

# Electronique pratique

16<sup>F</sup> N° 95 NOUVELLE SÉRIE JUILLET-AOÛT 1986

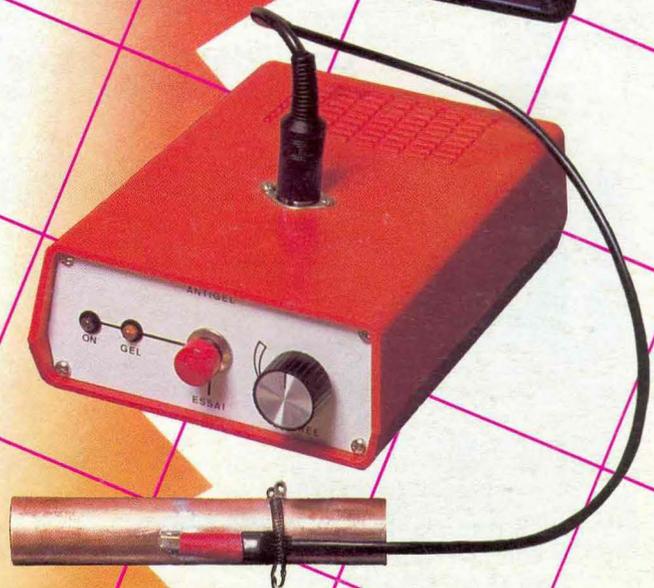
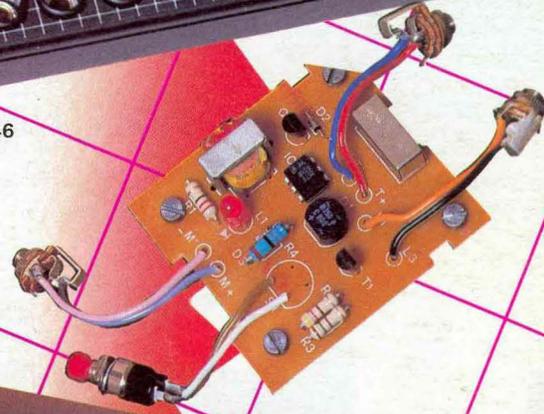
BELGIQUE : 100 F.B. - LUXEMBOURG : 106 F.L. - SUISSE : 5,00 F.S.  
ESPAGNE : 250 Ptas - CANADA : \$ 2,50

RADAR ULTRASONIQUE  
NUMÉROTEUR TÉLÉPHONIQUE  
PORTE-CLEFS SIFFLEUR  
STROBOSCOPE 40 JOULES  
MULTIMÈTRE  
PANTEC MARCO POLO  
ATTENTE MUSICALE  
SUR MAGNÉTOPHONE IMD  
ANTIGEL ÉLECTRONIQUE

I.S.S.N. 0243 4911



sommaire détaillé p. 46



# DETECTEUR DE RADIO-ACTIVITE EXPERIMENTAL

**N**ous publions à l'attention des personnes intéressées quelques recommandations d'emploi des tubes Geiger-Müller extraites de la documentation « RTC ».

Un schéma de principe expérimental fait suite.

## I - GENERALITES

Les tubes compteurs de radiations Geiger-Müller (tubes GM) sont destinés à la détection des particules  $\alpha$ ,  $\beta$  et des rayonnements  $\gamma$  et X.

Un tube GM est un tube à gaz qui réagit à des événements ionisants individuels ; les impulsions qu'il délivre ayant une amplitude indépendante de l'énergie du rayonnement incident, ce tube est donc destiné au comptage.

Schématiquement, un tube GM est constitué d'une électrode portée à un potentiel positif (anode) entourée par un cylindre métallique porté à un potentiel négatif (cathode) qui constitue l'enveloppe du tube.

Les événements ionisants sont déclenchés par des quanta ou des particules qui pénètrent le tube à travers la fenêtre ou la cathode et entrent en collision avec les molécules du gaz de remplissage.

Le gaz de remplissage est constitué du mélange d'un ou plusieurs gaz rares avec un agent de coupage.

Le coupage est le processus consistant à arrêter une impulsion de courant d'ionisation dans un tube GM. Dans le cas présent, avec les tubes « RTC », le coupage optimal est obtenu grâce au choix du gaz de coupage, de la résistance et de la capacité d'anode.

La capacité d'un tube GM est celle existant entre l'anode et la cathode, à l'exclusion de celle due aux connexions externes.

## II - CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT

### Tension de seuil (voir fig. 1)

Tension la plus faible appliquée à un tube GM pour laquelle les impulsions peuvent être détectées par un système de caractéristiques données (ici 1 V aux bornes du circuit de mesure).

### Plateau (voir fig. 1)

Portion de la caractéristique donnant le taux de comptage en fonction de la tension (à irradiation constante), pour laquelle le taux de comptage est sensiblement indépendant de la tension appliquée. Sauf indication contraire, le plateau est mesuré à un taux de comptage d'environ 100 c.s<sup>-1</sup>.

### Tension de début du plateau (voir fig. 1)

Valeur minimale de la tension appliquée qui correspond au début du

plateau, pour une sensibilité donnée du circuit de mesure.

### Longueur du plateau (voir fig. 1)

Domaine des tensions appliquées sur lesquelles s'étend le plateau.

### Pente du plateau (voir fig. 1)

Variation du taux de comptage, exprimée en pour-cent par volt, pour une variation de la tension appliquée égale à la longueur du plateau. La faible pente de nos tubes nécessite pour sa mesure une méthode rigoureuse et des précautions d'ordre statistique.

### Tension d'alimentation recommandée (voir fig. 1)

Tension d'alimentation à laquelle il est préférable de faire fonctionner le tube. Cette tension est normalement située au milieu du plateau.

### Bruit de fond (mouvement propre)

Taux de comptage en l'absence du rayonnement que le tube GM doit mesurer, celui-ci étant correctement blindé.

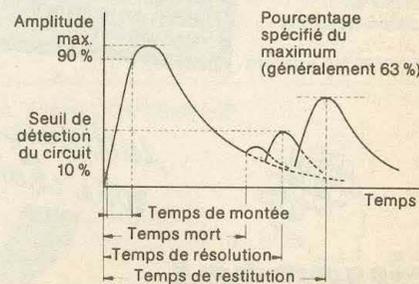
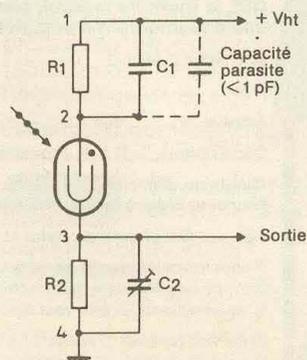
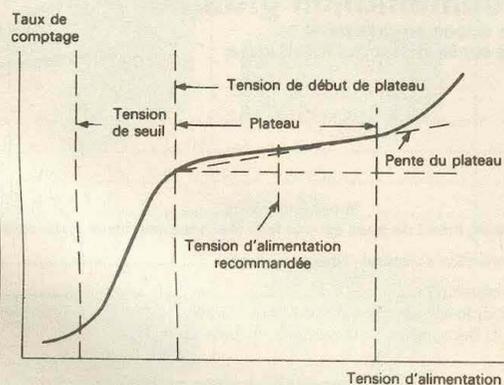
### Temps mort

Intervalle de temps ayant pour origine le début d'une impulsion d'amplitude normale, et pendant lequel un tube GM est insensible à d'autres événements ionisants.

## III - CIRCUIT DE MESURE

La figure 2 présente un circuit de mesure type.

1° La résistance et la capacité d'en-



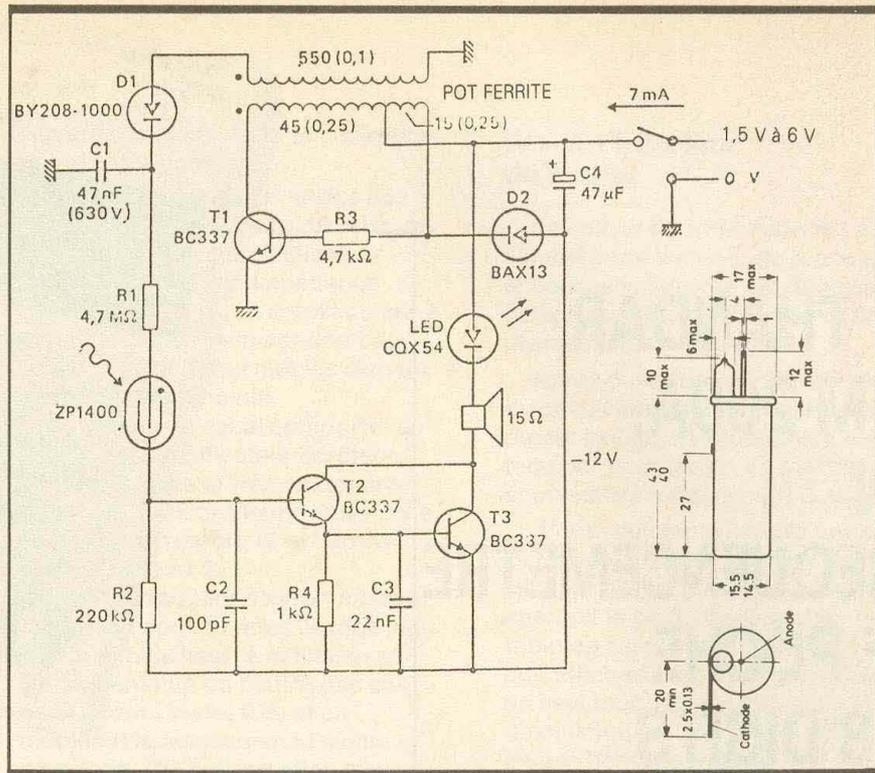
trée du circuit de mesure sont représentées respectivement par  $R_2$  et  $C_2$ .

2° La valeur minimale de  $R_1$  est spécifiée par le constructeur ; cette résistance doit être connectée aussi près que possible de la sortie d'anode. Le condensateur  $C_1$  n'est nécessaire que lorsque la valeur de  $C_2$  est élevée (voir ci-après). En tout état de cause,  $C_1$  doit être aussi faible que possible.

3° La valeur de la capacité  $C_2$  doit être ajustée de telle manière que lorsqu'une impulsion rectangulaire est appliquée au point 1 du montage, le tube étant court-circuité, une impulsion sans distorsion apparaît au point 3. Dans ces conditions on a :

$$R_1 (C_1 + \text{capacité parasite}) = R_2 C_2 \text{ (atténuateur compensé)}$$

4° La chaîne de mesure est constituée d'un adaptateur d'impédance avec mise en forme, suivi d'un amplificateur limiteur et d'une échelle de comptage.



#### IV - NOTES

##### Temps de résolution (voir fig. 3)

Intervalle de temps minimal entre deux événements ionisants distincts, qui permettra de les compter tous deux.

##### Temps de restitution (voir fig. 3)

Intervalle de temps minimal compris entre le début d'une impulsion d'amplitude normale et l'impulsion d'amplitude normale suivante.

##### Amplitude d'impulsion

L'amplitude de l'impulsion fournie par le circuit est donnée approximativement par la relation :

$$P = b (V \text{ alimentation} - V \text{ seuil})$$

avec

$$P = \text{amplitude d'impulsion}$$

$$V \text{ alimentation}$$

$$= \text{tension d'alimentation sur l'anode}$$

$$V \text{ seuil} = \text{tension de seuil}$$

$$b = \frac{R_2}{R_1} \text{ (voir circuit de mesure)}$$

Le condensateur placé éventuellement en parallèle sur la résistance d'anode minimise les effets d'une impédance d'utilisation capacitive (par exemple, câble de liaison).

#### Résistance d'anode

Le tube ne doit jamais être utilisé avec une résistance d'anode de valeur inférieure à celle indiquée dans les spécifications. Une diminution de cette valeur, tout en réduisant le temps mort, raccourcirait la longueur du plateau et surtout abrégerait considérablement la durée de vie (destruction rapide du tube).

La résistance d'anode doit être raccordée directement au clip d'anode du tube afin que la charge capacitive à l'anode ne soit pas augmentée par la capacité parasite des fils de liaison. Un accroissement de la charge capacitive a pour conséquences une augmentation de l'amplitude et de la durée des impulsions, ainsi que du temps mort et de la pente du plateau. De plus, la longueur du plateau se trouve alors considérablement réduite. Des charges capacitatives supérieures à  $\approx 20$  pF peuvent provoquer la destruction du tube.

#### V - MONTAGE

Les tubes GM ne doivent pas être bridés de manière trop serrée dans

la région du passage verre métal. Des précautions doivent être prises lors de la fixation et du montage des tubes à parois métalliques ou de verres minces. Les fenêtres en mica sont extrêmement fragiles et ne doivent jamais être touchées. Une faible capacité entre anode et cathode étant essentielle, il est donc impératif de réduire au maximum la longueur de connexion entre l'anode et la résistance de charge. Une soudure sur la broche d'anode ou sur la paroi du tube (cathode) entraînant sa destruction, les tubes sont fournis avec un fil ou une bande de nickel pour le raccordement de la cathode et un fil ou un clip (tubes avec broches) pour le raccordement de la sortie anode.

#### VI - RECOMMANDATIONS

Il ne faut jamais :

- 1° dépasser les valeurs limites
- 2° souder sur le tube
- 3° courber la broche d'anode
- 4° toucher la fenêtre en mica.

Le tube ZP 1400 devrait très bientôt être disponible au prix de 650 F environ chez ACER et TSM.

Types	Applications	Taux de comptage $\gamma$ (Valeur moyenne)		Fenêtre			Parois (Cr Fe)		Tension d'alimentation recommandée $V_{ht}$ (V)	Gaz de remplissage	Tension de seuil max. à 25 °C (V)	Plateau (3) (V)	Pente max. (3) (%/V)	Temps mort max. (3) ( $\mu$ s)	Bruit de fond max. (4) (c.min <sup>-1</sup> )	Circuit de mesure			Capacité (pF)	Valeurs à ne pas dépasser (limites absolues)		Dimensions	
		c.s <sup>-1</sup>	à mGy.h <sup>-1</sup> (6)	Épaisseur (mg.cm <sup>-2</sup> )	Diamètre utile (mm)	Matériau	Épaisseur (mg.cm <sup>-2</sup> )	Longueur utile (mm)								Type	$R_1$ (5) (MΩ)	$R_2$ (MΩ)		Résistance d'anode min. (MΩ)	Tension d'alim. max. (V)	Diamètre max. (mm)	Longueur hors tout max. (mm)
TUBES A FENETRE EN BOUT (CLOCHE)																							
ZP1400	$\frac{8V}{10^{-3} \text{ à } 10}$	210	$10^{-1}$	2-3	9	mica	250	39	500	Ne A (halog.)	325	400-600	0,04	90	12	A	10	0,22	1,1	4,7	600	17	55

# LE THANDAR PFM 200A, UN FREQUENCEMETRE DE POCHE A 8 DIGITS



La firme Thandar, notamment distribuée par les Etablissements Acer, propose un fréquencemètre, mesurant et affichant sur 8 digits des fréquences de 20 Hz à 200 MHz à pleine échelle. Cet appareil, essentiellement portable, s'alimente soit à l'aide d'une pile miniature de 9 volts, soit à partir du secteur, par l'intermédiaire d'un adaptateur.

## I - Présentation générale du PFM 200A

**C**et appareil se compose de deux demi-coquilles de plastique, l'une noire pour le fond, l'autre blanc mat pour la partie supérieure.

Légèrement formée en pupitre, celle-ci laisse apparaître, à travers

un écran de plastique violet, les 8 chiffres des afficheurs, aisément lisibles à 1 ou 2 mètres, malgré leurs dimensions réduites. Sur la façade grise, deux commutateurs sélectionnent les gammes de mesure. Les différents éléments de cette façade sont les suivants :

- un inverseur à deux positions sélectionne soit la mesure directe (jusqu'à 10 MHz à pleine échelle), soit le passage par un diviseur de fréquence dans le rapport 20, ce qui permet d'atteindre les 200 MHz à pleine échelle.

- Un commutateur de gammes sélectionne sur chacune des fonctions A ou B quatre durées d'ouverture de portes donc quatre échelles de fréquences. En fait, les durées d'ouverture de portes sont différentes dans le cas des fonctions A et B ; pour cette deuxième fonction la fréquence de l'oscillateur est divisée par deux, donc aussi la durée de chaque mesure. Une borne d'entrée BNC permet un accès direct aux circuits de comptage, tandis que l'autre introduit une atténuation de 20 dB.

A la partie supérieure du boîtier on trouve :

- l'interrupteur de mise sous tension,
- une prise jack, pour le branchement de l'adaptateur dans le cas d'une alimentation à partir du secteur.

## II - Résumé des caractéristiques essentielles

- Fréquences mesurables : de 20 Hz à 200 MHz à pleine échelle, avec une commutation combinée par commutateur à 4 gammes, et sélecteur du rapport de division à l'entrée.
- Précision :  $\pm 1$  digit, à quoi il faut ajouter l'erreur de fréquence due à la base de temps interne. Celle-ci permet, à 22 °C, un ajustage préliminaire de  $\pm 210^{-6}$ , suivi d'une stabilité de  $\pm 10^{-6}$  (données du constructeur). La stabilité en température atteint  $3 \cdot 10^{-7}$ , et le vieillissement s'accompagne d'une dérive inférieure à  $10^{-5}$  par an.
- Sensibilité : la sensibilité maxi-

male varie, en fonction de la fréquence, comme l'indique le graphique de la **figure A** (voir plus loin nos mesures).

– Protection des entrées : la tension crête à crête maximale que peut recevoir chacune des entrées (directe ou atténuée) dépend aussi de la fréquence. Ses variations sont indiquées dans le graphique de la **figure B**.

– Impédance d'entrée : identique sur toutes les gammes : 1 M $\Omega$  en parallèle sur 50 pF.

– Alimentation : par une pile de 9 volts, ou par l'intermédiaire d'un adaptateur secteur. La consommation (fonction essentiellement du nombre d'afficheurs allumés) varie entre 20 et 60 mA.

– Caractéristiques mécaniques : longueur 157 mm, largeur 76 mm, épaisseur 32 mm. Masse : 170 grammes.

– Principaux accessoires livrés en option : adaptateur secteur 117 V, 220 V ou 240 V ; antenne télescopique pour mesure sur les émetteurs.

### III – Etude du schéma

L'essentiel du fréquencemètre fait appel, comme on s'en doute, à un circuit intégré de comptage : il s'agit du modèle ICM 7216, fabriqué par Intersil.

Le jeu des deux bornes d'entrée permet soit de contourner, soit de traverser l'atténuateur, qui, dans le deuxième cas, fournit une atténuation de 20 dB. A partir de là, le signal d'entrée passe par deux canaux différents, l'un ou l'autre étant

ensuite sélectionné par le commutateur de fonctions A/B.

Sur le premier canal, utilisé aux fréquences inférieures à 10 MHz, on trouve d'abord un amplificateur adaptateur, à haute impédance d'entrée, suivi par un amplificateur à large bande, et enfin par une bascule de Schmitt, qui met les signaux en forme de créneaux.

Le deuxième canal comporte, en entrée, un amplificateur écrêteur pour les hautes et très hautes fréquences. Deux diviseurs y font suite, l'un dans le rapport 10 et l'autre dans le rapport 2.

Le commutateur des fonctions A ou B joue, comme nous l'avons indiqué déjà plus haut, à la fois en sélectionnant l'un ou l'autre des canaux décrits ci-dessus, et en modifiant la fréquence du signal d'horloge. Celui-ci, en effet, issu d'un oscillateur à quartz calé sur 10 MHz, peut être ramené à une fréquence de 5 MHz, après division par deux.

Le circuit intégré ICM 7216 rassemble tous les éléments de comptage : circuits de traitement du signal de la base de temps et circuits de contrôle logique, compteur d'impulsions, verrous de mise en mémoire, décodeurs, et circuits de pilotage des afficheurs. Autour de lui se branchent essentiellement le commutateur de gammes, et les afficheurs proprement dits.

L'ensemble est enfin complété par l'alimentation qui comporte un régulateur délivrant une tension stabilisée de 5 volts ainsi qu'un indicateur d'épuisement de la batterie. Cet indicateur entre en action quand la tension descend au-dessous de 6 volts.

### IV – A l'intérieur du boîtier

Le coffret du PFM 200A est assemblé sans aucune vis, grâce aux encoches venues de moulage sur les deux coquilles, et à la relative souplesse du matériau utilisé.

Après ouverture apparaît le dos du circuit imprimé, protégé par un papier isolant, et simplement maintenu par trois tétons de plastique emmanchés à frottement doux.

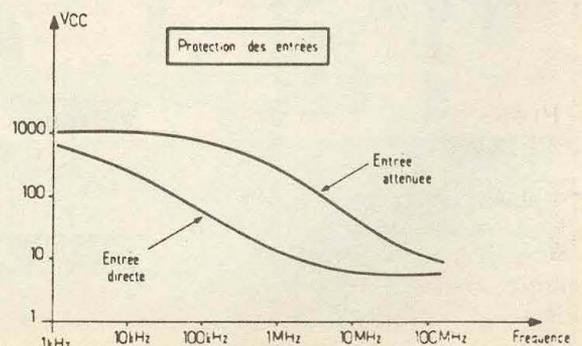
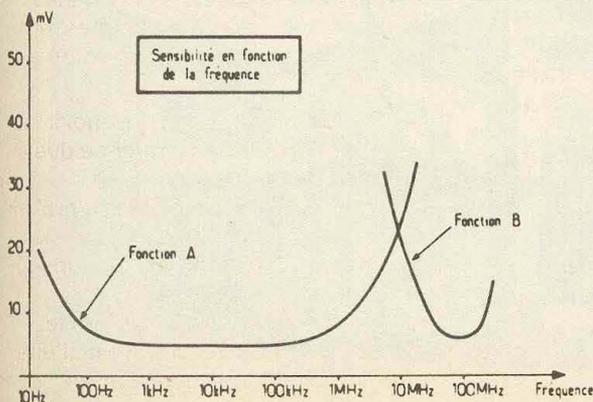
A côté du circuit intégré principal, se trouve le quartz à 1 MHz de l'oscillateur pilote, au-dessus duquel on aperçoit le petit condensateur ajustable de calage en fréquence. Les huit afficheurs sont rassemblés en un seul bloc, devant lequel un écran de plastique moulé forme autant de loupes hémisphériques.

### V – Conclusions

L'emploi du fréquencemètre est très simple. En effet, quelle que soit la gamme sélectionnée, l'affichage s'effectue toujours en kilohertz, la seule modification résidant dans le déplacement du point décimal. On ne risque donc aucune confusion d'échelle.

Celles-ci, en regard du commutateur à glissière, sont repérées par les durées d'ouverture de la porte de comptage, qui s'échelonnent de 10 ms à 10 s.

Les caractéristiques du fréquencemètre PFM 200A, sa présentation agréable sous une forme très compacte, et surtout son étonnant rapport prix/performances, nous permettent de lui prédire un énorme succès.



# SORTEZ VOTRE MICRO DE SON PLACARD

**L**es cartes d'interfaces KAP vous permettront de réaliser, pour un prix réduit, une infinité d'appareils et de systèmes de mesure de contrôle et d'automatisme dans tous les domaines.

Les interfaces se composent d'une carte de base propre à chaque modèle de micro-ordinateur, et de cartes standards entrées/sorties reliées par un câble en nappe.

Il est possible de brancher jusqu'à 8 cartes entrées et 8 cartes sorties, chaque carte ayant en général 8 voies.

Une autre gamme de cartes utilise la liaison série RS 232.

Ces cartes se programment très facilement en langage évolué (ex. : Basic, Pascal) par les instructions PEEK et POKE.

A ce jour, les micro-ordinateurs pouvant être équipés sont : Amstrad, Apple IIe, Canon X 07, Commodore 64, IBM PC/XT/AT et compatibles, Epson HX 20, MSX,

Oric-Atmos, Thomson MO5/TO 7/ TO 9, Spectrum.

Les cartes entrées sont les suivantes :

- 8 entrées binaires avec ou sans couplage optique à contacts secs ;
- 8 entrées analogiques 0-5 V ou 0-500 mV résolution 8 bits ;
- 1 entrée analogique différentielle - 5 + 5 V résolution 12 bits ;
- compteur d'impulsions ;
- amplificateur à gain programmable.

Cartes sorties :

- 8 sorties binaires avec ou sans couplage optique ;
- commande de moteur pas à pas ;
- sortie analogique 0-2V55 résolution 8 bits ;
- 8 sorties par relais Reed optocouplés.

La société KAP fournit également quelques « accessoires » indispensables : alimentation, moteur pas à pas, coffrets, relais statique, etc.

Toutes ces cartes sont livrées avec les connecteurs et les câbles ainsi qu'une notice détaillée d'utilisation.

## PROGRAMMATION

Une carte entrée ou sortie est « reliée » directement à une adresse donnée et libre du micro-ordinateur.

Suivant l'état électrique de la carte, on va lire une valeur entre 0 et 255 par l'instruction « PEEK » (ou « INP » pour certains micros).

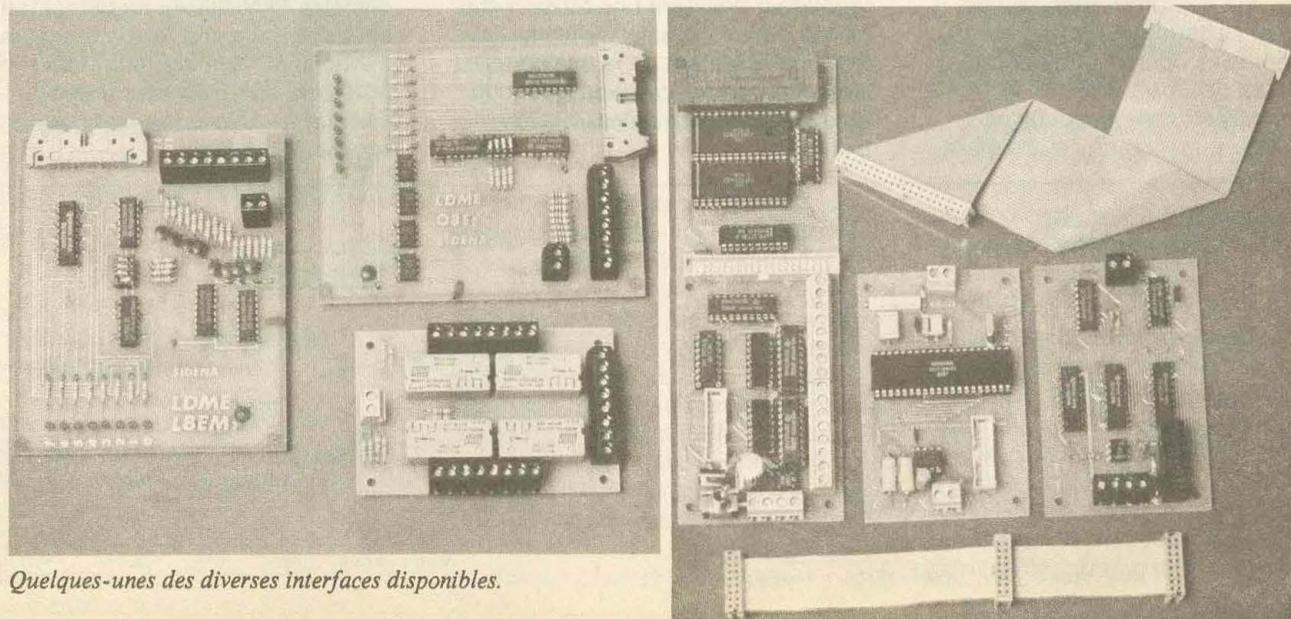
Ainsi, si une entrée analogique a une tension de :

0 V, 5 V, 2,50 V, 2,54 V, etc. on lira : 0, 255, 126, 127.

De même, l'écriture d'une valeur entre 0 et 255 à une adresse correspond à une carte sortie déterminera un état électrique.

Exemple :

Valeur	Sorties conductrices
2	2
4	3
128	7
3	1 et 2
255	1 à 8



Quelques-unes des diverses interfaces disponibles.

Une sortie conductrice met le bit de l'octet à 1, ce qui donnera une valeur décimale entre 0 et 255.

### Exemple de programmation

Il concerne une carte entrée analogique sur laquelle un potentiomètre est relié à la voie 2.

```
10 POKE <ADRESSE SORTIE>,2 : sélection de la voie 2
20 X = PEEK <ADRESSE ENTREE> : lecture de la valeur
30 PRINT X : affichage
40 GOTO 10
```

### APPLICATIONS

Les applications sont très variées :

- simulation et animation de maquette ;
- régulation et programmation de chauffage ;
- système d'enseignement conversationnel ;
- alimentation automatique pour l'élevage ;
- banc de test pour pièces mécaniques ;
- interfaçage pour appareil de métrologie ;

- contrôle de fabrication de pièce en matériau composite ;
- centrale de mesure étanche et autonome ;
- bras de robot éducatif ;
- surveillance et sécurité de locaux ;
- appareillage de laboratoire ;
- automatisation en irrigation ;
- machine de perçage ;
- digitalisation d'images ;
- gestion de serre ;
- simulation de présence.

### AVANTAGES

Les principaux avantages des interfaces KAP sont les suivants :

- programmation facile en Basic, permettant des mises au point « en temps réel » ;
- développement et mise en route très facile ;
- grande souplesse (système modulaire) possibilité d'ajouter des cartes Entrées/Sorties ;
- possibilité d'utiliser un autre micro en changeant la carte de base ;
- possibilité de conserver les périphériques standards de l'ordina-

teur : imprimante, disquettes, modem, etc. ;

- modification et utilisation facile de votre système grâce au clavier et à l'écran permettant d'établir des dialogues en langage clair avec l'opérateur ;
- très grande rapidité d'exécution si le programme est rédigé en assembleur.

Le prix d'un système est bien sûr fonction du nombre et des cartes utilisées. Si vous possédez un Apple IIe ou un Commodore 64, 8 entrées binaires ou 8 sorties binaires vous coûteront 840 F.

Si vous voulez ajouter 8 entrées analogiques, il vous en coûtera 500 F.

Micro-ordinateur utile et intelligent : contacter KAP, 33-35, rue de Meuniers, 75012 Paris. Tél. : 46.28.51.28.

## DEJA PLUSIEURS CENTAINES DE FABRICANTS ONT RESERVE LEURS STANDS A PRONIC 86

**L**es nouvelles structures mises en place pour le prochain 2<sup>e</sup> Salon international des Equipements et Produits pour l'Electronique, Pronic 86, semblent bien correspondre à l'attente des constructeurs.

Avant même que les dossiers d'inscription ne soient disponibles, les

demandes de réservation de stands en provenance de plusieurs centaines de fabricants représentaient déjà près de la moitié de la surface totale disponible.

Il est bien évident que, par suite de l'alternance de fait réalisée entre Paris et Munich, Pronic 86 sera la seule exposition internationale de cette envergure en Europe et constituera donc l'événement majeur de la profession et le grand rendez-vous du marché européen en 1986.

Pour être en mesure de répondre à cette attente, les organisateurs

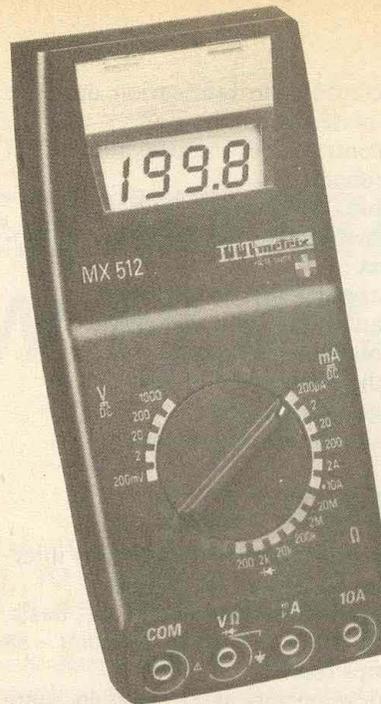
avaient d'ailleurs décidé de transporter l'exposition dans de nouveaux locaux plus spacieux et mieux aménagés. Le hall 7 du Parc des Expositions de la porte de Versailles, avec ses 45 000 m<sup>2</sup> couverts, offre toute la place nécessaire pour installer confortablement 20 000 m<sup>2</sup> de stands. Il abrite en outre un ensemble de salles spécialement aménagées, qui permettra aux colloques et conférences de se tenir sous le même toit.

Pronic 86 aura lieu du 18 au 21 novembre 1986 à Paris.

## METRIX MX 512

**L**a firme Metrix, connue pour son sérieux et sa réputation, vient d'enrichir la gamme de ses multimètres avec un nouveau modèle, le « MX 512 ». Les caractéristiques principales sont les suivantes :

- 2 000 points - 3 1/2 digits.
- Précision V = 0,3 %.
- Commutateur unique calibre fonction.
- Résolution 0,1 mV 0,1  $\Omega$  0,1  $\mu$ A.
- Calibres maximaux 1 000 V = 750 V~, 10 A~, 20 M $\Omega$ .
- Protection 1 100 V = ou 750 V~ sur V~, 380 V~ sur R, fusibles calibrés sur I~.
- Autonomie 2 000 heures.



### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Affichage : 2 000 points, LCD de 12,7 mm ; polarité (-), dépassement (1,,), témoin d'usure de la pile (BAT).

Cadence : 2,5 mesures par seconde. Tension : mode commun 500 V crête.

Réjection : mode série à 50 Hz ~/= > 60 dB ; mode commun à 50 Hz =/~ > 100 dB, ~/~ > 60 dB.

Température : référence + 23 °C  $\pm$  2 °C ; fonctionnement 0 à 50 °C.

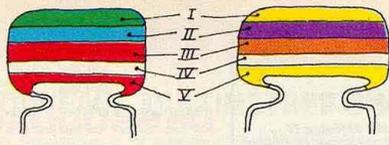
Humidité relative : 80 % à 40 °C (35 °C sur calibres 2 et 20 M $\Omega$ ).

Alimentation : 1 pile de 9 V (6F22 ou 6LF22 alcaline) ; autonomie 2 000 heures environ en V = avec pile 6LF22.

Dimensions : 188 x 85 x 50 mm.

Masse : 0,3 kg.

Calibres	Résolutions	Précisions $\pm$ (% L + UR)	Coefficients de température	Caractéristiques d'entrée	Protections
<b>V =</b> 200 mV 2 V 20 V 200 V 1 000 V	100 $\mu$ V 1 mV 10 mV 100 mV 1 V	0,3 % + 1 " " " 0,5 % + 1	0,05 %/°C " " " "	<b>R</b> 10 M $\Omega$ " " " "	1 100 V = " " " "
<b>V ~</b> 200 mV 2 V 20 V 200 V 750 V	100 $\mu$ V 1 mV 10 mV 100 mV 1	<b>45 Hz à 450 Hz</b> 1 % + 4 " " " "	0,05 %/°C " " " "	<b>R</b> 10 M $\Omega$ " " "	1 100 V = " ou " 750 V ~
<b>I =</b> 200 $\mu$ A 2 mA 20 mA 200 mA 2 A 10 A	0,1 $\mu$ A 1 $\mu$ A 10 $\mu$ A 100 $\mu$ A 1 mA 10 mA	1 % + 1 " " " " "	0,1 %/°C " " " " "	$\Delta$ V < 0,5 V " " " "	<b>Fusibles</b> 2 A " " " " 10 A
<b>I ~</b> 200 $\mu$ A 2 mA 20 mA 200 mA 2 A 10 A	0,1 $\mu$ A 1 $\mu$ A 10 $\mu$ A 100 $\mu$ A 1 mA 10 mA	2 % + 4 " " " " "	0,1 %/°C " " " " "	$\Delta$ V < 0,5 V " " " "	<b>Fusibles</b> 2 A " " " " 10 A
<b>R</b> 200 $\Omega$ 2 000 $\Omega$ 20 k $\Omega$ 200 k $\Omega$ 2 M $\Omega$ 20 M $\Omega$	0,1 $\Omega$ 1 $\Omega$ 10 $\Omega$ 100 $\Omega$ 1 k $\Omega$ 10 k $\Omega$	0,5 % + 2 0,5 % + 1 " " " 1 % + 1	0,05 %/°C " " " " "		380 V ~ " " " " "
<b>Test diode</b>	1 mV			1 de mesure 1 mA	380 V ~



5600 pF

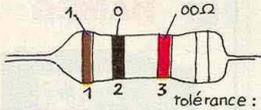
47000 pF

IV : tolérance  
blanc ± 10%  
noir ± 20%

V : tension  
rouge 250V  
jaune 400V

I 1 <sup>er</sup> chiffre	II 2 <sup>ème</sup> chiffre	III multiplicateur
1	0	X 1
2	1	X 10
3	2	X 100
4	3	X 1 000
5	4	X 10 000
6	5	X 100 000
7	6	
8	7	
9	8	
	9	

exemple: 10.000 pF, ± 10%, 250V distribution des couleurs: marron, noir, orange, blanc, rouge



tolérance: or ± 5% argent ± 10%

1<sup>ère</sup> bague 1<sup>er</sup> chiffre  
2<sup>ème</sup> bague 2<sup>ème</sup> chiffre  
3<sup>ème</sup> bague multiplicateur

1	0	X 1
1	1	X 10
2	2	X 100
3	3	X 1000
4	4	X 10 000
5	5	X 100 000
6	6	X 1 000 000
7	7	
8	8	
9	9	

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. - Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : A. LAMER  
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA « Le précédent numéro Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA a été tiré à 110 000 ex. »  
Maquettes : Jacqueline BRUCE  
Couverture : M. Raby. Avec la participation de P. Wallerich, G. Isabel, D. Roverch, M. Croquet, M. Archambault, R. Knoerr, G. Amonou, R. Rateau, J. Lopez, 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, 75019 Paris. - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60  
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER  
Service publicité : Pascal DECLERCK  
Promotion : Société Auxiliaire de Publicité Mauricette ELHINGER  
70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05  
Direction des ventes : Joël PETAUTON  
Abonnements : Odette LESAUVAGE

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE - Prix : France : 176 F. Voir notre tarif « Spécial abonnement » p. 36.

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

LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 240 F - Etranger à 425 F

SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 360 F - Etranger à 635 F

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

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal - Prix d'un numéro .... 16 F

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ●

Pour tout changement d'adresse, joindre 1 F et la dernière bande.

# Electronique pratique

N° 95

JUILLET/AOUT 1986

S  
O  
M  
M  
A  
I  
R  
E

PAGE

## REALISEZ VOUS-MEMES

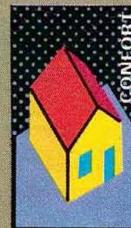
Un numéroteur téléphonique	47
Un dispositif antigel	54
Un mélangeur couleurs	65
Un porte-clefs siffleur	80
Un joystick	83
Un radar ultrasonique	88
Un testeur de piles	109

## EN KIT

Stroboscope 40 joules EXPE 08 « MTC »	71
Attente musicale KN 83 « IMD »	76

## PRATIQUE ET INITIATION

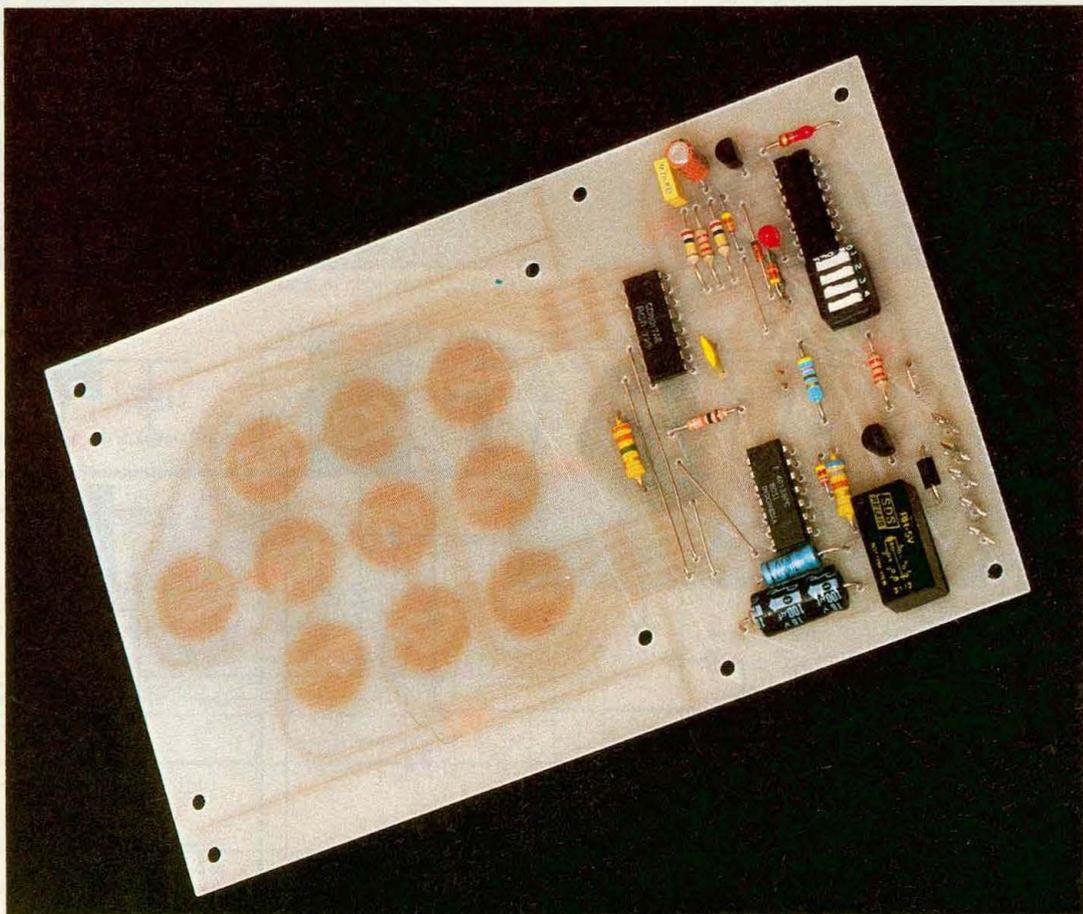
Un détecteur expérimental de radioactivité	20
Le multimètre Marco Polo PANTEC	62
La sérigraphie	106
Applications des C.MOS	115
Fiche technique n° 7 : le 4028	119
Dépannez-vous mêmes	121
Choix et utilisation des générateurs BF	123





# UN NUMEROTEUR TELEPHONIQUE

L'application première de ce montage lors de sa réalisation était un générateur d'impulsions autonome et très simple. Après réflexion, ce montage se prête très bien à la génération des numéros de téléphone puisqu'ils correspondent physiquement à des impulsions de cadence précise.



Il est possible de trouver d'autres applications (programmateur d'essuie-glace, klaxon répétitif...). Ce qui ne gête rien, le nombre restreint des composants mis en jeu limite le coût aux environs de 100 F pour la version complète.

## SCHEMA SYNOPTIQUE

Comme ce montage est très simple, il se résume à la petite figure 1. L'horloge régit le système et, par l'intermédiaire du compteur, lit le clavier avec un cycle de 20 ms (cadence f1) et efface la bascule F/F à

chaque fin de cycle. La porte de sortie est bloquée, ainsi que le monostable.

Si une touche est pressée, le compteur relève son rang et valide la bascule F/F. L'horloge passe alors à une cadence plus lente (f2), et ses impulsions sont transmises à la sortie OUT, par l'intermédiaire de la

porte validée par la bascule, jusqu'à la fin du cycle. La sortie Tout délivre une impulsion de durée calibrée, par le monostable. A la fin du cycle, la bascule est remise à zéro, ce qui revalide l'horloge en lecture rapide du clavier (f1) et inhibe la sortie.

## SCHEMA DE PRINCIPE

A la figure 2, on remarque le schéma de principe, qui se transpose au synoptique. Commençons par l'horloge : elle semble bizarre, mais ce n'est qu'une apparence ! Elle est constituée de la structure - astable à trigger -, mais en version double. Si D<sub>2</sub> est passante, elle impose l'état 1 à l'entrée de la porte, et le circuit R<sub>1</sub>-C<sub>1</sub> règle la fréquence des créneaux de sortie. Si au contraire D<sub>1</sub> conduit, ce sera le circuit R<sub>2</sub>-C<sub>2</sub> qui imposera la fréquence. Comme la conduction des diodes est complémentaire (bascule F/F!), on programme donc la fréquence suivant l'état de la sortie de la bascule.

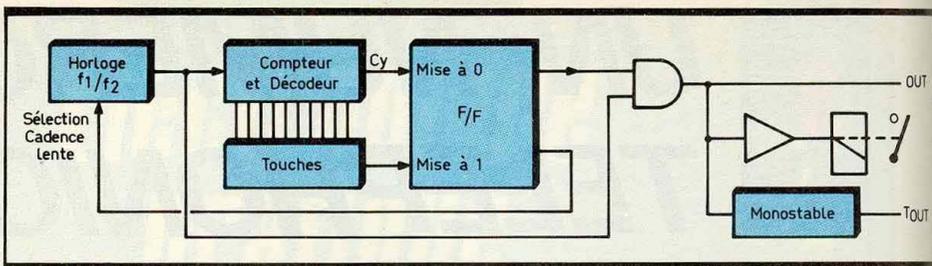


Fig. 1 Synoptique du montage.

Le signal d'horloge attaque le compteur IC<sub>1</sub>, CD 4017, qui avance sur le front montant et dont la sortie C<sub>y</sub> remet à zéro la bascule en fin de cycle. Le circuit dérivateur C<sub>5</sub>-R<sub>5</sub> rend cette remise à zéro impulsionnelle. Si aucune touche n'est pressée, R<sub>3</sub> impose un zéro logique à l'entrée de la bascule. Si une touche est pressée, au moment où la sortie correspondante du compteur passe à 1, un état 1 logique est présent sur l'entrée de la bascule. Cette entrée est mémorisée par la bascule au moment du front descendant de l'horloge, donc juste après la sélection d'une des touches.

Si la sortie passe à 1 (appui sur la touche), la bascule est inhibée par une porte NAND sur son entrée d'horloge pour éviter de tester une autre touche jusqu'à la fin du cycle, et le circuit retardateur R<sub>10</sub>-C<sub>5</sub>-D<sub>6</sub> assure environ 1 s de délai en fin de cycle nécessaire pour la numérotation téléphonique ; mais cette sortie repassera à 0 en fin de cycle.

Le signal de sortie existera si la sortie de la bascule passe à 1, et ce jusqu'à la fin du cycle. La sortie passera à 1 au rythme de l'horloge, durant le temps où elle est à son état logique 1, et la Del D<sub>3</sub> en visualisera l'état. T<sub>1</sub> joue le rôle d'inverseur pour la commande de la porte NAND de sortie. Le monostable est réalisé avec la bascule

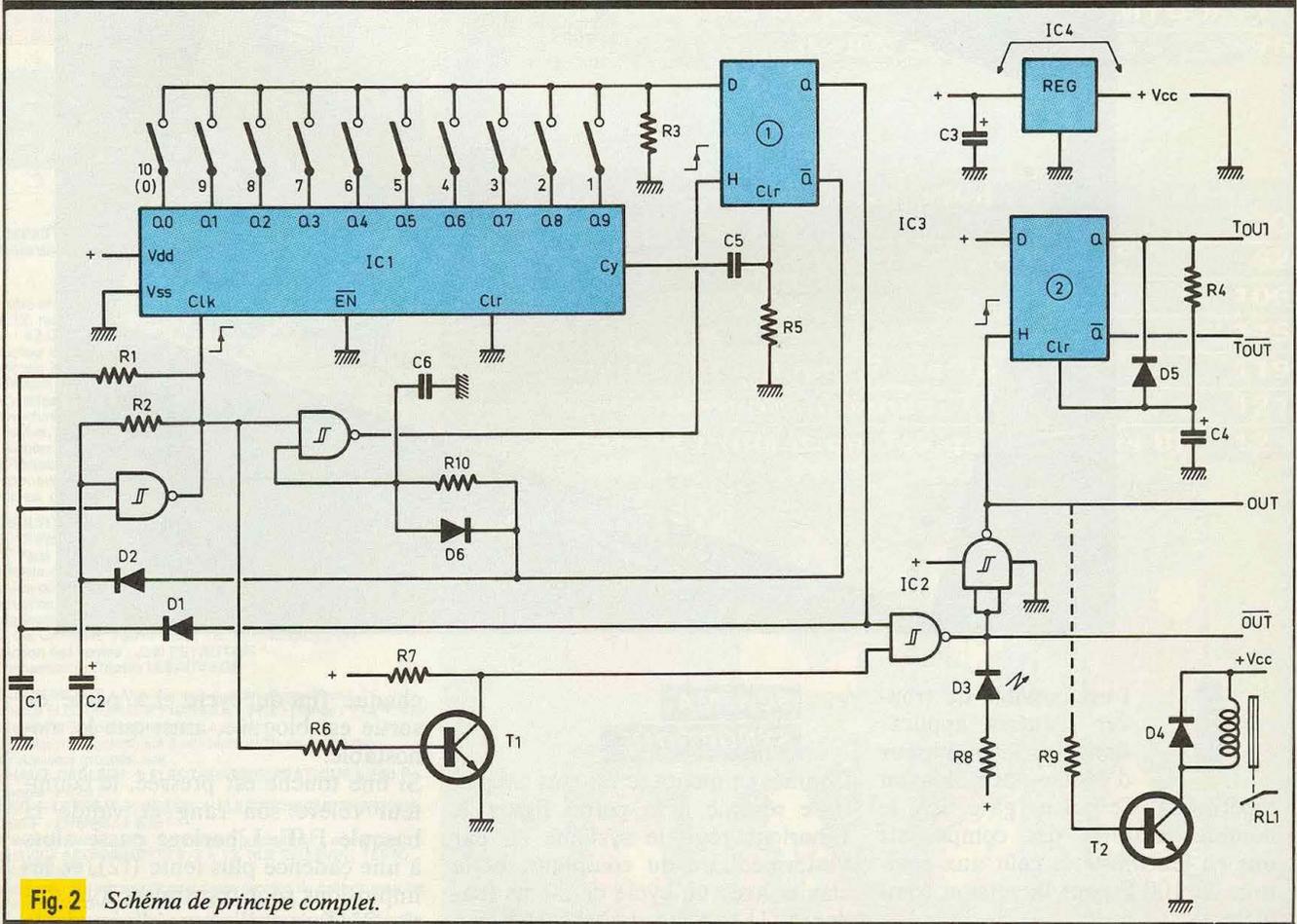
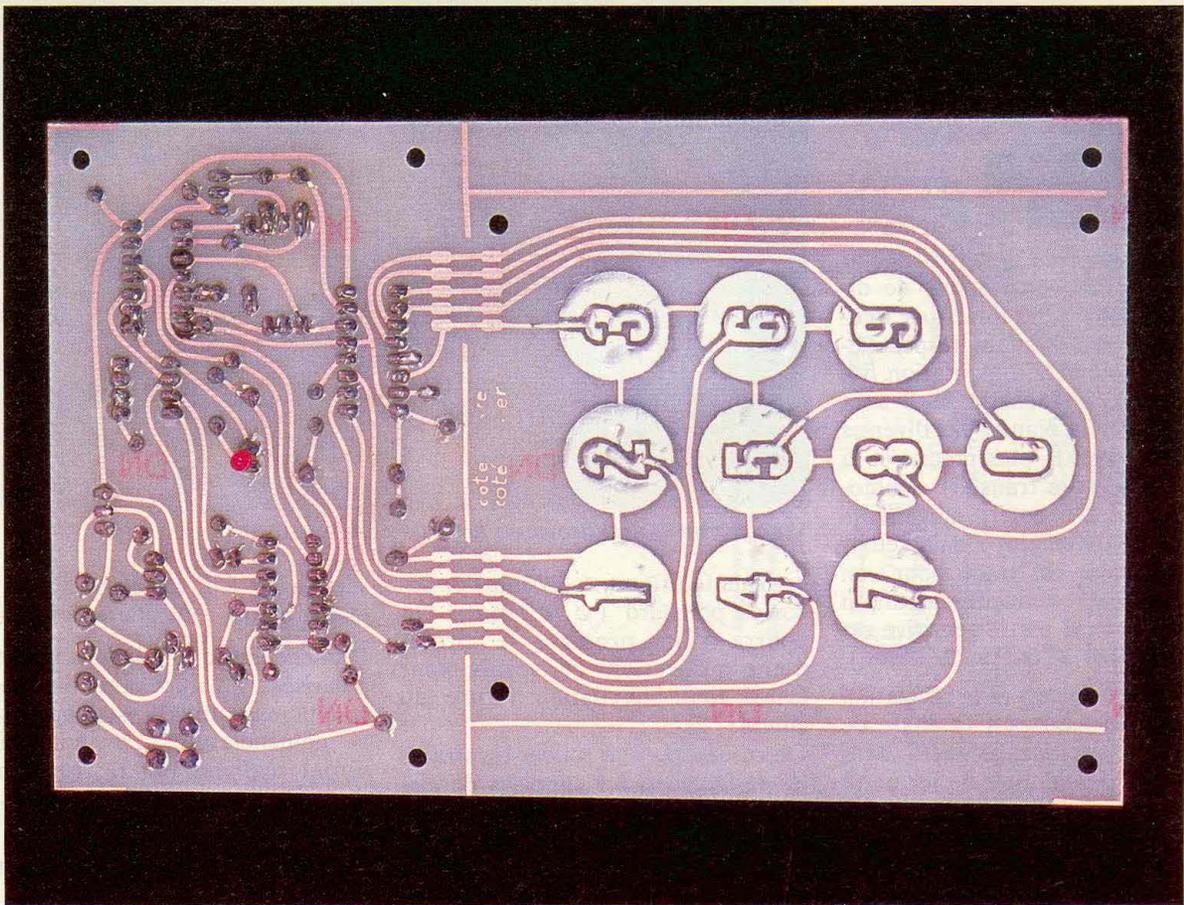


Fig. 2 Schéma de principe complet.



Le tracé du circuit imprimé se reproduira par le biais de la méthode photographique.

restante de IC<sub>2</sub> (cf. application des C-MOS). D<sub>5</sub> autorise des durées atteignant au maximum la durée du cycle d'horloge f<sub>2</sub>. Une interface

relais sera connectée facultativement indifféremment à une des quatre sorties.

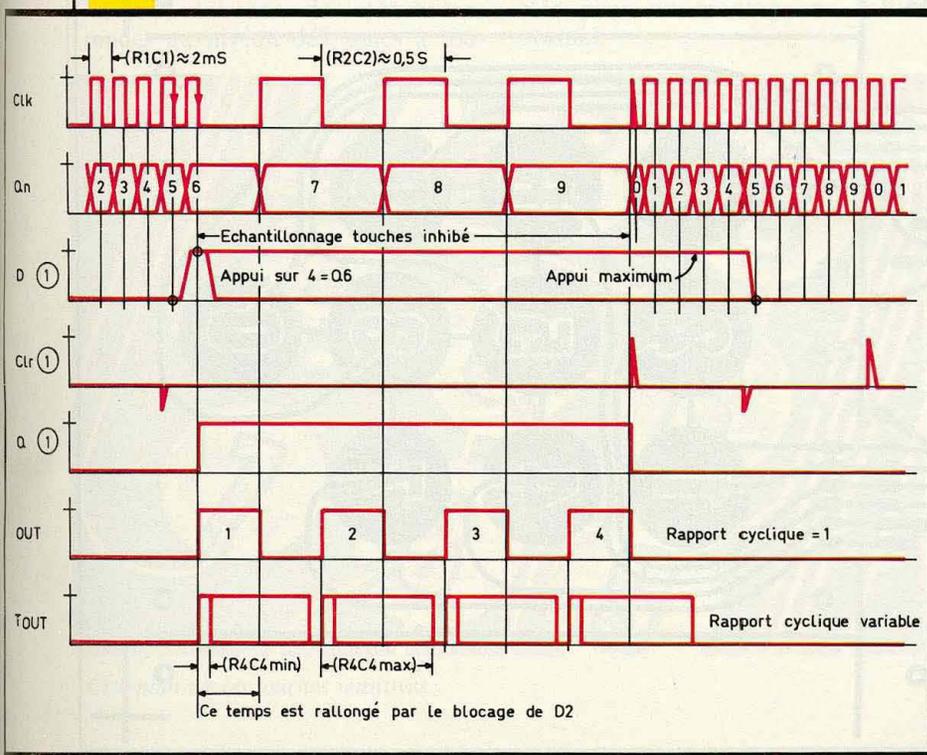
Si la touche 3 est pressée, au moment où la sortie sélectionnée du compteur sera Q<sub>7</sub>, la bascule passera à 1, et on aura une impulsion en sortie pour chaque coup d'horloge jusqu'au C<sub>y</sub>, donc Q<sub>7</sub> → Q<sub>8</sub> → Q<sub>9</sub>. On aura donc délivré trois impulsions en sortie, soit 10-Q<sub>n</sub>. A noter que si une touche est continuellement pressée, le nombre d'impulsions sera répété tant que cette dernière est maintenue pressée ! Attention, dans ce cas, en numérotation téléphonique ! On aurait pu prévoir un remède, mais le schéma aura été trop compliqué pour l'amélioration apportée.

Un régulateur sera utilisé si l'alimentation excède 15 V. Sinon, il sera ponté ! La tension de service du relais sera choisie proportionnelle à la tension d'alimentation.

L'auteur a utilisé une alimentation par pile miniature de 9 V et un relais de 5 V, avec une résistance en série (encore une possibilité !)

Sur la figure 3 sont reproduits les

Fig. 3 Oscillogrammes caractéristiques.



chronogrammes mettant mieux en valeur le principe de fonctionnement.

## REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé sera réalisé sur une plaque de verre epoxy de dimensions 100 × 65 mm. Les figures 4 et 5 représentent respectivement le tracé et l'implantation des composants, à l'échelle 1. Il sera reproduit sur la plaque par diverses méthodes, dont la plus précise et la plus simple est le transfert « photographique ». A noter, suivant le type de relais employé, une retouche nécessaire du tracé pour son implantation et une augmentation de la taille si la partie sensitive est aussi réalisée (100 × 160 mm).

Une fois le transfert et la révélation effectués, on passera à la phase de gravure. La plaque baignera dans un bain de perchlorure de fer porté à 40 °C pour une action plus rapide qui évitera d'attaquer les zones protégées. Après un bon rinçage à l'eau courante et séchage (chiffon...), on percera les trous avec un foret de 0,8 mm ou 1 mm, sauf pour

*Les composants se situent sur la partie supérieure de la carte.*

ceux de fixation (∅ 3,2 mm) et des cosses poignard (∅ 1,2 mm). On pourra alors protéger le circuit d'une projection de vernis pour éviter toute oxydation future du cuivre.

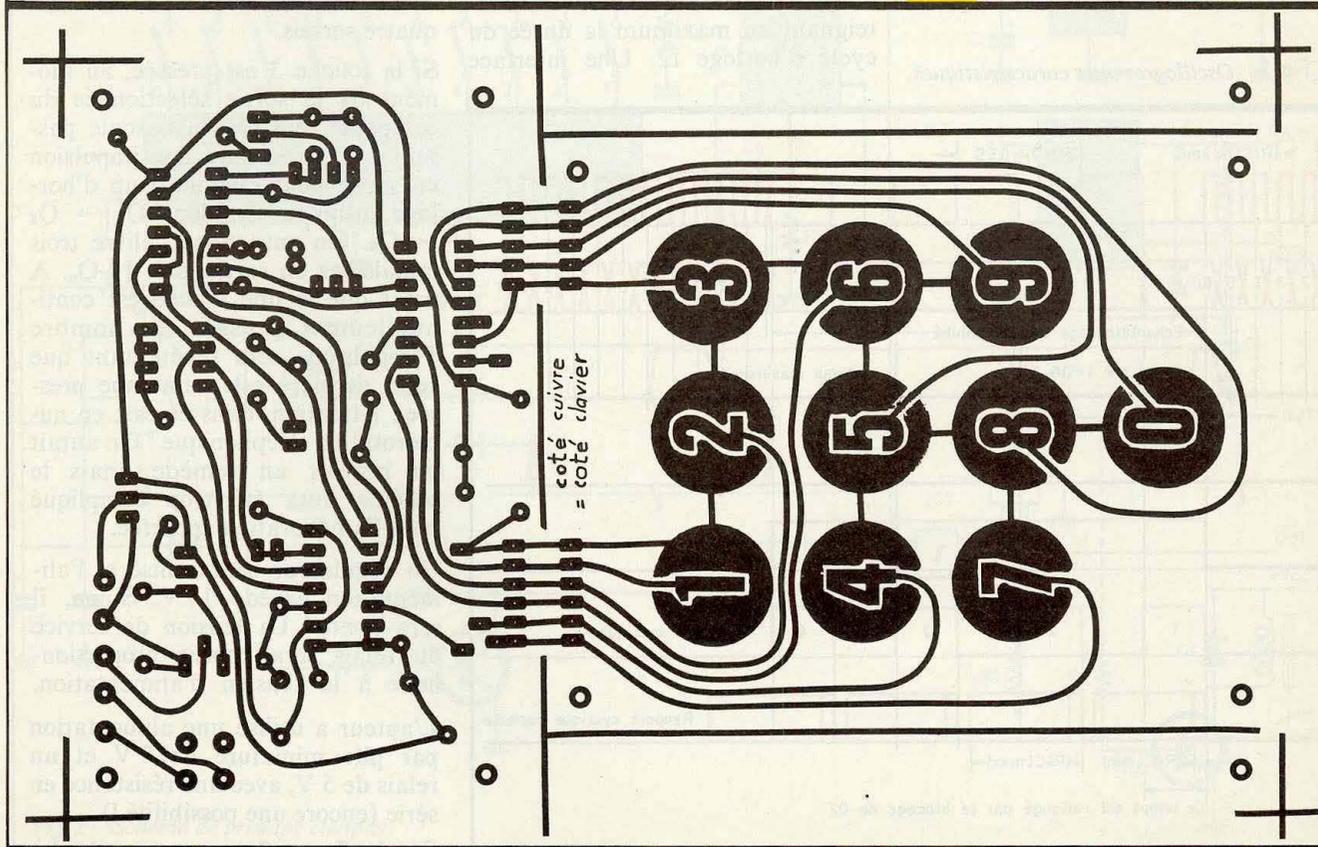
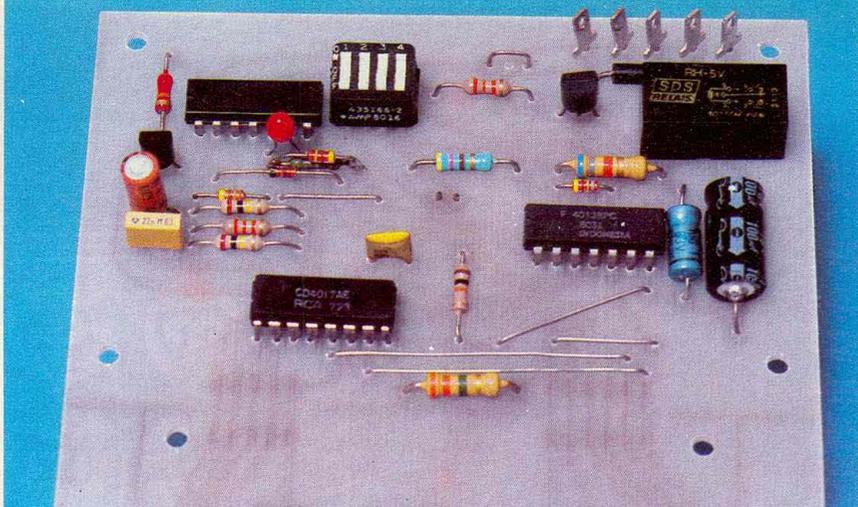
On commencera à souder les straps, les résistances, les supports de circuit intégré dans le cas où vous en utiliseriez, puis les capacités, pour finir avec les transistors, diodes et circuits intégrés. Il est utile de rappeler que IC<sub>4</sub> sera remplacé par un strap si V<sub>CC</sub> < 15 V et la diode

soudée sur R<sub>10</sub>, en respectant sa polarité, cathode dirigée vers le relais.

Prudence avec le sens des éléments polarisés. Le brochage des semi-conducteurs utilisés est rappelé sous la nomenclature. Les connexions seront réalisées par le truchement de cosses poignard aux points de connexion.

Si le circuit imprimé regroupe aussi

**Fig. 4** *Tracé du circuit imprimé à l'échelle.*



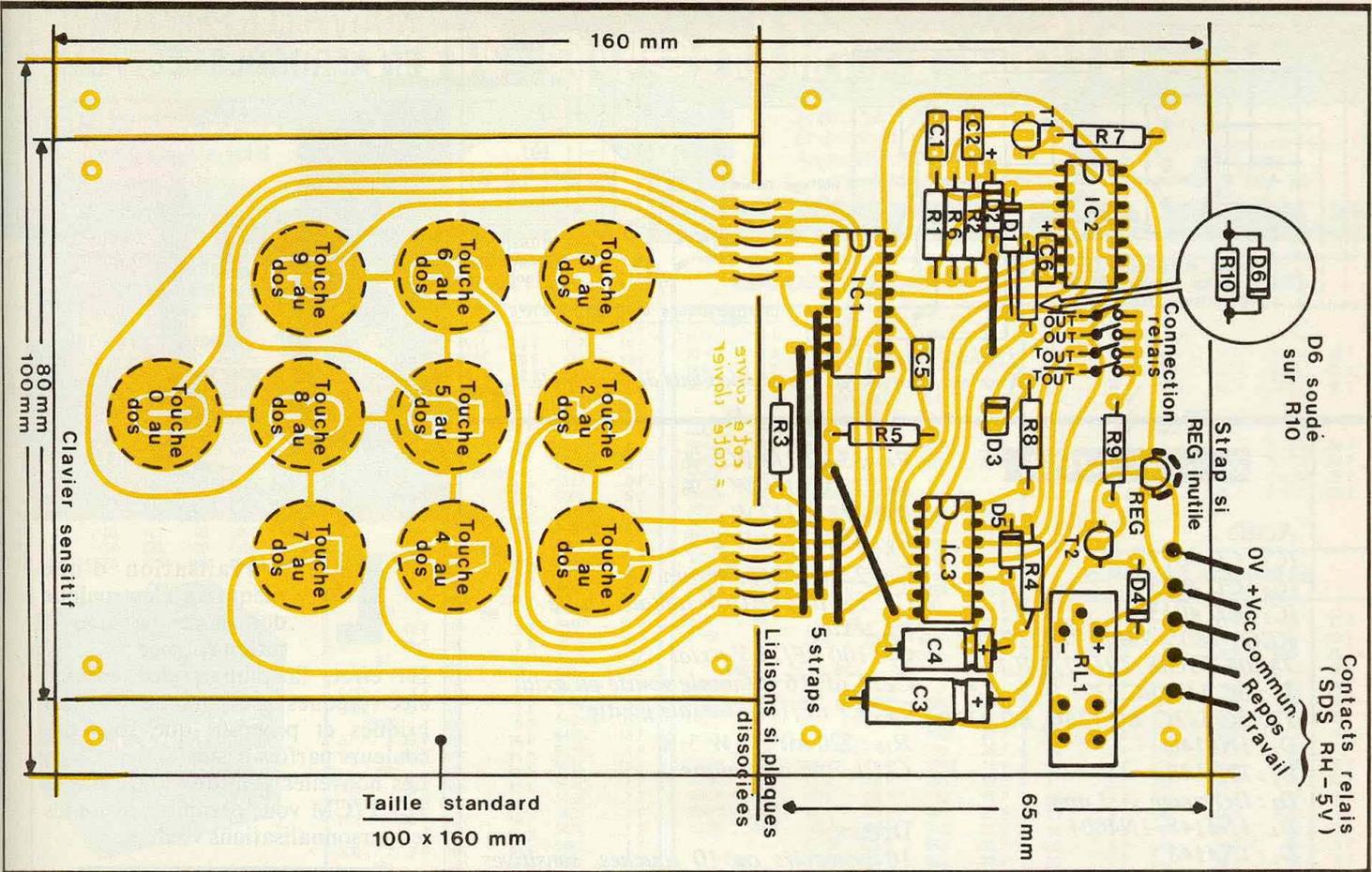


Fig. 5 Implantation des éléments.

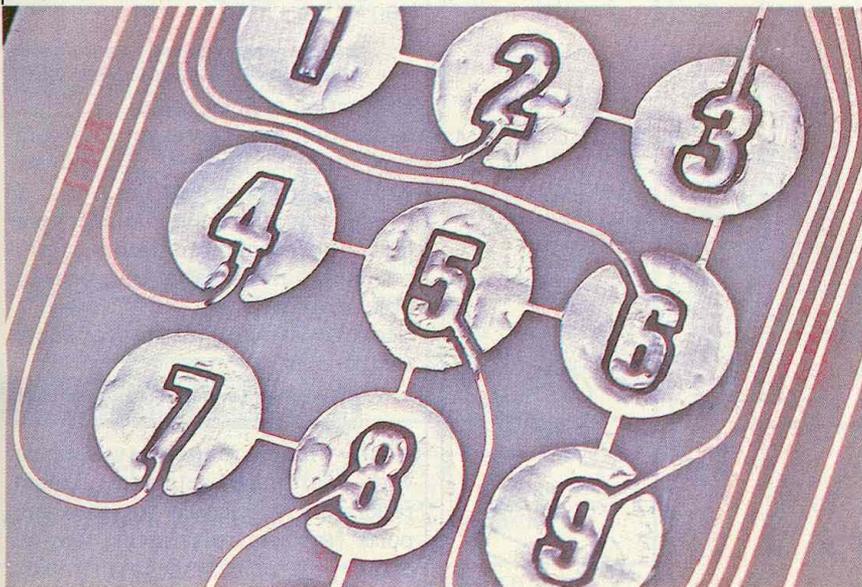
la partie sensible, R<sub>3</sub> sera portée à 3,3 MΩ. La partie sensible sera recouverte d'un film autocollant (type Vénilia) laissant des ouvertures rondes au niveau des zones à tou-

cher, ceci pour éviter un circuit double face, et de toucher des pistes adjacentes. Le boîtier sera de forme originale avec une simple plaque d'aluminium pliée et découpée. Sinon, la partie sensible pourra être dissociée pour un montage en boîtier normal.

### MISE EN ŒUVRE

Si vous n'avez pas commis d'erreurs, le montage est prêt à fonctionner, sans réglage. Toutefois, on pourra retoucher la valeur de la cadence d'horloge f<sub>2</sub>, soit R<sub>2</sub>-C<sub>2</sub>, à la valeur souhaitée. Dans notre cas, elle vaut environ 10 Hz, pour être utilisable sur le téléphone (C<sub>2</sub> = 2,2 μF). On pourra de même agir sur la durée de l'impulsion de sortie en agissant sur C<sub>4</sub>. Attention à conserver Tout < (1/f<sub>2</sub>). R<sub>4</sub> vaudra 68 kΩ pour l'application numérotateur.

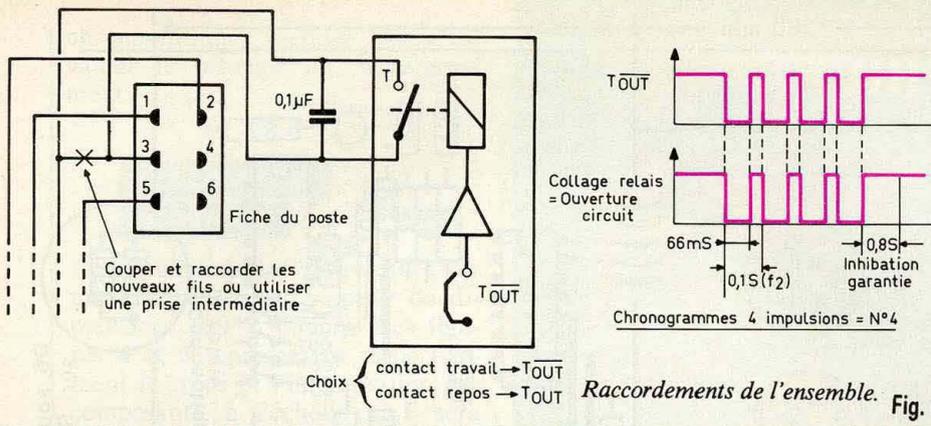
Il suffira maintenant de presser la touche désirée pour obtenir le nombre d'impulsions correspondant, visualisé sur la Del D<sub>3</sub>. Pour utiliser ce montage associé à un téléphone normal, il suffira de se reporter à la figure 6 qui se passe d'explications. Avec cet accessoire auprès de ces horribles téléphones gris à cadran prêtés sans supplément de prix par les PTT, vous apprécierez cette facilité de numérotation. Sinon, vous lui trouverez bien une application utile...



Gros plan sur les touches sensibles.

P. WALLERICH

# NOUVELLES PEINTURES EN AEROSOLS JELT / CM



Raccordements de l'ensemble. Fig. 6

## NOMENCLATURE

### Actifs

IC<sub>1</sub> : CD 4017  
 IC<sub>2</sub> : CD 4093  
 IC<sub>3</sub> : CD 4013  
 REG : 7805, 7808, 7812, 7815, 78L05, 78L08, 79L12, 78L15  
 T<sub>1</sub> : BC 547, BC 237  
 T<sub>2</sub> : BC 547C, BC 173C, BC 237B  
 D<sub>1</sub> : 1N4148  
 D<sub>2</sub> : 1N4148  
 D<sub>3</sub> : Del rouge Ø 3 mm  
 D<sub>4</sub> : 1N4148, 1N4001  
 D<sub>5</sub> : 1N4148  
 D<sub>6</sub> : 1N4148

### Passifs

R<sub>1</sub> : 100 kΩ 1/4 W 5 %  
 R<sub>2</sub> : 100 kΩ 1/4 W 5 %  
 R<sub>3</sub> : 33 kΩ 1/4 W 5 % (cf. texte)  
 R<sub>4</sub> : 47 kΩ 1 MΩ 1/4 W (cf. texte)  
 R<sub>5</sub> : 10 kΩ 1/4 W 5 %

R<sub>6</sub> : 33 kΩ 1/4 W 5 %  
 R<sub>7</sub> : 22 kΩ 1/4 W 5 %  
 R<sub>8</sub> : 470 Ω 1/2 W  
 R<sub>9</sub> : 33 kΩ 1/4 W 5 %  
 C<sub>1</sub> : 22 nF pas 5,08 mm  
 C<sub>2</sub> : 1 à 10 µF / 16 V tantale goutte (cf. texte)  
 C<sub>3</sub> : 100 µF / 25 V axial  
 C<sub>4</sub> : 1 µF / 16 V tantale goutte ou axial  
 C<sub>6</sub> : 4,7 µF / 16 V tantale goutte  
 R<sub>10</sub> : 220 kΩ 1/4 W 5 %  
 C<sub>5</sub> : 1,5 nF céramique

### Divers

10 poussoirs ou 10 touches, sensibles non-matricées  
 Supports de circuit facultatif  
 RL<sub>1</sub> : relais 5 V à 24 V suivant V<sub>CC</sub> (cf. texte)

Circuit imprimé  
 Matériel de câblage  
 Boîtier

La réalisation d'une maquette électronique doit passer par une finition soignée.

En effet, la plupart des coffrets électroniques spéciaux ne sont fabriqués et proposés que sous des couleurs parfois tristes.

Les nouvelles peintures tous usages JELT/CM vous permettront toutes les personnalisations voulues.

## ALUMINIUM BRILLANT

### Résistance hautes températures

Protection et décoration sur toutes surfaces : pièces métalliques, cheminées, fours, cuves, chaudières, tuyauteries, jantes, pots d'échappement, décoration sur toutes surfaces, protection anti-corrosion, séchage rapide, résistance jusqu'à 700 °C.

## NOIR MAT FERRONNERIE

### Protection et décoration

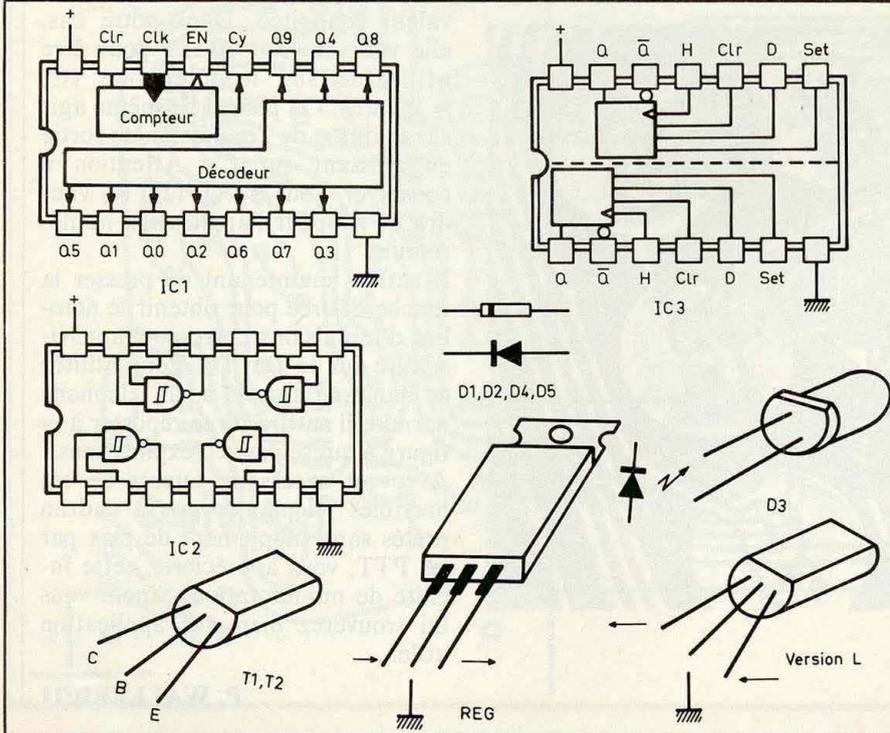
Protection anti-corrosion et décoration de tous objets métalliques : chenets, rampes, grilles, bas de caisse, plaques de cheminées, pots d'échappement, radiateurs, ferrures, luminaires, calandres, tous les objets en fer forgé.

Séchage rapide, résistance hautes températures.

## PEINTURES BRILLANTES

Noir, blanc, rouge, jaune, bleu, vert. Marquage, retouche, finition, repérage. Applicable sur tous supports (matières plastiques, faire un essai préalable), séchage rapide, protection anti-corrosion, brillant haute définition.

JELT/CM, 157, rue de Verdun, 92150 Suresnes. Tél. : (1) 47.28.71.70.





# DISPOSITIF ANTIGEL ELECTRONIQUE

Lorsque vient l'hiver, le froid et la neige, on ne compte plus les canalisations gelées ou, pire encore, éclatées par l'eau changée en glace. Pour vous éviter d'avoir à passer de longs moments à réchauffer les tuyaux de votre maison de campagne à l'aide d'une lampe à gaz, nous vous proposons de réaliser un dispositif automatique qui empêchera l'eau de geler, du moins pour des températures raisonnables en dessous de zéro (jusqu'à moins 15 degrés Celcius environ).



**E**n principe, les canalisations d'eau, dans n'importe quelle région de France, sont conçues et isolées de manière à supporter les températures hivernales des régions dans lesquelles elles sont implantées. Mais quelquefois,

la surprise est rude, et Dame Nature se plaît parfois à refroidir plus que de coutume telle ou telle région ou même un pays entier. Ce fut le cas de la France l'hiver dernier. Les conséquences d'un tel climat sont nombreuses et rarement plaisantes : nous ne retiendrons que les effets

du froid sur l'eau de nos canalisations, bien fragiles face à des températures trop basses. Comme il n'est pas question pour nous de modifier le climat, il nous reste à retarder le moment où l'eau se transforme en glace, et voici comment : vous avez sans doute déjà observé

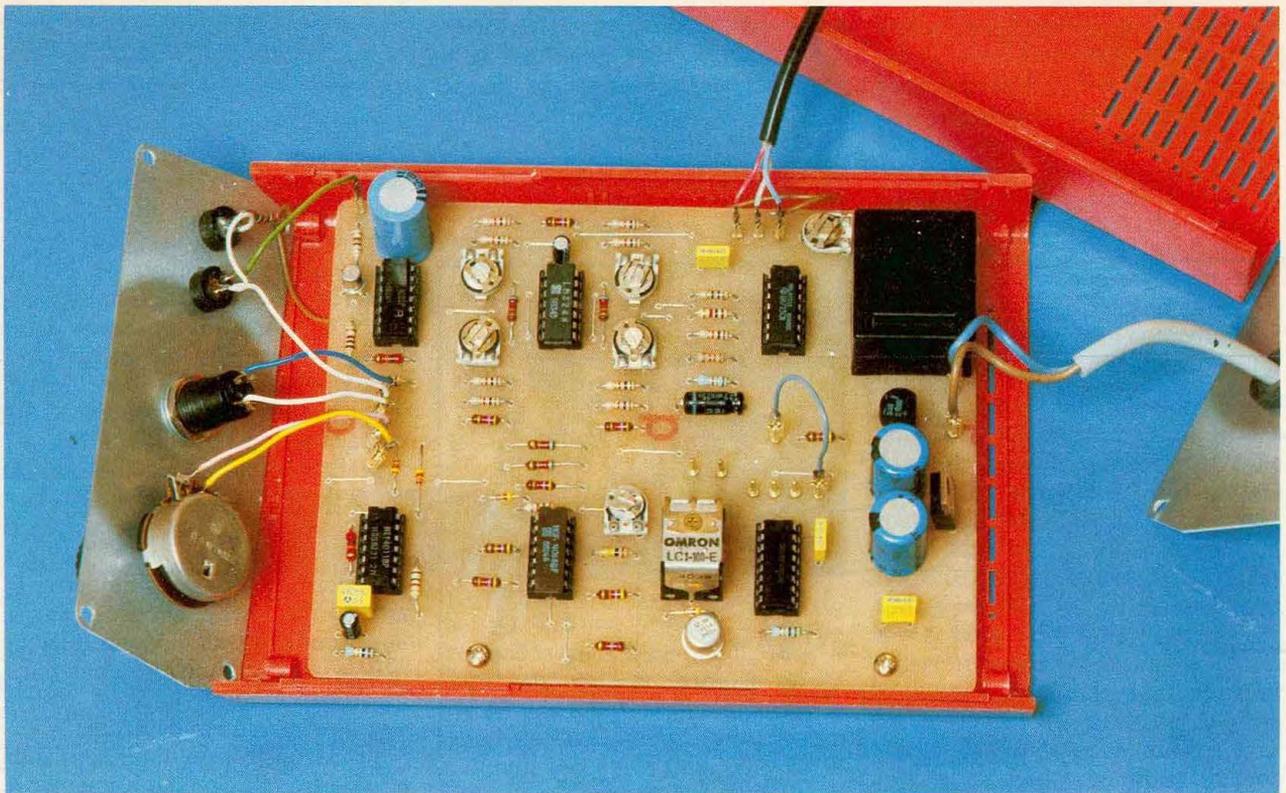


Photo 2. – Aspect de la carte imprimée principale.

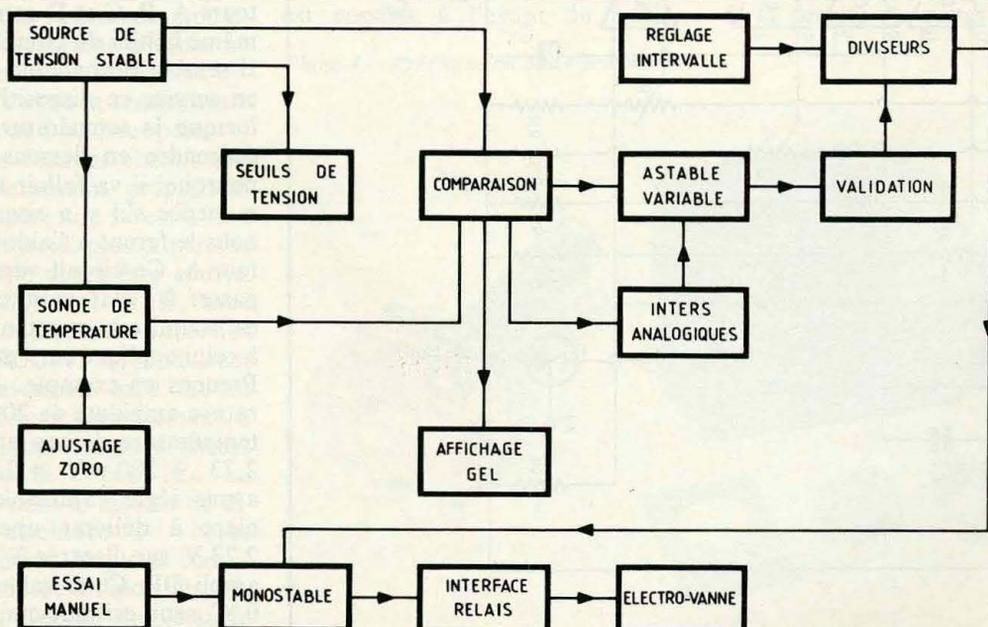
des fontaines ou cours d'eau gelés, mais non totalement, car un simple filet d'eau suffit à contrarier la formation de la glace. A partir de cette observation banale, il suffit de vérifier qu'en faisant circuler l'eau de temps en temps dans une canalisation on retarde fortement le moment ou celle-ci se solidifie.

Pour des températures proches de zéro, un écoulement très bref toutes les demi-heures environ suffit à protéger l'installation. Pour des froids plus vifs, il suffirait de rapprocher les moments où l'eau doit s'écouler, car la glace se forme d'autant plus vite que la température est basse. Notre maquette commande une électrovanne qui purge les conduites à protéger. Ce gaspillage volon-

taire d'eau potable est bien modeste face aux conséquences désastreuses d'une canalisation gelée (d'ailleurs rien ne s'oppose à récupérer cette eau).

Le prototype a été conçu pour réagir à quatre températures fixes, à savoir 0°, puis -5°, -10° et enfin -15 °C. Au-delà, l'expérimentation reste nécessaire, mais devrait tout de même être rare dans nos régions.

Fig. 1 Synoptique.



Le capteur de température utilisé ici est particulièrement fiable et facile à utiliser, puisqu'il possède une caractéristique température/ tension parfaitement linéaire de 10 mV par degré, et ce de  $-55^{\circ}$  à  $+150^{\circ}$ ! C'est le modèle LM 135. Pour information, le cap-

teur LM 235 travaille entre  $-40^{\circ}$  C et  $+125^{\circ}$  C tandis que le modèle LM 335 se contente de  $-10$  à  $+100^{\circ}$  C. Ils ont le même brochage en boîtier plastique.

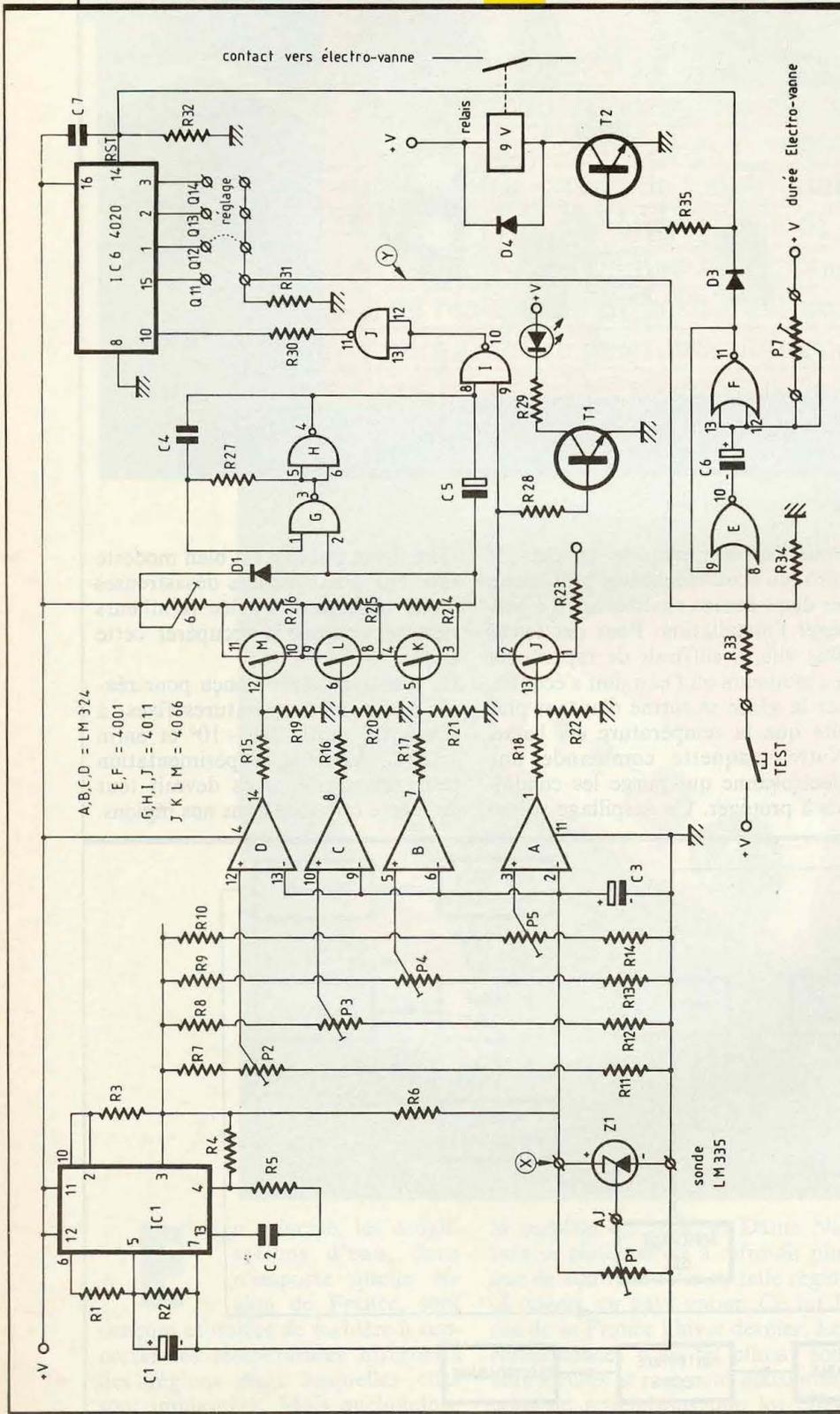
Fig. 2 Schéma de principe.

**ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 2)**

Ce projet original met en œuvre des composants relativement courants, bien que plus rarement utilisés dans nos lignes. Faisons tout d'abord connaissance avec le capteur de température, à savoir le circuit LM 135 de National Semiconductor. Ce composant ressemble à un banal transistor en boîtier plastique et est calibré en usine pour donner à ses bornes une tension de 2,73 V précisément à  $0^{\circ}$  C ( $273^{\circ}$  K). Ce type de capteur se comporte donc en diode Zener variable dont la tension en millivolts est égale à dix fois la température en degrés Kelvin. En montant un potentiomètre  $P_1$  aux bornes de  $Z_1$ , notre capteur, il nous sera facile de modifier quelque peu la tension délivrée, dont toute modification ultérieure ne pourra être due qu'à la température. Nous aurons besoin d'une source de tension très stable pour alimenter le capteur et les comparateurs.

C'est la fonction du circuit IC<sub>1</sub>, un régulateur 723 bien connu pour sa parfaite fiabilité dans ce domaine. Nous aurons environ 5 V sur la broche 3 de IC<sub>1</sub>, mais la valeur exacte importe moins que sa parfaite régularité. Au point précis marqué X sur le schéma, c'est-à-dire à la borne + du capteur LM 135, il faudra obtenir précisément 2,73 V à  $0^{\circ}$ . Nous reviendrons en détail sur toute la procédure de réglage. Nous trouvons ensuite quatre comparateurs A, B, C et D contenus dans le même boîtier du circuit LM 324.

Il semble raisonnable de ne mettre en service ce dispositif antigel que lorsque la température menace de descendre en dessous de 0; c'est pourquoi il va falloir tester en permanence s'il y a risque de gel, et nous le ferons à l'aide du comparateur A. Ce circuit verra sa sortie l passer à l'état haut si l'entrée e+ est soumise à un potentiel supérieur à celui appliqué sur l'entrée e-. Prenons un exemple : à une température ambiante de  $20^{\circ}$ , la sonde de température délivre une tension de  $2,73 + 200 \text{ mV} = 2,93 \text{ V}$ . Nous avons réglé l'ajustable  $P_5$  de manière à délivrer une tension de 2,73 V sur l'entrée 3 de ce même ampli OP. Cette valeur équivaut à  $0^{\circ}$  C, seuil critique que nous assimilons au risque de gel.



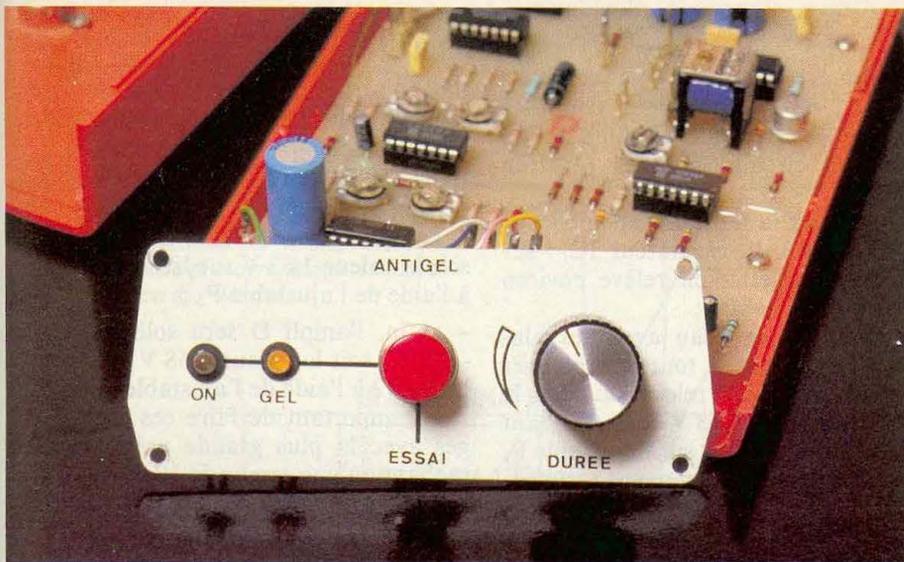


Photo 3. - La face avant détachable du coffret « Teko ».

Au-dessus de cette température, la sortie 1 de l'ampli A reste basse et ne commande pas l'inter analogique J contenu dans le circuit C-MOS 4016 ou 4066. A l'aide du transistor  $T_1$ , nous illuminons une LED en face avant qui indique le risque probable de gel aux alentours d'une température nulle.

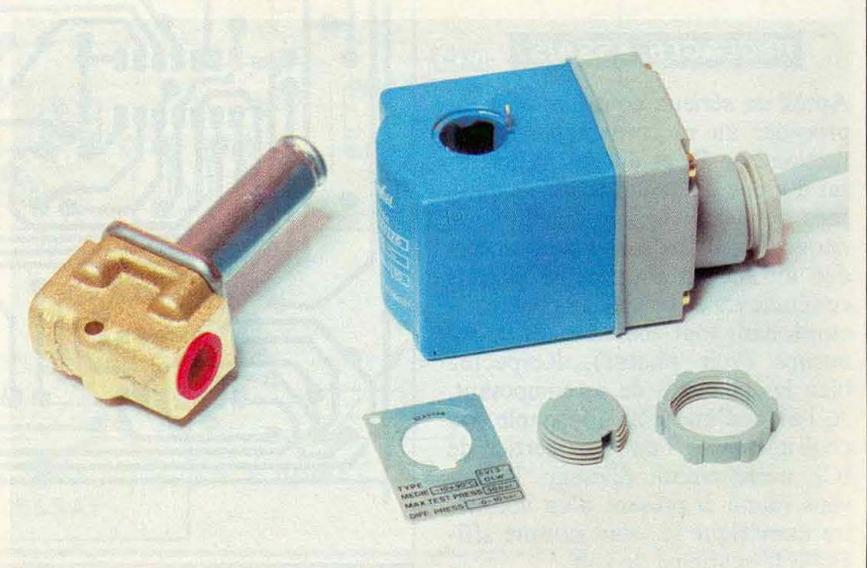
Trois autres seuils de tension ont été retenus, à savoir -5, -10 et -15°C, soit respectivement des tensions de 2,68, 2,63 et 2,58 V sur le capteur LM 135. Il nous suffit donc d'ajuster convenablement les potentiomètres  $P_2$ ,  $P_3$  et  $P_4$  pour faire basculer au bon moment les sorties des comparateurs de 0 au 1 logique. En fait, les inters analogiques K, L et M viennent mettre hors service (ou shunter) des résistances appartenant à un oscillateur astable un peu particulier, dont le rapport cyclique variable avec la température nous intéresse au plus haut point.

En effet, nous désirons obtenir une fréquence inversement proportionnelle à la température ; c'est-à-dire que plus il fait froid, plus la période de notre astable devra être courte. Les portes NAND G et H, avec quelques composants externes comme  $R_{27}$ ,  $C_4$ ,  $C_5$  et  $P_6$ , produisent un signal convenable qu'il faudra toutefois rallonger sérieusement à l'aide de quelques étages diviseurs contenus dans le circuit  $IC_6$ , un 4020 C-MOS dont le facteur de division peut atteindre  $2^{14}$ . Nous avons même prévu d'ajuster convenablement la durée à l'aide des sorties  $Q_{11}$  à  $Q_{14}$  avec un simple strap souple à déplacer.

Résumons-nous à ce point : s'il y a risque de gel, la borne 9 de la porte I passe à 1 et laisse passer le signal de l'oscillateur variable vers le circuit  $IC_6$  après inversion par la porte J (en fait, I et J forment à eux deux une fonction AND).

Après un délai dépendant à la fois de la température, donc de la fréquence exacte de l'oscillateur, et fonction également du facteur de division choisi, on récupère sur l'anode de la diode  $D_2$  (c'est le point Y) un front positif apte à commander le monostable formé par les portes NOR E et F. Cet élément délivre un créneau positif d'une durée dépendant à la fois du condensateur  $C_6$  et surtout du potentiomètre  $P_7$  dont la commande est possible à l'avant du boîtier.

Photo 4. - Présentation de l'électrovanne.



Elle peut varier entre quelques secondes et deux minutes et correspond précisément à la durée de fonctionnement de l'électrovanne que commande le relais de sortie, actionné, lui, par le transistor  $T_2$  à travers la résistance  $R_{35}$ .

Ce signal a pour autre mission d'initialiser le compteur-diviseur  $IC_6$ , qui entame ainsi une autre période, dépendant bien entendu de la température sur le capteur.

Nous trouvons un poussoir TEST ou ESSAI qui permet à tout instant de faire fonctionner l'électrovanne sans tenir compte de la sonde. Voilà tout le schéma, original sans doute, mais répondant parfaitement à notre cahier des charges. L'alimentation sera confiée au secteur, avec un schéma classique qui utilise transformateur, pont moulé et régulateur 12 V. Seule, la sonde avec les comparateurs utilise la tension stable délivrée par le circuit  $IC_1$ . Les nombreux ajustables prévus doivent permettre une parfaite mise au point de cette maquette.

## REALISATION PRATIQUE (fig. 3)

Tous les composants sont regroupés sur une plaquette unique qui prend place dans le fond d'un petit coffret Teko KL 12, bien conçu et aisé à mettre en œuvre. Le tracé du circuit imprimé est donné à l'échelle 1 et nécessite la reproduction par un procédé photographique en raison de la densité des pistes sur l'époxy.



Photo 5. – Mise en place de la sonde.

Après gravure et rinçage, on contrôlera la continuité de toutes les pistes et on fera la chasse aux éventuelles liaisons indésirables entre pistes voisines. Suivent ensuite les opérations de perçage avec un foret adapté aux composants à implanter. La mise en place de ces derniers se fera sans problème avec les indications de la figure 4. On veillera à n'oublier aucun strap (il y en a un sous le circuit IC<sub>3</sub>) et à respecter scrupuleusement les valeurs et orientations des composants polarisés comme diodes, transistors, condensateurs chimiques et surtout circuits intégrés, tous montés sur un support et orientés dans le même sens. Quelques picots à souder faciliteront les raccordements vers les éléments extérieurs.

Si le transformateur et le relais posent des problèmes d'implantation, il est toujours possible de modifier en conséquence le tracé des pistes.

### REGLAGES, ESSAIS

Après un sérieux contrôle, on peut procéder au raccordement du potentiomètre P<sub>7</sub> et du poussoir d'essai à l'aide de quelques fils souples, sans oublier la LED qui indique le risque de gel. La sonde sera raccordée au moyen d'un câble à trois conducteurs et noyée dans une colle empêchant tout court-circuit de ses bornes (voir photos). Respectez bien les polarités de ce composant. A l'aide d'un petit fil souple, on choisit ensuite l'une des sorties de IC<sub>6</sub>, notre circuit diviseur. Il faut vous munir à présent d'un voltmètre numérique sur une gamme affichant le centième de volt.

Voici la procédure de réglage :

- mettre sous tension et laisser quelques instants la maquette au repos ; en profiter pour contrôler toutes les tensions d'alimentation sur les circuits intégrés (environ 12 V) ;
- mesurer la tension disponible sur la broche 3 du régulateur IC<sub>1</sub> ; sur notre maquette, on relève environ 4,8 V bien stables ;
- préparer de l'eau avec des glaçons, mélanger le tout et y plonger la sonde. On doit relever au point X une valeur de 2,73 V correspondant à 0 °C ; sinon, agir sur l'ajustable P<sub>1</sub> pour atteindre exactement cette valeur ;
- on doit trouver également cette tension sur les bornes 2, 6, 9 et 13 du circuit LM 324 ;

– l'ampli OP A doit basculer 0°, il suffit donc de porter son entrée e+ (borne 7) à la valeur 2,73 V à l'aide de l'ajustable P<sub>5</sub> ;

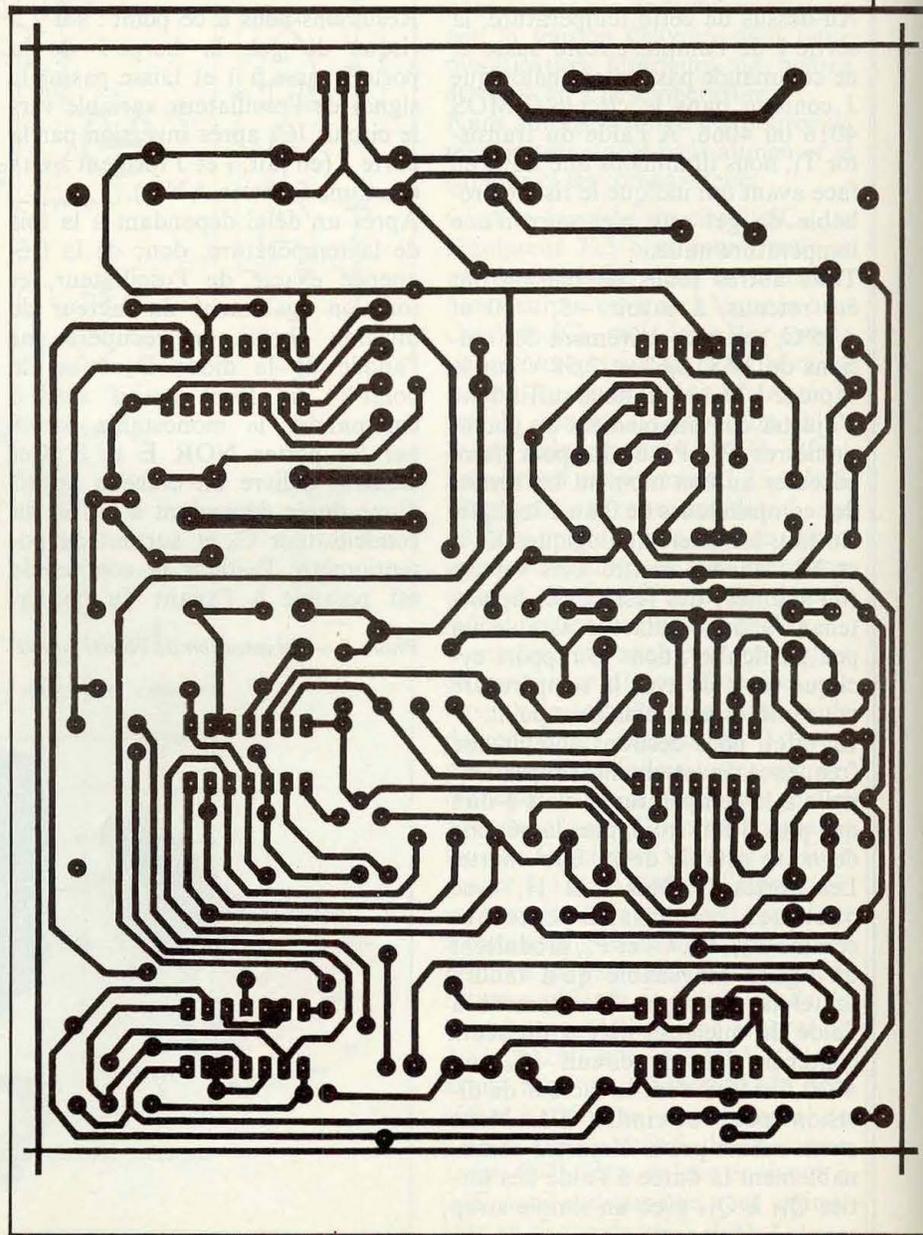
– l'ampli B sera sollicité à -5 °C, soit la valeur 2,68 V sur la borne 5 à l'aide de l'ajustable P<sub>4</sub> ;

– l'ampli C sera sollicité à -10 °C, soit la valeur 2,63 V sur la borne 10 à l'aide de l'ajustable P<sub>3</sub> ;

– enfin, l'ampli D sera sollicité à -15 °C, soit la valeur 2,58 V sur la borne 12 à l'aide de l'ajustable P<sub>2</sub>.

Il est important de faire ces réglages avec la plus grande précision, sachant qu'une erreur de 10 mV entraîne une variation de 1° ;

– la fréquence de l'oscillateur astable est disponible sur la broche 8 du circuit NAND 4011 et peut être vi-



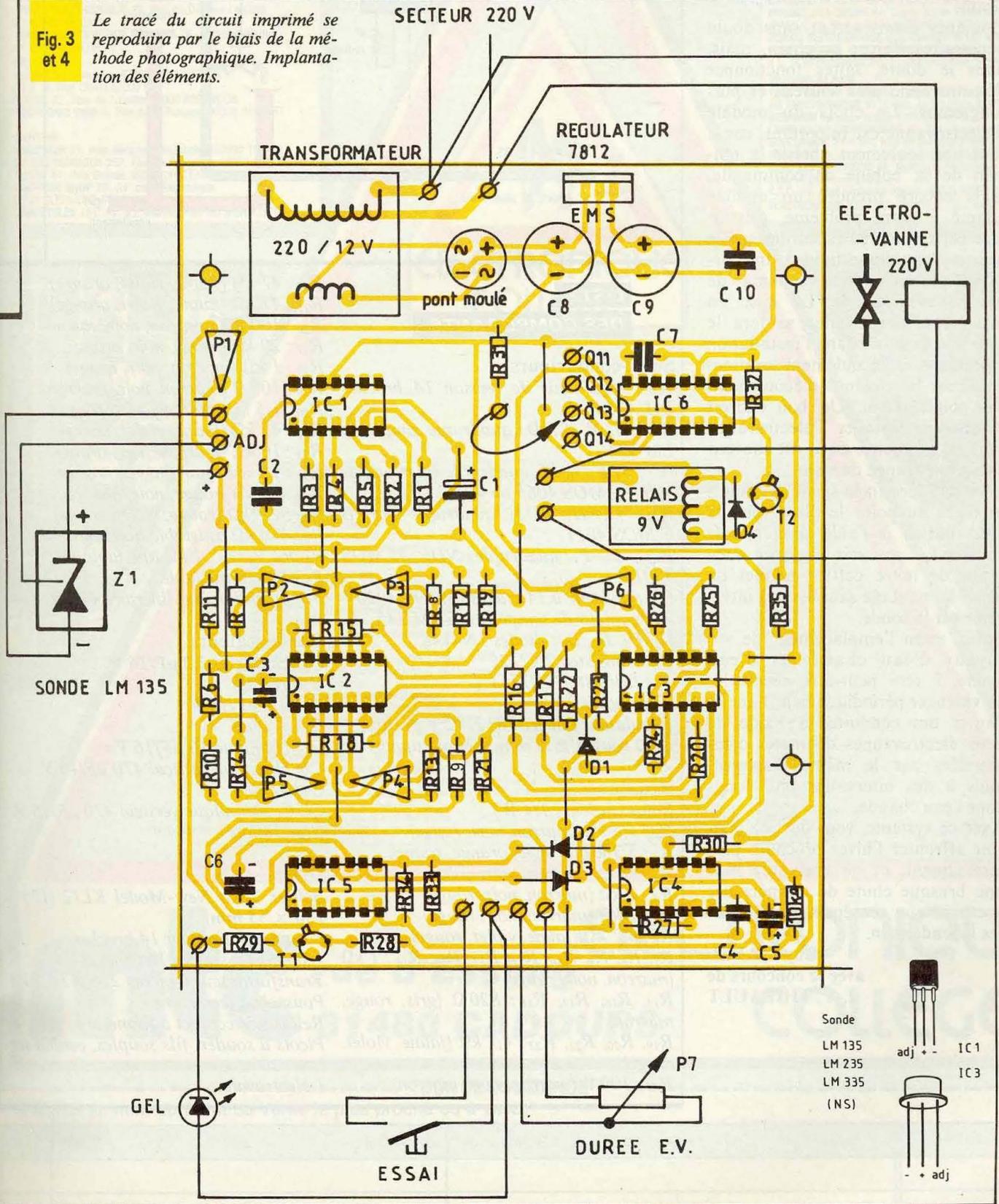
sualisée à l'aide d'une résistance en série avec une diode LED à défaut d'oscilloscope. Cette fréquence doit varier avec la température, par exemple en plongeant la sonde dans les tiroirs de votre congélateur.

L'ajustable P<sub>6</sub> permet de modifier quelque peu la fréquence de base :  
 - on doit trouver à l'entrée horloge de IC<sub>6</sub> un signal périodique positif proportionnel à la température ;  
 - sachant que la sortie Q<sub>11</sub> intro-

duit un facteur de division égal à 2<sup>11</sup>, soit la valeur 2048, il vous sera facile de choisir le délai correct à l'aide de l'une des quatre sorties de IC<sub>6</sub>. Nous pensons qu'une demi-heure entre deux impulsions à

Fig. 3 et 4

Le tracé du circuit imprimé se reproduira par le biais de la méthode photographique. Implantation des éléments.



- 5 °C devrait être suffisante. Ce signal parvient à travers la diode D<sub>2</sub> sur le monostable E-F, qui commande finalement pour un petit délai le relais actionnant l'électrovanne. Ici encore, il nous semble que 30 secondes sont un temps suffisant.

Quelques essais seront sans doute nécessaires l'hiver prochain, mais, dans le doute, faites fonctionner l'électrovanne plus souvent et plus longtemps. Le choix du modèle d'électrovanne est important, car il faut non seulement choisir la tension de sa bobine de commande, mais encore prendre un modèle adapté à notre problème, c'est-à-dire capable de se raccorder sur le circuit d'eau domestique à une certaine pression (voir schéma de branchement fig. 5). La mise en place de l'électrovanne se fera le plus loin possible dans l'installation à protéger, et l'écoulement sera raccordé sur les conduits d'écoulement des points d'eau. Un bon endroit consiste à installer l'électrovanne sous la baignoire, où il est souvent prévu une trappe de visite.

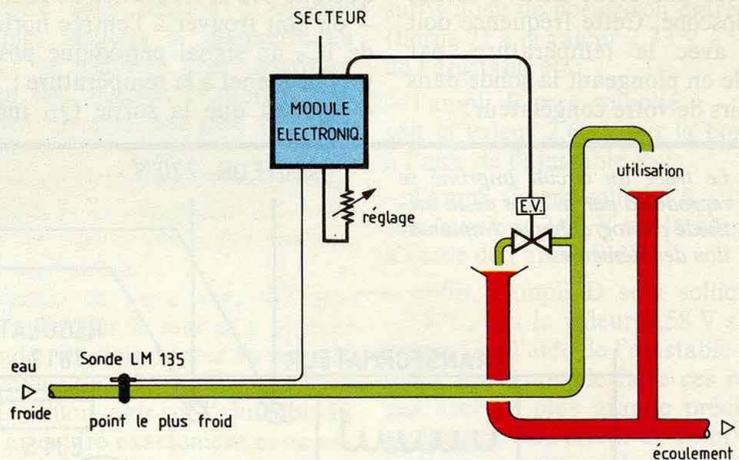
La sonde sera fixée sur le conduit à protéger au point le plus froid de l'installation à l'aide d'un simple collier. Le poussoir situé en face avant de notre coffret permet de tester le montage sans avoir à intervenir sur la sonde.

Enfin, selon l'emplacement de vos tuyaux d'eau chaude et d'eau froide, il sera peut-être nécessaire de vidanger périodiquement l'une et l'autre des conduites à l'aide de deux électrovannes distinctes commandées par le même dispositif, mais à des intervalles plus longs pour l'eau chaude.

Avec ce système, vous devriez pouvoir affronter l'hiver prochain plus sereinement, et ne craignez plus une brusque chute de température nocturne aux conséquences fâcheuses le lendemain.

**Guy ISABEL**  
avec le concours de  
**J.-Y. THIBault**

**Fig. 5** Schéma de branchement.



**LISTE  
DES COMPOSANTS**

**Semi-conducteurs**

- IC<sub>1</sub>: régulateur de tension 14 broches DILA723
- IC<sub>2</sub>: A, B, C, D, quadruple ampli-op LM 324
- IC<sub>3</sub>: J, K, L, M, quadruple inter analogique C.MOS 4066 ou 4016
- IC<sub>4</sub>: G, H, I, J, quadruple NAND C.MOS 4011
- IC<sub>5</sub>: E, F, quadruple NOR C.MOS 4001
- IC<sub>6</sub>: diviseur à 14 étages C.MOS 4020
- Z<sub>1</sub>: capteur de température LM 335
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>: diodes 1N4148
- T<sub>1</sub>: transistor 2N2222
- T<sub>2</sub>: transistor 2N1711
- Pont moulé
- Régulateur intégré 7812, 12 V positifs
- LED rouges Ø 5 mm + clips support

**Résistances**

- (toutes valeurs 1/4 W)
- R<sub>1</sub>: 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R<sub>2</sub>: 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
- R<sub>3</sub>: 10 Ω (marron, noir, noir)
- R<sub>4</sub>: 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>5</sub>: 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>6</sub>: 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>: 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub>: 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub>, R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub>: 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>23</sub>: 100 Ω (marron, noir, marron)

- R<sub>24</sub>: 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>25</sub>: 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>26</sub>: 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>27</sub>: 20 kΩ (rouge, noir, orange)
- R<sub>28</sub>: 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>29</sub>: 100 Ω (marron, noir, marron)
- R<sub>30</sub>: 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R<sub>31</sub>: 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>32</sub>: 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>33</sub>: 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R<sub>34</sub>: 20 kΩ (rouge, noir, orange)
- R<sub>35</sub>: 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
- P<sub>1</sub>: 470 kΩ ajustable horizontal
- P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>: 1 kΩ ajustable
- P<sub>6</sub>: 10 kΩ ajustable
- P<sub>7</sub>: potentiomètre linéaire 47 kΩ

**Condensateurs**

- C<sub>1</sub>: chimique 2,2 µF/16 V
- C<sub>2</sub>: 100 nF
- C<sub>3</sub>: 4,7 µF/16 V
- C<sub>4</sub>: 470 nF
- C<sub>5</sub>: chimique 10 µF/16 V
- C<sub>6</sub>: chimique vertical 470 µF/16 V
- C<sub>7</sub>: 47 nF
- C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>: chimique vertical 470 µF/16 V
- C<sub>10</sub>: 100 nF

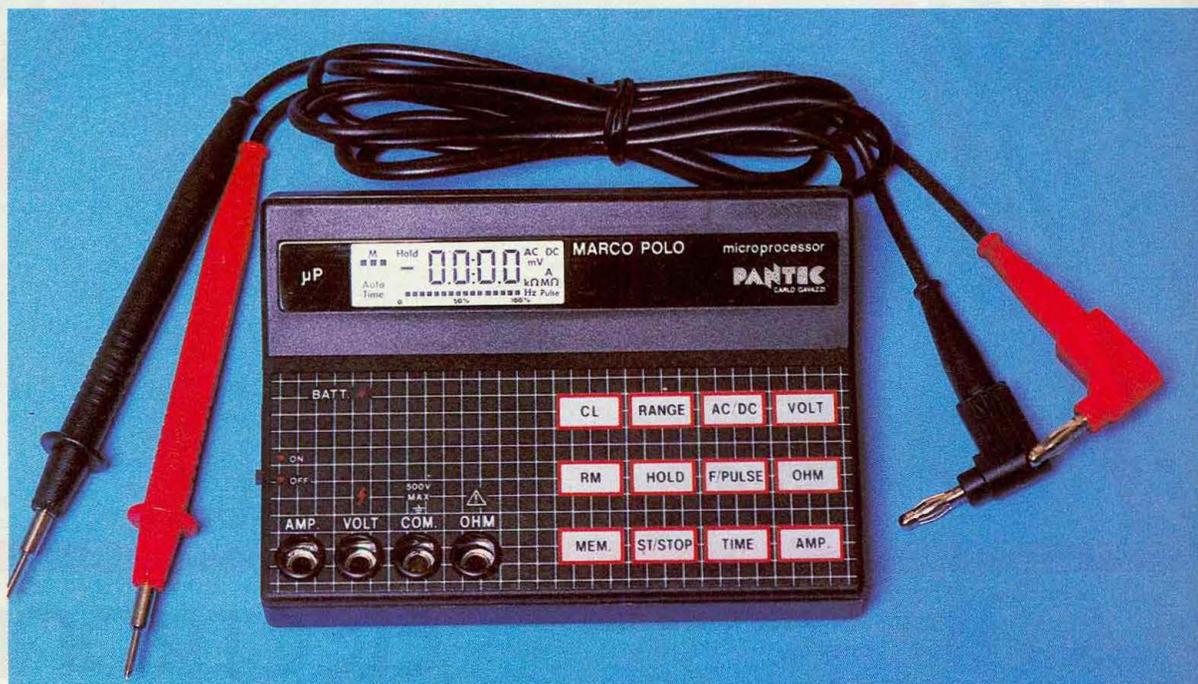
**Divers**

- Boîtier Teko New-Model KL12 (173 x 130 x 55 mm)
- 5 supports à souder 14 broches
- 1 support à souder 16 broches
- Transformateur à picots 220 /12 1,5 VA
- Poussoir à fermeture
- Relais 9 V contact à fermeture
- Picots à souder, fils souples, cordon secteur
- 1 électrovanne



# MULTIMETRE PANTEC MARCO POLO $\mu$ P

Grâce à la production massive de circuits intégrés spécifiques pour la conversion analogique/numérique, les multimètres, et particulièrement les 2 000 points, abondent maintenant sur le marché de la mesure. Si l'utilisateur ne peut que s'en féliciter, voilà qui, en revanche, pose aux constructeurs un sérieux problème de concurrence : ceux qui veulent innover – et c'est un impératif vital – doivent donc faire preuve d'imagination.



**U**ne évolution possible réside dans l'introduction de microprocesseurs, qui élargissent sensiblement les possibilités de ces matériels. La société Pantec, riche déjà d'une vaste gamme d'appareils, l'a bien compris. C'est ce qui l'a conduite à concevoir le Marco Polo  $\mu$ P, objet de notre présente étude.

## LES « PLUS » DU MICROPROCESSEUR

L'emploi d'un microprocesseur pour la gestion d'un multimètre permet d'introduire un certain nombre d'automatismes, et d'autres perfectionnements, qui simplifient l'utilisation de l'appareil, ou accroissent ses possibilités. Voyons

comment cela se traduit dans le Marco Polo  $\mu$ P.

### Sélection automatique des calibres

Sur chacune des fonctions comportant plusieurs calibres, c'est-à-dire pratiquement toutes (voltmètre continu et alternatif, ampèremètre continu et alternatif, ohmmètre),

l'utilisateur peut sélectionner manuellement la gamme, en pressant la touche « RANGE » ; des pressions successives font alors défiler les calibres par permutation circulaire, du plus bas au plus élevé. Par contre, si on n'utilise pas cette touche, l'appareil sélectionne lui-même, automatiquement, la gamme donnant la meilleure précision ; simultanément, il affiche l'unité, et positionne le point décimal.

### Maintien de la mesure

Dans certains cas – points de test difficilement accessibles dans un montage touffu, par exemple – il est malcommode, en même temps, de tenir les pointes de touche, et de lire la valeur mesurée. La touche « HOLD » permet alors de bloquer l'afficheur sur cette valeur, même si on déconnecte les cordons. L'indication « Hold » s'inscrit, dans ce cas, sur les cristaux liquides. Pour annuler le maintien, il suffit de presser une nouvelle fois la même touche.

### Mémorisation

Lors d'un cycle de mesures, soit en différents points d'un circuit, soit en un même point où la valeur évolue en fonction de divers paramètres, il est indispensable de « noter » chaque lecture, pour effectuer des comparaisons. Grâce à son microprocesseur, le Marco Polo dispose d'une mémoire à trois positions : on peut donc conserver (tant que le multimètre n'a pas été éteint) les trois dernières mesures, en pressant la touche « MEM ». Pour les rappeler, donc réafficher la lecture, on presse la touche « RM » : les trois points, en haut et à gauche de l'afficheur, sous la lettre « M », identifient celle des trois mémoires en service.

### Echantillonnage des mesures

On utilise, pour cela, le chronomètre/temporisateur interne, commandé par la touche « TIME », et dont la période se règle, entre 10 secondes et 1 heure 35 minutes 50 secondes. Pour l'emploi en échantillonnage, le Marco Polo effectue sur la fonction choisie une mesure à l'issue de chaque période

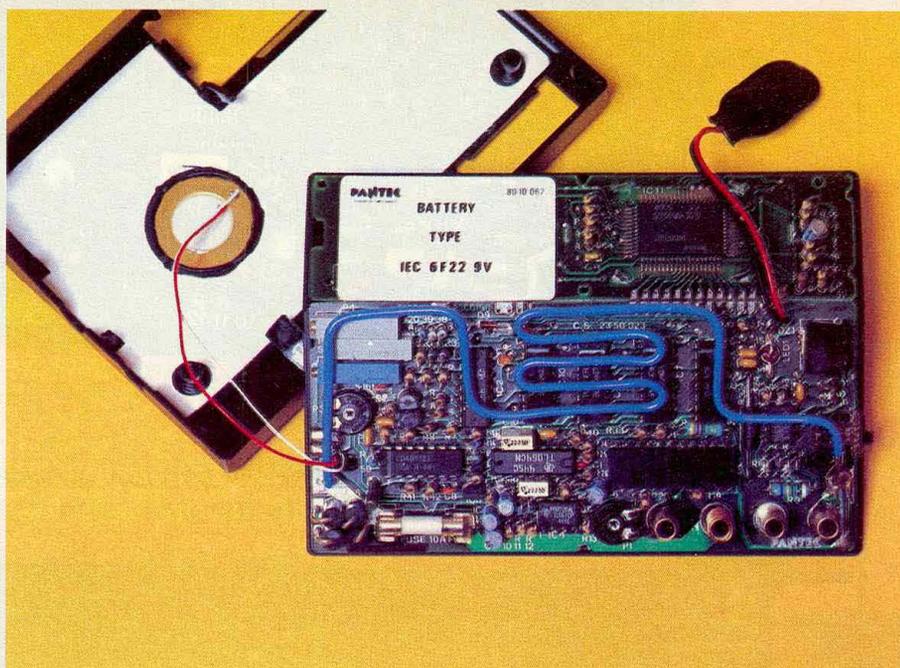


Photo 2. - L'appareil ouvert montre la densité du montage, où s'entassent les circuits intégrés logiques.

sélectionnée, et la mémorise dans un des trois emplacements de mémoire.

### CARACTERISTIQUES DES FONCTIONS TRADITIONNELLES

Le Marco Polo  $\mu P$  offre, naturellement, toutes les fonctions habituellement rencontrées sur un multimètre. Précisons, cependant, qu'il s'agit d'un 3 3/4 digits, qui donne donc 4 000 points de mesure, et non 2 000. Voici maintenant ses caractéristiques essentielles :

**Tensions continues :** de 400 mV à 1 000 V à pleine échelle, en 5 gammes. La précision atteint  $\pm 0,5\%$  de la lecture  $\pm 8$  points, et l'impédance d'entrée est normalisée à  $10\text{ M}\Omega$ , sauf sur le calibre 400 mV ( $> 100\text{ M}\Omega$ ).

**Tensions alternatives :** de 4 V à 750 V à pleine échelle, avec la même précision qu'en alternatif, et une impédance d'entrée de  $10\text{ M}\Omega$ . La bande passante atteint 2,5 kHz à  $\pm 1\%$ , sauf sur le calibre 4 V (300 Hz).

**Intensités continues :** 4 A ou 10 A à pleine échelle, avec une précision de  $\pm 0,8\% \pm 8$  points. La résistance du shunt ( $0,1\ \Omega$ ) donne des chutes de tension de 400 mV ou 1 V, res-

pectivement, à l'intensité maximale.

**Intensités alternatives :** mêmes caractéristiques qu'en continu, sauf pour la précision ( $\pm 1,5\%$  de la lecture  $\pm 8$  points).

**Résistances :** de  $400\ \Omega$  à  $40\text{ M}\Omega$  à pleine échelle, en 6 gammes, avec des précisions s'échelonnant de  $\pm 1\%$  de la lecture  $\pm 10$  points, à  $\pm 2\%$  de la lecture  $\pm 15$  points.

### LES FONCTIONS SUPPLEMENTAIRES

Nous avons vu, déjà, les possibilités apportées par le microprocesseur : maintien de la lecture, mise en mémoire, échantillonnage automatique... En plus, le Marco Polo  $\mu P$  offre des fonctions inhabituelles sur un multimètre.

**Le fréquencemètre :** on sélectionne sa mise en service par pression sur la touche « F/PULSE ». Les signaux, qui doivent être périodiques et à valeur moyenne nulle, peuvent avoir n'importe quelle amplitude entre 2 V et 750 V. Compte tenu de sa plage d'utilisation (29 Hz à 850 Hz), cette fonction trouvera son emploi dans les fréquences industrielles.

**Le compteur d'impulsions.** Il peut enregistrer un nombre d'impulsions compris entre 1 et 159 999, grâce à l'emploi astucieusement combiné de

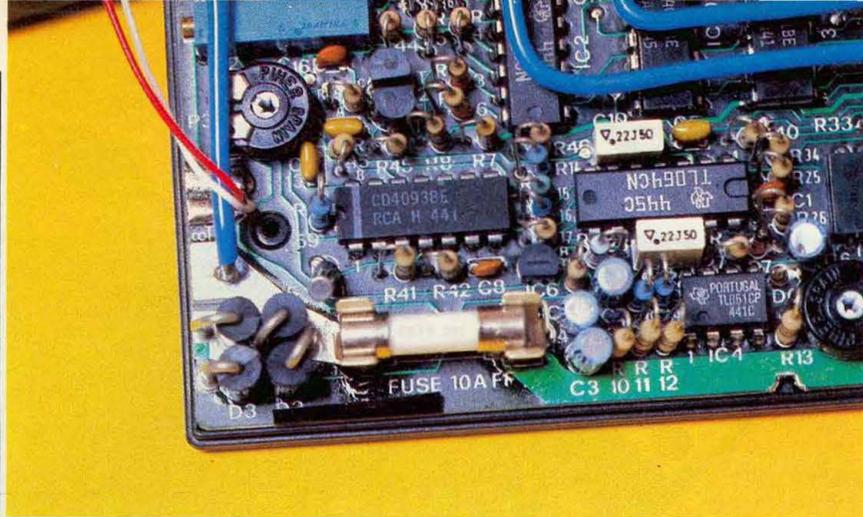


Photo 2. - Le shunt, utilisé dans les fonctions « intensités » sur 4 A et 10 A, est réalisé à l'aide d'un fil dont on ajuste la longueur en usine.

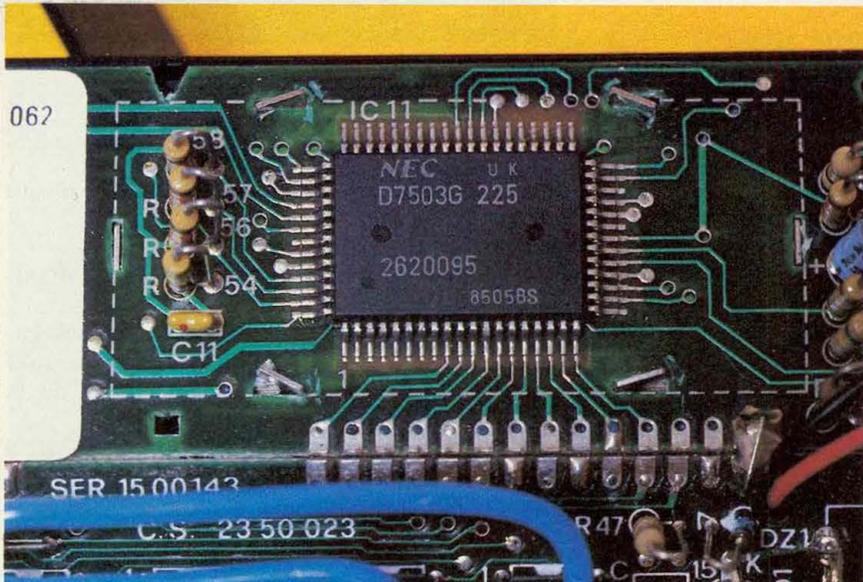


Photo 3. - Cette vue de détail montre le microprocesseur, cœur du montage.

l'afficheur à 4 digits, et du bargraph à 16 segments (le premier correspondant à la valeur zéro). En effet, jusqu'à 9999, seul entre en service l'affichage numérique ; au-delà, chaque segment du bargraph correspond à 10 000 points, qui s'ajoutent à la valeur numériquement affichée.

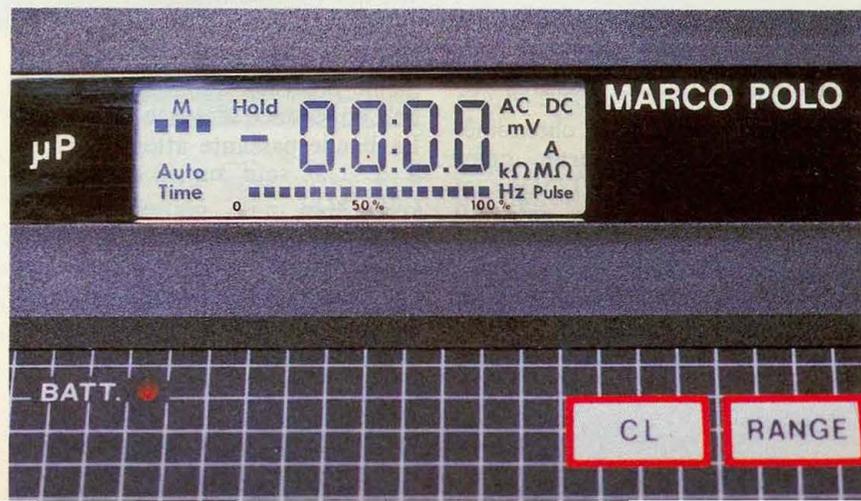
## PRESENTATION DE MARCO POLO $\mu P$

Nos clichés montrent que l'esthétique a été agréablement étudiée, et qu'elle contribue efficacement à la prise en main, malgré la multiplicité des fonctions disponibles. Toutes les commandes, à l'exception de l'interrupteur ON/OFF, sont regroupées dans le clavier à 12 touches sensibles (il suffit, pour les actionner, de poser le doigt dessus).

La disposition en pupitre de la partie d'affichage facilite les lectures lors de l'emploi sur table. Par contre, elle augmente un peu l'encombrement, pour ceux qui aiment à transporter leur multimètre dans la poche...

L'alimentation s'effectue normale-

Photo 4. - Lorsqu'on presse la touche « CL », tous les éléments de l'afficheur apparaissent.



ment à partir d'une pile miniature de 9 volts. Toutefois, le Marco Polo dispose d'une prise pour le branchement d'un adaptateur secteur, fourni en option.

## L'AFFICHEUR

La figure jointe le montre avec l'ensemble des inscriptions « allumées », ce qu'on obtient en pressant la touche « CL » (clear).

On y trouve l'affichage sur quatre chiffres, complété par le bargraph à 16 segments ; celui-ci permet de visualiser, le cas échéant, des variations de la grandeur mesurée. Nous avons vu, aussi, son rôle dans la fonction « compteur d'impulsions ». Dans la partie droite apparaissent les diverses unités (mV, V, A, k $\Omega$ , M $\Omega$ , Hz) et l'indication « Pulse » pour le compteur d'impulsions. A gauche, on trouve les points d'identification de la mémoire, la signalisation du maintien de la lecture (Hold), le signe « - » pour les grandeurs continues négatives, l'indication de la sélection automatique des calibres (Auto), celle de la mise en service du chronomètre (Time) et, enfin, l'indicateur d'usure de la pile (Bat). Celui-ci est d'ailleurs doublé par une diode électroluminescente en façade.

## NOS CONCLUSIONS

L'emploi d'un microprocesseur, l'introduction de fonctions rarement incorporées à un multimètre font du Marco Polo  $\mu P$  un appareil très complet, servi par une esthétique agréable. Notons qu'on peut encore élargir ses possibilités, en lui adjoignant la sonde de température fournie en option.

R. RATEAU



# UN MELANGEUR DE COULEURS

Les jeux de lumière classiques sont souvent employés pour accompagner une sonorisation percutante. Aujourd'hui nous vous proposons le contraire. Imaginez une atmosphère feutrée bercée par une suite de slows langoureux.

**P**our cela, trois spots de couleur (bleu, rouge, jaune) s'allument et s'éteignent très lentement et d'une manière totalement indépendante les uns des autres.

La pièce, ainsi agrémentée, passera par toutes les couleurs de l'arc-en-ciel avec une progressivité étonnante, comme on le rencontre fréquemment avec les jeux de lumière sur scène.

Ce montage reste très simple à mettre en œuvre. Il n'utilise que des composants facilement disponibles dans le commerce. La mise au point ne nécessite aucun appareil de mesure.

Ainsi, si vous prévoyez d'organiser prochainement une soirée avec quelques amies, vous savez ce qu'il vous reste à faire...

## I - PRINCIPE

### DE FONCTIONNEMENT

Notre montage est scindé en trois parties strictement identiques alimentant chacune la lampe de couleur correspondante (fig. 1). La variation de luminosité devant être très progressive, nous avons prévu un oscillateur basse fréquence avec réglage possible de cette fréquence. La durée de ce cycle est donnée par la valeur du condensateur utilisé.

La tension de référence de l'oscillateur est modifiée extérieurement afin, comme nous le verrons plus loin, d'autoriser une plus large plage de fonctionnement de la lampe.



La tension aux bornes du condensateur attaque un adaptateur d'impédance et commande un circuit intégré spécialisé en variateur de tension. Ce dernier pilote un triac qui permet une alimentation variable de la lampe.

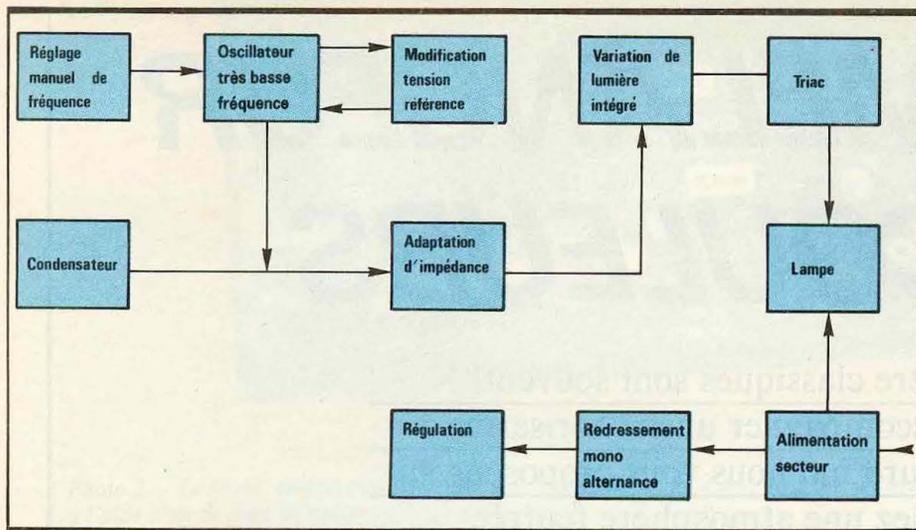
Chacune des trois voies de notre montage (rouge, vert, bleu) comprend ces circuits de façon à permettre un réglage tout à fait indépendamment.

L'alimentation, par contre, est commune aux trois voies et comprend un redressement mono-alternance (nous verrons la raison de cette dis-

position) associé à un régulateur de tension afin de garantir un fonctionnement constant.

## II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

La figure 2 donne le schéma de principe complet de notre réalisation. Il peut paraître complexe, mais on remarque rapidement qu'il s'agit d'un montage à 2 circuits intégrés reproduit 3 fois. Il nous suffira donc d'expliquer le fonctionnement d'une voie.



**Fig. 1** Synoptique du mélangeur couleurs.

Nous supposons pour l'instant que la luminosité de la lampe rouge est déterminée par la tension continue présente sur la borne 3 de IC<sub>4</sub>. Pour cela, nous utilisons le fameux 555 qui convient à merveille pour notre usage. La particularité de ce

montage réside dans le fait que nous n'utilisons pas la sortie 3 du 555 (sortie carrée), mais la tension progressive disponible aux bornes du condensateur C<sub>1</sub>.

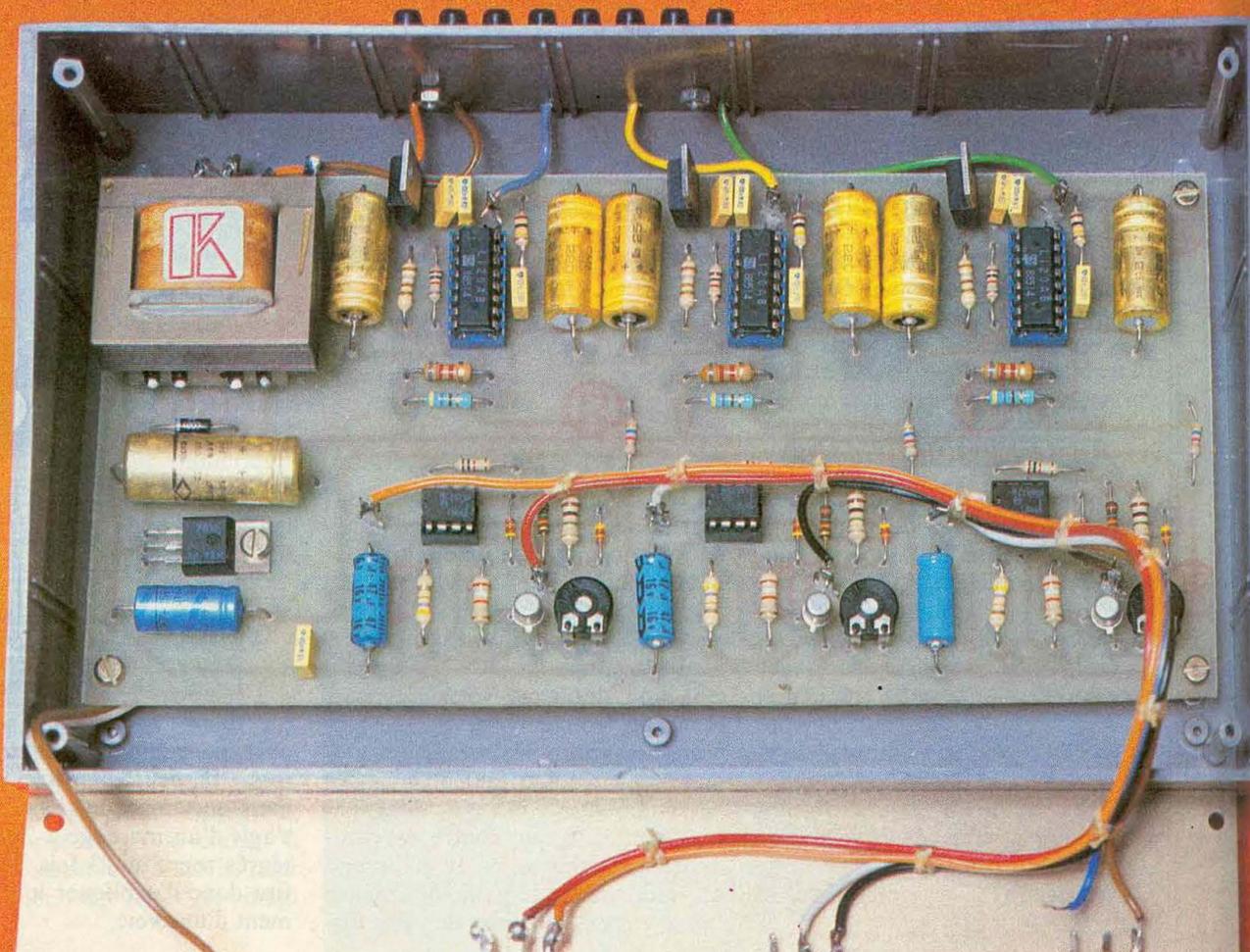
La charge s'effectue par R<sub>1</sub>, R<sub>4</sub>, P<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>. Le circuit R<sub>7</sub> et D<sub>1</sub> peut être réglé pour l'instant. Durant cette charge lente, la sortie 3 de IC<sub>1</sub> est au niveau 1. D<sub>4</sub> et R<sub>10</sub> ne jouent

aucun rôle. Dès que la tension du condensateur va atteindre les 2/3 de 12 V (8 V environ), IC<sub>1</sub> va basculer : la borne 7 de IC<sub>1</sub> passe alors à 0 V, C<sub>1</sub> se décharge lentement par P<sub>1</sub> et R<sub>4</sub>.

Simultanément, la sortie 3 de IC<sub>1</sub> passe à 0 V : la tension de référence interne du 555, présente sur la borne 5, va être forcée à baisser par R<sub>10</sub>, D<sub>4</sub> et la borne 3. Pratiquement, cette modification va nous diminuer la tension basse de référence qui était à l'origine de 1/3 de 12 V, soit 4 V.

Lors de la fin de la décharge de C<sub>1</sub>, IC<sub>1</sub> basculera donc à une tension inférieure à 4 V. Concrètement, la tension du condensateur qui devrait théoriquement varier entre 4 V et 8 V pourra être comprise entre 3 V et 8 V environ, ce qui nous garantira une plus grande plage de fonctionnement.

La tension aux bornes de C<sub>1</sub> ne peut attaquer directement IC<sub>4</sub> sans risque de causer des problèmes de fonctionnement. Pour cela, nous utilisons un étage adaptateur d'im-



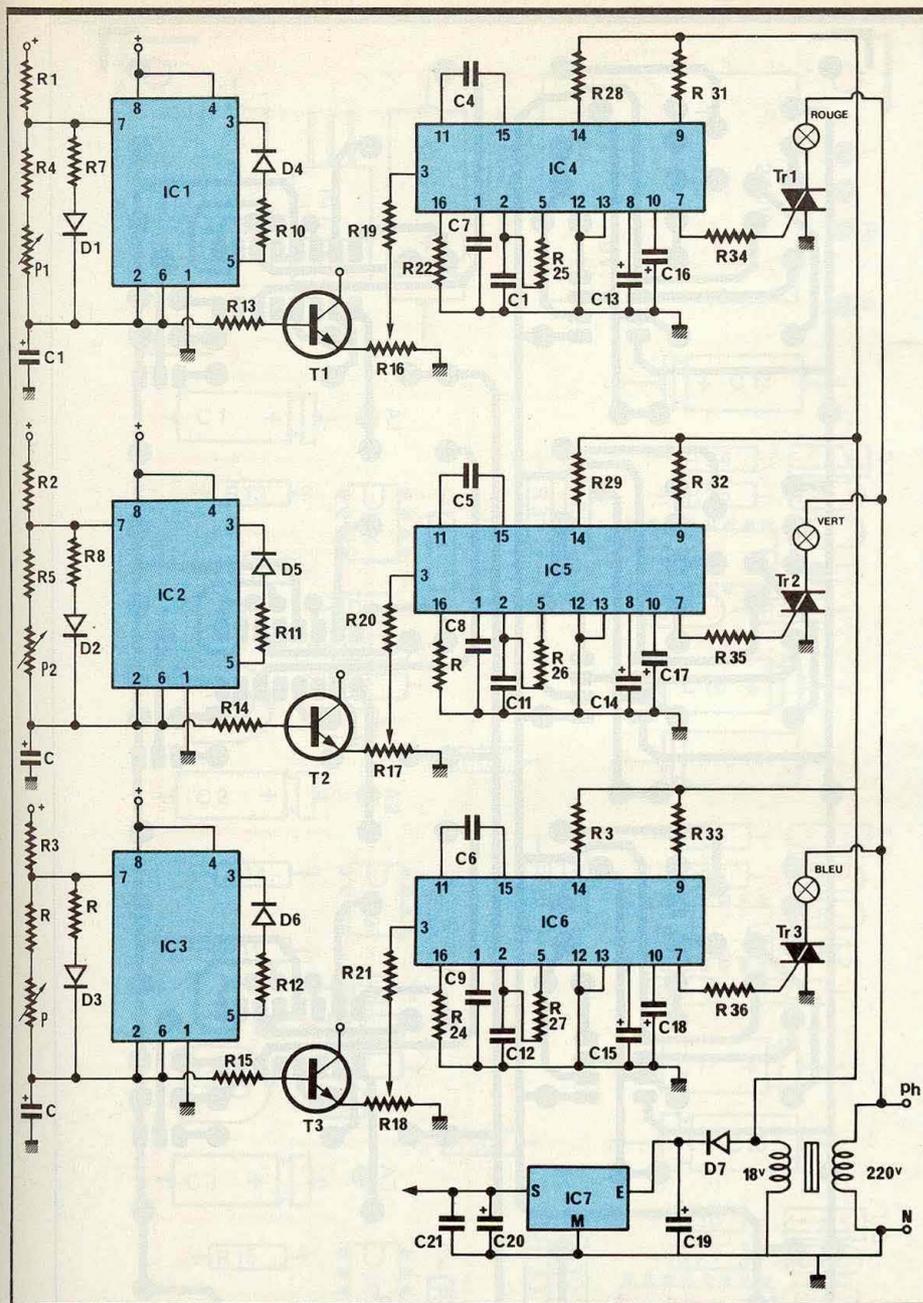


Fig. 2 Schéma de principe complet.

pédance constitué pour l'occasion par un transistor  $T_1$  monté en collecteur commun.

Nous retrouvons donc sur l'émetteur de ce dernier sensiblement la tension aux bornes du condensateur. La charge du transistor est réalisée par un ajustable  $R_{16}$ , sur lequel nous prélevons une fraction de la tension.

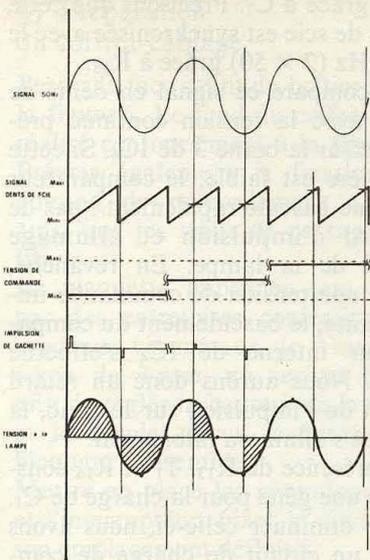
Pour une meilleure compréhension du reste du montage, il semble bon d'expliquer le fonctionnement d'IC<sub>4</sub>. La commande du triac  $Tr_1$  s'effectue avec une simple impulsion issue de la broche 7 de IC<sub>4</sub>.

Fig. 3 Caractéristiques oscillogrammes.

Rappelons qu'un triac reste amorcé après une impulsion de commande, jusqu'au passage par 0 V de la tension secteur.

IC<sub>4</sub> nous délivrera une impulsion positive (1<sup>re</sup> alternance) et une impulsion négative (2<sup>e</sup> alternance). Le procédé de variation utilise le retard entre le début d'une alternance et l'impulsion correspondante. La figure 3 donne le cas de l'allumage maxi (pas de retard). Pour l'allumage moyen, le retard d'impulsion est moyen. Par contre l'allumage est minimum si l'impulsion arrive pratiquement en fin d'alternance.

La difficulté réside dans le fait de délivrer ces impulsions. Pour cela, IC<sub>4</sub> génère un signal en dents de



scie grâce à C<sub>7</sub>. Précisons que cette dent de scie est synchronisée avec le 100 Hz (2 × 50) grâce à R<sub>28</sub>.

IC<sub>4</sub> compare ce signal en dents de scie avec la tension continue présente sur la borne 3 de IC<sub>4</sub>. Si cette dernière est faible, le comparateur interne bascule rapidement : pas de retard d'impulsion et allumage maxi de la lampe. En revanche, avec une tension de commande importante, le basculement du comparateur interne de IC<sub>4</sub> s'effectue tard. Nous aurons donc un retard maxi de l'impulsion sur le triac, la lampe s'allumera faiblement.

La présence de R<sub>13</sub>, T<sub>1</sub> et R<sub>16</sub> constitue une gêne pour la charge de C<sub>1</sub>. Pour diminuer celle-ci, nous avons créé un circuit de charge de compensation par R<sub>7</sub> et D<sub>1</sub>.

Les ajustables R<sub>16</sub> à R<sub>18</sub> permettent d'obtenir une plage de fonctionnement correcte de la lampe.

Nous avons utilisé un redressement monoalternance, car seuls les 555 sont alimentés en courant continu. La faible consommation de ces derniers nous permet de simplifier ce circuit. De plus, la régulation s'effectue à 12 V par IC<sub>7</sub>, ce qui nous assure une tension bien stable.

Les L120 sont alimentés directement par la tension alternative. A l'intérieur de ceux-ci, nous trouvons une double alimentation (± 12 V) aux bornes de C<sub>13</sub> et C<sub>14</sub>. La présence de R<sub>31</sub> permet de limiter l'échauffement des L120.

L'intensité de gâchette est déterminée par R<sub>34</sub>. Précisons pour terminer que les triacs nous obligent à relier l'ensemble du montage au secteur. Il conviendra d'être très prudent lors des essais.

### III - REALISATION PRATIQUE

#### a) Le circuit imprimé

Le tracé retenu pour notre montage est donné à la **figure 4**. On remarque qu'il est également constitué de trois sections identiques, mis à part l'alimentation. Nous vous conseillons l'emploi de plaquette époxy présensibilisé associé, si possible, à la méthode photographique afin d'éviter toute erreur de reproduction.

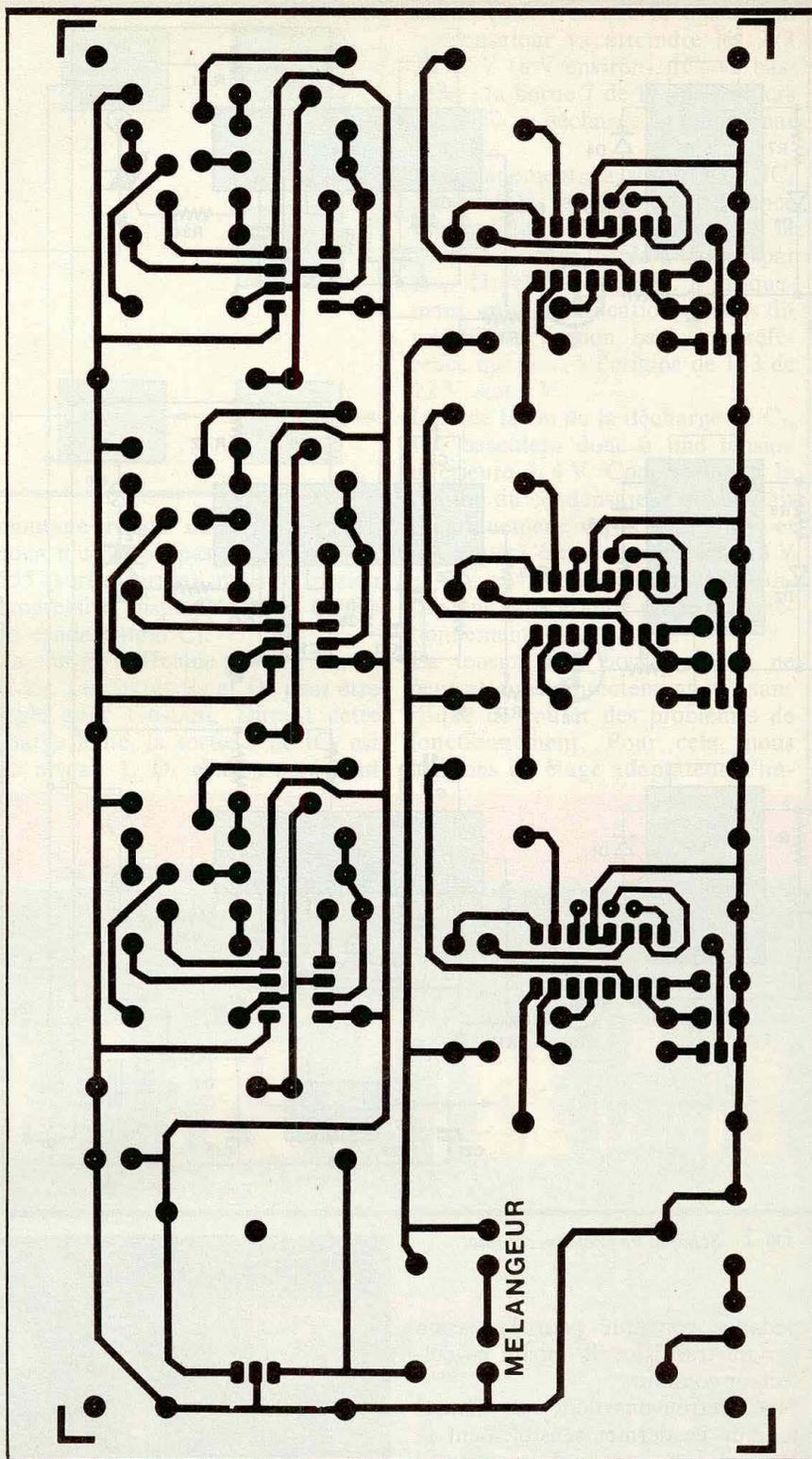


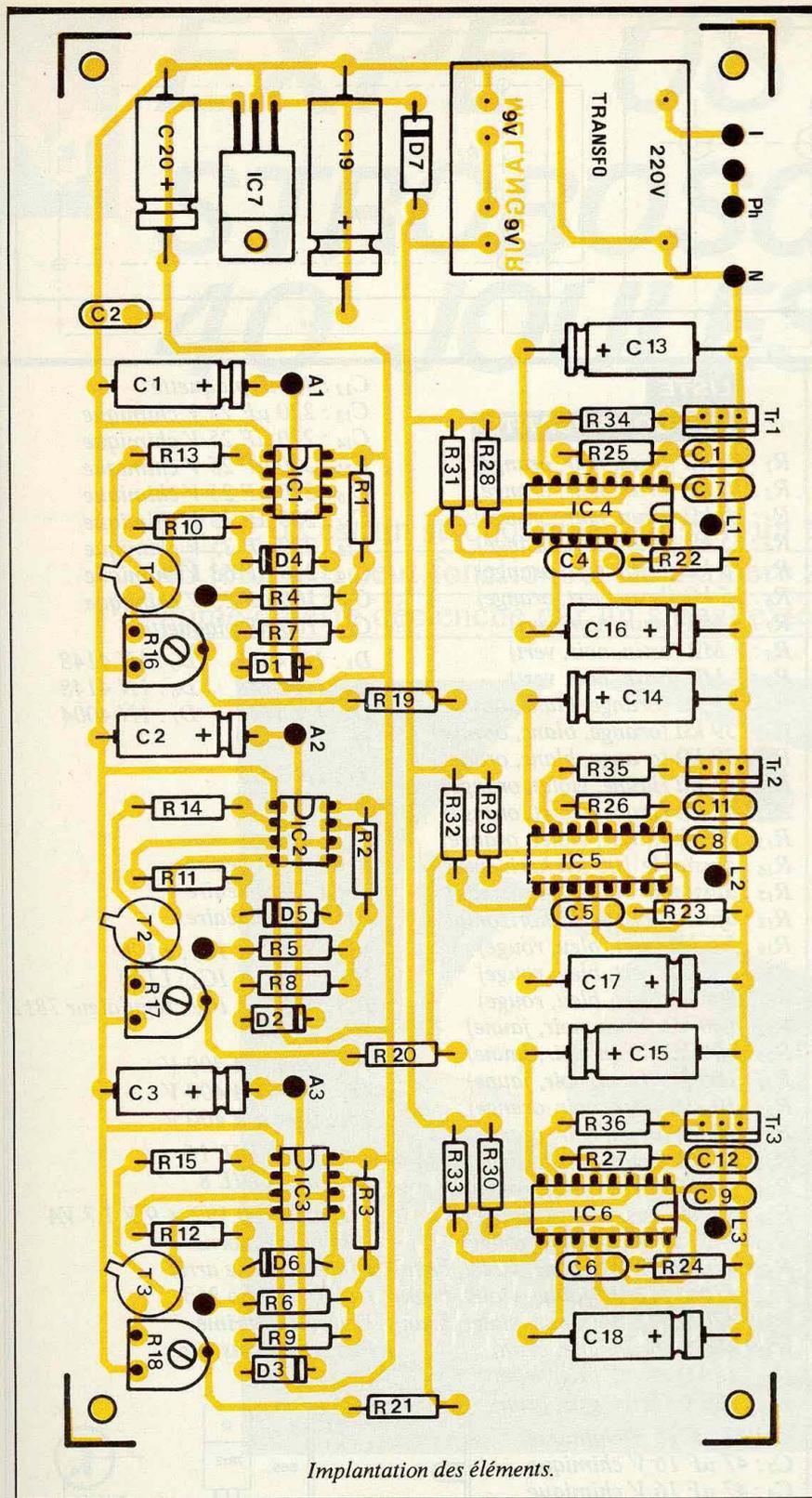
Fig. 4

Le tracé du circuit imprimé pourra se réaliser à l'aide de transferts « Mecanorma ».

La gravure sera effectuée au perchlorure de fer tiède dans le but de diminuer la durée de cette opération. Il conviendra ensuite de bien rincer puis de sécher le circuit correctement.

Réaliser alors le perçage à 0,8 mm pour les composants fins (CI, transistors), à 1 mm pour les composants plus importants et à 3 mm pour les trous de fixation.

On passera ensuite au repérage des différents branchements (**fig. 5**) afin de faciliter l'opération de câblage de permettre une maintenance plus aisée ultérieurement.



Implantation des éléments.

Procéder alors à l'implantation des différents composants en veillant, comme toujours, à la bonne orientation le cas échéant. Commencer par les éléments bas profil (résistances, diodes) et terminer par le transfo. Les circuits intégrés ne seront pas encore placés sur le sup-

port afin d'éviter tout risque lors du câblage interne. Effectuer une dernière vérification, de façon à déceler une soudure douteuse éventuelle ou une erreur dans la valeur d'un composant. Il est en effet fréquent, à ce stade, de relever des anomalies de montage.

## b) Préparation du coffret-câblage

Percer la face avant du boîtier selon la **figure 6**. Le fond du coffret sera réalisé conformément à la **figure 7**. Prévoir également la fixation du domino de raccordement arrière ainsi que les trous de passage des fils.

La plaquette imprimée sera fixée par des entretoises confectionnées avec une vis métaux de 3 mm, un écrou de 3 mm, un second écrou afin de régler la hauteur de la carte et le dernier écrou, à l'extérieur, bloquant l'ensemble.

Mettre en place les potentiomètres et l'interrupteur. Fixer le domino à son emplacement définitif.

Procéder alors au câblage interne donné à la **figure 8**. Il est préférable pour cette opération d'employer du fil de couleur. Le câblage en est largement facilité et les risques d'erreurs sont ainsi minimisés.

Noter qu'en aucun cas le câblage ne devra toucher une partie métallique du boîtier, par exemple le couvercle, afin d'éviter un contact impestif de la part de l'utilisateur.

Repérer les fonctions du domino arrière et procéder à un dernier contrôle. Mettre en place les six circuits intégrés en veillant particulièrement au positionnement.

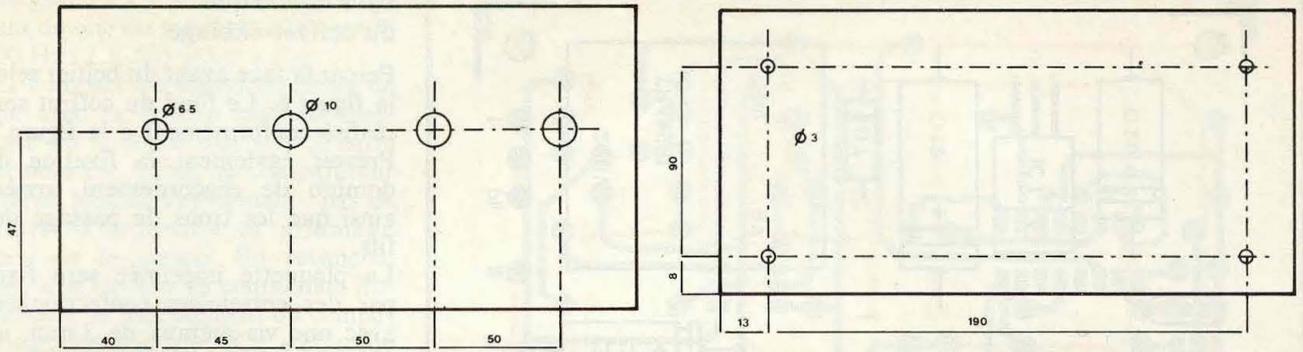
## IV - MISE AU POINT

A ce stade de la réalisation, il convient d'être conscient que l'ensemble du montage est relié au secteur avec tous les inconvénients que cela entraîne. Nous vous conseillons de respecter la phase du réseau sur la borne phase du montage (à contrôler au tournevis témoin).

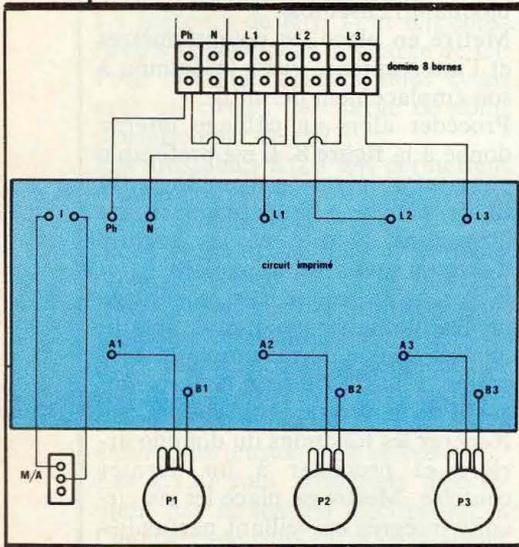
Raccorder les 3 spots de couleur et l'arrivée secteur au domino. Régler chaque potentiomètre pour obtenir une variation de durée moyenne de la luminosité. Régler alors l'ajustable correspondant afin d'avoir le filament rouge lors du passage au minimum de luminosité.

Ce réglage devra être effectué pour chaque voie de couleur. Si un scintillement d'une lampe était constaté, il conviendrait de diminuer la résistance insérée sur la gâchette... ou de choisir des triacs plus sensibles.

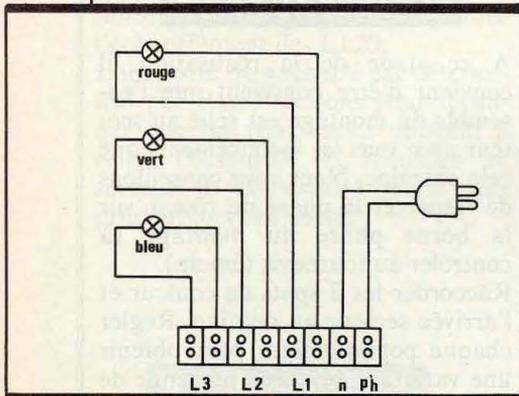
Ce montage, simple à mettre au point, trouvera facilement son application pour animer vos soirées.



**Fig. 6** Plan de perçage du coffret « Teko ».



**Fig. 8** Câblage des éléments extérieurs.



**Fig. 9** Raccordement des lampes.

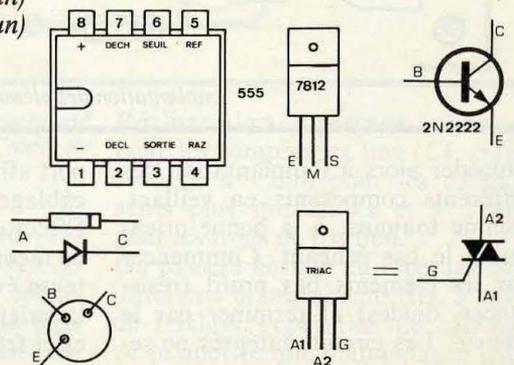
Son fonctionnement est beaucoup plus « doux » que les classiques modulateurs, chenillards et stroboscopes... Nous sommes certains que vous allez en profiter pour améliorer l'équipement lumineux de votre piste de danse personnelle, vos invité(e)s passeront tour à tour et progressivement du rouge au vert...

**Daniel ROVERCH**

## LISTE DES COMPOSANTS

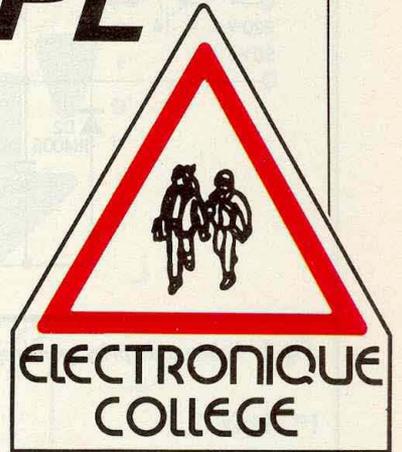
- $R_1$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_2$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_3$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_4$  : 15 k $\Omega$  (brun, vert, orange)
- $R_5$  : 15 k $\Omega$  (brun, vert, orange)
- $R_6$  : 15 k $\Omega$  (brun, vert, orange)
- $R_7$  : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)
- $R_8$  : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)
- $R_9$  : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)
- $R_{10}$  : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)
- $R_{11}$  : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)
- $R_{12}$  : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)
- $R_{13}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{14}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{15}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{16}$  : ajustable 100 k $\Omega$  horizontal
- $R_{17}$  : ajustable 100 k $\Omega$  horizontal
- $R_{18}$  : ajustable 100 k $\Omega$  horizontal
- $R_{19}$  : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)
- $R_{20}$  : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)
- $R_{21}$  : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)
- $R_{22}$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)
- $R_{23}$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)
- $R_{24}$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)
- $R_{25}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_{26}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_{27}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_{28}$  : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)
- $R_{29}$  : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)
- $R_{30}$  : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)
- $R_{31}$  : 470  $\Omega$  1/2 W (jaune, violet, brun)
- $R_{32}$  : 470  $\Omega$  1/2 W (jaune, violet, brun)
- $R_{33}$  : 470  $\Omega$  1/2 W (jaune, violet, brun)
- $R_{34}$  : 180  $\Omega$  (brun, gris, brun)
- $R_{35}$  : 180  $\Omega$  (brun, gris, brun)
- $R_{36}$  : 180  $\Omega$  (brun, gris, brun)

- $C_{12}$  : 47 nF plaquette
- $C_{13}$  : 220  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{14}$  : 220  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{15}$  : 220  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{16}$  : 220  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{17}$  : 220  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{18}$  : 220  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{19}$  : 220  $\mu$ F 63 V chimique
- $C_{20}$  : 100  $\mu$ F 25 V chimique
- $C_{21}$  : 100 nF plaquette
- $D_1$  : 1N 4148
- $D_2$  : 1N 4148
- $D_3$  : 1N 4148
- $D_4$  : 1N 4148
- $D_5$  : 1N 4148
- $D_6$  : 1N 4148
- $D_7$  : 1N 4004
- $T_1$  : 2N 2222
- $T_2$  : 2N 2222
- $T_3$  : 2N 2222
- $P_1$  : 1 M $\Omega$  linéaire
- $P_2$  : 1 M $\Omega$  linéaire
- $P_3$  : 1 M $\Omega$  linéaire
- $IC_1$  : 555
- $IC_2$  : 555
- $IC_3$  : 555
- $IC_4$  : L120
- $IC_5$  : L120
- $IC_6$  : L120
- $IC_7$  : régulateur 7812
- $Tr_1$  : triac 6 A 400 V
- $Tr_2$  : triac 6 A 400 V
- $Tr_3$  : triac 6 A 400 V
- 3 supports DIL 16
- 3 supports DIL 8
- 1 transfo 220 V/2  $\times$  9 V 1,7 VA
- 1 domino 8 bornes
- 1 inter marche arrêt
- 1 coffret Teko 363
- 1 circuit imprimé
- Fils, vis, picots, etc.

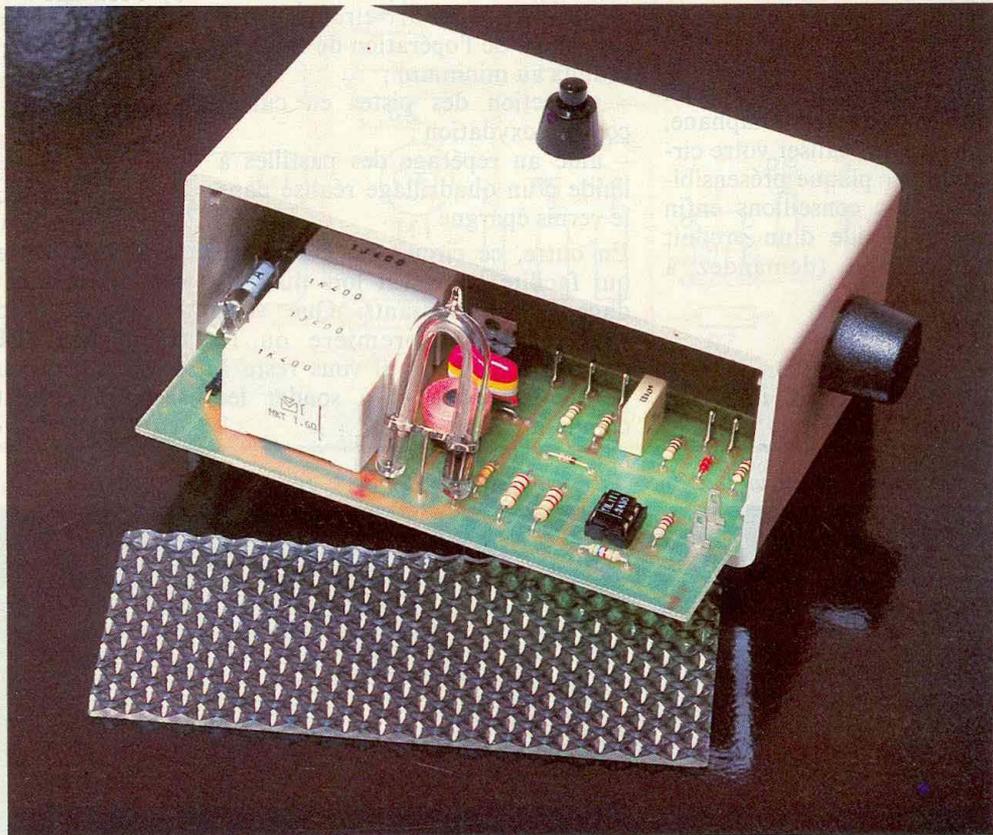




# EXPE 08 STROBOSCOPE 40 JOULES



EXPE 08 est un stroboscope utilisant un tube de 40 joules. Il peut fonctionner de manière autonome ou être déclenché par un signal externe.



**L**es principales caractéristiques sont les suivantes :

- fréquence des éclairs en mode autonome : environ 1 à 20 Hz ;
- entrée déclenchement externe : compatible TTL LS, isolée du secteur par optocoupleur ;

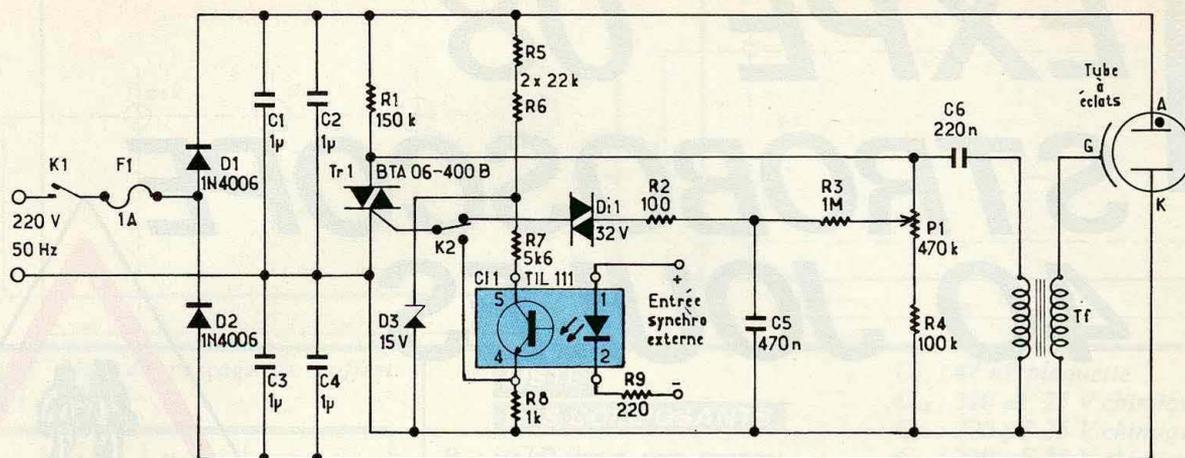
- alimentation secteur ;
- protection par fusible.

Les utilisations possibles de EXPE 08 sont nombreuses. Parmi les plus courantes, on peut citer :

- stroboscope de spectacle ;
- flash esclave ;
- lampe strobo pour voiture ou moto.

**LE PRINCIPE DES KITS**  
**« ELECTRONIQUE**  
**COLLEGE »**

Dans un but éducatif, « Electronique Collège » offre un choix de deux possibilités pour la réalisation du montage.



**Fig. 1** Schéma de principe complet.

1<sup>er</sup> choix :

Réalisation du circuit imprimé par vous-mêmes.

Vous trouverez ci-joint un dessin du circuit imprimé, à l'échelle 1. Celui-ci, à l'aide d'une des deux méthodes Transpage ou Diaphane, vous permettra de réaliser votre circuit imprimé sur plaque présensibilisée. Nous vous conseillons enfin de l'étamer à l'aide d'un produit d'étamage à froid (demandez à votre revendeur).

2<sup>e</sup> choix :

Utilisation du circuit imprimé « Electronique Collège ».

Ce circuit imprimé, fourni en verre époxy de 16/10°, est livré côté cuivre recouvert d'un vernis épargne. Ceci présente les avantages suivants :

- risques de court-circuit entre pistes lors de l'opération de soudure réduits au minimum ;
- protection des pistes en cuivre contre l'oxydation ;
- aide au repérage des pastilles à l'aide d'un quadrillage réalisé dans le vernis épargne.

En outre, ce circuit est étamé, ce qui facilite le travail lors du soudage des composants. Que vous ayez choisi la première ou la deuxième méthode, il vous reste à percer le circuit et à souder les composants.

a) Perçage :

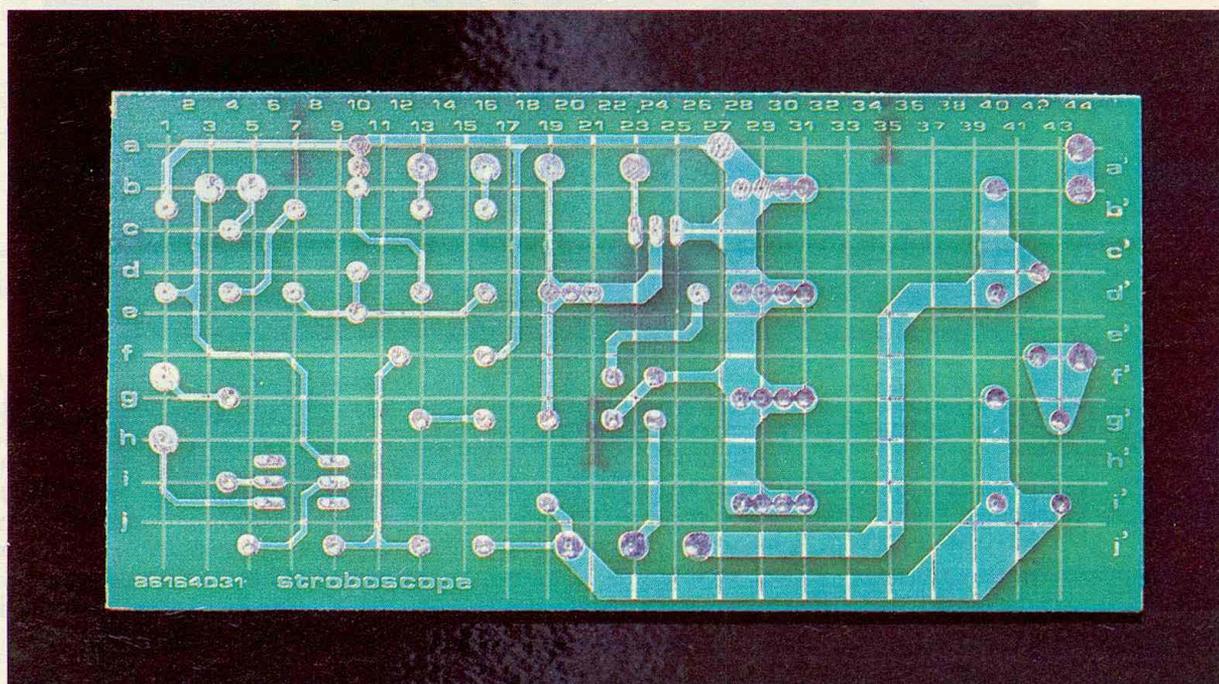
1,3 mm pour les grandes pastilles rondes ; 0,9 mm pour toutes les autres pastilles.

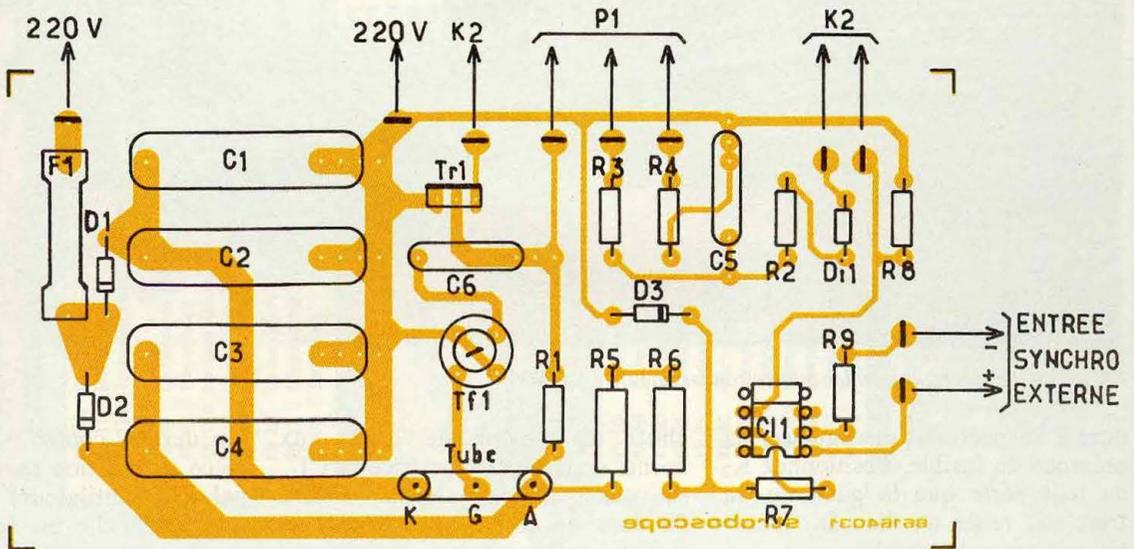
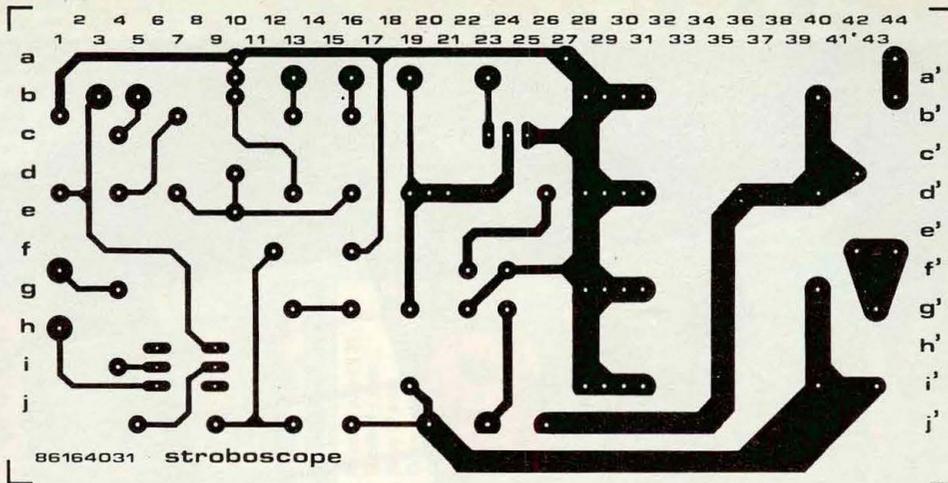
b) Montage :

Le repérage des composants se fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54 mm. Les ordonnées sont repérées en a, a', b, b', c, c', d, d'... Les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8... Pour chaque composant, les coordonnées de ses connexions, données dans le tableau de montage, vous permettent de le positionner à coup sûr correctement.

La **figure 1** propose le schéma électrique de EXPE 08. D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> redressent le courant alternatif du secteur, permettant aux condensateurs C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub> de se charger à la

Photo 2. - Présentation du circuit imprimé « Electronique Collège ».





valeur crête de 310 V. On dispose donc de 620 V aux bornes du tube à éclat. L'impulsion haute tension nécessaire au déclenchement du tube est obtenue par l'intermédiaire du transformateur d'impulsion Tf<sub>1</sub> et du triac Tr<sub>1</sub>.

En mode autonome, la fréquence des éclairs est déterminée par Di<sub>1</sub>, C<sub>5</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et P<sub>1</sub>. Selon la position de P<sub>1</sub>, le condensateur C<sub>3</sub> met plus ou moins longtemps pour se charger à la valeur de 32 V nécessaire au déclenchement du diac Di<sub>1</sub>.

En mode externe, on obtient un éclair chaque fois que l'on envoie une impulsion de 5 V aux bornes de R<sub>9</sub>, CI<sub>1</sub>. En effet, ceci excite la diode émettrice de CI<sub>1</sub>, ce qui rend le phototransistor récepteur de CI<sub>1</sub> conducteur. La tension présente aux bornes de R<sub>8</sub> est appliquée sur la gâchette de Tr<sub>1</sub> qui s'amorce.

La diode Zener D<sub>3</sub> protège l'espace émetteur-collecteur du transistor de IC<sub>1</sub>, qui ne pourrait pas supporter les 310 V de l'alimentation. L'énergie dissipée à chaque éclair est donnée par la relation :

$$E = \frac{1}{2} CV^2 \text{ (en joules)}$$

où C est la capacité de stockage (ici C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> + C<sub>3</sub> + C<sub>4</sub> = 4 μF) ; V est la tension aux bornes de C au moment de la décharge (ici environ 310 V).

### MONTAGE D'EXPE 08

La figure 2 propose le plan d'implantation de EXPE 08. Un tableau de montage, exposé dans la notice explicative, indique

Fig. 2 Tracé du circuit imprimé et implantations des éléments.

la procédure à suivre. Pour chaque composant, le repérage de son emplacement et son orientation se font par ses coordonnées (lettres, chiffres).

Exemple : la résistance R<sub>1</sub> de 150 kΩ en g'<sub>19</sub>/i'<sub>19</sub> indique que la résistance R<sub>1</sub> doit avoir une connexion soudée en g'<sub>19</sub>, l'autre en i'<sub>19</sub>. Le suivi de cette procédure évite tout risque d'erreur.

### MISE EN ROUTE D'EXPE 08

Vérifiez une dernière fois l'implantation et l'orientation des composants, la qualité des soudures (court-circuit entré pistes ou sou-

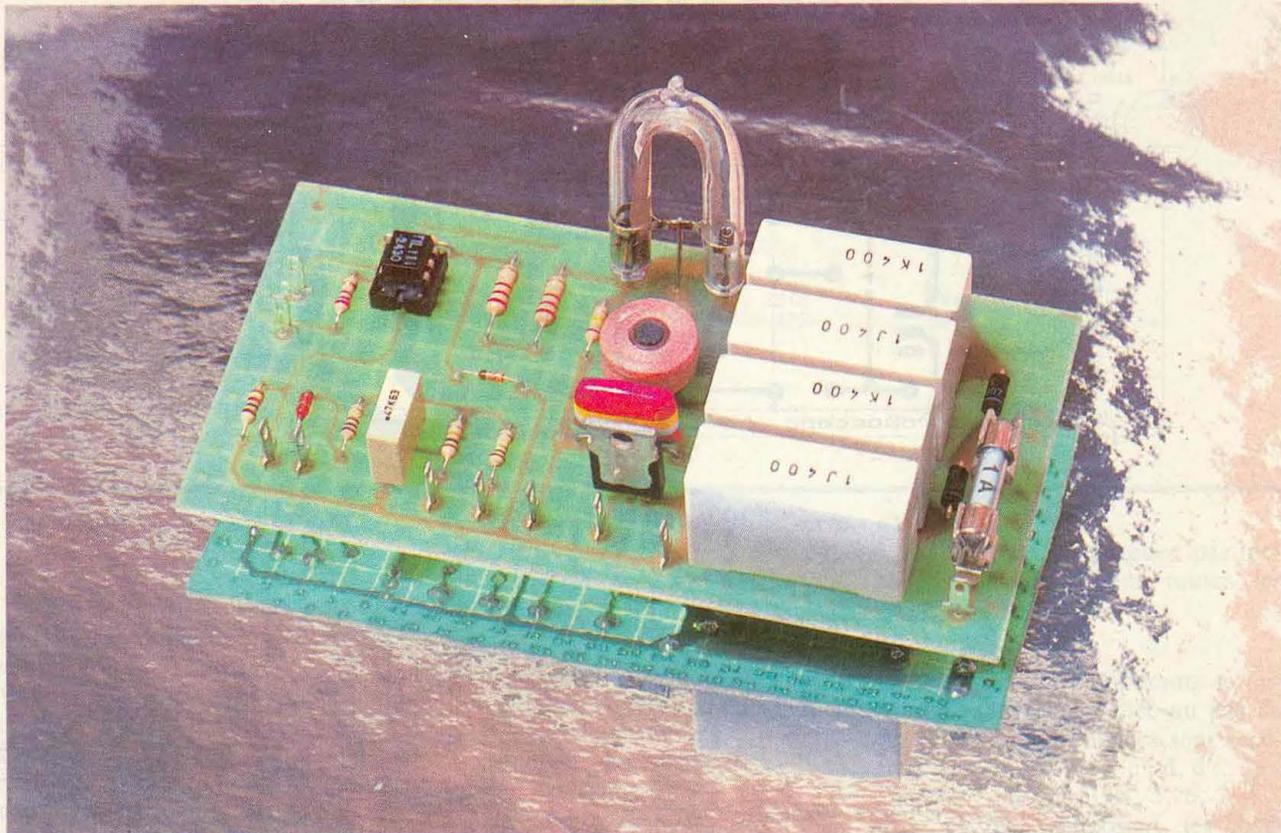


Photo 3. – On aperçoit bien les quatre condensateurs 1  $\mu$ F/400 V.

dure à l'aspect mat et rugueux), la présence du fusible. Positionnez  $K_2$  de telle sorte que la gâchette du triac soit reliée au diac  $Di_1$  (fonctionnement autonome).

Vous pouvez maintenant brancher le secteur. Si rien ne se passe, actionnez  $K_1$ . Le tube à éclat doit émettre des éclairs brefs à cadence régulière. Ne le fixez pas trop longtemps des yeux. Vous pouvez ajuster la fréquence de ces éclairs en tournant le potentiomètre  $P_1$ .

Il ne vous reste plus qu'à vérifier le bon fonctionnement du déclenchement externe. Pour cela, connectez un générateur d'impulsions sur l'entrée synchro externe (en respectant les polarités) et actionnez  $K_2$ . La fréquence des éclairs doit maintenant être asservie à la fréquence du générateur d'impulsions.

Il est normal que le stroboscope décroche au-delà de quelques dizaines de hertz. Les impulsions de synchro doivent respecter les critères suivants :

- minimum 5 V d'amplitude,
- courant maximum dans  $R_9$  : environ 20 à 30 mA. Pour calculer ce courant, il faut tenir compte d'une

chute de tension de 1,4 V aux bornes de la diode émettrice de  $CI_1$ . Si vous comptez enfermer EXPE 08 dans un coffret, pensez que la lampe stroboscopique chauffe, et prévoyez quelques trous dans le coffret pour évacuer l'air chaud.

Un dernier conseil : sachez qu'une pièce en rotation (par exemple une pale de ventilateur) peut paraître fixe lorsqu'elle est éclairée par un stroboscope. Alors, soyez prudents... ou prévoyez les pansements !

### NOMENCLATURE

#### Résistances

- $R_1$  : 150 k $\Omega$ , 1/4 W (marron, vert, jaune)
- $R_2$  : 100  $\Omega$ , 1/4 W (marron, noir, marron)
- $R_3$  : 1 M $\Omega$ , 1/4 W (marron, noir, vert)
- $R_4$  : 100 k $\Omega$ , 1/4 W (marron noir jaune)
- $R_5, R_6$  : 22 k $\Omega$ , 1/2 W (rouge, rouge, orange) 1/2 W
- $R_7$  : 5,6 k $\Omega$ , 1/4 W (vert, bleu, rouge)
- $R_8$  : 1 k $\Omega$ , 1/4 W (marron, noir, rouge)
- $R_9$  : 220  $\Omega$ , 1/4 W (rouge, rouge, marron)
- $P_1$  : potentiomètre linéaire 470 k $\Omega$

#### Condensateurs

- $C_1, C_2, C_3, C_4$  : 1  $\mu$ F, 400 V marqué en toutes lettres
- $C_5$  : 470 nF polyester (jaune, violet, jaune, ou en toutes lettres).

$C_6$  : 220 nF polyester (rouge, rouge, jaune ou en toutes lettres).

#### Diodes

- $D_1, D_2$  : 1N 4006 ou 4007
- $D_3$  : Zener 15 V.

$Di_1$  : diac 32 V

$Tr_1$  : triac BTA 06-4008 ou équivalent

$CI_1$  : circuit intégré optocoupleur TIL 111 ou équivalent.

#### Divers

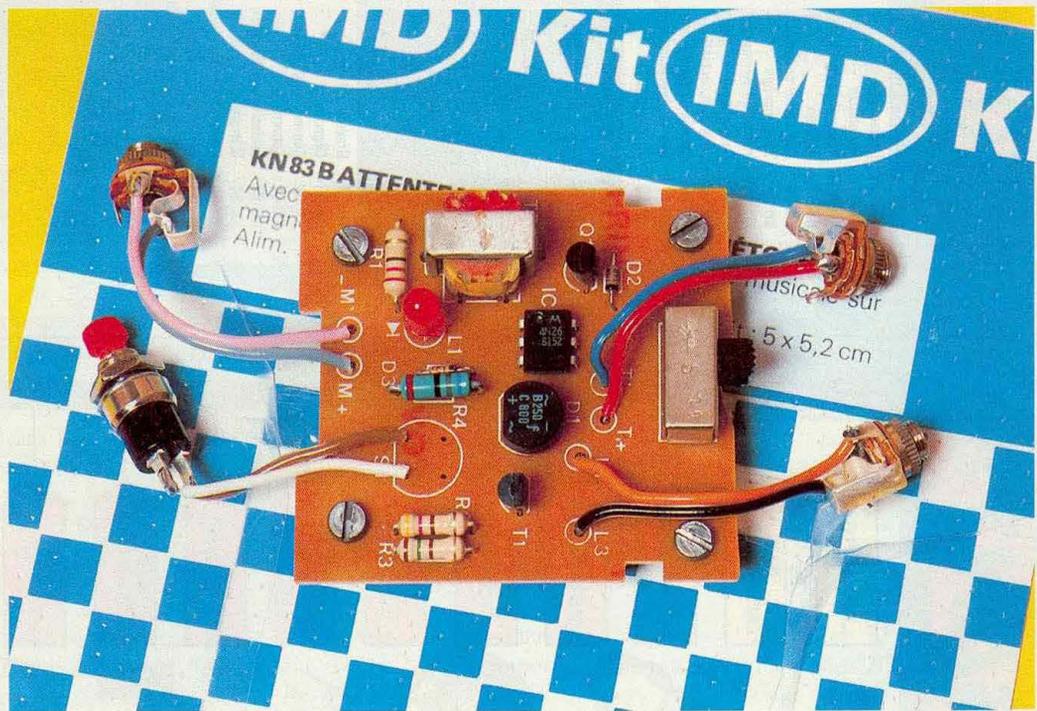
- $F_1$  : fusible 1 A
- $Tf_1$  : transfo d'impulsion
- $K_1$  : interrupteur secteur
- $K_2$  : inverseur unipolaire
- 1 tube à éclat
- 2 pinces à fusible
- 1 support de CI 8 broches à souder 10 picots
- 1 coffret (en option)



# ATTENTE MUSICALE SUR MAGNETOPHONE

## KN 83

Il arrive assez fréquemment, lorsqu'un abonné au téléphone reçoit l'appel d'un correspondant, qu'il ne puisse engager immédiatement la conversation, par exemple parce qu'il est occupé avec une autre personne. L'attente paraît moins longue si, pour faire patienter, on peut diffuser de la musique sur la ligne.



**L**e kit IMD, de référence KN 83, permet de résoudre ce problème à l'aide d'un magnétophone à cassette.

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

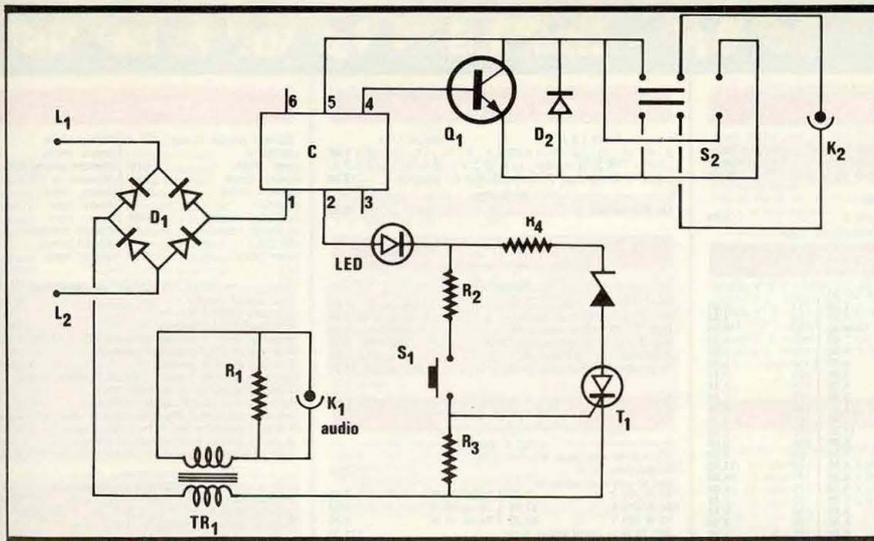
On trouvera, en **figure 1**, le schéma théorique complet du montage. Par l'intermédiaire d'un adaptateur gigogne, on relie les points  $L_1$  et  $L_2$  à

la ligne des PTT : celle-ci attaque donc le montage, en même temps que le combiné.

Lorsqu'on décroche, le courant de ligne, passant par  $L_1$  et  $L_2$ , ainsi que le signal vidéo, transitent dans le combiné. Le but poursuivi est de pouvoir raccrocher ce dernier sans interrompre la liaison et, en même temps, de mettre en route un magnétophone (ceci se fera par l'intermédiaire de la sortie  $K_2$  et de l'entrée de télécommande), ainsi que

d'envoyer sur la ligne le signal audio de la cassette. Celui-ci est appliqué sur l'entrée  $K_1$ .

Normalement, lorsqu'on raccroche, le courant de ligne et le signal audio sont coupés. Ici, on maintient la circulation du courant par l'intermédiaire du transistor  $T_1$ , qu'on amorce en pressant le bouton poussoir  $S_1$ . Ensuite ( $S_1$  relâché), le courant de ligne, d'environ 50 mA, suffit à maintenir la conduction de  $T_1$ . En même temps, le signal musical



maintenant, au moment de reprendre la conversation. Il suffit, pour cela, de décrocher à nouveau le combiné : le courant de ligne se partage alors entre lui et le thyristor  $T_1$ . L'intensité qui traverse  $T_1$  devient insuffisante pour maintenir l'état de conduction, et le thyristor se bloque. L'optocoupleur cesse d'être excité, ce qui, finalement, arrête le magnétocassette.

Bien que le problème ne soit pas évoqué dans la notice IMD, il se peut qu'apparaisse, là, une petite difficulté. En effet, en raison de la dispersion des caractéristiques des thyristors, il est possible que le courant qui circule dans  $T_1$ , combiné décroché, ne corresponde pas au

Fig. 1 Schéma de principe retenu par le constructeur.

en provenance du magnétocassette, introduit sur  $K_1$ , est superposé au courant de polarisation, à travers le transformateur  $TR_1$ .

Le deuxième problème consiste à mettre en route le magnétophone, par l'intermédiaire de sa prise de télécommande. A cet effet, on transmet le signal, redressé par le pont de diodes  $D_1$ , sur la base du transistor  $Q_1$ , à travers un optocoupleur en circuit intégré,  $CI_1$ .  $Q_1$  se sature, et devient équivalent à un interrupteur fermé.

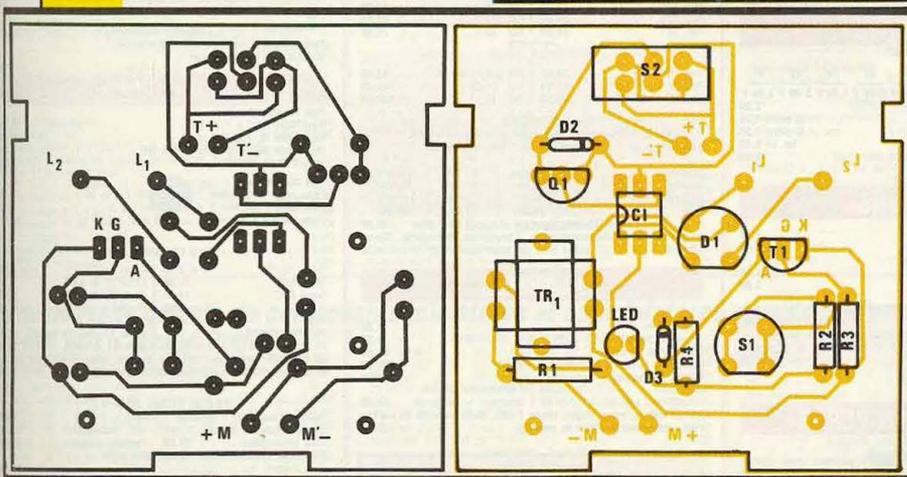
On remarquera la présence de la diode électroluminescente  $LED_1$ .

Polarisée à travers le thyristor, elle s'illumine pour rappeler que le montage est en service. Ceci vous évitera d'oublier votre correspondant...

Voyant justement ce qui se passe,



Fig. 2 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments.



courant de blocage. A notre avis, on pourrait y remédier en modifiant légèrement la valeur de  $R_4$  : 56 ou 82  $\Omega$ , par exemple.

### LE MONTAGE

Tous les composants sont évidemment livrés, y compris le boîtier en plastique transparent. Le circuit imprimé, percé et étamé, est protégé côté cuivre par un vernis épargne, et sérigraphié sur la face qui reçoit les composants.

(Suite page 105)



# PORTE ~ CLES SIFFLEUR

Au titre de la panoplie des gadgets figure le porte-clefs siffleur. Il arrive en effet qu'on dépose ses clefs n'importe où. Dans le cas présent et à l'aide de ce gadget, un claquement sec des mains fera retentir un sifflement modulé qui vous permettra de localiser le trousseau.

**S**ans accéder à un stade de haute intégration, les dimensions du module n'en demeurent pas moins restreintes.

## LE SCHEMA DE PRINCIPE

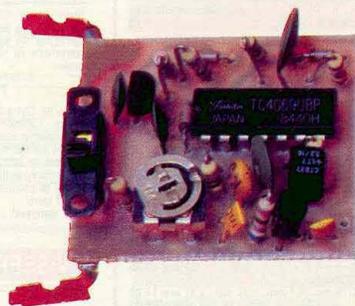
La **figure 1** propose le schéma de principe complet de l'ensemble. L'originalité du montage repose sur l'utilisation d'un buzzer piézo faisant office de capteur d'une part, et de diffuseur d'autre part. Les claquements de mains très brefs captés par le buzzer en question sont amplifiés à l'aide d'un

préamplificateur à grand gain équipé de deux transistors montés en émetteur commun.

Les transistors, dans le cas présent, doivent disposer d'un bon gain, de 200 à 300. La lettre « B » des références BC170 et BC237 garantit cette classification.

Un potentiomètre ajustable permet alors de régler la sensibilité.

Le circuit intégré 4069 complète l'ensemble. Comme chacun sait, le 4069 renferme six inverseurs. Ainsi, les inverseurs (3) et (4) forment un monostable dont la durée peut être modifiée, suivant la valeur du condensateur, de 2,2 ou 3,3  $\mu\text{F}$ .



Les autres inverseurs, (1) et (2) et (5) et (6) constituent deux oscillateurs astables destinés à procurer la modulation désirée au buzzer piézo. Les claquements brefs provoquent le déclenchement du monostable, qui agit lui-même sur les deux oscillateurs astables.

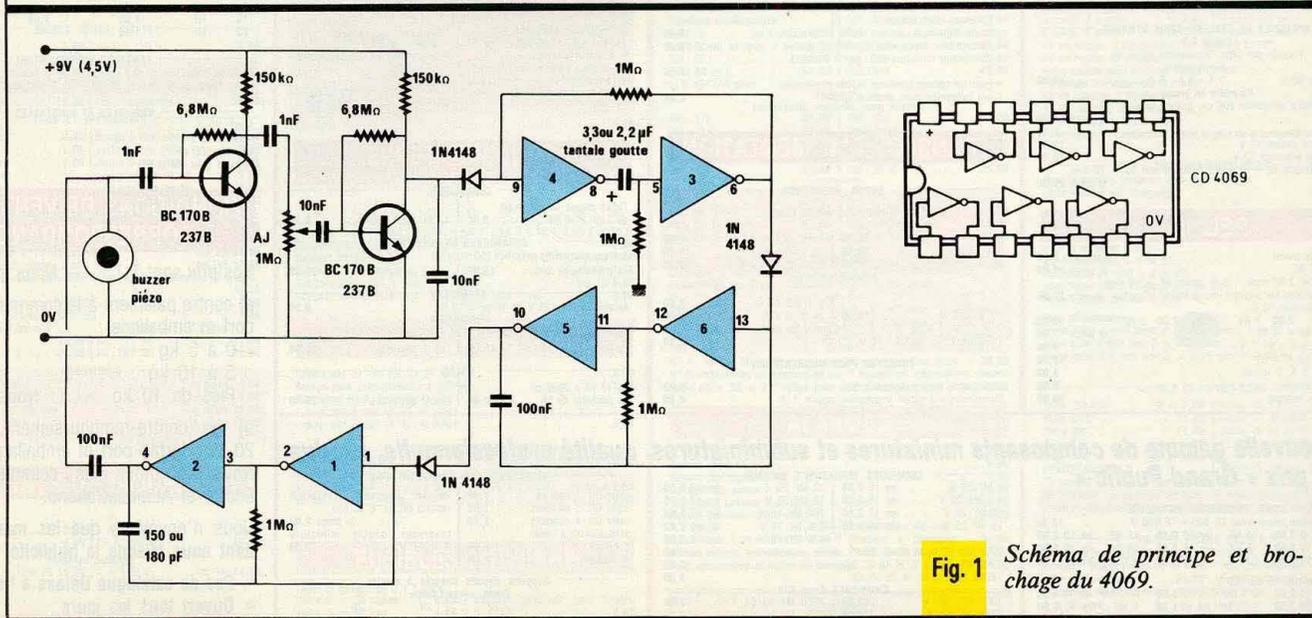


Fig. 1 Schéma de principe et brochage du 4069.

Implantation des éléments et tracé du circuit imprimé à l'échelle.

Fig. 2 et 3

L'ensemble s'alimente alors à l'aide d'une tension comprise entre 4,5 et 9 V.

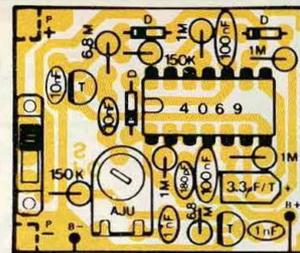
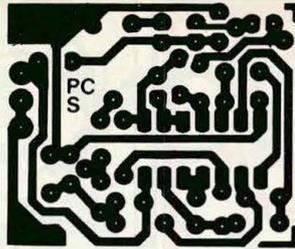
### LE MONTAGE

Pour la réalisation de ce montage, nous avons recours à l'utilisation d'un circuit imprimé de 40 x 32 mm environ.

Le tracé du circuit imprimé, précisé grandeur nature en **figure 2**, se reproduira à l'aide de transferts directs ou, mieux encore, par le biais de la méthode photographique.

La **figure 3** précise l'implantation des éléments. Le circuit intégré, comme il se doit, s'orientera du bon côté grâce à son méplat. Les valeurs des éléments sont directement portées sur le dessin.

Les résistances se monteront verticalement pour gagner de la place. La photographie de présentation donne un bon aperçu de la mise en place des divers éléments.



Le montage réclame alors un soin particulier, tant au niveau du repérage des polarités des éléments qu'à celui de l'exécution des diverses soudures.

Après ultimes vérifications, l'en-

semble s'alimentera à l'aide d'une pile miniature.

Le seul réglage consistera à ajuster la sensibilité du dispositif.

Michel CROQUET

### LISTE DES COMPOSANTS

#### Résistances

- 2 x 150 kΩ (marron, vert, jaune)
- 4 x 1 MΩ (marron, noir, vert)
- 2 x 6,8 MΩ (bleu, gris, vert)

#### Condensateurs

- 1 x 180 pF (écrit dessus)
- 2 x 1 nF (écrit dessus)
- 2 x 10 nF (marqué 1032)
- 2 x 100 nF (marqué 104 M)
- 1 x 2,2 ou 3,3 μF/ tantale

#### Diodes

- 3 x D = 1N4148

#### Transistors

- 2 x T = BC 170B ou 237B

#### Circuit intégré

- 1 x 4069

#### Divers

- 1 x ajustable 1 MΩ (AJU)
- 1 x interrupteur miniature à glissière
- 1 x support C.I. 14 broches
- 2 x lamelles de cuivre

# « T'AS LE LOOK

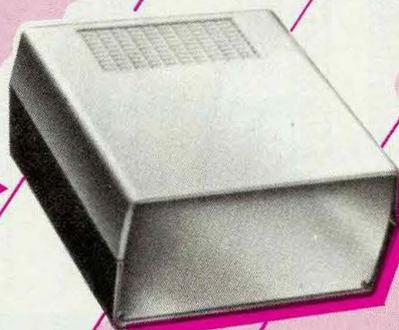
# TEKO »



▲ **SÉRIE PULT-BOX**  
(3 modèles)



▲ **SÉRIE OPTATIVE PLASTIC**  
(4 modèles)



▲ **SÉRIES KL et AUS**  
(18 modèles)



▲ **SÉRIE CAB**  
(6 modèles)

PLUS de 160 modèles de coffrets plastique ou métal...

EN VENTE chez votre revendeur habituel...

CATALOGUE COULEUR contre l'envoi de trois timbres-poste...

**FRANCLAIR ÉLECTRONIQUE - B.P. 42 - 92133 ISSY-LES-MOULINEAUX**



# UN JOYSTICK ELECTRONIQUE

Le petit montage très simple que nous vous proposons a deux rôles : il permet de brancher un second joystick sur votre micro-ordinateur, et d'autre part il renferme un commutateur à fréquence variable « droite-gauche », grâce auquel on peut jouer et gagner au très célèbre jeu « Décathlon » sans détruire sa poignée de jeu... (certains en sont à leur troisième joystick à cause de ce jeu !).

**E**t comme le prix de revient de ce montage est de l'ordre de celui d'un joystick, on fait ainsi coup double...

Le brochage des prises de manettes de jeux étant normalisé, notre maquette convient à tous les micro-ordinateurs.

## FONCTIONNEMENT ET BROCHAGE D'UN JOYSTICK

Les prises ont neuf broches, mais huit sont utilisées. Les mouvements du levier relie le « commun » à diverses bornes (haut, bas, gauche, droite, Fire 1 et Fire 2). C'est un contact électrique banal, qui peut être médiocre, disons de 0 à 400  $\Omega$  environ.

- n° 1 = haut
- n° 2 = bas
- n° 3 = gauche
- n° 4 = droite
- n° 5 = (NC)
- n° 6 = Fire 1 (sur levier)
- n° 7 = Fire 2 (sur socle)
- n° 8 = Commun 1
- n° 9 = Commun 2

Le « Commun 2 » est celui du joystick additionnel (pour deux joueurs). Cette broche n'est pas



montée sur les modèles bas de gamme ; aucune importance, car notre câblage interne compense cette lacune fréquente (vérifié).

## LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Notre appareil se branche sur la prise joystick du micro-ordinateur. A l'arrière se trouvent deux socles femelles J1 et J2 où l'on branche le

ou les joysticks. Lorsque l'inter est sur arrêt, c'est tout simplement un coupleur pour deux manettes de jeux.

L'inter sur « marche » va mettre en service deux boutons-poussoirs et un potentiomètre, ce dernier faisant varier la fréquence d'un oscillateur, entre 2 et 20 Hz environ. Une LED clignotante témoigne de la vitesse. Si on appuie sur le poussoir de gauche, on simule une alternance

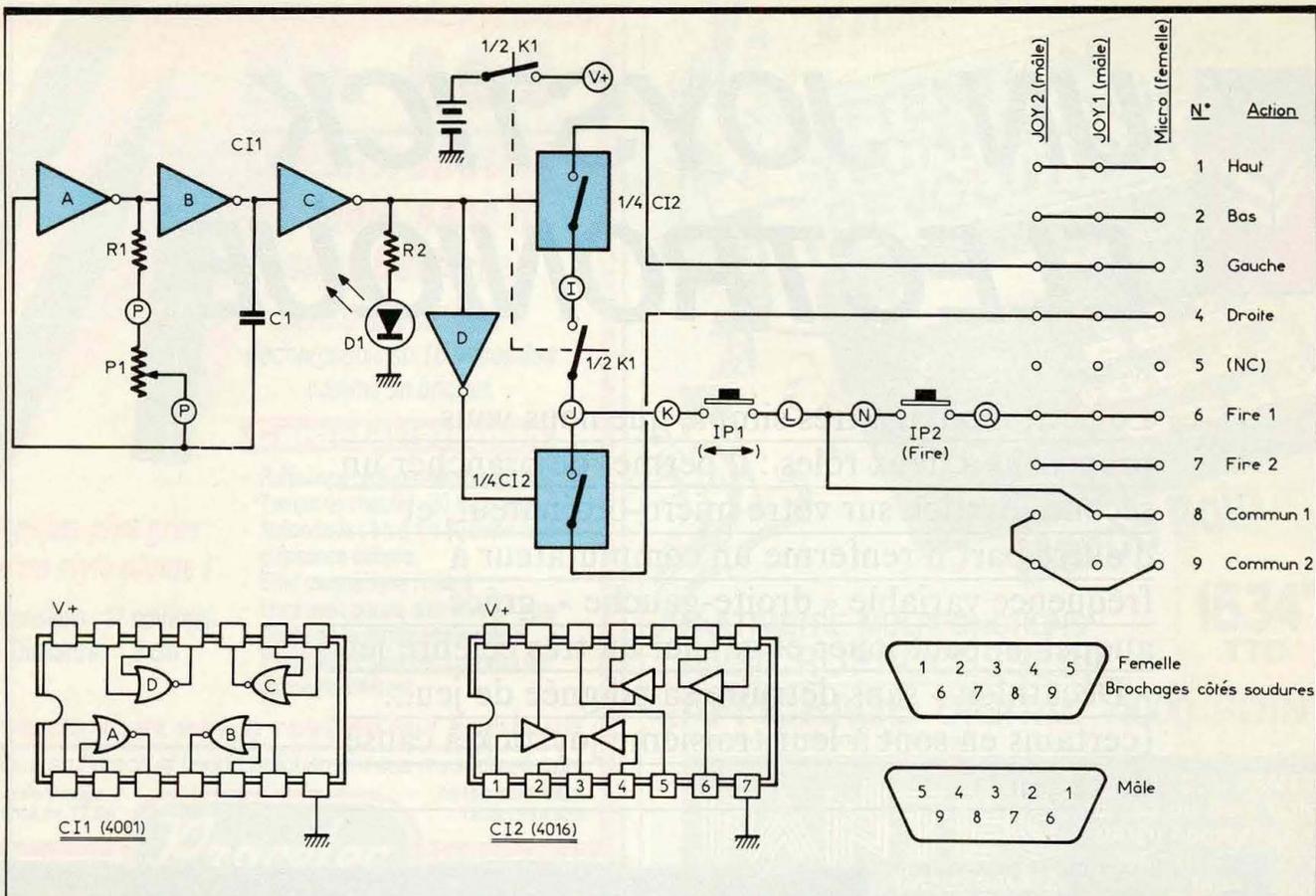
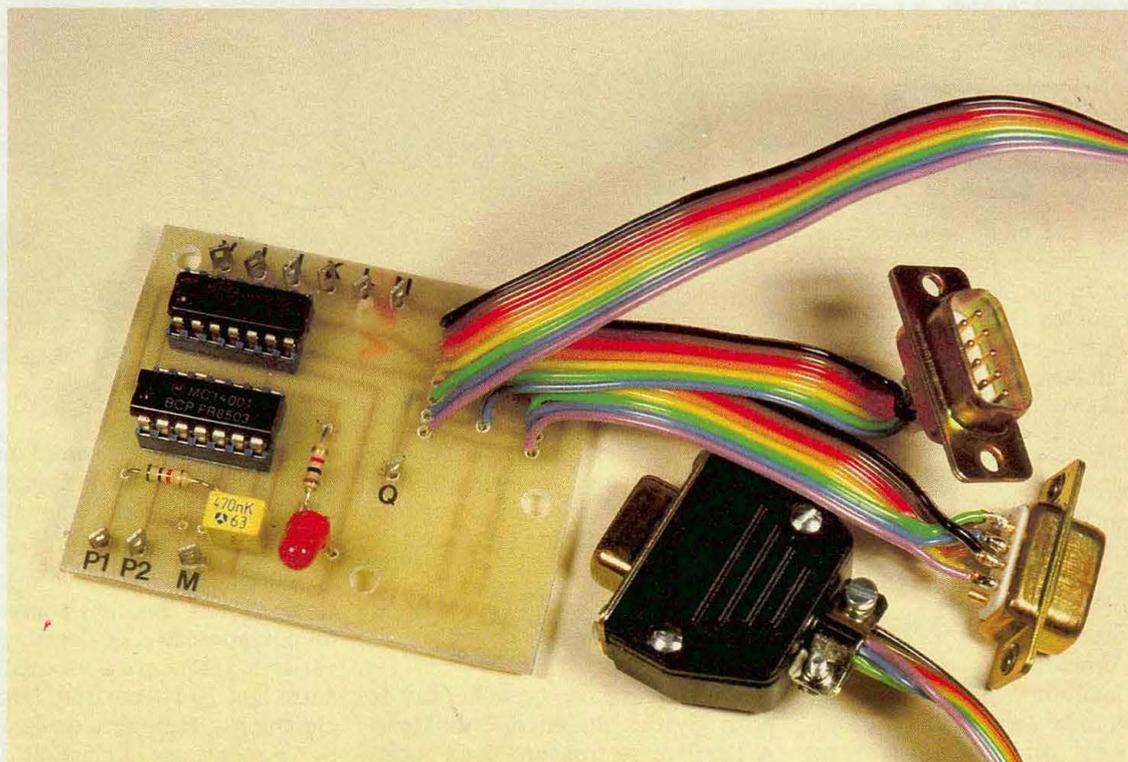


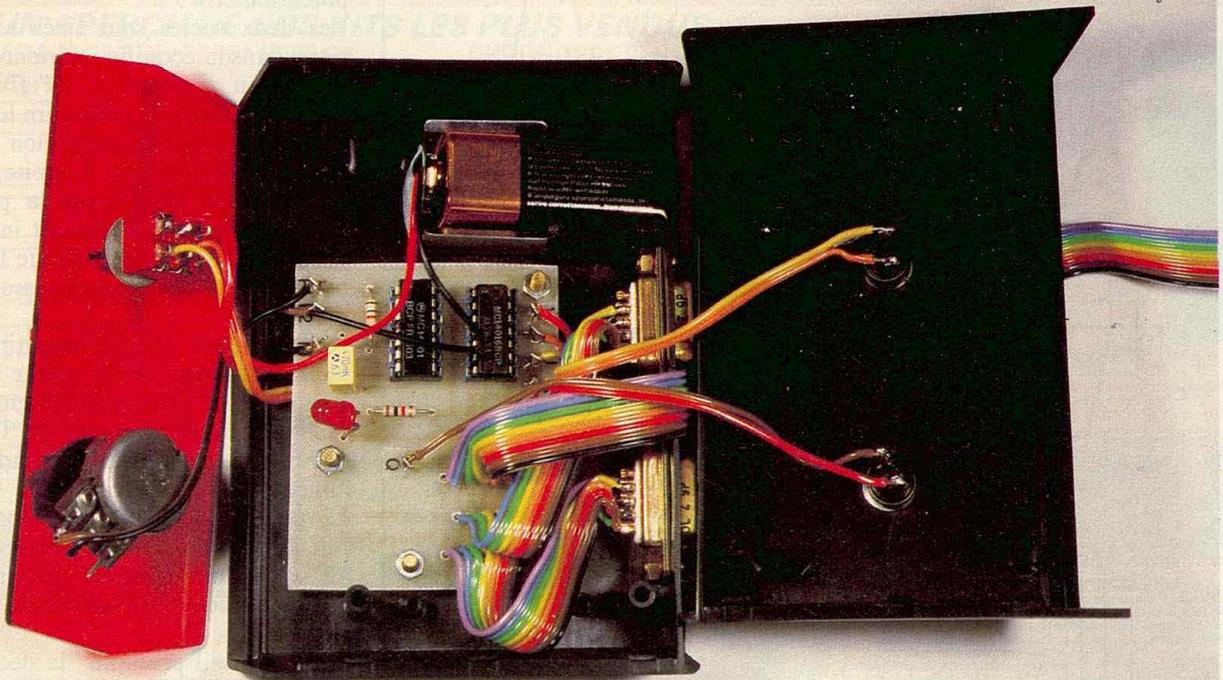
Fig. 1 Schéma de principe et brochage des éléments.

droite-gauche rapide. Le poussoir de droite est un Fire. A noter que le ou les joysticks branchés restent actifs, ils sont simplement shuntés

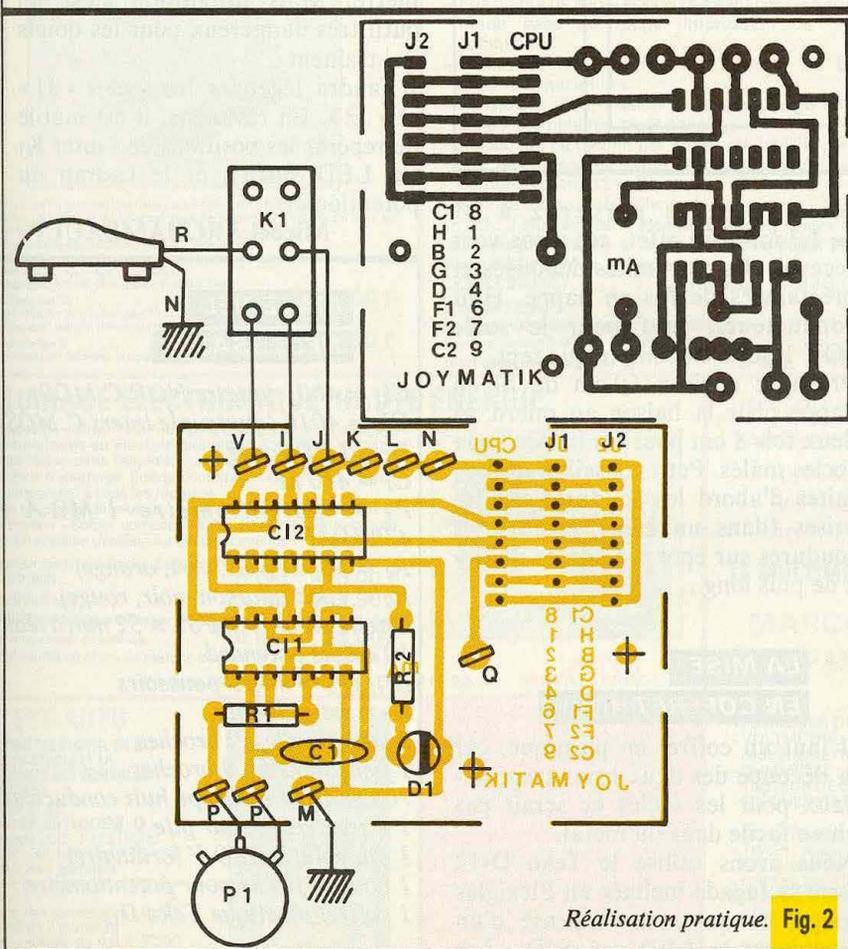
par le commutateur électronique. L'appareil est alimenté par une pile 9 V miniature car la consommation n'est que de 4,5 mA.



On utilisera pour les raccordements les fils de différentes couleurs.



Présentation du module disposé à l'intérieur du coffret.

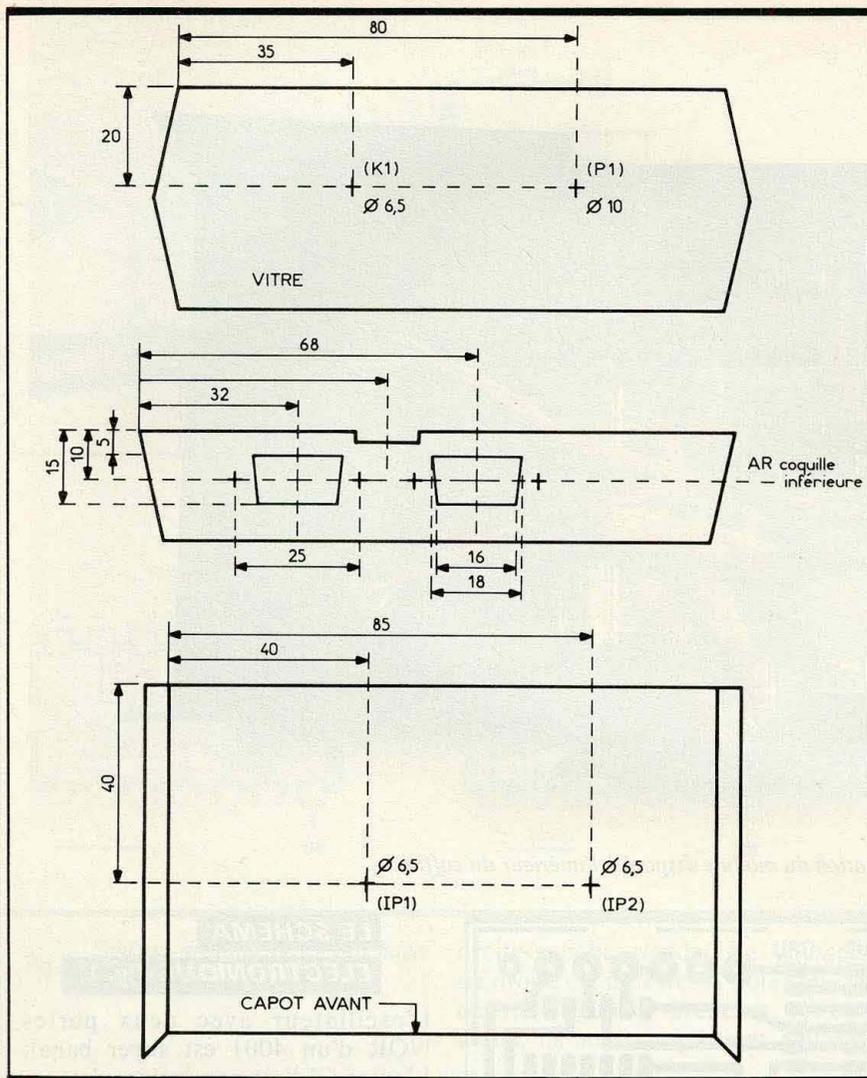


## LE SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 1)

L'oscillateur avec deux portes NOR d'un 4001 est super banal. L'autre CI l'est peu moins, c'est un 4016 (C-MOS en DIL 14). Il contient quatre « interrupteurs analogiques ». Lorsqu'un tel inter reçoit une tension de commande de niveau 1, il devient passant. Même un signal alternatif BF peut le traverser sans distorsion. Donc pas de polarité, et avec une résistance interne de l'ordre de 150 Ω. Si la commande est un niveau zéro, c'est le blocage. Simple ? Un 4016 est donc l'équivalent de quatre relais 1 T ultra-rapides mais pour petits signaux passants.

La porte NOR « D » inverse le signal carré de l'oscillateur. Les sorties des portes « C » et « D » attaquent chacune un des inters du 4016 : quand l'un est passant, l'autre est bloqué. Comme ces inters ferment ou ouvrent les liaisons « commun 1-gauche » et « commun 1-droite », le micro reçoit l'ordre d'une inversion rapide gauche-droite, au rythme de la LED témoin D<sub>1</sub>.

Une porte de 4016 a un grave dé-



**Fig. 3** Détails de mise en coffret de l'ensemble.

faut : lorsque le CI n'est pas alimenté, elle est conductrice ( $\approx 200 \Omega$ ), d'où l'inter entre les cosses I et J, couplé avec celui de l'alimentation ( $K_1$ ).

On remarque que l'appareil alimenté ne modifie en rien le fonctionnement habituel du ou des joysticks ; seul, l'appui sur l'inter-poussoir  $IP_1$  rend actif le circuit électronique.

### LE CIRCUIT IMPRIME

(fig. 2)

Avec si peu de composants actifs, il est forcément simple, et sans strap. Une partie importante de la surface est réservée aux liaisons électriques entre les deux socles mâles et la fiche femelle allant sur le micro-ordinateur.

Nous avons utilisé des pastilles transfert pour CI, mais, pour une

fois, vous les percerez à  $\varnothing \approx 1,3$  mm. En effet, ces trous vont recevoir des extrémités dénudées et préétamées de fils en nappe. Huit conducteurs, sauf pour le socle JOY 1 qui n'en compte que sept. Prévoyez environ 60 cm de fil en nappe pour la liaison au micro, et deux fois 8 cm pour les liaisons aux socles mâles. Petit conseil pratique : faites d'abord les soudures sur les prises (dans un étau), ensuite les soudures sur époxy. C'est ce qu'il y a de plus long...

### LA MISE

EN COFFRET (fig. 3)

Il faut un coffret en plastique, car la découpe des deux trous trapézoïdaux pour les socles ne serait pas chose facile dans du métal.

Nous avons utilisé le Teko D-12 avec sa façade inclinée en Plexiglas rouge, ce qui nous dispense d'un trou pour la LED rouge  $D_1$ . Les

deux inters-poussoirs sont sur le dessus (obligatoire...), tandis que la façade reçoit l'inter double  $K_1$  et le potentiomètre  $P_1$ .

Les deux socles sont fixés à l'arrière, dans la coquille inférieure.

Le circuit imprimé a été fixé au fond de la coquille inférieure le plus en avant possible (attention à la vitre inclinée) et tout à droite, afin de laisser la place pour la pile à gauche. C'est elle l'élément interne encombrant ; ce qui explique le déport à droite des inters-poussoirs et de l'inter  $K_1$ .

A noter aussi que le potentiomètre vient au-dessus de la petite zone inutilisée sur l'époxy. Il est en effet facile de se faire piéger en fixant des composants sur une façade inclinée...

Le passage du câble en ruban se fait à l'arrière grâce à une encoche  $13 \times 1$  mm pratiquée sur la coquille inférieure, au milieu des deux socles.

Autre conseil pratique : la découpe des deux trous de socles et de l'encoche ont été réalisées très rapidement en équipant la mini-perceuse d'une scie circulaire de 2 cm de diamètre. Mais attention ! c'est un outil très dangereux pour les doigts qui traînent...

Il faudra légèrer les socles « J1 » et « J2 ». En revanche, il est inutile de repérer les positions de l'inter  $K_1$  (la LED suffit), et le cadran du potentiomètre.

Michel ARCHAMBAULT

### MATERIEL NECESSAIRE

- $CI_1 = 4001$  (quatre NOR C.MOS)
- $CI_2 = 4016$  (quadruple inters C.MOS)
- $D_1 = LED$  rouge
- $C_1 = 470$  nF
- $P_1 =$  potentiomètre  $1 M\Omega A$  (ou  $470 k\Omega$ )
- $R_1 = 56 k\Omega$  (vert, vert, orange)
- $R_2 = 1 k\Omega$  (marron, noir, rouge)
- Un circuit imprimé  $65 \times 52$  mm à réaliser
- 10 cosses poignard
- $IP_1, IP_2 =$  inters-poussoirs
- $K_1 =$  inter double
- 2 socles mâles, 9 broches
- 1 fiche femelle, 9 broches
- 70 cm de fil en nappe huit conducteurs
- 1 prise agrafe pour pile 9 V
- 1 pile miniature 9 V (ordinaire)
- 1 bouton-flèche pour potentiomètre
- 1 coffret plastique Teko  $D_{12}$



# UN RADAR ULTRASONIQUE

Le montage que nous vous proposons dans cet article possède de nombreuses applications. Son fonctionnement étant basé sur la détection des obstacles, il apporte une contribution particulière dans le domaine de l'alarme. Il peut également être utilisé pour détecter la présence ou l'arrivée d'une personne, d'un véhicule, pour commander l'ouverture d'une porte ou l'enclenchement d'un dispositif d'attention, ou encore l'allumage d'une source lumineuse.



**L**a réalisation ne fait appel qu'à un peu de soin et d'attention, avec une utilisation de composants relativement courants et disponibles auprès de la plupart des fournisseurs.

## I - LE PRINCIPE

### a) Les ultrasons

Le domaine des ondes sonores peut globalement se partager en trois zones. Dans tous les cas, il s'agit

d'une succession de pressions et de dépressions périodiques se déplaçant de proche en proche dans certains milieux élastiques, tels que les solides, les liquides ou encore les gaz. Si la fréquence des vibrations est inférieure à une vingtaine de

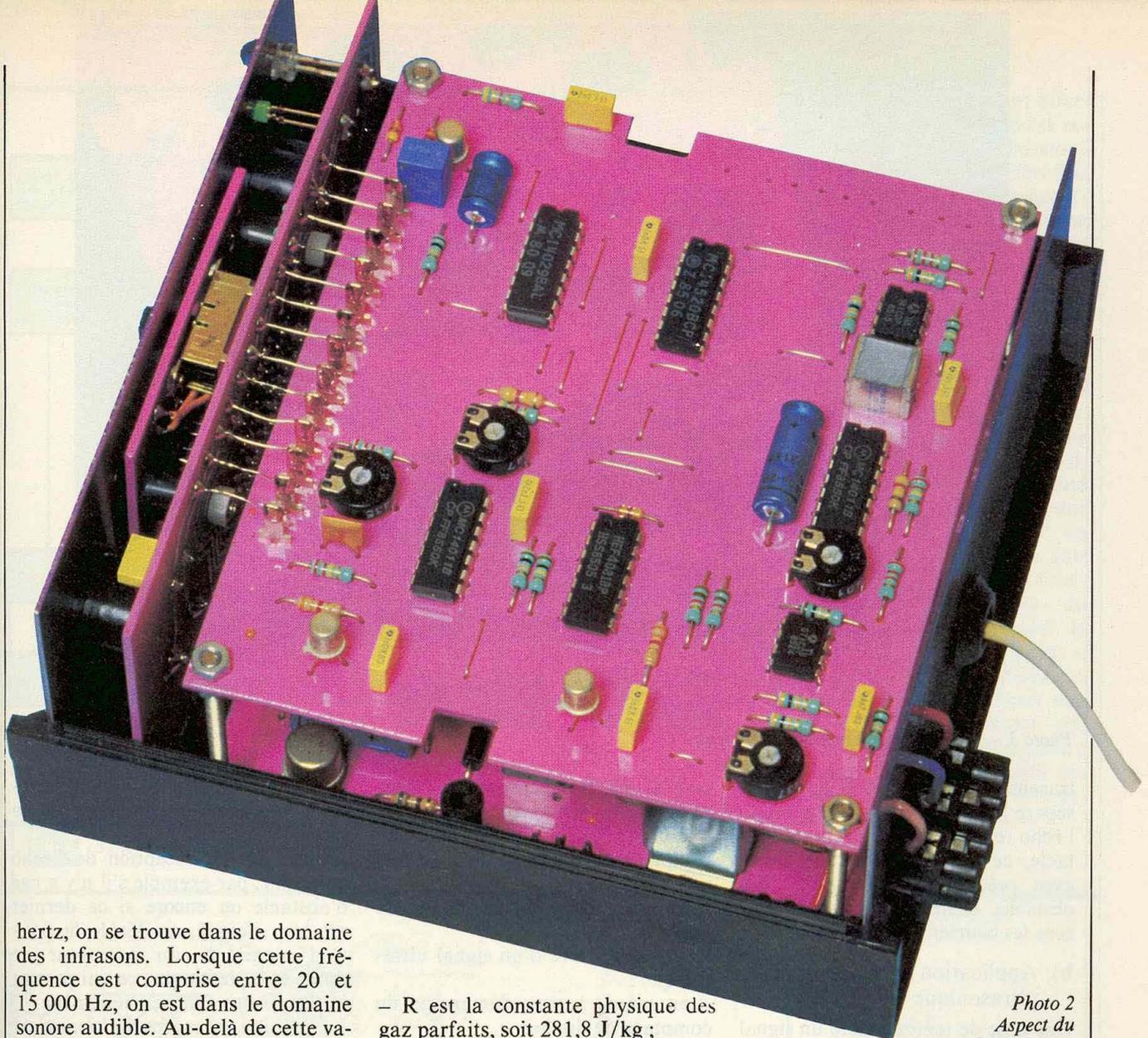


Photo 2  
Aspect du  
module supérieur.

hertz, on se trouve dans le domaine des infrasons. Lorsque cette fréquence est comprise entre 20 et 15 000 Hz, on est dans le domaine sonore audible. Au-delà de cette valeur, la fréquence est telle que le tympan de notre oreille n'est plus capable de réagir mécaniquement aux vibrations véhiculées par l'air ambiant : c'est le domaine des ultrasons, qui ne sont pas décelables par l'homme. Cependant, certains animaux, comme les chiens par exemple, perçoivent des ultrasons jusqu'à 25 kHz environ. Dans la présente réalisation, il est fait appel à des fréquences ultrasoniques de 40 kHz, c'est-à-dire de période 25  $\mu$ s. Les ultrasons sont véhiculés par l'air ambiant à la même vitesse que n'importe quel autre son, c'est-à-dire à la vitesse du son dans l'air. Cette vitesse peut se déterminer mathématiquement à l'aide de la relation  $V = \sqrt{\gamma RT}$ , dans laquelle :

- V est la vitesse du son exprimée en m/s ;
- $\gamma$  est le coefficient d'élasticité du milieu ; pour l'air, il est égal à 1,4 ;

- R est la constante physique des gaz parfaits, soit 281,8 J/kg ;
- T est la température du milieu exprimée en degrés Kelvin ( $T^{\circ}K = t^{\circ}C + 273$ ). Ainsi, à 20  $^{\circ}C$ ,  $T = 292^{\circ}K$ .

On constate ainsi que pour une température de 20  $^{\circ}C$ , cette vitesse est de 340 m/s. A zéro degré, elle n'est plus que de 329 m/s, c'est-à-dire 3,5 % plus faible. C'est cette vitesse que l'on appelle communément le « mur du son » et qui s'exprime par « Mach 1 », du nom d'un physicien autrichien. Le **figure 1** illustre quelques rappels sur les ondes. Ainsi, on peut représenter l'évolution des pressions acoustiques suivant le temps, en définissant de ce fait la notion de période. On peut également représenter cette évolution suivant un axe des espaces ou des distances parcourues. Ainsi, par exemple, entre deux « maxima » existe une distance  $\lambda = V \times T$ , c'est-à-dire

8,5 mm dans le cas d'un ultrason de 40 kHz à 20  $^{\circ}C$ . Cette distance s'appelle la « longueur d'onde ». i l'on dirige un ultrason de durée brève vers un obstacle, les ondes viennent heurter ce dernier et sont réfléchies, avec bien sûr un affaiblissement d'autant plus important que l'obstacle est absorbant. La distance parcourue par cette onde est le double de celle qui sépare l'émetteur de l'obstacle. Le temps qui s'écoule entre l'émission et la réception peut donc s'exprimer par la relation :

$$t = \frac{2l}{V}$$

Si l'obstacle est éloigné de 3 mètres de l'émetteur, cette durée est de l'ordre de 18 millisecondes. La chauve-souris utilise cette propriété en émettant périodiquement des ul-

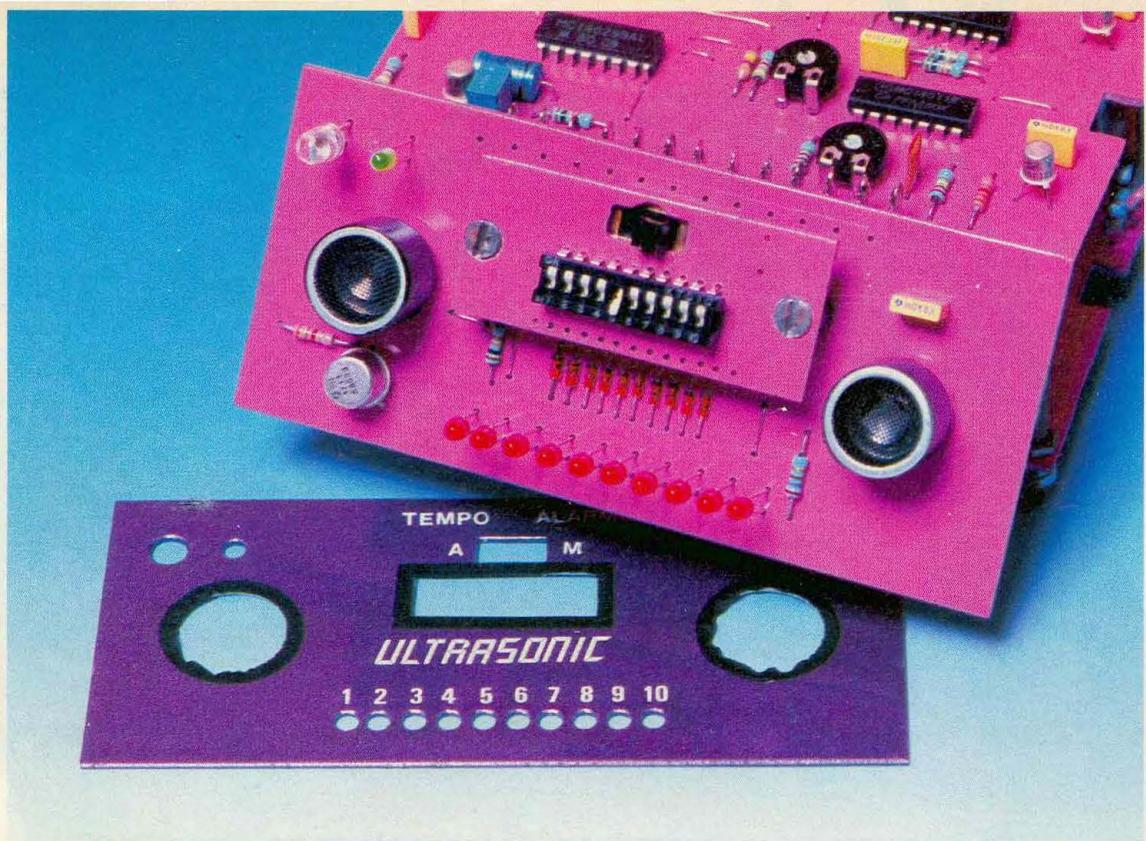


Photo 3. - Présentation du module d'affichage.

trasons et en évaluant la durée qui sépare l'émission de la réception de l'écho renvoyé par un éventuel obstacle, ce qui lui permet de situer avec précision la disparition des obstacles environnants et de voler sans les heurter.

### b) Application au radar ultrasonique

Une base de temps génère un signal périodique de l'ordre de 10 Hz ; c'est la fréquence à laquelle s'effectueront les « mesures » successives du radar.

Si l'on considère un cycle de me-

sure donné, les opérations consécutives sont les suivantes :

- mémorisation du contenu du compteur de durée, suite à la mesure précédente ;
- remise à zéro du comptage de durée ;
- émission brève d'un signal ultrasonique ;
- en même temps, démarrage du comptage de durée ;
- toujours en même temps, et pendant une durée très faible, neutralisation momentanée de la réception afin de ne pas être gêné par la « queue » du signal ;

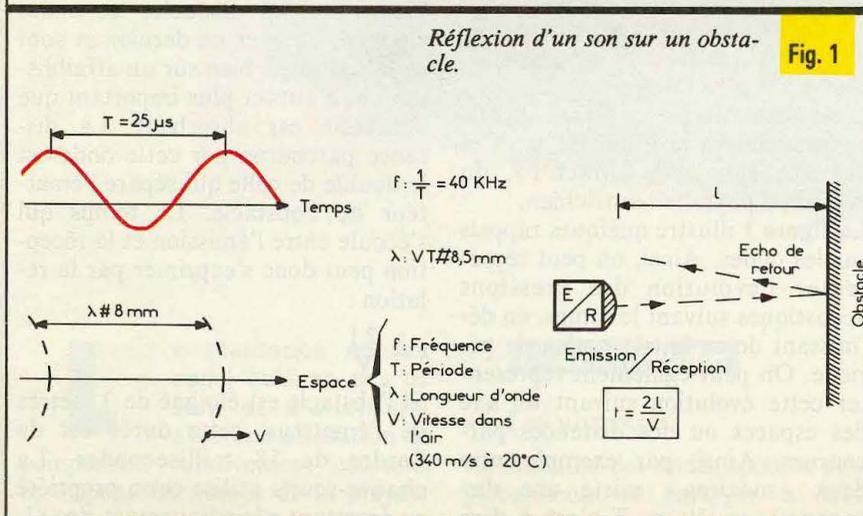
- dès la réception de l'écho de retour, blocage du comptage de la durée.

En cas de non-réception de l'écho de retour, par exemple s'il n'y a pas d'obstacle ou encore si ce dernier est trop éloigné, on décèle la position maximale du compteur de durée et on le bloque, ce qui permet la signalisation de ce phénomène.

La position du compteur binaire est décodée et l'allumage de l'une des 10 LED de signalisation permet la lecture directe de l'éloignement de l'obstacle détecté.

Enfin, par le jeu de dix interrupteurs il est possible de programmer l'alarme suivant la distance que l'on veut (on ne veut pas) obtenir entre le radar et l'obstacle.

La figure 2 reprend le synoptique de fonctionnement de l'ensemble. La distance maximale de détection du radar est de l'ordre de 5 mètres, ce qui correspond à un trajet de l'onde de 10 mètres.



## II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

### a) Alimentation (fig. 3)

L'énergie est prélevée du secteur 220 V par l'intermédiaire d'un transformateur dont l'enroulement

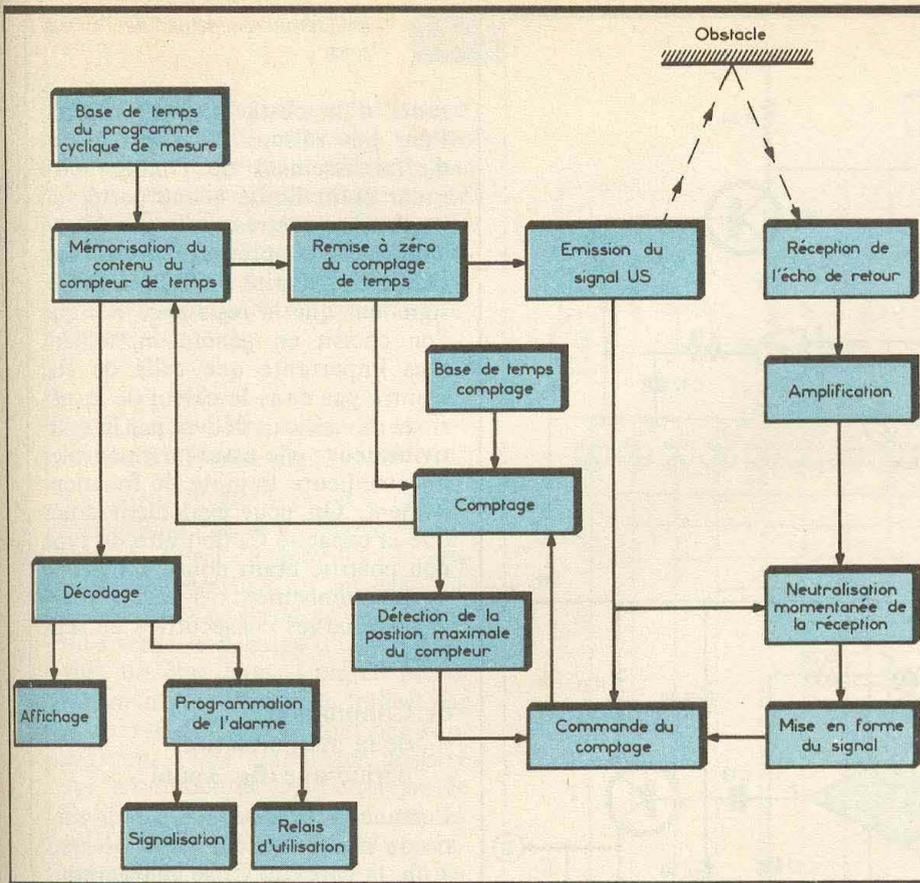


Fig. 2 Synoptique de fonctionnement.

secondaire délivre un courant alternatif de 12 V. Cette tension est redressée par un pont de Wheastone et se trouve filtrée une première fois par la capacité  $C_1$ . Un transistor  $T_1$  de moyenne puissance, dont la base est maintenue à un potentiel fixe de 10 V grâce à une diode Zener, délivre au niveau de son émetteur une tension continue et régulée à environ 9,5 V, que la capacité  $C_2$  achève de filtrer. Le condensateur  $C_3$  écoule les éventuelles fréquences parasites en provenance du secteur. La LED de signalisation  $L_1$  indique le fonctionnement correct de l'alimentation. A noter la possibilité d'alimenter le dispositif sous une tension continue de 12 à 14 V, en provenance par exemple de la batterie d'une automobile, en branchant le « plus » sur le « plus » du pont redresseur, et d'effectuer la même liaison pour le « moins ». Cette possibilité permet l'utilisation du radar à bord d'un véhicule soit comme dispositif anticollision (en cas de recul par exemple) ou encore d'alarme antivol dans le cadre des exemples d'utilisation que nous expliciterons au chapitre suivant.

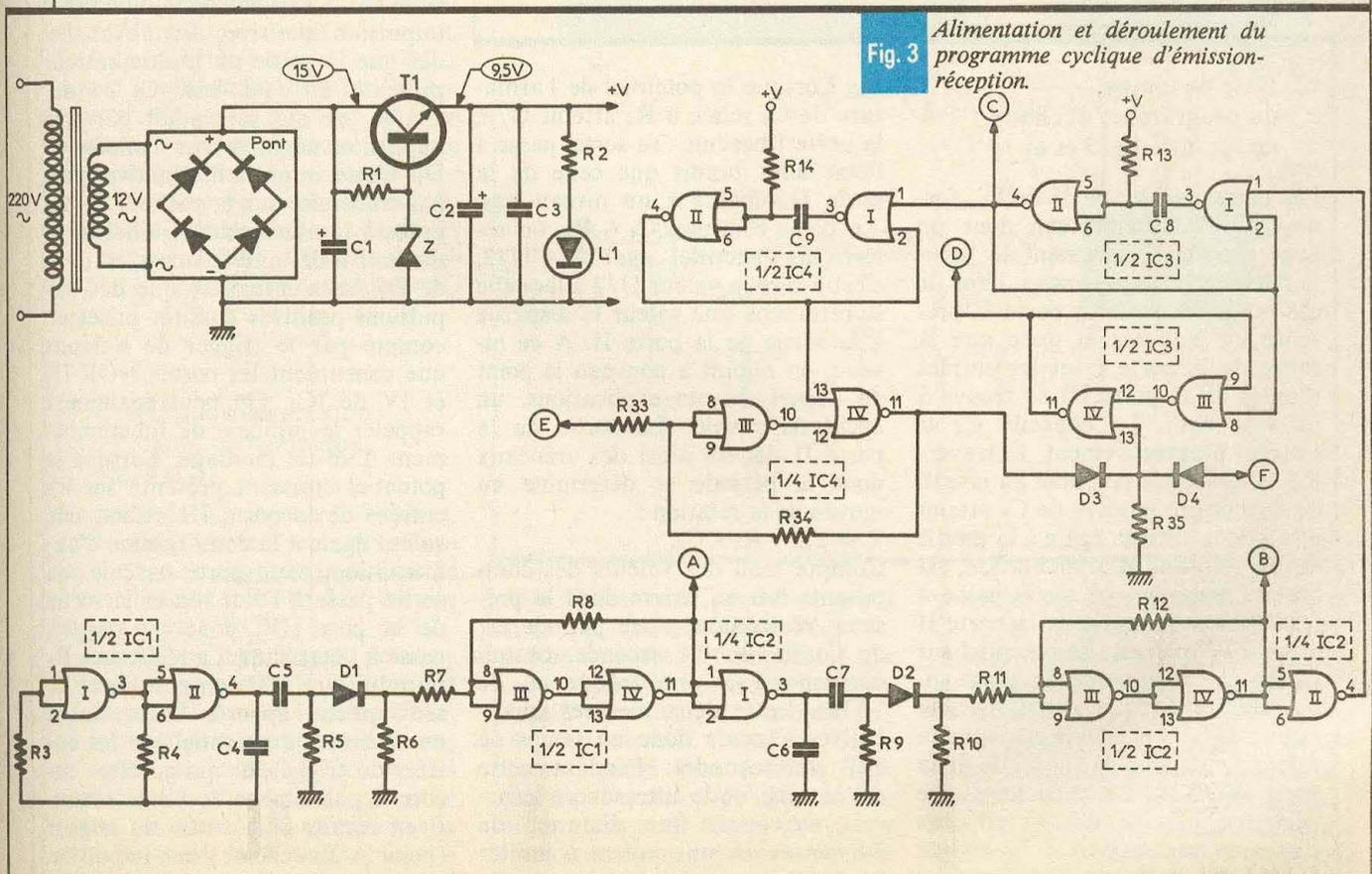


Fig. 3 Alimentation et déroulement du programme cyclique d'émission-réception.

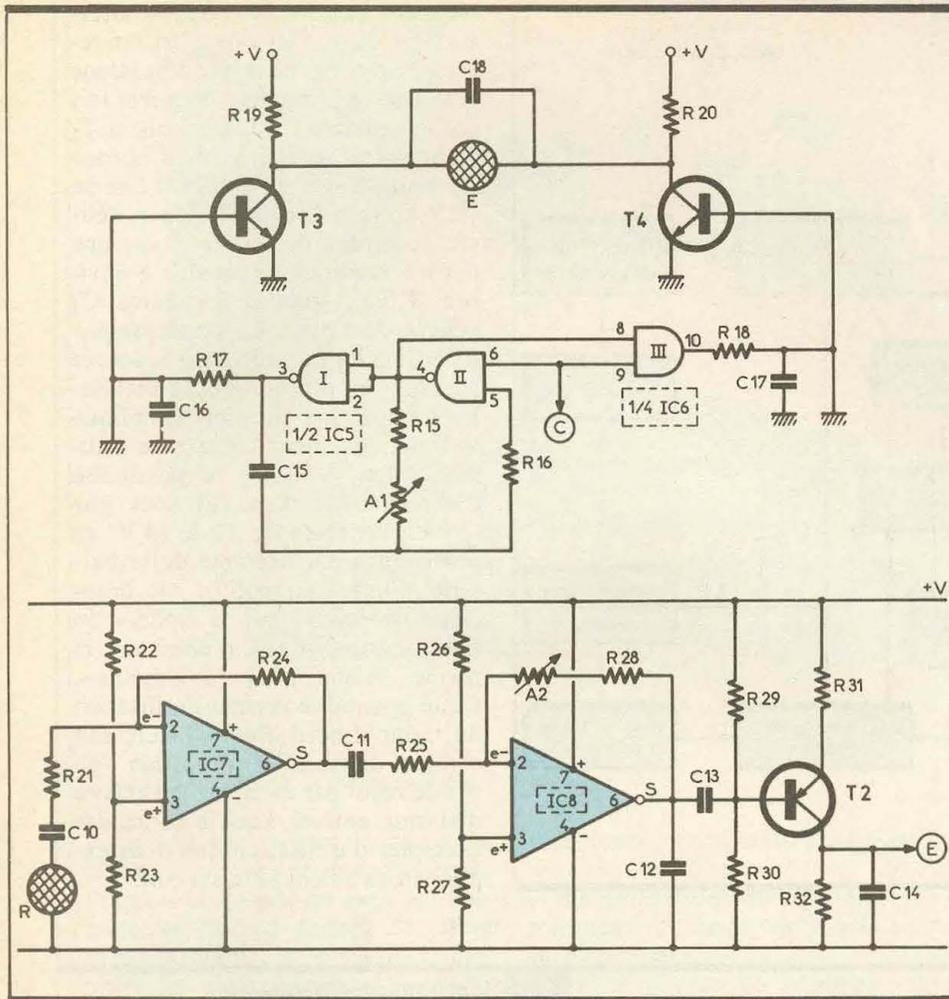


Fig. 4

Emission-réception des ultrasons.

radar d'un obstacle, à 17 mètres. Pour des raisons de dispersion et d'affaiblissement de l'onde, notre radar étant limité à une portée de l'ordre de 5 mètres, cette périodicité des mesures présente donc une marge de sécurité suffisante. Enfin, signalons que la résistance  $R_3$ , que l'on choisit en général nettement plus importante que celle de  $R_4$ , n'entre pas dans le calcul de la période du créneau délivré par le multivibrateur : elle assure à ce dernier une meilleure fiabilité de fonctionnement. On peut également noter que la capacité  $C_4$  doit être du type non polarisé étant donné son mode de fonctionnement : à savoir charges/décharges consécutives de sens contraire.

c) Commande de la mémorisation périodique (fig. 3 et 6)

Lorsque le niveau logique de la sortie du multivibrateur passe de zéro à un, la capacité  $C_5$  se charge rapidement à travers  $R_5$  d'une part et par  $D_1/R_6$  d'autre part. Il en résulte sur la cathode de  $D_1$  une brève impulsion positive. En revanche, dès que la sortie du multivibrateur présente un état bas,  $C_5$  se décharge, ce qui se traduit par une impulsion négative sur l'anode de  $D_1$ . Cette impulsion négative n'est pas transmise sur la cathode de  $D_1$  grâce à la monoconductibilité de la diode. En définitive, sur la cathode de  $D_1$ , on n'enregistre que des impulsions positives aussitôt prises en compte par le trigger de Schmitt que constituent les portes NOR III et IV de  $IC_1$ . On peut également rappeler le principe de fonctionnement d'un tel montage. Lorsque le potentiel croissant présenté sur les entrées de la porte III atteint une valeur égale à la demi-tension d'alimentation, cette porte bascule. Sa sortie passe à l'état bas et la sortie de la porte IV, donc du trigger, passe à l'état haut. La résistance  $R_8$  introduit une réaction positive en ce sens qu'elle apporte brusquement un surcroît de potentiel sur les entrées du trigger, ce qui accélère encore le phénomène de basculement. Il en résulte à la sortie du trigger (point A du schéma) une impulsion positive se caractérisant par des

b) Base de temps du programme cyclique de mesure (fig. 3 et 6)

Les portes NOR I et II de  $IC_1$  forment un multivibrateur dont on peut rappeler brièvement le fonctionnement. Plaçons-nous dans le cas où la sortie de la porte II présente un état bas et donc que la sortie de la porte I (et les entrées réunies de la porte II) se trouve à un état haut. La capacité  $C_4$  se charge progressivement à travers  $R_4$ , et lorsque le potentiel au niveau de l'armature positive de  $C_4$  atteint une valeur environ égale à la moitié de la tension d'alimentation, la porte I bascule : sa sortie passe à l'état bas et la sortie de la porte II passe à l'état haut. Le potentiel sur l'armature positive de  $C_4$  passe subitement à  $3U/2$  ; en effet, à la valeur  $U/2$  précédente s'ajoute la valeur  $U$  délivrée par la sortie de la porte NOR II. La capacité  $C_4$  se décharge puis se charge en sens contraire par rapport à la charge précédente, mais toujours à travers

$R_4$ . Lorsque le potentiel de l'armature de  $C_4$  reliée à  $R_4$  atteint  $U/2$ , la porte I bascule : sa sortie passe à l'état haut tandis que celle de la porte II repasse à un niveau bas. Au point commun  $C_4 - R_4$ , on relève un potentiel égal à  $-U/2$ , c'est-à-dire la valeur  $U/2$  à laquelle se retranche une valeur  $U$  disparue à la sortie de la porte II. A ce niveau, on rejoint à nouveau le point de départ de ces explications, un cycle est révolu. La sortie de la porte II délivre ainsi des créneaux dont la période se détermine au moyen de la relation :

$$T \approx 2,2 \cdot R_4 \cdot C_4$$

Compte tenu des valeurs des composants mis en œuvre dans la présente réalisation, cette période est de l'ordre de 0,1 seconde, ce qui correspond à une fréquence de 10 Hz. Entre deux mesures consécutives s'écoule donc un temps de 100 millisecondes. Pendant cette durée, une onde ultrasonore pourrait parcourir une distance de 34 mètres, ce qui revient à limiter la distance maximale séparant le

Fig 5

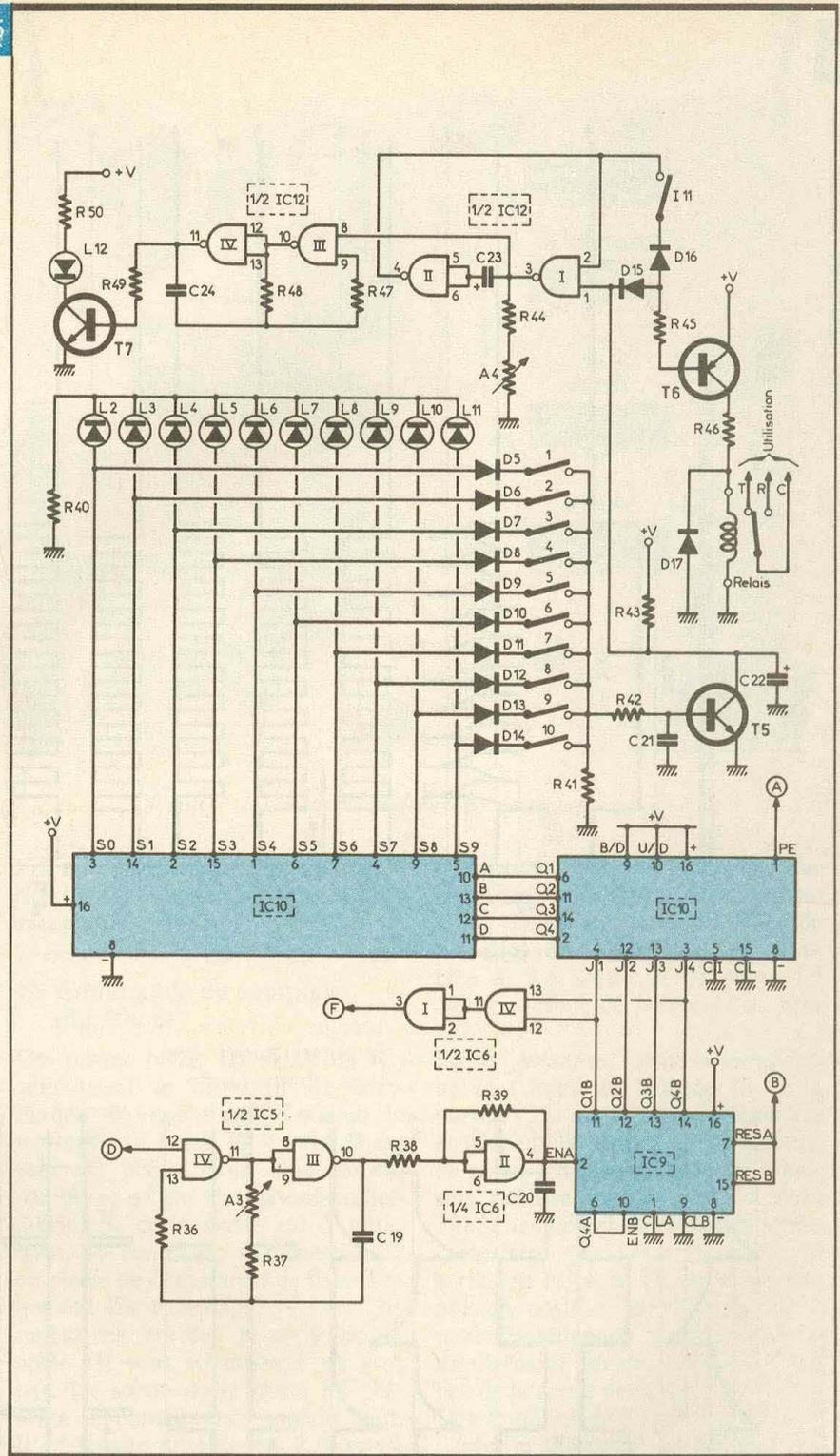
fronts montant et descendant bien verticaux. Cette impulsion a une durée de l'ordre de 2 millisecondes. Nous verrons ultérieurement que cette impulsion a pour effet la mémorisation du contenu du compteur chronométrant la durée séparant l'émission de la réception du signal ultrasonique.

d) Remise à zéro périodique  
du comptage (fig. 3 et 6)

La porte NOR I de IC<sub>2</sub> inverse l'impulsion positive délivrée par le trigger. Ainsi, au moment où cette impulsion positive est achevée, on enregistre à la sortie de cette porte inverseuse le passage d'un état bas vers un état haut. Comme précédemment, ce passage se traduit par la charge de C<sub>7</sub> et surtout par l'apparition d'une impulsion positive sur la cathode de D<sub>2</sub>. Le trigger de Schmitt formé par les portes NOR III et IV délivre ainsi au niveau de sa sortie une impulsion positive à fronts verticaux d'une durée de l'ordre de 1 milliseconde. A noter que cette impulsion se produit après l'impulsion de mémorisation. La capacité C<sub>6</sub> introduit un léger retard supplémentaire afin d'éviter tout problème au moment où il se produit la mémorisation, si cette dernière confinait de trop près avec le phénomène de remise à zéro du comptage, commandé par la sortie du trigger (point B du schéma) ainsi que nous le verrons ultérieurement.

e) Commande périodique  
du signal ultrasonique  
(fig. 3 et 6)

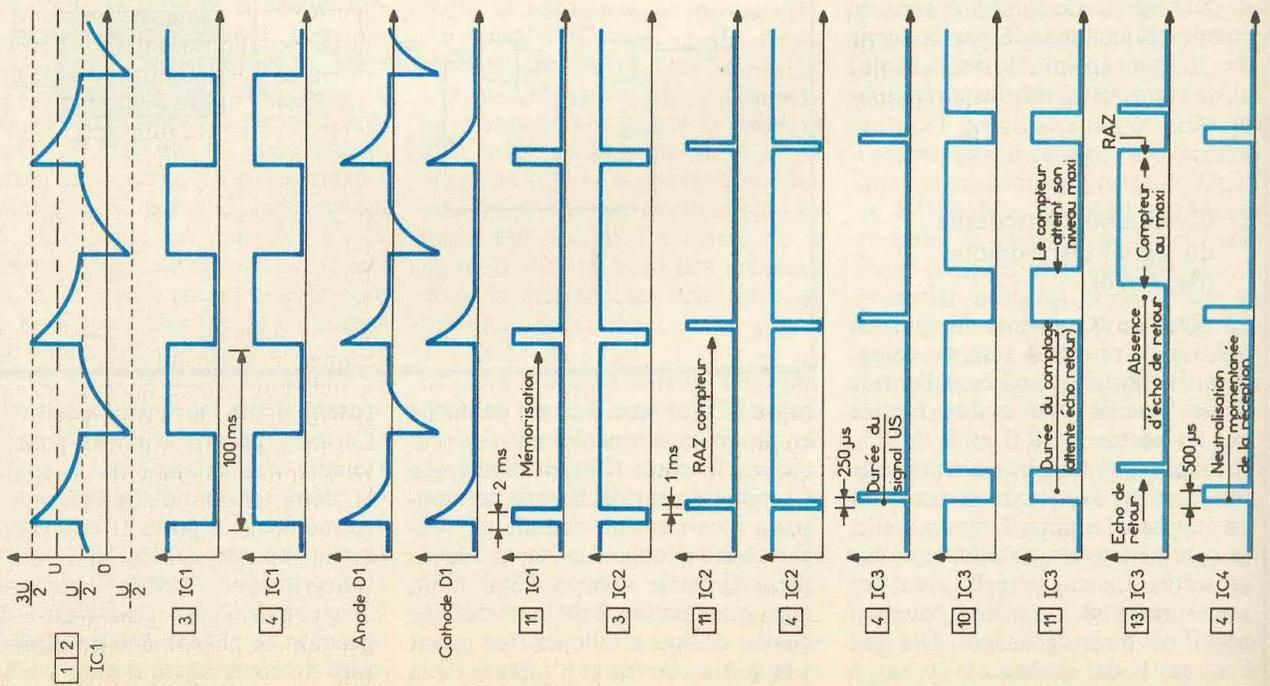
La porte de IC<sub>2</sub> inverse l'impulsion positive de remise à zéro du comptage. Sa sortie est reliée à l'entrée d'une bascule monostable formée par les portes NOR I et II de IC<sub>3</sub>. Au repos, une telle bascule présente sur sa sortie (sortie de la porte II) un état bas. La porte I, quant à elle, se caractérise par un état haut sur sa sortie. La capacité C<sub>8</sub> dont les armatures sont au même potentiel positif est donc déchargée. Dès que l'entrée 1 de la bascule passe à l'état haut, la sortie de la porte I



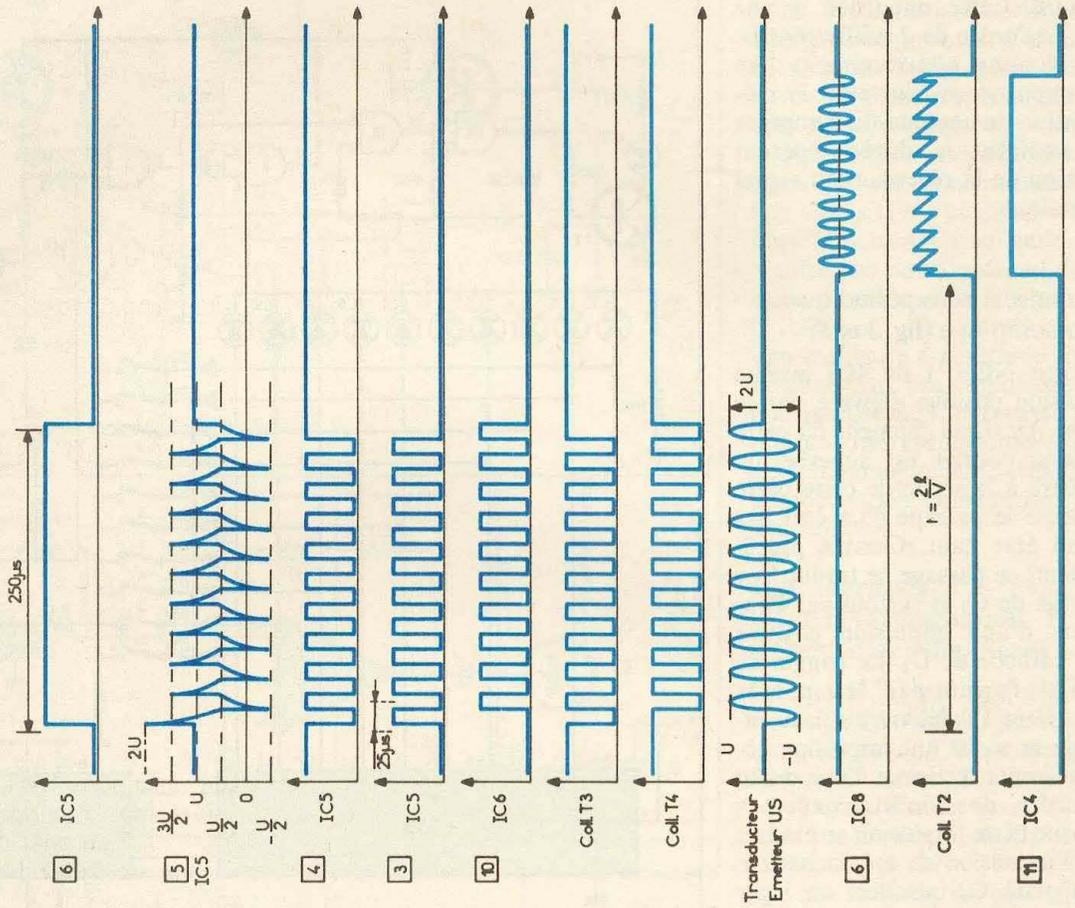
passé à l'état bas. Il en est de même en ce qui concerne les entrées réunies de la porte II étant donné que C<sub>8</sub>, entièrement déchargée, se comporte à ce moment comme un simple court-circuit. La sortie de la porte II passe donc à l'état haut, ainsi que l'entrée 2 de la porte I, ce qui ne change d'ailleurs rien quant à la sortie. Au fur et à mesure de la charge de C<sub>8</sub> au travers de R<sub>13</sub>, le

potentiel sur l'armature positive de C<sub>8</sub> croît progressivement pour atteindre une valeur environ égale à la demi-tension d'alimentation. A ce moment, la porte II bascule ; sa sortie repasse à l'état bas. Par la suite, lorsque l'entrée 1 repasse à nouveau à l'état bas, c'est-à-dire pendant le phénomène de remise à zéro du comptage qui dure 1 ms, la sortie de la porte I repasse à un état

a) Déroulement cyclique du programme



b) Génération des ultrasons et réception de l'écho de retour



haut, ce qui permet à  $C_8$  de se décharger et d'être prête pour une nouvelle sollicitation. On peut noter que la bascule délivre une impulsion positive aussitôt après le signal de remise à zéro du comptage. La durée de cette impulsion est proportionnelle au produit  $R_{13} \times C_8$ . Dans la présente application, cette durée est environ égale à  $250 \mu s$ . Cette durée correspond à la génération d'ultrasons de 40 kHz, soit de  $25 \mu s$  de période. Il en résulte l'émission de dix alternances complètes, ce qui correspond à une longueur totale du train d'ondes ainsi formé de 85 millimètres (dix fois la longueur d'onde du signal ultrasonique). Nous verrons ultérieurement comment cette génération d'ondes, commandée par la sortie C de la bascule, se réalise.

f) Neutralisation momentanée de la réception de l'écho (fig. 3 et 6)

Dès le début de l'apparition de l'impulsion positive de commande de l'émission de l'onde ultrasonique, une seconde bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de  $IC_4$  entre en action. Elle délivre au niveau de sa sortie une impulsion positive de  $500 \mu s$ . Étant donné que l'impulsion de commande de l'onde ultrasonique ne dure que  $250 \mu s$ , lorsque cette dernière cesse, l'impulsion délivrée par la bascule monostable NOR I et II de  $IC_4$  subsiste encore pendant  $250 \mu s$ . Cette impulsion neutralise, pendant toute sa durée, le fonctionnement d'un trigger de Schmitt constitué par les portes NOR III et IV de  $IC_4$ , en forçant systématiquement la sortie de la porte IV à zéro. Or ce trigger reçoit en entrée, comme nous le verrons plus tard, le signal positif correspondant à la réception de l'écho. Cette réception se trouve donc inhibée pendant  $500 \mu s$  après le début de l'émission. De ce fait, notre radar ne saurait détecter un obstacle éloigné de moins de 17 cm. Cette disposition est nécessaire si l'on ne veut pas être gêné par l'émission, dont la fin pourrait directement influencer la réception en provoquant de ce fait une détection injustifiée. La longueur du train d'ondes émis étant de 85 mm, une neutralisation correspondant à une longueur du double, soit

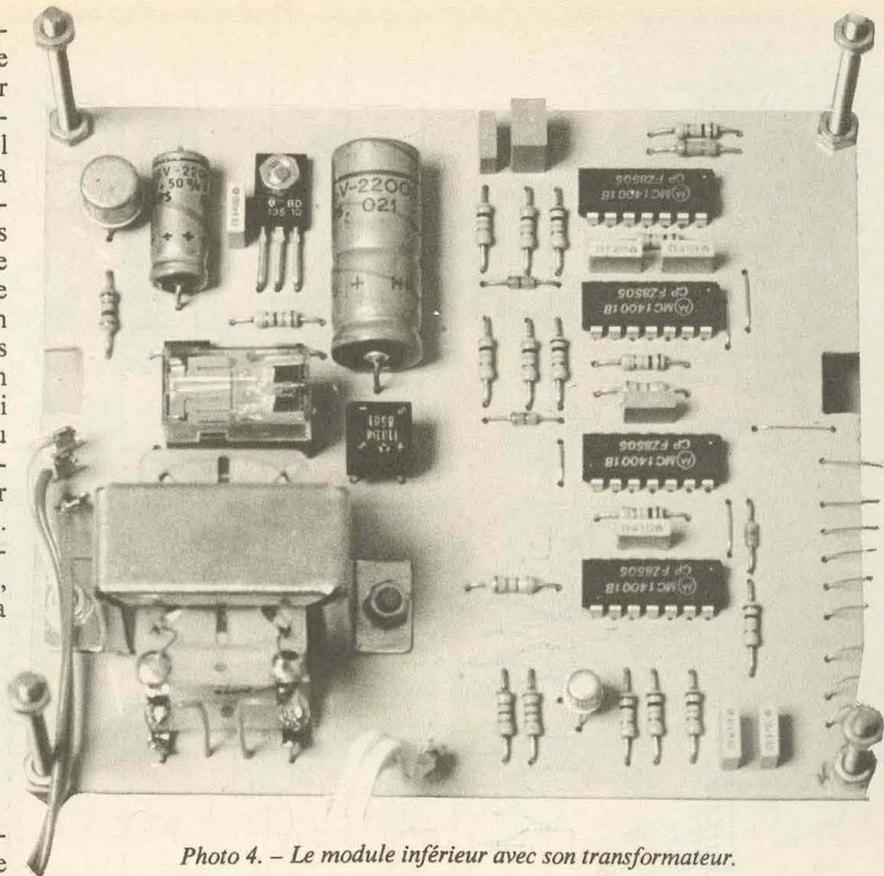


Photo 4. - Le module inférieur avec son transformateur.

170 mm, représente donc une sécurité de fonctionnement tout à fait acceptable.

g) Commande du comptage (fig. 3 et 6)

Les portes NOR III et IV de  $IC_3$  constituent le dispositif de commande du comptage. Lorsque la sortie de la porte IV (point D du schéma) présente un état bas, le comptage est un état de non-sollicitation. Si cette sortie est à l'état haut, au contraire, le dispositif est en phase de commande de fonctionnement du comptage. A l'état de repos, les entrées 8 et 9 de la porte III sont soumises à un état bas. La sortie de la porte III présente, en conséquence, un état haut. Il en résulte un état bas à la sortie de la porte IV, quel que soit d'ailleurs le niveau logique auquel est soumise l'entrée 13. Notons que cette dernière est soumise, dans le cas général, à un état bas. Dès le début de l'apparition de l'état haut commandant l'émission d'ultrasons, la sortie de la porte III passe à zéro. La porte IV dont les deux entrées sont maintenant soumises à un état bas voit sa sortie présenter un état haut, aussitôt transmis sur l'en-

trée 9 de la porte III. L'état bas, sur la sortie de la porte III, subsiste donc, même au bout des  $250 \mu s$  de présence de l'état haut sur l'entrée 8. La sortie de la porte IV continue donc de présenter un état haut.

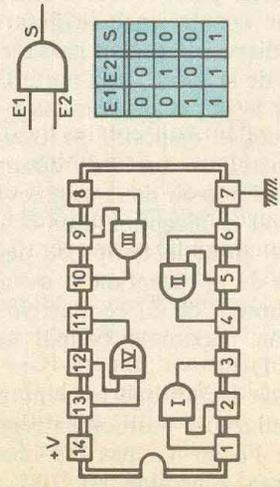
Si l'on présente, même brièvement, un état haut sur l'entrée 13 de la porte IV, la sortie passe à l'état bas et l'ensemble revient sur sa position de repos. En définitive, toute impulsion positive sur l'entrée 8 a pour effet l'armement du dispositif se caractérisant par l'état haut sur la sortie de la porte IV, et toute impulsion positive sur l'entrée 13 a pour conséquence le désarmement du dispositif par un passage à l'état bas de la sortie de la porte IV.

Dès le début de l'émission ultrasonique, le dispositif se trouve donc armé. Les causes de désarmement peuvent avoir deux origines :

- soit la réception d'un écho de retour après le temps de neutralisation de la réception et avant que le compteur de durée n'arrive à sa position maximale (signal acheminé par  $D_3$ ) ;

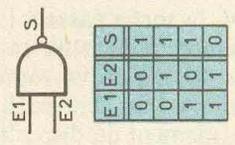
- soit le fait que le compteur a pu atteindre sa position extrême, parce que l'écho n'a pas été réceptionné (signal acheminé par  $D_4$ ).

CD 4081 : 4 portes AND à 2 entrées



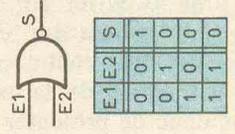
E1	E2	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

CD 4011 : 4 portes NAND

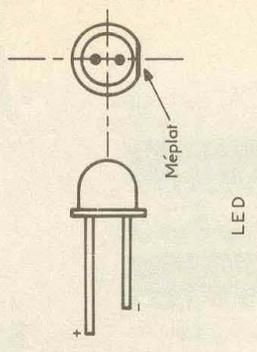
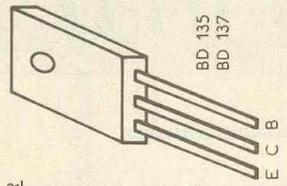


E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

CD 4001 : 4 portes NOR

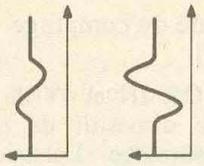
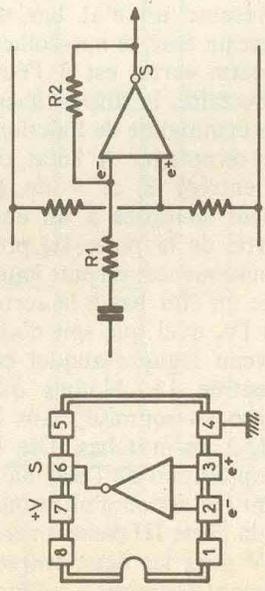


E1	E2	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

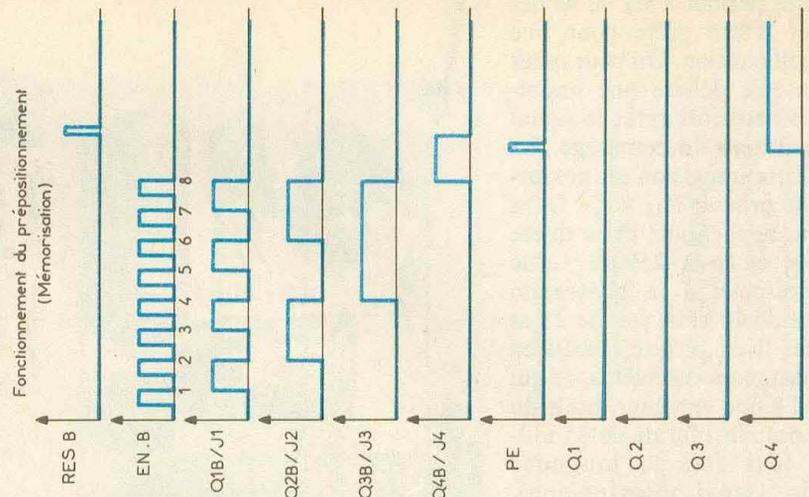
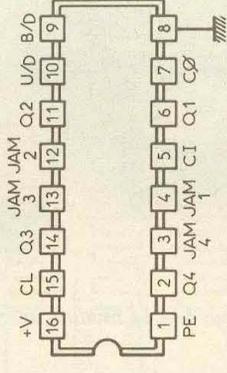


µA 741

Amplificateur opérationnel

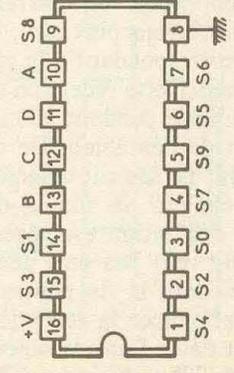


CD 4029 Compteur-décompteur BCD/binaire



CD 4028

Décodeur BCD → décimal



D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Brochages et fonctionnement des composants actifs.

Fig. 7

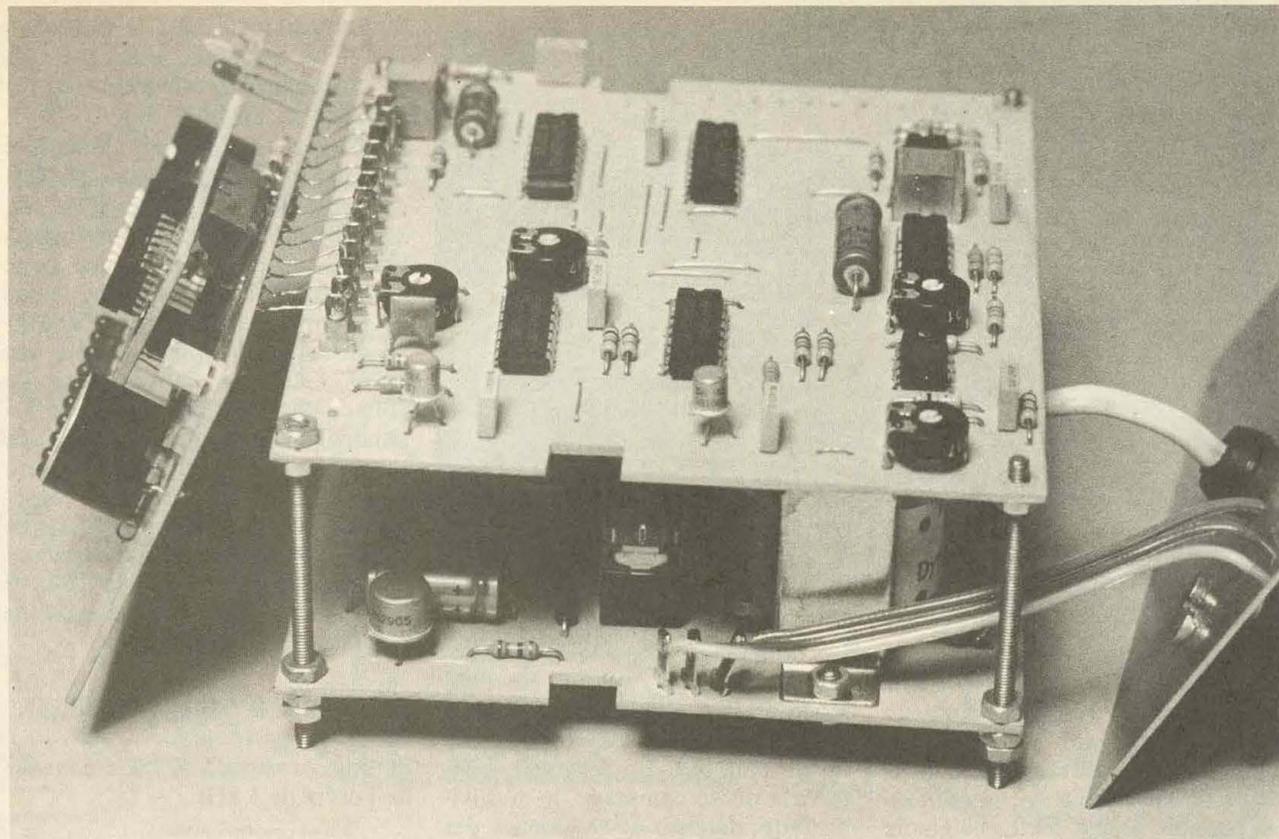


Photo 5. – Montage des circuits imprimés.

#### h) Génération du signal ultrasonique (fig. 4 et 6)

Les portes NAND I et II de IC<sub>5</sub> forment un multivibrateur. A l'inverse de celui dont nous avons décrit le fonctionnement au paragraphe b, celui-ci est du type commandé. En effet, si l'entrée 6 de la porte II est soumise à un état bas, la sortie de cette porte présente en permanence un état haut et celle de la porte I un état bas. En revanche, dès que l'entrée de commande reçoit un état haut, le multivibrateur entre en action. Compte tenu des valeurs de C<sub>15</sub>, R<sub>15</sub> et A<sub>1</sub>, la fréquence des créneaux ainsi délivrés est de 40 kHz, soit 25 μs de période. L'ajustement précis à cette valeur sera obtenu par réglage du curseur de l'ajustable A<sub>1</sub>. On notera que le multivibrateur est commandé par la sortie de la bascule constituée des portes NOR I et II de IC<sub>3</sub>, c'est-à-dire toutes les 100 ms et pendant 250 μs. Compte tenu des liaisons reliant les entrées de la porte AND III de IC<sub>6</sub>, d'une part à l'entrée de commande et d'autre part à la sortie de la porte NAND II du multivibrateur, la sortie de cette porte AND présente :

- un état bas permanent tant que le multivibrateur se trouve en état de non-sollicitation ;
- des créneaux de 40 kHz, mais inversés par rapport à ceux délivrés par la sortie de la porte I du multivibrateur, lorsque ce dernier fonctionne.

Par l'intermédiaire de R<sub>17</sub> et R<sub>18</sub>, ces deux sorties sont respectivement reliées aux bases des transistors NPN T<sub>3</sub> et T<sub>4</sub>. Au niveau des collecteurs de ces derniers, on relève donc :

- un état haut permanent lorsque le multivibrateur est bloqué ;
- des créneaux de 40 Hz mais inversés d'un collecteur à l'autre.

Le transducteur-émetteur ultrasonique a ses deux bornes reliées à ces collecteurs. Il en résulte aux bornes du transducteur des créneaux de fréquence 40 kHz, mais d'une amplitude doublée par rapport à la tension d'alimentation. Cette disposition augmente la portée et la puissance des ondes ultrasoniques. Les capacités C<sub>16</sub>, C<sub>17</sub> et C<sub>18</sub> « arrondissent » les angles des créneaux dont la configuration se rapproche davantage de la sinusoïde.

Bien entendu, quand le multivibrateur n'est pas opérationnel, la diffé-

rence de potentiel relevée aux bornes du transducteur est nulle. Ce transducteur, dont le fonctionnement repose sur la vibration d'éléments piezo-électriques, n'a un bon rendement que si la fréquence des signaux de commande est effectivement égale à 40 kHz. La bande passante est très faible et n'est guère supérieure à quelques centaines de hertz de part et d'autre de la valeur nominale.

#### i) Réception de l'écho (fig. 4 et 6)

Le transducteur-récepteur est également caractérisé par une bande passante très faible et reste pratiquement insensible aux fréquences de valeurs différentes de 40 kHz, ce qui donne à l'ensemble une excellente sélectivité. Ce transducteur se trouve relié à l'entrée inverseuse d'un amplificateur opérationnel très courant, puisqu'il s'agit d'un « 741 », par l'intermédiaire de C<sub>10</sub> et de R<sub>21</sub>. L'entrée directe de cet amplificateur repéré IC<sub>7</sub> a son potentiel maintenu à U/2 grâce au pont diviseur que constituent les résistances d'égale valeur R<sub>22</sub> et R<sub>23</sub>. La résistance R<sub>24</sub> fournit la contre-

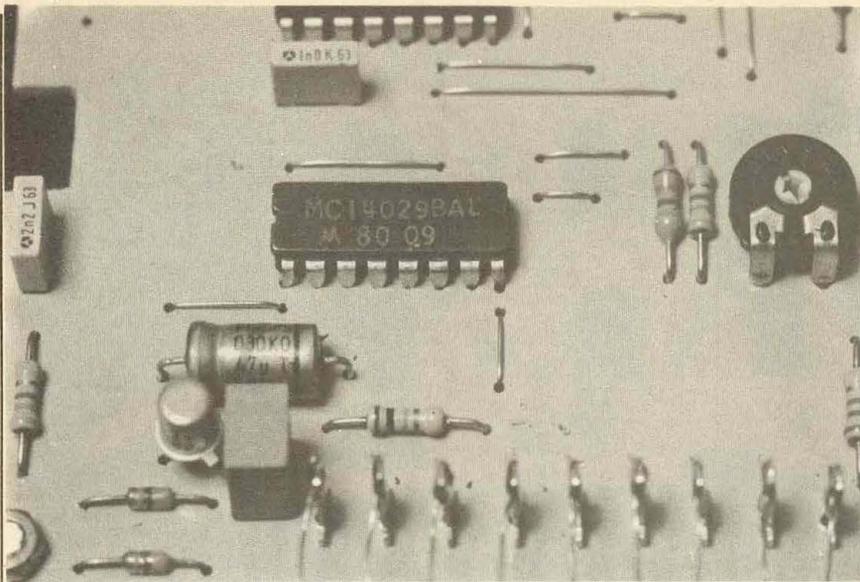


Photo 6. — Liaisons sur cosses.

réaction nécessaire tout en fixant le gain qui est de l'ordre de 50.

L'amplificateur IC<sub>8</sub>, également un « 741 », forme un second étage d'amplification. Grâce à la présence de l'ajustable A<sub>2</sub>, le gain en est réglable de 1 à 50. Les signaux ainsi obtenus sont acheminés sur la base d'un transistor PNP T<sub>2</sub> par l'intermédiaire de C<sub>13</sub>. Ce transistor a sa base polarisée de façon telle qu'en l'absence de signaux sur cette dernière, le collecteur présente un potentiel nul. En revanche, dès que le transducteur-récepteur enregistre des ultrasons, les signaux amplifiés et intégrés par C<sub>14</sub> sont disponibles sur le collecteur de T<sub>2</sub> sous la forme de « dents de scie » dont la valeur basse est très nettement supérieure à la demi-tension d'alimentation, ainsi que l'indiquent les oscillogrammes de la figure 6b. Le trigger que constituent les portes NOR III et IV de IC<sub>4</sub> transforme ce signal en impulsion positive à fronts verticaux. Comme nous l'avons déjà vu au paragraphe g, c'est ce signal, correspondant à l'instant précis de la réception de l'écho de retour, qui arrête le comptage lui-même commandé par le dispositif formé par les portes NOR III et IV de IC<sub>3</sub>.

#### j) Comptage (fig. 5)

Les portes NAND III et IV de IC<sub>5</sub> sont également montées en multivibrateur commandé. L'entrée de commande se trouve uniquement soumise à un état haut pendant la phase « comptage » dont le début correspond au début de l'émission

US et la fin au moment de la réception de l'écho de retour. En l'absence de l'état haut de commande, le multivibrateur présente à sa sortie un état bas. En revanche, pendant la phase comptage, le multivibrateur délivre à sa sortie des créneaux aussitôt pris en compte par le trigger de Schmitt formé par la porte AND II et IC<sub>6</sub>. Les signaux à fronts verticaux qui en résultent attaquent l'entrée ENABLE A d'un compteur IC<sub>9</sub> qui est un CD 4520. Il s'agit en fait d'un double compteur binaire dont chacun possède quatre sorties. Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub>. Chaque compteur peut donc occuper seize positions différentes, ce qui revient à dire que le compteur IC<sub>9</sub> est capable de compter de 0 à 255 (soit 16<sup>2</sup> = 256 positions). Notons en effet que la sortie Q<sub>4A</sub> se trouve reliée à l'entrée ENABLE B. Les entrées CLOCK A et B étant reliées toutes les deux à un état bas, les compteurs avancent au rythme des fronts négatifs présentés sur les entrées ENABLE. Les entrées RESET A et B sont reliées à la sortie du trigger formé par les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub>, qui envoie périodiquement une impulsion positive de remise à zéro des compteurs. Remarquons également que les sorties Q<sub>1B</sub> et Q<sub>4B</sub> sont reliées aux entrées de la porte AND IV de IC<sub>6</sub>. Ainsi, pour la position particulière binaire « 1001 », la sortie de la porte AND I de IC<sub>6</sub> présente un état haut. Il s'agit en fait de la détection de la valeur décimale « 9 » du compteur B. Lorsque cette valeur est atteinte, par

l'intermédiaire de D<sub>4</sub>, il se produit l'arrêt du comptage ainsi que nous l'avons déjà mis en évidence au paragraphe g.

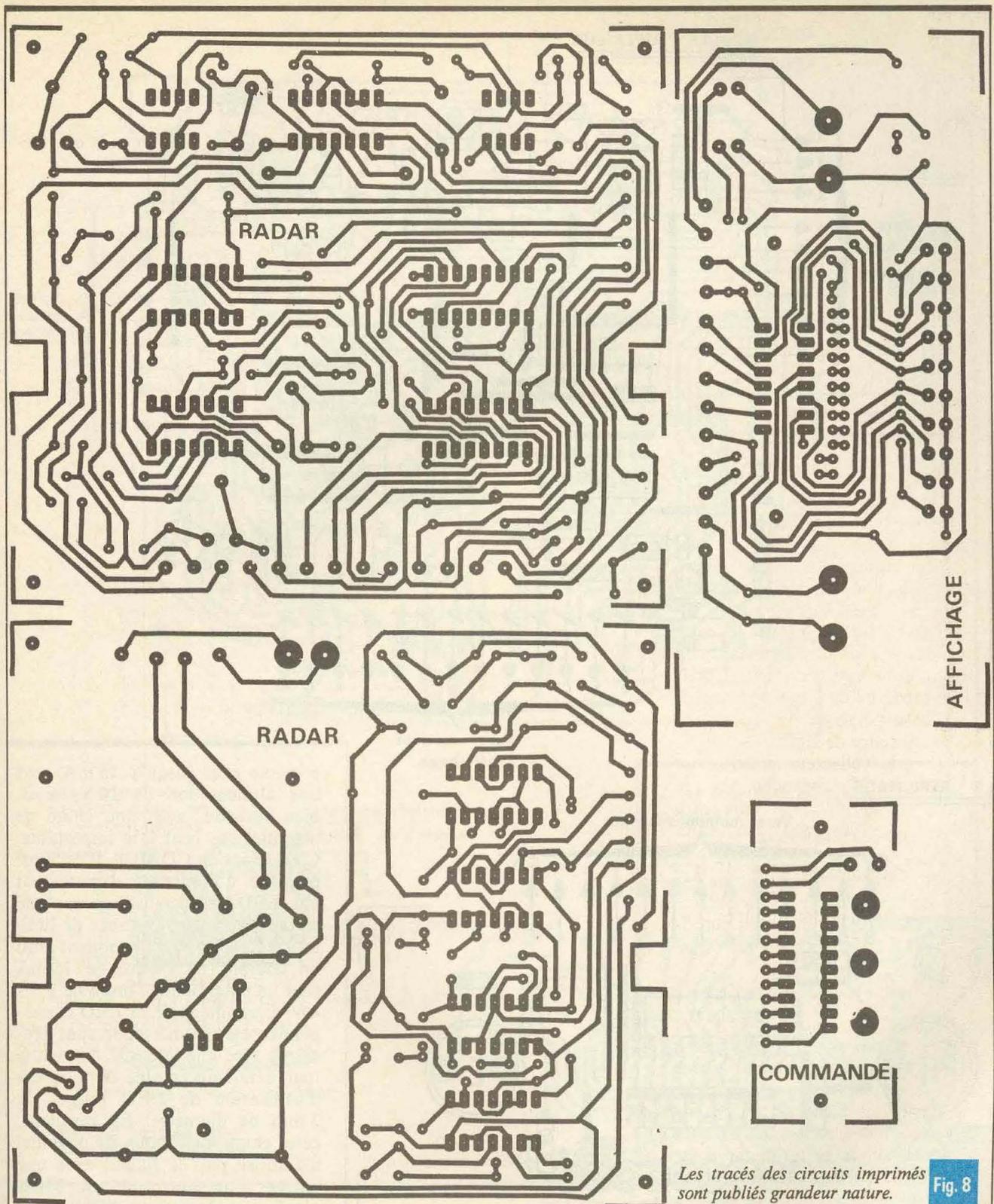
L'ajustable A<sub>3</sub> permet d'effectuer le réglage de la fréquence des créneaux de comptage, qui est en fait directement dépendante de la portée du radar. Ainsi, comme cette dernière est fixée à 5 mètres, l'onde ultrasonique devra parcourir 10 mètres, ce qui correspond à une durée maximale de comptage de 10 m/340 ms = 0,029 s. Pour atteindre la position maximale de comptage, le compteur B aura avancé de 9 unités. En conséquence, le nombre d'impulsions de comptage nécessaires pour atteindre cette extrémité est de 16 × 9 = 144. La période des créneaux de comptage est donc de :

$$\frac{29 \cdot 10^{-3}}{144} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s, soit } 200 \mu\text{s,}$$

ce qui correspond à une fréquence de l'ordre de 5 kHz.

#### k) Mémorisation de la valeur de comptage (fig. 5)

Les valeurs binaires des sorties Q<sub>1B</sub> à Q<sub>4B</sub> sont prises en compte par les entrées JAM<sub>1</sub> à JAM<sub>4</sub> d'un compteur IC<sub>10</sub> qui est un CD 4029. En fait, dans la présente utilisation, ce compteur fonctionne d'une façon un peu particulière, en ce sens que l'on ne sert pas du tout de la fonction comptage. En effet, l'entrée CLOCK est reliée à un état bas. En revanche, ce compteur a une propriété intéressante : le prépositionnement, dont on peut rappeler le fonctionnement. Si l'on présente sur l'entrée PRESET ENABLE une impulsion positive, les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> prennent instantanément les mêmes valeurs, même si par la suite les valeurs présentées aux entrées « JAM » évoluent. L'impulsion positive sur l'entrée de prépositionnement correspond donc en fait à une lecture du compteur IC<sub>9</sub> à un moment donné, lecture que l'on stocke en mémoire dans IC<sub>10</sub> et que l'on remet périodiquement à jour. Ainsi, entre le début de l'émission du signal US et sa réception, IC<sub>9</sub> effectue un comptage, puis s'arrête sur une certaine position binaire. Cette position est ensuite transférée dans IC<sub>10</sub> grâce au signal positif de mé-



Les tracés des circuits imprimés sont publiés grandeur nature. **Fig. 8**

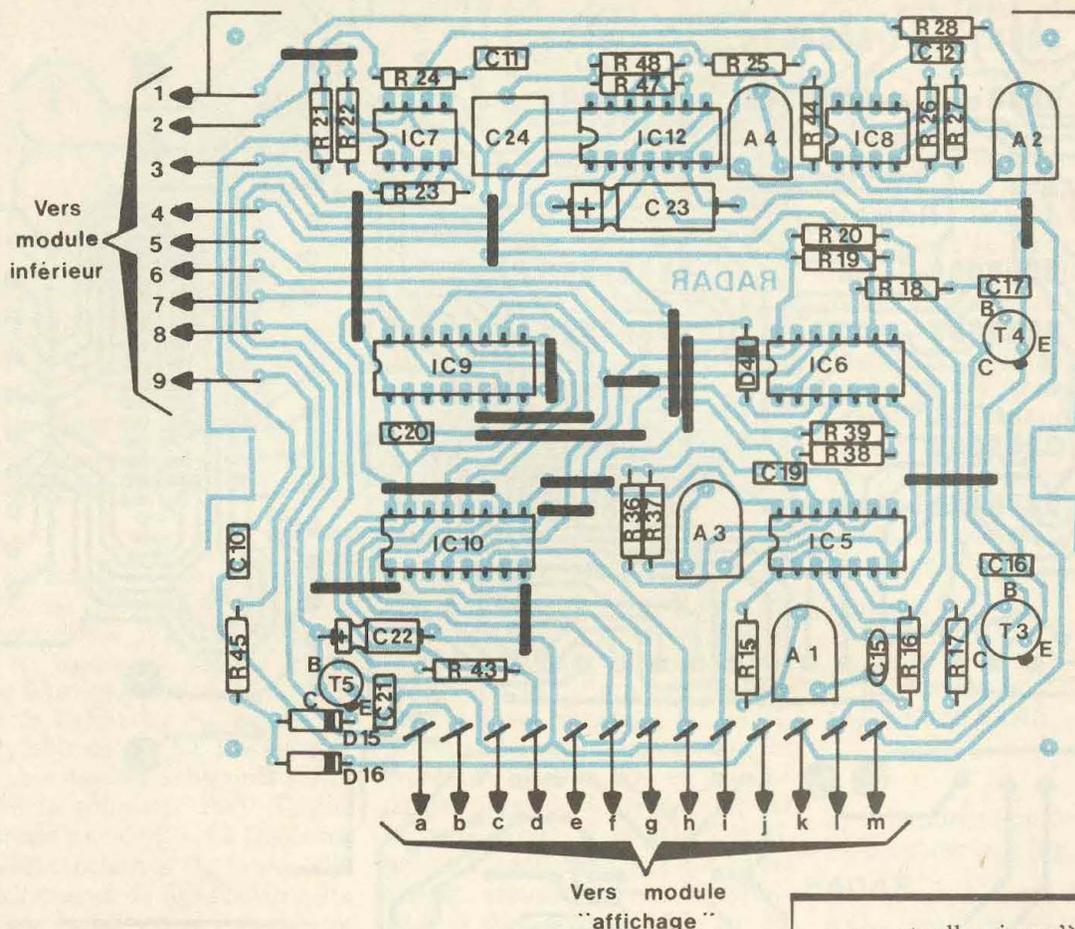
morisation délivré par la sortie du trigger NOR III et IV de IC<sub>1</sub>. Après cette opération, IC<sub>9</sub> se trouve remis à zéro et un nouveau cycle recommence. En définitive les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> de IC<sub>10</sub> présentent en permanence la valeur binaire de la dernière mesure effectuée.

1) Décodage et affichage (fig. 5)

Les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> de IC<sub>10</sub> se trouvent reliées aux entrées A, B, C et D d'un décodeur IC<sub>11</sub> bien connu de nos lecteurs : le CD 4028. Comme son nom l'indique, un tel circuit transforme les indications binaires

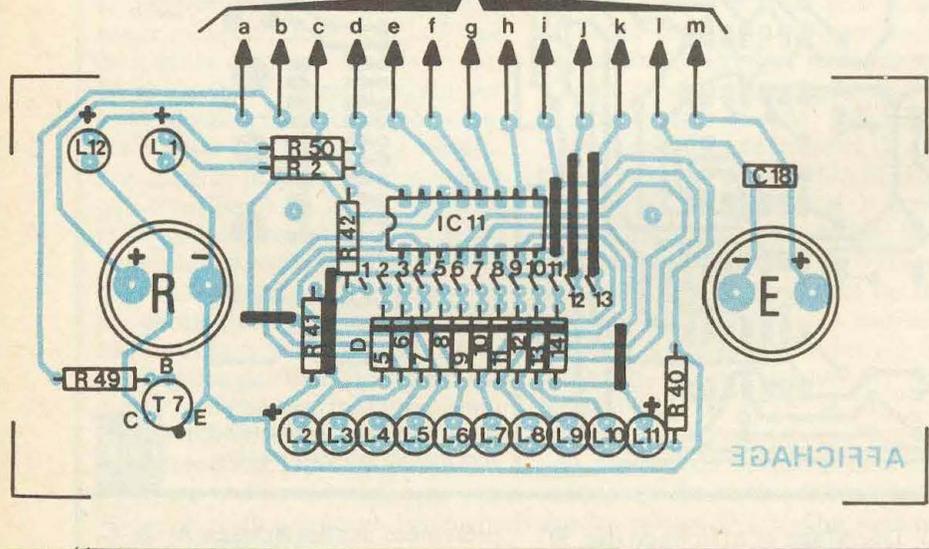
présentées sur les entrées A, B, C, D en sorties décimales, par l'apparition d'un état haut sur la sortie S<sub>n</sub> correspondante, les autres sorties présentant un état bas. Ainsi la valeur binaire « 0110 » correspond à un état haut sur la sortie S<sub>6</sub>. En revanche, si la valeur présentée sur

### MODULE SUPERIEUR



### MODULE AFFICHAGE

Vers module supérieur

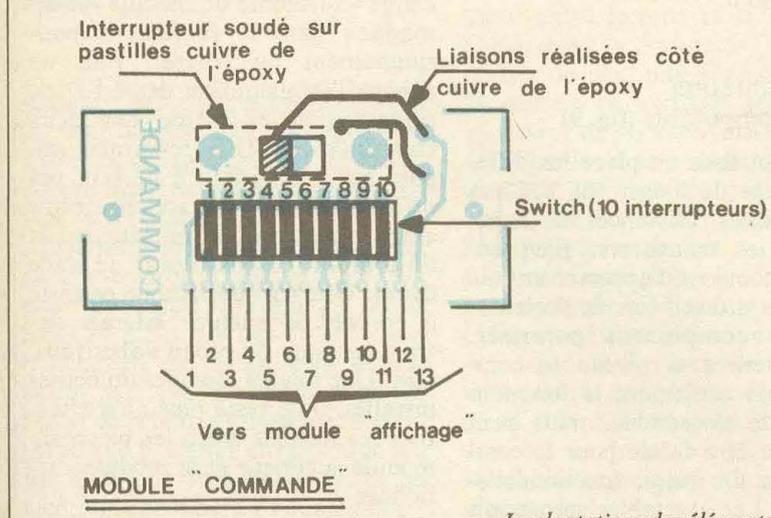
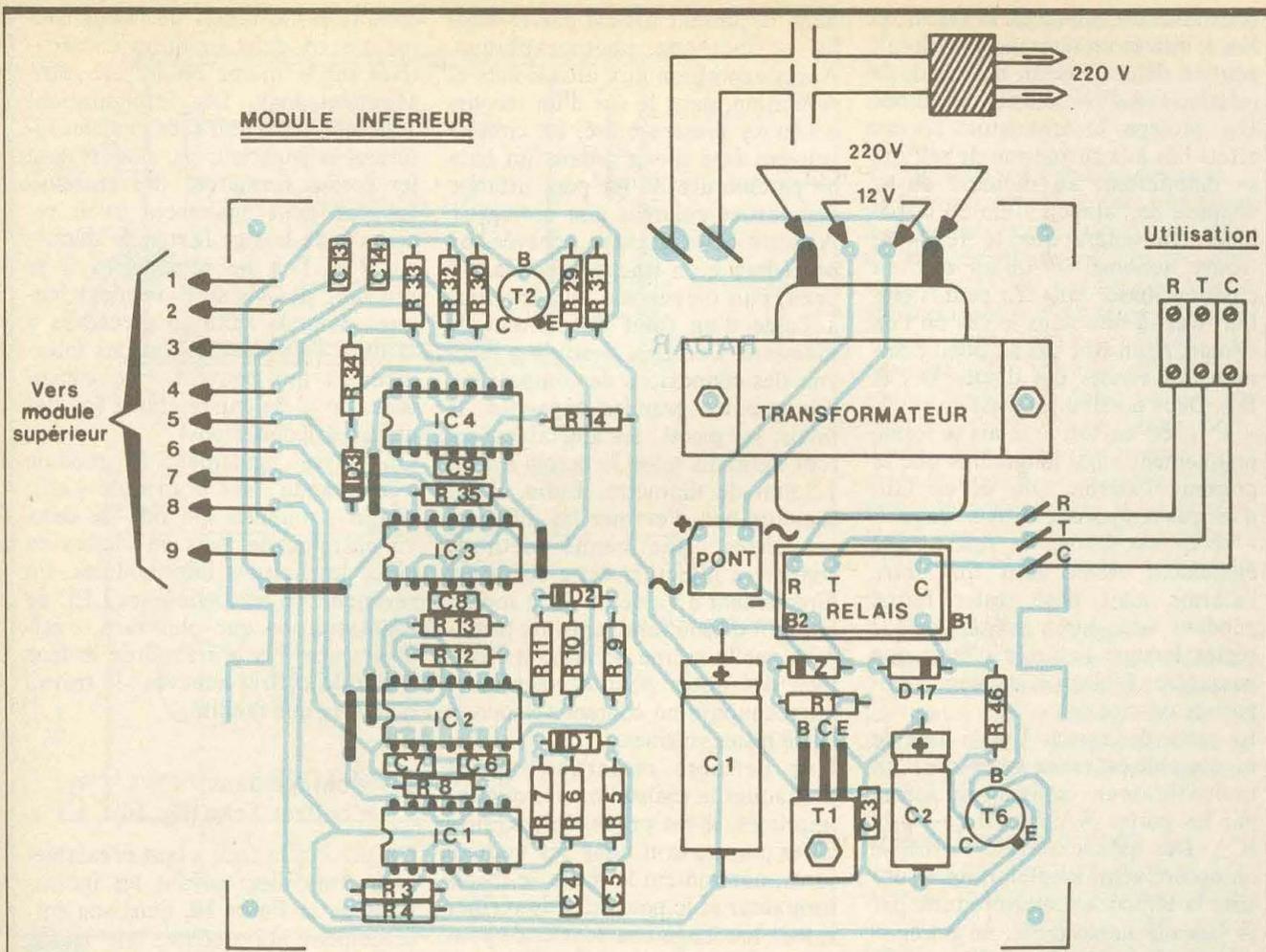


les entrées dépasse la valeur décimale 9 (par exemple 1101 = 13), toutes les sorties  $S_0$  à  $S_9$  présentent un état bas. En règle générale, un circuit MOS n'est pas capable au niveau de ses sorties de délivrer un

courant supérieur à 2 ou 3 mA en conservant la tension nominale de fonctionnement. Par contre, certaines comportent des sorties caractérisées par des « buffers » qui autorisent des courants plus importants

pouvant aller jusqu'à 15 mA sous une alimentation de 10 V, mais, bien entendu, avec une chute de potentiel qui peut être importante. C'est le cas du CD 4028. Il est ainsi possible d'alimenter directement une LED de signalisation par une sortie. Avec une résistance de limitation  $R_{40}$  de 330  $\Omega$ , on obtient ainsi un courant de l'ordre de 15 mA sous un potentiel de l'ordre de 3,5 à 4 V. L'allumage de la LED correspondante s'effectue donc sans problème avec une intensité lumineuse tout à fait acceptable dans le cas d'utilisation de LED rouges de 3 mm de diamètre. En revanche, cette chute importante de potentiel n'autorise plus la liaison avec une entrée d'un autre circuit MOS placé en aval : une amplification en tension serait nécessaire dans ce cas.

En définitive, les dix LED de signalisation  $L_2$  à  $L_{11}$  indiquent en permanence la distance séparant le radar de l'obstacle détecté, avec le maintien de l'allumage permanent de  $L_{11}$  en cas de dépassement de la portée maximale du radar.



Implantations des éléments. Fig. 9

m) Détection et programmation de l'alarme (fig. 5)

Les dix sorties du décodeur IC<sub>10</sub> aboutissent, par l'intermédiaire de dix diodes D<sub>5</sub> à D<sub>14</sub>, à dix interrupteurs que l'on peut ouvrir ou fermer selon les besoins. Ainsi, lorsque l'interrupteur n° 5 est fermé, tant

qu'une LED différente de L<sub>6</sub> se trouve allumée, on relève au niveau du R<sub>41</sub> un potentiel nul. En revanche, si L<sub>6</sub> s'allume, on enregistre sur cette même résistance un potentiel de l'ordre de 3,5 V. Grâce à T<sub>5</sub>, cette valeur est amplifiée et inversée, si bien qu'au niveau du collecteur de ce transistor, on relève :

- un état haut en position de non-alarme ;
  - un état bas en cas d'alarme.
- Nous verrons au chapitre suivant quelques exemples possibles d'application et de programmation de l'alarme par un positionnement approprié des interrupteurs 1 à 10.

n) Enclenchement de l'alarme (fig. 5)

Le collecteur de T<sub>5</sub> se trouve relié à l'entrée d'une bascule monostable formée par les portes NAND I et II de IC<sub>12</sub>.

Cette bascule délivre à sa sortie des impulsions négatives de durée variable suivant la position du curseur de l'ajustable A<sub>4</sub>. La commande d'une telle impulsion a lieu dès que le potentiel au niveau du collecteur de T<sub>5</sub> devient nul, c'est-à-dire en cas de déclenchement de l'alarme.

Le transistor PNP T<sub>6</sub> comporte dans son circuit collecteur le bobinage d'un relais et une résistance de limitation R<sub>46</sub>. S'agissant d'un relais 6 V, si R est la valeur de la

résistance du bobinage, la valeur de  $R_{46}$  à insérer en série dans le circuit peut se déterminer au moyen de la relation :  $R_{46} \approx 0,6 R$ . La diode  $D_{17}$  protège le transistor  $T_6$  des effets liés à la surtension de self qui se manifestent au moment de la coupure de l'alimentation de la bobine. On notera que le relais se trouve actionné lorsqu'un courant émetteur-base dans  $T_6$  peut s'établir, c'est-à-dire dans le cas où l'on enregistre un état bas au point commun des anodes des diodes  $D_{15}$  et  $D_{16}$ . Deux possibilités existent :

- si  $I_{11}$  est ouvert, le relais se ferme uniquement aussi longtemps que se présente l'alarme qui, de ce fait, n'est pas temporisée dans ce cas ;
- si  $I_{11}$  est fermé, le relais reste également fermé tant que dure l'alarme mais peut rester fermé pendant une durée préalablement réglée lorsque l'alarme n'était que passagère. L'alarme est donc temporisée dans ce cas.

La sortie de la porte I de la bascule monostable est reliée à l'entrée d'un multivibrateur commandé formé par les portes NAND III et IV de  $IC_{12}$ . Dès qu'une alarme se réalise ou encore aussi longtemps que subsiste la temporisation introduite par la bascule monostable, on enregistre un état haut sur l'entrée de commande du multivibrateur. Ce dernier délivre à sa sortie des créneaux de période 0,5 s (donc de fréquence 2 Hz). Il en résulte le clignotement de la LED  $L_2$  insérée dans le circuit du collecteur de  $T_7$ , et dont la résistance  $R_{50}$  limite le courant.

### III - REALISATION PRATIQUE

#### a) Circuits imprimés (fig. 8)

Ils sont au nombre de quatre : un module inférieur, un supérieur, un troisième destiné à l'affichage et un dernier prévu pour recevoir les interrupteurs de programmation. Comme toujours, il faut un minimum de soin pour réaliser ces circuits imprimés, en se servant bien sûr des différents produits de transfert existant sur le marché : bandellettes et rubans adhésifs. Bien entendu, une solution moins... fatigante consiste à reproduire directement les modèles présentés

dans le présent article par le biais de la méthode photographique. Après exposition aux ultraviolets et révélation, dans le cas d'un recours à l'époxy présensibilisé, les circuits peuvent être plongés dans un bain de perchlorure de fer pour attaque des parties cuivrées non protégées. Aussitôt cette gravure achevée, on procédera à un rinçage abondant à l'eau, puis on percera tous les trous à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains, destinés à recevoir des connexions de composants, tels que les grandes capacités, le relais, les picots, les ajustables, seront agrandis selon le besoin à 1 ou 1,3 mm de diamètre. Enfin, il est toujours bon d'étamer les différentes pistes ; une bonne méthode consiste à effectuer cette opération directement à l'aide du fer à souder et de fil de soudure ; ainsi on procédera par la même occasion à l'examen des pistes pour déceler toute microcoupure ou contact accidentel entre pistes voisines.

Une dernière remarque : avant d'attaquer la réalisation des circuits imprimés, il est prudent de se procurer auparavant tous les composants, notamment le relais, le transformateur et le pont, afin de vérifier si leur brochage convient et de pouvoir rectifier le tracé du circuit en cas de besoin.

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

Après avoir mis en place les différents straps de liaison, on soudera les diodes, les résistances, les capacités et les transistors. Bien entendu, il convient d'apporter un soin tout à fait attentif lors de l'orientation des composants polarisés. Toute erreur à ce niveau ne compromet pas seulement le fonctionnement de l'ensemble, mais peut également être fatale pour le composant ou un autre, fonctionnellement lié. Les ajustables seront mis en place, curseur placé en position médiane. En dernier lieu, on plantera les circuits intégrés en prenant bien soin de ne pas surchauffer les boîtiers au moment des soudures. Une bonne méthode consiste à planter d'abord tous les circuits intégrés (attention à l'orientation) puis à souder toutes les broches n° 1, puis toutes les broches n° 2, et ainsi de suite. Dans ces

conditions, le temps de refroidissement entre deux soudures consécutives sur le même boîtier est suffisamment long. Les implantations achevées, on réunira les modèles inférieur et supérieur par des vis dont les écrous formeront des entretoises ; on peut également avoir recours à de la tige filetée de diamètre 3 si l'on ne réussit pas à se procurer des vis suffisamment longues. Pour la suite on procédera à la mise en place des liaisons intermodules qui peuvent être constituées de fil de cuivre étamé (ou des chutes de connexions).

On fixera également le module « commande » sur le module « affichage », toujours à l'aide de deux vis entretoisées, puis on mettra en place les liaisons intermodules. En revanche, on ne soudera les LED de régularisation que plus tard, c'est-à-dire une fois le travail de la face avant du coffret achevé : le travail n'en sera que facilité.

#### c) Montage dans le coffret Teko (fig. 10)

On placera la face avant préalablement travaillée suivant les indications de la figure 10, dans son emplacement du coffret, en même temps que glisse le module « affichage » surmonté du module « commande » dans la rainure de positionnement du coffret. Puis on achève l'implantation des LED de signalisation et même des deux transducteurs. Une remarque importante à ce sujet : il ne faut pas qu'il existe un contact électrique entre la masse d'un transducteur et l'aluminium constituant la face avant. Une bonne méthode consiste à enrober la surface latérale des transducteurs de ruban adhésif isolant. Une fois les modules du boîtier installés, il ne reste plus qu'à effectuer les liaisons entre les picots du module supérieur et le module « affichage ».

#### d) Réglages, mise au point et utilisation

L'ajustable  $A_1$  est à placer curseur en position médiane. L'ajustable  $A_2$ , en revanche, sera plutôt positionné curseur placé dans le premier tiers gauche de sa course, sens des aiguilles d'une montre, de façon à ne pas obtenir une sensibilité trop

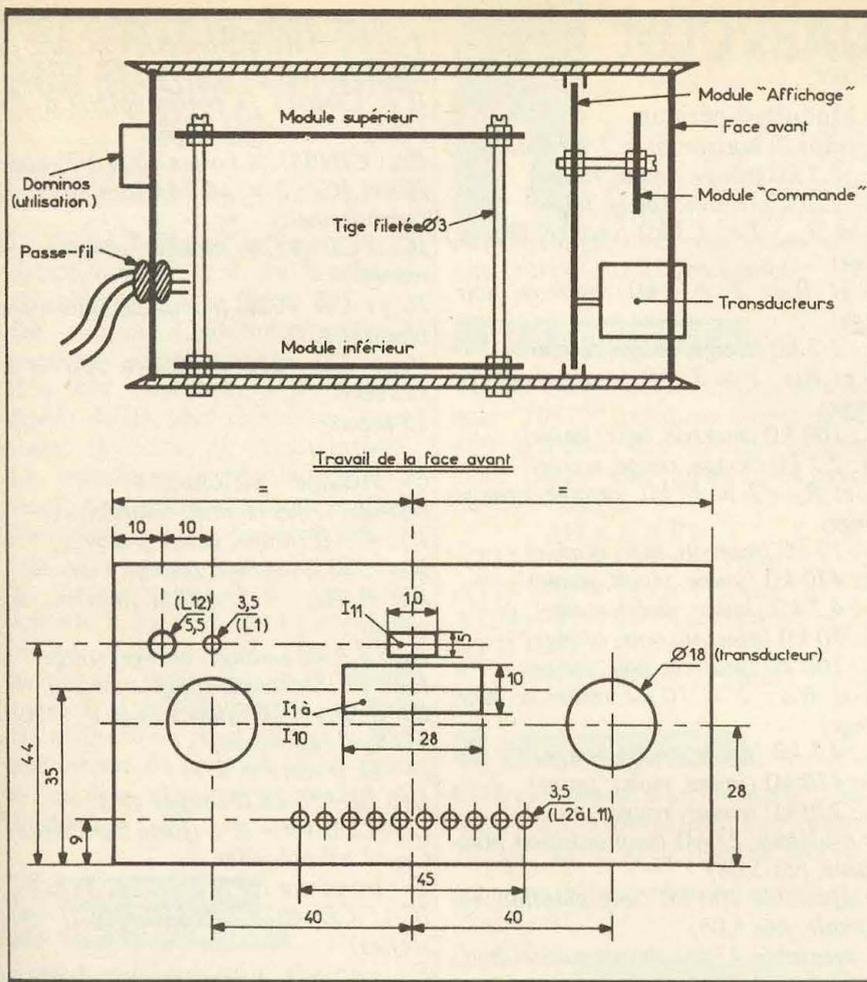


Fig. 10 Schéma de montage.

grande. Quant aux ajustables  $A_3$  et  $A_4$ , leur curseur sera maintenu provisoirement en position moyenne. Aucun interrupteur de programmation ne sera fermé.

Après mise sous tension, on se placera à environ 1 mètre d'un mur pour constater l'allumage d'une LED  $L_2$  à  $L_{11}$ . En cas de non-fonctionnement du radar, cela se traduira par une non-perception de l'écho de retour, vraisemblablement parce que le signal ultrasonique n'a pas la bonne fréquence. Pratiquement, on constatera l'allumage permanent de  $L_{11}$ , c'est-à-dire la LED extrême. On tournera donc très lentement le curseur de  $A_1$  dans un sens ou dans l'autre, jusqu'à obtenir l'allumage d'une LED autre de  $L_{11}$  ou  $L_2$ . En revanche, si d'emblée on a l'allumage de  $L_2$ , il faut réduire légèrement la sensibilité de la réception en tournant légèrement le curseur de  $A_2$  dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Par la suite, on augmentera la distance entre le mur et le radar. Si l'on arrive à la limite par l'allumage de  $L_{11}$ , on peut augmenter l'échelle de mesure en tournant légèrement le curseur de  $A_3$  dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Bien entendu, il est possible que l'on soit obligé, au fur et à mesure de ces réglages, de retoucher  $A_1$  de façon à obtenir une puissance ultrasonique optimale. De même, on peut également être amené à réajuster la sensibilité de la réception; une rotation de  $A_3$  dans le sens des aiguilles d'une montre augmente cette dernière et inversement. Trop de sensibilité provoque l'allumage permanent de  $L_2$ .

Enfin, en enclenchant par exemple l'interrupteur  $I_{10}$  et en dirigeant le radar vers un espace sans obstacle, on obtient la fermeture du relais d'utilisation. Si  $I_{11}$  est enclenché, on peut régler la temporisation à la valeur voulue, qui peut atteindre quelques minutes si le curseur de  $A_4$  est totalement tourné vers la droite dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le radar étant maintenant correctement réglé, on obtient raisonnablement une portée maximale de l'ordre de 5 mètres. Plusieurs utilisations sont possibles :

### 1. Surveillance d'un espace donné

Si le radar est dirigé vers une pièce à surveiller, la présence d'une table, de chaises, d'un meuble ou d'un mur provoque l'allumage d'une LED donnée, en situation normale. Toute perturbation causée par exemple par l'intrusion d'une personne, l'ouverture d'une porte, aura pour effet l'allumage, même bref, d'une autre LED. Au niveau de la programmation de l'alarme, il suffit donc de fermer tous les interrupteurs autres que celui correspondant à la LED allumée en situation normale.

### 2. Détecteur de passage

Jusqu'à une distance de l'ordre de 2 mètres, un individu peut réfléchir les ondes ultrasoniques et, de ce fait, être décelé. Egalement dans ce cas, il suffit de prévoir la programmation appropriée.

### 3. Surveillance d'un objet

Il s'agit par exemple de surveiller, dans un magasin, la présence d'une caisse, d'un tiroir qui doit rester fermé, d'un attaché-case. Le radar correctement orienté et positionné peut venir à bout de ce problème. On peut de la même façon surveiller l'état de fermeture ou d'ouverture d'une porte.

En définitive, on voit que les applications ne manquent pas, et nos lecteurs à l'esprit imaginaire trouveront certainement d'autres utilisations possibles de notre radar ultrasonique.

Robert KNOERR

(Liste des composants du montage au dos).

**IV - LISTE****DES COMPOSANTS****a) Module inférieur**

5 straps (1 horizontal, 4 verticaux)

 $R_1$ : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron) $R_3$ : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune) $R_4$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_5$  et  $R_6$ : 2  $\times$  33 k $\Omega$  (orange, orange, orange) $R_7$ : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_8$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_9$  et  $R_{10}$ : 2  $\times$  33 k $\Omega$  (orange, orange, orange) $R_{11}$ : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{12}$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_{13}$  et  $R_{14}$ : 2  $\times$  47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange) $R_{29}$ : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge) $R_{30}$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_{31}$ : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron) $R_{32}$  et  $R_{33}$ : 2  $\times$  10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{34}$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_{35}$ : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{46}$ : 68  $\Omega$  (bleu, gris, noir) voir texte $Z$ : diode Zener 10 V $D_1$  à  $D_3$ : 3 diodes signal (1N914, 4148 ou équivalent) $D_{17}$ : diode 1N4004 ou 4007

Pont redresseur 500 mA

 $C_1$ : 2 200  $\mu$ F/16 V électrolytique $C_2$ : 220  $\mu$ F/10 V électrolytique $C_3$ : 0,1  $\mu$ F polyester $C_4$ : 0,47  $\mu$ F polyester $C_5$ : 0,1  $\mu$ F polyester $C_6$ : 4,7 nF polyester $C_7$ : 47 nF polyester $C_8$ : 10 nF polyester $C_9$ : 22 nF polyester $C_{13}$ : 22 nF polyester $C_{14}$ : 47 nF polyester $T_1$ : transistor NPN BD135, 137 $T_2$ : transistor PNP 2N2907 $T_6$ : transistor PNP 2N2905 $IC_1$  à  $IC_4$ : 4  $\times$  CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

Transformateur 220 V/12 V, 0,15 A, 1,7 W

Relais 1 RT/6 V

5 picots

**b) Module supérieur**

16 straps (9 horizontaux, 7 verticaux)

 $R_{15}$ : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge) $R_{16}$ : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune) $R_{17}$  et  $R_{18}$ : 2  $\times$  3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge) $R_{19}$  et  $R_{20}$ : 2  $\times$  1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge) $R_{21}$ : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge) $R_{22}$  et  $R_{23}$ : 2  $\times$  33 k $\Omega$  (orange, orange, orange) $R_{24}$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_{25}$ : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge) $R_{26}$  et  $R_{27}$ : 2  $\times$  33 k $\Omega$  (orange, orange, orange) $R_{28}$ : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{36}$ : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune) $R_{37}$ : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge) $R_{38}$ : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{39}$ : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune) $R_{43}$  et  $R_{44}$ : 2  $\times$  10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{45}$ : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge) $R_{47}$ : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune) $R_{48}$ : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune) $A_1$ : ajustable 22 k $\Omega$  (implantation horizontale, pas 5,08) $A_2$ : ajustable 100 k $\Omega$  (implantation horizontale, pas 5,08) $A_3$ : ajustable 47 k $\Omega$  (implantation horizontale, pas 5,08) $A_4$ : ajustable 470 k $\Omega$  (implantation horizontale, pas 5,08) $D_4$ : diode signal (1N914, 4148 ou équivalent) $D_{15}$  et  $D_{16}$ : 2 diodes signal (1N914, 4148 ou équivalent) $C_{10}$ : 2,2 nF polyester $C_{11}$ : 10 nF polyester $C_{12}$ : 4,7 nF polyester $C_{15}$ : 470 pF céramique $C_{16}$  et  $C_{17}$ : 2  $\times$  1 nF polyester $C_{19}$ : 2,2 nF polyester $C_{20}$ : 1 nF polyester $C_{21}$ : 0,47  $\mu$ F polyester $C_{22}$ : 47  $\mu$ F, 10 V électronique $C_{23}$ : 100  $\mu$ F, 10 V électrolytique $C_{24}$ : 1  $\mu$ F polyester $T_3$  à  $T_5$ : 3 transistors NPN BC108, 109, 2N2222 $IC_5$ : CD4011 (4 portes NAND à 2 entrées) $IC_6$ : CD4081 (4 portes AND à 2 entrées) $IC_7$  et  $IC_8$ : 2  $\times$   $\mu$ A 741 (amplificateurs opérationnels) $IC_9$ : CD 4520 (double compteur binaire) $IC_{10}$ : CD 4029 (compteur-décompteur binaire/BCD) $IC_{12}$ : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

13 picots

**c) Module « affichage »**

6 straps (1 horizontal, 5 verticaux)

 $R_2$ : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron) $R_{40}$ : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron) $R_{41}$  et  $R_{42}$ : 2  $\times$  10 k $\Omega$  (marron, noir, orange) $R_{49}$ : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge) $R_{50}$ : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron) $D_5$  à  $D_{14}$ : 10 diodes signal (1N914, 4148 ou équivalent) $L_1$ : LED verte  $\varnothing$  3 $L_2$  à  $L_{11}$ : 10 LED rouges  $\varnothing$  3 $L_{12}$ : LED verte  $\varnothing$  5 (forte luminosité) $C_{18}$ : 1 nF polyester $T_7$ : transistor NPN 2N1711, 1613 $IC_{11}$ : CD 4028 (décodeur BCD  $\rightarrow$  10 sorties) $E$ : capsule ultrasonique émettrice 40 kHz $R$ : capsule ultrasonique réceptrice 40 kHz**d) Module « commande »**

Interrupteur à glissière

10 interrupteurs Switch « dual in line »

**e) Divers**

Fiche 220 V

Fil secteur

Fils en nappe

3 dominos

Passe-fil

Visserie diverse

Boîtier Teko série CAB modèle 022 (128  $\times$  135  $\times$  60)

# ATTENTE MUSICALE SUR MAGNETOPHONE KN 83

(suite de la p. 77)

La **figure 2** fournit le dessin de ce circuit, dont on trouvera le schéma d'implantation à la **figure 3**. Il faudra, comme d'habitude, veiller à respecter soigneusement l'orientation des composants polarisés : diodes, LED, pont redresseur, transistor, thyristor, et circuit intégré. Le transformateur comporte, lui aussi, un repère (marque rouge), pour distinguer le primaire du secondaire.

La dernière étape du montage consiste à loger le circuit dans son boîtier. Celui-ci doit recevoir des perçages, pour les trois prises « jack », et pour le bouton poussoir. On utilisera un foret bien affuté, et une vitesse de rotation lente, faute de quoi le plastique risquerait de fondre.

## UTILISATION DE L'APPAREIL

Lorsque vous désirez mettre en service « l'attente musicale » pour faire patienter un correspondant, pressez le poussoir  $S_1$ , et raccrochez le combiné : le magnétocassette se met en route (sinon, il faut inverser la position de  $S_2$ ). Pour reprendre la conversation, il suffit, comme nous l'avons dit, de décrocher à nouveau.

## LISTE

### DES COMPOSANTS

- $R_1$  : 27  $\Omega$  (rouge, violet, noir)
- $R_2$  : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- $R_3$  : 150  $\Omega$  (marron, vert, marron)
- $R_4$  : 68  $\Omega$  (bleu, gris, noir)
- $D_1$  : pont redresseur B250 C800 ou équivalent
- $D_2$  : 1N 4148
- $D_3$  : Zener 15 V (500 mW)
- LED : diode électroluminescente
- $T_1$  : 2N 5064
- $Q_1$  : BC 547C ou BC 337
- CI : optocoupleur 4N26
- $K_1, K_2, K_3$  : jacks femelles 3,5 mm
- TR : transformateur BF
- $S_1$  : poussoir
- $S_2$  : inverseur deux positions, deux circuits.

# NOUVEAUTES « ESM »

La firme « ESM », bien connue pour son importante production de coffrets, s'enrichit de nouvelles gammes destinées aux amateurs et aux professionnels.

## LA SERIE « AT »

Coffret composé d'un châssis en tôle acier 10/10°, peinture époxy cuite 190° gris clair, et d'un capot en tôle acier 10/10° gris foncé. Livré avec pieds et visserie.

(H x L x P)

- AT13 = 61 x 135 x 135 mm
- AT18 = 61 x 185 x 135 mm
- AT24 = 91 x 245 x 215 mm
- AT31 = 91 x 315 x 215 mm
- AT42 = 95 x 425 x 215 mm

## LA SERIE « PS »

Coffret composé d'un châssis et d'un capot en aluminium épaisseur 10/10°. Livré avec film de protec-

tion pour éviter les rayures pendant l'usinage. Livré avec visserie.

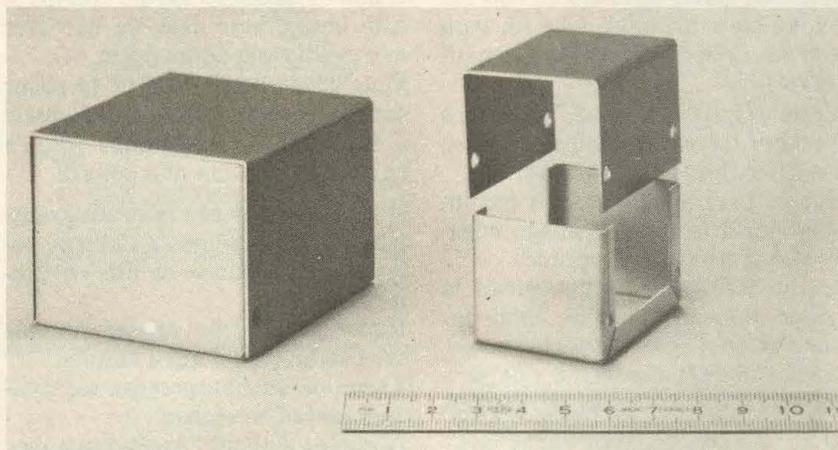
(H x L x P)

- P13 = 35 x 38 x 46
- P23 = 35 x 38 x 61
- P31 = 35 x 61 x 65
- P42 = 35 x 76 x 65
- P51 = 35 x 76 x 80
- S63 = 50 x 38 x 46
- S75 = 50 x 38 x 61
- S83 = 50 x 51 x 65
- S92 = 50 x 75 x 65
- S100 = 50 x 75 x 80
- S110 = 50 x 125 x 80

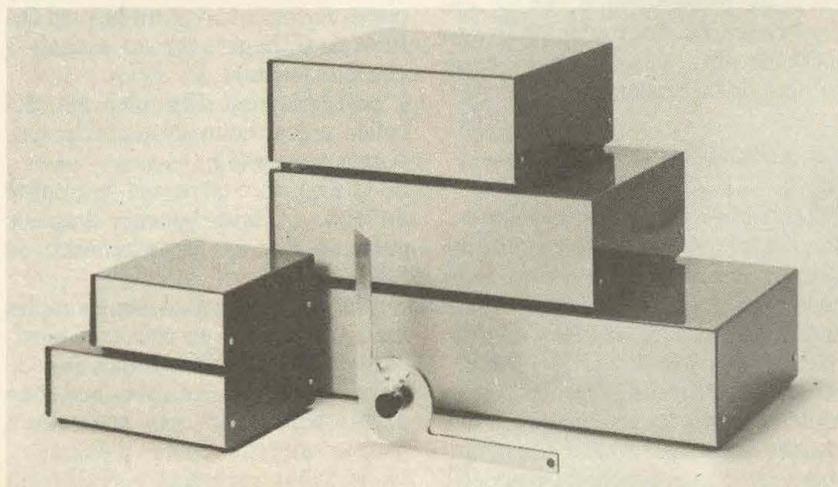
## LA SERIE « ER »

Signalons enfin que la série « ER » comprend désormais trois nouveaux modèles 48/04, 48/09 et 48/13 en profondeur 150 mm seulement afin de répondre aux exigences de la clientèle.

ESM, 119, rue des Fauvelles, 92400 Courbevoie, tél. : 47.68. 50.98. Telex : 630612.

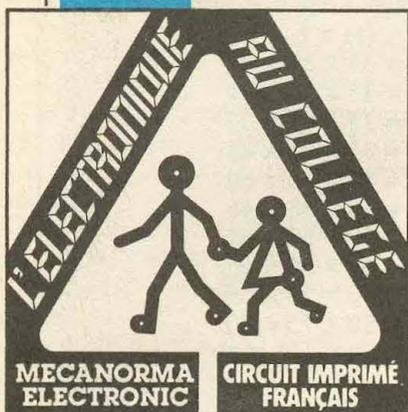


Série « PS »



Série « AT »

# LA SERIGRAPHIE



Nous progressons ensemble depuis cinq mois dans la réalisation des circuits imprimés.

Connaissant maintenant la photogravure sur-présensibilisé positif ou négatif, nous savons que cette technologie s'adapte uniquement aux prototypes ou aux petites quantités.

**D**ans le cas de reproduction de séries, il existe une technique économique « la sérigraphie ».

## LA SERIGRAPHIE DIRECTE

Elle se compose d'un « écran de soie » ou plutôt un cadre en bois sur lequel on a tendu et collé un tissu très fin (120 fils de nylon au centimètre).

Cette première méthode consiste à boucher toutes les mailles du tissu avec une résine photosensible.

Sur ce tissu nous reportons par insolation ultraviolette l'image négative de notre circuit imprimé.

La lumière ultraviolette détruit la résine insolée que nous éliminons dans un bain de développement.

Ainsi s'obtient « un écran » de sérigraphie à travers lequel on transfère de l'encre sur un support cuivré.

Si cette méthode est la plus utilisée chez les professionnels, en ce qui nous concerne, nous adopterons une méthode plus adaptée à notre équipement de laboratoire.

## LA SERIGRAPHIE INDIRECTE

Pour éviter d'insoler la totalité de l'écran avec son cadre (ce qui nous pose un problème d'équipement spécialisé) il faut réaliser un film négatif intermédiaire auto-adhésif. Avant tout il faut préparer l'écran en le brossant longuement avec une poudre détersive. Rincer abondamment avec une douchette pour être certain de ne pas laisser de micro

billes de détergent dans les mailles du tissu (1-2).

Insolons maintenant le film négatif de couleur rouge inactinique en le plaçant dans notre châssis ultraviolet l'émulsion rouge vers la source de lumière et en faisant attention au sens du film (3).

Après 4 mn d'insolation (dans un châssis 4 tubes 15 W) on trempe le film une minute dans un bac avec une solution de développeur (4).

Pour dépouiller le film de la résine détruite, asperger avec la douchette à l'eau tiède (obligatoire) jusqu'à ce que l'eau ne soit plus colorée.

Il ne reste plus sur la partie transparente du film que le support polyester, la gélatine a été entièrement éliminée.

Reportons le film encore humide sur l'écran (5) lui aussi humide.

La résine du film prendra son pouvoir adhésif en séchant.

Absorber d'abord l'excès d'eau avec une cellulose ou un tissu en tamponnant comme avec un buvard (6) finir le séchage avec un séchoir à cheveux (tiède).

L'ensemble tissu film bien sec, décoller précautionneusement le support polyester (7).

Si le film ne couvre pas la totalité du tissu il faut boucher l'espace entre le film et le cadre avec de l'adhésif (8).

Toutes ces opérations sont simples mais nécessitent un soin très particulier il est, en effet, impossible de déboucher une maille bouchée après séchage et cela provoquera pour la suite un manque d'encre.

Nous avons maintenant réalisé un écran de sérigraphie qui peut nous

servir à bien d'autres applications que le circuit imprimé, faces avants de plusieurs couleurs, dessin d'implantation de composants et même des vernis « épargne » pour économiser l'étamage de toutes les pistes...

## TECHNIQUES ET APPLICATIONS

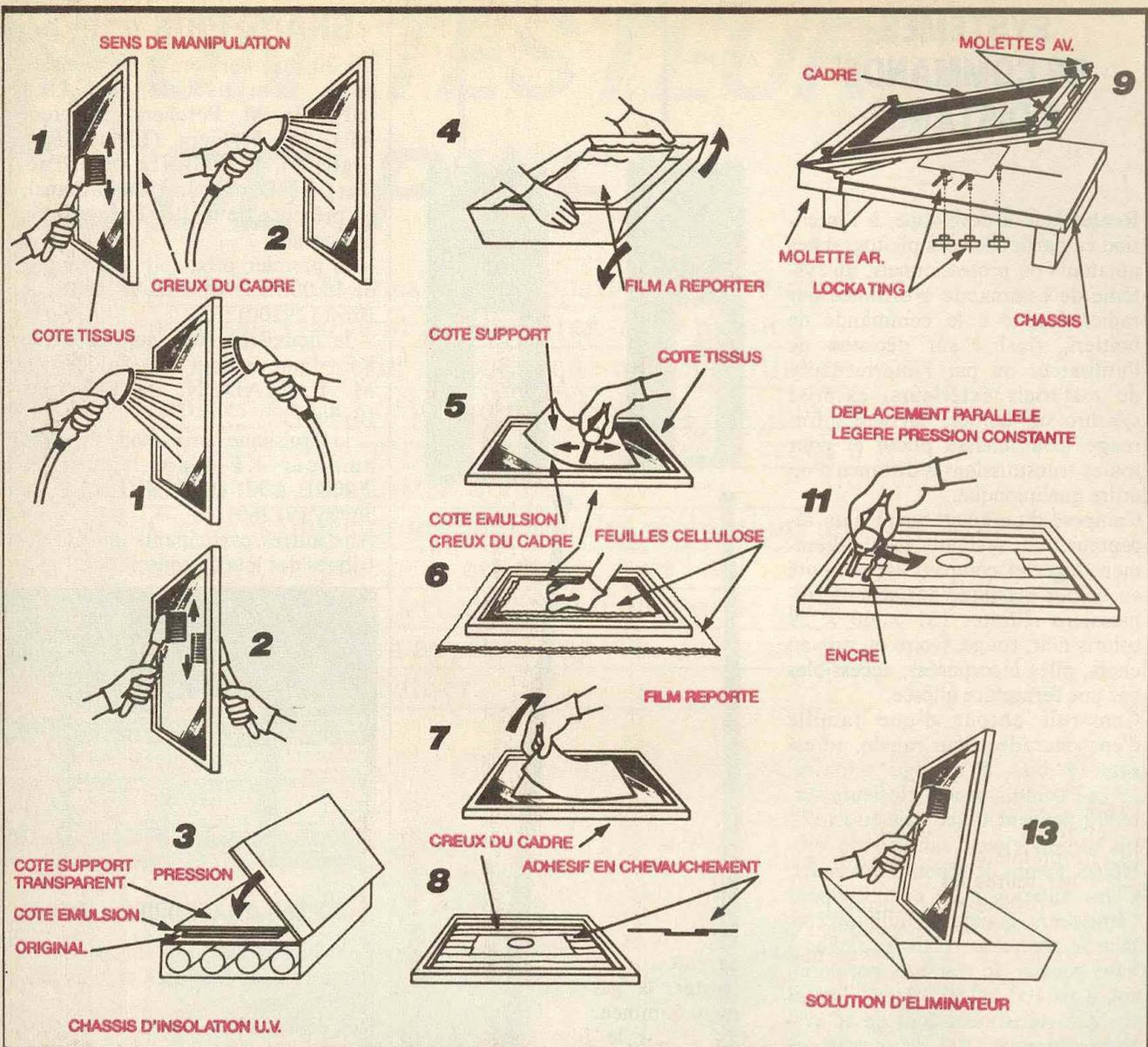
Nous possédons un cadre de sérigraphie avec l'image négative du circuit à reproduire. Il ne nous reste plus qu'à monter ce cadre sur une charnière pour reporter régulièrement et avec précision l'encre de sérigraphie à travers l'écran.

L'articulation du châssis doit être très rigide ; le cadre doit pivoter facilement, rester ouvert en position haute pour le changement de circuit et ouvert en position basse pour l'encrage du tissu.

La descente doit s'effectuer absolument parallèle à la table de travail. Il faut pouvoir régler la distance du tissu par rapport à la pièce à sérigraphier : soit une feuille de papier, un circuit de 8 ou 16/10<sup>es</sup> de millimètre ou une face avant de 3 millimètres d'épaisseur.

Dernière caractéristique importante : le calage du circuit à sérigraphier doit se faire en trois points, rapidement et précisément dans le but de repérer les éléments d'un circuit ou de repérer des couleurs.

Le cadre peut être en bois, en acier ou en aluminium ; le tissu en toile synthétique et parfois en fil d'acier. La taille du cadre est déterminée



par celle du circuit ; on ajoute 5 centimètres de chaque côté et 7,5 centimètres au-dessus et en dessous des dimensions du circuit.

Si tous ces impératifs vous déroutent, sachez qu'il existe maintenant des systèmes complets qui englobent l'écran et son support et la douzaine d'accessoires nécessaires à un poste de travail (chez C.I.F.).

Après le montage, le calage et le réglage, nous passons au report de l'encre à travers le tissu. Ce n'est plus qu'une opération simple.

On étale un cordon d'encre parallèlement au petit côté du cadre. On pose la raclette inclinée à 45 %, « on tire » le cordon d'encre en exerçant une pression pour appliquer le tissu sur le circuit. En se décollant derrière la raclette, le tissu aura déposé l'image positive de notre circuit.

Cette étape est facile et avantageuse par rapport aux procédés photosensibles : si vous ratez, vous effacez et recommencez.

Il est important de nettoyer l'écran avec un solvant non gras avant que l'encre sèche sur le tissu et bouche certaines mailles (coupures sur un circuit).

Nous pouvons archiver l'écran avec son circuit ou bien éliminer le film négatif en le laissant tremper 5 minutes dans une solution d'éliminateur (enzymes). Il suffit de brosser pour détacher les lambeaux de plastique.

Après rinçage, le dessin du circuit reste visible. Le tissu de l'écran a été teinté par l'encre. Cette image « fantôme » peut s'enlever avec un solvant puissant.

Pourquoi la sérigraphie est-elle si

populaire dans l'industrie, les arts graphiques ?

En circuit imprimé, la méthode est économique, précise et permet de sérigraphier les pistes en une ou deux faces ; de sérigraphier l'implantation des composants, de réaliser des vernis épargne... (le vernis épargne résiste à la température en fusion de l'étain et évite de déposer de la soudure là où cela n'est pas nécessaire ; d'où l'économie de matière).

Une autre possibilité pour celui qui veut bénéficier de la simplicité de la sérigraphie, c'est de faire réaliser son écran en fournissant un document à un sérigraphe. Cette méthode très utilisée est quand même très économique et supprime une partie délicate, la sensibilisation de l'écran.

## SYSTEMES DE COMMANDE A DISTANCE

Realtechnic a développé, à l'intention en particulier des photographes amateurs ou professionnels, un système de commande à distance par radio, destiné à la commande de boîtiers, flash... sur décision de l'utilisateur ou par l'intermédiaire de matériels extérieurs, ex-prise synchro sur boîtier, barrière infra-rouge, pour chasse photo et pour toutes transmissions à distance d'un ordre quelconque.

Composé d'un émetteur et d'un récepteur, ce système particulièrement léger et compact est présenté en boîtier plastique antichoc de dimensions réduites 131 x 60 x 29 coloris noir, rouge, ivoire ou gris au choix, piles incorporées, accessibles par une fermeture clipsée.

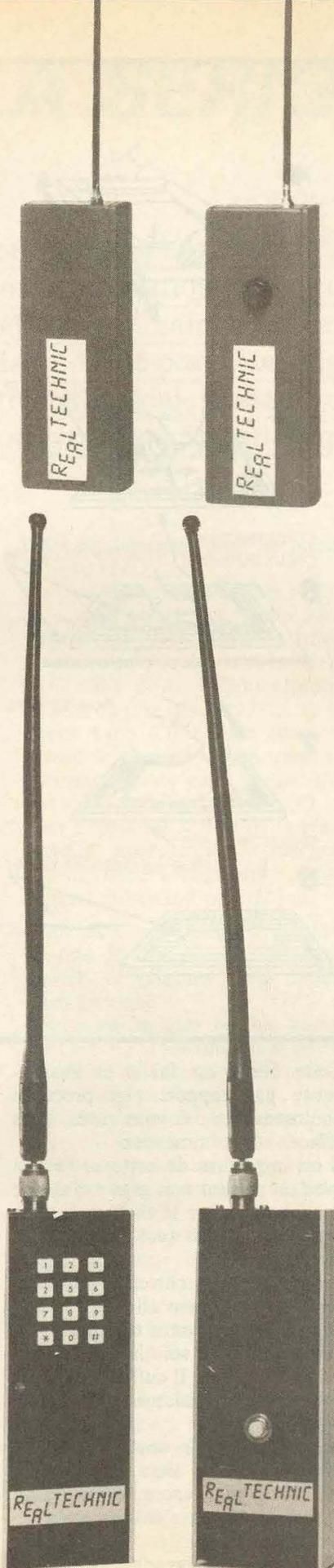
Construit autour d'une famille d'encodeur/décodeur rapide, adressage 9 bits à codage trinaire, 19 683 combinaisons, plusieurs systèmes peuvent de ce fait être utilisés conjointement sans aucun problème. Temps de réponse très court. Consommation nulle en veille pour l'émetteur, quelques milliampères pour le récepteur relais récepteur à haut pouvoir de coupure, portée au sol, à vu 100 à 150 mètres. Toutes ces caractéristiques font de ce système référencé TR 1/1, un matériel sérieux et fiable.

Realtechnic fabrique et distribue également une gamme très complète de systèmes de commande à distance par radio, courte et longue portée, de 1 à 15 canaux ou plus, simultanés ou non, destinée à toutes les applications privées, professionnelles ou industrielles par exemple : ouverture/fermeture de porte de garage, transmission d'alarme, asservissement de flash, feux d'artifice ou effets spéciaux...

Clavier téléphone digital au-delà de quatre canaux, alimentation piles, batterie ou secteur.

Fabrication française, vente uniquement par correspondance.

Realtechnic, 1, allée des Berges, 94370 Sucy-en-Brie. Tél. : (1) 45.90.56.11.



## GRAND PRIX « KF »

Le 20 mai dernier, le jury souverain, composé de M. Alex (SPDEI), M. Porcheret (Siceront KF), M. Fighiera (Electronique Pratique), M. Joly (Le Haut-Parleur), M. Duchemin (Radio-Plans), en présence de maître Desagneaux, a décerné :

– le premier prix, soit une somme de 15 000 F, à M. J. LARRIBE, de Brest (29200) ;

– le deuxième prix, soit un Labo KF d'une valeur de 8 000 F, à M. B. MADEN, de Peronnas (01960) ;

– le troisième prix, soit un labo amateur KF d'une valeur de 2 000 F, à M. D. MINVIELLE, de Juvisy (91260).

Aux autres participants ont été attribués des lots de consolation.



## COLLES ANAEROBIES « KF »

Pour blocages démontables ou indémontables de visseries et d'assemblages divers.

Ces colles sèchent sans air et sont de résistance mécanique plus ou moins forte.

Quatre modèles selon les utilisations, en flacon avec diffuseur.

Il existait déjà deux produits KF, pour le blocage : Bloc'Ront, pour jointoyer : Mastic'Ront.

### A.P.V. 6410

Colle anaérobie pour blocage démontable de petites visseries

Résistance mécanique faible.

A utiliser sur les parties filetées ou dans les taraudages de jeu maximum 0,1 mm.

Temps de prise : 5 à 10 mn

Couleur : jaune

Viscosité cps 25 °C : 15-35

Résistance cisaillement N/mm<sup>2</sup> : 15-10

Couple de desserrage Nm cm initial 15-20, Nm cm résiduel 10-15

Poids spécifique 1.06-1.10

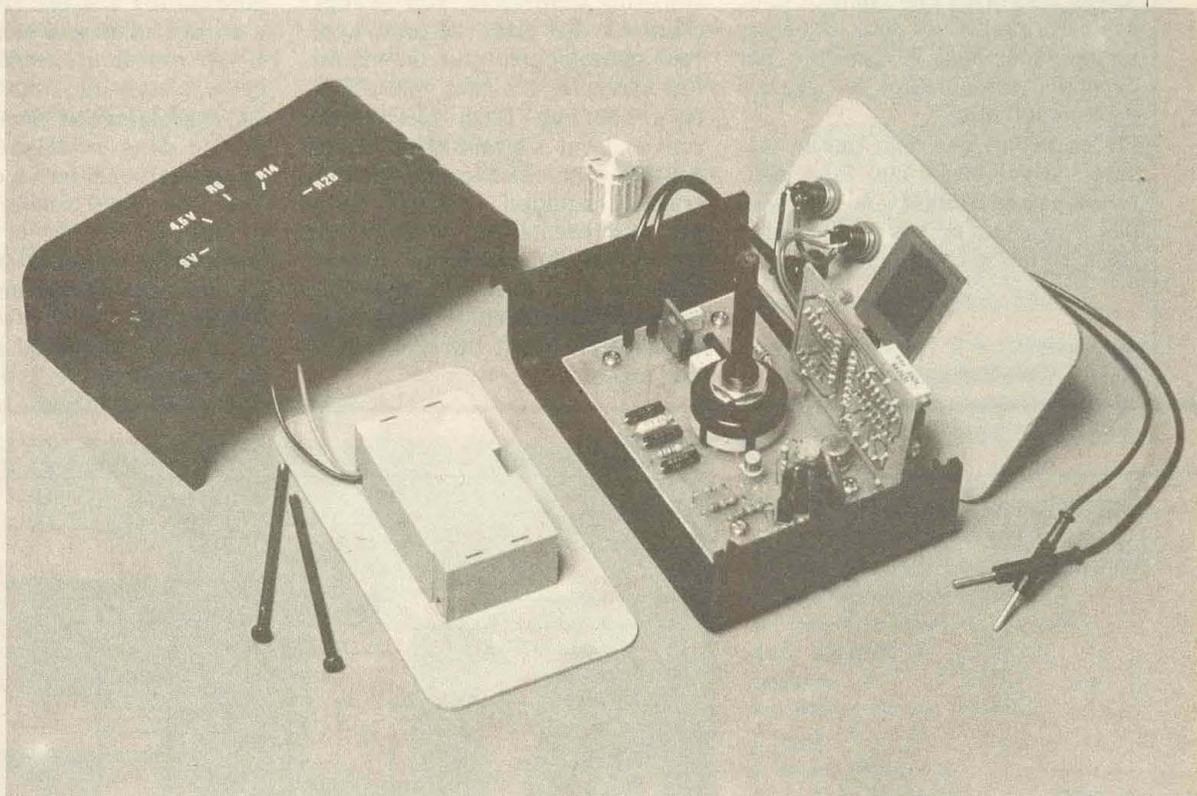
Température admissible : - 150 °C



# UN TESTEUR DE PILES

Un testeur de piles est un appareil dont l'utilité n'est pas vraiment à démontrer, mais plutôt à rappeler : c'est un montage que vous amortirez rapidement, en déterminant aisément si la pile que vous avez entre les mains peut encore servir à alimenter un appareil donné.

Certains objecteront que de telles réalisations ont déjà été proposées. C'est exact, mais les particularités et la commodité d'emploi de notre testeur en font un appareil que vous aurez sans doute envie de réaliser.



**P**our mieux comprendre certains points du cahier des charges que nous nous sommes fixé, il nous semble d'abord important de faire deux brefs rappels sur

le fonctionnement et l'utilisation des piles. (Nous parlons bien de **piles** et non d'**accumulateurs**, souvent appelés « piles rechargeables », appellation qui peut prêter à confusion.)

Lorsqu'une pile « faiblit », c'est d'abord sa **résistance interne** qui augmente, bien avant que sa **force électromotrice** ne diminue. Ainsi, si vous mesurez une tension de 1,5 V sur une pile connectée à un voltmètre-

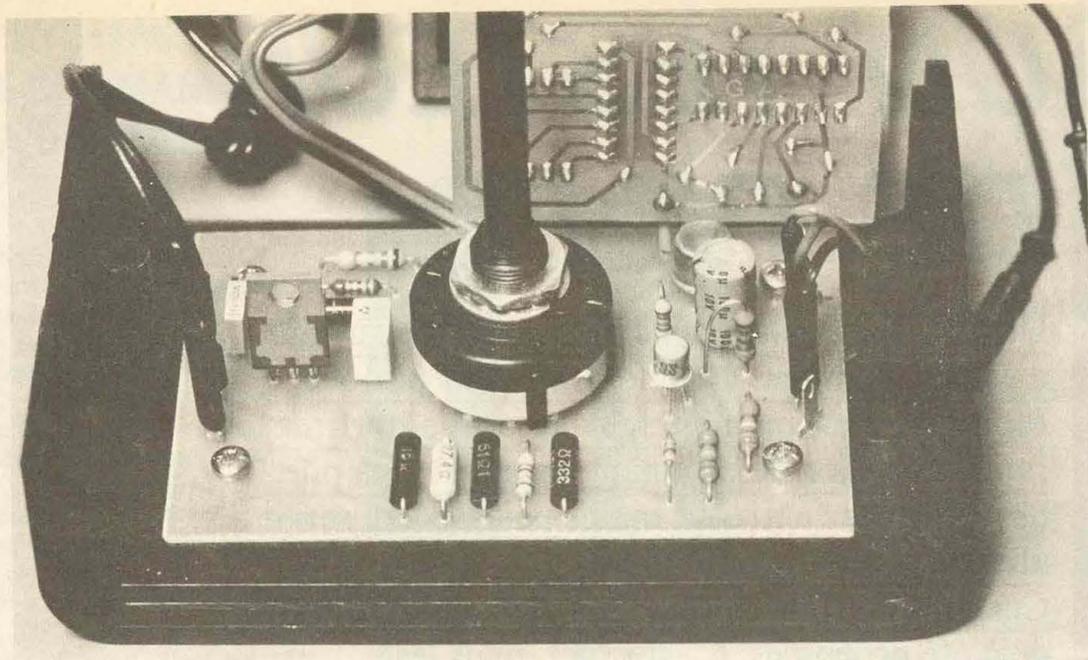


Photo 2. - Détails de la carte principale et du commutateur.

tre numérique présentant une résistance d'entrée de  $10\text{ M}\Omega$ , cela ne veut pas dire qu'elle est bonne, mais qu'elle peut encore fournir au moins...  $15\text{ mA}$  ! Elle pourrait donc avoir des problèmes pour alimenter un magnétophone à cassettes, par exemple, consommant en général environ  $300\text{ mA}$ .

On en déduit que pour que la mesure soit valable, il faut faire **débit** un peu de courant à la pile, mais pas trop, pour ne pas la décharger (ce n'est pas le but du montage !).

Pour arriver à des « économies maximales », il n'est pas suffisant de savoir si une pile est bonne ou mauvaise, il est aussi très intéressant de connaître son « degré d'usure ». En effet, certains appareils consomment plus ou moins... Par exemple, des piles « insuffisantes » pour un flash électronique conviendront souvent parfaitement pour une calculatrice de poche à cristaux liquides. L'intérêt de ne pas se contenter de savoir si une pile est simplement bonne ou mauvaise est donc d'avoir la possibilité de la réutiliser éventuellement dans un appareil ayant une consommation moindre.

### CAHIER DES CHARGES

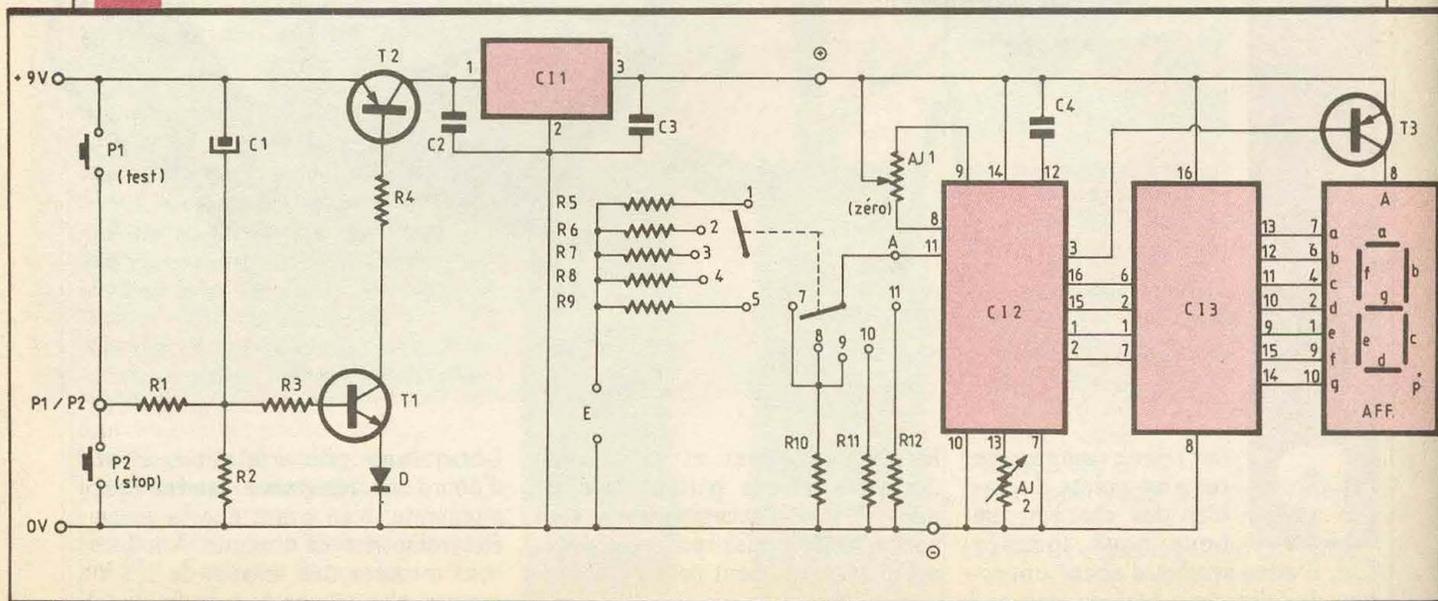
Ce premier point est l'une des originalités du montage : il donnera une note sur dix à la pile (de 0 à 9 pour n'utiliser qu'un seul afficheur).

L'appareil sera compact et autonome, c'est-à-dire alimenté par pile. La consommation devra donc être faible ; dans un tel montage, l'inverse serait en effet un comble !

Pour cela nous aurons un poussoir de mise en marche et un poussoir arrêt, accompagné d'une mise hors service automatique en cas d'oubli d'extinction.

Un simple commutateur permettra de sélectionner le type de pile à

Fig. 1 Schéma de principe complet.



tester (9 V, 4,5 V, R<sub>6</sub>, R<sub>14</sub> et R<sub>20</sub>). Le test sera plus « dur » pour les piles de plus forte capacité. Par exemple, on demandera un courant plus important à une « R<sub>20</sub> » qu'à une « R<sub>14</sub> », à une « R<sub>14</sub> » qu'à une « R<sub>6</sub> ». La capacité des « R<sub>6</sub> », « 4,5 V » et « 9 V » étant approximativement la même, on leur demandera le même courant de test (une pile 4,5 V correspond à peu près à trois « R<sub>6</sub> » en série).

Autre point très important : il n'y aura pas de polarité de la pile à tester à respecter. Chaque pointe de touche pourra donc indifféremment être reliée à la borne « plus » ou « moins » de la pile à mesurer. Nous obtiendrons donc un montage très simple à utiliser... et n'importe qui pourra s'en servir.

Avec un tel cahier des charges, on pourrait croire que l'on va arriver à un montage compliqué et donc cher. Il n'en est rien : il y a peu de composants, comme le montre le schéma de principe, et ils sont fort répandus.

Signalons enfin que nous n'avons pas jugé utile une fonction (ou plutôt une commutation) « test de la pile interne ». En effet, lorsque celle-ci sera « morte », l'afficheur sept segments refusera tout simplement de s'allumer.

## LE SCHEMA

Il est donné figure 1 et peut se scinder en plusieurs parties que nous allons étudier sans trop de détails, tellement il est simple.

**Commençons par le cœur du montage :** il s'agit de CI<sub>2</sub>, le fameux CA3162E de chez RCA, que vous devez commencer à bien connaître. Rappelons tout de même qu'il s'agit d'un convertisseur analogique/digital permettant de commander, par l'intermédiaire d'un décodeur, trois afficheurs sept segments, multiplexés. Il est ici utilisé de façon un peu particulière et nous allons l'expliquer.

Il peut recevoir sur ses entrées (broches 11 et 10) des tensions continues comprises entre - 99 mV et + 999 mV. Pour que la mesure de la pile puisse se faire avec inversion de polarité, nous limiterons donc la tension d'entrée entre - 99 mV (max) et + 99 mV (max). C'est le rôle des diviseurs de tensions dont nous parlerons plus loin.

Les sorties « BCD » sont les broches 16, 15, 1 et 2. Pour « noter » la pile de 0 à 9, nous utiliserons le digit de poids moyen (celui du milieu s'il y en avait trois, si vous préférez) qui est commandé par la broche 3 de multiplexage. Simple non ?

C<sub>4</sub> constitue le générateur de double rampe de comptage, Aj<sub>1</sub> permet de régler le « zéro volt », et Aj<sub>2</sub> le gain, dans une marge de plus ou moins 10 % (il permettra d'éviter les dépassements).

Les sorties « BCD » sont décodées par CI<sub>3</sub>, l'aussi fameux CA3161E, qui attaque l'afficheur sept segments à anode commune commandé par T<sub>3</sub>.

Le CA3161E dispose d'une limitation interne de courant, ce qui nous

dispense de résistance de limitation. Pour une tension comprise, aux bornes 10 et 11 de CI<sub>2</sub>, entre - 99 mV et + 99 mV (selon le branchement arbitraire de la pile en test), l'afficheur nous donnera donc un chiffre compris entre 0 et 9 (inclus).

La broche 3 du CA3162E n'est active qu'une unité de temps sur trois, ce qui diminue la consommation, même dans le cas de cet afficheur unique.

**Les diviseurs de tension** sont réalisés par les résistances R<sub>5</sub> à R<sub>12</sub>, commutées par le rotacteur 2 circuits/6 positions (dont 5 utilisées) selon le choix de la pile à tester.

Avec les valeurs choisies pour ces résistances, nous demanderons un courant d'environ : 30 mA pour les piles 9 V, 4,5 V et R<sub>6</sub> ; 55 mA pour les R<sub>14</sub> ; 100 mA pour les R<sub>10</sub>. Ces courants sont « raisonnables » et se rapprochent des intensités normalement débitées par ces piles, en service dans un appareil.

Il est facile de comprendre que si la résistance interne de la pile à tester n'est pas négligeable, elle va s'ajouter au diviseur de tension, et la différence de potentiel entre les bornes 11 et 10 de CI<sub>2</sub> va diminuer. Par exemple, que l'on ait + 72 mV ou - 72 mV au point 11, l'afficheur indiquera le chiffre 7.

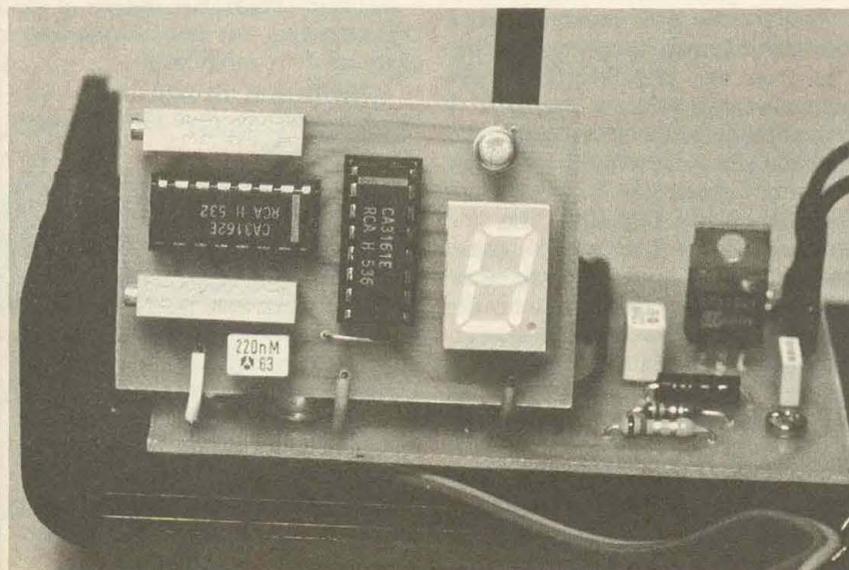
Signalons que les résistances du diviseur (R<sub>5</sub> à R<sub>12</sub>) seront de préférence des 1 %, ou des modèles triés par un multimètre numérique.

**L'alimentation + 5 V** nécessaire au bon fonctionnement de CI<sub>2</sub> et CI<sub>3</sub> est assurée par le régulateur intégré CI<sub>1</sub>, filtré par les condensateurs C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub>.

**Mise sous tension et arrêt automatique :** On considère P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> ouverts. Le condensateur C<sub>1</sub> est alors chargé et son armature négative est à 0 V, ou peu s'en faut. T<sub>1</sub> est alors bloqué, son seuil de conduction étant à environ 1,2 V, à cause de la diode D en série avec son émetteur. T<sub>1</sub> étant bloqué, T<sub>2</sub> l'est aussi et le montage n'est pas alimenté.

Si l'on enfonce P<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> se décharge dans R<sub>1</sub>, de faible valeur. R<sub>1</sub> assure une décharge rapide, tout en évitant le court-circuit franc. T<sub>1</sub> se trouve alors saturé, avec son courant de base limité par R<sub>3</sub>. T<sub>2</sub> se sature aussi et R<sub>4</sub> chute la tension en excédent entre sa base et le col-

Photo 3. - Le circuit d'affichage placé à angle droit.



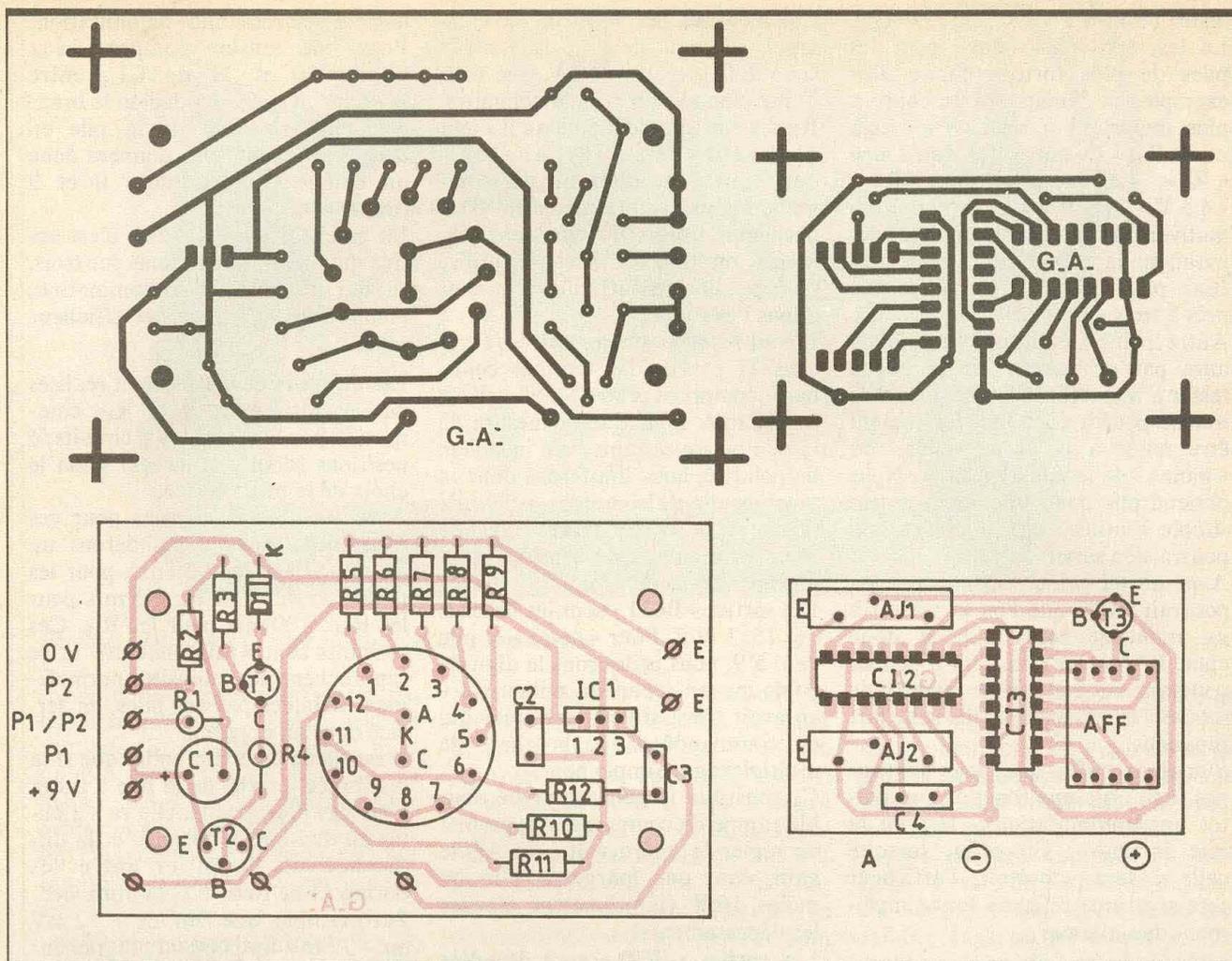


Fig. 2 Détails pratiques de réalisation.  
à 5

lecteur de  $T_1$ . Le montage est alors alimenté.

Mais  $C_1$  se recharge par l'intermédiaire de  $R_2$  en parallèle avec  $R_3$  (les jonctions base-émetteur de  $T_1$  et anode-cathode de  $D$  sont conductrices). Quand l'armature négative de  $C_1$  arrive à environ 1,2 V (soit 86 % de la charge),  $T_1$  se rebloque et le montage n'est plus alimenté.

$C_1$  arrive à 86 % de sa charge au bout d'un temps  $t \approx 2 \times (R_2 // R_3) \times C_1$ , soit avec les valeurs choisies :  $t \approx 30$  s.

La diode  $D$  permet un blocage plus franc de  $T_1$ . La mise hors tension n'est pas pour autant brutale, mais cela n'est pas important dans cette section « oubli d'extinction ».

Signalons que  $C_1$  devra être de bonne qualité : un courant de fuite prohibitif nuirait à la durée de vie de la pile d'alimentation.

La mise hors service est aussi très simple : lors d'une action sur  $P_2$ ,  $C_1$  se charge rapidement par  $R_1$ , et bloque  $T_1$  de la même façon que précédemment.

## PASSONS A LA PRATIQUE

### Les circuits imprimés

Ils sont au nombre de deux et ont été étudiés en fonction de leur insertion dans un coffret «MMP» de référence « 110 PM LO ». Le terme « LO » signifie que ce boîtier possède un logement pour deux piles «  $R_6$  », ou une pile 9 V (F22), ce que nous choisirons.

Pour reproduire les circuits, selon la méthode de votre choix, reportez-vous aux figures 2 et 3 qui en donnent les tracés à l'échelle 1. Le circuit de la figure 2 recevra les composants d'allumage et d'extinction automatique, le commutateur de sélection, les diviseurs de tension et l'alimentation stabilisée à + 5 V.

Celui de la figure 3 recevra le module d'affichage et sera donc placé par la suite perpendiculairement à l'autre. Notez l'encombrement réduit au maximum pour ce module. Ces deux circuits étant gravés et éventuellement étamés ou vernis,

on perce dans un premier temps tous les trous à 0,8 mm de diamètre. Ils seront ensuite agrandis à :

- 1 mm pour le régulateur 5 V ;
- 1,2 mm pour les cosses d'entrées/sorties, et les connexions entre les deux modules ;
- 1,5 mm pour le rotacteur 2 circuits/6 positions (que l'on bloquera sur 5 positions) ;
- 3 mm pour les fixations du circuit imprimé principal.

### Implantation des composants

Reportez-vous aux figures 4 et 5. Il faut commencer par les composants les moins encombrants en hauteur. Pour le circuit principal, des cosses « poignard » seront très utiles.

Il faudra veiller particulièrement à l'orientation :

- du commutateur  $K$ , dont la broche 2, vue de dessous, doit se trouver « en haut » du circuit ;

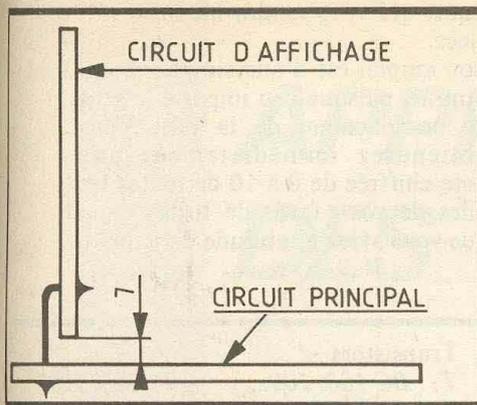


Fig. 6 Montage à l'équerre des deux circuits.

- du condensateur chimique  $C_1$  ;
- du régulateur + 5 V, dont la semelle métallique doit aussi être vers le haut ;
- des CA 3162 E et CA 3161 E ;
- et surtout de l'afficheur sept segments qu'il est tellement facile de mettre à l'envers, le point décimal en haut !

Les circuits intégrés seront de préférence montés sur supports.

Notez aussi que le fait de monter le commutateur sur le circuit imprimé simplifiera énormément le câblage ultérieur. Ce commutateur peut ne pas être prévu pour une insertion sur circuit imprimé, il suffit alors d'éliminer à la pince coupante les « boucles » prévues pour les connexions.

Signalons enfin que les références des transistors ne sont pas du tout impératives. Par exemple, pour  $T_1$  un BC 107, 108, 549, etc. conviendra aussi bien qu'un BC 109. Même chose pour D, le 2N 2905, le 2N 2907.

Les composants étant implantés, nettoyez la résine des soudures du trichloroéthylène.

Photo 4. - La maquette en coffret « MMP ».



## Connexions entre les deux modules

Pour cela, utilisez du câble assez rigide et reportez-vous à la figure 7. Il n'y a pas de risques d'erreurs, les points « A », « - » et « + » seront reliés en ligne droite. Le circuit d'affichage est alors décalé vers la gauche par rapport au circuit principal : c'est volontaire, cela permet de « centrer » l'afficheur sur la face avant, et de laisser suffisamment de place aux boutons-poussoirs.

## Réglages - essais

1° Alimentez la carte, soit avec une pile 9 V, ou mieux avec une alimentation stabilisée à cette valeur.

2° Court-circuitez les entrées  $P_1$  et  $P_1/P_2$ , et aussi les entrées E.

3° Il faut maintenant régler le « zéro volt » à l'aide d' $A_{J1}$ . Attention ! comme on n'utilise que le digit du milieu, un réglage à 100 mV ou 200 mV, etc., donnera aussi un affichage « 0 ». La solution est simple : lorsque l'on manœuvre  $A_{J1}$ , il faut chercher la séquence 1 ; 0 ; 1, et revenir à ce zéro là. En effet, si vous aviez été à 110 mV, en « descendant » vous auriez obtenu l'affichage 1 ; 0 ; 9 (110 ; 100 ; 099).

Dans l'autre cas, vous avez l'ordre : 010 ; 000 ; - 10.

4° Prenez maintenant une très bonne pile,  $R_{20}$  par exemple, et connectez-la aux entrées E. Regardez l'affichage, connectez la pile à l'envers et retouchez le zéro afin d'obtenir le même chiffre. Procédez par retouches successives si nécessaire. Notez que pour cette manœuvre, la position du commutateur de sélection importe peu.

5° Toujours avec une très bonne pile, régler le commutateur sur la position adéquate, et ajustez  $A_{J2}$  pour être à la limite du chiffre 9 (un peu au-dessus de 8 évidemment). Vous devrez peut-être à ce stade encore réajuster le zéro volt en inversant la pile pour obtenir le même affichage.

6° Dernier test : enlevez le court-circuit entre  $P_1$  et  $P_1/P_2$ . Vérifiez que le montage se met bien hors tension au bout d'un temps compris entre 30 et 40 secondes.

Un court-circuit entre  $P_2$  et  $P_1/P_2$  doit remettre le montage en marche ; inversement, un court-circuit

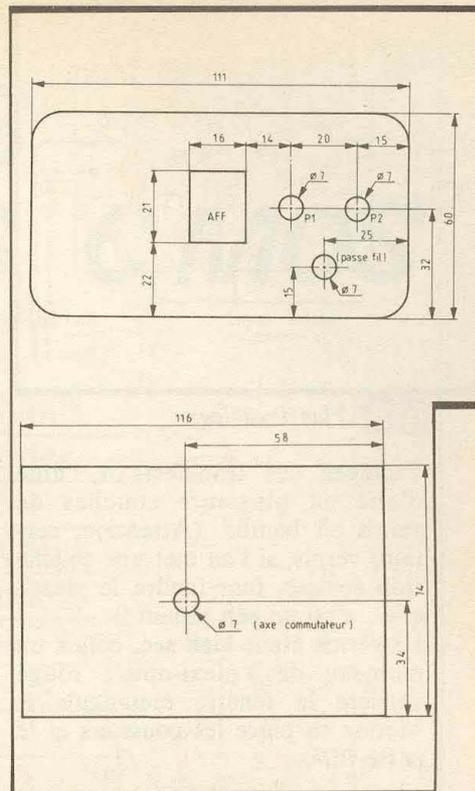


Fig. 7 Plan de perçage du coffret et 8 « MMP ».

(à l'aide d'une lame de tournevis par exemple) entre  $P_1$  et  $P_1/P_2$  doit le mettre hors-tension.

Vérifiez enfin la consommation du montage en veille (éteint). Elle ne doit logiquement pas excéder 1 mA, c'est le courant de fuite de  $C_1$ . Si ce n'est pas le cas, changez ce condensateur.

Comme vous avez pu le constater, les réglages ne nécessitent pas de matériel sophistiqué.

## Préparation du coffret

Il faut commencer par le percer aux cotes indiquées figures 7 et 8. (Question aux autres fabricants de coffrets : quand réalisez-vous des boîtiers avec logement de piles ? merci.)

Le « 110 PMLO » étant en plastique véritable, le perçage ne posera pas de problème si vous prenez des cotes légèrement inférieures, puis « fignez » ensuite à la lime douce. Repérez la face avant à l'aide de transferts noirs (test ; stop ; inscriptions de votre choix.) et les positions du commutateur, sur la face supérieure, avec des transferts blancs (dans le sens des aiguilles d'une montre... à aiguilles ! : 9 V ; 4,5 V ;  $R_6$  ;  $R_{14}$  ;  $R_{20}$ ).

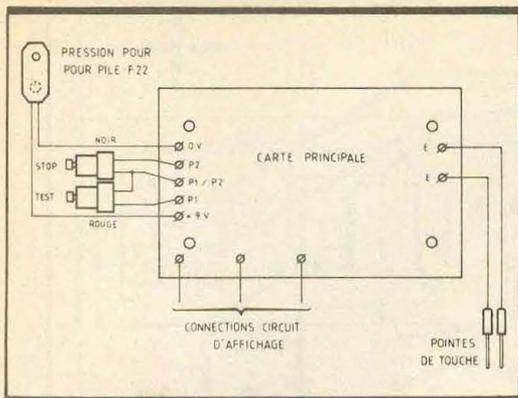


Fig. 9 Plan de câblage.

Protégez ces transferts à l'aide d'une ou plusieurs couches de vernis en bombe. (Attention, certains vernis, si l'on met une couche trop épaisse, font fondre le plastique... c'est un peu gênant !).

Le vernis étant bien sec, collez un morceau de « plexi-opto » rouge derrière la fenêtre rectangulaire. Mettez en place les poussoirs et le passe-fil.

#### Le câblage

Il est fort simple et est représenté figure 9. On utilisera de préférence des cosses « fast-on », qui facilitent un démontage éventuel, cosses noyées dans de la gaine thermorétractable, ce qui évite les courts-circuits accidentels.

Sur notre maquette, les pointes de touche sont tout simplement des mini-fiches « banane ». Les câbles sont de la même couleur, puisque les mesures sont indifférentes à la polarité appliquée.

Il ne vous reste plus qu'à fermer le coffret, couper l'axe du commutateur à la hauteur désirable pour fixer le bouton index.

### CONCLUSION

La pile d'alimentation étant en place, vous voilà en possession d'un petit appareil économique, et esthétique,

qui vous rendra bien des services.

Son emploi est d'une simplicité enfantine, puisque peu importe le sens de branchement de la pile. Vous obtiendrez immédiatement une note chiffrée de 0 à 10 de toutes les piles de vos « fards de tiroirs », ou que vous aviez l'habitude de jeter.

G. AMONOU

### LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 5 % ; 1/4 W (sauf spécification contraire)

$R_1$  : 180  $\Omega$  ; 1/2 W (marron, gris, marron)

$R_2$  : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)

$R_3$  : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)

$R_4$  : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)

$R_5$  : 330  $\Omega$  ; 1 % ; 1/2 W (orange, orange, marron)

$R_6$  : 160  $\Omega$  ; 1 % (marron, bleu, marron)

$R_7$  : 51  $\Omega$  ; 1 % (vert, marron, noir)

$R_8$  : 27  $\Omega$  ; 1 % (rouge, violet, noir)

$R_9$  : 15  $\Omega$  ; 1 % (marron, vert, noir)

$R_{10}$  : 3,3  $\Omega$  ; 1 % (orange, orange, or)

$R_{11}$  : 1,8  $\Omega$  ; 1 % (marron, gris, or)

$R_{12}$  : 1  $\Omega$  ; 1 % (marron, noir, or)

Condensateur chimique

$C_1$  : 100  $\mu$ F/12 V ou plus ; sorties radiales

Condensateurs Mylar

$C_2$  : 200 nF/63 V (MKH)

$C_3$  : 100 nF/63 V (MKH)

$C_4$  : 220 nF/63 V (MKH)

Ajustables

$A_{J1}$  : 47 k $\Omega$ /10 tours (Beckman, Sfernice)

$A_{J2}$  : 10 k $\Omega$ /10 tours (Beckman, Sfernice)

Transistors

$T_1$  : BC 108, 109...

$T_3$  : 2N 2907

$T_2$  : 2N 2905

Diode

D : 1N 914, 1N 4148...

Circuits intégrés

$CI_1$  : régulateur + 5 V, TO 220 (7805)

$CI_2$  : CA 3162 E

$CI_3$  : CA 3161 E

Divers

AFF : afficheur 7 segments, rouge, 13 mm, anode commune

$P_1, P_2$  : poussoirs 1 circuit contact travail

K : commutateur 2 circuits, 6 positions (Lorlin)

2 supports 16 broches pour CI DIL

1 coffret MMP réf. 110 PM LO

Plexi opto rouge

2 pointes de touche (ou mini-bananes)

1 pression pour pile 9 V

1 pile 9 V (6F 22)

1 bouton index

1 passe-fil

Cosses « fast-on » et « poignard »

Nécessaire pour circuits imprimés

Vernis aérosol

Transferts noirs et blancs

Gaine thermorétractable

# CM100



### ENFIN UN KIT COMPLET

POUR REALISER LES CIRCUITS IMPRIMÉS MÊME EN DOUBLE FACE A PARTIR DES SCHÉMAS PUBLIÉS DANS LES REVUES TECHNIQUES.

LE KIT CM 100 EST UN DES PRODUITS DE LA GAMME

#### ELECTROLUBE

- NETTOYANTS
- LUBRIFIANTS
- JOINTS THERMIQUES
- VERNIS
- BLINDAGES
- COLLES CONDUCTRICES
- PEINTURES ANTISTATIQUES ETC...

LISTE ET NOTICE TECHNIQUE SUR DEMANDE

**ELECTROLUBE** UNE GAMME DE PRODUITS DE QUALITÉ RÉPONDANT AUX NORMES MILITAIRES ET AÉRONAUTIQUES

IMPORTÉ PAR :

**PHIMARAL** BP 258

93153 LE BLANC MESNIL CEDEX Tél. : 48.67.32.00

CATALOGUE ET LISTE DES REVENEURS SUR DEMANDE

**OUVERT AU MOIS D'AOÛT**

1 495 F

# APPLICATIONS DES CIRCUITS CMOS

Voici déjà le dernier article de cette série. Nous avons, je le pense, passé en revue la plupart des montages courants, mais aussi beaucoup de montages inédits. Les C.MOS ne devraient plus vous inspirer de la méfiance. Dans le prochain numéro, nous nous intéresserons aux amplis opérationnels, avec, là aussi, des montages originaux, mais auparavant...

## ENCORE DES MONOSTABLES

(fig. 1)

Les deux montages fonctionnent presque sur le même principe. Le front d'entrée est dérivé par le circuit rc, ce qui permet donc le dé-

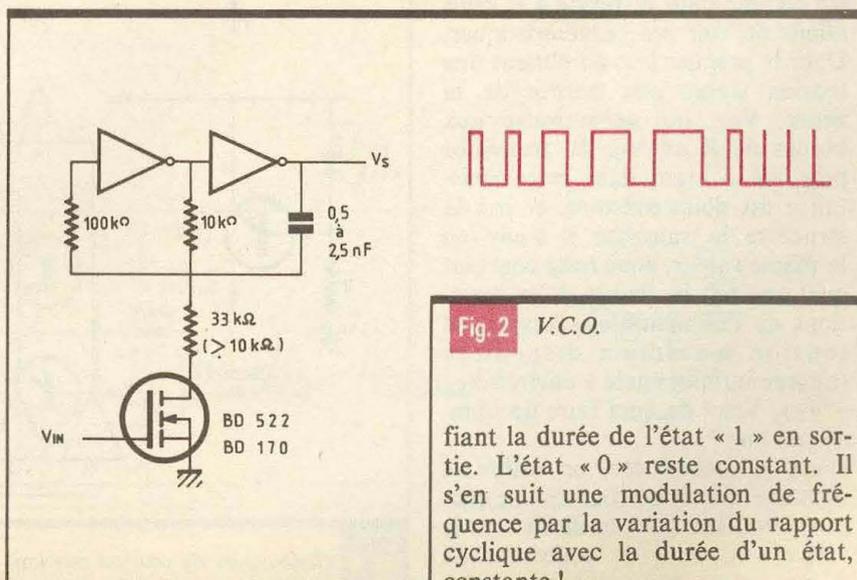
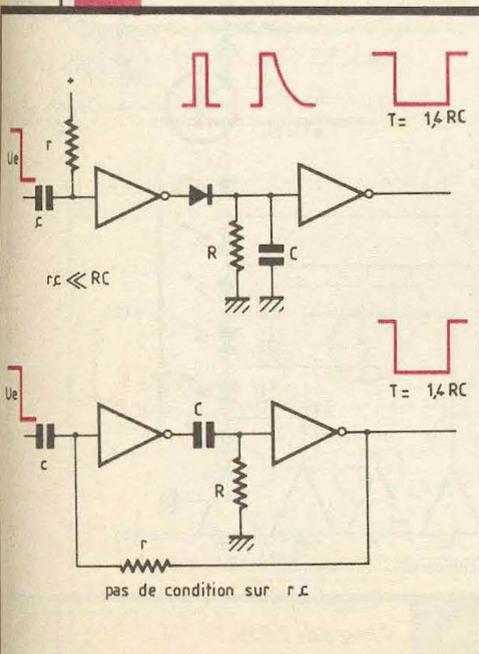
clenchement sur le front descendant. L'impulsion produite charge très vite un circuit RC parallèle. La diode évite la décharge instantanée de C lorsque l'impulsion se produit. Alors C se décharge dans R. La porte C.MOS détecte l'état de C et on obtient ainsi une impulsion de durée  $1,4 RC$ . Le second montage boucle la résistance r sur la sortie pour bloquer la sortie du 1<sup>er</sup> inverseur au déclenchement. Le circuit RC fonctionne en « intégrateur » et là aussi, la sortie rebascule à  $1,4 RC$ . On a économisé une diode !

## V.C.O./OSCILLATEUR

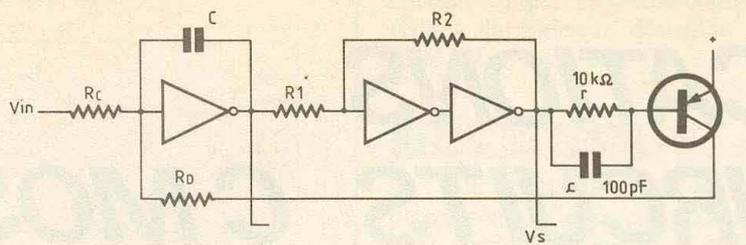
### COMMANDE EN TENSION (fig. 2)

Encore un... mais différent des autres ! Autour d'un oscillateur classique à structure « 2 inverseurs », on associe un V.MOS en série avec une résistance. Suivant l'amplitude de  $V_{in}$ , le  $V_{MOS}$  va conduire et sa résistance variera de  $R_{ON}$  ( $\approx 1 \text{ k}\Omega$  pour  $V_{in} = V_{CC}$ ) à  $R_{off}$  ( $\approx 10^9 \Omega$  pour  $V_{in} = 0 \text{ V}$ ). On perturbe donc l'oscillateur en modi-

Fig. 1 Monostables...



fiant la durée de l'état « 1 » en sortie. L'état « 0 » reste constant. Il s'en suit une modulation de fréquence par la variation du rapport cyclique avec la durée d'un état, constante !



$$V_{in} : 0 \text{ à } \frac{V_{CC}}{2}$$

$$f_0 = \frac{(V_{H-}) - V_{in}}{(V_{H-}) - (V_{L-}) \cdot R_C \cdot C}$$

$$\frac{df_0}{dV_{in}} = \frac{-1}{(V_{H-}) - (V_{L-}) \cdot R_C \cdot C}$$



Fig. 3 V.C.O. plus performant.

### V.C.O. PLUS PERFORMANT (fig. 3)

Nous ne rentrerons pas trop dans le détail, car le fonctionnement est assez complexe. La structure met en œuvre un circuit intégrateur, un étage trigger qui commande un transistor qui agira sur le circuit intégrateur pour forcer son état.  $V_{in}$  variera de 0 V (fréq. max.) à  $V_{CC}/2$ . L'oscillateur se bloquera à environ  $0,55 \cdot V_{CC}$ . Ce montage est basé sur une note de N.S., à vous d'expérimenter.

### GENERATEURS DE COURANT CONSTANT (fig. 4)

Rien à voir avec les C.MOS me direz-vous, mais il peut y être associé comme dans la figure 4 et nous allons en voir ces caractéristiques. Dans le premier cas, on obtient une tension stable aux bornes de la zener,  $V_{DZ}$ , qui se retrouve aux bornes de R au  $V_{BE}$  du transistor près. Le courant dans cette résistance est donc constant, et par la structure du transistor,  $I_C$  à environ la même valeur, donc reste constant quel que soit la charge et les variations de l'alimentation. A noter la tension maximum disponible (charge infinie) égale à environ  $V_{CC} - V_{DZ}$ . Voici de quoi faire un ohmmètre, non ?...

Dans le second cas, on utilise le montage miroir de courant. Le courant circulant dans la diode sera le même que celui de collecteur du transistor. En procédant comme in-

diqué, celui-ci vaut  $(V_{CC} - 0,6 \text{ V})/R$  mais ne sera constant qu'à condition d'avoir  $V_{CC}$  stable. A noter dans le premier cas, l'utilisation d'une zener de 5,6 V en série avec une diode silicium pour obtenir un coefficient de stabilité en température « parfait ».

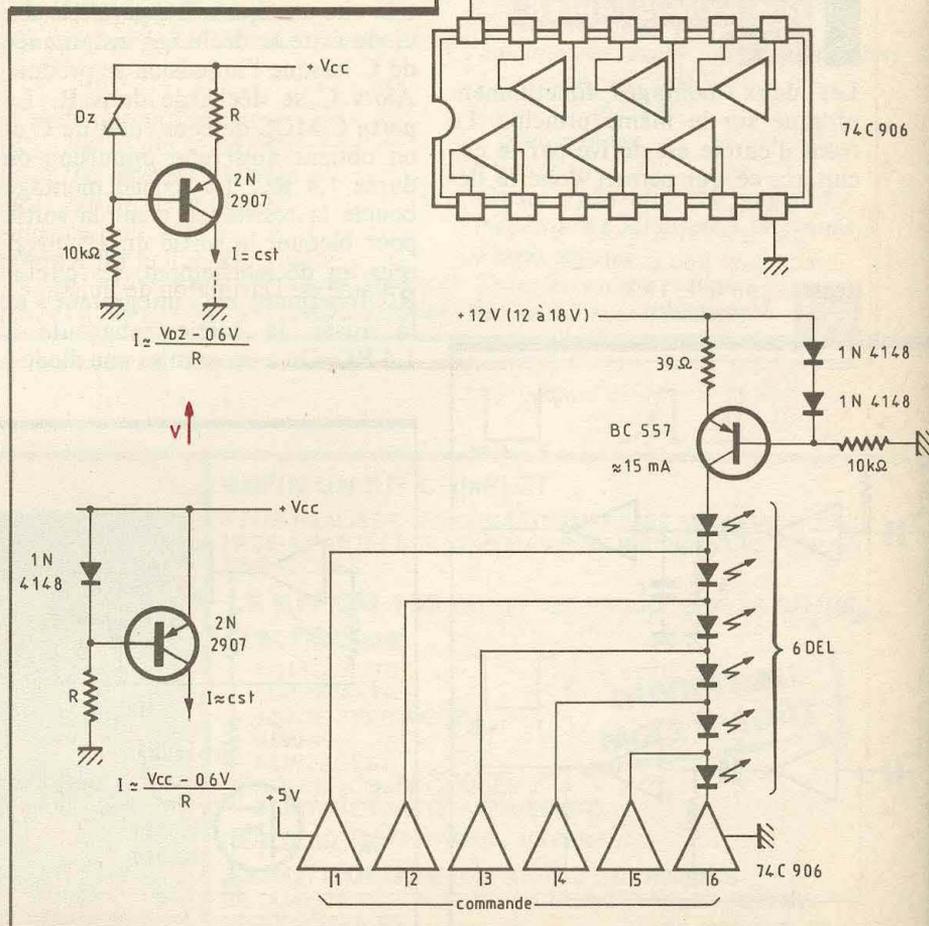


Fig. 4 Générateurs de courant constant.

### RAMPE DE LED (fig. 5)

Ce montage permettra d'allumer une rampe de 1 à 6 LED, dans le genre du UAA170. Les del's sont alimentées en courant constant pour conserver la même luminosité quel que soit l'affichage. On utilise un circuit 74C906 qui est constitué de six éléments identiques, en l'occurrence un inverseur suivi d'un transistor MOS open Drain. Cela équivaut à un interrupteur ouvert si la commande vaut « 1 » et fermé si elle vaut « 0 », soit + 5 V et 0 V respectivement. Suivant le buffer choisi, on allumera 1 à 6 Del's... Le brochage du 74C906 est indiqué, mais si vous avez des problèmes de disponibilité, utilisez un 74LS06, mais le brochage est différent et c'est un circuit TTL.

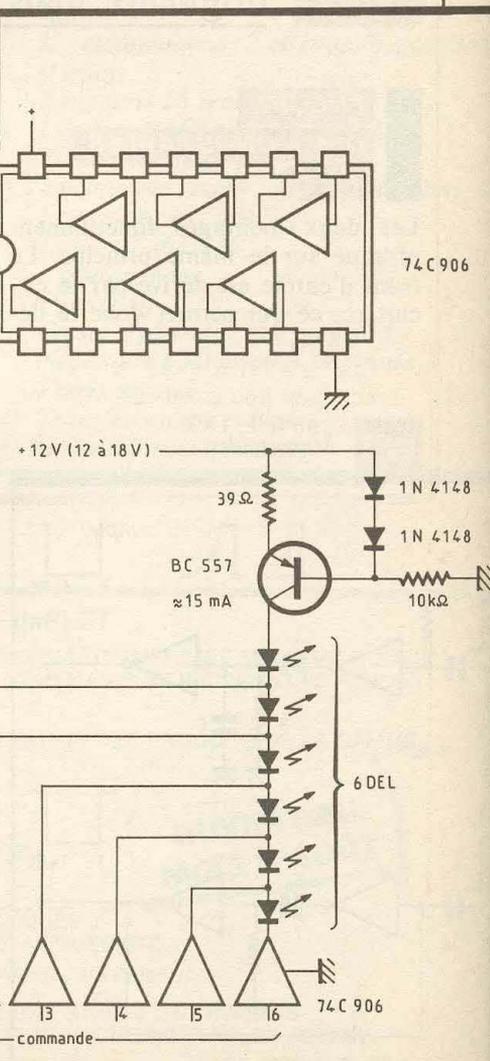


Fig. 5 Rampe de LED.

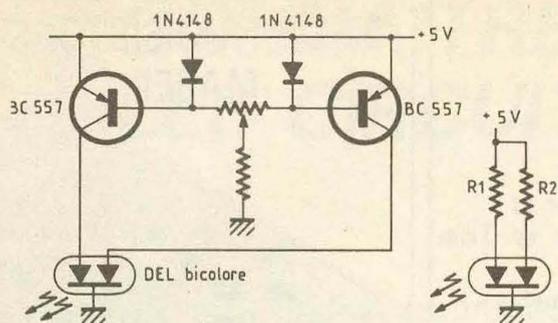


Fig. 6 Commande de LED bicolore.

### COMMANDE DE DEL BICOLORE (fig. 6)

Comme on parle de Del's, on va utiliser un modèle bicolore. Grâce à deux miroirs de courant, on va agir sur la polarisation des semi-conducteurs internes, créant la lumière, rouge et verte. Le potentiomètre va permettre d'agir sur les deux miroirs de courant, réglant le courant comme une « balance » sur un amplificateur. On fera ainsi varier l'éclairage de la Del du rouge au vert en passant par toutes les couleurs intermédiaires (orange...). En mesurant ces courants, il sera après possible de choisir l'éclairage de sa Del... On passera alors au petit schéma à droite. A noter, la cathode commune étant la patte centrale d'une telle Del.

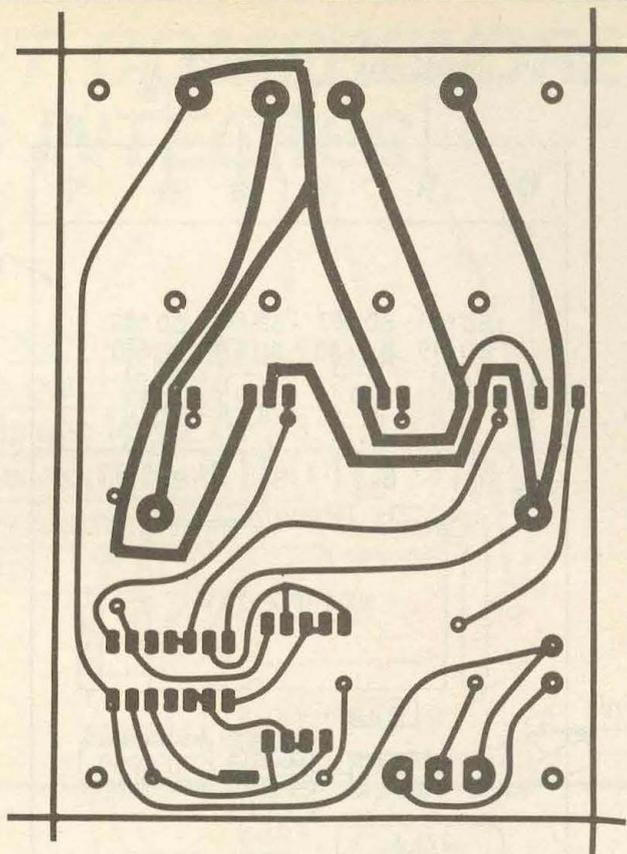


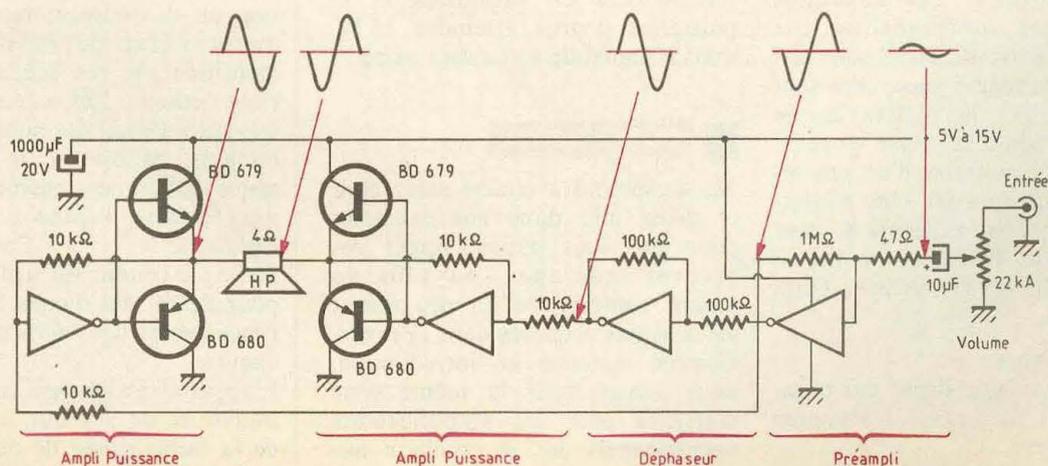
Fig. 8

### AMPLIFICATEUR BF SIMPLE (fig. 7)

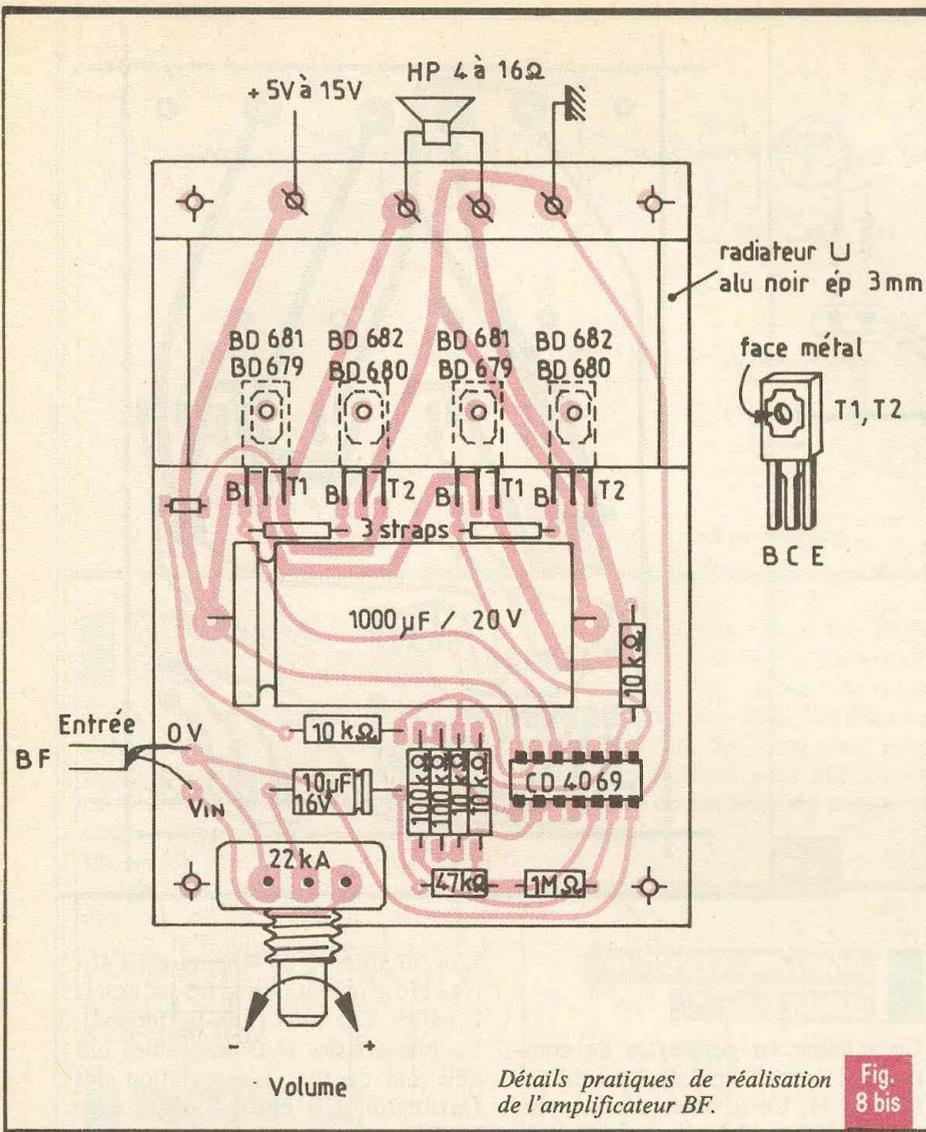
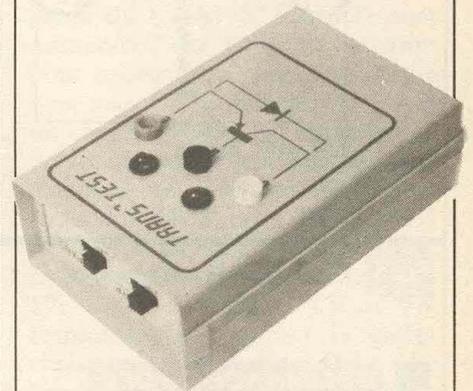
Ce schéma va permettre de comprendre le principe de l'amplification en H. Cette structure est plutôt, appelée push-pull et est réalisée à l'aide de Darlington de puissance.

L'originalité de ce schéma est l'utilisation d'un unique circuit C.MOS, CD 4069 (non-bufferisé !). La plupart des sous-ensembles ont déjà été décrits. L'association des Darlington à la porte C.MOS avec le réseau de contre-réaction permet d'obtenir un amplificateur de puis-

Fig. 7 Amplificateur BF simple.



## TESTEUR DE DIODES ET DE TRANSISTORS MABEL



Détails pratiques de réalisation  
de l'amplificateur BF.

Fig.  
8 bis

sance. Pour doubler l'amplitude de sortie, et donc quadrupler, la puissance, on utilise deux étages identiques, mais dont les signaux de commande sont les mêmes, mais déphasés de  $\pi$ . C'est le rôle de l'inverseur unitaire. Les capacités entre étages sont inutiles, car comme les portes C.MOS sont disposées sur la même puce, elles sont polarisées par la résistance de contre-réaction à la même tension ! On précède l'ensemble d'un préamplificateur de gain 20. Une réalisation est proposée en **figure 8**. Pour la réalisation, il suffira de lire la revue, le but de ces articles étant théorique...

### Caractéristiques :

- Niveau de sortie limité par la saturation des transistors Darlington et du  $V_{BE}$  élevé.
- Distorsion de croisement due au  $V_{BE}$  des Darlington. On pourrait la

supprimer en prépolarisant ces derniers.

En conclusion, une application pour des faibles puissances, ou plus si la distorsion est sans effet. Par exemple pour une sirène automobile, on fonctionnera en saturation et la puissance pourra atteindre 15 W, mais le signal de sortie sera carré !

### CONCLUSION

Nous espérons avoir été assez clair et assez loin dans nos exemples pour que vous puissiez créer vos propres montages, ou tout au moins, comprendre un peu mieux les schémas proposés dans la revue. Comme annoncé en introduction, nous démarrerons la même série d'articles pour les amplificateurs opérationnels dès le prochain numéro.

P. WALLERICH

**S**ous forme d'un petit boîtier compact, avec trois bornes d'entrée équipées de cordons à grip-fil miniature, l'appareil proposé par Mabel permet le test rapide des transistors, des diodes et des ponts redresseurs, des diodes électroluminescentes (LED) et des afficheurs à LED.

Pour le test de transistors connus, on sélectionne, par l'intermédiaire d'un inverseur, la polarité NPN ou PNP. Un fonctionnement correct est identifié par un signal sonore, que délivre l'oscillateur interne, associé à un petit haut-parleur. L'essai peut s'effectuer, sauf pour certains cas particuliers, sur un transistor monté dans un circuit. Il est possible, enfin, de reconnaître la polarité et le brochage d'un transistor inconnu.

Deux indicateurs lumineux permettent l'essai des diodes de commutation ou de redressement : ils indiquent l'état de la jonction et identifient, le cas échéant, l'anode et la cathode. Les mêmes fonctions servent à l'essai des ponts de diodes intégrés, autorisant la reconnaissance des bornes : entrées alternatives, sortie « plus » et sortie « moins ».

Enfin, le testeur est utilisable aussi pour l'essai des diodes électroluminescentes et des segments des afficheurs.

L'appareil s'alimente par une pile miniature de 9 V qui, compte tenu de la faible durée de chaque essai, garantit une longue autonomie.

R.R.

# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

Dans des fiches techniques précédentes, nous avons passé en revue un certain nombre de compteurs à sorties binaires tels que les CD 4518, 4520, 4029, 4510 et 4516. Nous examinons maintenant quelques décodeurs pouvant se monter en aval de ces compteurs.

## 1 - CARACTERISTIQUES GENERALES

Il s'agit d'un décodeur BCD (binaire codé décimal) → décimal.  
Alimentation : 3 à 18 V.  
Logique positive sur les entrées et les sorties.  
Intensité sur une sortie limitée à quelques milliampères sous un potentiel d'alimentation de 10 V.  
Temps de réponse : 80 nanosecondes ; 12,5 MHz de fréquence de comptage.

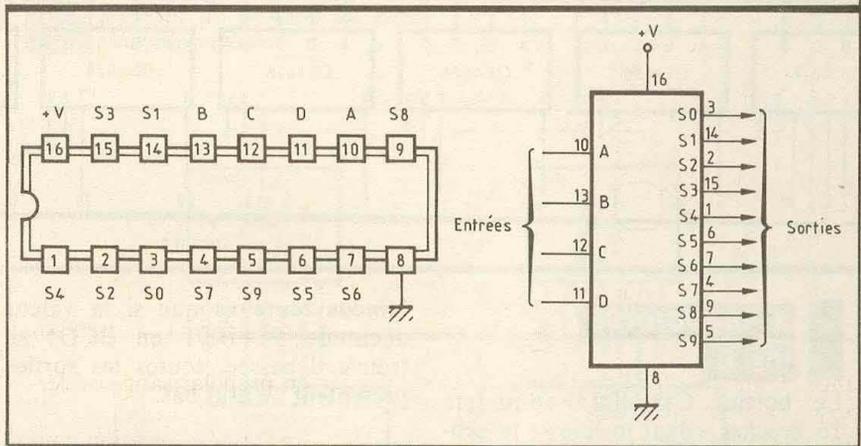


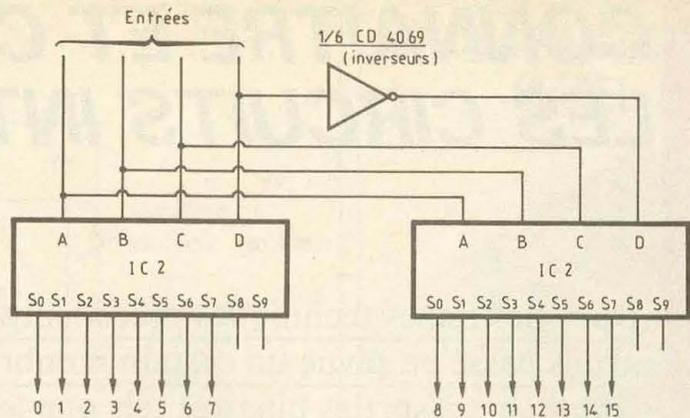
Fig. 1 Brochage du 4028.

Fig. 2 Tableau de fonctionnement.

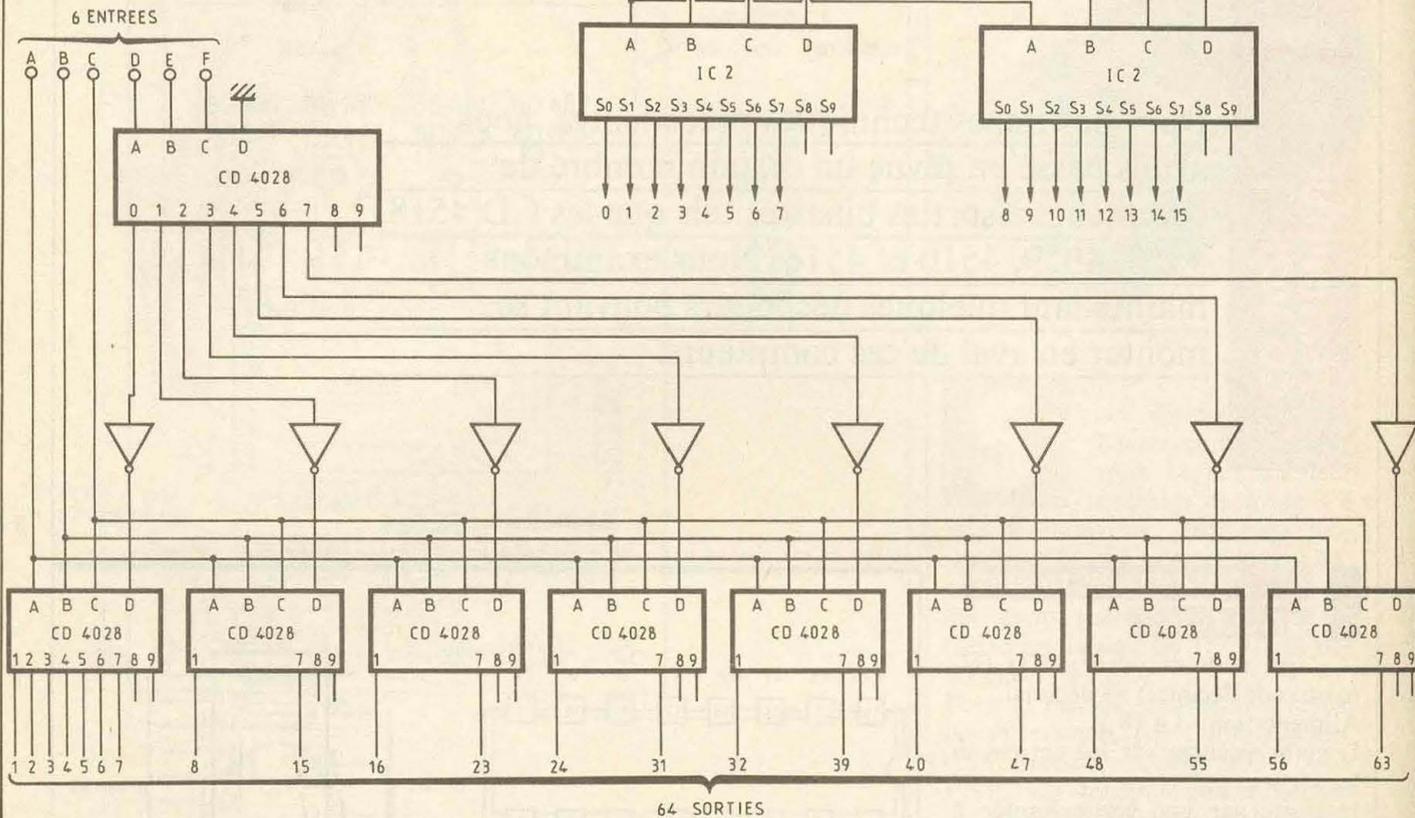
D	C	B	A	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENTREES														I C 1														I C 1													
D	C	B	A	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	D	C	B	A	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9														
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0														
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1														
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														

**Fig. 3** Exemple d'utilisation du 2 CD 4028 : un décodeur à 16 sorties.



**Fig. 4** Un décodage 6 bits/ 64 sorties.



## 2 - BROCHAGE

(fig. 1)

Le boîtier CD 4028 comporte 16 broches « dual in line » ; la broche n° 16 correspond au « plus » alimentation et la broche n° 8, au « moins ». Le décodeur comprend 4 entrées BCD repérées A, B, C et D et 10 sorties numérotées S<sub>0</sub> à S<sub>9</sub>.

## 3 - FONCTIONNEMENT

(fig. 2)

Sur les entrées, sont présentés des états haut ou bas correspondant au comptage binaire tel qu'il l'est rappelé dans la première partie du tableau de fonctionnement de la figure 2.

Suivant la valeur binaire ainsi présentée sur les entrées, un état haut apparaît sur l'une des sorties S<sub>0</sub> à S<sub>9</sub>, les autres sorties restant à l'état bas.

Notons toutefois que si la valeur décimale 9 (1001 en BCD) se trouve dépassée, toutes les sorties présentent un état bas.

## 4 - UTILISATION

L'utilisation est évidente étant donné le rôle même du circuit intégré en question, à savoir la transformation d'une numération binaire en numération décimale. Toutes sortes d'application sont possibles. Par exemple, en montant ce décodeur suite à un compteur-décompteur CD 4029, on peut réaliser un chenillard que l'on peut à volonté faire avancer ou reculer.

La figure 3 illustre le décodage d'entrées binaires dont la valeur totale de 4 bits (16 positions) se trouve restituée par 16 sorties. Quant à la figure 4, elle fait montre d'un décodage de 6 bits (64 positions) sur 64 sorties ! Un beau chenillard...

# DEPANNÉZ VOUS ~ MEMES

Nous vous proposons un petit exercice destiné à tester vos capacités de dépannage. Nous vous livrons le schéma d'un compteur-décompteur à 2 chiffres. Précisons que ce schéma est correct. Un de vos amis a réalisé ce montage. Hélas, il constate un fonctionnement incorrect.

**C**onnaissant vos compétences, il s'adresse alors à vous pour le dépannage. Il vous joint un tableau de mesures complet ainsi que diverses remarques effectuées sur sa maquette.

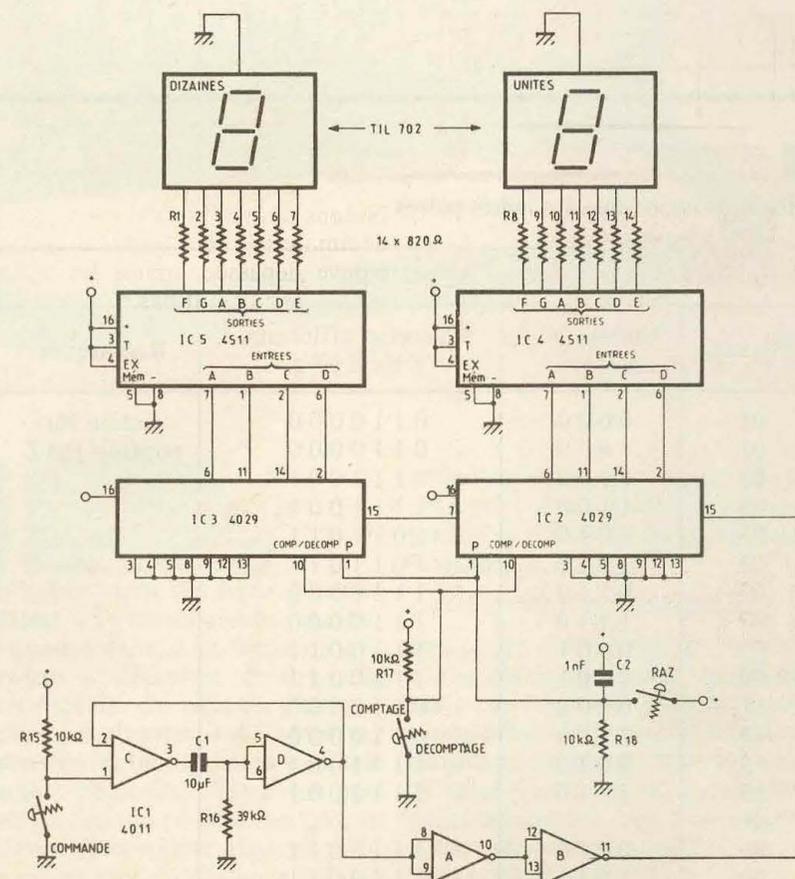
Le but de cette rubrique sera de déterminer le seul composant possible en cause et de répondre aux questions suivantes :

- 1° Quel est le composant défectueux ? Pourquoi ?
- 2° C<sub>1</sub> est polarisé. Où se trouve sa borne + ?
- 3° Rôle des portes A et B.
- 4° Rôle des portes C et D.
- 5° Rôle de C<sub>2</sub>.
- 6° Comment limiter la capacité de comptage à 79 avec un seul composant supplémentaire ?

## SOLUTION

1° En examinant le tableau de mesures, on remarque le code binaire présent sur les entrées A, B, C, D de IC<sub>4</sub> est correct. Par contre, on constate que IC<sub>4</sub> ne respecte pas son tableau de vérité, ce qui nous donne la preuve de la défectuosité du décodeur IC<sub>4</sub>. En fait, l'entrée A de IC<sub>4</sub> est intérieurement coupée et IC<sub>4</sub> considère un état haut permanent sur l'entrée A, nous interdisant un comptage normal.

Fig. 1 Schéma de principe du compteur/décompteur.



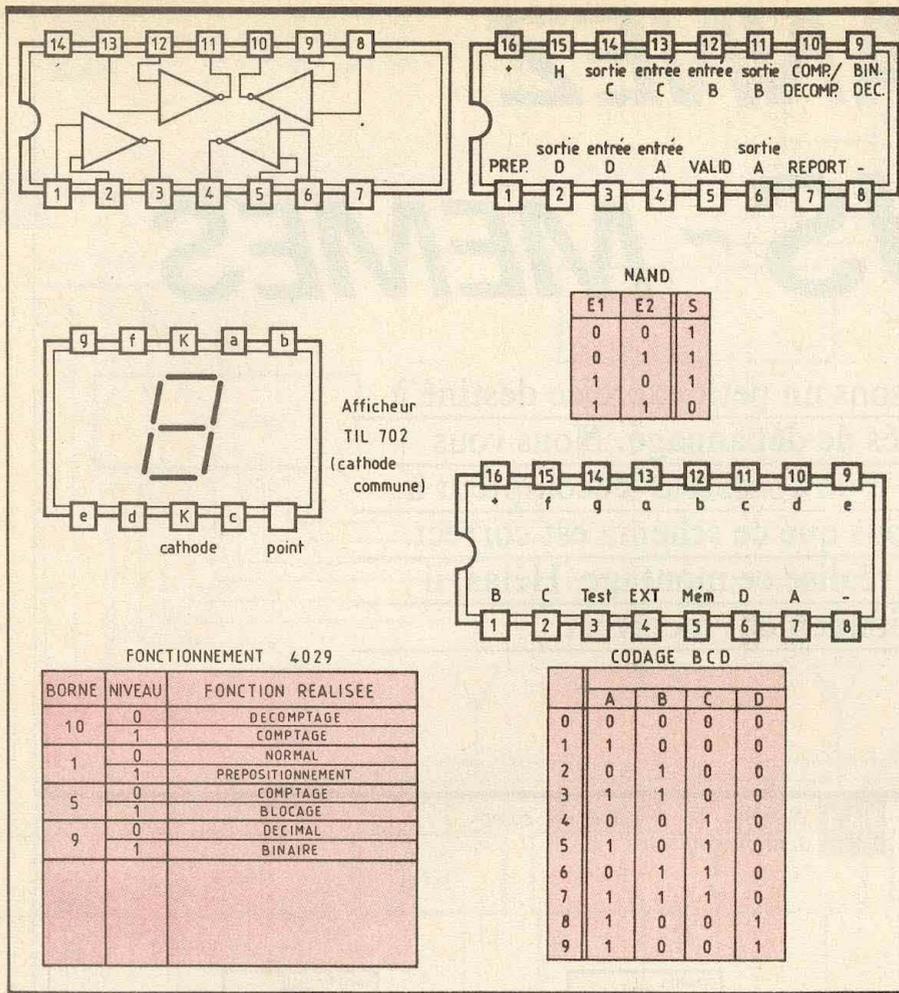


Fig. 2 Rappels théoriques.

2° Au travail, C<sub>1</sub> est chargé par l'état haut de la borne 3 et se charge par R<sub>16</sub>. Il convient donc de placer la borne positive côté 3 de la porte C.

3° Les portes A et B n'ont aucun rôle dans ce montage (double inversion). Inutilisées, elles ont été placées cependant dans le circuit horloge pour des raisons de facilité.

4° Les portes C et D sont montées en monostable afin d'éviter que les rebonds du poussoir ne provoquent un comptage anarchique des compteurs.

5° C<sub>2</sub> assure une remise à zéro du compteur lors de la mise sous tension du montage.

6° D'après le tableau de vérité, il est facile de détecter le 8. (Borne D à l'état haut). Il suffira donc de prévoir une diode 1N4148 entre borne 6 de IC<sub>5</sub> et les bornes 1 de IC<sub>3</sub> et IC<sub>2</sub>. L'anode de la diode sera bien sûr placé côté IC<sub>5</sub>.

**CONSTATATIONS EFFECTUEES**

Affichage impossible des unités paires

MESURES			
Affichage	Entrées IC <sub>4</sub> A B C D	IC <sub>4</sub> sorties afficheurs a b c d e f g	Remarques
01	0000	0110000	Action sur poussoir RAZ
01	1000	0110000	
03	0100	1111001	
03	1100	1111001	
05	0010	1011011	
05	1010	1011011	
07	0110	1110000	
07	1110	1110000	
09	0001	1110011	
09	1001	1110011	
11	0100	0110000	
11	1100	0110000	
13	0010	1111001	
13	1010	1111001	
etc.			
99	0111	1110011	
99	1111	1110011	
01	0000	0110000	
etc.			

Publications Radioélectriques et Scientifiques  
Société anonyme au capital de 300 000 F  
Siège social :  
2-12, rue de Bellevue, 75019 Paris

Durée  
Création 1926 - Durée 60 + 99 ans

Président-directeur général et directeur de la publication  
A. Lamer

Rédacteur en chef  
Bernard Figliera

Actionnaires  
Sté Fse d'Editions et de Publications Illustrées  
Publications Georges Ventillard  
Monsieur J.-P. Ventillard

Tirage moyen 1984 Diffusion moyenne 1984  
123 859 80 503

C.A. 1984 de Publications Radioélectriques et Scientifiques : 65 523 938 F

# CHOIX ET UTILISATION DES GENERATEURS BF

Dans le premier volet de cet article, et après un rappel succinct du principe de fonctionnement des générateurs BF (oscillateurs à pont de Wien et générateurs de fonctions), nous avons défini les caractéristiques principales de ces matériels, en précisant quelques ordres de grandeur couramment rencontrés.



# V

isant un objectif essentiellement pratique, il nous restait à donner un panorama

des applications des signaux délivrés. Le lecteur se souvient de notre franche préférence pour les générateurs de fonctions : seuls, ils fournissent des triangles, dont nous verrons l'utilité ; de plus, ils donnent accès aux très basses fréquences et permettent la vobulation. Nous avons déjà traité de l'emploi des sinusoides. Il nous reste à examiner ceux des triangles et des rectangles. Enfin, nous terminerons notre étude par des exemples de relevés des courbes de réponse en vobulation.

## UTILISATION DES SIGNAUX TRIANGULAIRES

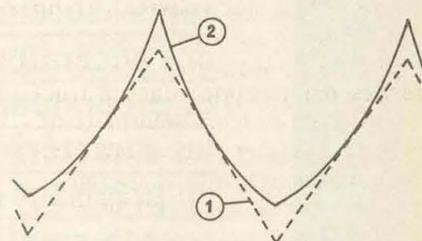
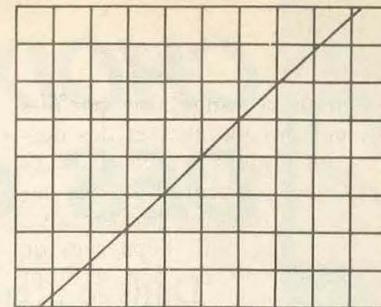
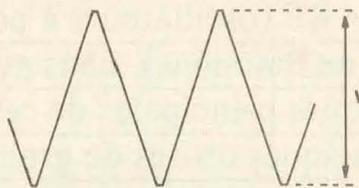
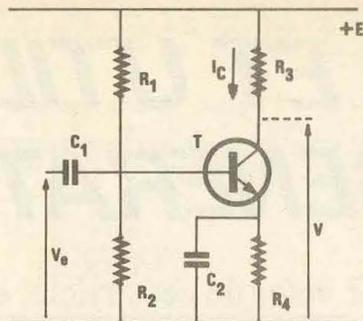
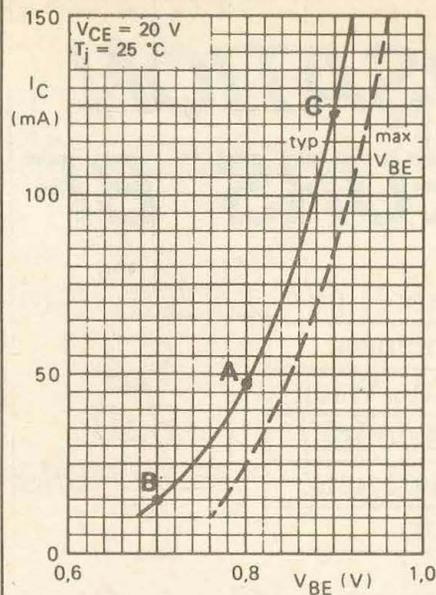
Les applications des signaux triangulaires – qu'on supposera parfaits, ou quasiparfaits, à la sortie du générateur – découlent de deux de leurs aspects. On peut en effet exploiter les rampes, montantes ou descendantes, dont chacune est un segment de droite, c'est-à-dire une fonction linéaire ; à l'oscilloscope, la moindre déformation apparaît clairement et met en évidence les défauts de linéarité des circuits testés. On peut aussi utiliser les sommets inférieurs ou supérieurs : chacun se

présente comme un angle net et permet l'observation, avec une grande sensibilité, du plus léger écrêtage.

### Les contrôles de linéarité

Exploitant les rampes des signaux triangulaires, ils servent essentiellement au test des amplificateurs lorsque ceux-ci traitent des signaux de grande amplitude. En effet, dans de telles conditions, la courbure des caractéristiques des composants actifs intervient, comme le montrent les figures 1 et 2.

La figure 1 représente, pour un transistor NPN de référence BF 469, les variations du courant de



collecteur  $I_C$ , en fonction de la différence de potentiel  $V_{BE}$  appliquée entre la base et l'émetteur. En fait, deux courbes apparaissent : l'une, en traits pleins, donne les valeurs typiques, et c'est elle que nous exploiterons ; l'autre, en pointillés, se rapporte aux valeurs limites qu'il est possible de rencontrer dans un lot d'échantillons, en raison de la dispersion des caractéristiques.

Supposons, par exemple, que le point de polarisation (potentiel et courant en l'absence de signal) soit choisi en A, avec un  $V_{BE}$  de 0,8 V, et un courant de collecteur  $I_C$  de 47 mA. Quand on fait varier  $V_{BE}$  symétriquement autour de la valeur moyenne, par exemple entre 0,7 V (point B) et 0,9 V (point C), le courant de collecteur  $I_C$  évolue entre 15 et 125 mA : les écarts, ici, sont très inégaux. Il en ira de même, dans le montage de la **figure 2**, des variations de la tension de sortie  $V$ , proportionnelles à celles de  $I_C$ .

Si, alors, on applique des signaux triangulaires en entrée, on observera en sortie la forme d'onde de la **courbe 2** (**fig. 3**), en remplacement de la forme d'onde de la **courbe 1**, représentée en pointillés.

Nous avons, ici, volontairement choisi un cas extrême, pour faire clairement apparaître le défaut sur nos figures. Dans la réalité, l'écart de linéarité sera (heureusement !) souvent plus faible, donc plus délicat à mettre en évidence sur l'oscilloscope. On pourra malgré tout obtenir une grande précision de

lecture, en opérant comme suit : sur l'écran de l'oscilloscope, par un choix convenable de la fréquence du générateur (aux alentours de 1 000 Hz pour les essais en BF) et de la vitesse de la base de temps, on fera apparaître une seule rampe des triangles. En jouant ensuite sur la sensibilité d'entrée verticale (réglage par bond et réglage continu), ainsi que sur les cadrages, on orientera cette rampe selon la diagonale du graticule. Comme le montre alors la **figure 4**, les écarts de linéarité deviennent très visibles et peuvent se mesurer avec précision.

#### Les réglages de polarisation

Pour différentes raisons, et notamment à cause de la limitation des tensions d'alimentation, l'excursion maximale est limitée à la sortie de tout amplificateur. Lorsqu'on cherche à atteindre l'amplitude maximale, il faut alors polariser l'étage concerné de façon à obtenir, lorsque le signal croît, un écrêtage symétrique.

Les oscillogrammes A et B, relevés à l'aide de signaux sinusoïdaux, constituent des exemples de polarisations particulièrement mal réglées, conduisant à des écrêtages horriblement dissymétriques ! Mais lorsqu'on souhaite affiner les observations et déceler un tout petit début d'écrêtage, les signaux triangulaires se révèlent bien mieux adaptés que les sinusoïdes, car la moindre cassure des angles est bien

perçue par l'œil : mieux que des discours, l'oscillogramme C explicite cette affirmation.

#### Puissance de sortie d'un amplificateur BF

On se rappelle que, dans la première partie de cet article, nous nous étions réservé de traiter le problème de cette mesure en étudiant les applications des signaux triangulaires : on comprend maintenant pourquoi.

Sur une charge donnée (haut-parleur de 8  $\Omega$  par exemple, ou résistance de puissance de la même valeur si l'on souhaite épargner les oreilles du technicien et celles de son entourage), la puissance disponible est limitée par l'amplitude maximale que délivre l'amplificateur avant qu'apparaisse l'écrêtage. Pour mesurer cette puissance, on applique donc, à l'entrée de l'appareil testé, des triangles à 1 000 Hz environ, et on fait progressivement croître leur amplitude. Dès que l'écrêtage commence à se manifester, on mesure (**fig. 5**) la hauteur crête à crête  $V$  (en volts) disponible. Il lui correspondrait, pour un signal sinusoïdal, une tension efficace :

$$V_{\text{eff}} = \frac{V}{2\sqrt{2}}$$

donc une puissance de sortie :

$$P = \frac{V_{\text{eff}}^2}{R} = \frac{V^2}{8R}$$

## UTILISATION DES SIGNAUX RECTANGULAIRES

Des signaux rectangulaires parfaits offriraient des montées et des descentes infiniment brèves (flancs parfaitement verticaux), et des paliers rigoureusement horizontaux. Ils seraient, en plus, dépourvus de tout phénomène de dépassement (voir le précédent article). Les rectangles réellement délivrés par un générateur de fonctions s'approchent de cet idéal avec des écarts précisés par la notice du constructeur. L'étude de leurs déformations, après passage dans un circuit électronique, donne quantité de renseignements sur celui-ci, comme nous allons le voir.

### Mesure des temps de montée

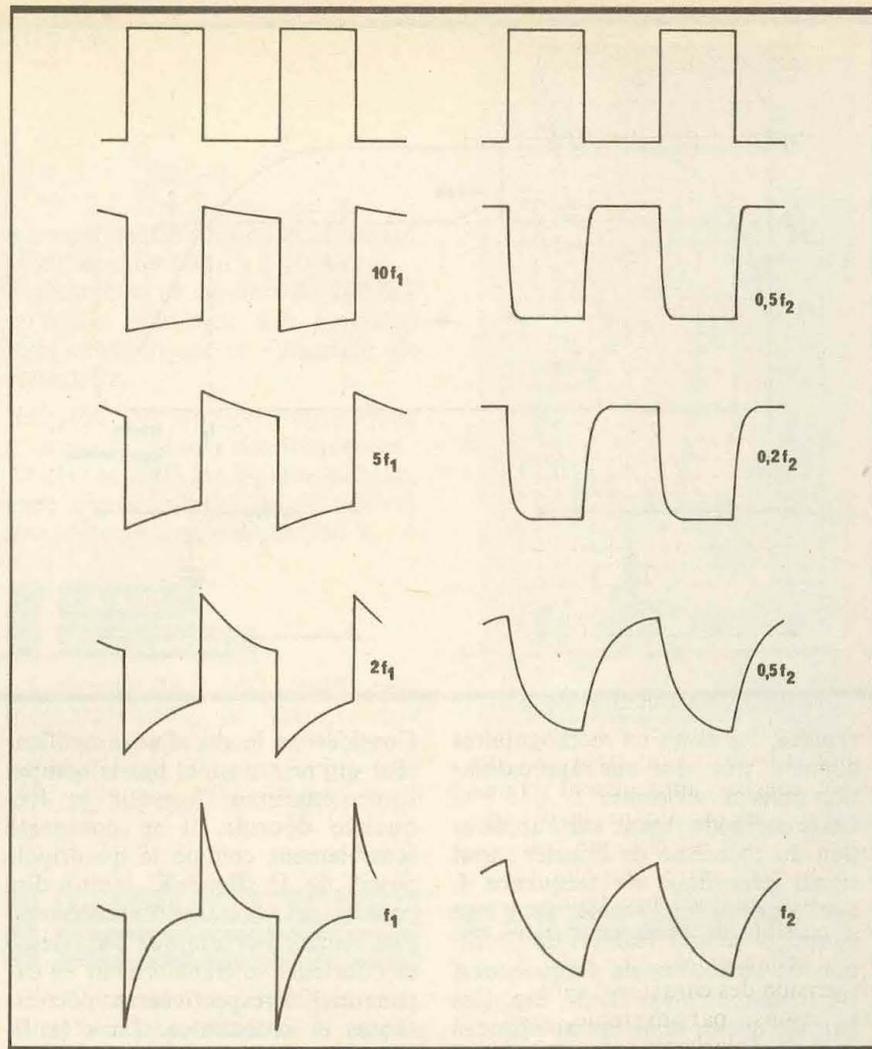
Voilà, sans doute, l'application la plus directe, mais pas nécessairement la plus facile à mettre en œuvre. Il est bien évident, déjà, qu'on ne pourra mesurer que des temps de montée supérieurs à ceux du générateur lui-même.

L'oscilloscope, non plus, n'est pas parfait, et on doit compter avec son temps de montée propre. En effet, si  $\tau_m$  est le temps de montée à mesurer sur l'appareillage testé,  $\tau_o$  celui de l'oscilloscope, le temps observé réellement sur l'écran devient :

$$\tau = \sqrt{\tau_m^2 + \tau_o^2}$$

Or  $\tau_o$ , inversement proportionnel à la bande passante de l'oscilloscope, peut ne pas apparaître négligeable par rapport à  $\tau_m$  (35 ns, par exemple, pour une bande passante de 10 MHz, qui est celle des appareils les plus répandus).

On n'oubliera pas non plus l'influence de la capacité d'entrée de l'oscilloscope (30 à 40 pF) ; elle s'augmente sensiblement de celle de la sonde, avec un modèle X1, et l'ensemble peut atteindre une centaine de picofarads. Si l'impédance au point de test n'est pas très faible, cette capacité parasite allonge les temps de transition et fausse complètement les mesures. On devra donc systématiquement employer une sonde atténuatrice (X10), qui fait évidemment perdre de la sensibilité, mais ne présente qu'une capacité de l'ordre de 10 pF. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer



les oscillogrammes D et E : les mêmes rectangles (fréquence inchangée) y sont prélevés au même point d'un même circuit, avec une sonde X1 dans le premier cas et une sonde atténuatrice dans le deuxième.

Un dernier problème reste celui de la synchronisation et de l'optimisation de la vitesse de balayage, pour étaler au maximum une montée (ou une descente) et permettre des mesures précises. Dans la mesure du possible, on déclenchera l'oscilloscope sur les fronts les plus raides, donc sur le signal d'entrée. Avec un modèle bicourbe, il n'existe guère de problème : le déclenchement s'effectue sur la voie recevant le signal d'entrée. Pour un oscilloscope monocourbe, ce même signal d'entrée servira au déclenchement extérieur s'il atteint une amplitude suffisante. Dans l'hypothèse contraire, on exploitera le déclenchement interne, en jouant sur le seuil pour afficher un flanc complet.

### Evaluation de la bande passante d'un amplificateur

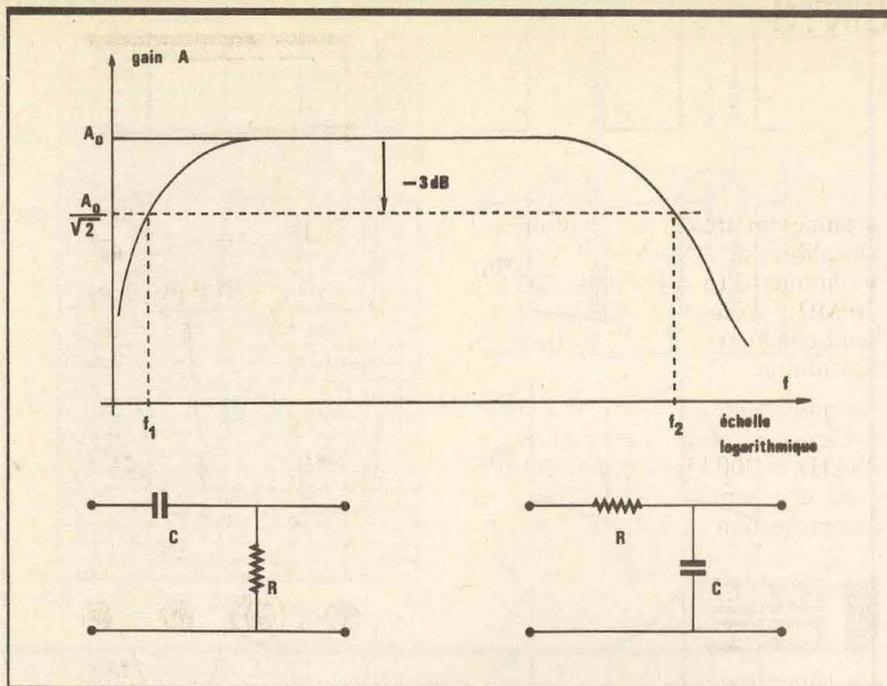
La courbe de réponse en fréquence d'un amplificateur non raccordée affecte l'une des allures indiquées à la figure 6. Dans tous les cas, on constate, vers les fréquences hautes, une atténuation due soit aux composants actifs (transistors, circuits intégrés), soit à la présence de capacités parasites. On définit alors la fréquence de coupure  $f_2$ , à -3 dB, comme celle pour laquelle gain est divisé par  $\sqrt{e}$ , par rapport à sa valeur moyenne  $A_o$ .

Aux fréquences basses, il n'y a aucune atténuation si l'amplificateur transmet la composante continue. Dans le cas contraire, la courbe de réponse descend et on définit, comme précédemment, la fréquence de coupure inférieure  $f_1$ , à -3 dB.

Il est évidemment possible de relever de telles courbes de réponse point par point, à l'aide de signaux sinusoïdaux, en mesurant à chaque fois le gain. Mais, pour des tests

# OMENEX... TOUJOURS PLUS !

Nul n'ignore que le numéro 1 de la distribution remporte aujourd'hui un succès indéniable dans le domaine de la réception des ondes TV. La ferveur de Monsieur Léo San Fratello n'est pas étrangère à la croissance spectaculaire du nombre d'antennes aujourd'hui diffusées et présentes dans plusieurs pays. Qu'il nous soit permis de saisir l'occasion pour soumettre à votre appréciation les caractéristiques essentielles des deux modèles les plus sollicités par une clientèle chaque jour plus exigeante, tant sur le plan de la qualité que sur celui de l'esthétique.



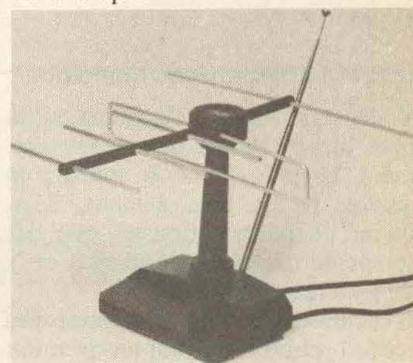
rapides, des essais en rectangulaires donnent très vite une approximation souvent suffisante.

Cette méthode repose sur l'application du théorème de Fourier : tout signal périodique de fréquence  $f$ , quelle que soit sa forme, peut être considéré comme résultat de l'addition de sinusoides de fréquences  $f$  (la fondamentale),  $2f$ ,  $3f$ , etc. (les harmoniques), dont les amplitudes dépendent de la forme du signal considéré ; il s'y ajoute, dans certains cas, une composante continue. Ce théorème s'applique, évidemment, à des signaux rectangulaires.

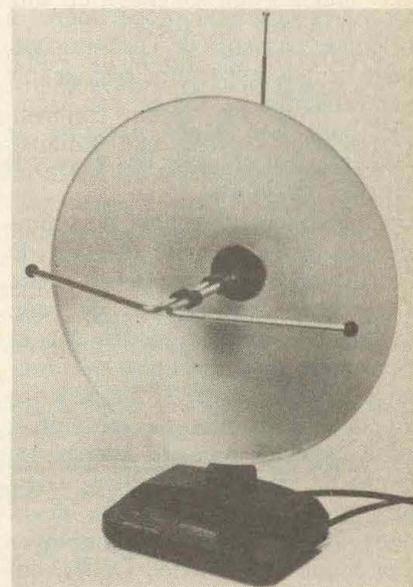
Un amplificateur attaqué sur son entrée par des créneaux ne pourrait les transmettre sans déformations que s'il amplifiait également toutes les fréquences, ce qui n'est jamais le cas. Dans la pratique, l'observation des altérations donne donc directement, lorsqu'on est familiarisé avec leur allure, des renseignements sur la courbe de réponse et une évaluation des fréquences de coupure haute et basse. Nous nous proposons d'en montrer quelques exemples chiffrés, graphiquement rassemblés dans les diagrammes de la **figure 7**. Dans cette dernière, la colonne de gauche correspond, de haut en bas, à des fréquences décroissantes ; celle de droite, et dans le même sens, à des fréquences croissantes. Dans les deux cas, le signal supérieur (rectangles parfaits délivrés par le générateur) sert de référence.

Considérons le cas d'un amplificateur qui ne transmet pas la composante continue. Lorsque la fréquence décroît, il se comporte sensiblement comme le quadripôle passif de la **figure 8**, c'est-à-dire comme un circuit différentiateur. Les paliers horizontaux supérieurs et inférieurs se transforment en exponentielles respectivement décroissantes et croissantes. Dans la **figure 7**, on trouvera les déformations successives correspondant à des fréquences de créneaux  $10 f_1$ ,  $5 f_1$ ,  $2 f_1$  et  $f_1$ , en appelant  $f_1$  la fréquence de coupure basse à  $-3\text{dB}$ . Il est utile de conserver en mémoire le dernier cas, puisqu'il permet d'évaluer immédiatement la fréquence  $f_1$ .

Vers le haut de la gamme, les altérations du signal découlent de l'atténuation des fréquences les plus élevées dans la décomposition en série de Fourier des signaux rectangulaires. On peut alors sensiblement assimiler l'amplificateur au quadripôle intégrateur de la **figure 9**. Les flancs montants et descendants se transforment, à leur tour, en exponentielles croissantes ou décroissantes. Là encore, en baptisant  $f_2$  la fréquence de coupure à  $-3\text{dB}$ , nous avons rassemblé les diagrammes correspondant aux fréquences  $0,1 f_2$ ,  $0,2 f_2$ ,  $0,5 f_2$  et  $f_2$ . On conservera le dernier en mémoire, pour une évaluation rapide de la fréquence de coupure.



On reconnaîtra la structure en râtelier du modèle destiné aux VHF, et que complète un brin télescopique, pour la réception de gammes FM de radiodiffusion. Un potentiomètre, visible sur le socle, sert au réglage du gain.



Pour les UHF, un dipôle accordé en milieu de bande est servi par un réflecteur parabolique qui augmente le gain et améliore la directivité.

Omenex, 22, rue de la Vega, 75012 Paris. Tél. : 43.07.05.27.

# MULTIMETRE 20 000 POINTS DM 850 CIRCUITMATE BECKMAN

**A**vec ce nouveau multimètre numérique, nous abordons une classe d'appareil qui, par ses caractéristiques, s'écarte assez sensiblement des matériels habituellement présentés à nos lecteurs dans cette rubrique. Il offre en effet un affichage sur 20 000 points (4 1/2 digits), avec, évidemment, la précision correspondante. Nous avons cependant tenu à en dire quelques mots, essentiellement pour deux raisons : d'une part, le DM 850 comporte la fonction fréquencesmètre, ce qui est assez rare ; d'autre part, il y ajoute, pour les tensions et les intensités, la mesure des valeurs efficaces vraies.

## LA PRECISION D'UN 20 000 POINTS

Le cœur d'un multimètre numérique – s'il n'en constitue pas la totalité – est bien évidemment le convertisseur analogique/ numérique, qui détermine l'essentiel des performances de l'appareil, et notamment sa précision. Souvent, les modèles à 2 000 points s'articulent autour d'un ICL 7106, ou équivalent. Ici, il s'agit du 7129 et, qui plus est, piloté par quartz.

La précision s'en ressent aussitôt : ainsi en voltmètre continu, elle atteint, sur l'ensemble des calibres,  $\pm 0,05\%$  de la lecture,  $\pm 3$  digits. En alternatif, de 40 Hz à 1 kHz, on est encore à  $\pm 0,75\%$  de la lecture,  $\pm 10$  digits. On apprécie aussi cette précision pour la mesure des résistances : sur les calibres 2 k $\Omega$ , 20 k $\Omega$  et 200 k $\Omega$ , l'erreur n'excède pas  $\pm 0,1\%$  de la lecture,  $\pm 3$  digits.

## DES FONCTIONS TRADITIONNELLES ET UN FREQUENCESMETRE

On trouve, sur le DM 850, les fonctions habituelles des multimètres :

- voltmètre continu (5 calibres de 200 mV à 1 000 V) et alternatif (même calibres, mais le dernier limité à 750 V) ;

- ampèremètre continu et alternatif (6 calibres de 200  $\mu$ A à 10 A) ;
- ohmmètre (6 calibres de 200  $\Omega$  à 20 M $\Omega$ ), avec test des jonctions semi-conductrices et indicateur de continuité.

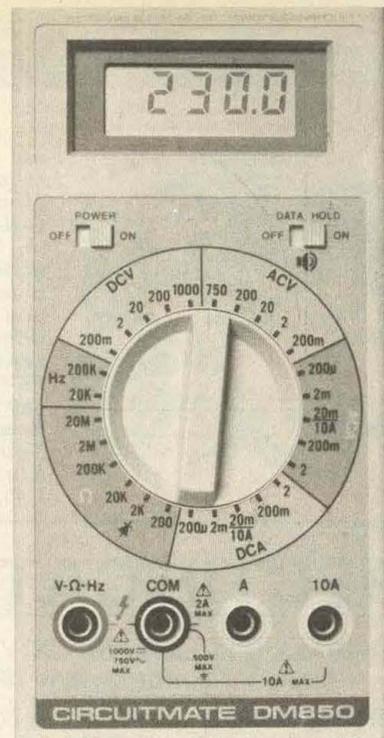
En plus, cet appareil offre deux gammes de mesure des fréquences : 20 kHz et 200 kHz à pleine échelle, avec une sensibilité de 60 mV, et une protection au-delà de 250 V.

## LA MISE EN MEMOIRE

Un commutateur « data hold » permet, lorsqu'on le bascule sur « ON », de conserver en mémoire (et d'afficher) le résultat d'une mesure, même après avoir débranché les cordons.

## LES VALEURS EFFICACES VRAIES POUR LE DM 850

La plupart des multimètres, dans leurs fonctions voltmètre et ampèremètre alternatifs, effectuent la mesure des valeurs moyennes, et la convertissent, pour l'affichage, en valeurs efficaces. Ceci ne peut, naturellement, s'appliquer qu'à des signaux sinusoidaux. Ici, l'emploi d'un circuit multiplicateur

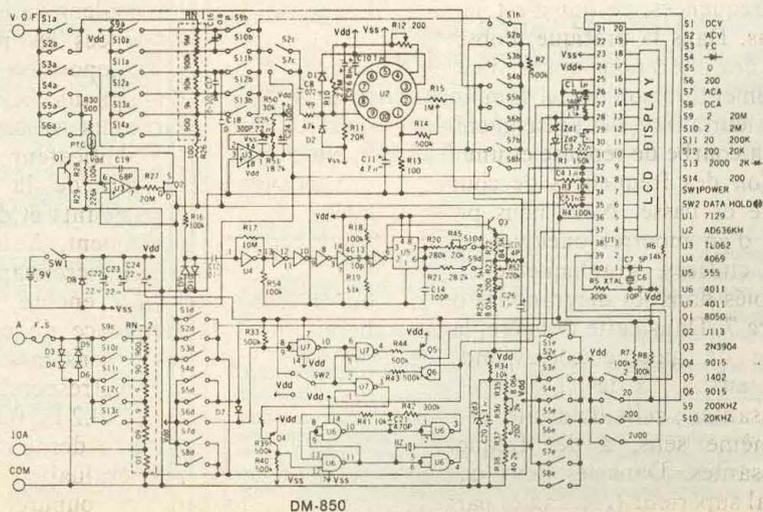


(AD 636 KH) permet, avec le DM 850, la mesure des valeurs efficaces vraies, quelle que soit la forme d'onde.

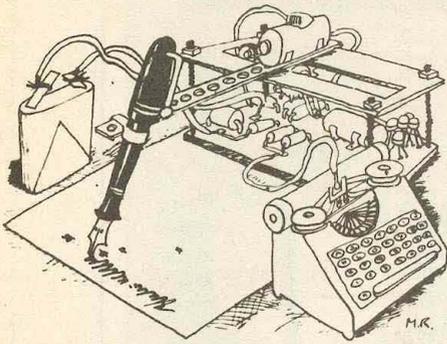
## NOS CONCLUSIONS

Avec le multimètre DM 850, techniciens, ingénieurs et amateurs avertis disposeront d'un matériel de haut de gamme, au prix, naturellement, d'un sacrifice financier un peu plus élevé... Signalons d'ailleurs qu'ils pourront par exemple en juger chez l'un de nos annonceurs, la société TERAL.

R. RATEAU



# La page du courrier



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

## COLLABORATION DES LECTEURS

Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

## PETITES ANNONCES

30 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises.

Supplément de 30 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois

à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

## RECTIFICATIFS

**CENTRALE D'ECLAIRAGE UNIVERSELLE**  
N° 93, Nouvelle Série, p. 107

De nombreux lecteurs ont remarqué l'erreur grossière sur le schéma de principe de la section alimentation. Il faut, en effet, relier le - de  $C_5$  à la masse, et non à  $D_7$ . La cathode de  $D_7$  sera bien sûr reliée à la cathode de  $D_4$  comme l'indiquait le circuit imprimé.

**DETECTEUR DE NIVEAU**  
N° 85, Nouvelle Série, p. 78

Sur l'implantation des éléments de la figure 5, page 78, le strap de liaison a été oublié. Il apparaît très nettement sur l'illustration en couleur de la carte imprimée de la page 79.

**KIT THERMOMETRE RAM**  
N° 94, Nouvelle Série, p. 81

Le capteur dont il est question s'avère être un LM 325.

**ALARME ATTACHE-CASE**  
N° 90, Nouvelle Série, p. 110

Sur le schéma de principe, la résistance reliée au +  $V_{cc}$  repérée  $R_2$  est en fait  $R_1$ . Le condensateur  $C_2$  est  $C_1$ . Au niveau de la figure 3,  $C_3$  se trouve relié au HP, alors qu'il s'agit de  $C_5$ .

Composition  
Photocomposition :  
ALGAPRINT, 75020 PARIS  
Distribution :

S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE  
Le Directeur de la publication :  
A. LAMER

Dépôt légal :  
JUILLET-AOÛT 1986 N° 951

Copyright © 1986  
Société des PUBLICATIONS  
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.

Toute demande d'autorisation pour reproduction quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Directeur de la Publication : A. LAMER. — Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX. — Commission paritaire 60165.

## BREVETEZ VOUS-MÊME VOS INVENTIONS

Grâce à notre Guide complet vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros, mais pour cela, il faut les breveter. Demandez la notice 78 « Comment faire breveter ses inventions » contre 2 timbres à ROPA B.P. 41, 62101 CALAIS.

Vends cause double emploi, parfait état  
1 Gén. fonct. Metrix TE 7402. Px 6 780 HT. Cédé 3 800 F

1 Oscillo Hameg HM 203-5. Px 3 081 HT. Cédé 2 600 F. Renard Daniel, 102, rue de Tharon, 44730 Saint-Michel-Chef-Chef. Tél. : 40.27.93.03.

**TUBES RADIO**  
Liste sur demande  
**SLORA** - B.P. 91 - 57602 FORBACH

SIGMA COMPOSANTS. SPECIALISTE VENTE PAI CORRESPONDANCE. NOUVELLE PROMOTION « ETE 86 » : LISTE A PRIX FOUS CONTRE 5 TIMBRES. CATALOGUE GENERAL CONTRE 70 REMBOURSABLE + 10 F DE PORT. SIGMA ELECTRONIQUE 18, RUE DE MONTJUZET, 63100 CLERMONT-FERRAND.

**TOUT POUR VOS  
MONTAGES ELECTRONIQUES  
HOBBYTRONIC**  
200, r. de Lille  
62 BETHUNE - Tél. : 21.68.05.05

Réalisons vos C.I. (étamés, percés) sur V.E. : 30 F/dm<sup>2</sup> en S.F., 40 F/dm<sup>2</sup> en D.F., à partir de quelques schémas de revues, autres nous consulter. (Chèque à la commande + 12 F de port). IMPRELEC, Le Villard, 74550 Perrignier. Tél. : 50.72.46.26.

## Répertoire des annonceurs

Abonnement .....	36	LDTM (Electro Kit) .....	33
ACER .....	II <sup>e</sup> couv. - III <sup>e</sup> couv. - 3-4-130	MMP .....	30
AEROMICRONICS .....	32	MANUFACTURE ET TESTS .....	
AG ELECTRONIQUE .....	38	DE COMPOSANTS .....	38-61-129
ALBION .....	8	MECANORMA .....	5
ARQUIE COMPOSANTS .....	15	PANTEC .....	82
C.I.F. ....	16	PENTASONIC .....	44-45
CHOLET COMPOSANTS .....	31	PERLOR RADIO .....	29
CIBOT .....	39	PHIMARAL .....	114
COMPOKIT .....	37	PROCELEC .....	82
COMPTOIR DU LANGUEDOC .....	78-79	RAB COMPOSANTS .....	75
COMPTOIR RADIO ELECTRIQUE .....	38	RAM .....	10
CYCLADES (LES) .....	27	RADIO MJ .....	6-7
DINARD TECHNIQUE ELECTRONIQUE .....	13	REALTECHNIC .....	38
EDITIONS WEKA .....	17	ROCHE .....	12
EDUCATEL (UNIECO) .....	9-19	SAINT QUENTIN RADIO .....	53
EIDE .....	38	SELECTRONIC .....	87
ELECTRO KIT (LDTM) .....	33	SICERONT KF .....	13-129
ELECTRONIQUE APPLICATIONS .....	32	SIEBER SCIENTIFIC .....	30
EREL .....	31	SLOWING .....	82
ESM .....	18	SONO .....	28
ETSF .....	16-34	STE NOUVELLE RADIO PRIM .....	35
EURELEC .....	43	TELE SAINT MARC .....	40-41-42
FRANCLAIR ELECTRONIQUE .....	81	TERAL .....	IV <sup>e</sup> couv.-129
HIFI .....	14	TOLERIE PLASTIQUE (LA) .....	15
IPIG .....	11	UNIECO (EDUCATEL) .....	9-19
ISKRA .....	13-16-32	YAKECEM .....	30
KN ELECTRONIQUE .....	129	WEKA (EDITIONS) .....	17