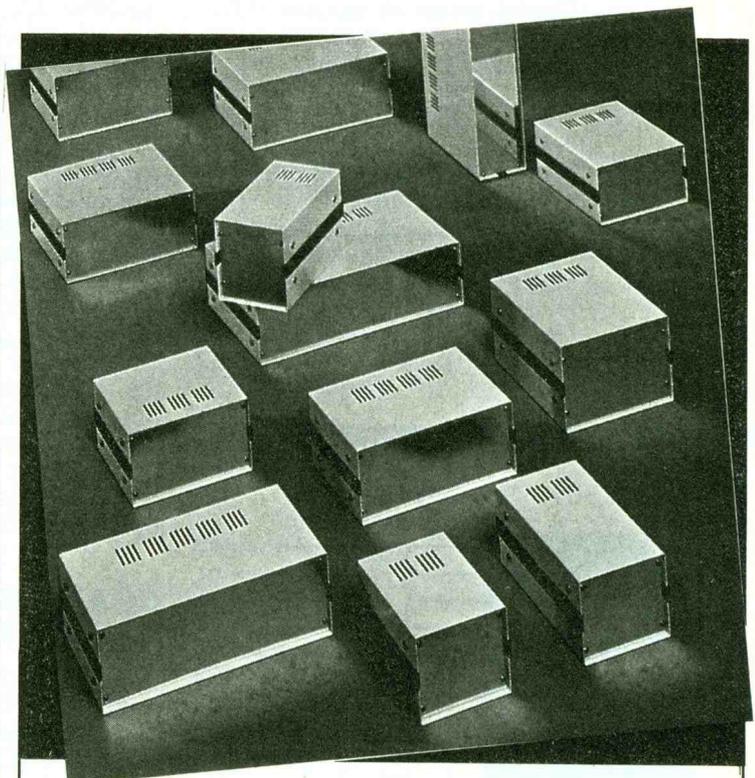
des composants CMS, DIP et PIN-GRID, ainsi que les connecteurs multibroches, en quelques secondes, avec l'appareil à air chaud Leister-Labor « S ». Réglable en température et en débit d'air.

Plus de 400 buses différentes sont disponibles.



**Demandez notre documentation gratuite FR 97 et l'adresse du distributeur de votre région.**

SAPELMECA, 57 rue Brancion, 75015 Paris  
Téléphone : 45.33.64.56, Téléfax : 45.33.94.97, Téléc : 250 913



*L'idéal des Coffrets Métals!*

5 SÉRIES, 23 MODÈLES STANDARDS DISPONIBLES, AUTRE GAMME NOUS CONSULTER !

**IDDM** 21, RUE DE FECAMP 75012 PARIS - Tél. & Fax : 43.79.65.46

DOCUMENTATION CONTRE 4,60 F EN TIMBRES POSTE



Le service du Courrier des Lecteurs d'*Electronique Pratique* est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'« intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.



M. Delaveau  
(65)

*J'ai construit la minuterie secteur parue dans E.P. n° 134. Elle fonctionne correctement, mais se déclenche sans intervention extérieure. Que me conseillez-vous ?*

Nous vous conseillons de prévoir un condensateur de 10  $\mu$ F aux bornes de R7 et d'insérer avec le poussoir une résistance de 10 k $\Omega$ .



M. Oster  
(57)

*Etant intéressé par la construction du LCMètre proposé dans E.P. n° 138, j'éprouve des difficultés pour approvisionner des diodes AA118.*

Vous pouvez remplacer sans problème ces diodes par des AA119 beaucoup plus courantes.



M. Tardieu  
(78)

*Vouloir réaliser l'alimentation parue dans E.P. n° 137, j'ai noté une différence d'implantation de la LED DL5 entre le schéma de principe et le schéma d'implantation.*

En effet, DL5 a été inversée sur l'implantation. Nous vous invitons à respecter le positionnement du schéma de principe.



M. Moure  
(13)

*A la suite de la réalisation de l'unité d'amplification proposée dans E.P. n° 119, je constate un court-circuit de l'alimentation.*

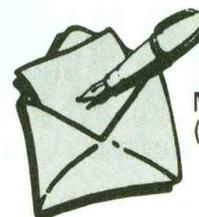
Le schéma de câblage comporte une inversion au niveau du positionnement des bornes E11 et C11. Celles-ci doivent être placées conformément à la figure 7.



M. Gros  
(14)

*Je souhaiterais connaître la traduction des indications « auto-range » et « peak-hold », fréquemment rencontrées sur des multimètres.*

Auto-range signifie que le calibrage (choix des calibres) s'effectue automatiquement, tandis que « peak-hold » se rapporte à la commande de mémorisation de la valeur crête d'un signal.



M. Le Rouge  
(75)

*Je réalise actuellement le programmeur d'EPROM du numéro 137 d'E.P. et je constate des différences entre l'implantation de la figure 8 et les diverses photographies.*

Deux erreurs se sont effectivement glissées au dessin. Il s'agit de la diode D2 et du condensateur C2, tout deux montés à l'envers. Il suffira de rétablir les bonnes polarités en inversant le sens des composants.



M. Chaidron  
(Belgique)

*Le système de télécommande secteur 16 canaux (E.P. n° 142) nécessite pour le circuit intégré A2 un 4020 d'après la liste des composants. Or, dans le texte, p. 83, il est question d'un 4040. Quel CI dois-je employer pour ce montage ? De plus, A1 (récepteur) est un 40 C14, particulièrement difficile à approvisionner. Peut-on employer un CI plus courant ?*

Effectivement le CI A2 (émetteur) doit bien être un 4020 comme indiqué sur la nomenclature. Cette valeur est également visible sur la photographie de la page 83. Pour A1 du récepteur, vous pourrez avantageusement prévoir un 40106, plus disponible.





# Composants TERAL

**26**  
RUE TRAVERSIÈRE  
PARIS 12°  
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

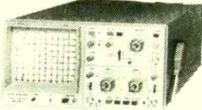
## COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CITULIPES - CONTACTS DORES A DES PRIX TERAL

**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**

### OSCILLOSCOPES

**HAMEG**



**NOUVEAU**

**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 100/5**  
3 x 100 MHz avec 2 sondes ..... **8780 F**

**NOUVEAU**

**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 8001.** Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi de 2 modules ..... **1550 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. ..... **260 F**  
**DMT 2035.** 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacimètre. Fréquence-mètre. Test. diodes. Test. Transistor. 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. Capacimètre. Test. diodes ..... **778 F**  
**DMT 2075.** 2000 PTS. 3 1/2 Digits. Capacimètre. Fréquence-mètre. Test. transistors. Test. diodes. Test. continuité. Anti-chocs ..... **690 F**

### DMT-2035

- 2 000 pts = 3 1/2 digits
- Capacimètre = 2 nF - 20 µF
- Fréquence-mètre avec Trigger = 2 kHz - 20 MHz
- V. DC = 1 000 V • V. AC = 750 V
- A.C./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.  
**L-DM-815.** Grép. dép. Mètre ..... **770 F**  
**R-D 1000.** Décade de résistance ..... **555 F**  
**CM 300.** Capacimètre ..... **576 F**

Documentation sur demande.

Accessoires mesure. Pince de test. Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.

### MULTIMETRES

**Beckman**

**DM 10** - Modèle de poche ..... **359 F**  
**DM 15 B** - AD/DC - 10 A - Bip ..... **479 F**  
**DM 20 L** - Gain trans. Bip ..... **539 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** - Capacimètre ..... **829 F**  
**EDM 122** - Multimètre digital. Très grand display, 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquence-mètre. Test capacité. Test diode ..... **649 F**

### NOUVEAUTÉS

**DM 27 XL.** Multimètre numérique grand afficheur. 17 mm avec étui souple VC 202. **PROMO 799F TTC**

**DM 95.** 4000 PTS. Bargraph rapide. Sélection auto-manuelle avec sa gaine anti-choc ..... **1095F 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/V.C.C. V.C. : 3 à 750 V.I.C. : 30 mA à 15 A IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ ..... **940F**
- **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. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V ..... **1290F**
- **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 ..... **1125F**
- **MX 50** ..... **1530F**
- **MX 51.** Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire 5 mesures. Buffer interne ..... **1950F**
- **MX 52.** Affichage 5000 points. Bargraph. Mesure en dB. Fréquence-mètre. Mémoire 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 Qté 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 ..... **1840 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 ..... **7,90 F**  
100 x 100 ..... **15 F**  
100 x 150 ..... **24 F**  
100 x 200 ..... **29 F**

### PERCEUSES MAXICRAFT

Perceuse 42 W avec 9 outils ..... **99 F**  
Perceuse 42 W avec 15 outils ..... **176 F**  
Perceuse 50 W ..... **190 F**  
Alimentation pour perceuse ..... **135 F**  
Support perceuse ..... **85 F**  
Fer à souder gaz et Mini chalumeau ..... **198 F**

### COMPOSANTS

#### EXTRAIT TARIF

**BU 208 A** ..... **16 F** **MJ 15024** ..... **45 F**  
**BU 326 A** ..... **14 F** **2N 3055 100 V** ..... **7 F**  
**BU 508 A** ..... **16 F** **2N 3442** ..... **17 F**  
**BU 11 A F** ..... **16 F** **2N 3773** ..... **29 F**  
**BUS 11** ..... **28 F** **BUZ 11** ..... **19 F**  
**MJ 15023** ..... **45 F**

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

### RELAIS TYPE EUROPÉEN

6 V - 2 RT ..... **43 F** 12 V - 2 RT ..... **33 F**  
Support relais 2 RT ..... **7,80 F**

### SUPPORT DEPARTAMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

#### FABRICATION FRANÇAISE

5 VA, 1 second ... **36,00** 5 VA, 2 second ... **39,00**  
12 VA, 1 second ... **46,00** 12 VA, 2 second ... **49,00**  
25 VA, 1 second ... **66,50** 25 VA, 2 second ... **69,00**  
40 VA, 1 second ... **89,00** 40 VA, 2 second ... **93,00**  
60 VA, 1 second ... **98,00** 60 VA, 2 second ... **103,00**

### 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**

### ANTENNES

**EXTERIEURES U.H.F. - V.H.F.**  
AMPLI ANTENNE  
EXTERIEUR, INTERIEUR

### ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE

Forme satellite, 30 dB ..... **380 F**

### Modules, adaptation video

**UNI - 1 A.** Module d'adaptation SECAM sur un magnéscope VHS/PAL. Le module ..... **350 F**  
Pour autre adaptation, nous consulter.

### KITS ELECTRONIQUE

#### M.T.C. ELECTRONIQUE COLLEGE

**EXP 03.** Thermomètre affichage digital ..... **210 F**  
**EXP 04.** Thermostat affichage digital ..... **258 F**  
**EXP 11.** Ampli-stéréo 2 x 40 W ..... **310 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**  
**LABO 11.** Générateur de fonctions ..... **246 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 26.** T<sup>me</sup> infra-rouges 4 canaux ..... **390 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.** Prépampli 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.** Prépampli 2 voies, correction RAA ..... **175 F**  
**HY 13.** Prépampli 2 voies, guitare ..... **288 F**

**MODULES AMPLI**

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

### COFFRETS

**ESM** **TEKO**  
**EM 14 05** ..... **42,80 F** **P 1 .. 15 F** **P 3 .. 35 F**  
**EM 10 05** ..... **35,60 F** **P 2 .. 22 F** **P 4 .. 52 F**  
**ER 48 04** ..... **277 F** **AUS 12** ..... **83 F**  
**EP 21 14** ..... **85 F** **AUS 22** ..... **89 F**  
**CAB 222** ..... **88 F**

#### COFFRETS PLASTIC

**D 30** ..... **42 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** **25 Br mâle** ..... **6,10 F**  
**9 Br fem.** ..... **4,20 F** **25 Br fem.** ..... **7,10 F**  
**Capot 9 B** ..... **3,50 F** **Capot 25 B** ..... **4,50 F**  
**15 Br mâle** ..... **5,30 F** **23 Br mâle** ..... **8,00 F**  
**16 Br fem.** ..... **6,00 F** **23 Br fem.** ..... **7,50 F**  
**Capot 15 B** ..... **4,00 F** **Capot** ..... **7,50 F**

#### Fers JBC

**15 W LD** ..... **148 F** **Thermorégulé 45 W** ..... **570 F**  
**30 W LD** ..... **135 F** **Station thermorégulée de**  
**40 W LD** ..... **135 F** **100° C à 1000° C**  
**65 W LD** ..... **150 F** **Display** ..... **1580 F**



**EXP 28.** Prise de courant téléc. 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**