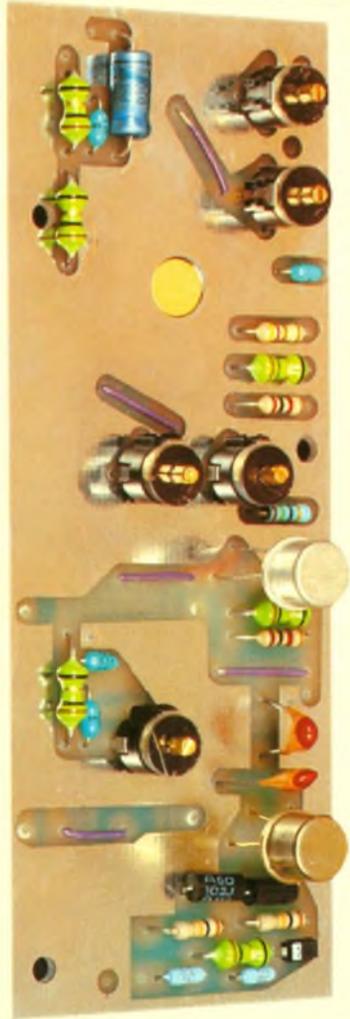
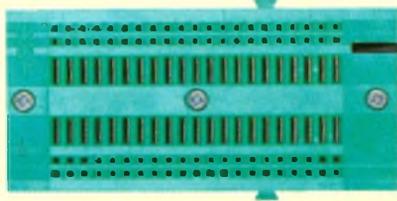


BELGIQUE : 140 FB · LUXEMBOURG : 140 FL · SUISSE : 5,80 FS · ESPAGNE : 400 Ptas · CANADA : \$ 3,90



T 2437 - 123 - 20,00 F



3792437020009 01230

# Electronique pratique

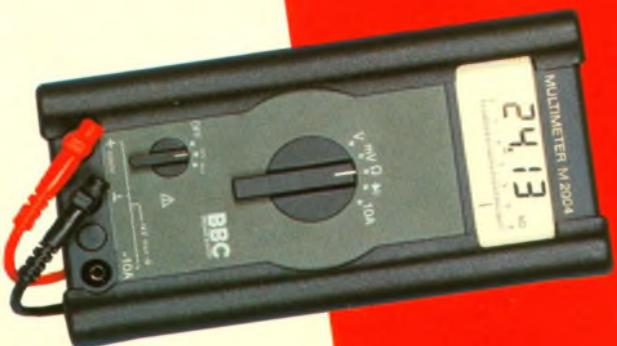
CONTRÔLEUR DE TEMPÉRATURE

TÉLÉCOMMANDE SECTEUR

RADAR DE RECUIL

ÉMETTEUR FM EXPÉRIMENTAL

MULTIMÈTRE BBC 2004, etc.



I. S. N. 0243 4911

N° 123 - FEVRIER 1989

sommaire détaillé p. 42

# Electronique pratique

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 : M. SCHOCK  
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA  
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA  
Maquettes : Jacqueline BRUCE  
Couverture : M. Bonhomme. Avec la participation de  
D. Roverch, G. Isabel, R. Knoerr, P. Wallerich, F. Rivère,  
P. Morin, R. Rateau, A. Garrigou.  
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute  
responsabilité quant aux opinions formulées dans les  
articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue  
Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42 00 33 05  
(lignes groupées) CCP Paris 3793-60  
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER  
Chef de publicité : Pascal DECLERCK  
Promotion : Société Auxiliaire de Publicité  
Mauricette ELHINGER  
70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42 00 33 05  
Direction des ventes : Joël PETAUTON  
Abonnements : Odette LESAUVAGE

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 34).

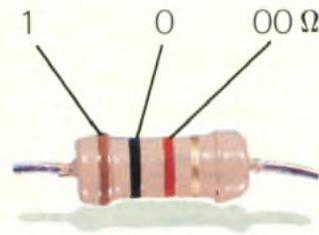
En nous adressant votre abonnement, précisez sur  
l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS », 2 à 12, RUE  
BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.  
Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte  
pour les paiements par chèque postal - Prix d'un numéro :  
20 F.

Les règlements en espèces par courrier sont strictement  
interdits.

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez  
notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos  
dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications  
qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre  
2,20 F et la dernière bande.



« Le précédent  
numéro  
a été tiré  
à 100 000 ex. »



1 2 3 Tolérance : or  $\pm 5\%$ , argent  $\pm 10\%$

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

## SOMMAIRE N° 123 – FEVRIER 1989

### REALISEZ VOUS-MEMES

Une télécommande secteur	43
Un dispositif anti-curieux	54
Un contrôleur de température	62
Un radar de recul	71
Un testeur de réseau	95
Un compte-tours à rampe de LED	99
Une alarme attaché-case	105

### EN KIT

Une alimentation symétrique LABO 14 ETC	87
Un émetteur FM expérimental TSM 39	91

### PRATIQUE ET INITIATION

Naissance d'une machine à graver	59
Le multimètre BBC 2004	84
Initiation (3 <sup>e</sup> partie)	110
Fiche technique : le CD 4045	115

### DIVERS

Encart EURELEC	67 à 70
Nos Lecteurs	133

CONFORT



AUTO



JEUX



MODELISME



MESURES



HIFI



GADGETS



# TELECOMMANDE SECTEUR



La commande à distance d'un appareil ménager présente un intérêt certain (mise en marche du lave-linge lors du tarif heures creuses, arrêt de certains convecteurs d'appoint lors des jours « de pointe » du tarif EJP, etc.). Néanmoins, cela nécessite soit une alimentation individuelle, soit un circuit de télécommande particulier, ce qui est très contraignant, voire irréalisable.

Forts de ces conditions, nous vous présentons un dispositif permettant la commande à distance d'un appareil quelconque, pourvu qu'il soit à proximité d'une prise de courant. L'information sera, bien sûr, véhiculée par le secteur.

Nous resterons fidèles à nos habitudes, en proposant un montage qui ne nécessite que des composants classiques, peu onéreux et facilement disponibles. Précisons enfin que la mise au point ne demande aucun appareil de mesure.

## I - PRESENTATION DE LA TELECOMMANDE

Nous avons précisé que l'ordre de télécommande serait véhiculé par les fils du secteur. Il convient donc d'examiner la nature de ce signal. La valeur de la fréquence est importante. En effet, si celle-ci est trop faible, le signal sera absorbé par tous les éléments selfiques sur le réseau (transfo) (propagation incontrôlée). En revanche, si la fréquence est trop élevée, le niveau du signal sera affaibli par les condensateurs présents sur le secteur (condensateurs de moteur, d'antiparasitage, etc.). Nous avons donc réalisé un compromis avec la valeur de 25 kHz.

La durée de cette impulsion sera très courte (1 ms). De plus, il sera émis toutes les 5 secondes, de façon à ne pas entraîner d'échauffement de l'émetteur.



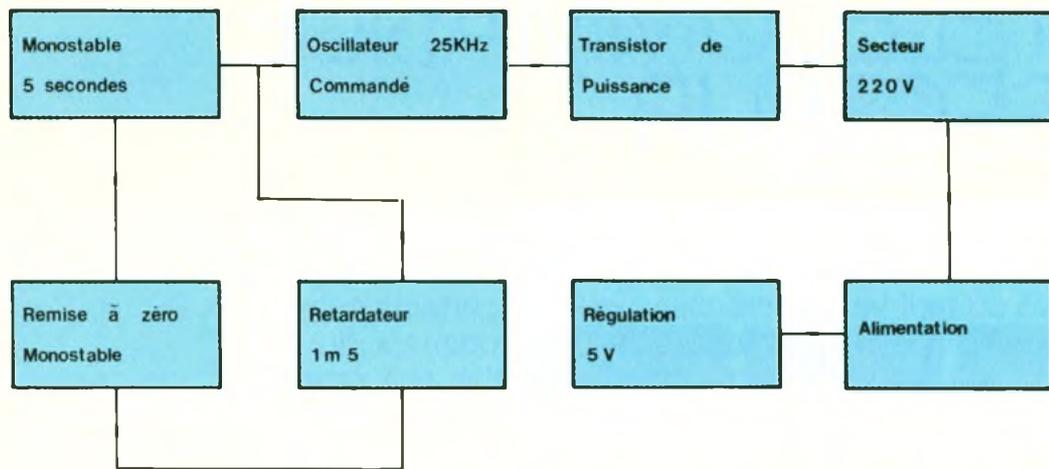
La figure 1 représente le schéma synoptique de l'émetteur. On peut remarquer la présence de l'oscillateur 25 kHz, cœur du montage. Il est commandé par un monostable. Précisons que pendant la durée active du monostable (5 s), l'oscillateur est bloqué. A l'issue de ce délai, le 25 kHz est élaboré, mais le monostable est remis à zéro après 1 ms. Cela revient à dire que nous avons une impulsion de 1 ms toutes les cinq secondes.

Ce signal périodique est émis par le biais d'un transistor de puissance, sur le secteur 220 V. L'alimentation de l'émetteur est, bien sûr, issue du secteur. Une régulation a été prévue pour un fonctionnement plus sûr du montage.

Le récepteur, figure 2, paraît plus complexe, à première vue. Nous verrons qu'il n'en est rien. Le signal 25 kHz est séparé du 50 Hz par un filtre HF. Pour pouvoir être traité correctement, il

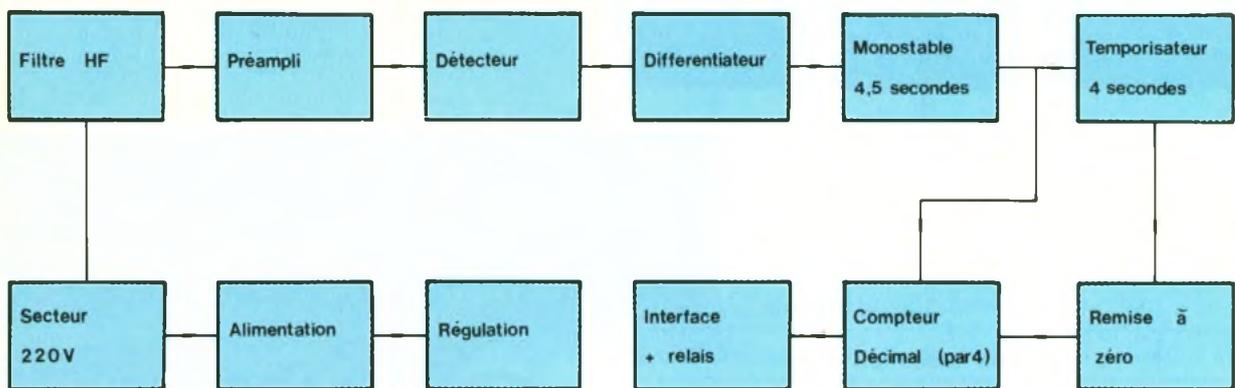
1

Le synoptique de l'émetteur laisse apparaître la présence d'un oscillateur 25 kHz.



2

Le côté récepteur utilise un filtre HF.



traverse un étage préamplificateur, puis attaque un détecteur. Le rôle de ce dernier est de nous fournir un signal continu, débarrassé de la composante 25 kHz. Dès lors, nous sommes en présence d'un différentiateur qui vérifie si le signal de télécommande atteint bien 1 ms. Si ce n'est pas le cas, il s'agit obligatoirement d'un parasite qui n'est pas accepté.

Tout signal « valide » commande un monostable qui délivrera une impulsion de 4,5 s. Celle-ci a pour effet d'armer le temporisateur de 4 secondes et d'incrémenter le compteur (diviseur par 4).

Lorsque ce compteur atteindra sa position 3 (à la 4<sup>e</sup> impulsion, comme nous le verrons plus loin), le relais de sortie est commandé par une interface à transistor et assure la commutation correspondante.

Il est clair que si aucune impulsion de 25 kHz n'est reçue, le temporisateur de 4 secondes reste bloqué, entraînant la remise à zéro du compteur, garantissant la position de repos du relais

L'alimentation secteur du récepteur est identique à celle de l'émetteur et n'appelle aucun commentaire particulier.

## II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

### A. Emetteur

Le monostable IC<sub>2</sub> (fig. 3) utilise en fait un compteur diviseur à 12 étages. R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, et C<sub>1</sub> réalisent un oscillateur 820 Hz (période de 1,2 ms). A la sortie Q<sub>12</sub>, nous obtenons donc un créneau positif de 10/2 s = 5 s. Celui-ci a pour effet de commander l'oscillateur 25 kHz constitué par les portes A et B de IC<sub>3</sub>. Son fonctionnement est désormais bien connu de nos lecteurs. En sortie B<sub>4</sub>, le 25 kHz commande T<sub>1</sub> monté en émetteur commun.

Sur le collecteur de T<sub>1</sub>, nous recueillons le 25 kHz avec une amplitude de 9 V environ. Il est transmis sur le réseau 220 V via C<sub>7</sub>. Notons dès à présent que le neutre est relié directement à la masse du montage et que cela

nécessitera certaines précautions lors de la mise au point.

Après 1 ms de fonctionnement du 25 kHz, C<sub>2</sub> se sera chargé par D<sub>1</sub> et R<sub>3</sub>. Nous aurons donc un NV<sub>1</sub> (niveau 1) sur la borne 12 de IC<sub>2</sub>. Ce dernier remet tous ses compteurs internes à zéro, entraînant un NV<sub>0</sub> sur sa sortie Q<sub>12</sub>. L'oscillateur 25 kHz n'est plus commandé et cesse d'osciller. C<sub>2</sub> va se décharger dans R<sub>4</sub>, et IC<sub>2</sub> va pouvoir redémarrer une nouvelle temporisation de 5 s jusqu'à obtenir un NV<sub>1</sub> en Q<sub>12</sub>. Notons la présence de D<sub>6</sub>, destinée à protéger le transistor T<sub>1</sub> contre une éventuelle surtension transmise par le secteur. L'alimentation reste classique avec emploi, notamment, d'un régulateur intégré pour une tension de 5 V. Remarquons que T<sub>1</sub> utilise le 9 V non régulé afin de soulager le régulateur IC<sub>1</sub>.

### B. Récepteur

Il est représenté à la figure 4. Au préalable, il convient de remarquer que le neutre est également relié à la masse du récepteur. C<sub>1</sub>

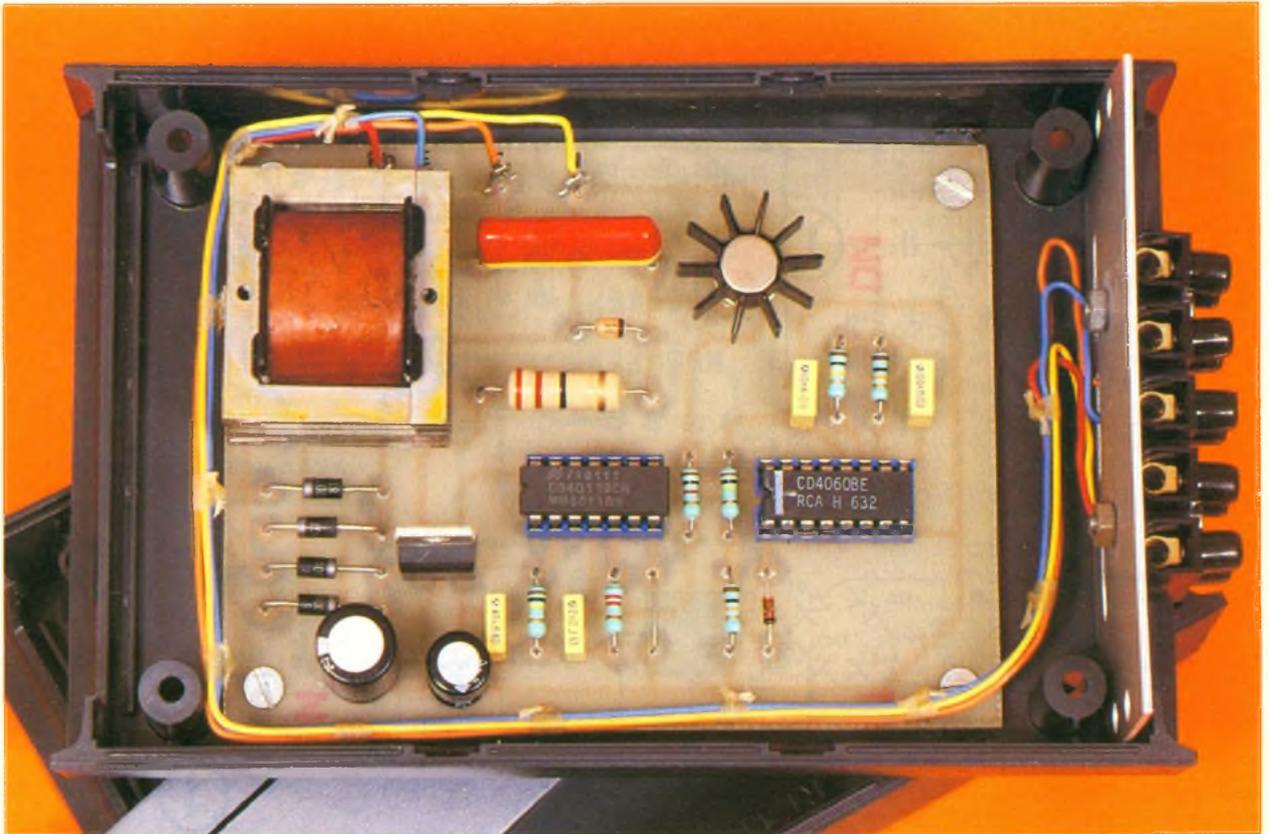


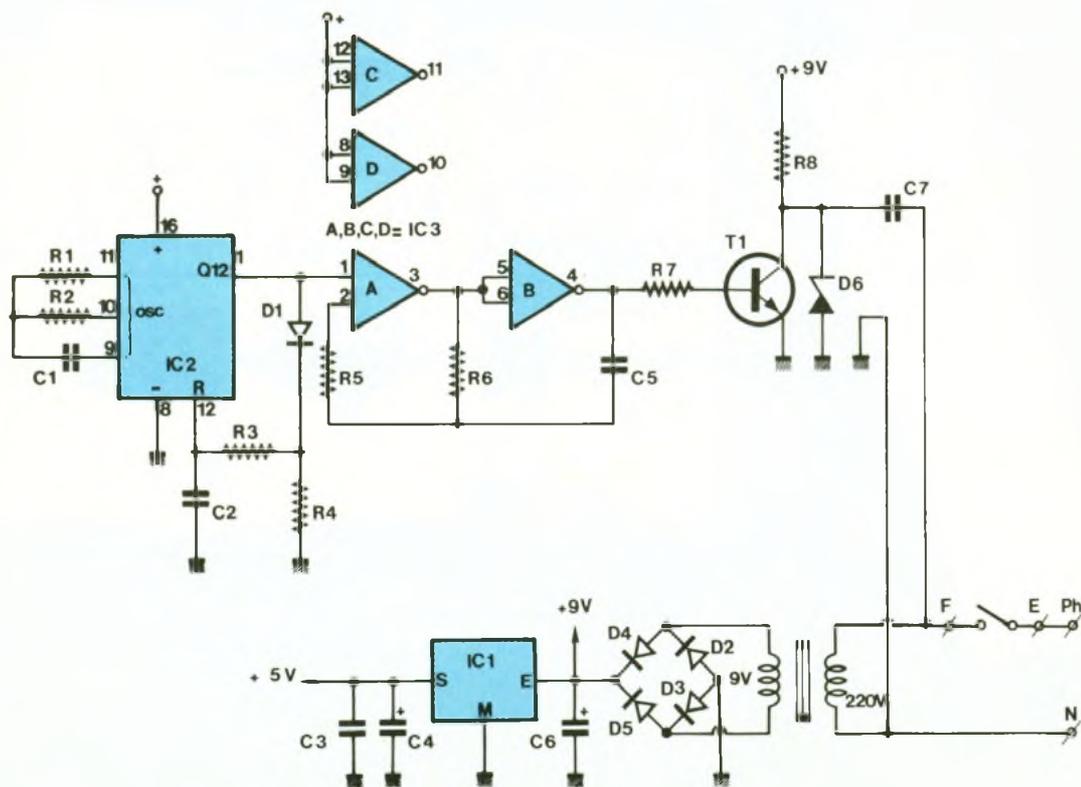
Photo 2. - Vue de la carte imprimée de l'émetteur.

permet de créer une impédance de  $14\ 000\ \Omega$  environ pour le 50 Hz. Associé à  $R_1$  ( $47\ \Omega$ ), le 50 Hz est considérablement atténué. En revanche, le 25 kHz n'est pas affecté et traverse facilement  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$ .

Afin d'obtenir un signal 25 kHz utilisable, nous profitons de l'amplification de  $T_1$  monté en émetteur commun. Sur le collecteur de celui-ci, l'amplitude est désormais de 5 V.  $D_5$  et  $C_5$  assurent la détection et, dès lors, il s'agit

bien d'impulsions continues débarrassées de 25 kHz. Le déclenchement du monostable n'est possible que si la durée de l'impulsion atteint 1 ms (temporisation de  $R_7$  et  $C_6$ ). Le cas échéant, un  $NV_1$  est appliqué sur

**3**  
L'émetteur  
emploie  
un  
compteur  
diviseur  
à 12 étages.



# 4

On remarquera que le neutre se relie à la masse du récepteur.

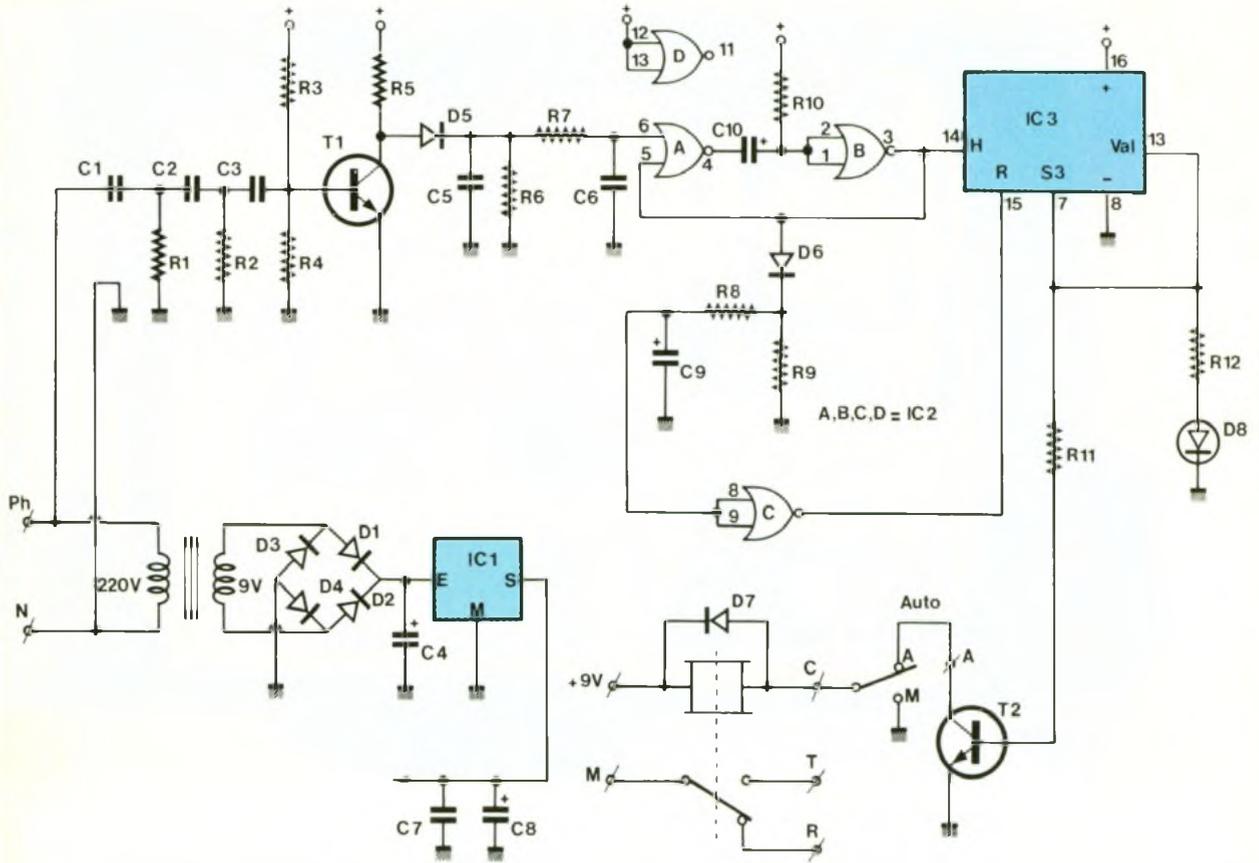
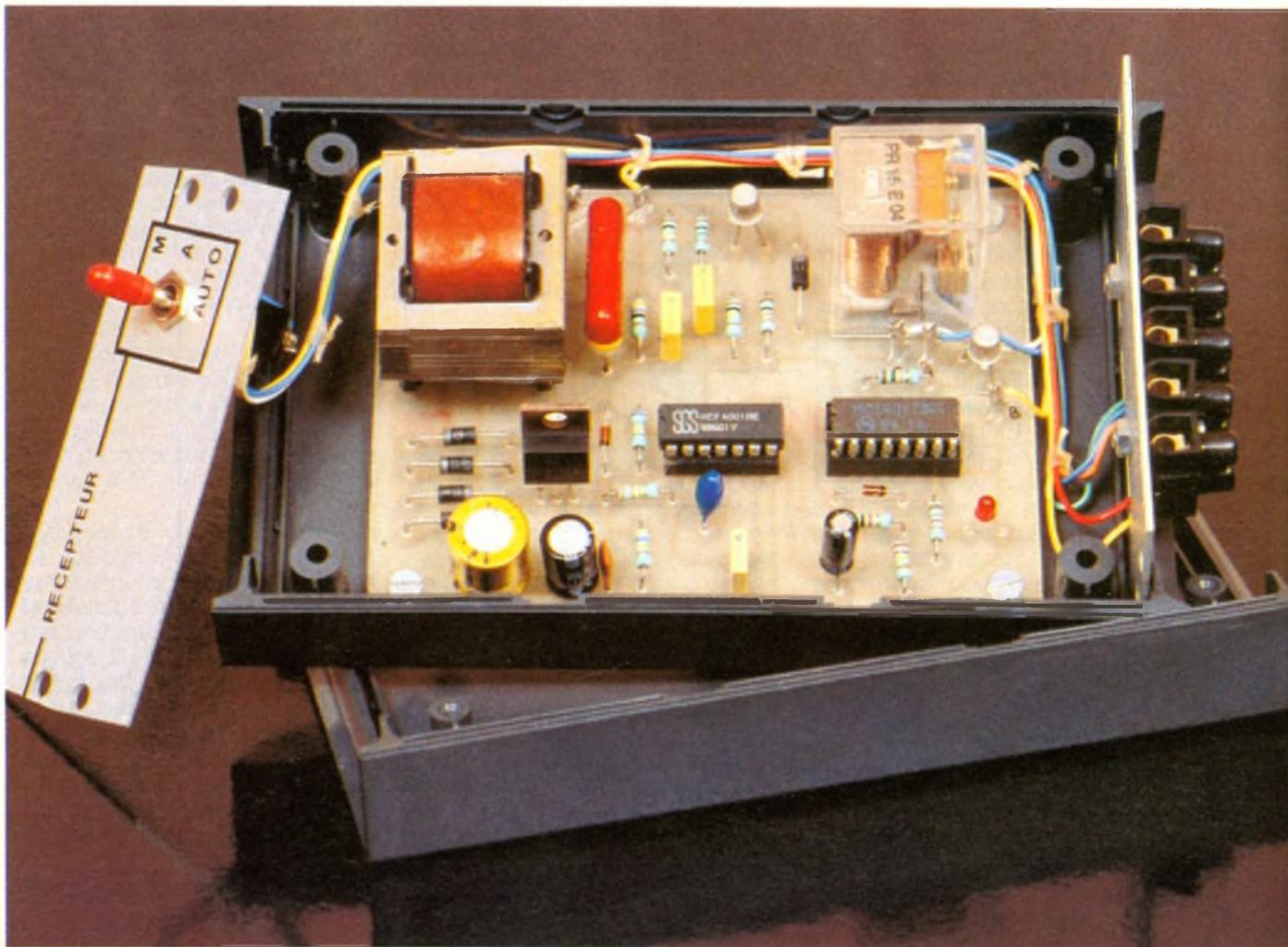
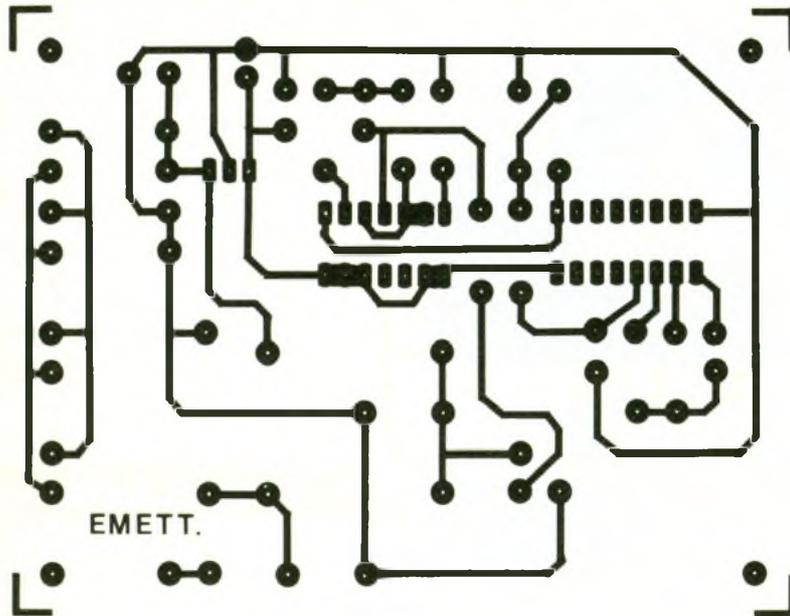


Photo 3. – La carte imprimée du récepteur placée au fond du coffret Retex



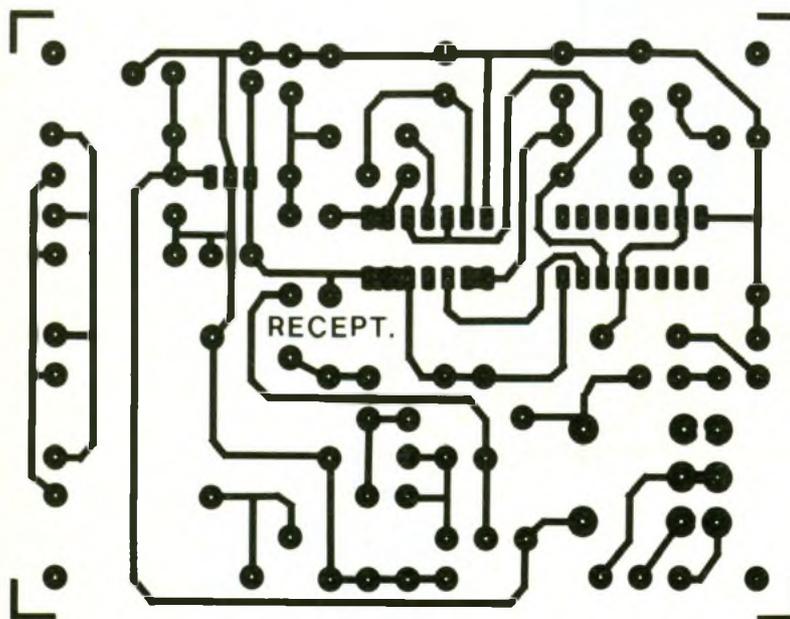
5

Tracé du  
circuit  
imprimé  
de l'émetteur.



6

Tracé du  
circuit  
imprimé  
du récepteur.



l'entrée A<sub>6</sub>. Nous obtenons, durant la charge de C<sub>10</sub>, un NV<sub>1</sub> en sortie B<sub>3</sub>. Ce créneau positif dure environ 4,5 s.

Nous voyons que ce signal est relié à l'entrée horloge du compteur IC<sub>3</sub> (4017). Elle reste sans effet, car ce dernier a son entrée de remise à zéro active (borne 15 du NV<sub>1</sub>). En revanche, le premier créneau du monostable a pour rôle de charger C<sub>9</sub> via D<sub>6</sub> et R<sub>8</sub>. Lorsque les entrées 8 et 9 de C reçoivent un NV<sub>1</sub>, la sortie C<sub>10</sub>

passé au NV<sub>0</sub>, libérant le compteur IC<sub>3</sub> pour la prochaine impulsion du monostable.

La séquence de l'émetteur est d'environ 5 secondes. Notre monostable est donc au NV<sub>1</sub> durant 4,5 s puis au NV<sub>0</sub> durant 0,5 s. Dans ces conditions, C<sub>9</sub> n'a pas le temps de se décharger dans R<sub>8</sub> et R<sub>9</sub>, et la remise à zéro du compteur n'est pas active.

Ce n'est qu'après avoir reçu 4 impulsions de 25 kHz issues de l'émetteur que notre compteur

atteindra sa position 3. Cela aura trois conséquences.

La LED de contrôle D<sub>8</sub> va s'allumer afin de signaler la position active du récepteur. T<sub>2</sub> va être polarisé par R<sub>11</sub> et sera donc conducteur. Le relais sera donc alimenté par le collecteur, l'émetteur de T<sub>1</sub> et la masse, si l'inverseur est placé sur la position « auto ». Il convient de remarquer que le compteur ne pourra passer en position 4 lors de la prochaine impulsion car un NV<sub>1</sub> est appliqué sur son entrée validation (borne 13). Il restera donc en position 3 avec le relais au travail.

Dans le cas où l'émetteur cesserait de fonctionner, à la suite de la coupure de son alimentation, le monostable resterait au repos. C<sub>9</sub> pourrait se décharger lentement dans R<sub>8</sub> et R<sub>9</sub>. Peu après, nous aurions un NV<sub>1</sub> sur l'entrée 15 de IC<sub>3</sub> assurant la remise à zéro de ce dernier. Dans ces conditions, T<sub>2</sub> se bloquerait, entraînant la coupure d'alimentation du relais.

IC<sub>3</sub> a pour rôle principal de compter les impulsions. Il est toujours possible qu'un parasite secteur déclenche le monostable, malgré les différents filtres. Cependant, pour entraîner l'actionnement intempestif du relais, il faudrait que quatre parasites aient lieu, espacés de 5 secondes. Cela s'avère très peu probable, et nous ne l'avons jamais constaté.

Notons que le relais s'enclenche environ 20 secondes après l'alimentation de l'émetteur. Ce retard, indispensable pour éliminer les déclenchements intempestifs, n'est pas gênant pour notre application. Les lecteurs perfectionnistes pourront utiliser d'autres sorties de IC<sub>3</sub>, le cas échéant, sachant que cela modifie le temps de réponse du relais.

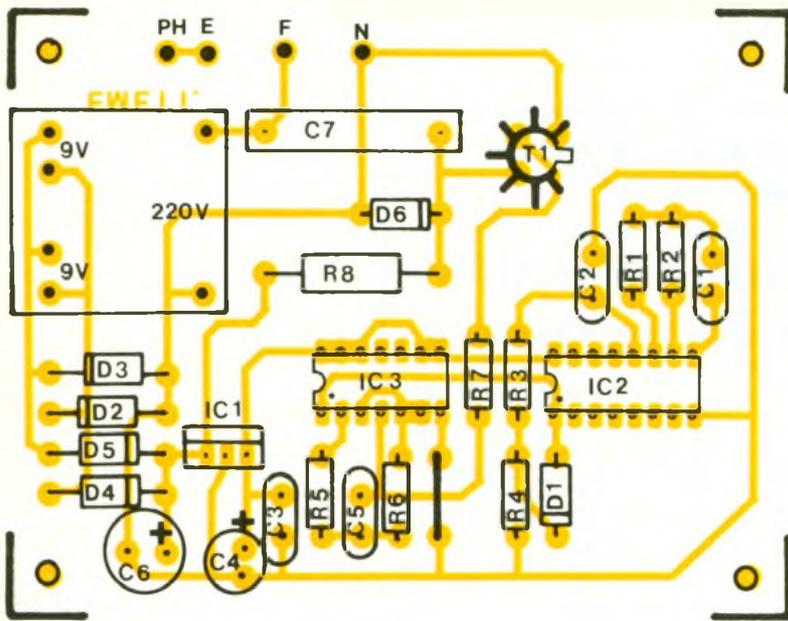
### III – REALISATION PRATIQUE

#### A. Circuits imprimés

Les figures 5 et 6 représentent respectivement les tracés retenus pour l'émetteur et le récepteur. Il conviendra de respecter les dimensions afin de permettre l'insertion ultérieure des cartes dans les coffrets. Nous vous invitons à recourir à la méthode photographique pour la réalisation

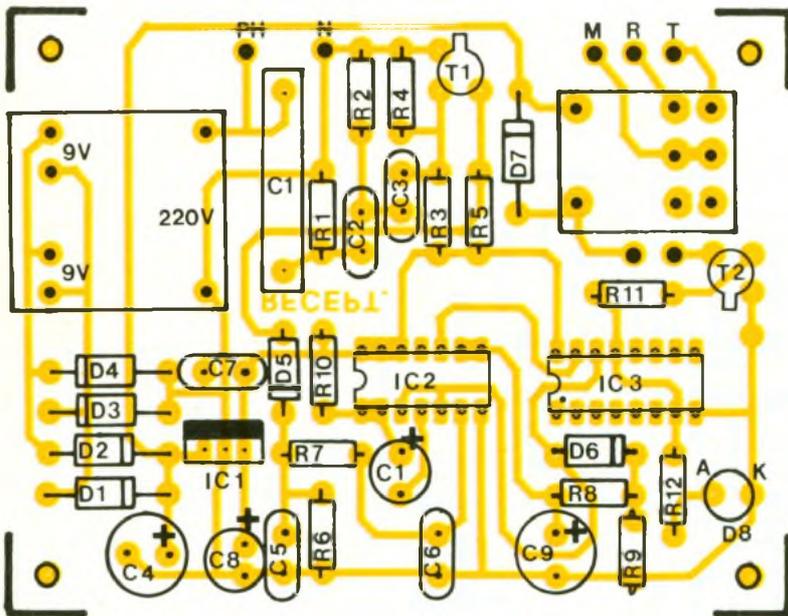
7

L'implantation de l'émetteur comporte un strap de liaison.



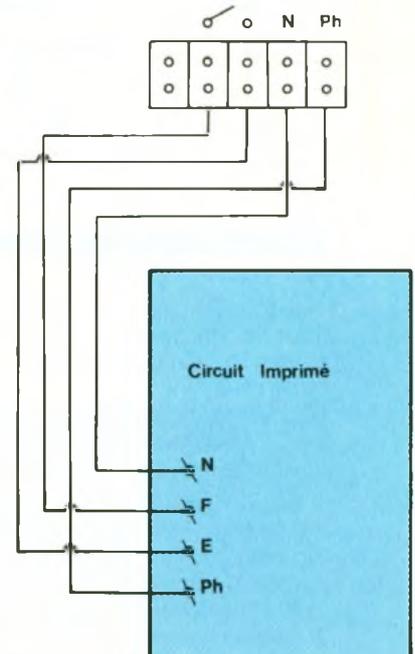
8

Implantation des éléments du récepteur



10

Plan de câblage de l'émetteur



composants, 1,2 mm pour le transfo et les picots, et enfin 3 mm pour les trous de fixation. Pour des raisons de hauteur, il n'est pas possible de placer le relais sur un support. Il faudra donc souder celui-ci directement sur le circuit. Pour cela, prévoir des ouvertures afin de permettre le passage des cosses du relais. Implanter les composants selon les figures 7 et 8 en veillant scrupuleusement aux valeurs et orientations des différents éléments. Une bonne habitude consiste à effectuer ce travail conjointement avec le schéma de principe pour éviter toute erreur.

### B. Montage final

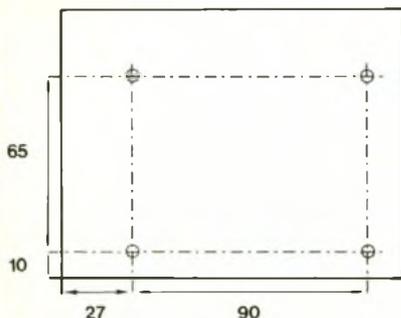
Percer le fond des coffrets selon la figure 9. Prévoir le trou de fixation de l'interrupteur du récepteur, ainsi que les deux trous de fixation du domino qui sera fixé à l'arrière de l'émetteur et du récepteur. Notez que les coffrets disposent de lumière sur la face arrière en alu. Elles seront employées pour le passage des fils vers les dominos.

Repérer les faces avant et notamment les positions de l'interrupteur. Il est vivement conseillé de pulvériser une couche de vernis aérosol Mécanorma pour la protection des inscriptions.

Fixer chaque carte imprimée dans le coffret avec 4 vis métaux de  $\varnothing 3$ . Les cheminées plastiques du boîtier ne nous sont d'aucune utilité dans notre cas.

9

Plan de perçage du coffret.



des circuits, bien que cela ne soit pas impératif pour ce montage. Bien vérifier, au préalable, la disposition et l'encombrement du transformateur.

Procéder à la gravure au perchlore de fer tiède (30°), puis effectuer un rinçage sérieux. Après séchage, mettre les cartes imprimées aux dimensions définitives et réaliser les différents perçages : 0,8 mm pour les petits

Elles seront simplement retirées par perçage au  $\varnothing 7$  jusqu'au niveau du fond.

Procéder au câblage interne, conformément aux figures 10 et 11. Pour éviter toute erreur malencontreuse, il est préférable d'employer du fil de couleur. Cela confère à la réalisation une présentation plus sérieuse. Bien vérifier que le câblage est correctement isolé des parties métalliques.

A l'issue d'une dernière vérification, on pourra placer les circuits intégrés sur leurs supports respectifs en se référant aux figures correspondantes.

## IV – ESSAIS

Nous avons vu qu'un fil du secteur est relié à la masse de la partie basse tension tant de l'émetteur que du récepteur. C'est pourquoi il conviendra de raccorder le neutre sur les bornes repérées N. La phase est facilement contrôlable avec un « tournevis témoin ».

Il convient d'avoir en permanence à l'esprit que l'ensemble des deux circuits est relié au secteur et, de ce fait, il est impératif de débrancher le secteur pour intervenir sur un élément.

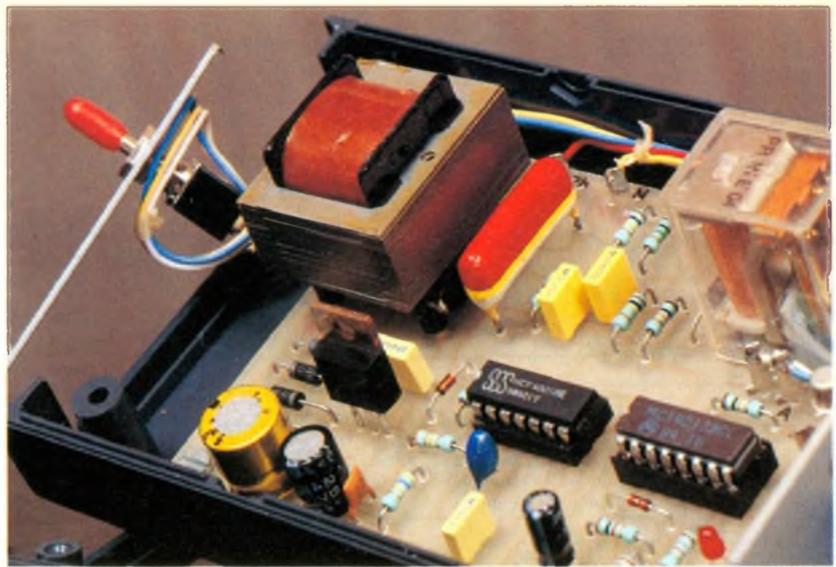


Photo 4 – Modèle de transformateur pour circuit imprimé.

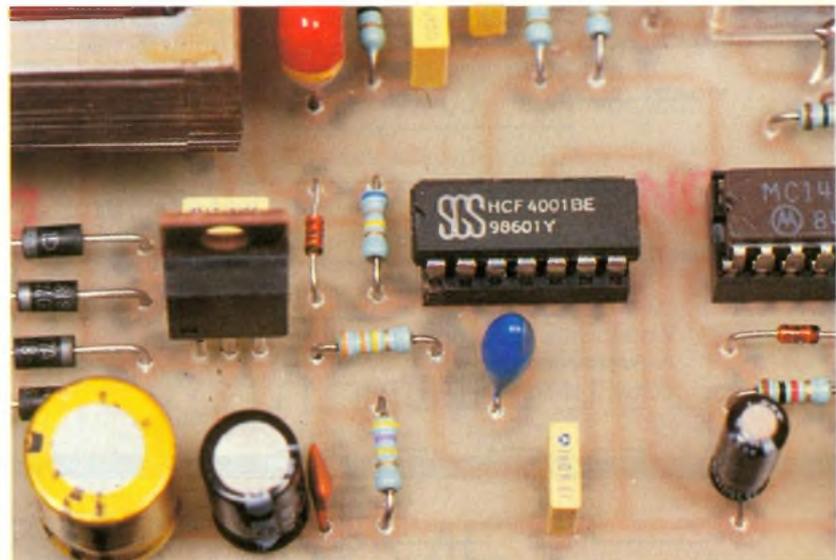
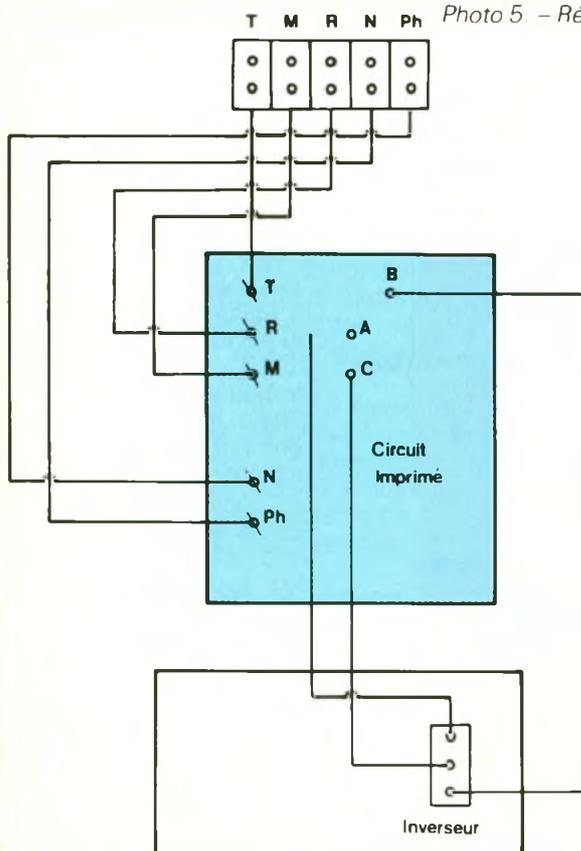


Photo 5 – Régulateur et 4001 se côtoie.

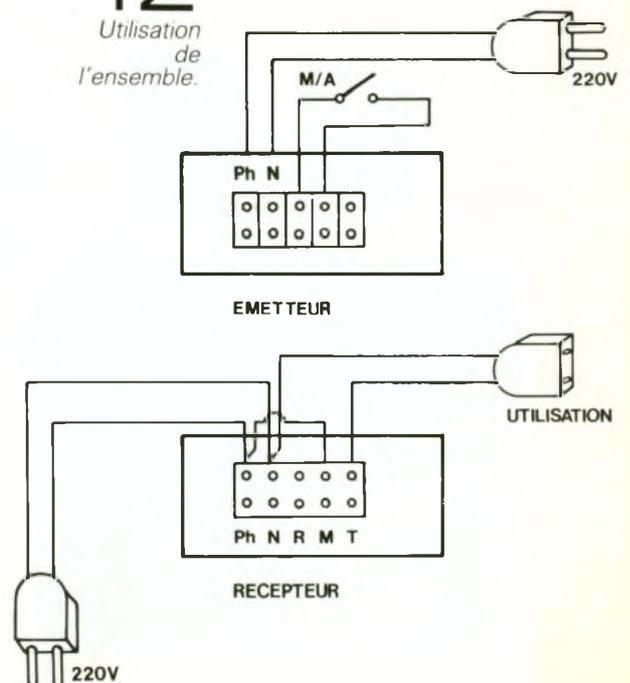
11

Plan de câblage du récepteur.



12

Utilisation de l'ensemble.





## LISTE DES COMPOSANTS

### Emetteurs

R<sub>1</sub> : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)  
 R<sub>2</sub> : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 R<sub>3</sub> : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)  
 R<sub>4</sub> : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 R<sub>5</sub> : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)  
 R<sub>6</sub> : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)  
 R<sub>7</sub> : 1 k $\Omega$  (brun, noir, rouge)  
 R<sub>8</sub> : 22  $\Omega$  2 W (rouge, rouge, noir)

C<sub>1</sub> : 100 nF plaquette  
 C<sub>2</sub> : 10 nF plaquette  
 C<sub>3</sub> : 47 nF plaquette  
 C<sub>4</sub> : 4,7  $\mu$ F 25 V chimique vertical  
 C<sub>5</sub> : 2,2 nF plaquette  
 C<sub>6</sub> : 220  $\mu$ F 25 V chimique vertical  
 C<sub>7</sub> : 220 nF 400 V plaquette

D<sub>1</sub> : 1N4148  
 D<sub>2</sub> : 1N4004  
 D<sub>3</sub> : 1N4004  
 D<sub>4</sub> : 1N4004  
 D<sub>5</sub> : 1N4004  
 D<sub>6</sub> : Zener 20 V 1/2 W  
 T<sub>1</sub> : 2N3053

IC<sub>1</sub> : régulateur 7805  
 IC<sub>2</sub> : 4060  
 IC<sub>3</sub> : 4011

1 coffret Retex Elbox Re 1  
 1 circuit imprimé  
 1 support DIL 14  
 1 support DIL 16  
 1 transfo 220 V 9 V 1,7 VA  
 1 refroidisseur TO39  
 1 domino 5 bornes  
 Fils, vis, picots, etc.

### Récepteur

R<sub>1</sub> : 47  $\Omega$  (jaune, violet, noir)  
 R<sub>2</sub> : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)  
 R<sub>3</sub> : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)  
 R<sub>4</sub> : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)  
 R<sub>5</sub> : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 R<sub>6</sub> : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)  
 R<sub>7</sub> : 330 k $\Omega$  (orange, orange, jaune)  
 R<sub>8</sub> : 1 k $\Omega$  (brun, noir, rouge)  
 R<sub>9</sub> : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>10</sub> : 680 k $\Omega$  (bleu, gris, jaune)  
 R<sub>11</sub> : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 R<sub>12</sub> : 1,8 k $\Omega$  (brun, gris, rouge)  
 C<sub>1</sub> : 220 nF 400 V plaquette  
 C<sub>2</sub> : 10 nF plaquette  
 C<sub>3</sub> : 1 nF plaquette

C<sub>4</sub> : 100  $\mu$ F 25 V chimique vertical  
 C<sub>5</sub> : 150 pF céramique  
 C<sub>6</sub> : 1 nF plaquette  
 C<sub>7</sub> : 47 nF plaquette  
 C<sub>8</sub> : 47  $\mu$ F 25 V chimique vertical  
 C<sub>9</sub> : 22  $\mu$ F 25 V chimique vertical  
 C<sub>10</sub> : 10  $\mu$ F 25 V chimique vertical

D<sub>1</sub> : 1N4004  
 D<sub>2</sub> : 1N4004  
 D<sub>3</sub> : 1N4004  
 D<sub>4</sub> : 1N4004  
 D<sub>5</sub> : 1N4148  
 D<sub>6</sub> : 1N4148  
 D<sub>7</sub> : 1N4148  
 D<sub>8</sub> : LED rouge  $\varnothing$  3

T<sub>1</sub> : 2N2222A  
 T<sub>2</sub> : 2N2222A  
 IC<sub>1</sub> : régulateur 7805  
 IC<sub>2</sub> : 4001  
 IC<sub>3</sub> : 4017

1 coffret Retex Elbox Re 1  
 1 circuit imprimé  
 1 support DIL 14  
 1 support DIL 16  
 1 transfo 220 V 9 V 1,7 VA  
 1 relais européen 9 V 2 RT  
 1 domino 5 bornes  
 1 inverseur 3 positions 1 circuit  
 Fils, vis, picots, etc.

# CASSETTE ALARME

Protéger votre magnéscope ou surveiller l'utilisation abusive de ce dernier ne peuvent que vous encourager à l'utilisation d'une cassette alarme.

Proposée par la société Omenex, bien connue pour sa notoriété dans le domaine des antennes électroniques amplifiées, cette cassette se présente sous la forme d'un boîtier vidéo analogue à une cassette VHS.

Elle renferme, en fait, une électronique alimentée par piles et un contacteur de choc. La mise en service s'effectue alors à l'aide d'une clé, pour l'engagement de la cassette dans le magnéscope.

Après dix secondes de temporisation, si quelqu'un bouge l'appareil, un strident signal sonore retentit ; son arrêt ne peut alors se réaliser qu'à l'aide de la clé.

Une temporisation toutefois stoppe le signal émis au bout de quinze secondes, mais l'ensemble reste sous veille et redémarre le cas échéant.



Omenex, 22, rue de la Vega, 75012 Paris. Tél. : (1) 43.07.05.27.

# DISPOSITIF ANTI-CURIEUX

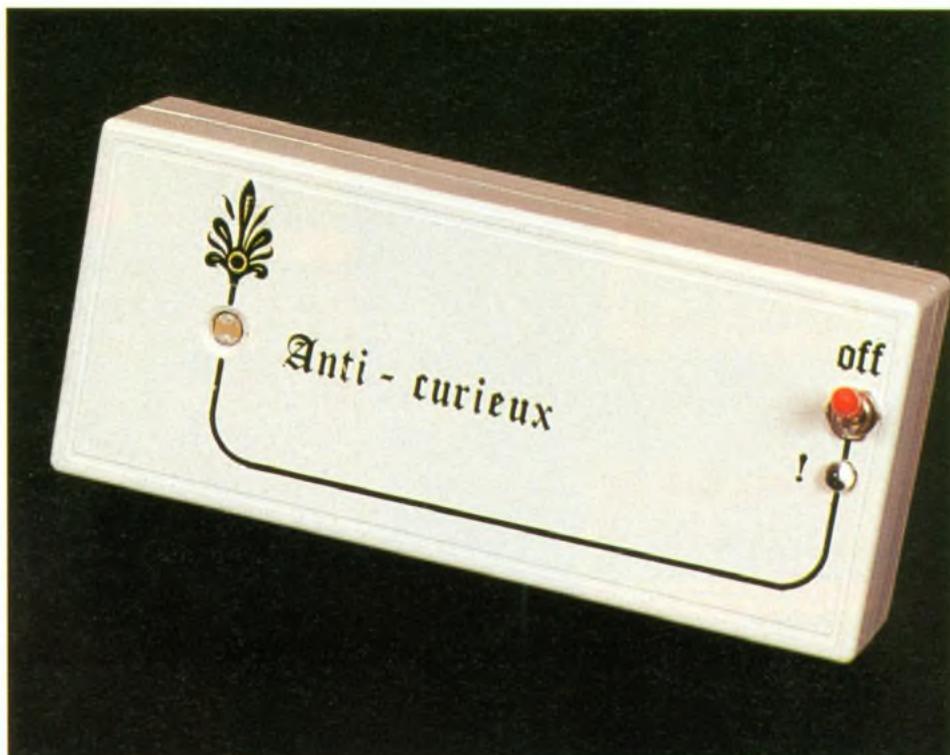
Les enfants sont curieux de tout, c'est bien connu. Mais quelquefois, les petites mains s'aventurent dans des endroits pleins de produits ou d'objets dangereux pour eux.

Notre maquette vous en avertira aussitôt et les incitera sans doute à ne pas pousser plus avant leur exploration interdite ou dangereuse en les rappelant à l'ordre par un signal sonore dissuasif.

## A - PRINCIPE DU MONTAGE

Le proverbe dit : « La curiosité est un vilain défaut » ; c'est sans doute vrai pour les adultes, mais pour les enfants, la découverte fait partie du jeu quotidien ; et quand l'un d'entre eux peut accéder à un endroit habituellement fermé ou caché, quelle source de plaisir alors ! Dès que nos rejetons sont suffisamment habiles pour se déplacer dans la maison, on ne compte plus les portes de placards ouvertes, les étagères basses visitées et les tiroirs renversés. Pour éviter bien des surprises désagréables et quelquefois des incidents plus sérieux, nous vous proposons un petit boîtier qui vous avertira très vite par un signal sonore si l'un de vos enfants lui fait prendre le moindre lumière en entrouvrant une porte ou un tiroir par exemple. La surprise aidant, il est probable qu'il n'y aura pas de conséquences fâcheuses, comme d'avaler des produits toxiques sous l'évier ou de vider une boîte contenant des punaises ou des épingles. D'ailleurs, même si votre cher petit venait à refermer la porte ou le tiroir, le signal ne cesserait pas aussitôt, car seule une action sur l'interrupteur mettrait fin à cette signalisation.

Pour ne pas avoir à subir nous-même le bruit émis par cette boîte, nous avons prévu une temporisation supplémentaire de quelques secondes, permettant à un adulte de mettre hors circuit le dispositif avant l'émission du signal. Une petite LED rouge



vous incitera à le faire dès que la cellule LDR est frappée par une petite quantité de lumière. Cette réalisation fort simple ne fait appel qu'à des composants très classiques, et, en outre, nous permettra de faire une petite révision des bascules astables, monostables et autres triggers sans cesse utilisés dans nos schémas électroniques.

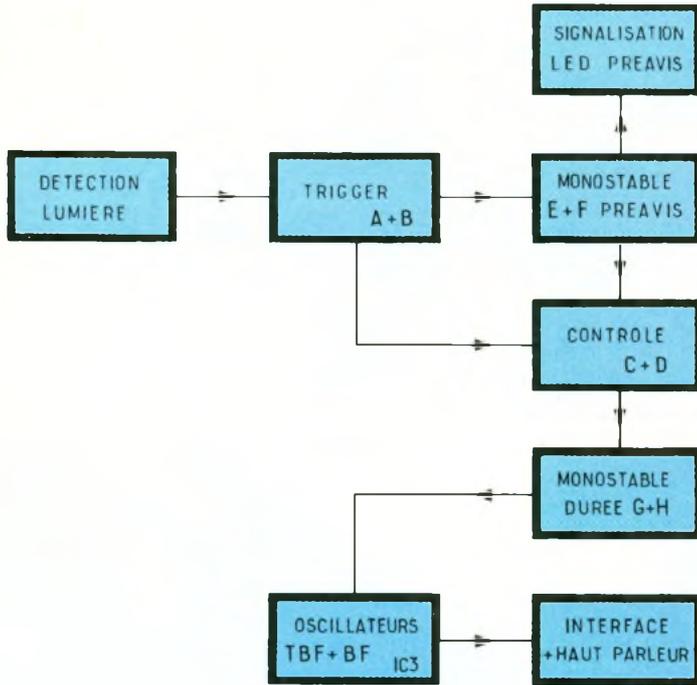
## B - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 2)

L'alimentation de cet appareil est bien sûr confiée à une petite pile de 9 V, en raison notamment de la consommation très réduite de l'ensemble en veille. Nous allons utiliser comme capteur une cellule photorésistante appelée cou-

ramment LDR. La résistance de cet élément est très faible en pleine lumière (environ 1,5 k $\Omega$ ) et atteint une forte résistance dans l'obscurité (de 100 à 200 k $\Omega$ ). Elle forme avec l'ajustable P<sub>1</sub> un pont diviseur. Dans l'obscurité d'un tiroir fermé, le point commun de la LDR et de P<sub>1</sub> est négatif. Il est appliqué à travers la résistance R<sub>1</sub> sur l'entrée d'un très classique trigger de Schmitt destiné à transformer les variations de luminosité en un superbe créneau positif. Pour le réaliser, nous faisons appel aux deux portes NAND A et B et à la résistance R<sub>2</sub> de forte valeur. Le signal positif au point B déclenche le premier monostable par son front montant ; il utilise les portes NOR E et F. La durée du signal dépend essentiellement de la valeur du condensateur chimique C<sub>1</sub> et de l'ajustable P<sub>1</sub>. Elle

# 1

« La curiosité est un vilain défaut », proverbe et synoptique.



est donnée approximativement par la relation  $T = 0,6 R \cdot C$  et sera d'environ 5 secondes sur la maquette (point C). Ce délai est notre « préavis », c'est-à-dire la période pendant laquelle le dispositif sonore peut

encore être stoppé en fermant le tiroir ou en coupant l'alimentation de la pile. D'ailleurs, le transistor  $T_1$  commande à cet effet une petite LED rouge en face avant, et, de plus, inverse notre signal afin de pouvoir disposer après ce

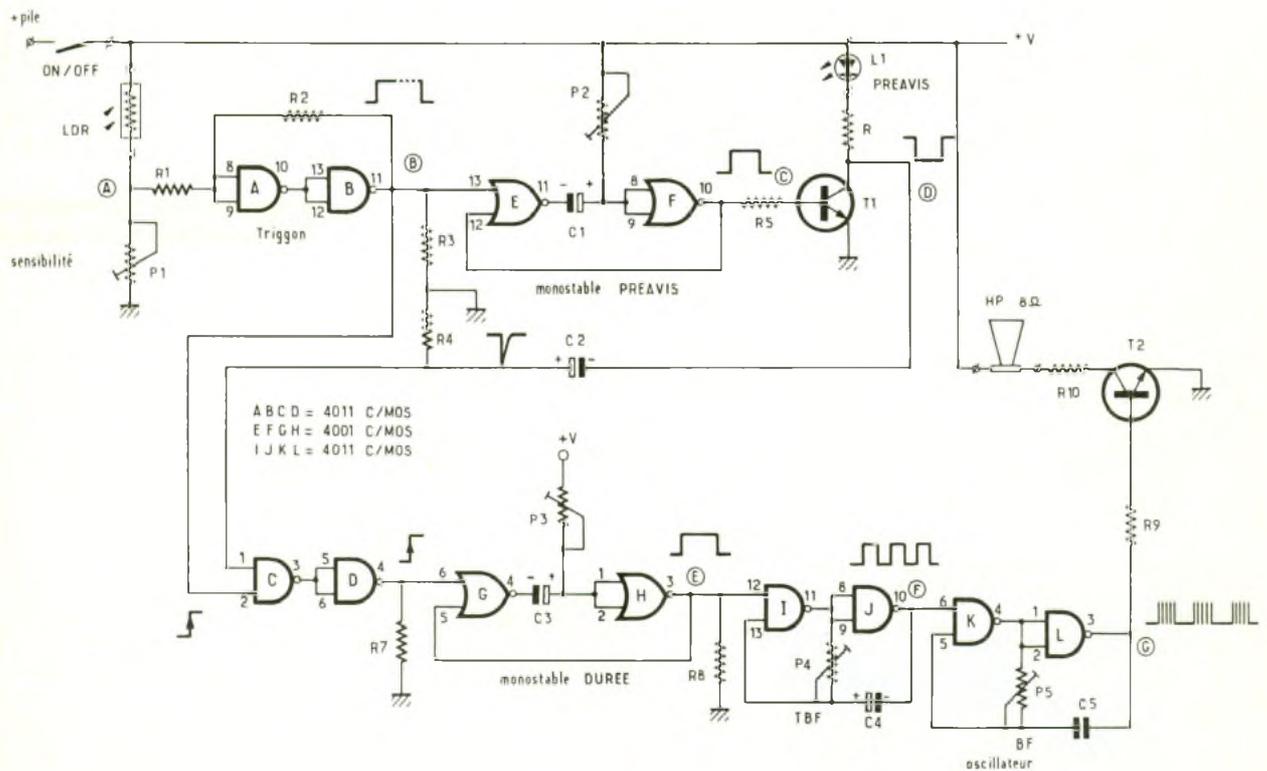
délai d'un autre front positif (point D). A travers le condensateur  $C_2$ , qui a pour rôle de retarder un peu ce signal inversé, nous allons rejoindre une porte ET, formée par les portes NAND C et D. Si la cellule LDR est toujours exposée à la lumière, il y a coïncidence, et on récupère un niveau logique haut sur la sortie 4 de la porte D.

Le rôle du condensateur  $C_2$  n'est pas évident au premier abord : il évite de déclencher de suite le second monostable et donc le signal sonore ; car au départ, le collecteur du transistor  $T_1$  est déjà à 1, et, avec le signal positif délivré par le trigger, la porte ET est haute de suite, ce qui est gênant dans notre cas. Si l'utilisateur surveille la LED  $L_1$  et ferme l'alimentation pendant que celle-ci est illuminée, il n'y aura pas d'alarme. Le délai est somme toute très court, et il est vraisemblable de penser qu'un enfant n'aura pas le temps de désamorcer notre dispositif, sauf s'il remet de suite dans l'obscurité la cellule détectrice.

Le monostable formé par les portes NOR G et H délivre un signal plus long, dépendant cette fois-ci de la valeur de  $C_3$  et de la position exacte de l'ajustable  $P_3$ . Ce

# 2

L'alimentation du circuit imprimé à l'échelle



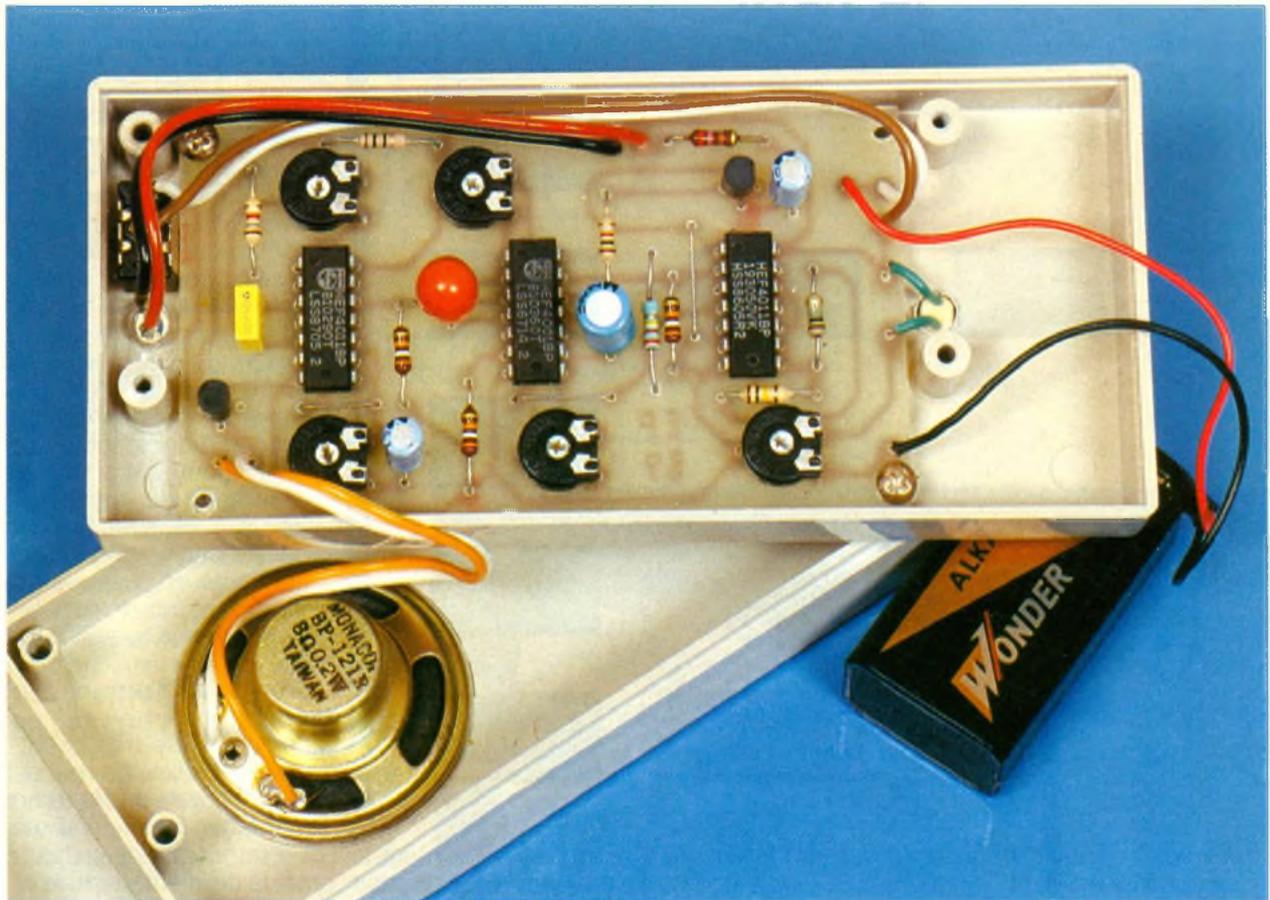


Photo 2. – En ouvrant le boîtier, on accédera aux différents réglages.

signal ira valider la borne 12 de la porte NAND I, formant avec J un premier oscillateur astable destiné à produire une enveloppe d'une fréquence très basse. Celle-ci ira à son tour débloquer un second oscillateur astable comportant les portes NAND K et L, ainsi que le condensateur  $C_5$  de plus faible valeur que son homologue  $C_4$ . Le résultat est une fréquence plus élevée hachée par un signal TBF. Ce mélange plus ou moins harmonieux sera appliqué à travers la résistance  $R_9$  vers la base du transistor  $T_2$ , chargé de commander un minuscule haut-parleur. La résistance  $R_{10}$  servira à atténuer quelque peu le bruit émis par ce dernier

Photo 3. – En rouge, utilisation d'un condensateur tantalé



## C – REALISATION PRATIQUE

Le tracé du circuit imprimé est donné à l'échelle 1 à la **figure 3**. Comme vous pouvez le constater, la surface de la plaquette est fort réduite et les pistes de cuivre sont relativement serrées. Avec de la patience et beaucoup de soin, on pourra appliquer les produits transferts (pastilles et rubans) directement sur le cuivre préalablement bien nettoyé et dégraissé. La technique photographique sur de l'époxy présensibilisé est plus agréable, plus sûre, et permettra surtout à partir d'un même document de réaliser de nombreux circuits identiques sans trop d'efforts. Après la gravure, on procédera à un sérieux rinçage avant de passer à tous les perçages. La mise en place des composants se fera selon les indications de la **figure 4** ; comme à l'habitude, on débute par les straps en fil nu bien tendu, les résistances, les différents ajustables, puis les circuits intégrés. Il est possible de les monter sur un support si la place dans le boîtier retenu le permet ; si ce n'était pas le cas, veillez à ne pas surchauffer ces composants en

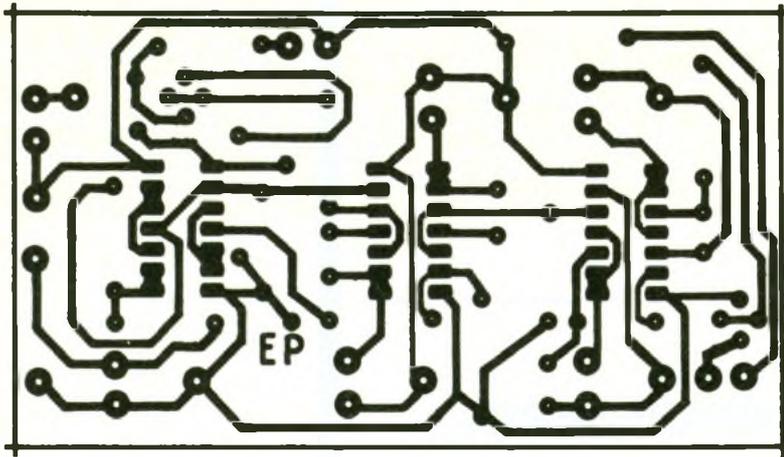
soudant les pattes en alternance et en laissant refroidir suffisamment entre chaque soudure. Il faudra également respecter le sens des composants polarisés comme les condensateurs chimiques et les transistors. Quelques picots achèveront le montage de cette plaquette.

## D – REGLAGES-ESSAIS

Après un dernier et sérieux contrôle, et après avoir raccordé les quelques éléments extérieurs par du fil souple, il est possible de raccorder la pile 9 V. Les heureux possesseurs d'un oscilloscope n'auront aucun mal à visualiser les signaux aux divers points notés sur le schéma. Pour les autres, plus nombreux sans doute, une simple LED en série avec une petite résistance devrait faire l'affaire. Soudez la résistance à la masse, et montez un fil souple sur l'anode de la LED de contrôle. Au point B, on devrait détecter un signal positif en éclairant la cellule LDR. Si celle-ci n'est pas assez sensible, vous pourrez agir sur  $P_1$  dans le sens correct. A la sortie du premier monostable (point C), on trouve

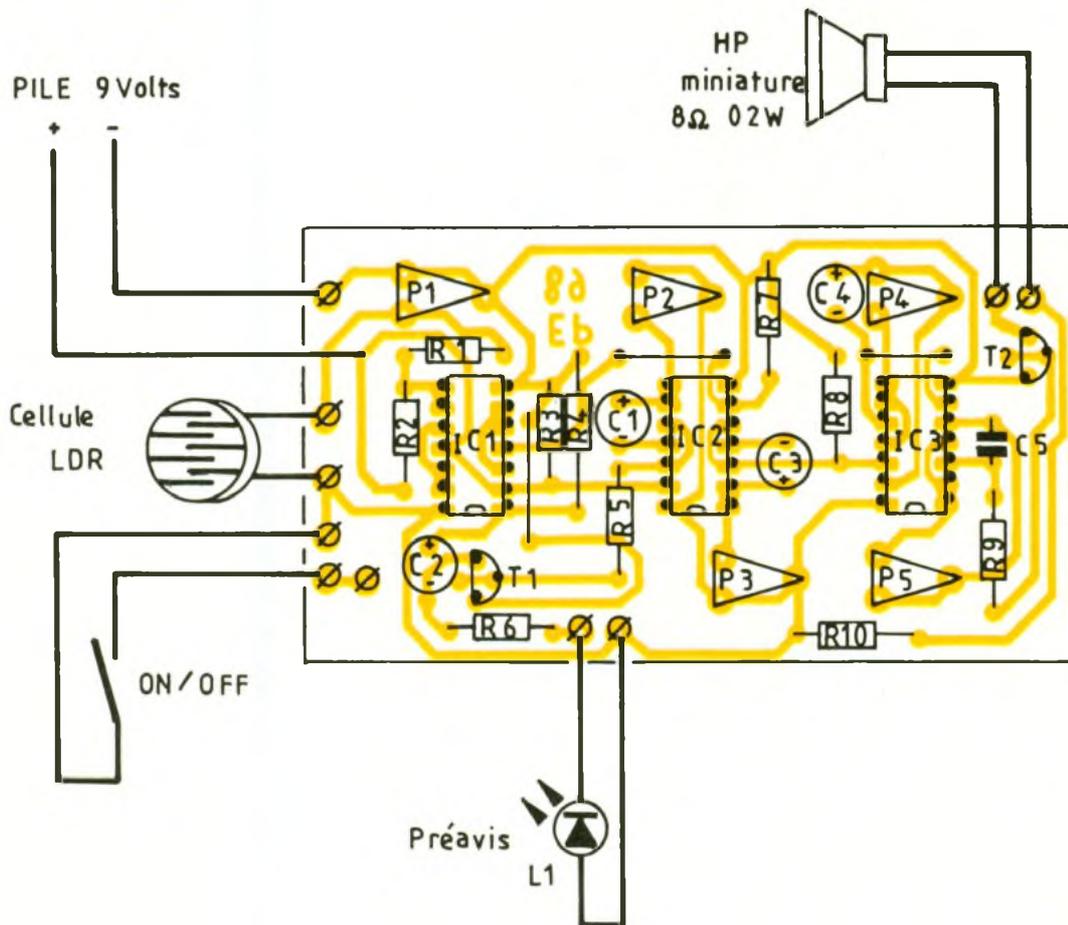
# 4

Implantation des éléments avec strap de liaison.



tez monter plusieurs de ces dispositifs chez vous, il serait sans doute judicieux de disposer de sons nettement différents de manière à repérer immédiatement l'endroit du délit.

La mise en place du petit boîtier se fait simplement aux endroits sensibles que l'on veut préserver de la curiosité des petits, en n'oubliant pas de basculer l'interrupteur de manière à allumer de suite la LED de préavis. Le délai de réglage initial doit laisser juste le temps de fermer le tiroir ou la porte. Pour empêcher le système d'ameuter le quartier, pensez à couper l'alimentation si vous dé-



un signal de quelques secondes, dont la durée exacte sera réglée à l'aide de l'ajustable P2. Il reste encore à fixer la durée totale du signal audible en déterminant la longueur du créneau au point E. Le reste du réglage se fera à l'oreille, selon le goût de chacun. L'ajustable P5 modifie dans de fortes proportions la fréquence

du signal audible. Si le réglage par l'ajustable ne vous convenait pas, il est facile de monter un autre condensateur C5 de valeur différente (sachez simplement qu'une valeur plus petite donne une fréquence plus grande). La modulation lente ou rapide du signal BF est réalisée par le premier oscillateur. Si vous souhai-

sirez accéder à l'endroit protégé. En réduisant le délai du préavis, il est peut-être possible d'utiliser ce dispositif dans un régime amaigrissant, en disposant le boîtier dans le garde-manger ou encore dans le réfrigérateur !...

Guy ISABEL

## LISTE DES COMPOSANTS

### 1° Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub> : portes NAND A, B, C, D, C.MOS 4011

IC<sub>2</sub> : portes NOR E, F, G, H, C.MOS 4001

IC<sub>3</sub> : portes NAND I, J, K, L, C.MOS 4011

LDR : cellule photorésistante LDR 03

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : transistor NPN BC 337

L<sub>1</sub> : diode électroluminescente Ø 5 mm rouge

### 2° Résistances

(toutes valeurs 1/4 W)

R<sub>1</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>2</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R<sub>3</sub> : 39 kΩ (orange, blanc, orange)

R<sub>4</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)

R<sub>5</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>6</sub> : 270 Ω (rouge, violet, marron)

R<sub>7</sub> : 39 kΩ (orange, blanc, orange)

R<sub>8</sub> : 39 kΩ (orange, blanc, orange)

R<sub>9</sub> : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)

R<sub>10</sub> : 10 Ω (marron, noir, noir)

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> : ajustable horizontal 220 kΩ

P<sub>3</sub> : ajustable horizontal 470 kΩ

P<sub>4</sub> : ajustable horizontal 22 kΩ

P<sub>5</sub> : ajustable horizontal 220 kΩ

### 3° Condensateurs

C<sub>1</sub> : chimique vertical 22 μF/25 V

C<sub>2</sub> : chimique vertical 1 μF/25 V

C<sub>3</sub> : chimique vertical 47 μF/25 V (ou tantale)

C<sub>4</sub> : chimique vertical 1 μF/25 V

C<sub>5</sub> : plastique 4,7 à 10 nF

### 4° Divers

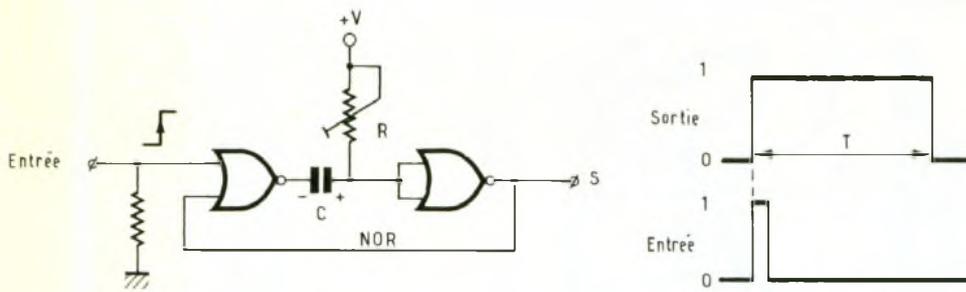
Boîtier plastique Strapu référence 6002 (140 x 60 x 54 mm)

Coupleur pression pour pile 9 V 6F 22

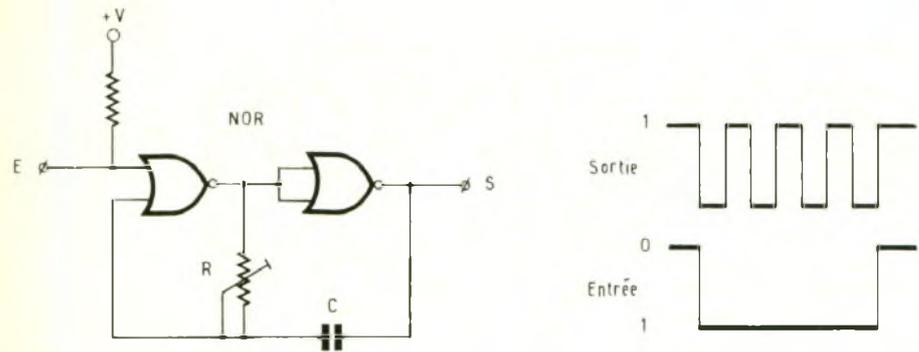
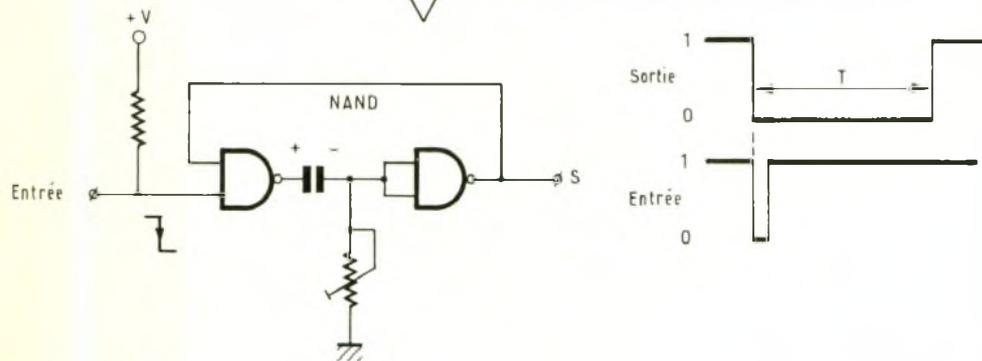
inter miniature

Haut-parleur miniature 8 Ω - 0,2 W

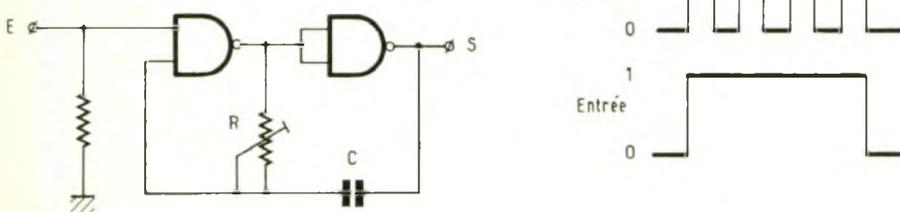
Fil souple, époxy



MONOSTABLES  $T = 0,6 R.C$



ASTABLES  $F = 1/0,6 R.C$



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

**ELECTRONIQUE PRATIQUE**  
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 PARIS

# NAISSANCE D'UNE MACHINE A GRAVER



Un groupe de futurs professeurs de technologie, en collaboration avec l'entreprise CIF, viennent de mettre au point un nouveau modèle de machine à graver.

L'idée a germé dans l'esprit des stagiaires professeurs suite à leur pratique de l'électronique dans les classes de collège. En effet, l'opération de gravure pose dans les classes, même équipées de machine à graver, de gros problèmes de propreté et de surveillance de l'opération. Une enquête auprès de leurs collègues professeurs de technologie en collège et d'électroniciens amateurs, qui rencontrent les mêmes problèmes, renforce leur conviction. Tous ces utilisateurs souhaiteraient des machines d'une utilisation beaucoup plus confortable : manipulation des plaques plus aisée, surveillance de l'opération permanente, plus grande propreté.

C'est décidé ! les stagiaires feront de cette étude le support de leur activité de projet. Le projet tel qu'il est conçu en technologie se caractérise par sa démarche. Il s'agit, pour les professeurs et pour leurs élèves, de parcourir toutes les étapes de la genèse d'un produit : étude du besoin et du marché, cahier des charges fonctionnel, recherche de solutions technologiques, conception, mise au point d'un prototype, développement du produit, fabrication, études en vue de sa commercialisation.

Une première solution technologique est retenue. Les circuits imprimés seront immergés dans un bain de persulfate d'ammonium chauffé, et agité par une hélice actionnée par un petit moteur. Cette solution devrait permettre un bon renouvellement du produit de gravure auprès des plaques et une parfaite propreté de l'opération.

Sur les conseils de M. Lefevre d'Hellencourt, formateur au Centre de formation de professeurs de Montlignon, les stagiaires entrent en contact avec l'entreprise



CIF, qui fabrique du matériel électronique et qui propose d'étudier le développement de ce produit. La collaboration enseignement-entreprise est en route.

Cette première proposition ne sera pas retenue pour des raisons d'ordre chimique et de coût. Mais la collaboration ne s'arrête pas en si bon chemin et une nouvelle idée est proposée. Le produit de gravure, préalablement chauffé, s'écoule, par débordement, sur un plan incliné recevant les plaques à graver. Une pompe le récupère au bas du plan incliné et le réinjecte dans la rigole supérieure. Le principe du débordement permet un écoulement très superficiel du produit. L'oxydation des parties exposées se fait alors très rapidement.

Cette nouvelle idée est retenue par CIF qui décide de la développer. Mais, dès les premiers essais en laboratoire, un problème se pose de manière cruciale. Les produits de gravure attaquent rapidement les matériaux consti-

tuant les pompes standard, achetées dans le commerce. CIF va donc mettre au point dans ses ateliers une pompe capable de résister à l'agressivité de ces produits.

La nouvelle machine à graver doit donc, pour un prix très compétitif, assurer une gravure rapide des circuits imprimés avec une quantité minimale de produit de gravure. Le confort d'utilisation est amélioré : la surveillance de l'opération est directe et, si l'on utilise du persulfate, la propreté est impeccable. Un brevet d'invention concernant ce procédé est déposé à l'INPI par CIF, et cette démarche de projet sera le support de l'épreuve de CAPET pour le groupe de stagiaires qui l'a menée.

Mlle Véronique BAILLY  
M. Alain GOUDENHOOF  
M. Guy JOUBERJEAN  
Machine à graver VAG 2001,  
projet CAPET 2<sup>e</sup> année au CNFP  
de Montlignon.



# UN CONTROLEUR DE TEMPERATURE AMBIANTE

Grâce à cet appareil très simple, il vous sera possible de savoir à tout moment si la température qui règne dans votre habitation représente bien le meilleur compromis entre le confort et les économies d'énergie.

## I – LE PRINCIPE (fig. 1)

Le dispositif se branche directement dans une prise de courant de la pièce à contrôler. Une résistance à coefficient de température négatif (CTN) est soumise à la température ambiante. Le montage opère une comparaison permanente de deux potentiels : celui issu de la CTN et celui émanant d'un potentiomètre réglable. Selon le résultat de cette comparaison, on obtiendra l'allumage de l'une des trois LED suivantes :

- LED verte : la température est inférieure à celle qui a été définie par le réglage.
- LED jaune : la température est égale à la température de référence.
- LED rouge : il y a dépassement de la température de référence.

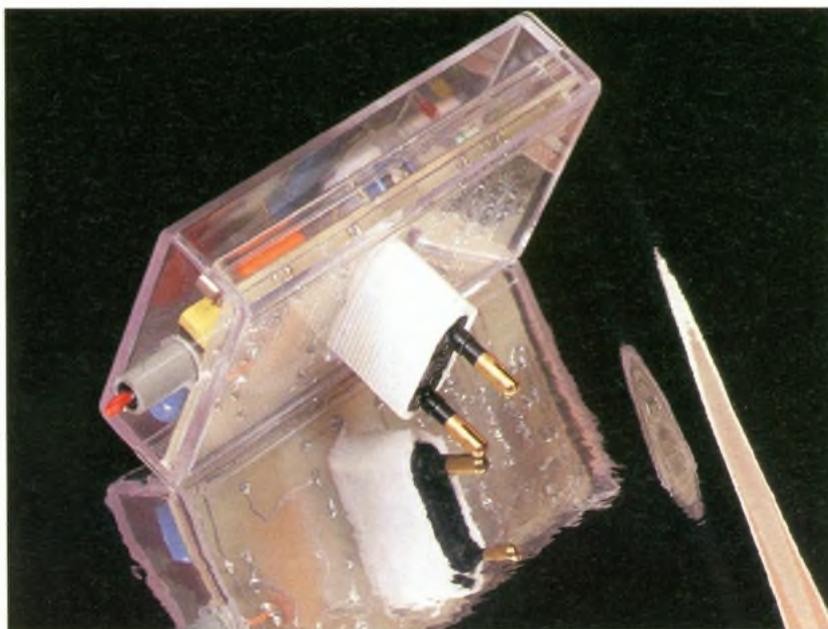
## II – LE FONCTIONNEMENT (fig. 2)

### a) Alimentation

S'agissant d'une très faible puissance, il est possible d'obtenir la basse tension nécessaire au fonctionnement du montage par prélèvement direct du secteur sans avoir recours à un transformateur.

A cet effet, l'élément résistif  $C_1$ , par ses charges périodiques à travers la résistance  $R_1$ , assure la limitation du courant en provenance du secteur.

La capacité  $C_2$ , dont l'armature positive voit son potentiel positif limité par la diode Zener  $DZ_1$ , se charge ainsi à une valeur pratiquement continue de l'ordre de 10 V. La diode  $D_2$  fait office de blocage lors des alternances négatives du secteur. Lors de ces



alternances négatives,  $C_1$  se décharge grâce à l'orientation de  $D_1$  pour être à nouveau opérationnel lors de l'alternance positive suivante.

Un deuxième étage de régulation est constitué par le transistor T dont la base est maintenue à une valeur fixe de 7,5 V grâce à la diode Zener  $DZ_2$ . On obtient ainsi sur l'émetteur de T une tension parfaitement continue de l'ordre de 7 V à laquelle  $C_3$  et  $C_4$  apportent un complément de filtrage.

On peut noter que le débit délivré par T est quasiment nul, étant donné que les quelques milliampères nécessaires à l'allumage de l'une des trois LED de signalisation sont prélevés en amont de T. La résistance  $R_2$  permet une décharge de  $C_1$  lorsque l'on retire le montage de la prise secteur. Cette précaution évite des décharges, toujours désagréables entre les doigts de l'opérateur...

### b) La CTN

Comme son nom l'indique, il s'agit d'une résistance dont le coefficient de température est négatif, contrairement à la plupart des résistances classiques pour lesquelles la résistance augmente toujours avec la température. En fait, il s'agit d'un semi-conducteur se présentant le plus souvent sous la forme d'une perle et dont la valeur nominale n'est vérifiée qu'aux alentours de 25 °C. La figure 3 représente l'allure de la courbe de variation de la résistance d'une CTN lorsque la température, à laquelle elle est soumise, varie. On peut remarquer que cette variation n'est pas linéaire mais logarithmique. Pour des applications faisant appel à de la mesure et à de l'affichage de résultats chiffrés de la température, il est nécessaire de « linéariser » la courbe. Un tel procédé est bien entendu inutile dans la présente applica-

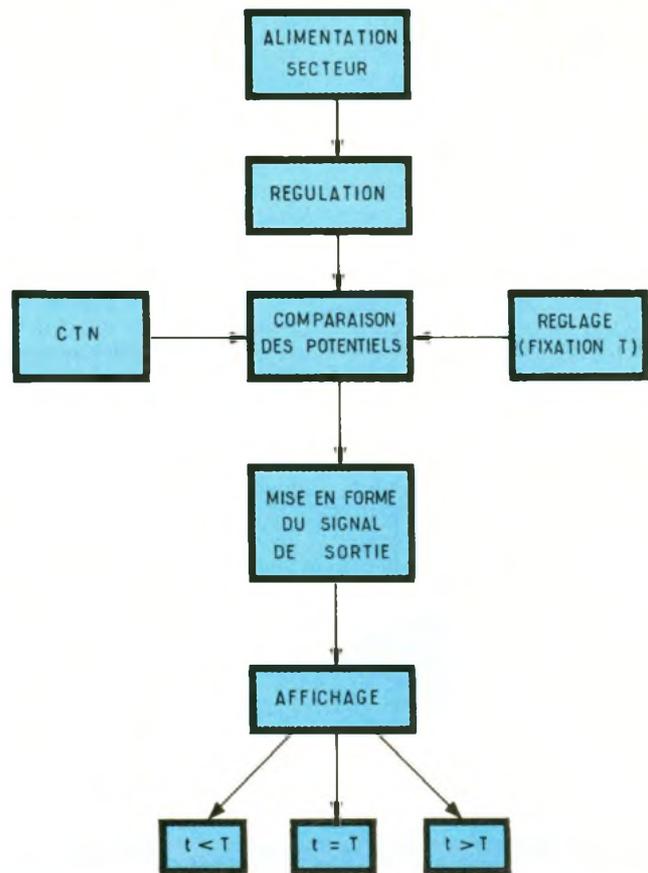
1

Synoptique  
du  
montage

tion, où notre CTN travaille surtout en mode comparatif et dans une faible plage restreinte, caractérisée par les températures ambiantes usuelles.

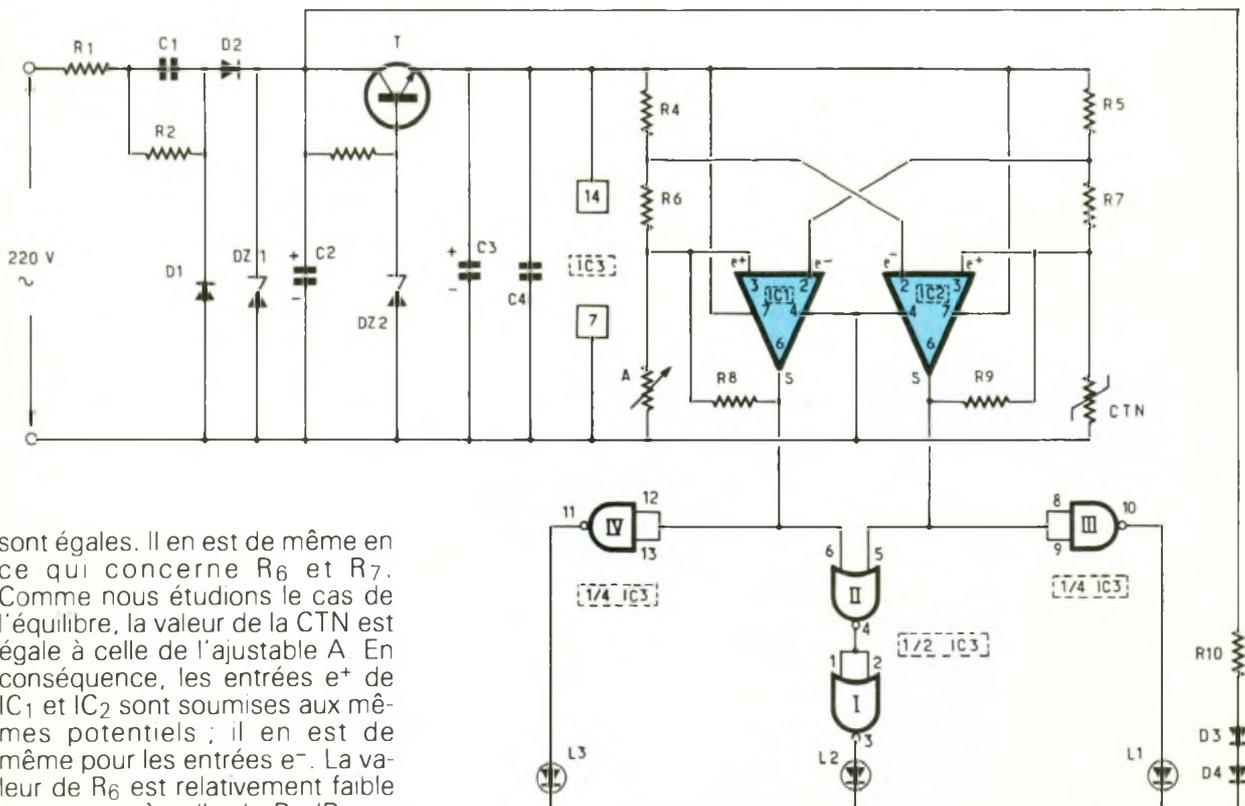
### c) Equilibre ajustable CTN

Les circuits intégrés IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> sont des amplificateurs opérationnels très courants puisqu'il s'agit de « 741 », qui sont décidément les bêtes à tout faire. Ils fonctionnent ici en comparateur de potentiel dont le principe est rappelé en figure 4. Si le potentiel présenté sur l'entrée directe e<sup>+</sup> est supérieur à celui appliqué sur l'entrée inverseuse e<sup>-</sup>, la sortie délivre un état haut, voisin du potentiel d'alimentation. Inversement, si le potentiel e<sup>+</sup> est inférieur à celui de e<sup>-</sup>, la sortie présente un état qualifié de bas, c'est-à-dire voisin de zéro à la tension de déchet près qui est de l'ordre de 1,5 à 2 V. Examinons à présent le montage de la figure 3. Les résistances R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>



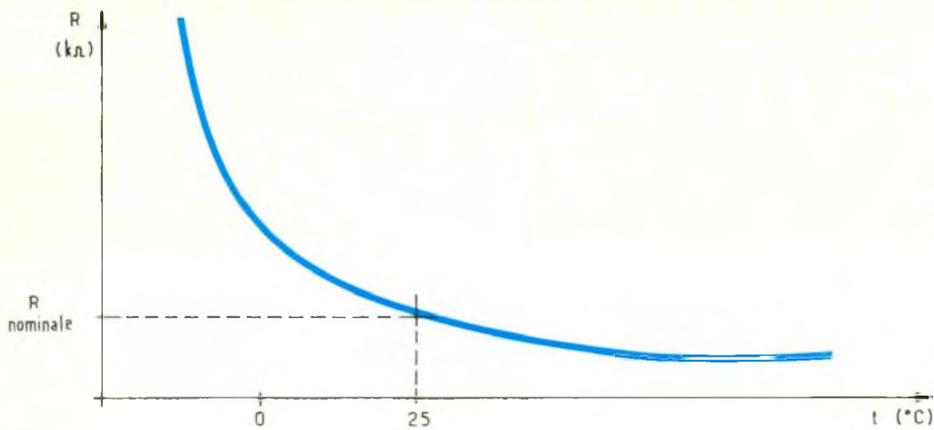
2

Comme  
d'usage,  
le schéma  
de  
principe  
révèle  
l'utilisation  
d'une CTN



sont égales. Il en est de même en ce qui concerne R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub>. Comme nous étudions le cas de l'équilibre, la valeur de la CTN est égale à celle de l'ajustable A. En conséquence, les entrées e<sup>+</sup> de IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> sont soumises aux mêmes potentiels ; il en est de même pour les entrées e<sup>-</sup>. La valeur de R<sub>6</sub> est relativement faible par rapport à celle de R<sub>4</sub> (R<sub>6</sub> représente environ 2 % de la résistance de R<sub>4</sub>). Néanmoins, cette petite différence suffit à obtenir sur IC<sub>1</sub> un potentiel e<sup>+</sup> inférieur à

### 3 Allure de la courbe de variation d'une CTN.



### e) Augmentation de la température ambiante

Repartons encore de la position d'équilibre. Cette fois, la résistance de la CTN diminue : il en résulte une baisse des potentiels au niveau des points communs CTN/R<sub>7</sub> et R<sub>5</sub>/R<sub>7</sub>. Par le même raisonnement que ci-dessus, le lecteur reconstituera sans peine que dans ce cas :

- la sortie de IC<sub>1</sub> passe à l'état haut,
- la sortie de IC<sub>2</sub> reste à l'état bas.

La valeur relative des rapports R<sub>6</sub>/R<sub>4</sub> (qui est le même que R<sub>7</sub>/R<sub>7</sub>) caractérise en fait la sensibilité du montage. Plus ce rapport est faible, plus le montage devient sensible et bascule pour la moindre variation de température. En adoptant une valeur de 0,02, la sensibilité est de l'ordre du degré, si bien que si on règle par exemple l'ajustable de façon à obtenir l'allumage de la LED jaune pour 19 °C, la LED rouge s'allume dès que l'on atteint 20 °C, et la LED verte s'allume lorsque la température ambiante tombe à 18 °C.

Les résistances R<sub>8</sub> et R<sub>9</sub>, de valeurs relativement grandes, introduisent une réaction positive lors des basculements de IC<sub>1</sub> ou de IC<sub>2</sub>, en injectant dans les entrées e<sup>+</sup> un léger surcroît de potentiel. Il en résulte d'une part un basculement plus franc et d'autre part une position davantage stabilisée de la nouvelle position d'équilibre.

### f) Signalisation

Des portes logiques NOR mettent en évidence les divers cas possibles.

#### 1. Equilibre

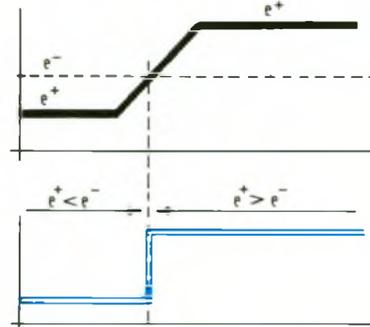
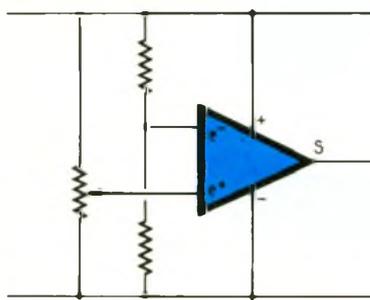
Les sorties de IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> présentent simultanément un état bas. Les sorties des portes III et IV présentent donc un état haut qui interdit l'allumage de L<sub>1</sub> et de L<sub>3</sub>. En revanche, la sortie de la porte II passe à l'état haut et celle de la porte I à l'état bas. Il en résulte l'allumage de la LED jaune L<sub>2</sub> grâce à la circulation d'un courant par R<sub>10</sub> et D<sub>3</sub>/D<sub>4</sub>.

#### 2. Baisse de la température

La sortie de IC<sub>2</sub> passe à l'état haut. La LED L<sub>3</sub> reste éteinte. La sortie de la porte II passe à l'état

### 4

Le 741 monté en comparateur.



celui de e<sup>-</sup>. La même remarque s'applique à IC<sub>2</sub>. Ainsi, dans cette position d'équilibre, les deux sorties présentent simultanément un état bas.

### d) Baisse de la température ambiante

Si la température ambiante baisse, la résistance de la CTN augmente. Il en résulte une légère augmentation du potentiel

au niveau des jonctions R<sub>7</sub>/CTN et R<sub>5</sub>/R<sub>7</sub>, ce qui se traduit par les phénomènes suivants :

- Pour IC<sub>1</sub>, l'entrée e<sup>-</sup> voit encore son potentiel croître par rapport à celui de l'entrée e<sup>+</sup>, ce qui confirme encore davantage l'état bas de la sortie.
- Pour IC<sub>2</sub>, l'entrée e<sup>+</sup> est maintenant soumise à un potentiel plus élevé que celui de l'entrée e<sup>-</sup> ; sa sortie passe à l'état haut.

Photo 2. - Gros plan sur la CTN et son élément de liaison.



bas et donc celle de la porte I présente un état haut d'où l'extinction de L<sub>2</sub>. La sortie de la porte III passe à l'état bas : la LED verte L<sub>1</sub> s'allume.

### 3. Augmentation de la température

C'est le cas symétrique à celui qui est évoqué ci-dessus. La LED rouge L<sub>3</sub> s'allume et les LED L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub> sont éteintes.

## III - LA REALISATION PRATIQUE

### a) Le circuit imprimé (fig. 5)

Il n'est pas très compliqué. A l'aide de pastilles Mecanorma et de bandelettes adhésives de 0,8 mm de largeur, vous en viendrez assez facilement à bout en appliquant ces éléments de transfert directement sur la face

cuivre de l'époxy. Il convient toutefois de bien dégraisser ce dernier auparavant à l'aide d'acétone ou encore de poudre à récurer. Après gravure dans un bain de perchlorure chauffé à une trentaine de degrés et un bon rinçage, on percera les différentes pastilles à 0,8 mm de diamètre ou davantage suivant les connexions des composants auxquels ils sont destinés.

Avant de débiter la réalisation du circuit imprimé, il est prudent de se procurer auparavant les divers composants et de modifier, le cas échéant, le tracé du circuit, si les composants diffèrent quelque peu de ceux présentés dans la maquette publiée.

### b) Implantation des composants (fig. 4)

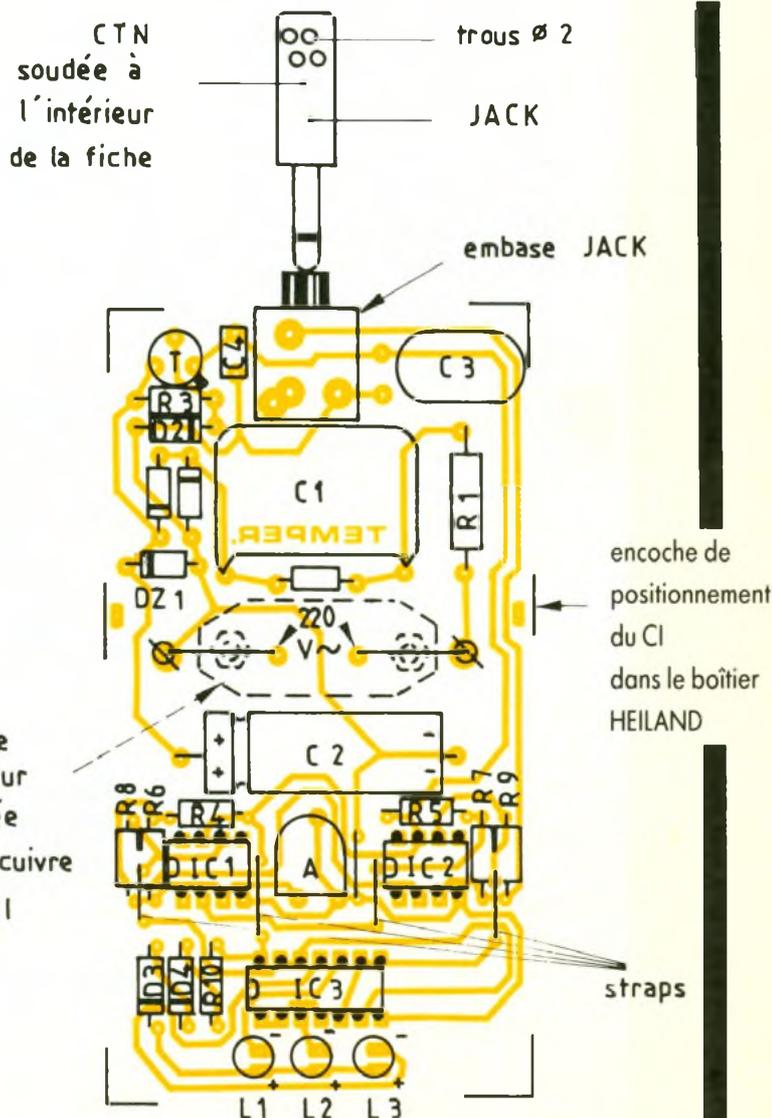
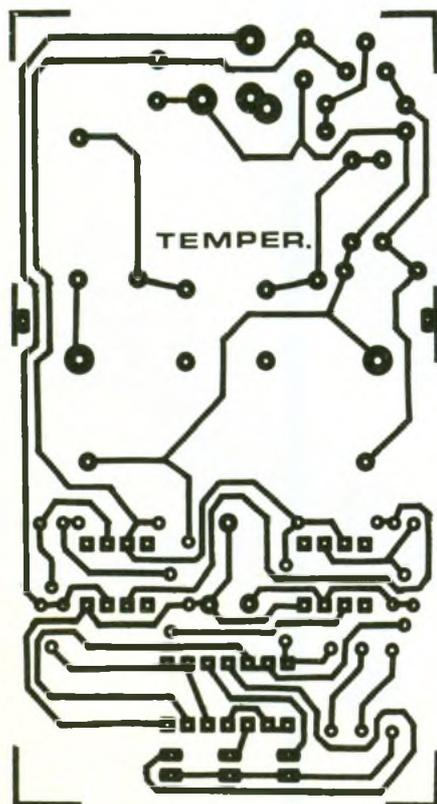
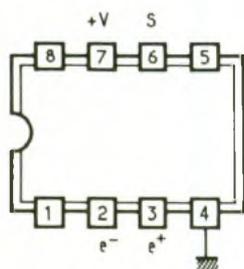
Après les straps, on implantera les diodes, les résistances, les capacités et le transistor. Par la

suite, ce sera le tour des trois LED, et pour terminer, on soudera les trois circuits intégrés. Attention à l'orientation de tous les composants polarisés. Toute erreur à ce niveau est fatale pour le montage. Il faut donc veiller sans arrêt à la qualité de son travail et ne jamais passer au stade suivant avant d'avoir vérifié et revérifié celui que l'on vient d'achever. Tout le secret des montages réussis et qui fonctionnent réside en fait dans l'observation de règles élémentaires simples.

### c) Montage

Le module est monté à l'intérieur d'un coffret Heiland transparent que l'on aura raccourci à 100 mA de longueur. Ce travail s'effectue en réduisant les deux demi-boîtiers rigoureusement à la même longueur. Deux petites encoches sont à pratiquer sur les bords du module afin de permet-

5  
Tracé  
du circuit  
imprimé  
grandeur  
nature



6  
Implantation  
des  
éléments.

# MILLE ET UNE PILES

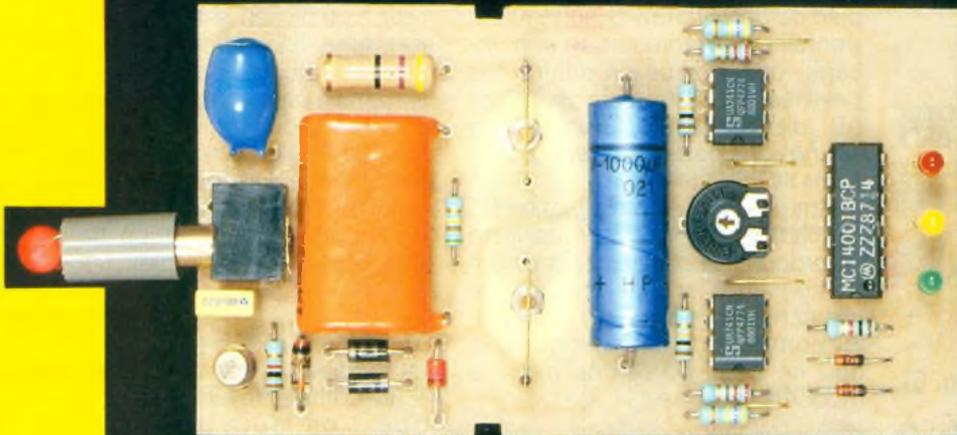


Photo 3. – Réalisation de la carte imprimée.

tre son montage et son immobilisation dans le boîtier. La fiche mâle secteur a été fixée par vissage au dos du module, côté cuivre. Une découpe en conséquence est donc à pratiquer sur le fond du boîtier. Un trou permettant le passage du Jack est également à prévoir. La CTN est montée à l'intérieur du manchon isolant de la fiche Jack. On peut y percer quelques trous pour un meilleur échange de température

## LISTE DES COMPOSANTS

5 straps verticaux

$R_1$  : 47  $\Omega$ /1 W (jaune, violet, noir)

$R_2$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)

$R_3$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

$R_4, R_5$  : 2  $\times$  10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_6, R_7$  : 2  $\times$  220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)

$R_8, R_9$  : 2  $\times$  470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)

$R_{10}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)

A : ajustable 22 k $\Omega$  à implantation horizontale - pas de 5,08

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

$D_1, D_2$  : 2 diodes 1N4004, 4007

$D_3, D_4$  : 2 diodes-signal (1N4148, 914)

DZ<sub>1</sub> : diode Zener de 10 V

entre CTN et milieu ambiant. Un trou est également à percer en face de la vis de commande du curseur de l'ajustable. Ce dernier aura obligatoirement une vis en matière isolante pour d'évidentes raisons de sécurité.

Il ne reste plus qu'à placer le curseur de façon à obtenir l'allumage de la LED jaune pour la température de référence souhaitée.

DZ<sub>2</sub> : diode Zener de 7,5 V

$C_1$  : 1  $\mu$ F/400 V Mylar

$C_2$  : 1 000  $\mu$ F/10 V Electrolytique

$C_3$  : 220  $\mu$ F/10 V Tantale

$C_4$  : 0,1  $\mu$ F Milfeuil

T : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222

IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : 2  $\times$   $\mu$ A 741 (amplificateur opérationnel)

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

L<sub>1</sub> : LED verte  $\varnothing$  3

L<sub>2</sub> : LED jaune  $\varnothing$  3

L<sub>3</sub> : LED rouge  $\varnothing$  3

Embasse Jack pour circuit imprimé

Fiche Jack

2 picots

Fiche secteur

Coffret Heiland transparent (141,5  $\times$  57  $\times$  23,5)

Depuis quelques années, les fabricants mettent sur le marché des matériels électriques et électroniques portables, légers et compacts, alimentés par leur propre source d'énergie autonome, et ces matériels rencontrent un grand succès par leur facilité de transport et leur aisance d'utilisation, grâce à l'absence de câble électrique.

La seule contrainte, mais appréciable, est la nécessité de remplacement périodique de la pile, ou de la recharge pour un accumulateur, lequel doit cependant être rechargé à la fin d'un certain nombre de cycles de fonctionnement.

Jusqu'à présent, la diversité des produits nécessitait de la part de l'utilisateur une longue démarche pour trouver la pile, l'accumulateur ou la batterie adaptés.

L'enseigne « 1000 et une piles » est un nouveau concept de point de vente, auprès duquel le public ainsi que le professionnel peut trouver toutes les pièces de remplacement, depuis la pile bouton d'une montre jusqu'à la batterie au plomb d'un coffret d'alarme, en passant par l'accumulateur nickel cadmium d'un récepteur radio messagerie.

Les implantations actuelles, au nombre de trois, verront leur nombre augmenter progressivement de façon à couvrir les principales villes françaises.

**Paris** : A.B.P.E. 1001, 8, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Tél. : (1) 43.80.33.92

**Lyon** : A.B.P.E. 1001, 34 cours de la Liberté, 69003 Lyon. tél. : (16) 78.62.76.24.

**Grenoble** : Mille et une piles, 6, rue de Strasbourg, 38000 Grenoble. Tél. : (16) 76.47.59.37.

# UN RADAR DE REcul



La mauvaise saison avec son cortège de pluie, de brouillard et de givre, bat son plein. Alors pourquoi ne pas donner des yeux à l'arrière de votre voiture et effectuer les manœuvres et les créneaux sans problème.

## I - LE PRINCIPE

### a) Les ultrasons (fig. 1)

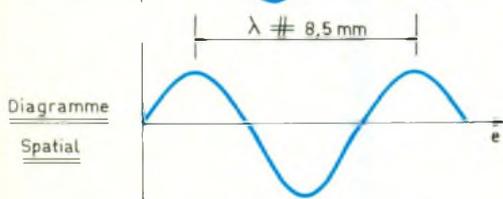
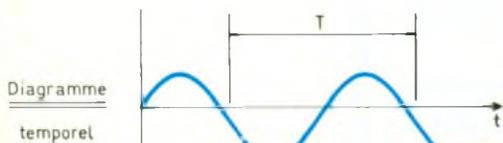
Notre radar sera basé sur la mise en œuvre d'ultrasons, un peu à l'image de ce que fait la chauve-souris lorsqu'elle se dirige : à savoir, l'appréciation de la durée de retour des échos relatifs à des perturbations sonores de brève durée et répétitives, après réflexion sur un obstacle.

Mais avant de passer à la description du radar, il n'est peut-être pas inutile de rappeler quelques notions de physique acoustique.

D'une manière générale, le son est une perturbation d'origine mécanique du milieu qui le véhicule. Il s'agit en fait d'une suite de pressions et de dépressions



1  
Rappels  
théoriques  
sur les  
ultrasons.

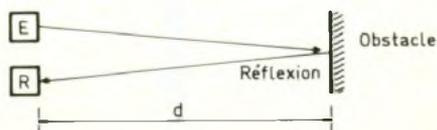
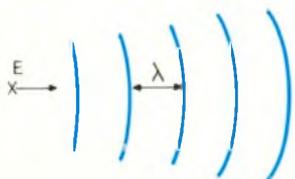


$$T = 25 \mu\text{s} \text{ (période)}$$

$$f = \frac{1}{T} = 40 \text{ KHz} \text{ (fréquence)}$$

$$\lambda = v T$$

$\lambda$  : longueur d'onde  
 $v$  : vitesse du son dans l'air (340 m/s à 20°C)  
 $T$  : période temporelle

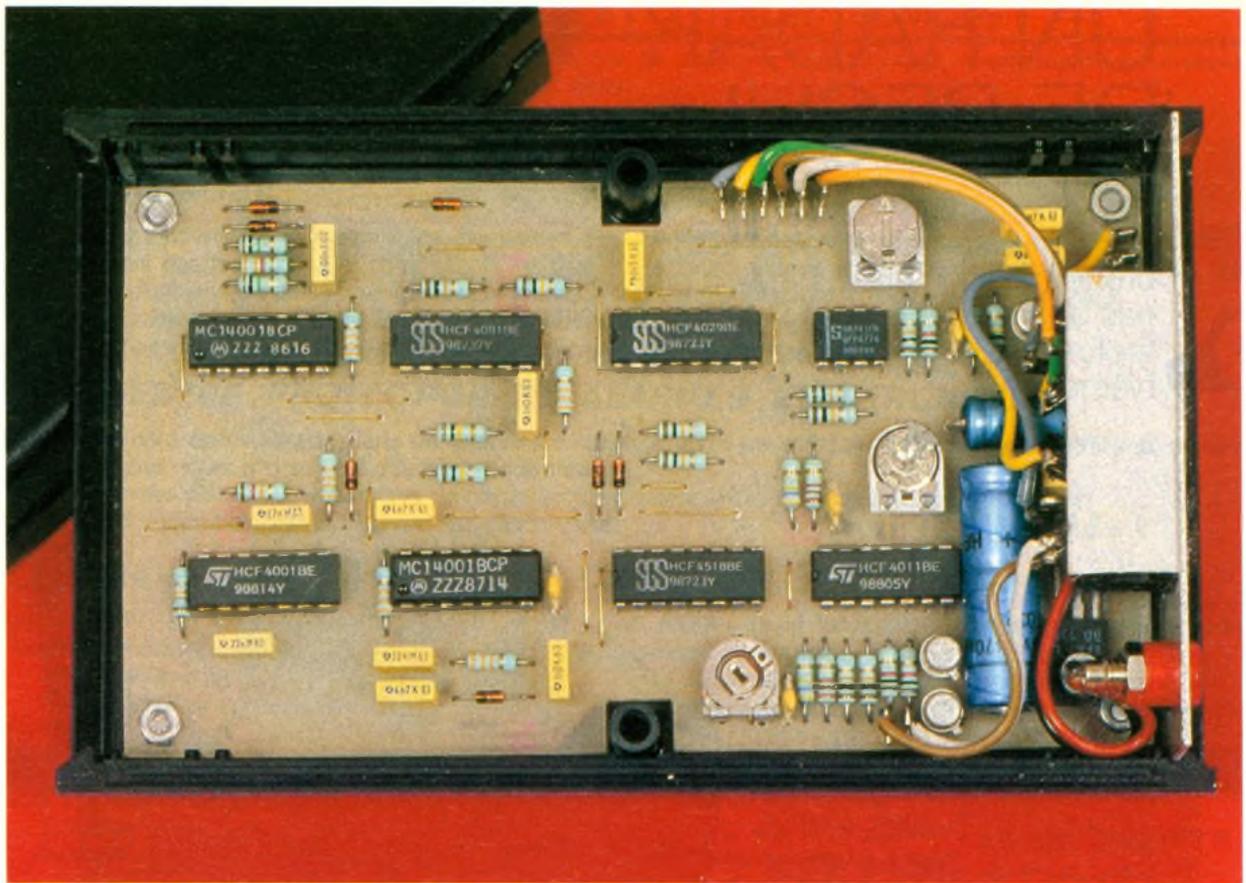


$$t = \frac{2d}{v}$$

qui peuvent être émises par exemple par la membrane d'un haut-parleur, des cordes vocales, de la vibration d'une corde de guitare... Elles se transmettent ainsi, en s'atténuant progressivement, de proche en proche, à la manière des ondes circulaires que provoque la chute d'un caillou dans une mare d'eau. La fréquence de base « F » du son est le nombre de fois où il atteint son amplitude maximale par exemple, pendant une seconde. Inversement, la durée séparant deux maxima se définit par sa période :

$$T = \frac{1}{F}$$

On a observé que la vitesse de déplacement de ces perturbations était toujours la même dans un milieu donné. Elle est en général plus grande dans un solide ou un liquide que dans un gaz.



Mise en place du module principal au fond du boîtier.

Dans l'air, à 20 °C, le son se déplace à la vitesse de 340 m/s. On peut la calculer au moyen de la relation :

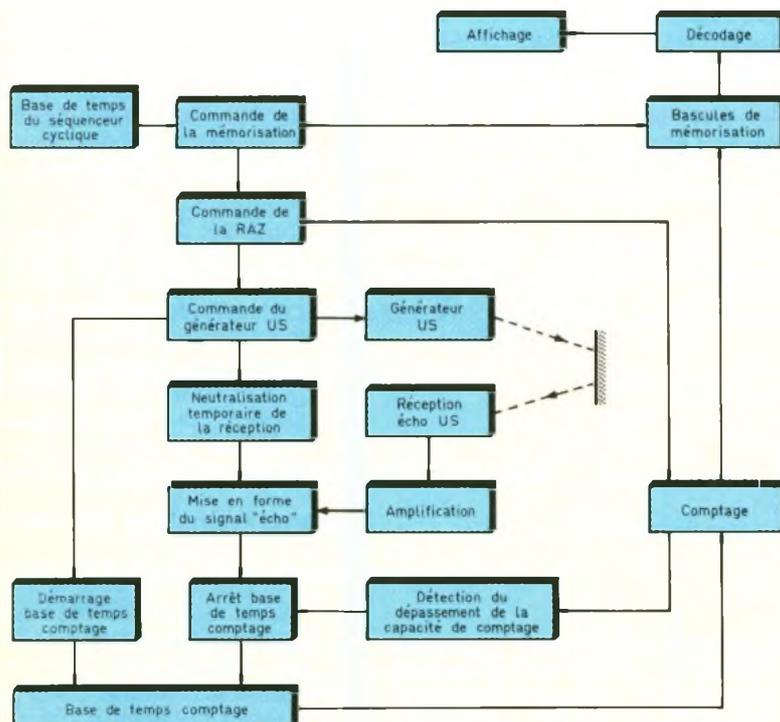
$$V = \sqrt{\alpha RT}$$

dans laquelle :

- V représente la vitesse de déplacement du son en m/s ;
- $\alpha$  est le coefficient d'élasticité du gaz : 1,4 pour l'air ;

- R est la constante physique des gaz parfait, soit 281,8 Joules/kg ;
- T est la température du gaz, exprimée en degrés Kelvin :

$$(T \text{ °K} = t \text{ °C} + 273)$$



Lorsqu'on observe le déplacement d'une perturbation sur le plan spatial, on peut définir la notion de longueur d'onde  $\lambda$  qui est la distance métrique séparant par exemple deux maxima consécutifs. Il en résulte donc la relation  $\lambda = V.T$ .

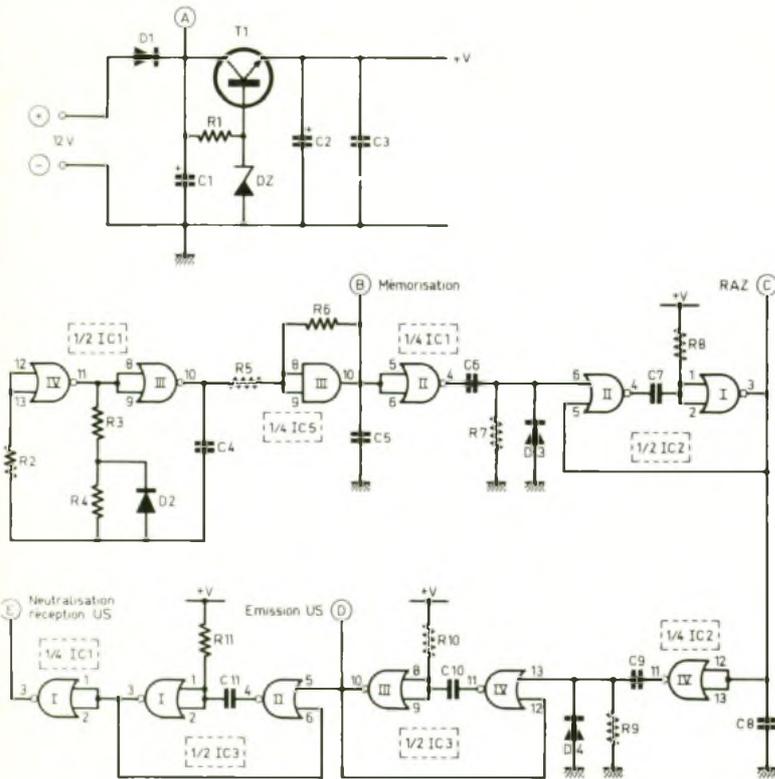
Enfin, le son se réfléchit sur les obstacles et revient vers l'émetteur à la même vitesse et à la même fréquence, si l'obstacle est fixe. Si donc un émetteur se trouve à une distance « d » d'un obstacle, la distance parcourue par le son, avant et après réflexion est de 2 d, et le temps nécessaire pour effectuer cet aller et retour peut se définir par la relation :

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

Les sons de faible fréquence, inférieure à quelques dizaines de Hz, entrent dans le domaine des

# 3

Alimentation  
et  
séquenceur  
cyclique.



infrasons. Au-delà, et jusqu'à environ 20 000 Hz, il s'agit de sons audibles par l'oreille humaine. Mais si la fréquence dépasse cette valeur, le tympan de notre oreille n'est plus capable de vibrer en résonance avec ce son et transmettre ainsi l'information à notre cerveau : nous entrons dans la catégorie des ultrasons. Ces derniers suivent exactement les mêmes principes physiques que les sons audibles que nous avons évoqués plus haut. Il leur faut également un milieu pour les véhiculer, qui, dans la présente application, est tout simplement l'air ambiant. Notre radar ne pourrait donc pas fonctionner sur un véhicule lunaire.

Les ultrasons mis en œuvre se caractérisent par une fréquence de 40 kHz, ce qui correspond à une période de 25 ms. Il en résulte une longueur d'onde dans l'air de 8,5 mm.

## b) Principe de fonctionnement (fig. 2)

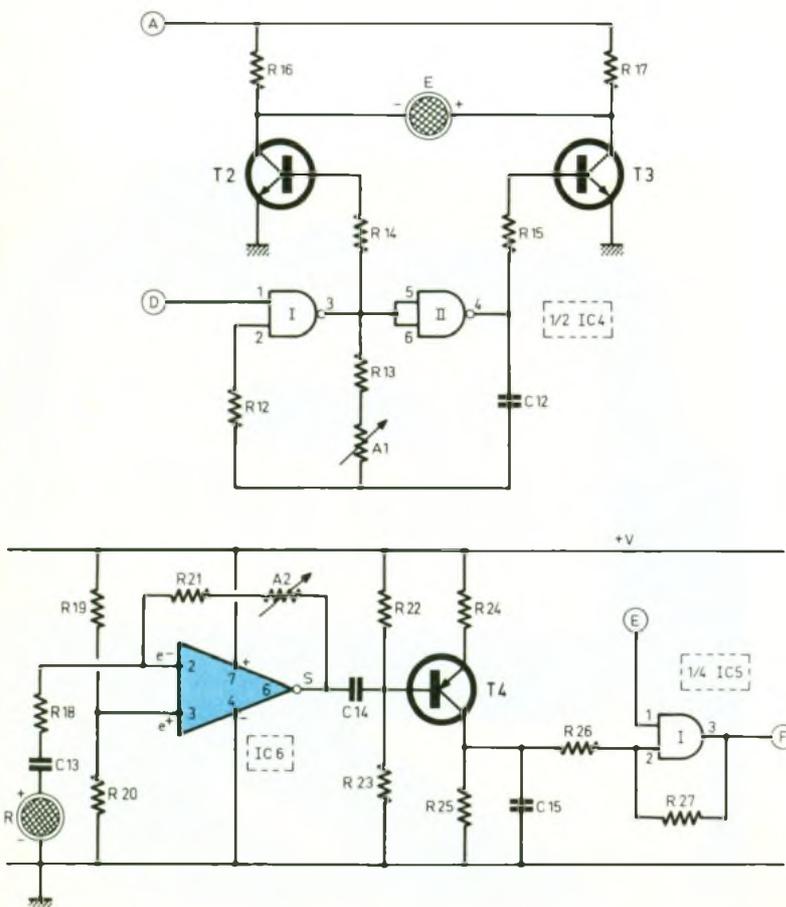
Une base de temps pilote, un séquenceur cyclique qui commande successivement les opérations suivantes :

- la mémorisation du contenu d'un compteur dont la durée de fonctionnement correspond au trajet aller et retour du train d'onde ultrasonique ;
- la remise à zéro de ce compteur aussitôt la mémorisation terminée ;
- l'émission, très brève, d'ultrasons ;
- la neutralisation, pendant une durée légèrement supérieure à celle de l'émission, de la réception, de manière à éliminer la prise en compte de la queue du train d'ondes ;
- le démarrage, dès le début de l'émission US, du compteur. Ce dernier cesse d'avancer dès la réception de l'écho de retour. Il est également bloqué automatiquement sur sa position de capacité maximale, en cas de non-perception de l'écho de retour, d'un obstacle placé trop loin.

Ce cycle se renouvelle sans cesse. Nous verrons au chapitre consacré au fonctionnement, les paramètres de durée et de période qui régissent chacune de ces opérations élémentaires. La mise en évidence de la distance qui sépare le pare-choc arrière de la voiture d'un obstacle

# 4

Emission  
et réception  
des  
signaux.



s'effectue au niveau du tableau de bord par la mise en œuvre de 10 LED alignées : 3 vertes, 4 jaunes et 3 rouges. Une seule de ces LED est allumée à un moment donné. Suivant le réglage souhaité, la LED rouge numéro 1 peut indiquer que l'on se trouve à moins de 10 cm d'un obstacle, la LED numéro 2 à moins de 20 cm, et ainsi de suite. La zone rouge correspond dans ce cas à des distances inférieures à 30 cm, la zone jaune est affectée à l'indication des distances allant de 40 à 70 cm, tandis que la zone verte correspond à des distances supérieures à 70 cm. L'allumage de la dernière LED verte indique en fait que l'obstacle le plus proche est à une distance supérieure au mètre.

## II – LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

### a) Alimentation (fig. 3)

L'énergie nécessaire au fonctionnement du radar sera prélevée de l'alimentation 12 V du véhicule. En fait, étant donné que le radar doit seulement fonctionner lorsque l'on effectue une marche arrière, on peut par exemple le brancher sur le circuit assurant l'allumage du phare de recul. Mais rien n'empêche de prévoir un interrupteur de mise en marche du dispositif ; il est ainsi possible de rendre le radar opérationnel dès qu'on le désire, et en particulier pendant les manœuvres.

La capacité  $C_1$  assure un filtrage complémentaire au régulateur de charge batterie, de manière à obtenir une tension totalement débarrassée des ondulations en provenance de l'alternateur. La diode  $D_1$  fait office de détrompeur ; ainsi, si l'utilisateur se trompe au niveau des polarités de l'alimentation, aucun composant ne sera détruit. Afin de disposer d'une tension encore davantage stabilisée et régulée, un transistor  $T_1$ , dont la base est maintenue à un potentiel fixe de 10 V grâce à la diode Zener  $D_z$ , délivre à son émetteur un potentiel continu de 9,5 V dont les capacités  $C_2$  et  $C_3$  assurent respectivement le filtrage et l'écoulement des parasites de fréquence plus élevée.

### b) Base de temps du séquenceur cyclique (fig. 3)

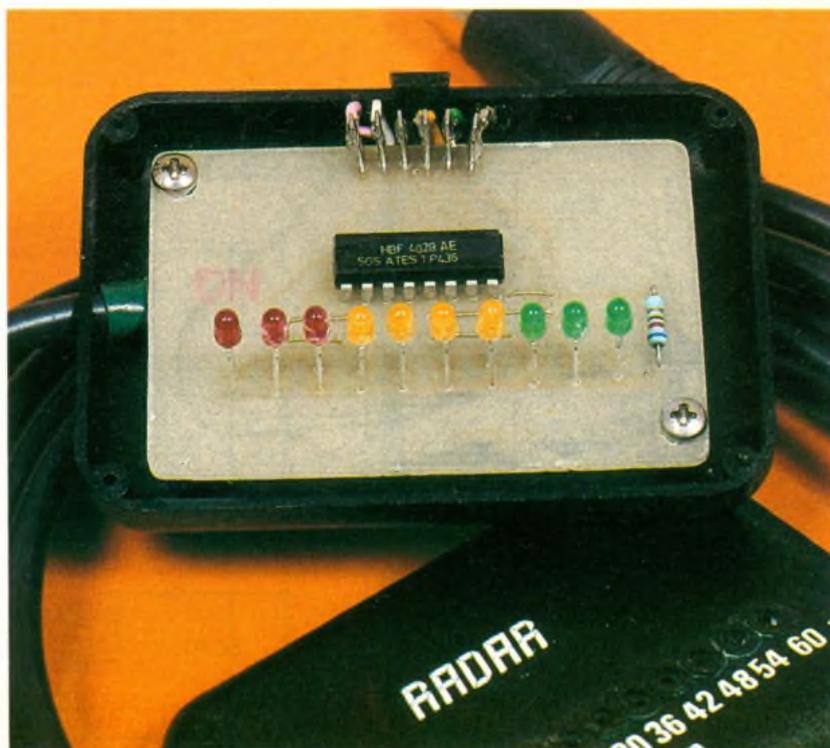
Les portes NOR III et IV de  $IC_1$  sont montées en multivibrateur astable. Pour expliquer le fonctionnement d'un tel montage, plaçons-nous par exemple à un moment où la sortie de la porte IV présente un état bas, ce qui implique que la sortie de la porte III est à l'état haut. La capacité  $C_4$  se charge alors progressivement à travers  $R_3$  et  $R_4$ . Dès que le potentiel au niveau des entrées réunies de la porte IV atteint environ la demi-tension d'alimentation, la sortie de la porte IV passe à l'état bas, tandis que celle de la porte III présente un état haut. La capacité  $C_4$  se décharge à contre-sens, mais seulement à travers  $R_3$ , étant donné que  $R_4$ , de grande valeur, se trouve shuntée par la diode  $D_2$ . Au niveau des entrées de la porte IV, le potentiel décroît maintenant beaucoup plus rapidement qu'il ne croissait lors de la phase précédente. Assez rapidement, la sortie de la porte IV repasse à l'état haut et donc celle de la porte III à l'état bas. Le cycle se poursuit ainsi indéfiniment. Compte tenu des valeurs des composants mis en œuvre, la période des créneaux délivrés est de l'ordre de

0,1 s, ce qui correspond à une fréquence de 10 Hz. Du fait de la présence de la diode  $D_2$  et de la différence relativement importante entre les valeurs de  $R_3$  (faible) et de  $R_4$  (grande), on enregistre des impulsions positives d'une durée de l'ordre de 500  $\mu$ s. Les oscillogrammes de la figure 6 illustrent l'allure des signaux délivrés par ce multivibrateur.

### c) Commande périodique de la mémorisation (fig. 3)

L'impulsion positive de 500  $\mu$ s précédemment évoquée est prise en compte par la porte AND III de  $IC_5$  montée en trigger de Schmitt. Lors des basculements de la porte, la résistance  $R_6$  introduit à chaque fois une réaction positive sur les entrées. Il en résulte une accélération des phénomènes, ce qui se traduit par des signaux dont les fronts montant est descendant sont bien verticaux et nettement délimités. Nous verrons ultérieurement que la brève impulsion positive périodiquement délivrée par le trigger tous les dixièmes de seconde, assure la mémorisation du contenu d'un compteur. Cette action fait partie d'une séquence

Photo 2. – Le boîtier d'affichage du radar.

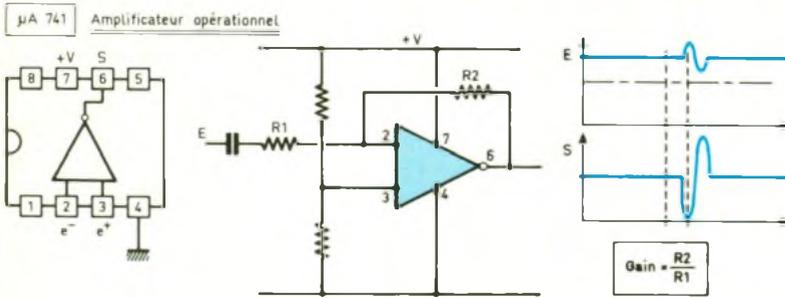






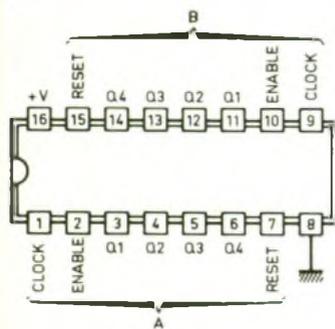
# 7

Brochages et fonctionnement des circuits intégrés



cette dernière est de l'ordre de 13 V lorsque le moteur tourne. Le transducteur-émetteur, qui est un oscillateur piézo-électrique, a ses bornes reliées aux collecteurs de ces deux transistors T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub>. Etant donné qu'ils sont alternativement saturés et bloqués, l'émetteur est soumis à un signal périodique alternatif de 40 kHz mais dont l'amplitude, de maximum à minimum, atteint 2 x 13 V, ce qui permet encore d'accroître la puissance du signal ultrasonique émis.

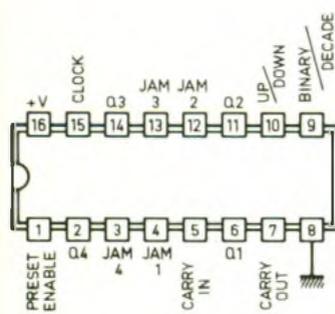
**CD 4518 Double - compteur B C D**



X: Etat indifférent

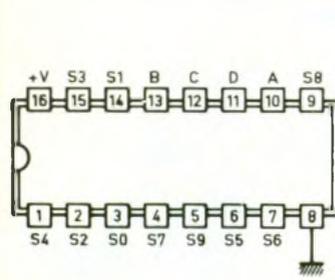
CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
1	1	0	Avance compteur
0	1	0	Avance compteur
1	X	0	Non avance du compteur
X	1	0	Non avance du compteur
1	0	0	Non avance du compteur
1	1	0	Non avance du compteur
X	X	1	Q1 = Q2 = Q3 = Q4 = 0

**CD 4029 Compteur - décompteur**



ENTREE DE CONTRÔLE	NIVEAU	ACTION
BINARY/DECADE	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
UP/DOWN	1	Comptage
	0	Décomptage
PRESET ENABLE	1	Mémorisation
	0	Non mémorisation
CARRY IN	1	Non avance du compteur
	0	Avance du compteur

**CD 4028 Décodeur BCD → décimal**



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

portes attaquent chacune en ce qui la concerne, la base d'un transistor NPN par l'intermédiaire d'une résistance de limitation. Ces transistors comportent dans

leurs circuits collecteurs, les résistances R<sub>16</sub> et R<sub>17</sub> qui sont directement reliées à l'armature positive de C<sub>1</sub> pour disposer d'une amplitude plus grande ;

## h) Réception de l'écho (fig. 4)

L'écho de retour est pris en compte par le transducteur-récepteur qui est également un élément piézo-électrique, mais dont les vibrations véhiculées par l'air font vibrer l'équipage mobile, qui les transforme en signaux électriques. Bien entendu, ces signaux ont une amplitude extrêmement faible qu'il est nécessaire d'amplifier. C'est le rôle de IC<sub>6</sub> qui est un circuit intégré célèbre dans nos colonnes : l'irremplaçable « 741 ». Son entrée directe est maintenue à la moitié du potentiel d'alimentation grâce au point diviseur R<sub>19</sub>/R<sub>20</sub>. Les signaux à amplifier sont acheminés sur l'entrée inverseuse par l'intermédiaire de C<sub>13</sub> et de R<sub>18</sub>. L'ajustable, A<sub>2</sub> et R<sub>21</sub> qui relie la sortie de l'amplificateur sur l'entrée inverseuse, introduit une contre-réaction réglable suivant la position angulaire du curseur de A<sub>2</sub>. Rappelons que le gain d'un tel étage amplificateur s'exprime par le rapport :

$$\frac{A_2 + R_{21}}{R_{18}}$$

Il peut atteindre 10<sup>6</sup> dans le présent montage. Mais l'expérience montre qu'une valeur plus faible, définie par une position centrale du curseur de A<sub>2</sub>, est amplement suffisante.

Le transistor T<sub>4</sub> est monté en émetteur commun. Mais la polarisation de sa base est telle qu'en l'absence de signal en provenance de C<sub>14</sub>, le potentiel au niveau du collecteur est nul. En revanche, dès que le transducteur-récepteur perçoit l'écho de retour, on enregistre sur le collecteur de T<sub>4</sub>, une impulsion composée en réalité de plusieurs im-

pulsions élémentaires de  $25 \mu\text{s}$  de période, mais que la capacité  $C_{15}$  aura intégrées.

La porte AND I de  $IC_5$  est montée en trigger de Schmitt. Elle délivre à sa sortie une impulsion positive de brève durée, nettement structurée et à fronts verticaux. Notons que ce signal caractérisant la réception de l'écho ultrasonique de retour n'est transmis sur la sortie du trigger qu'à la condition de la présence d'un état haut sur l'entrée 1 de la porte AND. Or, ainsi que nous l'avons vu plus haut, cette entrée reçoit un état bas pendant la période de neutralisation qui suit le début de l'émission ultrasonique, pour des raisons que nous avons déjà examinées.

### i) Commande de la base de temps du comptage (fig. 5)

La porte AND IV de  $IC_5$  forme une porte de mémorisation. En règle générale, l'entrée 12 est soumise à un état haut sauf à des occasions ponctuelles très particulières que nous expliciterons. Dès le début de l'émission ultrasonique, un état haut se trouve transmis sur l'entrée 13 par la diode  $D_5$ . La sortie passe donc aussitôt à l'état haut. Mais même lorsque l'émission ultrasonique cesse  $200 \mu\text{s}$  plus tard, l'état haut sur la sortie de cette porte subsiste, grâce au verrouillage effectué par la diode  $D_6$ . Nous verrons que la présence de cet état haut assure le fonctionnement du comptage. la remise à zéro de la porte de mémorisation intervient lorsque l'entrée 12 est soumise, même brièvement, à un état bas.

Ce phénomène peut se produire pour deux raisons :

- la réception de l'écho de retour qui se caractérise par un bref état haut sur l'entrée 9 de la porte NOR III de  $IC_2$ , donc par un état bas sur la sortie de cette porte ;
- en cas de non réception de cet écho, le compteur, en poursuivant son avancée, atteindra sa capacité maximale. Nous verrons que celle-ci est détectée par le fait que les cathodes de  $D_7$  et de  $D_8$  sont simultanément soumises à un état haut, ce qui se traduit par un état haut sur l'autre entrée 8 de la porte NOR III de  $IC_2$ .

### j) Comptage (fig. 5)

Les portes NAND III et IV constituent encore un multivibrateur astable commandé. Il délivre sur sa sortie des créneaux symétriques pendant que l'entrée 13 est soumise à un état haut, c'est-à-dire lors des phases actives de la porte de mémorisation AND IV de  $IC_5$  que nous avons décrite ci-dessus. On peut définir la période des impulsions de comptage délivrées par le multivibrateur. Plaçons-nous dans le cas où la distance maximale de détection est de 70 cm par exemple. La durée entre émission et réception du signal ultrasonique est donc de :

$$\frac{0,7 \text{ m} \times 2}{340 \text{ m/s}} = 4,117 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Pour arriver à la valeur 10 de l'affichage correspondant à cette distance maximale de 70 cm, la période élémentaire de comptage est donc de :

$$\frac{4,117 \cdot 10^{-3} \text{ s}}{10} = 4,117 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

Mais nous verrons que le compteur effectue au préalable une division par 10 ; il est donc nécessaire de disposer d'une base de temps de :

$$\frac{4,117 \cdot 10^{-4} \text{ s}}{10} = 4,117 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

soit  $41 \mu\text{s}$ , ce qui correspond à une fréquence de l'ordre de 24 kHz.

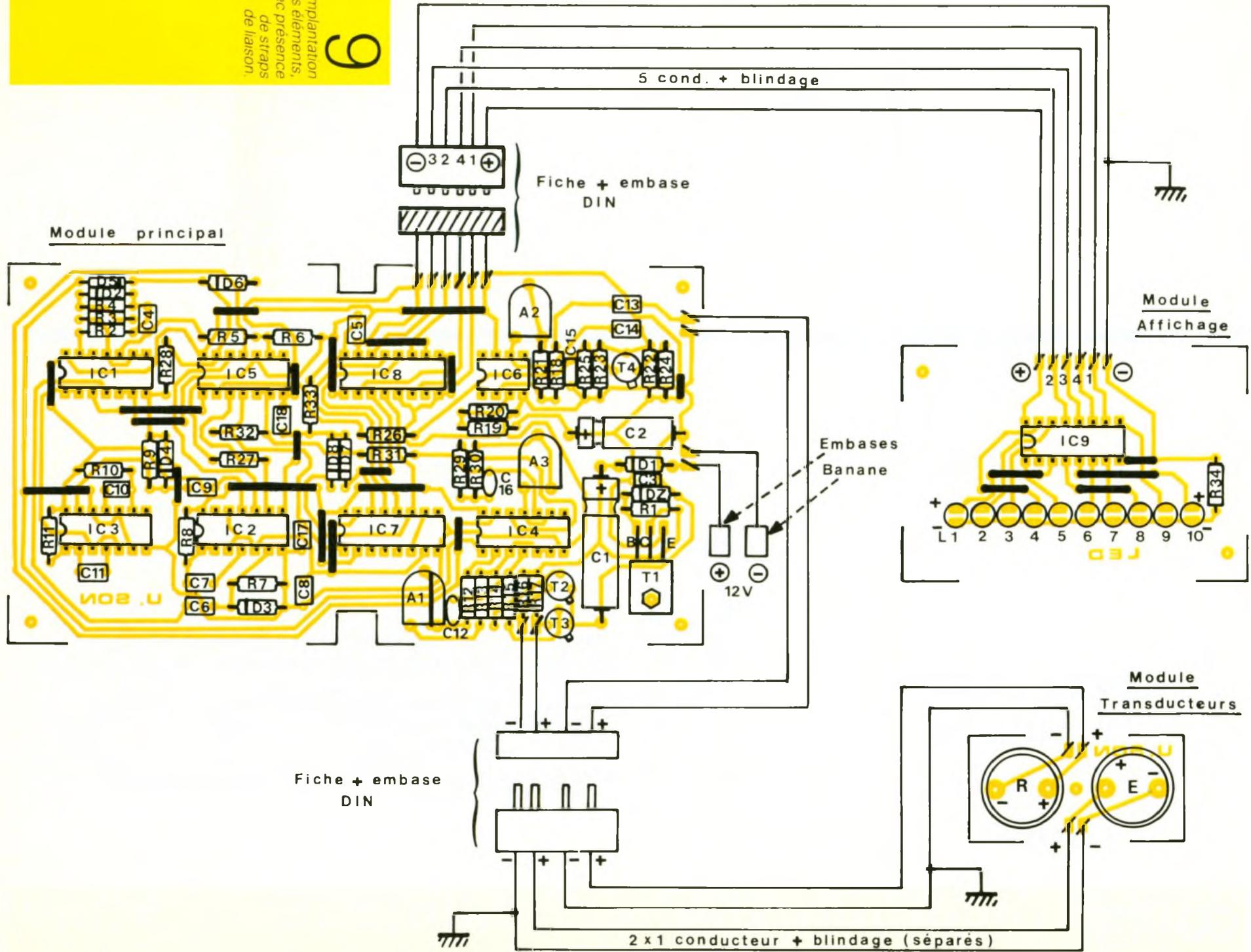
Les impulsions de comptage sont acheminées sur l'entrée « CLOCK » d'un compteur  $IC_7$ , par l'intermédiaire du trigger de

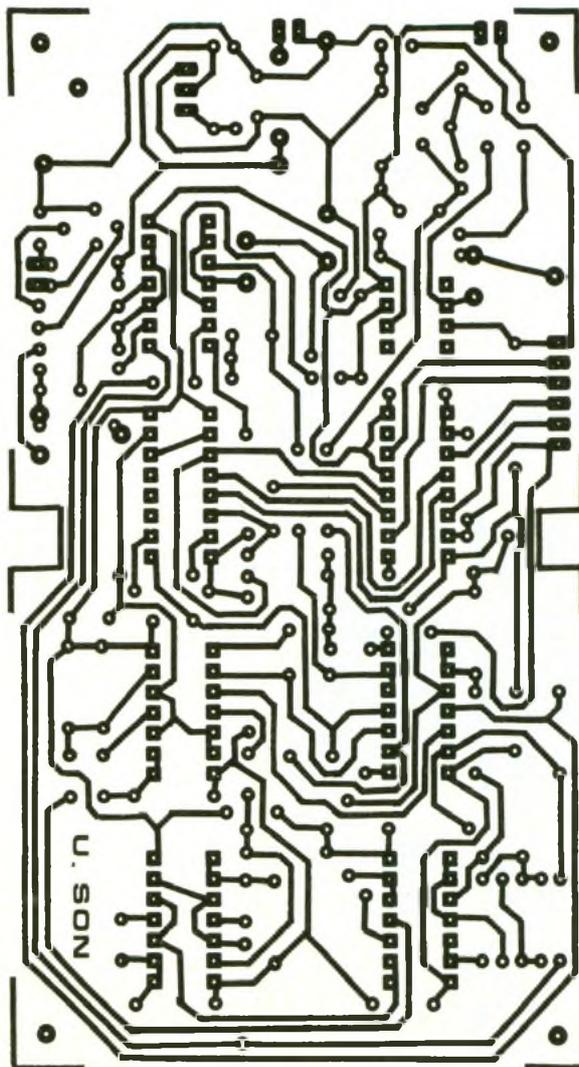
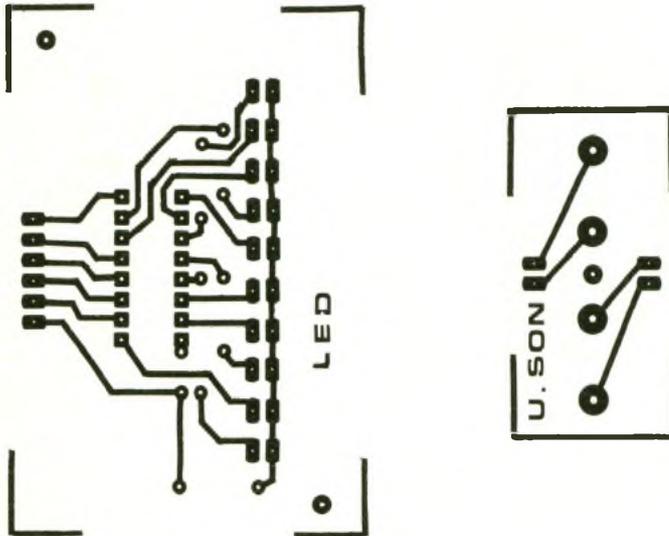
Schmitt formé par la porte AND II de  $IC_5$ . Le boîtier  $IC_7$  comporte en réalité deux compteurs à sorties BCD (binaire codé décimal), entièrement séparés. Le premier compteur avance au rythme des fronts ascendants des impulsions de comptage présentés sur l'entrée CLOCK, à la condition que l'entrée ENABLE correspondante soit soumise à un état haut. L'entrée RESET doit également rester soumise à un état bas. Tout état haut même bref, présenté sur cette entrée, a pour effet immédiat la remise à zéro de toutes les sorties  $Q_1$  à  $Q_4$ . Un des tableaux de la figure 7 rappelle le principe du comptage BCD. En particulier, on remarquera que le passage de la valeur 9 à 0 se traduit par un front descendant au niveau de la sortie  $Q_4$ . Il est donc nécessaire que le second étage de comptage soit sensible au front descendant. Le tableau de fonctionnement de la figure 7 montre que dans ce cas, il convient de relier la sortie  $Q_{4A}$  à l'entrée ENABLE du compteur B, l'entrée CLOCK de ce compteur étant à relier à l'état bas. Les entrées RESET des deux compteurs sont reliées entre elles et reçoivent périodiquement les impulsions positives de RAZ.

Remarquons également que la valeur extrême 9 s'écrit en numération binaire par la notation « 1001 ». Lorsque cette position est atteinte, les sorties  $Q_1$  et  $Q_4$  sont simultanément à l'état haut, d'où la détection particulière par  $D_7$  et  $D_8$  que nous avons déjà évoquée précédemment.

Photo 3. – La carte imprimée comporte deux encoches.







### k) Mémorisation (fig. 5)

Le circuit intégré IC<sub>8</sub> est un compteur « présettable » que nous avons quelque peu détourné de sa mission habituelle. En effet, dans la présente application, ce compteur n'assure aucun comptage, et les entrées CLOCK, UP/DOWN, BINARY/DECADE et CARRY IN sont soumises à un état bas permanent. En revanche, les entrées JAM<sub>1</sub> à JAM<sub>4</sub> sont respectivement reliées aux sorties Q<sub>1B</sub> à Q<sub>4B</sub> de IC<sub>7</sub>. Les sorties Q<sub>2</sub> à Q<sub>4</sub> de IC<sub>8</sub> prennent instantanément les valeurs logiques des entrées JAM correspondantes à chaque fois que l'entrée PRESET est soumise à un état haut. Dans le présent montage, nous avons vu que cet état haut périodique de mémorisation était très bref. Aussitôt qu'il a disparu, IC<sub>8</sub> conserve le contenu de IC<sub>7</sub> en mémoire jusqu'à la prochaine commande de mémorisation pour une éventuelle remise à jour, si le contenu de IC<sub>7</sub> a varié.

### l) affichage (fig. 5)

Le boîtier IC<sub>9</sub> est décodeur BCD → décimal. Il restitue, sur l'une de ses dix sorties S<sub>0</sub> à S<sub>9</sub>, l'état haut correspondant au code BCD présenté sur ses entrées ABCD, conformément au tableau de la figure 7. On peut noter que, dans le cas d'une valeur binaire supérieure à 9 appliquée sur les entrées, aucune sortie S<sub>i</sub> ne présenterait un état haut. Remarquons qu'une telle situation ne saurait se présenter dans ce montage, étant donné le caractère même de IC<sub>7</sub> qui est un double compteur BCD.

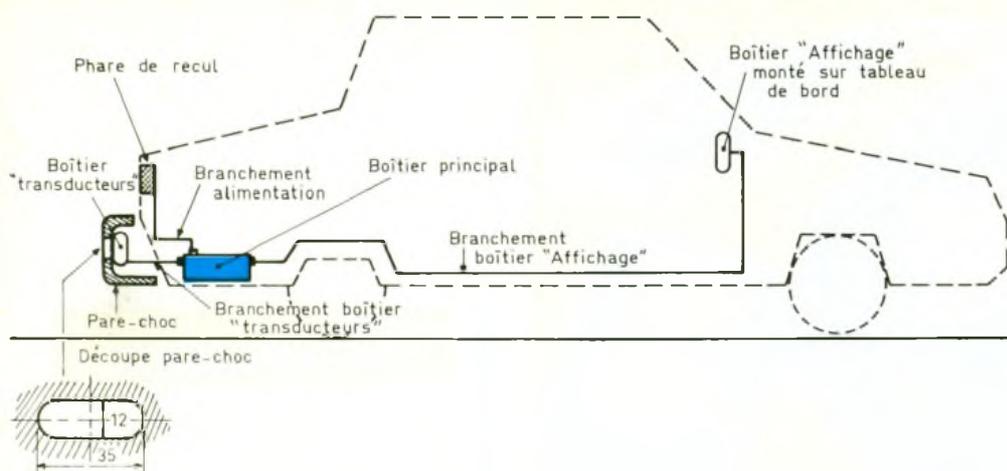
La résistance R<sub>34</sub> limite le courant traversant les LED L<sub>1</sub> à L<sub>10</sub>.

## III - REALISATION PRATIQUE

### a) Les circuits imprimés (fig. 8)

Ils sont au nombre de trois : le plus important constitue le module principal, le deuxième est destiné à l'affichage, tandis que le troisième reçoit les deux transducteurs ultrasoniques.

Comme toujours, plusieurs méthodes peuvent être mises en



œuvre pour réaliser ces circuits imprimés. On peut par exemple appliquer directement les éléments de transfert Mecanorma sur le cuivre dégraissé de l'époxy. On peut également confectionner un « mylar » transparent en appliquant ces mêmes éléments sur un support synthétique tel que la feuille d'acétate. Dans ce cas, il est nécessaire d'avoir recours à de l'époxy présensibilisé que l'on exposera au rayonnement ultraviolet en y interposant le mylar en question. L'auteur rappelle qu'il n'est pas nécessaire de disposer d'une source ultraviolette pour réussir cette opération, et qu'une exposition devant une ampoule de 100 W à 25 cm de distance pendant une durée d'une demi-heure donne des résultats tout aussi valables. Par la suite, il y a lieu de procéder à la révélation du circuit dans un bain à base de soude. Enfin, l'ensemble sera plongé dans du perchlore de fer dont on peut augmenter la vitesse de gravure si on a pris soin de préchauffer ce liquide à 30 ou 35 °C. Après un rinçage abondant à l'eau tiède, on procédera au perçage du circuit imprimé. Toutes les pastilles seront donc percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés. Enfin, il est toujours bon d'étamer les pistes d'un circuit imprimé pour obtenir une meilleure résistance mécanique et davantage de tenue aux agressions chimiques telles que l'oxydation ou l'humidité. Pendant cette opération que

l'on peut effectuer directement à l'aide du fer à souder, on cherchera à déceler les contacts accidentels entre pistes voisines ainsi que les éventuelles microcoupures.

## b) L'implantation des composants (fig. 9)

Après la mise en place des nombreux straps de liaison, on implantera d'abord les diodes, les résistances, les capacités et les transistors. Les circuits intégrés seront implantés en dernier lieu. Il va sans dire qu'il est absolument indispensable de bien veiller à l'orientation correcte des divers composants polarisés. De même, lors de la soudure des circuits intégrés, il est vivement conseillé de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur le même boîtier. Après une très sérieuse vérification du travail effectué, on pourra procéder à la mise en boîtier des différents modules.

Attention aux liaisons entre les picots et les embases DIN. Il est absolument indispensable d'effectuer des soudures correctes et sans risque de contact entre broches voisines. Concernant ces embases, il est à signaler que ces dernières devront être obligatoirement du type isolé, étant donné leur montage sur la face arrière du boîtier Teko.

Sur le couvercle du boîtier « Affichage », dix trous destinés au passage des LED sont à percer. Le câble 5 conducteurs et blindage peut directement y être monté. Pour l'instant, on peut y souder les divers conducteurs

sur les picots sans trop faire attention aux correspondances, si ce n'est le « moins » qui devra obligatoirement correspondre au blindage. Mais là où il faudra être beaucoup plus attentif, c'est lorsque l'on procédera à la soudure de la fiche mâle DIN. Grâce aux couleurs des isolants des divers fils, on s'assurera du respect des correspondances.

Enfin, concernant le module « Transducteurs », les mêmes précautions s'imposent. L'expérience montre qu'il est nécessaire de prévoir un double fil blindé. Un tel fil se présente sous la forme de deux unités réunies ensemble par une génératrice commune de l'isolant plastique à la manière du fil souple classique pour le secteur. Chacun de ces fils comporte donc un blindage dans lequel se trouve un fil isolé. Chaque transducteur reçoit ainsi ses propres liaisons, ce qui supprime tous les problèmes liés à l'induction entre fils voisins. Il est bon de prévoir une entrée étanche du câble dans le boîtier, en garnissant la zone concernée de colle Araldite par exemple. De même, la jointure des deux demiboîtiers sera recouverte d'un ruban isolant. Enfin, il restait à résoudre un dernier problème : celui de l'étanchéité des transducteurs. Le problème paraît *a priori* insoluble. En effet, deux trous de l'ordre de 12 mm de diamètre sont à percer sur le couvercle en face des deux transducteurs. L'air, qui sert de véhicule aux ultrasons, doit pouvoir y transiter librement, mais il ne saurait être question d'y laisser pénétrer l'eau, par temps de pluie par exemple. Une solution consiste à coller, des deux côtés du couvercle, deux bouts de toile en nylon à mailles très fines. L'expérience montre qu'un tel dispositif ne laisse pas passer l'eau tout en ne gênant pas la propagation des ultrasons.

## c) Montage à bord du véhicule (fig. 10)

Une solution possible consiste à placer le boîtier principal à l'arrière de la voiture, par exemple à un endroit approprié du coffre. Cette disposition offre l'avantage de limiter la longueur des liaisons avec les transducteurs. En effet, s'agissant de fréquences assez élevées, plus la longueur des câ-



Photo 4. – Aspect du module transducteurs.

bles est faible, moins on enregistrera des déperditions de puissance. Par ailleurs, dans ce cas d'installation, le boîtier sera également proche d'un phare de recul sur lequel on pourra se raccorder.

Le boîtier « Transducteurs » pourra être fixé par exemple à l'intérieur du pare-chocs, comme indiqué en figure 10. Mais il peut également se fixer sur une face verticale de la carrosserie de la partie arrière de la voiture. Tout dépend de la forme du véhicule à équiper.

Le boîtier « Affichage » sera à installer en un endroit approprié et visible du tableau de bord, pour une bonne lecture.

#### d) Essais et réglages

Tous les ajustables auront leur curseur placé en position médiane, avant la mise sous tension du montage. Le module « Transducteurs » sera placé à environ 40 cm d'un obstacle, par exemple un mur. On constatera l'allumage d'une LED intermédiaire. Si tel n'était pas le cas, on agira sur l'ajustable A<sub>1</sub> en tournant son curseur progressivement et doucement dans un sens, puis dans l'autre pour obtenir l'allumage d'une LED. Il s'agit à ce niveau d'obtenir la fréquence de résonance de 40 kHz au niveau de l'émission ultrasonique qui assure une portée maximale. Par la suite, on éloignera progressivement les transducteurs de l'obstacle : la LED allumée se déplace de plus en plus dans la zone

verte. Si, lors de cette opération, on constatait l'allumage de la LED extrême sans le passage progressif par les LED intermédiaires, il convient de retoucher le réglage précédent. Au besoin, on peut également augmenter le gain de l'amplificateur en tournant le curseur de A<sub>2</sub> dans le sens des aiguilles d'une montre. Lorsque l'on arrive ainsi à l'allumage des LED intermédiaires, il est possible de ramener, pour une distance donnée, l'allumage de la LED extrême vers l'allumage d'une LED, telle que L<sub>8</sub> par exemple, en tournant le curseur de l'ajustable A<sub>3</sub> dans les sens inverse des aiguilles d'une montre. Cette nouvelle position permet d'augmenter encore progressivement la portée en affinant au besoin le réglage au niveau du curseur de A<sub>1</sub>. L'expérience montre toutefois que la portée maximale n'excède guère une distance de l'ordre du mètre, en toute sécurité. Mais il est nécessaire de chercher la portée maximale parce que cette méthode permet d'obtenir le bon réglage de la fréquence des ultrasons. Pour terminer, en agissant sur le curseur de A<sub>3</sub>, on fixe la distance à partir de laquelle on constate l'allumage de L<sub>10</sub>. Si cette distance est par exemple de 70 cm, on place les transducteurs à cette valeur, et on tourne le curseur de A<sub>3</sub> d'abord complètement à gauche, sens inverse des aiguilles d'une montre, puis dans le sens des aiguilles d'une montre, doucement, et on arrête l'opération dès l'allumage de L<sub>10</sub>.

Le radar est maintenant opérationnel ; une fois monté à bord de votre voiture, vous serez tout à fait impardonnable, si lors de manœuvres ou de créneaux, votre pare-chocs arrière accuse des déformations...

Robert KNOERR

## LISTE DES COMPOSANTS

### a) Module principal

20 straps (9 horizontaux, 11 verticaux)

R<sub>1</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)

R<sub>2</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R<sub>3</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R<sub>4</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R<sub>5</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>6</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>7</sub> à R<sub>9</sub> : 3 × 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>10</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)

R<sub>11</sub> : 18 kΩ (marron, gris, orange)

R<sub>12</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R<sub>13</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>16</sub> à R<sub>18</sub> : 3 × 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>19</sub> à R<sub>21</sub> : 3 × 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>22</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R<sub>23</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>24</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R<sub>25</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>26</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>27</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>28</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>29</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R<sub>30</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R<sub>31</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>32</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>33</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

A<sub>1</sub> : ajustable 22 kΩ implantation horizontale, pas de 5,08

A<sub>2</sub> : ajustable 1 MΩ implantation horizontale, pas de 5,08

*A<sub>3</sub> : ajustable 47 k $\Omega$  implantation horizontale, pas de 5,08*  
*DZ : diode Zener de 10 V*  
*D<sub>1</sub> : diode 1N 4004, 4007*  
*D<sub>2</sub> à D<sub>8</sub> : 7 diodes-signal 1N 4148, 914*  
*C<sub>1</sub> : 470  $\mu$ F/16 V électrolytique*  
*C<sub>2</sub> : 100  $\mu$ F/10 V électrolytique*  
*C<sub>3</sub> : 0,22  $\mu$ F milfeuil*  
*C<sub>4</sub> : 0,1  $\mu$ F milfeuil*  
*C<sub>5</sub> : 1 nF milfeuil*  
*C<sub>6</sub> : 4,7 nF milfeuil*  
*C<sub>7</sub> : 22 nF milfeuil*  
*C<sub>8</sub> : 1 nF milfeuil*  
*C<sub>9</sub> : 4,7 nF milfeuil*  
*C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub> : 2 x 22 nF milfeuil*  
*C<sub>12</sub> : 0,47 nF céramique*  
*C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub> : 2 x 4,7 nF milfeuil*  
*C<sub>15</sub> à C<sub>17</sub> : 3 x 0,47 nF céramique*  
*C<sub>18</sub> : 1 nF milfeuil*  
*T<sub>1</sub> : transistor NPN BD 135, 137*  
*T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> : 2 transistors NPN BC 108, 109, 2N 2222*  
*T<sub>4</sub> : transistor PNP 2N 2907*  
*IC<sub>1</sub> à IC<sub>3</sub> : 3 x CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)*  
*IC<sub>4</sub> : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)*

*IC<sub>5</sub> : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)*  
*IC<sub>6</sub> :  $\mu$ A 741 (amplificateur opérationnel)*  
*IC<sub>7</sub> : CD 4518 (double compteur BCD)*  
*IC<sub>8</sub> : CD 4029 (compteur-décompteur binaire/BCD)*  
*12 picots*

### b) Module affichage

*5 straps horizontaux*  
*R<sub>34</sub> : 560  $\Omega$  (vert, bleu, marron)*  
*L<sub>1</sub> à L<sub>3</sub> : 3 LED rouges  $\varnothing$  3*  
*L<sub>4</sub> à L<sub>7</sub> : 4 LED jaunes  $\varnothing$  3*  
*L<sub>8</sub> à L<sub>10</sub> : 3 LED vertes  $\varnothing$  3*  
*IC<sub>9</sub> : CD 4028 (décodeur BCD  $\rightarrow$  décimal)*  
*6 picots*

### c) Module transducteurs

*Transducteur US, 40 kHz, émetteur*  
*Transducteur US, 40 kHz, récepteur*  
*4 picots*

### d) Divers

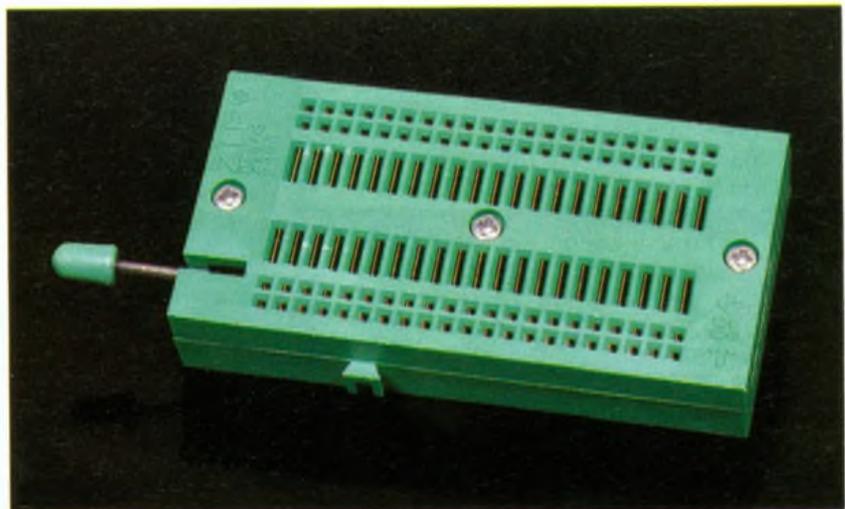
*Fils en nappe*  
*Embase DIN 5 broches + masse*  
*Fiche DIN 5 broches + masse*  
*Embase DIN 3 broches + masse*  
*Fiche DIN 3 broches + masse*  
*Embase banane rouge*  
*Embase banane noire*  
*1 mètre fil blindé 2 x 1 conducteur + blindage*  
*3 à 4 mètres fil blindé 5 conducteurs + blindage*  
*Boîtier Teko, série Designer Mod 10001 (85 x 145 x 38)*  
*Boîtier Teko, série Designer Mod 10007 (55 x 79 x 25)*  
*Boîtier Teko, série Designer Mod 10006 (31 x 56 x 25)*

## SUPPORT ZIF

Qui peut dire combien d'étudiants, de techniciens, ou d'ingénieurs ont élaboré et testé de circuits électroniques sur les boîtes de connexions sans soudure LAB de Sieber Scientific ?

Question probablement à jamais sans réponse et dont le seul intérêt est de souligner le caractère à large diffusion de ces produits, tant en France que dans les autres pays d'Europe, large diffusion qu'ils doivent à leurs caractéristiques (simplification des études et souplesse d'emploi, qualité et longévité des contacts, modularité...).

La série des boîtes LAB se trouve aujourd'hui complétée par un nouveau maillon, un support de circuit intégré à force d'insertion nulle. La particularité de ce support est qu'il peut recevoir aussi bien les petits boîtiers DIL 6 broches que les DIL 40 broches. Le verrouillage s'effectue par l'intermédiaire d'un petit levier muni d'une came qui actionne une grille ayant la même empreinte



que le support. Le déplacement longitudinal de cette grille assure le pincement des contacts élastiques qui bloquent ainsi les pattes de l'intégré.

Les supports sont réalisés en Valox chargé de verre, un matériau qui permet de minimiser la valeur des capacités parasites entre

contacts. L'assemblage aux boîtes LAB se fait de la même façon que les boîtes entre elles, un système à queue d'aronde.

**Sieber Scientific**  
 22, rue François-Villon  
 75015 Paris  
 Tél. : (1) 48 28 78 47.

# MULTIMETRE BBC 2004



La querelle des partisans de l'analogique contre ceux du numérique deviendrait-elle caduque ? C'est à quoi peut faire penser la famille des multimètres BBC M2004 à M2008, qui allie la précision d'un affichage sur 3 000 points à la rapidité de lecture d'un bargraph ne comportant pas moins de 70 divisions !

Nous avons testé, pour nos lecteurs, le modèle M2004, qu'on ose à peine qualifier du plus « modeste » de la gamme, tant il offre déjà de possibilités.

## LA FACILITE PAR L'AUTOMATISME

S'il présente parfois quelques petits inconvénients sur lesquels nous reviendrons plus loin, l'automatisme, en revanche, simplifie radicalement l'emploi d'un multimètre. Sur le M2004, cet automatisme s'applique à la sélection des divers calibres, sur les fonctions « volts », « millivolts » et « ohms ».

Il appartient à l'utilisateur de sélectionner manuellement ces dernières, à l'aide d'un commutateur rotatif à cinq positions. Les deux premières donnent, tant en continu qu'en alternatif, les fonctions voltmètre (à utiliser au-delà de 300 mV) ou millivoltmètre (en dessous de cette valeur, et pour 300 mV à pleine échelle). Dans la troisième position, on passe aux mesures de résistances, avec six calibres intégralement automatisés : la résolution descend à 100 m $\Omega$ , et la valeur maximale mesurable monte à 30 M $\Omega$ .

La position, symbolisée par une diode, permet d'identifier la polarité de toute jonction semi-conductrice. Dans le sens conducteur, la chute de tension s'affiche directement, jusqu'à 2 V, avec un courant de mesure de l'ordre du milliampère, donc sans danger même pour les plus petites jonctions.

Il reste enfin une position réservée à la mesure des intensités

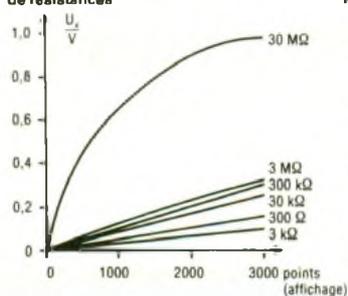


jusqu'à 10 A. C'est, sur le modèle M2004, le seul calibre disponible en ampèremètre, et certains pourront s'en étonner. A

notre avis, il s'agit, pourtant, d'un choix tout à fait rationnel : en électronique, les mesures d'intensité, qui exigent l'ouverture du

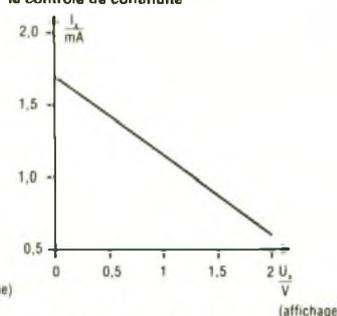
Calibres	Gamme			Résolution	Impédance d'entrée	Précision de base (dans les conditions de référence)					Surcharge		
	M 2004	M 2005	M 2006 M 2007 M 2008 <sup>1)</sup>			de l'affichage numérique ± (... % v. m. + ... d)					de l'affichage analogique	Valeur de la surcharge	Durée de la surcharge
						M 2004	M 2005	M 2006	M 2007	M 2008			
$V_{\text{DC}}$	300,0 mV			0,1 mV	10 M $\Omega$ //40 pF	0,7 + 1	0,5 + 1	0,25 + 1	0,1 + 1		± (1,7% f.e. + précision de l'affichage numérique)	500 V <sub>eff</sub>	10 mn
	3,000 V			1 mV	11 M $\Omega$ //40 pF							1200 V <sub>eff</sub>	en permanence
	30,00 V			10 mV	10 M $\Omega$ //40 pF								
	300,0 V			100 mV	10 M $\Omega$ //40 pF								
	1000 V			1 V	10 M $\Omega$ //40 pF							0,8 + 1	0,6 + 1
$V_{\text{AC}}$	300,0 mV			0,1 mV	10 M $\Omega$ //40 pF	1,5 + 2	1,0 + 2 <sup>2)</sup>	0,75 + 2 <sup>2)</sup>	0,5 + 2 <sup>2)</sup>	0,75 + 3 <sup>2)</sup>		500 V <sub>eff</sub>	10 mn
	3,000 V			1 mV	11 M $\Omega$ //40 pF							1200 V <sub>eff</sub>	en permanence
	30,00 V			10 mV	10 M $\Omega$ //40 pF								
	300,0 V			100 mV	10 M $\Omega$ //40 pF								
	1000 V			1 V	10 M $\Omega$ //40 pF								
Chute de tension env													
$A_{\text{DC}}$	—	—	300,0 $\mu$ A	0,1 $\mu$ A	150 mV	—	—	1,0 + 2			± (1,7% f.e. + précision de l'affichage numérique)	1 A <sub>eff</sub>	en permanence
	—	3,000 mA		1 $\mu$ A	150 mV	—				2,5 A <sub>eff</sub>		5 mn	
	—	30,00 mA		10 $\mu$ A	160 mV	—	1,0 + 1			3,6 A <sub>eff</sub>		en permanence	
	—	300,0 mA		100 $\mu$ A	200 mV	—	0,75 + 1			12 A <sub>eff</sub> <sup>3)</sup>		en permanence	
	—	3,000 A		1 mA	650 mV	—	1,5 + 2						
$A_{\text{AC}}$	—	—	300,0 $\mu$ A	0,1 $\mu$ A	150 mV	—	—	1,5 + 2 <sup>2)</sup>		1,75 + 4 <sup>2)</sup>	± (1,7% f.e. + précision de l'affichage numérique)	1 A <sub>eff</sub>	en permanence
	—	3,000 mA		1 $\mu$ A	150 mV	—				2,5 A <sub>eff</sub>		5 mn	
	—	30,00 mA		10 $\mu$ A	160 mV	—	1,5 + 2 <sup>2)</sup>			3,6 A <sub>eff</sub>		en permanence	
	—	300,0 mA		100 $\mu$ A	200 mV	—	1,2 + 2 <sup>2)</sup>			12 A <sub>eff</sub> <sup>3)</sup>		en permanence	
	—	3,000 A		1 mA	650 mV	—	1,5 + 4 <sup>2)</sup>						
Tension à vide maxi													
$\Omega$	300,0 $\Omega$			100 m $\Omega$	3,2 V	0,7 + 3	0,6 + 3	0,5 + 3	0,4 + 3		± (1,7% f.e. + précision de l'affichage numérique)	500 V <sub>eff</sub>	10 mn
	3,000 k $\Omega$			1 $\Omega$	1,25 V	0,7 + 1	0,6 + 1	0,4 + 1	0,2 + 1				
	30,00 k $\Omega$			10 $\Omega$	1,25 V				0,4 + 1				
	300,0 k $\Omega$			100 $\Omega$	1,25 V								
	3,000 M $\Omega$			1 k $\Omega$	1,25 V								
30,00 M $\Omega$			10 k $\Omega$	1,25 V	2,0 + 1								
$\nabla$	2,000 V $\sim$			1 mV	3,2 V	0,7 + 1	0,5 + 1	0,25 + 1	0,1 + 1			500 V <sub>eff</sub>	10 mn

Tension pour la mesure de résistances



Tension  $U_x$  aux bornes de la résistance  $R_x$  à mesurer, en fonction de la gamme et de l'affichage.

Intensité pour le test de diodes ou le contrôle de continuité



Courant  $I_x$  en fonction de la tension  $U_x$  affichée, appliquée aux bornes de l'objet à mesurer.

- 1) Mesure de la valeur efficace vraie (TRMS) de la composante CA pour  $V_{\text{AC}}$  et  $A_{\text{AC}}$
- 2) Valable à partir d'un affichage de 10 points
- 3) 15 A 5 mn, 20 A 30 s

#### Conditions de référence

Température ambiante	+ 23 °C ± 2K
Taux d'humidité	45% ... 55% d'humidité relative
Fréquence de la grandeur mesurée	45 Hz ... 65 Hz
Caractéristiques de la grandeur mesurée	sinusoïdales
Tension de la pile	8 V ± 0,1 V

circuit testé (fer à... dessouder puis ressouder, ou pince coupante !), sont malcommodes, et rares. On peut généralement les ramener à des mesures de tensions, aux bornes d'une résistance. En revanche, le sacrifice de la fonction « milliampèremètre » autorise une réduction non négligeable des coûts de fabrication.

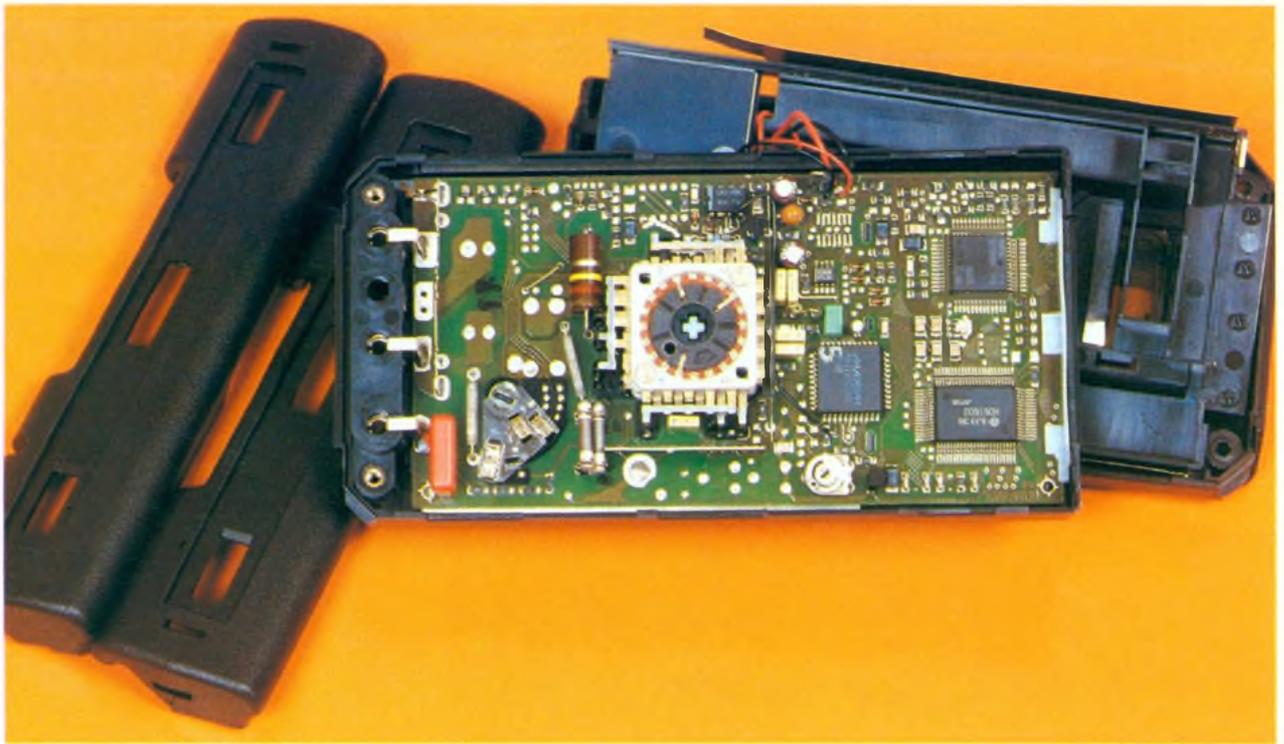
L'automatisme conduit, aussi, à la simplification des connexions. Si on excepte l'entrée spéciale « 10 A », deux bornes, à double isolation bien sûr pour la sécurité, suffisent à l'exploitation de toutes les fonctions, sur tous les calibres.

Un dernier commutateur, enfin, assure la mise sous tension de l'appareil (alimenté par une pile miniature de 9 V), et choisit le continu ou l'alternatif.

## LE DOUBLE AFFICHAGE

Nul ne peut contester la vertu essentielle de la mesure et de l'affichage numérique : c'est la précision. Elle est ici étendue au-delà des canons traditionnels dans le domaine des appareils de poche, grâce aux 3 000 points de mesure, au lieu de 2 000.

En revanche, ce même affichage numérique se prête mal, en raison du délai d'acquisition et de rafraîchissement des mesures, au suivi de grandeurs fluctuables. En l'absence d'aiguille, le remède réside alors dans l'emploi d'un bargraph, sous deux conditions : d'abord, qu'il offre une résolution suffisante. Avec 70 points – de – 5 à + 30 par demi-division –, celui du M2004 se révèle particulièrement performant, et de plus agréable à lire. Ensuite, qu'il suive sans inertie les variations du signal d'entrée : on dispose ici de 22 lectures par seconde, ce qui dépasse les performances de l'œil.



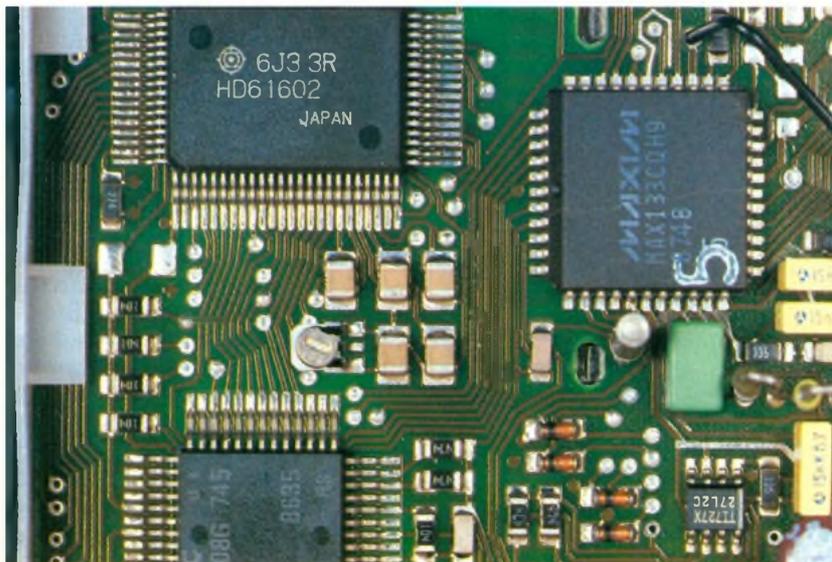
*Technologie classique, mais très sérieuse de l'appareil.*

Pour en finir avec ce problème de l'affichage, précisons que celui du BBC est extrêmement complet : gammes, unités, signes, etc., tout apparaît sur l'écran LCD, à la fois fin et contrasté. A la mise en route, une procédure de test permet le contrôle de l'ensemble des inscriptions.

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Mieux que des discours, le tableau ci-joint, extrait de la notice, permet de les apprécier. Il donne

*On appréciera la très haute intégration*



d'ailleurs les caractéristiques des autres modèles de la gamme (M2005 à M2008), qui comportent plusieurs calibres de mesure d'intensité.

A ce propos, on remarquera que les types M2005 à M2008 laissent à l'utilisateur le choix entre le fonctionnement automatique et une commutation manuelle. Celle-ci, conservant un calibre constant sur une succession de mesures, facilite d'éventuelles comparaisons.

Sur les modèles M2006 à M2008, une touche « HOLD » maintient la mesure, même après

débranchement des cordons : un « plus » appréciable, pour les tests dans des endroits d'accès difficile, ou pour la surveillance simultanée de plusieurs appareils (oscilloscope et multimètre, par exemple). Enfin, le M2007 et le M2008 gardent les valeurs de crête positives.

*Notez la présence du bargraph.*



## NOS CONCLUSIONS

Une très belle gamme de multimètres, que ne dépare pas une esthétique originale. Dès le modèle M2004, objet de nos essais, l'utilisateur dispose d'un appareil aux performances sortant du commun, et très agréable d'emploi. Un bravo pour la technique d'Allemagne fédérale, d'où nous vient ce produit.

# LABO 14

## ALIMENTATION STABILISEE SYMETRIQUE 180 W



Dans la série des appareils de laboratoire, *Electronique Collège*, avec Labo 14 alimentation symétrique variable, offre une réalisation digne des meilleurs produits haut de gamme.

En effet, avec ses possibilités d'utilisation bipolaire symétrique, Labo 14, alliant un panneau avant fonctionnel sous un volume compact, vous permet de disposer de toutes les combinaisons possibles grâce à une alimentation positive et négative, indispensable dans un laboratoire moderne.

Sa protection par mode « différentiel » permet de tenir compte des défauts survenant sur une seule voie et en cours de manipulation. C'est un moyen sûr pour ne pas endommager les circuits à étudier.

### CARACTERISTIQUES

Alimentation secteur : 220-240 V.

Triple protection :

- limitation d'intensité sur court-circuit ;
- limitation différentielle à 500 mA ;
- fusible secteur.

Stabilisation meilleure que 0,5 %.

Ondulation 5 mV C.C à 3 A.

Affichage analogique volt/ampère en 2 échelles.

Réglage de 1,5 à 30 V (symétrique) et de 3 à 60 V (assymétrique).

### LE PRINCIPE DES KITS ELECTRONIQUE COLLEGE

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

**1<sup>er</sup> choix :** réalisation du circuit imprimé par vous-même.

Vous trouverez ci-joint le dessin du circuit à l'échelle 1. Celui-ci, à l'aide de la méthode Transpage,



vous permettra de réaliser votre circuit sur plaque présensibilisée. Vous pouvez aussi traiter une plaque cuivrée à l'aide d'une résine photosensible en aérosol. Dans les deux cas, il est prudent d'étamer le circuit après gravure et rinçage.

**2<sup>e</sup> choix :** utilisation du circuit imprimé *Electronique Collège*.

Un circuit imprimé, fourni en verre époxy de 16/10<sup>e</sup>, est livré côté cuivre, recouvert d'un vernis appelé épargne. Cette solution 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 1<sup>re</sup> ou la 2<sup>e</sup> méthode, il ne vous reste plus qu'à percer le circuit et à souder les composants.

a) Perçage : 1,3 mm pour les grandes pastilles rondes, 0,9 mm pour 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 figures dans le tableau de montage vous permettent de le positionner à coup sûr correctement.

### SCHEMA DE PRINCIPE DE LABO 14

Construit autour de deux circuits intégrés CI<sub>1</sub> et CI<sub>2</sub>, il est représenté par la **figure 1**. Etant symétrique par rapport au point milieu 0 V, le fonctionnement de l'ensemble est simple à interpréter. Après un redressement double alternance en D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>, le courant filtré traverse le régulateur CI<sub>1</sub> via R<sub>3</sub>. Lorsque la chute de tension aux bornes de R<sub>3</sub> est su-

# 1

Schéma de principe de l'alimentation symétrique.

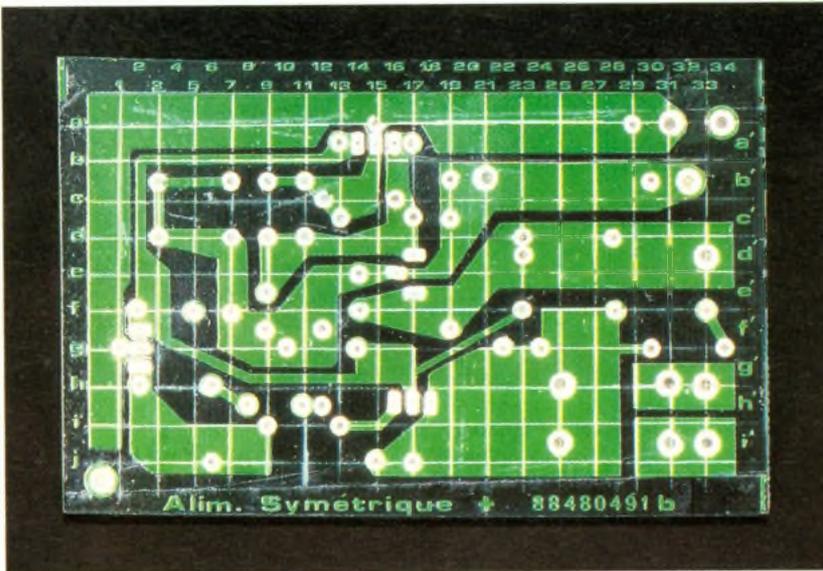
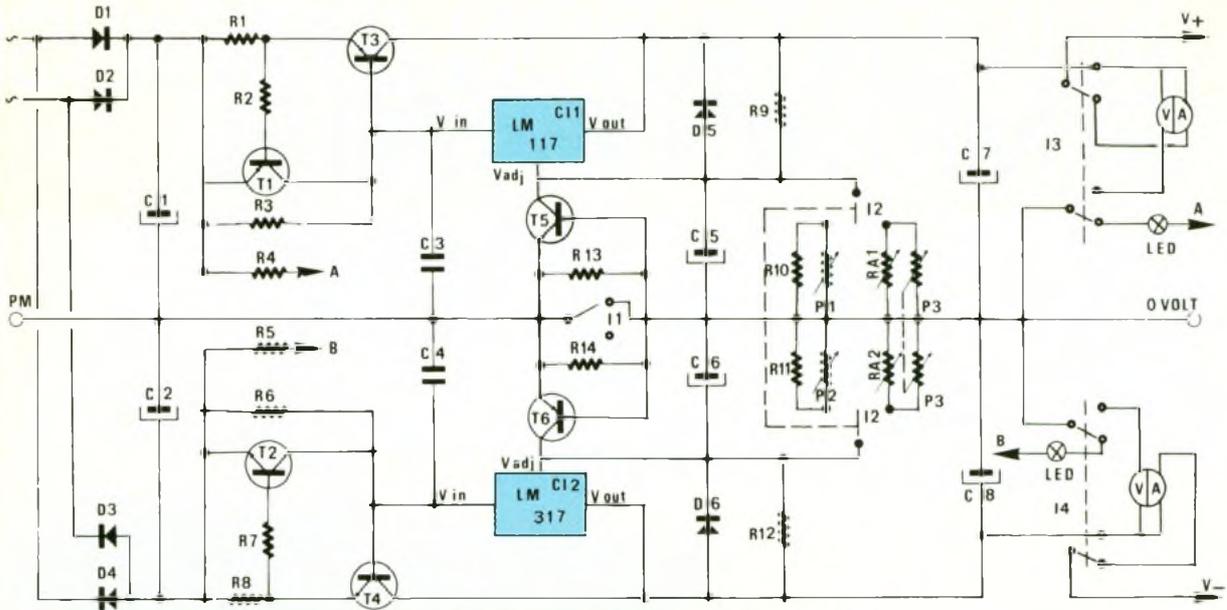


Photo 2. – Tracé du circuit imprimé selon la méthode Electronique Collée.

périeure à 0,6 V, le transistor T<sub>3</sub> laisse passer l'intensité complémentaire demandée, et assure ainsi la régulation au-delà des caractéristiques de C1<sub>1</sub>.

Sa protection est assurée par T<sub>1</sub> qui, commandé par R<sub>1</sub>, bloque son fonctionnement lors d'un court-circuit.

L'ajustage de la tension de sortie est effectué par le potentiomètre P<sub>1</sub> ou P<sub>3</sub> suivant le mode choisi par I<sub>2</sub>. En position « limiteur », le transistor T<sub>5</sub> réduit brusquement l'intensité de sortie à 500 mA lorsque la différence de potentiel aux bornes de R<sub>13</sub> est supérieure à 0,6 V.

Le potentiomètre P<sub>1</sub> agit sur le potentiel de V<sub>adj</sub> pour obtenir la tension de sortie désirée. L'inverseur I<sub>2</sub> sélectionne le mode de fonctionnement.

L'inverseur I<sub>3</sub> assure la commutation de l'appareil de mesure en position voltmètre ou ampèremètre.

## MONTAGE DE LABO 14

Il n'y a pas de difficultés particulières pour le câblage de ce montage. Les composants sont placés du côté non cuivré, le plus près possible du circuit. Soudez successivement résistances, diodes et condensateurs. Les résis-

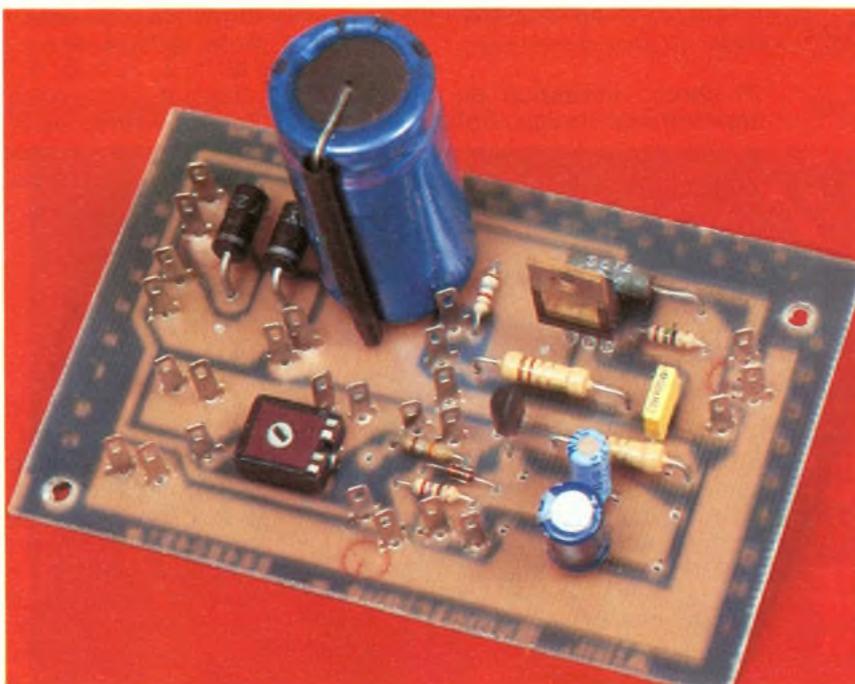
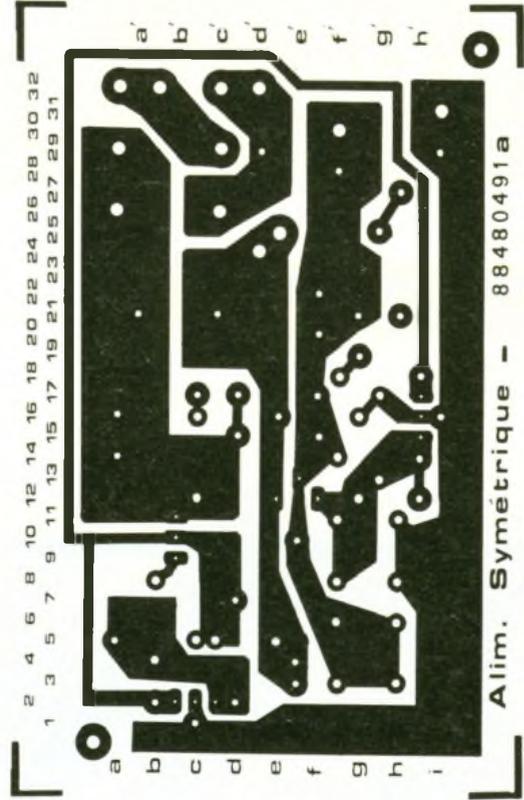
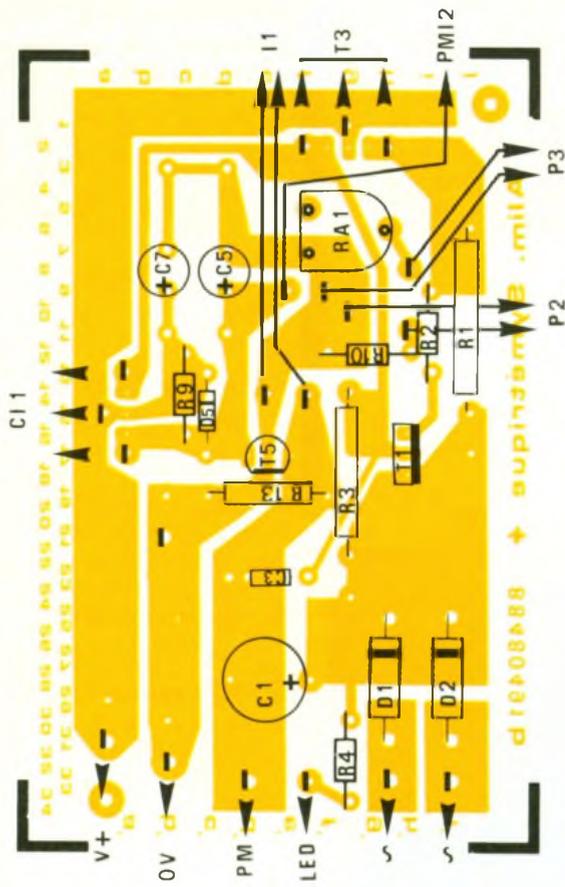


Photo 3. – Aspect d'un des deux modules d'alimentation.

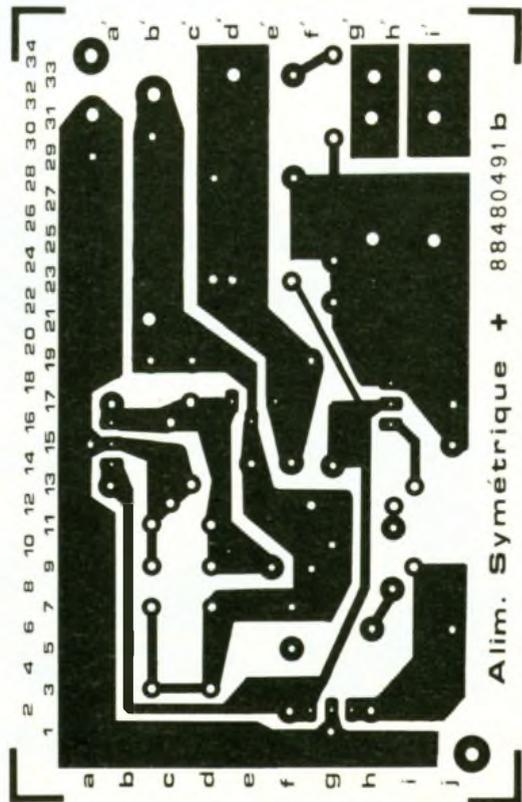
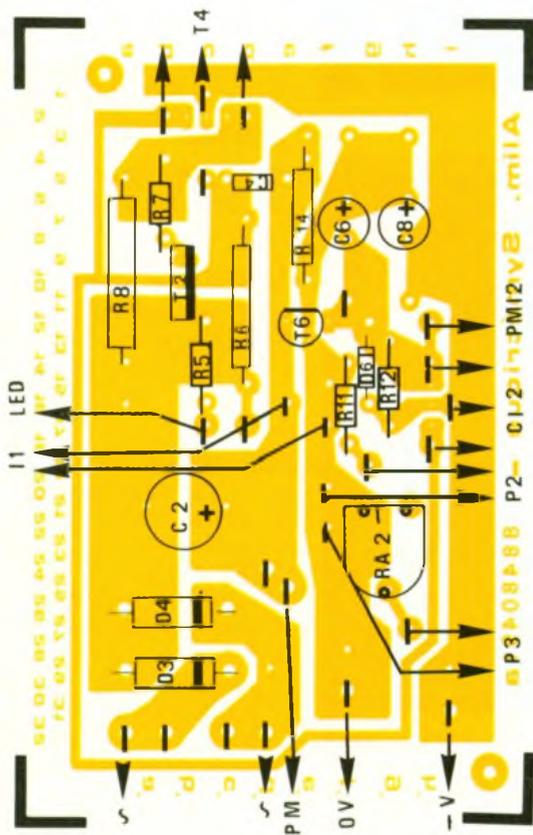
# 2b

Tracé  
du circuit  
imprimé  
et  
implantation



# 3b

Détails  
de la  
seconde  
carte  
imprimée.



tances de puissance doivent être éloignées du circuit imprimé. Veillez aux polarités des diodes et des condensateurs.

Positionnez les transistors  $T_3$ ,  $T_4$  et les circuits  $CI_1$ ,  $CI_2$  sur les radiateurs. Effectuez le câblage dans l'ordre indiqué en annexe en vous aidant du schéma d'implantation de la figure 2 et 3

## MISE EN ROUTE DE LABO 14

L'ensemble est maintenant prêt à fonctionner. Reliez les trois entrées aux sorties du transforma-

teur. Ajustez les résistances  $RA_1$  et  $RA_2$  pour obtenir en fin d'échelle 30 V sur chaque voie. Vous pouvez vérifier les fonctions voltmètre et ampèremètre en utilisant pour la charge une ampoule 12 V, 15 W, modèle courant en automobile, branchée alternativement sur les deux sorties de votre alimentation

Photo 3 – Emplacement du régulateur et du transistor de puissance sur les dissipateurs.

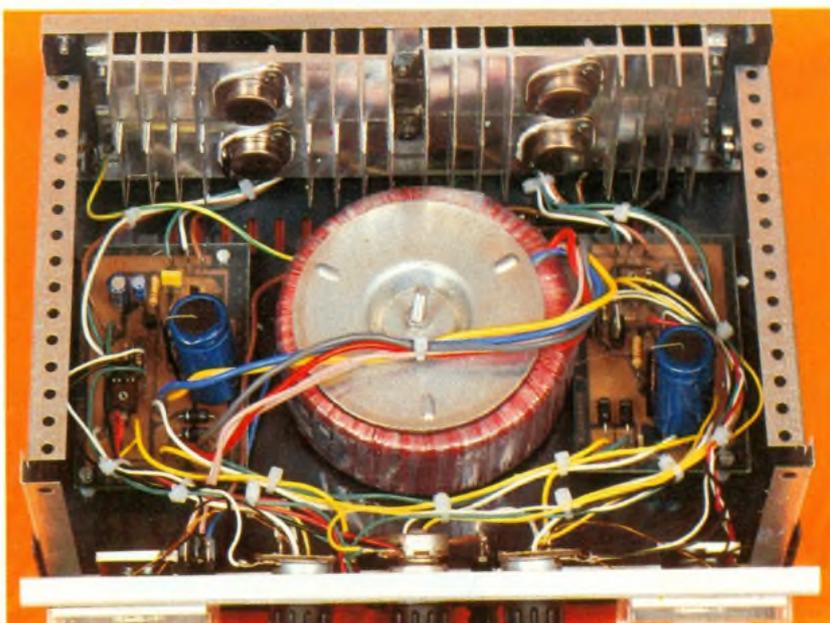
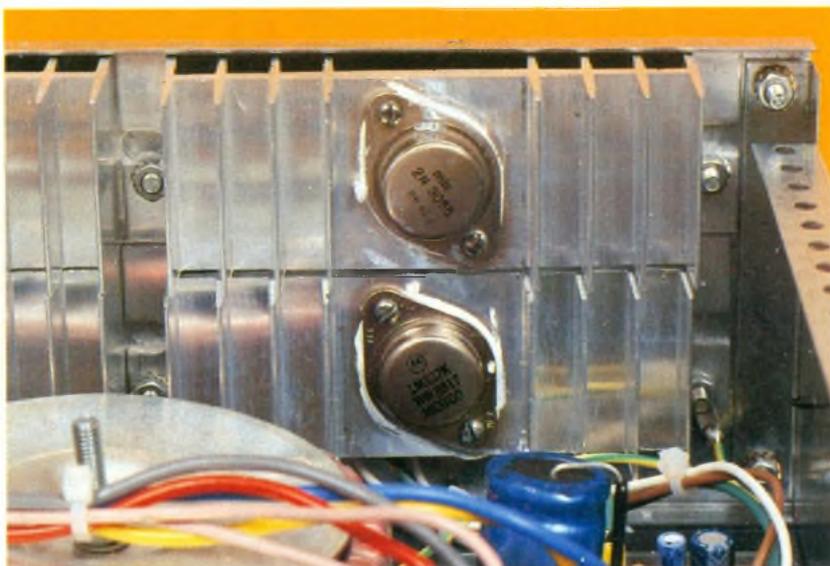


Photo 4 – Agencement autour d'un transformateur torique.

## NOMENCLATURE DE LABO 14

### Résistances 1/4 W

$R_2, R_7$  : 15  $\Omega$  (marron, vert, noir)  
 $R_9, R_{12}$  : 270  $\Omega$  (rouge, violet, marron)  
 $R_{10}, R_{11}$  : 18 k $\Omega$  (marron, gris, orange)

### Résistances de puissance

$R_4, R_5$  : 1,2 W 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)  
 $R_3, R_6$  : 1 W 1,2  $\Omega$  en clair  
 $R_{13}, R_{14}$  : 1 W 1,2  $\Omega$  en clair  
 $R_1, R_8$  : 2 W 0,22  $\Omega$  en clair  
 $RA_1, RA_2$  : 22 k $\Omega$   
 $P_1, P_2$  : 10 k $\Omega$  linéaire  
 $P_3$  : 10 k $\Omega$  double, linéaire

### Condensateurs

$C_1, C_2$  : 2 200  $\mu$ F/40 V  
 $C_5, C_6$  : 47  $\mu$ F/40 V  
 $C_7, C_8$  : 1  $\mu$ F 40 V  
 $C_3, C_4$  : 100 nF 40 V

### Transistors

$T_1$  : MJE 2955  
 $T_2$  : MJE 3055  
 $T_3$  : BDX 18  
 $T_4$  : 2N 3055  
 $T_5$  : BC 238C  
 $T_6$  : BC 556

### Diodes

$D_1, D_2, D_3, D_4$  : BY 253  
 $D_5, D_6$  : 1N 4148

### Circuits intégrés

$CI_1$  : LM 117  
 $CI_2$  : LM 317

### Divers

$I_1$  : inverseur simple  
 $I_2, I_3, I_4$  : inverseur double  
 2 voltmètres 0-30 V double échelle  
 2 DEL rouge  
 2 supports de DEL  
 1 inter marche-arrêt  
 5 bornes  
 3 boutons  
 1 support fusible  
 1 fusible  
 1 cordon secteur  
 1 transformateur 220 - 2 x 30 V 180 VA  
 1 boîtier 260 x 100 x 180 mm  
 4 radiateurs pour TO 3

# EMETTEUR FM EXPERIMENTAL TSM39

Nous poursuivons la description des montages TSM, avec un kit original d'émetteur FM expérimental et réservé à l'exportation. En effet, compte-tenu des caractéristiques de ce dernier, l'utilisation est frappée d'interdiction en France.

Un micro sans fil est un système aux nombreuses applications. Grâce à ce kit simple, il est possible de communiquer dans la bande FM et ainsi de parler sur un poste standard. Le récepteur existe donc déjà.

La construction du dispositif s'avère donc suffisant pour permettre des communications de courte portée.

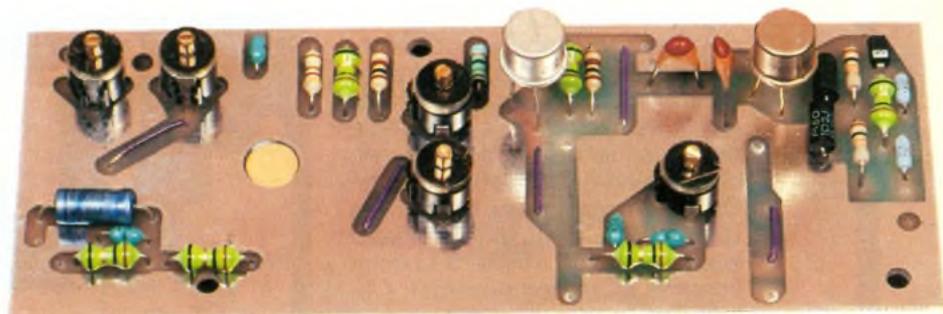
La fréquence d'émission doit être choisie sur une zone vide de votre récepteur et se règle facilement.

Les applications restent très variées, communication entre deux maisons proches ou deux voitures, surveillance, sécurité pour un malade, etc.

## LE SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 1 propose le schéma de principe complet de l'émetteur en question équipé de trois transistors.

Le premier d'entre eux constitue l'oscillateur de base grâce à une self réalisée en circuit imprimé ; la fréquence se règle alors à l'aide de CA<sub>5</sub>.



Quant à la modulation, elle est produite par la variation de capacité de la varicap D<sub>1</sub> grâce aux signaux BF appliqués à l'entrée sous 500 mV environ, au niveau de C<sub>8</sub> et de la masse.

Le transistor T<sub>2</sub> de puissance fait office de « driver » et les accords sont assurés par des selfs en circuit imprimé, séries et parallèles, et les condensateurs ajustables CA<sub>3</sub> et CA<sub>4</sub>.

Le transistor T<sub>3</sub> constitue la pièce maîtresse de l'ensemble. Il s'agit de l'amplificateur final qui est relié à l'antenne à travers un circuit self sur circuit imprimé et les condensateurs CA<sub>1</sub>, CA<sub>2</sub> qui forment ensemble l'accord d'antenne.

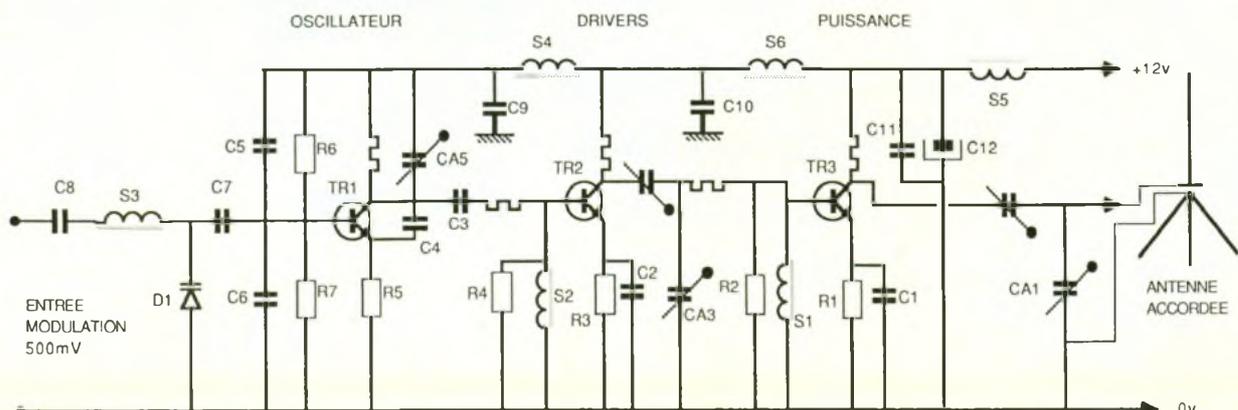
Remarque importante : compte

tenu de la puissance mise en jeu, le constructeur fournit avec le kit une charge élémentaire. Cette dernière se connecte aux bornes de la sortie antenne et la masse. Sans cette précaution, le transistor final serait immédiatement détruit à la mise sous tension de 12 V, débitant au moins 500 mA.

En revanche, avec l'antenne accordée, la tension d'alimentation peut être portée à 24 V sous 0,7 A.

## LE MONTAGE

Comme pour tous les kits fabriqués par TSM, une notice détaillée de montage est fournie.



Le circuit imprimé se trouve prêt à l'emploi avec les perçages. A titre indicatif, les figures 2 et 3 donnent à l'échelle le plan de masse et le tracé du circuit imprimé, car il s'agit d'un double face. On aperçoit bien le plan de masse sur la photographie de présentation.

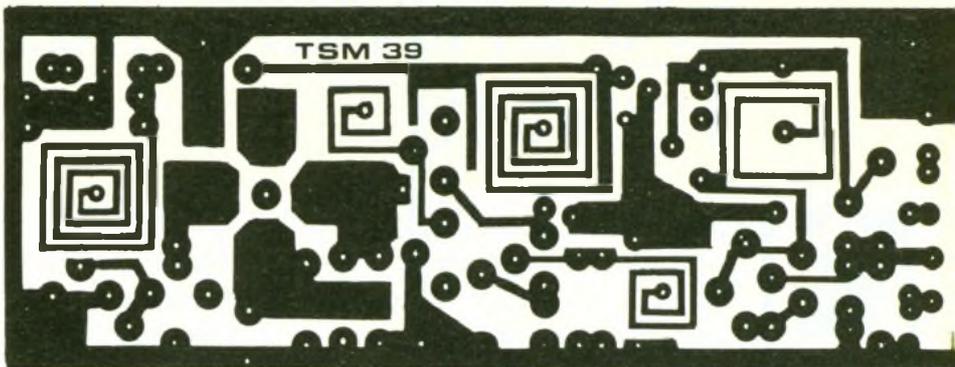
Au niveau de l'implantation des éléments de la figure 4, rien de particulier mise à part la position du transistor TR<sub>3</sub> à ailettes.

Le marquage de celui-ci devra être visible côté soudure du circuit imprimé. Le repère du transistor s'effectuera à l'aide d'une ailette biseautée en bout, et sera dirigé vers la self d'accord d'antenne (vers C<sub>12</sub>). On soudera les quatre pattes en poussant très fort le transistor afin que la partie dorée soit au même niveau que le circuit imprimé côté composants. On pourra maintenant souder la tête du transistor (partie dorée) avec le plan de masse du circuit imprimé (côté composants). Celui-ci fera un excellent radiateur.

## REGLAGE

Brancher le TSM 39 à une source d'alimentation, exemple 12 V =/500 mA.

Se munir d'un récepteur FM du commerce. Se caler sur une fréquence avec CA<sub>5</sub>, et tourner successivement les condensateurs ajustables CA<sub>4</sub>, CA<sub>3</sub>, CA<sub>2</sub>, CA<sub>1</sub>, pour obtenir un niveau maximal de lumière sur la lampe de la charge fictive. Cette lumière indique le fonctionnement de l'émetteur.



## BRANCHEMENT SUR ANTENNE ACCORDEE

La figure 5 vous précise les détails complémentaires pour l'utilisation de l'antenne accordée. Vous pouvez raccorder l'émetteur à votre antenne par l'intermédiaire d'un tosmètre, le tout

relié par du câble et prise 50 Ω, genre PL 259.

Toutefois, pour une bonne stabilité de la fréquence de l'émetteur, il devra être placé dans un coffret métal, avec un ventilateur extracteur de chaleur. La stabilité de fréquence est atteinte, dans ce cas, au bout de 20 min environ.

# MANUDAX

# M 80-20 A

Le nouveau multimètre  
4000 points qui obéit  
automatiquement  
au doigt et à l'œil

### AU DOIGT

Toutes les fonctions sont regroupées sur un clavier à touches ergonomiques y compris fréquencemètre et data hold.

### A L'OEIL

Grâce à un display géant de 42 mm avec un affichage de 24 mm de haut  
Précision 0,5 %

+ Forfait de port 30 F

## 790<sup>F</sup>

En vente chez :

**ACER composants**

42, rue de Chabrol,  
75010 PARIS.

☎ 47.70.28.31  
Télex 643 608

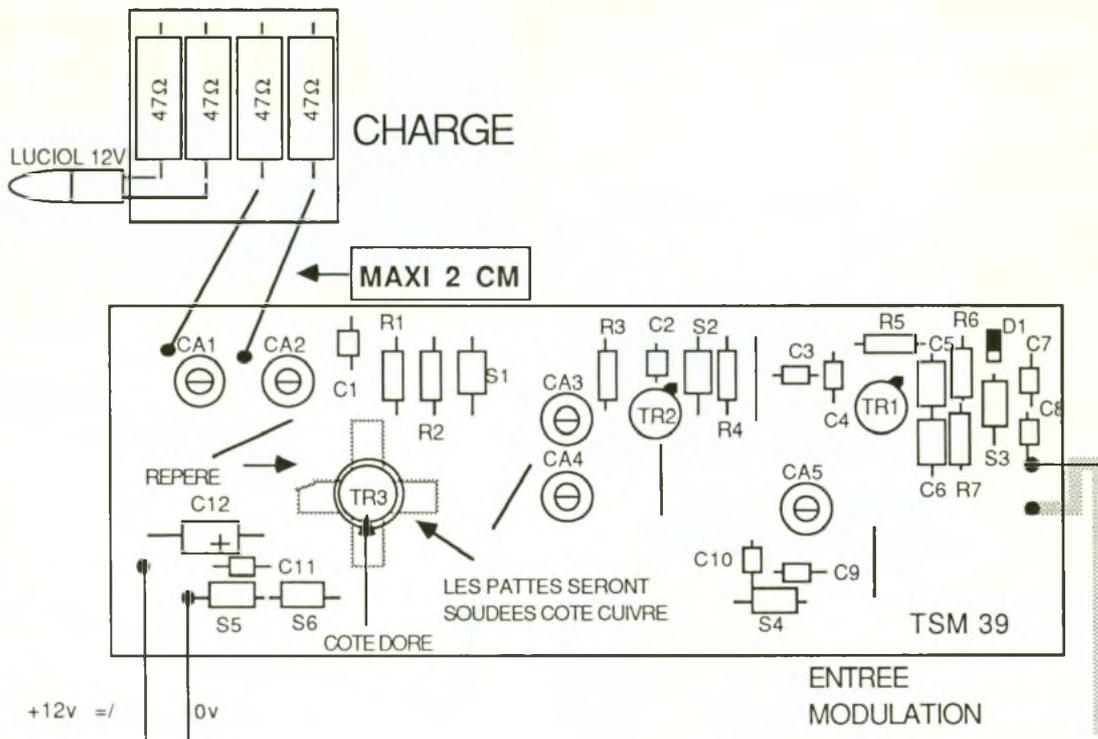
**REUILLY composants**

79, boulevard Diderot,  
75012 PARIS

☎ 43.72.70.17  
Télex 643 608

# 4

Implantation des éléments.



# 5

Principe de l'antenne accordée.

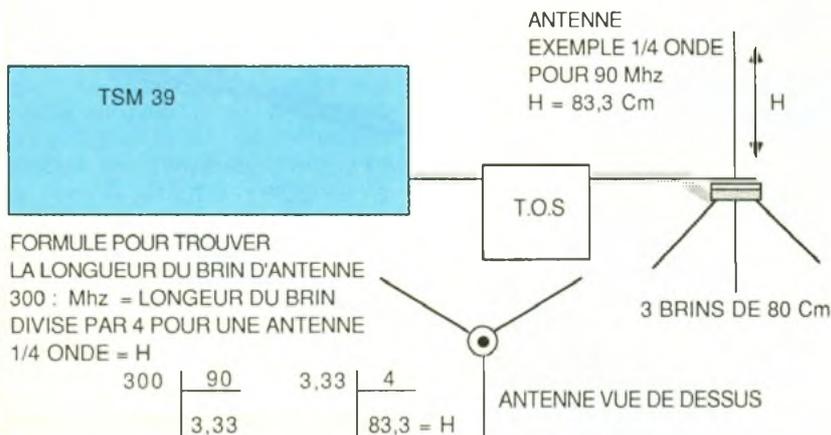


Photo 2. - Mise en place du transistor de puissance



## LISTE DES COMPOSANTS

1 circuit imprimé  
Mettre tout d'abord les 7 straps

### Transistors

TR<sub>1</sub> : 2N 2218 ou 2219  
TR<sub>2</sub> : 2N 3866  
TR<sub>3</sub> : SRF 1385

### Selfs

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>6</sub> : 1 μH  
Self de choc

### Résistances

R<sub>1</sub> : 4,7 Ω (jaune, violet)  
R<sub>2</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)  
R<sub>3</sub> : 15 Ω (marron, vert, noir)  
R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)  
R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

### Condensateurs polarisés

C<sub>12</sub> : 6,8 μF

### Condensateurs non polarisés

C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> : 47 nF = 473  
C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> : 1 nF = 102  
C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 10 nF = 103  
C<sub>9</sub> : 10 nF = 103  
C<sub>10</sub> : 10 nF = 103  
C<sub>11</sub> : 10 nF = 103  
C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 17 pF

### Condensateurs ajustables

CA<sub>1</sub>, CA<sub>2</sub>, CA<sub>3</sub>, CA<sub>4</sub> : 45 pF réglage de l'accord  
CA<sub>5</sub> : 15 pF réglage de la fréquence.

### Diode

D<sub>1</sub> : BB105

# TESTEUR DE RESEAU 220 V

Cet appareil permettra de contrôler visuellement que votre réseau 220 V est bien aux normes EDF. Ce sera un mini-testeur ou un voyant qu'on intégrera dans un bloc de prises.

Vous êtes de plus en plus nombreux à utiliser des micro-ordinateurs personnels. Or ceux-ci souffrent parfois des fluctuations du secteur 220 V. Celui-ci est défini, par le service public, avec une tolérance de  $\pm 10\%$ . Or il arrive fréquemment d'observer des surtensions ou des chutes de tension, pendant la journée. Certains appareils, dont les ordinateurs, peuvent être endommagés, bien qu'un constructeur sérieux les munisse d'une protection. A défaut d'une alimentation régulée, cet appareil s'avérera utile en indiquant la sous/sur-tension par une diode électroluminescente. Il sera alors déconseillé d'utiliser l'appareil en cas de tension secteur hors normes.

## SCHEMA SYNOPTIQUE (fig. 1)

Il est très simple. Une alimentation sans transformateur fournira une tension de + 12 V au montage et permettra de créer deux tensions de référence. La tension du secteur sera comparée à ces deux tensions et visualisera le résultat de la comparaison sur une DEL bicolore. Ce choix permettra une visualisation simple du résultat : vert si la tension secteur est correcte (200 V à 240 V), rouge en cas de surtension (secteur > 240 V) et jaune en cas de sous-tension (secteur < 200 V).

## SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 2)

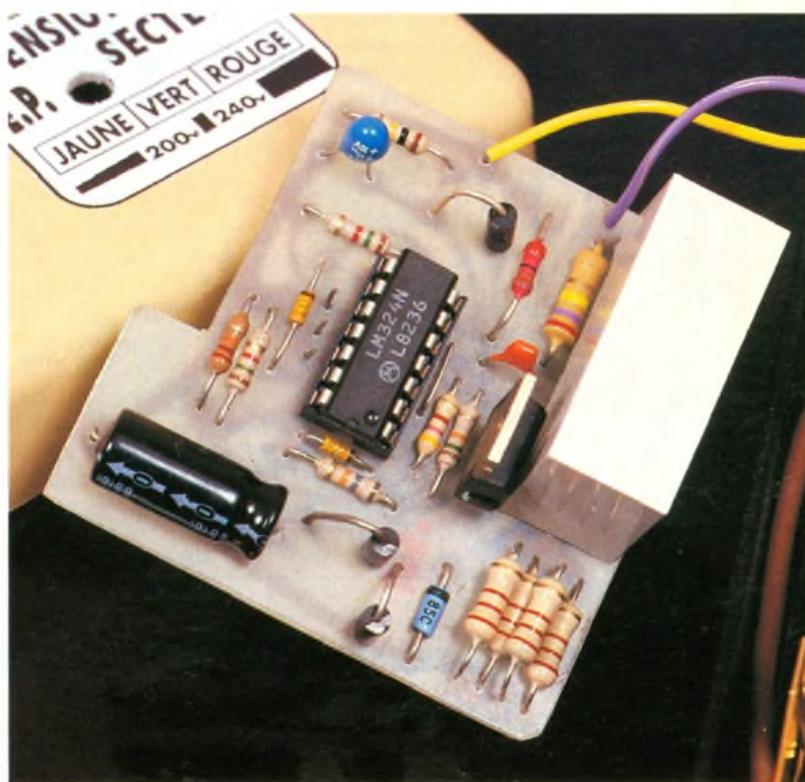
L'alimentation utilise la propriété d'un condensateur à absorber une puissance réactive. C'est donc  $C_1$  qui se charge d'abaisser la tension du réseau à une valeur plus faible. Son impédance à 50 Hz est de l'ordre de  $6,7\text{ k}\Omega$ ,

ce qui fait une chute de tension de 170 V sous 25 mA environ. La diode Zener  $D_1$  limite la tension à 21 V,  $D_3$  assure le redressement et  $C_2$  le filtrage.  $D_2$  protège la Zener des tensions inverses. On retrouve donc, aux bornes de  $C_2$ , une tension continue presque stable de 21 V.  $IC_2$  assure la régulation à + 12 V et  $C_3$  réalise un filtrage final. Le résultat est une tension continue et « propre ».  $R_1$  à  $R_4$  limitent le courant et protègent les diodes, à la mise sous tension. La mise en parallèle est due à la puissance qu'elles doivent supporter et évite la recherche d'une résistance de puissance, plus volumineuse.

Attention, le condensateur  $C_1$  conserve sa charge, environ

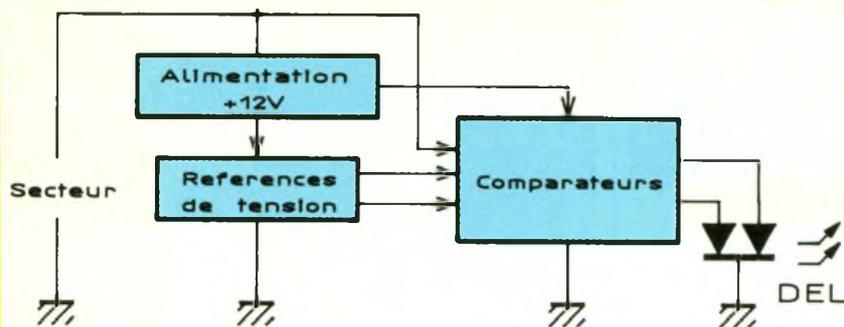
200 V, encore un certain temps après la mise hors tension du montage. Il faudra donc être prudent, ou monter une résistance de  $470\text{ k}\Omega$  en parallèle pour accélérer sa décharge.

La tension secteur est atténuée (environ 44 fois) par  $R_5R_6$ , redressée par  $D_4$ , et filtrée par  $C_4$  pour être exploitée par les comparateurs. La tension continue obtenue est proportionnelle à la valeur efficace, soit  $V_{C4} = \text{Sect.}V/44$ . La résistance  $R_7$  assure la décharge de  $C_4$ . Les deux tensions de référence sont obtenues par le pont diviseur  $R_8R_9R_{10}$ , soit 6,3 V et 7,7 V environ. Un comparateur commande la DEL verte si  $V_{C4} < 7,7\text{ V}$ , donc si le secteur est inférieur à 240 V. La DEL rouge



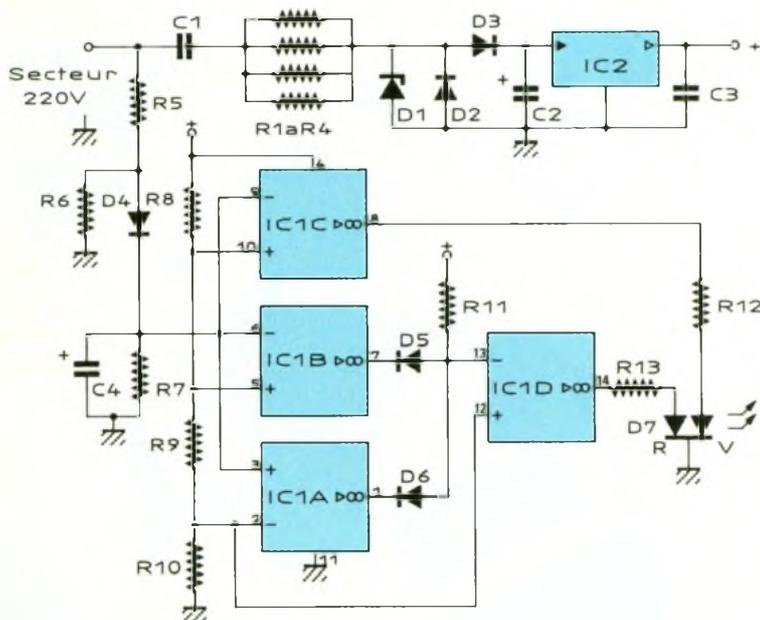
# 1

Synoptique.



# 2

Schéma de principe.



est commandée par un comparateur particulier. En effet, il réalise, avec D<sub>5</sub>D<sub>6</sub>R<sub>11</sub>, un ET logique entre le résultat de deux autres comparateurs. On utilise la référence 6,3 V uniquement pour distinguer les deux états en entrée et éviter des composants supplémentaires. Les deux comparateurs précédents comparaient V<sub>c4</sub> aux deux seuils. La DEL rouge sera éteinte si  $6,3\text{ V} < V_{c4} < 7,7\text{ V}$ , donc si le secteur est compris entre 20 V et 240 V.

Le résultat est donc un éclairage jaune (rouge + vert) si le secteur est inférieur à 200 V, vert s'il est compris dans les limites 200 V/240 V et rouge si la tension dépasse 240 V. Remarquez le choix judicieux des couleurs ! IC<sub>1</sub> devrait être un quadruple comparateur, mais on utilise aussi bien un quadruple ampli-op.

Il convient de mettre en garde le lecteur, dès maintenant ! Le montage utilise une alimentation sans transformateur et sans iso-

Mise en place de la LED bi-couleur sur le côté cuivre



lation. Une des phases (ou le neutre) du secteur se retrouve sur tout le montage. Il conviendra d'en assurer une isolation correcte et d'effectuer la réalisation et les tests avec prudence.

## REALISATION PRATIQUE

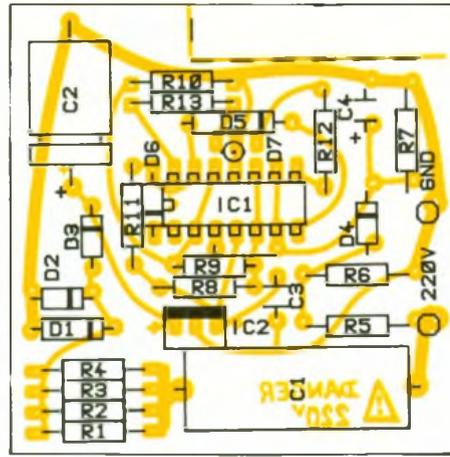
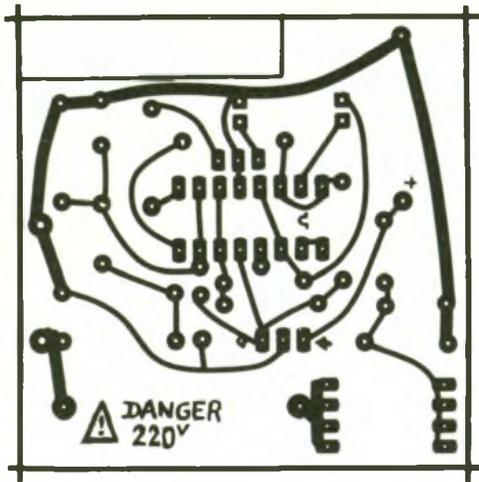
(fig. 3, 4, 5)

Le circuit est assez petit pour se loger dans un bloc de prises, comme en témoigne la réalisation. On utilise une plaque de verre époxy, de 55 x 55 mm. On en trouvera le tracé des face composants et face cuivre, respectivement aux figures 4 et 5. On reproduira le tracé du circuit sur le côté cuivre, en utilisant une des nombreuses méthodes couramment décrites, et en veillant à ne pas tirer le circuit à l'envers ! Après le transfert du tracé, on passe à la gravure dans un bain de perchlorure de fer porté à 48 °C pour une action plus rapide. Il ne reste plus qu'à rincer le circuit, le sécher, le percer (trous de 0,8 à 1 mm, sauf pour C<sub>1</sub> éventuellement) et le protéger par un vernis protecteur, ou un étamage qui constitue le fin du fin !

On implante alors les composants dans l'ordre habituel : straps, résistances, condensateurs, diodes, transistors, circuits intégrés soudés directement ! Il y a un strap sur la platine. On utilisera du fil fin isolé. Le brochage des semi-conducteurs est rappelé sur la figure 3. Comme pour IC<sub>2</sub>, vous avez le choix entre trois modèles (7812, 78M12 ou

# 4

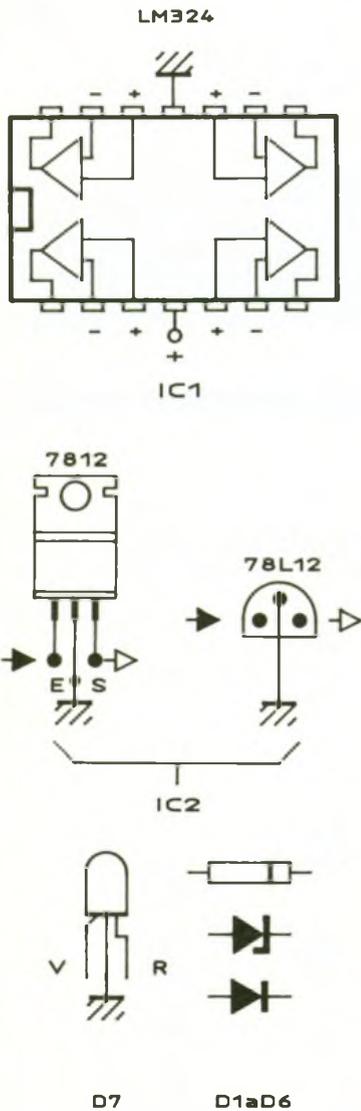
Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments



Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle.

# 3

Brochages



78L12) ; la figure présente les brochages, qui restent d'ailleurs compatibles. On repérera bien le brochage de la DEL bicouleur, sinon on inversera les couleurs extrêmes. Le circuit pourra aussi être monté dans un boîtier, selon votre application, mais ce boîtier devra être en plastique pour des

raisons évidentes de sécurité et, s'il possède une partie métallique, elle devra être reliée à la terre

Il n'y a pas d'ajustage à effectuer, seulement un contrôle : il faut mesurer  $V_{c4}$  (continu) et la tension secteur correspondante (alternative). Vous devez observer un rapport de 32. Sinon, il faudra ajuster  $R_6$  par tâtonnements successifs. Il faudra débrancher le montage, changer  $R_6$ , alimenter, tester, et recommencer... et tout cela avec une prudence extrême, dictée par la présence du 220 V sur le circuit et la charge élevée conservée par  $C_1$ .

## CONCLUSION

Ce petit témoin se révélera vite un compagnon agréable, et vous serez surpris de constater que le secteur est loin d'être stable. Vu le coût du montage, on n'hésitera pas à le réaliser en plusieurs exemplaires, qu'on pourra même intégrer dans des prises murales...

P. WALLERICH

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

- $R_1$  à  $R_4$  : 2,2 k $\Omega$  1/2 W
  - $R_5$  : 270 k $\Omega$  1/2 W
  - $R_6$  : 11 k $\Omega$  1/2 W (cf. texte)
  - $R_7$  : 100 k $\Omega$  1/4 W
  - $R_8$  : 15 k $\Omega$  1/4 W
  - $R_9$  : 4,7 k $\Omega$  1/4 W
  - $R_{10}$  : 22 k $\Omega$  1/4 W
  - $R_{11}$  : 15 k $\Omega$  1/4 W
  - $R_{12}$  : 1,5 k $\Omega$  à 100  $\Omega$  1/4 W
  - $R_{13}$  : 1,5 k $\Omega$  à 150  $\Omega$  1/4 W
  - $C_1$  : 0,47  $\mu$ F 400 V minimum
  - $C_2$  : 100  $\mu$ F 25 V électrochimique
  - $C_3$  : 0,1  $\mu$ F céramique
  - $C_4$  : 15  $\mu$ F 16 V électrochimique radial
  - $D_1$  : Zener 20 V 1/2 W
  - $D_2, D_3, D_4$  : 1N4007
  - $D_5, D_6$  : 1N4148
  - $D_7$  : DEL bicouleur 5 mm
  - $IC_1$  : LM324
  - $IC_2$  : 7812, 78M12, 78L12
  - 1 plaque verre époxy 55 x 55 mm
  - 1 bloc prises multiples 220 V (avec terre)
- Soudure, fil de câblage...



# COMPTE-TOURS A RAMPE DE LED POUR VOITURE

Cette réalisation se veut très simple pour le branchement sur la voiture. Il n'y aura qu'à raccorder le 12 V, le montage se charge de détecter le parasite dû à chaque allumage et de compter.

L'affichage se fait sur une rampe de 32 diodes LED, soit une définition de 200 tr/LED.

## LE SCHEMA DE PRINCIPE

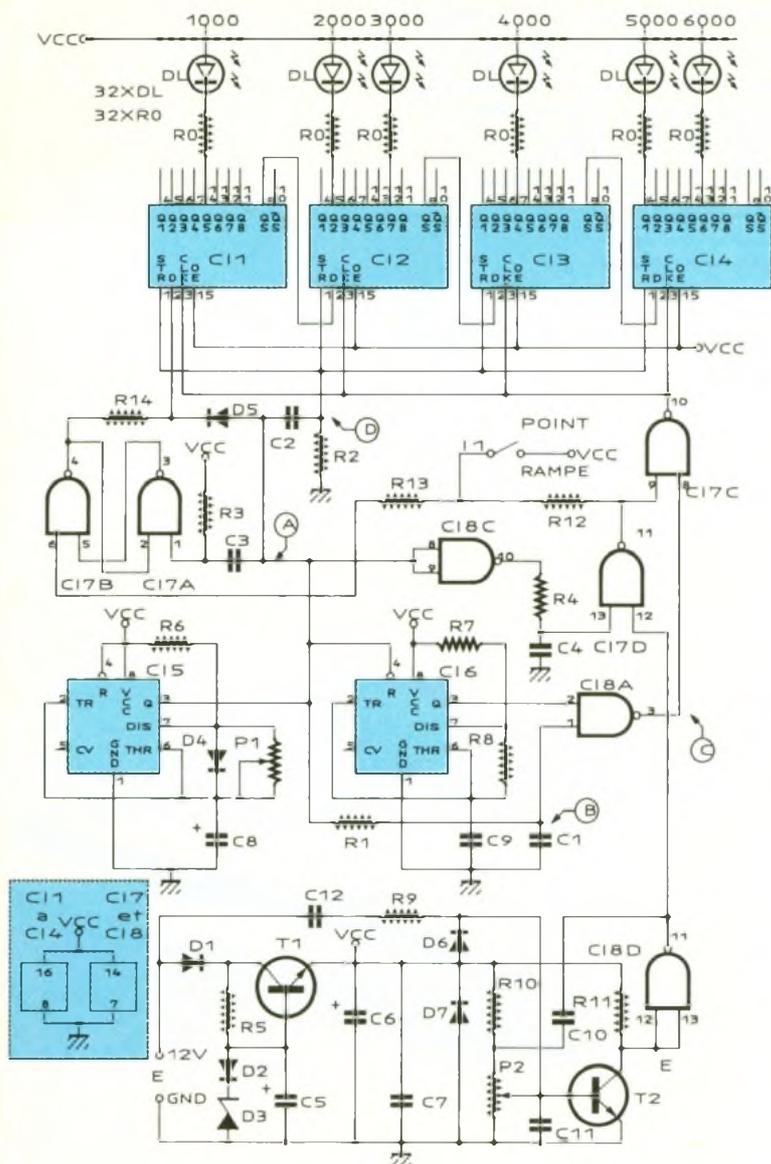
Le montage s'apparente à un fréquencemètre en ce sens qu'il compte des impulsions durant un certain temps (fig. 1). L'entrée est constituée de  $T_2$  et  $N_6$  qui détectent et mettent en forme les parasites (fig. 2b).  $P_2$  règle la sensibilité ; il faut que le parasite sature franchement  $T_2$ .  $D_6$  et  $D_7$  ont un rôle de protection.  $C_{11}$  s'intègre pour éviter de prendre en compte plusieurs impulsions pour un seul parasite.  $C_{10}$  produit une réaction sur  $T_2$  : Dès que  $T_2$  est saturé, la sortie 11 de  $N_6$  passe de 0 à +V, et  $C_{10}$  transmet ce front positif à la base de  $T_2$ , confirmant la saturation durant son temps de charge. L'impulsion parasite positive de  $5 \mu s$  produit ainsi un créneau d'environ  $200 \mu s$  en sortie de  $N_6$ . Ces impulsions « propres » vont ensuite être comptées sur quatre registres à décalage  $Cl_1$  à  $Cl_4$ , durant le niveau bas des créneaux de sortie de  $Cl_5$  monté en astable. La durée de cette base de temps est ajustable par  $P_1$ , et doit être de 150 ms pour un moteur de quatre temps quatre cylindres.

$N_3$  et  $N_4$  sont des portes interdisant le comptage quand la sortie de  $Cl_5$  passe au niveau haut. A ce moment, les sorties de  $Cl_1$  à  $Cl_4$  sont figées sur le dernier état des bascules internes, car la cellule  $R_2-C_2$  a laissé passer une impulsion positive qui a fait basculer



les huit étages à décalage dans le registre mémoire de chaque 4094 (fig. 2a). Le comptage est arrêté, va avoir lieu l'opération de « vidage ». Car ces circuits n'ont pas d'entrée RAZ. Il faut donc, entre deux comptages, vider les précédentes données. Pour ce faire, durant l'état haut de la sortie de  $Cl_5$ ,  $Cl_6$ , déverrouillé sur son entrée 4, va délivrer des créneaux à environ 5 kHz. En 20 ms, sera donc délivré une centaine de créneaux, largement assez pour réinitialiser 32 bits. Le niveau haut présent en E de  $Cl_1$  via  $D_5$  sera donc entré dans tous les bits des registres à décalage. Il faut  $R_2C_2 < R_1C_1$  pour que le verrouillage de l'affichage ait bien lieu avant le début du vidage. Lorsque la sortie de  $Cl_5$  repasse à 0, un nouveau comptage peut commencer (fig. 3).

La bascule  $R_5$ , constituée de  $N_1$  et  $N_2$ , sert à produire un affichage en mode rampe ou point. En mode rampe : l'entrée 6 de  $N_1$  est toujours à 1. En début de comptage, l'impulsion 0 en 1 de  $N_2$  produit un 0 en 4 de  $N_1$ , et l'entrée E de  $Cl_1$  est à 0 durant tout le temps du comptage. En mode point : en début de comptage, le front négatif, appliqué via  $R_3-C_3$  à l'entrée 1 de  $N_2$ , produit un 0 en sortie de  $N_1$ , donc à l'entrée des registres. Mais dès la première impulsion comptée, le 0 en sortie de  $N_4$  fait repasser la sortie de  $N_1$  à 1 via  $R_{12}-R_{13}$ . Il n'y aura donc qu'une LED d'éclairée.  $T_1$ , avec sa polarisation produit une tension d'alimentation du montage de 10 V, que les condensateurs  $C_6$  et  $C_7$  filtrent.  $D_1$  évite tout dommage en cas d'inversion de polarité.



aura un bout de Scotch noir la séparant de la précédente, et sera peinte en noir sur ces faces non utiles pour éviter toute interférence lumineuse.

Brancher le montage sur un + 12 V relié à la position moteur tournant du Nieman afin que son alimentation soit coupée à l'arrêt.

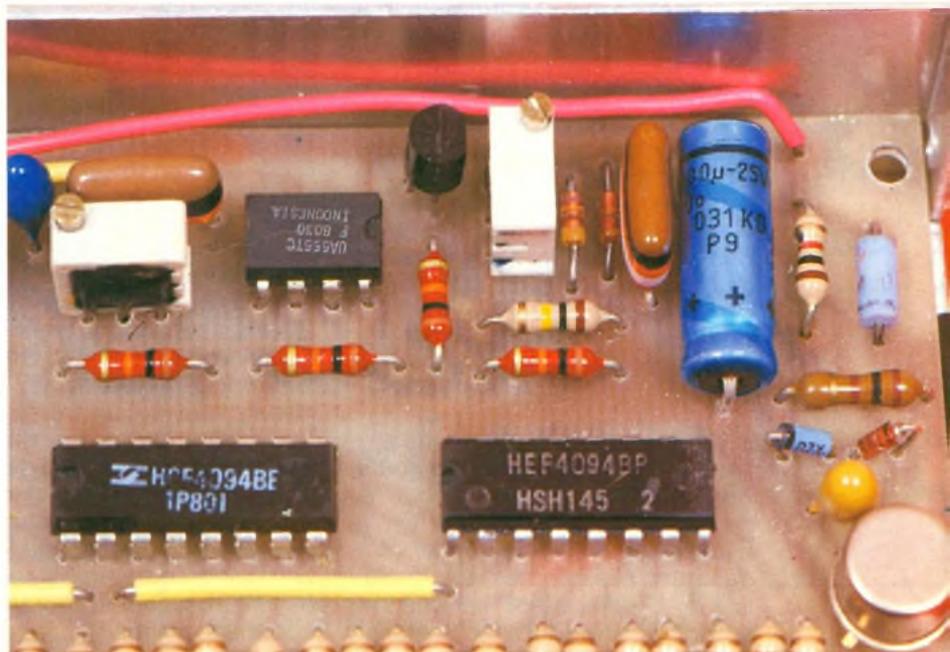
Mettre un fusible en série, sur le positif d'alimentation. Un exemple de face avant est donné figure 6. L'auteur a mis des LED vertes de 0 au couple max = 3 000 tr/mn, des LED jaunes de 3 000 à 5 800 tr/mn, et des rouges au-delà. L'ensemble est disposé dans un boîtier Teko, où est collé de la mousse noire servant à la fois à maintenir le circuit imprimé et à entourer la rampe de LED. Ce boîtier sera percé de quelques trous sur son dessus pour le refroidissement.

Pour les réglages sur table, on peut utiliser le schéma de la figure 7. Si on ne dispose pas d'un oscilloscope, régler P<sub>2</sub> pour l'éclairage de toute la rampe, à une fréquence de 220 Hz. Puis régler P<sub>1</sub> pour avoir cinq LED allumées à 32 Hz et trente LED allumées à 193 Hz. A ce moment, la base de temps est correcte. Devant cette manipulation, l'affichage peut clignoter, c'est normal. Après la mise en place sur la voiture, il ne reste plus qu'à retoucher la sensibilité par P<sub>2</sub>. L'effet de ces lumières sera des plus heureux.

## LA REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé et son câblage sont donnés figures 4 et 5. Il ne donne aucun problème. C<sub>10</sub> et C<sub>11</sub> sont soudés côté pistes. De part le principe même, c'est-à-dire l'acquisition d'un parasite, il peut être nécessaire de modifier les valeurs des condensateurs C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub>. Pour adapter l'étage d'entrée à une voiture donnée. L'auteur a placé le montage dans une Ford Escort 1600, où il fonctionne sans problème. Le courant des LED est celui des sorties d'un circuit C-MOS. Il ne peut dépasser 7 à 8 mA, l'éclairage des LED n'est donc pas maximal. Pour ces raisons, il faut placer le montage à un endroit le plus protégé de la lumière ambiante possible. Chaque LED

Photo 2. - Utilisation de potentiomètres multitours.

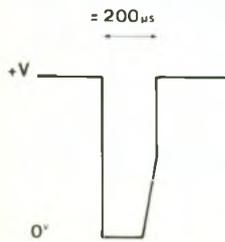


# 2a

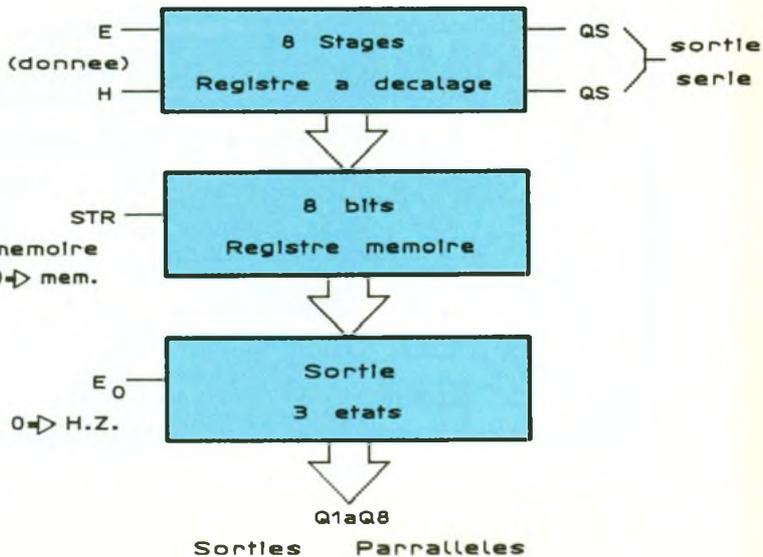
Mise en forme du signal



Forme d'un parasite d'allumage sur la voiture de l'auteur

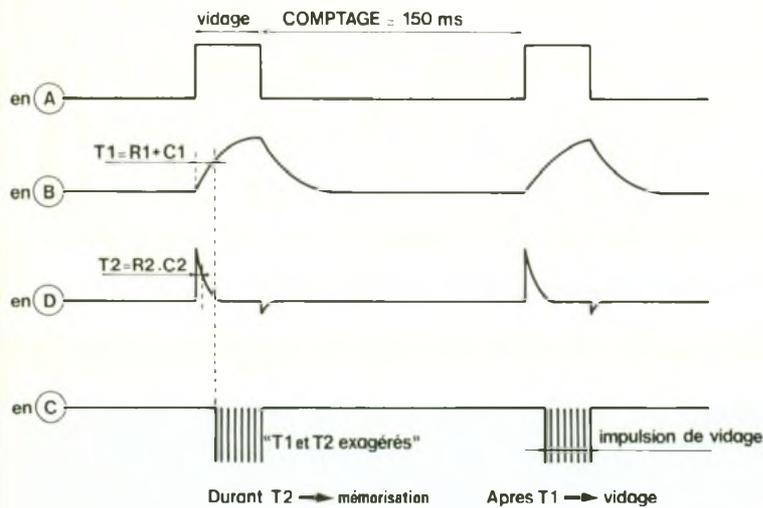


Sortie du collecteur de T2 (point E)



# 3

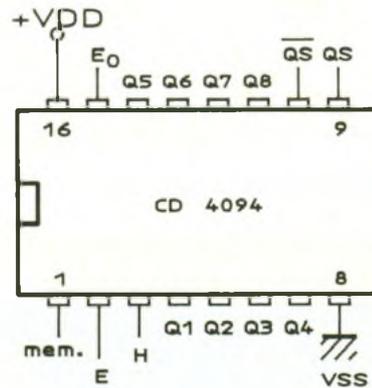
Oscillogrammes caractéristiques en divers points.



TIMING DU MONTAGE

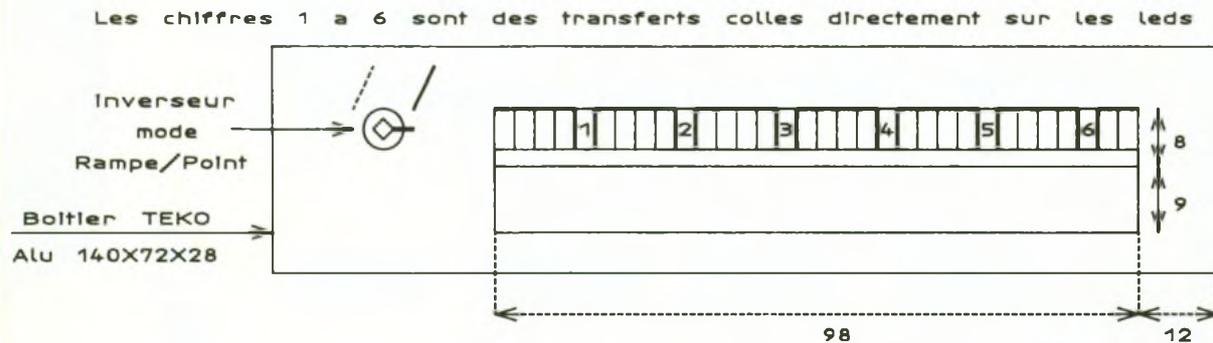
# 2b

Registre mémoire des 4094.



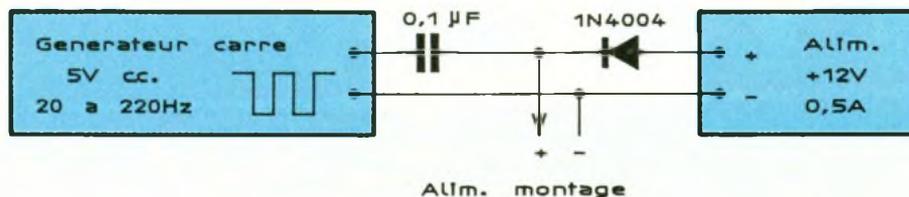
# 6

Exemple pour la face avant en coffret TEKO.



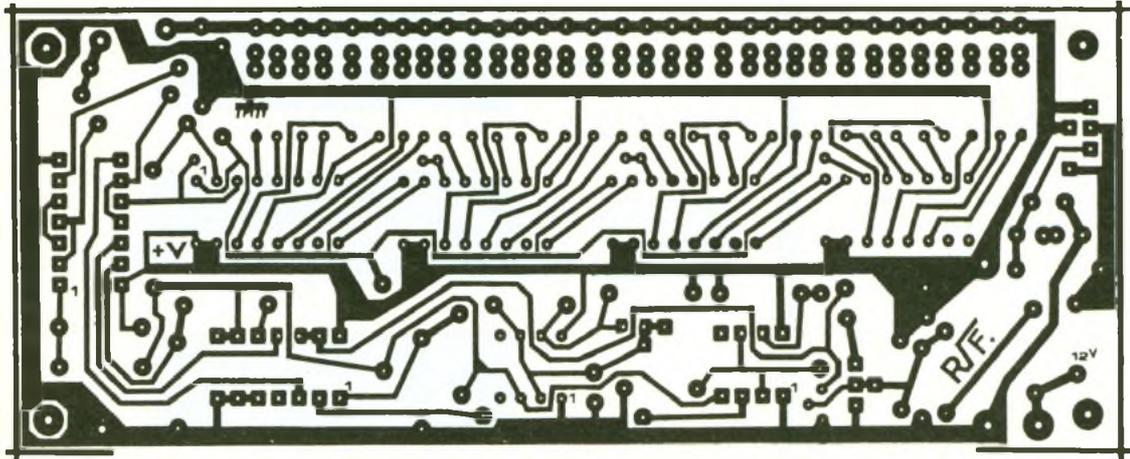
# 7

Etalonnage de l'ensemble.



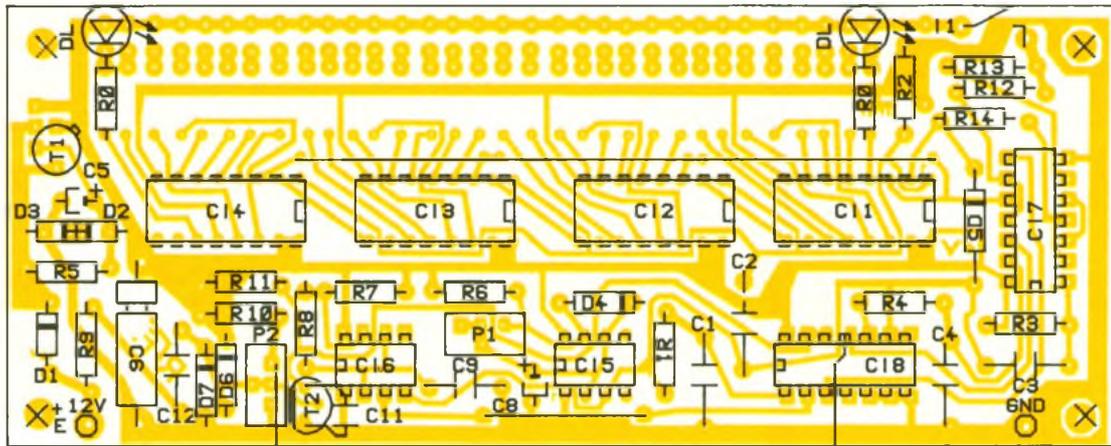
# 4

Tracé  
du circuit  
imprimé  
à l'échelle.



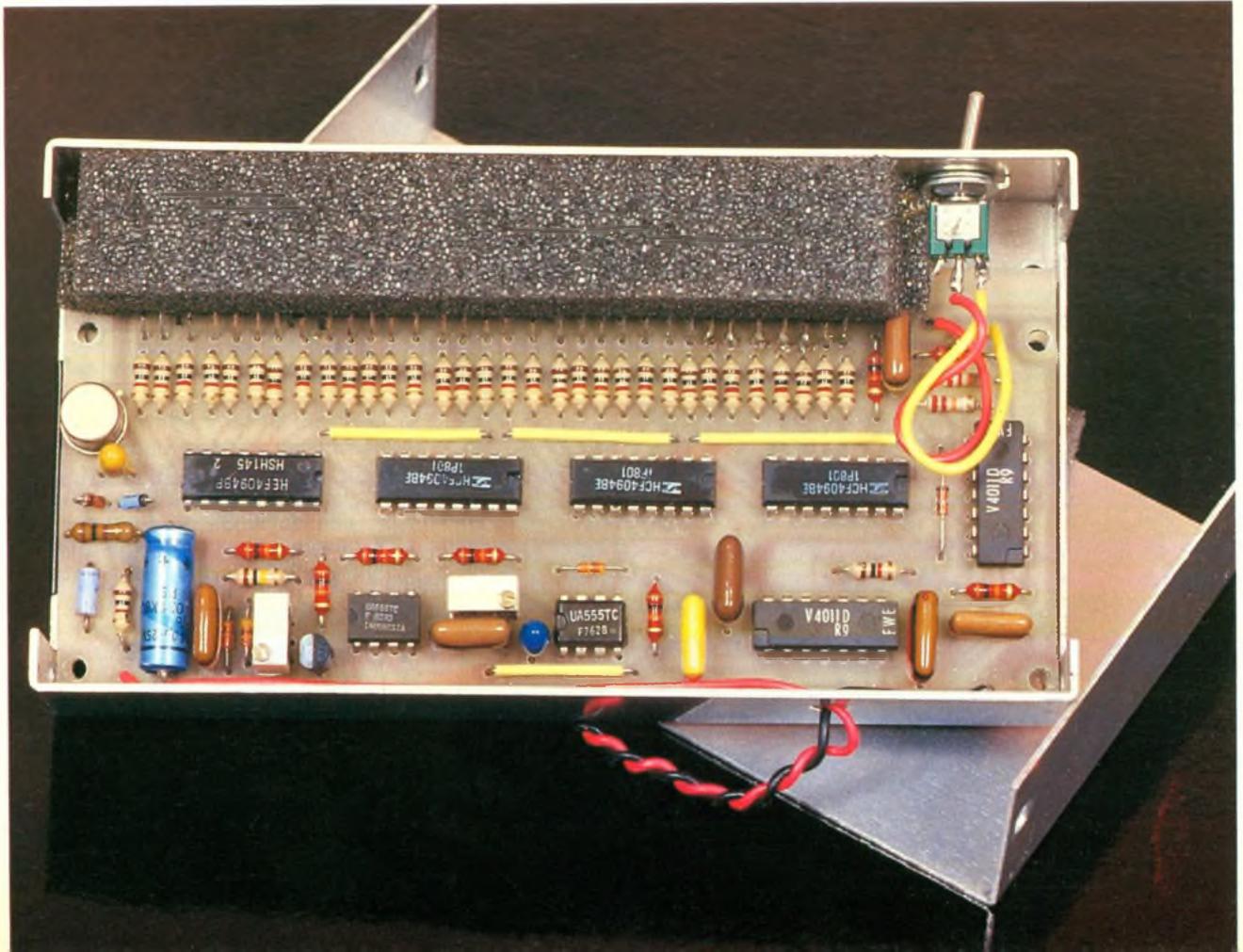
# 5

Implantation  
des  
éléments.



+ straps. C10 et C11 soudés cote piste C10  
emplacement de T1 prévu pour boîtier rond ou plat

Photo 3. – Bien alignées, les résistances de limitation des diodes LED.



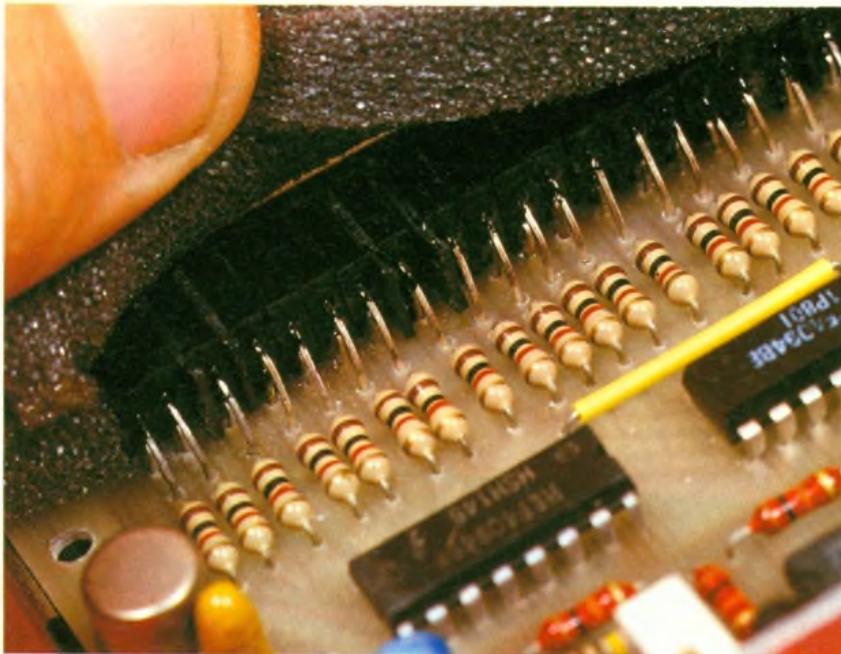


Photo 4. – Les diodes s'isolent les unes des autres à l'aide d'un adhésif noir.

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

$R_0$  : 32 résistances de 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_1, R_2, R_3, R_6, R_7, R_8$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_4, R_9$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_5$  : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron)  
 $R_{10}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

### Potentiomètres

$P_1$  : 100 k $\Omega$   
 $P_2$  : 10 k $\Omega$

### Circuits intégrés

$CI_1$  à  $CI_4$  : CD 4094  
 $CI_5, CI_6$  : 555  
 $CI_7, CI_8$  : CD 4011

### Condensateurs

$C_1$  : 47 nF  
 $C_2, C_3, C_9, C_{10}, C_{12}$  : 10 nF  
 $C_4$  : 1 nF  
 $C_5, C_8$  : 10  $\mu$ F Tantale goutte  
 $C_6$  : 100  $\mu$ F 16 V  
 $C_7$  : 0,1  $\mu$ F  
 $C_{11}$  : 3,3 nF

### Transistors

$T_1$  : 2N2219  
 $T_2$  : BC547 ou équivalents

### Diodes

$D_1$  : 1N4004  
 $D_3$  : Zener 10 V  
 $D_2, D_4$  : 1N4148  
 $D_5, D_6, D_7$  : 1N4148

### Divers

DL : 32 diodes LED rect. (vertes, rouges, jaunes) (voir texte)  
 $I_1$  : interrupteur unipolaire miniature  
 Boîtier Teko 4B

# CHENILLARD PROGRAMMABLE

La société Electro-Kit, outre le fait de diffuser un grand nombre de kits électroniques, dispose également d'un catalogue division « disco-pro » qui regroupe tous les appareils nécessaires à l'élaboration d'une discothèque.

Console, dispatching, enceinte, laser, machine à bulles, projecteur, stroboscope, chenillard sont autant de matériels disponibles en vente sur place et par correspondance.

Le chenillard, que vous voyez, dispose d'une puissance de 300 W par voie et de 2 048 fonctions enchaînables automatiquement.

L'ensemble, de fabrication soignée, fait appel à un circuit programmé spécialement, d'où l'étonnante simplification de montage du chenillard.



Des diodes LED en face avant rappellent l'effet lumineux tandis qu'un potentiomètre règle la vitesse d'enchaînement. L'appareil monté coûte moins de 600 F.

### Electro-Kit

7, rue Boileau  
 91330 Yerres  
 Tél. : (1) 69.49.30.34

# ALARME POUR ATTACHE-CASE

Il vous arrive peut-être de transporter des documents auxquels vous tenez. Dans ce cas, vous fermez certainement votre mallette à clé.

Mais que faire lorsqu'il faut laisser votre mallette au bureau ? N'importe qui peut s'en emparer pour aller l'ouvrir dans un endroit plus tranquille.

## PRESENTATION DU MONTAGE

L'alarme pour attaché-case que nous vous proposons ce mois-ci se déclenche si quelqu'un déplace la mallette. Et quoi de plus gênant que de « se promener » dans des bureaux avec une mallette qui « sonne » à la main ! Impossible de passer inaperçu, n'est-ce pas ?

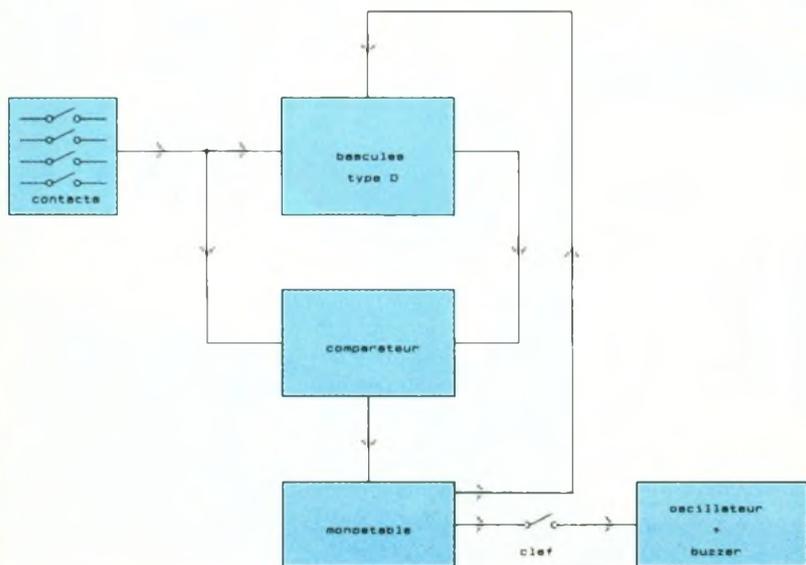
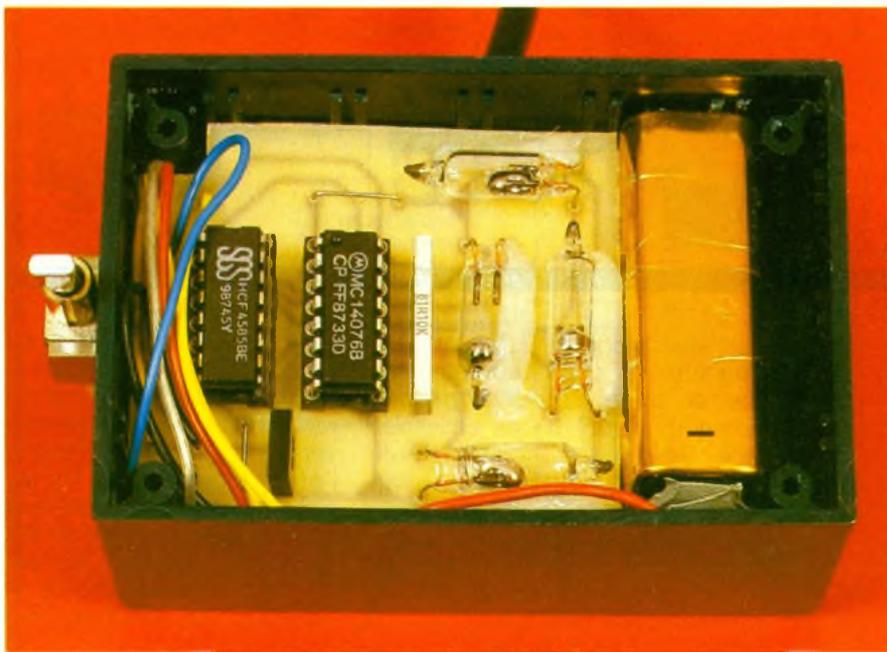
## SCHEMA

Examinons maintenant le schéma de cette petite alarme (fig. 1). La détection du mouvement s'effectue grâce à quatre mini-interrupteurs au mercure. Comme vous le savez certainement, le mercure est un liquide excellent conducteur. Le mini-interrupteur se compose d'une capsule de verre qui renferme du mercure et deux électrodes plan-

tées dans la capsule. Les électrodes dépassent légèrement dans la cavité interne de la capsule. Suivant la position du mini-interrupteur, le liquide se déplace et crée ou non le contact entre les

électrodes. Pour les besoins de notre montage, nous utiliserons quatre mini-interrupteurs orientés dans quatre directions différentes. Ceci permet de détecter un changement de position (debout/couché) ou bien le mouvement occasionné par une démarche normale avec la mallette à la main (balancement d'avant en arrière).

La position initiale de la mallette est mémorisée par  $U_1$  qui renferme quatre bascules D. Au front montant, sur la patte 7 de  $U_1$ , on retrouve, en sortie des bascules, l'état qui était présent sur les entrées. Le comparateur binaire  $U_2$  fournit en sortie (sur la patte 3) un état haut si l'état mémorisé est identique à l'état présent sur les mini-interrupteurs. Il n'y a alors aucune raison de déclencher le monostable constitué de  $U_3$ ,  $C_1$  et  $R_1$ . La sortie 6 de  $U_3$  est donc à l'état bas, et la sortie 7 à l'état haut, ce qui n'influence pas les bascules de  $U_1$ .

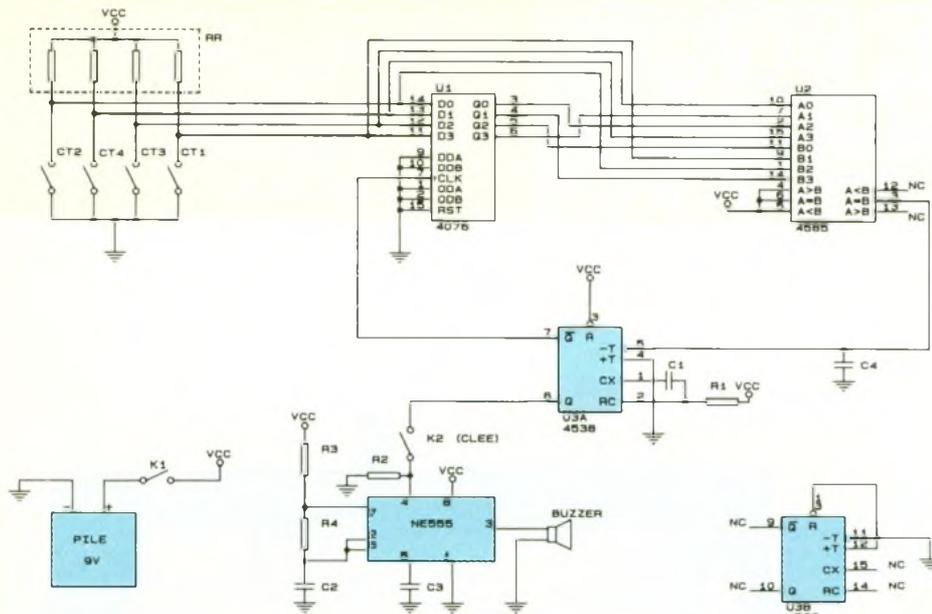


1

Synoptique de Fonctionnement

# 2

Le schéma de principe fait appel à quatre contacteurs.

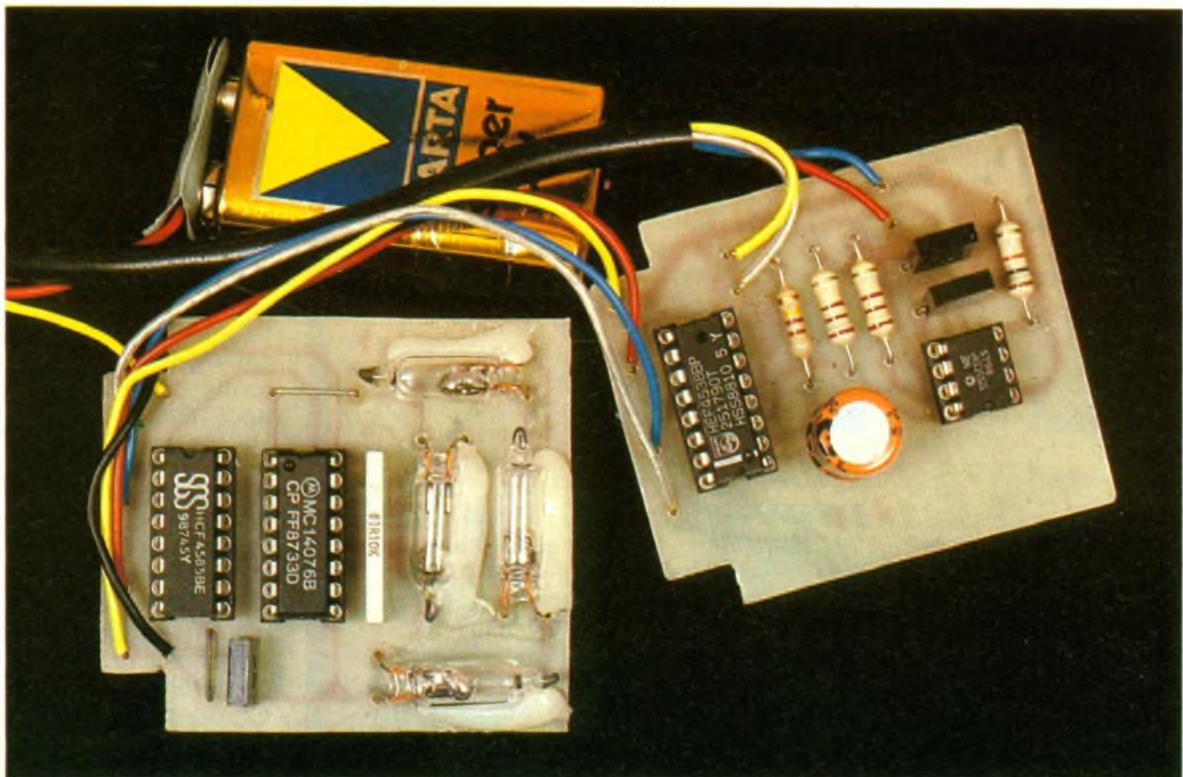


U<sub>4</sub>, associé à R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et C<sub>2</sub>, constitue un oscillateur et attaque, en sortie, un buzzer piézoélectrique, lequel sonne l'alarme. Tant que U<sub>3</sub> patte 6 reste à l'état bs, le fonctionnement de U<sub>4</sub> est bloqué. On notera au passage que la clé en position ouverte impose un niveau bas sur U<sub>4</sub> patte 4, ce qui interrompt le fonctionnement de l'alarme.

Maintenant, si quelqu'un en vient à déplacer la mallette, un ou plusieurs des mini-contacts changeront d'état. Le comparateur U<sub>2</sub> verra donc une différence entre l'état mémorisé par U<sub>1</sub> et l'état présent sur les mini-interrupteurs. Ceci produira un état bas en sortie 3 de U<sub>2</sub>. Ce front descendant va déclencher le monostable U<sub>3</sub>. La sortie de U<sub>3</sub> passe

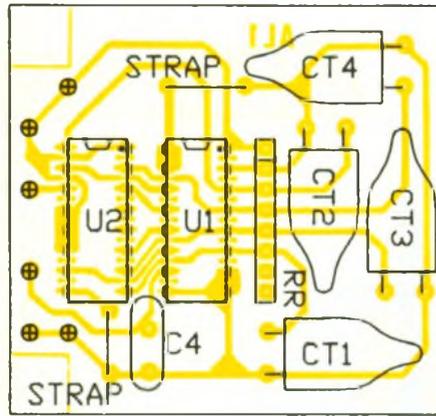
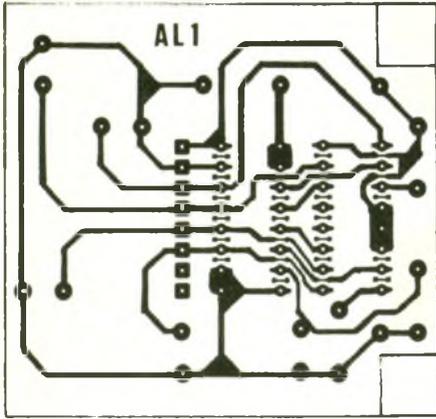
alors à l'état haut pour une durée définie par R<sub>1</sub> et C<sub>1</sub>, soit environ 15 secondes. La sortie 7 de U<sub>3</sub> passe, quant à elle, à l'état bas pour la même durée. Les bascules de U<sub>1</sub> sont commandées par un front montant sur la patte 7 de U<sub>1</sub>. Il ne se passe donc rien encore pour U<sub>1</sub>. Si K<sub>2</sub> (clé) est en position fermée, l'oscillateur U<sub>4</sub> peut fonctionner, et alors l'alarme retentit. Il est à noter que le monostable est redéclenchable. C'est-à-dire qu'un nouveau front descendant sur U<sub>2</sub> patte 3 relance le monostable pour la même durée, même si le cycle précédent n'est pas terminé. Au cours du mouvement de la mallette, il peut arriver que l'état initial des mini-interrupteurs revienne de façon fugitive ; l'alarme continuera donc 15 secondes de plus. Une fois les 15 secondes écoulées, U<sub>3</sub> patte 6 revient à l'état bas, ce qui fait cesser l'alarme. U<sub>3</sub> patte 7 passe cette fois-ci à l'état haut. Ce front montant déclenche les bascules de U<sub>1</sub>. On retrouve donc en sortie le nouvel état des mini-interrupteurs. Si la mallette est toujours en mouvement, l'état des mini-interrupteurs continuera de changer, ce qui déclenchera de nouveau l'alarme pour 15 secondes. Pour résumer, un changement d'état des mini-interrupteurs dé-

Photo 2 – Présentation des deux cartes imprimées



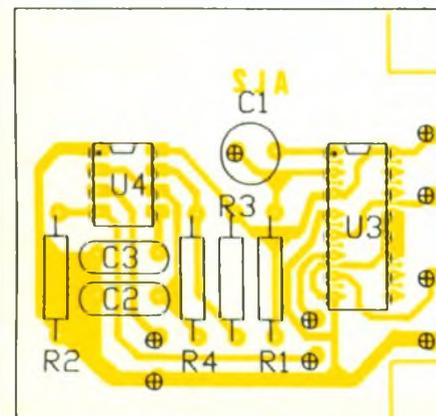
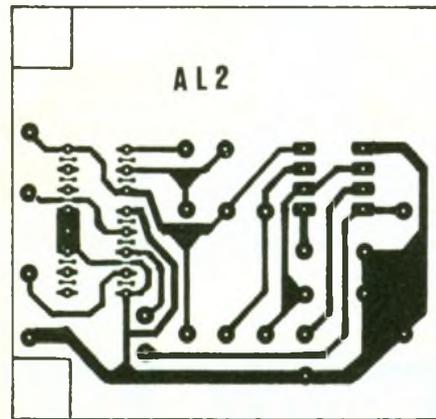
# 3

Détails de réalisation du module supérieur



# 4

Aspect du module inférieur



clenche l'alarme pour environ 15 secondes. Une fois les 15 secondes écoulées, le montage mémorise la nouvelle position de la mallette. Si la mallette est toujours en mouvement, l'alarme se redéclenche aussitôt. Et ainsi de suite, jusqu'à ce que la mallette reste en position stable plus de 15 secondes. Vous constaterez au passage qu'il faut attendre 15 secondes après avoir immobilisé la mallette pour actionner la clé en position fermée, sinon vous déclencherez vous-même l'alarme. Ne placez donc pas la clé à un endroit qui vous oblige à manipuler la mallette !

## REALISATION

La réalisation pratique ne pose pas de problème. Le circuit imprimé a été décomposé en deux parties qui se superposent, ceci afin de gagner un peu de place. Il vaut mieux, en effet, que l'encombrement de l'alarme soit le plus réduit possible, afin de prendre place facilement dans une mallette. Les figures 2 et 3 vous donnent le dessin des circuits à réaliser. Les figures 4 et 5 vous indiquent l'implantation des composants. Veillez au sens des circuits intégrés, et au sens de C<sub>1</sub>. La figure 6 vous servira pour

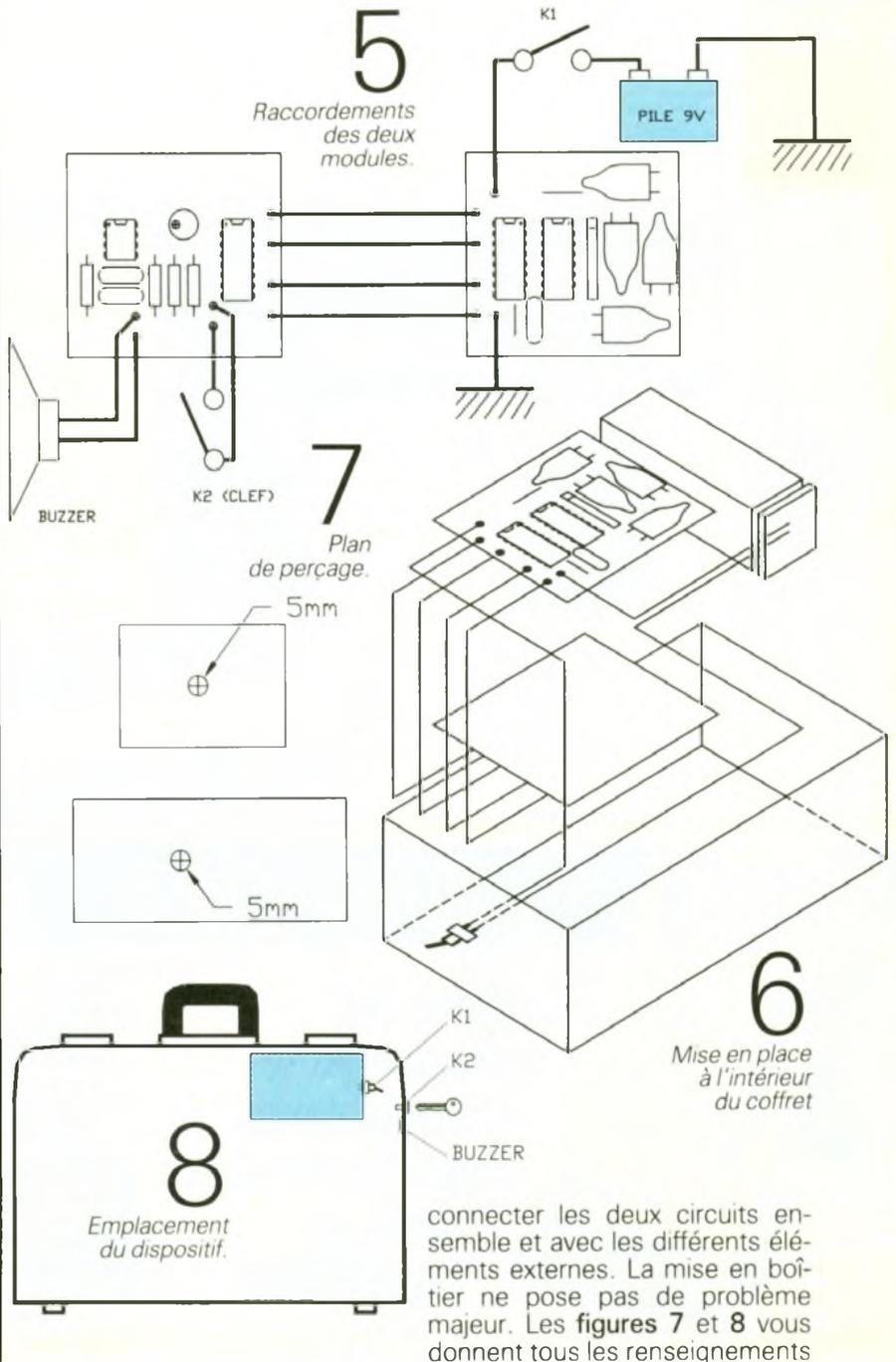




Photo 3 – Gros plan sur les contacteurs.



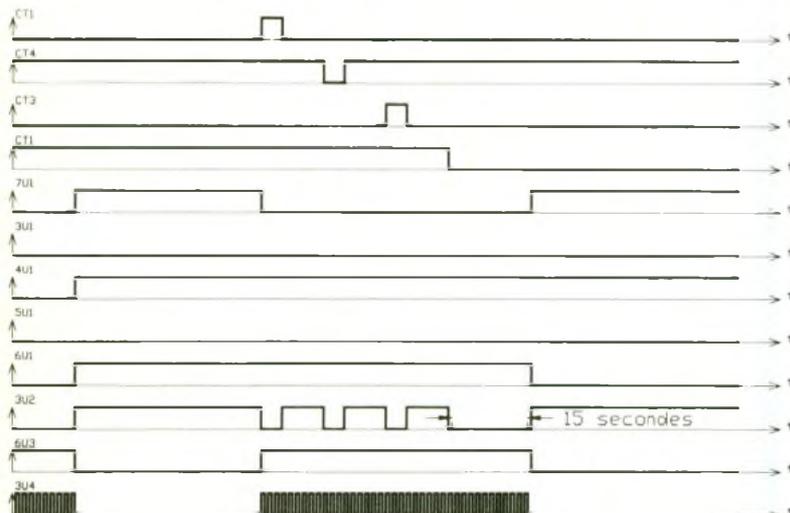
Photo 4 – Contact à clé.

la mallette, la clé vous permettra d'inhiber l'alarme. Une fois la mallette ouverte, vous pourrez couper l'alimentation du montage à l'aide de  $K_1$ . Veillez donc à ce que  $K_1$  ne puisse pas être déplacé par des objets contenus dans la mallette, sinon votre alarme ne servira à rien ! N'oubliez pas d'attendre 15 secondes après avoir immobilisé la mallette avant de basculer la clé en position « alarme »

P. MORIN

9

Oscillogrammes caractéristiques.



pour ce faire. Notez que les deux circuits se trouveront face cuivre contre face cuivre ! Il faudra donc les séparer à l'aide d'une feuille de carton suffisamment épaisse, et découpée aux dimensions des circuits. Il n'a pas été possible de loger  $K_1$  dans le boîtier en raison de ses dimensions réduites. Ce dernier sera donc collé sur le côté du boîtier, à proximité du trou de passage des fils de l'interrupteur.

Cette solution n'est peut-être pas très élégante, mais elle permet de se passer d'un boîtier plus grand.

Pour installer le montage dans la mallette, il faut veiller à ce que les mini-interrupteurs soient placés parallèlement à la verticale et à l'horizontale. La figure 9 vous montre un exemple d'installation dans une mallette.

Lorsque vous voudrez manipuler

## LISTE DES COMPOSANTS

$U_1$  : CD 4076 BP  
 $U_2$  : CD 4585 BP  
 $U_3$  : CD 4538 BP  
 $U_4$  : NE 555

RR : réseau de 7 résistances à point commun  $10\text{ k}\Omega$  à  $100\text{ k}\Omega$

$CT_1$  à  $CT_4$  : mini-interrupteur au mercure

$R_1$  :  $220\text{ k}\Omega$  (rouge, rouge, jaune)  
 $R_2$  :  $10\text{ k}\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_3$  :  $2,2\text{ k}\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 $R_4$  :  $2,2\text{ k}\Omega$  (rouge, rouge, rouge)

$C_1$  :  $47\text{ }\mu\text{F}/16\text{ V}$   
 $C_2$  :  $220\text{ nF}$   
 $C_3$  :  $10\text{ nF}$   
 $C_4$  :  $100\text{ nF}$

$K_1$  : interrupteur unipolaire  
 $K_2$  : interrupteur unipolaire avec clé

Buzzer piézoélectrique  
 Connecteur pour pile de 9 V  
 Boîtier Teko réf. : P/I



# MANUDAX M 3650 / M 4650

Certains les surnomment les exterminateurs. **Signe particulier: tueurs de laboratoires !**

Car se sont eux mêmes des laboratoires portatifs complets. Ils sont transistormètre, capacimètre, voltmètre, ampèremètre, fréquencemètre, ohmmètre et ils tiennent dans la main ! Affichage à cristaux liquides de grandes dimensions

**M 3650**  
2000 points

**695<sup>F</sup>**

**M 4650**  
20.000 points. Zéro automatique.

**1095<sup>F</sup>**

+ Forfait de port 30 F

En vente chez : **ACER composants**  
 42, rue de Chabrol,  
 75010 PARIS.  
 ☎ 47.70.28.31  
 Télex 643 608

**REUILLY composants**  
 79, boulevard Diderot,  
 75012 PARIS  
 ☎ 43.72.70.17  
 Télex 643 608

# INITIATION-3

Nous débuterons par la mise en œuvre de diode et le redressement pour introduire le filtrage. Les circuits « dérivateur » et « intégrateur » seront présentés dans le prochain numéro, car il était utile de faire cette analyse auparavant. Vous trouverez aussi le corrigé des exercices des deux chapitres précédents.

## CARACTERISTIQUES DE LA DIODE (fig. 1)

On en rappelle le symbole pour préciser le sens de  $V_D$  et de  $I_D$ , ainsi que la dénomination de ses connexions : A comme Anode et K pour Cathode. On peut donc tracer la caractéristique qui met en relation  $I_D$  et  $V_D$ . Quand la diode conduit (polarisation en DIRECT), on mesure  $V_d$  (0,6 V environ) qui varie légèrement selon  $I_D$ . Par contre si  $V_D < V_d$ , la diode est bloquée et  $I_D = 0$ . En fait, un courant très faible existe (coude de la caractéristique). Si  $V_D$  devient négatif (polarisation en INVERSE), la diode reste bloquée, avec un courant de fuite très faible, appelé courant inverse. Mais si on dépasse la valeur  $V_{inv}$ , le courant augmente très vite et la diode est détruite. Il en est de même si on force  $V_D$  ou si on dépasse  $I_D$  maximal. Le constructeur précise toutes les caractéristiques de ses diodes sur des fiches techniques, mais le plus important est de connaître  $I_D$  et  $V_{inv}$  maximaux, comme indiqué dans le tableau pour les diodes les plus utilisées dans la revue.

En théorie, on idéalise la caractéristique pour pouvoir définir simplement les éléments de polarisation, en considérant  $V_D$

constant quand la diode conduit, et  $I_D$  nul quand la diode est bloquée.  $V_d$  usuel sera de 0,6 V pour des diodes de commutation et de l'ordre de 1 V pour des diodes de redressement. On a pas distingué les diodes silicium des diodes au germanium car ces dernières se rencontrent de plus en plus rarement.

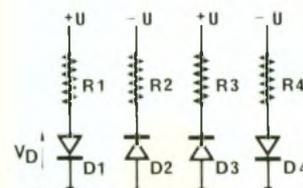
## MONTAGE DE DIODES (fig. 2)

On ne polarise jamais une diode en lui appliquant une tension  $V_D$  (malgré le sens du graphe précédent), mais en lui appliquant un courant.  $D_1$  conduit (montage DIRECT), donc  $I_D = (U - V_D)/R_1$ . C'est  $R_1$  qui limitera le courant dans  $D_1$  et qui donc imposera la valeur de  $V_D$  à ses bornes.  $D_2$  conduira également, car la polarisation est  $-U$  par  $R_2$ . Si  $U$  est inférieur à  $V_d$ , la diode est bloquée en théorie. Pour se rapprocher de la théorie, on évitera le coude de la caractéristique réelle en limitant  $I_D$  minimum en conduction à 1 mA environ. Pour polariser une diode, il suffit donc de définir  $R_1$  ou  $R_2$ . Ainsi  $R_1 = (U - V_D)/I_D$  et on choisira une valeur de  $I_D$ , 5 mA par exemple. Il ne faudra pas oublier de vérifier la puissance dissipée par  $R$  pour

choisir éventuellement le modèle approprié.

Les diodes  $D_3$  et  $D_4$  sont bloquées (montage en inverse). Un courant  $I_D$  positif ne peut circuler. Il faudra impérativement veiller à ce que  $U$  ne dépasse pas la tension inverse de la diode sous peine de la détruire. Il faudra donc limiter  $U$  ou choisir un type de diode approprié.

## 2 Principe de montage.

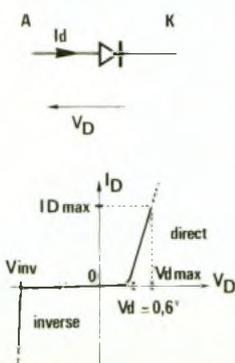


Exemples :  $U = 10\text{ V}$ ,  $I_D = 5\text{ mA}$  alors  $R = 1,9\text{ k}\Omega$ ,  $P_R = 0,1\text{ W}$  un modèle 1/4 W convient, mais si  $U = 310\text{ V}$  alors  $R = 62\text{ k}\Omega$  environ et  $P_R = 1,6\text{ W}$  donc un modèle 2 W !

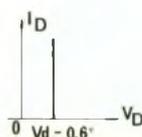
Il est important, après cette analyse, que vous puissiez facilement déterminer la conduction ou le blocage d'une diode !

## CARACTERISTIQUES DE LA DEL (fig. 3)

Une DEL, abréviation de diode électroluminescente, et non LED (Light Emitting Diode), se caractérise par un rayonnement lumineux lors de sa conduction. Elles existent en plusieurs couleurs : rouge, rouge vif, vert, vert clair, jaune, jaune clair. La caractéristique est identique à celle d'une diode classique, hormis la valeur de  $V_d$  et de  $V_{inv}$ .  $V_d$  varie selon la couleur et le fabricant entre 1 V et 3 V. Le tableau précise les valeurs employées lors du calcul de

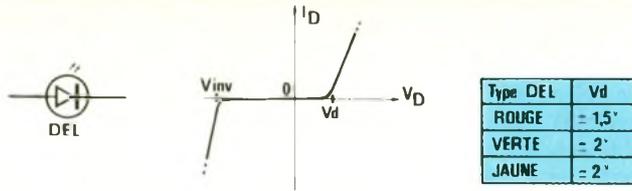


Type de diode	$I_D$ max	$V_{inv}$ max
1N 4148	200mA	75°
1N 4001	1 A	50°
1N 4007	1 A	1000°
1N 914	75mA	75°



# 3

Caractéristiques d'une DEL.



sa polarisation. Le courant de polarisation est défini par le constructeur et peut varier entre 1 mA et 30 mA (> 1 A en impulsionnel selon le type et la luminosité désirée. On pourra se reporter à la fiche technique de la DEL choisie ou ajuster par la pratique à la valeur désirée. Une valeur courante est 10 mA. Attention, il faut noter la valeur faible de  $V_{inv}$ , souvent ignorée, de l'ordre de -3 V à -5 V et en tenir compte si le signal de commande est variable (cas peut fréquent) sous peine de destruction de la DEL (moitié supérieure de la DEL qui s'envole dans les airs telle la capsule d'une fusée !).

## ESSAIS PRATIQUES (fig. 4)

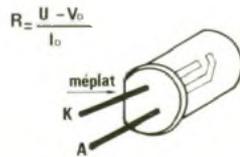
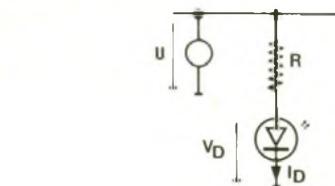
La manipulation est très simple. On mesure  $V_D$  et  $I_D$ , la diode étant en conduction ou non. La mesure de  $I_D$  sera obtenue en mesurant  $V_1$  aux bornes de  $R_1$  et en divisant la valeur par celle de  $R_1$ . Pour la conduction (a),  $R = 1 \text{ k}\Omega$ , on mesure  $V_D$  proche de 0,6 V et  $I_D$  proche de 11 mA. En prenant différentes valeurs pour  $R$ , il est possible de relever la caractéristique  $V_D = f(I_D)$ . En inverse (b), le courant sera très faible, on choisira donc  $R$  élevée, soit 100 k $\Omega$ . Selon la diode, on mesurera un courant entre 100 nA et 100  $\mu$ A (parfois < 100 nA pour des types particuliers comme 1N3595). La mesure de  $V_{inv}$  ne sera pas possible car on est alimenté qu'en 12 V. En (c), on pourra relever  $V_D$  et la luminosité pour  $R > 400 \Omega$ . En la connectant en inverse, on pourra

relever sa tension inverse. La diode DEL est intéressante car elle indique, par son éclairement, le moment de sa conduction.

## MISE EN ŒUVRE D'UNE DEL (fig. 5)

Comme pour une diode classique, on agira sur la résistance de polarisation  $R$  pour la luminosité désirée.  $R$  sera calculée grâce à la formule, en oubliant pas de tenir compte de la puissance. Par exemple, si  $U = 5 \text{ V}$ , la DEL est

## 5 Mise en œuvre d'une DEL.



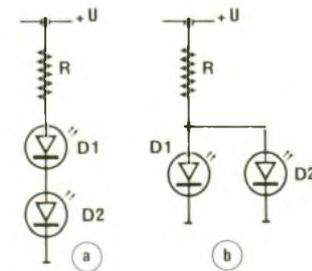
rouge, et 10 mA suffit pour une luminosité correcte,  $R = (5 - 1,5)/10 \text{ m} = 350 \Omega$ .  $P_R = 5 - 1,5 \cdot 10 \text{ m} = 0,035 \text{ W}$ . On choisira donc un modèle 330  $\Omega$  1/4 W. Le brochage est rappelé sur la figure, la cathode étant repérée par le méplat, ou sinon par la connexion la plus courte. Certains modèles de DEL sont maintenant très lumineux dès 1 mA.

## ASSOCIATION DE DEL (fig. 6)

Il y a une remarque à faire lors de l'association de DELs. L'association série (a) est correcte ; il suffit d'additionner les  $V_D$  de chaque

diode et de ne pas oublier que  $U$  devra être plus élevée que la somme des  $V_D$ . Le courant est inchangé, environ 10 mA. L'association parallèle (b) n'est pas possible. Le  $V_D$  de chaque diode est légèrement différent, aussi seule une diode conduira, celle dont le  $V_D$  sera le plus faible. Les autres seront bloquées, et dans le meilleur des cas légèrement éclairées. Cela pourrait marcher dans certains cas, mais il faudrait déterminer  $R$  avec la somme des  $I_D$ . Si une seule DEL conduit, elle aura le courant maximal prévu pour toutes les DEL et pourra être détruite, et ainsi de suite pour toutes les autres DEL.

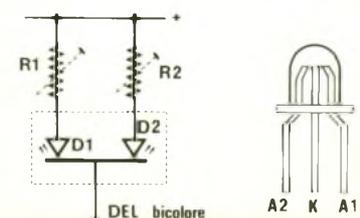
## 6 Attention à l'association.



## DEL BICOLORE (fig. 7)

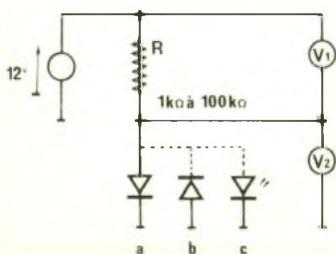
Il ne reste qu'à présenter la DEL bicolore. Elle est constituée de l'association de deux DEL, une rouge et une verte, dans le même boîtier. Pour limiter le nombre de broches à trois, la cathode est commune. En modifiant la polarisation des deux diodes par  $R_1$  et  $R_2$ , il est possible d'obtenir toutes les variantes entre le vert et le rouge, en passant par le jaune (mélange des couleurs au sein du boîtier). Reportez-vous sur « LE BADGE », réalisation proposée dans la revue.

## 7 DEL bicolore.



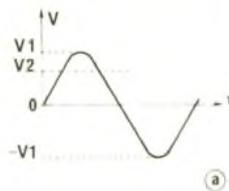
# 4

Manipulation.

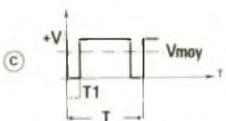
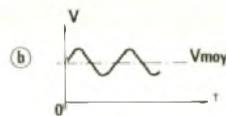


## VALEURS EFF, CR, CR-CR, MOY (fig. 8)

Pour un signal alternatif sinusoïdal (a), comme le secteur, on a défini des valeurs usuelles. On exprime couramment une tension alternative par sa valeur efficace, par exemple  $U = U_{EFF} = 220 \text{ V}$  pour le secteur. La tension crête est l'amplitude maximale et vaut  $\sqrt{2} \cdot U_{EFF}$ , soit  $311 \text{ V}$  pour le secteur. La tension crête-crête est le double car le signal est symétrique par rapport au  $0 \text{ V}$ . La valeur moyenne de ce



$V1$  : V crête :  $V_{cr}$   
 $V2$  : V efficaces :  $V_{eff}$   
 $V_{cr-cr} = V1 - (-V1) = 2 V1$   
 $V_{moy} = 0$



Pour d'autres signaux (b) et (c), on utilisera aussi les valeurs moyennes, crête et crête-crête. La valeur moyenne du signal (b) se détermine simplement ( $V_{moy} = U_{max} \cdot T1/T$ ), mais vaudra  $V_{moy} = U_{max} \cdot T1/T$  pour un signal carré (b). La valeur crête en (c) vaut  $+V$ , ainsi que la valeur crête-crête, car le signal n'est pas symétrique au  $0 \text{ V}$ .

## REDRESSEMENT (fig. 9)

En (a), le redressement monoalternance positif : la sortie est polarisée à  $0 \text{ V}$ , par  $R$  qui symbolise la résistance de la charge. La diode  $D$  conduit si  $V_e$  est supérieur à  $V_D + 0 \text{ V}$  ( $0 \text{ V}$  fixé par  $R$ ), donc si  $V_e > 1 \text{ V}$  car on utilise une diode de redressement. Alors  $V_s = V_e - V_D$ . Si  $V_e < 1 \text{ V}$ ,  $D$  est bloquée et  $V_s = 0 \text{ V}$  (fixé par  $R$ ). D'où le graphe correspondant. On remarque qu'une alternance est transmise sur les deux que forme la période, d'où l'appellation monoalternance.

En (b), le redressement monoalternance négatif. Il suffit d'inverser la diode par rapport au schéma précédent.  $D$  conduit si  $V_e < -1 \text{ V}$  et  $V_s = V_e + V_D$ .  $D$  est bloquée si  $V_e > -1 \text{ V}$ . Le graphe complète cette brève analyse.

En (c), le redressement double alternance à pont :  $D1, D2, D3, D4$  forme un pont appelé « Pont de Graetz ». Si  $V_e$  est positif, en négligeant le  $V_d$  des diodes,  $D1$  et  $D3$  conduisent,  $D2$  et  $D4$  sont bloquées. Ainsi  $V_s = V_e - 2 \cdot V_D$  pour l'alternance positive. Si  $V_e$  est négatif, donc pour l'alternance positive,  $D1$  et  $D3$  sont blo-

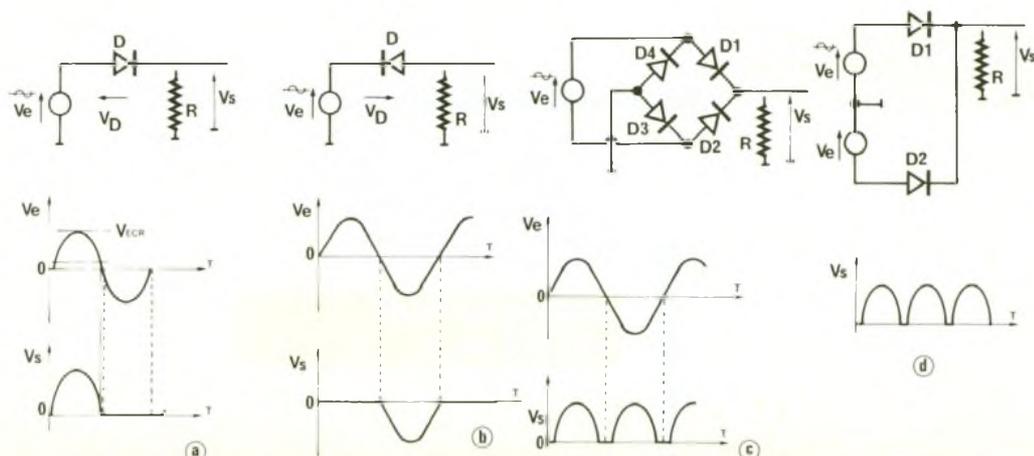
quées,  $D2$  et  $D4$  conduisent, et encore  $V_s = V_e - 2 \cdot V_D$ . Ce terme est bien sûr positif, car  $V_e$  est négative. On assure donc bien un redressement pour chaque alternance, à une valeur positive. Si on désire  $V_s$  négatif, il suffit d'inverser la masse et  $V_s$ .

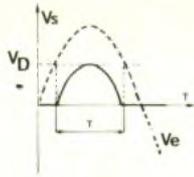
En (d), le redressement double alternance sans pont. Il nécessite deux sources de tension  $V_e$  en opposition de phase (de signe contraire). Les diodes conduiront par alternance,  $D1$  si  $V_e > V_D$  et  $D2$  si  $V_e < V_D$ . L'analyse détaillée n'est identique qu'en (a) et (b).  $V_s = V_e - V_D$ , et si on désire une tension négative, il suffit d'inverser le sens des diodes.

Normalement, on travaille avec de faibles tensions  $V_e$ , obtenues depuis un transformateur, aussi la question ne se pose pas. Mais si on travaille avec des tensions élevées ( $> 50 \text{ V}$ ), il faut déterminer la tension inverse maximale que devra supporter la diode pour déterminer son choix. Cette tension vaudra, pour les quatre cas définis,  $V_{eCR}$  en [a] et [b] ( $V_{eCR}$  = valeur crête de  $V_e$ ),  $V_{eCR}$  réparti sur les deux diodes en [c] et  $2 \cdot V_{eCR}$  en [d] !

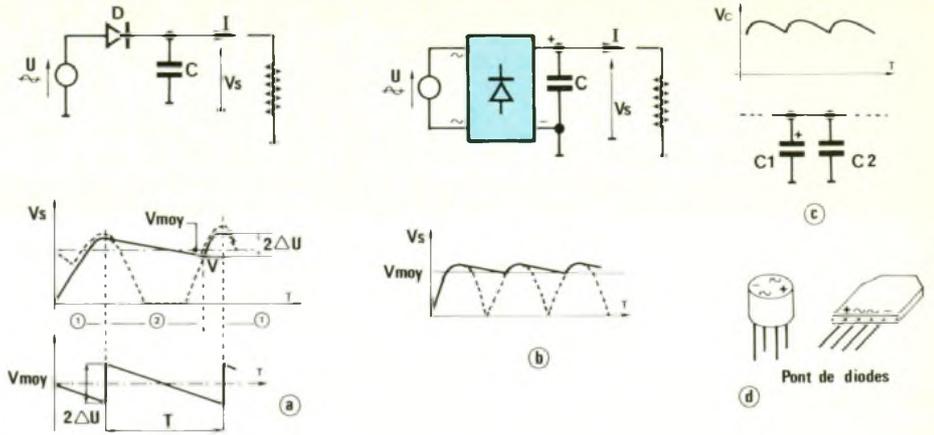
## DECALAGE (fig. 10)

Voici le détail du signal de sortie en mettant en valeur le décalage dû aux diodes. Il faut que  $V_e$  dépasse  $V_D$  pour que la diode conduise et qu'on obtienne  $V_s = V_e - V_D$ , d'où le décalage en tension. Le temps  $t$  précise la durée de conduction effective de la diode devant la demi-période. Ce temps nous importe peu, mais il ne faut pas oublier de tenir





compte de la chute de tension apportée par les diodes qui risque de diminuer  $V_s$  à une valeur trop faible pour assurer un fonctionnement correct du montage connecté en sortie, si le choix de  $V_e$  est un peu faible.



## REDRESSEMENT PRATIQUE (fig. 11)

Voici la transposition de la figure 9 en remplaçant le générateur de tension alternative par la sortie d'un transformateur. La tension de sortie,  $U$ , de ce dernier est toujours exprimée en volts efficaces ; il ne faudra donc pas oublier de multiplier par  $\sqrt{2}$  pour obtenir  $V_{eCR}$ . Une remarque : le secteur est défini en ten-

sion avec une précision de  $\pm 10\%$  ; il sera parfois nécessaire d'en tenir compte. (Un transformateur 220 V/12 V verra sa tension de sortie varier entre 10,8 V et 13,2 V, alors qu'en même temps le secteur varie entre 198 V et 242 V !). En [a], redressement monoalternance positif, négatif en inversant D. En [b], le redressement double alternance à point milieu. En [c], le redressement double alternance, utilisant un transformateur à point milieu (point commun de deux enroulements de même valeur, mis en série). En inversant les deux diodes, on obtient une tension négative. En [d], la variante de [c] qui permet de disposer directement de deux tensions symétriques.

On a utilisé un symbole fictif pour représenter un pont de diodes plus simplement. Ceci nous permet de souligner l'existence de pont de diodes. Ainsi, il n'est point besoin de câbler quatre diodes, mais simplement un pont qui dispose de quatre bornes (-, -, + et -). Deux exemples sont dessinés en figure 12d, mais il suffit de feuilleter la revue pour en découvrir d'autres types. Le choix entre un redressement (b) ou (c) s'effectue selon le type de transformateur en votre possession, ou sinon selon la différence de prix entre les deux montages.

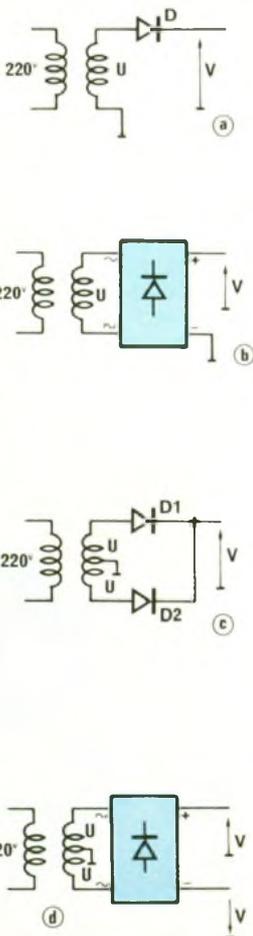
## FILTRAGE (fig. 12)

On a effectué le redressement du signal alternatif, mais on ne dispose pas encore d'une tension continue capable d'alimenter nos montages. Pour obtenir une tension continue, donc constante, il faut effectuer le filtrage de la sortie, à l'aide d'un condensateur. Il

jouera le rôle de réservoir qui se chargera à la conduction des diodes et fournira la tension à la sortie au blocage des diodes. On présente le schéma obtenu en [a]. Quand D conduit, C se charge à  $U - V_D$ . En négligeant  $I$  pour le moment, C conserve sa charge et donc quand C sera chargé au maximum (donc  $U_{max}$ , ou plutôt  $U_{CR}$ ), il conservera sa charge, donc  $V_s = U_{CR}$ , et la diode sera bloquée. Or,  $I$  existe et  $V_s$  diminuera lors du blocage de la diode. La diode reconduira et rechargera C (à  $V_c = U - V_D$ ) dès qu'on aura  $U > V + V_D$ , avec  $V$ , valeur de  $V_s$  due à la décharge de C. Le chronographe de  $V_s$  complète l'analyse. La variation de  $V_s$  entre  $V$  et  $U_{CR} - V_D$  se nomme  $2\Delta U$ .

Pour déterminer la valeur de C à employer, il faut considérer une approximation pour une simplification des calculs. On considère donc que C se décharge linéairement et se recharge instantanément. Ainsi, la durée de décharge correspond à la période ( $T = 20$  ms) en redressement monoalternance et la demi-période (10 ms) en redressement double alternance pour une fréquence de 50 Hz. On nomme la variation de tension de la sortie,  $2\Delta U$ , ondulation résiduelle. La tension de sortie continue est égale à  $V_{moy}$ , à l'ondulation résiduelle près. La qualité de la constance de  $V_{moy}$  dépend de  $2\Delta U$  et donc de la qualité du filtrage. Il faudra donc limiter  $2\Delta U$  à la valeur la plus faible.

On utilise la formule définie lors de la charge d'un condensateur à courant constant, soit  $I \cdot \Delta t = C \cdot \Delta U$ . Donc ici  $I \cdot T = C \cdot 2\Delta U$ , d'où la valeur de  $C = I \cdot T / (2\Delta U)$  en se rappelant que la to-



lérance d'un condensateur électrochimique est de  $-20\%$  /  $+50\%$  ! On remarque aussitôt, pour un courant donné, que plus  $2 \Delta U$  sera faible, plus  $C$  sera élevé et cher !

Prenons un exemple :  $U = 12 \text{ V}$   $I = 1 \text{ A}$ , calculer  $C$  pour  $2 \Delta U < 2 \text{ V}$  et définir  $V_{\text{moy}}$ . On applique la formule, soit  $C = I \cdot T / 2 \Delta U = 1 \text{ A} \cdot 20 \text{ ms} / 2 \text{ V}$ , donc une valeur minimale de  $10000 \mu\text{F}$ . Il ne faut pas oublier la tolérance des condensateurs électrochimiques ( $-20\%$ ,  $+50\%$  et parfois plus !) et ne pas hésiter à prendre la valeur supérieure soit  $20000 \mu\text{F}$ . Pour calculer  $V_{\text{moy}}$ , il suffit de calculer  $V_{\text{smax}}$  et de déduire la moitié de  $2 \Delta U$ . Comme  $U = 12 \text{ V}$ ,  $V_{\text{smax}} = U \sqrt{2} - V_D = 12 \cdot \sqrt{2} - 1 = 15,9 \text{ V}$ . Pour  $2 \Delta U = 2 \text{ V}$ ,  $V_{\text{moy}} = V_{\text{smax}} - \Delta U = 14,9 \text{ V}$ .

autre exemple :  $C = 1000 \mu\text{F}$  et  $I = 0,2 \text{ A}$ , calculer  $2 \Delta U$ . On a  $2 \Delta U = I \cdot T / C$ , donc une valeur maximale de  $4 \text{ V}$  (et  $20 \text{ V}$  à  $I = 1 \text{ A}$  !). Ces exemples témoignent bien qu'une faible ondulation se paie par un condensateur de valeur élevée.

En [b], la variante utilisant un pont de diodes. La seule différence est la recharge de  $C$  pour chaque demi-période, soit toutes les  $10 \text{ ms}$  maintenant. Le gros avantage est la diminution de  $C$  par un facteur 2. On réservera le redressement monoalternance uniquement pour des faibles courants de sortie. En [c], on rappelle l'association qu'il convient d'effectuer pour supprimer efficacement les parasites hautes fréquences : un électrochimique et un céramique ( $10 \text{ nF}$  à  $0,1 \mu\text{F}$  environ)

Vous pourrez effectuer les manipulations correspondant aux divers schémas, en complétant le matériel par un transformateur  $220 \text{ V} / 2 \times 12 \text{ V}$   $24 \text{ VA}$ , quatre diodes  $1\text{N}4007$ , et un pont  $1 \text{ A} / 200 \text{ V}$ . Il n'y a aucune remarque particulière à faire quant à la mise en œuvre pratique, aussi vous ne devriez pas avoir de problèmes. Il suffira de vérifier les chronogrammes des signaux en appliquant de la même manière l'oscilloscope que la flèche qui symbolise la tension mesurée. La seule précaution à observer est celle de rigueur en présence de tension secteur ! Réalisez une isolation sérieuse du câblage du primaire du transformateur et montez-le aussitôt dans un boîtier, en reliant de préférence les tôles à la terre du cordon-secteur.

P. WALLERICH

### CORRIGE DES EXERCICES (1)

- a)  $I = I_1 + I_3 = 12$   
 $= 1 + (-0,1) = 0,01$   
 $= 0,89 \text{ A} = 890 \text{ mA}$
- b)  $U = U_1 - U_2$   
 si  $U_1 = U_2 = +12 \text{ V}$ ,  $U = 0 \text{ V}$   
 si  $U_1 = U_2 = 12 \text{ V}$ ,  $U = 24 \text{ V}$
- c)  $U_1 = U \cdot (R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 + R_3)$   
 $= 10 \cdot 30 \text{ k} / 40 \text{ k} = 7,5 \text{ V}$   
 $U_2 = U \cdot R_3 / (R_1 + R_2 + R_3)$   
 $= 10 \cdot 20 \text{ k} / 40 \text{ k} = 5 \text{ V}$   
 si  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  (et non  $R_4$  !)  
 $U_1 = 1 \text{ V}$ ,  $U_2 = 0,1 \text{ V}$  et  $U = 10 \text{ V}$   
 On utilise le courant dans le pont diviseur  $I_p$ .  
 $I_p = U_2 / R_3 = 10 \mu\text{A}$   
 $R_2 = (U_1 - U_2) / I_p = 90 \text{ k}\Omega$   
 $R_1 = (U - U_1) / I_p = 900 \text{ k}\Omega$
- d)  $R_{\text{TH}} = R_1 // R_2 // (R_3 + R_4)$   
 $= 341 \Omega$  environ
- $E_{\text{TH}} = \frac{U_1 \cdot (R_2 // (R_3 + R_4))}{R_1 + (R_2 // (R_3 + R_4))}$   
 $+ \frac{(U_2 + U_3) \cdot (R_1 // (R_3 + R_4))}{R_2 + (R_1 // (R_3 + R_4))}$   
 $+ \frac{(-U_4) \cdot (R_1 // R_2)}{R_3 + R_4 \cdot (R_1 // R_2)}$
- donc  $E_{\text{TH}} = 3,41 + 2,56 - 4,88$   
 $= 1,09 \text{ V}$  environ

Vous devez trouver le même résultat en appliquant deux fois le théorème de Thevenin.

### CORRIGE DES EXERCICES (2)

- a)  $V_c = V \cdot (1 - e^{-(t/RC)})$   
 $T = R \cdot C \cdot \ln((V - V_c) / (V - V_c))$   
 $= R \cdot C \cdot \ln((V - 0 \text{ V}) / (V - 5 \text{ V}))$   
 $= R \cdot C \cdot \ln 2 = 0,7 RC = 70 \text{ ms}$
- b)  $C$  se charge par  $R$  à  $(E - U_0)$ , et non pas  $E$ , au maximum  
 $V_c = (E - U_0) \cdot (1 - e^{-(t/RC)})$   
 $T = R \cdot C \cdot \ln((E - U_0 - V_c) / (E - U_0 - V_c))$   
 $= R \cdot C \cdot \ln 2 = 70 \mu\text{s}$  environ
- c) Il faut passer par un schéma équivalent  
 $E_{\text{TH}} = E \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = 6 \text{ V}$   
 $R_{\text{TH}} = R_1 // R_2 = 50 \text{ k}\Omega$   
 $C$  se charge donc par  $R_{\text{TH}}$  à  $E_{\text{TH}}$  au maximum, donc :  
 $V_c = E_{\text{TH}} \cdot (1 - e^{-(t/CR_{\text{th}})})$   
 $= 6 \cdot (1 - e^{-(1,2)})$   
 $= 6 \cdot (1 - 0,3) = 4,2 \text{ V}$  environ
- d) Pôle positif au (+ 10 V)
- e) Pôle positif au (+ 5 V)
- f) Pôle positif au (- 3 V)
- g)  $V_s = V_e \cdot R / (R + Z_c)$   
 $Z_c = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C) = 1 \text{ M}\Omega$  environ,  
 donc  $V_s = 2 \text{ mV}_{\text{eff}}$  environ  
 $V_s = V_e / 2 \rightarrow R / (R + Z_c) = 1/2$   
 $\rightarrow 2 \cdot R = (R + Z_c) \rightarrow Z_c = R = 1 \text{ k}\Omega$   
 à  $f = 1 \text{ kHz}$   
 $Z_c = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)$   
 $\rightarrow C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot Z_c)$   
 $= 160 \text{ nF}$  environ

Nous nous retrouverons donc le mois suivant avec la suite de cette initiation et quelques exercices d'applications...



# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

## FICHE TECHNIQUE N° 34 CD 4045

Parmi la panoplie des compteurs, voici le CD 4045 qui ne comporte pas moins de 21 étages. De ce fait, il effectue une division de la fréquence d'entrée par un nombre égal à  $2^{21}$ , c'est-à-dire 2 097 152...

### CARACTERISTIQUES GENERALES

Il s'agit donc d'une suite de 21 étages, précédée par un certain nombre d'inverseurs p,n qui permettent au circuit intégré de constituer sa propre base de temps, moyennant quelques composants extérieurs. Le circuit intégré comprend 2 sorties que nous détaillerons un peu plus loin.

L'alimentation peut être comprise entre 3 et 20 V, avec une consommation pratiquement négligeable. Les sorties peuvent délivrer jusqu'à 7 mA sous un potentiel d'alimentation de 5 V. Ce débit peut atteindre 20 mA sous 10 V et 40 mA sous 20 V. Cela est possible grâce à la « buffering » des sorties.

La limite supérieure de la fréquence d'oscillation au niveau des entrées est de l'ordre de 16 MHz sous une alimentation de 10 V. Sous 15 V, cette fréquence peut atteindre 24 MHz.

### BROCHAGE (fig. 1)

Le boîtier comporte 16 broches « dual in line » (2 rangées de 8). Contrairement aux habitudes, c'est la broche n° 3 qui est réservée au « plus » de l'alimentation. Quant au « moins », il est à relier à la broche n° 14, ce qui n'est pas courant non plus.

Les broches 15 et 16, respectivement notées 0 et 0 sont réservées soit au raccordement avec des composants extérieurs en cas de fonctionnement en oscillateur interne, soit à l'introduction d'une base de temps en provenance d'une source extérieure. Les entrées  $S_p$  et  $S_N$  (broches n°s 1 et 2) sont destinées à l'activation des inverseurs p,n disposés avant la suite des 21 étages de comptage. Quant aux broches 7 et 8, notées y et y + d, elles correspondent aux sorties d'utilisation. Toutes les autres

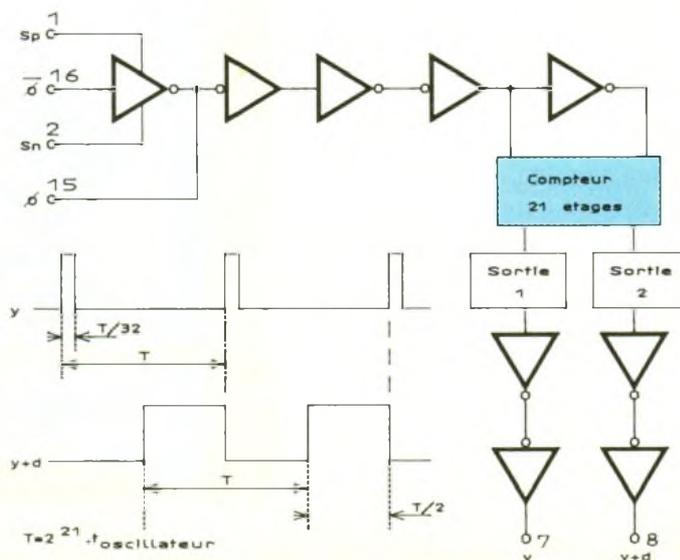
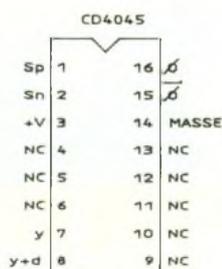
broches, à savoir les numéros 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 et 13 ne sont pas connectées.

### FUNCTIONNEMENT (fig. 2)

Pour activer les inverseurs placés en amont des étages de comptage, il est nécessaire de relier l'entrée  $S_p$  au « plus » alimentation, et l'entrée  $S_N$  au « moins ».

Nous verrons au paragraphe suivant, consacré à deux exemples d'utilisation, la façon d'utiliser les entrées 0 et 0. Au niveau des sorties dénommées y et y + d, on relève des créneaux dont la période représente  $2^{21}$  fois la période des oscillations de l'entrée. A la sortie Y, on enregistre des impulsions périodiques positives dont la durée des états hauts représente 1/32 de la période totale. Sur la sortie y + d, la période est bien

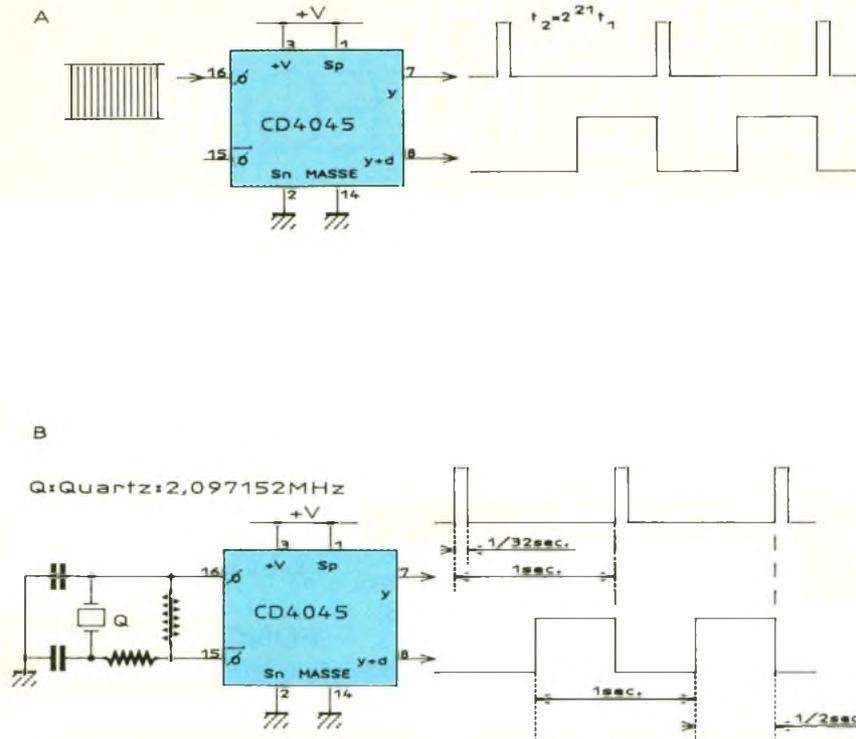
1  
Brochage.



2  
Diagramme fonctionnel

### 3 Applications :

a) diviseur 21 étages  
b) base de temps 1 seconde.



entendu la même, mais les créneaux sont équilibrés et symétriques : les états haut et bas représentent chacun 50 % de la période entière.

### UTILISATION (fig. 3)

Dans le premier exemple, on a recours à une base de temps extérieure dont la fréquence sera divisée par  $2^{21}$ , soit par 2 097 152. Un tel montage peut se révéler particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit d'obtenir des temporisations élevées. A noter que cette base de temps est directement introduite dans le circuit intégré par l'entrée 0. L'entrée 0 n'est pas utilisée.

Dans le second exemple, la base de temps est générée par un oscillateur à quartz, en faisant appel aux entrées 0 et 0 du circuit intégré. Le quartz mis en œuvre se caractérise par une fréquence nominale de 2,097 152 MHz. Ainsi, au niveau des sorties y et y + d, on obtient une période de 1 seconde, soit 1 Hz.

Ce type de montage se rencontre surtout en chronométrie.

# CHARGEURS SOLAIRES

KN Electronic propose à sa clientèle, non seulement tous les composants classiques spécifiques à la maintenance des appareils TV ou HiFi, mais également toute une gamme d'appareils de mesures, d'antennes, y compris deux modèles de chargeurs solaires.

Il est vrai que les piles deviennent de plus en plus coûteuses et s'épuisent rapidement. La solution de remplacement par des petits accus LR 6 ou LR 14 s'avère alors séduisante.

Même si, en fait, un chargeur secteur ne consomme presque rien, l'idée d'un chargeur totalement autonome, avec utilisation en bateau ou en camping, ne se trouve pas dépourvu d'intérêt.

Deux modèles sont proposés avec leur panneau solaire orientable : le type 805 pour la charge de deux accus LR 6, et le type 808 pour la charge de deux accus LR 14 ou LR 6.



KN Electronic  
100, boulevard Lefèbre

75015 Paris  
Tél. : 48.28.06.81.

# LA PAGE DU COURRIER



Petites  
Annonces

Achète Modules de Table de mixage  
**POLYKIT**  
Tél. : 86.33.14.51

## IMPRELEC

B.P. 5 - 74550 PERRIGNIER  
Tél. : 50.72.46.26  
Réalise 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. Bakelit XXP : 20 F/dm<sup>2</sup> en S.F.  
30 F/dm<sup>2</sup> en D.F., métallisation par  
cèllets. Délais rapides. Qualité profes-  
sionnelle. Chèque à la commande +  
12 F de frais de port.

## Société Vente de Composants Électroniques PARIS 10<sup>e</sup>

Métros : Gare du Nord/Est  
RECHERCHE  
Un **vendeur technicien**.  
BAC F2 exigé.  
Bonne connaissance  
des circuits intégrés.  
Dégagé des O.M.  
Tél. : (1) 40.37.70.74  
Demandez Mme MARIE

Gagnez jusqu'à  
12000 F/mois supplémentaires  
Demandez chez vous  
un job génial indépendant.  
Documentation contre 2 timbres :  
STOLFA (EL)  
B.P. 245  
57106 THIONVILLE Cedex

Vends **LASER HE. NE.**  
Etat neuf, 3 mW.  
Jeux de lumière hologramme  
4000 F Tél. : 20.90.87.63

Appareils de mesures électroniques  
d'occasion. Achat et vente.  
**HFC AUDIOVISUEL**  
Tour de l'Europe 68100 MULHOUSE  
Tél. : 89.45.52.11

Secrétaire technique **cherche** travaux  
de **Dactylo** à faire chez elle.  
(Rapports, mémoires, documentation,  
catalogues, etc.)  
Tarif : 25 F/page dactylographiée.  
Écrire à : Électronique Pratique  
Annonce N° 1/89  
70, rue Compans  
75019 PARIS

Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions de « 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** - 38 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises - Supplément de 38 F pour domiciliation à la Revue - 48 F pour encadrement de l'annonce.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois à la Société AUXILIAIRE DE PUBLICITE (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.

## TABLEAU ANIME

### Numéro 117, page 51

Les lecteurs auront remarqué que le schéma de principe comportait quelques anomalies. Q1 est représenté comme un N.P.N. alors qu'il s'agit d'un P.N.P. Le condensateur polarise repère C4 est bien sur C2 (4, 7 µF). Le condensateur C3 a été omis. Il est placé entre le point repère Vcc et R7. Par contre l'implantation des composants reste correcte.

## TRANSMISSION AUDIO

### Numéro 121, page 83

Dans la liste des composants il manquait les valeurs suivantes :

R16 - R17 = 1 MΩ (marron, noir, vert)  
R18 - R19 = 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
R20 = 470 Ω (jaune, violet, marron)  
R21 = 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)

## INITIATION (2<sup>e</sup> partie)

### Numéro 122, page 123

Sur les exercices de la figure 11, en b, C est placé en parallèle à Vs et non en série, de plus la référence C manque.

## TEMPORISATION A PREAVIS

### Numéro 121, page 70

Les références des transistors ont été inversées, il faut lire T1 = 2N2907 et T2 = 2N2222. Par ailleurs, attention à l'implantation du relais suivant le type, bien repérer les liaisons avec la bobine placée entre le collecteur de T2 et le plus.

Photocomposition :  
ALGAPRINT - 75020 PARIS  
Distribution :  
S.A.E.M. TRANSPORT PRESSE  
Le Directeur de la publication :  
M. SCHOCK

DEPOT LEGAL  
FEVRIER 1989  
N° D'EDITEUR 1109  
Copyright © 1989  
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 Électroniques et Scientifiques.

Direction de la Publication : M. SCHOCK. - Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX  
Commission paritaire 60165.

Répertoire  
des  
Annonces

ABONNEMENT .....	34
ACER .... 3, 92, 108, 134 + II <sup>e</sup> et III <sup>e</sup> couv.	
AG ELECTRONIQUE .....	122
AMSTRAD .....	131
ARQUIE COMPOSANTS .....	120
BRAY FRANCE .....	94
CENTRE ETUDES .....	6, 24
CIBOTRONIC .....	30, 32, 33, 35
CIF .....	19
CRELEC .....	38
CYCLADES (LES) .....	23
DECOCK ELECTRONIQUE .. 61, 118, 119	
DEPOT ELECTRONIQUE (LE) (RETEX) 24, 94	
EDITIONS WEKA .....	22, 117
EDUCATEL (UNIECO) .....	10-11
ELECTROME .....	125
ELECTRONIQUE PRATIQUE .....	122
ELS .....	124
EURELEC (encart broché) 67, 68, 69, 70	
FLAM .....	129, 131
FRANÇAISE D'INSTRUMENTATION 119	
GODEFROY (EDITIONS) .....	128
HOHL ET DANNER .....	26, 129
IPIG .....	14
INGELOR .....	24
KARL LEISTER .....	98
KN ELECTRONIQUE .....	132
LEXTRONIC .....	127
MABEL .....	30
MATEK .....	124
MATILEC .....	38
MESURELEC .....	121
MICRO SOLD .....	32
1001 PILES .....	129
MMP .....	6
PENTASONIC .....	25, 26, 27, 28, 29
PERLOR RADIO .....	4
PRAGMA SCANNER'S .....	5
PROMOTRONIC .....	130
PUCES INFORMATIQUES .....	38
R.A.E (ALGERIE) .....	131
RADIO KIT (RK) .....	124
RADIO MJ .....	7, 8, 9
RAM .....	12, 13
REUILLY COMPOSANTS ..... 3, 92, 108, 134, + II <sup>e</sup> et III <sup>e</sup> couv.	
ROCHE .....	60
SAFICO .....	31
SAINT QUENTIN RADIO .....	20-21
SALON SIEL .....	36, 37
SELECTRONIC .....	31, 52, 94, 98
SLOWING .....	18
S.N. GENERATION VPC .....	126
SOLISELEC .....	15, 16, 17
SOCIETE NOUVELLE RADIO PRIM (SNRP) .....	123
TCICOM .....	7
TECNI TRONIC .....	6
TELE S' MARC (TSM) .....	39, 40, 41
TERAL .....	IV <sup>e</sup> de couv.
TOLERIE PLASTIQUE (LA) .....	109
TOUTE L'ELECTRONIQUE .....	122
TOUT POUR LA RADIO (TPR) .....	124
UNIECO (EDUCATEL) .....	10, 11
YAKECEM .....	5
DIVERS .....	130

**NOUVEAU**  
**OX 720 METRIX**  
2 x 20 MHz



Testeur de composants. Fonctions X Y.  
Base de temps réglable. **3660 F**

# Composants TERAL

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

**26**  
RUE TRAVERSIÈRE  
PARIS 12<sup>e</sup>  
TÉL. : 43.07.87.74 +  
MÉTRO : GARE DE LYON

**Beckman**



**9020**  
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard.  
Testeur de composants.  
Chercheur de trace.  
Livré avec 2 sondes combinées **3890 F**

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

**FLUKE PROMOTION**

DM 73 ..... **839 F**  
DM 77 avec housse anti-choc ..... **1499 F**

**OSCILLOSCOPES**



**NOUVEAU**  
HM 203/6  
Double trace 2 x 20 MHz 2mV à 20 V. add. sous-t. déclench.  
AC-DC-HF-BF. Testeur de composants.  
Livré avec 2 sondes combinées ..... **3830 F**  
HM 100/5  
3 x 100 MHz avec 2 sondes ..... **8780 F**

**NOUVEAU**  
HM 205-2  
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants.  
Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.  
Livré avec 2 sondes combinées ..... **6580 F**  
HM 604. 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5. Post.  
accélééré 14 KV avec 2 sondes combinées ..... **6760 F**

HM 8001. Appareil de base avec alimentation  
permettant l'emploi de 2 modules ..... **1550 F**  
HM 8021-2. Fréquence-mètre  
10 Hz à 1 MHz Digital ..... **2478 F**  
HM 8032. Générateur sinusoïdal  
20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence ..... **1850 F**  
HM 8035. Générateur d'impulsions  
2 Hz à 30 MHz ..... **PROMOTION 2355 F**

**UNAOHM**

G 4020 - 2 x 20 MHz. Ligne à retard. Testeur de composant.  
Recherche automatique de la trace. Avec 2 sondes ..... **3730 F**

**G 4030**  
Double base de temps. Double trace.  
2 x 20 MHz. Bases de temps  
réglables. Testeur composant  
chercheur de trace  
avec 2 sondes. **4680 F**

**CHAUVIN ARNOUX**

**"SPECIAL ENSEIGNEMENT"**

Campus est conçu pour supporter le  
survolage et les étincelles dues aux  
fausses manœuvres. Simple et  
robuste, il résiste  
aux chocs ..... **494 F TTC**

**MICA GP 2**



Hold. Test-diode.  
Bip sonore.  
Protection  
Prix : **1240 F**

Accessoires mesure. Pince de test.  
Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.  
**Demandez notre tarif**

Fers	
Antex CS 17 LD ..... <b>125 F</b>	JBC 15 W LD ..... <b>120 F</b>
Antex XS 25 LD ..... <b>125 F</b>	JBC 30 ..... <b>97 F</b>
Panne LD à partir de ..... <b>27 F</b>	JBC 40 ..... <b>97 F</b>
Fer à souder rechargeable Express ..... <b>378 F</b>	

**TERAL LE SPECIALISTE DES COMPOSANTS ET DE LA MESURE. UNE VISITE S'IMPOSE A VOUS DE JUGER**

**MULTIMETRES**

**Beckman**

DM 10 - Modèle de poche ..... **340 F**  
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip ..... **440 F**  
DM 20 L - Gain trans. Bip ..... **497 F**  
DM 23 - Précision 0,5 % HFE ..... **587 F**  
DM 25 L - Test trans. et Capa ..... **680 F**  
DM 71 ..... **399 F**  
DM 73 - Gamme Auto-Mini ..... **490 F**  
DM 77 - Gamme Auto-Hold ..... **610 F**  
DM 850 ..... **1650 F**  
T 100 B - 2000 points - Bip ..... **880 F**  
T 110 B - 2000 points - Hold ..... **995 F**  
DM 78 - Multi de poche. Avec étui ..... **249 F**

EDM 1122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions.  
Test de continuité sonore. Fréquence-mètre. Test  
capacité. Test diode ..... **649 F**

**METRIX MULTIMETRES**

• MX 112 A ..... **590 F**  
• MX 512 ..... **920 F**  
• MX 562. 2000 points 3  
1/2 digits.  
Précision 0,2 %. 6 fonctions.  
25 calibres ..... **1240 F**  
• MX 563 ..... **2490 F**  
• MX 575. 20 000 points.  
21 calibres. 2 gammes.  
Compteur de  
fréquence ..... **3140 F**

• MX 573. Multimètre digital analogique ..... **2840 F**  
• IA 303. 20 000 Ω/V CC. VC : 3 à 750 V.I.C : 30 mA à 15 A  
IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ ..... **810 F**  
• MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V.  
Int. DC 25 μA à A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ.  
Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V ..... **1080 F**  
• MX 482 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V.  
VA : 3 à 1000 V. IC : 100 μA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à  
10 MΩA ..... **820 F**  
• MX 111. Analogique. 42 gammes. 20 000 Ω/VCC  
6320 Ω/VCA. 1600 V/CC-CA ..... **550 F**

**FREQUENCEMETRES**

**Beckman**

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur Intervalles  
Périodes 8 afficheurs ..... **3070 F**

**CENTRAD**

346 - 1 Hz 600 MHz ..... **1880 F**  
MC 713 - Mesureur de champ ..... **3499 F**

**GENERATEURS DE FONCTIONS**

FG2. 7 gammes Sinus carrés triangles  
Entrée VCF-OFFSET Beckman ..... **1978 F**  
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres.  
Faible dist. imp. 600 Ω ..... **1270 F**  
SG 1000. Générateur HF. 100 KHz à 150 MHz. 6 calibres  
Précis 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor ..... **1200 F**  
368. Générateur de fonction 1 Hz à 200 kHz  
Signaux carré sinus triangle Centrad ..... **1420 F**

**ALIMENTATIONS**

**ELC**

AL 784 ..... **350 F**  
AL 785 ..... **450 F**  
AL 745 AX ..... **650 F**  
AL 812 ..... **690 F**  
AL 813 ..... **750 F**  
AL 781 N ..... **1845 F**  
ALIM - ELC

**PROMOTION DU MOIS ALIMENTATION 13,8 V - 5 A PRIX TERAL 450 F**

**CATALOGUES ET DOCUMENTATION SUR TOUTES LA MESURE - KITS - ILP COMPOSANTS - FICHES - CABLES A DES PRIX FOUS**

**MONACOR**

**NOUVEAUTES**

DMT 1000 A. Multimètres digital automatique. Grand  
affichage 19 mm. Avec mémoire. Clavier avec touches  
sensibles 20 A.

PROMO ..... **498 F**

DMT 7000. Multimètre digital. Grand affichage 19 mm.  
Test Capacité. Fréquence-mètre 20 Hz à 200 kHz. Test  
diode Test transistor 20 A.

PROMO ..... **597 F**

**ANTENNES**

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

**ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE**

Forme satellite, 30 dB ..... **360 F**

**Modules, adaptation video**

UNI - 1 A. Module d'adaptation SECAM sur un magnéto-  
scope VHS/PAL. Le module ..... **360 F**  
Pour autre adaptation, nous consulter.

**CIRCUITS TTL PROMO**

Regulateurs ..... **3,90 F**  
74 LS 00 ..... **1,20 F** 74 LS 138 ..... **2,40 F**  
74 LS 02 ..... **1,10 F** 74 LS 139 ..... **2,40 F**  
74 LS 05 ..... **1,30 F** 74 LS 157 ..... **2,20 F**  
74 LS 42 ..... **1,30 F** 74 LS 244 ..... **4,20 F**

**SUPPORTS TULIPE**

8 B - 14 B - 16 B - 18 B - 20 B - 24 B - 28 B - 40 B.  
La broche ..... **0,20 F**

**RELAIS TYPE EUROPEEN**

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

**LIGNE RETARD**

470 - NS ..... **25 F** Quartz 6-5536 ..... **12 F**

**PERCEUSES MAXICRAFT**

Perceuse 42 W avec 9 outils ..... **99 F**  
Perceuse 42 W avec 15 outils ..... **176 F**  
Perceuse 50 W ..... **190 F**  
Alimentation pour perceuse ..... **135 F**  
Support perceuse ..... **85 F**  
Forets, meules,  
polissoirs ..... disponibles

**MICRO-PROCESSEUR**

MC 1488 ..... **9,50** MM 53200 ..... **47,00**  
MC 1489 ..... **9,50**  
MC 6809 E ..... **63,00**  
MC 68 A 02 ..... **45,00** 68705 P3 ..... **120,00**  
MC 68 A 21 ..... **25,00** 6802 ..... **38,00**  
MM 4164 ..... **17,00** 6821 ..... **14,00**  
MM 2732 ..... **37,00** MM 2732 ..... **37,00**  
MM 2716 ..... **35,00** MM 2114 ..... **19,00**  
MM 2764 ..... **35,00** MM 4116 ..... **24,00**  
SPO 256 ALL ..... **135,00** TDA 2822 ..... **14,00**

**DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR**

5 VA 1 second ..... **34,00** 5 VA 2 second ..... **37,00**  
12 VA 1 second ..... **44,00** 12 VA 2 second ..... **47,00**  
25 VA 1 second ..... **63,00** 25 VA 2 second ..... **65,50**  
40 VA 1 second ..... **84,50** 40 VA 2 second ..... **87,50**  
60 VA 1 second ..... **93,50** 60 VA 2 second ..... **98,00**

**LABOTEC**

Pour faire vos circuits imprimés, TERAL s'est équipé de la célèbre machine LABOTEC. Elle est à votre service pour les réaliser vous mêmes au moind coût. Tout le matériel nécessaire est, comme d'habitude, disponible chez TERAL.

Résistance 1/2 W, valeur courante  
Prix uniquement par quantité  
Panachée : **7,80 F** les 100 - Panachés **32,50 F** les 500  
Panachés : **65 F** les 1000

**COMPOSANTS**

**TRIMMER MULTITOURS**

AJUSTABLES (25 T)  
100 Ω - 200 Ω - 500 Ω - 1 kΩ - 2 kΩ - 5 kΩ - 10 kΩ - 50 kΩ  
100 kΩ - 200 kΩ - 500 kΩ ..... **9,70 F**

**CONDENSATEURS MKH**

De 1 nF à 0,1 μF ..... **1,20 F** pièce  
De 0,15 μF à 0,22 μF ..... **1,90 F** pièce  
De 0,27 μF à 0,39 μF ..... **2,15 F** pièce  
De 0,47 μF à 0,68 μF ..... **3,20 F** pièce

**CANON A SOUDER**

9 Br mâle ..... **3,95 F** 25 Br mâle ..... **6,10 F**  
9 Br fem ..... **4,20 F** 25 Br fem ..... **7,10 F**  
Capot 9 B ..... **3,80 F** Capot 25 B ..... **4,50 F**  
15 Br mâle ..... **5,30 F** 37 Br mâle ..... **22 F**  
15 Br fem ..... **6,00 F** 37 Br fem ..... **24 F**  
Capot 15 B ..... **4,00 F** Capot ..... **16 F**

**COFFRETS**

ESM	TEKO
EB 2108 FA ..... <b>77,40 F</b>	P1 ..... <b>16 F</b> - P2 ..... <b>22 F</b>
EC 27M3 ..... <b>178 F</b>	P3 ..... <b>36 F</b> - P4 ..... <b>62 F</b>
ET 32M1 ..... <b>187 F</b>	AUS 12 ..... <b>78 F</b>
ER 48/04 ..... <b>240 F</b>	AUS 22 ..... <b>87 F</b>
ER 48/09 ..... <b>327 F</b>	CAB022 ..... <b>62 F</b>

Remise valable jusqu'au 30 novembre  
**TOUS LES MODELES DISPONIBLES**  
DOC ET TARIF SUR DEMANDE



**CIRCUITS PREAMPLIFICATEURS - AMPLIS HYBRIDES ET MOS DE PUISSANCE - ALIMENTATION TORIQUES - TRANSFORMATEURS TORIQUES**

**FICHES**

DINS - JACKS - CANNON - FICHES  
BANANES - FICHES ALIM. - ETC.

**OK KIT**

PL 66 alim digitale  
PL 82 freq 50 MHz  
OK 86 freq 1 MHz  
PL 61 capac digit  
PL 56 Volt. digit  
OK 123 Génér BF  
PL 44 Base de temps

**SAFICO**

L'OUTILLAGE POUR  
L'ETUDIANT ET LE PRO  
**CIF**  
TOUTE LA GAMME  
DU N° 1 FRANÇAIS

**PROMO NC**

**JELT**  
POUR PROTEGER VOS  
MONTAGES ELECTRONIQUES  
ET LES ENTRETIENIR.

**MECANORMA**

**NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS DES KITS TSM**



**TOUS LES COMPOSANTS DES «KITS COLLEGES» SONT DISPONIBLES SEPAREMENT. LISTE ET PRIX SUR DEMANDE**