

# Electronique pratique

16<sup>F</sup>

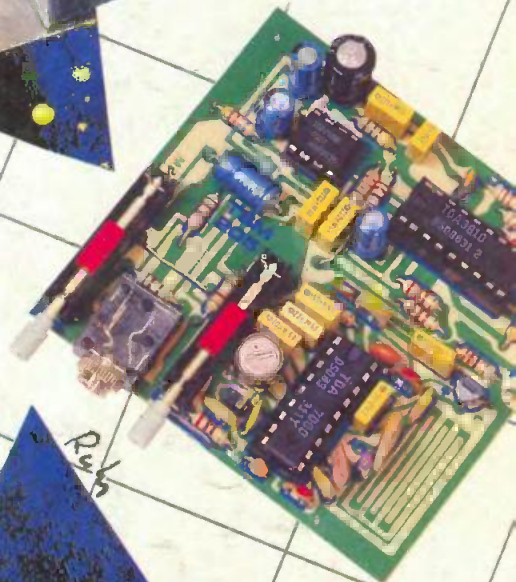
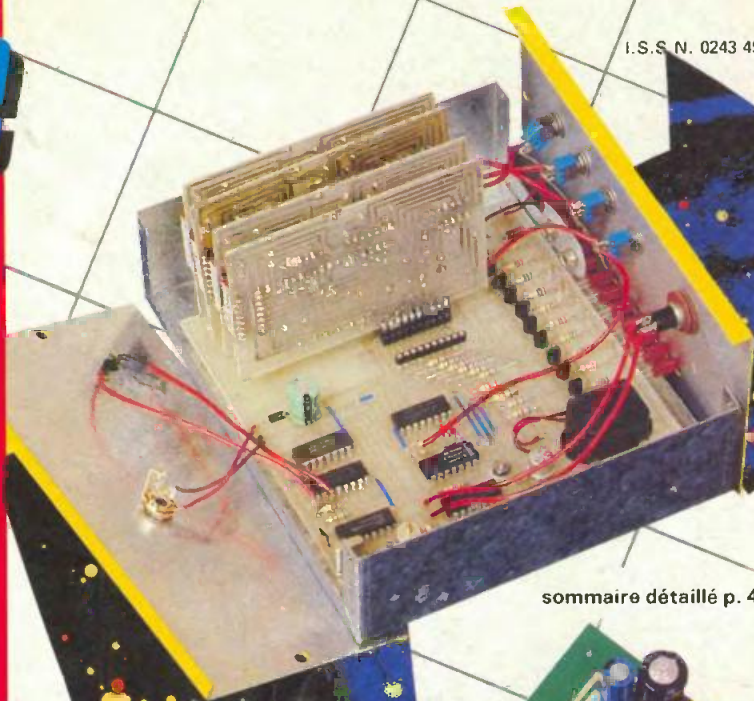
N° 103 NOUVELLE SÉRIE AVRIL 1987

BELGIQUE : 100 FB - LUXEMBOURG : 115 FL - SUISSE : 5,00 FS  
ESPAGNE : 250 Ptas - CANADA : \$ 2,75

**UN PESON ÉLECTRONIQUE**  
**RÉVEIL MATIN PROGRAMMABLE**  
**ALARME COUPURE SECTEUR**  
**SURVEILLANCE TÉLÉPHONIQUE**  
**MULTIMÈTRE METEX M-3650**  
**RÉCEPTEUR FM TSM, ETC...**

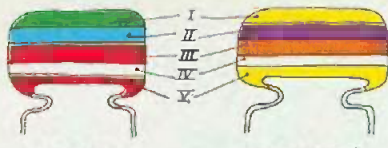
I.S.S.N. 0243 4911

sommaire détaillé p. 48



T 2437 - 103 - 16,00 F





5600 pF

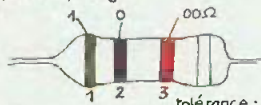
47000 pF

IV : tolérance  
blanc ± 10%  
noir ± 20%

V : tension  
rouge 250V  
jaune 400V

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

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



tolérance : or ± 5% argent ± 10%

1 <sup>ère</sup> bague 1 <sup>er</sup> chiffre	2 <sup>ème</sup> bague 2 <sup>ème</sup> chiffre	3 <sup>ème</sup> bague multiplicateur
0	0	X 1
1	0	X 10
2	0	X 100
3	0	X 1000
4	0	X 10 000
5	0	X 100 000
6	0	X 1 000 000
7	0	
8	0	
9	0	

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 « Le précédent numéro a été tiré à 110 000 ex. »  
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA  
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Couverture : M. Raby. Avec la participation de P. Rabby, D. Roverch, Ph. Gasser, D. Pagnoux, R. Knoerr, P. Wallerich, R. Rateau, S. Oiry, C. Pichon, A. Garrigou.  
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75019 Paris - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées)  
CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER  
Service publicité : Pascal DECLERCK  
Promotion : Société Auxiliaire de Publicité  
Mauricette ELHINGER

70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05  
Direction des ventes : Joël PETAUTON  
Abonnements : Odette LESAUVAGE

ABONNEMENTS : Abonnement d'un an comprenant : 11 numéros ELECTRONIQUE PRATIQUE - Prix : France : 176 F.

## VOIR NOTRE TARIF « SPECIAL ABONNEMENT » PAGE 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 : 16 F.  
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.  
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ●  
Pour tout changement d'adresse, joindre 1 F et la dernière bande.

# Electronique pratique

N° 103 AVRIL 1987

## REALISEZ VOUS-MEMES

Un réveil-matin à plusieurs alarmes	49
Une alarme coupure secteur	70
La surveillance téléphonique	79
Un détecteur d'électricité statique	89
Une sonde logique	92
Un peson électronique	95
Un banc de montages	107
Une alarme sac à main	112

## EN KIT

Détecteur de câbles EXPE 13 MTC	58
Ampli-tuner pseudo-stéréo TSM 205	86

## PRATIQUE ET INITIATION

Le multimètre METEX M-3650	61
ISKRA DM-5000	94
Les transformateurs et la stabilisation	117
Fiches techniques : le CD 4033	125

## DIVERS

Nos lecteurs	129
--------------	-----

Un encart broché 2 pages Weka situé entre les folios 18 et 19 est réservé aux abonnés.





# UN REVEIL ~ MATIN A PLUSIEURS ALARMES

Mon travail m'obligeant à pratiquer les horaires en quarts (une semaine du matin où je me lève à 4 h 30 et l'autre semaine où je me lève à 9 heures). Il me faut changer l'heure de mon radioréveil chaque semaine.

**M**a femme elle, se lève tous les jours à 7 heures. Le dimanche nous nous levons ensemble à 8 heures ; jogging oblige... En ayant assez de changer souvent l'heure de mon radioréveil j'ai pensé qu'il serait intéressant de pouvoir mémoriser ces différentes heures d'une façon simple sans faire appel à un système complexe à microprocesseur.

## PRINCIPE

La fonction première d'un réveil c'est bien... de réveiller, il n'est donc pas utile de pouvoir y lire l'heure, celle-ci sera affichée en face avant en binaire par 11 diodes électroluminescentes. Ces 11 LED seront l'image du contenu d'un compteur qui comptera en unités de minutes. Nous disposerons d'un bouton avance rapide de ce compteur qui permettra la mise à l'heure.

Les sorties de ce compteur formeront un bus de 11 bits (nous verrons plus loin qu'en fait 8 de ces 11 bits seront utilisés). Chaque module alarme sera câblé en parallèle sur ce bus. La mise à l'heure de l'alarme se fera soit à l'aide de straps, ou – solution plus élégante, mais plus onéreuse – à l'aide de mini-interrupteurs en boîtier *dual in line*.

Lorsqu'il y aura similitude entre le contenu du compteur et la position binaire des mini-interrupteurs l'alarme sera déclenchée. Celle-ci pourra être stoppée par un bouton poussoir. L'alimentation sera assurée par un bloc secteur délivrant une ten-



sion de 12 V/100 mA. Une pile montée en tampon servira d'alimentation de secours en cas de coupure secteur.

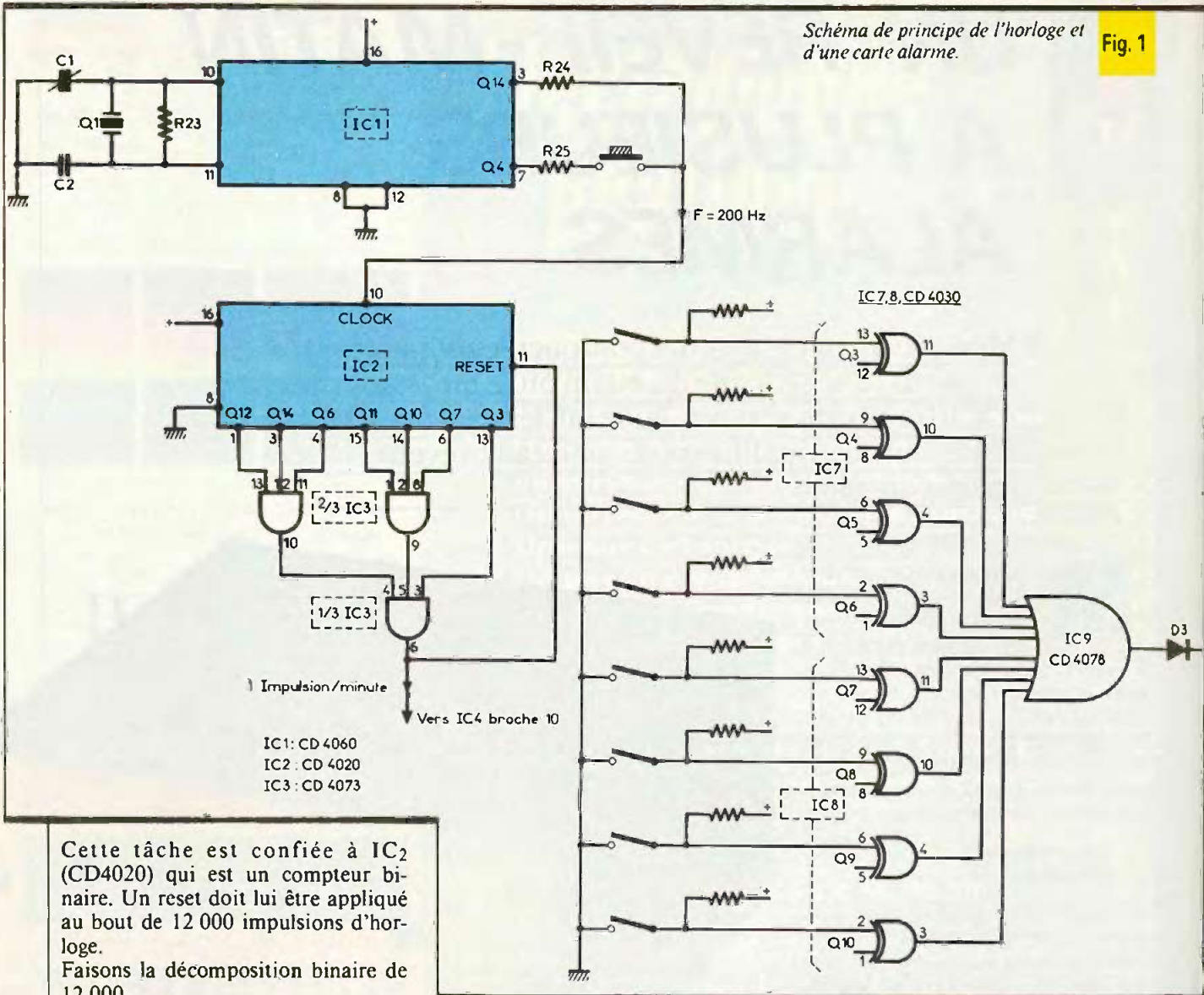
## SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PARTIE HORLOGE ET COMPTAGE

L'unité de temps minimale à compter est d'une minute. Comment créer des impulsions toutes les minutes très précises ? Nous aurions pu utiliser la référence 50 Hz du secteur mais cela oblige à utiliser une horloge de « secours » en cas de coupure.

Aussi un oscillateur à quartz a-t-il été la solution finalement retenue (fig. 1). IC<sub>1</sub> (CD4060) fait office d'oscillateur et de diviseur par 2<sup>14</sup>, un quartz résonnant à la fréquence de 3,2768 MHz branché entre les broches 10 et 11 donnera au montage une précision honorable. Cette fréquence pourra être ajustée par le condensateur variable C<sub>1</sub>. Le bouton de mise à l'heure est connecté sur la broche 7 via la résistance R<sub>25</sub> de 1 kΩ. On dispose sur la broche 3 (Q<sub>14</sub>) d'une fréquence de 200 Hz. Mais nous sommes encore loin de la minute. Pour cela, il nous faut diviser encore par 12 000 (200 × 60).

Schéma de principe de l'horloge et d'une carte alarme.

Fig. 1



IC1 : CD 4060  
 IC2 : CD 4020  
 IC3 : CD 4073

Cette tâche est confiée à IC<sub>2</sub> (CD4020) qui est un compteur binaire. Un reset doit lui être appliqué au bout de 12 000 impulsions d'horloge.  
 Faisons la décomposition binaire de 12 000.

8 192	4 096	2 048	1 024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
Q <sub>14</sub>	Q <sub>13</sub>	Q <sub>12</sub>	Q <sub>11</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>9</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0

$$12\ 000 = 8\ 192 + 2\ 048 + 1\ 024 + 512 + 128 + 64 + 32$$

Quand les sorties Q<sub>14</sub>, Q<sub>12</sub>, Q<sub>11</sub>, Q<sub>10</sub>, Q<sub>8</sub>, Q<sub>7</sub> sont au niveau haut, nous avons un niveau haut sur la broche 6 de IC<sub>3</sub> (CD4073). IC<sub>3</sub> est un triple porte et a 3 entrées. Nous disposons donc d'une impulsion toutes les minutes qui remettra à zéro IC<sub>2</sub>.

Maintenant il nous faut compter jusqu'à 1 440. En effet, dans une journée, il y a 1 440 minutes (24 × 60) (fig. 2).

La sortie 6 de IC<sub>3</sub> (1 impulsion/minute) attaque IC<sub>4</sub> (CD4040) qui est un compteur binaire. Arrivé à 1 440, soit minuit, ce compteur doit revenir

à zéro. De la même façon que précédemment, décomposons 1 440 en binaire.

1 024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
Q <sub>11</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>9</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0

$$1\ 440 = 1\ 024 + 256 + 128 + 32$$

IC<sub>5</sub> (CD4081) qui est un quadruple et à 2 entrées fera un ET logique avec Q<sub>11</sub>, Q<sub>9</sub>, Q<sub>8</sub>, Q<sub>6</sub> de IC<sub>4</sub>. Ainsi, nous aurons un niveau haut sur la broche

10 de IC<sub>5</sub> lorsque arrivera minuit. Ce niveau haut remettra à zéro IC<sub>4</sub>. Les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>11</sub> formeront un « bus » de 11 bits où viendront se greffer les cartes alarme. De façon à pouvoir lire l'heure en binaire, chaque sortie du compteur sera visualisée grâce à une diode électroluminescente L<sub>1</sub> à L<sub>11</sub>, commandée par un transistor (T1 à T11) un NPN du type BC547 ou équivalent. La résistance

de base est de 6,8 kΩ. La résistance de limitation de courant collecteur est de 1 kΩ de façon à réduire la luminosité des LED.

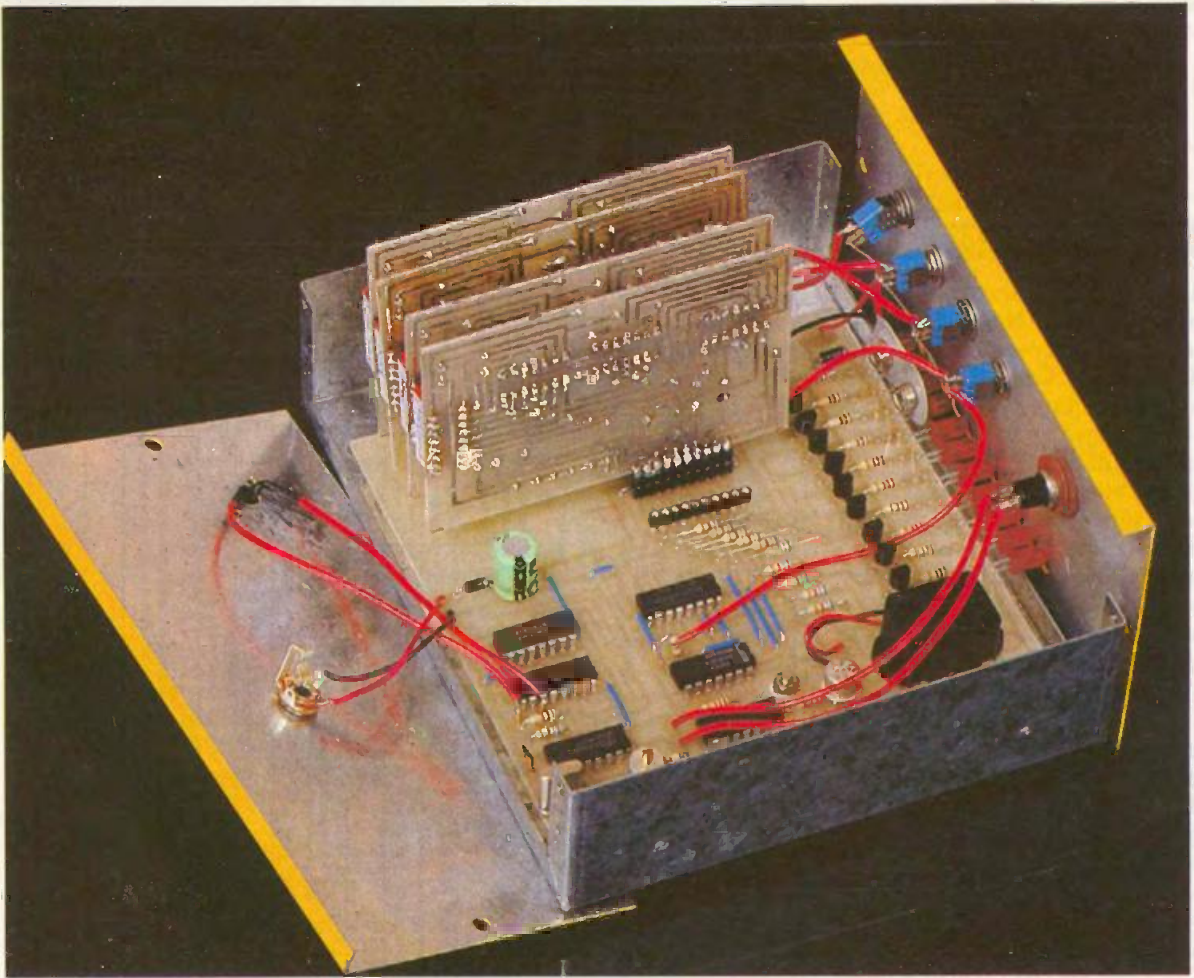
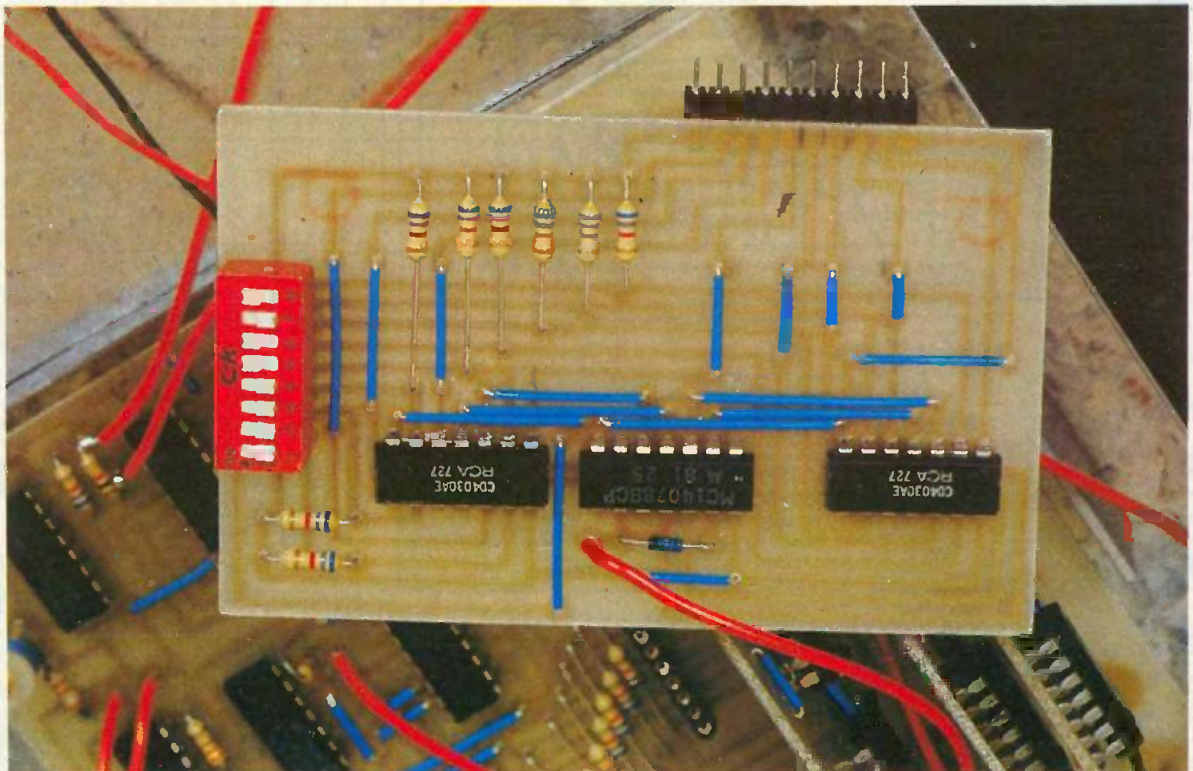


Photo 2. – La carte principale et les cartes « alarmes » placées verticalement.

Photo 3. – Présentation d'une carte « alarme ».



**MODULE ALARME**

Il y a autant de circuits d'alarme que d'heures de réveil. Nous venons de voir que nous disposons d'un bus de 11 bits en sortie de IC4. De façon à économiser le nombre de circuits intégrés par carte, voyons comment supprimer 3 de ces 11 bits.

1° Le 11 bits (le plus significatif) peut être supprimé. En effet, avec 10 bits de définition, le nombre maximal de minutes depuis minuit est de  $512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1$ , soit 1 023 ou encore 17 h 03. Il est peu probable d'avoir à se réveiller à plus de cinq heures de l'après-midi.

2° La suppression des bits 1 et 2 (les moins significatifs) ne pose pas non plus de problèmes. Nous aurons ainsi une définition de 3 minutes.

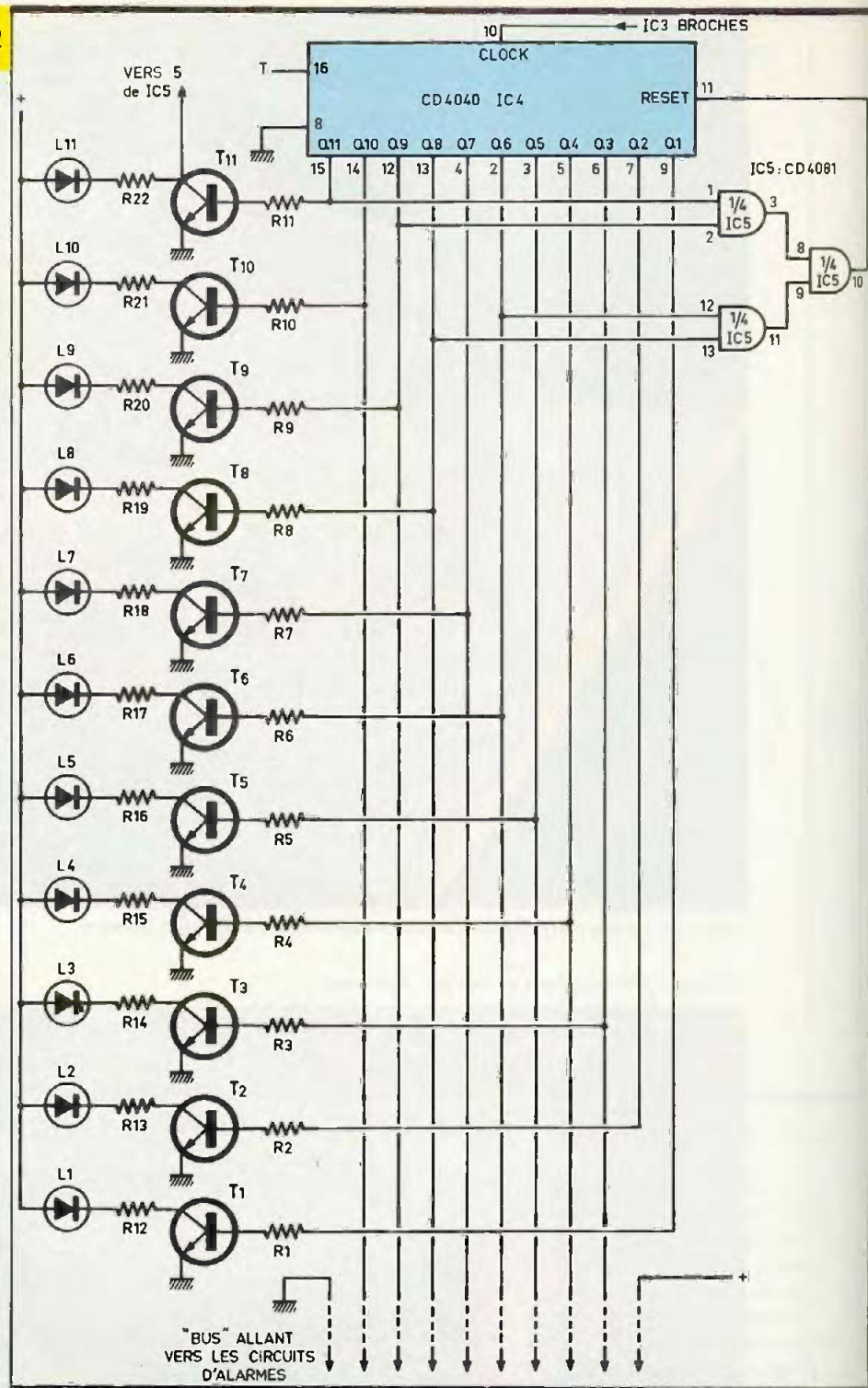
Chaque bit arrive sur une entrée d'un OU exclusif. L'autre entrée de ce OU est connectée soit à un micro-interrupteur ou à un système de straps. Si les deux entrées sont au même niveau, la sortie du OU exclusif sera au niveau bas. Dans le cas contraire, la sortie sera au niveau bas. Toutes les sorties sont reliées à une porte NOR à 8 entrées IC7 (CD4078). Si les 8 entrées sont au niveau bas, on aura un niveau haut en sortie. Un diode D1 (1N4148) sera connectée à la sortie de cette porte de façon à pouvoir mettre en parallèle plusieurs cartes alarmes.

Les 8 résistances de 6,8 kΩ servent à forcer les entrées des OU exclusifs au niveau haut.

La programmation se fera de la manière suivante. Exemple : nous désirons nous réveiller à 7 h 45... D'abord il faut convertir en minutes :  $(7 \times 60) + 45 = 465$ , ensuite décomposer ce nombre en binaire.

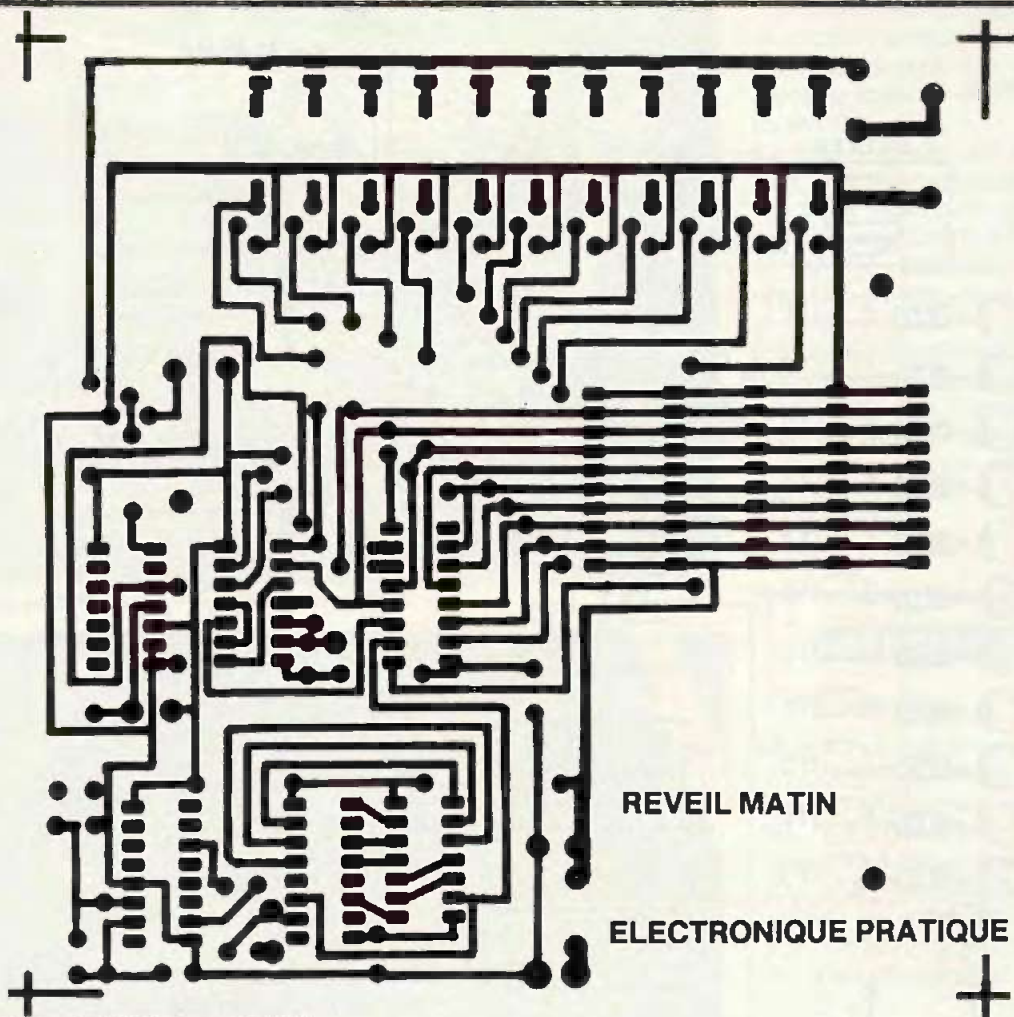
1 024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
Q <sub>11</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>9</sub>	Q <sub>8</sub>	Q <sub>7</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>
INUT	0	1	1	1	0	1	0	0	INUT	INUT

En réalité, nous nous réveillerons à 7 h 44 puisque le bit 1 est supprimé... Il faut maintenant configurer les 8 micro-interrupteurs des OU exclusifs sachant l'absence qu'un inter ferme



**COMMANDE DU BUZZER ET ALIMENTATION**

Du fait de la suppression du bit 11, l'alarme pourrait se déclencher deux fois dans la journée. Pour éviter ceci la quatrième porte ET de IC5 (CD4081) a été utilisée. Quand le bit 11 est au niveau bas, nous avons + 12 V sur le collecteur de T<sub>11</sub>. Ce collecteur est relié à une des



deux entrées de ce ET. L'autre entrée est reliée à la sortie des alarmes. La sortie peut être au niveau haut en cas de détection d'heure de réveil. En revanche, si le bit 11 est au niveau haut, on a un niveau bas sur l'entrée du ET, ce qui bloque sa sortie au niveau bas. Le circuit IC<sub>7</sub> (CD4013) permet la commande du buzzer, sa sortie Q (broche 2) pilote la base d'un transistor T<sub>12</sub> (BC 547) par une résistance de 6,8 kΩ. L'arrêt de du buzzer se fait à l'aide d'un bouton poussoir branché sur le reset du 4013 (broche 4). L'alimentation se fera par une petite alimentation type calculatrice.

### REALISATION PRATIQUE

#### Circuits imprimés

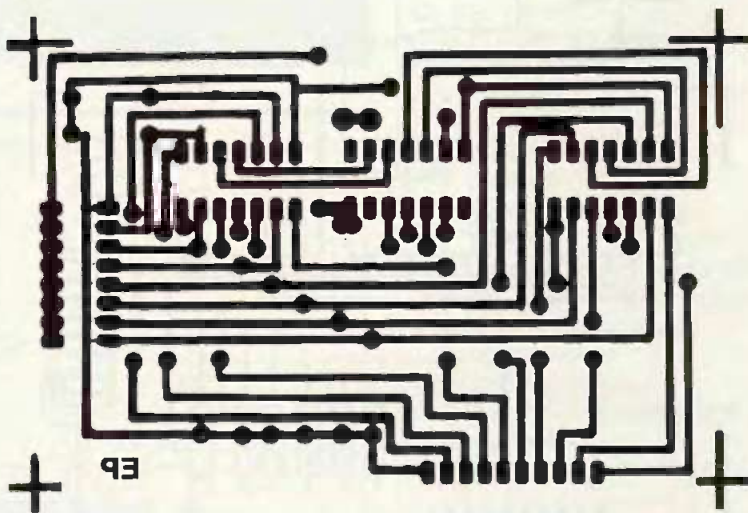
Le circuit imprimé principal mesure 125 mm par 125 mm. Les circuits alarme mesurent 90 mm par 60 mm. Volontairement, les pistes ont été espacées de façon à ne pas gêner les « débutants » en matière de circuits imprimés. De même, les traversées

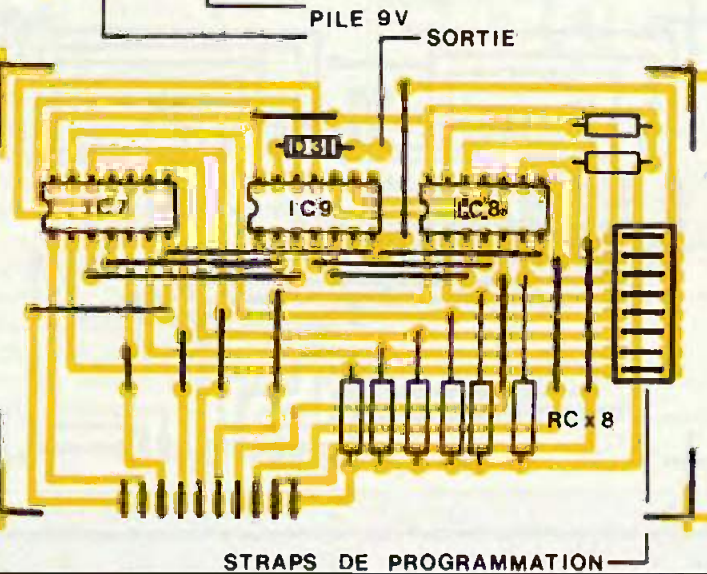
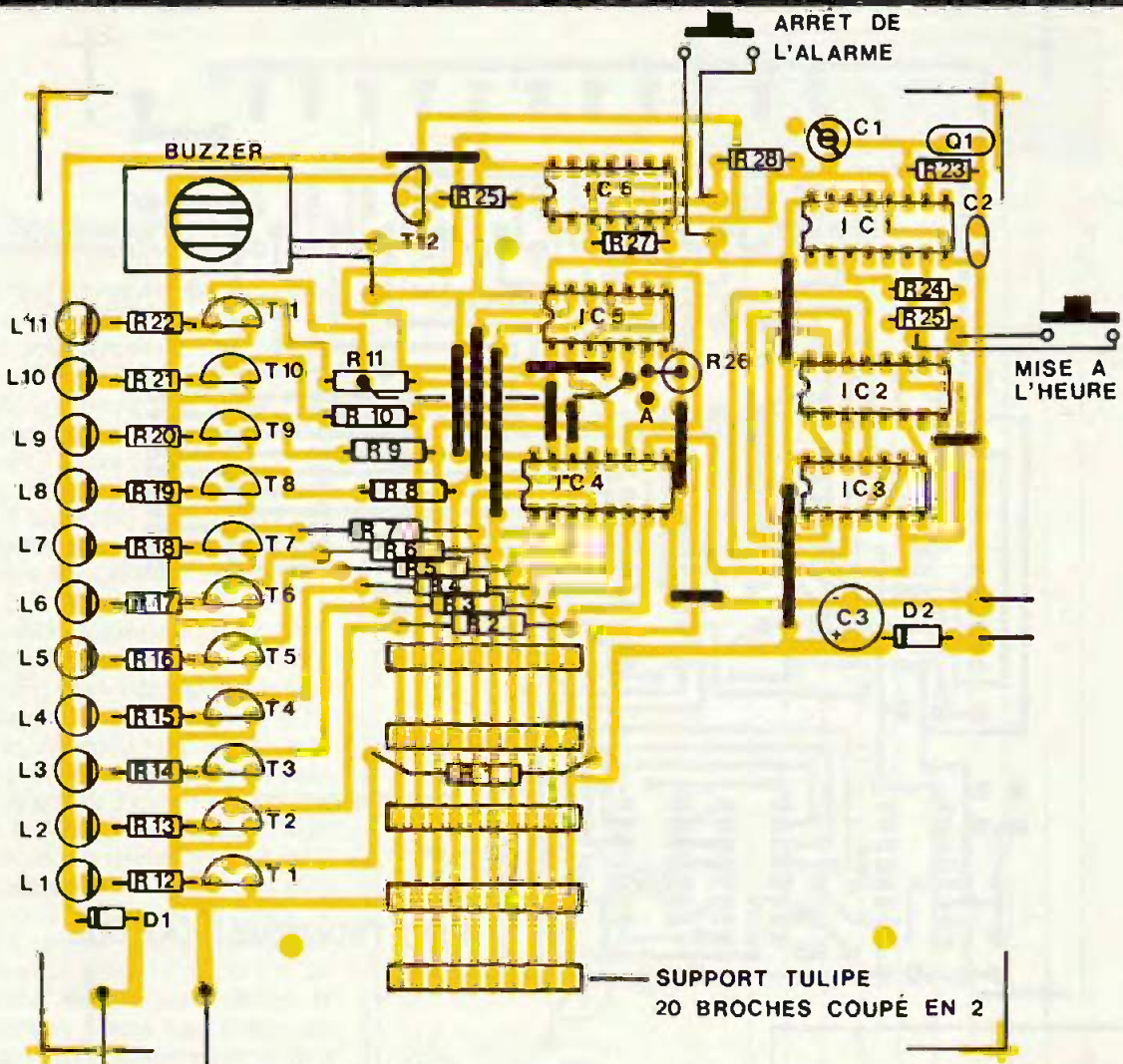
entre les pattes des circuits intégrés ont été évitées, ce qui a conduit à utiliser de nombreux straps de liaison.

La méthode photographique est vivement conseillée ici ; surtout pour les cartes alarme car il vous faudra réaliser plusieurs circuits identiques.

#### Implantation des composants

Comme d'habitude il est conseillé de commencer par les straps de liaison. Ceux-ci sont au nombre de 12 sur la carte principale et de 16 sur chaque carte alarme. Il faut utiliser des straps isolés pour les cartes alarme du fait de





quartz. Les LED seront pliées à angle droit. Le buzzer sera collé à la colle Néoprène. Les connecteurs seront réalisés avec des supports tulipe de circuits intégrés 20 broches coupés en deux. Le support de la pile sera soudé. Un morceau de cornière en alu maintiendra en place cette pile. Les sorties alarme seront reliées à leurs interrupteurs en face avant, ainsi que le bouton poussoir d'arrêt du buzzer.

**Essais et mise au point**

Après s'être assuré qu'aucune erreur n'a été commise, on pourra mettre sous tension. Si le buzzer retentit, l'arrêter à l'aide du bouton poussoir. La mise à l'heure sera faite de la façon suivante :

Exemple : il est 11 h 30 du matin. On convertit d'abord en minutes, ce qui fait  $(11 \times 60) + 30 = 690$  ; ensuite, on décompose ce nombre obtenu en puissances de deux, soit :  $690 = 512 + 64 + 8 + 4 + 2$ .

**Fig. 3 et 4** Tracés des circuits imprimés et implantations des éléments.

la proximité de certains d'entre eux. Les résistances seront câblées « couchées » à l'exception de R<sub>26</sub> ; viendront ensuite les 2 diodes, les circuits intégrés (attention au sens !), les condensateurs, les transistors, le



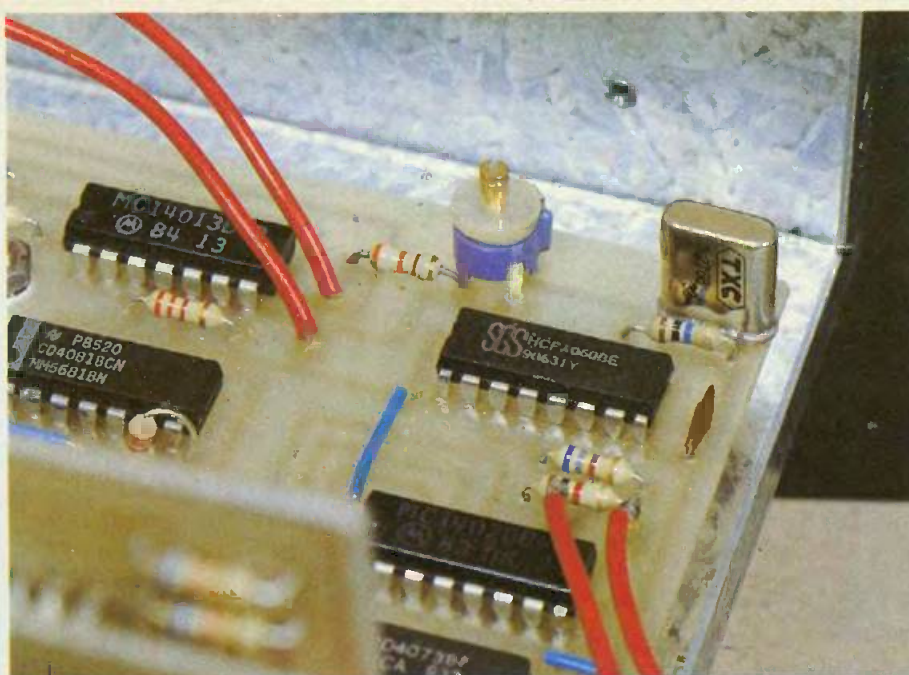


Photo 4. - La section horloge avec son quartz.

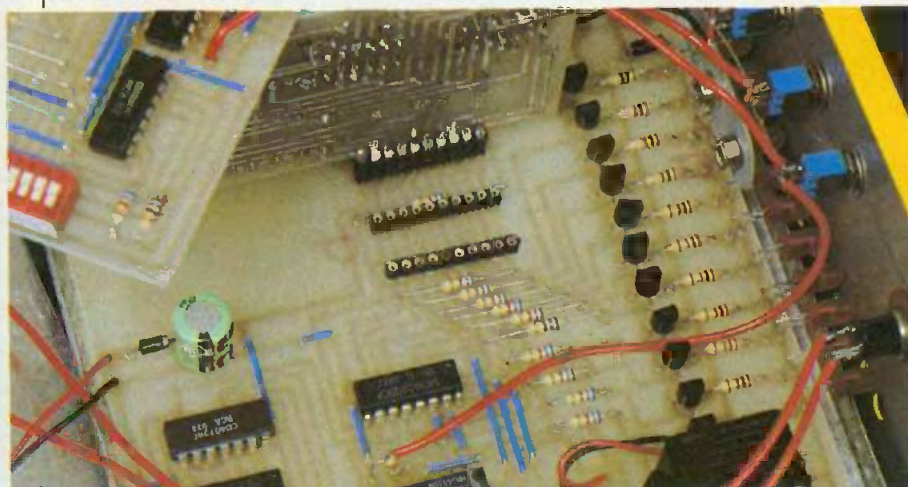


Photo 5. - Principe de liaison entre les cartes.

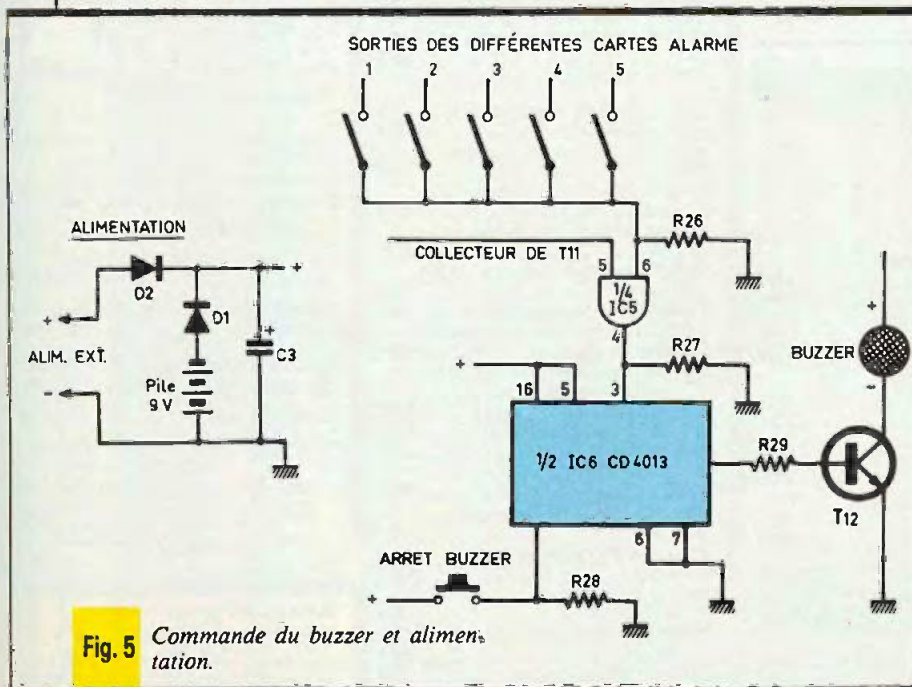


Fig. 5 Commande du buzzer et alimentation.

Il ne reste plus qu'à allumer à l'aide du poussoir de mise à l'heure les LED correspondantes. On peut ajouter quelques minutes (le temps de faire les calculs).

La mise à l'heure est faite. Maintenant, il faut programmer les alarmes une à une suivant ce qui a été expliqué plus haut dans le fonctionnement de l'alarme. Les cartes alarme peuvent être enlevées sous tension sans problèmes.

Il ne vous reste plus qu'à positionner l'interrupteur correspondant à votre heure de réveil et, éventuellement, un autre interrupteur si votre conjointe se lève à une heure différente de la vôtre.

Et bonne nuit !...

P. RABBY

### LISTE DES COMPOSANTS

#### Carte principale

- $R_1$  à  $R_{11}$  : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)
- $R_{12}$  à  $R_{22}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_{23}$  : 10 M $\Omega$  (marron, noir, bleu)
- $R_{24}$  : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)
- $R_{25}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_{26}$  à  $R_{28}$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)
- $R_{29}$  : 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)
- $C_1$  : 4/40 pF ajustable
- $C_2$  : 22 pF
- $C_3$  : 100  $\mu$ F/16 V
- $D_1, D_2$  : 1N4001
- $T_1$  à  $T_{12}$  : BC 547 ou équivalent
- $Q_1$  : quartz 3,2768 MHz
- $IC_1$  : CD4060
- $IC_2$  : CD4020
- $IC_3$  : CD4073
- $IC_4$  : CD4040
- $IC_5$  : CD4081
- $IC_6$  : CD4013
- 5 supports 20 broches (connecteurs)
- 1 support de pile 9 V (voir texte)
- 1 buzzer
- 12 straps de liaison
- 2 boutons poussoirs
- $L_1$  à  $L_{11}$  : 11 LED rouges diam. 5 mm
- 1 jack 3,5 châssis
- 1 alimentation secteur de 9 à 12 V

#### Carte alarme

- 8 résistances 6,8 k $\Omega$  (bleu, gris, rouge)
- $IC_7, IC_8$  : CD4030
- $IC_9$  : CD4078
- $D_3$  : 1N4148
- 16 straps
- Straps ou micro-inters pour la configuration
- 1 interrupteur



# EXPE 13

## DETECTEUR DE CABLES SECTEUR

Le kit EXPE 13 est un détecteur de câbles secteur. Il vous évitera de mauvaises surprises lors des travaux de perçages en vous signalant par son vibreur piézo-électrique les passages de câbles dans les cloisons.



**S**

on alimentation par pile de 9 V le rend autonome.

### LE PRINCIPE

### DES KITS

### « ELECTRONIQUE COLLEGE »

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

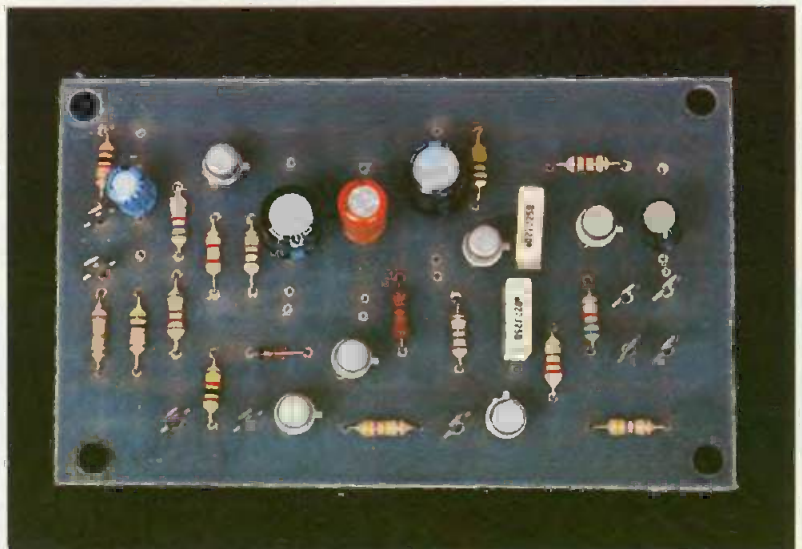
**1<sup>er</sup> choix :** Réalisation du circuit imprimé par vous-mêmes.

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

**2<sup>e</sup> choix :** Utilisation du circuit imprimé « Electronique Collège ».

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

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



En outre, ce circuit est étamé, cela facilitant le travail lors du soudage des composants. Que vous ayez choisi la 1<sup>re</sup> ou la 2<sup>e</sup> méthode, il vous reste à percer le circuit et à souder les composants.

a) Perçage : 1,3 mm pour les grandes pastilles rondes ; 0,9 mm pour toutes les autres pastilles.

b) Montage : le repérage des composants se fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54 mm. Les ordonnées sont repérées en a, b, b', c, c' d, d'... Les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8...

Pour chaque composant les coordonnées de ses connexions sont données dans le tableau de montage, vous permettant de le positionner à coup sûr correctement.

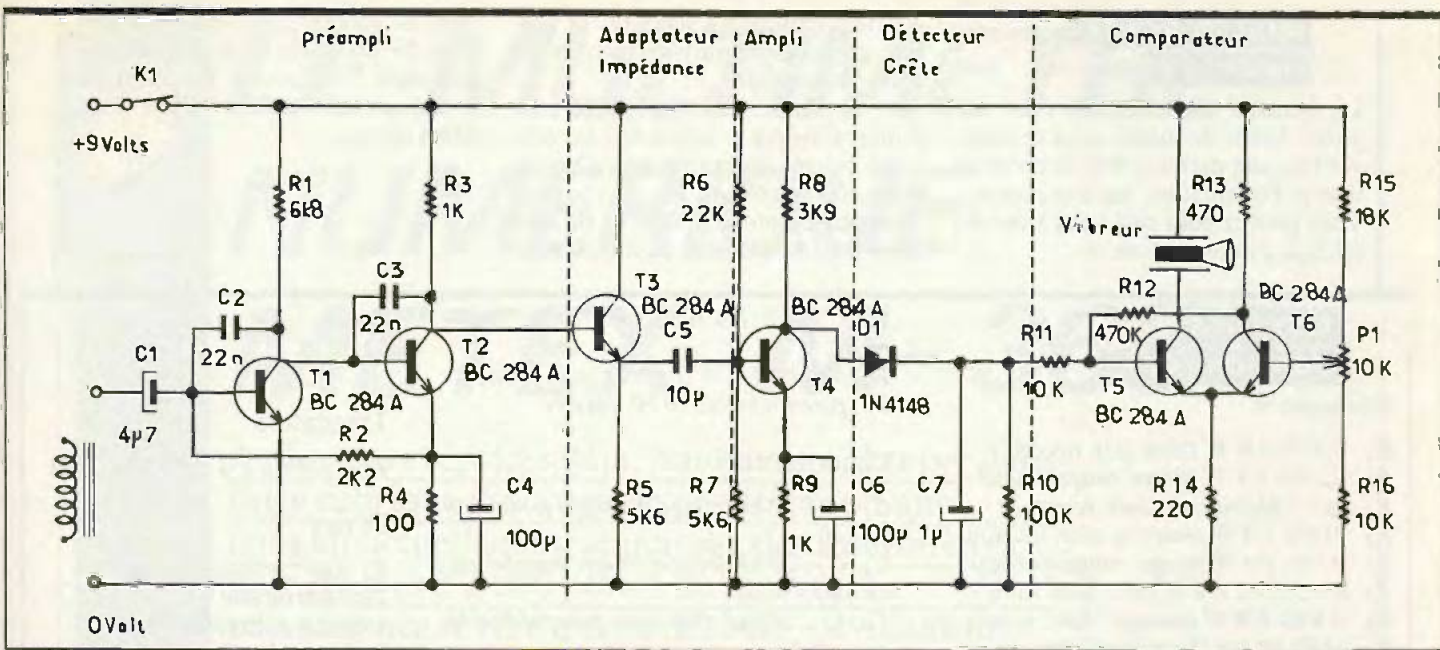
### HEMA

### DE PRINCIPE

La figure 1 propose le schéma de principe de EXPE 13.

Le signal issu du capteur attaque par C<sub>1</sub> le préamplificateur constitué de T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub>. C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> permettent une bande passante plus étroite et d'éviter les oscillations HF. T<sub>3</sub>, monté en collecteur commun, est un adaptateur d'impédance précédant l'amplificateur monté autour de T<sub>4</sub> (émetteur commun).

Le signal amplifié se retrouve sur le collecteur de T<sub>4</sub>, sa valeur crête est détectée par D<sub>1</sub>, C<sub>7</sub> et R<sub>10</sub>. Cette tension, appliquée à la base de T<sub>5</sub> par R<sub>11</sub>, est comparée à la tension de seuil



du comparateur (T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>), ajustable par P<sub>1</sub>. Le couple R<sub>11</sub>/R<sub>12</sub> permet d'avoir un basculement plus franc de ce comparateur (réaction).

### MONTAGE D'EXPE 13

Le montage nécessite une grande attention. Les composants doivent tous être montés côté non cuivré le plus près possible du circuit imprimé sauf indication contraire. Le câblage doit être effectué dans l'ordre indiqué par le tableau joint en annexe. Il est conseillé de lire le paragraphe relatif à la façon de faire une soudure correcte, ainsi que le tableau d'identification des composants, avant de poursuivre. La figure 2 propose le plan d'implantation d'EXPE 13.

Fig. 1 Schéma de principe.

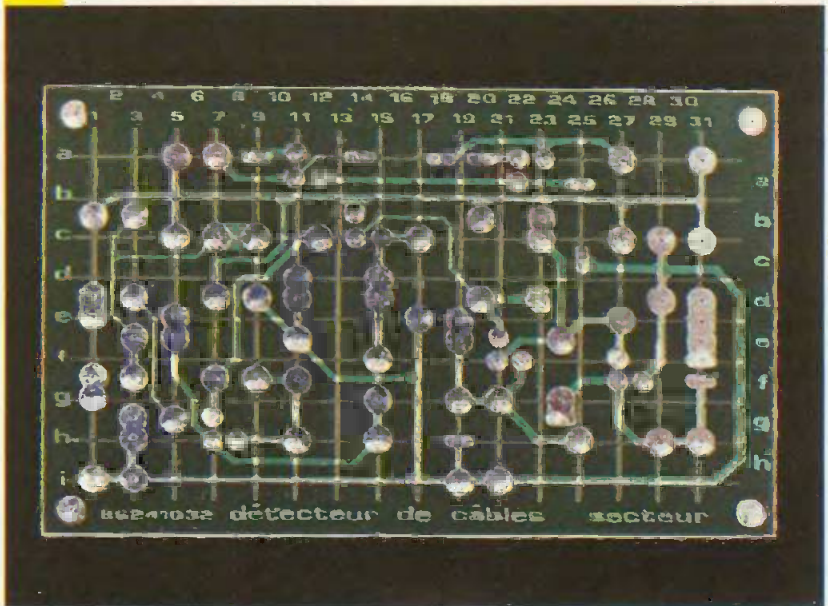
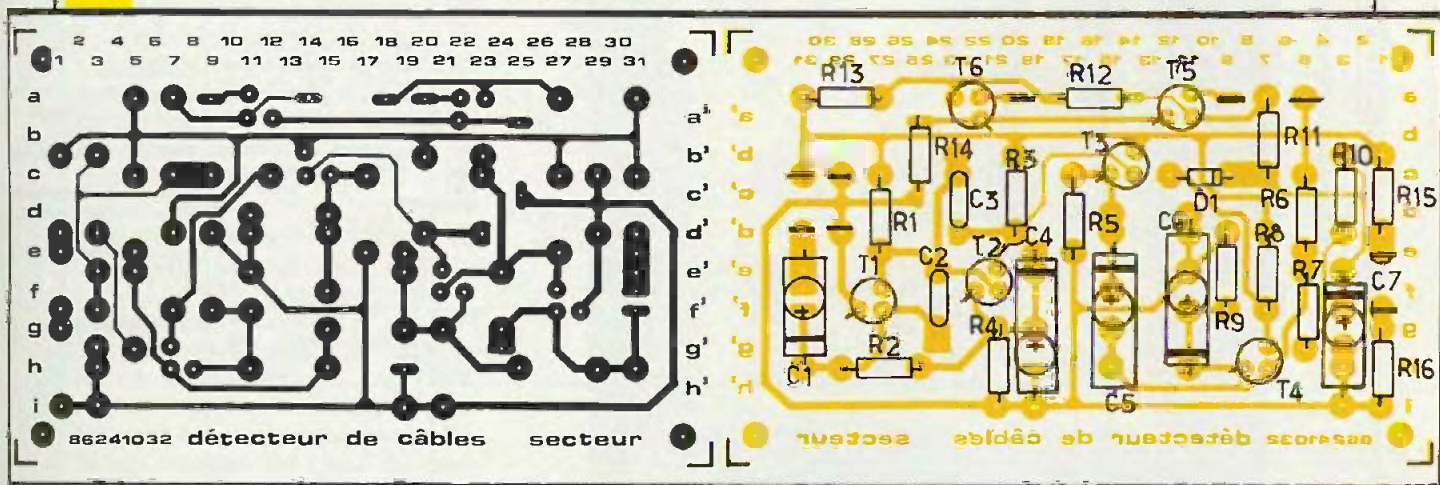


Fig. 2 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments.

Aspect du circuit imprimé



## MISE EN ROUTE D'EXPE 13

Le montage des composants est terminé. Avant de mettre sous tension, vérifiez une dernière fois l'implantation et l'orientation des composants. Vous pouvez pour cela vous aider du schéma d'implantation.

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

- R<sub>1</sub>: 6,8 kΩ 1/4 W (bleu, gris, rouge)
- R<sub>2</sub>: 2,2 kΩ 1/4 W (rouge, rouge, rouge)
- R<sub>3</sub>, R<sub>9</sub>: 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>4</sub>: 100 Ω 1/4 W (marron, noir, marron)
- R<sub>6</sub>: 22 kΩ 1/4 W (rouge, rouge, orange)
- R<sub>5</sub>, R<sub>7</sub>: 5,6 kΩ 1/4 W (vert, bleu, rouge)
- R<sub>8</sub>: 3,9 kΩ 1/4 W (orange, blanc, rouge)
- R<sub>10</sub>: 100 kΩ 1/4 W (marron, noir, jaune)
- R<sub>11</sub>, R<sub>16</sub>: 10 kΩ 1/4 W (marron, noir, orange)
- R<sub>12</sub>: 470 kΩ 1/4 W (jaune, violet, jaune)
- R<sub>13</sub>: 470 Ω 1/4 W (jaune, violet, marron)

Vérifiez ensuite les soudures et prenez garde aux courts-circuits entre pistes rapprochées.

Branchez la pile et le capteur, fermez l'interrupteur K<sub>1</sub>, approchez la ventouse à quelques centimètres d'un câble secteur parcouru par un courant. Tournez le potentiomètre P<sub>1</sub> de manière à être à la limite du fonctionne-

ment du vibreur piézo-électrique. Le seuil de déclenchement est maintenant réglé. Vous pouvez parcourir votre maison à la recherche d'éventuels câbles secteur.

- R<sub>14</sub>: 220 Ω 1/4 W (rouge, rouge, marron)
- R<sub>15</sub>: 18 kΩ 1/4 W (marron, gris, orange)
- P<sub>1</sub>: potentiomètre 10 kΩ linéaire

### Condensateurs

- C<sub>1</sub>: 4,7 μF chimique polarisé (axial ou radial)
- C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>: 22 nF (rouge, rouge, orange) ou en toutes lettres
- C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>: 100 μF chimique polarisé (axial ou radial)
- C<sub>5</sub>: 10 μF chimique polarisé (axial ou radial)
- C<sub>7</sub>: 1 μF chimique polarisé (axial ou radial)

### Diode

D<sub>1</sub>: 1N4148

### Transistors

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>: BC 284A

### Divers

- K<sub>1</sub>: inverseur unipolaire
- 1 cordon de pile 9 V
- 1 vibreur piézo-électrique
- 1 capteur de téléphone
- 9 picots
- 1 socle jack femelle

# HD Micro Systèmes®

67, rue Sartoris - 92250 LA GARENNE-COLOMBÈS  
(A 2 minutes de La Défense)

Ouvert du lundi au vendredi de 9 h 30 à 19 h 30 - Samedi de 9 h 30 à 15 h 30 et de 14 h à 18 h

Le spécialiste du compatible APPLE® et IBM® Hx. 614 260 HDM

42.42.55.09

PROMO

00 1,06 F	155 5,80 F	4060 9,80 F	6821B 38,00 F	80139 5,00 F	74N153 1,00 F
01 2,60 F	156 5,00 F	4066 6,00 F	6840 37,00 F	MPSA13 5,00 F	6514 20,00 F
02 2,00 F	157 5,20 F	4069 8,00 F	6845 80,00 F	TIP29A 4,50 F	4116 9,00 F
03 2,60 F	158 5,20 F	4071 8,50 F	6850 19,00 F	TIP30A 4,80 F	DB 25 Fem. 90° 9,00 F
04 2,60 F	160 5,50 F	4073 5,00 F	7910 Mod 240,00 F	TIP31A 6,50 F	
05 2,60 F	161 6,00 F	4075 3,20 F	765 90,00 F	TIP32A 6,50 F	
N 06 8,00 F	164 5,50 F	4078 8,00 F	Z 80 A CPU 35,00 F	TIP33B 7,50 F	
N 07 8,00 F	166 7,90 F	4081 5,90 F	Z 80 A PIO 59,00 F	TIP34B 8,50 F	
08 2,60 F	170 12,00 F	4093 5,00 F	80286-10 1 790,00 F	1N4002 0,90 F	
09 2,60 F	174 5,00 F	4070 8,00 F	80287-8 2 800,00 F	1N4148 0,30 F	
N 10 1,00 F	175 5,20 F	4071 8,50 F	80287-10 3 450,00 F	Zener, ftes valeurs 1,00 F	
11 2,60 F	190 8,00 F	4073 5,00 F	8087-2 1 890,00 F	LED OS R V J 1,50 F	
12 2,60 F	192 6,00 F	4075 3,20 F	8088-2 99,00 F	Triac 400V 8A 3,70 F	
14 2,60 F	193 6,50 F	4081 5,90 F	8237 A-5 95,00 F	Diac 2,50 F	
N 16 9,80 F	194 6,50 F	4093 5,00 F	8237 B 85,00 F		
N 17 2,60 F	195 5,00 F	4094 13,20 F	8238 A 82,00 F		
20 2,60 F	221 10,00 F	4098 5,90 F	8238 B 82,00 F		
21 2,60 F	240 6,00 F	4098 5,90 F	8253 A-5 54,00 F		
25 2,60 F	241 6,50 F	4098 5,90 F	8255 A-5 39,00 F		
27 2,60 F	243 6,90 F	4098 5,90 F	8258 49,00 F		
30 2,60 F	244 6,90 F	4098 5,90 F	8284 A 68,00 F		
32 2,60 F	245 7,50 F	4098 5,90 F	8288 68,00 F		
38 2,60 F	251 6,50 F	4098 5,90 F	8304 36,00 F		
40 3,90 F	257 1,50 F	4098 5,90 F	8330 259,00 F		
42 4,50 F	258 4,90 F	4098 5,90 F	8748 190,00 F		
44 7,90 F	259 7,90 F	4098 5,90 F	8849 150,00 F		
51 2,60 F	260 4,90 F	4098 5,90 F	8910 90,00 F		
74 2,60 F	266 4,50 F	4098 5,90 F	9216 58,00 F		
75 4,80 F	273 8,00 F	4098 5,90 F	9306 39,00 F		
77 9,40 F	279 5,20 F	4098 5,90 F	9340 75,00 F		
85 4,90 F	280 8,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
86 2,50 F	283 8,90 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
90 5,00 F	299 10,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
92 5,00 F	322 59,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
93 5,00 F	323 21,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
107 1,50 F	365 5,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
109 1,50 F	367 5,50 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
N 121 4,50 F	368 5,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
123 5,80 F	373 7,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
125 4,90 F	374 7,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
132 1,50 F	377 9,60 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
133 7,50 F	378 8,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
138 3,90 F	379 8,90 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
139 4,00 F	380 6,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
145 8,20 F	383 6,50 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
151 5,90 F	395 8,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
N 153 4,90 F	396 10,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
N 154 1,20 F	541 12,50 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		
	670 18,00 F	4098 5,90 F	9341 86,00 F		

• VENTE PAR CORRESPONDANCE  
35 F pour port, assurance, emballage, à moins de 5 kg au-dessus de 5 kg, nous consulter.  
Contre-remboursement, frais de CR et port en plus.

• Commandes administratives spéciales  
• Tarif revendeur composants et macros sur demande  
• Apple® marque déposée  
• IBM® marque déposée  
• Prix TTC modifiables sans préavis

1 290 F TTC



# LE MULTIMETRE NUMERIQUE METEX M-3650

A plusieurs reprises déjà, nous avons observé dans cette rubrique l'incroyable prolifération que connaît actuellement le marché des multimètres numériques à 2 000 points de mesure. La concurrence sévère qui en découle – évidemment profitable à l'utilisateur – incite les constructeurs à perfectionner sans cesse leurs modèles.

**D**ans cette voie, l'une des approches consiste à multiplier le nombre des fonctions proposées : de simple multimètre, l'appareil évolue ainsi, graduellement, vers un véritable petit laboratoire de poche.

## LA PHILOSOPHIE METEX

C'est dans une telle optique qu'a été conçu le M-3650 de Metex. Aux fonctions de base traditionnelles : voltmètre et ampèremètre en continu et en alternatif, ohmmètre, il adjoint la mesure des capacités, celle du gain statique  $h_{FE}$  des transistors, et même celle des fréquences, jusqu'à 200 kHz.

Une telle diversification, naturellement, entraîne un inévitable accroissement des coûts de fabrication. Pour le constructeur, la tentation est grande d'essayer de tricher, en se rattrapant sur le prix des composants employés. On trouve ainsi des multimètres dont les apparences alléchantes se font payer par un manque de précision parfois honteux.

Metex n'est pas tombé dans cette solution de facilité. Au contraire, comme nous le verrons plus loin par l'examen des caractéristiques, les précisions atteintes font partie des meilleures de la catégorie.

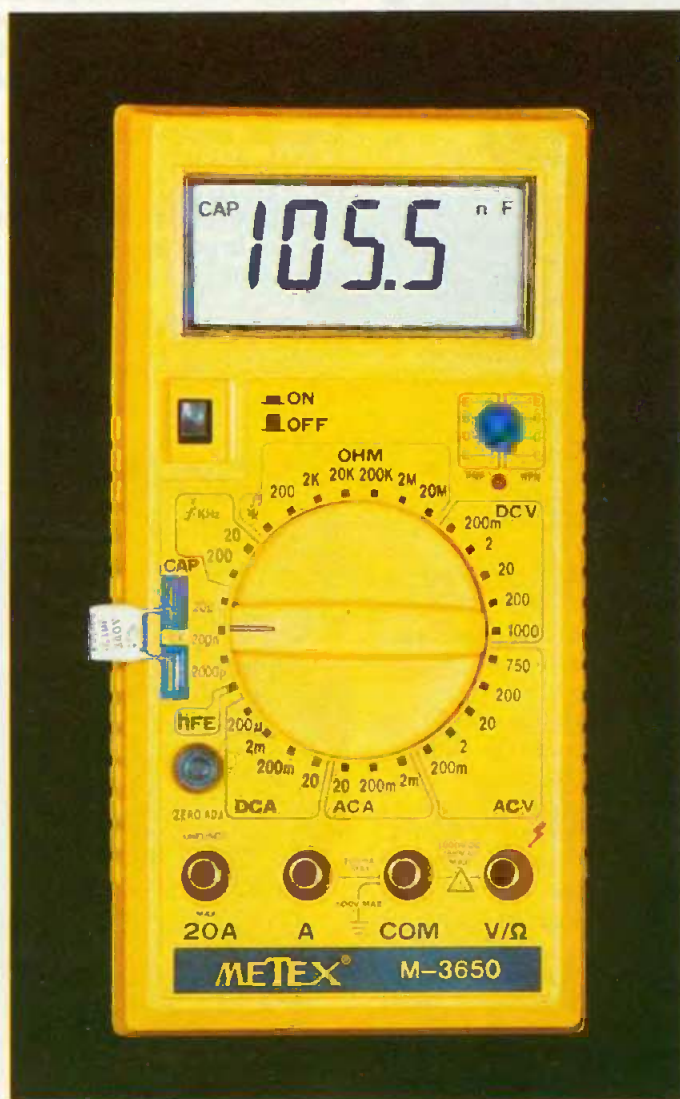




Photo 2. — Le grand commutateur rotatif, qui sélectionne gammes et fonctions, élimine les risques d'erreurs. On remarque les contacts pour les transistors et pour les condensateurs.

## PRESENTATION GENERALE

Là encore, une certaine normalisation tend à s'imposer, et nos photographies illustrent clairement la disposition retenue. Les bornes d'entrées sont évidemment des modèles de sécurité, ainsi que les cordons. Sur la face avant, on reconnaîtra les supports d'insertion des transistors (la répartition des picots s'adapte à tous les brochages usuels), et des condensateurs (les deux fentes acceptent tous les pas d'écartement des fils de sortie). La diode électroluminescente, visible en haut à droite sous le support des transistors, double visuellement le vibreur acoustique, pour les tests de continuité.

On appréciera l'afficheur LCD de grandes dimensions, et très complet. Il indique la grandeur mesurée (CAP, FREQ, h<sub>FE</sub>), en plus des inscriptions traditionnelles (unités, signe, indication de batterie basse). L'arrière du boîtier comporte une béquille escamotable, pour une utilisation commode sur table.

L'un des choix importants, dans la conception de multimètres à fonctions nombreuses, réside dans le procédé de sélection de ces fonctions, et des divers calibres. On peut opter

pour un jeu de poussoirs, ou pour un commutateur rotatif. Les combinaisons d'un nombre nécessairement élevé de poussoirs, n'apparaissent pas toujours à l'utilisateur de façon très évidente, même avec un repérage clairement dessiné. L'auteur ne cache pas sa préférence nettement marquée pour le commutateur rotatif unique, qui élimine tous les risques d'erreur. Celui du M-3650 se caractérise par un verrouillage franc des 30 positions. La cuvette, profonde, permet aux doigts les plus gros de la manipuler sans aucune difficulté.

## CARACTERISTIQUES DES FONCTIONS DE BASE

Nous entendons, par là, celles qu'on rencontre sur tous les multimètres : mesure des tensions, des intensités, des résistances. Nous nous contenterons, ici, d'en résumer l'essentiel. Le lecteur notera les précisions atteintes ; comme nous le disions d'entrée, elles se situent sensiblement au-dessus des moyennes habituelles.

**Tensions continues :** 5 calibres, de 200 mV à 1 000 V à pleine échelle, sur une impédance d'entrée de 10 M $\Omega$ . Constante sur l'ensemble des gammes, la précision atteint  $\pm 0,3\%$  de la lecture,  $\pm 1$  digit.

**Tensions alternatives :** Mêmes calibres qu'en continu, le dernier étant toutefois limité à 750 V. Précision de  $\pm 0,8\%$  de la lecture  $\pm 3$  digits.

**Intensités continues :** On dispose de 4 calibres : 200  $\mu$ A et 2 mA avec une précision de  $\pm 0,5\%$   $\pm 1$  digit, 200 mA ( $\pm 1,2\%$  de la lecture  $\pm 1$  digit), et enfin, sur une entrée spéciale, 20 A ( $\pm 2\%$   $\pm 5$  digits).

**Intensités alternatives :** 3 calibres de 2 mA, 200 mA et 20 A à pleine échelle, avec des précisions s'échelonnant de  $\pm 1\%$  à  $\pm 3\%$ .

**Résistances :** 6 calibres, de 200  $\Omega$  à 20 M $\Omega$ . Sur les quatre gammes centrale (2 k $\Omega$  à 2 M $\Omega$ ), la précision est de  $\pm 0,5\%$  de la lecture,  $\pm 1$  digit.

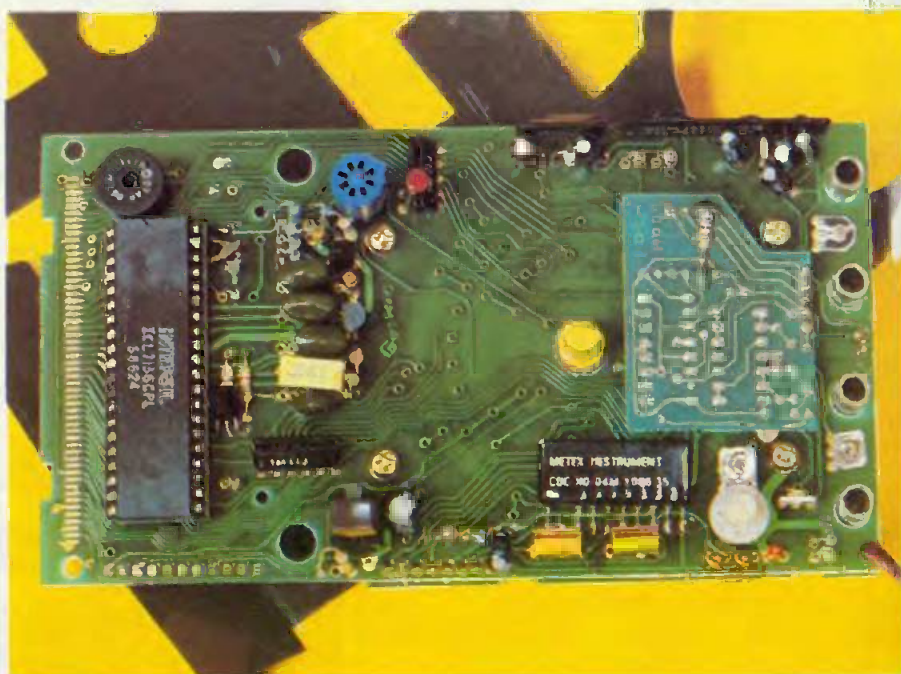
**Test des diodes :** Dans cette fonction, l'appareil mesure, avec un courant de polarisation d'environ 1 mA, la tension directe aux bornes de la jonction.

**Test de continuité :** Utile pour la vérification rapide d'un câblage, de fusibles, le test de continuité entre en action au-dessous de 30  $\Omega$ . Il se signale à la fois par l'allumage d'une diode électroluminescente, et par un vibreur sonore.

## LES AUTRES FONCTIONS

Elles concernent l'essai des transistors, le capacimètre, et le fréquence-mètre.

Photo 3. — Le circuit imprimé principal rassemble la quasi-totalité des composants, y compris les diverses bornes d'entrée.



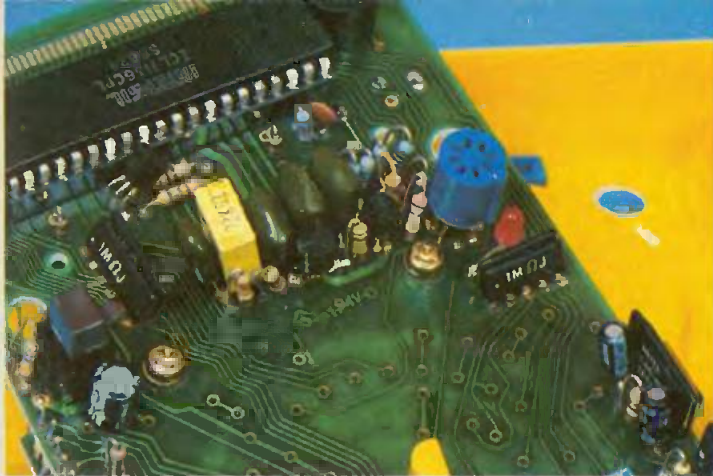


Photo 4. — Le convertisseur analogique/numérique ICL 7136, d'Intersil, constitue le cœur du système.

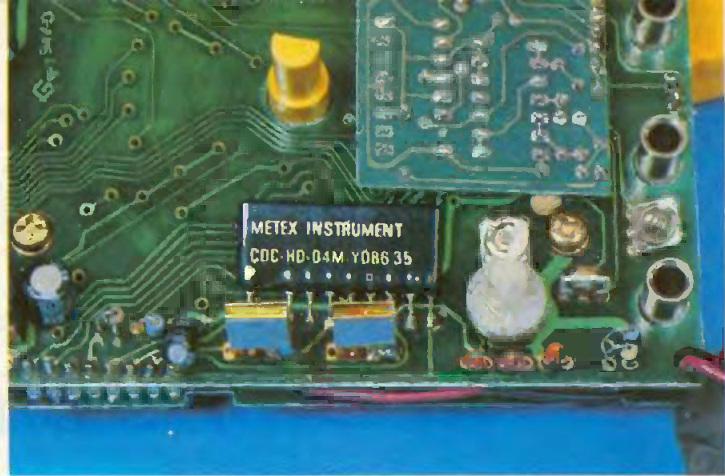


Photo 5. — Le Metex utilise un réseau intégré de résistances de précision. A droite, le potentiomètre de réglage de zéro du capacimètre.

**Essai des transistors.** Dans les transistors à jonctions de type NPN ou PNP, l'appareil injecte un courant de base de  $10 \mu\text{A}$ , sous une différence de potentiel VCE d'environ 2,8 V. Il affiche directement, entre 0 et 1000, la valeur du gain statique  $h_{FE}$ . Ce dispositif convient donc pour les transistors de petite et moyenne puissances.

**Mesure des capacités.** On dispose de trois gammes, avec 2 000 pF, 200 nF, et 20  $\mu\text{F}$  à pleine échelle, et une précision de  $\pm 2\%$  de la lecture,  $\pm 3$  digits ( $\pm 3\% \pm 5$  digits sur le dernier calibre). Comme la tension de mesure

n'excède pas 3 V crête à crête, il n'y a pas à se soucier de la polarité des condensateurs chimiques. Notons enfin qu'un potentiomètre d'ajustage du zéro permet la compensation des dérives, et celle des capacités parasites (des cordons, par exemple).

**Mesure des fréquences.** Le M-3650 opère en deux gammes, avec respectivement 20 kHz et 200 kHz à pleine échelle (résolution de 10 Hz et de 100 Hz), et une précision de  $\pm 2\%$  de la lecture  $\pm 3$  digits. Il se montrera donc efficace dans le domaine de la BF (au sens large du terme), pour

l'étalonnage de générateurs (pensons, ici, au problème de réalisations d'amateurs), etc.

### NOS CONCLUSIONS

Avec le Metex M-3650, voici un multimètre numérique de plus dans la vaste famille des 2 000 points, certes. Mais voilà, surtout, un multimètre qui apporte réellement un « plus ». L'étendue de son champ d'applications ne se paie pas, bien au contraire, par un sacrifice sur les précisions, que nous avons vues excellentes.

R. RATEAU

## REPERTOIRE PERSONNEL PD 100

Le répertoire personnel PD100 se présente sous la forme d'une minicalculatrice de la taille

d'une carte de crédit. L'illustration grandeur nature vous le prouve. Ce répertoire regroupe trois fonctions :

- calculatrice avec les touches classiques et même pourcentage ;
- conversions par touches spéciales qui permettent de convertir immédiatement le système métrique en système anglo-saxon ou inversement (inch, mile, once, livre, gallon, C°, F°) ;
- memento : l'appareil comporte en effet une mémoire de 2 040 caractères qui peuvent servir à gérer un fichier de plus de 100 noms classés par ordre alphabétique avec numéro de téléphone et adresse.

Un code confidentiel à trois chiffres assure l'accès au fichier. L'ensemble se présente sous la forme d'un clavier alphanumérique doté



d'un écran pourvu de deux lignes d'affichage à cristaux liquides. Un dispositif d'arrêt automatique intervient au bout de trente secondes si aucune instruction n'est transmise.

Dans ces conditions, le memento dispose d'une autonomie de 3 à 4 ans avec la pile fournie.

Une notice détaillée, en français, livre tous les secrets de la machine.

### CARACTERISTIQUES

**Répertoire personnel**  
— 2 unités d'affichage, alphanumérique ;

- mémoire de 2 040 caractères ;
- la mémoire est la seule limite à la quantité de renseignements ;
- code de sécurité.

### CALCULATRICE

- 4 fonctions standard, plus pourcentage ;
- conversions métriques ;
- touches à tonalité ;
- taille carte de crédit, épaisseur 2 mm.

Vente par correspondance au prix franco de 295 F. Reinallec, B.P. 525, 75528 Paris Cedex 11.



# LES PHOTOPILES AU SILICIUM AMORPHE et leurs applications

Depuis plusieurs années, et avec l'appui de Total pour l'industrialisation de ses produits, la société française Solems travaille sur une nouvelle version de générateurs photovoltaïques. Au lieu d'exploiter les propriétés du silicium monocristallin, produit dont la fabrication demeure encore très coûteuse, les photopiles Solems emploient du silicium amorphe.

**A**ujourd'hui bien maîtrisées, au moins dans le domaine des petites puissances, les techniques mises au point chez Solems autorisent des rendements intéressants, et des prix compétitifs. Plusieurs modèles de ces photopiles étant distribués dans le commerce de détail, *Electronique Pratique* se devait d'ouvrir ses pages à cette technique nouvelle.

Après quelques indications théoriques sur le fonctionnement et sur les caractéristiques de ces composants, nous développerons plusieurs applications. La première, qui termine le présent article, est un gadget photo-musical, auquel nos lecteurs sauront trouver maintes applications.

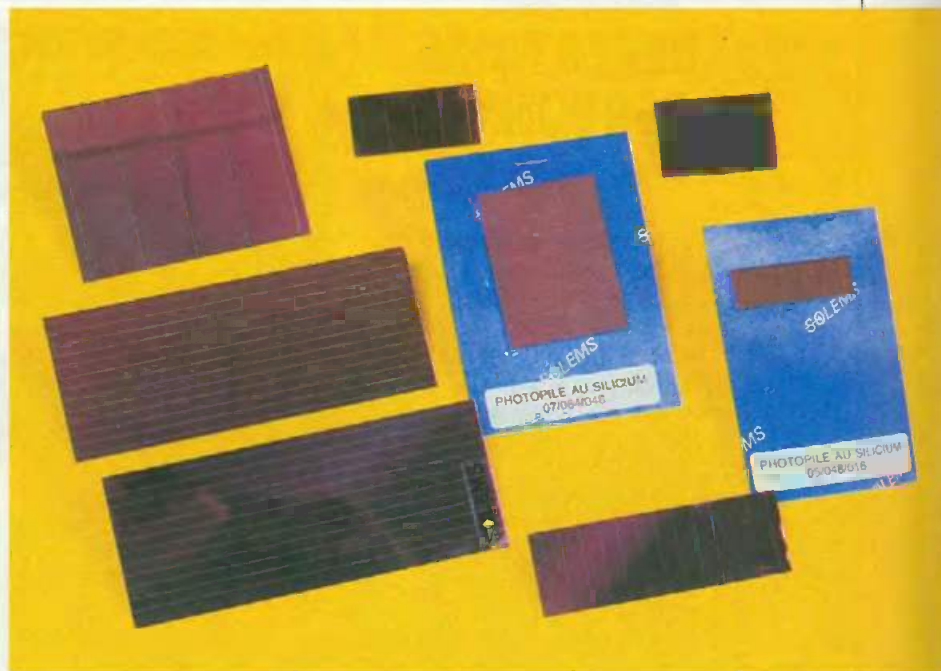
## CREATION DE PAIRES ELECTRON-TROU

Chaque atome constituant les différents éléments de la matière est formé d'un noyau (assemblage de neutrons non chargés, et de protons porteurs de charges élémentaires +e), autour duquel gravitent des électrons, dont chacun porte la charge électrique -e.

Ces électrons se répartissent en différentes « couches », dont chacune est caractérisée par son énergie de liaison avec le noyau (fig. 1).

Un solide résulte de l'empilage, généralement organisé de façon périodi-

que dans trois dimensions (cristal), d'un très grand nombre d'atomes. La liaison, entre atomes voisins les uns des autres, se trouve assurée par la mise en commun d'un, ou de plusieurs, des électrons périphériques





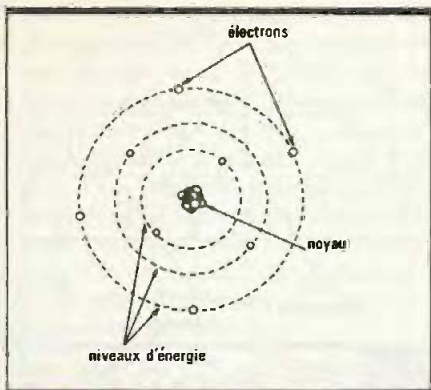


Fig. 1 Le noyau avec les différentes couches d'électrons.

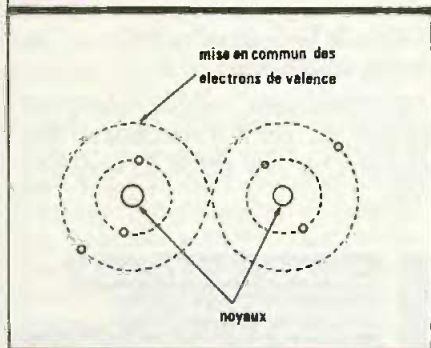


Fig. 2 Le noyau et les « électrons de valence ».

(ceux qui ont la plus faible énergie de liaison avec le noyau), et qu'on appelle « électrons de valence » (fig. 2). Dans un semiconducteur, du silicium par exemple, on peut arracher ces électrons de valence à leurs noyaux, à condition de leur fournir une énergie suffisante. Les électrons ainsi détachés deviennent libres (c'est-à-dire libres de se déplacer au sein du solide). Ils y transportent donc des charges électriques, et on les appelle des « électrons de conduction ».

Remarquons que la place laissée vide par un électron passé dans la « bande de conduction » se comporte comme une charge électrique +e, baptisée « trou ». Ainsi, la création d'un électron libre s'accompagne obligatoirement de celle d'un trou : on dit qu'il y a formation d'une « paire électron-trou ».

### QU'EST-CE QUE L'EFFET PHOTOVOLTAÏQUE ?

L'énergie nécessaire à la création d'une paire électron-trou peut être fournie sous différentes formes, par exemple par élévation de température : l'agitation thermique rompt les liaisons.

Or la lumière, visible, ultraviolette ou infrarouge, est constituée de grains d'énergie, les photons. Ainsi un photon suffisamment énergétique peut-il, lorsqu'il pénètre dans un semiconducteur, y créer une paire électron-trou. Le phénomène est particulièrement intéressant lorsqu'il intervient au sein d'une jonction semiconductrice PN, comme celle de la figure 3. En effet, le champ électrique interne à la jonction entraîne alors le trou vers la région P, et l'électron vers la région N.

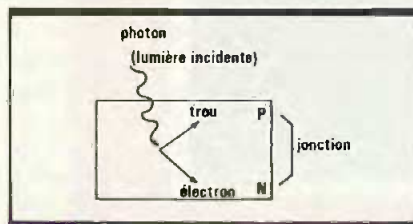


Fig. 3 La jonction PN.

Il apparaît ainsi, aux bornes du dispositif, une différence de potentiel, qui donne naissance à un courant, si on branche un circuit extérieur. Ce phénomène constitue l'effet photovoltaïque, et la jonction devient une photopile.

### DU SILICIUM CRISTALLIN AU SILICIUM AMORPHE

Le silicium reste, actuellement, le matériau semiconducteur le plus utilisé pour la fabrication de photopiles. Depuis maintenant longtemps, il donne lieu à des réalisations industrielles sous sa forme cristalline. Or, si le silicium lui-même, largement répandu dans la nature (le sable est de la silice, c'est-à-dire de l'oxyde de silicium), se révèle peu coûteux, sa préparation sous forme monocristalline, en échantillons de dimensions suffisantes, revient au contraire fort cher.

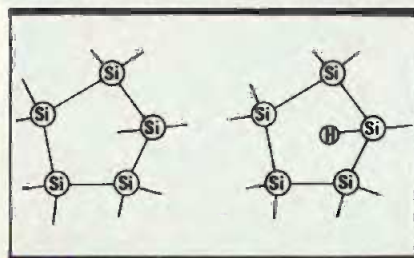


Fig. 4 Silicium pur et insertion d'atomes d'hydrogène

Ces considérations ont conduit les chercheurs à tenter, depuis 1975, d'employer le silicium amorphe. Or celui-ci, à l'état pur, se montre inutilisable pour la fabrication des photopiles, ce qu'on explique par l'examen de sa structure (fig. 4) : le réseau atomique comporte de nombreuses liaisons cassées, faute d'atomes suffisamment proches pour échanger des électrons. Par contre, si on arrive à insérer des atomes d'hydrogène (un seul proton et un seul électron) dans le réseau, on remplit les liaisons cassées, comme le montre la figure 5. Le matériau ainsi obtenu prend le nom de « silicium amorphe hydrogéné », et donne naissance à l'effet photovoltaïque. On y crée les zones N de la jonction en substituant, à certains atomes de silicium, des atomes de phosphore, tandis que les zones P résultent de l'introduction d'atomes de bore.

### STRUCTURE D'UNE PHOTOPILE SOLEMS

On la trouvera schématisée à la figure 6. La jonction présente une structure PIN, avec interposition d'une couche de matériau intrinsèque (I), entre les zones P et N de la jonction. Cette disposition est nécessaire pour améliorer le rendement, en profitant de la bonne conductivité du matériau intrinsèque. Les épaisseurs sont, typiquement, de 12 nm pour la couche P, 600 nm pour la couche I, et 50 nm pour la couche N.

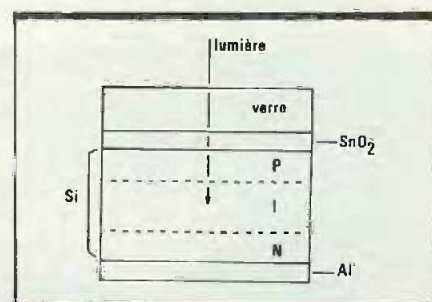


Fig. 6 Structure d'une photopile.

L'ensemble est déposé sur un support de verre, transparent à la lumière (c'est-à-dire aux photons), avec interposition d'une couche d'oxyde d'étain SnO<sub>2</sub>. Cette dernière constitue l'une des électrodes (l'autre est formée par une couche d'aluminium/nickel soudable Al), et sert en même temps de couche antireflet.



Aspect d'un panneau de la plus grande dimension.

### LA FABRICATION DES PHOTOPILES

Les procédés de fabrication apparaissent trop complexes, et trop éloignés de préoccupations purement électroniques, pour que nous les décrivions ici en détail. Indiquons simplement que, dans un bâti à vide, on crée par décharge électrique un plasma, dans des vapeurs de silane  $\text{SiH}_4$ , pour déposer le silicium hydrogéné sur son support de verre. Les zones N et P de la jonction s'obtiennent respectivement en décomposant des vapeurs de

phosphine  $\text{PH}_3$ , et de diborane  $\text{B}_2\text{H}_6$ . Cette technique se prête facilement à la réalisation de cellules élémentaires de grande surface, donc capables de débiter des intensités assez élevées, et délivrant chacune de 0,4 à 0,8 V. Pour des tensions plus grandes, on connecte en série plusieurs éléments, afin de constituer des modules. Solems utilise, et a breveté, le procédé illustré par la figure 7. Les différents caissons, donc chacun forme une cellule du module, sont isolés par masquage. La couche d'aluminium qui recouvre chaque diode est en contact électrique avec l'électrode en oxyde

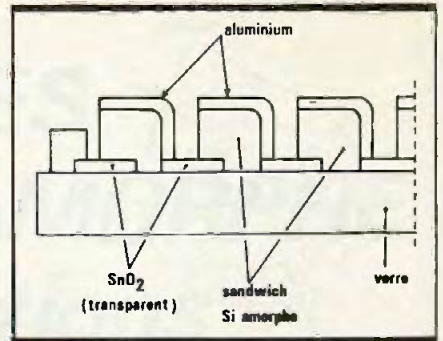


Fig. 7 Système breveté de Solems.

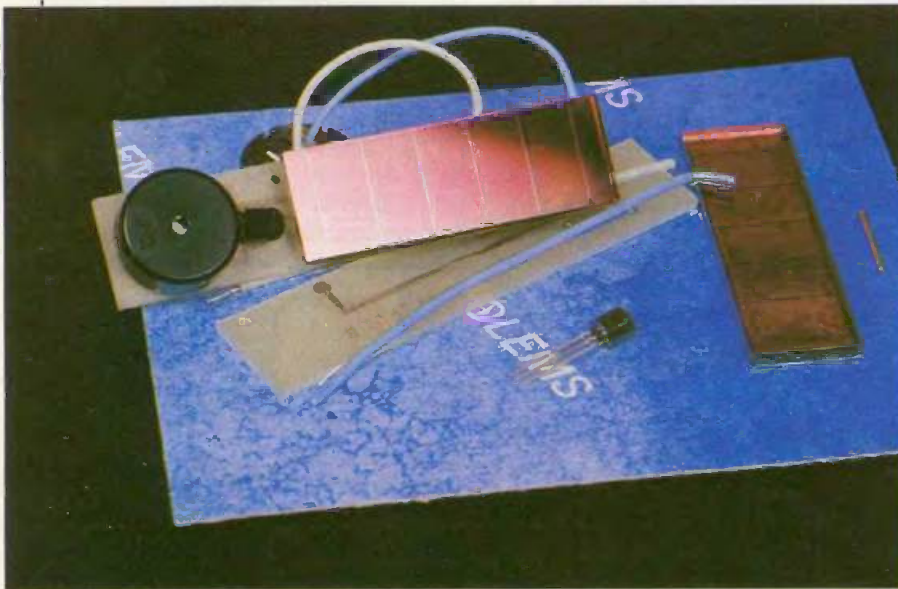
d'étain de la diode suivante, ce qui assure la mise en série.

Après fabrication, chaque module est protégé, du côté de l'électrode en aluminium, par une résine d'encapsulation.

### CARACTERISTIQUES DES PHOTOPILES AU SILICIUM AMORPHE

L'une des caractéristiques qui intéressent les utilisateurs, donc les constructeurs, de photopiles est le rendement de la conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique. Des considérations théoriques, qui dépasseraient le propos de cet article, montrent qu'on pourrait atteindre un rendement maximal de l'ordre de 15%. En pratique, diverses limitations purement technologiques limitent à 5% environ les valeurs accessibles en production industrielle. Des recherches se poursuivent activement pour améliorer ces résultats.

Sous une lumière solaire d'une puissance de  $1 \text{ kW par m}^2$  (c'est ce qu'on



Le kit « Mélodie solaire ».

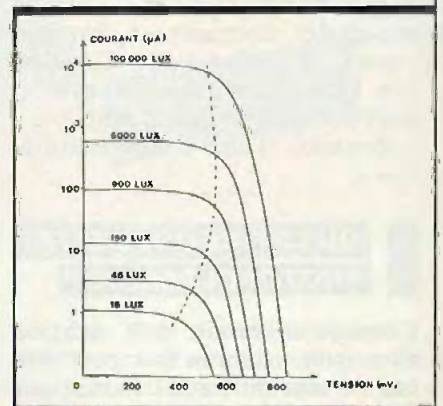


Fig. 8 Caractéristiques courant/tension pour  $1 \text{ cm}^2$ .

obtient, sous nos latitudes, par une journée d'été, et cela correspond à un éclaircissement voisin de 100 000 lux), la force électromotrice de chaque élément atteint 0,8 V, et le courant de court-circuit est voisin de 10 mA pour 1 cm<sup>2</sup> de surface de cellule. Les courbes de la figure 8 précisent d'ailleurs, toujours pour un élément de 1 cm<sup>2</sup>, la forme des caractéristiques courant/tension, pour diverses valeurs de l'éclaircissement.

Une qualité, fort intéressante, des photopiles au silicium amorphe réside dans leur faculté de délivrer encore du courant, même aux très faibles éclaircissements, ce qui n'est pas le cas du silicium monocristallin. Par ailleurs, la relation entre l'éclaircissement et l'intensité de court-circuit apparaît remarquablement linéaire, comme en témoigne la courbe de la figure 9. Cette caractéristique permet d'utiliser les photopiles en métrologie, pour des mesures d'éclaircissement (par exemple pour des applications photographiques), et nous aurons l'occasion d'y revenir.

Enfin, la réponse spectrale, c'est-à-dire les variations de l'intensité délivrée, à éclaircissement donné, en fonction de la longueur d'onde, se rapproche beaucoup de celle de l'œil humain, comme en témoignent les courbes de la figure 10. Cette caracté-

ristique, très différente de celle du silicium cristallin (même figure), se montrera intéressante dans certaines applications.

### LES PRODUITS STANDARDS DE SOLEMS

La société Solems fabrique maintenant, en production de série, un certain nombre de modules, que leurs caractéristiques respectives destinent à toute une variété d'applications.

La plupart de ces modules, conçus pour un usage en intérieur, sont limités à de faibles puissances. Déposés sur un support de verre de 2 mm d'épaisseur, ils se raccordent par soudure, sans aucune préparation, sur les fils de sortie, et sont protégés par une couche résine époxy-polyamide. Le tableau I réunit leurs caractéristiques, en donnant la force électromotrice  $V_{cc}$ , le courant de court-circuit  $I_{cc}$ , et la puissance maximale  $P_{max}$ , pour deux valeurs de l'éclaircissement : 50 lux, et 1 000 lux.

Un autre module, de plus grande puissance, avec sorties en laiton et encapsulation sous verre, est prévu pour un usage extérieur. On trouvera ses caractéristiques, pour des puissances lumineuses de 5 mW/cm<sup>2</sup> et 100 mW/cm<sup>2</sup> respectivement, dans le tableau II.

### UN PREMIER MONTAGE PRATIQUE

Comme indiqué dans l'introduction, *Electronique Pratique*, au fil de ses prochains numéros, proposera plusieurs montages utilisant les photopiles Solems. Nous commençons aujourd'hui par un petit kit de démonstration, proposé par la société elle-même, et baptisé « mélodie solaire ».

Il s'agit d'un petit montage très simple, alimenté par une photopile Solems de référence 05/048/016 C, et livré sous blister, avec son circuit imprimé. L'ensemble comporte essentiellement un circuit intégré générateur de sons, qui génère les notes d'une petite mélodie bien connue. La sortie s'effectue sur un buzzer piézo-électrique.

L'appareil est fourni avec un schéma de montage et une petite notice explicative. On lui trouvera facilement des applications diverses : badge musical, détecteur sonore de lumière, etc.

R. RATEAU

*Le kit « Mélodie solaire » est notamment commercialisé par Selectronic, 11, rue de la Clef, 59800 Lille, au prix de 75 F, ainsi que les divers produits Solems.*

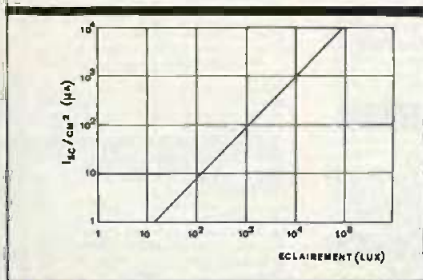


Fig. 9 relation éclaircissement et intensité de court-circuit.

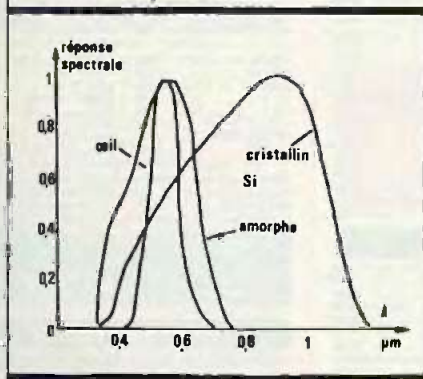


Fig. 10 Réponse spectrale.

Références	Nombre de diodes en série	ep- (mm)	VpF* (volts)	μA*	L (mm)	l (mm)
05/048/016	5	8	1,3	80	48	16
07/064/048	7	8	2,6	220	64	48
09/048/016	9	4,7	3,9	30	48	16
12/064/048	12	4,7	5,2	100	64	48

\* Valeurs minimales à 25 °C et à 1 000 lux.

Références	Nombre de diodes en série	ep- (mm)	VpF** (volts)	mA**	L (mm)	l (mm)
28/300/300	28	8	13,5	200	300	300

\*\* Valeurs minimales à 25 °C avec spectre AM 1,5 et à 1 000 W/m<sup>2</sup> (100 000 lux).



# ALARME DE COUPURE SECTEUR

Les coupures secteur que chacun subit lors des hivers rigoureux peuvent, si elles sont de longue durée, avoir des conséquences fâcheuses sur certaines installations par temps froid (congélateur, chauffage, cumulus, etc.).

**L**orsque les habitants sont présents, il leur est souvent possible de prendre des dispositions pour remédier à cette situation. Dans le cas contraire, lors des sports d'hiver par exemple, la coupure secteur entraînera l'arrêt du congélateur, de la chaudière avec gel de l'ensemble du chauffage central, et détérioration du cumulus...

L'électronique pourra facilement détecter cette situation et permettre d'appeler un voisin proche ou vous-même, si vous êtes équipés d'un transmetteur téléphonique de message.

Le montage que nous vous proposons ne requiert que des composants classiques, facilement disponibles chez votre revendeur. Sa mise au point finale ne demande aucun appareil particulier, si ce n'est un modeste tournevis, et la trotteuse de votre montre !

## I - PRESENTATION DE L'APPAREIL

Notre montage est relié en permanence sur le secteur à contrôler. Si celui-ci est présent, le dispositif est au repos. Dans le cas où le 220 V viendrait à manquer, nous contrôlons qu'il ne s'agit pas d'une coupure de courte durée afin de ne pas déranger inutilement.

Un chronomètre interne au montage est mis en marche, et est alimenté par une pile de secours. Si la coupure secteur dépasse la durée que l'utilisateur a programmé, un relais est actionné fugitivement ou en permanence selon l'application souhaitée.

Dès lors, la coupure secteur sera mémorisée et une action manuelle sur un poussoir sera indispensable pour l'effacement.

Si le secteur réapparaît avant le déclenchement du relais, le compteur interne décompte le temps en sens inverse jusqu'à revenir à sa position initiale. Ainsi, après 10 mn d'absence secteur, il faudra 10 mn au compteur pour retrouver sa position normale. Cette disposition permet de prendre en compte effectivement les temps de présence et d'absence du secteur.

## II - SCHEMA SYNOPTIQUE

Il est représenté à la figure 1. Notre montage étant alimenté par le secteur, il est facile de vérifier si celui-ci est présent. Bien sûr, cela nous oblige à prévoir une pile de secours en cas de coupure du secteur.

Les détections « présence secteur » et « coupure secteur » sont temporisées afin d'éliminer les coupures secteur fugitives et les parasites secteur. Le cœur du montage réside dans un



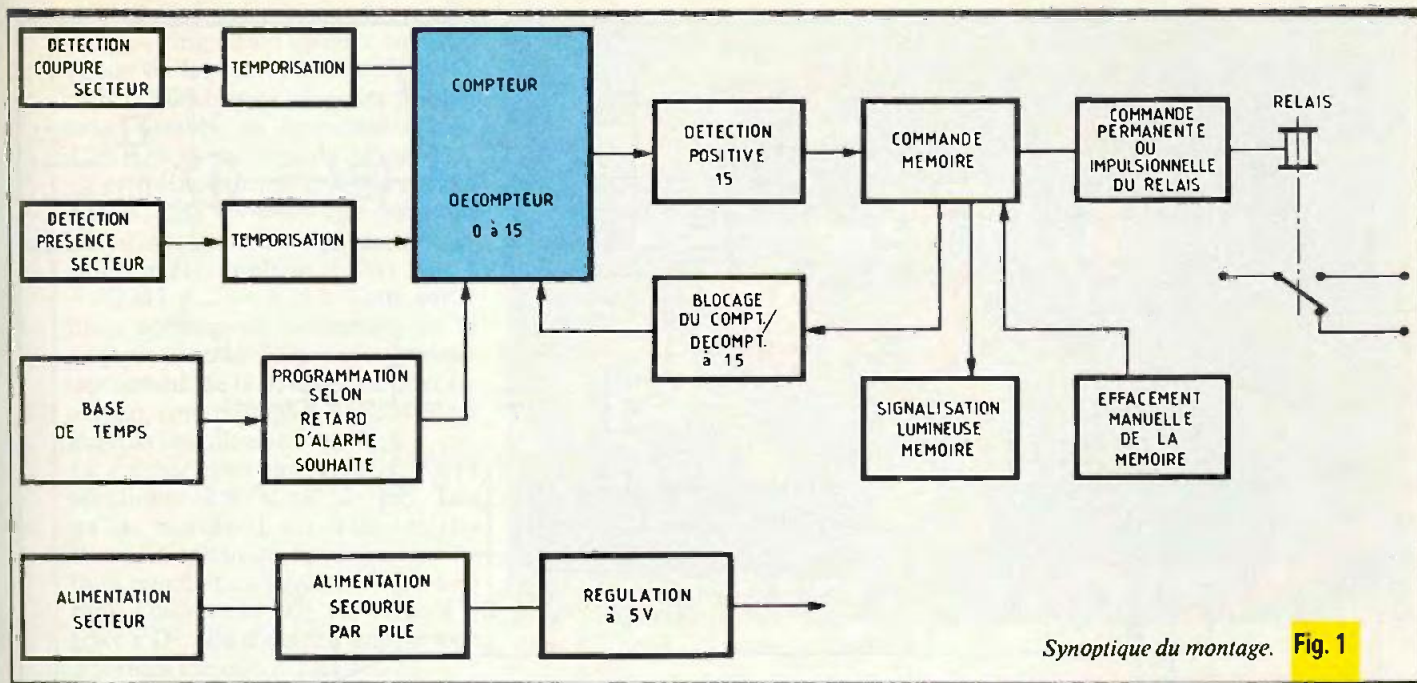
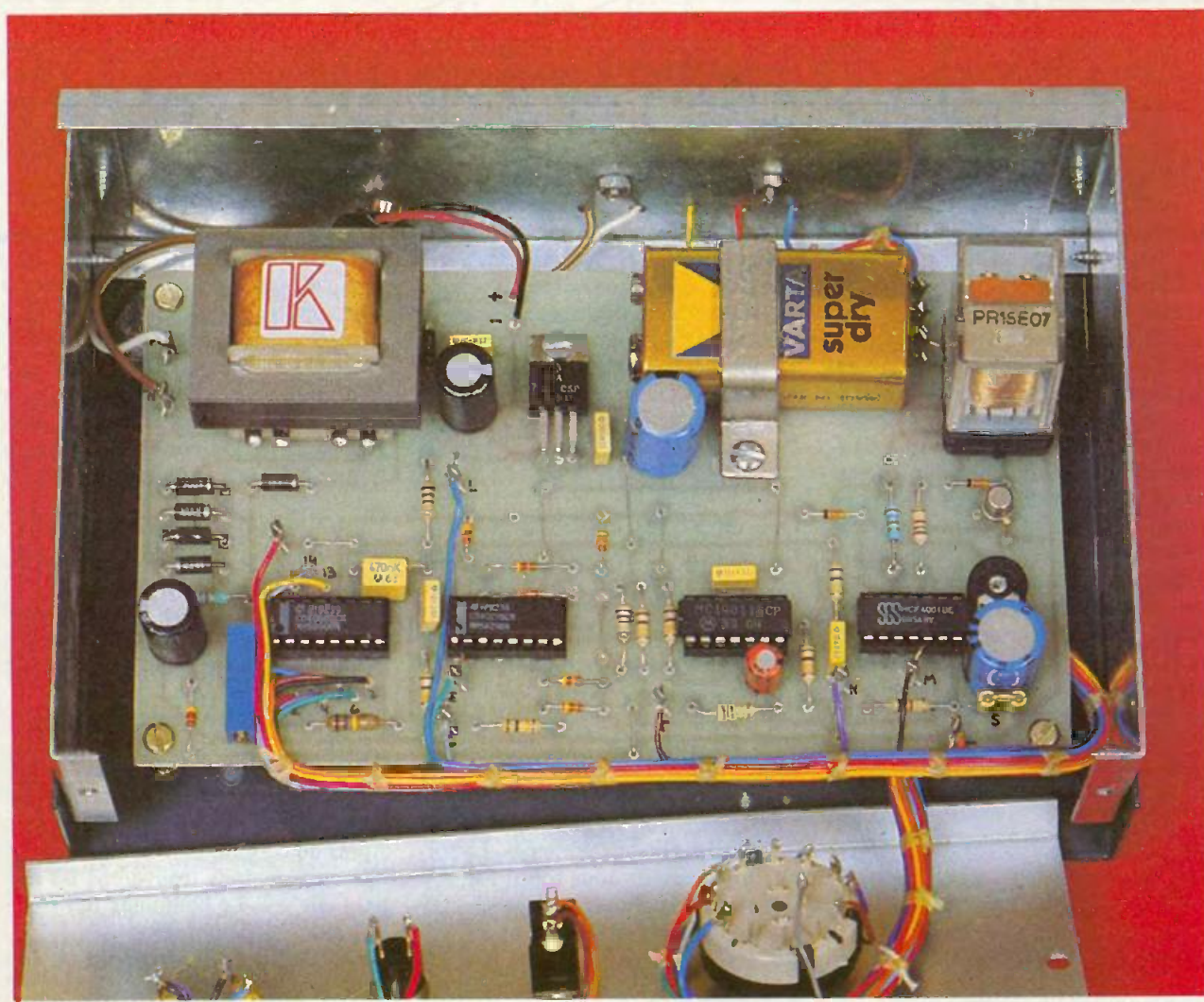


Photo 2. - La carte imprimée épouse les dimensions du coffret ESM.



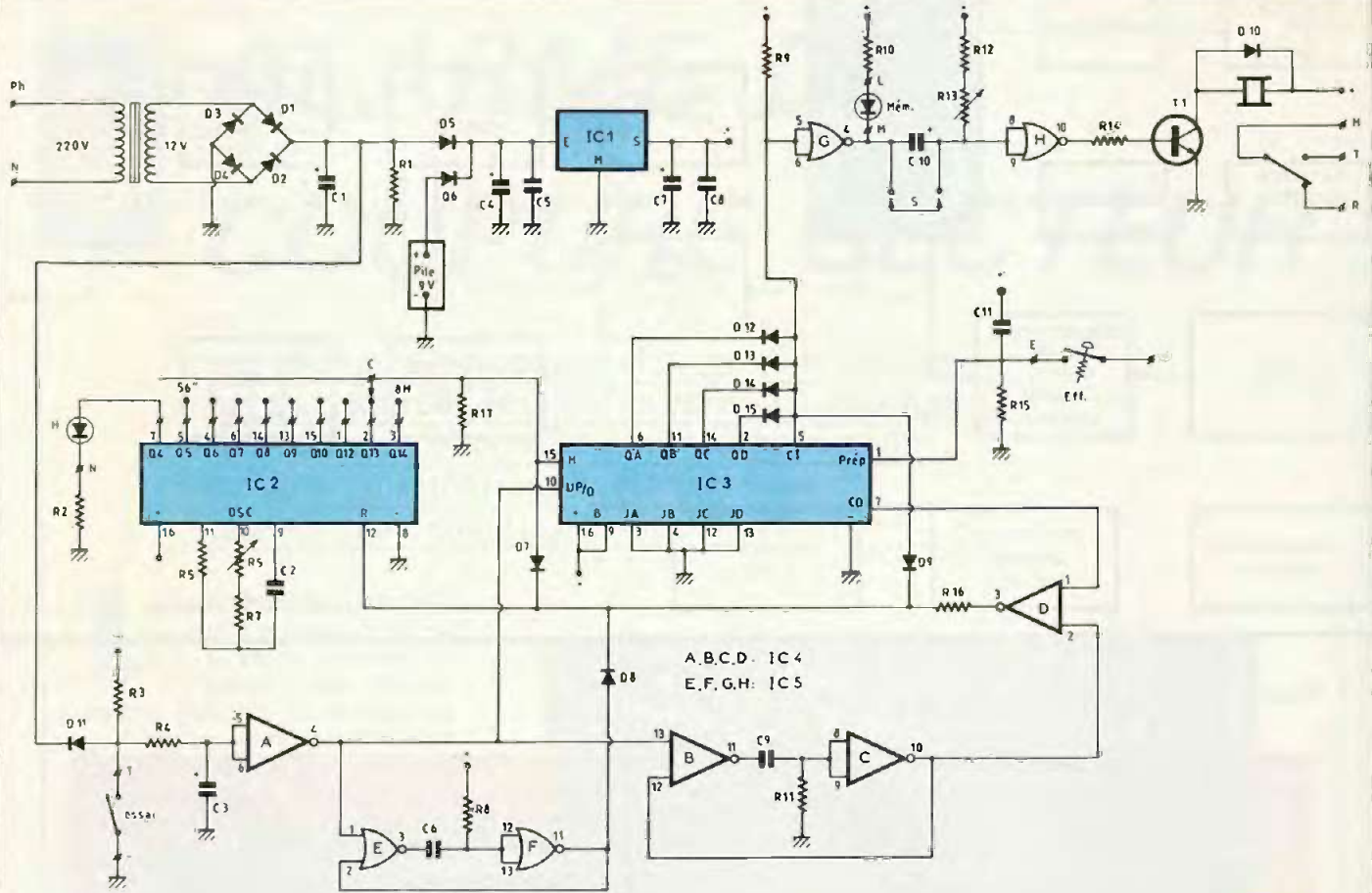


Schéma de principe. Fig. 2

compteur/décompteur qui peut occuper une position de 0 à 15.

Au repos, le compteur est à la position 0, tandis que l'alarme est déclenchée lorsqu'il atteint la position 15. Le changement de position du compteur s'effectue par une base de temps. Celle-ci fournit 9 fréquences différentes sélectionnées par un commutateur rotatif réglé par l'utilisateur (retard de 58 s à 8 h).

La coupure secteur entraîne un comptage du compteur/décompteur. Ce dernier va se rapprocher progressivement de sa 15<sup>e</sup> position. Si, par contre, le secteur venait à réapparaître, il fonctionnerait alors en décompteur. A chaque signal d'horloge, sa position se rapprocherait du 0.

En supposant que le compteur atteigne la position 15, cette situation est mémorisée. Le compteur reste bloqué à 15. Simultanément, par l'intermédiaire d'une interface, le relais est commandé : l'utilisateur peut obtenir un fonctionnement temporaire du relais (réglage) ou permanent. Tout dépend de l'utilisation envisagée.

Une LED de contrôle permettra de visualiser la mémoire, et une action sur un poussoir sera la seule possibilité pour effacer cette mémorisation.

### III - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

Lors de la première mise sous tension, le compteur/décompteur IC3 est « prépositionné » à 0 grâce à C11. Rappelons qu'une impulsion positive est nécessaire. Dans notre cas, les entrées de prépositionnement (JA à JD) ont, bien sûr, été placées à 0 V.

Le secteur étant présent, nous observons une tension de 15 V environ aux bornes de R1. De ce fait, D5 conduit et alimente le régulateur. D6 est bloquée : 15 V sur cathode et 9 V sur l'anode. La pile ne débite pas. La sortie du régulateur nous fournit le 5 V nécessaire aux circuits logiques.

C3 se charge progressivement à + 5 V par R3 et R4 car D11 est bloquée (15 V sur sa cathode). Nous retrouvons bientôt un état 1 en 5/6 de A. La

sortie 4 passe à 0 : IC3 passe en mode « décomptage » et le monostable B, C est déclenché. La sortie B11 passe à 1. C9 se charge par B11, C9 et R11. Durant cette charge, C10 présentera un niveau bas. Celui-ci est appliqué en D2. La sortie D3 nous effectuera une remise à zéro de la base de temps IC2 via R16.

La sortie C0 de IC3 présentera un niveau bas (voir table de vérité), assurant ainsi le maintien du niveau 1 en D3. L'oscillateur IC2 restera bloqué en permanence. Cette disposition évite au compteur IC3 de dépasser la position 0.

Supposons dès lors que le secteur manque. C1 va se décharger rapidement. R1 étant de faible valeur par rapport à R3, C3 va se décharger progressivement dans R1 via R4 et D11. Après un certain retard, la porte A va basculer, et nous trouverons un état haut sur A4. Le compteur IC3 passe en mode « décomptage ».

La sortie C0 de IC3 reprend un état haut, tandis que le monostable réalisé autour des portes NOR E et F est dé-

clenché. En sortie F11, nous aurons donc une impulsion positive courte, à l'issue de laquelle l'oscillateur d'IC<sub>2</sub> ne sera plus bloqué. Avec les composants utilisés, sa fréquence est de 4,26 Hz soit une période de 0,2343 s. La première sortie disponible sur IC<sub>2</sub> est Q4. Cela revient à dire que nous retrouvons notre horloge, dont la période a été doublée 4 fois soit  $t = 0,2343 \times 2^4 = 3,75$  s. Cette sortie nous commande l'allumage de la LED de contrôle H, témoin du fonctionnement de la base de temps et facilitant, comme nous le verrons, le réglage de l'oscillateur.

Le curseur du commutateur rotatif sélectionne une sortie de IC<sub>2</sub>. Dès qu'un, niveau 1 est détecté, IC<sub>3</sub> avance d'une unité car il est actif au front montant du signal horloge. Aussitôt, l'oscillateur IC<sub>2</sub> est forcé à 0 grâce à D<sub>7</sub>, afin d'obtenir une période d'horloge toujours constante.

Tant que IC<sub>3</sub> n'a pas atteint la position 15, une au moins des sorties Q<sub>A</sub> à Q<sub>D</sub> est basse. De ce fait, la présence des diodes D<sub>12</sub> à D<sub>15</sub> impose un état bas en G5/6. La sortie G4 est à 1, garantissant l'extinction de la LED mémoire.

Dès que la position 15 est atteinte, toutes les sorties Q<sub>A</sub> à Q<sub>D</sub> sont à 1. Les diodes D<sub>12</sub> à D<sub>15</sub> sont bloquées. Un état haut est appliqué en G5/6 par R<sub>9</sub>. La sortie G4 présente alors un état bas, assurant l'allumage de la LED rouge de mémoire.

Simultanément, cet état bas permet la charge de C<sub>10</sub>, via R<sub>12</sub> et R<sub>13</sub>. Pendant ce temps, H8/9 reçoivent un état bas. La sortie H10, en passant à 1, permet de polariser T<sub>1</sub> via R<sub>14</sub>. T<sub>1</sub> devient passant et assure l'excitation du relais.

Si le strap « S » n'est pas en place, nous sommes en mode fugitif : dès que C<sub>10</sub> s'est chargé, les entrées 8 et 9 de H retrouvent leur état haut. La sortie H10, à 0, ne permet plus la polarisation de T<sub>1</sub> et le relais revient au repos. En revanche, si le strap « S » est prévu, les entrées H8 et H9 reçoivent en permanence l'état bas de G4 : le relais reste excité en permanence.

Nous avons vu que le niveau appliqué en G5 et G6 est haut à la 15<sup>e</sup> position. Il est appliqué à l'entrée CI d'IC<sub>3</sub>. Cette borne permet de valider ou non les signaux horloge. Il est clair que dans notre cas, ce niveau haut annule l'effet des signaux sur l'entrée horloge. Notre compteur ne pourra avancer et restera donc en position 15 définitivement. Cette borne 5 nous



Photo 3. - Etrier de fixation de la pile 9 V.

donne ainsi la possibilité de réaliser très simplement la mémoire.

Le compteur IC<sub>3</sub> étant à 15, l'oscillateur et diviseur IC<sub>2</sub> est forcé au repos par D<sub>9</sub>. La seule possibilité de déblocage de l'ensemble ne résume pas l'action sur le poussoir effacement par remise à zéro d'IC<sub>3</sub>.

La résistance R<sub>16</sub> permet d'éviter de détériorer la sortie D<sub>3</sub> lorsque celle-ci est basse alors qu'un niveau haut est envoyé par D<sub>7</sub>, D<sub>9</sub> ou D<sub>19</sub>. Par contre, l'état bas sur 12 d'IC<sub>2</sub> ne peut provenir que de la sortie D<sub>3</sub> via R<sub>16</sub>. Nous avons prévu un interrupteur déchargeant C<sub>3</sub> de façon à faciliter le réglage en évitant de solliciter la pile de secours (simulation d'absence de secteur).

#### IV - REALISATION PRATIQUE

##### a) Le circuit imprimé

La figure 3 représente le tracé retenu pour cette réalisation. L'emploi de la méthode photographique est vivement conseillé afin d'éliminer tout risque d'erreur. Si vous souhaitez cependant pratiquer la gravure directe, il sera indispensable d'effectuer le tracé à l'aide de symboles transfert Mécanorma.

La gravure de la plaque sera réalisée avec notre habituel perchlore de fer, que l'on aura préalablement préchauffé. A l'issue de cette opération,

un rinçage soigneux, puis un séchage seront nécessaires.

Procéder alors aux perçages : 1 mm pour les petits composants, 1,2 mm pour les éléments plus encombrants et 3 mm pour les différentes fixations. Procéder alors au repérage des cosses de sorties avec un marqueur fin permanent, afin de gagner un temps appréciable lors du câblage.

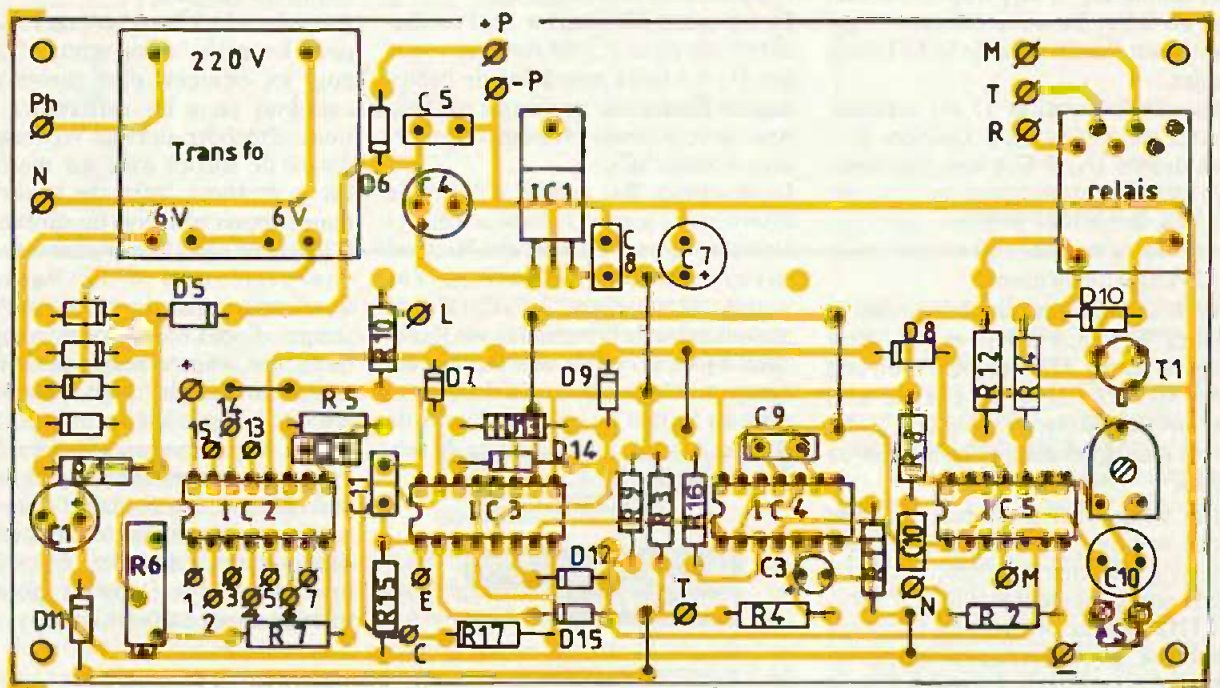
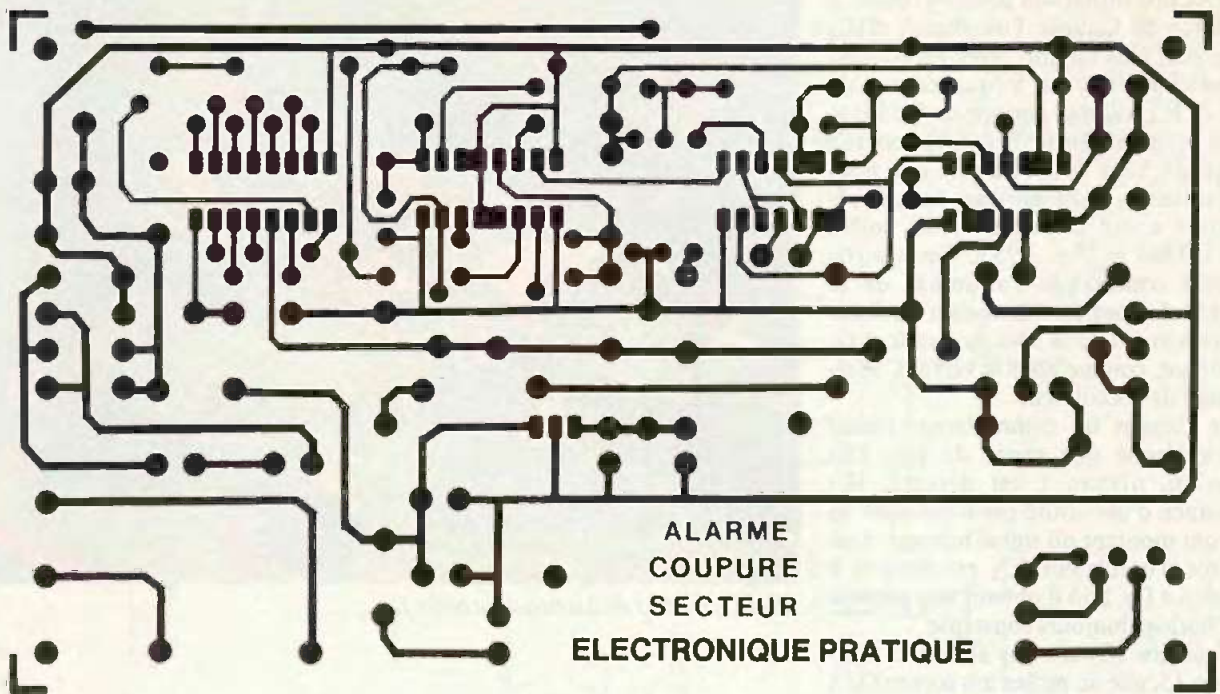
L'insertion des composants se fera conformément à la figure 4. Commencer par les éléments bas : straps, diodes, résistances, supports de CI, etc., pour terminer par le transformateur. Ne pas monter encore les circuits intégrés sur leur support. De même, ne pas raccorder la pile.

Effectuer un contrôle complet du travail effectué. Les risques d'erreurs ne sont pas négligeables. Vérifier qualité des soudures, valeur des composants, orientation des éléments polarisés (diodes, condensateurs, etc.).

##### b) Préparation du coffret-câblage

Le fond du coffret sera percé selon la figure 5. La face avant du boîtier sera « délicatement » travaillée conformément à la figure 6. Nous terminerons notre fastidieux travail de tôlerie par la figure 7 qui représente les côtés du petit étrier métallique permettant de maintenir la pile de secours.

Repérer la face avant à l'aide de symboles transfert pour une bonne présentation. Prévoir, à l'arrière du boi-



**Fig. 3** Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle et 4

tier, un domino d'électricien à 5 bornes, avec les 5 trous de passage de fil  $\varnothing 2$ .

Mettre en place la pile sans la raccorder électriquement. Effectuer la fixation des éléments de la face avant : LED verte d'horloge, et LED rouge de

mémoire collées à l'Araldite, poussoir et interrupteur. Pour ce qui concerne le commutateur rotatif, il sera nécessaire de limiter sa course à 9 positions avec la rondelle spéciale de blocage fournie avec le commutateur.

Procéder alors au câblage interne donné à la figure 8. Une bonne solution est de commencer le câblage de la plaquette sur table avec du fil de

couleur pour terminer par un tonon unique vers la face avant. Sachant qu'il n'existe pas 18 couleurs différentes, il faudra « sonner » chaque fil (les supports de CI sont toujours vides !) afin d'éviter toute erreur.

Ce précâblage effectué, fixer la carte dans le coffret en la surélevant légèrement avec le fameux système vis, écrou, contre-écrous,  $\varnothing 3$  en guise



d'entretoise. Il ne restera plus qu'à effectuer le câblage côté face avant. Ne pas oublier que les LED sont polarisées. Ne pas hésiter à contrôler le repérage des cosses du commutateur rotatif en cas de doute.

Effectuer une dernière vérification en vous aidant, au besoin, avec le schéma de câblage et le schéma de principe.

### V - MONTAGE FINAL

Mettre en place les circuits intégrés correctement orientés sur leurs supports respectifs. La pile n'est toujours pas raccordée. Mettre en place le relais, puis le strap « S ».

Placer le commutateur sur 15 mn. Raccorder le secteur puis mettre sous tension. Basculer l'interrupteur sur « essai ». Agir sur le poussoir. On doit constater le clignotement (lent) de la LED verte. Le seul réglage consistera



Photo 4. - Section alimentation avec son circuit régulateur.

à obtenir une période de 3,75 s. La figure 9 précise la façon d'effectuer précisément ce réglage. Il est possible de l'affiner sur un cycle de 10 allumages par exemple ( $t = 37,5$  s).

Basculer le commutateur sur 56 s. Agir sur le poussoir eff. Dès lors, on doit constater après environ 1 mn l'allumage de la LED rouge de mémoire, l'extinction de la LED verte, et le collage permanent du relais. La remise au repos s'effectuera par action sur « eff ».

Faire le même essai en retirant le strap « S ». La durée du collage du relais dépendra de  $R_{13}$ .

Agir à nouveau sur le poussoir : la LED verte clignote. Après 30 s, basculer l'inverseur sur « normal ». Environ 30 s après, on doit constater le retour au repos par l'extinction de la LED verte.

Raccorder la pile de secours. Effectuer un contrôle d'absence secteur sur position 56 s en supprimant le 220 V. La mise au point du montage est alors terminée.

Il est intéressant de pouvoir disposer d'un appareil avertissant que la durée d'une coupure secteur est trop importante. Il vous évitera bien des fâcheuses surprises à votre retour. L'investissement est bien limité, en regard du prix actuel d'un chauffage central.

Daniel ROVERCH

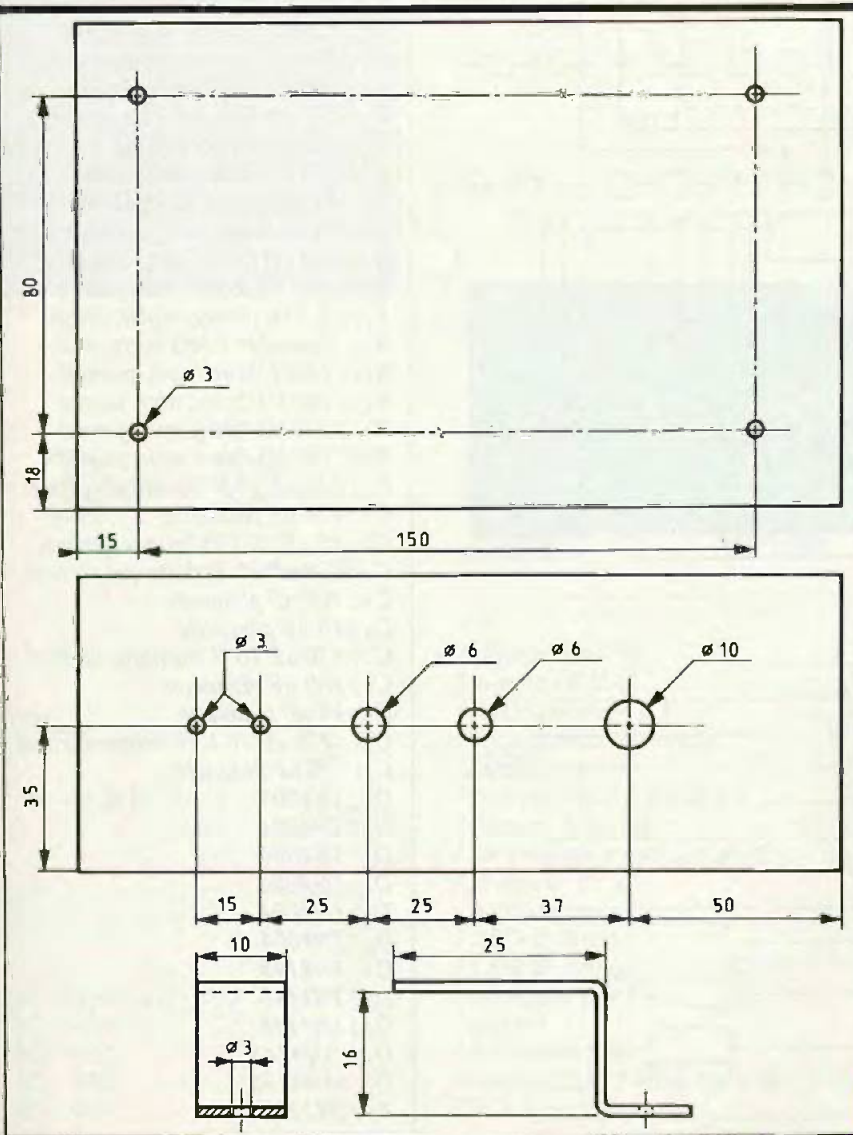


Fig. 5 et 6 Plan de perçage du coffret et étrier de fixation.

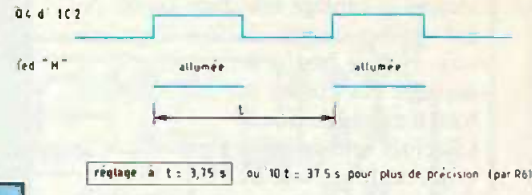
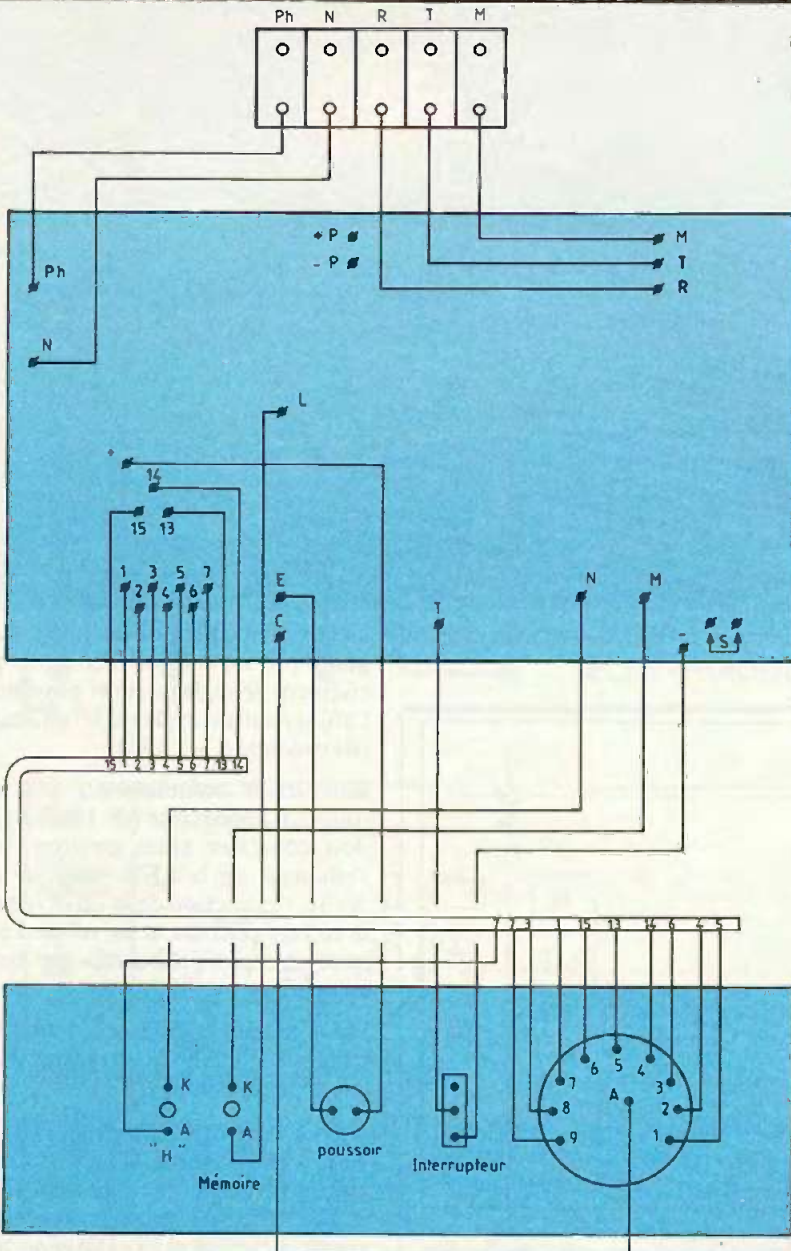


Fig. 8 Plan de câblage.

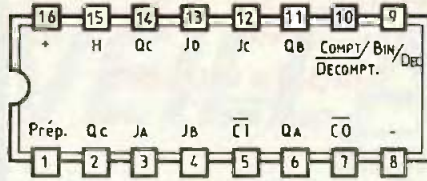
Fig. 9 Oscillogramme, caractéristiques.

Fig. 10 Autre oscillogrammé.

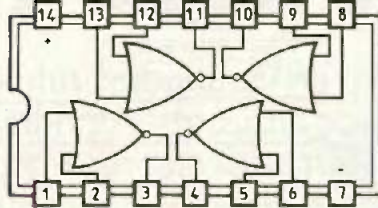
### LISTE DES COMPOSANTS

- R<sub>1</sub> : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
- R<sub>2</sub> : 1,5 kΩ (brun, vert, rouge)
- R<sub>3</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- R<sub>4</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- R<sub>5</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R<sub>6</sub> : ajustable 10T 100 kΩ
- R<sub>7</sub> : 180 kΩ (brun, gris, jaune)
- R<sub>8</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- R<sub>9</sub> : 10 kΩ (brun, noir, orange)
- R<sub>10</sub> : 1,5 kΩ (brun, vert, rouge)
- R<sub>11</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- R<sub>12</sub> : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
- R<sub>13</sub> : ajustable 1 MΩ horizontal
- R<sub>14</sub> : 10 kΩ (brun, noir, orange)
- R<sub>15</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- R<sub>16</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- R<sub>17</sub> : 100 kΩ (brun, noir, jaune)
- C<sub>1</sub> : 220 μF 25 V chimique vertical
- C<sub>2</sub> : 470 nF plaquette
- C<sub>3</sub> : 47 μF 10 V chimique vertical
- C<sub>4</sub> : 220 μF 25 V chimique vertical
- C<sub>5</sub> : 100 nF plaquette
- C<sub>6</sub> : 10 nF plaquette
- C<sub>7</sub> : 470 μF 16 V chimique vertical
- C<sub>8</sub> : 100 nF plaquette
- C<sub>9</sub> : 10 nF plaquette
- C<sub>10</sub> : 470 μF 16 V chimique vertical
- C<sub>11</sub> : 10 nF plaquette
- D<sub>1</sub> : 1N4004
- D<sub>2</sub> : 1N4004
- D<sub>3</sub> : 1N4004
- D<sub>4</sub> : 1N4004
- D<sub>5</sub> : 1N4004
- D<sub>6</sub> : 1N4004
- D<sub>7</sub> : 1N4148
- D<sub>8</sub> : 1N4148
- D<sub>9</sub> : 1N4148
- D<sub>10</sub> : 1N4148
- D<sub>11</sub> : 1N4148
- T<sub>1</sub> : 2N2222

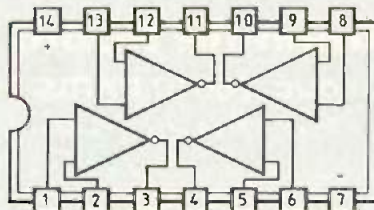
Entrée				Sortie				Position	
H	CI	Prép.	BIN/DEC	CO	QA	QB	QC		QD
x		1	1	1	0	0	0	0	0
↓	0	0	1	1	1	0	0	0	0
↓	1	0	1	1	1	0	0	0	1
↓	0	0	1	1	0	1	0	0	2
↓	0	0	1	1	1	1	0	0	3
↓	0	0	1	1	0	0	1	0	4
↓	0	0	1	1	1	0	1	0	5
↓	0	0	1	1	0	1	1	0	6
↓	0	0	1	1	1	1	1	0	7
↓	0	0	1	1	0	0	0	1	8
↓	0	0	1	1	1	0	0	1	9
↓	0	0	1	1	0	1	0	1	10
↓	0	0	1	1	1	1	0	1	11
↓	0	0	1	1	0	0	1	1	12
↓	0	0	1	1	1	0	1	1	13
↓	0	0	1	1	0	1	1	1	14
↓	0	0	1	0	1	1	1	1	15
↓	0	0	1	1	0	0	0	0	0



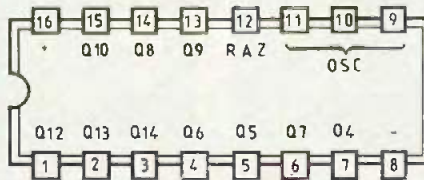
4029



4001

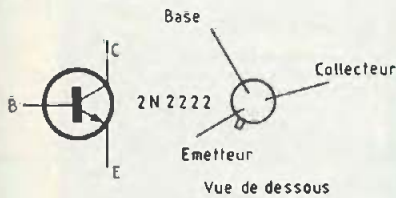


4011



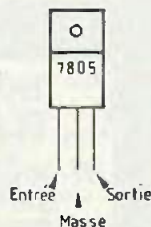
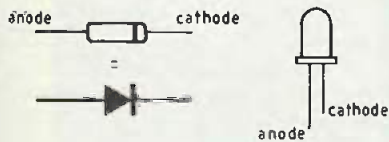
4060

borne	broche	niveau	fonction
Prép	1	0	Fonct. normal
		1	préposition selon le code entrée JA à Jd
CI	5	0	Compt/décomptage normal
		1	arrêt
BIN/DEC	9	1	Fonction binaire
		0	Fonction décimal
COMPT/DECOMPT	10	1	COMPTAGE
		0	DECOMPTAGE



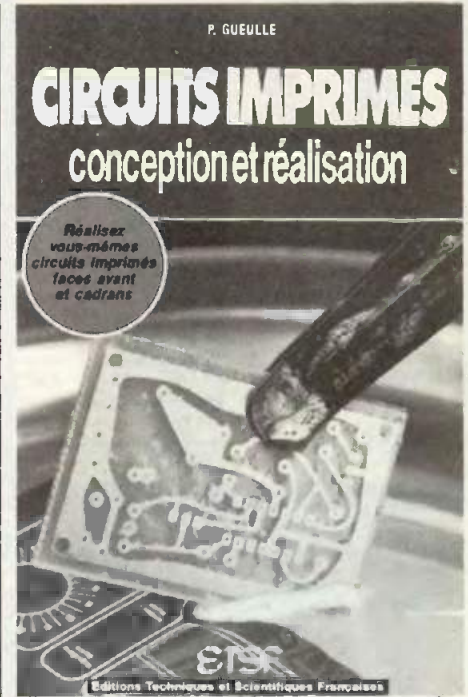
E1	E2	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

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



- IC<sub>1</sub> : régulateur 7805
- IC<sub>2</sub> : 4060
- IC<sub>3</sub> : 4029
- IC<sub>4</sub> : 4011
- IC<sub>5</sub> : 4001

- 2 supports DIL 14
- 2 supports DIL 16
- 1 relais européen 6 V
- 1 support relais européen
- 1 circuit imprimé
- 1 coffret ESM EC 18/07 FA
- 1 domino 5 bornes
- 1 commutateur rotatif 12P IC
- 1 inverseur IC 2P
- 1 poussoir travail
- 1 LED Ø 3 verte
- 1 LED Ø 3 rouge
- 1 prise pour pile 9 V
- 1 pile 9 V
- 1 étrier pour pile
- 1 transfo 220/12 V (ou 2 x 6 V) 1,7 VA
- Fils, vis, picots, etc.



**P**atrick Gueulle, qui expérimente et pratique depuis longtemps toutes les techniques de conception et de réalisation des circuits imprimés à usage amateur ou professionnel, des plus rudimentaires aux plus élaborées, a rassemblé pour vous, dans ce livre, son expérience.

Après une analyse rigoureuse des besoins, l'auteur expose en termes simples les principales notions d'optique et de photochimie nécessaires pour véritablement comprendre ce que l'on fait.

Il passe ensuite en revue tous les produits et matériels existants afin de permettre au lecteur de choisir librement ceux qu'il devra acheter ou fabriquer lui-même, à moins qu'il n'en dispose déjà sans s'en douter (matériel photo, photocopieuse, etc.) !

Il traite ensuite les cas réels les plus courants à l'aide d'exemples expliqués pas à pas et abondamment illustrés.

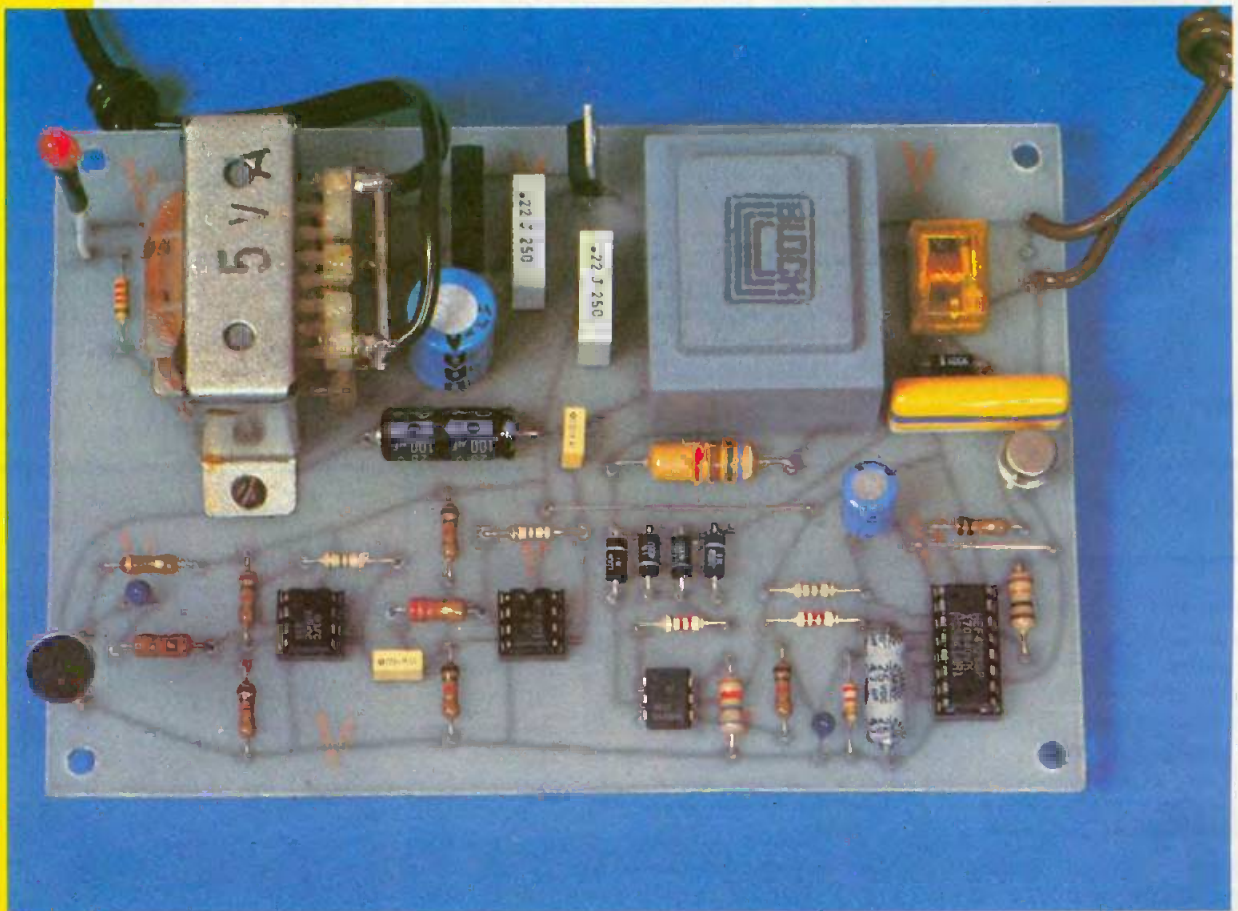
Que vous soyez novice ou non, passez à l'action et vous constaterez immédiatement que, grâce à ce livre, réussir ses circuits n'est ni compliqué ni coûteux.

Editions Techniques et Scientifiques Françaises  
 Prix : 110 F  
 Distribution : Editions Radio, 9, rue Jacob. 75006 Paris.



# SURVEILLANCE TELEPHONIQUE

Du plus simple au plus compliqué, on trouve maintenant de nombreux dispositifs pouvant se raccorder directement sur une ligne téléphonique. Après les nombreux montages, déjà décrits dans cette revue (répondeur, simulateur de présence, sonnerie supplémentaire...), nous vous proposons ci-après la description d'un nouveau dispositif.



**L**a vocation première de ce système est de pouvoir surveiller discrètement vos enfants à distance lorsque vous vous absentez de votre domicile. Branché sur votre ligne téléphonique, il commutera automatiquement un petit ampli et un micro à chacun de vos appels, ce qui

vous permettra d'entendre à distance ce qui se passe chez vous (le silence si vos enfants dorment, des cris et des pleurs dans le cas contraire). Après un délai d'une dizaine de secondes, il y aura ensuite raccrochage.

La deuxième vocation de ce petit dispositif est d'offrir un effet dissuasif contre un éventuel cambriolage. Cha-

cun sait que le téléphone reste l'un des moyens de prospection préféré des cambrioleurs. C'est facile, c'est sans risque et ça permet de s'assurer de l'absence des propriétaires de l'appartement convoité. Le dispositif décrit ci-après vous remplacera pendant vos vacances et simulera votre présence lorsque l'on téléphonera à votre

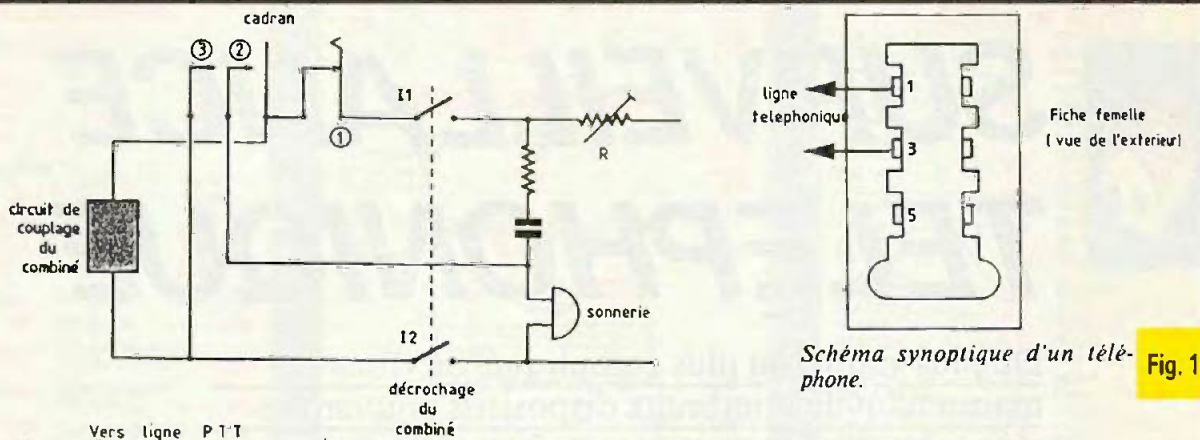


Fig. 1

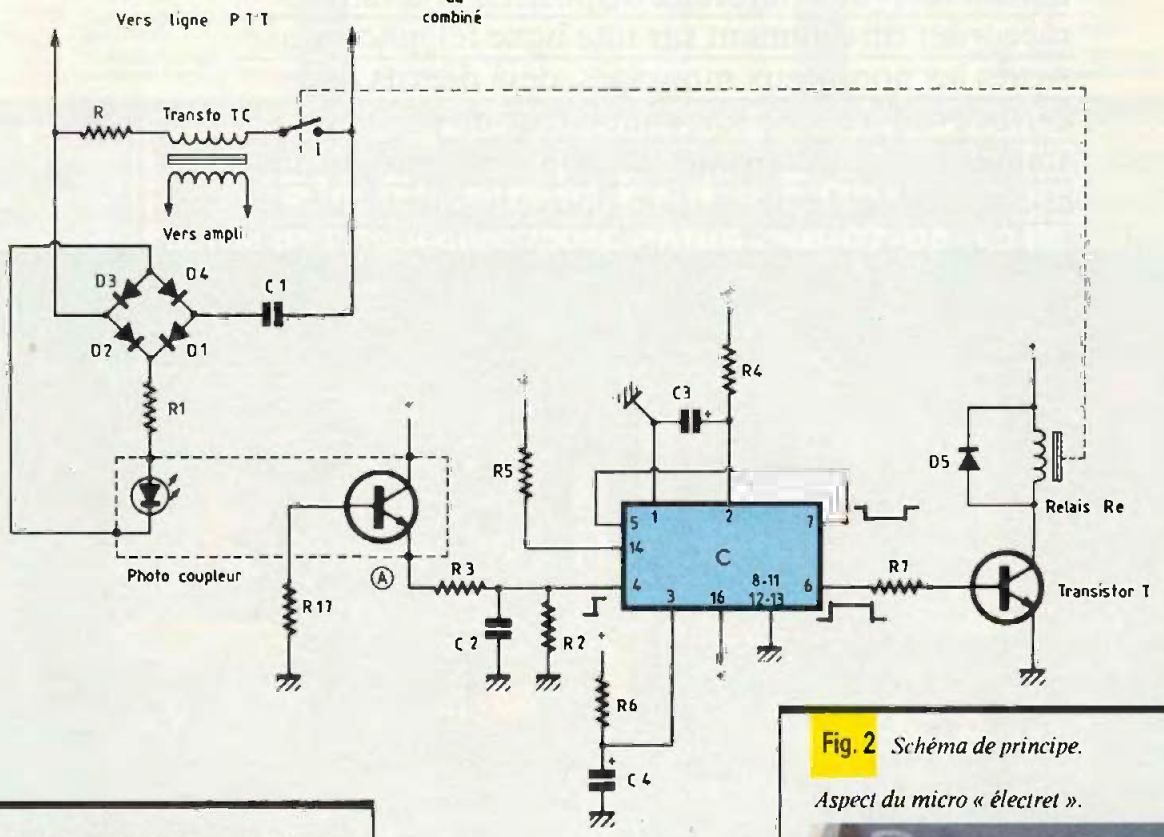


Fig. 2 Schéma de principe.  
Aspect du micro « électret ».

domicile. La personne qui vous appellera entendra d'abord dans son écouteur un signal de sonnerie, puis, après le décrochage, le silence de votre appartement. Dix secondes après, il y aura raccrochage.

**I - LE SCHEMA**

Avant d'examiner le schéma, il n'est peut être pas inutile de rappeler à nos lecteurs le principe de fonctionnement d'un téléphone (fig. 1). Le poste téléphonique classique que vous possédez chez vous peut se décomposer en quatre parties :

- le circuit de sonnerie,
- le circuit de couplage du combiné,
- une résistance R pour le réglage du courant dans la ligne téléphonique,
- le cadran.

Lorsque le combiné est raccroché, les deux contacts I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub> sont ouverts. Le micro et l'écouteur sont isolés du reste du circuit et il ne circule aucun courant dans le poste téléphonique. Lorsqu'un correspondant vous appelle, le central téléphonique dont vous dépendez géographiquement génère une tension alternative. Ce signal « traverse » le condensateur et actionne la sonnerie de votre poste. Le fait de décrocher votre combiné va fermer les deux contacts I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub>, et par là même commuter le micro et l'écouteur à la ligne téléphonique. La



sonnerie cesse. C'est maintenant un courant continu qui circule dans la ligne et dans la résistance R, courant auquel se superpose la modulation.

Voyons maintenant comment va se raccorder notre dispositif. Examinons le schéma de la figure 2. Nous y retrouvons certains éléments constituant votre poste téléphonique : la résistance R, le condensateur C<sub>1</sub>, le contact I. Au repos, ce dernier (commandé par le relais R<sub>e</sub>) est ouvert, et il ne circule aucun courant dans la ligne PTT. Lorsqu'un correspondant ou vous-même appelez à votre domicile, le signal alternatif de sonnerie est appliqué au condensateur C<sub>1</sub> et au pont de diodes. Le signal redressé obtenu est ensuite dirigé vers la diode électroluminescente contenue dans le photocoupleur. Le résultat est simple. En l'absence de sonnerie, cette LED est éteinte et il ne circule aucun courant dans le phototransistor. En présence d'un signal de sonnerie, cette LED s'allume et provoque la conduction du phototransistor. En définitive, on peut recueillir au point A soit un niveau bas, soit une série d'impulsions dont l'amplitude est de 12 V.

Le réseau R<sub>3</sub>-C<sub>2</sub> est indispensable, car il protège le système contre les déclenchements intempestifs dus aux parasites de commutation (au moment de la fermeture du contact I par exemple). Avec la constante de temps adoptée, il transforme les salves issues de la sonnerie en créneaux réguliers,

mais il ne transmet pas les parasites isolés.

Nous trouvons ensuite le circuit intégré C. Il s'agit d'un double monostable, mais nous n'utiliserons ici que l'une des deux parties. Pour chacun de ces monostables, nous trouvons deux bornes d'entrées (l'une sensible aux fronts montants, l'autre aux fronts descendants), deux bornes de sorties complémentaires (quand l'une est à un, l'autre est à zéro et vice versa), une borne de RAZ, et deux bornes pour le raccordement des composants nécessaires à la détermination des temporisations (condensateur et résistance).

Le fonctionnement de cet ensemble est très simple. Tout d'abord, une petite remarque s'impose concernant la borne de remise à zéro. Pour éviter tout déclenchement intempestif de la temporisation lors de la mise sous tension, nous avons relié cette broche, non pas au pôle positif de l'alimentation, mais à un réseau constitué de R<sub>6</sub> et C<sub>4</sub>. Ce réseau retarde légèrement la montée en tension de ce point par rapport au reste du montage et bloque pendant quelques instants le fonctionnement normal du monostable.

Lorsqu'il y a un signal de sonnerie, l'entrée C<sub>4</sub>, passant du niveau bas à un niveau haut, provoque le départ de la temporisation. La durée est déterminée par les éléments R<sub>4</sub> et C<sub>3</sub>. La sortie Q (broche 6), initialement à l'état bas, passe donc pendant une du-

rée t à l'état haut, puis revient ensuite à zéro. C'est elle qui commande le transistor T et par là même le relais R<sub>e</sub>, provoquant la fermeture du contact I et donc le raccordement à la ligne téléphonique de la résistance R et du transformateur de couplage T<sub>C</sub>. Les signaux issus du micro et des amplis A et B peuvent maintenant transiter sur la ligne PTT et parvenir jusqu'à votre oreille.

### - Les amplis (fig. 3)

Le premier élément de cet étage est un petit micro à électret. D'un emploi très facile, ce type de micro présente cependant un petit inconvénient : il est polarisé et doit être alimenté par une tension continue. C'est là le rôle de la résistance R<sub>8</sub>. Après passage à travers le condensateur C<sub>5</sub> et la résistance R<sub>9</sub>, le signal alternatif est ensuite appliqué à l'une des entrées du circuit intégré A. Il s'agit du très classique 741, un amplificateur opérationnel câblé ici en amplificateur inverseur. Son gain est déterminé par le rapport des résistances R<sub>10</sub> et R<sub>9</sub> (45 fois dans le cas présent). L'entrée + est maintenue à un potentiel égal à la moitié de la tension d'alimentation grâce au pont diviseur formé par R<sub>11</sub> et R<sub>12</sub>.

Le signal est ensuite appliqué à l'entrée - du second circuit intégré. Il s'agit toujours d'un 741 et il est câblé de la même manière que le précédent. L'ensemble est donc équivalent à un

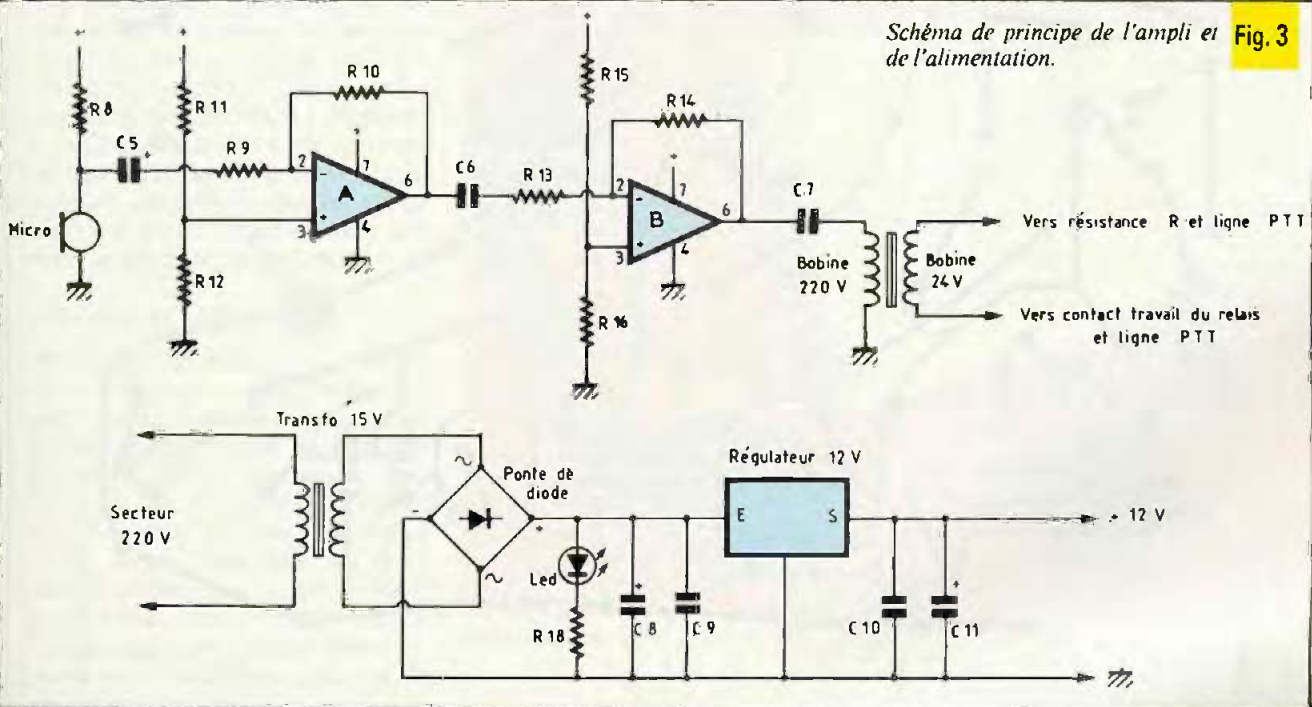


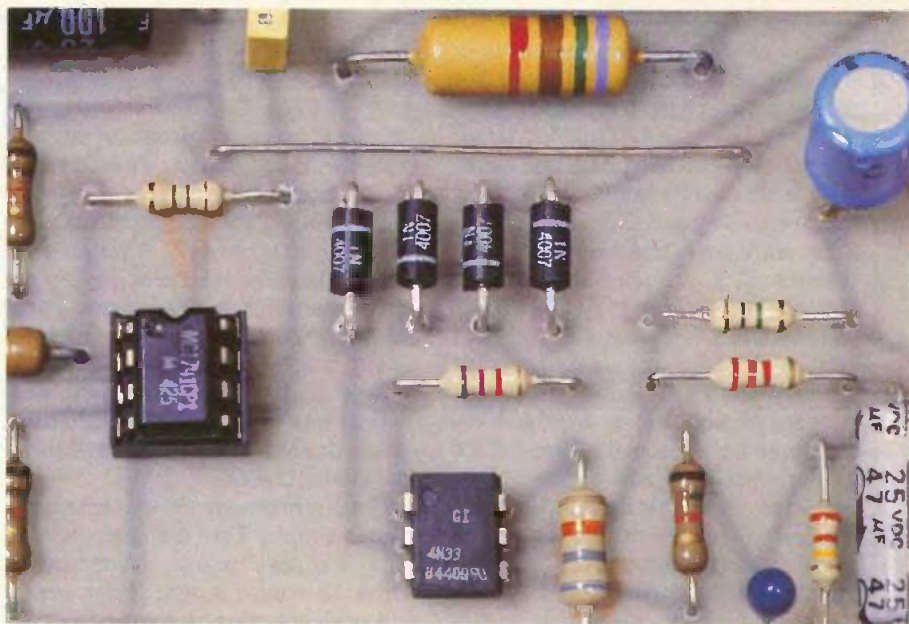
Schéma de principe de l'ampli et de l'alimentation. Fig. 3

circuit intégré unique qui présenterait un gain très élevé ( $45 \times 45 = 2\,025$ ).

Le signal ainsi amplifié est ensuite appliqué au transformateur TC chargé de la liaison avec la ligne PTT.

Son primaire est en fait le bobinage 220 V d'un classique transformateur d'alimentation. Le secondaire (donc le bobinage 24 V) est à relier en série avec l'un des contacts du relais et avec la résistance R.

- L'alimentation est classique et n'appelle que peu de commentaires. La tension du secteur est dans un premier temps abaissée grâce au transformateur. Elle est ensuite redressée, filtrée, puis appliquée à l'entrée d'un régulateur. A sa sortie, nous disposons alors d'une tension continue de 12 V parfaitement stabilisée. Les deux condensateurs C<sub>9</sub> et C<sub>10</sub> ne sont pas indispensables, mais ils améliorent le fonctionnement du régulateur.



Gros plan sur le point de diodes 1N4007.

## II - LA REALISATION

- Le circuit

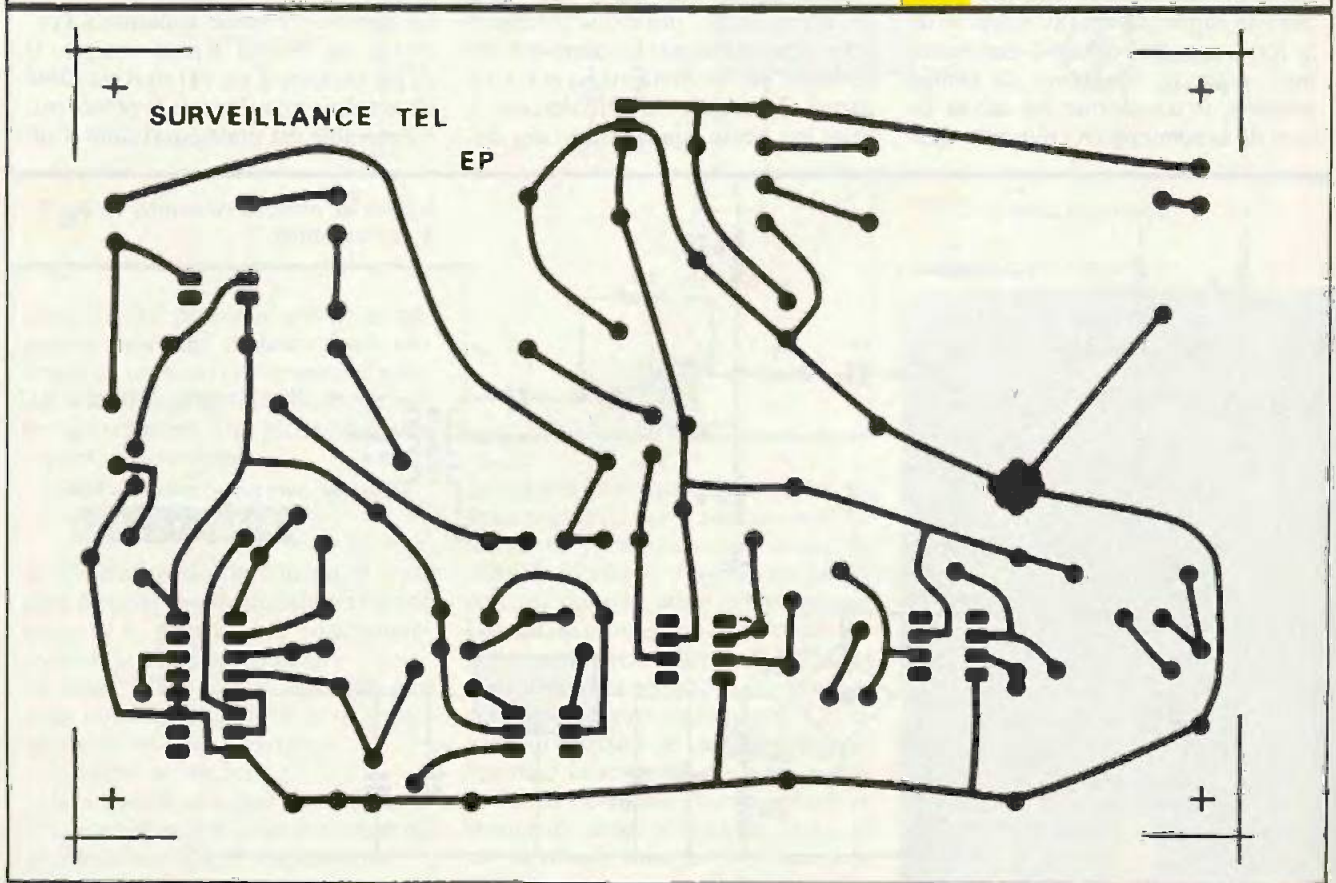
Il a été réalisé sur une plaque en verre époxy 155 x 105 mm. Son dessin est donné à la figure 4. Avant d'en commencer la réalisation, nous vous conseillons de vous procurer tous les

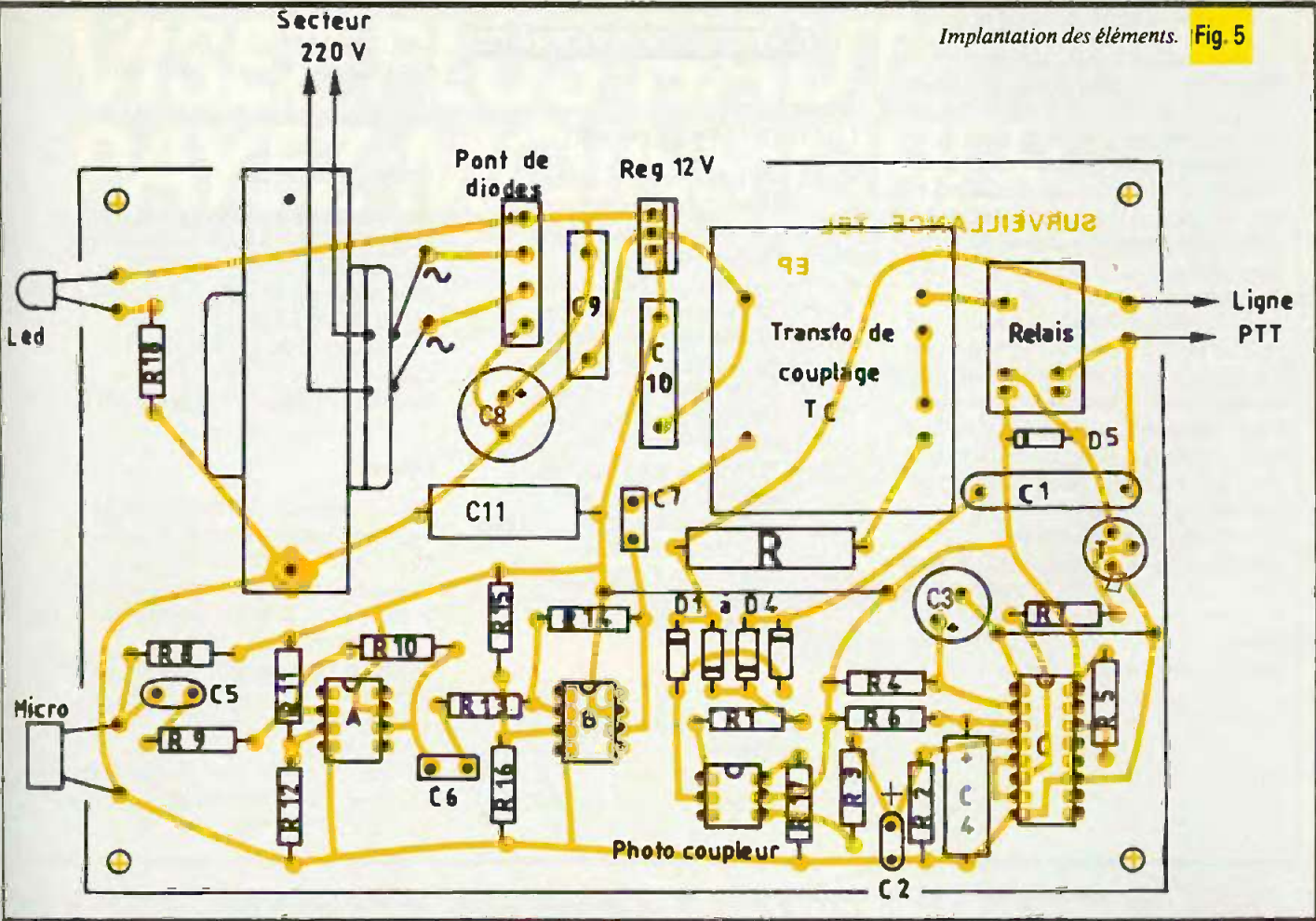
composants et surtout le relais, car vous n'êtes pas sûr de trouver le même modèle que celui de notre maquette.

Toutes les connexions sont faites à l'aide de pastilles de diamètre 2,54 mm et de la bande ayant une largeur de 0,8 mm. Pour les liaisons avec le circuit intégré, il sera bon

d'utiliser des pastilles spéciales ayant un écartement entre elles de 2,54 mm. La plaque sera ensuite attaquée au perchlorure puis nettoyée. Nous n'insisterons pas davantage, toutes ces pratiques ayant déjà fait l'objet d'articles détaillés.

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





- Le câblage (fig. 5)

Tous les composants étant répertoriés par un numéro, il suffit de se reporter à la nomenclature pour avoir leur valeur. Souder en premier lieu les deux straps de liaisons. Bien veiller à l'orientation des condensateurs chimiques, des diodes, du transistor et des circuits intégrés. Se souvenir que les C-MOS sont fragiles et exigent quelques précautions lors des opérations de soudage. Ne pas hésiter à employer un support pour celui-ci.

- La mise en coffret

Nous vous conseillons d'utiliser le même coffret que celui de notre maquette. Nous ne donnons pas de plan de perçage étant donné la simplicité du travail à effectuer : sur la face principale, deux trous à percer pour la LED et pour le micro ; sur la face arrière, deux trous pour les deux passe-fils (ø 10 mm) et, sur le fond, quatre trous pour la fixation du circuit imprimé. Les quelques photos ci-jointes vous éclaireront plus que de longues explications.



Le montage en coffret Teko.



## - Les essais, le branchement

Le seul réglage à effectuer consiste à déterminer la valeur de la résistance R. Quand le contact I est fermé, le courant continu circulant dans la ligne téléphonique (et donc dans la résistance R) doit être compris entre 40 et 50 milliampères sans toutefois dépasser cette limite. La valeur de R dépend du lieu d'utilisation et pourra être comprise entre 1 000  $\Omega$  et quelques centaines d'ohms. Choisir un modèle de 2 W. Pour le raccordement à la ligne, nous vous suggérons d'utiliser une prise téléphonique classique. Notre dispositif se branchera au moment opportun à la place de votre combiné habituel. Nous vous rappelons cependant que tout branchement est interdit sur le réseau public. Pour pouvoir utiliser ce dispositif, il faut en principe demander l'autorisation aux services compétents des PTT. Par contre, rien ne vous interdit de le faire fonctionner sur un réseau privé.

Ph. GASSER

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

(1/4 ou 1/2 W sauf pour R)

- R<sub>1</sub> : 8,2 k $\Omega$  (gris, rouge, rouge)
  - R<sub>2</sub> : 330 k $\Omega$  (orange, orange, jaune)
  - R<sub>3</sub> : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)
  - R<sub>4</sub> : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
  - R<sub>5</sub> : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
  - R<sub>6</sub> : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)
  - R<sub>7</sub> : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)
  - R<sub>8</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
  - R<sub>9</sub> : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
  - R<sub>10</sub> : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
  - R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)
  - R<sub>13</sub> : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
  - R<sub>14</sub> : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
  - R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub> : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)
  - R<sub>17</sub> : 68 k $\Omega$  (bleu, gris, orange)
  - R<sub>18</sub> : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)
- Résistance R : voir texte - modèle 2 W

### Condensateurs

- C<sub>1</sub> : 0,47  $\mu$ F - 200 V
- C<sub>2</sub> : 2,2  $\mu$ F - 16 ou 25 V - tantale
- C<sub>3</sub> : chimique 15  $\mu$ F ou 22  $\mu$ F - 16 ou 25 V
- C<sub>4</sub> : chimique 47  $\mu$ F - 16 ou 25 V
- C<sub>5</sub> : tantale 2,2  $\mu$ F - 16 ou 25 V

- C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 0,33  $\mu$ F
- C<sub>8</sub> : chimique 470  $\mu$ F - 25 V min.
- C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub> : 0,22  $\mu$ F
- C<sub>11</sub> : chimique 100  $\mu$ F 16 ou 25 V

### Semi-conducteurs

- D<sub>1</sub> à D<sub>5</sub> : diodes 1N4004 ou équivalent
- Pont de diodes : BY164 ou équivalent
- Transistor T : 2N2219 ou NPN
- Photocoupleur : 4N33 (ou MCA230, H11B1 ou TIL113)
- Circuits intégrés A et B : 741
- Circuit intégré C : CD4528
- Régulateur intégré 12 V genre 7812

### Divers

- Transformateur d'alimentation 15 V
- Transformateur TC : 220 V - 24 V - 1,8 ou 3 VA
- Relais R<sub>e</sub> : 12 V - 1 contact travail.
- 2 supports pour circuits intégrés 2 x 4 broches
- 1 support pour circuits intégrés 2 x 8 broches
- 1 micro à électret
- 2 passe-fils
- 1 LED  $\varnothing$  5 mm, 1 prise téléphonique
- 1 boîtier Teko type 363 (forme pupitre)
- Epoxy, fils, vis, entretoises...

## NOUVEAU SPECIALE SURVEILLANCE

**MICRO ESPION** • Du modèle miniature au longue portée. Une gamme complète d'émetteurs ambiants ou téléphoniques avec systèmes d'enregistrement automatique modifiés en fréquence.

### ÉMETTEUR AMBIANCE OU TÉLÉPHONIQUE À QUARTZ.

• Le LEADER de toute une gamme de MICROS ESPIONS avec stabilité de fréquence sur la gamme des 2 m en FM. Finis les problèmes de réception dus aux interférences des radios libres. Un atout majeur dans la surveillance.

### ÉMETTEUR TV

• LIAISON SANS FIL pour retransmettre une image Vidéo sur un ou plusieurs récepteurs TV dans un rayon de 50 à 100 m.

PLUSIEURS MODÈLES au choix :

- ÉMETTEUR TV IMAGE à fréquence réglable : **750<sup>F</sup>**
- ÉMETTEUR TV QUARTZ IMAGE à fréquence stable : **950<sup>F</sup>**
- ÉMETTEUR TV QUARTZ SON à fréquence stable : **950<sup>F</sup>**
- ENSEMBLE ÉMETTEUR TV QUARTZ IMAGE/SON : **1700<sup>F</sup>**

**MATERIEL PROFESSIONNEL  
GARANTI 2 ANS**

**DÉTECTEUR DE MICRO ESPION . 1500<sup>F</sup>**

**DÉTECTEUR D'ÉCOUTES TÉLÉPHONIQUES . 840<sup>F</sup>**

**SIMULATEUR DE PRÉSENCE avec sélecteur d'appels . 490<sup>F</sup>**

**BABY GARDE pour la surveillance téléphonique à distance . 350<sup>F</sup>**

Documentation sur simple demande EP 4/87



**CRELEC**

voir, entendre, se défendre

6, rue des Jeûneurs - 75002 PARIS - 45.08.87.77

## ÉLECTRONICIENS

POUR FAIRE DES SOUDURES PRÉCISES ET RAPIDES  
ET PROTÉGER VOS SEMICONDUCTEURS

**OPTEZ pour les ANTEX**

70 PAYS DDNT LES U.S.A. ET LE JAPON LES UTILISENT

Support ST4 pour  
tous les fers  
ANTEX



**Recherche  
distributeurs**

**BRAY FRANCE**

76, rue de Sully  
92100 Boulogne-sur-Seine  
Tel : 46 04 38 06 Telex 201576



# AMPLI-TUNER FM PSEUDO-STEREO TSM 205

**E**

n effet, la qualité des kits produits (plus de 200) permet aujourd'hui à TSM d'être

même présent sur le marché américain.

Du sérieux et une présentation originale sont à la base du succès remporté par ce type de produit.

Le kit TSM 205 se présente, comme tous les autres de la gamme, avec un circuit imprimé, entièrement préparé, percé et sérigraphié en couleurs. Comme vous pouvez en juger par l'illustration grandeur nature, le 205 pourra, grâce à son alimentation par pile 9 V, servir de « balladeur », ou bien alors d'ampli-tuner.

## LE SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 1 propose le schéma de principe général de l'ensemble construit autour de trois circuits intégrés.

Le montage fait appel du côté réception à une structure désormais connue et éprouvée, à savoir l'utilisation du TDA 7000 suivi du circuit pseudo-stéréo TDA 3810.

L'originalité repose cependant sur l'emploi d'un nouveau circuit intégré BF à 8 broches, le TDA 7050.

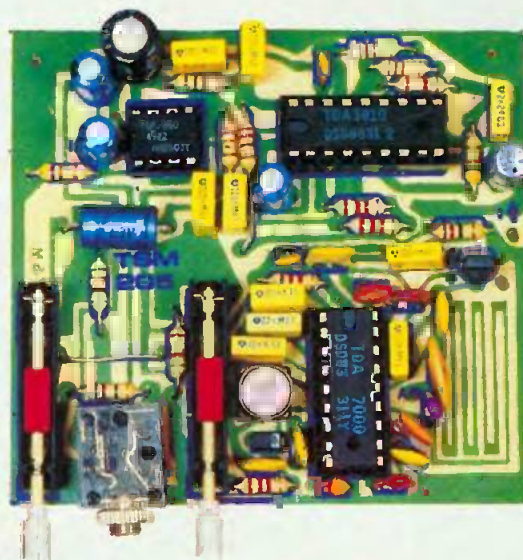
La partie réception n'appelle pas de commentaires particuliers. La bobine d'accord fait partie intégrante du circuit imprimé en formant une grecque que vous apercevez dans un coin de la carte. L'autre bobine est fournie toute faite, un noyau permettra d'étaler la bande 88 à 108 MHz.

Pour l'accord, le fabricant a retenu l'emploi d'un potentiomètre multi-tour, indispensable compte tenu de la multiplication des stations.

Les composants associés aux TDA 7000 et au TDA 3810 sont en fait

La gamme des kits TSM vient de s'enrichir d'un nouveau modèle référencé 205, ampli tuner FM pseudo-stéréo.

L'évolution spectaculaire de cette entreprise n'est pas étrangère au dynamisme de ses dirigeants.



conformes aux cahiers des charges du constructeur. Vous trouvez donc plusieurs condensateurs de différentes valeurs autour du circuit principal.

En revanche, pour la section BF, le TDA 7050 présente un schéma de principe à couper le souffle, deux entrées, deux sorties, une alimentation. Entrées au niveau des broches 2 et 3, sorties par les broches 6 et 7, on ne peut rêver plus simple. Dans le cas présent, ces sorties permettent d'alimenter un casque stéréo 32  $\Omega$  (non fourni dans le kit).

Enfin, le tout s'alimente entre 9 et

12 V de tension avec une consommation insignifiante et pour une sortie sous 8  $\Omega$  de 150 mV.

## REALISATION

Comme précisé, le kit comprend tous les éléments nécessaires à la réalisation. La pièce maîtresse reste le circuit imprimé tout prêt à l'emploi.

La tâche de l'amateur se résume alors à la mise en place des différents composants conformément à la notice jointe et selon une procédure bien établie.

Le fabricant recommande en effet le montage des résistances, et puis des condensateurs ensuite.

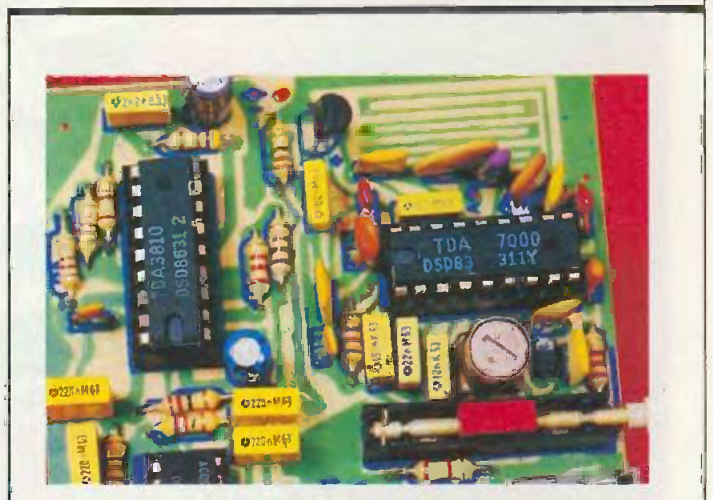
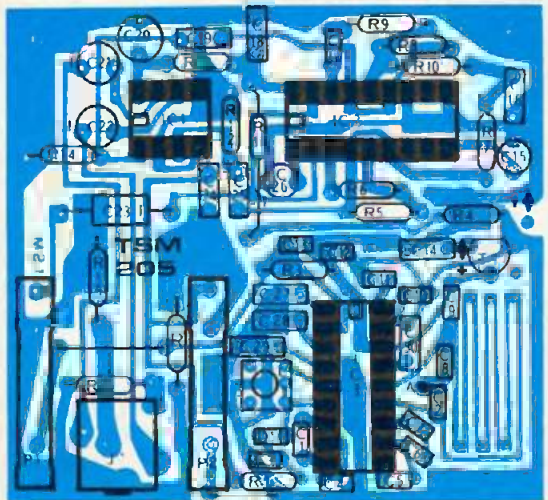
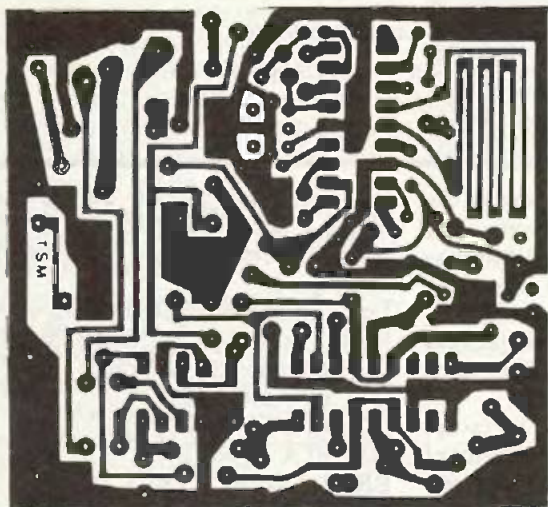
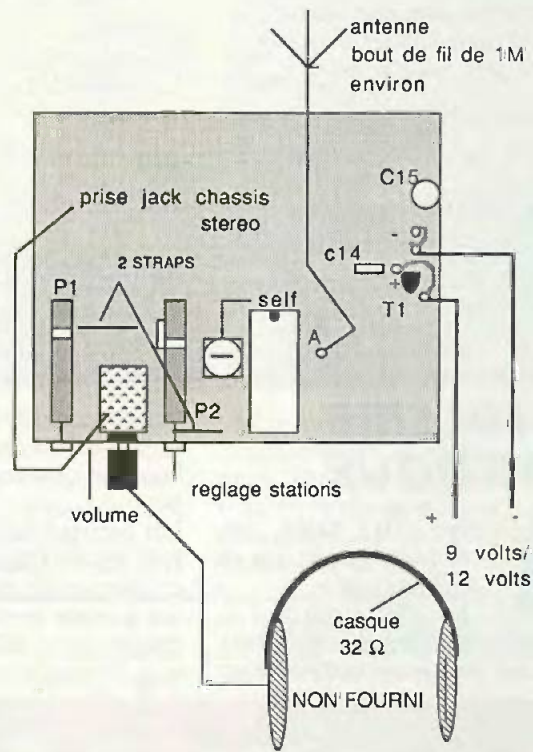
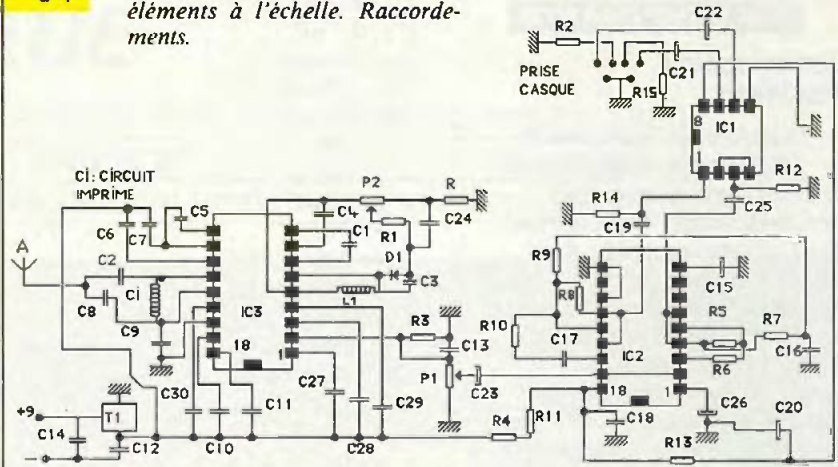
Les figures 2 et 3 précisent, à titre indicatif, le tracé du circuit imprimé grandeur nature et l'implantation des éléments. En tout état de cause, il faudra prendre soin de bien placer les quelque 26 condensateurs de valeurs différentes. Quant aux autres composants polarisés, ils réclament l'attention que vous connaissez.

A ne pas oublier, cependant, les deux straps de liaison réalisés avec l'excédent des connexions d'une résistance par exemple. Après l'ultime vérification, vous pourrez brancher votre pile d'alimentation et enfoncez votre casque dans la prise miniature stéréo prévue à cet effet.

Immédiatement, un souffle se fait entendre, vous réglez alors le volume à l'aide de P1 et les stations à l'aide de P2. Si vous n'êtes pas centré sur la gamme FM, vous pouvez ajuster légèrement L1.

Fig. 1  
à 4

Schéma de principe. Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments à l'échelle. Raccordements.



TDA 3810 et TDA 7000, deux circuits destinés à la réception FM.

## LISTE

### DES COMPOSANTS

Circuit imprimé  
Résistances

R : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)  
R<sub>1</sub> : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
R<sub>2</sub> : 51  $\Omega$  (vert, marron, noir)  
R<sub>3</sub> : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
R<sub>4</sub> : 12  $\Omega$  (marron, rouge, noir)  
R<sub>5</sub> : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)  
R<sub>6</sub> : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)  
R<sub>7</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
R<sub>8</sub> : 82 k $\Omega$  (gris, rouge, orange)  
R<sub>9</sub> : 82 k $\Omega$  (gris, rouge, orange)  
R<sub>10</sub> : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)  
R<sub>11</sub> : 12  $\Omega$  (marron, rouge, noir)  
R<sub>12</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
R<sub>13</sub> : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron)  
R<sub>14</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
R<sub>15</sub> : 51  $\Omega$  (vert, marron, noir)

Condensateurs polarisés

C<sub>15</sub> : 10 à 15  $\mu$ F      C<sub>22</sub> : 22 à 100  $\mu$ F  
C<sub>20</sub> : 220  $\mu$ F          C<sub>23</sub> : 6,8  $\mu$ F  
C<sub>21</sub> : 22 à 100  $\mu$ F      C<sub>26</sub> : 22 à 100  $\mu$ F

Condensateurs non polarisés

C<sub>1</sub> : 3,3 nF              C<sub>4</sub> : 180 pF  
C<sub>2</sub> : 39 pF              C<sub>5</sub> : 330 pF  
C<sub>3</sub> : 4,7 nF              C<sub>6</sub> : 3,3 nF

C<sub>7</sub> : 150 pF  
C<sub>8</sub> : 47 pF  
C<sub>9</sub> : 4,7 nF  
C<sub>10</sub> : 330 pF  
C<sub>11</sub> : 220 pF  
C<sub>12</sub> : 4,7 nF  
C<sub>13</sub> : 1 nF  
C<sub>14</sub> : 100 nF LCC  
C<sub>16</sub> : 2,2 nF LCC  
C<sub>17</sub> : 1 nF  
C<sub>18</sub> : 220 nF LCC  
C<sub>19</sub> : 220 nF LCC  
C<sub>24</sub> : 220 nF LCC  
C<sub>25</sub> : 220 nF LCC  
C<sub>27</sub> : 150 nF LCC  
C<sub>28</sub> : 22 nF LCC  
C<sub>29</sub> : 10 nF LCC  
C<sub>30</sub> : 100 nF LCC

Self

L<sub>1</sub> : self n° 210 ou équivalent

Régulateur

T<sub>1</sub> : 78 L 05

Potentiomètres

P<sub>1</sub> : 100 k $\Omega$  multitour  
P<sub>2</sub> : 100 k $\Omega$  multitour



Présentation originale des kits TSM.

Diodes

D<sub>1</sub> : BB 105 diode Varicap

Supports  
de circuits intégrés

2 supports 18 broches  
1 support 8 broches

Prise Jack

3,5 stéréo pour circuit imprimé (casque)

Circuits intégrés

IC<sub>1</sub> : TDA 7050  
IC<sub>2</sub> : TDA 3810  
IC<sub>3</sub> : TDA 7000

## LA TOLERIE PLASTIQUE

**A**vec cette firme, une nouvelle génération de coffrets arrive. En effet, aussi bien au stade amateur que professionnel, nous avons besoin de coffrets élec-

troniques qui soient pratiques et qui se travaillent facilement pour l'élaboration des maquettes ou prototypes.

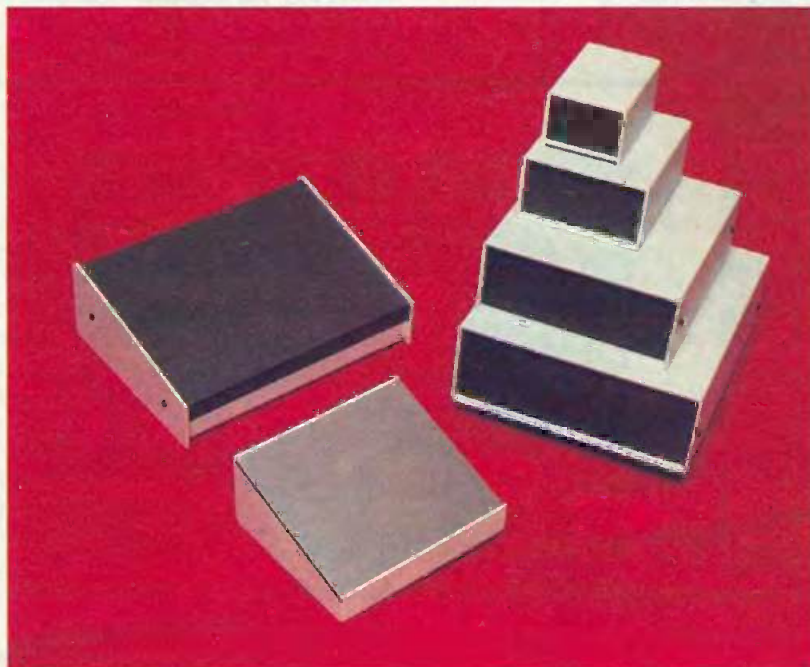
Les coffrets standards de la TOLE-RIE PLASTIQUE répondent à ces critères, et de plus s'inscrivent dans une gamme de prix modeste.

Polystyrène, ABS, PVC, métacrylate, filmage aluminium constituent

une technique souple qui permet même à cette firme de réaliser des coffrets personnalisés à partir de 300 pièces.

Les principales références du catalogue s'accordent parfaitement avec l'esprit de nos réalisations.

C1 : 30 x 50 x 80  
C2 : 40 x 60 x 90  
C3 : 50 x 70 x 110  
PRG1 : 20/60 x 130 x 160  
PRG2 : 35/70 x 230 x 160 réversible  
PRG3 : 35/77 x 290 x 190 réversible  
D10 : 50 x 100 x 110  
D20 : 35 x 145 x 170  
D30 : 40 x 120 x 170  
D40 : 70 x 110 x 145  
D50 : 60 x 160 x 170  
D60 : 100 x 180 x 210  
D70 : 70 x 200 x 215  
GA1 : 93 x 280 x 160  
Face avant film alu Ep. 4 mm  
GA2 : 140 x 400 x 205  
Face avant film alu Ep. 4 mm  
BA4 : 20 x 85 x 120  
Film aluminium



La Tôlerie Plastique  
3 à 7, rue Pierre-Semard  
76000 Le Havre  
Tél. : 35.53.10.11

# DETECTEUR D'ELECTRICITE STATIQUE

**E**

n effet, un peigne passé dans les cheveux, un crayon plastique frotté sur de la laine, une personne qui traîne les pieds sur une moquette synthétique, tels sont les phénomènes les plus courants d'apparition de charges électrostatiques que notre détecteur vous révélera.

## LE SCHEMA DE PRINCIPE

Le cœur du dispositif fait appel à un transistor à effet de champ (FET) dont les exigences en courant sont insignifiantes et l'impédance d'entrée très élevée, ce qui constitue pour la présente réalisation des caractéristiques intéressantes.

Les tensions provoquées par le champ électrostatique sont captées par une petite antenne d'une vingtaine de centimètre (fil électrique isolé).

Le transistor FET constitue le détecteur proprement dit. Sa porte ou « gate » est en conséquence non polarisée, elle se trouve en l'air. Une résistance de 2,2 M $\Omega$  la protège toutefois pour le cas où des tensions trop importantes ou décharges électrostatiques interviendraient.

Précisons que le transistor en question, du type 2N3819, se trouve également protégé intérieurement. Monté en source commune, électrode de référence par rapport à la masse, on retrouve les signaux au niveau du drain chargé par la résistance R<sub>2</sub>.

Deux transistors NPN montés en darlington complète, l'ensemble. Une liaison directe autorise la mise en évidence du phénomène par l'illumination d'une diode LED.

L'alimentation s'effectue à l'aide d'une pile de 4,5 à 9 V.

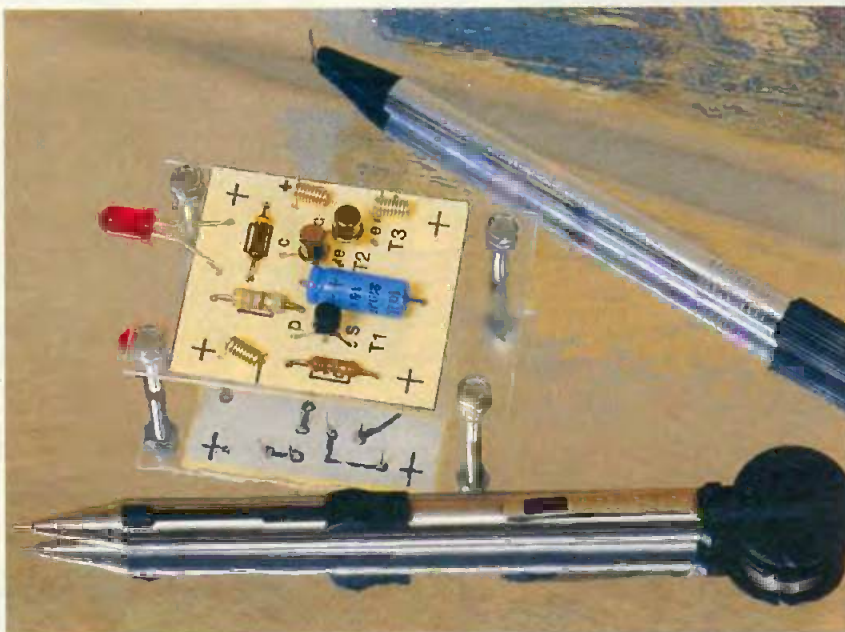
## REALISATION

La figure 2 précise la mise en place des divers composants à l'échelle. On utilisera un support isolant comme du carton, par exemple, que l'on découpera aux dimensions de la figure.

On collera d'un côté ce croquis et de l'autre, en parfaite coïncidence, le tracé des diverses liaisons à réaliser à l'aide du stylo à câbler.

On procédera au perçage du carton à l'aide du perforateur, de préférence

A l'aide du stylo à câbler désormais connu Circuigraph, vous allez pouvoir réaliser très facilement un détecteur d'électricité statique.



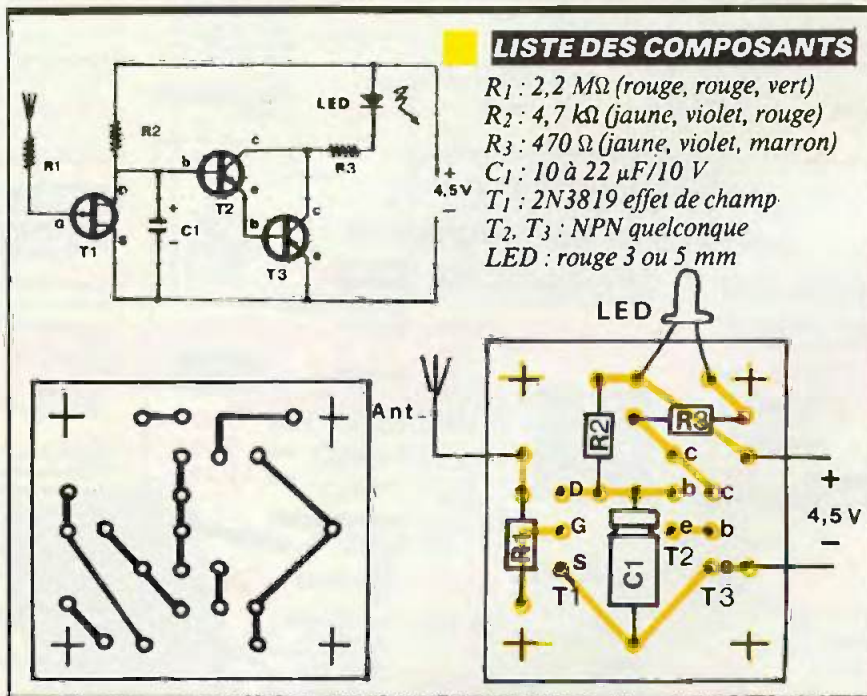
du côté des liaisons. Ensuite on passera à la mise en place des éléments tout comme pour un véritable circuit imprimé. Il faudra bien veiller à l'orientation des transistors.

A la mise sous tension la diode LED

s'illumine, il faut attendre alors l'équilibre des charges électrostatiques. Une fois éteinte, l'approche d'un stylo plastique frotté contre un tissu provoque l'illumination à 40 ou 50 cm.

## LISTE DES COMPOSANTS

- R<sub>1</sub> : 2,2 M $\Omega$  (rouge, rouge, vert)
- R<sub>2</sub> : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- R<sub>3</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- C<sub>1</sub> : 10 à 22  $\mu$ F/10 V
- T<sub>1</sub> : 2N3819 effet de champ
- T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> : NPN quelconque
- LED : rouge 3 ou 5 mm





# SONDE LOGIQUE

La sonde que nous proposons ici intègre dans le même boîtier un testeur de transistors et diodes ainsi qu'un détecteur de niveau « 1 ».

**E**

n effet ces fonctions sont très souvent utilisées par l'amateur qui conçoit un montage

avec des composants de récupération. Mais il est malcommode d'effectuer ces contrôles avec un multimètre, instrument fragile qui nécessite une attention particulière et plusieurs manipulations.

## LE SCHEMA

### DE PRINCIPE (fig. 1)

L'alimentation de l'ensemble se fait à partir d'une pile de 9 V.

Le testeur de transistors utilise deux portes NAND, qui forment un oscillateur 1Hz. Ainsi, pour un NPN en bon état, la base sera polarisée durant le front haut du signal, ce qui aura pour conséquence de faire clignoter LED 2. Pour les PNP, il suffit de tenir

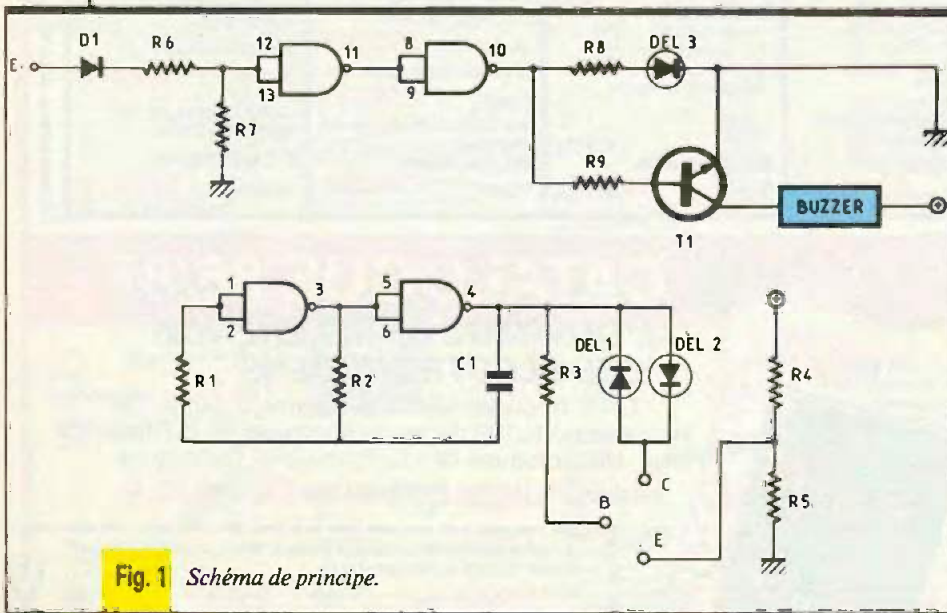
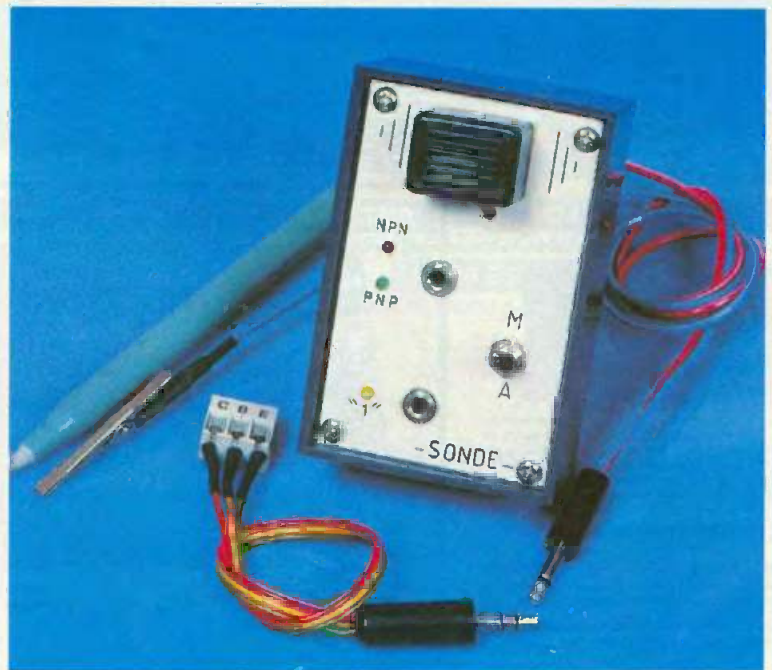


Fig. 1 Schéma de principe.

le raisonnement inverse. Les diodes se vérifieront en connectant leurs pattes aux bornes C et E. Le clignotement de LED 2 en sens direct (anode sur C et cathode sur E) et celui de LED 1 en sens indirect indiquent que la jonction du semi-conducteur est bonne.

Les deux portes restantes du 4093 sont utilisées pour le détecteur de niveau « 1 », qui présente une grande impédance d'entrée grâce à R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub>. D<sub>1</sub> sert à protéger les portes logiques contre les tensions négatives par rapport à la masse. Quand un niveau haut se présente sur l'entrée, le buzzer se fait entendre et la LED 3 s'allume. En fait, elle n'est là que pour visualiser les pics positifs où le buzzer n'a pas le temps de réagir. Le connecteur et la pointe de touche seront réalisés conformément à la figure 2.

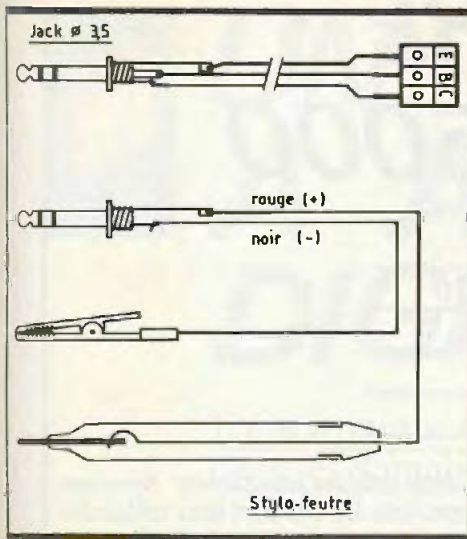


Fig. 2 Connecteurs et pointes de touche.

### CIRCUIT IMPRIME (fig. 3)

Il n'appelle pas de commentaire particulier, et sa simplicité permet de le réaliser à l'aide de transferts du type Mecanorma, qui permettent une gravure directe au perchlore de fer. Eventuellement, on pourra l'étamer à froid et terminer par le perçage avec un foret de 1 mm.

### REALISATION

On fera simplement attention au sens de la diode  $D_1$  et du transistor. Le circuit intégré sera monté sur un support. Le câblage des différents composants extérieurs se fera avec du fil de couleur, ce qui facilitera les repérages au moment de souder. Bien sûr, comme dans toute réalisation, plus le montage est soigné, meilleurs sont les résultats !

Après vérification, le circuit sera introduit dans un boîtier Teko P/1 où l'on placera une cloison qui servira de logement à la pile. La face avant est dessinée à l'encre sur un papier Canson puis collée sur la plaque. On recouvrira le tout avec un papier autocollant transparent (protège-document). Le montage doit fonctionner dès la mise sous tension, sans réglages.

Cette sonde pourra certainement rendre service à l'amateur, en levant le doute sur l'état des semi-conducteurs douteux, et ce, pour un prix modique. Enfin, nous avons là un exercice d'initiation intéressant et utile.

D. PAGNOUX

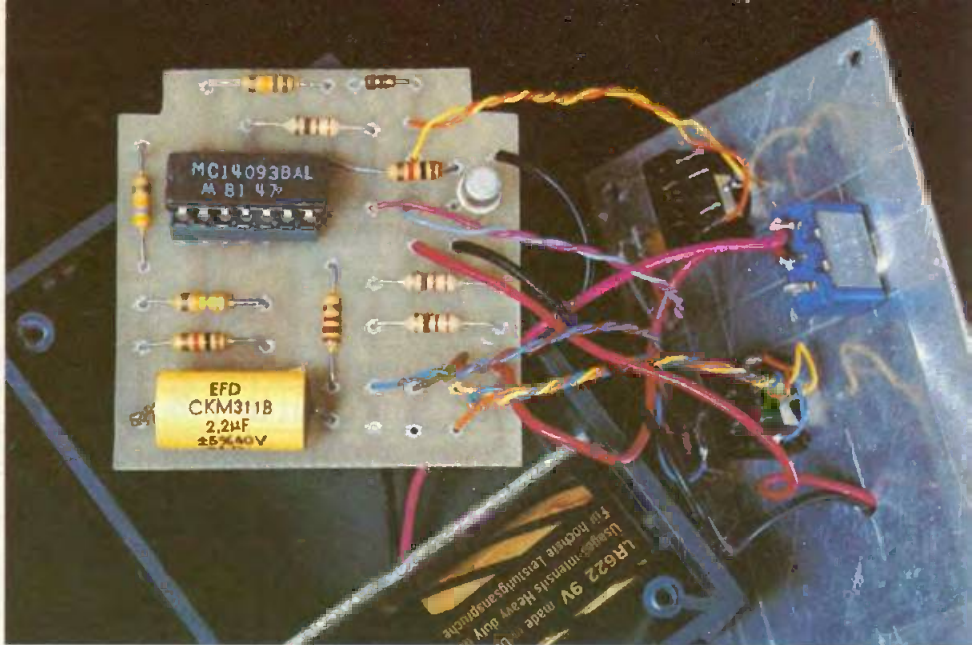
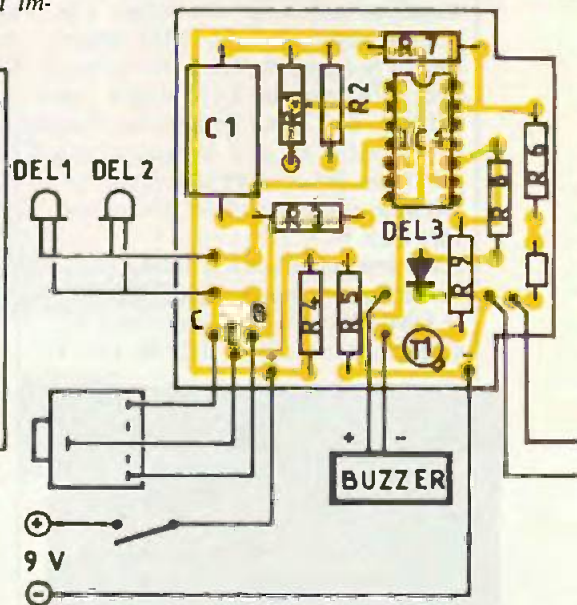
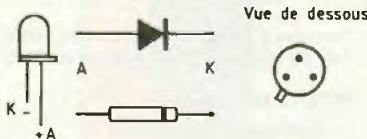
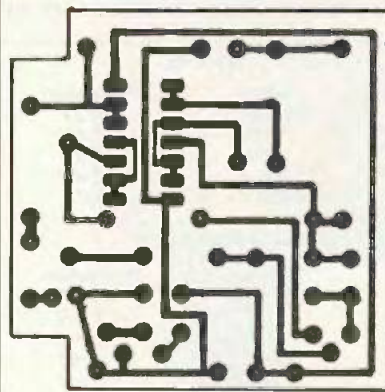


Photo 2. - Pour la mise en boîtier, il faudra prévoir deux encoches sur le circuit.

Fig. 3 et 4 Tracé du circuit imprimé et implantations des éléments.



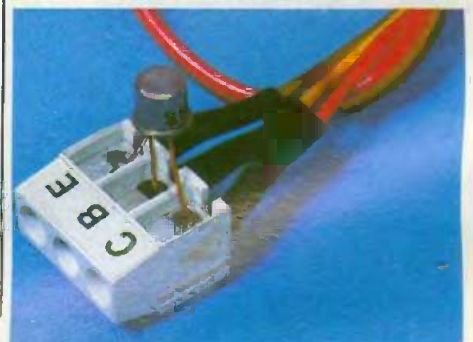
### MATERIEL

Résistances 1/4 W - 5 %

- $R_1$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_2$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)
- $R_3$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_4$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)
- $R_5$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)
- $R_6$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $R_7$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)
- $R_8$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)
- $R_9$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $C_1$  : 2,2  $\mu$ F/40 V
- $D_1$  : 1N4148 ou équivalent
- $T_1$  : 2N2222
- LED1 rouge  $\varnothing$  3 mm
- LED2 verte  $\varnothing$  3 mm
- LED3 jaune  $\varnothing$  3 mm
- IC1 : CD 4093

- 2 prises jack stéréo, femelle châssis 3,5
- 1 prise jack stéréo mâle
- 1 prise jack mono mâle
- 1 buzzer 9 ou 12 V
- 1 coffret Teko P/1
- 1 inter miniature
- Circuit imprimé, etc.

Photo 3. - Aspect d'un connecteur.





# LE MULTIMETRE ISKRA DM 5000

Le parc Iskra des multimètres – déjà  
généreusement fourni tant dans le domaine du  
numérique que dans celui de l'analogique –  
s'agrandit encore, avec ce modèle référencé  
DM-5000.

**P**réésenté dans la tradition des produits de la société : un élégant boîtier gris, un commutateur rotatif pour la sélection des fonctions et des gammes clairement indiquées sur des plages aux teintes pastel, le DM-5000 appartient à la catégorie des 2 000 points, avec affichage sur 3 1/2 digits. Les chiffres, de 13 mm de hauteur, font évidemment appel à la technologie LCD, ce qui confère une large autonomie sur une simple pile miniature de 9 V.

Avec une impédance d'entrée traditionnellement normalisée à 10 M $\Omega$ , le DM-5000 offre des précisions qui s'échelonnent de  $\pm 0,25\%$  ( $\pm 1$

digit) en fonction voltmètre continu, à  $\pm 1,5\%$  sur quelques gammes de mesure de tensions alternatives ou d'intensités. Seuls, les calibres 20 A, utilisables par le biais d'une entrée spéciale, y font exception, avec  $\pm 2\%$  en continu et  $\pm 3\%$  en alternatif.

Le tableau ci-contre résume les ca-

ractéristiques essentielles. Ajoutons que tous les calibres sont intégralement protégés. En particulier, un éclateur à faible capacité limite les surtensions.

Voici, dans le domaine des appareils à usage multiple, un modèle qui ne déparera pas le laboratoire.

R.R.



#### TENSION CONTINUE

Calibre	Résolution	Précision	Protection
200 mV	100 $\mu$ V	$\pm 0,25\%$	1 000 V = ou crête
2 V	1 mV	de la	
20 V	10 mV	lecture	
200 V	100 mV	$\pm 1$ digit	Temps de réponse 1 sec.
1 000 V	1 V		Réjection Mode Normal 46 dB à 50 Hz Réjection Mode Commun 100 dB à 60 Hz

#### TENSION ALTERNATIVE

Calibres	Résolution	Précision	Fréquence
200 mV	100 $\mu$ V		45 Hz — 400 Hz
2 V	1 mV	$\pm 0,5\%$ de la	45 Hz — 400 Hz
20 V	10 mV	lecture	45 Hz — 400 Hz
200 V	100 mV	$\pm 2$ digits	45 Hz — 400 Hz
200 V	100 mV		45 Hz — 400 Hz
750 V	1 V	1 % de la lecture	45 Hz — 400 Hz
		$\pm 2$ digits	

Tension d'entrée max. autorisée 750 V.RMS

Tps de réponse 3S calibration en RMS pour tension sinusoïdale.

#### INTENSITE CONTINUE

Calibres	Résolution	Précision	Chute de tension par calibre
200 $\mu$ A	100 $\mu$ A		0,25 V
2 mA	1 $\mu$ A	$\pm 0,5\%$ de la lecture	0,25 V
20 mA	10 $\mu$ A	$\pm 1$ digit	0,25 V
200 mA	100 $\mu$ A	$\pm 0,75\%$ de la lecture	$\pm 1$ digit 0,5 V
20 A	10 mA	$\pm 2\%$ de lecture	$\pm 5$ digits 0,3 V

Protection : Entrée mA fusible 2 A/250 V rapide

Entrée 20 A pas de fusible : jusqu'à 20 A pendant 15 sec.

Temps de réponse : 1 sec.

#### INTENSITE ALTERNATIVE

Calibres	Résolution	Précision	Chute de tension par calibre
200 $\mu$ A	100 $\mu$ A		0,25 V RMS
2 mA	1 $\mu$ A	$\pm 0,75\%$ de la lecture	0,25 V RMS
20 mA	10 $\mu$ A	$\pm 5$ digits	0,25 V RMS
200 mA	100 $\mu$ A		0,25 V RMS
20 A	10 mA	$\pm 3\%$ de lecture	$\pm 5$ digits 0,3 V RMS

Fréquence 45 à 60 Hz

Protection identique aux calibres Intensité continue.

#### RESISTANCES

Calibres	Résolution	Précision	Protection
200 Ohms	100 m Ohms	$\pm 0,5\%$	250 V cont ou RMS
2 K Ohms	1 Ohm	$\pm 0,3\%$ de la lecture	
20 K Ohms	10 Ohms	$\pm 0,3\%$ $\pm 1$ digit	
200 K Ohms	100 Ohms	$\pm 0,3\%$	
2000 K Ohms	1 K Ohm	$\pm 0,75\%$	
20 M Ohms	10 K Ohms	$\pm 1,5\%$	

Tension maximum ou circuit ouvert 3 V

Temps de réponse 3 sec. sauf calibre 20 M $\Omega$  8 sec.





# UN PESON A AFFICHAGE DIGITAL

L'électronique se caractérise par des applications dans les domaines les plus variés. Celui que nous abordons aujourd'hui est celui de la pesée.

**L**a réalisation devant rester simple et à la portée du plus grand nombre d'amateurs, nous avons retenu le principe de la déformation d'un ressort mesurée à l'aide d'un dispositif électronique approprié, plutôt que le recours à des techniques plus sophistiquées telles que les jauges de contraintes.

Le montage ne fait appel qu'à des composants courants et disponibles auprès de tous les fournisseurs.

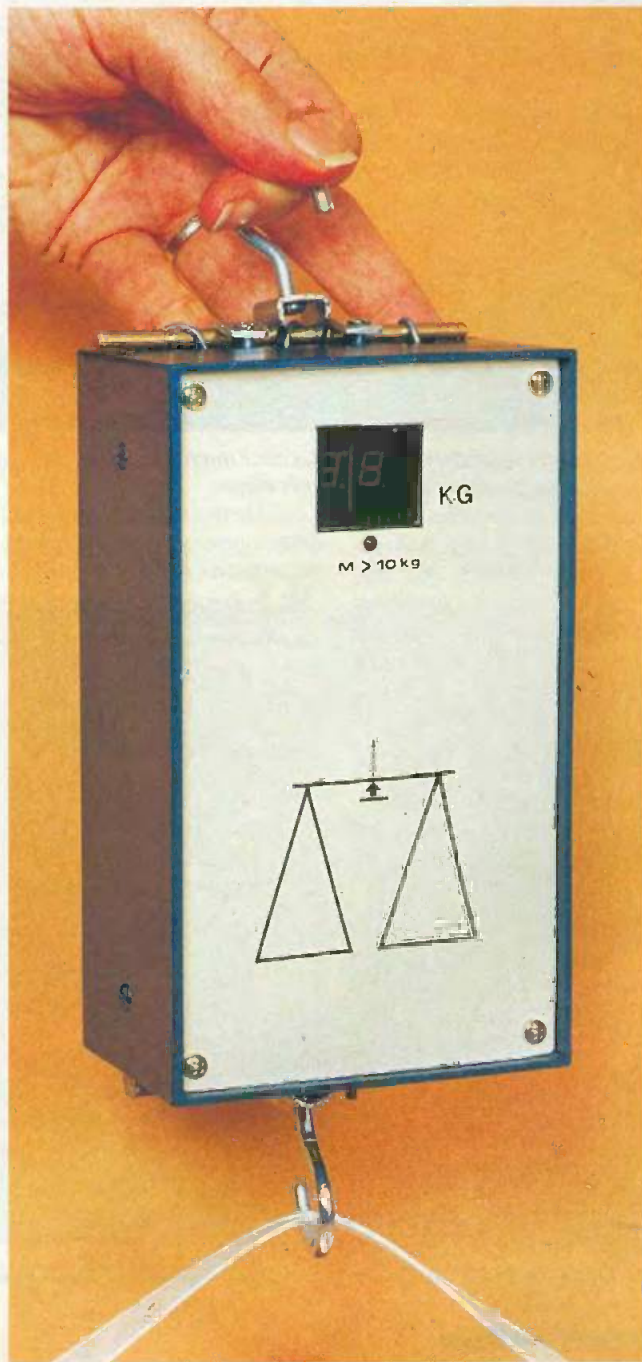
## I - LE PRINCIPE

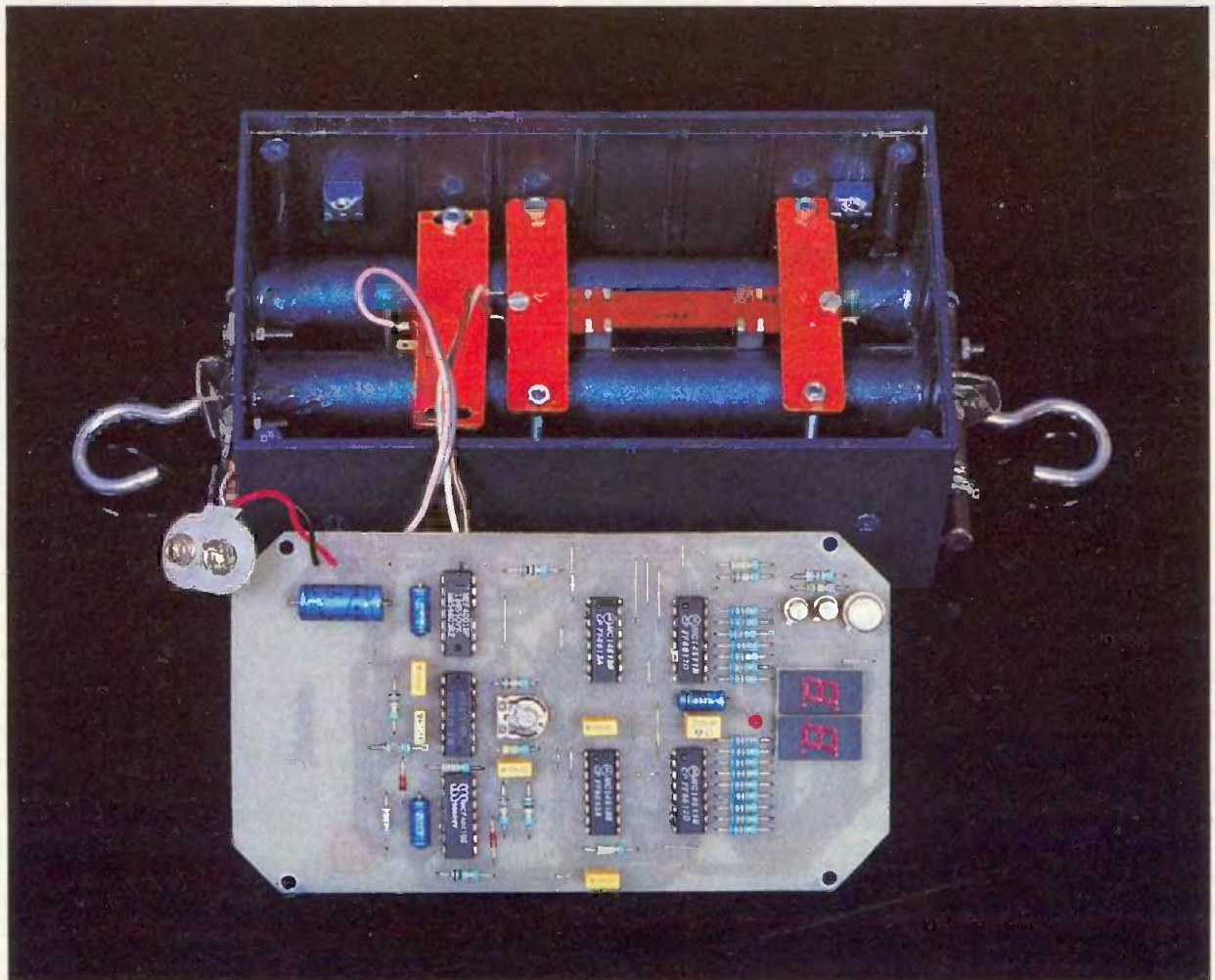
### a) Masse et poids

Avant d'aborder les explications relatives à notre montage, il n'est peut-être pas inutile de rappeler quelques notions fondamentales de physique.

Un corps (solide, liquide ou gazeux) peut se caractériser par sa masse qui représente en fait une notion de quantité de matière. Pour un même volume, tous les corps n'ont pas la même masse ; c'est la raison pour laquelle on a défini une grandeur propre à chaque corps : la masse volumique. L'unité utilisée pour exprimer la masse est le kilogramme (kg) tandis que celle qui mesure la masse volumique est le kilogramme par mètre cube ( $\text{kg/m}^3$ ). Souvent, on utilise des sous-multiples de ces unités tels que le gramme (g) ou le gramme par centimètre-cube ( $\text{g/cm}^3$ ).

La masse est donc une unité définissant un corps donné quel que soit l'endroit où il se trouve. Il n'en est pas de même pour le poids. En effet, le poids est la force s'exerçant au centre de gravité d'un corps et qui l'attire vers le centre de la terre. Cette force





La carte imprimée principale et la partie mécanique.

est fonction de la gravitation du lieu où cette attraction se produit. L'unité de gravitation, encore appelée accélération, s'exprime en mètre par seconde à la seconde (m/s/s). A Paris, elle est de 9,81 m/s/s ; à l'équateur elle est plus faible. Le poids s'exprime ainsi en toute logique en newtons (N), par la relation  $P_N = M_{kg} \times g_{m/s/s}$ . Ainsi, il serait plus correct de dire qu'un individu pèse 735 N ( $75 \times 9,81$ ) plutôt que 75 kg. En réalité, et dans le langage courant, on continue d'utiliser le kg pour exprimer le poids. C'est également le principe que nous avons adopté pour la détermination des paramètres de notre peson.

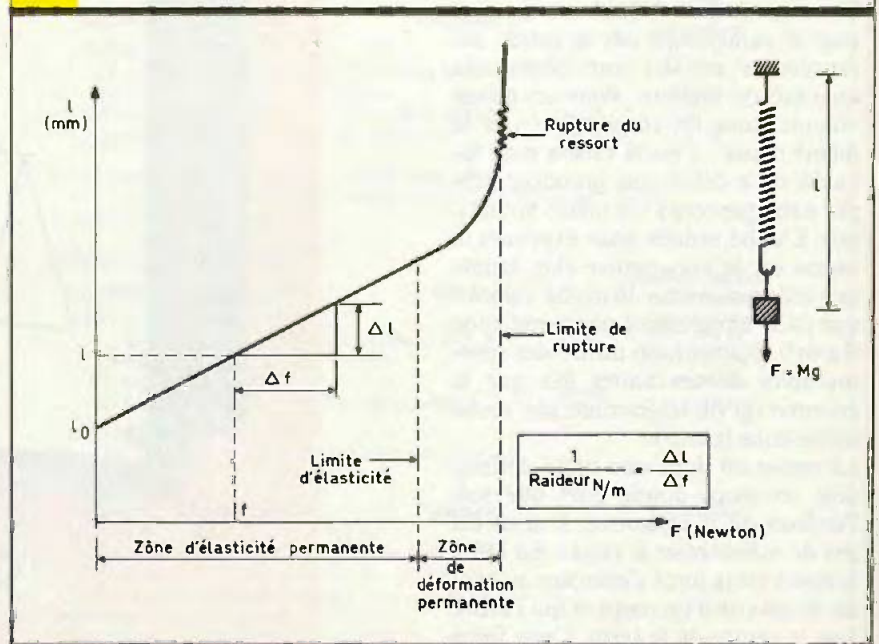
### b) Les ressorts (fig. 1)

Il en existe de différents types : à lames, en boudin ou spirale, en volute. Ils se caractérisent tous par leur élasticité qui est la propriété de se déformer sous l'action d'une force et de revenir à leur position d'origine lorsque cette force cesse.

Examinons plus particulièrement un ressort à spirale destiné à travailler à l'extension. Dans sa position de re-

pos, il se caractérise par une longueur  $l_0$ . Maintenons-le à un point fixe à l'une de ses extrémités et appliquons à l'autre des forces fournies par le poids de masses  $M$  progressivement croissantes.

Fig. 1 Rigidité/raideur d'un ressort.



Etablissons un graphique dans lequel l'axe des abscisses (horizontal) est destiné au report des forces progressivement appliquées, donc en newtons, tandis que l'axe des ordonnées (vertical) servira au relevé des longueurs correspondantes du ressort.

En reliant les points images des expérimentations successives entre eux, on constate que ces derniers sont alignés dans la zone appelée zone d'élasticité permanente du ressort. C'est la zone normale d'utilisation du ressort : dès que cesse l'effort, celui-ci retrouve sa longueur  $l_0$  d'origine.

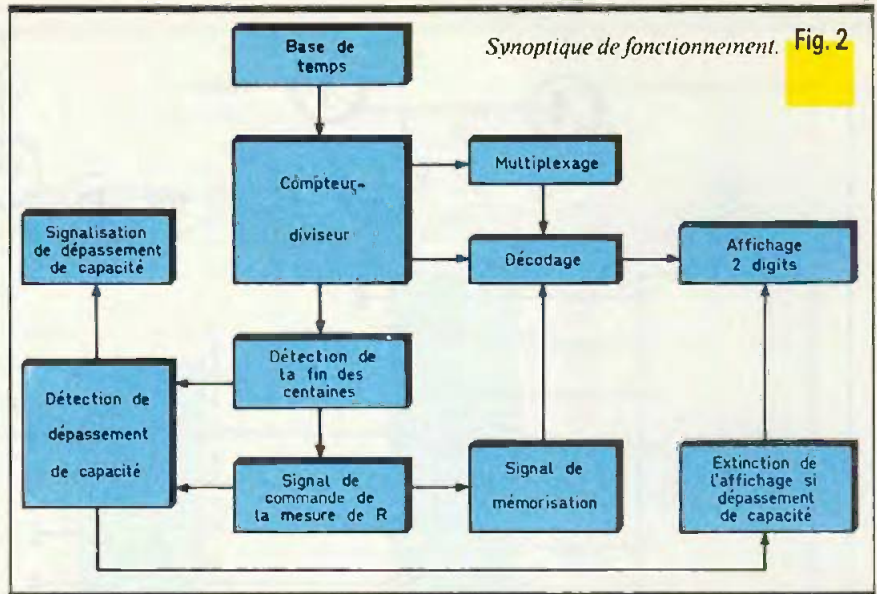
La relation entre déplacement et force est linéaire. On définit ainsi la raideur du ressort (qui est en fait l'inverse de l'élasticité) par le rapport existant entre une variation de force  $\Delta f$  et la variation correspondante  $\Delta l$ . L'unité de raideur ou de rigidité d'un ressort s'exprime en newtons/mètre (N/m). Plus un ressort est « élastique », plus ce nombre est petit et inversement.

Si on continue d'exercer des efforts plus importants, il arrive un moment où le ressort se déforme sans revenir à sa longueur d'origine lorsque la force disparaît : c'est la zone de déformation permanente du ressort; Enfin, si l'on intensifie encore cette force, le ressort se rompt lorsque la limite de rupture est atteinte.

### c) Principe de fonctionnement du peson électronique (fig. 2)

Notre peson comporte trois ressorts en spirales à spires jointives destinées à travailler en extension. Il s'agit donc de traduire une grandeur physique, qui est une force, en grandeur électronique. Nous avons eu recours pour cela au déplacement du curseur d'un potentiomètre aligné, assujéti à celui de l'extrémité non fixe des ressorts.

Une base de temps fournit des créneaux attaquant des compteurs-diviseurs successifs. A chaque fois que les compteurs concernés par l'affichage sous la forme de 2 digits passent par zéro, un signal prend son départ ; la durée de ce dernier est proportionnelle à la résistance du potentiomètre, donc au déplacement du ressort, c'est-à-dire en définitive à l'intensité de la force appliquée sur l'extrémité du ressort. La valeur alors occupée par les compteurs se trouve aussitôt mémorisée et l'affichage est remis à jour en conséquence. la périodicité de ces prises de mesure est de l'ordre de la demi-seconde. Si la valeur de la



masse appliquée dépasse 9,9 kg, l'affichage cesse et une signalisation indique que la capacité du peson vient d'être dépassée : il faut revenir à un effort nul pour réarmer l'ensemble. Enfin, un dispositif de multiplexage limite la consommation du montage.

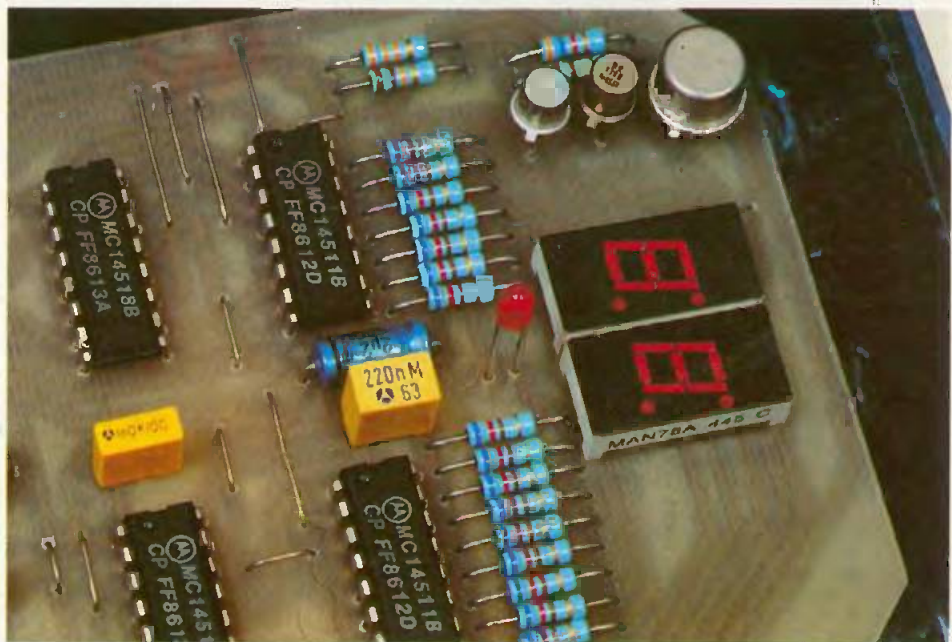
## II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

(fig. 3, 4 et 5)

### a) Alimentation

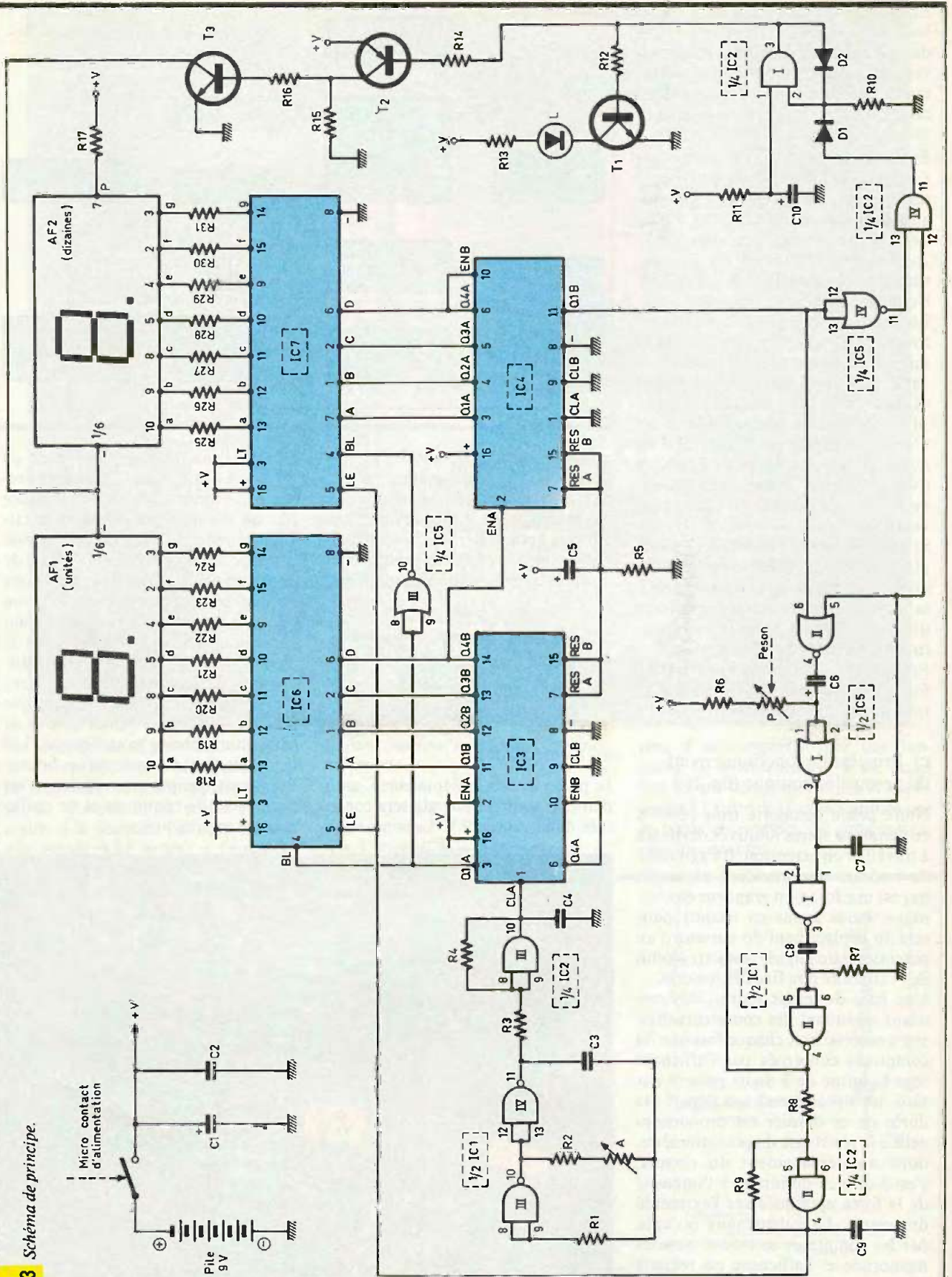
Le peson devant être totalement autonome, la source d'énergie sera constituée d'une pile de 9 V. La consommation

de l'ensemble est de l'ordre de 60 mA. En fait, dans la maquette présentée, l'alimentation est commandée par un microcontact fermant le circuit au moment où l'extrémité non fixe des ressorts accuse un début de déplacement. La pile ne débite donc du courant que pendant l'utilisation effective du peson. La coupure est automatique dès que l'on décroche le poids à déterminer. Grâce à cette disposition, la consommation se trouve réduite au strict nécessaire et le risque d'oublier de couper l'interrupteur de mise en marche se trouve écarté. Les capacités  $C_1$  et  $C_2$  assurent un filtrage du circuit compte tenu des diverses fréquences de comptage et de multiplexage en présence.



À côté des deux afficheurs, la LED de dépassement.

Fig. 3 Schéma de principe.



## b) Base de temps

La base de temps est constituée par les portes NAND III et IV de IC<sub>1</sub>, montées en multivibrateur. On peut d'ailleurs en rappeler très brièvement le fonctionnement. Plaçons-nous dans un endroit du cycle où la sortie du multivibrateur (sortie de la porte IV) se trouve à un état bas, et donc celle de la porte III, à un état haut.

La capacité C<sub>3</sub> se charge ainsi progressivement à travers R<sub>2</sub> + A et le potentiel disponible au niveau des entrées réunies de la porte III croît de la même manière. Aussitôt que le potentiel des entrées de la porte III atteint une valeur environ égale à la moitié de la tension d'alimentation, cette dernière bascule. Sa sortie passe à l'état bas tandis que celle de la porte IV présente un état haut. Le potentiel disponible aux entrées de la porte III monte brusquement à 3 U/2 qui est l'addition de la valeur U délivrée par la sortie de la porte IV et de la valeur U/2 provenant de la charge précédente de C<sub>3</sub>. Celle-ci se décharge maintenant dans R<sub>2</sub> et A à contre-sens. Le potentiel aux entrées de la porte III diminue donc progressivement, et, lorsque la valeur atteint U/2, la porte III rebasculé : sa sortie passe de nouveau à un état haut tandis que celle de la porte IV présente un état bas. Le potentiel au niveau des entrées de la porte III « saute » brutalement à - U/2 qui est la somme algébrique de + U/2 (charge précédente) et de - U. L'ensemble se retrouve donc au point de départ de ces explications ; un cycle complet est ainsi révolu. La période des créneaux délivrés par la sortie du multivibrateur s'exprime par la relation  $T \approx 2,2 (R_2 + A) C_3$ . Dans le présent montage et lorsque le curseur de A est en position médiane, cette dernière est de l'ordre de 250 μs, ce qui correspond à une fréquence de 4 kHz. La résistance R<sub>1</sub> n'intervient pas à proprement parler dans le calcul de la période ; on le choisit généralement 5 à 10 fois plus grande que l'ensemble (R<sub>2</sub> + A). Sa présence confère à l'ensemble davantage de stabilité et de fiabilité.

Compte tenu du mode de sollicitation de C<sub>3</sub>, on notera que cette dernière ne saurait être du type polarisé.

La porte AND III de IC<sub>2</sub> constitue un trigger de Schmitt. Son rôle consiste à donner aux créneaux délivrés par le multivibrateur des fronts ascendants et descendants bien verticaux.

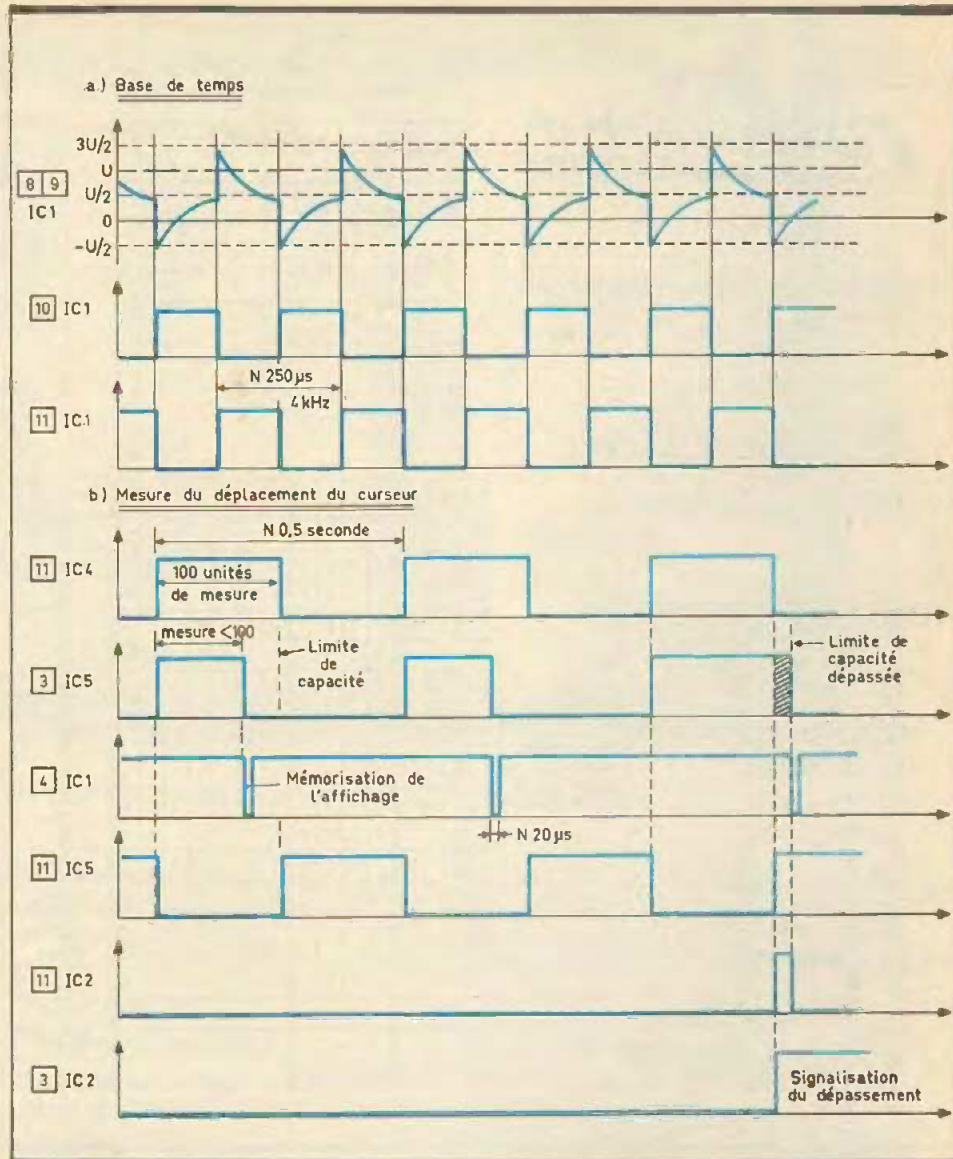


Fig. 4 Oscillogrammes caractéristiques.

En effet, au moment où la porte AND commence son basculement d'un état bas vers un état haut, la résistance R<sub>4</sub> introduit dans le système une réaction positive, par un apport supplémentaire de potentiel sur les entrées réunies. De même, lors du passage de l'état haut vers l'état bas, cette même résistance R<sub>4</sub> introduit encore une réaction par une « fuite » de potentiel des entrées vers la sortie dès le début du basculement.

Dans les deux cas, le trigger assure ainsi une accélération du basculement, d'où une « verticalisation » des créneaux.

Ces derniers sont ainsi aptes à attaquer sans problème l'entrée de comptage du compteur plan en aval.

## c) Les compteurs-diviseurs

Les compteurs repérés IC<sub>3</sub> et IC<sub>4</sub> sont des circuits intégrés CD 4518 ; il s'agit en fait de deux compteurs BCD introduits dans le même boîtier et totalement indépendants l'un de l'autre. Chaque compteur comporte quatre sorties repérées Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> et trois entrées : Enable, Clock et Reset. Lorsque l'on soumet l'entrée Enable à un état haut, le compteur avance au rythme des fronts montants des créneaux de comptage, présentés sur l'entrée Clock. Au contraire, si on relie l'entrée Clock à un état bas, le compteur avance au moment des fronts négatifs des créneaux de comptage attaquant dans ce cas l'entrée Enable. Dans les deux cas, l'entrée Reset doit rester soumise à un état bas. Si cette entrée reçoit un état haut, même bref, les quatre sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> se placent à un état bas : c'est la

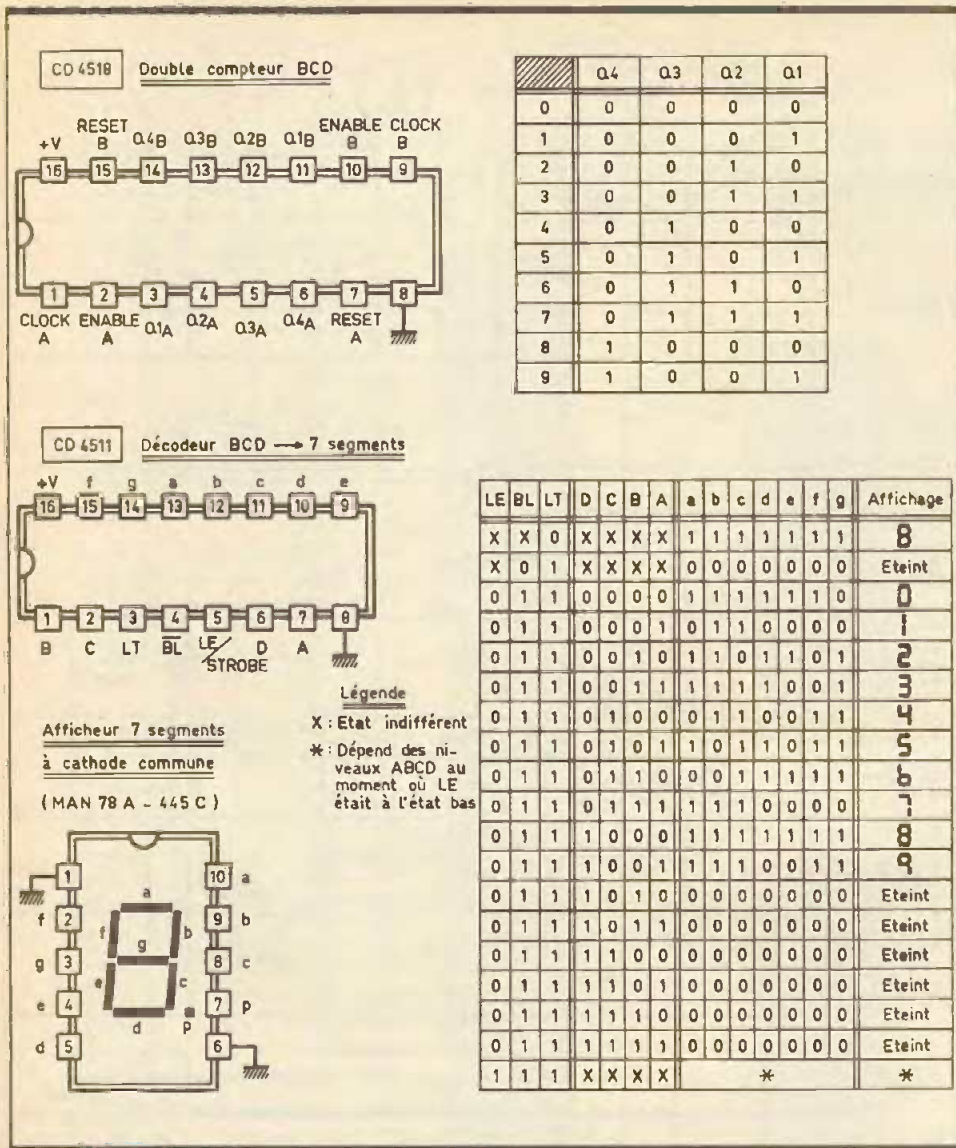


Fig. 5 Brochages et tables de vérité.

remise à zéro du compteur. La figure 5 rappelle les principes du comptage BCD (Binaire Codé Décimal). On remarque en particulier que le passage de la valeur 9 à la valeur 0 se traduit par un front descendant sur la sortie Q4. C'est la raison pour laquelle la sortie Q4A attaque l'entrée Enable B de IC3, Clock B étant relié à l'état bas. Il en est de même pour que Q4B de IC3 avec Enable A de IC4, ainsi que Q4A et Enable B de IC4. Notons qu'au moment de la mise sous tension du montage, la capacité C5 se charge à travers R5. Il en résulte une brève impulsion positive sur toutes les entrées Reset des compteurs, ce qui initialise l'ensemble à zéro. Chacun des quatre compteurs effectue

donc une division par 10. Il en résulte pour IC3 :

- à la sortie Q1A, des signaux périodiques de 500 μs soit 2 kHz ;
  - à la sortie Q4A, des signaux périodiques de 2,5 ms, soit 400 Hz ;
  - à la sortie Q4B; des signaux périodiques de 25 ms, soit 40 Hz.
- Concernant le circuit IC4, on relève :
- à la sortie Q4A, des signaux périodiques de 250 ms, soit 4 Hz ;
  - à la sortie Q1B, des signaux périodiques de 500 ms, soit 2 Hz.

A noter que les sorties Q2B, Q3B et Q4B ne sont pas utilisées. En définitive, et comme nous le verrons ultérieurement, si l'on considère que les créneaux émis par la base de temps représentent l'unité, l'affichage sera prélevé sur les sorties de IC3 et IC4 représentant respectivement les centaines (Q1B à Q4B de IC3) et les mille (Q1A à Q4B de IC4).

Etant donné que la fin du signal issu

de la détermination du déplacement du curseur peut se produire à n'importe quel moment (paragraphe suivant), le choix consistant à prendre le chiffre des unités de la valeur d'affichage comme équivalent de 100 unités issues de la base de temps, confère à l'ensemble une meilleure précision et une stabilité des indications pour une position donnée du curseur du potentiomètre d'assujettissement.

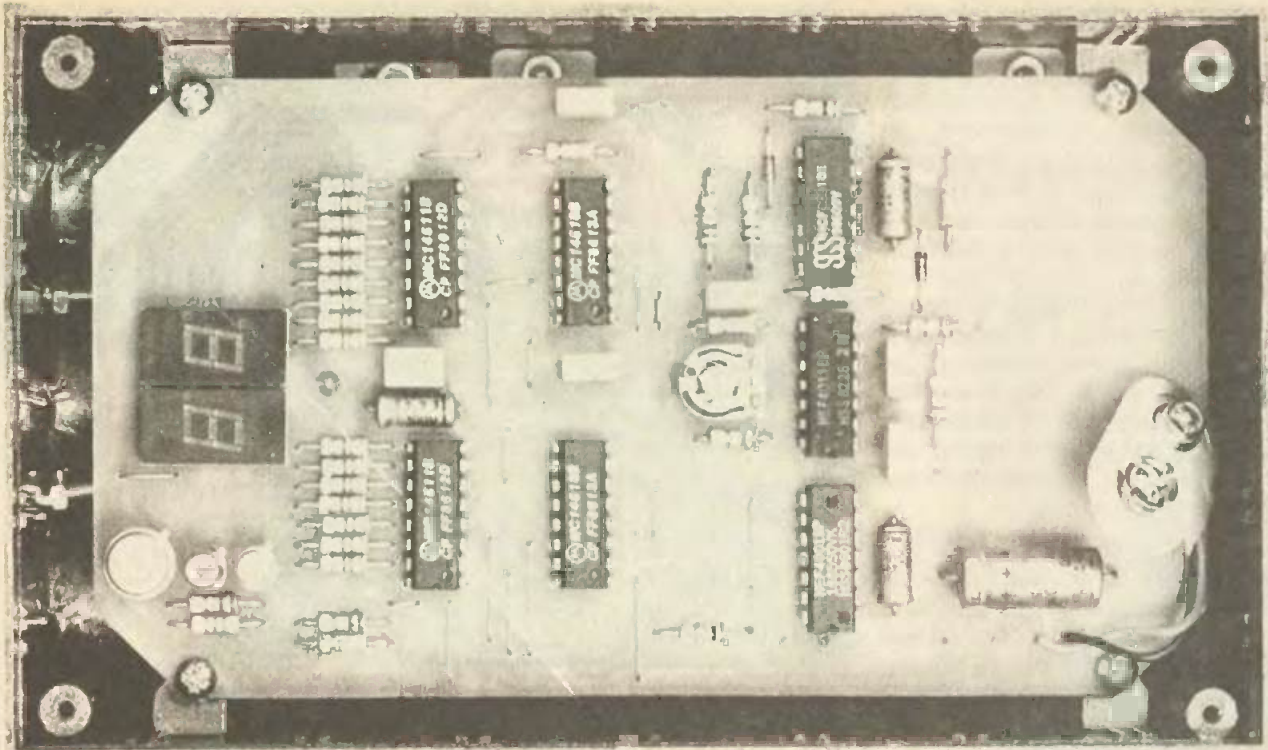
#### d) Mesure du déplacement du curseur du potentiomètre

A chaque fois que la valeur prise en compte pour l'affichage (qui n'est pas la valeur affichée) atteint la valeur « 100 », ou plus exactement « 00 », la sortie Q1B change d'état. Mais la bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC5 n'est sensible qu'aux fronts montants acheminés sur son entrée de commande. Il en résulte que celle-ci ne se trouve sollicitée qu'une fois sur deux passages à la valeur zéro des sorties prélevées pour l'affichage. Comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, la période de ces sollicitations est de 0,5 seconde soit 2 Hz.

Mais rappelons rapidement, pour une meilleure compréhension, le fonctionnement d'une bascule monostable constituée de portes NOR. A l'état de repos, la sortie de la porte I ainsi que l'entrée 5 de la porte II sont à l'état bas. La sortie de la porte II ainsi que les entrées réunies de la porte I sont donc à l'état haut. La capacité C6, dont les armatures sont reliées au même potentiel, est donc entièrement déchargée. Dès qu'un état haut se manifeste sur l'entrée 6 de la bascule, la sortie de la porte II passe aussitôt à l'état bas. Il en est de même pour les entrées réunies de la porte I, étant donné que, dans un premier temps, la capacité C6 se comporte comme un court-circuit.

La sortie de la bascule présente alors un état haut. Au fur et à mesure de la charge de C6 à travers R6 et P, le potentiel croît sur l'armature positive et sur les entrées de la porte I. Lorsque la valeur atteint la moitié du potentiel d'alimentation, la porte I bascule : sa sortie passe à nouveau à l'état bas. Par la suite, l'entrée 6 passe également à l'état bas et la bascule retrouve son état de repos qui permet à C6 de se décharger et de se trouver prête pour la sollicitation suivante.

La durée du signal de réponse est tout à fait indépendante de celle du signal de commande. L'état haut de la sortie



La carte imprimée sera maintenue en hauteur à l'aide d'équerres de fixation.

a une durée s'exprimant par la relation  $T \approx 0,7 (R_6 + P) \times C_6$ . Etant donné que la valeur de  $R_6$ , qui sert ici de résistance-talon, est très faible par rapport à celle de  $P$ , on peut considérer que «  $T$  » est directement proportionnel à la valeur de  $P$ , c'est-à-dire au déplacement du curseur par rapport à sa position d'origine.

Les portes NAND I et II de  $IC_1$  forment également une bascule monostable. A la différence de la première, celle-ci est uniquement sensible aux fronts descendants. A son état de repos, elle présente donc un état haut sur sa sortie. Chaque fois qu'il se produit sur son entrée de commande un état bas, la sortie délivre une impulsion négative dont la durée ne dépend que des valeurs de  $R_7$  et de  $C_8$ . Le lecteur reconstituera sans problème le fonctionnement d'une telle bascule par un raisonnement analogue à celui que nous avons vu pour la bascule précédente.

En définitive, la fin de l'impulsion positive délivrée par la bascule monostable NOR I et II de  $IC_5$  correspond au début de l'émission de l'impulsion négative par la bascule monostable NAND I et II de  $IC_1$ . Cette impulsion est très brève : de l'ordre de  $20 \mu s$ . Le trigger constitué que la porte AND II de  $IC_2$  lui confère des fronts bien verticaux.

Nous verrons ultérieurement que ce signal correspond à la mémorisation de la valeur d'affichage.

#### e) Dépassement de capacité de mesure

Il s'agit ici de détecter s'il y a dépassement de la valeur 99 et de le signaler. La porte inverseur NOR IV de  $IC_5$  présente au niveau de sa sortie :

- un état bas pendant que la valeur prélevée pour l'affichage occupe l'une des positions 00 à 99, bornes comprises, pendant la phase de mesure ;
- un état haut pour les mêmes valeurs, mais pendant la phrase suivante où la mesure est neutralisée.

La porte AND IV de  $IC_2$  a l'une de ses entrées reliée à la sortie de cette porte NOR, tandis que l'autre entrée est en relation avec la sortie de la bascule monostable NOR I et II de  $IC_5$ . Tant que la durée de la phase de mesure ne dépasse pas celle où la sortie  $Q_1B$  est à l'état haut, la sortie de la porte AND IV de  $IC_2$  présente un état bas permanent. En revanche, lorsque la phase de mesure devient trop longue (cas d'un déplacement trop important curseur du potentiomètre), les deux entrées de la porte AND IV de  $IC_2$  se trouvent à un moment donné soumises simultanément à un état haut. En conséquence, la sortie

présente des états hauts périodiques d'autant plus longs en durée que le dépassement de la capacité nominale est important. Ces états hauts répétitifs subsistent aussi longtemps que le curseur occupe une position trop éloignée de son point de repos.

La porte AND I de  $IC_2$  est montée en porte de mémorisation. Son entrée 1 est constamment soumise à un état haut par le biais de  $R_{11}$ . En temps normal, sa sortie est à l'état bas ; il en est de même pour ce qui est de son entrée 2, grâce à la résistance  $R_{10}$ . Dès que la première impulsion positive issue de la sortie de la porte AND IV se manifeste sur l'entrée 2 de la porte I, par l'intermédiaire de la diode-signal  $D_1$ , la sortie passe à l'état haut et y reste, même si la sortie de la porte IV repasse provisoirement à l'état bas, ceci grâce à la diode de verrouillage  $D_2$ . Il y a donc bien mémorisation de l'information. Pour déverrouiller la porte I, il est nécessaire de couper l'alimentation pendant quelques instants. A son rétablissement, et grâce à la charge de  $C_{10}$  à travers  $R_{11}$  au moment de l'apparition de l'alimentation, l'entrée 1 subit une impulsion négative assurant un état bas à la sortie de la porte de mémorisation. Bien entendu, cette dernière ne reste à son état bas normal que dans la mesure où ma surcharge qui a

donné lieu au dépassement de capacité a disparu.

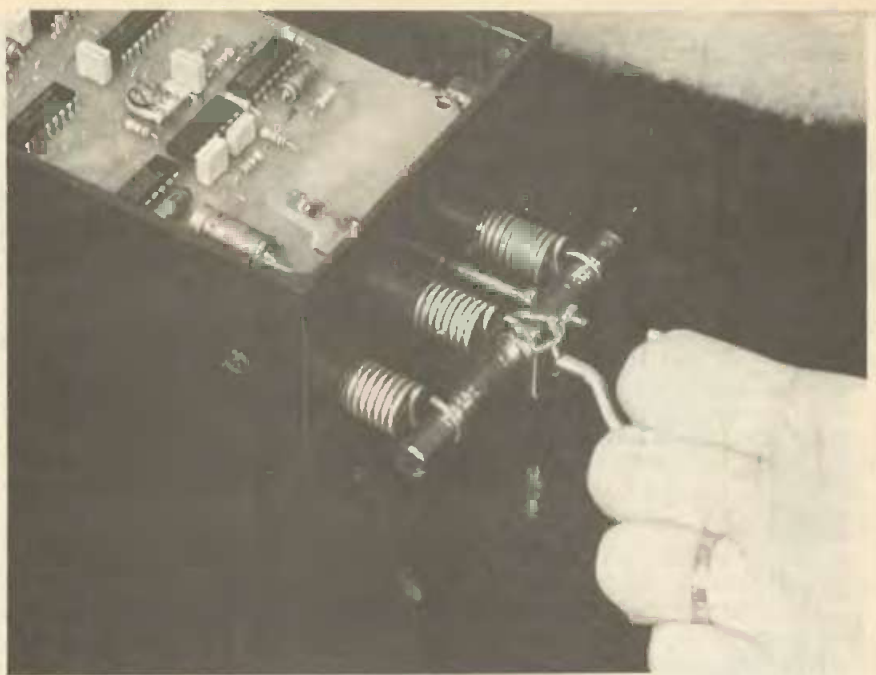
On remarquera que l'apparition d'un état haut sur la porte AND I a deux conséquences :

- d'une part, la saturation du transistor  $T_1$  et l'allumage de la LED de signalisation L montée dans son circuit collecteur en série avec la résistance de limitation  $R_{13}$  ;
- d'autre part, le blocage du transistor PNP  $T_2$  et l'absence du courant de jonction base-émetteur dans le transistor  $T_3$ , ce qui provoque son blocage. Cela a pour effet l'extinction des digits d'affichage étant donné que leurs indications ne présentent plus d'intérêt dans ce cas.

Concernant ce dernier point, le lecteur vérifiera qu'un état bas sur la sortie de la porte AND I de  $IC_2$  assure la saturation de  $T_2$ , donc la présentation d'un potentiel voisin du « plus » de l'alimentation sur le collecteur. Il en résulte la saturation de  $T_3$  et l'allumage normal des deux afficheurs.

#### f) Décodage BCD $\rightarrow$ 7 segments

Les boîtiers repérés  $IC_6$  et  $IC_7$  sont des circuits MOS CD 4511, dont le brochage et le fonctionnement sont rappelés en figure 5. Un tel circuit comprend 7 entrées et 7 sorties. Tout d'abord, il y a les 4 entrées ABCD recevant les informations BCD à décoder. L'entrée LT (Lamp Test) est normalement à soumettre à un état haut. Si on la relie à un état bas, on obtient l'allumage des 7 segments de l'afficheur correspondant afin d'en vérifier l'état de bon fonctionnement. L'entrée BL (Blanking) doit normalement être soumise à un état haut. Si on la soumet à état bas, les segments de l'afficheur s'éteignent, sans pour autant perturber le fonctionnement normal du décodeur. Enfin, l'entrée LE-STROBE, qui est l'entrée de mémorisation, a les effets suivants sur le fonctionnement du décodeur : soumise à un état bas, le décodeur affiche les valeurs décodées sur l'afficheur concerné en évoluant au rythme des variations des valeurs BCD sur les entrées. Par contre, si on soumet cette entrée LE à un état haut, le décodeur affiche la dernière valeur décodée au moment précis du front ascendant : c'est la mémorisation de l'affichage. Dans le présent montage, cette entrée est soumise à un état haut la plupart du temps, y compris lors de la phase de mesure. A la fin de cette phase, il se produit une impulsion négative



On aperçoit nettement les ressorts.

très brève, et au moment du front positif, l'afficheur se fige sur la valeur décodée à ce moment. Cette impulsion négative est en fait un relevé périodique du compteur afin de procéder à la mise à jour, le cas échéant, de la valeur indiquée par les afficheurs. Les 7 sorties a, b, c, d, e, f et g correspondent à la notation normalisée des segments de l'afficheur. A noter que si l'on présente sur les entrées A, B, C, et D, une valeur binaire supérieure à 1001 (9 en décimal), les 7 sorties présentent simultanément un état bas : c'est l'extinction de l'afficheur.

#### g) Multiplexage

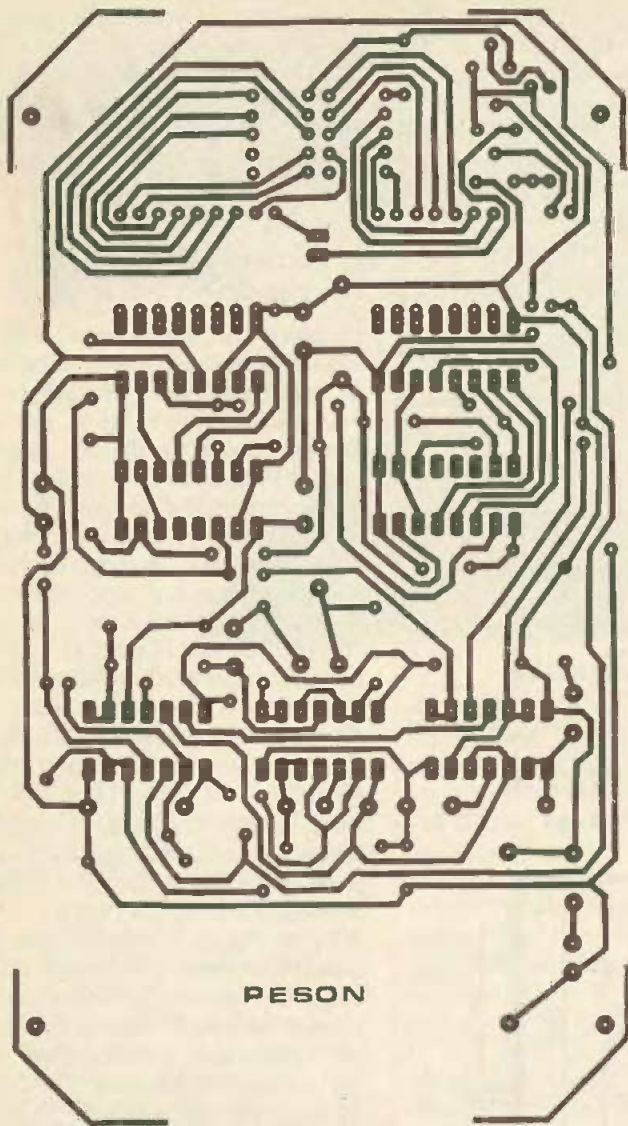
Le but de cette opération est de limiter la consommation des digits grâce à l'exploitation d'une propriété particulière de l'œil humain : la persistance rétinienne. L'entrée BL du décodeur  $IC_6$  se trouve reliée à la sortie  $Q_{1A}$  de  $IC_3$  qui délivre, rappelons-le, des créneaux de 2 kHz de fréquence. Il en résulte l'allumage des segments de l'afficheur piloté par  $IC_6$ , uniquement pendant les demi-périodes où l'entrée BL reçoit un état haut. L'entrée BL de  $IC_7$  reçoit ces mêmes signaux, mais inversés par la porte inverseuse NOR de  $IC_5$ . En conséquence, l'allumage des 2 afficheurs  $AF_1$  et  $AF_2$  se réalise alternativement au rythme de la fréquence de commande du multiplexage qui est de l'ordre de 2 kHz. L'œil humain est in-

capable de discerner ces allumages et ces extinctions répétés et enregistre au contraire une luminosité moyenne des segments. Grâce à cette disposition, l'intensité nécessaire à l'affichage a pu être réduite de moitié. Notons que si l'on avait par exemple doublé la valeur des résistances de limitation  $R_{18}$  à  $R_{31}$ , on aurait également pu diviser par deux l'intensité absorbée mais on aurait obtenu une luminosité bien plus faible que celle fournie par le multiplexage. En effet, dans ce dernier cas, une luminosité élevée frappe, lors de chaque impulsion, la rétine de l'œil : c'est tout l'avantage de ce procédé.

#### h) Les afficheurs

Compte tenu des décodeurs mis en œuvre, ils doivent être obligatoirement du type à cathode commune. Le courant alimentant les segments est limité par les résistances  $R_{18}$  à  $R_{31}$ . L'afficheur correspondant aux dizaines a en plus le « point » alimenté par  $R_{17}$  de façon à obtenir un affichage d'une valeur à deux chiffres significatifs avec une décimale (de 0,0 à 9,9) pour indiquer en fait des kg. La capacité maximale de notre peson est donc limitée à 9,9 kg. Notons enfin que le courant de retour de tous les segments des afficheurs transite par le transistor NPN  $T_3$ , qui contrôle de ce fait l'allumage ainsi que nous l'avons déjà évoqué précédemment.





PESON

### III - REALISATION PRATIQUE

#### a) Circuit imprimé (fig. 6)

Le circuit imprimé se caractérise par des pistes ayant une configuration relativement serrée. Il est donc exclu d'avoir recours au feutre spécial. Les éléments de transfert Mécanorma donneront de bien meilleurs résultats. On peut les appliquer directement sur la face cuivre préalablement dégraissée de l'époxy. Il est naturellement également possible de confectionner auparavant un « Mylar », toujours à l'aide des mêmes éléments de transfert, et de poser ce dernier sur la face présensibilisée de l'époxy avant exposition au rayonnement ultraviolet.

Après attaque au perchlorure de fer, et un abondant rinçage, toutes les

pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous correspondant aux pastilles les plus grosses seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants à implanter. Enfin, pour finir, les pistes pourront avantageusement être étamées directement à l'aide du fer à souder pour augmenter leur résistance mécanique et surtout chimique. A cette occasion, on vérifiera dans les moindres coins et recoins si aucune piste ne comporte de microcoupure souvent moins importante que l'épaisseur d'un cheveu, ou encore de contact accidentel avec une piste voisine.

#### b) Implantation des composants (fig. 7)

On procédera dans un premier temps à la mise en place des straps de liaison

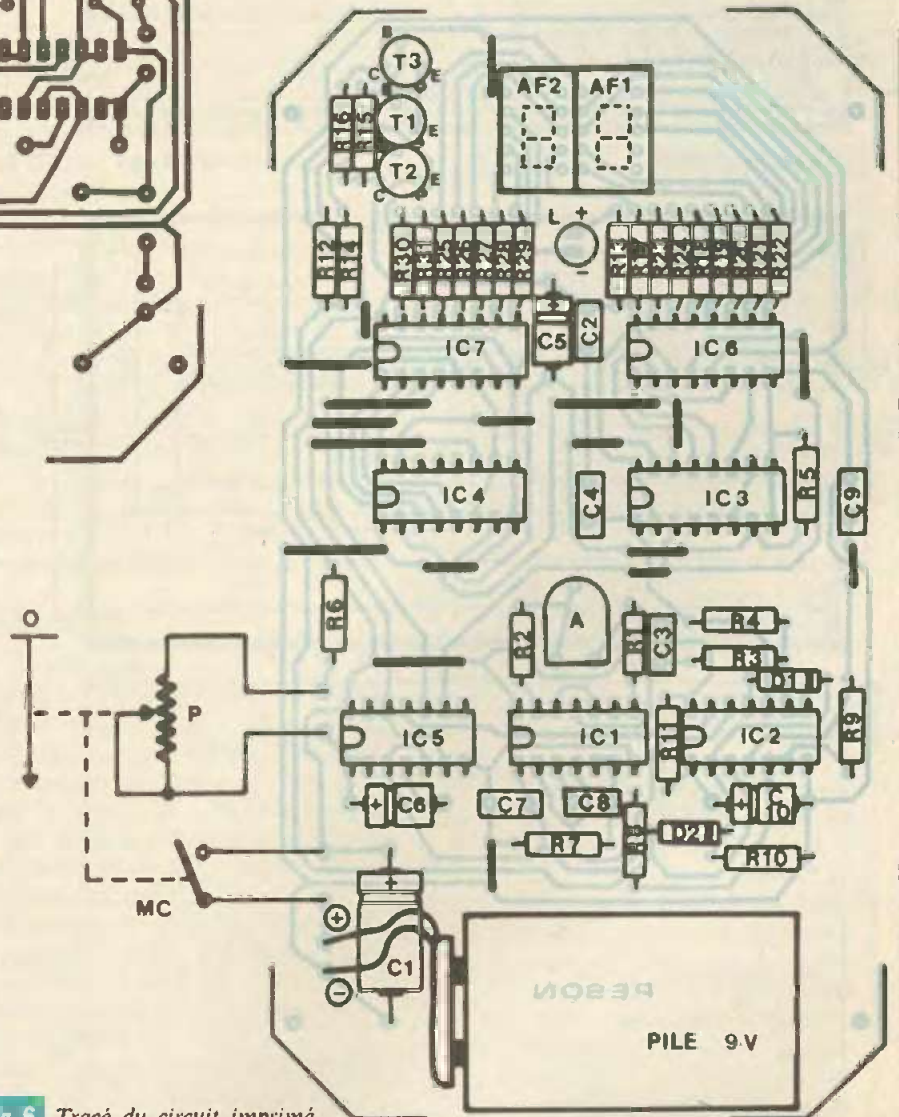


Fig. 6 et 7 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments.

qu'il a fallu prévoir, lors de la conception du circuit imprimé, dans le but d'éviter à l'amateur le recours à la technique du circuit imprimé à double face qui reste relativement problématique. Ensuite, on implantera les deux diodes, les résistances, l'ajustable, curseur placé en position médiane, et les capacités. Par la suite, on soudera les transistors, la LED et les deux afficheurs. Concernant ces derniers, il est plus prudent de se les procurer avant la réalisation du circuit imprimé. Ainsi, si l'on n'a pas réussi à

obtenir des afficheurs ayant le même brochage que ceux utilisés par l'auteur, on pourra procéder aux rectifications nécessaires au niveau du tracé du circuit imprimé. En dernier lieu, on soudera les circuits intégrés en veillant à aménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier.

Bien entendu, on veillera surtout à bien respecter l'orientation de tous les composants polarisés. Toute erreur à ce niveau est fatale pour le fonctionnement, et bien souvent pour le composant concerné, de même que pour celui qui y est fonctionnellement lié.

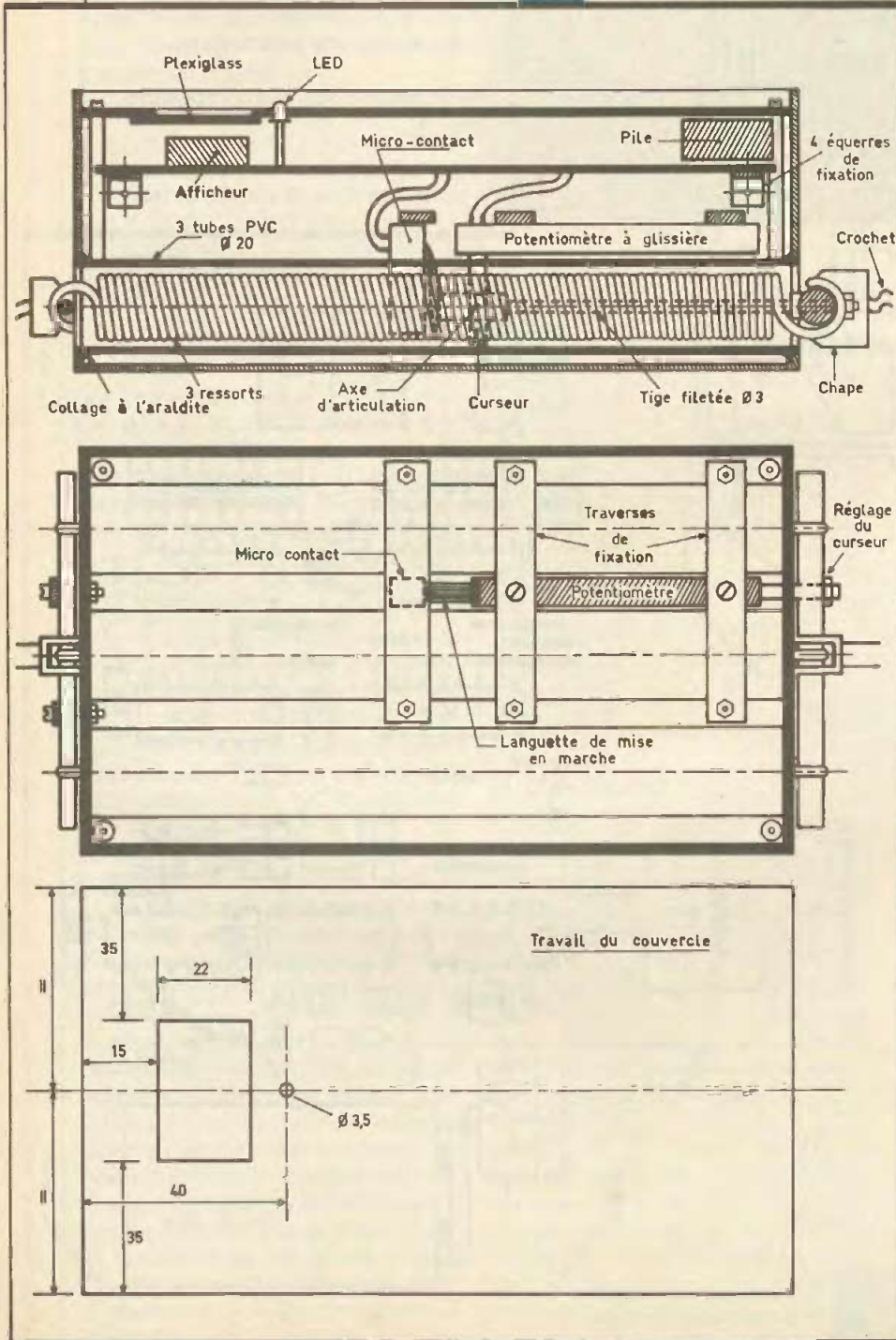
### c) Partie mécanique et montage dans le boîtier (fig. 8)

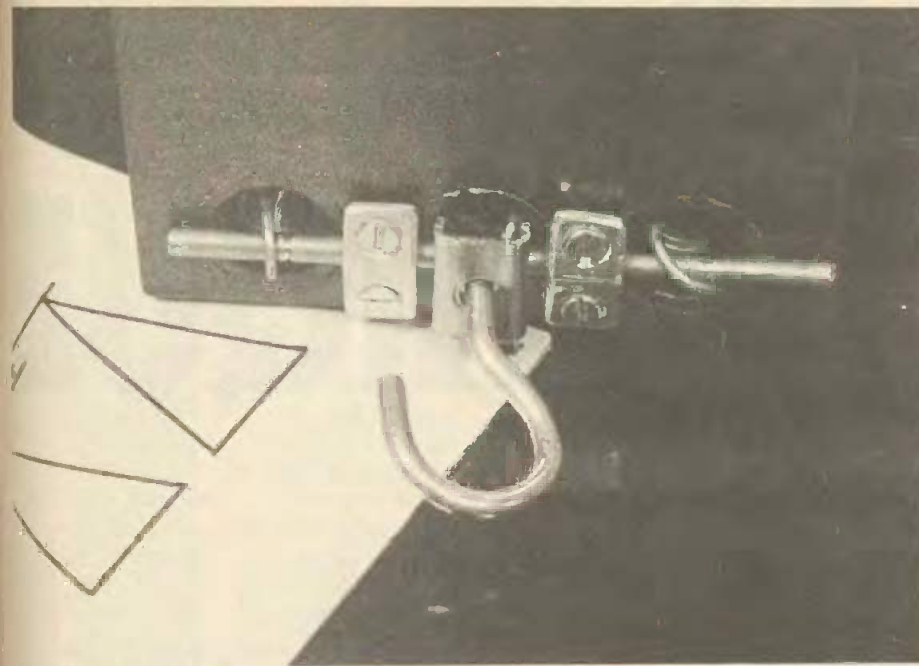
La figure 8 illustre un exemple de réalisation possible. En fait, il convient de partir des pièces mécaniques de base que l'on aura pu se procurer. Dans la maquette réalisée par l'auteur, le paramètre de base était la capacité maximale d'une pesée limitée à 10 kg. D'autre part, le potentiomètre à glissière et dont la progression de la résistance doit être impérativement linéaire se caractérisait par une course utile de 58 mm. Il s'agissait donc de disposer d'un dispositif élastique dont l'allongement pour une charge de 10 kg reste nettement inférieur à une valeur de l'ordre de 40 mm.

En quincaillerie, on trouve assez facilement des ressorts à spirale à spires jointives de l'ordre de 150 à 200 mm de longueur à l'état de repos.

A l'aide d'un seau rempli d'eau taré à 10 kg en utilisant une bascule de ménage, des essais d'allongement ont montré qu'il était nécessaire de disposer 3 ressorts en parallèle pour obtenir un allongement de l'ordre de 42 mm pour une charge de 10 kg. Ces trois ressorts ont été logés dans trois tubes PVC traversant les faces avant et arrière d'un boîtier Teko P<sub>3</sub>, à la partie inférieure du boîtier. Les tubes, à l'ajustement serré, ont ensuite été consolidés par un collage à l'Araldite. A chaque extrémité des ressorts, a été passé un axe sur lequel trois sillons circulaires ont été préalablement exécutés pour maintenir la spire de fixation de chaque ressort. De plus, au milieu de chacun des axes, a été enfilée une chape comportant un crochet. Du côté fixe du peson, l'axe a été fixé sur le boîtier à l'aide de deux plaquettes en aluminium, vissées sur la face arrière. Cette disposition ne sert qu'en maintien du boîtier sur l'extrémité fixe des ressorts. En effet, l'effort, quant à lui, s'exerce sur les ressorts eux-mêmes étant donné que le point fixe (crochet supérieur) est solidaire de l'axe transversal supérieur et que le crochet inférieur est fixé sur l'autre axe. Le boîtier ne subit donc

Fig. 8 Exemple de réalisation de l'ensemble.





Points d'attache des ressorts.

aucun effort mécanique lors de l'utilisation normale du peson. Le potentiomètre sera fixé à l'aide de deux traverses de maintien elles-mêmes maintenues par des vis et des écrous formant entretoises, par le fond du boîtier. Le curseur du potentiomètre reçoit une petite chape en tôle comportant un axe d'articulation. La chape est fixée à une tige filetée de 3 mm de diamètre dont l'autre extrémité aboutit dans un trou percé dans l'axe transversal inférieur du peson. Deux écrous, de part et d'autre de l'axe, permettent le réglage et la fixation de la tige filetée.

Le curseur du potentiomètre, en position de repos, vient en contact avec la languette d'un microcontact également fixé sur le fond du boîtier à l'aide d'une traverse. Les trous de fixation de cette traverse sont intentionnellement ovalisés de manière à permettre un réglage longitudinal du microcontact. Ce dernier doit couper le circuit d'alimentation lorsque le curseur est en position de repos et établir le courant dès que le curseur amorce un déplacement.

Par ailleurs, les ressorts étant totalement détendus, le curseur du potentiomètre devra occuper la position extrême de repos, position que l'on réglera et que l'on consolidera à l'aide des écrous de la tige filetée de 3.

A ce moment, la résistance relevée à l'ohmmètre sur les bornes appropriées du potentiomètre doit être nulle. On vérifiera, toujours avec

l'ohmmètre, que la résistance augmente bien si l'on exerce une traction sur les ressorts du peson.

Les liaisons reliant le module au potentiomètre et au microcontact étant réalisées, le module, fixé sur 4 équerres elles-mêmes maintenues sur les faces latérales du boîtier par des vis et des écrous. Le vissage du module est à effectuer à l'aide de vis autotaraudeuses.

Le couvercle du boîtier recevra une découpe rectangulaire permettant la lecture des afficheurs. On peut coller, sur la face interne, un plexiglass transparent ou coloré pour une meilleure protection. On n'oubliera pas de percer le trou de passage de la LED.

#### d) Réglage

C'est une opération très simple. En établissant l'alimentation sans déplacement du curseur, c'est-à-dire par shuntage du micro-contact de mise en marche, les afficheurs doivent indiquer la valeur « 00 ». Si tel n'était pas le cas, le curseur serait mal réglé mécaniquement et n'occuperait pas sa position de repos.

Par la suite, on prépare un poids parfaitement connu, par exemple de l'eau dans un seau que l'on pèsera à l'aide d'une bascule de ménage et que l'on ajustera à 8 à 9 kg.

Ensuite, on positionne à fond, et dans le sens inverse de la rotation des aiguilles d'une montre, l'ajustable A. On accroche le poids préparé ci-dessus au peson. On constatera alors une

indication de valeur inférieure à celle que l'on devrait obtenir. Le curseur de l'ajustable A sera alors tourné lentement dans le sens de rotation des aiguilles d'un montre jusqu'à l'obtention, au niveau de l'affichage, de la valeur requise.

Robert KNOERR

### LISTE DES COMPOSANTS

18 straps (12 horizontaux, 6 verticaux)

R<sub>1</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>4</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>5</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>6</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>9</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>10</sub> à R<sub>12</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>13</sub> : 680 Ω (bleu, gris, marron)

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

R<sub>16</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R<sub>17</sub> à R<sub>31</sub> : 680 Ω (bleu, gris, marron)

A : ajustable 220 kΩ (implantation horizontale, pas de 5,08)

P : potentiomètre à curseur de 470 kΩ, linéaire (course 60 mm)

D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> : 2 diodes signal 1N 4148, 1N 914

C<sub>1</sub> : 220 μF/10 V, électrolytique

C<sub>2</sub> : 0,22 μF Milfeuil

C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> : 2 × 1 nF Milfeuil

C<sub>5</sub> : 2,2 μF/10 V électrolytique

C<sub>6</sub> : 1 μF/10 V électrolytique

C<sub>7</sub> : 1 nF Milfeuil

C<sub>8</sub> : 4,7 nF Milfeuil

C<sub>9</sub> : 1 nF Milfeuil

C<sub>10</sub> : 10 μF/10 V électrolytique

T<sub>1</sub> : transistor NPN BC 108, BC 109, 2N2222

T<sub>2</sub> : transistor PNP 2N 2907

T<sub>3</sub> : transistor NPN 2N 1711, 2N 1613

AF<sub>1</sub> et AF<sub>2</sub> : 2 afficheurs 7 segments à cathode commune (MAN 78 A-445 C)

L : LED rouge Ø 3

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

IC<sub>2</sub> : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)

IC<sub>3</sub> et IC<sub>4</sub> : 2 × CD 4518 (double compteur BCD)

IC<sub>5</sub> : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

IC<sub>6</sub> et IC<sub>7</sub> : 2 × CD 4511 (décodeur BCD → 7 segments)

MC : microcontact

Pile 9 V 6 LR 61 (50 × 25 × 15) (de préférence alcaline)

Coupleur de pile

Fils en nappe

Ressorts, tiges filetées (voir texte)

Boîtier Retex plastique (155 × 90 × 50) ou Teko P3



# UN BANC DE MONTAGES

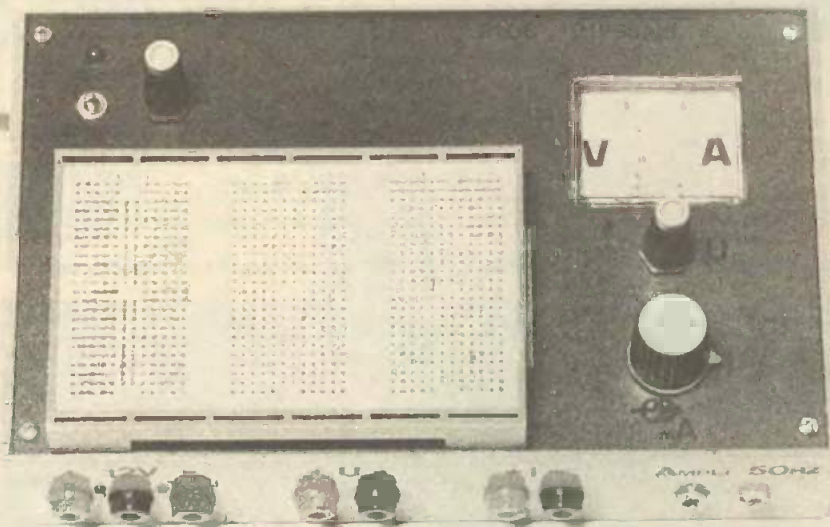
Pour entreprendre la mise au point de petites maquettes électroniques, il est très intéressant et beaucoup plus rentable d'utiliser une plaquette de connexion ( $\mu$  DEC...), plutôt que de réaliser un circuit imprimé ou un câblage en l'air ou sur plaquettes pastillées.

L'avantage de la plaquette de connexion est d'être réutilisable à volonté et de pouvoir corriger en cours de route son câblage. Au lieu de bandes imprimées, on utilisera des fils de câblage fins associés aux contacts internes de la plaque, les reliant aux composants.

Il était donc intéressant de la monter sur un petit pupitre de montage auquel on incorporerait des accessoires utiles tels que : alimentation... (chaque accessoire étant protégé en cas de mauvaises manipulations). Le plan de travail étant incliné, on pourra aisément vérifier son travail et il ne reste qu'à installer à côté un contrôleur ou mieux un oscilloscope pour pouvoir vérifier vos propres cogitations.

## SCHEMA SYNOPTIQUE

En se reportant à la figure 1, on distingue aussitôt les blocs fonctionnels principaux. Un premier transformateur alimentera une alimentation symétrique de  $\pm 12$  V capable de délivrer 100 mA, ainsi qu'un générateur de courant constant ( $550 \mu\text{A}$  à  $55 \text{ mA}$ ). Un second transformateur sera réservé à l'alimentation de « puissance » et à l'amplificateur BF. On disposera aussi d'une sortie 50 Hz remise en forme.

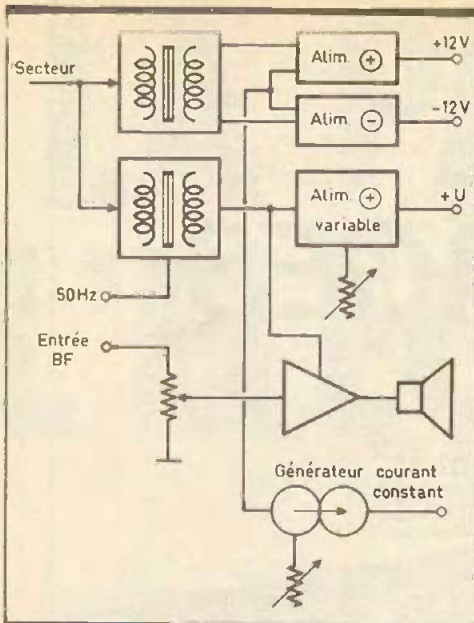


## SCHEMA DE PRINCIPE

Celui-ci est donné en figure 2. Comme pour le synoptique, on va dissocier les différents blocs. Tout d'abord l'alimentation symétrique : la tension issue du transformateur  $\text{TR}_1$  est redressée par le pont DP1 et filtrée par  $C_1$  et  $C_2$ . On obtient ainsi deux tensions d'environ 20 V, au signe près.  $\text{IC}_1$  régulera et stabilisera cette tension à  $+12 \text{ V}$  et  $C_4$  et  $C_6$  la filtreront. La Del  $D_3$  indiquera la présence de la tension. Il en est de même pour la branche négative ( $-12 \text{ V}/\text{IC}_1$ ...). Sur cette alimentation, on a greffé un générateur de courant constant. La tension aux bornes de  $D_1$ - $D_2$  étant fixe ( $5,6 \text{ V} + 0,7 \text{ V}$ ), il en est de même

avec celle aux bornes de  $R_1$ - $P_1$ , d'où un courant constant proportionnel à la valeur de  $P_1$ . La plage de réglage sera de  $550 \mu\text{A}$  à  $55 \text{ mA}$  environ avec une tension maximum de  $35 \text{ V}$  environ.

Un second transformateur de puissance plus élevée,  $\text{TR}_2$ , est utilisé pour l'alimentation réglable. Le redressement est assuré par le pont de diodes DP2, le filtrage par  $C_3$  et la régulation par  $\text{IC}_3$ . Ce circuit LM317 permet à l'aide d'un pont diviseur  $R_9$ - $P_2$  de régler sa tension de sortie. Avec ces valeurs, la tension évoluera de  $1,2 \text{ V}$  à  $20 \text{ V}$ .  $C_8$  et  $C_9$  filtrent les ondulations résiduelles. Le rôle de  $R_8$  est de permettre la mesure du courant de sortie pour



le visualiser sur l'appareil de mesure VU. Ce dernier est un banal double vu-mètre, 250  $\mu$ A/440  $\Omega$  auquel on aura inséré des nouvelles graduations sur une simple petite feuille de papier. Si un autre modèle est utilisé, R<sub>12</sub> sera calculée pour obtenir la déviation maximum à la tension de sortie maximum, de même pour R<sub>11</sub> mais pour un courant maximum de 1A.

Un second régulateur est connecté sur le même pont de diodes. Il sert d'alimentation stabilisée à l'amplificateur constitué par IC<sub>4</sub>, LM 380N-8, qui malgré sa petite taille pourra délivrer 2,5 W au maximum. Le réglage de volume se fera par P<sub>3</sub>, ainsi que la mise en

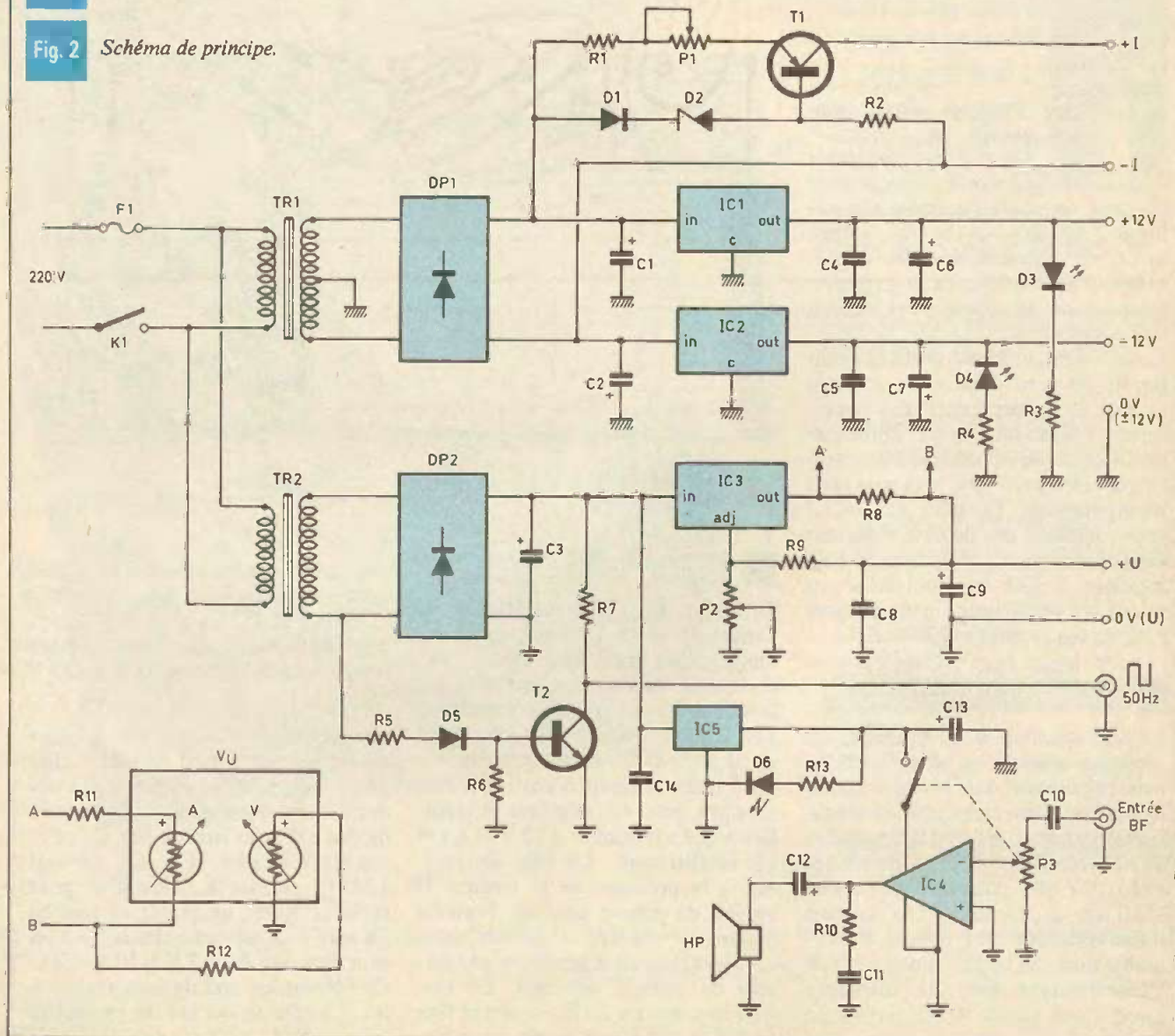
marche de l'ampli, mais le haut-parleur limitera la puissance à 0,5 W.

D<sub>6</sub> indiquera la mise sous tension de l'appareil par K<sub>1</sub> et F<sub>1</sub> assurera une protection plus sécurisante qu'utile. On disposera de créneaux d'amplitude 20 V environ et de fréquence 50 Hz aux bornes de T<sub>2</sub>, signal issu du transfo TR<sub>2</sub> et remis en forme.

A noter les masses distinctes des alimentations symétriques / variables. Elles pourront bien sûr être reliées le cas échéant. Par contre, le générateur de courant constant est flottant et ne doit jamais être relié à la masse de l'alimentation symétrique.

Fig. 1 Synoptique.

Fig. 2 Schéma de principe.

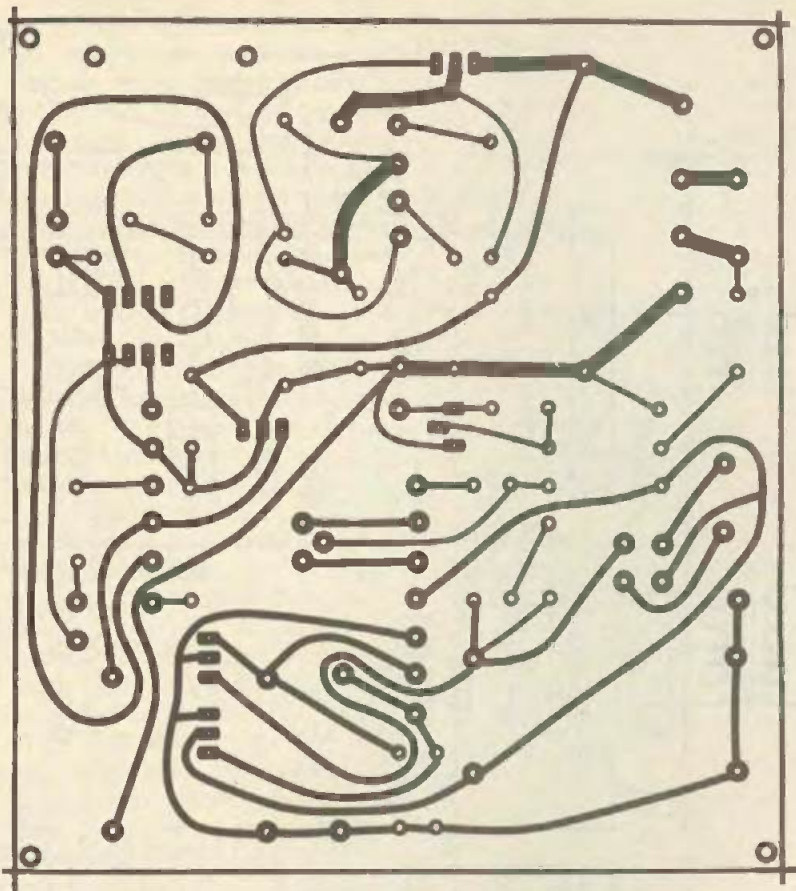


## REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé sera réalisé sur une plaque de verre époxy de dimensions 100 × 110 mm. Les figures 4 et 5 en représentent respectivement le tracé et l'implantation des composants, à l'échelle 1. Il sera reproduit sur la plaque par diverses méthodes dont la plus précise et la plus simple est le transfert « photographique ». Une fois le transfert et la révélation effectuée, on passera à la phase de gravure. La plaque baignera dans un bain de perchlorure de fer porté à 40° C pour une action plus rapide qui évitera d'attaquer les zones protégées. Après un bon rinçage à l'eau courante et séchage (chiffon...), on percera les trous avec un foret de 0,8 ou 1 mm, sauf pour ceux de fixation (Ø 3,2 mm) et des cosses poignard (Ø 1,2 mm). On pourra alors protéger le circuit d'une projection de vernis (SK10...) pour éviter toute oxydation future de cuivre.

On commencera à souder les résistances, les supports de circuit intégré dans le cas où vous en utiliserez, puis les capacités, pour finir

Fig. 4 Tracé du circuit imprimé



# Les multimètres les plus vendus, les Fluke de la série 70.



Ils vous donnent la précision du numérique, PLUS un bargraphe analogique pour vérifier rapidement les maxima, minima et tendances. Ainsi, vous avez plus qu'un simple MMN pour le même prix.

- résolution 3200 points
- bargraphe analogique 32 segments à réponse rapide
- changement de gamme automatique
- 3 ans de garantie

### PLUS

- "Vous touchez, il maintient la mesure" fonction permettant de mesurer sans risque lorsque l'accessibilité est difficile (77 seulement)
- Choix des gammes manuelles pour les contrôles répétitifs (75 et 77)
- Signal sonore de continuité pour la vérification rapide des coupures et des courts-circuits (75 et 77)
- Gaine de protection à usages multiples (77 seulement)

Demandez le tableau de sélection  
de la gamme complète des MMN FLUKE.

Ces matériels sont disponibles chez nos distributeurs dont la liste vous sera envoyée sur simple demande.

Fabriqués par le leader mondial des multimètres analogiques/numériques.

Fig. 5

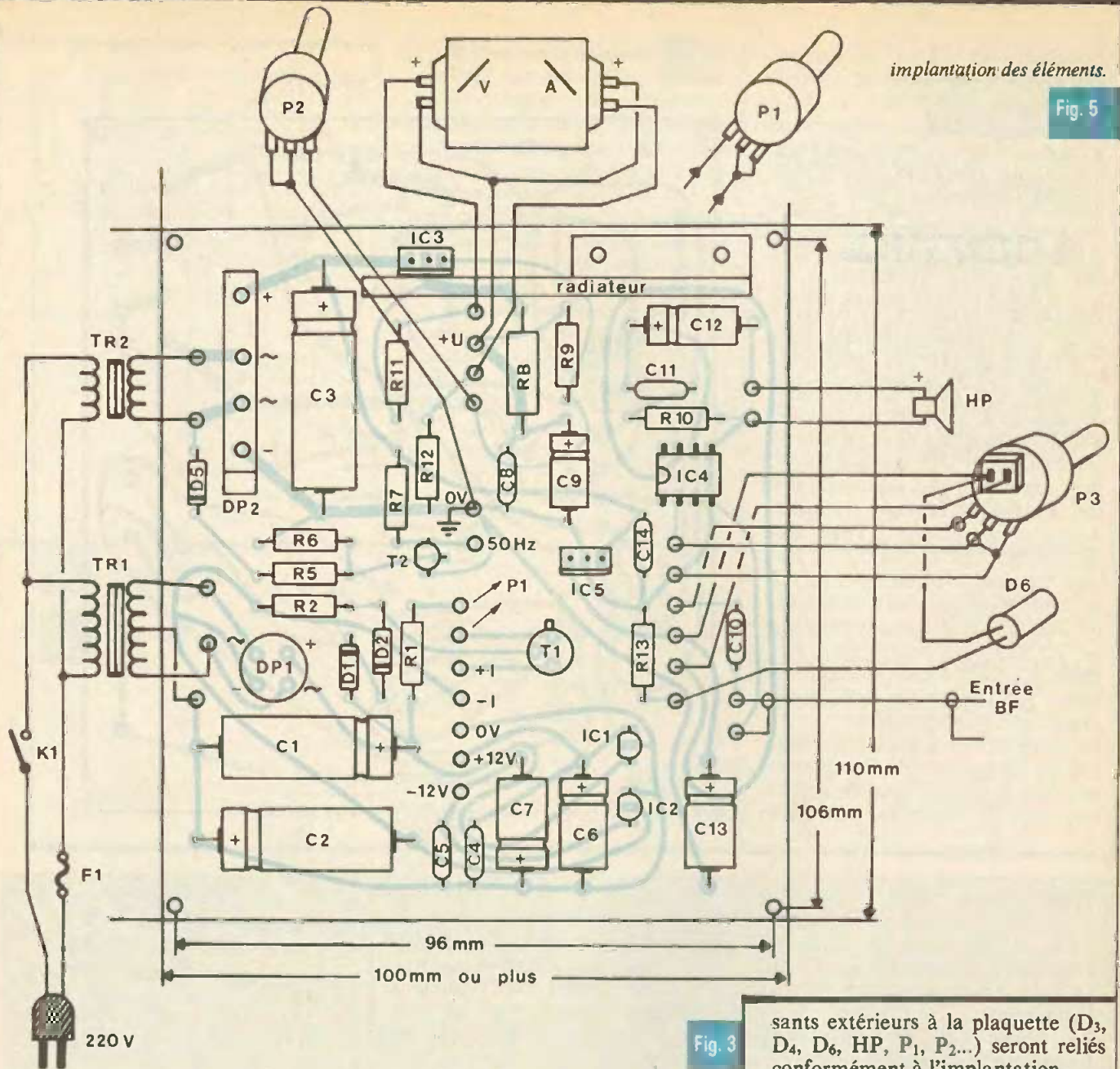
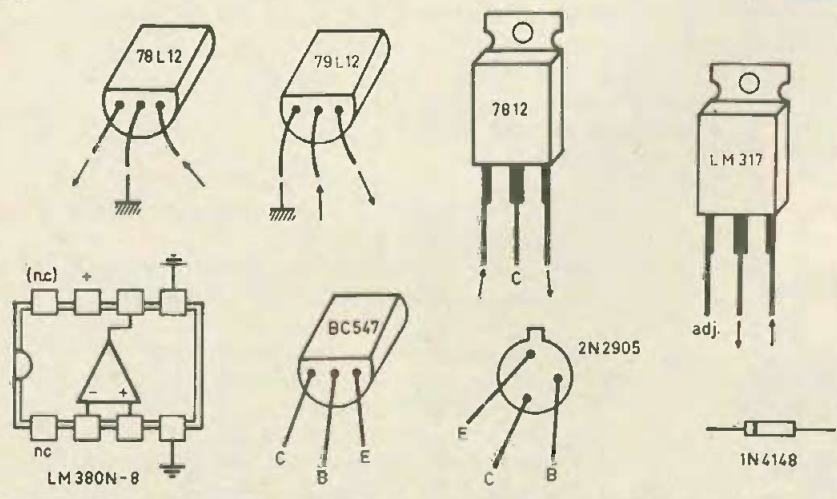


Fig. 3



sants extérieurs à la plaquette (D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>6</sub>, HP, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>...) seront reliés conformément à l'implantation.

Le montage s'effectuera dans un boîtier incliné de type Teko réf. 363. La disposition reste libre à votre choix, hormis le circuit imprimé qui sera fixé sur les pieds-supports moulés à l'intérieur du boîtier. On se reportera à la photo qui présente un montage possible. A noter le HP collé sur le côté dont les trous de perçage laissent passer le son. La plaquette de connexion sera impérativement montée sur le plan incliné, face à l'utilisateur. L'auteur conseille de monter une plaque d'époxy non gravée au dos de la plaquette de connexion, pour maintenir les contacts et faire un plan de masse. Ce sera bien sûr la face isolée qui sera en contact avec les contacts. Veiller aussi à ne pas choisir des transformateurs trop volumineux ! Préférez des modèles

avec les transistors, diodes et circuits intégrés. Prudence avec le sens des éléments polarisés. La figure 3 rappelle le brochage des

semi-conducteurs utilisés. Les connexions seront réalisées par le truchement de cosses poignard aux points de connexion. Les compo-

moulés prévus pour une implantation sur circuit, quitte à refaire une petite plaque imprimée comme support. Le fusible sera monté sur la face arrière si vous en éprouvez la nécessité. Attention avec la liaison 220 V (isolement).

### MISE EN ŒUVRE

Il n'y a pas de réglages. On vérifiera le branchement correct des éléments polarisés et le câblage 220 V. On mettra alors l'appareil en marche et on vérifiera les tensions en divers points : VC1 : + 18 à + 22 V ; VC2 : - 18 à - 22 V ; VC3 : + 18 à + 22 V ; VC6 : + 12 V ; VC7 : - 12 V ; VC9 : + 1,2 à + 20 V suivant P<sub>2</sub> ; VC13 : + 12 V.

L'alimentation symétrique sera utilisées pour tout montage avec des ampli-op. On se limitera à un courant consommé maximal de 100 mA. On pourra aussi n'utiliser qu'une des deux alimentations sans problèmes.

L'autre alimentation pourra alimenter des circuits TTL, C.MOS... puisqu'elle est réglable de 1,2 à 20 V par P<sub>2</sub> et tient jusqu'à 1 A ; mais, attention, si la tension de sortie est faible, la puissance dissipée par le circuit devient trop élevée et il disjoncte (protection) pour se rétablir à une température plus faible, d'où la raison d'un bon radiateur ! Le double galvanomètre donnera une valeur approximative de la tension et du courant consommé.

La sortie 50 Hz sera utile comme « horloge » associée à des compteurs ; mais, attention, le signal de sortie varie de 0 à + 20 V environ ! Placer une zener de 5,1 V sur la

sortie, anode à la masse pour limiter à 5 V environ, le cas échéant !

L'amplificateur permettra de rendre certains signaux audibles pour une appréciation auditive. P<sub>1</sub> réglera le volume, mais la taille du HP limitera bien sûr la puissance. On pourra l'utiliser comme signal-tracer, associé à un oscillateur monté sur la plaque de connexion.

Le générateur de courant constant permettra de contrôler la polarité d'une diode, Del ou afficheur (et l'éclairage suivant I), zener (<36 V). Attention à ne jamais l'utiliser associé à l'alimentation symétrique sous peine de détruire le pont P<sub>1</sub>.

La plaquette de connexion sera utilisée avec des fils fins rigides (Ø 0,8 mm) dénudées à chaque extrémités sur 10 mm. D'autres fils seront reliés à des fiches pour se connecter au pupitre. Attention à ne pas utiliser des composants dont le diamètre des connexions excède 1 mm sous peine de détruire la pince interne qui établit le contact.

Voici donc un montage qui devrait permettre bien des expérimentations tout en évitant un encombrement d'appareils et le gaspillage de plaques d'époxy qui, après de nombreux dessoudages, sont justes bonnes pour décorer le fond de la poubelle.

Rien n'empêche, sur la même idée, de réaliser un pupitre plus complet et associant plusieurs plaquettes de connexion, mais attention aux prix ! Pourtant, il serait alors possible de tester des montages associant beaucoup de circuits intégrés et de composants discrets, quoique l'emploi soit plutôt réservé aux montages logiques...

P. WALLERICH

### NOMENCLATURE

#### Semi-conducteurs

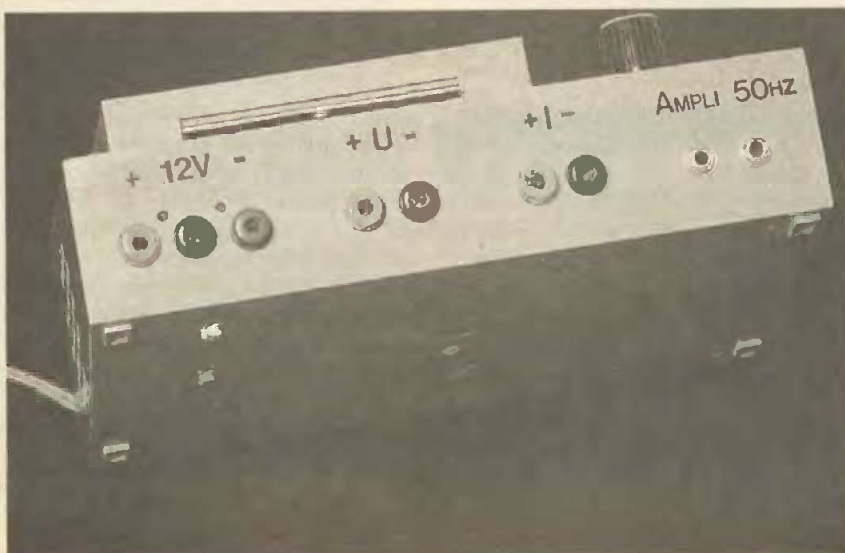
IC<sub>1</sub> : 78L12 régulateur +12 V 0,1 A  
 IC<sub>2</sub> : 79L12 régulateur -12 V 0,1 A  
 IC<sub>3</sub> : LM317 régulateur ajustable 1,5 A  
 IC<sub>4</sub> : LM380N-B ampli 2,5 W  
 IC<sub>5</sub> : 7812 régulateur 12 V 1,5 A  
 T<sub>1</sub> : 2N2905  
 T<sub>2</sub> : BC547...  
 D<sub>1</sub> : 1N4148  
 D<sub>2</sub> : Zener 5,6 V 0,4 W  
 D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> : Del rouge Ø 4 mm  
 D<sub>5</sub> : 1N4148  
 D<sub>6</sub> : Del rouge Ø 3 mm  
 DP<sub>1</sub> : pont de diodes 0,5 A  
 DP<sub>2</sub> : pont de diodes 2 A  
 (B250 C3200/2200)

#### Éléments passifs

R<sub>1</sub> : 100 Ω 1/2 W  
 R<sub>2</sub> : 3,3 kΩ 1/2 W  
 R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 1 kΩ 1/2 W  
 R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> : 10 kΩ 1/4 W  
 R<sub>9</sub> : 120 Ω 1/2 W  
 R<sub>7</sub> : 2,2 kΩ 1/2 W  
 R<sub>8</sub> : 0,33 Ω 2 W  
 R<sub>10</sub> : 1 Ω 1/2 W  
 R<sub>11</sub> : cf. texte, 1 kΩ 1/4 W  
 R<sub>12</sub> : cf. texte, 82 kΩ 1/4 W  
 R<sub>13</sub> : 1 kΩ 1/2 W  
 P<sub>1</sub> : 10 kΩ A (lin.)  
 P<sub>2</sub> : 2,2 kΩ A (lin.)  
 P<sub>3</sub> : 47 kΩ A (lin.)  
 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 470 µF/25 V axial  
 C<sub>3</sub> : 1 000 µF/25 V axial  
 C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> : 0,1 µF  
 C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 47 µF/16 V axial  
 C<sub>8</sub> : 0,1 µF  
 C<sub>9</sub> : 22 µF/25 V axial  
 C<sub>10</sub> : 0,1 µF  
 C<sub>11</sub> : 0,1 µF  
 C<sub>12</sub> : 470 µF/16 V axial  
 C<sub>13</sub> : 100 µF/16 V axial  
 C<sub>14</sub> : 0,1 µF

#### Divers

HP : haut-parleur 8 Ω 1/2 W  
 TR<sub>1</sub> : transfo 2 × 15 V 5 VA  
 TR<sub>2</sub> : transfo 15 V 15 à 25 VA  
 VU : vu-mètre double 440 Ω 250 µA  
 2 prises jack châssis  
 7 prises bananes  
 K<sub>1</sub> : interrupteur M/A  
 F<sub>1</sub> : porte-fusible + fusible 0,4 A  
 circuit imprimé  
 boîtier Teko 363  
 plaquette connexion (DEC...)  
 visserie, fil de câblage  
 radiateurs pour IC<sub>3</sub>  
 (plaque alu) et T<sub>1</sub> (pour TO5)







# ALARME POUR SAC A MAIN

Dans la rue et les endroits publics en général, il est une activité qui devient malheureusement de plus en plus florissante : c'est celle du vol de sacs à main que l'on arrache brusquement à leurs propriétaires au moment où celles-ci s'y attendent le moins.

**L**e dispositif décrit ci-après est destiné à être logé dans le sac à main à protéger. Lorsqu'un individu s'enfuit avec ce dernier, un son strident et persistant proche de la sirène se fait aussitôt entendre en provenance de l'objet dérobé. Surpris, le voleur, incapable d'arrêter cette dérangeante émission sonore, ne tardera pas à lâcher ce sac encombrant et bruyant dont la présence même le désigne et le repère dans la foule.

## A - FONCTIONNEMENT

### ELECTRONIQUE

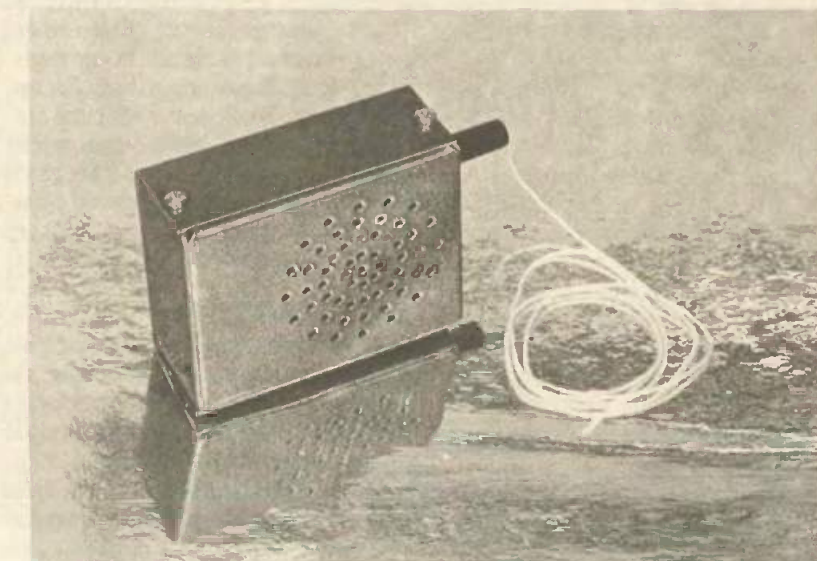
(fig. 1 et 2)

#### 1° Mise en marche du dispositif

Le principe de la mise sous alimentation du montage réside dans l'utilisation d'une embase femelle Jack qui maintient le circuit ouvert tant que la fiche mâle s'y trouve introduite.

Cette dernière est reliée par l'intermédiaire d'un fil en nylon ou d'une petite chaînette à une bague, à un bracelet ou simplement à un doigt ou au poignet de la propriétaire du sac à main. Si on arrache ce dernier, la fiche mâle se dégage aussitôt et met le montage sous tension.

La source d'énergie utilisée est une pile de 9 V, petit modèle, peu encombrante mais dont la capacité et la constitution permettent de délivrer



de façon soutenue un courant de l'ordre de 100 à 120 mA pendant quelques minutes.

L'ensemble, pile et composants, a pu être logé dans un petit boîtier Teko ne dépassant pas la taille d'un paquet de cigarettes.

#### 2° Génération de la fréquence musicale de base

Cette mission incombe à un circuit intégré extrêmement célèbre et courant, maintes fois cité dans notre re-

vue, il s'agit du « 555 » repéré IC<sub>2</sub> sur le schéma. Sur sa sortie, on relève des créneaux dont la période dépend essentiellement de R<sub>5</sub>, de R<sub>6</sub> et de C<sub>4</sub>. En fait, la présence de R<sub>4</sub> joue également un rôle ; nous en parlerons plus loin. En faisant abstraction de R<sub>4</sub>, on recueille sur la broche n° 3 de IC<sub>2</sub> un signal crénelé de période :

$$T = 0,7 (R_5 + 2 R_6) \times C_4.$$

Ce dernier constitue la fréquence musicale de base de notre dispositif sonore.

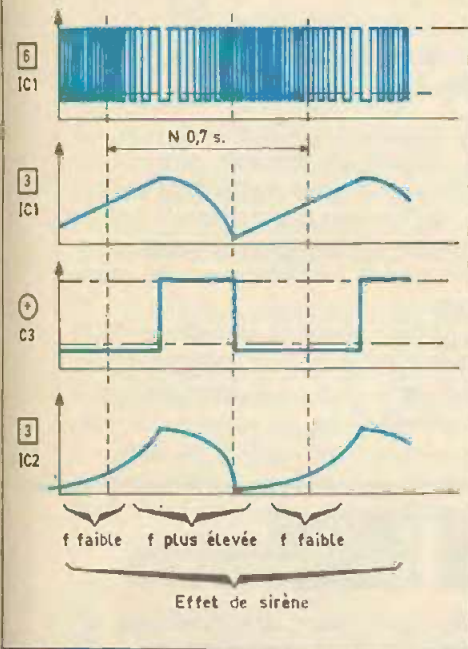
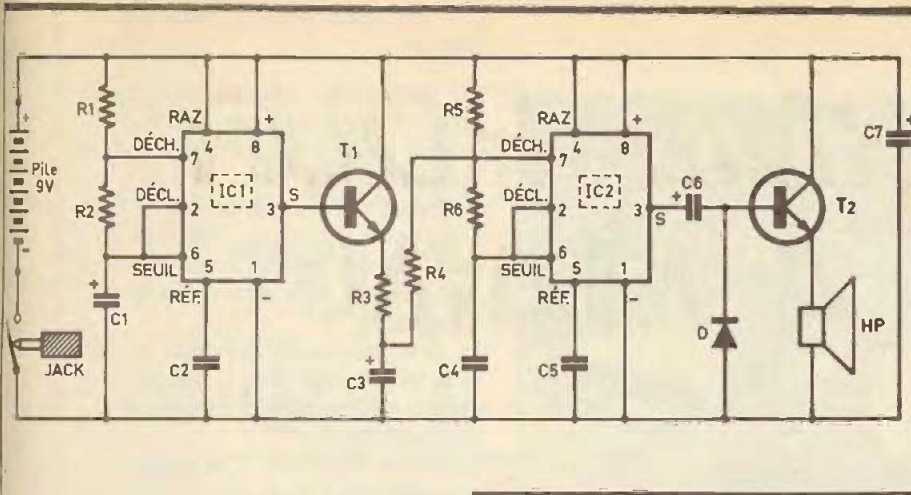


Fig. 1 Schéma de principe et oscillogrammes.  
et 2

### 3° Amplification

Le transistor NPN T<sub>2</sub> reçoit la fréquence musicale ainsi générée sur sa base par l'intermédiaire de C<sub>6</sub>. Un haut-parleur de faible impédance est directement monté dans le circuit de l'émetteur du transistor, en constituant ainsi un montage en collecteur commun, essentiellement amplificateur en intensité, donc en puissance. La diode D permet la décharge périodique de C<sub>6</sub> pendant les phases du cycle où la sortie de IC<sub>2</sub> présente un état logique bas.

### 4° Création de l'effet de sirène

Un autre circuit intégré, IC<sub>1</sub> - encore un 555 -, délivre au niveau de sa sor-

tie un signal en forme de créneau mais dont la période est beaucoup plus importante : environ 0,6 à 0,8 s.

Ce signal est acheminé sur la base d'un transistor T<sub>1</sub> également monté en collecteur commun. Lorsque la sortie de IC<sub>1</sub> présente un état haut, la capacité C<sub>3</sub> se charge progressivement à travers R<sub>3</sub>, ce qui a pour résultat une croissance quasi linéaire de potentiel disponible sur l'armature positive de C<sub>3</sub>. Par l'intermédiaire de R<sub>4</sub>, les durées élémentaires des charges périodiques de C<sub>4</sub> diminuent. Il en résulte une croissance progressive de la fréquence musicale émise.

Inversement, quand la sortie de IC<sub>2</sub> est à l'état bas, la capacité C<sub>3</sub> se décharge progressivement à travers R<sub>4</sub>. La fréquence musicale issue de IC<sub>2</sub> diminue donc graduellement.

Ainsi, les « dents de scie » délivrées par IC<sub>1</sub> génèrent au niveau du son émis par le haut-parleur un véritable effet de sirène tel que l'on peut l'entendre sur les voitures de la police américaine, abondamment mis en évidence dans maints feuilletons télévisés...

## B - REALISATION PRATIQUE

### 1° Le circuit imprimé (fig. 3)

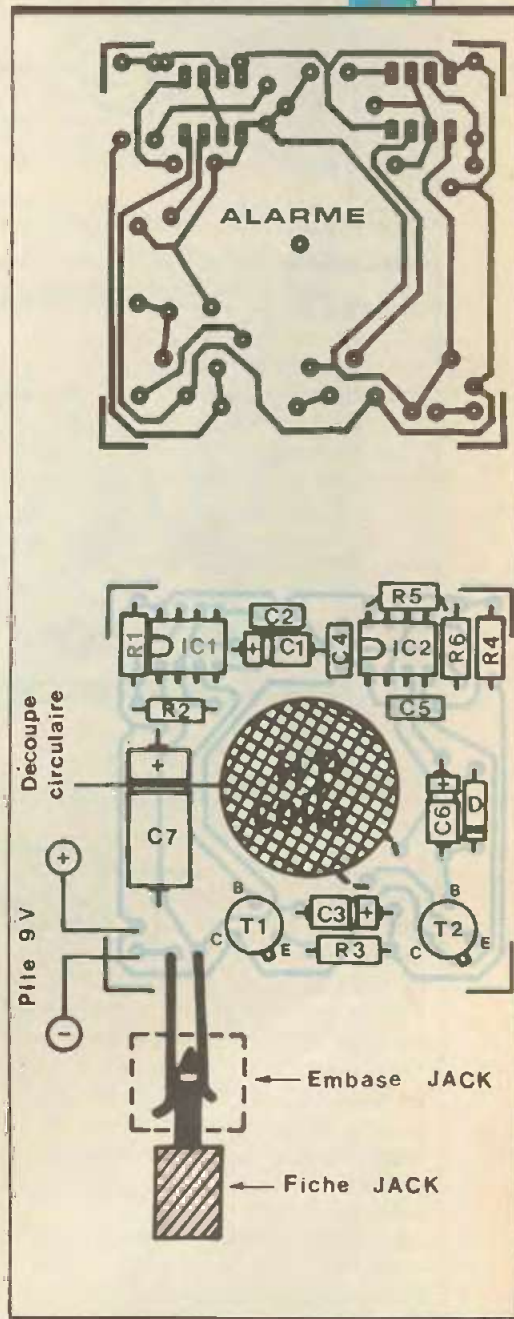
La configuration des pistes est un peu serrée étant donné l'absolue nécessité d'aboutir à une miniaturisation suffisante. Il est donc déconseillé d'user du feutre, fut-il spécial. Mieux vaut employer les transferts Mecanorma

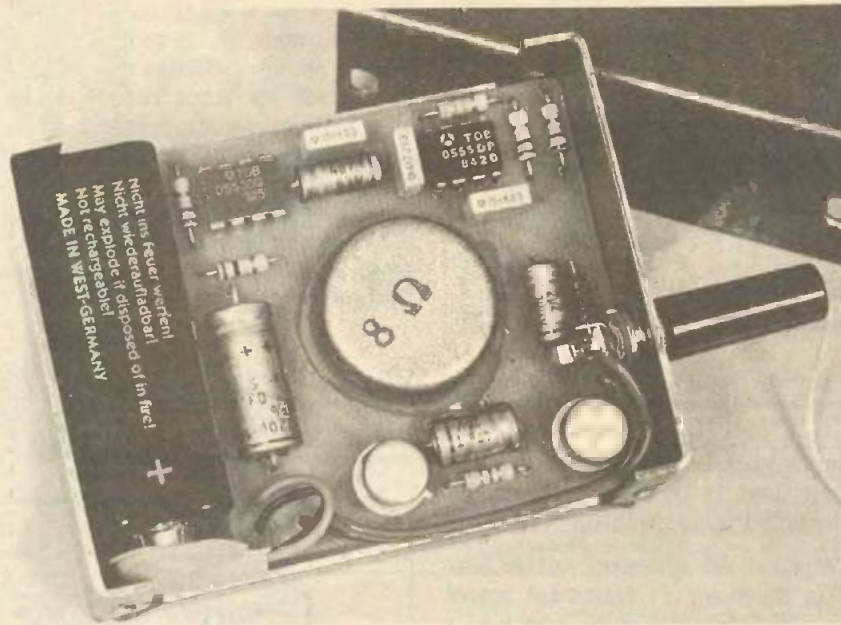
en les appliquant directement sur la face cuivrée et préalablement bien dégraissée de l'époxy. Après attaque et gravure dans le traditionnel bain de perchlore de fer, on procédera à un rinçage abondant à l'eau tiède. Par la suite, tous les trous correspondant aux pastilles seront percés à l'aide d'un foret de 0,9 ou de 1 mm de diamètre.

On pourra également étamer les pistes directement au fer à souder, leur tenue aux agressions chimiques en sera grandement améliorée.

Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle.

Fig. 3 et 4





On remarquera la découpe du circuit imprimé.

## 2° Implantation des composants (fig. 4)

On implantera d'abord les résistances, la diode et les capacités. Ensuite, ce sera le tour des transistors et des circuits intégrés.

Attention à l'orientation de tous ces composants polarisés. Toute erreur à ce niveau est fatale et compromet définitivement le fonctionnement de l'ensemble.

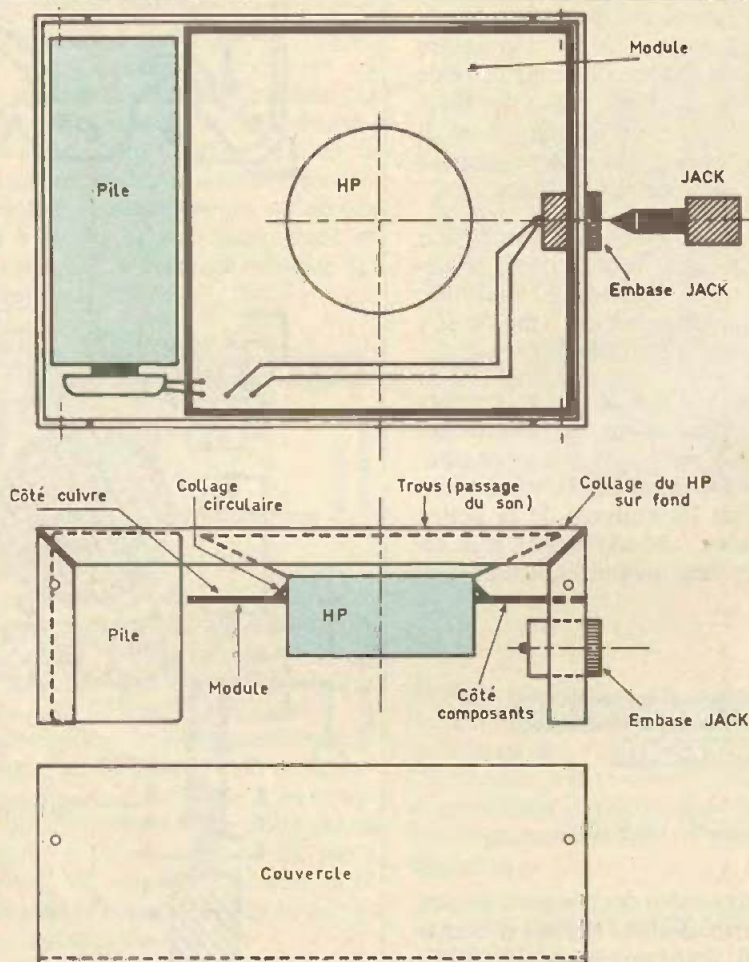
Le haut-parleur est directement collé et se trouve logé dans la découpe circulaire prévue à cet effet dans le module en époxy.

Attention également à la polarité des raccordements à la pile d'alimentation.

## 3° Montage dans le boîtier Teko (fig. 5)

La figure est suffisamment explicite et illustre un exemple possible de montage. A noter que le haut-parleur est collé sur la face arrière du boîtier dans lequel des trous de passage du son auront préalablement été pratiqués.

Il ne reste plus qu'à loger le dispositif dans le sac à main en espérant toutefois qu'il n'aura pas trop souvent à jouer son rôle...



Agencement à l'intérieur du coffret.

Fig. 5

## C - LISTE DES COMPOSANTS

- $R_1$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_2$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $R_3$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)
- $R_4$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_5$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)
- $R_6$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $D$  : diode 1N4004 ou 4007
- $C_1$  : 4,7  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_2$  : 15 nF Milfeuil
- $C_3$  : 47  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_4$  : 4,7 nF Milfeuil
- $C_5$  : 15 nF Milfeuil
- $C_6$  : 2,2  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $C_7$  : 220  $\mu$ F/10 V électrolytique
- $T_1, T_2$  : 2 transistors NPN, 2N1711, 2N1613
- $IC_1, IC_2$  : 2  $\times$  NE 555
- HP : haut-parleur 4 ou 8  $\Omega$ ,  $\varnothing$  50
- Coupleur pour pile
- Pile 9 V (45  $\times$  25  $\times$  15) de préférence alcaline
- Embase femelle Jack
- Fiche mâle Jack
- Fil souple isolé
- Boîtier Teko alu 72  $\times$  58  $\times$  28

# TRANSFORMATEURS TORIQUES



**P**ar construction, le transformateur torique ILP est proche de la définition théorique idéale. De ce fait, les performances sont excellentes : dimensions et poids réduits (près de la moitié d'un transformateur conventionnel), bruit et champ de fuites magnétiques très faibles.

Ces excellentes caractéristiques font de ce type de transformateur le composant idéal pour les alimentations et équipements compacts. Les techniques de production permettent aujourd'hui de réaliser ces transformateurs toriques à des prix équivalents, voire meilleurs, que les transformateurs conventionnels.

## TECHNOLOGIE ET PERFORMANCES

Le noyau est un ruban spiralé de tôle au silicium à grains orientés. Il n'y a pas d'entrefer, pas de tôles libres pour produire du ronflement.

- Les pertes fer sont très faibles (valeur typique 1,1 W/kg) : le courant magnétisant et donc l'échauffement sont réduits.

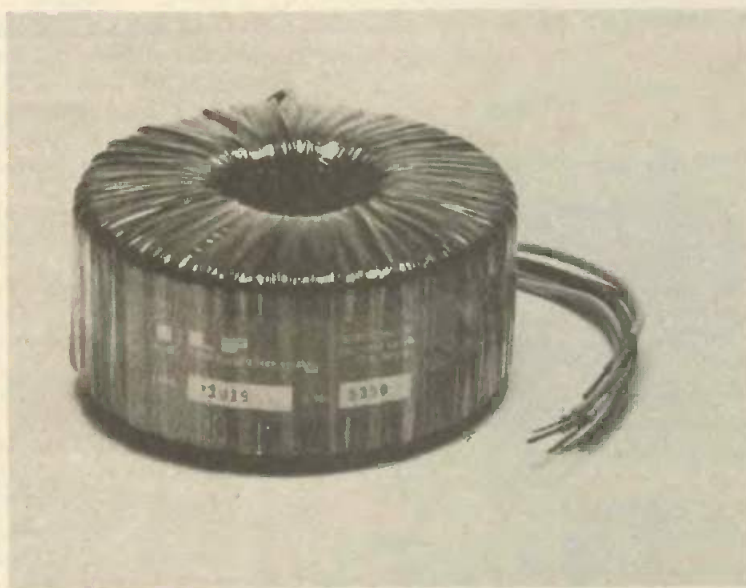
- La densité de flux est plus élevée parce que le flux magnétique est orienté dans la direction de la tôle spiralée à grains orientés, d'où une considérable réduction du poids et du volume du noyau.

- Tous les enroulements sont répartis de façon symétrique sur la totalité du noyau, les longueurs de fil en sont plus courtes.

- Une meilleure densité de courant dans les enroulements est permise, car ils utilisent la totalité du noyau comme surface d'échange thermique.

- L'économie de matériaux participe à la compétitivité du produit.

Aux modules bipolaires de puissance, Mosfet, préamplificateurs et mélangeurs ILP, distribués par Williamson Electronique, s'associe dans le même esprit de qualité une gamme complète de transformateurs toriques.



## CONSTRUCTION ET SECURITE

Chaque transformateur subit un test d'isolement primaire/secondaire à 4 000 V AC. Cet isolement est réalisé par une triple couche d'un ruban polyester et les chemins de fuite aux points de sorties sont conformes à la CEI 65.

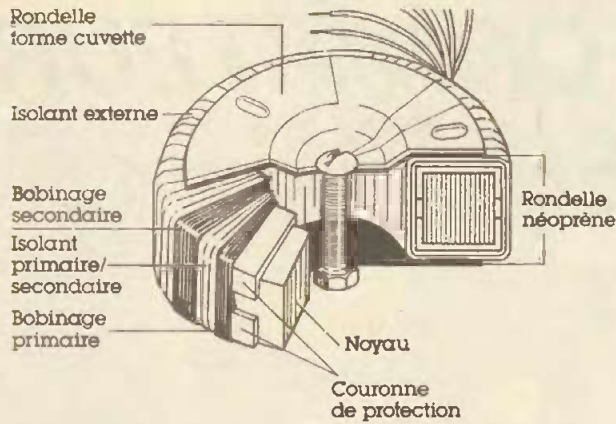
- L'isolement des secondaires est supérieur à 500 V AC.

- Toutes les tensions sont définies à pleine charge. Le taux de régulation permet de calculer les tensions à vide. La tolérance de bobinage est de

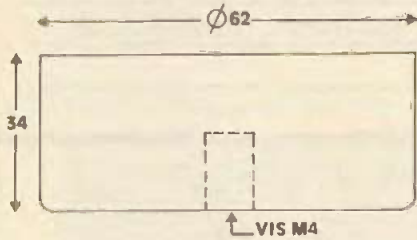
$\pm 5\%$  conformément aux normes BS 3535 et CEE 15.

- L'accroissement de température à pleine charge en régime permanent peut atteindre 65° au-dessus de l'ambiante, la température du transformateur ne devant pas dépasser 105° (maximum admissible par les isolants PVC).

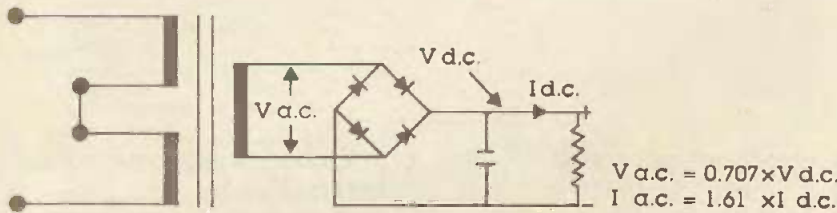
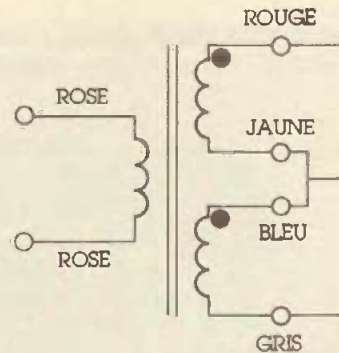
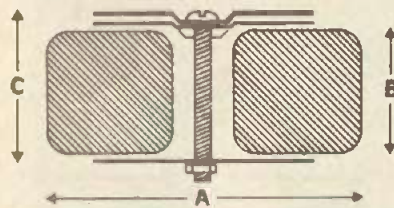
- Sur les transformateurs standards, les enroulements secondaires symétriques peuvent être connectés en série ou en parallèle, en vue de doubler la tension ou le courant suivant le cas.
- Les sorties ont une longueur de 20 cm isolées PVC, dénudées sur 1 cm environ.



Taille 0, 15 VA



Tailles 1 à 9, 30 à 625 VA



### MONTAGE

Le transformateur, isolé entre deux rondelles de Néoprène, est fixé directement au châssis par une seule vis centrale s'appuyant sur une coupelle en acier. On veillera à ne pas relier les deux extrémités de la vis centrale au châssis pour éviter un court-circuit magnétique. Tous les accessoires sont livrés avec le transformateur.

### PROTECTION

Le courant d'appel à la mise sous tension est normalement plus élevé qu'avec les transformateurs conventionnels. Il est donc recommandé de monter un fusible secteur. Ce fusible sera un modèle « temporisé » ou « thermique ».

Distribution:  
WILLIAMSON ELECTRONIQUE

	Rég.	V sec.	lett.
<b>15 VA</b>			
Régulation 19%	01010	6+6	1.25
Dimensions (A x B x C)	01011	9+9	0.83
62 x 34 x 34 mm	01012	12+12	0.63
Fixation : vis M4 x 12 mm	01013	15+15	0.50
(voir figure 1)	01014	18+18	0.42
Poids : 0,35 kg	01015	22+22	0.34
Fusible : 0,5 A	01016	25+25	0.30
	01017	30+30	0.25
<b>30 VA</b>			
Régulation 18%	11010	6+6	2.50
Dimensions (A x B x C)	11011	9+9	1.66
70 x 35 x 37 mm	11012	12+12	1.25
Fixation : vis M5 x 50 mm	11013	15+15	1.00
(voir figure 2)	11014	18+18	0.83
Poids : 0,45 kg	11015	22+22	0.68
Fusible : 0,5 A	11016	25+25	0.60
	11017	30+30	0.50
<b>50 VA</b>			
Régulation 13%	21010	6+6	4.16
Dimensions (A x B x C)	21011	9+9	2.77
80 x 40 x 43 mm	21012	12+12	2.08
Fixation : vis M5 x 50 mm	21013	15+15	1.66
(voir figure 2)	21014	18+18	1.38
Poids : 0,9 kg	21015	22+22	1.13
Fusible : 0,5 A	21016	25+25	1.00
	21017	30+30	0.83
<b>80 VA</b>			
Régulation 12%	31010	6+6	6.66
Dimensions (A x B x C)	31011	9+9	4.44
95 x 40 x 43 mm	31012	12+12	3.33
Fixation : vis M5 x 50 mm	31013	15+15	2.66
(voir figure 2)	31014	18+18	2.22
Poids : 1,0 kg	31015	22+22	1.81
Fusible : 0,5 A	31016	25+25	1.60
	31017	30+30	1.33
<b>120 VA</b>			
Régulation 11%	41010	6+6	10.00
Dimensions (A x B x C)	41011	9+9	6.66
95 x 45 x 50 mm	41012	12+12	5.00
Fixation : vis M5 x 50 mm	41013	15+15	4.00
(voir figure 2)	41014	18+18	3.33
Poids : 1,2 kg	41015	22+22	2.72
Fusible : 0,5 A	41016	25+25	2.40
	41017	30+30	2.00
	41018	35+35	1.71
<b>160 VA</b>			
Régulation 8%	51011	9+9	8.89
Dimensions (A x B x C)	51012	12+12	6.66
110 x 45 x 50 mm	51013	15+15	5.33
Fixation : vis M5 x 50 mm	51014	18+18	4.44
(voir figure 2)	51015	22+22	3.63
Poids : 1,8 kg	51016	25+25	3.20
Fusible : 1,25 A	51017	30+30	2.66
	51018	35+35	2.28
	51026	40+40	2.00
<b>225 VA</b>			
Régulation 7%	61012	12+12	9.38
Dimensions (A x B x C)	61013	15+15	7.50
110 x 50 x 55 mm	61014	18+18	6.25
Fixation : vis M5 x 60 mm	61015	22+22	5.11
(voir figure 2)	61016	25+25	4.50
Poids : 2,2 kg	61017	30+30	3.75
Fusible : 1,25 A	61018	35+35	3.21
	61026	40+40	2.81
	61025	45+45	2.50
	61033	50+50	2.25
<b>300 VA</b>			
Régulation 6%	71013	15+15	10.00
Dimensions (A x B x C)	71014	18+18	8.33
110 x 57 x 62 mm	71015	22+22	6.82
Fixation : vis M5 x 60 mm	71016	25+25	6.00
(voir figure 2)	71017	30+30	5.00
Poids : 2,6 kg	71018	35+35	4.28
Fusible : 2 A	71026	40+40	3.75
	71025	45+45	3.33
	71033	50+50	3.00
<b>500 VA</b>			
Régulation 5%	81016	25+25	10.00
Dimensions (A x B x C)	81017	30+30	8.33
135 x 60 x 65 mm	81018	35+35	7.14
Fixation : vis M8 x 70 mm	81026	40+40	6.25
(voir figure 2)	81025	45+45	5.55
Poids : 4,0 kg	81033	50+50	5.00
Fusible : 2,5 A	81042	55+55	4.54
<b>625 VA</b>			
Régulation 4%	91017	30+30	10.41
Dimensions (A x B x C)	91018	35+35	8.92
140 x 70 x 75 mm	91026	40+40	7.81
Fixation : vis M8 x 90 mm	91025	45+45	6.94
(voir figure 2)	91033	50+50	6.25
Poids : 5,0 kg	91042	55+55	5.68
Fusible : 3 A			



# TRANSFORMATEURS REDRESSEMENT FILTRAGE

**P**lus de 90 % des alimentations en électronique utilisent des transformateurs. Nous allons

donner quelques notions très simples ainsi que deux astuces pour que vous puissiez vous débrouiller avec un transformateur ne portant pas d'indications ou étant de provenance douteuse.

Nous allons raisonner tout au long de cet article avec un transformateur abaisseur 220 V/xV avec  $x < 220$  V.

● La formule de Boucherot, en physique, nous donne la valeur de la tension d'un enroulement :

$$U = 4,44 B_{\max} \cdot N \cdot S \cdot F$$

avec :

F : fréquence du réseau

S : section du circuit magnétique du transformateur

N : nombre de spires de l'enroulement considéré

$B_{\max}$  : valeur maxi de l'induction.

mais comme F, S et  $B_{\max}$  sont constantes pour un même transformateur, on aura alors :

$$U_1 = K \cdot n_1 \text{ et } U_2 = K \cdot n_2$$

avec  $K = 4,44 B_{\max} \cdot S \cdot F$

On en déduit que le nombre de spires sera proportionnel à la tension. C'est pourquoi dans un transformateur abaisseur, le primaire comporte plus de spires que le secondaire.

● Certaines personnes, a priori, pensent que l'enroulement comportant le conducteur de la plus forte section est le primaire. Ce qui amène parfois à des expériences fâcheuses pour les fusibles et le transformateur. (A ses débuts, l'auteur en a fait les frais !)

En effet, pour le transformateur, on a la relation suivante :

$$S = U_1 \cdot I_1 \approx U_2 \cdot I_2$$

Ayant  $U_1 > U_2$ , on en déduit que le courant secondaire sera plus important qu'au primaire.

Dans ce premier article, nous allons étudier les trois principaux éléments que l'on trouve couramment dans une alimentation, avant stabilisation, et nous vous expliquerons comment effectuer leur choix et leur calcul.

Sachant de plus que la section d'un conducteur électrique est proportionnelle à l'intensité qui le traverse, ceci explique pourquoi la section la plus importante est celle du conducteur de l'enroulement secondaire.

## REPERAGE

Nous allons maintenant vous donner deux astuces permettant de repérer le primaire du secondaire.

1° Avec un ohmmètre

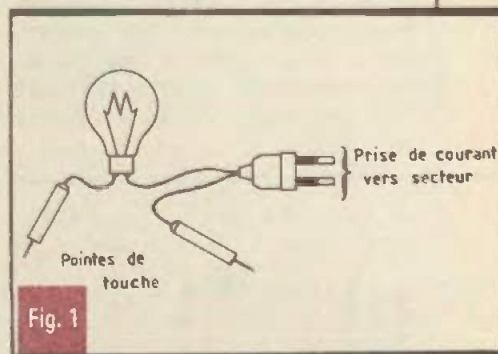
Ce qui a été dit précédemment sur le nombre de spires ne pourra vous servir si les enroulements ne sont pas visibles ou accessibles. Cependant, sachant, d'après ce qui a été vu, que le primaire comporte plus de spires et a une section de conducteur plus faible, il aura donc une résistance plus élevée.

On peut donner, pour avoir un ordre d'idée, l'exemple d'un transformateur 220 V/24 V - 25 VA, avec une résistance relevée à l'ohmmètre de 97  $\Omega$  au primaire et 1,4  $\Omega$  pour le secondaire.

2° avec une ampoule

Il faut réaliser le schéma de la figure 1 en fil volant en isolant obligatoirement toutes les parties conductrices, car celles-ci sont évidemment reliées au réseau.

On n'oubliera pas non plus que l'on a du 220 V au bout des pointes de touches !



On utilisera une ampoule de 60 à 80 W. En sondant chacun des enroulements, on pourra faire les déductions suivantes :

- si le transformateur ronfle et que la lampe est éteinte : l'enroulement sondé est le primaire ;
- si le transformateur ne ronfle pas : il n'y a pas contact électrique entre les deux points ;
- si l'ampoule s'allume fortement, l'enroulement sondé est un enroulement basse tension ;
- si l'ampoule s'allume à moitié, l'enroulement sondé est un enroulement 110 V.

## CHOIX

Il sera effectué en fonction de trois critères principaux :

1° La tension au primaire : elle devra être égale à celle du réseau électrique sur lequel on se connecte (220 V dans la plus grande partie de la France).

2° La tension disponible en sortie, au secondaire : comme nous le verrons plus loin, le filtrage et la régulation s'effectuent en relation avec la tension maximale, c'est-à-dire la tension de crête.

Dans les deux cas de redresseurs qui seront étudiés tout de suite après, on aura :

$$U_{\text{crête}} = V \cdot \sqrt{2}$$

3° Le courant absorbé par le montage : en faisant une approximation, on aura :  $I = S/V$ . On s'arrangera pour ne pas travailler à la limite en prenant  $S$  un peu supérieur.

## REDRESSEMENT

Contrairement aux électrotechniciens, on utilise principalement deux types de montages redresseurs.

a) Le montage va et vient ou parallèle (P2) (fig. 2)

Il a l'avantage de n'utiliser que deux diodes. On doit cependant disposer d'un transformateur à point milieu, mais il est plus efficace pour les redressements de faibles tensions (chute de tension des diodes moins importantes).

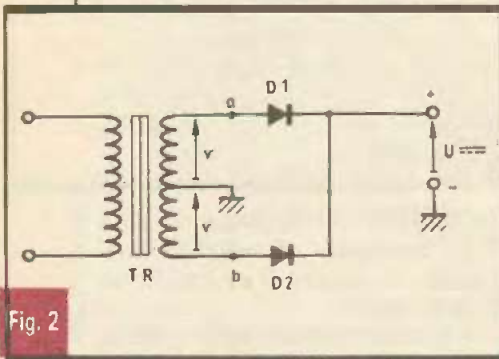


Fig. 2

Chacun des diodes conduisant une alternance sur deux, elles supportent en tension inverse :

$$U_{\text{inv}} = 2 \cdot v \cdot \sqrt{2}$$

b) Le montage en pont de Graetz ou parallèle double (PD2) (fig. 3)

C'est de loin le plus utilisé. Il comporte quatre diodes, mais permet de travailler avec un transformateur comprenant un seul enroulement secondaire. De plus, on trouve dans le commerce, facilement et pour pas cher, des ponts moulés tout faits.

Sur chaque alternance, les diodes conduiront cette fois-ci par deux, en diagonale. Elles supporteront en tension inverse :

$$U_{\text{inv}} = v \cdot \sqrt{2}$$

## CHOIX

Il dépendra de deux critères :

- La tension inverse appliquée aux diodes, fonction du type de montage et de la tension délivrée par le transformateur.

- Le courant traversant la diode, dépendant principalement de la charge appliquée en aval.

## FILTRAGE

Comme on peut le voir sur l'oscillogramme 2, la tension en sortie d'un montage redresseur n'est pas continue. On a en fait un signal de fréquence 100 Hz ayant la seule particularité d'être toujours positif ou nul (100 fois par seconde). Les circuits intégrés et autres composants n'apprécieront pas du tout ceci.

Il va donc falloir filtrer ce signal. On utilisera pour ce faire un composant passif bien connu : le condensateur.

D'après le montage de la figure 4, on relève l'oscillogramme 3. Le fonctionnement est simple : lorsque la tension en sortie du pont augmente, le condensateur se charge et emmagasine de l'énergie. Lorsque la tension diminue, il la restitue. C'est pourquoi on fait souvent appel à la notion de condensateur-réservoir.

En fait, la valeur de la capacité dépendra du courant absorbé et du  $\Delta V$ .

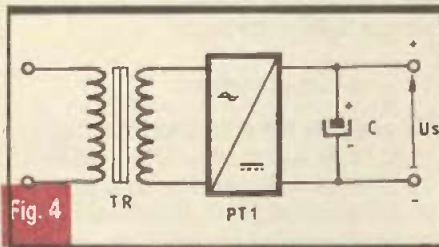


Fig. 4

## CALCUL DU CONDENSATEUR RESERVOIR

On a, pour une capacité, la relation suivante :

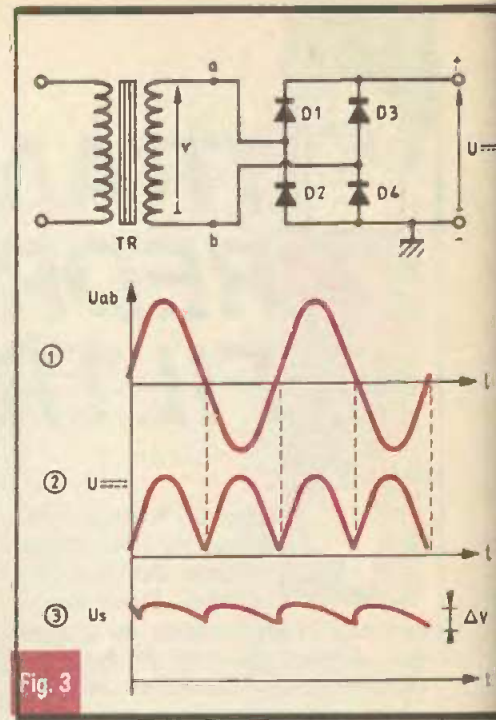
$$Q = C \cdot U, \text{ d'où } U = \frac{Q}{C}$$

Ayant une variation  $\Delta U$ , on aura :

$$\Delta U = \frac{\Delta Q}{C}$$

Sachant que  $Q$ , la charge, est aussi le produit du courant absorbé par le temps  $t$  de décharge, on aura :

$$U = \frac{\Delta t \cdot I}{C}$$



Etant donné que la décharge dure quasiment pendant toute la période, soit environ 10 ms (0,01 seconde), on aura :

$$\Delta U = \frac{I \cdot 0,01}{C} = \frac{I}{100 \cdot C}$$

Dans cette relation, le  $\Delta U$  est donné en volts, le courant en ampères et la capacité en farads ( $1 \mu\text{F} = 0,000001$  farads).

Exemple :

Si l'on désire un  $\Delta U$  maxi de 0,5 V avec un courant moyen de 110 mA, on aura :

$$C = \frac{I}{100 \cdot \Delta U} = \frac{0,11}{100 \cdot 0,5}$$

d'où  $C \approx 2\,000 \mu\text{farads}$ .

## CHOIX DE LA TENSION DE SERVICE

On prendra toujours  $U > U_{\text{max}}$  redressée en sortie du pont, soit :

$U > v \cdot \sqrt{2}$  (avec  $v$  = tension en sortie de l'enroulement secondaire du transformateur).

## EN CONCLUSION

Nous avons vu qu'il était relativement facile de déterminer le transformateur, le redresseur et la valeur de la capacité de filtrage.

Christophe PICHON



# LA STABILISATION

Nous avons vu dans un précédent article comment calculer et déterminer le transformateur, le redresseur et le filtrage dans une alimentation. Nous allons maintenant étudier différentes manières de stabiliser une tension.

## STABILISATION SHUNT

### AVEC ZENER (fig. 1)

**U**

Un des fréquents réflexes que l'on a, lorsque l'on désire faire la stabilisation d'une tension non variable, est d'utiliser un régulateur type 78XX ou 79XX. C'est en fait du gâchis si la puissance à fournir est assez faible. Il existe cependant un moyen plus économique et tout aussi simple, la Zener.

**Etude :** une diode Zener correctement polarisée nous fournit une référence de tension.

**A vide (interrupteur ouvert).**

D'après la loi d'Ohm, on aura :

$$I_z = \frac{U_c - U_z}{R_1} \leq I_{z \max}$$

$$I_{z \max} = \frac{P_{Zener}}{U_{Zener}}$$

$$\text{d'où } R_1 = \frac{U_c - U_z}{I_{z \max}}$$

**En charge (avec  $R_{ch}$  mini donc  $I_1$  maxi).**

Il faudra prendre un courant de polarisation dans la Zener minimale. On le prendra arbitrairement de 5 mA.

$$\text{d'où } I_{z \min} + I_{charge \max} = \frac{U_c - U_z}{R_1}$$

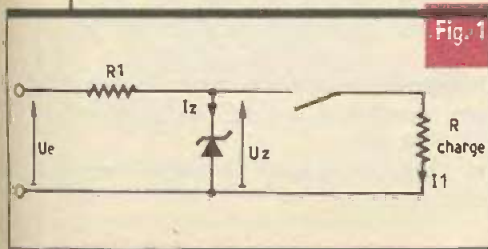


Fig. 1

$$\text{d'où } I_{ch \max} = \frac{U_c - U_z}{R_1} - 5 \times 10^{-3}$$

D'autre part, la puissance de  $R_1$  sera :

$$P \geq R_1 \cdot (I_{x \max})^2$$

On choisira parmi : 1/4 W, 1/2 W, 1 W, etc.

**Exemple :**

On veut débiter 40 mA sous 12 V.

On prendra une Zener de référence

BZX C85 12 de caractéristiques  $U = 12 \text{ V}$ ,  $P = 1,3 \text{ W}$ .

On aura :

$$I_{z \max} = \frac{1,3 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0,108 \text{ A} \geq I_{ch} + 5 \text{ mA}$$

Si l'on prend  $U_c = 16 \text{ V}$ ,

on aura :

$$R_1 = \frac{16 \text{ V} - 12 \text{ V}}{0,04 \text{ A}} = 100 \Omega$$

On aura :

$$P_{r1} = R_1 \cdot I^2 = 100 \cdot (0,04)^2 = 0,16 \text{ W}$$

On prendra  $R_1 = 100 \Omega$ , 1/4 W.

## REGULATION DE TENSION FIXE

Ces petites bêtes à trois pattes permettent de disposer d'une tension régulée à + ou - 5 % sous 1 A, ceci en positif ou négatif.

Elles disposent de nombreux avantages :

- Limitation interne du courant de sortie, évitant la destruction par court-circuit.

- Limitation en fonction de la température du circuit en cas par exemple de mauvais refroidissement.

- Facilité d'emploi simplifiée à l'extrême.

Il faudra simplement prévoir en entrée une tension :

$$U_0 \geq U_{régulateur} + 2 \text{ à } 3 \text{ V}$$

en ne dépassant pas 35 V, pour

$U_{régulateur} \leq 18 \text{ V}$  et 40 V pour

$U_{régulateur} \geq 20 \text{ V}$ . Les schémas de

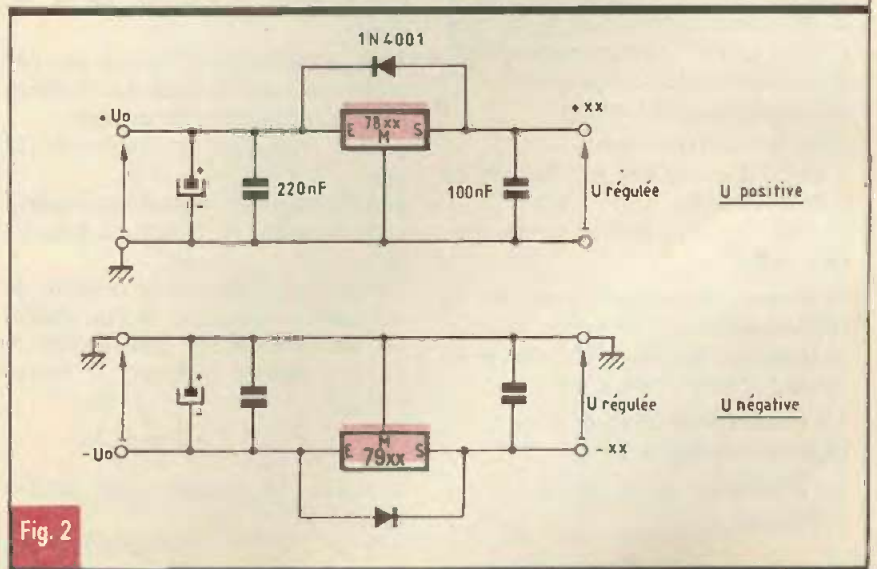


Fig. 2



branchement sont donnés en figure 2 et les brochages en figure 3. La diode branchée en parallèle inverse sur les régulateurs permet la décharge des condensateurs à l'arrêt, sans passer par les circuits internes des CI, qui pourraient être endommagés sans cela. Il est à noter qu'il est facilement possible d'obtenir une tension d'alimentation non normalisée, avec un régulateur existant déjà.

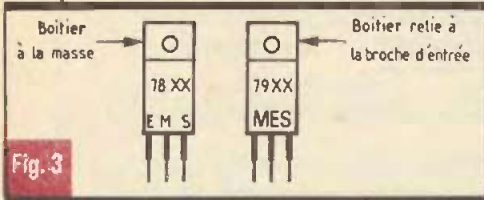


Fig. 3

**Exemple :**

On désire obtenir 10 V. On prendra alors un 7805 (régulateur positif 5 V) et l'on dotera la connexion de masse avec une Zener de 5,1 V, 0,5 W, suivant la figure 4. Nous donnerons à la fin de cet article, le schéma complet d'une alimentation symétrique + 12 V, - 12 V, avec les calculs de tous les éléments.

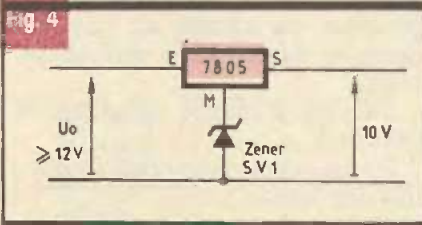


Fig. 4

**LE LM 317**

C'est un circuit intégré régulateur de tension positif ajustable de 1,2 V à 37 V avec un courant maximum de 1,5 A. Il est extrêmement simple à utiliser et dispose aussi de sécurités internes le rendant sûr :

- limitation de courant,
- limitation interne en fonction de la température,
- contrôle de la courbe de dissipation du CI.

Il faudra simplement respecter la tension différentielle (entre l'entrée et la sortie) qui devra être comprise entre 3 V mini et 40 V maxi.

Le brochage et le schéma de montage sont en figure 5.

La tension de sortie sera donné par la relation :

$$V_s = V_{ref} (1 + R_2/R_1)$$

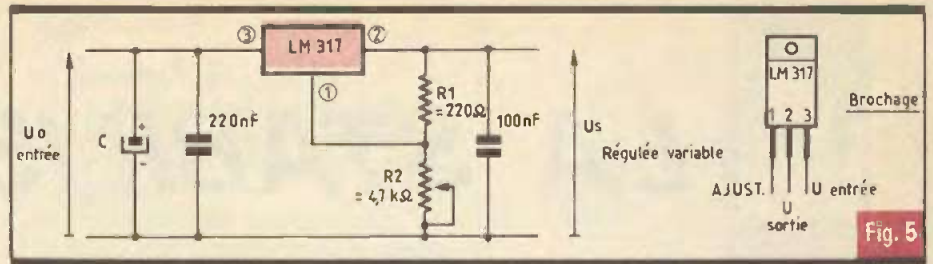


Fig. 5

avec  $V_{ref}$  comprise entre 1,2 V et 1,3 V. On prendra  $V_{ref}$  typique = 1,25 V.

**Exemple :**

En prenant  $R_1 = 220 \Omega$  et  $R_2 = 4,7 k\Omega$ ,  $V_s$  pourra varier entre 1,25 V et 28 V pour  $U$  entrée comprise entre 31 V et 41 V.

Il est à noter que le LM 337 est identique au LM 317 mais fournit une tension négative.

Pour le calcul de la capacité de filtrage, on prendra un  $\Delta u$  de  $[17,9 V - (U_{régulateur} + 2 V)]$ , soit  $\Delta u = 3,9 V$ .

$$\text{Soit } C = \frac{I}{100 \Delta U} = \frac{1 A}{100 \times 3,9} = 2 564 \mu F$$

On choisira soit 2 200  $\mu F$  (si  $I < 0,85 A$ ), soit 3 300  $\mu F$ .

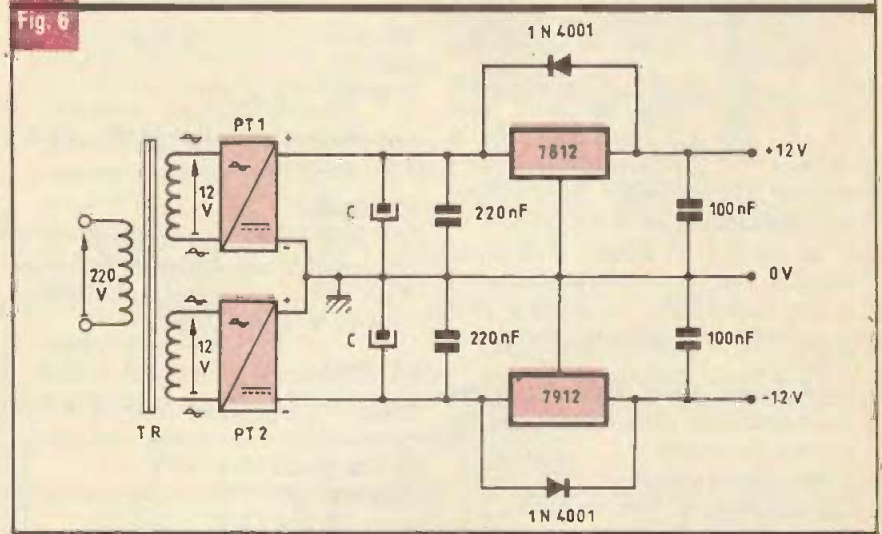


Fig. 6

**Application :** réalisation d'une alimentation symétrique + 12 V - 12 V - 1 A. On prendra le schéma de la figure 6.

Pour le choix de la tension des enroulements secondaires du transformateur, il faudra tenir compte :

- de la variation de tension du réseau 220 V à + ou - 10 %,
- de la chute de tension des diodes,
- de la valeur de la tension à stabiliser.

On aura d'autre part un courant de 1 A par enroulement. Si l'on choisit un transformateur 220 V - 2 x 15 V, il faudra effectuer le calcul suivant :

$$U_{max} = 15 V \times \sqrt{2} = 21,2 V, \\ - 10 \% = - 2,1 V \\ - \text{chute de tension des diodes} = - 1,2 V, \\ \text{soit } \approx 17,9 V \text{ (correspondant au cas le plus défavorable).}$$

La tension de service sera de 25 V minimum, le pont redresseur sera un 50 V - 1 A, le transformateur sera un 220 V, 2 x 15 V, 30 VA minimum.

**CONCLUSION**

Nous venons de voir qu'il était relativement simple de calculer et de construire une alimentation. Cet article est bien loin d'être exhaustif. Nous n'avons fait que de donner quelques exemples. Il existe en effet d'autres circuits intégrés très intéressants comme le  $\mu A723$  et le L200.

Nous vous invitons à vous reporter aux nombreux articles parus dans EP à ce sujet.

Et maintenant, chers lecteurs, à vos calculatrices !

Christophe PICHON

# APPLICATION des AOP's

Ce mois-ci, nous utiliserons les AOP's dans des montages assez particuliers, mais dignes d'intérêt. La théorie sera souvent esquivée, car l'étude dépasse largement le cadre de la revue.

## MULTIPLICATEUR DE CAPACITE (fig. 1)

Il est parfois nécessaire de disposer d'une capacité de valeur très élevée. Un tel condensateur serait beaucoup trop encombrant, aussi ce montage permettra-t-il de simuler cette capacité électriquement. Il convient de noter que son utilisation ne sera pas possible pour réaliser le découplage d'une alimentation, par exemple. Les phénomènes physiques mis en œuvre étant complexes, on ne retiendra que les caractéristiques de ce montage. La capacité simulée sera égale à la valeur de la capacité de C multipliée par le rapport de résistances  $R_1/R_3$ . Il existera un courant de fuite ( $I_f$ ) et une résistance en série relativement élevée en série avec  $C_x$ .

ticuliers tels les gyrateurs, dans des asservissements... On retrouvera sur la figure la définition des caractéristiques du condensateur simulé  $C_x$ ,  $I_f$  et  $R_s$ . La note d'application du constructeur préconise un LM108, mais moyennant quelques essais et manipulations, d'autres AOP's devraient convenir.

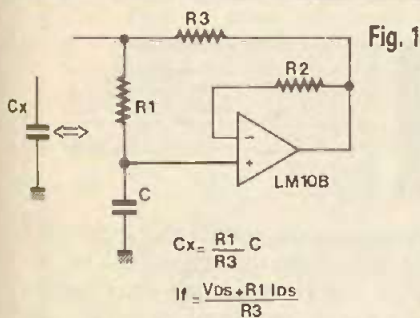
d'une valeur élevée, tel l'exemple donné, il n'existe pas de composant satisfaisant. D'où ce montage mettant en œuvre, cette fois, deux amplis opérationnels et deux condensateurs. La valeur de la capacité dépendra de la position du curseur du potentiomètre  $R_2$ .

## MULTIPLICATEUR DE CAPACITE VARIABLE (fig. 3)

On utilise de moins en moins les condensateurs variables ou ajustables car une diode à capacité variable pourra aisément jouer ce rôle. Mais quand la variation se situe autour

## INDUCTANCE SIMULEE (fig. 4)

Puisqu'on s'est « amusé » à simuler une capacité, alors pourquoi pas une inductance ? Là aussi, le montage se justifie par la taille de la self, proportionnelle à son inductance. L'ampli opérationnel choisi est un LM301, muni de sa correction en fréquence



AN  $R_1:10M\Omega$   $R_2:10M\Omega$   $R_3:1k\Omega$   $C_1:1\mu F$   $\rightarrow C_x \text{ eq. } 10\,000\ \mu F$

## MULTIPLICATEUR DE CAPACITE NEGATIVE (fig. 2)

On reconnaît une variante du montage précédent. Quel est le rôle d'une capacité négative, me direz-vous ? On l'utilisera dans des montages très par-

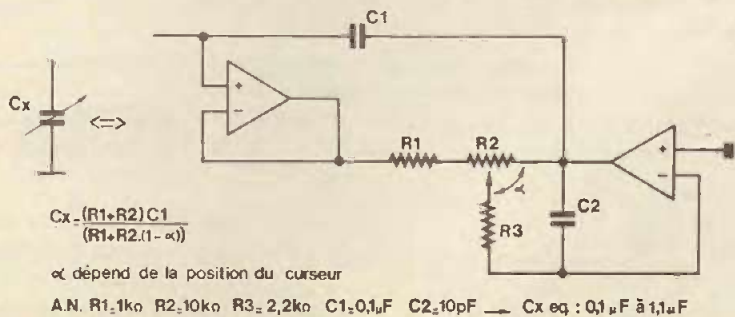
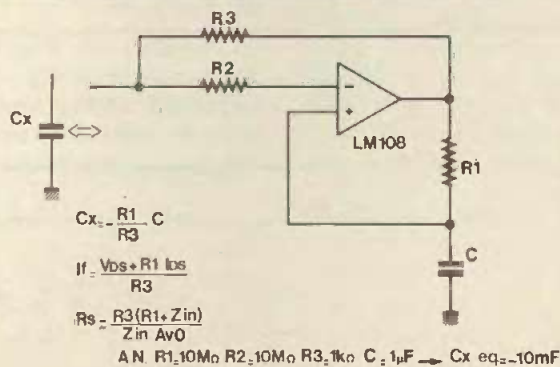
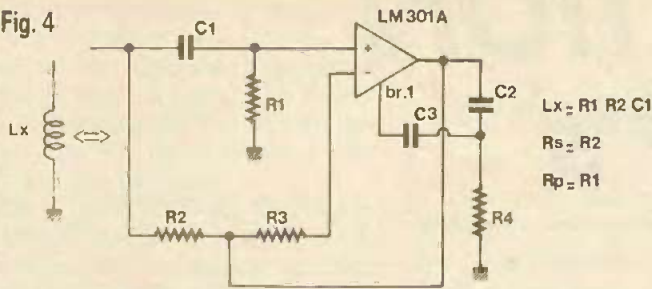


Fig. 4



A.N. R1,10M $\Omega$  R2,100 $\Omega$  R3,10M $\Omega$  R4,10k $\Omega$  C1,0,1 $\mu$ F C2,330pF C3,33pF  $\rightarrow$  Lx,100mH

C3. L'adaptation reste toutefois possible avec d'autres modèles d'AOP's. L'inductance sera égale au produit  $R_1, R_2, C_1$ , mais il existera une résistance de fuite parallèle et série,  $R_p$  et  $R_s$ , comme dans le modèle équivalent réel. Comme les trois autres montages, celui-ci se destine surtout à des applications de filtrage ou de traitement de signal nécessitant des composants réactifs (R, C) de valeurs élevées. Ces montages sortent toutefois un peu du cadre de la revue, mais il peut être intéressant d'en connaître l'existence.

**ATTENUATEUR VARIABLE (fig. 5)**

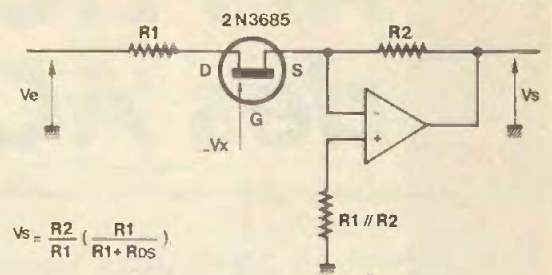
Combien de fois vous êtes-vous demandé comment réaliser un potentiomètre électronique commandé par une tension, ce qui permettrait par exemple une commande identique sur deux ou plusieurs voies. Ce montage fait appel à la propriété du FET lors de faibles signaux entre le Drain et la Source. Dans ce cas, la résistance

dynamique  $R_{ds}$  varie selon la tension appliquée en  $V_{gs}$ . La polarité dépendra du type de FET (enrichissement ou appauvrissement). En utilisant un 2N3685, cette résistance sera linéaire sur plusieurs décades et sera au minimum de 800  $\Omega$ . Le montage est un banal montage inverseur, ou une des résistances est remplacée par  $R_1 + R_{ds}$ ,  $R_{ds}$  étant variable. En écrivant le résultat sous la forme indiquée, on voit que le terme  $R_2/R_1$  déterminera le gain maximum et que  $R_1/(R_1+R_{ds})$  aura pour limites 0 et 1. Des manipulations permettront de choisir tout autre FET, mais il convient de se rappeler que l'amplitude des signaux d'entrée doit être faible. A noter que ces signaux pourront être alternatifs !

**AMPLIFICATEUR POUR INSTRUMENTATION (fig. 6, 7)**

Un amplificateur d'instrumentation est tout simplement un amplificateur différentiel, destiné à extraire et amplifier de faibles signaux différentiels,

Fig. 5



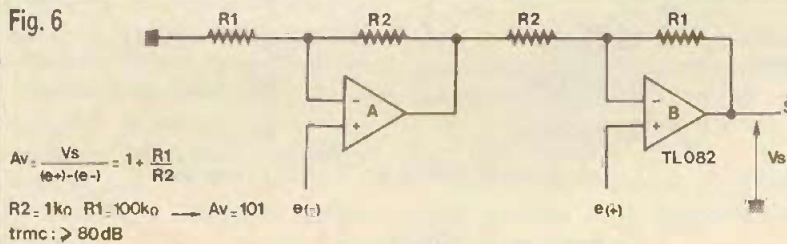
$$V_s = \frac{R_2}{R_1} \left( \frac{R_1}{R_1 + R_{ds}} \right)$$

mais avec un taux de réjection de mode commun très élevé. On se rappelle que le mode commun est défini par le terme  $((e+)+(e-))$  dans l'équation réelle et l'amplification :  $A_v = K_1 \cdot ((e+) - (e-)) + K_2 \cdot ((e+)+(e-))$ . Plus  $K_2$  est faible, meilleur sera l'amplificateur. Le premier montage auquel on pensera est celui de la figure 6. L'ampli A est non inverseur, avec un gain de 1,01. Le second ampli est inverseur et son gain est élevé (100). Les gains sur  $e+$  et  $e-$  sont donc sensiblement égaux (101). Si  $R_1 = R_2$ , le circuit ne répondra qu'au signal différentiel, le mode commun étant rejeté à environ 80 dB. L'impédance d'entrée reste très élevée. Le gain du montage vaudra  $A_v = 1 + (R_1/R_2) = V_s / ((e+) - (e-))$ . Le montage de la figure 7 est une variante.  $R_1, R_2$  et  $R_3, R_4, R_5$  seront « appariées » ce qui déterminera le taux de réjection du différentiel, alors que les tensions en mode commun peuvent approcher les 100 V (+ ou -).

**AMPLIFICATEUR DIFFERENTIEL POUR INSTRUMENTATION (fig. 8)**

Ce montage ressemble plus à celui qui est désormais très employé. Les entrées sont copiées par deux ampli-op's montés en suiveur, ce qui permet une impédance d'entrée élevée. On applique ces signaux à un amplificateur de différence. En effet,  $V_s = (e+) \cdot R_3 \cdot (R_2+R_4) / ((R_1+R_3) \cdot R_2) - (e-) \cdot R_4/R_2$ . Si  $R_4/R_2 = R_3/R_1$ , on aura :  $V_s = ((e+) - (e-)) \cdot (R_4/R_2)$ . Les signaux d'entrée étant faibles, un réglage d'offset est préconisé. Chaque ampli-op sera donc affecté de son réglage qui varie selon le type d'AOP choisi. Une solution permet de faire

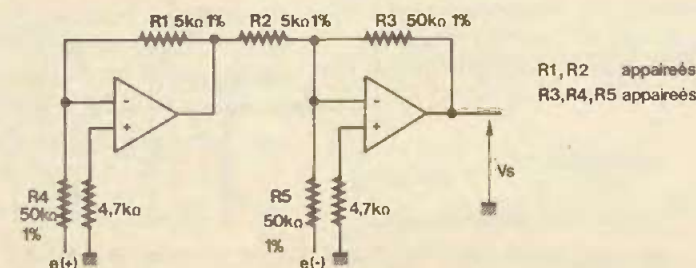
Fig. 6



$$A_v = \frac{V_s}{(e+) - (e-)} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$R_2 = 1k\Omega, R_1 = 100k\Omega \rightarrow A_v = 101$   
trmc : > 80dB

Fig. 7



R1, R2 appariés  
R3, R4, R5 appariés

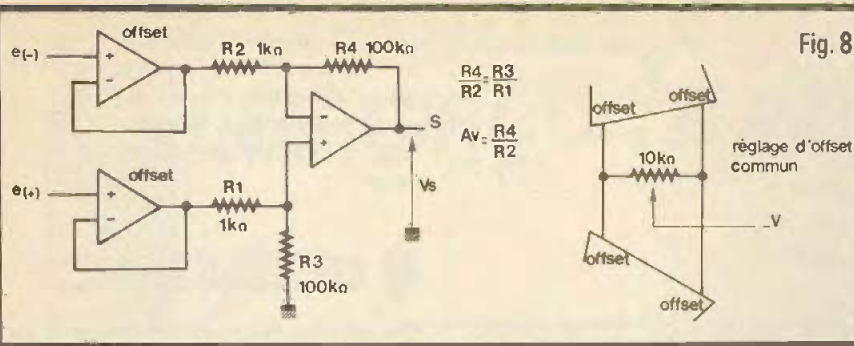


Fig. 8

deux réglages en même temps, si les caractéristiques des ampli-op's d'entrée restent semblables. Cette solution conviendrait à des 741 « appariés dans leurs défauts d'offset ».

**AMPLIFICATEUR DIFFERENTIEL PLUS PERFORMANT**  
(fig. 9)

Variante de la figure 8, ce montage permet de bénéficier d'une masse virtuelle flottante. les amplis montés en

trée et éventuellement la terre du générateur d'entrée, pour réduire les interférences parasites, vue l'impédance d'entrée très élevée, mais ne sera en aucun cas reliée à la masse de l'alimentation du montage amplificateur différentiel. Les connexions d'entrées seront si possibles torsadées pour réduire l'influence de leur capacité parasite. Un seul boîtier, tel le TL074, suffira pour réaliser ce montage, comme quatre ampli-op's sont utilisés. Le gain du montage sera :

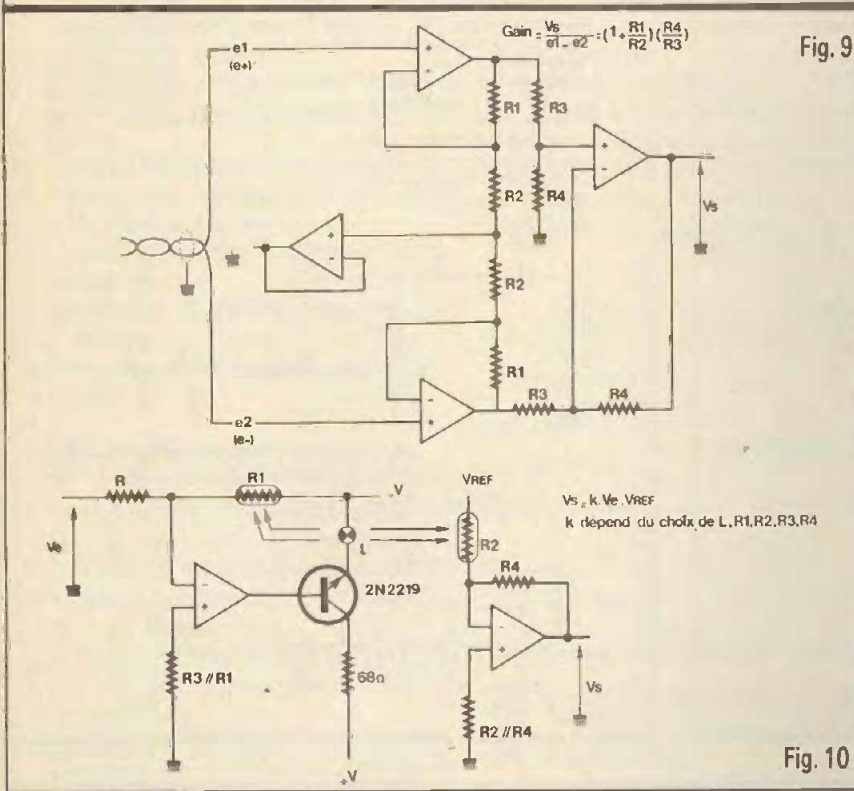
$$G = (1 + (R_1/R_2)) \cdot (R_4/R_3)$$


Fig. 9

Fig. 10

suiveurs sont remplacés par des amplis non inverseurs de gain égal à  $1 + (R_1/R_2)$ . La liaison commune des résistances  $R_2$  forme une masse virtuelle flottante. Pour l'exploiter, on intercalera un montage suiveur, évitant les erreurs dues aux courants de polarisation. Cette masse sera utilisée pour le blindage des connexions d'en-

**MULTIPLICATEUR DE TENSIONS** (fig. 10)

Pour multiplier deux tensions, des circuits spécialisés ont été réalisés il y a quelques années déjà. Il existe toutefois une solution très simple, en conservant un niveau de performan-

ces acceptable. Le principe est simple : une tension est convertie en intensité lumineuse qui fera varier le gain établi sur l'autre tension. La seconde tension  $V_{ref}$  attaque un montage inverseur classique, hormis  $R_2$  qui est une photorésistance. Comme le gain de cet étage vaut  $-R_4/R_2$ , si  $R_2$  est éclairée, sa résistance diminue et le gain augmente, donc  $V_s$  augmente et vice versa. La relation reste linéaire dans la plage de variation de  $R_2$ .

La première tension  $V_e$  attaque un montage inverseur un peu bizarre.  $R_1$ , photorésistance, assurera la contre-réaction pour conserver une relation linéaire entre l'intensité lumineuse délivrée par l'ampoule et la tension  $V_e$ .  $R_1$  sera bien-sûr du même type que  $R_2$ . Le choix de l'ampoule dépendra de la tension d'alimentation du montage, mais sera sinon sans importance grâce à la contre-réaction effectuée par  $R_1$ . On pourra utiliser un double ampli-op, tel le TL082. Le choix des différents éléments, de  $R_1$ ,  $R_2$ , et selon le montage physique de ces trois éléments.

**AMPLIFICATEUR DE NORTHON** (fig. 11)

Un amplificateur de Northon se différencie des amplificateurs opérationnels, car il fonctionne en courant et non en tension. Le symbole diffère un peu par le signe entre les deux entrées. On peut réaliser un ampli de Northon en montant deux transistors en miroir de courant sur les entrées. La propriété d'un miroir de courant est la recopie du courant de collecteur d'un transistor dans l'autre collecteur. Le LM3900 est un quadruple amplificateur de Northon, alors prenez garde ! Certains montages classiques avec les ampli-op's ne fonctionneront pas !

**FLIP-FLOP A AMPLI DE NORTHON**  
(fig. 12)

Une application des amplificateurs de Northon serait, par exemple, un Flip-Flop, bascule changeant d'état de sortie à chaque impulsion d'entrée. Une impulsion sur  $V_e$  fournira un pic de courant sur les deux entrées des amplis. Selon leur état de sortie, le basculement de cet état sera diffé-

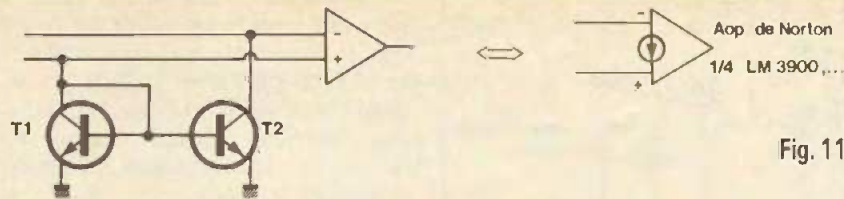


Fig. 11

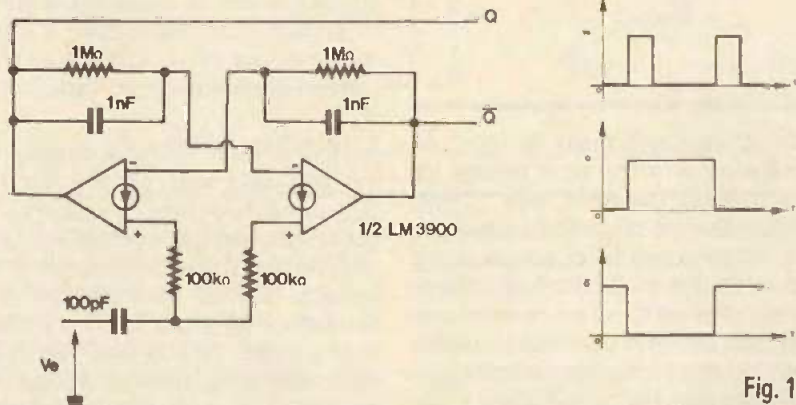


Fig. 12

rencié par les circuits RC parallèles. Un tel montage est désormais peu utilisé car les circuits logiques sont très répandus ! Mais si vous avez un ampli de Northon qui traîne, cela vaut le coup de le dépoussiérer pour faire l'essai !

**ET QUELQUES DOCS...**

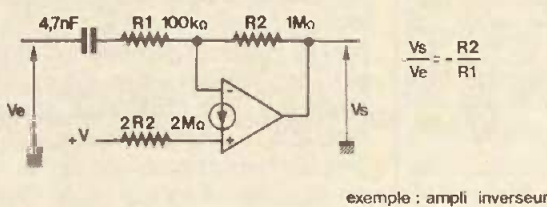
On passera en revue les caractéristiques principales des amplificateurs de Northon LM3900 et MC3401, ainsi que celles d'un amplificateur opérationnel souvent utilisé par nos lecteurs, le MC1558.

N'oublions pas de remercier les techniciens des constructeurs de circuits intégrés qui ont su regrouper ces applications dans leurs data-books !

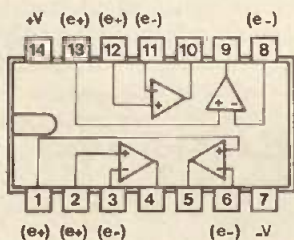
P. WALLERICH

**LM 3900 – AMPLI DE NORTHON**

- Faible courant de polarisation : 30 nA.
- Courants d'entrée max. (en -) : 20 mA.
- Gain en continu : 70 dB.
- Taux de réjection mode commun.
- Slew rate : 0,5 V/μS.
- Bande passante (gain unité) : 2,5 MHz.
- Consommation (du boîtier)
- Tension d'alim. max. : +4 à +36 V (± 2 V à ± 18 V).
- Tension d'entrée max. : +0,7 V!
- Large plage de tension de sortie (|V-1 V|)
- Alimentation double facultative.
- Economique.
- Courant de sortie (5 mA-source/0,5 mA-Sink).

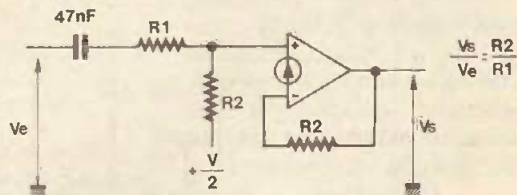


exemple : ampli inverseur

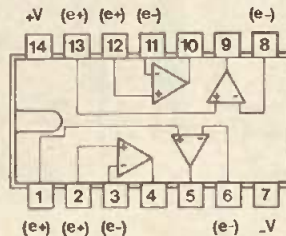


**MC 3401/LM 3401 – AMPLI DE NORTHON**

- Faible courant de polarisation : 30 nA.
- Courants d'entrée (en -) max. : 20 mA.
- Gain en continu.
- Taux de réjection mode commun.
- Slew rate : 0,5 V/μS.
- Bande passante (gain unité) : 2,5 MHz.
- Consommation (du boîtier)
- Tension d'alim. max. : +4 à +36 V (± 2 V à ± 18 V).
- Tension d'entrée max. : +0,7 V!
- Large plage de tension de sortie.
- Alimentation double facultative.
- Equivalent au LM 3900.
- Economique.

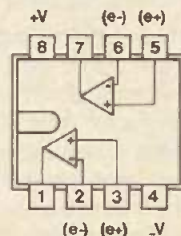


exemple : ampli non\_inverseur



**MC 1558/LM 1458 – AMPLI-OP**

- Faible courant de polarisation : 80 à 20 nA.
- Tension d'offset faible : 1 mV.
- Gain en continu : [20] 50 à 160 V/mV.
- Taux de réjection mode commun : > 70 dB.
- Impédance d'entrée : 300 kΩ à 1 MΩ.
- Consommation (du boîtier) : 5,6 mA max. à ± 15 V.
- Tension d'alim. max. : ± 22 V (LM 1558) [± 18 V (LM 1458)].
- Tension d'entrée différentielle max. : ± 30 V.
- Protégé contre les courts-circuits.
- Grande plage d'entrée mode commun et différentiel.
- Faible consommation.



# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

Dans la fiche technique n° 9, nous avons décrit un circuit intégré relativement performant dans le domaine de l'affichage « 7 segments » : le CD 4026. Ce dernier a un grand frère, possédant encore d'autres avantages ; il s'agit du CD 4033.

## I - CARACTERISTIQUES GENERALES

Compteur-codeur 7 segments.  
Alimentation 3 à 18 V.  
Logique positive sur les

sorties.

Capable de fournir un courant de sortie pouvant atteindre 20 mA sous 10 V d'alimentation.

Non-affichage des « zéros » non significatifs.

Possibilité de test des segments de l'afficheur.

Fréquence maximale de comptage : 6 MHz.

## II - BROCHAGE (fig. 1)

Le boîtier CD 4033 comporte 16 broches « dual in line ». La broche n° 16 correspond au « plus » alimentation tandis que la broche n° 8 est à relier au « moins ».

Il comprend cinq entrées :

- CLOCK (1), qui reçoit les signaux de comptage ;
  - CLOCK INHIBIT (2), qui permet de neutraliser volontairement les effets des impulsions de comptage ;
  - RESET (15) destinée à la remise à zéro du compteur ;
  - LAMP TEST (14) permettant d'effectuer un essai de tous les 7 segments de l'afficheur ;
  - RIPPLE BLANKING IN (3) intervenant dans le cas où l'on ne désire pas afficher les zéro non significatifs.
- Ses sorties sont au nombre de neuf :

- les sorties a, b, c, d, e, f et g que l'on peut relier aux segments d'un afficheur à cathode commune ;
- CARRY OUT (5) destinée à être reliée à l'entrée CLOCK d'un second compteur qui devient ainsi le compteur de dizaines ;
- RIPPLE BLANKING OUT (4) qui est à relier à l'entrée RIPPLE BLANKING IN du compteur amont toujours dans le cadre du non-affichage des « zéros » non significatifs.

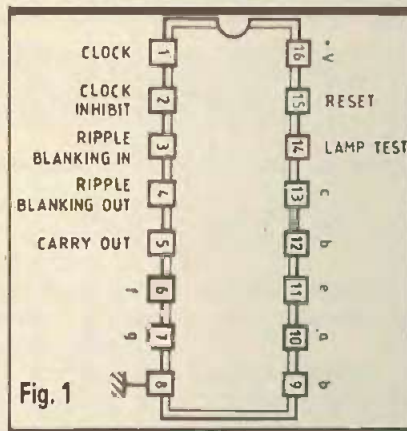


Fig. 1

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

Le compteur avance au rythme des fronts montants des créneaux présentés sur l'entrée CLOCK. Cette avance reste toutefois conditionnée par la soumission de l'entrée CLOCK INHIBIT à un état bas. Si on relie cette dernière entrée à un état haut, le compteur cesse d'avancer : il y a neutralisation, même si les signaux de comptage se poursuivent.

L'entrée RESET doit être normalement reliée à un état bas. Toute impulsion positive, même brève, sur cette entrée, a pour effet immédiat la remise à zéro du compteur. Si on maintient cette entrée à un état haut, le compteur cesse d'avancer et reste sur la position zéro.

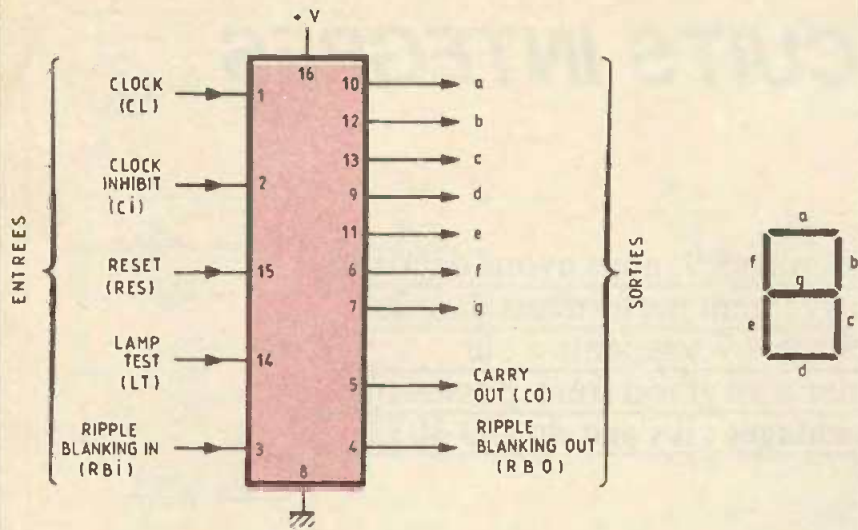
Notons qu'il est également possible de faire avancer le compteur au rythme des fronts descendants présentés dans ce cas sur l'entrée CLOCK INHIBIT, étant entendu que l'entrée CLOCK sera à relier à un état haut.

Les sorties a, b, c, d, e, f et g, qui présentent une logique positive de décodage, peuvent être directement reliées aux segments correspondants d'un afficheur à cathode commune, et cela sans insérer des résistances de limitation de courant, cette fonction étant assurée par le circuit intégré lui-même.

L'entrée LAMP TEST est également à relier à un état bas, dans le cas général, pour obtenir l'affichage normal de la position du compteur. Si on soumet cette entrée à un état haut, tous les 7 segments de l'afficheur s'allument (affichage du chiffre 8), ce qui permet d'effectuer un test du bon fonctionnement de ce dernier.

La sortie CARRY OUT présente un état haut pour les positions 0, 1, 2, 3 et 4 du compteur et un état bas pour les positions 5, 6, 7, 8 et 9. Le passage de la position 9 à la position zéro se traduit donc par un front montant qui, acheminé sur l'entrée CLOCK d'un second compteur, incrémentera ce dernier à ce moment.

Fig. 2



Lorsque l'entrée **RIPPLE BLANKING IN** est soumise à un état haut, il se produit l'affichage systématique de la position du compteur, y compris la position zéro.

Si cette entrée est reliée à un état bas, il y a extinction de l'afficheur pour la valeur zéro.

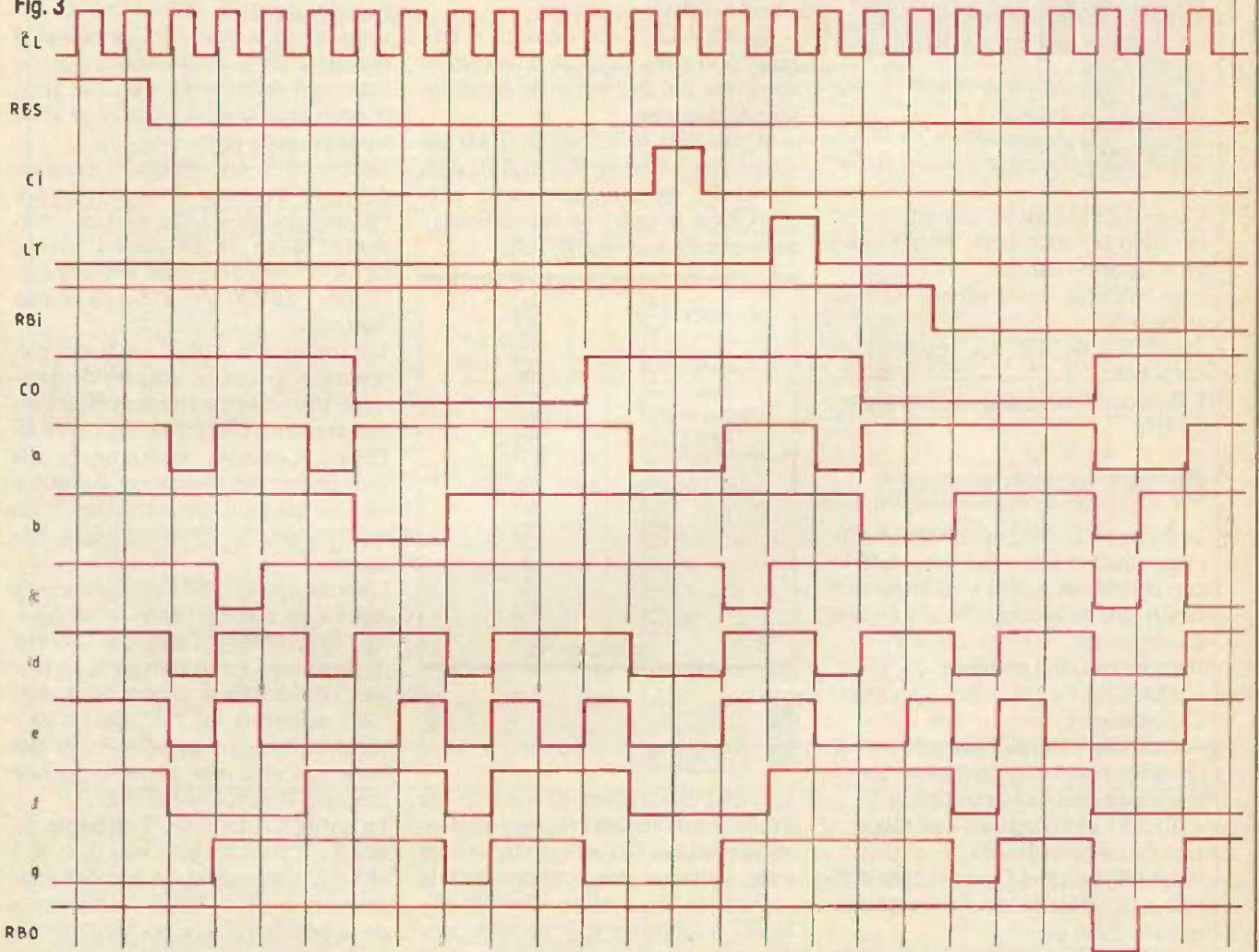
La sortie **RIPPLE BLANKING OUT** présente :

- un état haut permanent pour toutes les positions du compteur si l'entrée **RIPPLE BLANKING IN** est soumise à un état haut ;

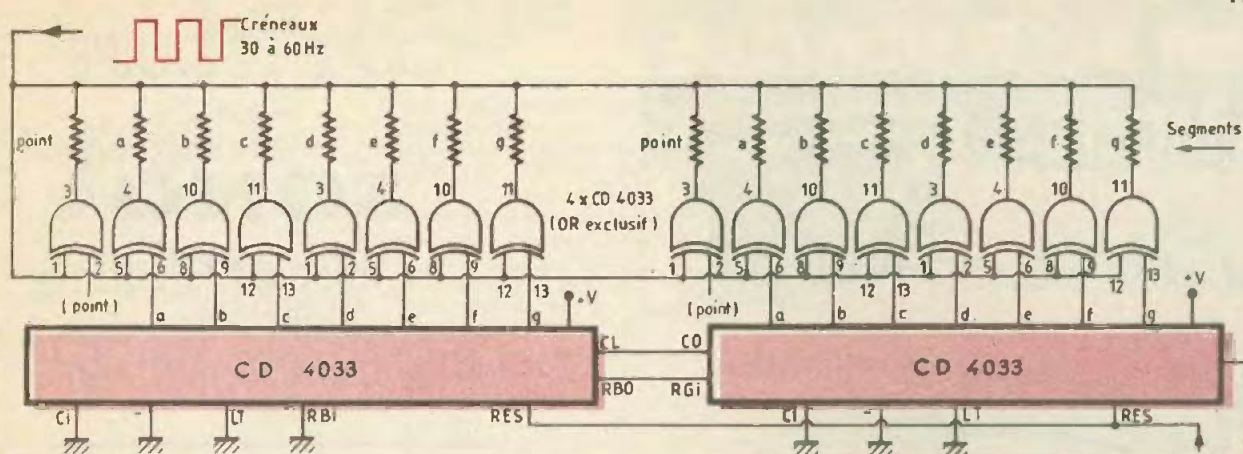
- un état haut pour les positions 1 à 9 du compteur et un état bas pour la position zéro, dans le cas où l'entrée **RIPPLE BLANKING IN** est soumise à un état bas.

Imaginons trois compteurs avec leurs afficheurs correspondants montés en série : U (unités), D (dizaines) et C (centaines). L'entrée de comptage étant bien sûr l'entrée **CLOCK** de U.

Fig. 3



Affichage 00 1 2 3 4 5 6 7 0 9 0 1 1 2 8 4 5 6 7 8 9 1 2



dont la sortie CARRY OUT est reliée à l'entrée CLOCK de D et ainsi de suite. L'entrée RIPPLE BLANKING IN de C est à relier au « moins » alimentation. La sortie RIPPLE BLANKING OUT de C sera reliée à l'entrée RIPPLE BLANKING IN de D, et la sortie RIPPLE BLANKING OUT de D est à relier à l'entrée RIPPLE BLANKING IN de U.

En appliquant les règles précédemment mises en évidence, le lecteur vérifiera par exemple que l'affichage du nombre 3 se réalisera bien sous cette

forme et non sous la forme 003. En revanche, le nombre 103 apparaîtra bien ainsi avec affichage du « zéro » des dizaines.

En définitive, il y a bien non-affichage des « zéros » non significatifs.

#### IV - UTILISATION

L'exemple de la figure 4 présente surtout l'intérêt de l'utilisation d'afficheurs à cristaux liquides. On peut noter que le fonctionnement normal de ces derniers nécessite des créneaux

à basse fréquence (30 à 60 Hz). Rappelons également que le fonctionnement d'une porte « OR exclusif » est le suivant :

- états différents sur les deux entrées : état haut à la sortie ;
- mêmes états sur les deux entrées : état bas à la sortie.

Bien entendu, et ainsi que nous l'avons déjà évoqué précédemment, les boîtiers CD 4033 peuvent également être reliés directement à un afficheur lumineux à cathode commune.

## UNE ENTREPRISE « EN TÊTE »

Vous pouvez voir, depuis le début de l'année, une publicité de la dynamique société Jelt-CM avec, en titre, « Jelt en Tête ».

**N**ous avons demandé au président de Jelt-CM, M. J.-L. Tarrade, de nous parler en « tête à tête » de sa société et de ses produits.

**Electronique Pratique :** Votre société existe depuis combien de temps ?

**J.-L. Tarrade :** Depuis six ans et a vu son chiffre d'affaire multiplié par 13 en 5 ans !

**E.P. :** Belle performance ! Combien produisez-vous d'aérosols par an ?

**J.-L.T. :** En 1986, plus de 3 millions, dans trois usines en province, occupant plus de 100 personnes. Le siège commercial reste cependant en région parisienne à Suresnes.

**E.P. :** Et la recherche et mise au point ?

**J.-L.T. :** Deux laboratoires disposant des moyens les plus performants garantissent la qualité des produits. Quant à la recherche : près de 100 nouveautés en 3 ans, qui dit mieux ?

**E.P. :** Et l'export ?

**J.-L.T. :** Nous vendons directement

dans 35 pays et sommes présents, par l'intermédiaire de clients O.E.M., dans plus de 100 pays !

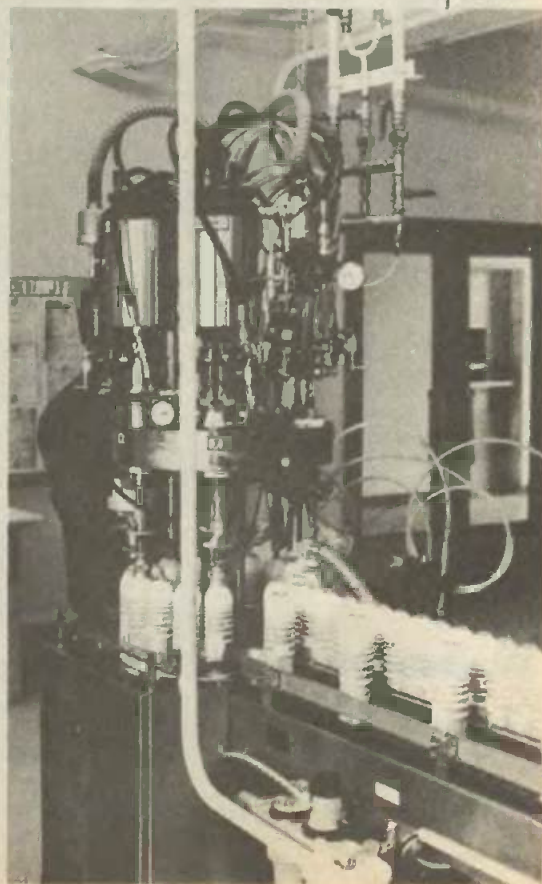
**E.P. :** Bien que ce soit l'électronique qui nous intéresse le plus, avez-vous d'autres gammes ?

**J.-L.T. :** Bien sûr ! Jelt-CM fabrique des produits pour le bâtiment, la plomberie, l'industrie, l'informatique, etc. : des centaines de références différentes...

**E.P. :** Avec un tel dynamisme, vous avez sûrement beaucoup de projets. Pouvez-vous nous en parler ?

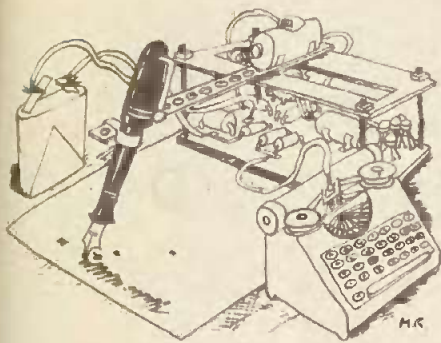
**J.-L.T. :** En 1987, Jelt-CM va poursuivre sa croissance dans des domaines encore plus variés : produits phytosanitaires, parfumerie, etc.

Enfin, dans l'électronique, notre nouveau vernis conducteur au nickel FDLC 3053 reçoit déjà un accueil enthousiaste de la part de vos lecteurs, pour notamment l'induction des paraboles antennes TV qui se généralisent. En conclusion, en 1987, nous seront encore plus « en tête » !





# La page du courrier



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

## COLLABORATION DES LECTEURS

Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

## PETITES ANNONCES

33 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises. Supplément de 30 F pour domiciliation à la Revue.

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

## MISES AU POINT

### GENERATEUR DE HASARD N° 99, Nouvelle Série, p. 60

Il convient d'ajouter le condensateur chimique de filtrage 100  $\mu$ F sur l'implantation des composants. Ce dernier apparaît en couleur sur la photo de la page 62 (le + sera placé côté pile 9 V).

### GRADATEUR A QUATRE SEUILS N° 101, Nouvelle Série, p. 123

La liste des composants comportait une erreur et deux oublis. Il fallait lire  $R_{12} = 12 \text{ k}\Omega$  (marron, rouge, orange) 1/4 ou 1/2 W,  $R_{13} = R_{14} = 12 \text{ k}\Omega$  (marron, rouge, orange) 2 W, et  $D_{13} = \text{zener } 12 \text{ V}$ .

### GENERATEUR ETALON N° 98, Nouvelle Série, p. 72

Le régulateur IC<sub>1</sub> a été dessiné à l'envers vis-à-vis de sa languette de refroidissement. Les photographies le montrent bien.

### HORLOGE MAXI-DIGITS N° 96, Nouvelle Série, p. 105

Le repérage A (anode) et K (cathode) a été malencontreusement inversé à la figure 9. L'examen du schéma de principe permet de lever le doute.

ERRATUM concernant la publi- Le prix de l'oscilloscope Métrix cité TERAL, 4<sup>ème</sup> de couverture OX 710 C est de 2 995 F au lieu du numéro 102 de Mars 1987. de 3 540 F

#### Composition

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

#### Dépôt légal :

AVRIL 1987 N° 994

Copyright © 1987  
Société des PUBLICATIONS  
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES

La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.

Toute demande d'autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

### BREVETEZ VOUS MÊME VOS INVENTIONS

Grâce à notre Guide complet vos idées nouvelles peuvent vous rapporter gros mais pour cela il faut les breveter.

Demandez la notice 78 « Comment faire breveter ses inventions » contre 2 timbres à ROPA, BP 41, 62101 Calais.

Nouveau ! Prox. Lyon stage Init. + construction ampli, app. de mesure ou autre s/demande. Possib. sem. W.E., vacances. Prix attractif ! Tél. matin Mar, Jeu, Sam, 74.28.42.10

### TUBES RADIO

Liste sur demande  
SLORA BP 91  
57602 FORBACH

Des prix incroyables ! nouvelles promotions de printemps sur des milliers de composants (C.I., transistors, condensateurs, etc...). Liste ctre 5 timbres à SIGMA, 18, rue de Montjuzet 63100 Clermont-Ferrand. Expédition rapide France entière. Catalogue 1987 grand format : 70 F (remboursable) + 10 F de port.

Une activité passionnante et lucrative : le dépannage télévision. Méthode pratique et rapide par spécialiste. Doc. gratuite. HENRY Bernard, 20, route de Fère, 02202 BELLEU. Tél. : 23.73.20.08

Réalisons vos C.I. (étamés, percés) sur V.E. : 30 F/Dm<sup>2</sup> en S.F., 40 F/Dm<sup>2</sup> en D.F., à partir de calques, schémas de revues, autres nous consulter. (Chèque à la commande + 12 Frs de port). I M P R E L E C Le Villard 74550 PERRIGNIER Tél. : 50.72.46.26.

## Répertoire des annonceurs

ABONNEMENT .....	34	IPIG .....	8
ACER .....	1 <sup>er</sup> et 11 <sup>e</sup> couv. + 3-85-130	ISKRA .....	20-24
ALBION .....	14	KN ELECTRONIQUE .....	36
APSI FRANCE .....	29	LA TOLERIE PLASTIQUE .....	38
ARQUIÉ .....	20	LDTM (Electro Kit) .....	12
AUBANEL .....	5	LECÉM .....	15-17
BRAY FRANCE .....	84	MB ELECTRONIQUE .....	109
CENTRAD (ELC) .....	39	MÉCANORMA .....	106
CHOLET COMPOSANTS .....	24	MMP .....	30
CIBOT RADIO .....	9	ORIC (EUREKA) .....	16
CIF .....	37	PENTASONIC .....	44-45
COMPOKIT .....	22	PERLOR RADIO .....	4
COMPTOIR DU LANGUEDOC .....	38-68-69	PHILIPS DETI .....	128
COMPTOIR RADIO ÉLECTRIQUE .....	30	PRAGMA SCANNERS .....	13
CRELEC .....	84	RAB COMPOSANTS .....	57
CYCLADES (LES) .....	56	RADIO MJ .....	6-7
DIGITAL INSTRUMENT .....	29	RADIO KIT (RK) .....	24
DMI .....	32	RAM .....	19
E.85 .....	13	RG ELECTRONIQUE .....	33
EDITIONS WEKA .....	1 encart réservé aux abonnés entre les pages 18 et 19	ROCHE .....	26
EDITIONS JOHANET .....	36	SAINT QUENTIN RADIO .....	46-47
EDUCATEL (UNIECO) .....	25-27	SÉLECTRONIC .....	90-91
ELC (CENTRAD) .....	39	SICERONT KF .....	31
ELECTRO KIT (LDTM) .....	12	SIEBER SCIENTIFIC .....	30
ELECTROME .....	21-23	SOLISELEC .....	10-11
ESM .....	128	SONO .....	128
EUREKA (ORIC) .....	16	STAREL .....	29
EURELEC .....	43	STÉ NOUVELLE RADIO PRIM .....	78
EUROPE ELECT. EQUIP. .....	33	TÉLÉ ST MARC (TSM) .....	40-41-42
GÉNÉRATION VPC .....	28	TERAL .....	1 <sup>er</sup> couv.
HD MICROSYSTÈMES .....	60	TOUTE L'ÉLECTRONIQUE .....	20
HERCO .....	31	UNIECO (EDUCATEL) .....	25-27
HIFI STÉREO VIDÉO .....	18	WEKA EDITIONS .....	1 encart réservé aux abonnés entre les pages 18 et 19
ILP (WILLIAMSON) .....	35	WILLIAMSON ELECTRONIQUE (ILP) .....	35
		YAKECÉM .....	5