

# Electronique pratique

16<sup>e</sup>

N° 91 NOUVELLE SÉRIE MARS 1986

BELGIQUE: 700 FB LUXEMBOURG: 110 FL SUISSE: 5,00 FS  
ESPAGNE: 250 Ptas CANADA: \$ 2,50

**SONNERIE TÉLÉPHONE  
MODULÉE**

**TACHYMÈTRE DIGITAL**

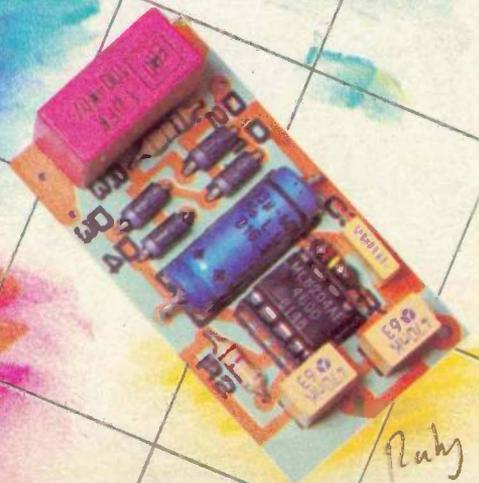
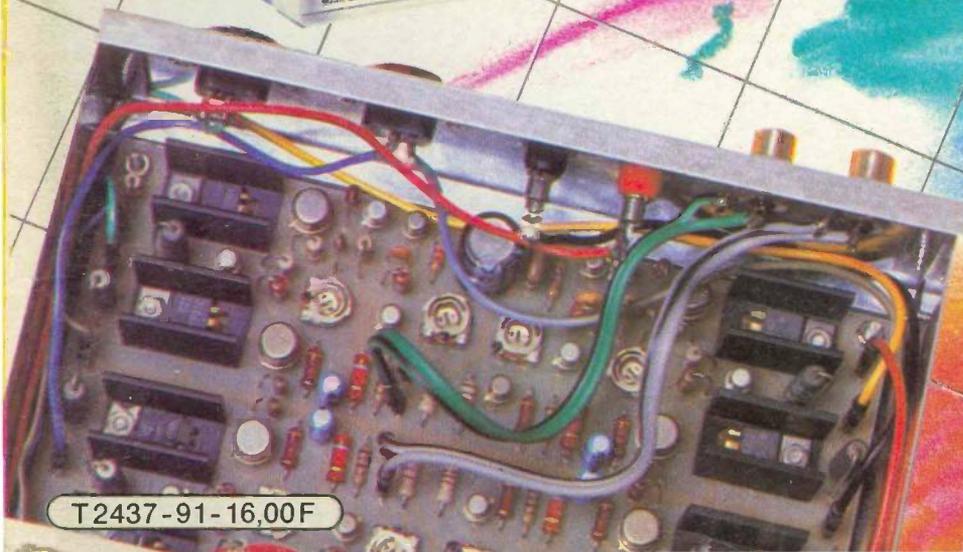
**TÉLÉCOMMANDE  
PAR COURANTS PORTEURS**

**DIODEMÈTRE SONORE**

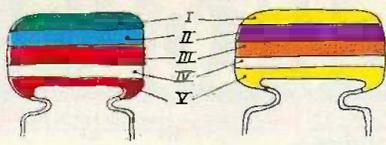
**GÉNÉRATEUR DE FONCTIONS  
FELEC**

**GRADATEUR TÉLÉCOMMANDE  
À INFRA-ROUGE ETC...**

Sommaire détaillé page 48



Ruby



5600 pF

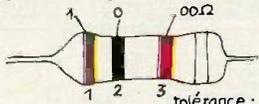
47000 pF

IV : tolérance  
blanc ± 10%  
noir ± 20%

V : tension  
rouge 250V  
jaune 400V

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

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



tolérance: or ± 5% argent ± 10%

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

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



Société anonyme au capital de 300 000 F.  
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.  
Tél. : 42.00.33.05. - Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : A. LAMER « Le précédent numéro  
Directeur honoraire : Henri FIGHIERA a été tiré  
Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA à 110 000 ex. »  
Maquettes : Jacqueline BRUCE

Couverture : M. Raby. Avec la participation de D. Roverch,  
J. Legast, M. Archambault, G. Amonou, R. Knoerr, G. Isabeli,  
R. Rateau, P. Wallerich, D. Joseph, A. Garrigou.  
La Rédaction d'Électronique 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  
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 : 130 F.  
Etranger : 220 F

Nous laissons la possibilité à nos lecteurs de souscrire des  
abonnements groupés, soit :  
LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE à 240 F -  
Etranger à 426 F  
SONO + LE HAUT-PARLEUR + ELECTRONIQUE PRATIQUE  
à 360 F - Etranger à 835 F

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

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les  
paiements par chèque postal - Prix d'un numéro .... 16 F  
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre  
tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières  
bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ●  
Pour tout changement d'adresse, joindre 1 F et la dernière bande.

# Electronique pratique

N° 91 MARS 1986

S  
O  
M  
M  
A  
I  
R  
E

PAGE

## REALISEZ VOUS-MEMES

Un diodemetre sonore	49
Un tachymetre digital 100 à 9 900 tr/mn	56
Un temporisateur par obscurité	64
Un booster 2 X 16 W à transistors	84
Une télécommande par courants porteurs ; deux réalisations	87
Un gradateur télécommandé à infrarouge	111

## EN KIT

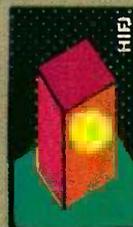
Alimentation à affichage digital LABO 02 MTC	70
Sonnerie modulée de téléphone TSM 198	80

## PRATIQUE ET INITIATION

Le générateur de fonctions FELEC 2432	75
Applications des interrupteurs C.MOS 4016 et 4066	120
Fiche technique n° 3 : le 4029	123
Technologie d'un circuit imprimé	126

## DIVERS

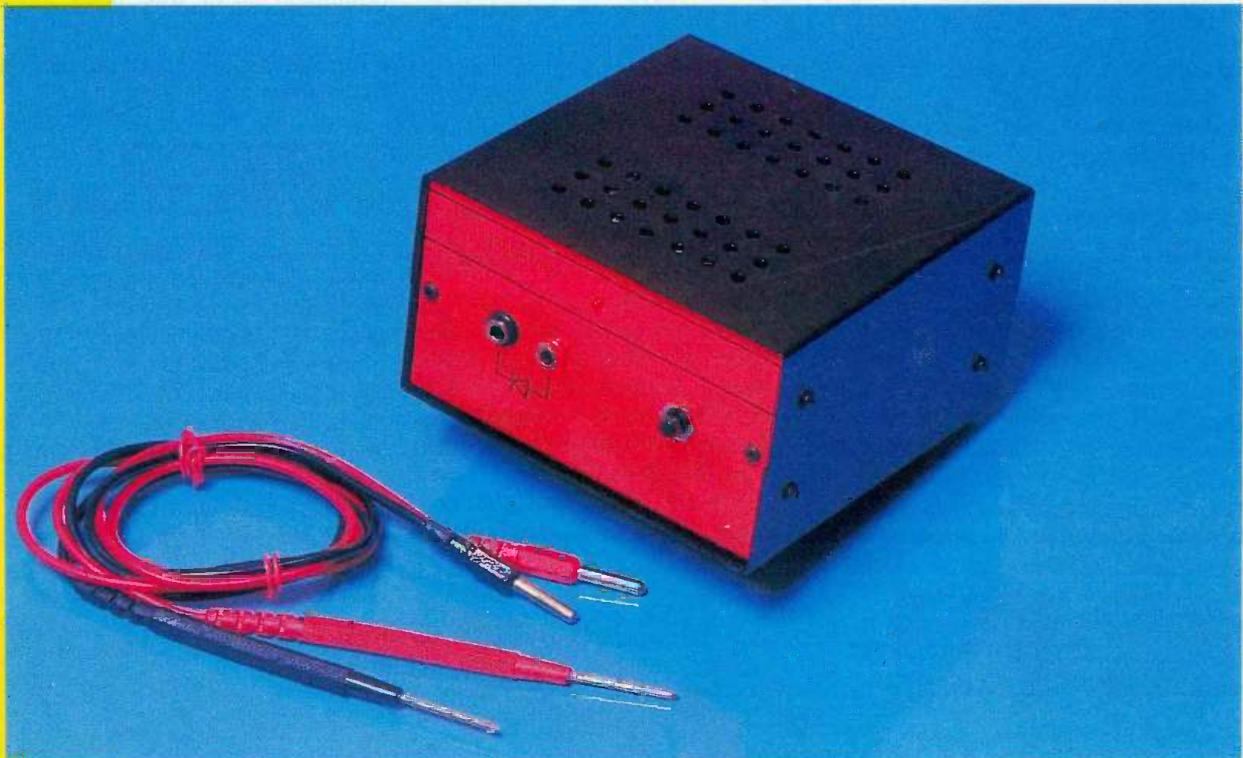
Nos Lecteurs	128
--------------	-----





# DIODEMETRE SONORE

Le contrôle de l'état d'un transistor ou d'une diode est une mesure courante, normalement effectuée avec un simple multimètre. Cependant cette méthode présente l'inconvénient d'avoir un œil sur l'aiguille et l'autre sur les pointes de touche.



**L**a solution est bien sûr l'utilisation d'un testeur sonore. Il importe d'effectuer deux mesures pour vérifier l'intégrité d'une diode. Cela nous a semblé fastidieux eu égard aux possibilités de l'électronique. Nous avons donc étudié un appareil indiquant l'état de la jonction (diode) tant dans le sens direct que dans le sens inverse. En outre, le repérage anode-cathode est donné immédiatement. Nous avons, bien sûr, conservé la

sortie sonore qui présente un intérêt pratique évident.

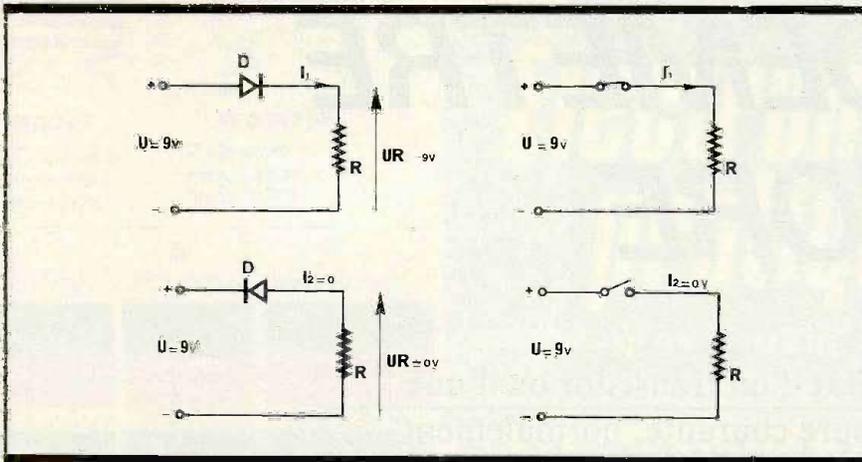
Notre montage est conçu avec des composants classiques et, de ce fait, facilement disponibles dans le commerce. Son alimentation est autonome, et permet d'effectuer des mesures à l'extérieur. Une sécurité permet de couper le débit des piles automatiquement après la mesure.

Précisons enfin qu'aucun appareil particulier n'est utile pour la mise au point.

## 1 - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Notre rôle ici n'est pas de faire un cours complet sur la théorie de la diode. Ce serait fastidieux et inutile. Nous nous bornerons à rappeler pour les lecteurs néophytes le fonctionnement de base de ce composant largement utilisé.

La diode permet le passage d'un courant  $I_1$  qui dépend pratiquement de  $U$  et de  $R$  (fig. 1). La chute de tension à ses bornes (0,6 V) est sou-



**Fig. 1 et 2** Rappels du principe d'une diode.

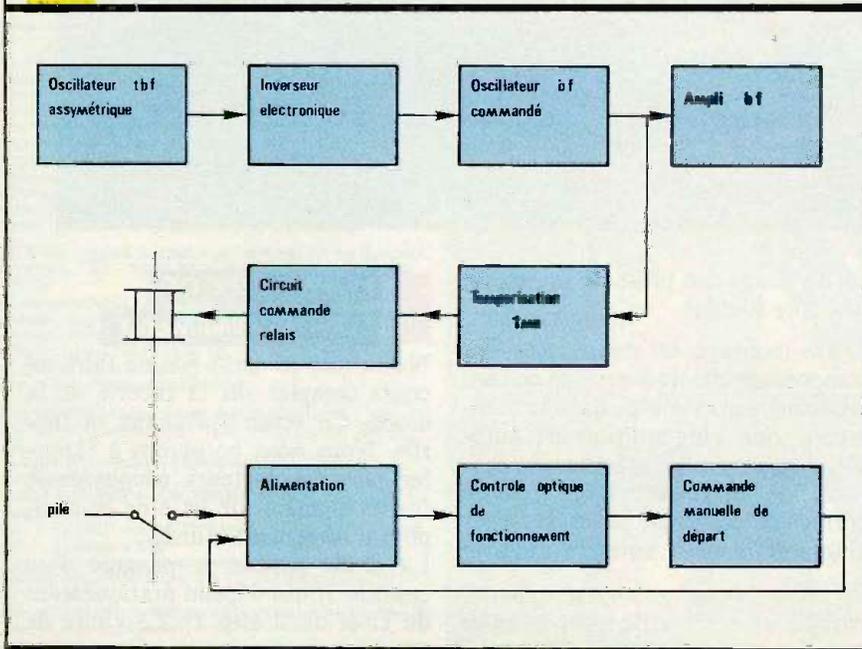
vent négligée. Dans ce cas on peut pratiquement la comparer à un interrupteur fermé.

La figure 2 montre une diode placée en sens inverse. Nous pourrions dire que  $I_2 = 0$ . Nous retrouvons donc toute la tension d'alimentation aux bornes de la diode. Celle-ci peut être, dans ce cas, comparée à un interrupteur ouvert.

Pour résumer ces deux expériences, on peut dire pratiquement que la diode ne laisse passer un courant que si celui-ci est dans le sens de la flèche de la diode.

Examinons le synoptique de notre montage (fig. 3). Pour tester une diode, comme nous venons de le faire, il suffit de vérifier que le courant passe dans le sens direct et est

**Fig. 3** Synoptique complet du montage.



nul dans le sens inverse. Notre montage utilise pour cela un oscillateur à très basse fréquence qui présente la particularité d'être asymétrique. Nous verrons plus loin l'intérêt de cela.

La fréquence délivrée permet d'activer un inverseur électronique qui raccorde alternativement la diode à tester soit dans un sens, soit dans l'autre, afin de vérifier les deux caractéristiques que nous avons vues.

Le résultat de cette mesure commande un oscillateur BF classique. Néanmoins, il nous faudra un petit ampli BF pour attaquer le haut-parleur de contrôle.

Simultanément, l'oscillateur BF commande un temporisateur réglé à environ 1 minute. Nous souhaitons en effet que le montage s'arrête automatiquement 1 minute après la dernière mesure. Ainsi, tant que le HP émet un signal so-

nore, le temporisateur est en attente.

Ce laps de temps passé, le circuit de commande du relais n'est plus alimenté.

Le relais passe en position de repos coupant l'alimentation du diodemètre. Nous remarquons que l'alimentation est cependant régulée afin d'obtenir une tension constante malgré l'usure de la pile.

Lors d'un test, l'opérateur n'a pas la certitude que le diodemètre est sur la position marche. Afin d'ôter ce doute, un contrôle optique de l'alimentation a été prévu sur la face avant du boîtier.

Le principe même de la sécurité d'alimentation est tel qu'il est nécessaire d'agir sur un poussoir « Marche » afin d'alimenter le diodemètre, l'arrêt s'effectuant automatiquement ainsi que nous l'avons vu.

Examinons plus en détail le fonctionnement.

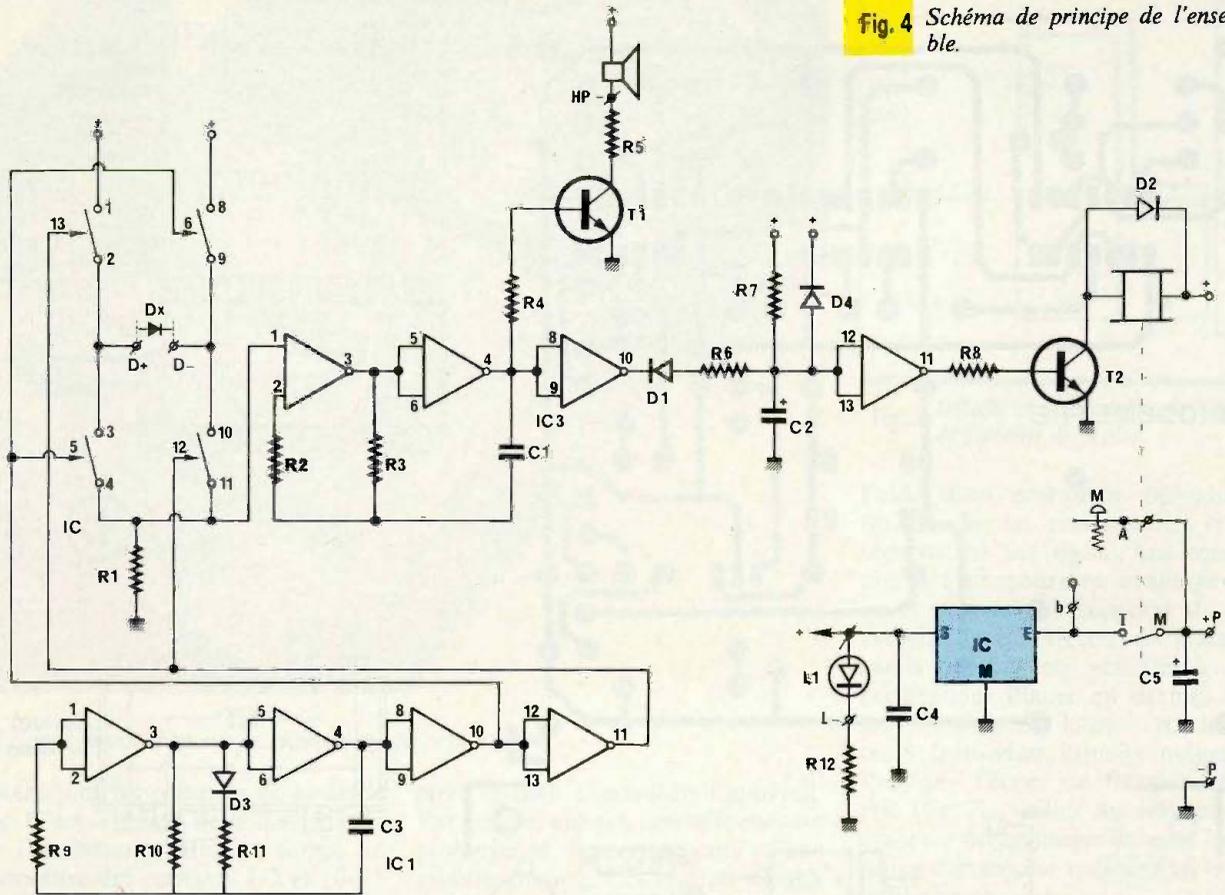
## II - ETUDE DU FONCTIONNEMENT

L'oscillateur TBF est réalisé autour de IC<sub>1</sub>. La fréquence est principalement donnée par R<sub>10</sub> et C<sub>3</sub>. R<sub>9</sub> permet un fonctionnement plus sûr. Nous obtiendrons un signal bien carré en sortie. Or, la présence de D<sub>3</sub> et R<sub>11</sub> évite cela : si D<sub>3</sub> est dans le sens inverse, elle ne conduit pas et tout se passe comme si R<sub>11</sub> n'existait pas. La période dépend de R<sub>10</sub>. Pour l'autre alternance lorsque l'oscillateur aura basculé, D<sub>3</sub> va conduire et R<sub>11</sub> sera active. La durée de la charge sera beaucoup plus rapide. Nous obtenons donc sur la sortie 4 de IC<sub>1</sub> des créneaux négatifs étroits.

Ce signal est appliqué à l'entrée 8-9 du même CI. Nous retrouvons donc en sortie 10 des créneaux positifs étroits. De la même façon ce signal est relié aux entrées 12 et 13 de IC<sub>1</sub>. En sortie 11 nous avons donc des créneaux négatifs étroits.

Les deux sortes de créneaux attaquent les bornes de commande de quatre interrupteurs électroniques dont il convient de préciser le fonctionnement. Supposons que la borne 13 de commande soit à 0 V. De ce fait, le contact 1-2 correspondant est ouvert. En revanche, si nous appliquons un + sur la

Fig. 4 Schéma de principe de l'ensemble.



borne 13, le contact 1-2 va se fermer. Nous pouvons donc comparer ces interruptions à des relais munis de contacts travail. Le courant parcouru par ces interrupteurs doit rester très faible afin d'éviter la destruction du CI.

En revenant à la figure 4, on peut remarquer que les bornes de com-

Gros plan sur le relais REED

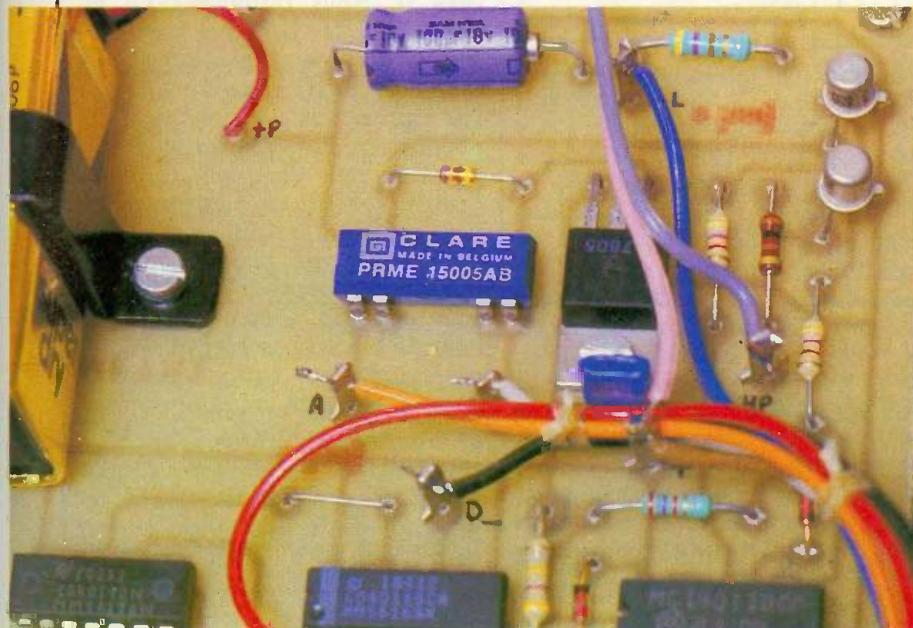
mande sont branchées en opposition (borne 13 et borne 12). Supposons que la sortie 11 de IC<sub>1</sub> soit à l'état 1 (+). Par les bornes 12 et 13 de IC<sub>2</sub>, les contacts 1-2 et 10-11 se ferment. Si la diode à contrôler est branchée selon la figure 4, il est clair qu'un courant circule par +, contact 1-2, anode de la diode, ca-

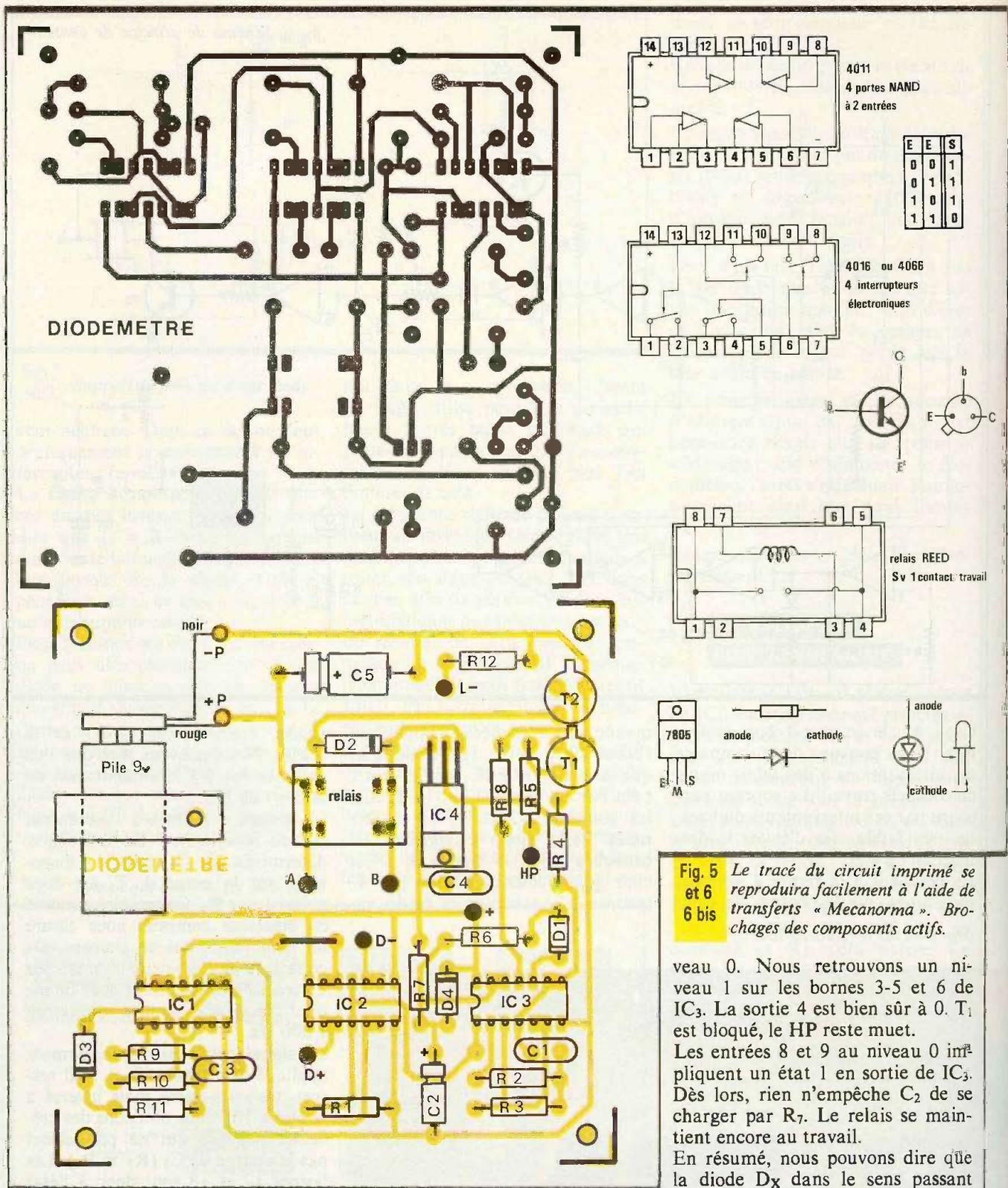
thode, contact 10-11, R<sub>1</sub> et la masse. Nous pouvons dire que l'on retrouve les 5 V d'alimentation en borne 1 de IC<sub>3</sub>.

Ce niveau 1 permet à l'oscillateur BF de fonctionner. La fréquence, déterminée par C<sub>1</sub> et R<sub>3</sub>, est disponible sur la borne 4. T<sub>1</sub> est donc polarisé par R<sub>4</sub>. Ce transistor monté en émetteur commun nous assure un gain important en courant. De ce fait, le haut-parleur traversé par un courant BF suffisant nous donne une fréquence sonore d'environ 1 000 Hz.

Le signal carré BF est également appliqué aux entrées 8 et 9. Il ressort, toujours carré mais inversé à la borne 10. Nous obtenons des créneaux négatifs qui ne permettent pas la charge de C<sub>2</sub> (R<sub>7</sub> ≫ R<sub>6</sub>). Les bornes 12 et 13 sont donc à l'état bas lors de l'émission du signal sonore. L'état haut de la borne 11 de IC<sub>3</sub> polarise T<sub>2</sub> via R<sub>8</sub>. T<sub>2</sub>, conducteur, assure le maintien du relais en position travail.

Supposons, dès lors, que l'oscillateur TBF a changé d'état : nous avons donc la borne 11 de IC<sub>1</sub> qui passe à 0 : par leurs bornes 12 et 13







Le circuit imprimé épouse les dimensions du coffret ESM.

déterminer les polarités de la diode  $D_x$ . C'est la raison de la dissymétrie de l'oscillateur TBF. Le temps de fermeture des contacts 1-2 et 10-11 de  $IC_2$  est 10 fois supérieur à celui des contacts 8-9 et 3-4. Ainsi, si au cours d'une mesure, on entend des bips sonores très courts, on sait que la diode est bonne, mais que la pointe de touche rouge a été placée par hasard sur la cathode.

Par contre, si la pointe de touche rouge a été correctement placée sur l'anode de la diode  $D_x$ , le HP émettra un signal sonore presque continu, donnant ainsi l'assurance du bon état et de la bonne orientation de la diode.

En l'absence de mesure, les bornes 4, 8 et 9 de  $IC_3$  sont à 0. La sortie 10 est à 1. Nous avons vu que  $C_2$  pouvait se recharger par  $R_7$ . Cette charge s'effectue en 1 minute environ si aucune mesure n'est faite. Ce laps de temps passé, l'entrée 12 et 13 devient haute. La sortie 11 passe alors à 0.  $T_2$  n'est plus polarisé, et se bloque. Le relais, privé de son alimentation négative, passe au repos.

Le contact M et T se coupe.  $IC_4$  n'est plus alimenté et la LED de contrôle s'éteint. La minuterie coupe simultanément l'alimentation du montage ainsi que la sienne. La pile ne débite plus aucun courant. On devra agir sur le poussoir M

pour utiliser à nouveau l'appareil. Par contre, chaque nouvelle mesure prolonge le fonctionnement d'une minute environ. Les risques d'oubli des piles sont ainsi évités.

### III - CIRCUIT IMPRIME

Il est représenté à la figure 5 pour une meilleure reproduction. Nous vous invitons à vérifier l'encombrement des composants approvisionnés avant la réalisation de la carte. Le relais REED devra être contrôlé au préalable car les brochages sont parfois différents.

Le tracé est suffisamment aéré pour être réalisé par la méthode de gravure directe. Néanmoins, nous pensons que la solution par la méthode photographique constitue désormais un moyen plus élégant. Là encore, tout dépend du matériel dont vous disposez.

La plaquette sera immergée dans un bac de perchlore de fer préchauffé à 40° environ afin d'activer l'opération qui apparaît souvent comme fastidieuse. Après un rinçage soigneux, le circuit sera séché correctement. Procéder alors aux différents perçages : 0,8 mm pour les C.I., 1,1 mm pour les composants et 3 mm pour les trous de fixation.

Repérer les différentes sorties à

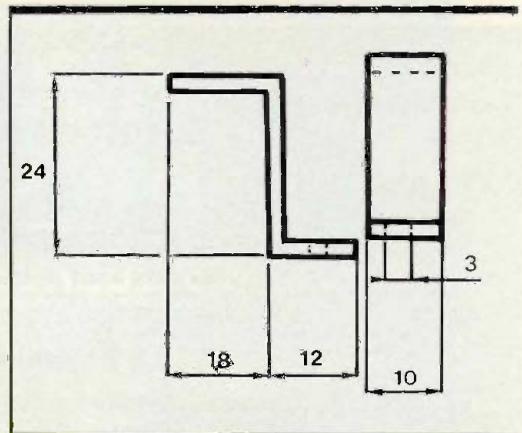


Fig. 7 Détails de réalisation de l'étrier de fixation de la pile.

l'aide d'un marqueur permanent fin. Souder les cosses picots et les composants bas (fig. 6). Les lecteurs non avertis pourront avantageusement prévoir des supports de circuits intégrés. Mettre en place le relais REED en veillant à son orientation. Placer en dernier lieu les composants hauts (condensateurs, transistors, circuits intégrés). Préparer l'étrier de fixation de la pile (fig. 7). Veiller au respect des couleurs du coupleur de pile. Le fil rouge correspond toujours au +, et le fil noir au -.

Avant toute mise sous tension, il est vivement conseillé d'effectuer une vérification de dernière minute afin d'éliminer toute soudure sèche, trop généreuse, etc.

### IV - MONTAGE FINAL

#### ESSAIS

Perçer le fond du coffret selon la figure 8. La face avant sera réalisée selon la figure 9. Mettre en place la carte imprimée complète à son emplacement à l'aide d'entretoises utilisant vis et écrous de 3 mm. Bien veiller que les soudures ne touchent pas le fond du boîtier.

Repérer la face avant à l'aide de lettres transfert pour une meilleure présentation. Pulvériser une couche de vernis aérosol brillant, Mecanorma par exemple. Mettre en place le poussoir et les douilles rouge et noir.

Coller la LED de contrôle à l'Araldite. Effectuer le câblage interne selon la figure 10 en utilisant de préférence du fil de couleur afin d'éviter toute erreur. Notons cependant que le risque d'erreur est vraiment faible pour ce montage. At-

(suite page 109)



# TACHYMETRE DIGITAL 100 A 9900 tr/mn

L'œil humain est vraiment une petite merveille mais l'œil électronique peut lui rendre de grands services. En effet, il voit de jour comme de nuit et sa persistance rétinienne est négligeable.

Ce tachymètre capte et calcule la vitesse de rotation de tous les moteurs.

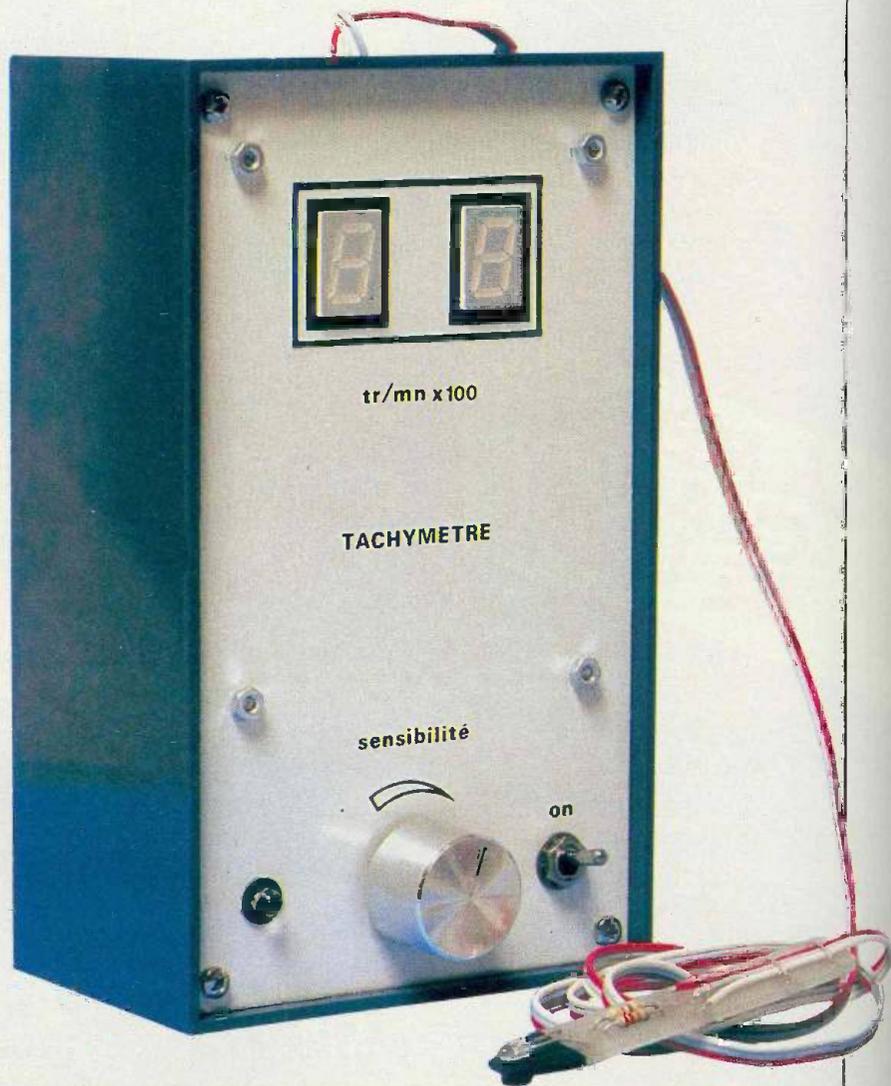
Il est muni d'un capteur infrarouge qui détecte le passage d'un repère collé sur l'élément tournant à contrôler. Sa réalisation est simple ; les composants sont courants et son étalonnage se fait à l'aide d'une ampoule d'éclairage alimentée par le courant secteur 50 Hz. L'appareil étant portable, il est donc très pratique.

## PRINCIPE

## DE FONCTIONNEMENT

(fig. 1 et 2)

Un émetteur-récepteur infrarouge capte par réflexion la vitesse de l'élément tournant. Les signaux reçus sont amplifiés et mis en forme avant d'attaquer le compteur. Une horloge ouvre la porte du compteur pendant 0,6 seconde pour afficher après décodage la vitesse du moteur en tours par minute. La remise à zéro du compteur est synchronisée sur l'horloge. L'alimentation 6 V est assurée par 4 piles de 1,5 V montées en série. Une LED indique la période de mesure.



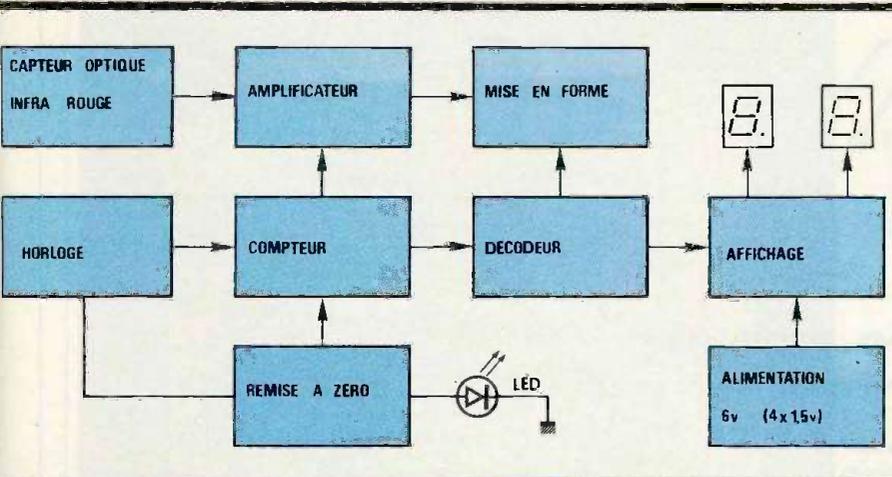


Fig. 1 Synoptique complet du tachymètre digital.

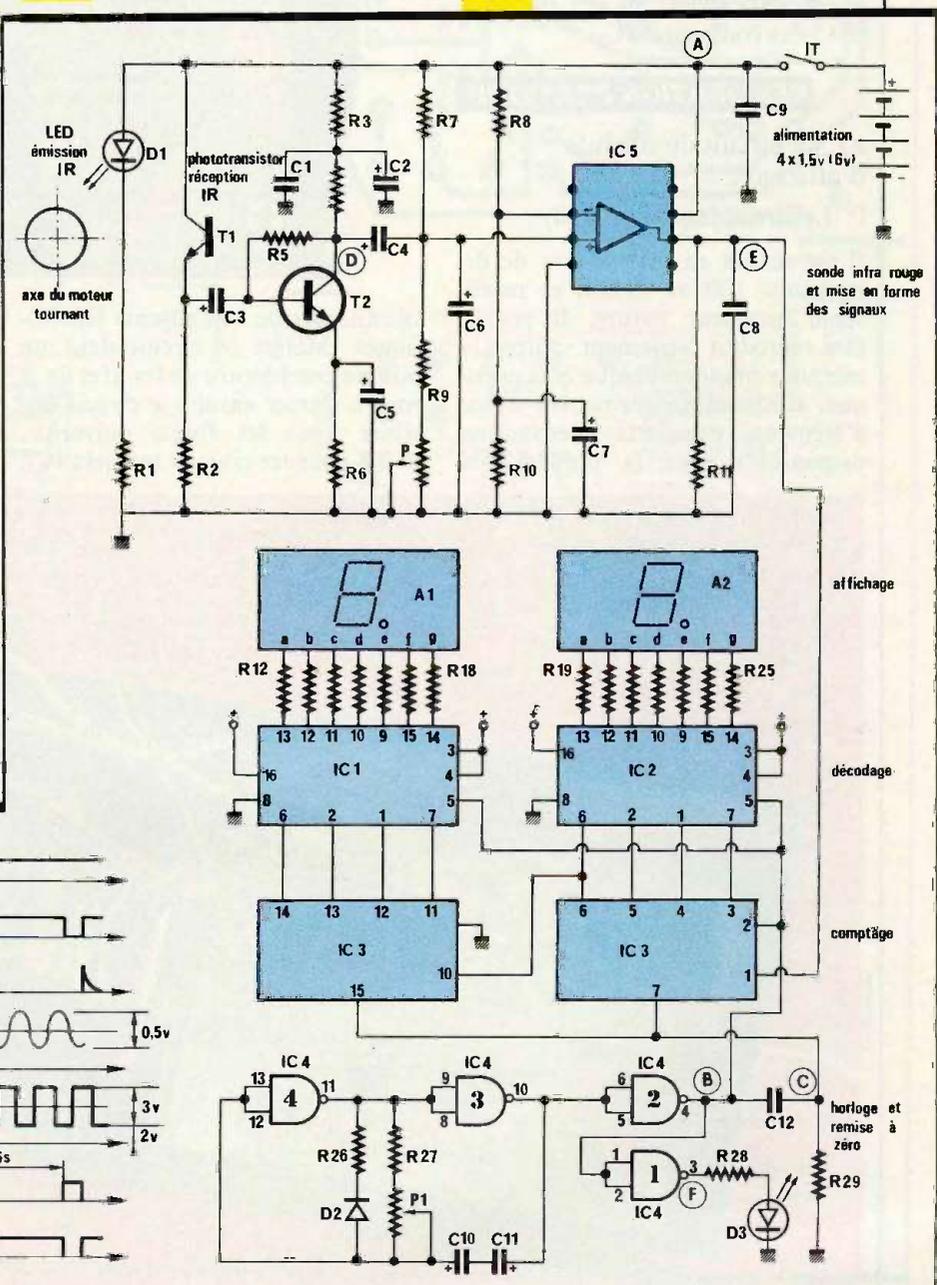
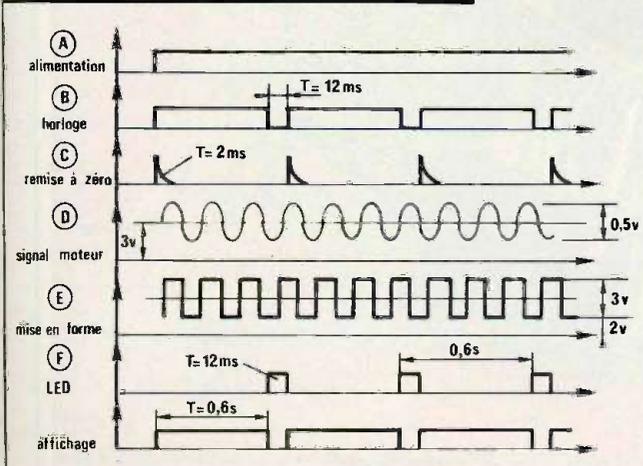
permet de régler la sensibilité du montage en agissant sur le seuil de détection du signal. L'entrée inverseuse de IC<sub>5</sub> est polarisée par le pont diviseur R<sub>8</sub> et R<sub>10</sub> et filtrée par C<sub>7</sub>. Les signaux mis en forme à la sortie de IC<sub>5</sub> sont encore filtrés par C<sub>8</sub> avant d'attaquer l'entrée du compteur IC<sub>3</sub> (4518) qui commande les deux décodeurs BCD 7 segments IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> (4511). Les afficheurs à cathode commune A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> sont alimentés à travers les résistances R<sub>12</sub> à R<sub>25</sub> qui fixent l'intensité lumineuse. L'horloge est constituée des portes III et IV de

Fig. 3 Schéma de principe général.

**FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE**  
(fig. 3)

Dès la fermeture de l'interrupteur It, tous les circuits sont alimentés sous 6 V. La LED D<sub>1</sub> émet un signal infrarouge continu dont l'intensité est fixée par R<sub>1</sub>. Le rayonnement invisible à l'œil est cependant capté par le phototransistor infrarouge T<sub>1</sub> par réflexion sur l'axe du moteur dont on cherche à contrôler la vitesse. R<sub>2</sub> polarise T<sub>1</sub>. Les signaux alternatifs de faible amplitude sont prélevés par C<sub>3</sub> sur l'émetteur du phototransistor T<sub>1</sub> puis amplifiés par le transistor T<sub>2</sub>. Ce dernier est alimenté à travers R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub>, et filtré par C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> et C<sub>5</sub>. C<sub>4</sub> transmet les signaux amplifiés à l'entrée non inverseuse de l'ampli opérationnel IC<sub>5</sub> pour les mettre en forme. Cette entrée est polarisée par R<sub>7</sub> et R<sub>9</sub>. Le potentiomètre P extérieur

Fig. 2 Oscillogrammes caractéristiques.



IC<sub>4</sub> (4 portes NAND trigger à 2 entrées) 4093. La fréquence d'horloge est déterminée par R<sub>26</sub>, R<sub>27</sub>, P<sub>1</sub>, C<sub>10</sub> et C<sub>11</sub>. Le potentiomètre P<sub>1</sub> permet d'étalonner l'appareil. La diode D<sub>2</sub> permet d'obtenir des pulsations de 12 ms à la sortie de la porte II de IC<sub>4</sub>. Les condensateurs C<sub>10</sub> et C<sub>11</sub> sont montés tête-bêche pour obtenir l'équivalence d'un condensateur non polarisé pouvant fonctionner en alternatif dans l'oscillateur. La porte II de IC<sub>4</sub> autorise le comptage de la vitesse du moteur en tours par minute. La porte I de IC<sub>4</sub> alimente la LED D<sub>3</sub> qui indique la période de mesure. La remise à zéro des compteurs IC<sub>3</sub> est assurée par C<sub>12</sub> et R<sub>29</sub> qui envoie une pulsation de 2 ms aux bornes 7 et 15 des compteurs IC<sub>3</sub>.

### REALISATION PRATIQUE

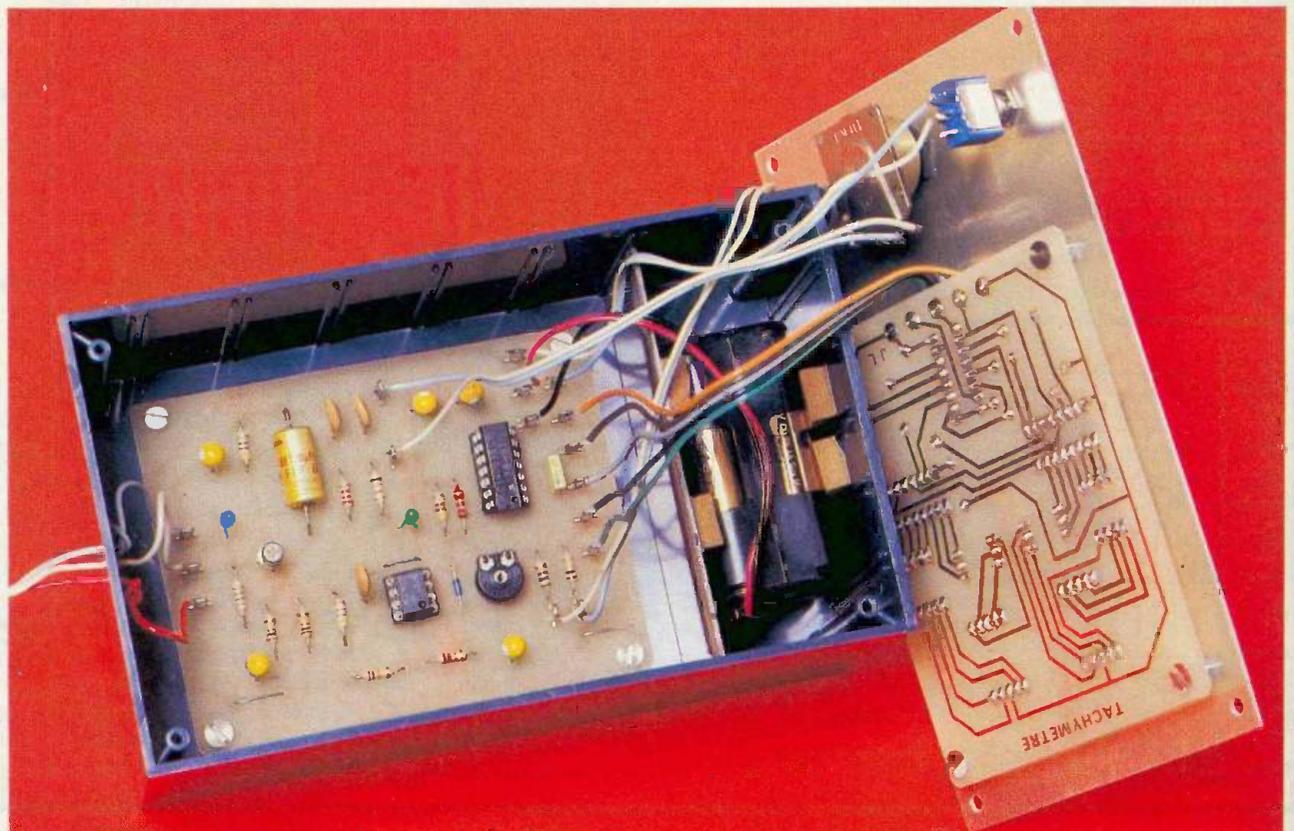
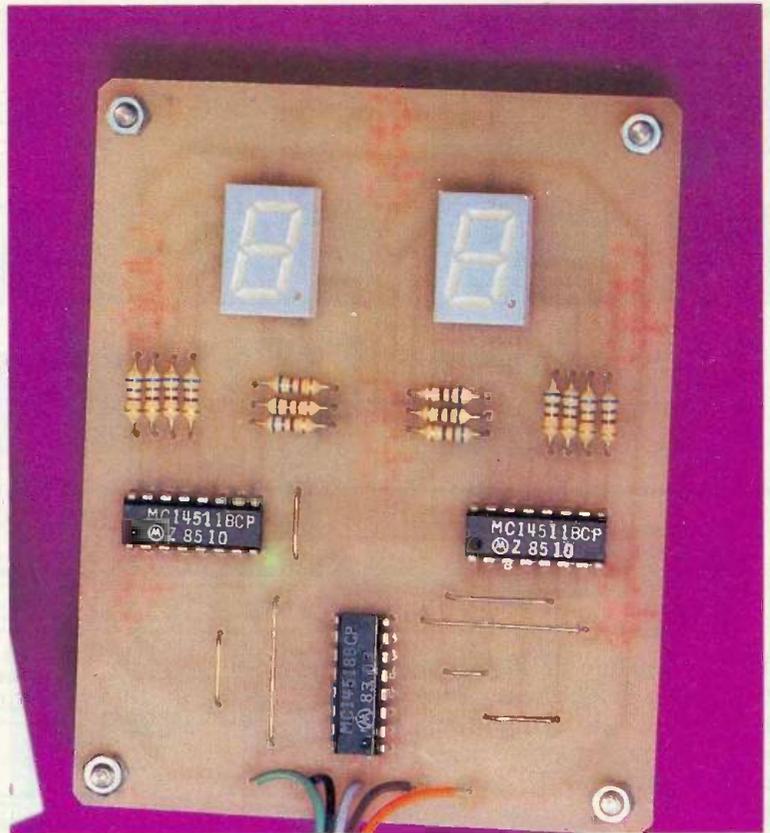
a) Le circuit du module d'affichage

#### 1° Le circuit imprimé (fig. 4)

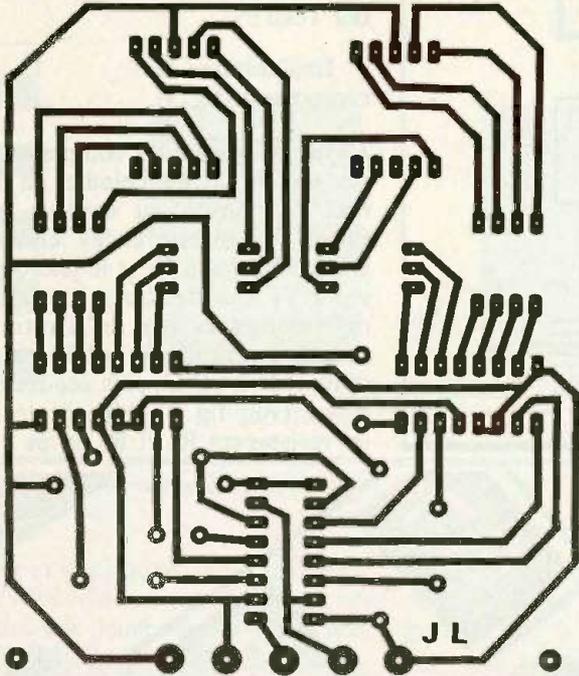
Il est réalisé en verre époxy de dimensions 100 × 80 mm et représenté grandeur nature. Il pourra être reproduit facilement soit par la méthode photographique très pratique, soit tout simplement à l'aide d'éléments transferts Mecanorma disponibles chez la plupart des

fournisseurs de composants électroniques. Mettre le circuit dans un bain de perchlorure de fer afin de le graver. Percer ensuite le circuit imprimé avec les forets suivants : Ø 0,8 pour les circuits intégrés IC<sub>1</sub>,

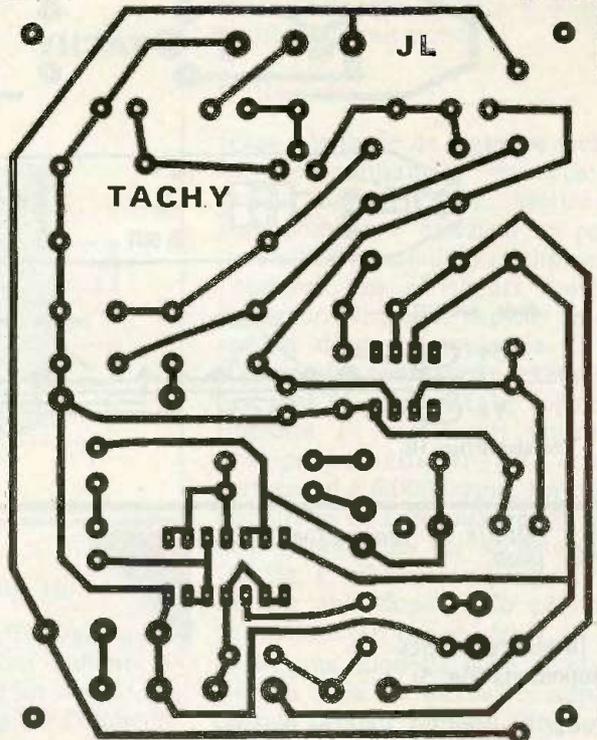
IC<sub>2</sub> et IC<sub>3</sub>; Ø 1 mm pour les deux afficheurs, les straps de liaison et les résistances; Ø 1,2 pour les 5 fils à raccorder à l'autre module; Ø 3,5 pour les quatre trous de fixation sur la face avant.



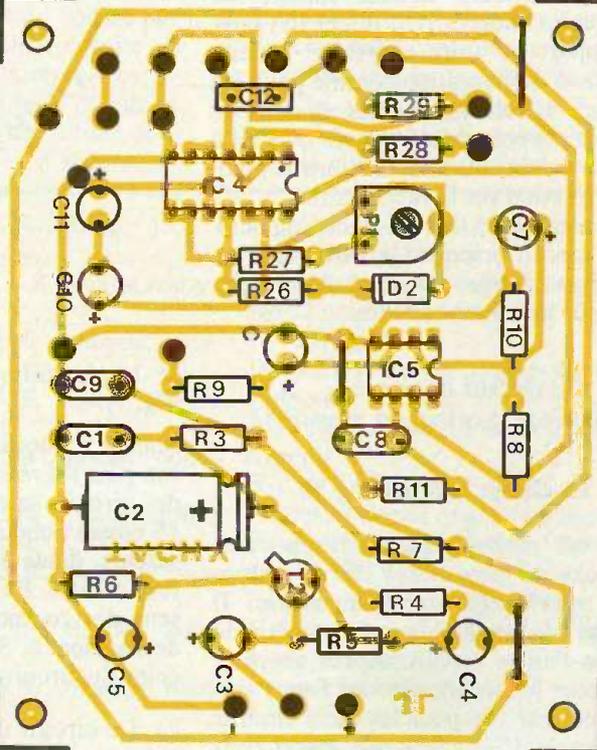
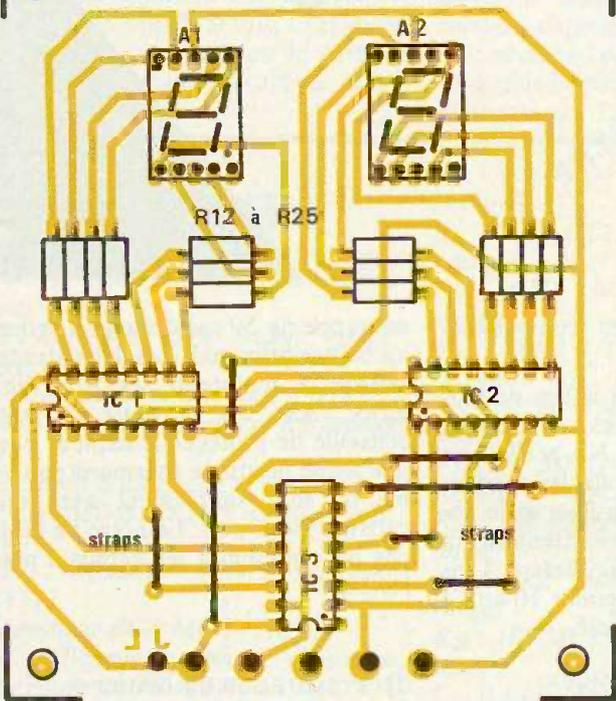
TACHYMETRE



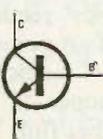
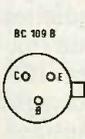
TACHY



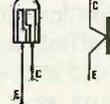
TACHYMETRE



BC 109 B



phototransistor TIL 78 (récepteur)



LED infra rouge TIL-02 (émetteur)

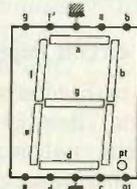
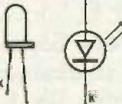
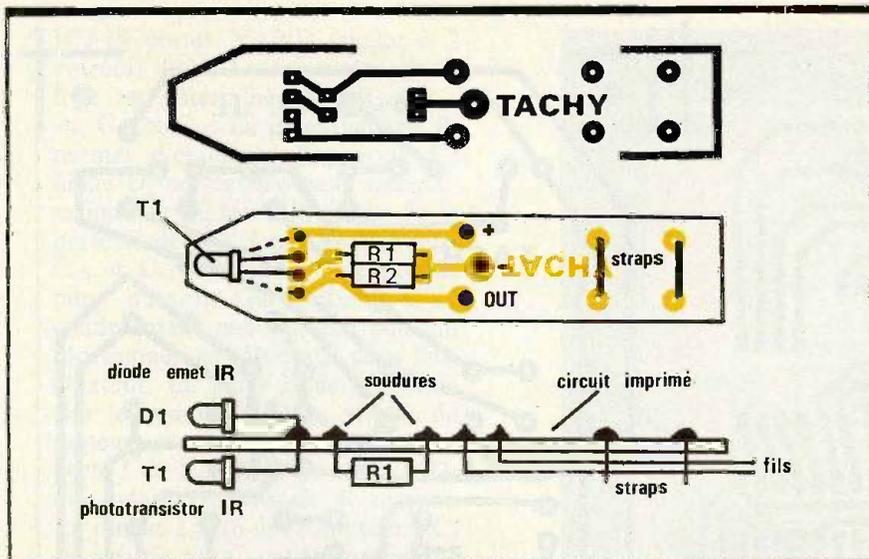


Fig. 4 et 5  
Fig. 6 et 7

Tracés des circuits imprimés et implantations des éléments à l'échelle.



**Fig. 8** Détails de réalisation de la sonde.  
**et 9**

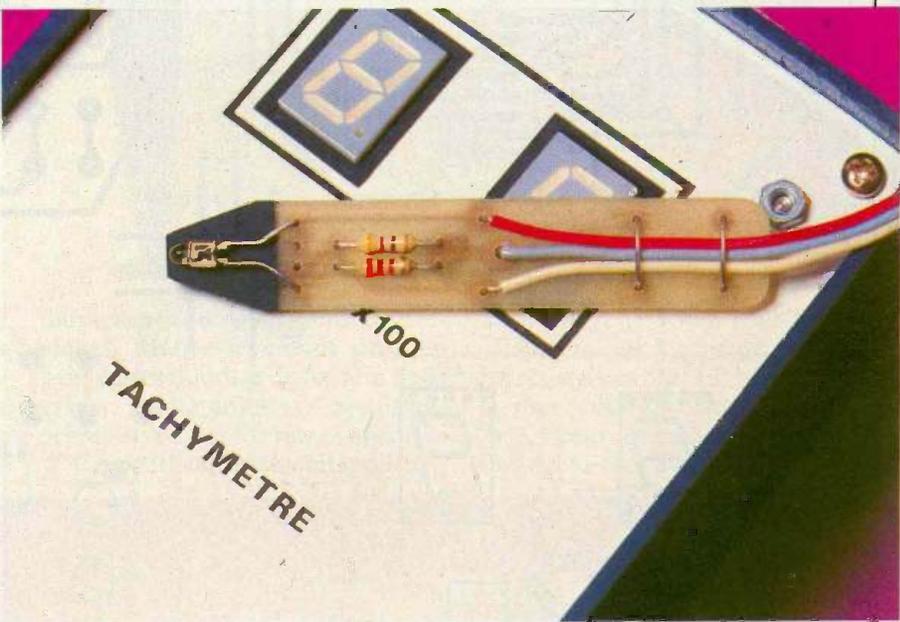
**2° Implantation des composants (fig. 5)**

Souder d'abord les 7 straps puis les 14 résistances R<sub>12</sub> à R<sub>25</sub> (680 Ω 1/4 W) qui alimentent les segments des afficheurs. Souder ensuite les circuits intégrés IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> et IC<sub>3</sub> sans support et faire attention à leur sens d'implantation comme pour les deux afficheurs montés également sans support. Mettre 4 vis Ø 3 mm aux 4 coins du circuit imprimé pour sa fixation sur la face avant. Souder les 5 fils de raccordement au circuit principal par du câble en nappe (5 brins souples) d'une longueur de 15 cm environ.

**b) Le circuit imprimé principal (horloge et mesure)**

**1° Le circuit imprimé (fig. 6)**

Il est réalisé également en verre époxy de dimensions 100 × 80 mm, et représenté grandeur nature. Il sera réalisé par la même méthode que l'autre circuit. Après gravure, percer le circuit avec les forets suivants : Ø 0,8 pour les deux circuits intégrés IC<sub>4</sub> et IC<sub>5</sub> ; Ø 1 mm pour les 3 straps de liaison et les divers composants (résistances, condensateurs, diode et transistor) ; Ø 1,3 pour les 16 cosses poignard à relier aux composants extérieurs par des fils ; Ø 3,5 pour les 4 trous de fixation du circuit imprimé au fond du boîtier Teko plastique P/3.



**2° Implantation des composants (fig. 7)**

Souder d'abord les 3 straps de liaison puis les résistances, les supports des circuits intégrés IC<sub>4</sub> et IC<sub>5</sub>, les 16 cosses poignard, puis les condensateurs, diode et transistor et le potentiomètre P<sub>1</sub>. Faire attention au sens des composants. Mettre 4 vis de fixation Ø 3, longueur 10 aux 4 coins du circuit imprimé.

**c) Le circuit du capteur infrarouge**

**1° Le circuit imprimé (fig. 8)**

Il est réalisé en verre époxy de dimension 70 × 13 mm et représenté grandeur nature. Procéder de la même manière que les autres circuits puis percer au Ø 1 mm les

trous pour la LED infrarouge, le phototransistor et les 2 résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. Percer Ø 1,2 mm les 3 trous des fils de liaison avec le boîtier Teko P<sub>3</sub>.

**2° Implantation des composants (fig. 9)**

Avant de souder les composants, il est préférable de peindre en noir mat l'extrémité du capteur pour éviter les interférences entre la LED infrarouge D<sub>1</sub> et le phototransistor T<sub>1</sub>. Ces deux composants seront montés de part et d'autre du circuit imprimé, T<sub>1</sub> côté composants et la LED D<sub>1</sub> sera soudée côté cuivre (voir fig. 9). Monter ensuite les résistances R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> et les 3 fils

en nappe de 50 cm de long à relier au boîtier principal. Les deux straps servent à maintenir les trois fils dans l'axe du capteur. Il est conseillé de protéger le capteur par une gaine plastique thermorétractable ou tout simplement avec du ruban adhésif noir. Le notre ne l'est pas pour présenter les photos à nos lecteurs.

**d) Préparation du boîtier**

Percer les trous de la face avant du boîtier Teko plastique P/3. Pour les découpes rectangulaires des afficheurs, il faut percer un trou Ø 1,5 mm aux 4 coins des afficheurs puis découper le rectangle avec une scie à fil et finir l'ajustage à la lime. Peindre ensuite la face

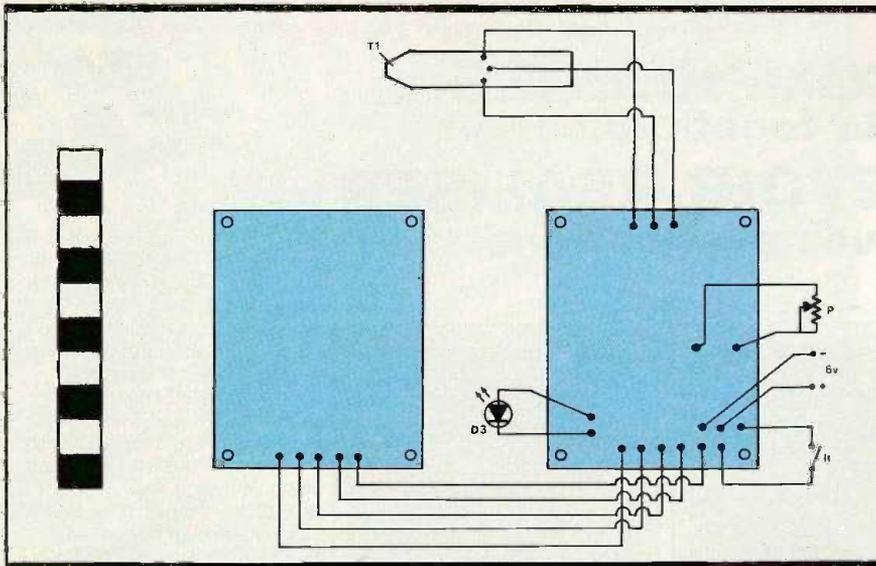


Fig. 10 Plan de câblage et exemple d'étiquette.

avant et décalquer les lettres transfert des diverses commandes et mettre une couche de vernis de protection. Fixer les composants de la face avant (LED  $D_3$ , potentiomètre  $P$  et l'interrupteur  $It$ ). Fixer ensuite le module d'affichage par les 4 vis  $\varnothing$  3 mm. Percer le fond du boîtier pour fixer le circuit imprimé principal par 4 vis  $\varnothing$  3. Il faut également prévoir 3 trous  $\varnothing$  2 sur le côté du boîtier pour relier le capteur infrarouge.

### e) Câblage final (fig. 10)

Relier le module d'affichage au circuit principal comme indiqué figure 11 par 5 fils. Puis souder des fils de 10 cm de long sur l'interrupteur  $It$ , le potentiomètre  $P$  et la LED  $D_3$ .

Relier ces fils au module principal qui sera fixé au fond du boîtier par 4 vis  $\varnothing$  3 mm. Relier ensuite le module capteur infrarouge au circuit principal par 3 fils de 50 cm de long puis la pile 6 V constituée de 4 éléments de 1,5 V. Elle sera calée

par un cloisonnement en circuit imprimé de dimensions  $91,5 \times 40$  mm à côté du circuit principal.

### f) Réglage

Il est très facile de régler ce tachymètre en utilisant la fréquence du secteur comme étalon. Mettre le potentiomètre  $P$  extérieur en position milieu (sensibilité) et alimenter l'appareil, les afficheurs doivent s'allumer. Diriger le capteur en direction d'une ampoule de 25 W (lampe de chevet par exemple) Mais pas trop près. Régler le potentiomètre  $P_1$  du circuit imprimé principal pour afficher « 60 », ce qui correspond à 6 000 tr/mn. En effet, l'éclairage de l'ampoule réagit aux deux alternances du secteur, soit 100 Hz. L'œil électronique de notre capteur voit donc 6 000 périodes par minute (affichage « 60 »).

Coller une étiquette noire et blanche sur l'axe du moteur et approcher le capteur près de l'étiquette pendant que le moteur tourne. Si l'afficheur indique « 30 », le moteur a une vitesse de 3 000 tr/mn. Augmenter le nombre de franges noires et blanches pour contrôler la vitesse de moteurs, très lents. Dans ce cas diviser la valeur affichée par le nombre de franges blanches pour obtenir la vitesse exacte du moteur.

## LISTE

### DES COMPOSANTS

#### a) Le capteur

$R_1$ : 470  $\Omega$  1/4 W 5 % (jaune, violet, marron)

$R_2$ : 22 k $\Omega$  1/4 W 5 % (rouge, rouge, orange)

$D_1$ : diode émetteur infrarouge TIL 32

$T_1$ : phototransistor récepteur infrarouge TIL 78

#### b) Le circuit d'affichage

$R_{12}$  à  $R_{25}$ : 680  $\Omega$  1/4 W 5 % (bleu, gris, marron)

$IC_1$ ,  $IC_2$ : décodeur BCD 7 segments MC 14511

$IC_3$ : compteur BCD MC 14518

$A_1$ ,  $A_2$ : afficheur à cathode commune 13 mm rouge D350 (TFK) ou TIL 702 ou hp412G

#### c) Le circuit principal

$R_3$ : 2,2 k $\Omega$  1/4 W 5 % (rouge, rouge, rouge)

$R_4$ : 10 k $\Omega$  1/4 W 5 % (marron, noir, orange)

$R_5$ : 1 M $\Omega$  1/4 W 5 % (marron, noir, vert)

$R_6$ : 470  $\Omega$  1/4 W 5 % (jaune, violet, marron)

$R_7$ ,  $R_8$ : 22 k $\Omega$  1/4 W 5 % (rouge, rouge, orange)

$R_9$ : 18 k $\Omega$  1/4 W 5 % (marron, gris, orange)

$R_{10}$ : 22 k $\Omega$  1/4 W 5 % (rouge, rouge, orange)

$R_{11}$ : 47 k $\Omega$  1/4 W 5 % (jaune, violet, orange)

$R_{26}$ : 4,7 k $\Omega$  1/4 W 5 % (jaune, violet, rouge)

$R_{27}$ : 180 k $\Omega$  1/4 W 5 % (marron, gris, jaune)

$R_{28}$ : 1 k $\Omega$  1/4 W 5 % (marron, noir, rouge)

$R_{29}$ : 100 k $\Omega$  1/4 W 5 % (marron, noir, jaune)

$C_1$ : 0,1  $\mu$ F céramique

$C_2$ : 100  $\mu$ F/16 V chimique axiale

$C_3$ : 1  $\mu$ F 35 V tantale goutte

$C_4$ : 4,7  $\mu$ F tantale goutte

$C_5$ : 4,7  $\mu$ F tantale goutte

$C_6$ : 0,22  $\mu$ F tantale goutte

$C_7$ : 4,7  $\mu$ F tantale goutte

$C_8$ : 0,1  $\mu$ F céramique

$C_9$ : 0,1  $\mu$ F céramique

$C_{10}$ ,  $C_{11}$ : 4,7  $\mu$ F tantale goutte

$C_{12}$ : 10 nF plastique

$P_1$ : potentiomètre miniature horizontal 10 k $\Omega$  pour circuit imprimé

$D_2$ : 1N 4148

$D_3$ : LED rouge  $\varnothing$  5 haute luminosité + support

$IC_4$ : MC 14093 (NAND trigger à 2 entrées)

$IC_5$ : MC 1741

1 support circuit imprimé 8 broches

1 support circuit imprimé 14 broches

$T_2$ : BC 109B

1 interrupteur miniature ( $It$ )

1 support pour 4 piles 1,5 V type  $R_6$  à sortie pression

1 connecteur à pression

4 piles bâton 1,5 V type  $R_6$

1 coffret Teko plastique P/3

14 cosses poignard

fil en nappe (1 m)

1 bouton  $\varnothing$  20 pour axe  $\varnothing$  6 mm

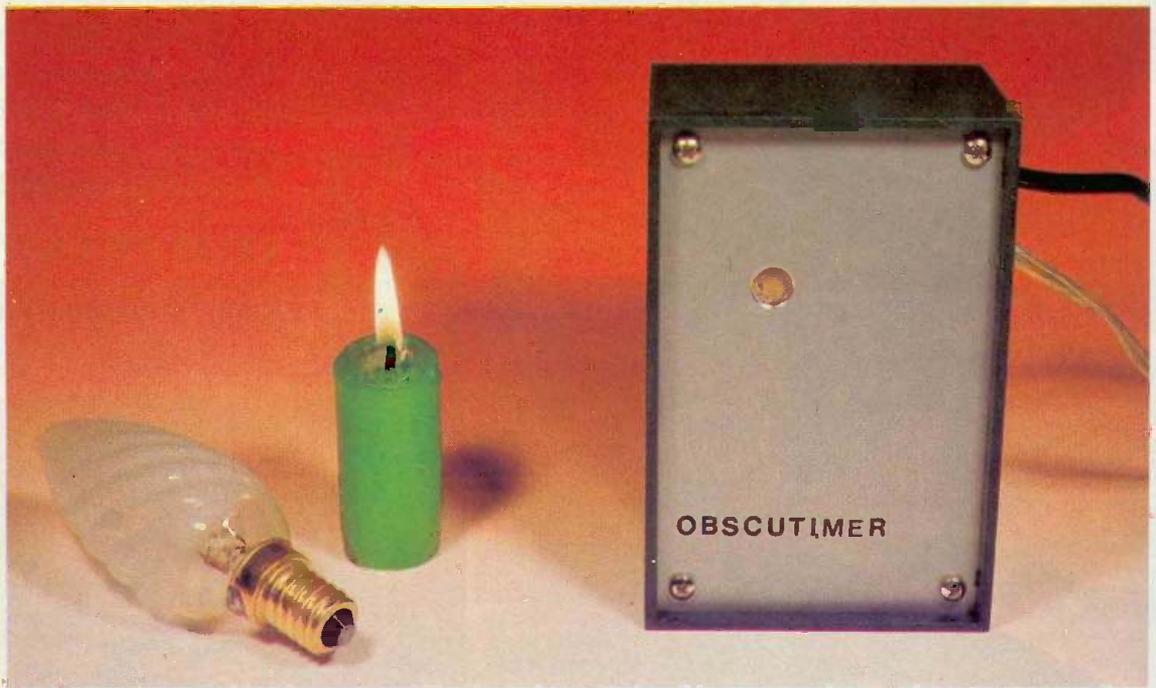
1 potentiomètre ( $P$ ) 10 k $\Omega$  linéaire, axe  $\varnothing$  6

Jacques LEGAST



# TEMPORISATION PAR OBSCURITE

Il est difficile de donner un nom à ce montage car il ne s'apparente à aucun autre... Son rôle est d'alimenter par le secteur un appareil quelconque pendant quelques minutes, dès l'instant où l'on fait l'obscurité dans la pièce.



**L**es applications domestiques sont nombreuses, et surtout beaucoup plus faciles à installer qu'une classique minuterie. En outre le prix de revient est très modique.

## L'INSTALLATION ELECTRIQUE

C'est un petit boîtier équipé d'une banale cellule CdS. Deux câbles méplats en sortent : l'un vers une prise de courant, l'autre vers « l'utilisation », laquelle peut être un ven-

tilateur, une ampoule électrique (220 V), etc. D'où une certaine indépendance vis-à-vis du circuit électrique existant (inters et gaines encastrés, moulures, etc.). En somme on peut faire rapidement et proprement cette installation.

## DES EXEMPLES D'APPLICATIONS PRATIQUES

1° De jour vous fermez de l'intérieur vos volets ou la porte de votre garage : vous n'aurez plus à sortir

en trébuchant dans le noir, car aussitôt une petite ampoule de 25 ou 40 W éclaire la pièce pendant une minute ou plus. On peut préprogrammer notre appareil de une à quinze minutes.

2° La fin d'un autre gag : un de vos proches ignorant votre présence à la cave croit bien faire en éteignant cette lumière. Plus de plongeon dans le casier à bouteilles...

3° En sortant de la salle de bains ou des toilettes on éteint la lumière ; aussitôt l'aérateur se met en marche pendant la durée déterminée.

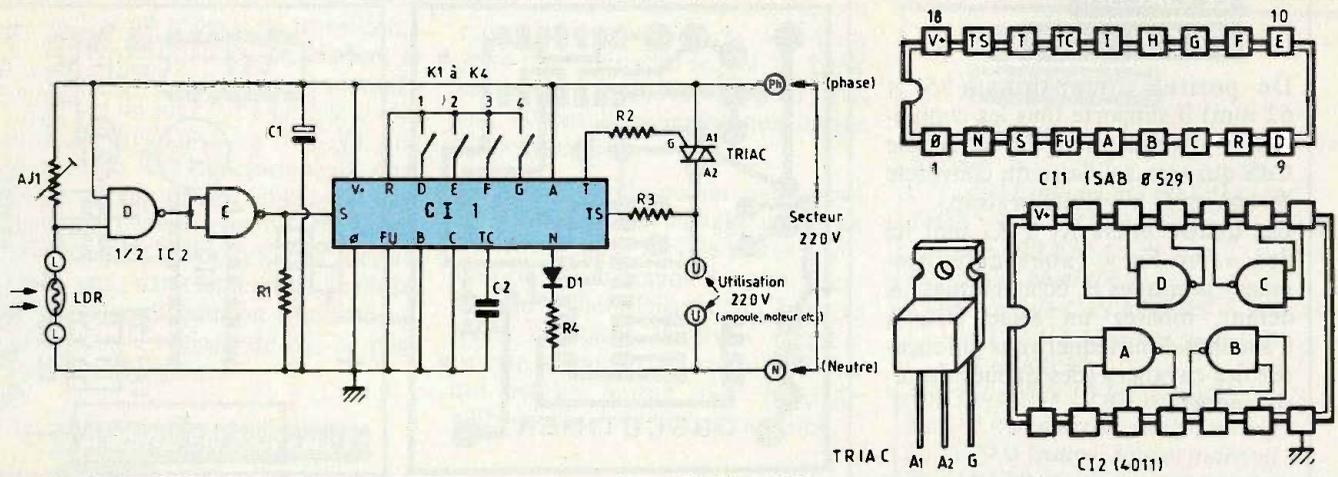


Fig. 1 Le montage se construit autour du circuit SAB 0529 Siemens.

### LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE (fig. 1)

Pas de transformateur d'alimentation puisque nous utilisons le circuit intégré Siemens SAB.0529, décrit en détail dans le numéro précédent d'*Electronique Pratique* (le « Polymint »). Pour ceux qui n'auraient pas ce numéro, disons que c'est un CI DIL à 18 pattes qu'on alimente directement en 220 V alternatif afin qu'il commande un triac ordinaire. Ce CI fabrique son alimentation continue et renferme un timer programmable d'une seconde à trente heures. Sa base de temps c'est le comptage du 50 Hz du secteur, donc très précise.

La partie timer a été simplifiée par rapport au montage précédent. D'autre part la commande du triac est différente, celle-ci permet d'alimenter aussi une charge selfique, un moteur par exemple.

La partie opto fait appel à une cellule CdS LDR 03, une référence que vous trouverez partout. Elle est montée en pont avec la résistance ajustable  $A_{j1}$ , et cette tension médiane commande une entrée d'une porte NAND de 4011 (CI<sub>2</sub>). Tout ceci est alimenté en 7 V (environ), tension continue fournie par CI<sub>1</sub> et filtrée par le condensateur C<sub>1</sub>.

En fait cette porte NAND est utilisée comme trigger ou détecteur de seuil, car son autre entrée est maintenue à 1 (V+).

Lorsque la cellule est éclairée sa résistance est faible, d'où une tension faible (niveau « zéro ») qui est

appliquée à l'entrée de la porte NAND, donc la sortie de cette porte est à 1.

Cette porte NAND est suivie par une seconde mais elle est montée en porte inverseuse, donc sa sortie est à zéro. C'est cette sortie qui commandera le SAB 0529 (CI<sub>1</sub>).

La cellule n'est plus éclairée, sa résistance augmente et devient supérieure à celle réglée par  $A_{j1}$ . La tension médiane du pont monte, et vers 4 V (environ...) cette tension est considérée comme niveau 1 par la porte NAND. La sortie de la seconde NAND passe alors brutalement à 1, d'où déclenchement du cycle de CI<sub>1</sub> (c'est un monostable). En fin de cycle l'entrée « S » de CI<sub>1</sub> est toujours à 1, aucune importance car c'est uniquement un « front montant » de zéro à un qui peut le déclencher.

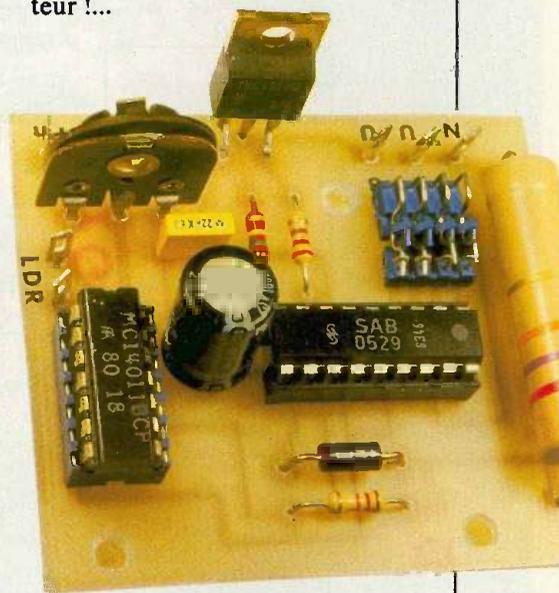
La cellule est de nouveau éclairée, l'entrée « S » de CI<sub>1</sub> passe à zéro. Pas d'effet.

### L'ALIMENTATION DU SAB 0529

Le montage est polarisé, c'est-à-dire qu'il faut sur la prise secteur repérer la « phase » (Ph) et le « Neutre » (N), et ce à l'aide d'un « tournevis d'électricien » dont le manche transparent renferme une ampoule néon.

Notre unité de temps est la minute (broche A à 1 et broches B et C à 0). Quatre petits inters (ou straps) permettent de relier la borne R aux bornes D (1 mn), E (2 mn), G (4 mn) et H (8 mn). En fermant ces quatre contacts on obtient un cycle de  $1 + 2 + 4 + 8 = 15$  minutes.

Le petit condensateur C<sub>2</sub> permet de synchroniser le triac en courant, pour les moteurs électriques. La valeur de la résistance de gâchette R<sub>2</sub> sera diminuée si le triac utilisé est moins sensible que le nôtre. Ici R<sub>2</sub> = 220 Ω pour un triac Siemens TXC.18E.60 (4 A - 600 V). Rappel important : la borne 18 de CI<sub>1</sub> est reliée à la phase du secteur ; ce CI fournit une petite tension continue ( $\approx 7$  V) entre les bornes 18 (= V+) et 1 (= 0 ou « masse » filtrée par le condensateur C<sub>1</sub>). La diode D<sub>1</sub> supprime les demi-alternances négatives du secteur dans le CI. Il est donc essentiel de considérer cette « masse » comme « flottante » par rapport au potentiel de la terre : pas question de relier cette masse au corps du boîtier ou à la terre de la prise secteur !...



La carte imprimée.

## LE CIRCUIT

### IMPRIME (fig. 2)

De petites dimensions (55 × 62 mm) il supporte tous les composants, à l'exception de la cellule CdS qui sera solidaire du couvercle du boîtier. Il n'y a aucun strap.

Les quatre inters  $K_1$  à  $K_4$  sont ici des « Dip-Fix » (nouveau Siemens) pratiques et économiques. A défaut, montez un socle DIL à 8 broches dans lequel vous enfoncez des cavaliers (des queues de résistances).

Gros plan sur les contacteurs.

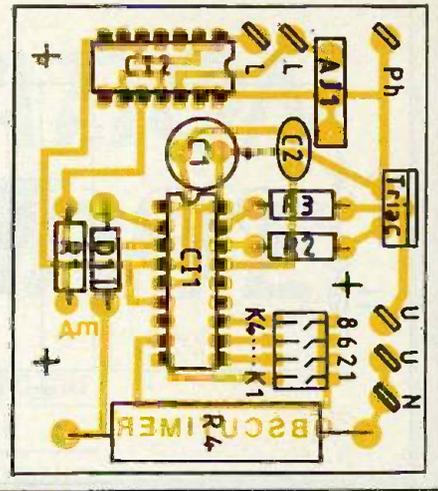
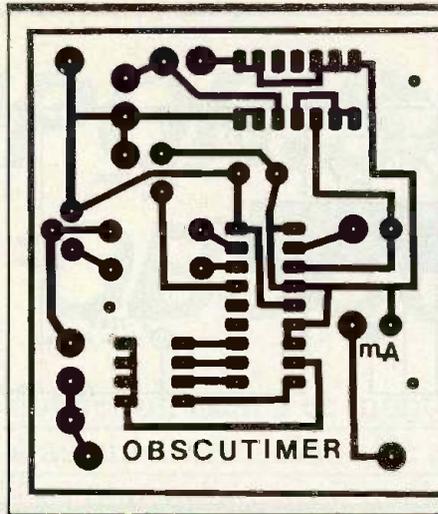
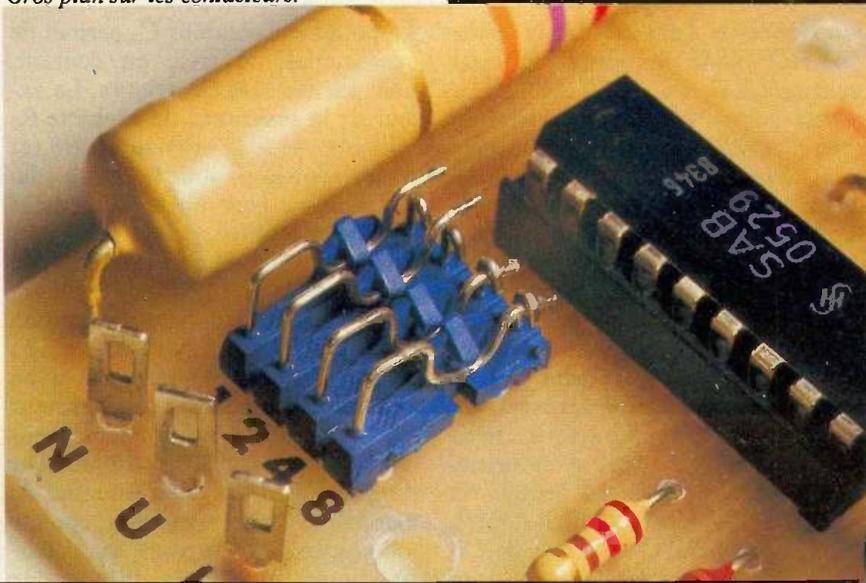


Fig. 2 et 3 Les composants sont rassemblés sur un petit circuit imprimé. Plan de perçage du coffret.



La grosse résistance  $R_4$  (27 k $\Omega$ ) devra être un modèle 2,3 ou 4 W. Celle représentée sur la photo est une 4 W. Bien qu'elle ne tiédise que faiblement, rappelez-vous qu'une résistance de puissance ne doit jamais être soudée étant placée sur l'époxy, mais à au moins 1 mm de celui-ci. (Ah! si certains fabricants connaissaient cette règle...)

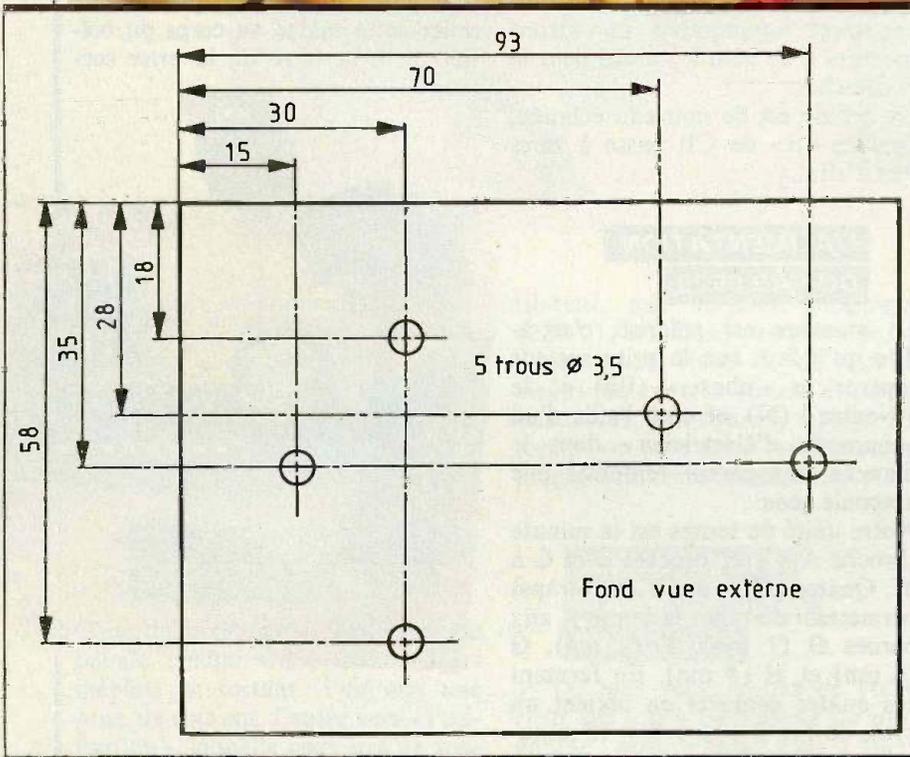
Les pattes droite et gauche du triac subissent deux pliages à la pince afin d'être « avancées » de 2,5 mm environ. Pour des utilisations inférieures à 50 W environ, il ne semble pas nécessaire d'équiper le triac d'un petit radiateur.

## LE ROLE

### DE L'AJUSTABLE $A_{j_1}$

Dans nos premiers exemples d'utilisations l'appareil éclairait une ampoule de faible puissance. En effet il ne faudrait surtout pas que cet éclairage « de secours », cette « veilleuse », porte la sortie de la seconde NAND (ou borne S de  $CI_1$ ) au niveau 1. Si cela était, la fin du cycle (extinction) provoquerait aussitôt un nouveau départ, et ainsi de suite...

Branchez votre voltmètre sur la résistance  $R_1$  (calibre 10 V =); la masse sur  $R_1$  est du côté de la grosse résistance  $R_4$ . Lorsque l'ampoule commandée par l'appareil est éclairée (et elle seule), vous devez avoir 0 V aux bornes de  $R_1$ . Si ce n'est pas le cas augmentez la résistance de l'ajustable  $A_{j_1}$  (tournez le



curseur vers le triac), et déplacez franchement le point de transition. Il va de soi qu'avec ce réglage et l'éclairage ambiant « normal » (lumière du jour par exemple), vous avez le niveau 1 (5 à 7 V) aux bornes de R<sub>1</sub>. Conclusion, on s'arrangera pour que la cellule soit braquée sur l'éclairage ambiant, tandis que l'ampoule commandée n'éclairera pas directement la cellule. Avec cette disposition vous constaterez que le réglage de A<sub>j1</sub> ne pose aucun problème.

### LA MISE EN COFFRET

(fig. 3)

Pour des raisons de sécurité d'isollements électriques il est conseillé d'utiliser un coffret plastique. Beaucoup d'entre eux pourront convenir, et parmi les plus économiques nous nous sommes tourné vers une vieille connaissance, le Teko P/2.

Dans le fond, trois trous Ø 3,5 mm pour la fixation du module, plus deux autres pour la fixation murale de l'ensemble.

Dans un endroit quelconque du couvercle aluminium un trou Ø 8 mm, derrière lequel la LDR sera collée. Deux fils souples d'environ 10 cm la relieront aux cosses « L » du module.

Dans un flanc du boîtier, deux trous Ø 6 mm pour le passage des deux câbles méplats : arrivée secteur, utilisation ; avec nœuds d'arrêts internes, ou colliers Rilsan. Sur la prise mâle équipant l'arrivée secteur, pensez à repérer en rouge la fiche qui est en liaison avec la cosse « Ph » (phase) du circuit imprimé.

### AUTRE VARIANTE

(non représentée)

Des cas particuliers peuvent vous faire préférer la solution inverse, à savoir que le couvercle ne supporte qu'une douille pour l'ampoule (à relier aux cosses « U »).

La cellule, elle, est à distance, reliée au boîtier par un méplat fin (inutile de blinder).

Michel ARCHAMBAULT

### MATERIEL NECESSAIRE

CI<sub>1</sub> : SAB 0529 (Siemens) temporisation secteur

CI<sub>2</sub> : 4011 quadruple NAND C.MOS  
Triac : TXC.18E.60 (Siemens) ou triac sensible 600 V/4 A

D<sub>1</sub> : diode 1N4007

LDR : cellule CdS LDR 03

C<sub>1</sub> : 100 µF/16 V radial (vertical)

C<sub>2</sub> : 22 nF/60 V

A<sub>j1</sub> : ajustable 10 kΩ vertical

R<sub>1</sub> : 12 kΩ (marron, rouge, orange)

R<sub>2</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R<sub>3</sub> : 150 kΩ (marron, vert, jaune)

R<sub>4</sub> : 27 kΩ/2 à 4 W (rouge, violet, orange)

K<sub>1</sub> à K<sub>4</sub> : quatre Dip-Fix (Siemens) ou socle DIL 8 et cavaliers

6 cosses poignard

1 circuit imprimé 62 × 55 mm à réaliser

Petit radiateur pour le triac (optionnel)

1 coffret Teko P/2

# LA TRADITION DU FUTUR

L'innovation technologique  
pour les professionnels  
d'aujourd'hui et de demain

## MULTIMÈTRES NUMÉRIQUES

### MDC 654

Multimètre Capacimètre Digital 2000 pt.  
L'un des plus complets de sa catégorie.  
9 fonctions - 36 callbres - Test de continuité  
sonore - Test diode - Mesure de conductance  
- Une seule entrée de mesure + 20 A.

### MDA 655

Multimètre Automatique 2000-3000 pt.  
5 fonctions - 20 callbres - Test de continuité  
sonore - Une seule entrée de mesure + 20 A.

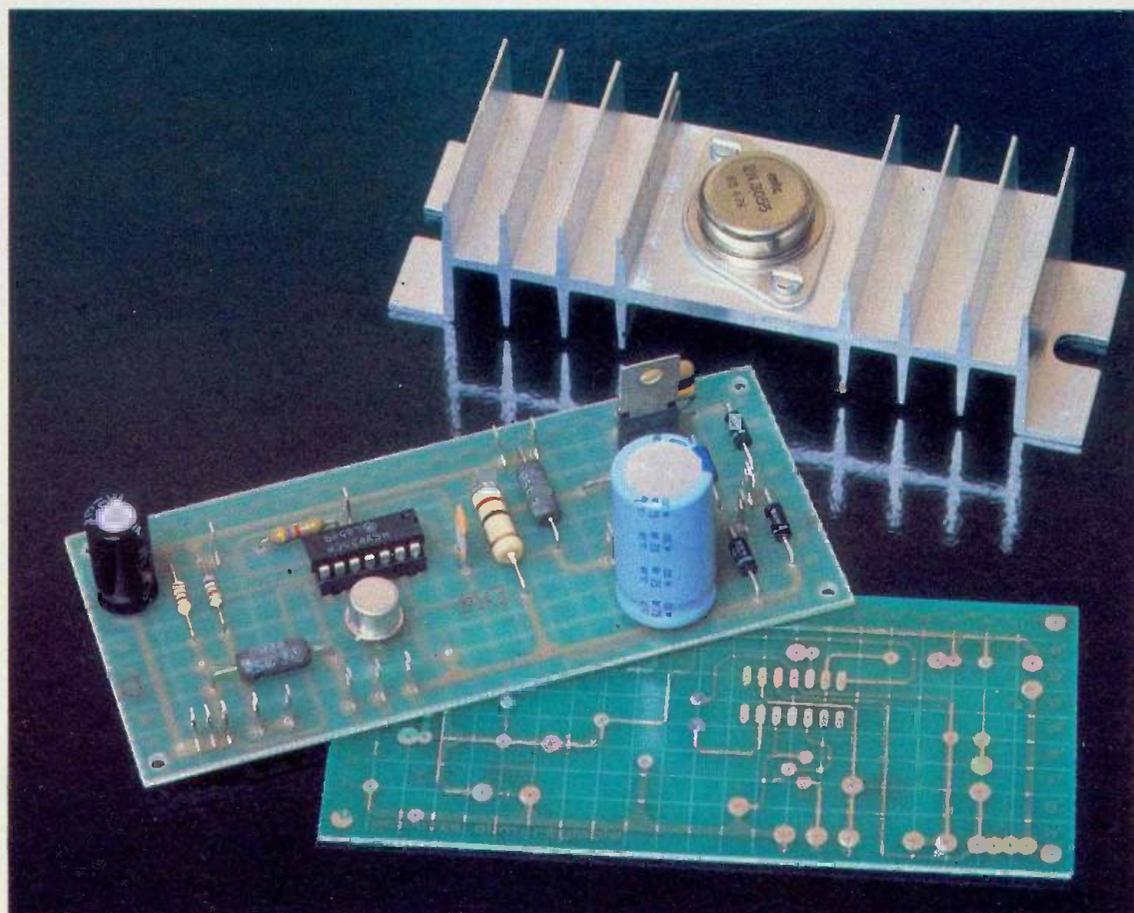
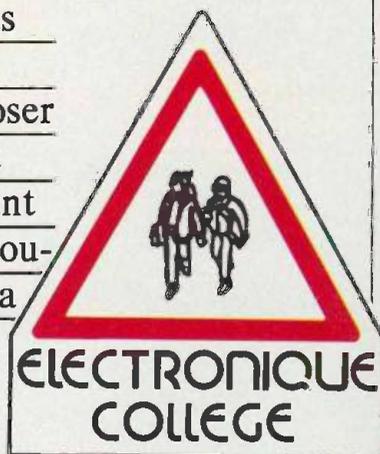
CDA, 5 RUE DU SQUARE CARPEAUX 75018 PARIS  
TEL. (1) 46 27 52 50 - TÉLÉX 280589





# LABO 02 : ALIMENTATION STABILISEE REGLABLE A AFFICHAGE DIGITAL

Avec la rubrique « Electronique Collège », nous passons à la description de Labo 02, qui fait partie de l'équipement minimal dont doit disposer l'électronicien amateur. L'alimentation fournit une tension réglable de 3 à 24 V pour un courant de 2 A maximum. La plage de tension est parcourue en deux gammes : 3 à 10 V et 10 à 24 V. La visualisation de la tension et du courant se fait sur le circuit d'affichage. Cette alimentation est protégée en cas de court-circuit en sortie.



**D**ans un but éducatif, « Electronique Collège » offre un choix de deux possibilités pour la réalisation du circuit imprimé.

**Premier choix :** réalisation totale par vous-même.

Utilisez le dessin du circuit imprimé que vous photocopiez, fabriquez votre film selon les méthodes transpage ou diaphane et terminez votre circuit imprimé sur plaque présensibilisée.

**Deuxième choix :** réalisation pas à pas grâce au circuit imprimé préfabriqué « Electronique Collège » et à la méthode guide d'implantation, selon une grille de repérage simple, style « bataille navale ».

a) Le circuit imprimé est fourni non percé en verre époxy 16/10° et protégé côté cuivre par un verni épargne qui évite le court-circuit accidentel selon une grille de repérage simple, style « bataille navale ».

Vous devez percer côté cuivre à l'aide d'une mini-perceuse au centre de chaque pastille avec un foret adapté Ø de 0,9 à 1,2, selon les composants.

b) Le repérage des composants se

fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54. Les ordonnées repérées en A B C D..., A' B' C' D', les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5, 6... L'intersection abscisse-ordonnée vous permet de positionner le composant et vous initie sans l'aide d'une sérigraphie à contrôler le bon suivi de votre schéma électrique.

### SCHEMA DE PRINCIPE

La figure 1 représente le schéma électrique de Labo 02.

La tension alternative délivrée par le transformateur est redressée par le pont de diodes (D<sub>2</sub> à D<sub>5</sub>) puis filtrée par C<sub>5</sub>. Les composants R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, D<sub>6</sub>, T<sub>4</sub>, C<sub>4</sub> permettent d'obtenir une tension continue de 8,5 V pour l'alimentation de la partie affichage. Le circuit principal est un classique MC 1723 associé à un étage Darlington T<sub>6</sub> et T<sub>5</sub> pour délivrer un courant de sortie élevé. Le réglage de la tension de sortie se fait par P<sub>1</sub>, I<sub>3</sub> commutant la gamme. La tension mesurée par la partie affichage est prise soit aux bornes de C<sub>7</sub> pour la lecture de la tension de sortie, soit aux bornes de R<sub>10</sub> pour le courant débité. L'affichage est réalisé avec deux

circuits spécialisés CA 3161 et CA 3162 suivis de trois afficheurs 7 segments. Deux diodes électroluminescentes indiquent si la tension mesurée correspond à un courant en ampères, à une tension en volts (diode verte) ou à un courant en milliampères (diode rouge). L'alimentation des circuits CA 3161 et 3162, venant de la partie alimentation, est stabilisée par un régulateur 5 V 7805 (ce module d'affichage Labo 1 a été décrit dans notre numéro 86 d'octobre 1985).

### MONTAGE

La figure 2 propose le plan d'implantation de Labo 02. La figure 3 représente le tracé du circuit imprimé à l'échelle 1.

Le tableau de montage exposé dans la notice explicative indique la procédure à suivre. Pour chaque composant, le repérage de son emplacement et de son orientation se fait par les coordonnées (lettres, chiffres). Exemple : la résistance R<sub>3</sub> 9,1 kΩ en e4/g4 indique que la résistance doit avoir une connexion soudée en e4, l'autre en g4. Le suivi de cette procédure évite tout risque d'erreur.

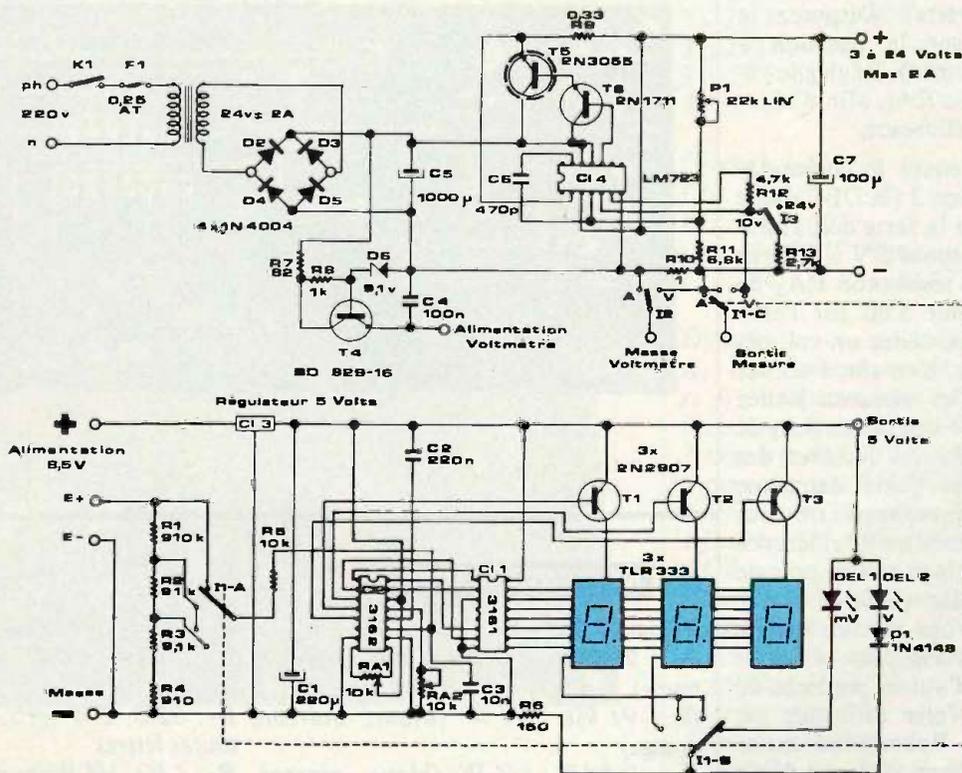


Fig. 1 Schéma de principe complet.

Fig. 2

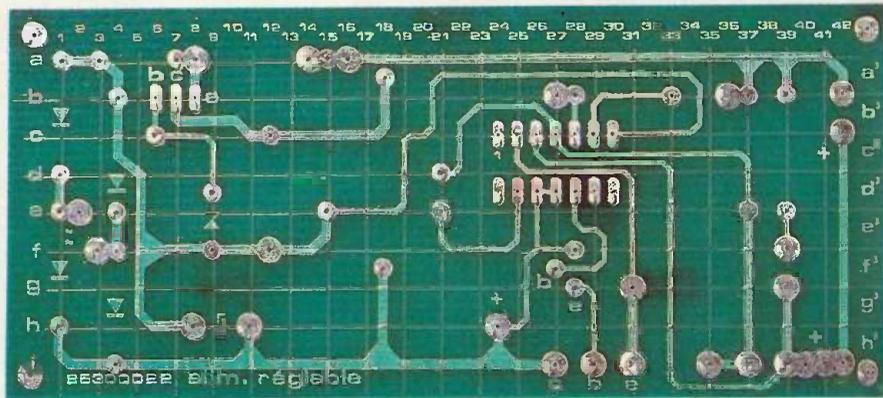
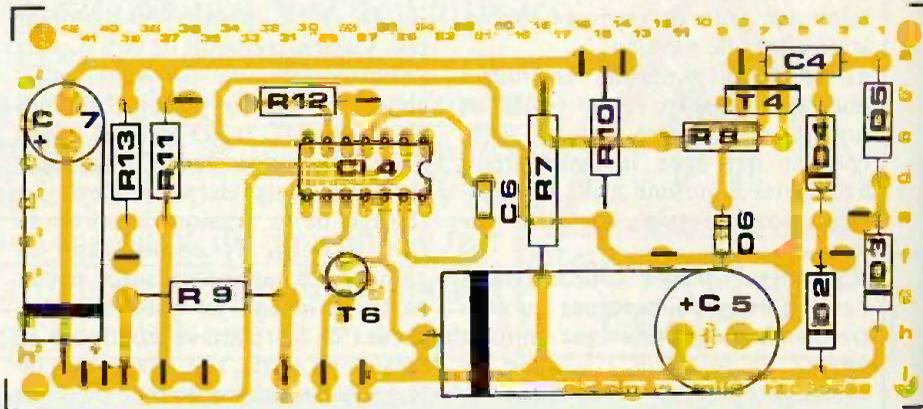
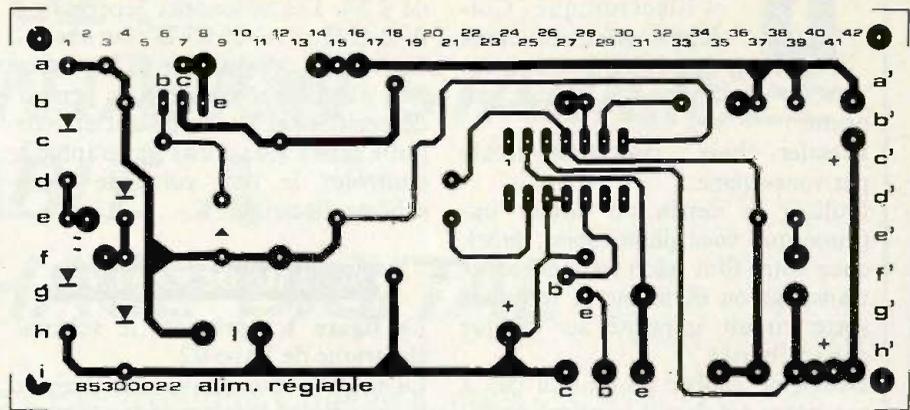
**MISE EN ROUTE**

Le câblage des deux circuits, leur interconnexion et le montage du transformateur sont terminés. Avant de brancher le secteur, réglez les résistances ajustables et le potentiomètre à mi-course, vérifiez une dernière fois l'implantation et l'orientation des composants. Vous pourrez pour cela vous aider du schéma d'implantation (fig. 2). Vérifiez ensuite les soudures et prenez garde aux courts-circuits entre pistes rapprochées.

Vous allez maintenant régler l'affichage. Placez l'inverseur 12 sur la position ampères, débranchez au niveau du commutateur rotatif le fil reliant la borne C de ce commutateur à l'entrée mesure E+ de l'affichage. Reliez ce fil à l'entrée E- (picot inutilisé situé en C<sub>1</sub>).

Branchez le secteur. Fermez l'interrupteur, les afficheurs doivent s'allumer. Si ce n'est pas le cas, vérifiez que les ajustables sont réglés à mi-course, manœuvrez l'interrupteur (il était peut-être ouvert !), re-vérifiez l'implantation des composants, les soudures (courts-circuits et circuits ouverts). Disposez le commutateur sur la position 1 (DEL rouge allumée). Réglez la résistance ajustable RA<sub>1</sub>, afin d'obtenir 000 sur les afficheurs.

Disposez maintenant le commutateur sur la position 2 (la DEL rouge doit s'éteindre et la verte doit s'allumer). Reliez la sortie 5 V à l'entrée E+. Réglez la résistance RA<sub>2</sub> de manière à obtenir 5.00 sur l'affichage. Si vous possédez un voltmètre, vous pouvez, bien sûr, l'utiliser pour comparer les mesures. Reliez alors l'entrée E+ et ajustez RA<sub>2</sub> de manière à égaler les lectures des deux affichages. Cette deuxième méthode a l'avantage d'être très précise (si le voltmètre de référence l'est), car le réglage se fait près de la pleine échelle (environ 8,5 V pour 9,99 V). Vous pouvez ensuite refaire des mesures avec d'autres tensions et sur d'autres positions du commutateur. Votre affichage est prêt à l'emploi. Rebranchez maintenant le fil reliant la borne C du commutateur à l'entrée E+ de l'affichage.



**NOMENCLATURE**

Résistances

- R<sub>1</sub> : 910 kΩ, 1/4 W (blanc, marron, marron)
- R<sub>2</sub> : 91 kΩ, 1/4 W (blanc, marron, orange)
- R<sub>3</sub> : 9,1 kΩ, 1/4 W (blanc, marron, rouge)

R<sub>4</sub> : 910 Ω, 1/4 W (blanc, marron, marron)

R<sub>5</sub> : 10 kΩ, 1/4 W (marron, noir, orange)

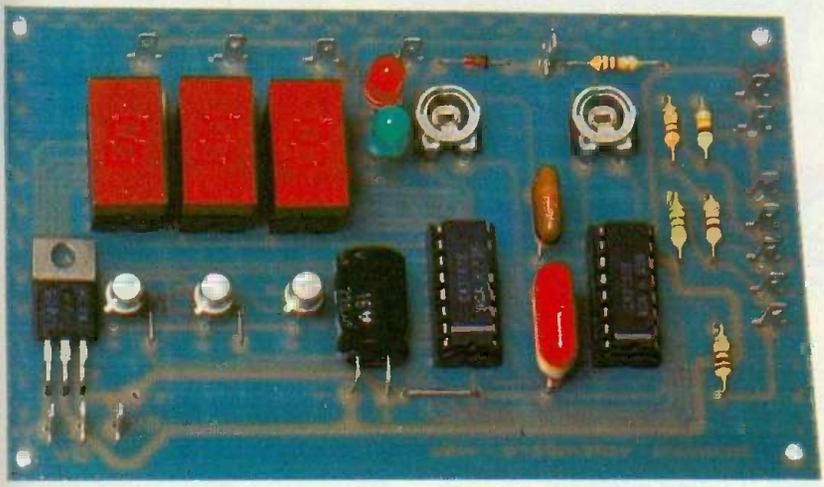
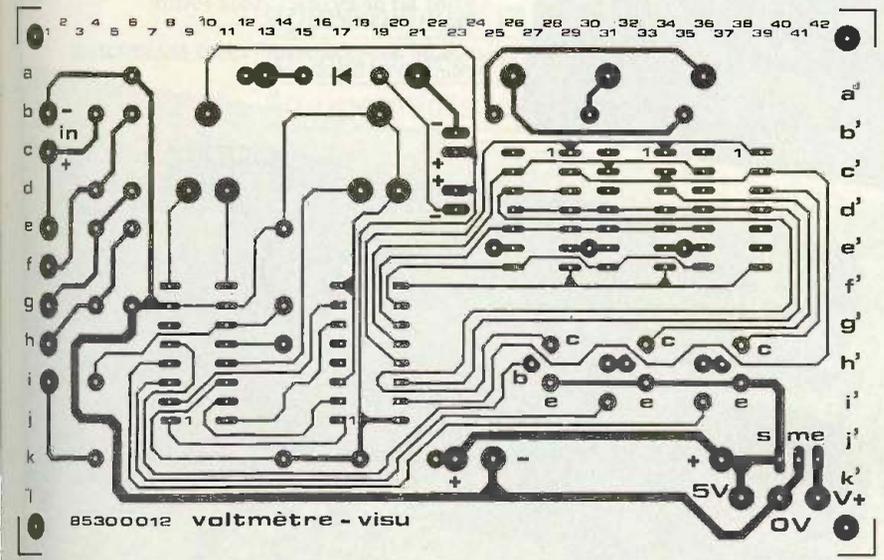
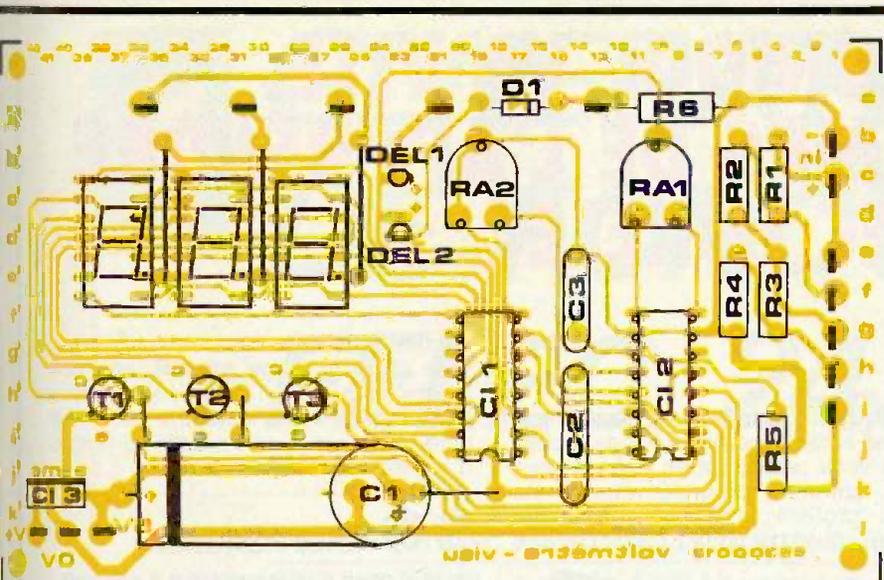
R<sub>6</sub> : 150 Ω, 1/4 W (marron, vert, marron)

R<sub>7</sub> : 82 Ω, 2 W (gris, rouge, noir) ou en toutes lettres

R<sub>8</sub> : 1 kΩ, 1/4 W (marron, noir, rouge)

R<sub>9</sub> : 0,3 Ω, 1/2 W (orange, orange, ar-)

**Fig. 3** Tracé et implantation de la section visualisation.



gent) ou en toutes lettres  
 $R_{10}$  : 1  $\Omega$ , 5 W (marron, noir, or) ou en toutes lettres  
 $R_{11}$  : 6,8 k $\Omega$ , 1/4 W (bleu, gris, rouge)  
 $R_{12}$  : 4,7 k $\Omega$ , 1/4 W (jaune, violet, rouge)  
 $R_{13}$  : 2,7 k $\Omega$ , 1/4 W (rouge, violet, rouge)  
 $RA_1, RA_2$  : 10 k $\Omega$ , ajustable horizontale  
 $P_1$  : potentiomètre 22 k $\Omega$  linéaire

**Condensateurs**

$C_1$  : 220  $\mu$ F, chimique polarisé (axial ou radial)  
 $C_2$  : 220 nF, polyester  
 $C_3$  : 10 nF, céramique disque  
 $C_4$  : 100 nF, polyester  
 $C_5$  : 1 000  $\mu$ F, chimique polarisé (axial ou radial)  
 $C_6$  : 470 pF, céramique disque  
 $C_7$  : 100  $\mu$ F, chimique polarisé (axial ou radial)

**Diodes**

$D_1$  : 1N4148  
 $D_2, D_3, D_4, D_5$  : 1N4001 à 1N4007  
 $D_6$  : zener 9,1 V, 400 mW  
 $DEL_1$  : diode électroluminescente rouge 5 mm  
 $DEL_2$  : diode électroluminescente verte 5 mm

**Transistors**

$T_1, T_2, T_3$  : 2N2907  
 $T_4$  : BD 829-16  
 $T_5$  : 2N3055  
 $T_6$  : 2N1711

**Circuits intégrés**

$CI_1$  : CA 3161  
 $CI_2$  : CA 3162  
 $CI_3$  : MC 7805 (régulateur 5 V)  
 $CI_4$  : MC 1723 (ou LM 723)

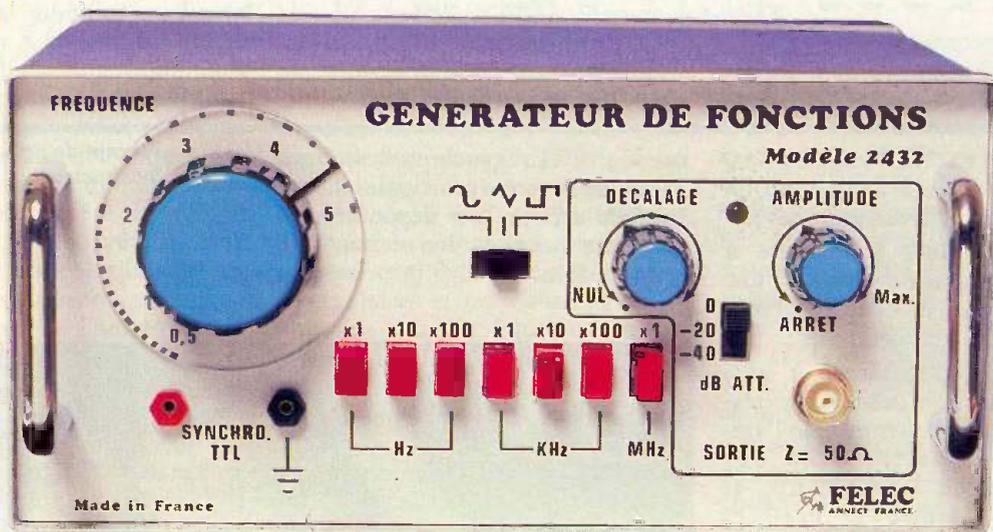
**Divers**

$K_1$  : interrupteur secteur  
 $I_2, I_3$  : inverseurs unipolaires  
 $I_1$  : commutateur rotatif 3  $\times$  4 positions  
7 supports de CI 14 broches  
2 supports de CI 16 broches  
3 afficheurs 7 segments TLR 333  
1 fusible 0,25 A temporisé  
32 picots  
1 cosse à œillet de 3 mm  
1 porte-fusible  
1 refroidisseur en aluminium noir (pour le 2N3055)  
2 vis 3  $\times$  12  
2 écrous de 3 mm  
2 rondelles éventails de 3 mm



# GENERATEUR DE FONCTIONS FELEC 2432

Dans un autre article de la revue, nous abordons, d'un point de vue à la fois théorique et pratique, les applications des générateurs de fonctions, appareils aux multiples possibilités pour la mise au point des montages, et les mesures sur les équipements les plus divers.



## A

u sein d'une gamme déjà étendue de matériels de laboratoire, la société française (elle a son siège près d'Annecy) Felec propose un générateur que nous avons eu l'occasion de tester en détail : il s'agit du modèle 2432, aux caractéristiques et aux performances étonnantes pour un prix de vente plus que raisonnable. L'ensemble témoigne d'une étude approfondie du schéma, conduisant à une simplicité de bon aloi, qui ne sacrifie aucune exigence technique.

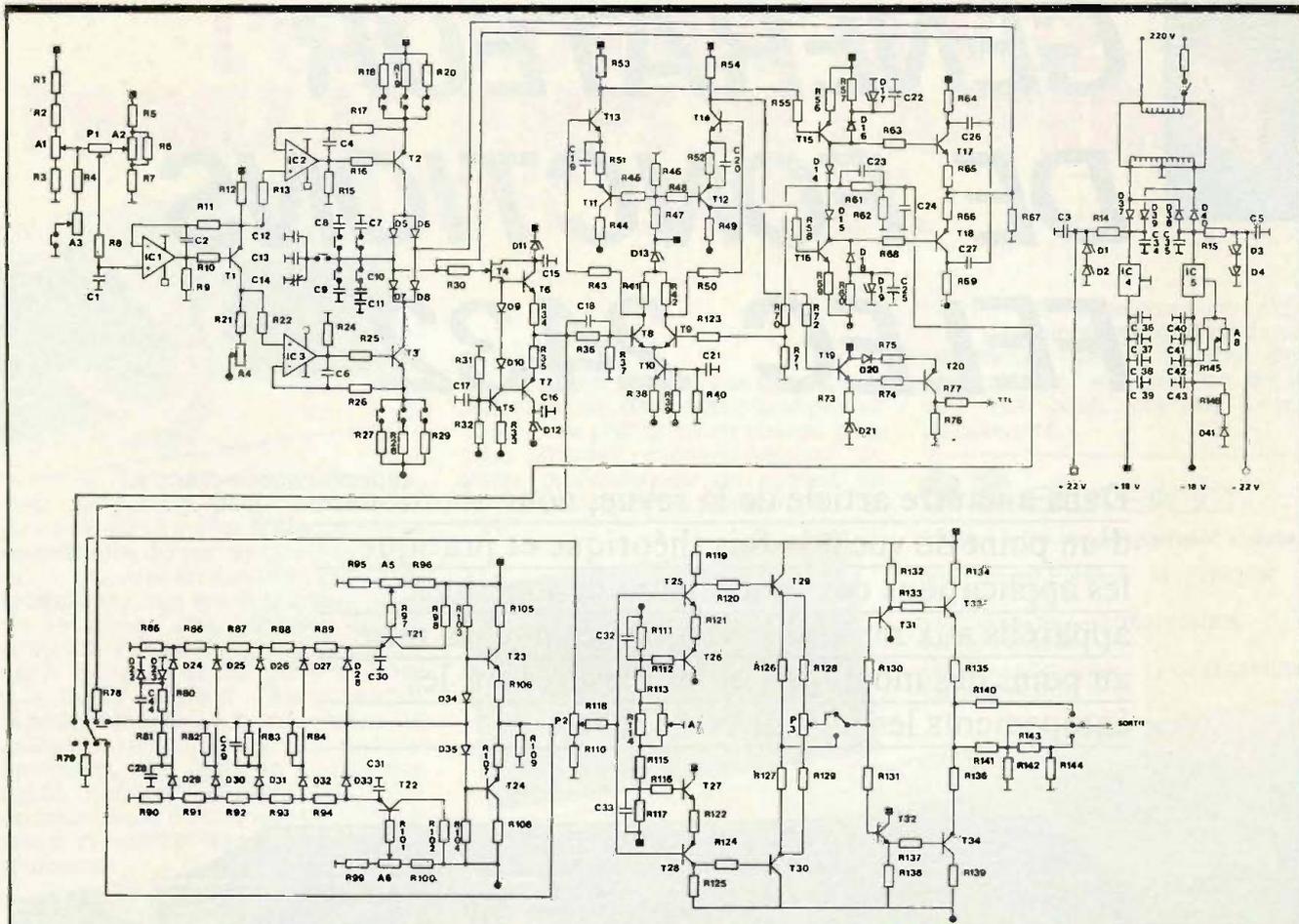
### PRESENTATION GENERALE DU FELEC 2432

L'appareil, habillé d'un gainage bleu clair, et ceinturé d'une solide armature d'aluminium brossé, surprend agréablement par sa compacité : 235 mm de largeur, 200 mm de profondeur, et 105 mm de hauteur, avec une masse de 1,9 kg seulement.

La face avant, munie de deux petites poignées chromées, regroupe

toutes les commandes, très clairement disposées et repérées, et agréables à manipuler. On trouve, ainsi :

- une rangée de 7 poussoirs, dont chacun met en service l'une des 7 gammes de fréquences délivrées par le générateur. Le regroupement en Hz (3 touches), kHz (3 touches), et MHz (1 touche) autorise un repérage sans aucune ambiguïté ;
- un large bouton, entouré d'une échelle transparente, pour le réglage continu de la fréquence à l'intérieur de chaque gamme. Le rap-



**Fig. 1** Schéma de principe retenu par le constructeur.

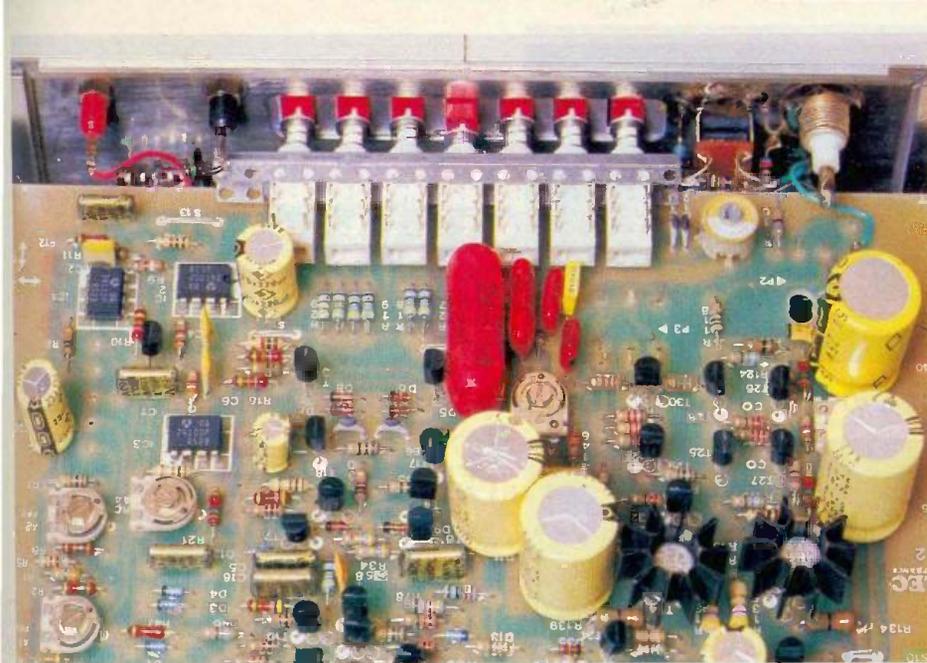
port atteint la valeur 10 (graduations de 0,5 à 5), avec un léger recouvrement des gammes ;

- un commutateur à glissière à trois positions, sélectionnant l'une des trois formes d'ondes délivrées : sinus, triangles, ou rectangles ;
- un autre commutateur à glissière, dont les trois positions correspondent aux trois gammes de l'amplitude de sortie, avec des atténuations de 0 dB, 20 dB, et 40 dB, c'est-à-dire 1, 1/10 et 1/100 ;
- un potentiomètre ajustant continûment l'amplitude au sein de chaque gamme, et qui incorpore l'interrupteur de mise sous tension. Celle-ci est signalée par un petit voyant ;
- un potentiomètre de réglage de l'offset, c'est-à-dire du décalage de la tension moyenne. L'offset nul (centrage des tensions symétriquement autour de la masse) s'obtient automatiquement pour une position encliquetée ;
- la prise BNC de sortie des signaux principaux ;
- deux petites bornes de sortie, où on recueille des créneaux aux

normes TTL, synchrones des signaux de la sortie principale. La face arrière, très dépourvue, ne comporte que le cordon secteur et le porte-fusible,



La vue interne de l'appareil témoigne de la qualité de l'ensemble.



## RESUME DES CARACTERISTIQUES

La plage des fréquences s'étend de 0,5 Hz à 5 MHz, en sept gammes comme nous l'avons déjà signalé, avec une précision supérieure à  $\pm 5\%$  sur toute l'étendue et, surtout, avec une stabilité meilleure que  $\pm 1\%$  sur 8 heures, dès qu'on a dépassé les dix premières minutes de fonctionnement.

La sortie principale délivre les trois formes d'ondes sur une impédance de 50  $\Omega$ , avec une amplitude maximale de 10 volts crête à crête à vide, donc de 5 volts crête à crête sur 50  $\Omega$  (voir notre article théorique). En circuit ouvert, et pour le réglage maximal de l'amplitude, le décalage d'offset atteint de  $-5$  volts à  $+5$  volts. Enfin, le bruit résiduel, au maximum de l'atténuation, reste inférieur à 100  $\mu\text{V}$ .

Pour les signaux sinusoïdaux, la distorsion n'atteint pas 1% de 0,5 Hz à 100 kHz. Au-delà, et jusqu'à 5 MHz, elle est inférieure à 2%. En triangles, l'écart de linéarité ne dépasse pas 2%. Enfin, pour les rectangles de la sortie principale, le constructeur annonce des temps de montée et de descente inférieurs à 50 ns : nos mesures (voir plus loin) nous ont donné des résultats encore meilleurs sur l'exemple testé, puisque nous sommes descendus à 40 ns environ.

On sait que l'appareil offre une sortie aux normes TTL, donc avec une amplitude de 5 volts crête à crête, et en lancée positive. Ces signaux rectangulaires seront particulièrement appréciés pour une synchroni-

sation externe de l'oscilloscope, ou comme signaux d'horloge dans l'étude des circuits logiques.

## COUP D'OEIL SUR LE SCHEMA

La figure 1 donne le schéma complet du générateur 2432. Bien qu'il s'agisse d'une structure assez simple, au regard des performances atteintes, son analyse détaillée nous entraînerait trop loin : nous nous contenterons donc de dégager les grandes lignes du fonctionnement. Comme dans tous les générateurs de fonctions, la section oscillatrice élabore, conjointement, les signaux triangulaires et les signaux rectangulaires. Dans la figure 1, elle occupe la moitié supérieure du schéma.

Les triangles s'obtiennent par les charges et les décharges alternées, à courant constant, de l'un ou l'autre des condensateurs ou des groupes de condensateurs  $C_7$  à  $C_{14}$ , que sélectionne le commutateur de gammes. Le problème consiste donc à élaborer ces courants, de signes opposés mais de même intensité, à les commuter périodiquement, et à les faire varier continuellement dans un rapport 10, à l'aide de la commande fine de fréquence (potentiomètre  $P_1$ ). A cet effet, la tension du curseur de  $P_1$  est transformée, par l'intermédiaire de  $IC_1$  et de  $T_1$ , en deux potentiels rigoureusement symétriques, respectivement disponibles sur l'émetteur et sur la base de  $T_1$ . Chacun de ces potentiels commande une source de courant :  $IC_2$  et  $T_2$  pour les intensités de charge,

délivrées par le collecteur de  $T_2$ ;  $IC_3$  et  $T_3$  pour les intensités de décharge, absorbées par le collecteur de  $T_3$ . La commutation de l'un ou l'autre de ces courants est confiée aux diodes  $D_5$  à  $D_8$ , qui passent tour à tour de la conduction au blocage, grâce à une polarisation à l'aide des crêteaux de sortie.

On remarquera qu'il n'existe en fait que 5 valeurs de condensateurs, pour obtenir les 7 gammes de fréquence. En effet, la commutation joue aussi sur les courants des sources  $T_2$  et  $T_3$ , dont on commute les résistances d'émetteurs. Cette astuce permet d'éviter l'emploi de fortes capacités, donc de condensateurs électrolytiques imprécis, et instables dans le temps.

La transformation des triangles en rectangles s'effectue dans les circuits englobant les transistors  $T_8$  à  $T_{16}$ , par amplifications successives, et écrêtage à  $\pm 5$  volts à l'aide des diodes Zener  $D_{17}$  et  $D_{19}$ . L'étage  $T_{17}$ ,  $T_{18}$ , enfin, permet de disposer des crêteaux sous faible impédance.

L'élaboration des sinusoïdes s'effectue par mise en forme des triangles. Le circuit réalisant cette opération (partie en bas et à gauche du schéma de la figure 1) comporte deux atténuateurs à diodes. Celles-ci voient leurs potentiels de cathodes, donc leurs seuils de conduction, échelonnés grâce aux diviseurs résistifs  $R_{85}$  à  $R_{89}$ ,  $R_{90}$  à  $R_{94}$ , insérés dans les émetteurs des transistors  $T_{21}$  et  $T_{22}$ . L'étage push-pull  $T_{23}$ ,  $T_{24}$ , adapte l'impédance de sortie de cette section.

Après sélection par le commutateur de fonctions, l'un ou l'autre des signaux parvient au potentiomètre  $P_2$ , qui commande les variations continues de l'amplitude, et dont le curseur pilote l'amplificateur de sortie (transistors  $T_{25}$  à  $T_{34}$ ). Celui-ci englobe le potentiomètre de réglage d'offset  $P_3$ , associé à un commutateur pour le passage à l'offset nul. Enfin, on trouve, en sortie, l'atténuateur à trois positions, construit autour des résistances  $R_{140}$  à  $R_{144}$ .

L'alimentation (en haut et à droite du schéma) délivre les quatre tensions stabilisées nécessaires au fonctionnement :  $+22$  volts et  $-22$  volts (stabilisation par diodes Zener),  $+18$  volts et  $-18$  volts (stabilisation par les régulateurs  $IC_4$  et  $IC_5$ ).

En résumé, la remarque essentielle qu'inspire l'analyse de ce schéma réside dans l'emploi quasi général de composants discrets. C'est, pour le constructeur, la possibilité d'accéder, pour un coût très raisonnable, aux larges bandes passantes et aux faibles temps de commutation qui hissent son appareil, sur le plan des performances, à un haut niveau. Nous ne pouvons naturellement qu'approuver ce choix.

### A L'INTERIEUR DU COFFRET

Quatre vis maintiennent chaque demi-coquille du boîtier. En enlevant ces dernières, on accède à l'unique circuit imprimé, qui porte tous les composants de l'appareil. La répartition des diverses fonctions apparaît à la fois très claire et très logique, comme le précisent nos photographies d'accompagnement. La sérigraphie de tous les composants et la facilité d'accès aux deux faces du circuit faciliteront d'éventuelles opérations de maintenance. A ce propos, accordons aussi un bon point à la notice, rédigée de façon claire, et qui consacre un chapitre à ces opérations. En suivant scrupuleusement les instructions données, n'importe quel utilisateur soigneux pourra reprendre les réglages, si d'aventure apparaissait une dégradation des caractéristiques.

### QUELQUES RESULTATS DE MESURES

Faut-il l'avouer ? Lorsque le rédacteur en chef d'*Electronique Pratique* nous a prévenu de l'arrivée du générateur Felec modèle 2432, en précisant simultanément les performances revendiquées et... le prix de vente, nous avons réagi avec un scepticisme bien compréhensible ! Aussi, l'appareil est-il passé très rapidement du carton de livraison au laboratoire du journal, pour y subir un examen serré.

Les résultats nous ont très favorablement impressionnés, et on le comprendra au vu des quelques oscillogrammes ci-joints.

Sur l'oscillogramme A, on a rassemblé, à une fréquence de 100 kHz, les sinusoides prélevées sur la sortie principale, et les cré-

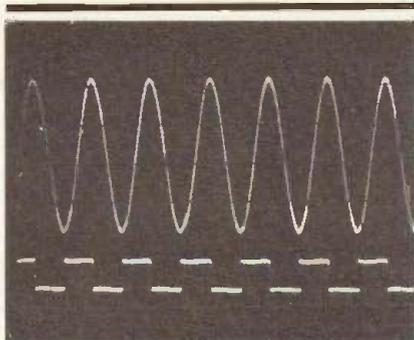


Photo A. - Sinusoïde et sortie TTL à 100 kHz.

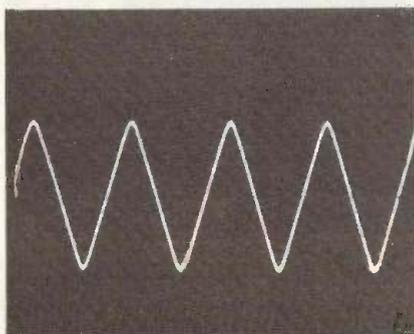


Photo B. - Triangles à 2 MHz.

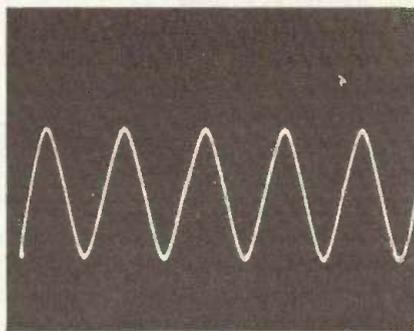


Photo C. - Triangles à 5 MHz.

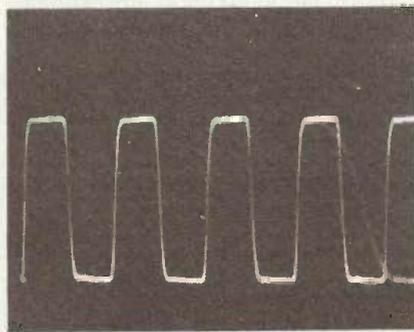


Photo D. - Créneaux à 2 MHz.

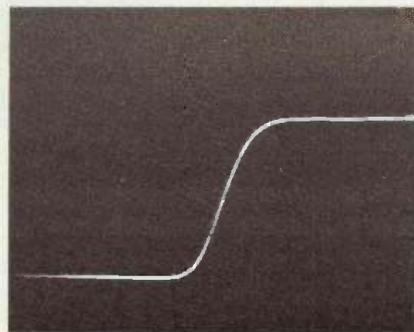


Photo E. - Temps de montée des créneaux sur la sortie principale → 40 ns

neaux TTL de la sortie de synchronisation : aucune critique à formuler.

Les faiblesses des générateurs de fonctions apparaissent le plus souvent vers les fréquences élevées, pour les signaux triangulaires, et plus encore pour les créneaux. L'oscillogramme B montre que, à 2 MHz, les triangles restent encore quasi parfaits, avec à peine un début d'arrondi sur les crêtes. Même à 5 MHz (oscillogramme C), les résultats demeurent fort honorables : il faudrait faire appel à des matériels sensiblement plus coûteux pour trouver mieux.

La même conclusion s'impose lorsqu'on passe aux créneaux, comme en témoigne l'oscillogramme D, enregistré à 2 MHz : les flancs sont raides et on ne déplore aucun overshoot visible. Ces constatations sont d'ailleurs confirmées par l'oscillogramme E, qui nous a permis de mesurer un temps de montée d'à peine 40 ns.

### NOS CONCLUSIONS

Comme il apparaît à la lecture de notre article général sur les générateurs de fonctions, nous considérons comme presque illimitées les applications de ce type de matériel. Encore, pour cela, convient-il de disposer d'un modèle aux performances pas trop étriquées.

En tout bas de gamme, on trouve souvent des générateurs démarrant à quelques hertz, et plafonnant vers 200 kHz : leur usage se limite un peu trop au strict domaine de la BF. Pour un prix à peine supérieur, le Felec 2432 couvre de 0,5 Hz à 5 MHz et délivre, dans toute cette étendue, des signaux de qualité indiscutable. Dès lors, de vastes horizons lui sont ouverts, depuis l'analyse des asservissements ou des filtres (très basses fréquences), jusqu'à celle des circuits logiques et de certains circuits HF, en passant naturellement par les utilisations classiques en BF (mesure des gains, réglage des polarisations, etc.).

Au total, on doit donc un grand bravo aux concepteurs de cet appareil. Et s'il fallait émettre une petite réserve, nous ne pourrions regretter que l'absence d'une entrée de vobulation... Malgré cela, le bilan général apparaît nettement positif.

R. RATEAU



# NOUVEAU «LOOK» POUR LES KITS TSM

Les kits électroniques évoluent et la clientèle également. Au départ de nombreux fabricants se contentaient d'introduire à l'intérieur d'un sachet quelques pièces détachées destinées à être assemblées sur un circuit imprimé au regard d'une simple photocopie.



**S**i certains en sont encore restés à ce stade, on ne peut en revanche que saluer l'initiative d'autres comme « TSM » qui ont su améliorer la qualité du produit.

En effet, au fil des années, les établissements « TSM » ont parfaitement compris que leur fidèle clientèle restait très sensible à la qualité de leur produit.

C'est la raison pour laquelle les kits de cette firme prennent une nou-

velle présentation réalisée à l'aide d'un boîtier pour cassettes vidéo.

Les précédents kits faisaient déjà l'objet d'un soin attentif au niveau de l'ensachage, aujourd'hui ils sont encore plus sévèrement contrôlés.

Chaque boîtier vidéo renferme tous les éléments nécessaires à la réalisation du kit y compris, bien entendu, le circuit imprimé qui comporte même une sérigraphie en couleurs ou apparaît, comme par transparence, le tracé cuivré.

Comme vous pouvez en juger, les boîtiers comportent une jaquette

toute en couleurs qui divulgue même le code des couleurs des résistances et des condensateurs.

Ces boîtiers « cristal » à leur ouverture dévoilent et prodiguent tous les conseils pour le montage des kits, y compris l'illustration des brochages des divers composants, en passant par la méthode d'opération des soudures.

Avec une gamme de plus de deux cents kits, « TSM » redore le blason du kit grâce à ce look très attrayant. ■



# SONNERIE MODULEE DE TELEPHONE TSM 198

Au nombre des kits originaux et utiles, TSM inscrit sous la référence 198 une sonnerie modulée de téléphone. En effet, beaucoup d'utilisateurs conservent encore les anciens postes équipés d'une sonnerie classique. Le montage en question, simplement branché en parallèle sur la ligne, modernisera votre poste téléphonique en émettant une sonnerie modulée, ou sorte de trémolo, analogue aux postes derniers cris.

**S**

eulement un circuit intégré, spécialement conçu à cet effet pouvait déboucher sur un

schéma de principe aussi simple que celui de la figure 1.

La tension d'alimentation se prélève sur la ligne téléphonique. A cet effet, le condensateur  $C_1$  associé à la résistance  $R_3$  et au pont de diodes assure l'alimentation en tension positive à la broche (1) du circuit intégré et négative à la borne (5).

Le circuit en question porte la référence ML 8204 AE. Peu de composants discrets montés aux autres broches permettent d'obtenir la modulation désirée.

Le condensateur  $C_4$  véhicule les signaux de sortie vers un petit haut-parleur miniature d'une bobine mobile de 100  $\Omega$ .

Notons que le cas échéant, cette sonnerie modulée peut servir de témoin sonore avec alimentation directe sur le réseau de distribution.

Il suffit en effet de modifier la valeur du condensateur  $C_1$  et de la

porter à 0,22  $\mu\text{F}$  avec une isolation de 400 V en place et lieu du 1  $\mu\text{F}/100$  V.

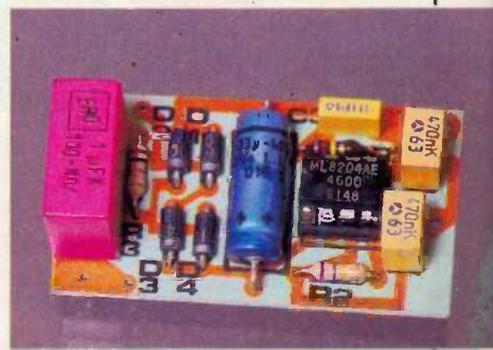
## LE MONTAGE

Ce kit bénéficie de la toute nouvelle présentation de la gamme TSM, à savoir que tous les composants nécessaires à la réalisation du montage sont introduits à l'intérieur d'un boîtier vidéo spécial (voir article de ce même numéro).

Un circuit imprimé de faibles dimensions (50 x 25 mm) supporte tous les composants. A titre indicatif, nous livrons grandeur nature la tracé de ce circuit en figure 2.

La figure 3 précise alors la sérigraphie ou implantation des éléments à l'échelle et à l'aide d'un système de repérage en couleur comme le montre la photographie de présentation. Il faudra simplement veiller à l'orientation des diodes, et du méplat du circuit intégré.

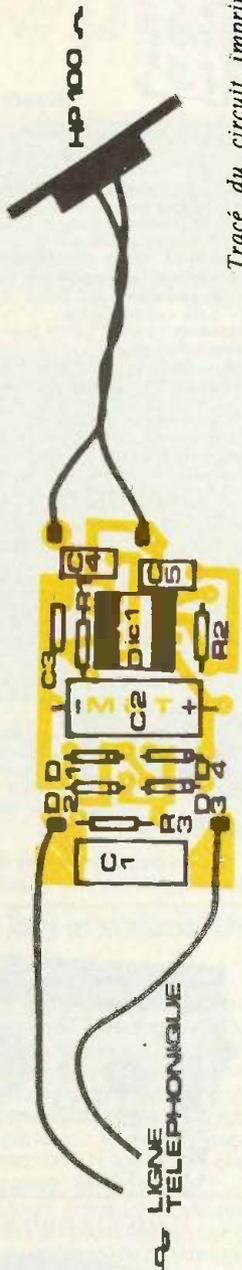
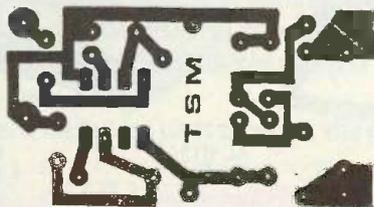
Comme précisé, le montage se raccorde en parallèle sur la ligne téléphonique.



## LISTE

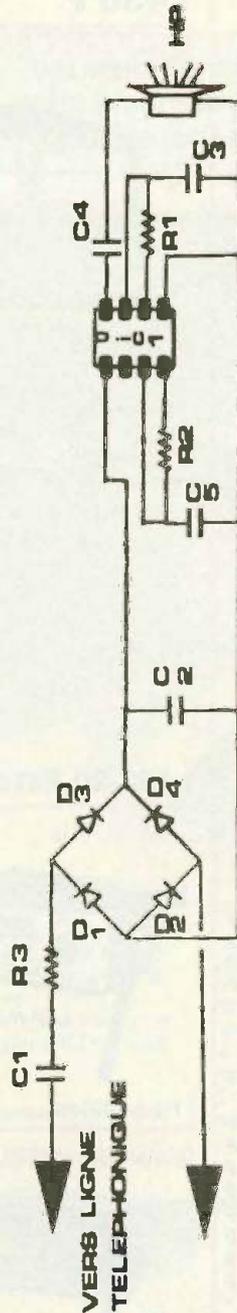
### DES COMPOSANTS

- $R_1$  : 120 k $\Omega$  (marron, rouge, jaune)
- $R_2$  : 270 k $\Omega$  (rouge, violet, jaune)
- $R_3$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $C_1$  : 1  $\mu\text{F}/100$  V (voir texte)
- $C_2$  : 33  $\mu\text{F}/40$  V
- $C_3$  : 6,8 nF
- $C_4, C_5$  : 470 nF
- $D_1, D_2, D_3, D_4$  : 1N4004 ou équivalente.
- IC $_1$  : ML 8204 AE
- HP : miniature 100  $\Omega$
- 1 support 8B
- 1 circuit imprimé



Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments à l'échelle. Le constructeur propose le circuit imprimé prêt à l'emploi avec l'ensemble des composants, et notamment le circuit intégré spécial.

Fig. 2 et 3



SCHEMA DE PRINCIPE

Un schéma de principe très simple.

Fig. 1



### « ALARMES »

**La protection électronique contre le vol, l'incendie et le piratage informatique**

Texas Instruments France vient d'éditer, sous le titre « Alarmes », un ouvrage consacré à la protection électronique contre le vol, l'incendie et le piratage informatique.

Pragmatique et très documenté, « Alarmes » passe en revue l'ensemble des solutions et des matériels mis en œuvre dans le domaine de la protection électronique contre le vol et l'incendie. Ce livre très complet, prenant en compte les normes en vigueur, délimite avec précision les domaines d'utilisation respectifs des équipements et des techniques actuellement disponibles sur le marché, précise les conditions d'une protection véritable.

Le piratage informatique n'est pas oublié non plus, et le lecteur apprendra également comment protéger l'accès aux données informatiques dont il a la charge, à l'usine comme au bureau.

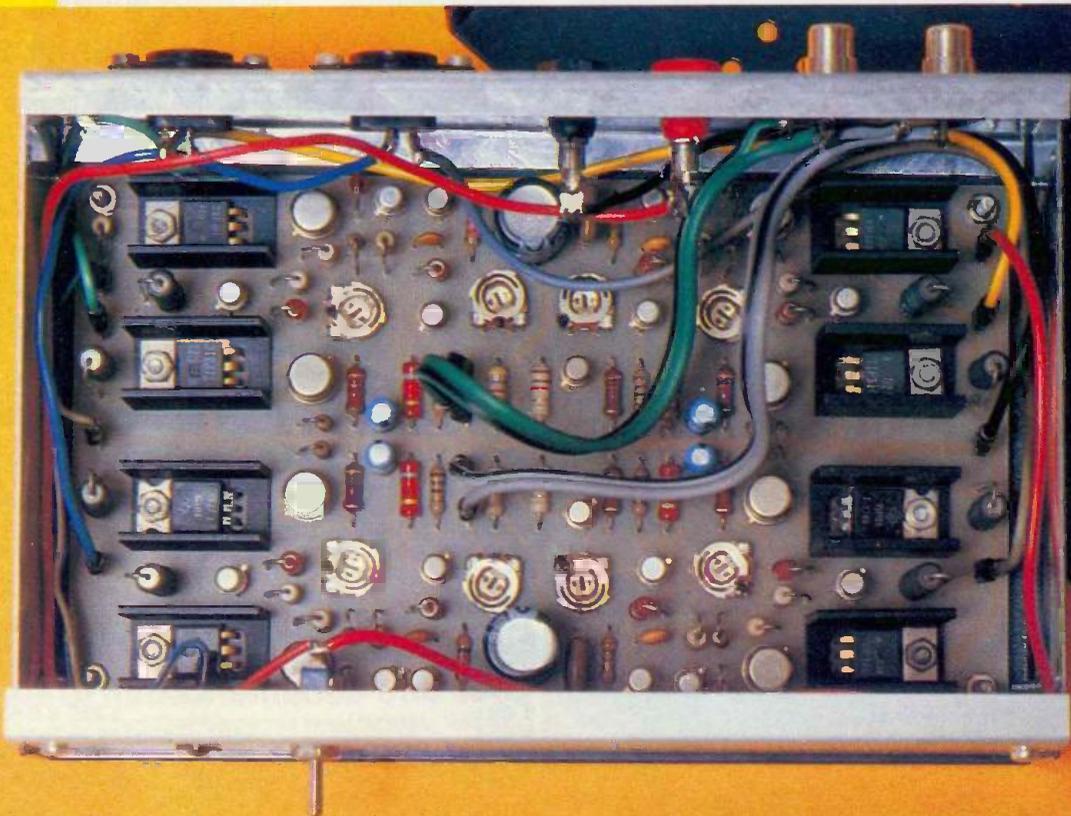
« Alarmes » s'adresse au public le plus vaste. Et d'abord au particulier, auquel il fournit de précieuses informations sur les voies et moyens d'assurer la protection la plus efficace possible des personnes et des biens. Il intéressera également l'installateur et le professionnel de la sécurité qui disposeront ainsi d'un manuel de référence, brochant un vaste panorama des dernières armes de la dissuasion contre la malveillance et de la protection contre l'incendie.

« Alarmes » : ouvrage de 256 pages, en vente en librairie (diffusion Bordas) et chez les distributeurs agréés Texas Instruments France, au prix public TTC de 139 francs.



# BOOSTER 2x16 WATTS A TRANSISTORS

Si vous ne disposez pas déjà d'un booster sur votre autoradio ou radiocassette, nous vous conseillons de réaliser le montage qui suit. En effet, connecté à la sortie de votre appareil, il vous permettra d'obtenir une puissance plus de trois fois supérieure :  $2 \times 16$  watts sur 4 ohms, et il s'agit bien entendu de watts efficaces.



**C**

e montage est de plus réalisé avec des composants « discrets » fort répandus, ce qui facilite la compréhension... et l'approvisionnement.

## ETUDE THEORIQUE

Pour commencer, il est bon de rappeler la puissance efficace maximale que peut fournir un amplificateur pour voiture, non pourvu d'un

booster. Cette puissance est évidemment liée à la tension d'alimentation, soit 14 V maximum dans notre cas. Reportons-nous à la figure 1a. Elle représente, de façon simplifiée, un étage de sortie.

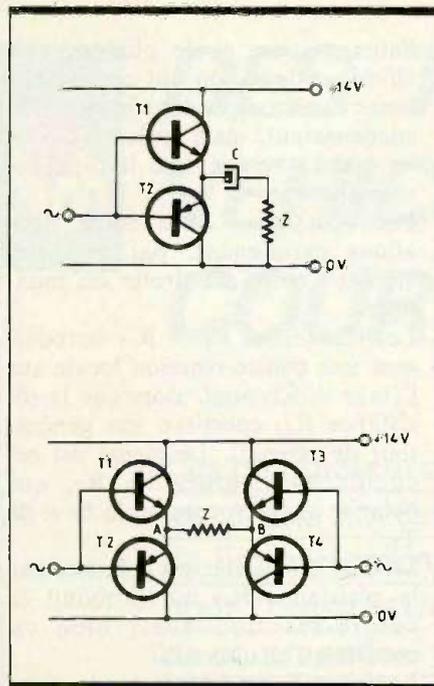


Fig. 1 Etage de sortie simplifié d'un ampli en classe AB. Fig. 1 bis Principe simplifié d'un montage ponté.

Quelle que soit la structure adoptée, « compound » ou « darlington », nous aurons au moins deux chutes de tension base-émetteur qui limitent l'excursion de sortie. La tension sinusoïdale crête-à-crête dans Z sera donc de  $14 - 0,7 - 0,7$ , soit  $12,6\text{ V}$  maximum. Cela représente une tension efficace de  $4,45\text{ V}$  pour  $Z = 4\ \Omega$  (valeur normalisée des impédances de haut-parleurs pour voiture). Comme  $P = U^2/Z$ , on obtient une puissance maximale de  $4,96\text{ W}$ . Donc, même pas  $5\text{ W}$  efficaces : méfiez-vous des publicités « tape-à-l'œil » qui parlent plus facilement de puissance musicale.

Prenons maintenant le cas d'un ampli monté « en pont », comme l'indique le schéma, simplifié lui aussi, de la figure 1b. Deux signaux en opposition de phase attaquent simultanément les étages de sortie de deux amplificateurs. La charge est connectée entre les deux sorties. Voyons alors ce qui se passe : lorsque la tension monte sur les bases de  $T_1$  et  $T_2$ , elle descend sur celles de  $T_3$  et  $T_4$ . Nous avons alors en sortie aux bornes de Z une tension  $U_{AB} = 14 - 0,7 - 0,7 = +12,6\text{ V}$ . Inversement, lorsque la tension descend sur les bases de  $T_1$  et  $T_2$ , elle monte sur celles de  $T_3$  et  $T_4$  et la

tension de sortie se trouve inversée :  $U_{AB} = -12,6\text{ V}$ .

Cela représente une tension crête-à-crête de  $25,2\text{ V}$ , c'est-à-dire double. Comme P est toujours égal à  $U^2/Z$ , on obtient une puissance efficace de sortie quadruple, soit  $19,8\text{ W}$ . Ce qui est tout de même plus confortable. Ces calculs sont des maximums théoriques. On obtient en fait des puissances légèrement moindres, entre autres à cause de la puissance perdue dans les résistances d'émetteurs des transistors.

Ces considérations nous amènent au schéma synoptique de la figure 2. Le signal attaque simultanément deux amplificateurs de gain identique, mais l'un est précédé d'un étage inverseur de phase dont le gain est de  $-1$ . La charge sera connectée en pont entre les sorties. Un seul canal est représenté, nous obtiendrons une puissance de  $2 \times 16\text{ W}$  efficaces dans des charges de  $4\ \Omega$ .

Le schéma de principe retenu est représenté figure 3. Un seul canal est représenté, l'autre étant identique, sauf, bien entendu, en ce qui concerne K,  $R_1$  et L qui sont communs aux deux sections. On constate tout d'abord que le montage ne fait appel qu'à des transistors.

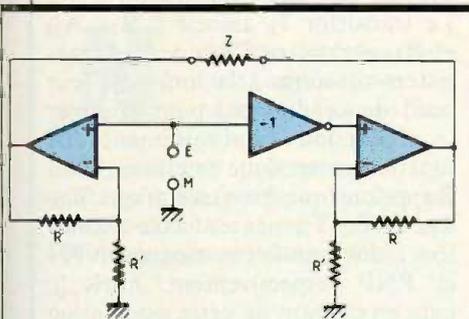


Fig. 2 Schéma synoptique d'un canal du montage.

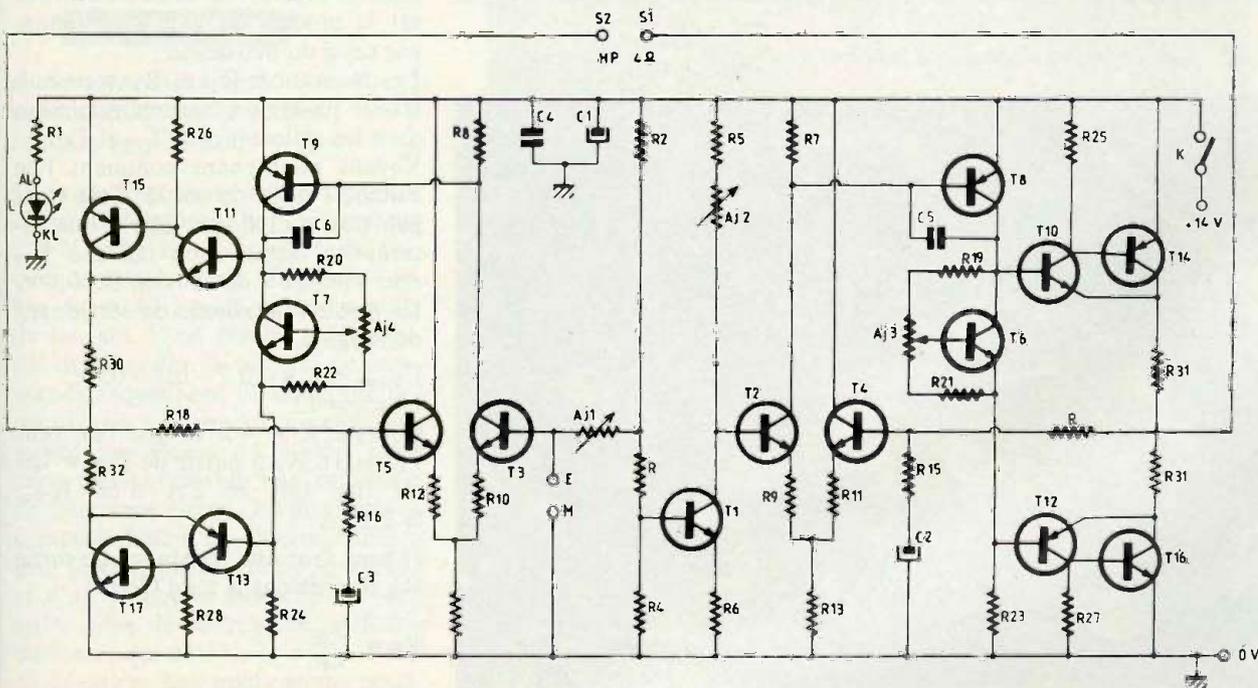


Fig. 3 Schéma de principe d'un canal.

## Analyse globale

Un des amplificateurs représenté sur le synoptique est construit autour des transistors T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>12</sub>, T<sub>14</sub> et T<sub>16</sub>; l'autre autour de T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>13</sub>, T<sub>15</sub> et T<sub>17</sub>. Ces deux amplis étant identiques (il y en a en fait quatre pour la version stéréo), nous n'en étudierons qu'un dans le détail par la suite.

L'étage inverseur de phase est tout simplement un transistor, T<sub>1</sub>, monté en émetteur commun. Il faut bien remarquer qu'il n'y a aucun condensateur de liaison, toutes celles-ci se faisant en « direct ». Cela élimine les risques de rotation de phase, éventuellement dissymétriques, entre les deux amplis d'un canal, ce qui apporterait de la distorsion en sortie. Il n'y a d'ailleurs même pas de condensateur de sortie, les potentiels de S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> étant les mêmes : la moitié de la tension d'alimentation.

Comme le signal d'entrée se fera à partir de la sortie de votre autoradio, nous n'avons en théorie besoin que d'un gain égal à 1 pour chaque amplificateur. En fait il sera légèrement supérieur, pour éviter les distorsions à la sortie de l'autoradio (ou radiocassette ou ce que vous avez) et à l'entrée du booster.

## Analyse détaillée

Comme nous l'avons dit plus haut, l'étage inverseur de phase est cons-

truit autour de T<sub>1</sub> monté en émetteur commun. Les résistances R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> fixent le potentiel de sa base à 1,7 V et donc celui de son émetteur à environ 1 V. R<sub>6</sub> détermine alors le courant circulant dans la branche collecteur-émetteur, stabilise le point de fonctionnement et introduit une importante contre-réaction en alternatif. R<sub>5</sub> associé à A<sub>j2</sub> constitue la résistance de charge. A<sub>j2</sub> permettra de fixer précisément la tension de la base de T<sub>2</sub> comme nous le verrons plus loin. Le gain, en valeur absolue, de cet étage sera légèrement supérieur à 1 malgré le diviseur constitué par R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>. D'où la présence de A<sub>j1</sub> qui permettra de fixer ce gain précisément à -1. En effet A<sub>j1</sub> et R<sub>2</sub> en parallèle avec R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> forment un diviseur de tension pour l'alternatif.

L'entrée de chaque ampli est constituée par un étage différentiel : T<sub>2</sub> et T<sub>4</sub> d'un côté, et T<sub>3</sub> et T<sub>5</sub> de l'autre. Cette configuration permet une excellente qualité et simplifie aussi le problème de la contre-réaction, puisque l'on dispose d'une entrée inverseuse et d'une non-inverseuse. Nous avons vu comment est polarisée la base de T<sub>2</sub>. Pour T<sub>3</sub> nous avons pris R<sub>2</sub> = R<sub>3</sub> + R<sub>4</sub>, ainsi sa base est à la moitié de la tension d'alimentation. On voit le rôle multiple de ces différentes résistances.

L'entrée se fait sans condensateur d'isolement, le potentiel de l'ampli de l'autoradio (ou magnéto, etc.) étant aussi à la moitié de celui de

l'alimentation, et de plus un gros chimique de liaison suit cette sortie. Nous aurons cependant besoin d'un condensateur, mais seulement pour les essais, comme nous le rappellerons plus loin.

Pour continuer cette étude nous allons maintenant, par exemple, étudier l'ampli de droite du montage.

Les résistances R<sub>9</sub> et R<sub>11</sub> introduisent une contre-réaction locale sur l'étage différentiel, alors que la résistance R<sub>13</sub> constitue son générateur de courant. Le signal est recueilli aux bornes de R<sub>7</sub>, qui polarise aussi en continu la base de T<sub>8</sub>.

La base de T<sub>4</sub>, elle, est polarisée par la résistance R<sub>17</sub> qui introduit la contre-réaction aussi bien en continu qu'en alternatif.

Le driver T<sub>8</sub> est chargé par la résistance R<sub>23</sub>, et attaque les transistors de sortie montés en « compound ». Cette configuration permet de n'avoir que deux chutes de tension base-émetteur, au lieu de quatre avec un montage « darlington ».

Le transistor T<sub>6</sub> associé à R<sub>19</sub>, A<sub>j3</sub> et R<sub>21</sub> permettra d'amener les transistors de sortie à la limite de leur seuil de conduction, pour éliminer la distorsion de croisement. Ils fonctionneront donc en classe AB.

Rappelons que les associations T<sub>10</sub>-T<sub>14</sub> et T<sub>12</sub>-T<sub>16</sub> peuvent être assimilées à des transistors uniques, NPN et PNP respectivement. Mais le gain en courant de cette association est le produit du gain du premier par celui du deuxième.

Les résistances R<sub>25</sub> et R<sub>27</sub> servent à laisser passer un courant minimum dans les collecteurs de T<sub>10</sub> et T<sub>12</sub>.

Voyons maintenant comment l'on calcule l'étage de sortie. Cela n'est pas très compliqué : lors d'une alternance négative on laisse à R<sub>23</sub> une « marge » de tension de 0,6 V. La tension maximale de sortie sera donc égale à :

$$U_{S \max} = (14 - 0,7 - 0,7 - 0,6)$$

$$U_{S \max} = 12.$$

Comme Z = 4 Ω et que l'on veut P<sub>eff</sub> = 16 W, à partir de P<sub>eff</sub> = I<sub>eff</sub><sup>2</sup> on tire I<sub>eff</sub> = 2 A d'où I<sub>S max</sub> = 2,83 A.

Il nous faut une résistance de sortie R<sub>S</sub>, donnée par la loi d'Ohm :

$$R_S = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$$

ou dans notre cas :

(suite page 105)

Photo 2. - Les transistors de puissance avec leur dissipateur.





# DES TRANSMISSIONS VEHICULEES PAR LE COURANT DU SECTEUR

Les conducteurs électriques cheminant à travers les gaines noyées dans les murs de la maison ou de l'appartement peuvent être mis à contribution pour transmettre toutes sortes d'informations ou de commandes. Cette utilisation est particulièrement intéressante parce qu'elle dispense, dans de nombreux cas, de la mise en place de fils apparents et inesthétiques.

**N**

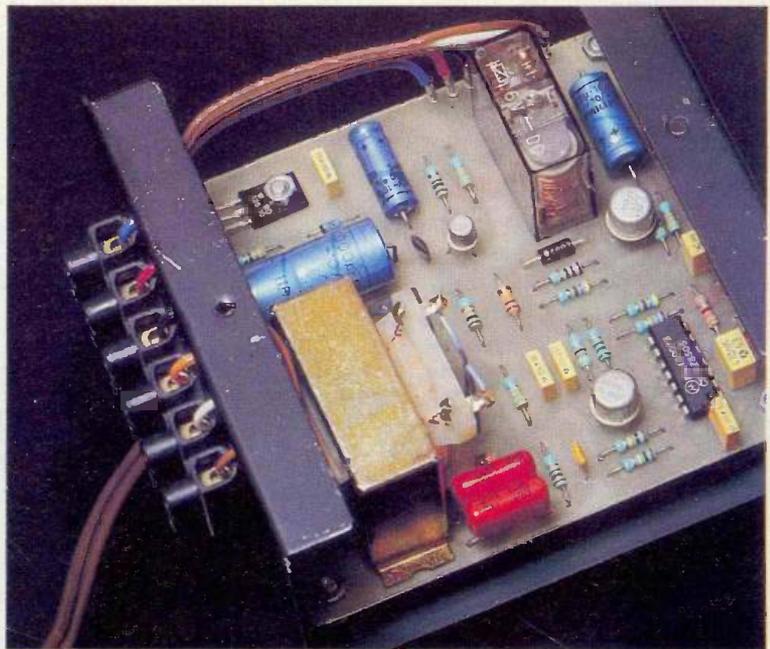
ous énumérerons quelques applications caractéristiques au début de cet article.

Les montages proposés ne font appel qu'à des composants extrêmement courants et ne nécessitent aucun réglage ou mise au point.

## I - LE PRINCIPE

a) Les courants basse tension véhiculables par le secteur et leurs applications

Le principe consiste à superposer au courant distribué par le secteur 220 V, 50 Hz, un courant de fréquence relativement élevé, de l'ordre de 40 kHz sous quelques volts de tension. Il en résulte la possibilité de recueillir ce courant de commande moyennant un couplage capacitif très simple qui présente une impédance élevée au 50 Hz, mais reste très perméable aux potentiels de fréquence élevée. Le dispositif se compose donc d'un émetteur induisant le courant HF dans le secteur et d'un récepteur branché sur une autre prise de courant de la distribution et qui détecte le courant HF en question. Les applications possi-



bles sont nombreuses et peuvent se classer en différents domaines :

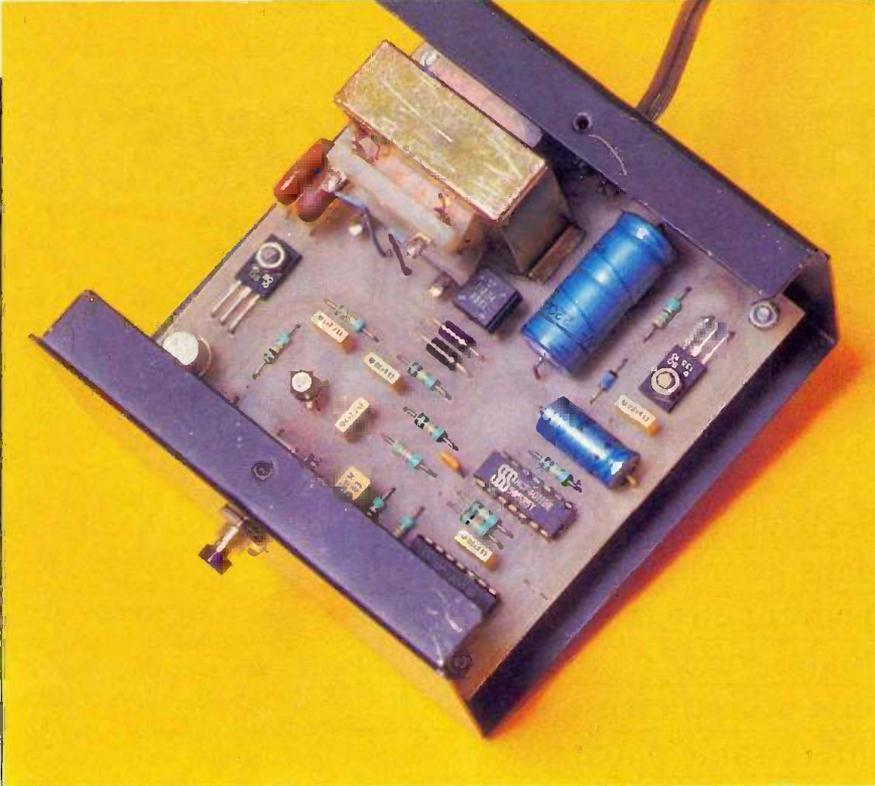
### 1. Eclairage ou alimentation d'un point de la maison ou de l'appartement

Créer un point lumineux supplémentaire ou alimenter un appareil non prévu initialement peut présenter un problème si on ne veut pas

casser le plâtre pour y loger une gaine afin d'installer un interrupteur de commande. Par contre, si l'on dispose d'une prise de courant à proximité, rien n'est plus simple que d'y brancher le récepteur et de se servir d'une autre prise de courant pour servir de commande.

### 2. Liaisons alarme

Il est souvent très simple d'installer



*L'émetteur du premier montage « monocanal ».*

des systèmes d'alarme près des portes et des fenêtres sous la forme de contacts divers : micro-contacts, contacts magnétiques, ou simplement un fil fin en cuivre qu'un visiteur indésirable peut rompre en ouvrant la porte... Par contre, les choses se compliquent rapidement lorsqu'il s'agit de relier ces divers éléments à une centrale unique, sans passer obligatoirement par un enchevêtrement de fils de liaison. Egalement dans ce cas, il est facile de relier ces dispositifs à un ou plusieurs boîtiers émetteurs branchés dans des prises de courant proches et de relier le boîtier récepteur à une autre prise de courant de la maison ; ce dernier pouvant, par l'intermédiaire de son relais d'utilisation, alimenter une sirène ou tout autre dispositif.

### 3. Systèmes d'appel

Les transmissions par courants secteur peuvent rendre des services pour l'installation de sonnettes ou d'autres systèmes d'appel sans passer par la mise en place de fils supplémentaires. En particulier, un émetteur peut être branché dans la chambre d'un malade par exemple, si bien que la personne chargée de sa surveillance peut être appelée à tout moment ; il suffira que cette dernière branche le récepteur sur la prise de courant de la chambre où elle séjourne.

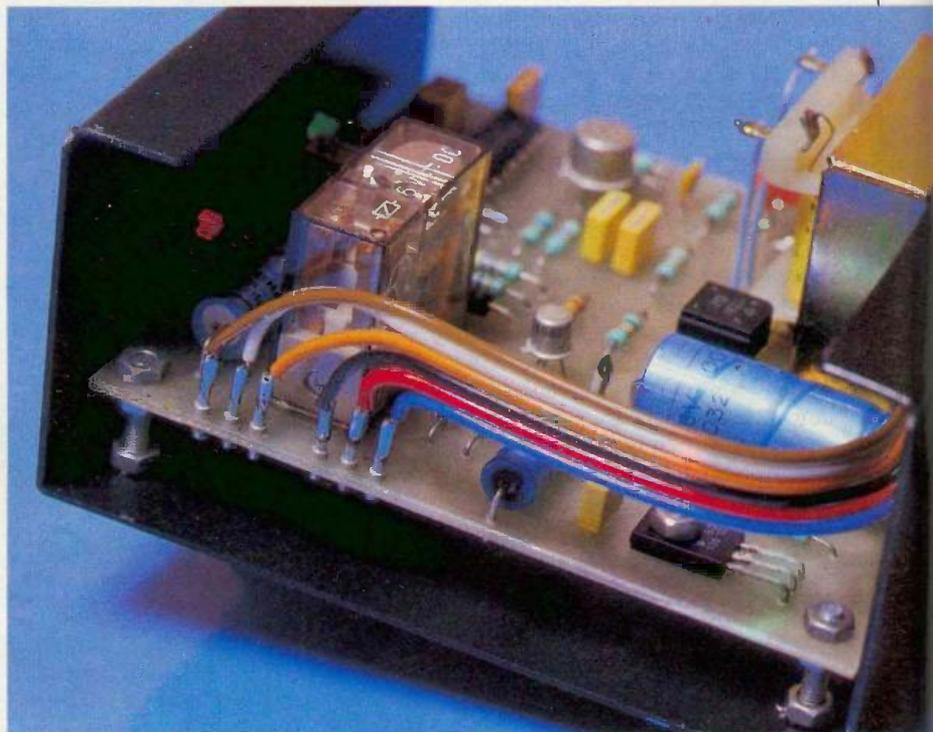
### b) Ensemble émetteur-récepteur monocanal

La figure 1 représente son synoptique de fonctionnement. Côté émetteur, une base de temps fournit des impulsions de basse fréquence (100 Hz) directement issues de la fréquence secteur. Lorsque la commande est actionnée, un générateur

fournit pendant une fraction de la durée de ces impulsions un courant de fréquence élevée, qui, après amplification, se trouve injecté dans le secteur par un couplage capacitif. Dans le récepteur, ces impulsions sont recueillies et amplifiées. Par la suite, elles sont intégrées et, après une amplification appropriée, aboutissent à la fermeture d'un relais d'utilisation.

### c) Ensemble émetteur-récepteur 8 canaux

Il s'agit d'un dispositif plus perfectionné de la version précédente. En effet, à partir d'un émetteur unique, il est possible d'appeler séparément ou simultanément jusqu'à 8 récepteurs différents. Ce type de montage convient particulièrement à la réalisation d'un système d'appels sélectifs où d'un point donné, il est possible de joindre un autre point, sans solliciter les autres récepteurs non concernés par l'appel. Une autre application est la commande de l'éclairage d'une grande salle par exemple : sa mise en œuvre peut faire l'économie de la pose de centaines de mètres de fils électriques nécessaires aux interrupteurs de mise en marche. La figure 2 représente le synoptique. Concernant l'émetteur, une base de temps fournie par le 50 Hz du sec-



*Aperçu du récepteur avec son relais de commande.*

teur assure la rotation d'un compteur décimal. La sollicitation d'un canal donné se traduit par l'émission d'un bref signal HF lorsque le compteur occupe une position de sortie correspondante. Dans le récepteur, le même type de compteur « tourne » en synchronisation avec celui de l'émetteur, moyennant un signal spécial de synchronisation émis périodiquement par l'émetteur. Une fois le récepteur programmé sur le canal désiré, en cas d'émission sur ce canal, les signaux sont amplifiés et intégrés, puis aboutissent à la fermeture du relais d'utilisation.

## II - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

### 1° Emetteur monocanal (fig. 3)

#### a) Alimentation

La source d'énergie sera bien entendu prélevée du secteur par l'intermédiaire d'un transformateur qui présente aux bornes de son secondaire une tension alternative de 12 V. Un pont de Wheastone redresse les deux alternances tandis que la capacité  $C_1$  assure une première intégration. La base du transistor  $T_1$  est maintenue à une valeur fixe de 10 V grâce à la diode Zener Z, parcourue par un courant limité par  $R_1$ . Au niveau de l'émetteur de  $T_1$ , on dispose ainsi d'une tension continue régulée à une valeur d'environ 9,5 V, et les capacités  $C_2$  et  $C_3$  assurent un dernier filtrage. A l'état de veille, le montage consomme une quinzaine de milliampères ; cette consommation passe à 50 mA lorsque l'émetteur est actif. La LED L, dont le courant est limité par la résistance  $R_2$ , signale la mise sous tension de l'émetteur.

#### b) Base de temps

Les diodes  $D_1$  et  $D_2$  montées sur le secondaire du transformateur avant le pont redresseur présentent au niveau de leurs anodes réunies des alternances positives de fréquence 100 Hz, ce qui correspond à une période de 10 millisecondes. Les résistances  $R_3$  et  $R_4$  constituent un pont diviseur de potentiel, dont le point commun est relié à la base d'un transistor  $T_2$ . Ce dernier présente ainsi à sa sortie collecteur des créneaux dont l'amplitude est cali-

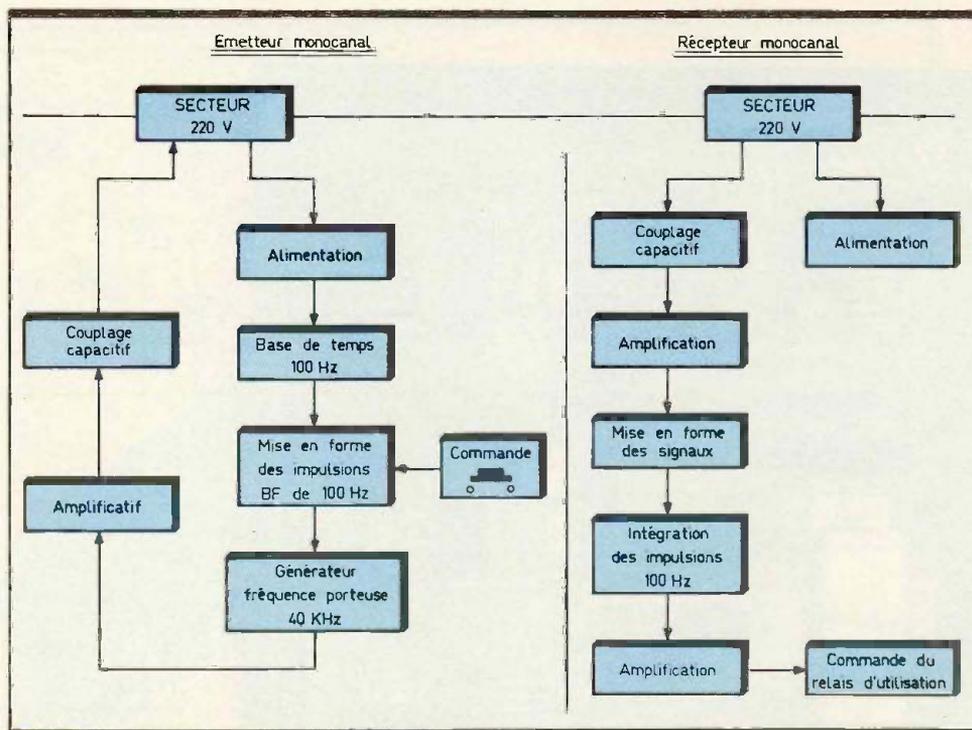
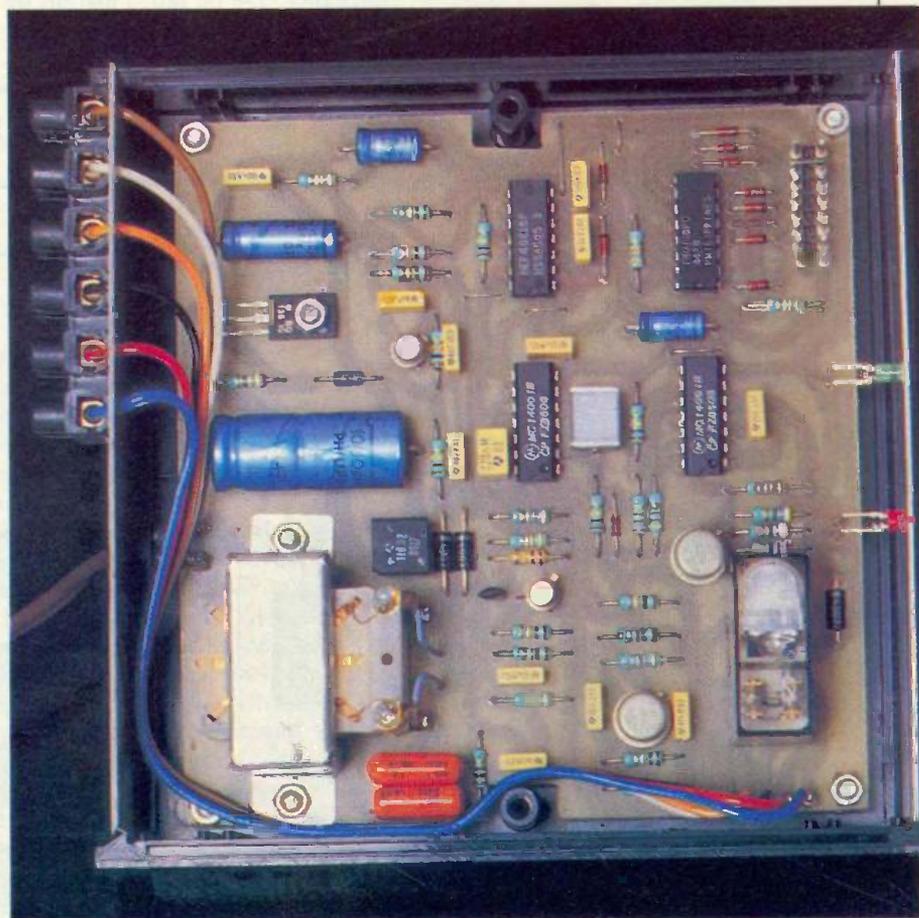


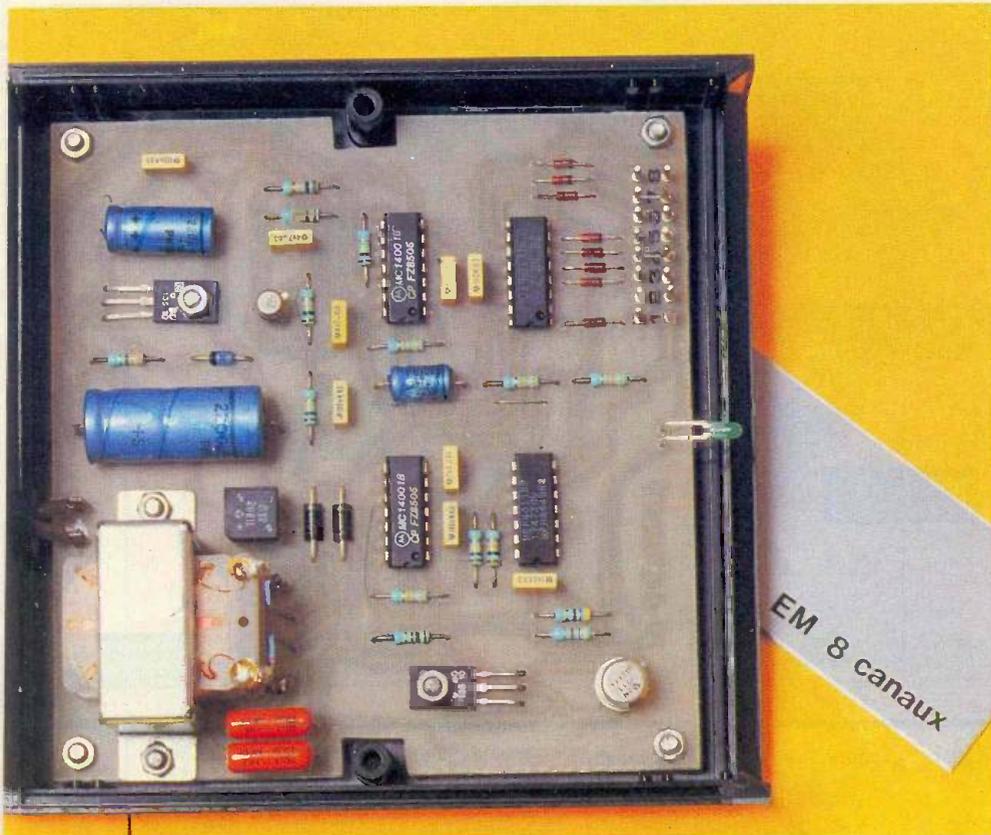
Fig. 1 Synoptique de fonctionnement.

brée à 9,5 V et de période 10 millisecondes. Les valeurs de  $R_3$  et  $R_4$  sont telles que les durées des poten-

tiels haut et bas restent à peu près égales. La capacité  $C_4$  assure un démarrage plus franc de la conduc-



Vue interne du récepteur « 8 canaux ».

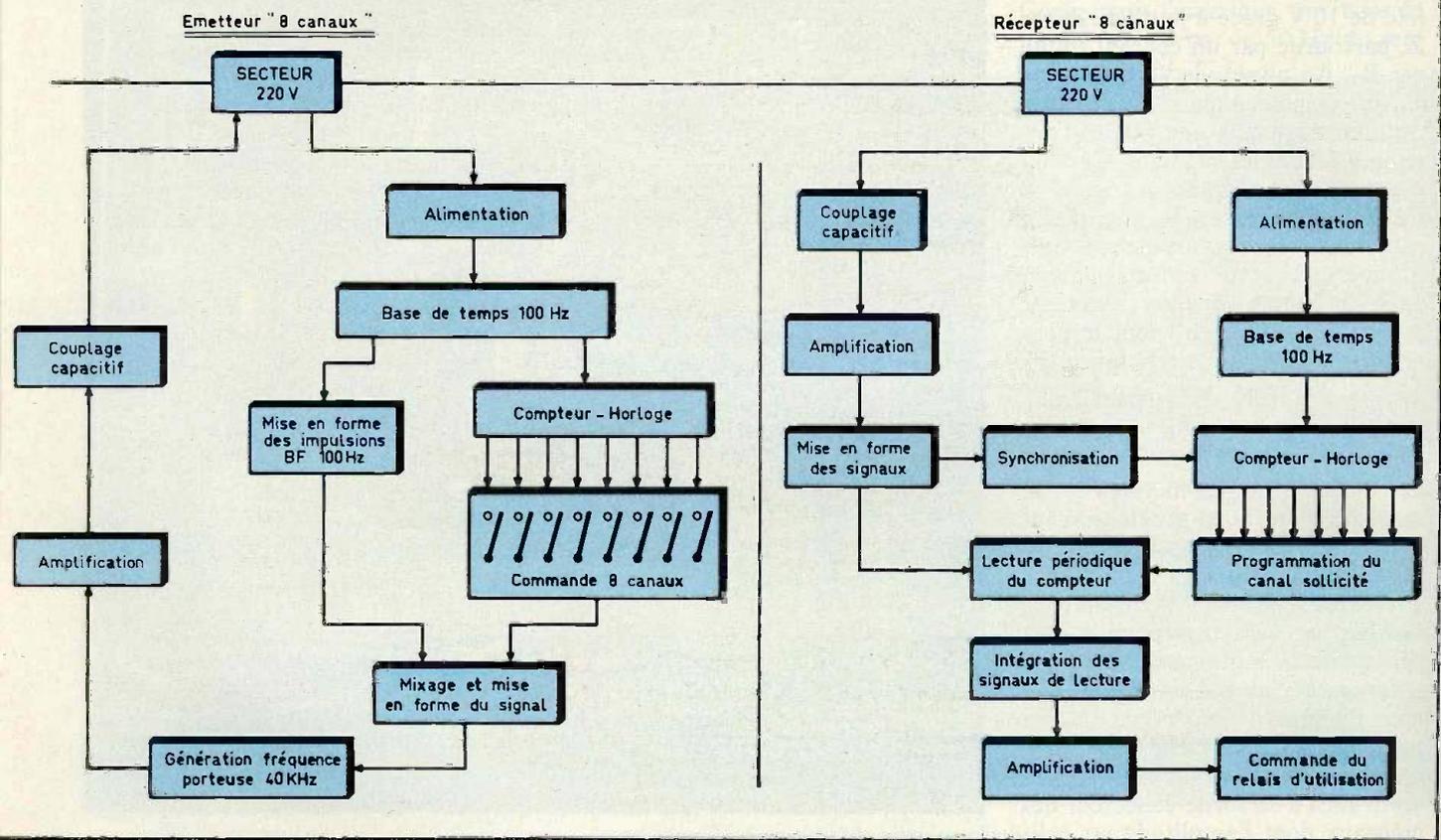


période de référence en provenance du secteur se trouve fixé de façon plus stable. Les capacités  $C_5$  et  $C_6$  « arrondissent » les signaux en fin d'évolution et les rendent moins « agressifs » pour l'attaque des circuits logiques situés en aval. Les portes III et IV de  $IC_1$  constituent un trigger de Schmitt dont le rôle est de transformer les créneaux d'entrée en créneaux de sortie dont les fronts montant et descendant soient bien verticaux. En effet, lors de la montée du signal sur l'entrée de ce trigger, la résistance  $R_7$  introduit une réaction positive dès le début du phénomène de basculement ; il en résulte un phénomène d'accélération qui « verticalise » le front ascendant. Le même phénomène se produit lors de la phase décroissante du signal d'entrée. Par l'intermédiaire de  $R_7$ , se produit une diminution de potentiel sur l'entrée dès le début du passage de la sortie de la NAND III vers l'état bas. Le résultat est donc également une accélération de la réaction des portes. La porte NOR II de  $IC_2$  inverse ces signaux. La figure 5 illustre ces différents phénomènes par la reproduction des oscillogrammes correspondants.

Vue interne de l'émetteur 8 canaux.

tion de  $T_2$  lors de la montée de l'alternance. De ce fait, l'instant de basculement de ce dernier dans la

Fig. 2 Synoptique de fonctionnement de l'ensemble à 8 canaux.



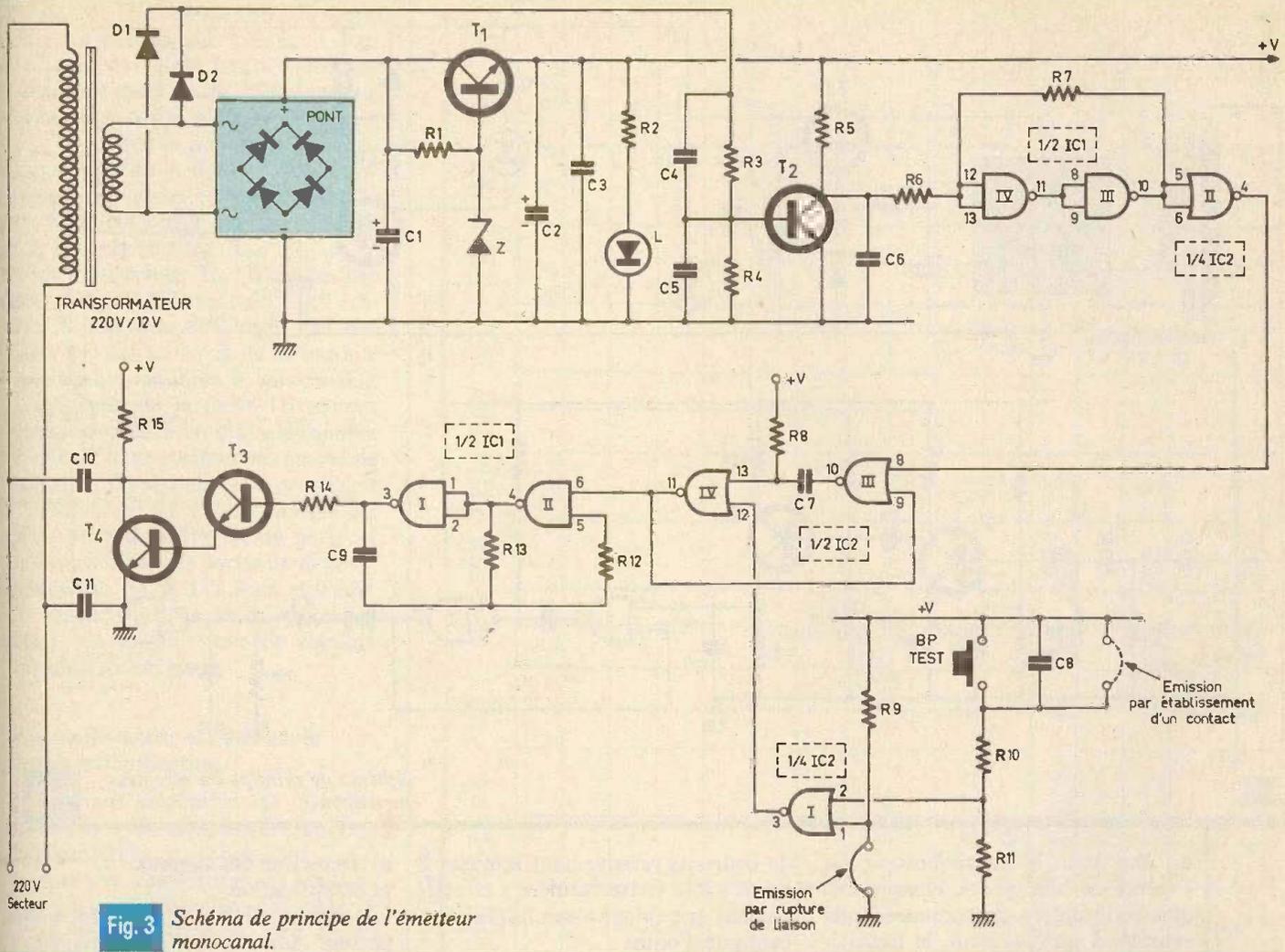


Fig. 3 Schéma de principe de l'émetteur monocanal.

**c) Commande des signaux BF**

Les impulsions positives issues de la porte NOR II de IC<sub>2</sub> sont acheminées sur l'entrée d'une bascule monostable constituée par les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub>. En effet, lorsque l'on ne sollicite pas le dispositif par appui sur le bouton-poussoir ou par rupture de la liaison prévue à cet effet, la sortie de la porte I présente un état haut. Il en résulte un état bas permanent à la sortie de la bascule monostable, qui est donc en position de blocage. Le fait d'appuyer sur le bouton poussoir ou de provoquer la rupture de la liaison reliant l'entrée 1 au « moins alimentation » soumet l'une ou l'autre des entrées à un état haut, si bien que la sortie de la porte de commande I de IC<sub>2</sub> passe à un état bas. Lorsque l'entrée 8 de la bascule est soumise à un état bas, le dispositif est à l'état de repos ; la sortie de la porte III est au niveau 1 et celle de la porte IV à l'état bas,

La capacité C<sub>7</sub>, dont les armatures sont soumises au même potentiel, est donc totalement déchargée. Dès l'apparition d'un état haut sur l'entrée 8 de la porte III, en provenance de la porte II, la sortie de la porte III passe à l'état bas. Il en est de même pour l'entrée 13 de la porte IV étant donné que dans un premier temps C<sub>7</sub> se comporte comme un court-circuit. La sortie de la bascule passe donc à l'état haut. Par la suite, C<sub>7</sub> poursuit sa charge à travers R<sub>8</sub> jusqu'au moment où le potentiel de l'armature positive atteint une valeur environ égale à U/2 (U : potentiel d'alimentation) qui correspond à la valeur de basculement de la porte IV. La sortie de cette dernière passe donc à son état bas de repos. Par la suite, l'entrée 8 de la porte III est à nouveau soumise à un état bas si bien que la sortie de la porte III présente à nouveau son état haut de repos, ce qui permet à C<sub>7</sub> de se

décharger et de se trouver prête pour la sollicitation suivante. La durée des états hauts de sortie est proportionnelle aux valeurs de R<sub>8</sub> et C<sub>7</sub> ( $T = 0,7 \times R_8 \times C_7 - T$  en secondes, R en ohms, C en farads). Compte tenu des composants mis en œuvre, on obtient ainsi à la sortie de la bascule :

- des impulsions positives de période 10 millisecondes et de durée 2,5 millisecondes, en cas de commande du dispositif ;
- un état bas permanent si la commande n'est pas sollicitée.

On pourra se reporter à la figure 10 qui reprend la table de fonctionnement d'une porte NOR.

**d) Génération de la fréquence porteuse HF**

Les portes NAND I et II de IC<sub>1</sub> forment un multivibrateur. Lorsque l'entrée 6 est soumise à un état bas, la sortie de la porte II présente un état haut et la sortie de la porte I,

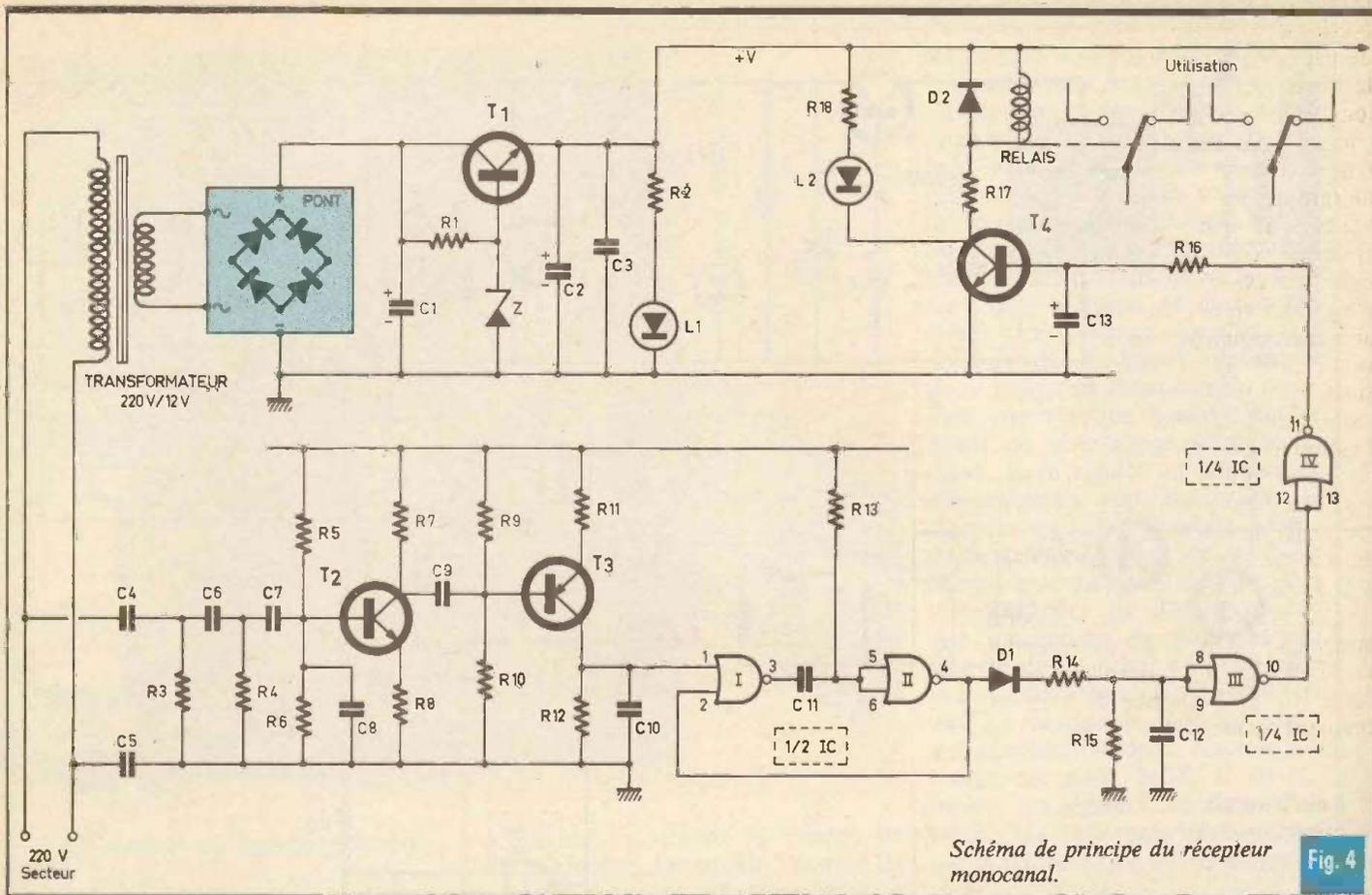


Schéma de principe du récepteur monocanal.

Fig. 4

un état bas : le multivibrateur est en état de blocage. A chaque fois que cette entrée de commande est soumise à un état haut, le multivibrateur fonctionne par charge de  $C_9$  à travers  $R_{13}$ , décharge de cette même capacité, puis charge et décharge en sens inverse et ainsi de suite. La période des créneaux délivrés à la sortie du multivibrateur s'exprime par la relation  $T = 2,2 \times R_{13} \times C_9$ . Dans le cas présent, la période obtenue est de 25 microsecondes, ce qui correspond à une fréquence de 40 kHz. Ainsi et compte tenu des signaux émanant de la bascule monostable, on enregistre à la sortie du multivibrateur des « rafales » de créneaux de fréquence élevée, de durée environ égale au quart de la période basse fréquence de base elle-même issue du 100 Hz en provenance du secteur.

#### e) Amplification et couplage capacitif sur le secteur

Les transistors  $T_3$  et  $T_4$  constituent un montage Darlington dont le courant de commande est limitée par  $R_{14}$ . On relève donc au niveau des collecteurs réunis des deux transistors, des créneaux qui sont le reflet

de courants relativement intenses à travers  $R_{15}$ . Cette dernière a effectivement une valeur assez faible : une centaine d'ohms.

Le couplage avec le secteur est réalisé par l'intermédiaire des capacités  $C_{10}$  et  $C_{11}$ . Ces dernières (0,1  $\mu$ F) présentent une impédance assez élevée pour le 50 Hz, ce qui isole pratiquement le montage du 220 V secteur. En effet, l'impédance d'un condensateur de capacité « C » pour un courant de fréquence « f » s'exprime par la relation :

$$Z_{(\text{impédance})} = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C}$$

soit dans le cas présent 32 k $\Omega$ . Par contre, pour un courant de 40 kHz, cette impédance devient très faible : environ 40  $\Omega$ .

#### 2° Récepteur monocanal (fig. 4)

L'alimentation est tout à fait identique à celle équipant l'émetteur monocanal correspondant. Une LED de signalisation  $L_1$  témoigne de la mise sous tension du récepteur.

#### a) Détection des signaux et amplification

Les signaux HF en provenance du secteur sont recueillis également par l'intermédiaire d'un couplage capacitif à travers  $C_4$  et  $C_5$ . Les signaux sont ensuite acheminés sur la base d'un transistor  $T_2$  à travers les capacités  $C_6$  et  $C_7$ . La polarisation de ce transistor est telle que le potentiel de repos disponible sur le collecteur est environ égale à la moitié de la tension d'alimentation. Par la suite, les signaux sont transmis vers la base du transistor PNP  $T_3$  dont la polarisation est calculée de manière qu'en l'absence de signal, on relève sur son collecteur un potentiel nul. Les signaux HF disponibles sur le collecteur sont intégrés par la capacité  $C_{10}$ , si bien que l'on peut relever sur cette sortie des étages amplificateurs des impulsions positives de période 10 millisecondes et de durée environ 2 à 3 millisecondes.

#### b) Mise en forme des impulsions BF

Les impulsions positives mises en évidence précédemment sont prises en compte par une bascule monos-

table constituée par les portes NOR I et II. Il en résulte à la sortie de cette bascule des créneaux dont la durée des états hauts a été rallongée à près de 8 millisecondes, compte tenu des valeurs de  $R_{13}$  et  $C_{11}$ , et comme le montrent les oscillogrammes de la figure 5. Ces états hauts sont ensuite intégrés par le système constitué de la capacité  $C_{12}$ , les résistances  $R_{14}$ ,  $R_{15}$  et la diode anti-retour  $D_1$ . Il en résulte une charge périodique de  $C_{12}$  à travers  $R_{14}$  et une décharge, lors des états bas sur la sortie de la bascule monostable, calibrée à travers  $R_{15}$ . Les entrées de la porte III restent donc soumises à un état assimilable à un état haut permanent, en cas de réception de signaux HF provenant du secteur. Il en résulte un état bas à la sortie de cette même porte et un état haut sur la sortie de la porte inverseuse NOR IV. Bien entendu, la sortie de cette dernière est à l'état bas en l'absence de signaux émanant du secteur.

### c) Amplificateur et commande du relais d'utilisation

L'état haut disponible sur la sortie de la porte IV alimente la jonction base-émetteur du transistor  $T_4$  à travers la résistance de limitation  $R_{16}$ . Ce dernier est donc à l'état de saturation si bien qu'un courant-collecteur alimente d'une part la LED de signalisation L2 et d'autre part la bobine d'un relais. S'agissant d'un relais 6 V, il a été nécessaire d'insérer en série une résistance de limitation  $R_{17}$ . Si « r » est la résistance du relais d'utilisation, la valeur de la résistance  $R_{17}$  à monter en série peut se déterminer à l'aide de la relation :  $R_{17} \neq 0,6 r$ . La diode  $D_2$  protège le transistor  $T_4$  des surtensions de self émanant du bobinage au moment de la coupure de son alimentation. La capacité  $C_{13}$ , de valeur relativement grande, évite une fermeture indéniable du relais lors d'une impulsion isolée engendrée par des parasites éventuellement véhiculés par le secteur.

### 3° Emetteur « 8 canaux » (fig. 6)

Il comporte une alimentation identique à celle que nous avons déjà décrite. De même, il est équipé d'une base de temps également identique à celle de l'émetteur monocanal, si bien que l'on dispose

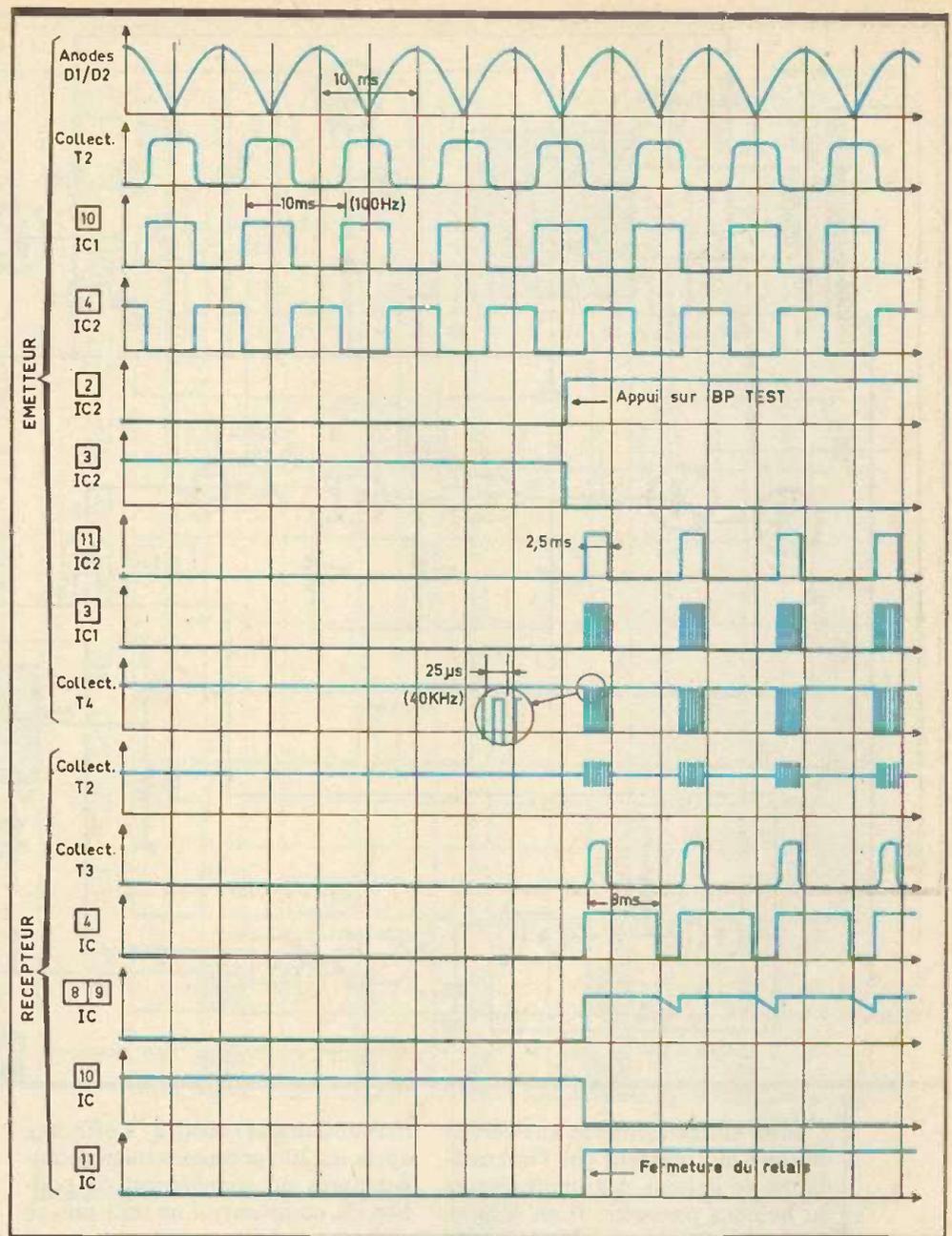


Fig. 5 Oscillogrammes caractéristiques.

à la sortie du trigger formé par les portes NOR III et IV de  $IC_1$  de créneaux de période 10 ms et de configuration symétrique.

### a) Avance du compteur $IC_2$

Le front montant de ces créneaux fait avancer un compteur décimal bien connu de nos lecteurs : il s'agit de l'irremplaçable CD4017. Ce dernier avance donc au rythme des fronts ascendants des signaux disponibles sur son entrée « horloge » par déplacement des états hauts successivement sur les sorties  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ... et ainsi de suite. La rotation totale du compteur effectuée donc 10 « tours » complets.

### b) Mise en évidence du canal sollicité

Au moment où se produit le front montant présenté sur l'entrée « Horloge » du compteur, une bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de  $IC_1$  entre en action. A sa sortie, on relève ainsi une brève impulsion positive (environ  $200 \mu s$ ) à chaque fois que le niveau logique 1 se trouve transféré d'une sortie à la sortie suivante du compteur. Cette impulsion est acheminée sur l'une des deux entrées d'une porte NAND II de  $IC_3$ .

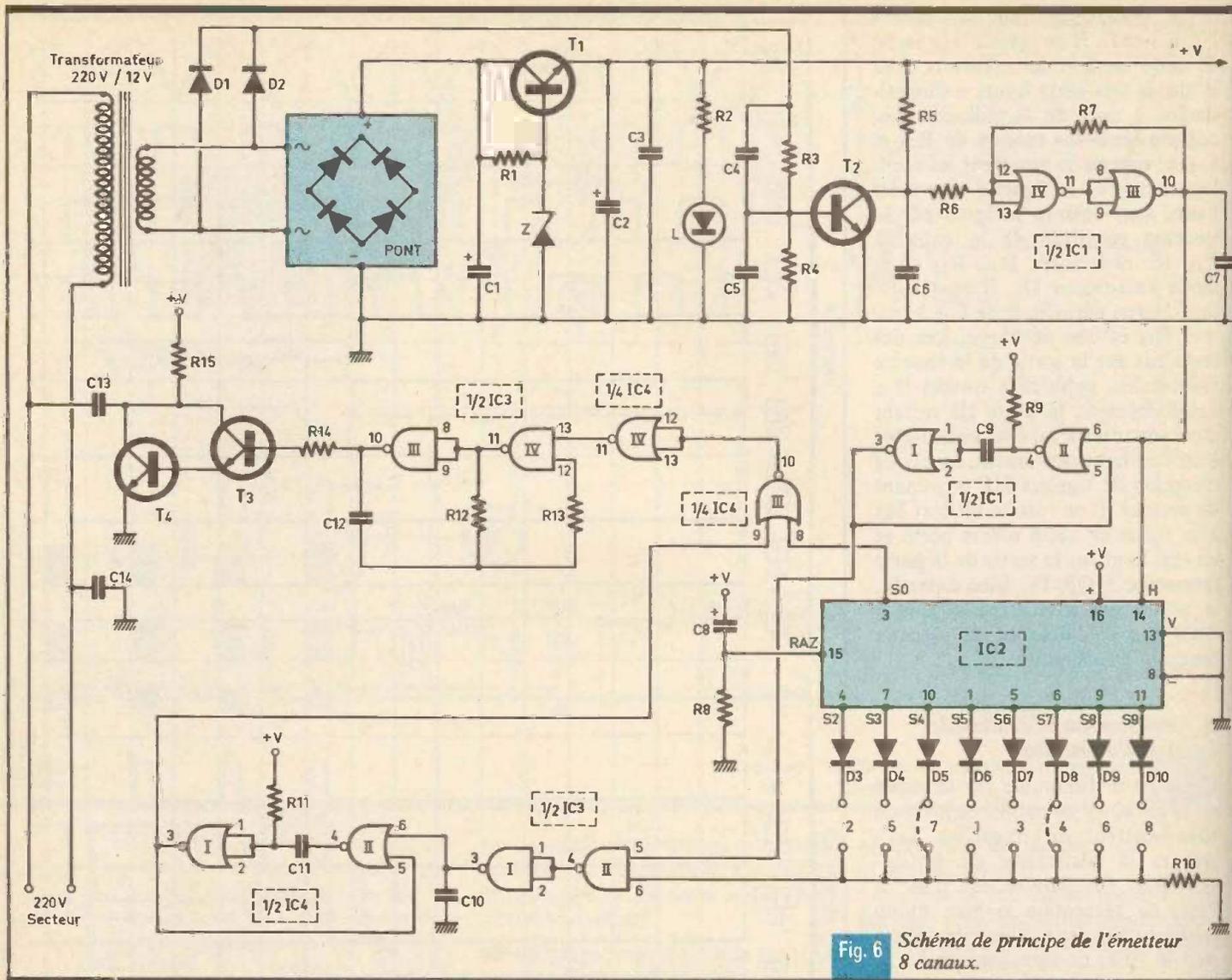


Fig. 6 Schéma de principe de l'émetteur 8 canaux.

L'autre entrée est reliée aux sorties désirées du compteur par l'intermédiaire de liaisons par interrupteurs ou boutons poussoirs. Il en résulte, à la sortie de la porte NAND, une impulsion négative de  $200 \mu\text{s}$  lorsque le compteur occupe une sortie programmée en conséquence. Ainsi, dans le cas de la figure 6, ces impulsions se produisent deux fois par cycle complet du compteur :  $S_4$  et  $S_7$ . Ces impulsions négatives sont transformées en impulsions positives par la porte inverseuse NAND I de IC<sub>3</sub>.

L'impulsion limitée à  $200 \mu\text{s}$  pour un canal donné alors que le compteur occupe la position correspondante pendant une durée de 10 ms (soit 50 fois plus longtemps) a un rôle de synchronisation.

En effet, on peut solliciter un canal donné à n'importe quel moment du cycle du compteur. Si le contact

manuellement réalisé s'effectue après les 200 premières microsecondes après un changement de position du compteur, il ne sera pris en compte qu'au passage suivant, c'est-à-dire une dixième de seconde plus tard. Sans cette précaution le système risquerait de prendre en compte un signal correspondant à un canal donné alors que l'on est déjà trop proche du canal suivant avec le risque de empiéter sur lui.

#### c) Mise en forme des signaux BF et signal de synchronisation

Lors de la sollicitation d'un canal donné (ou de plusieurs canaux) on observe donc une brève impulsion positive à la sortie de la porte NAND I de IC<sub>3</sub>. Cette dernière se trouve transmise sur l'entrée d'une bascule monostable formée par les portes NOR I et II de IC<sub>4</sub> qui la restitue à sa sortie sous la forme

d'une impulsion positive calibrée à environ 2,5 ms. Cette dernière se trouve à son tour transmise à l'une des entrées d'une porte NOR III de IC<sub>4</sub>; l'autre entrée est reliée à la sortie  $S_0$  du compteur. Ainsi, on observe à la sortie de cette porte :  
 - des impulsions négatives de 2,5 ms de durée correspondant à un canal (ou à plusieurs canaux);  
 - des impulsions négatives de 10 ms de durée (correspondant au passage du compteur sur la position  $S_0$ ).

Ces impulsions sont transformées en signaux positifs grâce à la porte inverseuse NOR IV de IC<sub>4</sub>. On notera que même dans le cas où aucun canal ne se trouve en action, le signal de 10 ms (signal « long ») se produit dans tous les cas. Nous verrons dans la partie consacrée au récepteur que ce signal sert de repère de synchronisation.

La figure 7 illustre ces différentes explications à l'aide d'oscillogrammes de fonctionnement. Dans l'exemple en question, nous assistons à la sollicitation simultanée des canaux correspondant aux sorties S<sub>4</sub> et S<sub>7</sub> du compteur.

#### d) Génération de la porteuse HF et injection dans le secteur

Les portes NAND III et IV de IC<sub>3</sub> forment un multivibrateur commandé dont la fréquence des créneaux de sortie est de l'ordre de 40 kHz. A partir de ce niveau, le schéma rejoint de nouveau celui de l'émetteur monocanal ; il se produit donc une amplification réalisée par le Darlington T<sub>3</sub>/T<sub>4</sub> et un couplage capacitif avec le secteur par l'intermédiaire des capacités C<sub>13</sub> et C<sub>14</sub>.

#### 4° Récepteur « 8 canaux » (fig. 8)

Concernant l'alimentation et la base de temps, le schéma est encore identique à celui de l'émetteur. On notera également que la base de temps fait avancer un compteur décimal IC<sub>4</sub> par l'intermédiaire d'un trigger AND III de IC<sub>1</sub>. Ce dernier avance donc au même rythme que celui de l'émetteur et, nous le verrons ultérieurement, en synchronisation.

Les capacités C<sub>7</sub> et C<sub>8</sub> constituent également un couplage capacitif avec le secteur et l'amplification apportée par les étages T<sub>3</sub> et T<sub>4</sub> est la même que celle explicitée dans la partie consacrée au récepteur monocanal.

#### a) Mise en forme des signaux BF

Le trigger constitué par la porte AND IV de IC<sub>1</sub> fournit à sa sortie des impulsions positives de durée :

- 2,5 millisecondes pour un signal correspondant à un canal donné.
- 10 millisecondes (donc quatre fois plus long) pour le signal de synchronisation et en dehors de toute notion de canal.

Ces créneaux attaquent d'une part une des deux entrées d'une porte AND I de IC<sub>1</sub> et d'autre part une bascule monostable constituée par les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub>. Cette dernière fournit à sa sortie des impulsions positives de 7,5 ms, que le signal d'entrée soit un « signal canal » ou un « signal synchro » (signaux courts ou signaux longs).

Ces créneaux attaquent d'une part une des deux entrées d'une porte AND I de IC<sub>1</sub> et d'autre part une bascule monostable constituée par les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub>. Cette dernière présente au niveau de sa sortie des impulsions positives extrêmement brèves : de l'ordre de 200 μs. Et comme une bascule monostable NOR réagit au mont du front montant du signal de commande, cette brève impulsion posi-

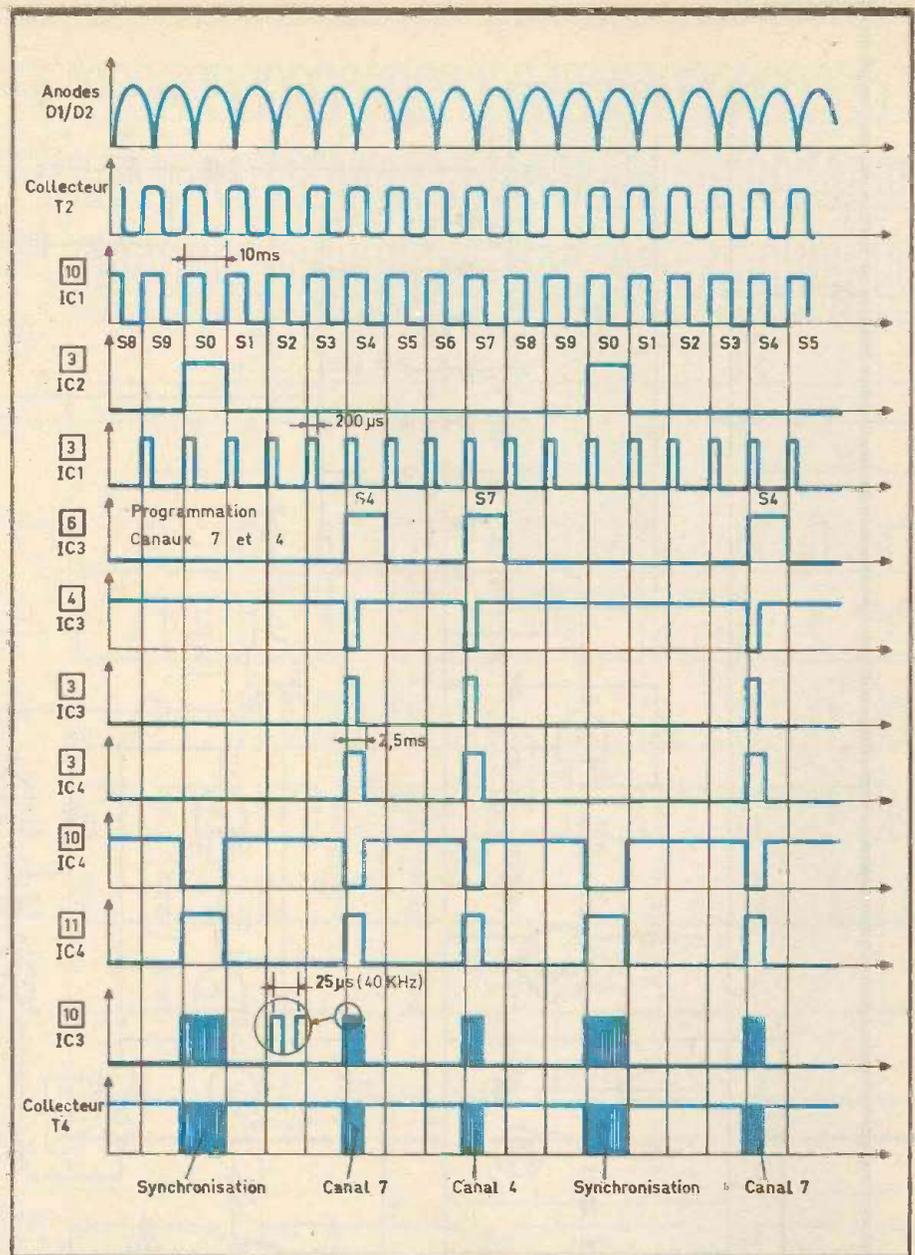


Fig. 7 Oscillogrammes caractéristiques.

#### b) Séparation des signaux longs et courts : la synchronisation des compteurs

La porte NOR IV de IC<sub>3</sub> inverse les impulsions de 7,5 ms en fournissant à sa sortie des impulsions négatives de même durée (voir oscillogrammes de la figure 9). Ces impulsions attaquent l'entrée d'une seconde bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC<sub>3</sub>. Cette dernière présente au niveau de sa sortie des impulsions positives extrêmement brèves : de l'ordre de 200 μs. Et comme une bascule monostable NOR réagit au mont du front montant du signal de commande, cette brève impulsion posi-

tive se produit 7,5 ms après le début du signal issu du trigger AND IV de IC<sub>1</sub>. Cette brève impulsion est transmise à l'autre entrée de la porte AND I de IC<sub>1</sub>.

Deux cas peuvent donc se présenter :

#### 1. Signal court

Ce signal de durée limitée à 2,5 ms a donc déjà disparu de l'entrée 2 de la porte AND I, lorsque l'impulsion de 200 μs se trouve présentée sur l'entrée 1 de la porte AND I de IC<sub>1</sub>, 7,5 ms après l'origine. La sortie de la porte AND ne restitue aucune impulsion positive.

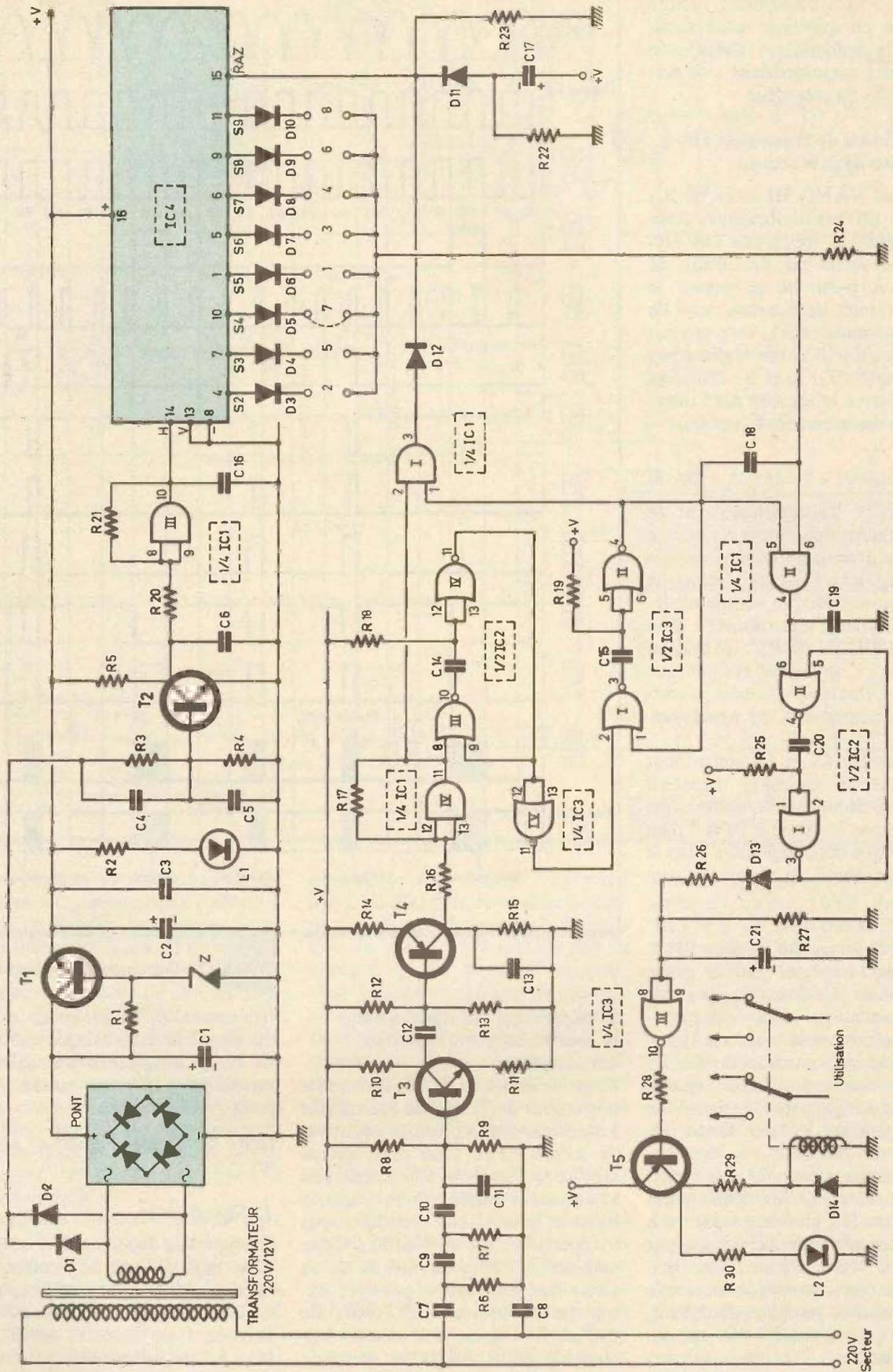


Fig 8 Récepteur « 8 canaux ».

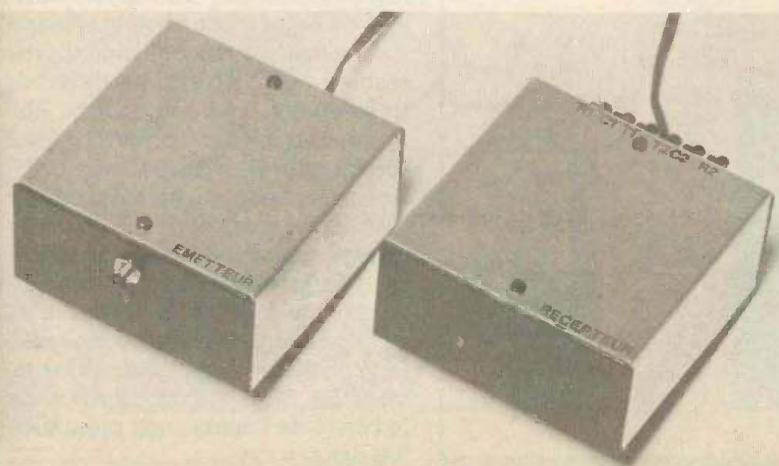
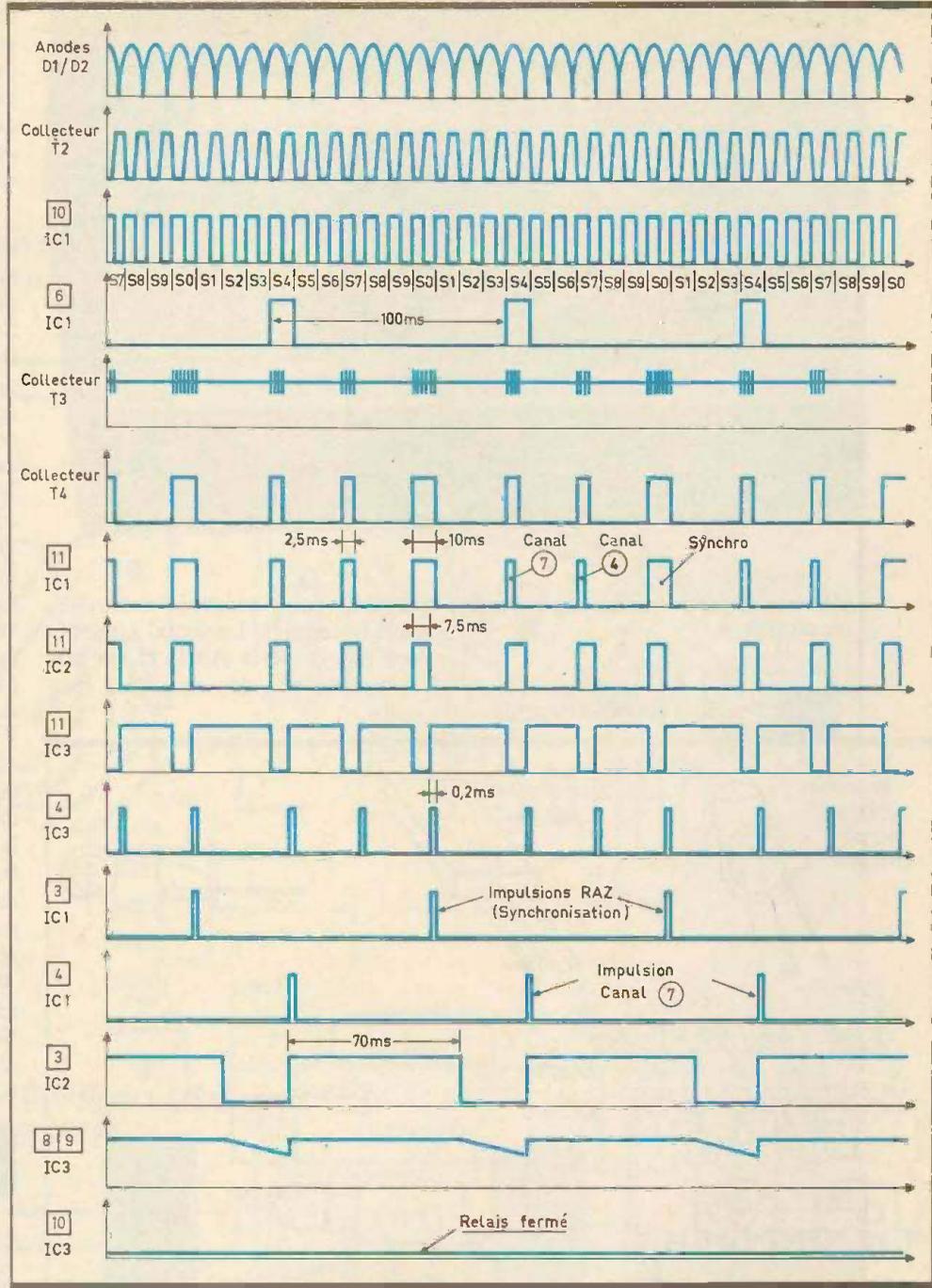
Oscillogrammes du récepteur « 8 canaux ». Fig. 9

**2. Signal long**

Lorsque l'impulsion de  $200 \mu s$  se trouve acheminée sur l'entrée 1 de la porte AND I, le signal de 10 ms issu du trigger est encore présent sur l'entrée 2 de la porte sous la forme d'un état haut : il en résulte une brève impulsion positive sur la sortie de la porte. Cette dernière a pour effet la remise à zéro du compteur  $IC_4$ . Rappelons que le signal long correspond au moment où le même compteur de l'émetteur occupe lui aussi la position  $S_0$ . Il s'agit donc bien d'une synchronisation entre les deux compteurs. Cette dernière opération se réalise en fait dix fois par seconde, ce qui est certainement inutile (heureusement...). En effet, les deux compteurs avancent au rythme des mêmes alternances issues du secteur. La synchronisation n'est donc théoriquement nécessaire qu'au moment de la mise sous tension de l'émetteur ou du récepteur, ou encore suite à une coupure de courant.

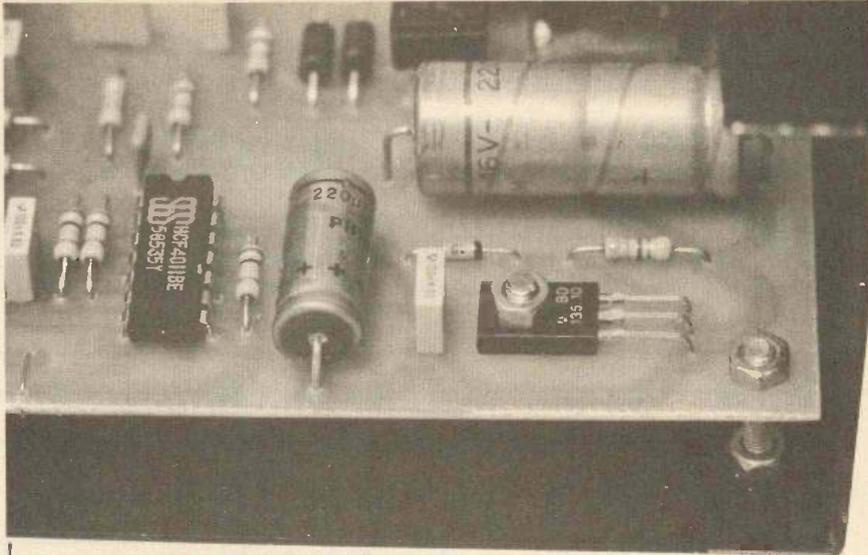
**c) Détection du canal sollicité par l'émetteur**

Qu'il s'agisse d'un signal long ou d'un signal court, on enregistre donc dans les deux cas une brève impulsion positive sur l'entrée 5 de la porte AND II de  $IC_1$ . L'autre entrée est reliée aux sorties du compteur  $IC_4$  à travers un réseau de bornes que l'on peut relier entre elles pour obtenir la programmation souhaitée. Dans le cas de la figure 8, on a programmé le canal 7 (c'est-à-dire la sortie  $S_4$  du comp-



teur). Ainsi, lorsque se produit le signal court correspondant à un canal et que  $IC_4$  occupe effectivement la position déterminée par la programmation, on enregistre une brève impulsion positive sur la sortie de la porte AND II de  $IC_1$ . Dans le cas contraire cette porte reste à l'état bas ; c'est le cas où apparaît le signal correspondant au canal 4 (sortie  $S_7$ ) périodiquement émis par le dispositif émetteur de l'exemple où, rappelons-le, l'émetteur sollicite simultanément les canaux 4 et 7 alors que le récepteur est pro-

Aspect de la version monocanal.



Le transistor de puissance n'a pas besoin de dissipation.

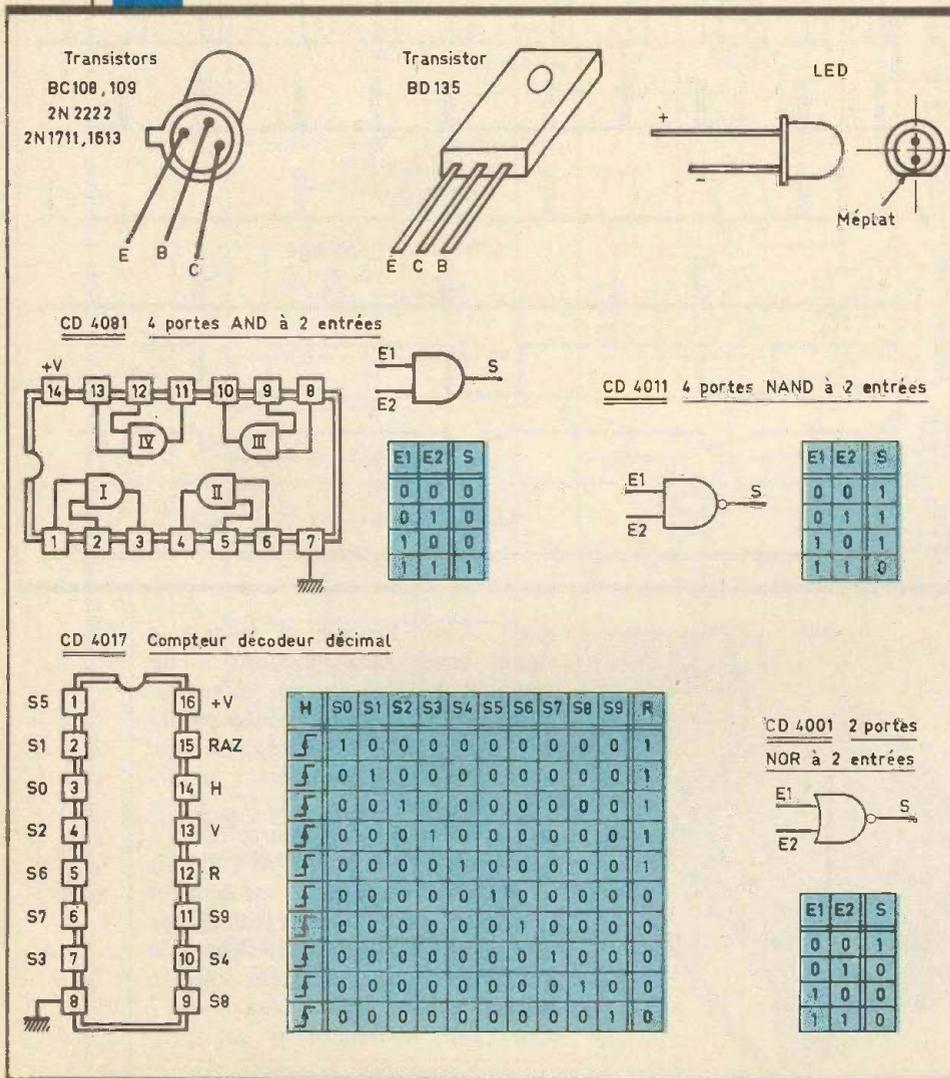
Fig. 10 Brochages des éléments actifs.

grammé pour recevoir exclusivement le canal 7. Le signal ainsi délivré par la porte AND II est pris en compte par une troisième bas-

cule monostable fournie par les portes NOR I et II de IC<sub>2</sub>. Cette dernière fournit à sa sortie des impulsions positives de 70 ms de durée. Rappelons que la période de sollicitation à une rotation complète de compteur, soit 100 ms.

#### d) Intégration amplification et commande du relais d'utilisation

Selon le même principe d'intégration que celui qui a été mis en évidence lors de la description du récepteur monocanal, les impulsions positives issues de la bascule monostable NOR I et II de IC<sub>2</sub> sont acheminées sur les entrées réunies de la porte NOR III de IC<sub>3</sub>. Ces dernières restent donc soumises à un état assimilable à un niveau logique 1 grâce aux charges répétitives de C<sub>2</sub> et des décharges limitées par R<sub>27</sub>. La sortie de cette porte présente ainsi un état bas. Il en résulte la saturation du transistor PNP T5 et l'alimentation du relais d'utilisation de 6 V dont le courant est limité par R<sub>29</sub>. La détermination de la valeur de R<sub>29</sub>, compte tenu de la valeur de la propre résistance du bobinage, se réalise par l'utilisation de la même relation que celle mise en évidence dans la description du récepteur monocanal, à savoir  $R_{29} \# 0,6 r$  ( $r$ : résistance du bobinage). La LED de signalisation L<sub>2</sub> témoigne de la sollicitation du relais d'utilisation.



### III - REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 11 et 12)  
Leur réalisation n'appelle aucune remarque particulière. En cas de reproduction par un moyen différent de la méthode photographique, il est vivement recommandé d'avoir recours aux divers produits de transfert du type Mecanorma plutôt que d'utiliser le feutre, fût-il spécial. Après exposition aux ultraviolets et révélation au bain, dans le cas où l'on a confectionné un mylar transparent, on attaquera le circuit avec du perchlore de fer. Remarques que le biais du mylar n'est pas une obligation et qu'il est tout à fait possible d'appliquer directement les éléments de transfert sur le cuivre de l'époxy, non présensibilisé dans ce cas.

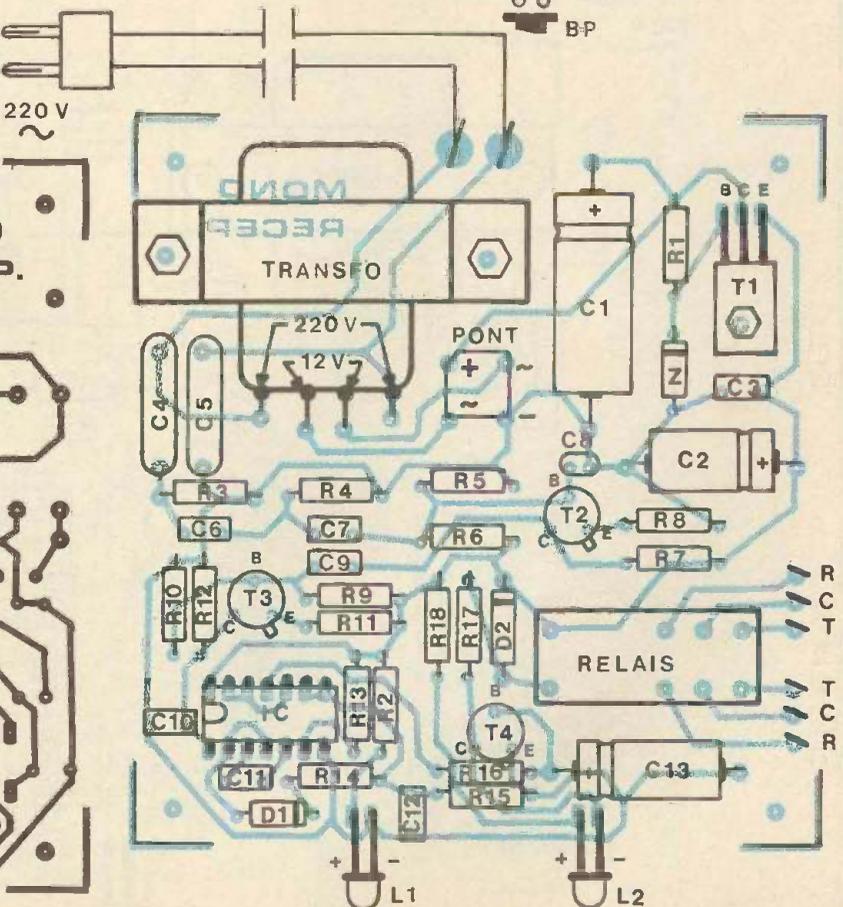
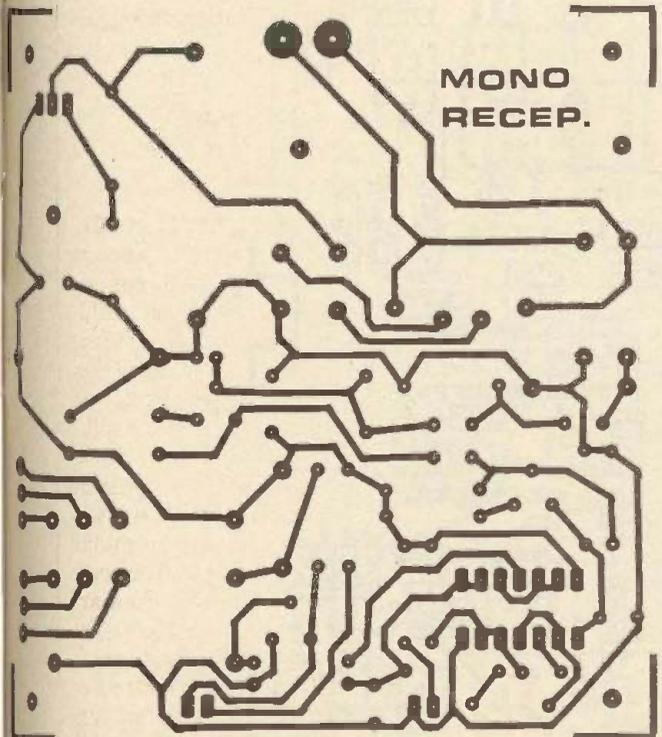
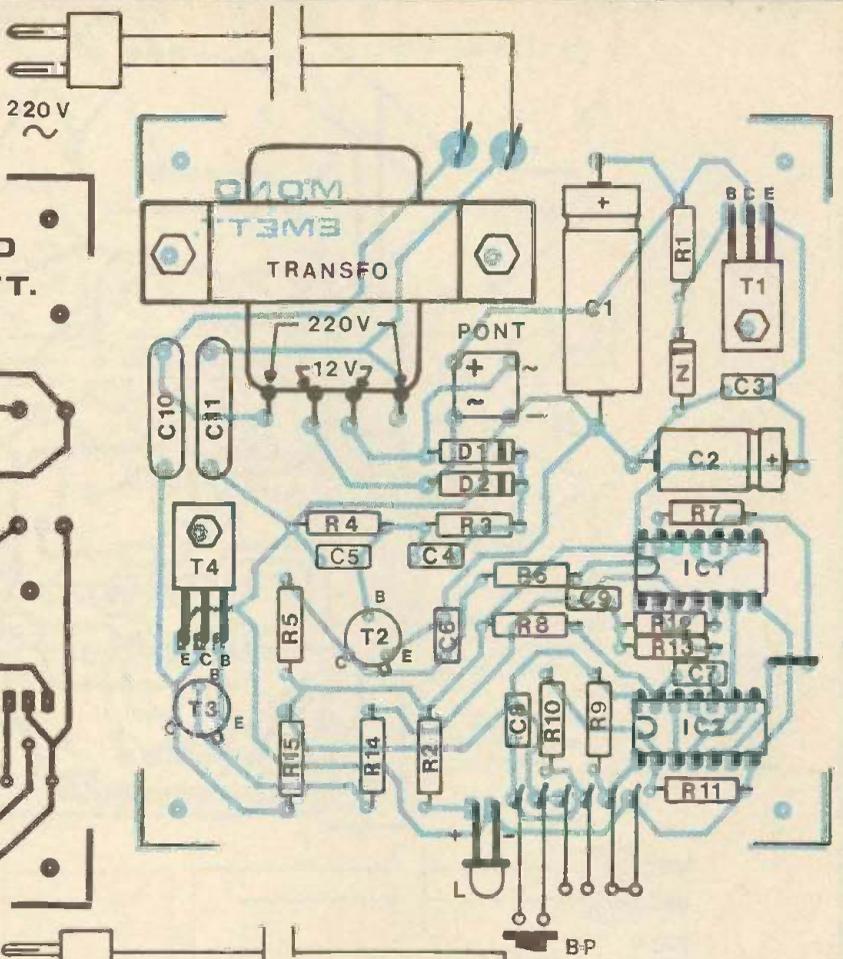
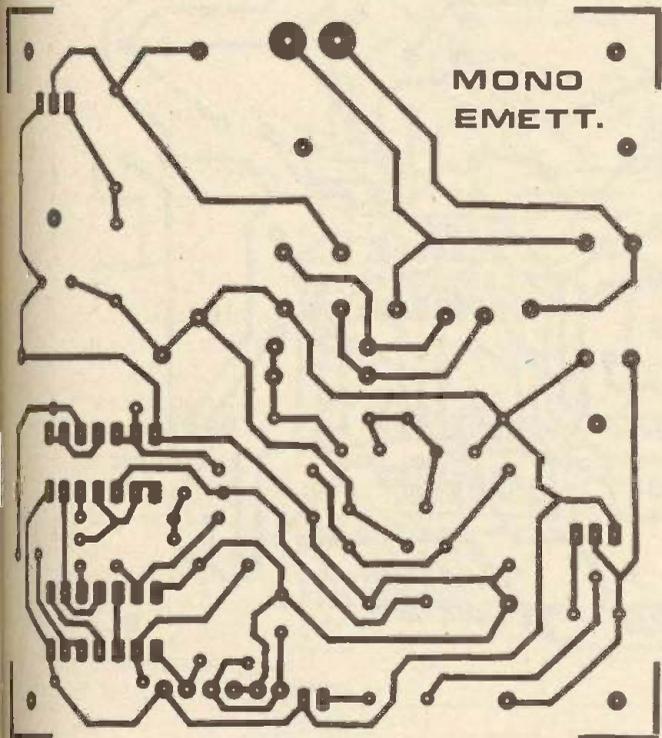
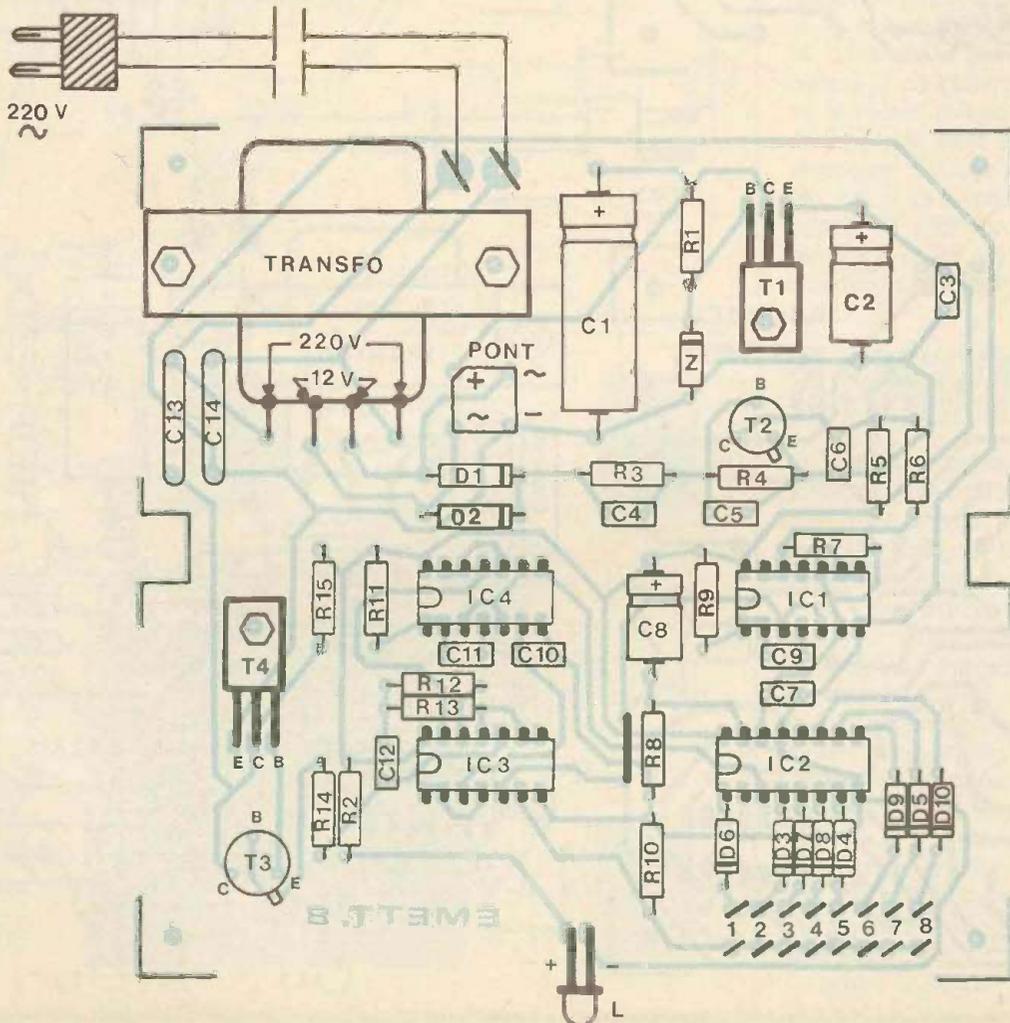
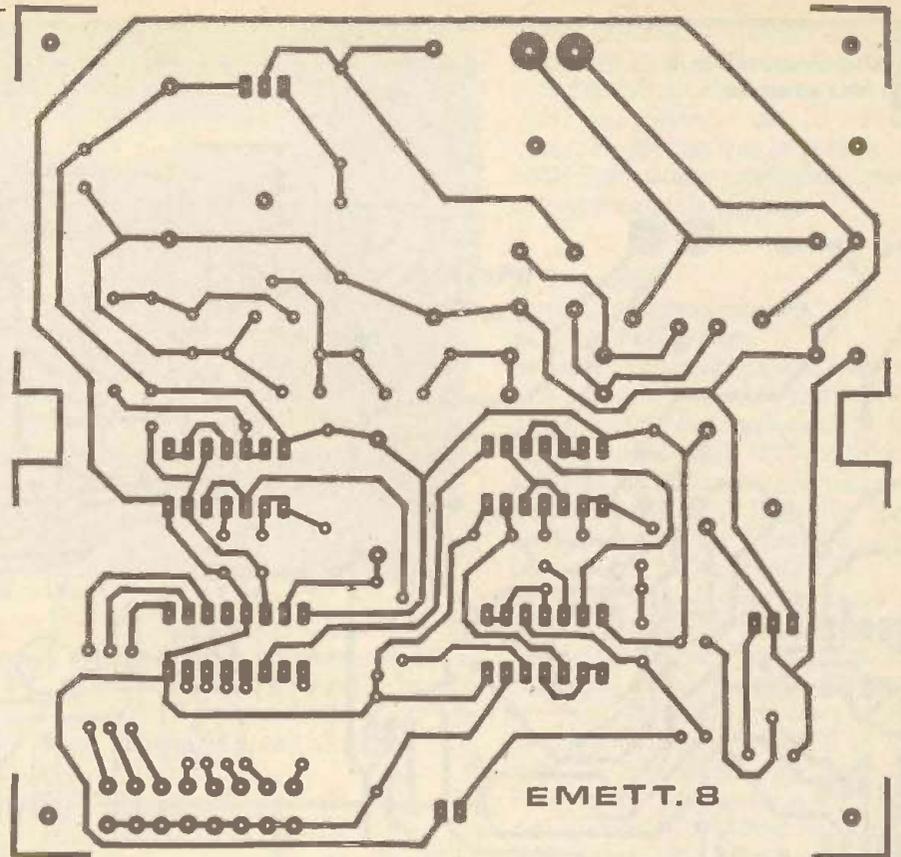
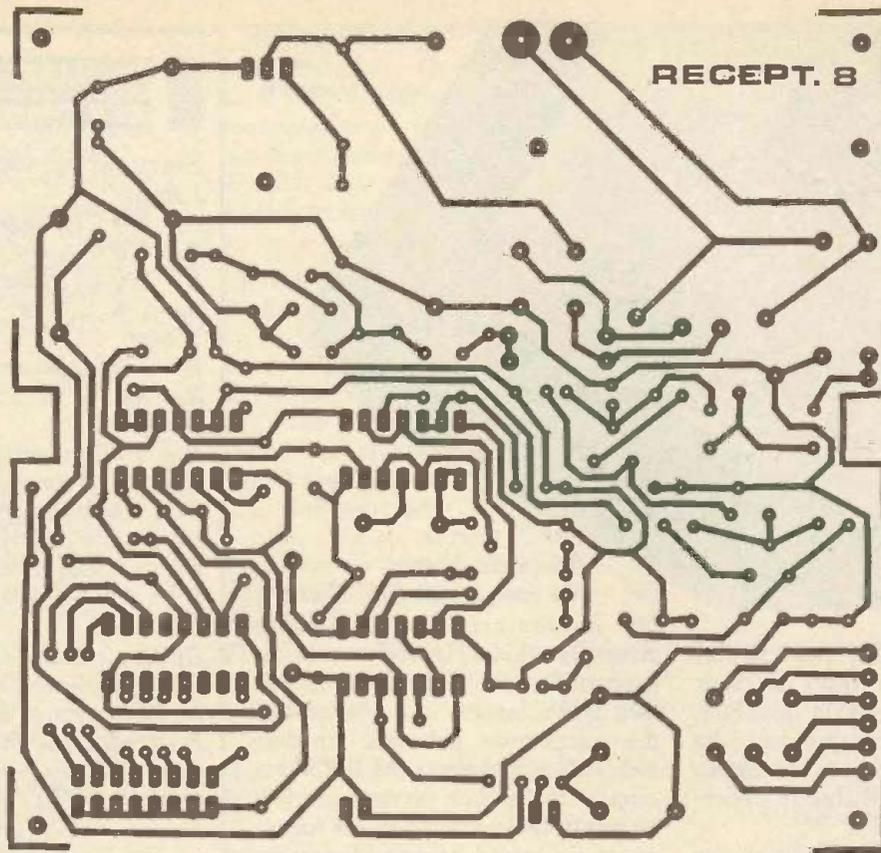
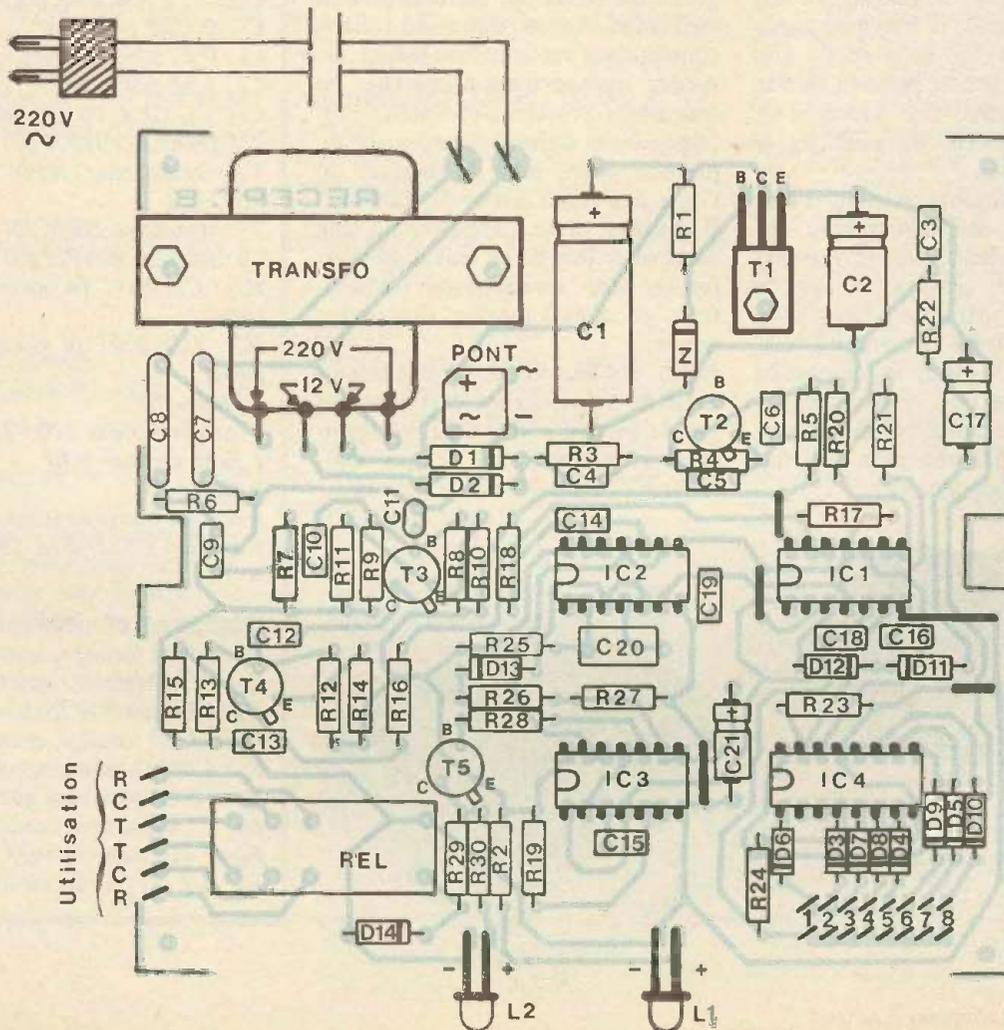


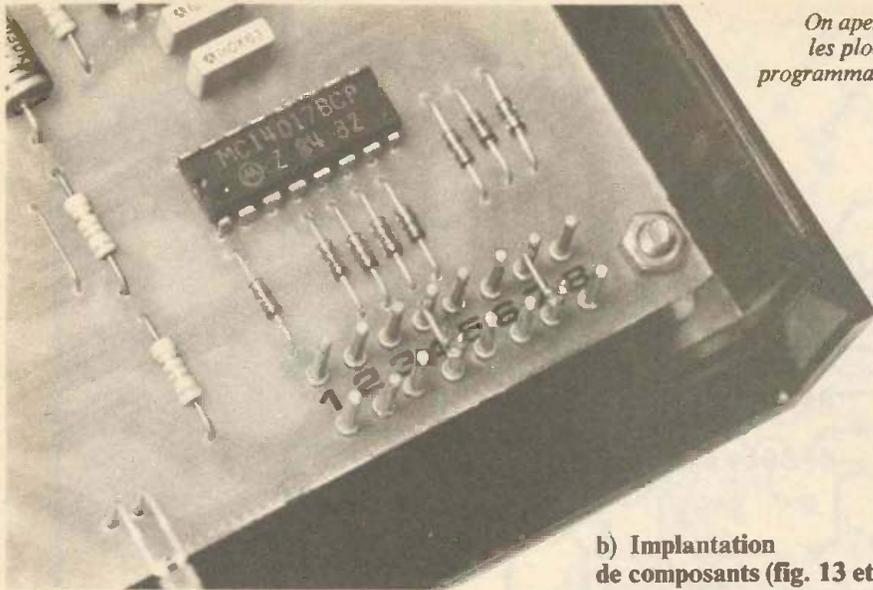
Fig. 12 et 14 *Détails de réalisation de l'ensemble « 8 canaux ».*





RECEPT. 8





On aperçoit  
les plots de  
programmation.

#### b) Implantation de composants (fig. 13 et 14)

Après un rinçage abondant, on percera les différents trous à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Les pastilles devant recevoir des connexions de plus gros diamètres seront percées à un diamètre approprié.

Avant d'attaquer la réalisation des circuits imprimés, il convient auparavant de vérifier si le relais que l'on a pu se procurer possède bien la même disposition des broches. A défaut, il convient de modifier le dessin des pistes.

Enfin, il est toujours conseillé d'étamer les pistes, ce qui augmente leur résistance mécanique et surtout chimique. Par ailleurs, le fait de réaliser cette opération à l'aide d'un fer à souder oblige l'amateur à vérifier, piste par piste, la continuité électrique ainsi que les contacts accidentels entre pistes voisines. Cette précaution élémentaire permet d'éviter bien des déboires.

On implantera en priorité les straps, les diodes, les résistances, les capacités et les transistors, en faisant très attention aux orientations des composants polarisés. En dernier lieu, on soudera les différents circuits intégrés en prenant garde à ne pas trop les chauffer, en ménageant un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur le même boîtier.

Aucun réglage n'est nécessaire, les ensembles émetteur-récepteur correspondants doivent fonctionner du premier coup, dans la mesure où l'on a pas fait d'erreur de montage. Il convient donc d'apporter un soin particulier lors de ce travail et d'effectuer des vérifications fréquentes : ce n'est jamais du temps perdu.

Enfin, nos lecteurs à l'esprit imaginaire ne manqueront certainement pas de mettre à jour d'autres applications intéressantes de ces courants HF véhiculés par le secteur.

Robert KNOERR

## IV - LISTE DES COMPOSANTS

### Emetteur monocanal

1 strap

$R_1$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)

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

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

$R_4$  à  $R_6$  : 3  $\times$  10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_7$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)

$R_8$ ,  $R_9$  : 2  $\times$  33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)

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

$R_{11}$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)

$R_{12}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)

$R_{13}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_{14}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)

$R_{15}$  : 100  $\Omega$ /0,5 W (marron, noir, marron)

$D_1$ ,  $D_2$  : 2 diodes 1N 4004 ou 4007

Z : diode Zener de 10 V

L : LED verte  $\varnothing$  3

Pont redresseur 500 mA

$C_1$  : 2 200  $\mu$ F/25 V électrolytique

$C_2$  : 220  $\mu$ F/10 V électrolytique

$C_3$ ,  $C_4$  : 2  $\times$  0,1  $\mu$ F polyester

$C_5$ ,  $C_6$  : 2  $\times$  4,7 nF polyester

$C_7$  : 0,1  $\mu$ F polyester

$C_8$  : 0,22  $\mu$ F polyester

$C_9$  : 1 nF polyester

$C_{10}$ ,  $C_{11}$  : 2  $\times$  10  $\mu$ F/400 V Mylar

$T_1$  : transistor NPN BD 135, BD 137

$T_2$  : transistor NPN BC 108, 109, 2N 2222

$T_3$  : transistor NPN 2N 1711, 2N 1613

$T_4$  : transistor NPN BD 135, BD 137

$IC_1$  : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)

$IC_2$  : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)

1 passe-fil

Transformateur 220 V/12 V/0,2 A

1 fiche secteur + fil

8 picots

1 bouton poussoir (contact travail)

1 boîtier ESM, EM 10/05, 100  $\times$  100  $\times$  50

### Récepteur monocanal

$R_1$  : 330  $\Omega$  (orange, orange, marron)

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

$R_3$  : 100  $\Omega$ /0,5 W (marron, noir, marron)

$R_4$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)

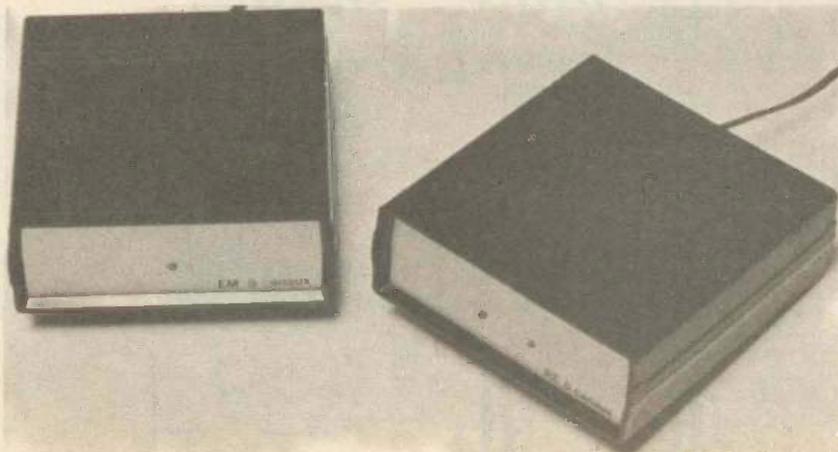
$R_5$  : 120 k $\Omega$  (marron, rouge, jaune)

$R_6$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)

$R_7$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)

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

$R_9$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)



L'émetteur et le récepteur 8 canaux.

*R*<sub>10</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>11</sub> : 150 Ω (marron, vert, marron)  
*R*<sub>12</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>13</sub> : 27 kΩ (rouge, violet, orange)  
*R*<sub>14</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)  
*R*<sub>15</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
*R*<sub>16</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
*R*<sub>17</sub> : 22 Ω, voir texte (rouge, rouge, noir)  
*R*<sub>18</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
*D*<sub>1</sub> : diode signal (type 1N 914 ou équivalent)  
*D*<sub>2</sub> : diode 1N 4004 ou 1N 4007  
*Z* : diode Zener 10 V  
*L*<sub>1</sub> : LED verte Ø 3  
*L*<sub>2</sub> : LED rouge Ø 3  
 Pont redresseur 500 mA  
*C*<sub>1</sub> : 1 000 µF/25 V électrolytique  
*C*<sub>2</sub> : 100 µF/10 V électrolytique  
*C*<sub>3</sub> : 0,1 µF polyester  
*C*<sub>4</sub>, *C*<sub>5</sub> : 2 × 0,1 µF/400 V Mylar  
*C*<sub>6</sub> : 1 nF polyester  
*C*<sub>7</sub> : 22 nF polyester  
*C*<sub>8</sub> : 100 pF céramique  
*C*<sub>9</sub> : 10 nF polyester  
*C*<sub>10</sub> : 47 nF polyester  
*C*<sub>11</sub>, *C*<sub>12</sub> : 2 × 0,47 µF polyester  
*C*<sub>13</sub> : 220 µF/10 V électrolytique  
*T*<sub>1</sub> : transistor NPN BD 135, BD 137  
*T*<sub>2</sub> : transistor NPN BC 108, 109, 2N 2222  
*T*<sub>3</sub> : transistor PNP 2N 2905  
*T*<sub>4</sub> : transistor NPN 2N 1711, 2N 1613  
*IC* : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)  
 Relais 6 V/2RT  
 1 passe-fil  
 1 transformateur 220 V/12 V/0,2 A  
 8 picots  
 fil secteur  
 fiche secteur  
 Dominos de raccordement  
 Boîtier ESM, EM10/05 (100 × 100 × 50)

Émetteur « 8 canaux »  
 1 strap  
*R*<sub>1</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)  
*R*<sub>2</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
*R*<sub>3</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>4</sub> à *R*<sub>6</sub> : 3 × 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>7</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>8</sub> à *R*<sub>11</sub> : 4 × 33 kΩ (orange, orange, orange)  
*R*<sub>12</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>13</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>14</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
*R*<sub>15</sub> : 100 Ω /0,5 W (marron, noir, marron)

*D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> : 2 diodes 1N 4004, 1N 4007  
*D*<sub>3</sub> à *D*<sub>10</sub> : 8 diodes signal (type 1N 914 ou équivalent)  
*Z* : diode Zener 10 V  
*L* : LED verte Ø 3  
 Pont redresseur 500 mA  
*C*<sub>1</sub> : 2 200 µF/25 V électrolytique  
*C*<sub>2</sub> : 220 µF/10 V électrolytique  
*C*<sub>3</sub>, *C*<sub>4</sub> : 2 × 0,1 µF polyester  
*C*<sub>5</sub>, *C*<sub>6</sub> : 2 × 4,7 nF polyester  
*C*<sub>7</sub> : 1 nF polyester  
*C*<sub>8</sub> : 47 µF/10 V électrolytique  
*C*<sub>9</sub> : 10 nF polyester  
*C*<sub>10</sub> : 2,2 nF polyester  
*C*<sub>11</sub> : 0,1 µF polyester  
*C*<sub>12</sub> : 1 nF polyester  
*C*<sub>13</sub>, *C*<sub>14</sub> : 2 × 0,1 µF/400 V, Mylar  
*T*<sub>1</sub> : transistor NPN BD 135, BD 137  
*T*<sub>2</sub> : transistor NPN BC 108, 109, 2N 2222  
*T*<sub>3</sub> : transistor NPN 2N 1711, 2N 1613  
*T*<sub>4</sub> : transistor NPN BD 135, BD 137  
*IC*<sub>1</sub> : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)  
*IC*<sub>2</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)  
*IC*<sub>3</sub> : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)  
*IC*<sub>4</sub> : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)  
 Transformateur 220 V/12 V/0,2 A  
 18 picots  
 Fil secteur  
 Fiche secteur  
 Passe-fil  
 Boîtier Teko série CAB modèle 011 (128 × 135 × 46)

Récepteur « 8 canaux »  
 5 straps (2 horizontaux, 3 verticaux)  
*R*<sub>1</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)  
*R*<sub>2</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
*R*<sub>3</sub> : 100 Ω (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>4</sub>, *R*<sub>5</sub> : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>6</sub> : 100 Ω /0,5 W (marron, noir, marron)  
*R*<sub>7</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
*R*<sub>8</sub> : 120 kΩ (marron, rouge, jaune)  
*R*<sub>9</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>10</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
*R*<sub>11</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
*R*<sub>12</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
*R*<sub>13</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>14</sub> : 150 Ω (marron, vert, marron)  
*R*<sub>15</sub>, *R*<sub>16</sub> : 2 × 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>17</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

*R*<sub>18</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
*R*<sub>19</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
*R*<sub>20</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
*R*<sub>21</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>22</sub> à *R*<sub>24</sub> : 3 × 33 kΩ (orange, orange, orange)  
*R*<sub>25</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>26</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)  
*R*<sub>27</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
*R*<sub>28</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
*R*<sub>29</sub> : 22 Ω, voir texte (rouge, rouge, noir)  
*R*<sub>30</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
*D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> : 2 diodes 1N 4004, 4007  
*D*<sub>3</sub> à *D*<sub>13</sub> : 11 diodes signal (type 1N 914 ou équivalent)  
*D*<sub>14</sub> : diode 1N 4004, 4007  
*Z* : diode Zener 10 V  
*L*<sub>1</sub> : LED verte Ø 3  
*L*<sub>2</sub> : LED rouge Ø 3  
 Pont redresseur 500 mA  
*C*<sub>1</sub> : 1 000 µF/25 V électrolytique  
*C*<sub>2</sub> : 100 µF/10 V électrolytique  
*C*<sub>3</sub>, *C*<sub>4</sub> : 2 × 0,1 µF polyester  
*C*<sub>5</sub>, *C*<sub>6</sub> : 2 × 4,7 nF polyester  
*C*<sub>7</sub>, *C*<sub>8</sub> : 2 × 0,1 µF/400 V Mylar  
*C*<sub>9</sub> : 1 nF polyester  
*C*<sub>10</sub> : 22 nF polyester  
*C*<sub>11</sub> : 100 pF céramique  
*C*<sub>12</sub> : 10 nF polyester  
*C*<sub>13</sub> : 47 nF polyester  
*C*<sub>14</sub> : 0,22 µF polyester  
*C*<sub>15</sub> : 10 nF polyester  
*C*<sub>16</sub> : 1 nF polyester  
*C*<sub>17</sub> : 22 µF/10 V électrolytique  
*C*<sub>18</sub> : 2,2 nF polyester  
*C*<sub>19</sub> : 22 nF polyester  
*C*<sub>20</sub> : 1 µF polyester (MKH)  
*C*<sub>21</sub> : 4,7 µF/10 V électrolytique  
*T*<sub>1</sub> : transistor NPN BD 135, BD 137  
*T*<sub>2</sub>, *T*<sub>3</sub> : 2 transistors NPN BC 108, 109, 2N 2222  
*T*<sub>4</sub>, *T*<sub>5</sub> : 2 transistors PNP 2N 2905  
*IC*<sub>1</sub> : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)  
*IC*<sub>2</sub>, *IC*<sub>3</sub> : 2 × CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)  
*IC*<sub>4</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)  
 Transformateur 220 V/12 V/0,2 A  
 Fil secteur  
 Passe-fil  
 Fiche secteur  
 1 relais 2RT, 6 V  
 24 picots  
 Dominos de raccordement.  
 Boîtier Teko Série CAB, modèle 011 (128 × 135 × 46).

# BOOSTER 2 x 16 W A TRANSISTORS

(suite de la p. 86)

Fig. 4  
et 5

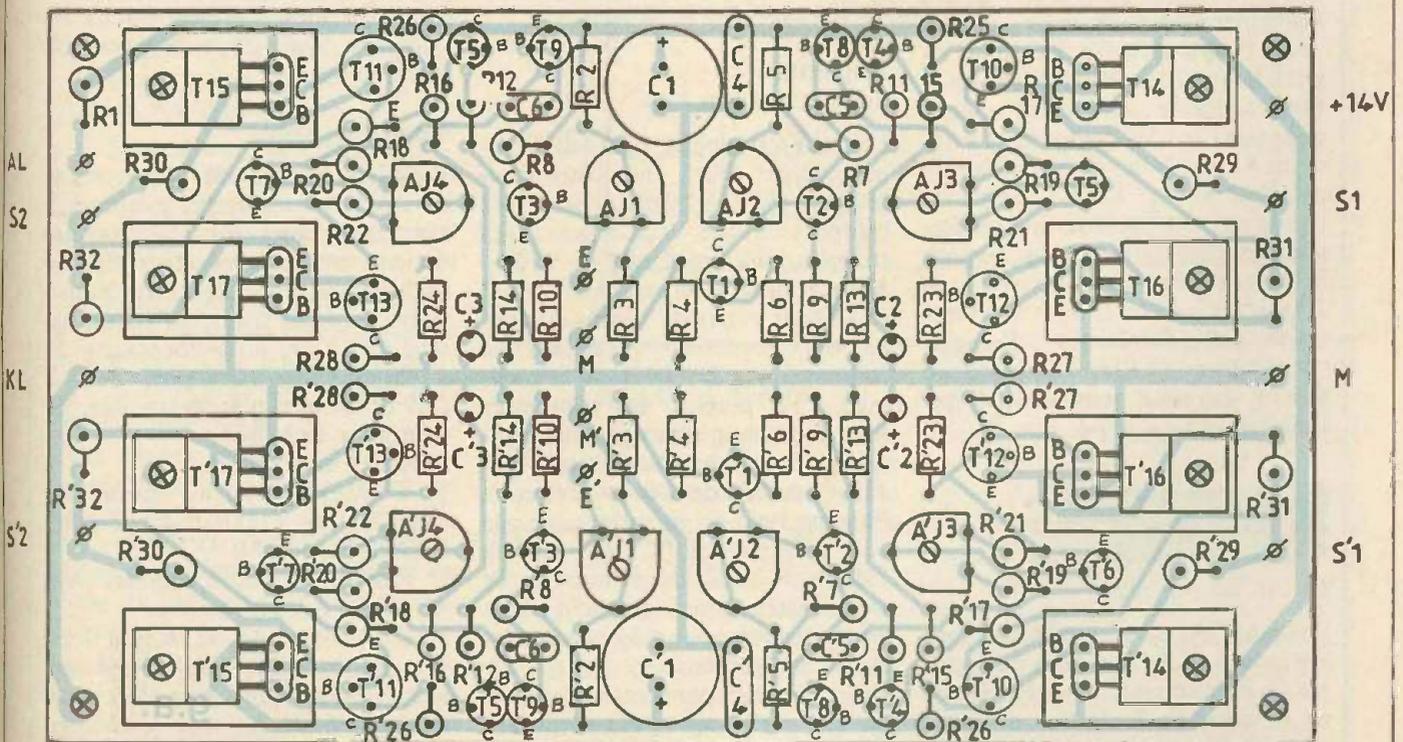
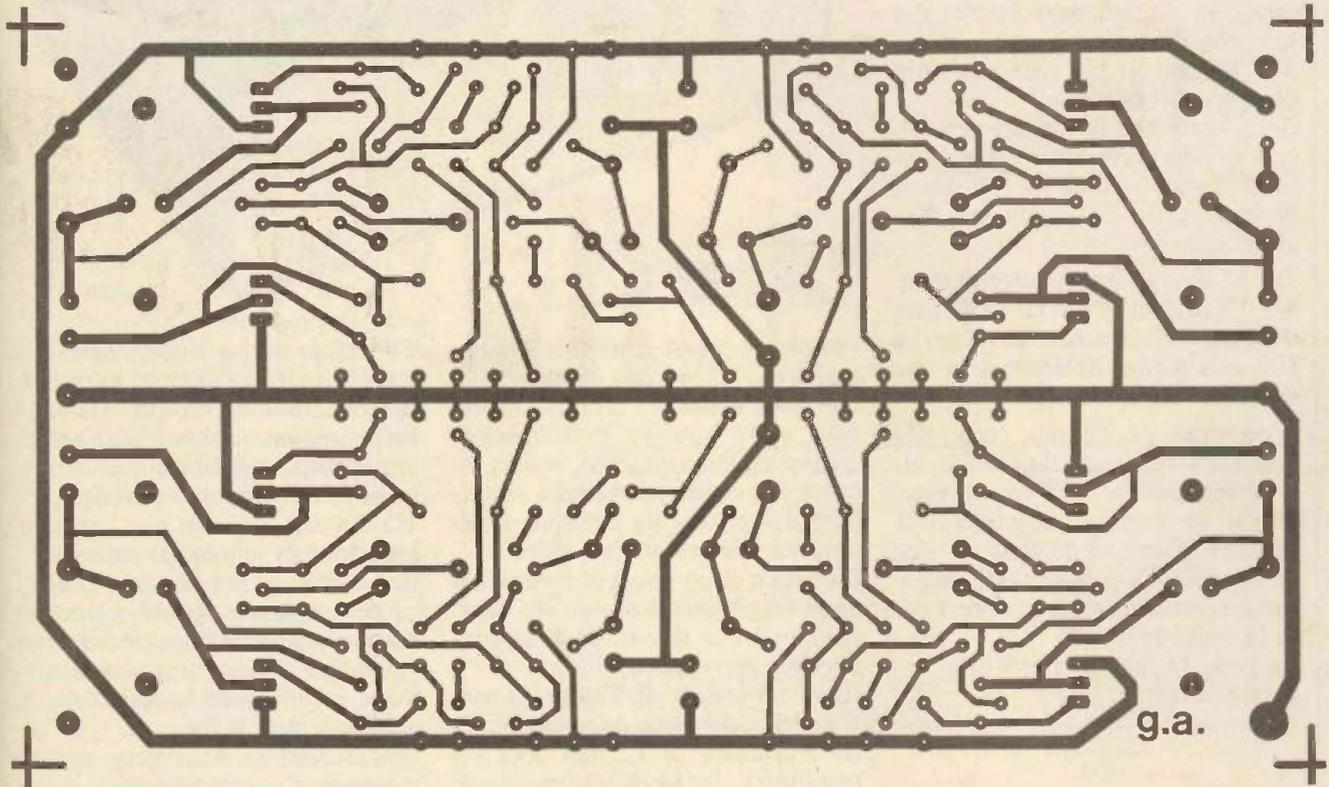
Tracé du circuit imprimé à l'échelle et implantation des éléments.

$$U_{\text{eff}} = \frac{12}{\sqrt{2}} \text{ (montage ponté)}$$

d'où  $R_S = 4,24 \Omega$ .

On a  $R_S = Z + R_{29} + R_{32}$   
ou  $R_S = Z + R_{30} + R_{31}$  d'où  $R_{29} =$   
 $R_{30} = R_{31} = R_{32} = 0,12 \Omega$ .

Le courant maximal approchant les 3 A, on choisira des TIP 31 et 32 comme transistors de sortie, leur  $\beta$  est supérieur ou égal à 20. La puissance qu'ils auront à dissiper est la différence entre la puissance moyenne fournie par l'alimentation



et la puissance efficace fournie à la charge :

$$P_{\text{moy alim}} = \frac{2 I_{s \text{ max}}}{\pi} \times 14 = 25,3 \text{ W}$$

$$P_s = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R_s} = 17 \text{ W.}$$

Comme il y a quatre transistors de sortie, ils auront, dans le pire des cas, chacun un petit peu plus de 2 W à dissiper. On leur adjointra donc un petit radiateur.

Il va de soi que la plupart des calculs se font après avoir « dégrossi » les différents paramètres (puissance de sortie, chute de tension dans  $R_{23}$ , etc.).

$T_{10}$  et  $T_{12}$  seront, arbitrairement, des 2N2219 et 2N2905. Leur gain en courant étant supérieur ou égal à 100, cela permet de déterminer une résistance  $R_{23}$  maximale.

L'écrêtage de l'ampli (complet) sera symétrique, car lors d'une alternance positive à l'entrée nous aurons un écrêtage négatif sur la sortie  $S_1$  (à cause de  $R_{23}$ ), et vice versa : lors d'une alternance négative à l'entrée, l'écrêtage se fera sur  $S_2$  (à cause de  $R_{24}$ ).

Le gain de chaque ampli sera approximativement égal à :

$$\frac{R_{17} + R_{15}}{R_{15}}$$

soit environ 2,2. En pratique il sera légèrement inférieur, mais suffisant pour  $T_1$  qui saturera lors d'un signal d'entrée de 6 V crête-à-crête.

Pour terminer cette étude théorique, signalons les composants « annexes » :  $C_2$  évite de perturber la polarisation de  $T_4$ .  $C_5$  coupe la bande passante dans les hautes fréquences pour éviter les oscillations intempestives (aux environs de 2 MHz).  $C_4$  et  $C_1$  filtrent l'alimentation. Enfin la résistance  $R_1$  polarise la diode « LED » L qui sert de témoin de mise sous tension par l'inter K.

## REALISATION PRATIQUE

Le circuit imprimé

Son tracé est donné figure 4, et bien entendu à l'échelle 1 pour en faciliter la reproduction. Il a été étudié en fonction de l'insertion du montage dans un coffret ESM de référence EC 18/07. Ce tracé est assez

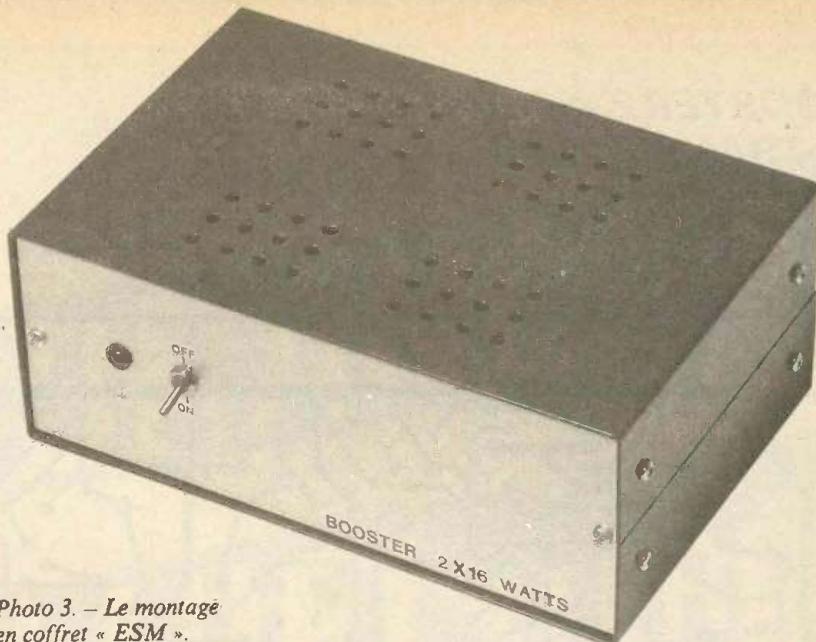


Photo 3. — Le montage en coffret « ESM ».

complicé, aussi nous vous recommandons le procédé photographique pour éviter les erreurs. Toutefois vous pouvez évidemment utiliser un autre procédé, mais il est impératif de ne pas réduire la largeur des pistes, des courants assez importants circulant par endroits.

Le circuit étant gravé et éventuellement étamé ou vernis, ou les deux, tous les trous seront, dans un premier temps, percés à 0,8 mm.

Ils seront ensuite agrandis : à 1 mm pour les résistances de puissance et les ajustables ; à 1,2 mm pour les transistors de sortie et les cosses poignard ; à 3 mm pour les fixations du circuit et des radiateurs.

### Implantation des composants

Le plan est donné figure 5. Commencez par courir chez votre fournisseur préféré pour acheter les composants que vous n'aurez pas trouvés dans vos fonds de tiroirs. Mais attention, le prix des TIP 31 et 32 peut varier du simple ou double d'un revendeur à l'autre... Et comme il y a 8 TIP dans le montage... La plupart des transistors sont interchangeable par des équivalents ou approchants (sauf les TIP, 3 A et connexions obligent). Par exemple il importe peu que vous utilisiez des BC 107, 108 ou 109, A, B ou C, du moment qu'ils sont répartis symétriquement sur la carte, surtout en ce qui concerne les étages différentiels.

On commence par mettre en place les TIP avec leurs radiateurs, avant de les souder. Inutile de dire qu'une inversion entre un TIP 31 et un

TIP 32 provoquera un magnifique court-circuit, mettant en danger la centrale nucléaire qui alimente votre région. (Nous déclinons toute responsabilité !) Les radiateurs seront de petits modèles pour TO 220, ils n'auront pas beaucoup à dissiper, ils sont là par sécurité.

On continue par les composants passifs : cosses poignard d'entrées/sorties/alimentation, résistances ajustables, résistances, condensateurs, et on garde la résistance de puissance pour la fin.

Les transistors ne posent pas de problème d'orientation, mais attention encore aux inversions possibles ! Ça y est ? Alors vérifiez encore une fois, il y a beaucoup de composants...

### Réglages, essais

Pour les réglages vous aurez besoin du matériel suivant, maintenant classique dans tout laboratoire d'amateur : un générateur BF, un oscilloscope, un multimètre (numérique de préférence), un condensateur de 10  $\mu\text{F}$ , un condensateur de 1 000  $\mu\text{F}$ , une résistance de 4  $\Omega$  (3,9  $\Omega$ ) de quelques watts, une alimentation stabilisée.

Procédez dans l'ordre :

1° Soudez la borne moins du condensateur 1 000  $\mu\text{F}$  à une patte de la résistance 4  $\Omega$ .

2° Positionnez les ajustables  $A_{j1}$ ,  $A'_{j1}$ ,  $A'_{j2}$ ,  $A_{j2}$  à mi-course.

3° Positionnez  $A_{j3}$  et  $A'_{j3}$  à fond vers  $R_{19}$  et  $A_{j4}$  et  $A'_{4}$  à fond vers  $R_{20}$ . ( $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T'_6$ ,  $T'_7$  sont alors saturés). Attention, les sens de totation de  $A_{j3}$  et  $A_{j4}$  sont inversés, de même que pour  $A'_{j3}$  et  $A'_{j4}$ .

4 A l'aide du voltmètre, réglez l'alimentation sur 14 V.

5° Réglez le générateur BF sur environ 1 kHz.

6° Réglages du 1<sup>er</sup> ampli. Connectez l'alimentation et réglez  $A_{j2}$  de façon à avoir environ 7 V sur le collecteur de  $T_1$ . Coupez l'alimentation.

7° Par l'intermédiaire du condensateur de  $10 \mu\text{F}$  connecté en série avec le générateur BF, le « plus » étant relié à l'entrée E, envoyez un signal d'environ 1 V crête-à-crête (sinusoidal). Connectez le « plus » du  $1000 \mu\text{F}$  à la sortie  $S_1$ , et la borne libre de la résistance  $4 \Omega$  au 0 V. Reliez l'oscillo aux bornes de la résistance.

8° Alimenter le montage et réglez l'oscilloscope de façon à bien voir la distorsion de croisement. Manœuvrez lentement  $A_{j3}$  jusqu'à ce que disparaisse complètement cette distorsion (entre chaque changement de réglage, vous couperez l'alimentation).

9° Recommencez la même opération en connectant la même résistance de charge et l'oscilloscope sur  $S_2$ . Ceci étant fait, mesurez la tension continue et alternative au point  $S_2$ , à l'aide du voltmètre.

10° Reconnectez l'oscilloscope et la charge sur  $S_1$ , de même que le multimètre. Réglez  $A_{j2}$  de façon à obtenir la même tension continue que celle que vous aviez sur  $S_1$ . Puis enfin réglez  $A_{j1}$  de façon à obtenir la même tension alternative que celle que vous aviez sur  $S_2$ .

Les réglages sont finis pour le premier ampli. Passez au deuxième ( $S'_1$  et  $S'_2$ , E') et recommencez les mêmes opérations à partir du point 6.

Ces réglages peuvent sembler longs, mais il n'en est rien, ils sont simples et logiques. Des pinces « crocodiles » et les « grip-fils » vous seront bien sûr bien utiles.

Vous pouvez ensuite connecter directement la charge, sans le condensateur de  $1000 \mu\text{F}$ , entre  $S_1$  et  $S_2$  ou  $S'_1$  et  $S_2$  pour mesurer la bande passante. Elle s'étend de quelques hertz à plusieurs centaines de kilohertz !

Si votre résistance de  $4 \Omega$  fait plus de 16 W et si votre alimentation peut fournir plus de 2 A, vous pourrez même constater que la puissance annoncée est bien « tenue ».

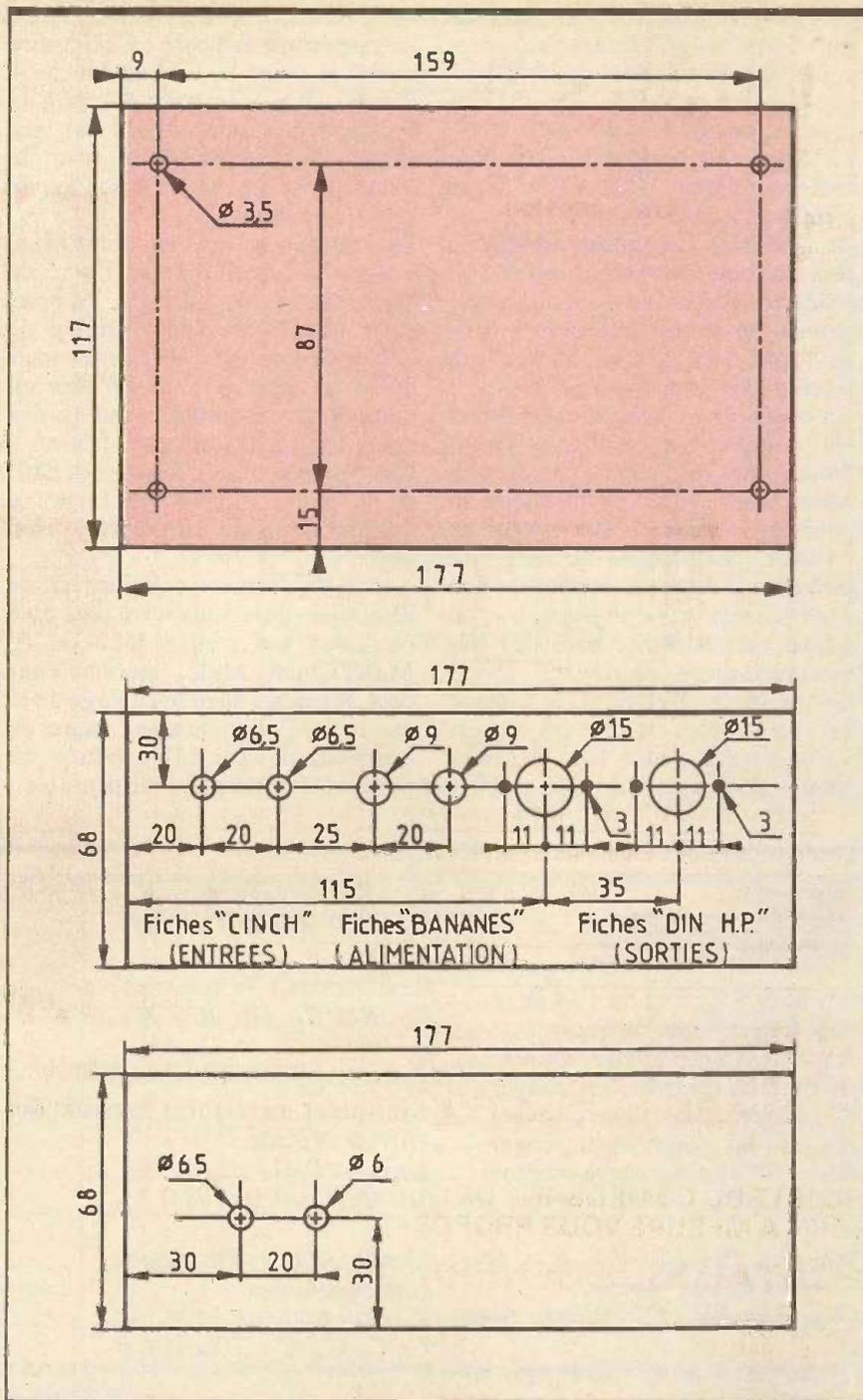


Fig. 6  
Fig. 7  
et 8

Plan de perçage du boîtier.

### Mise en coffret - Câblage

Les plans de perçage du coffret ESM sont donnés figures 6, 7 et 8. Nous rappelons qu'il est préférable de percer à un diamètre légèrement inférieur aux cotes indiquées, et de terminer « proprement » en ébarbant à la queue de rat. Notez que nous avons choisi des « Cinch » pour les entrées, des « DIN H.P. » pour les sorties et des « banane » pour l'alimentation.

Les perçages étant terminés, vous pouvez déposer les transferts de

vos choix (les Mecanorma sont très pratiques, ils comportent des mots entiers, donc faciles à centrer) sur les faces avant et arrière. Vous pouvez pour cela vous inspirer des photographies accompagnant ce texte. Ces transferts seront protégés efficacement par deux à trois couches de vernis « aérosol » déposées à quelques heures d'intervalle. Les pieds du coffret gênent légère-

ment les fixations du circuit. Ce sont des pieds en caoutchouc, auto-collants, et il est facile de les déplacer légèrement ou de les entailler pour le passage des vis.

Le vernis étant bien sec, on fixe toutes les fiches, inter, LED... et le circuit imprimé (ce serait dommage de l'oublier). La masse unique se fera par une entretoise métallique reliée au boîtier et au coin avant gauche du circuit imprimé. Il faudra donc bien gratter la peinture interne à cet endroit du coffret.

La masse étant unique, pour éviter les « ronflettes », les fiches seront donc isolées du boîtier : pas de problème pour les DIN en plastique, ni pour les « banane ». Par contre les « Cinch » métalliques devront être isolées à l'aide de rondelles non conductrices et « chatterton » ou gaine thermorétractable sur les deux tiers du pas de vis.

Ce travail étant effectué, le câblage est fort simple : on relie les entrées « Cinch » aux points E et E', leurs masses aux points M ; les « DIN

H.P. » aux points S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S'<sub>1</sub> et S'<sub>2</sub> en respectant la phase : c'est-à-dire que si le point S<sub>1</sub> va à la broche 1 d'une « DIN », le point S'<sub>1</sub> va à la broche 1 de l'autre « DIN » et vice versa. Pas de problème pour la diode : la sortie AL va à son anode et KL à sa cathode.

Le « moins » est relié du point M, le « plus » à l'inter, l'autre borne de l'inter au + de la carte. Simple, mais nous conseillons l'emploi de câbles de couleurs différentes pour éviter les erreurs. Pour faciliter un démontage éventuel, nous avons aussi utilisé des cosses « fast-on ». Ces cosses sont de plus noyées dans de la gaine thermorétractable, ce qui assure un travail propre et bien isolé.

Avant de fermer le boîtier et de l'installer, il ne vous reste plus qu'à réaliser un câble DIN-H.P. Male/Cinch Male, stéréo. Pour cela, respectez bien le câblage de la masse des fiches, ou alors risques de court-circuit. Du câble blindé est préférable, mais non indispensable.

## Conclusion

Prenez les sorties de votre ampli voiture et amenez-les au booster.

Prenez les sorties du booster et amenez-les aux haut-parleurs ou enceintes (ils doivent pouvoir « encaisser » au moins 16 W). L'alimentation du booster peut se faire à partir de l'autoradio. Cela permet de déporter le montage.

Signalons enfin que la puissance moyenne reçue n'est pas de 16 W en permanence lorsque l'on écoute de la musique : le principal intérêt d'un booster est donc d'avoir une réserve de puissance. Ainsi, lorsque l'on écoute de la musique à une puissance moyenne de 4 W (ce qui est beaucoup !), le signal ne sera distordu que pour des surmodulations dépassant 16 W. L'attrait principal d'un booster est donc l'absence de distorsion lorsque l'on augmente un peu le volume.

G. AMONOU

## LISTE

### DES COMPOSANTS

Résistances 5 %, 1/2 ou 1/4 W

R<sub>1</sub> : 820 Ω (gris, rouge, marron)  
 R<sub>2</sub>, R'<sub>2</sub> : 6,2 kΩ (bleu, rouge, rouge)  
 R<sub>3</sub>, R'<sub>3</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>4</sub>, R'<sub>4</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
 R<sub>5</sub>, R'<sub>5</sub> : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)  
 R<sub>6</sub>, R'<sub>6</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R'<sub>7</sub>, R'<sub>8</sub> : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)  
 R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R'<sub>9</sub>, R'<sub>10</sub>, R'<sub>11</sub>, R'<sub>12</sub> : 180 Ω (marron, gris, marron)  
 R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R'<sub>13</sub>, R'<sub>14</sub> : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)  
 R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub>, R'<sub>15</sub>, R'<sub>16</sub> : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)  
 R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub>, R'<sub>17</sub>, R'<sub>18</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)  
 R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub>, R'<sub>19</sub>, R'<sub>20</sub> : 27 Ω (rouge, violet, noir)  
 R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub>, R'<sub>21</sub>, R'<sub>22</sub> : 22 Ω (rouge, rouge, noir)  
 R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub>, R'<sub>23</sub>, R'<sub>24</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron) 1/2 W

R<sub>25</sub>, R<sub>26</sub>, R<sub>27</sub>, R<sub>28</sub>, R'<sub>25</sub>, R'<sub>26</sub>, R'<sub>27</sub>, R'<sub>28</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)

Résistances 1 W (ou plus)

R<sub>29</sub>, R<sub>30</sub>, R<sub>31</sub>, R<sub>32</sub>, R'<sub>29</sub>, R'<sub>30</sub>, R'<sub>31</sub>, R'<sub>32</sub> : 0,12 Ω

Ajustables miniatures horizontales

Aj<sub>1</sub>, Aj'<sub>1</sub> : 4,7 kΩ  
 Aj<sub>2</sub>, Aj'<sub>2</sub> : 1 kΩ  
 Aj<sub>3</sub>, Aj<sub>4</sub>, Aj'<sub>3</sub>, Aj'<sub>4</sub> : 100 Ω

Condensateurs chimiques, sorties radiales

C<sub>1</sub>, C'<sub>1</sub> : 1 000 μF/16 V  
 C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C'<sub>2</sub>, C'<sub>3</sub> : 10 μF/10 V

Condensateurs Mylar

C<sub>4</sub>, C'<sub>4</sub> : 100 nF

Condensateurs céramique

C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C'<sub>5</sub>, C'<sub>6</sub> : 470 pF

Transistors

T<sub>1</sub>, T'<sub>1</sub> : BC 109 (A, B ou C)

T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T'<sub>2</sub>, T'<sub>3</sub>, T'<sub>4</sub>, T'<sub>5</sub> : BC 109 (A, B ou C)

T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T'<sub>6</sub>, T'<sub>7</sub> : BC 109 (A, B ou C)

T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>, T'<sub>8</sub>, T'<sub>9</sub> : 2N2907

T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T'<sub>10</sub>, T'<sub>11</sub> : 2N2219

T<sub>12</sub>, T<sub>13</sub>, T'<sub>12</sub>, T'<sub>13</sub> : 2N2905

T<sub>14</sub>, T<sub>15</sub>, T'<sub>14</sub>, T'<sub>15</sub> : TIP 32

T<sub>16</sub>, T<sub>17</sub>, T'<sub>16</sub>, T'<sub>17</sub> : TIP 31

Divers

8 radiateurs pour TO 220

K : inter 1 circuit

L : LED Ø 5 mm

1 coffret « ESM », référence EC 18/07

4 entretoises métalliques 5 mm

Cosses poignard

Cosses fast-on

Gaine thermo rétractable

Visserie Ø 3 mm

Transferts Mecanorma

2 Cinch châssis

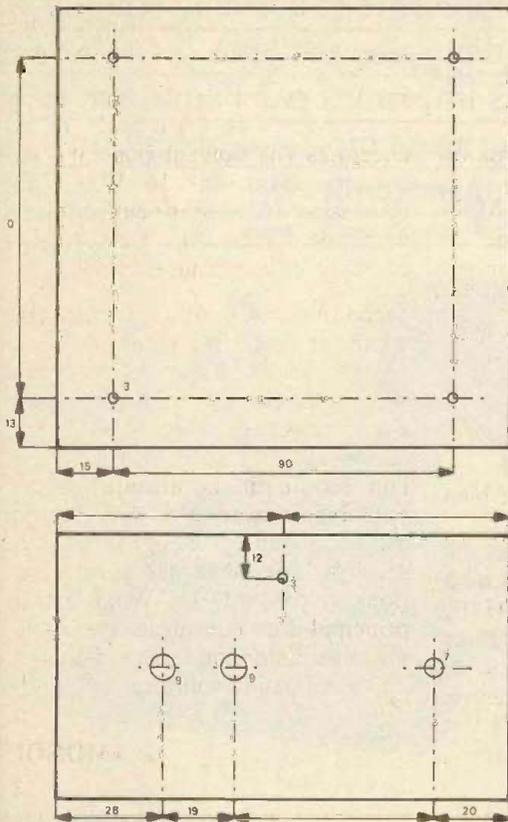
Rondelles isolantes

2 fiches banane châssis

2 DIN H.P. châssis

Vernis en bombe

1 clip pour LED Ø 5 mm.



Oscillogrammes caractéristiques relevés en divers points.

Fig. 11

tention au câblage de la LED qui est polarisée.

Cette opération achevée, et après un rapide contrôle, on pourra connecter la pile de 9 V à son coupleur. Avant d'appliquer le connecteur, il est impératif de ne pas inverser les polarités sous peine de risquer la destruction de  $CI_4$ .

Agir sur le poussoir marche. La LED rouge doit s'allumer. Le HP doit rester muet. Relier les 2 pointes de touche. Le HP émet un signal sonore continu. Mettre une diode repérée, sur les pointes de touche, la cathode (trait) sur le noir. Le HP doit émettre un signal sonore presque continu. Inverser la diode : le HP émet alors des bips très courts. On peut tester rapidement n'importe quelle diode au transistor (fig. 11).

Ce montage, très simple à réaliser, pourra être entrepris par tous les lecteurs désirant disposer d'appareils simples mais efficaces pour le dépannage et la mise au point des montages. Il conviendra de profiter de l'occasion pour mettre à jour les diodes dont le repérage n'est plus visible ou de ressortir les composants du tiroir « à tester ».

Daniel ROVERCH

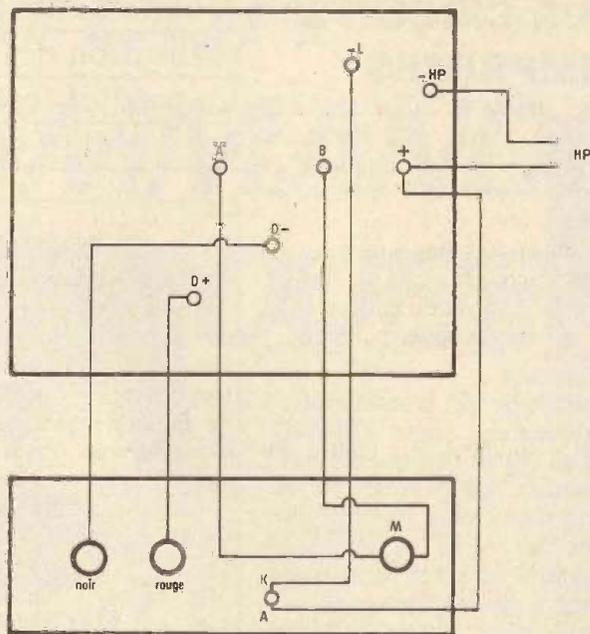
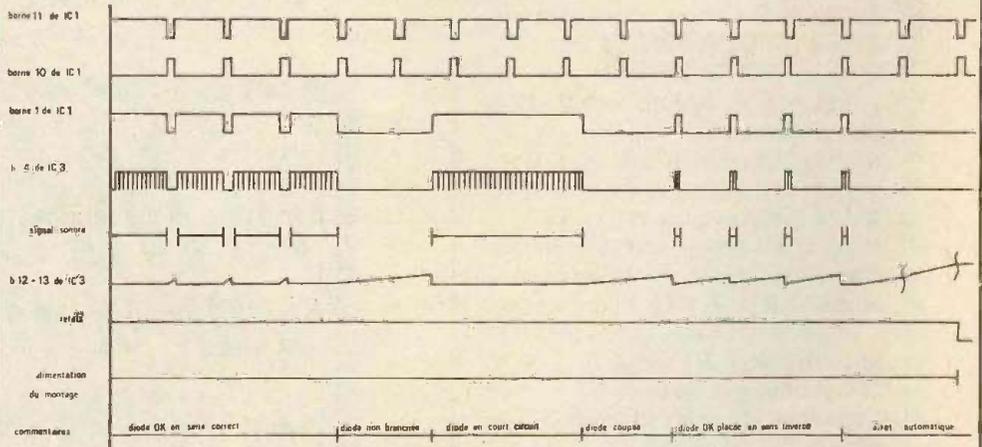


Fig. 8 Plan de perçage du coffret « ESM ».  
et 9  
Fig. 10



## LISTE DES COMPOSANTS

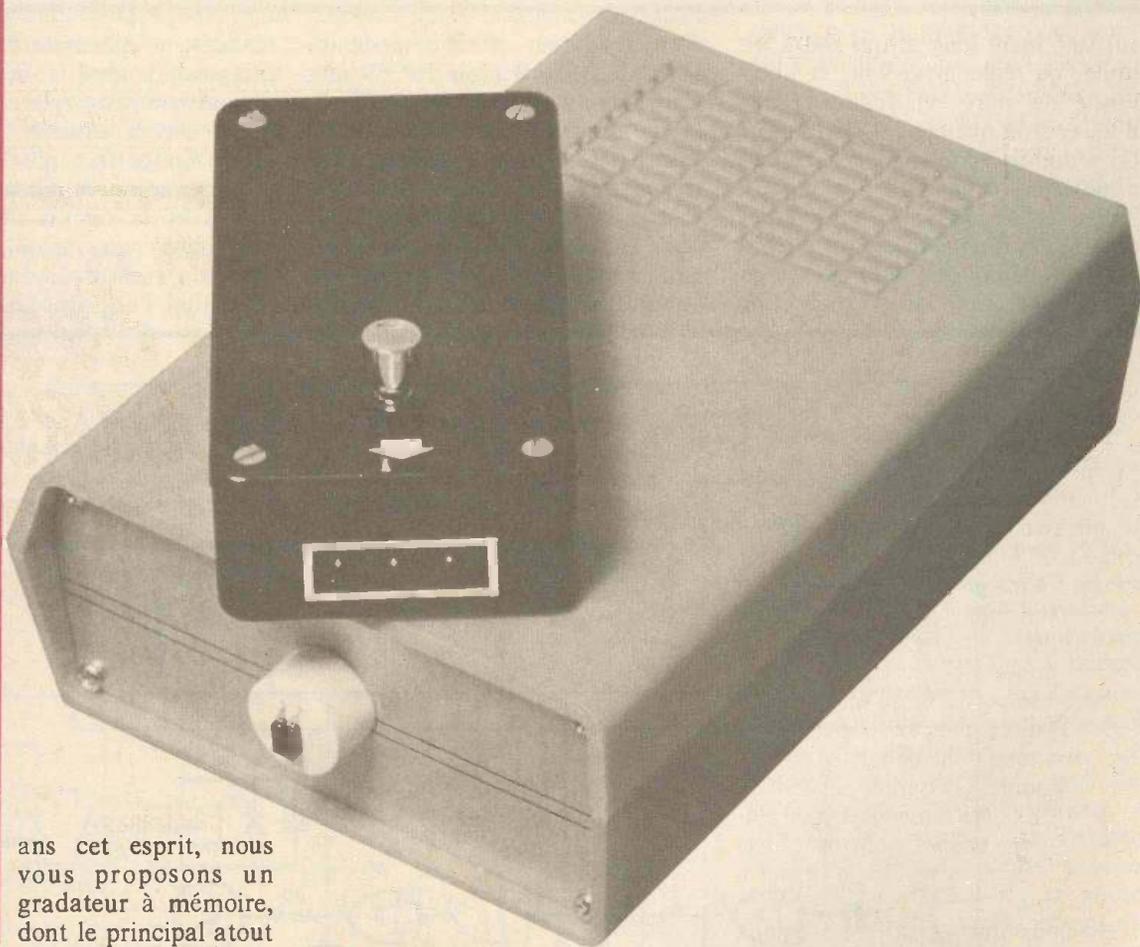
- $R_1$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)
- $R_2, R_3$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)
- $R_4$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- $R_5$  : 100  $\Omega$  (brun, noir, brun)
- $R_6$  : 2,7 k $\Omega$  (rouge, violet, rouge)
- $R_7$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)
- $R_8$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- $R_9$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)
- $R_{10}$  : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)
- $R_{11}$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)
- $R_{12}$  : 470  $\Omega$  (jaune, violet, brun)
- $C_1$  : 10 nF plaquette
- $C_2$  : 100 ou 150 pF 6 V chimique
- $C_3$  : 220 nF plaquette
- $C_4$  : 100 nF plaquette
- $C_5$  : 100  $\mu$ F 10 V chimique

- $T_1$  : 2N2222
- $T_2$  : 2N2222
- $IC_1$  : 4011
- $IC_2$  : 4016 ou 4066
- $IC_3$  : 4011
- $IC_4$  : régulateur 7805
- $D_1, D_2, D_3, D_4$  : 1N4148
- 1 relais REED 5 V 1 T
- 1 HP miniature
- 1 pile 9 V
- 1 coupleur pour pile 9 V
- 1 douille châssis noire
- 1 douille châssis rouge
- 1 poussoir Travail
- 1 LED rouge  $\varnothing$  3
- 1 circuit imprimé
- 1 coffret ESM EC 12/07 F4
- 1 jeu pointes de touche
- Fils, vis, picots, etc.



# GRADATEUR TELECOMMANDE A INFRAROUGE

La notion de confort est étroitement liée au degré de sophistication de l'éclairage, qui bénéficie par ailleurs de nombreux perfectionnements électroniques ces dernières années. On ne compte plus les systèmes de réglage de luminosité d'une lampe, ni les nombreux dispositifs qui permettent d'automatiser plus ou moins l'éclairage.



**D**ans cet esprit, nous vous proposons un gradateur à mémoire, dont le principal atout consiste en une commande à distance à l'aide d'un rayonnement à infrarouge, du même genre que celui qui équipe bon nombre de téléviseurs modernes.

## A - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Non content de posséder un éclairage de salon commandé par un

gradateur mural, il est venu l'idée de pouvoir disposer de ce confort sans même à avoir quitter notre fauteuil favori. Nous vous proposons donc un « bras électronique »

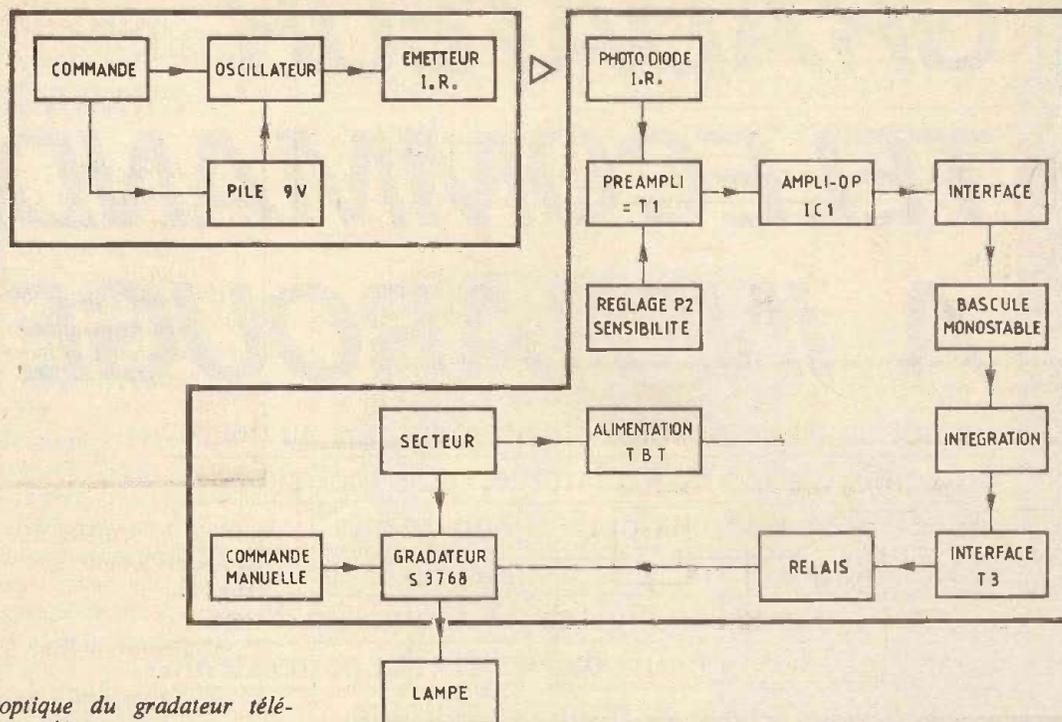


Fig. 1 Synoptique du gradateur télécommandé.

suffisamment long et qui saura allumer ou régler pour vous la luminosité de votre éclairage à partir d'un endroit quelconque de la pièce (si toutefois votre salon n'a pas les dimensions d'un hall de gare!). Nous ferons appel aux étonnantes possibilités d'un petit circuit intégré Siemens déjà utilisé dans ces colonnes à l'occasion de la réalisation

d'un gradateur à commande sonore : le S576 B (voir EP 59 nouvelle série, avril 1983, page 97). La télécommande sera effectuée à l'aide d'un simple signal à infrarouge, plus directif que les ultrasons et moins sensibles aux impulsions parasites. D'ailleurs le circuit intégré utilisé ici ne réagit pas aux impulsions inférieures à 60 millise-

condes, ce qui évite bien des allumages intempestifs. Si le boîtier de l'émetteur reste relativement petit, nous serons amenés à regrouper dans un coffret plus encombrant l'alimentation, le récepteur à infrarouge et le circuit du gradateur, que nous avons volontairement séparé du reste du montage, si vous souhaitez l'utiliser seul, ou encore si

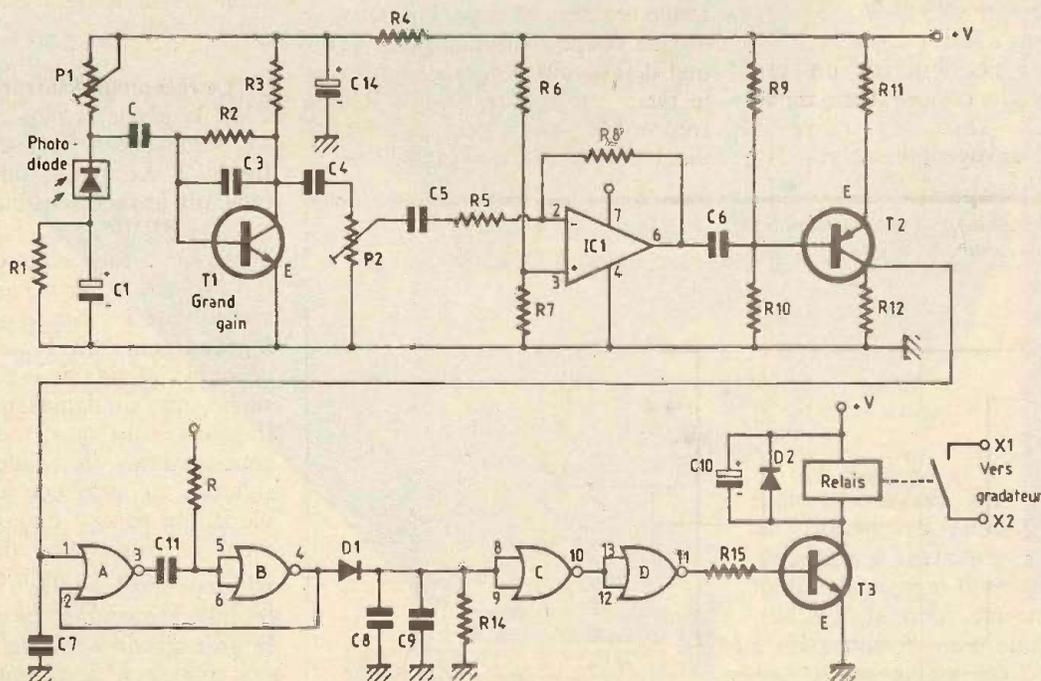


Fig. 2 Schéma de principe de la partie réception.

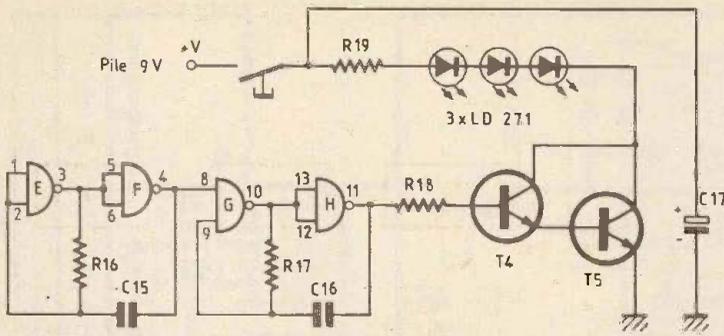


Fig. 3 Schéma de principe de l'émetteur.

Fig. 4 L'alimentation est confiée à un circuit régulateur.

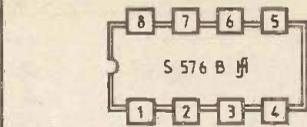
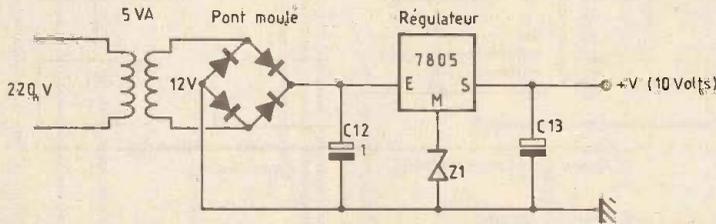


Fig. 5 bis

Broches n° 1 : phase, potentiel de référence du CI ( $U_{SS}$ ). - n° 2 : condensateur externe de l'horloge (base de temps). - n° 3 : condensateur externe de l'oscillateur (intégration). - n° 4 : entrée de synchronisation. - n° 5 : entrée touche à effleurement. - n° 6 : entrée touche annexe. - n° 7 : tension d'alimentation négative ( $U_{DD}$ ). - n° 8 : sortie déclenchement du triac.

pile de 9 V suffira à alimenter pendant une longue durée notre émetteur.

## 2° Alimentation (fig. 4)

La présence d'un relais et la quasi-obligation d'utiliser le secteur pour le gradateur nous ont conduit à opter pour le montage classique à transformateur. Un pont moulé redresse le secondaire du transfo, puis est filtré grossièrement par le condensateur  $C_{12}$ , puis est stabilisé à 10 V environ à l'aide du régulateur 7805... dopé par la diode Zener  $Z_1$  qui décale la masse d'une tension égale à sa valeur de Zener, de 5,1 V sur la maquette. Enfin, le condensateur  $C_{13}$  améliore le filtrage de la tension d'alimentation ainsi produite.

## 3° Le récepteur à infrarouge

C'est la partie la plus complexe, et son schéma complet est donné à la figure 2. Le signal infrarouge est reçu sur la face sensible de la photodiode BP104, placée bien en évidence sur la face avant du boîtier. Un premier étage préamplificateur sera réalisé à l'aide d'un transistor à grand gain, soit  $T_1$ ; cet étage est découplé à l'aide de la résistance  $R_4$  suivie du condensateur  $C_{14}$ . Les liaisons sont assurées par des condensateurs de faible valeur. A signaler la présence de l'ajustable  $P_1$  qui permet d'ajuster précisément la polarisation de la photodiode. Le signal amplifié est ensuite prélevé sur le curseur de l'ajustable  $P_2$ , qui agit ici en véritable régulateur de niveau. Nous trouvons ensuite un ampli OP dont le gain dépend finalement du rapport des

la télécommande seule vous intéresse pour toute autre application. Vous trouverez à la figure 1 le schéma synoptique complet de cette réalisation spectaculaire, dont vous ne manquerez pas d'apprécier bientôt le confort d'utilisation.

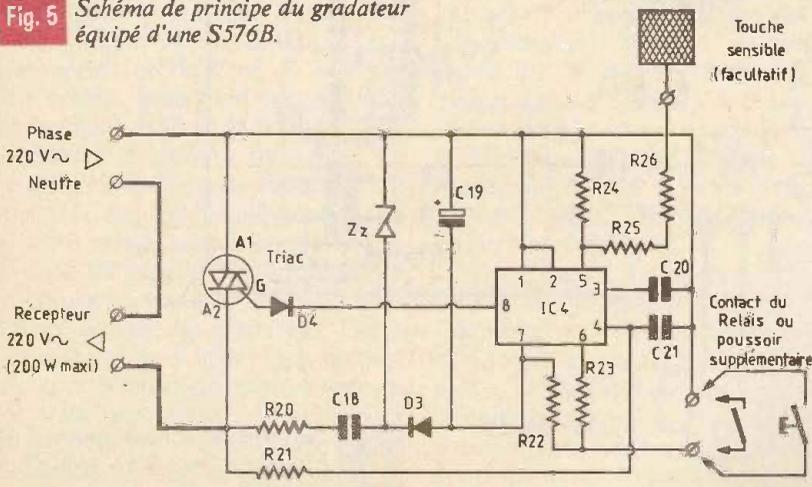
## B - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

### 1° Emetteur à infrarouge (fig.3)

Nous désirons émettre un seul ordre, c'est donc un système mono-canal qu'il faut construire. Il consiste à envoyer des salves d'un

signal à haute fréquence, à l'aide de deux oscillateurs montés en cascade. Un quadruple circuit NAND C/MOS de type 4011 permet de réaliser cela. Le signal composite est appliqué à travers la résistance  $R_{18}$  sur la base du montage Darlington constitué par les transistors  $T_4$  et  $T_5$ . Ce dernier n'aura nullement besoin d'être refroidi, malgré les pointes d'intensité à 1 A traversant les trois LED à infrarouge montées en série. Un poussoir unique coupe l'alimentation et permet d'envoyer ou non le signal vers le récepteur. La résistance  $R_{19}$  de très faible valeur peut éventuellement être omise. Enfin, une petite

Fig. 5 Schéma de principe du gradateur équipé d'une S576B.





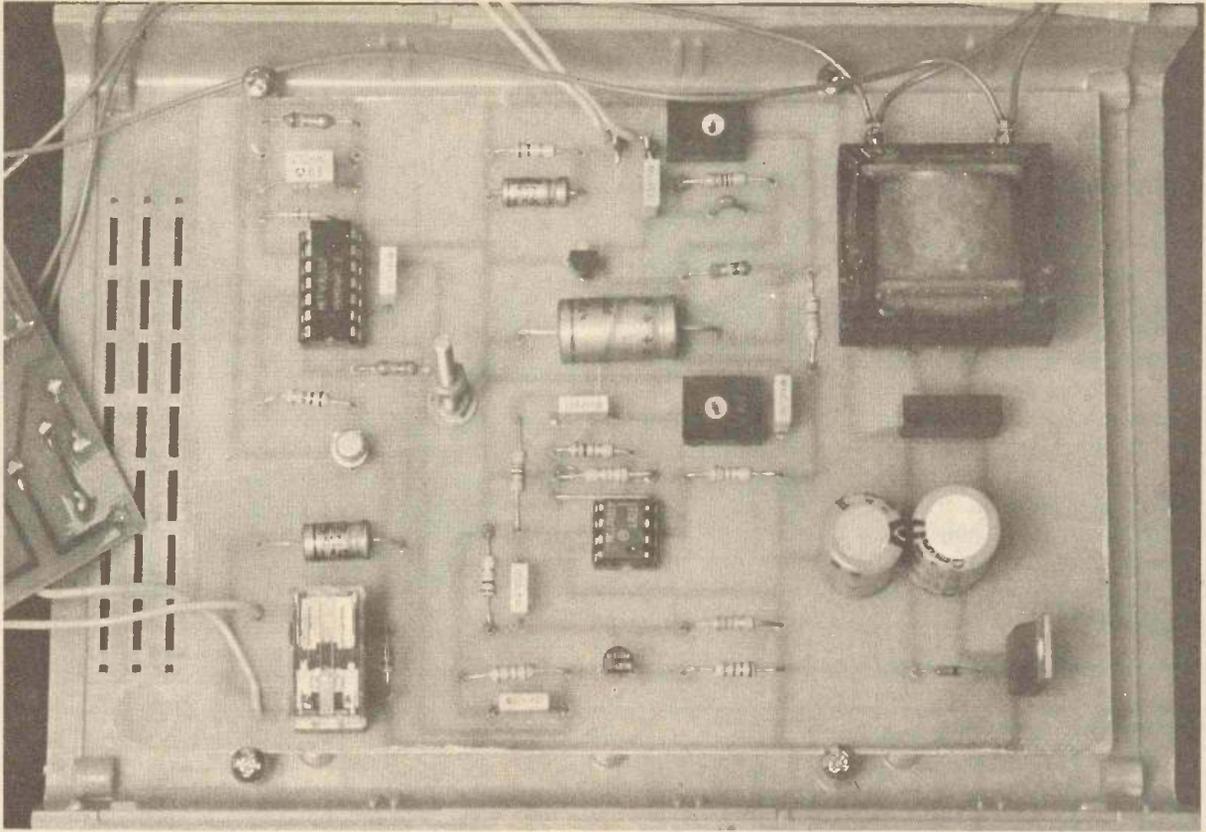


Photo 2. — La carte imprimée principale.

résistances  $R_5$  et  $R_8$  ; l'écrêtage du signal n'a pas grande importance, puisque nous souhaitons simplement prélever une impulsion. Le transistor  $T_2$  ensuite assure la liaison entre l'étage amplificateur et la bascule monostable qui lui fait suite. Les portes NOR A et B délivrent donc des signaux positifs d'une durée constante, qu'il faudra ensuite transformer en un état logique haut aussi longtemps que dure l'émission infrarouge. C'est le rôle de la diode antiretour  $D_1$ , des condensateurs  $C_8$  (et éventuellement  $C_9$ ), et de la résistance  $R_{14}$ . Les portes NOR C et D peuvent être omises, mais il est très pratique de les inclure dans le schéma pour améliorer la qualité du signal de commande destiné à un transistor de sortie  $T_3$ , qui finalement commande un petit relais. Le condensateur  $C_{10}$  élimine les éventuelles vibrations de la bobine et améliore la fiabilité de l'ordre destiné au gradateur. Cette télécommande à infrarouge permet d'atteindre plusieurs mètres de portée sans faire appel à des lentilles additionnelles de concentration. Toutefois, la mise au point devra se faire avec beaucoup de soin et quel-

ques tâtonnements sur les composants ne sont pas à exclure.

#### 4° Circuit du gradateur

Le circuit de base ne comporte aucun potentiomètre affecté au réglage de la luminosité de la lampe qui constitue le récepteur. En effet, la mise en ou hors service ainsi d'ailleurs que le réglage de la luminosité désirée se fait simplement par l'effleurement d'une touche sensible. Dans notre réalisation, nous avons relié cette borne à la face avant du coffret retenu, si par exemple l'utilisateur désire opérer une commande locale. C'est bien la durée du contact du doigt sur la plaque qui détermine l'intensité de l'éclairage. Pourtant, il existe dans ce schéma une possibilité de commande différente, à l'aide d'un ou plusieurs contacts extérieurs : il s'agit des bornes X et Y sur le schéma proposé. La durée exacte de fermeture du contact extérieur, en l'occurrence ici le contact du relais commandé par le récepteur à infrarouge, est interprétée par le circuit intégré de la manière suivante :

— une action inférieure à 400 ms et après un temps d'immunité de 60 à 80 ms donnera à la lampe comman-

dée le même éclat qu'elle présentait avant l'extinction ;

— une action plus longue que 400 ms aura pour effet d'allumer ou d'éteindre la lampe d'une manière très progressive. Le cycle complet dure environ 7 s. A l'arrêt de l'action, la lampe garde sa dernière luminosité.

A chaque réallumage, la lampe est toujours allumée à la luminosité atteinte en dernier, celle mémorisée lors de la précédente coupure.

Ce circuit très pratique et fiable permet de réaliser à peu de frais un véritable télérupteur à luminosité variable. Mais il faut impérativement respecter le sens PHASE-NEUTRE pour obtenir un fonctionnement correct, donc attention au sens de la fiche au moment du branchement final. Le contact du relais remplace le doigt de l'utilisateur sur la plaque sensible ou sur les poussoirs annexes. Le schéma de cette partie se trouve à la figure 5. Nous avons voulu rendre l'alimentation du gradateur indépendante. C'est pourquoi nous trouvons pour ce circuit une alimentation à partir du réseau à travers une « capacité chutrice », en l'occurrence  $C_{18}$ . Cet

élément assure une limitation de la tension sans échauffement par effet Joule en raison du déphasage même du condensateur. On compte environ 30 mA pour une capacité de 1  $\mu$ F environ. La diode Zener Z2 limite à 15 V environ la tension obtenue, que filtre le condensateur C19. Le schéma est tiré d'une notice d'application Siemens et ne mérite pas grande explication. Les bornes X et Y correspondent au raccordement des contacts externes, tandis que les résistances R25 et R26, en série, protègent l'utilisateur qui pose son doigt sur la touche sensible. La sortie 8 du circuit IC4 commande la gâchette du triac à travers la diode D4. Si la puissance de la lampe reste inférieure à 200 W, il ne sera pas nécessaire de monter un dissipateur sur le triac.

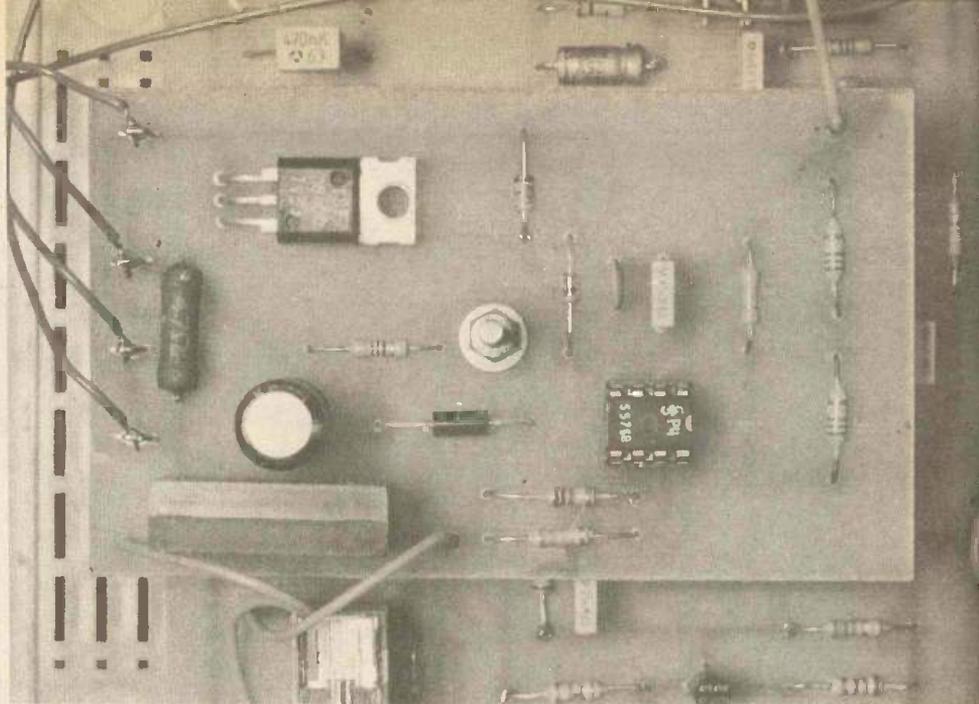
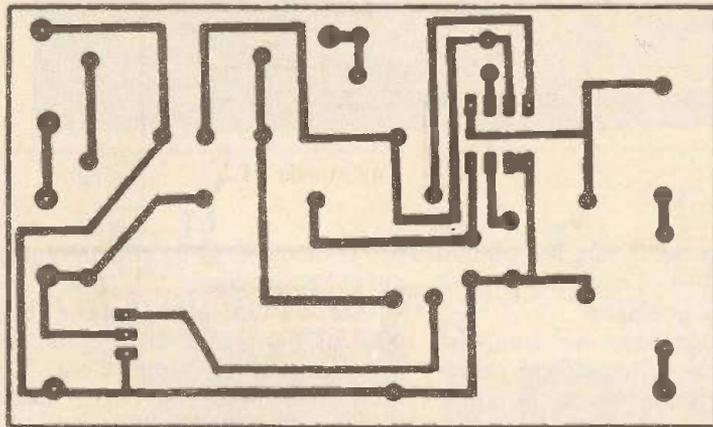
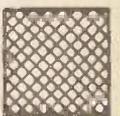


Photo 3. - Le module gradateur.



En raison du prix de revient relativement élevé du circuit IC4, il est prudent de monter ce dernier sur un support à souder. Veillez encore à orienter convenablement les composants polarisés ; la mise en place de quelques picots terminera ce travail.

Touche sensible



### C - REALISATION PRATIQUE

Les circuits imprimés au nombre de trois sont donnés comme à l'habitude à l'échelle 1. Les circuits de l'émetteur et du récepteur se trouvent respectivement aux figures 10 et 6 ; le tracé relativement aéré sera aisément réalisé à l'aide des transferts Mecanorma ou à partir d'une quelconque méthode photographique. Après gravure, vous procéderez aux opérations de perçage avec un foret de 0,8 à 1 mm, ensuite 1,2 mm pour les composants plus gros comme le transformateur, le relais, le pont moulé ou les picots à souder. Si vous ne souhaitez réaliser que le gradateur, l'implantation des composants se trouve à la figure 9.

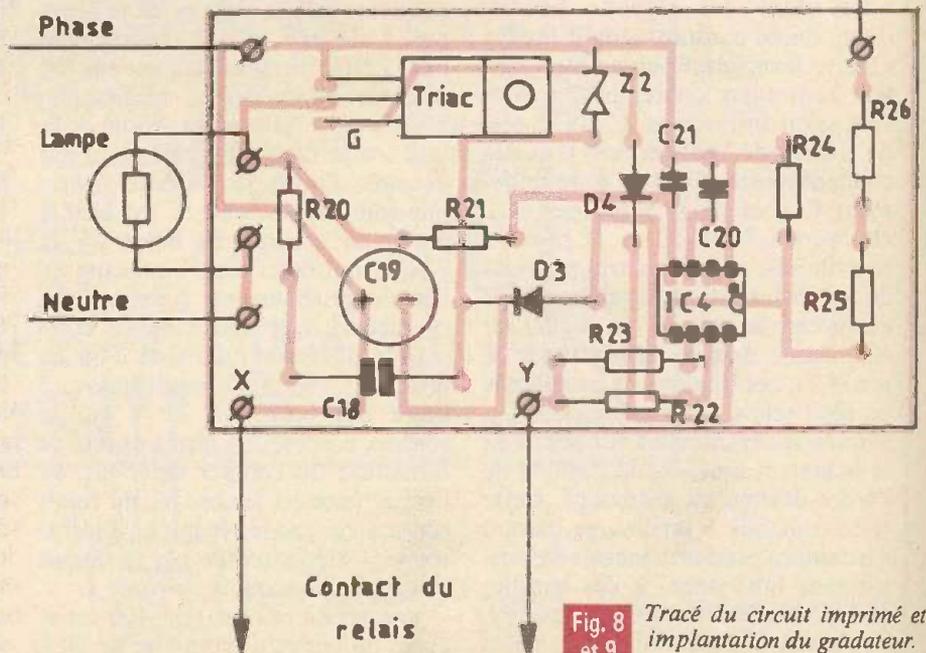
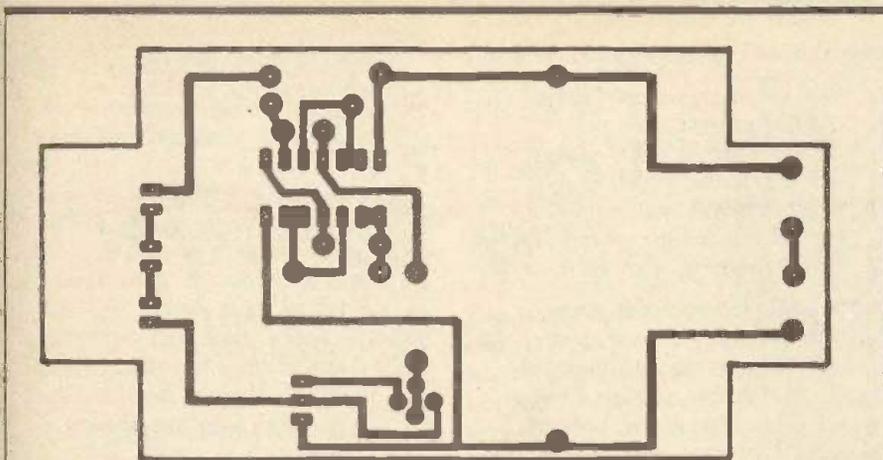
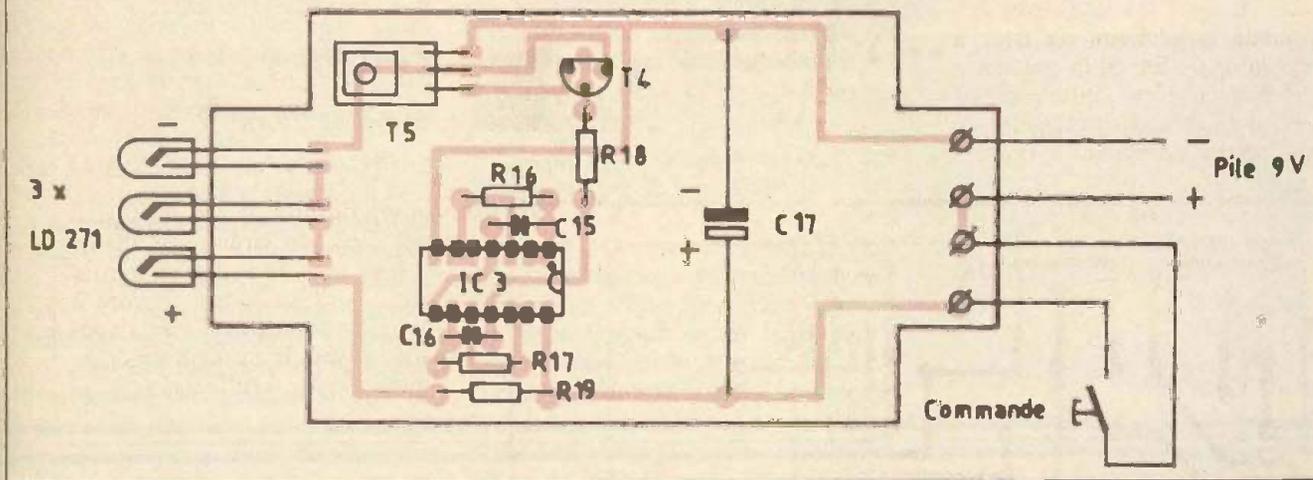


Fig. 8 et 9 Tracé du circuit imprimé et implantation du gradateur.



à leur tour implantés selon les indications de la figure 7, en respectant les conseils précédents. N'oubliez pas le strap voisin du circuit IC<sub>1</sub> ! Seule la photodiode sera visible à l'extérieur du boîtier, et raccordée par deux fils souples.

Fig. 10 et 11 Tracé et implantation des éléments du module émetteur.

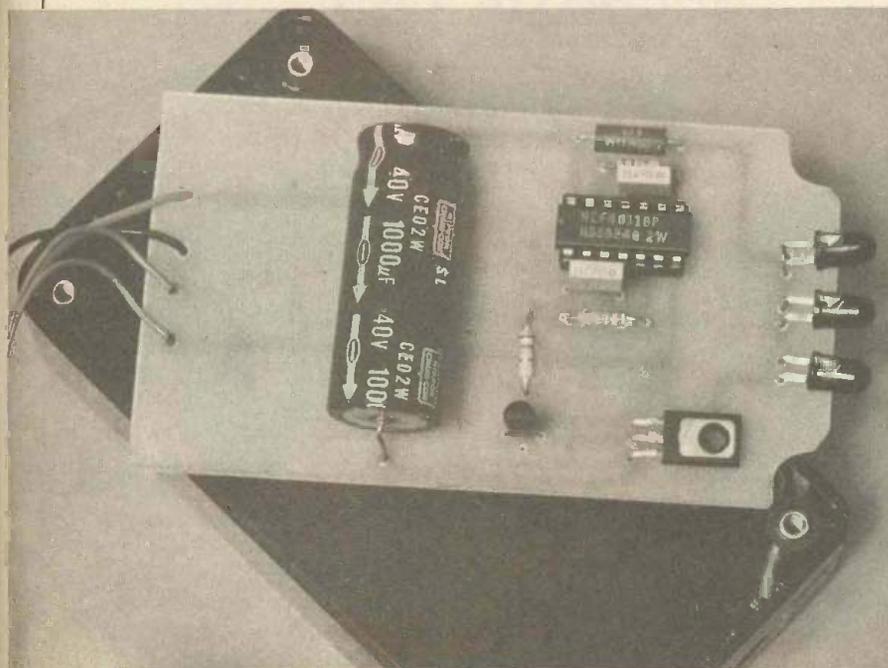


Le circuit de l'émetteur comporte peu de composants et leur mise en place ne posera aucun problème (voir figure 11). Les trois LED

émettrices à infrarouge devront émerger quelque peu du boîtier retenu (voir photos).

Les composants du récepteur seront

Photo 4. - Le module émetteur.



### D - MISE AU POINT ESSAIS

Après un dernier contrôle rarement inutile, nous pouvons procéder aux essais. Le gradateur seul peut tester aisément, à condition de monter un récepteur d'une puissance suffisante et de raccorder correctement la phase. Il n'y a aucun réglage sur le circuit, tout se passe du bout du doigt sur l'extrémité libre de R<sub>26</sub>. Ne touchez surtout pas à la borne X directement reliée à la phase ! L'émetteur sera testé à courte distance d'abord, en recherchant sur P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> le bon réglage, puis en s'éloignant progressivement. Le transistor T<sub>1</sub> sera choisi dans la classe C.

Vous pouvez utiliser cette télécommande à infrarouge pour de nombreuses autres applications et provoquerez sans doute beaucoup de surprise parmi vos visiteurs à l'aide de cette commande silencieuse et invisible, et dont vous ne pourrez bientôt plus vous passer.

Guy ISABEL

**LISTE**

**DES COMPOSANTS**

**Semi-conducteurs**

IC<sub>1</sub> : ampli-OP 741 8 broches DIL  
 IC<sub>2</sub> : quadruple NOR C/MOS 4001  
 IC<sub>3</sub> : quadruple NAND C/MOS 4001  
 2 supports à souder 14 broches  
 2 supports à souder 8 broches  
 T<sub>1</sub> : transistor à grand gain BC 239 C ou autre  
 T<sub>2</sub> : transistor PNP 2N2907 ou équivalent (BC327)  
 T<sub>3</sub> : transistor NPN 2N2222 ou équivalent  
 - Photodiode BP104 (infrarouge)  
 3 LED infrarouge LD 271 (infrarouge)  
 T<sub>4</sub> : BC 337 NPN  
 T<sub>5</sub> : transistor de puissance BD 135  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diode 1N4148  
 Z<sub>1</sub> : diode Zener 5,1 V  
 - Régulateur intégré 5 V positif 7805 pont moulé ou 4 diodes  
 IC<sub>4</sub> : circuit gradateur Siemens S576 B  
 - Triac 6A/400 V  
 D<sub>3</sub> : diode 1N4007  
 D<sub>4</sub> : diode 1N4148  
 Z<sub>2</sub> : diode Zener 15 V

**Résistances (toutes valeurs 1/4 W)**

R<sub>1</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>2</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R<sub>3</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>4</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>5</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>8</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R<sub>9</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>10</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>11</sub> : 150 Ω (marron, vert, marron)  
 R<sub>12</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>13</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)  
 R<sub>14</sub> : 18 kΩ (marron, gris, orange)  
 R<sub>15</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 P<sub>1</sub> : ajustable 470 kΩ  
 P<sub>2</sub> : ajustable 10 kΩ  
 R<sub>16</sub> : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)  
 R<sub>17</sub> : 10 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>18</sub> : 120 kΩ (marron, rouge, jaune)  
 R<sub>19</sub> : 1 Ω (résistance de précision ou bobinée)  
 R<sub>20</sub> : 47 Ω en 1 W  
 R<sub>21</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R<sub>22</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)  
 R<sub>23</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>24</sub> : 560 kΩ (vert, bleu, jaune)  
 R<sub>25</sub>, R<sub>26</sub> : 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)

**Condensateurs**

C<sub>1</sub> : chimique 4,7 μF/25 V  
 C<sub>2</sub> : 1 nF  
 C<sub>3</sub> : 100 pF  
 C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> : 4,7 nF  
 C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 22 nF  
 C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub> : 470 nF (C<sub>9</sub> facultatif)  
 C<sub>10</sub> : 47 μF/25 V  
 C<sub>11</sub> : 10 nF  
 C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub> : 470 μF/25 V  
 C<sub>14</sub> : 47 μF/25 V  
 C<sub>15</sub> : 10 nF  
 C<sub>16</sub> : 22 nF  
 C<sub>17</sub> : chimique 1 000 μF/16 V  
 C<sub>18</sub> : 330 nF/400 V minimum  
 C<sub>19</sub> : chimique 100 μF/25 V  
 C<sub>20</sub> : 220 pF  
 C<sub>21</sub> : 220 pF

**Matériel divers**

Coffret Teko New-Model KL 12 (173 x 130 x 55 mm) : récepteur  
 Coffret plastique pour émetteur  
 Transformateur à souder 220/12 V 3 à 5 VA  
 Poussoir à fermeture  
 Relais 6 V (brochage DIL 16 broches)  
 Coupleur pression pour pile 9 V  
 Epoxy, fil souple, picots à souder.

**SYPER**



**MONACOR®**

**GARANTIE 1 AN**

60, rue de Wattignies - 75012 PARIS - Tél. : (1) 43 47 58 78 - Téléx : 218 488

**MT-202 20KΩ/V**

MULTIMETRE avec les calibres usuels, et un plus un nouveau testeur de transistors, inverseur de polarité et branchement de sécurité. En position « test transistor » 2 LEDs clignotantes indiquent automatiquement NPN ou PNP.

**Tensions DC :**

0 - 0.1/2.5/10/50/  
 250/1000 V,  
 +- 3 % 20000 Ohms/V

**Tensions AC :**

0 - 10/50/250/1000 V,  
 +- 4 % 8000 Ohms/V

**Courant DC :**

0 - 0.5/2.5/250 mA/10 A,  
 +- 3 %

**Résistance :**

0 - 2/20 KOhms 2/20

MOhms, +- 3 %

Décibel : -10 à + 62 db

Cadran : 40 uA, 90 degrés

Fusible : 2 A Batteries : 2 x R6, 1 x 9 V

Dimensions : L 78 x H 136 x P 43 mm



TTC :  
**278 F**

**MT-505 10MΩ/V**

MULTIMETRE FET est de très grande sensibilité liée à une multitude de calibres. Prise spéciale pour 1200 V AC et 12 A AC/DC, 0-électrique réglable au milieu de l'échelle, à utiliser avec graduation prévue, branchement de haute sécurité. Utilisation comme volt-mètre BF possible.

**Tension DC :** 0.3/1.2/  
 3/12/30/120/300/1200

V+- 2.5 % Entrée : 10 MOhms,  
 3 MOhms à 0.3 V

**Courant DC :** 0.1u/0.3/3/30/  
 300 mA/12 A, +- 2.5 %

**Tension AC eff. :** 3/12/30/120/1200 V,  
 +- 3.5 % - Tension AC cc : 8.4/3384/330/840/3300 V, +- 3.5 %

**Courant AC :** 0 - 12 A, +- 4 %

**Résistance :** 0 - 1/10/100 KOhms 1/10/1000 Mohms

**Décibel :** -10 à +63 dB - Imp. d'entrée : 1 Mohm/80 pF/2.5 MOhms à 3 V

**Préc. en fréq. :** 50 Mz - 5 MHz +-3 %, 3 V - 30 Hz - 3 MHz +- 5 %

**Cadran :** 44 uA, 90 degrés

**Batterie :** 2 x 1.5 V R6, 1 x 9 V

**Fusible :** 2 A/250 V retardé

**Plage de temp. :** -4 à +50 degrés C (+4 % imprécis.)

**Dimensions :** L 125 x H 170 x P 50mm



TTC :  
**498 F**

**VENTE PAR CORRESPONDANCE**

- 1) Paiement à la commande. Forfait port + emballage : + 30 F
- 2) Contre-remboursement : acompte 20 % à la commande.

# APPLICATIONS DES INTERRUPTEURS CMOS: CD 4016 ~ CD 4066

## RESISTANCES ET CAPACITES « PROGRAMMABLES »

(fig. 1)

A l'aide de quatre interrupteurs CMOS et quatre éléments associés, il est possible de réaliser une résistance ou une capacité programmable, comme sur une boîte à décades. Mais pour seize valeurs différentes, le montage ne nécessite que quatre résistances ou capacités. La commande des interrupteurs pourra se faire à l'aide d'une roue codeuse hexadécimale, d'un compteur, d'un décodeur ou d'un point d'un micro-ordinateur. Le tableau donne les valeurs relevées avec les composants choisis. Il est à remarquer que la résistance ne pourra ni être trop faible ni trop élevée, car l'interrupteur CMOS possède ses propres résistances ON-OFF qui interfèrent. Reportez-vous à la figure 9.

## GENERATEUR DE SIGNAUX CARRÉS « PROGRAMMABLES »

(fig. 2)

A l'aide d'un 555, des deux montages précédents et de deux roues codeuses, il est possible de réaliser un générateur capable de fournir 256 fréquences différentes. Si le choix des capacités et des résistances est judicieux, il est capable de couvrir le spectre audio. En sortie, le signal est carré et propre au 555. Les inverseurs CMOS seront alimentés par la même tension que le 555, et les tensions de commandes devront évoluer de même.

## DIFFERENTES ASSOCIATIONS DES PORTES C.MOS

(fig. 3)

En combinant les portes de différentes manières, on pourra réaliser des interrupteurs, des inverseurs, simples, doubles, quadruples... des sélecteurs... Inutile de courir après un inverseur tétrapolaire ! On utilisera un simple interrupteur et huit interrupteurs CMOS, et un inverseur logique.

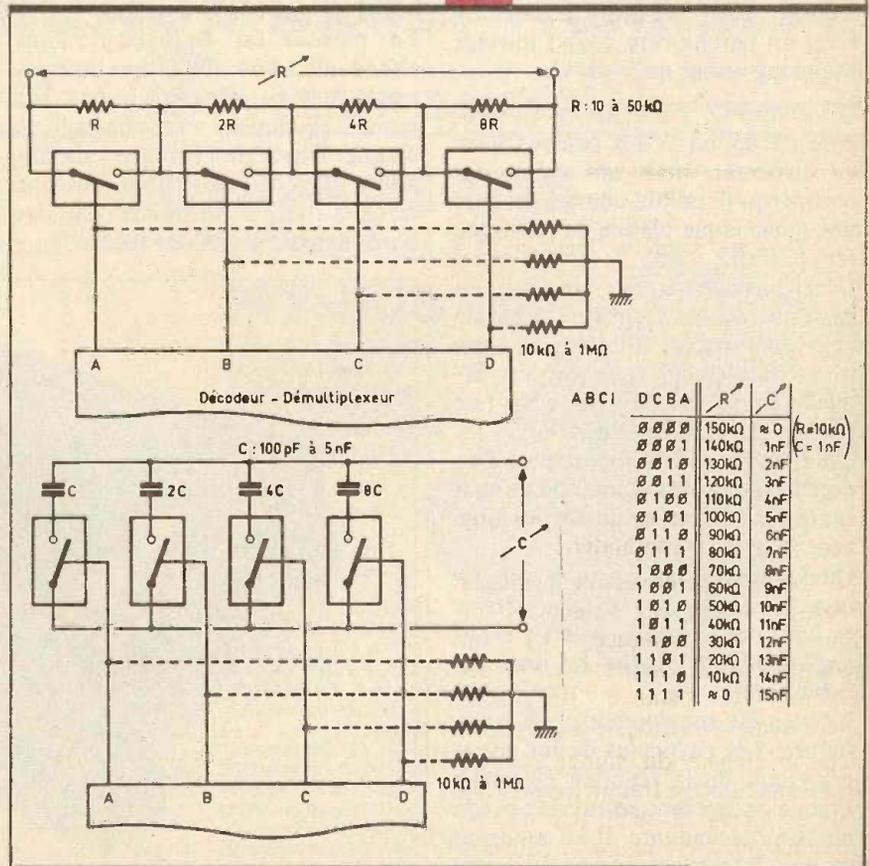
Il y a toutefois des restrictions dont il faut être conscient pour les utiliser dans un montage :

- ils sont bidirectionnels ;
- la tension d'alimentation fixe le potentiel d'entrée et de sortie, et l'amplitude du signal de commande. Par exemple :

$V_{DD} = + 5 \text{ V}$  ;  $V_{SS} = 0 \text{ V}$  ;  $V_s, V_e$  : 0 à 5 V ; comm. : 0/5 V

$V_{DD} = + 7,5 \text{ V}$  ;  $V_{SS} = 7,5 \text{ V}$  ;  $V_s$ ,

Fig. 1 Résistances et capacités programmables.



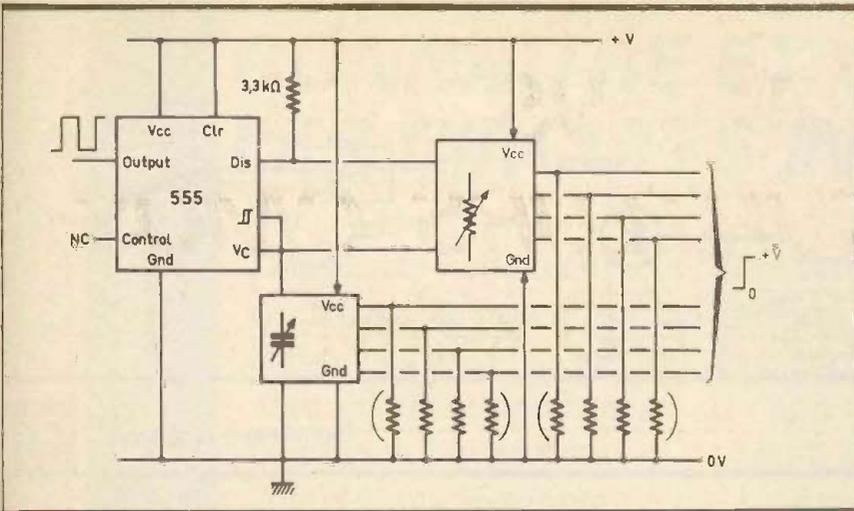
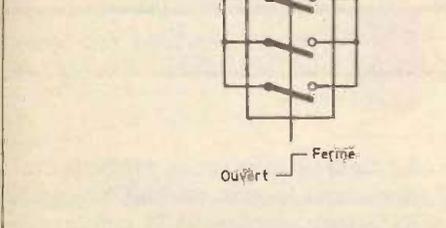
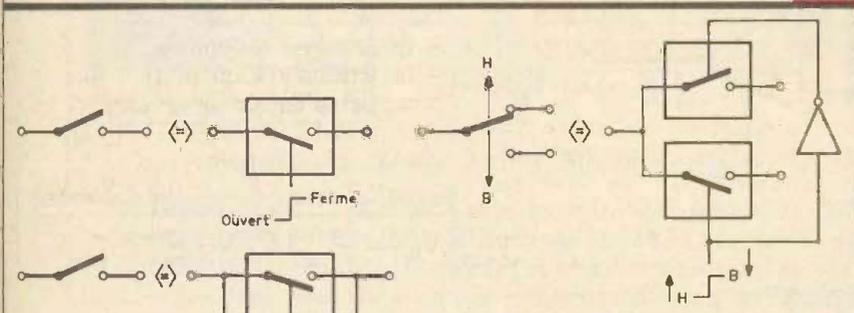


Fig. 2 Générateur de signaux carrés Différentes associations des portes C.MOS.

Fig. 3



Câblage des portes inutilisées. Avec ces portes, il est possible de réaliser des fonctions logiques simples.

$V_e$  : - 7,5 V à 7,5 V ; comm. : - 7,5 V / + 7,5 V !  
 $V_{DD}$  = + 15 V ;  $V_{SS}$  = 0 V ;  $V_S, V_e$  : 0 à + 15 V ; comm. : 0 / + 15 V.

Attention donc à la manière de générer le signal de commande et aux niveaux d'entrées et de sorties que la porte devra commander ;

- La résistance ouvert et fermé. la figure 9 précise ces valeurs. Pour diminuer la résistance 'ON', on peut associer 2, ...4 portes en parallèle, mais la résistance 'OFF' diminuera aussi ;

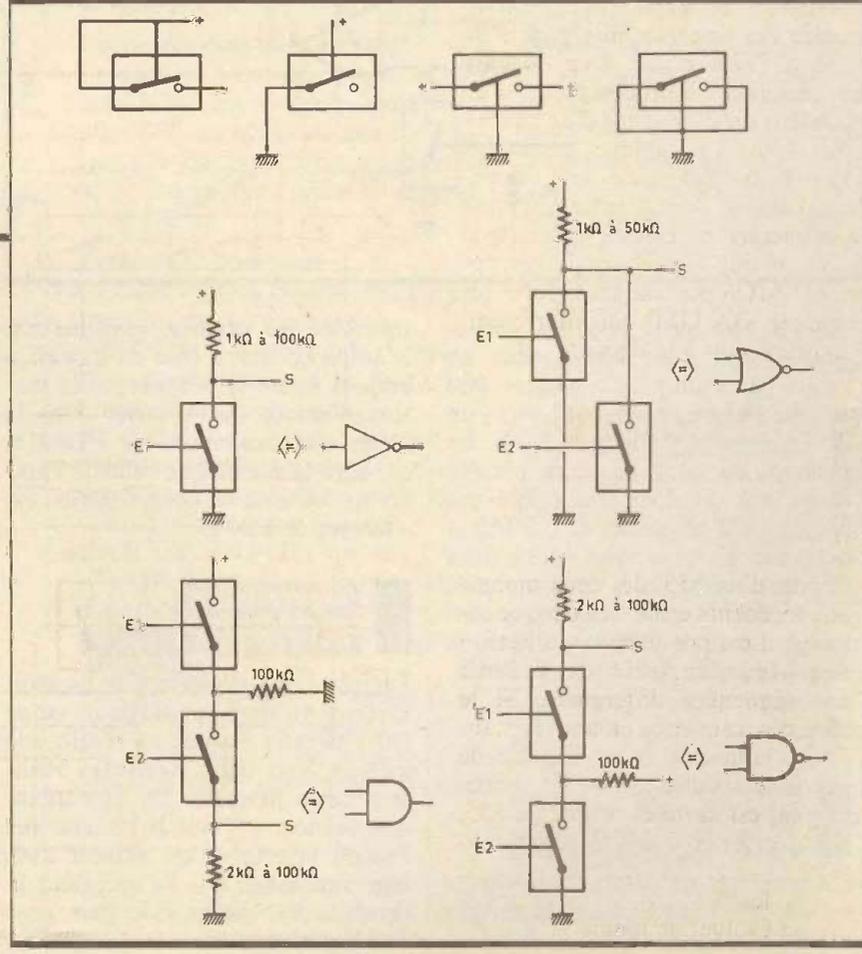
- la fréquence du signal qui est transmis. Si cette fréquence est trop élevée, le signal sera atténué, ou alors passera vers la sortie même si l'interrupteur est ouvert.

**UTILISATION DES ELEMENTS INUTILISES (fig. 4 et 5)**

La figure 4 précise les câblages à effectuer pour un interrupteur inutilisé. Il convient de se rappeler que ce sont des portes C-MOS, aussi elles ne peuvent être laissées en l'air. Mais il est plus intelligent de les utiliser. La figure 5 présente quelques fonctions logiques élémentaires réalisées avec un ou deux éléments. A l'aide de cette remarque, il vous est bien sûr possible de réaliser n'importe quelle fonction logique.

**TOUCHES SENSITIVES (fig. 6)**

La figure 6 présente le schéma d'une bascule à touches sensibles. Ce montage pourra servir à alimenter un appareil à faible consommation et être plus original par sa commande de mise en route. En associant  $T_1$ , on augmente le courant de sortie et, à l'aide de  $T_2$ , on



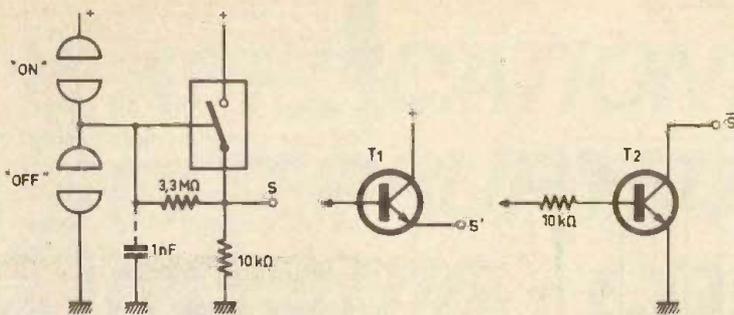
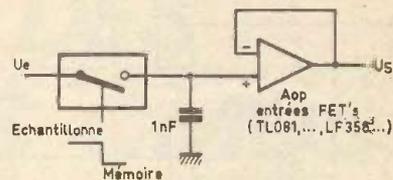


Fig. 6 Une bascule à touches sensibles.



Une mémoire analogique... Fig. 7

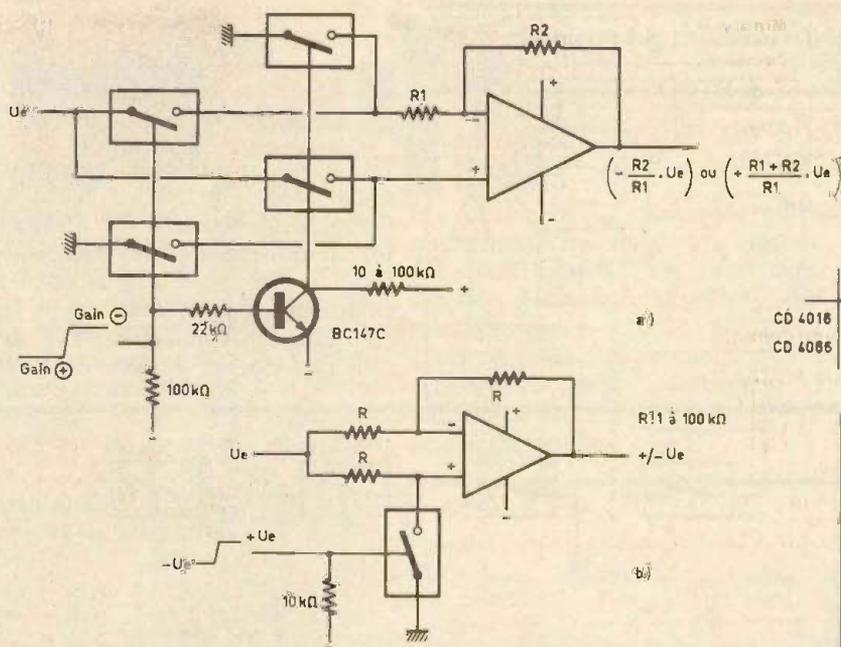


Fig. 8 Montages inverseurs pour grands analogiques. Brochage du circuit.

La figure b effectue la même opération, mais le gain est toujours de 1, en valeur absolue, et la commande est inversée.

obtient une sortie inversée, collecteur ouvert pour commander un relais par exemple. T<sub>1</sub> pourra être un BC 147 ou un 2N1613 et T<sub>2</sub> un 2N1613 ou un darlington NPN. Le principe du montage est simple. La résistance du doigt est faible par rapport à la résistance de 3,3 MΩ et actionne l'interrupteur MOS dans la position désirée. La résistance de 3,3 MΩ lui rappelle cet état, et l'interrupteur reste dans sa position. Si vous véhiculez beaucoup de 50 Hz, une capacité peut améliorer les résultats.

### MEMOIRE ANALOGIQUE (fig. 7)

Ce montage permettra de conserver le résultat d'une mesure un certain temps (≈ 1 mn). C'est la fonction

mémoire sur certains multimètres. L'ampli op devra être un modèle à entrées haute impédance, et la tension d'entrée devra varier dans la plage d'alimentation du CD4016, qui sera la même que celle de l'ampli op. Le nom de cette fonction est « sample & hold ».

### MONTAGES INVERSEURS (fig. 8)

Parfois, il est nécessaire de pouvoir inverser un signal analogique, ou ne pas l'inverser suivant un résultat de mesure. Ces deux montages réalisent cette fonction. En appliquant une tension +V sur la commande, l'ampli inverse et est suivi avec une commande à -V, ceci pour la figure a. Par ailleurs, le gain peut être supérieur à 1.

### POUR FINIR...

La figure 9 présente le brochage du circuit et ses caractéristiques. Les 4016 et 4066 ne diffèrent que par leur résistance « ON » et peut-être leur prix. Munis de ces quelques idées et conseils, vous apprendrez très vite à utiliser ces composants et à réaliser des fonctions jusque-là difficiles à mettre en œuvre (commutateur analogique...). Pour finir des circuits qui s'apparentent aux 4016 :

- 4051 : « commutateur » 8 entrées 1 sortie
- 4097 : double « commutateur » 8 entrées 1 sortie
- 4052 : double « commutateur » 4 entrées 1 sortie
- 4067 : « commutateur » 16 entrées 1 sortie.

P. WALLERICH

# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

FICHE TECHNIQUE N° 3  
CD 4029

Dans cette fiche technique, nous ferons connaissance avec un circuit intégré relativement élaboré et dont les possibilités d'application sont véritablement nombreuses. Il s'agit d'un compteur à quatre sorties pouvant, à la demande, compter ou décompter, aussi bien en mode binaire (positions 0 à 15) que BCD (positions 0 à 9). De plus il est « prépositionnable » sur n'importe quelle position, et à tout moment.

## 1. Caractéristiques générales

- Alimentation de 3 à 18 volts.
- Courant sur une sortie limité à 2 ou 3 milliampères sous un potentiel de 10 volts, donc nécessité d'amplification pour alimenter des récepteurs tels que LED, relais... etc.
- Fréquence maximale des créneaux de comptage sous 10 V : de l'ordre de 8 MHz.

## 2. Brochage (fig. 1)

Le CD 4029 comporte 16 broches dual in line (2 rangées de 8). Le + alimentation est à relier à la broche n° 16, tandis que le - correspond à la broche n° 8.

### Entrées de prépositionnement

Ce sont les 4 entrées notées JAM 1 à JAM 4 ; des niveaux logiques appliqués à ces entrées dépend la position des sorties  $Q_1$  à  $Q_4$ , au moment où l'on applique l'ordre de prépositionnement.

### Entrées de commande

**CLOCK** : reçoit les créneaux d'entrée destinés au comptage.

**UP/DOWN** : commande du comptage ou du décomptage suivant le niveau logique appliqué.

**BINARY/DECADE** : sélection du type de comptage suivant le niveau logique ; soit comptage mode BCD soit comptage mode binaire.

**CARRY INPUT** ou **CLOCK ENABLE** : permet entre autres d'inhiber le compteur, c'est-à-dire de le rendre insensible aux signaux de comptage.

**PRESET ENABLE** : destiné à recevoir l'ordre de prépositionnement des sorties suivant les niveaux logiques appliqués aux entrées JAM 1 à JAM 4.

### Sorties

$Q_1$  à  $Q_4$  : il s'agit des sorties binaires du compteur ; les tableaux de la figure 2 rappellent le principe des

deux modes de comptage : BCD ou binaire.

**CARRY OUT** : sortie de report reliée à un compteur aval.

## 3. Fonctionnement (fig. 2)

### Comptage

Le compteur compte (ou décompte) au moment du front montant du signal (créneau) de comptage présenté sur son entrée **CLOCK**, à condition toutefois que les entrées **CARRY IN** et **PRESET ENABLE** soient soumises à un état bas.

Lorsque l'entrée **UP/DOWN** est soumise à un état haut, le compteur « compte » (en avant), et, quand cette même entrée est reliée à un état bas, le compteur « décompte » (en arrière).

Le comptage en mode binaire (de 0 à 15 ou inversement) est obtenu si l'on présente un niveau logique 1 sur l'entrée **BINARY/DECADE**. Si l'on soumet cette dernière à un état bas, le comptage s'effectue suivant le mode BCD (de 0 à 9 ou inversement).

Lorsque le compteur compte en avant, la sortie **CARRY OUT**, qui présente en général un état haut, passe à l'état bas pour les positions 9 et 15 suivant que le mode de comptage est le BCD ou le binaire.

Lorsque le compteur décompte (donc en arrière), cette même sortie passe à l'état bas pour la position 0 (zéro) quel que soit d'ailleurs le mode de comptage BCD ou binaire.

Fig. 1 Brochage du 4029.

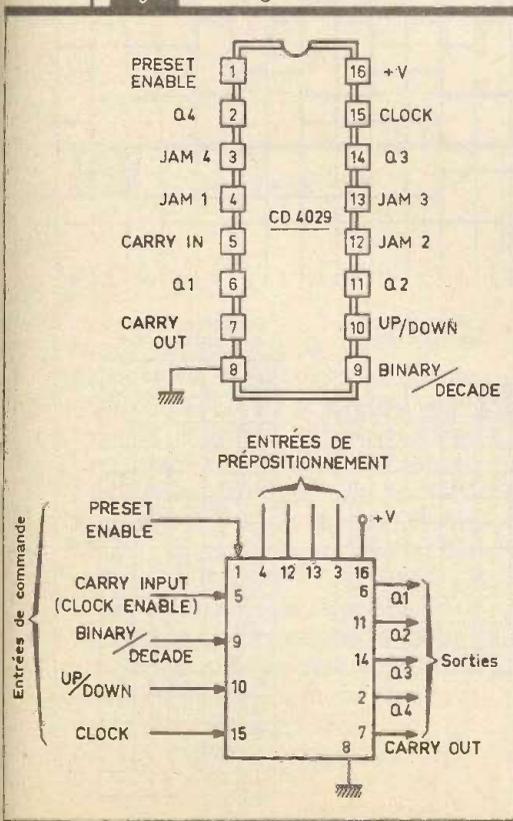


Fig. 2

Toutefois, la condition du passage à l'état bas de la sortie CARRY OUT est que l'entrée CARRY IN reste soumise à un état bas.

Si l'entrée CARRY IN n'est pas utilisée, elle est à relier à un état bas.

**Prépositionnement des sorties**

C'est une opération qui consiste à pouvoir placer le compteur sur n'importe quelle position et à tout moment. Il suffit pour cela de soumettre les entrées JAM individuellement à un niveau logique 0 ou 1 choisi, puis de présenter sur l'entrée PRESET ENABLE une brève impulsion positive. A ce moment les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> prennent immédiatement les positions binaires des entrées JAM correspondantes.

A noter que si l'on soumet les 4 entrées JAM à un état bas, tout se passe comme si l'entrée PRESET ENABLE servait à la remise à zéro du compteur (RAZ) : c'est simplement un cas particulier de prépositionnement.

Signalons également que le fait de soumettre les entrées JAM à des niveaux logiques donnés, même en les faisant varier sans cesse, n'engage à rien et ne gêne nullement le bon fonctionnement du compteur : il n'y a que l'ordre PRESET ENABLE qui est déterminant, et les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> prendront les mêmes niveaux que les entrées JAM au moment précis du début de cet ordre.

Rappelons enfin qu'en dehors de cette opération, l'entrée PRESET ENABLE doit être constamment soumise à un état bas. Sans cela le compteur se trouve en position de blocage et présente en permanence sur ses sorties les niveaux des entrées de prépositionnement.

**4. Utilisation**

La figure 3a représente une commande d'un tel compteur, réalisée à l'aide de 4 portes NAND. Ce dispositif a l'avantage de commander simultanément le comptage et le sens de ce dernier. Les portes I et II forment une bascule bistable dont les entrées sont normalement soumises à un état haut de repos. Si la sortie de la porte I présente un état

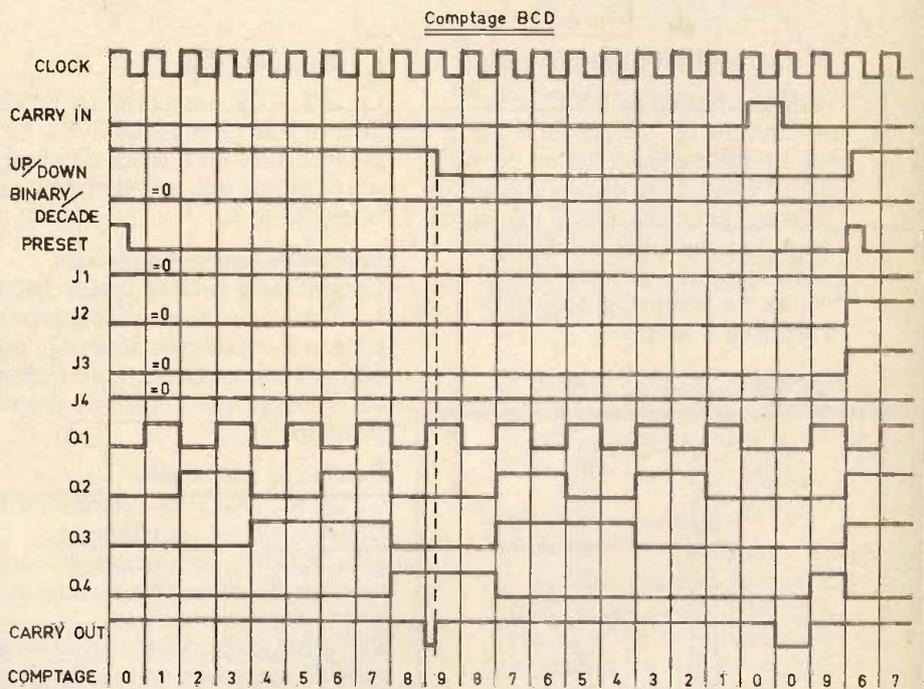
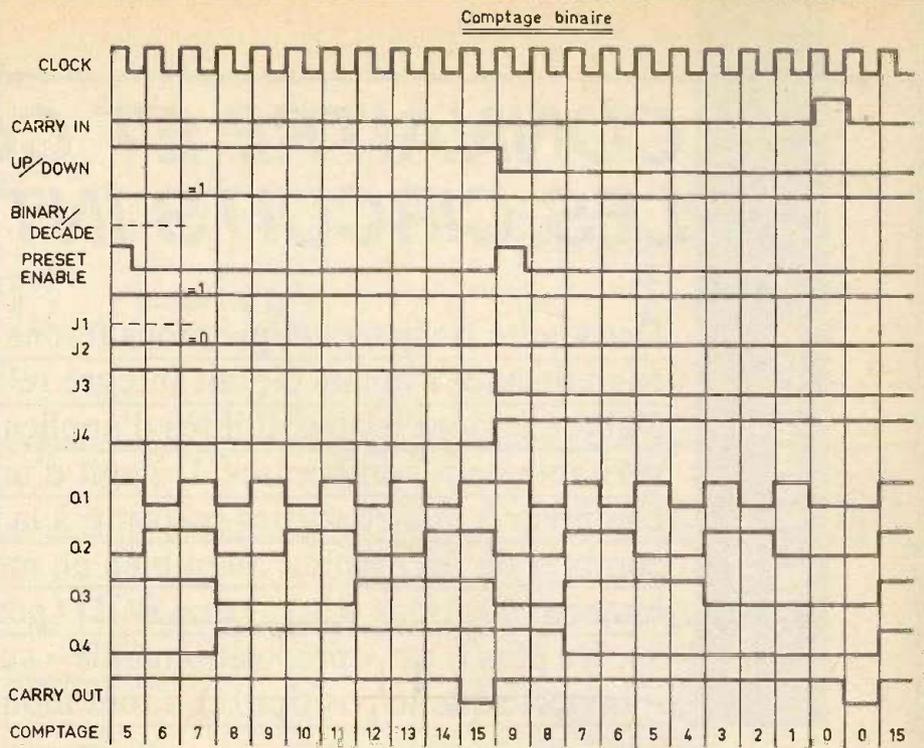


Table de fonctionnement

Entrée	Etat	Action
BINARY/DECADE	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
UP/DOWN	1	Comptage
	0	Décomptage
PRESET ENABLE	1	Prépositionnement
	0	Non prépositionnement
CARRY IN	1	Compteur bloqué
	0	Compteur avance (front positif sur CLOCK)

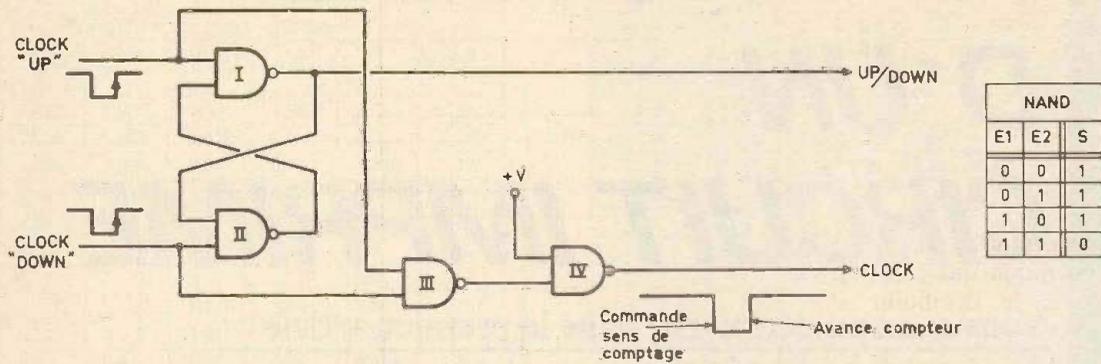
Comptage BCD

	Q1	Q2	Q3	Q4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1

Comptage binaire

	Q1	Q2	Q3	Q4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
10	0	1	0	1
11	1	1	0	1
12	0	0	1	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1

a) Commande UP/DOWN d'un (ou de plusieurs) compteurs CD 4029



b) 2 exemples de groupements de trois compteurs

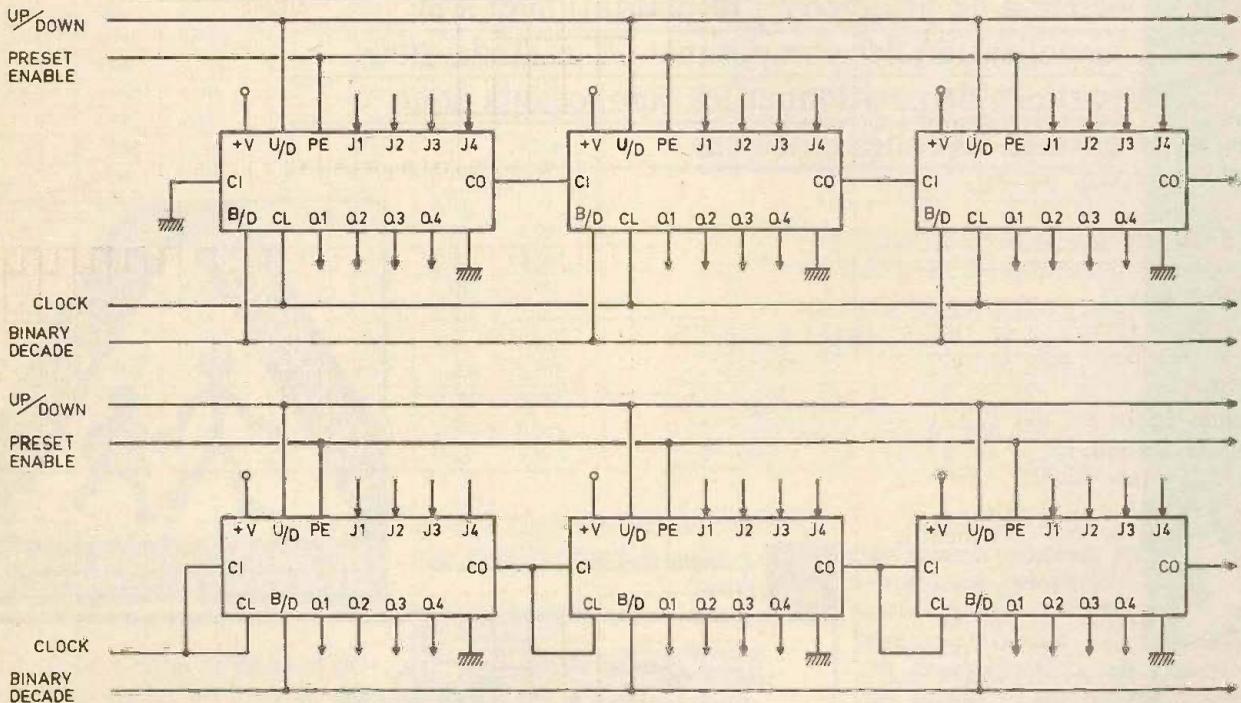


Fig. 3 Schémas d'utilisation.

haut pendant que la sortie de la porte II est à l'état bas, le lecteur vérifiera que toute impulsion négative sur l'entrée « UP » ne change rien quant aux niveaux des sorties. Par contre, une impulsion sur l'entrée « DOWN » fait basculer le dispositif : la porte I passe à l'état bas et la porte II passe à l'état haut. Le même raisonnement s'applique bien sûr au cas où l'hypothèse de départ est définie par un état bas sur la sortie de la porte I et un état haut sur la sortie de la porte II. Notons que toute impulsion négative

sur « UP » ou « DOWN » se traduit par une impulsion de même signe sur la sortie CLOCK. Le front négatif détermine le sens du comptage tandis que le front positif assure ce comptage. Le comptage a donc lieu avec un léger retard sur la commande du sens, ce qui constitue une sécurité de fonctionnement. La figure 3b montre deux montages possibles de compteurs CD 4029 l'un à la suite de l'autre. Bien entendu, si l'on voulait obtenir un affichage digital de leurs positions, un décodage serait nécessaire.

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

Durée  
 Création 1926 - Durée 60 + 99 ans

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

Rédacteur en chef  
 Bernard Fighiera

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

Tirage moyen 1984 123 859 Diffusion moyenne 1984 80 503

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

# TECHNOLOGIE D'UN CIRCUIT IMPRIME

Vous avez pu découvrir, dans le premier article de cette nouvelle série, comment passer du schéma de principe à l'implantation et à la visualisation des composants. A ce stade, nous parlons de positionner les composants pour ensuite les relier entre eux.

**C**e mois-ci, nous vous proposons de découvrir la transposition des caractéristiques électriques des composants et de leurs connexions sur la plaque de cuivre.

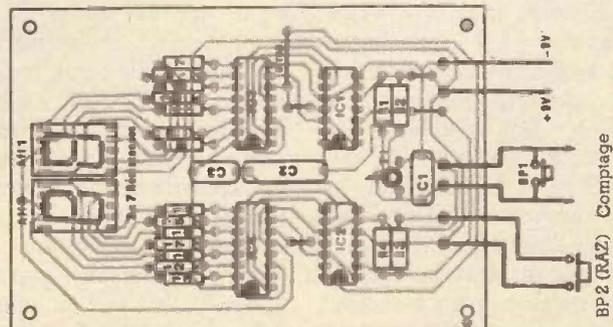
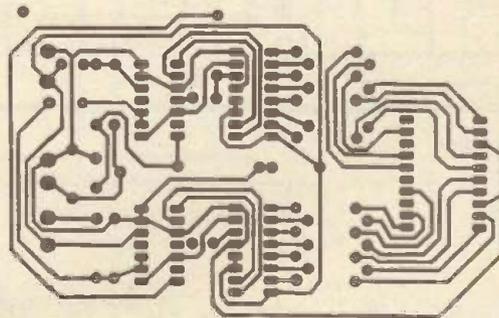
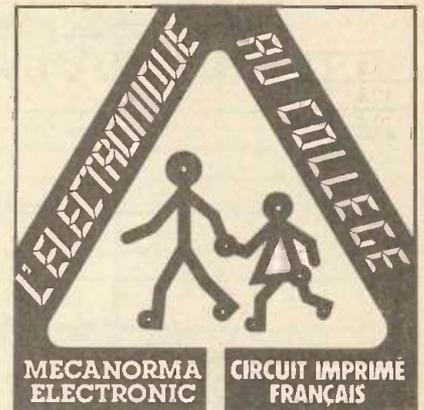
## CIRCUIT IMPRIME

Avant de déterminer la dimension des pastilles et la largeur des conducteurs, il est bon de définir les composantes de la plaque de cuivre.

La plaque de cuivre permettant la mise en œuvre du circuit imprimé est un support rigide et isolant. En général, le support rigide est composé de feuilles de papier, de toile de coton ou de fibres de verre, enduites de résine et comprimées à chaud sous forte pression.

Pour obtenir le matériau conducteur, il suffit d'ajouter sur une face – parfois les deux – une légère couche de cuivre. Préparée par électrolyse et encollée d'un adhésif appro-

Fig. 1 et 2 Exemple de tracé de circuit imprimé.



ENTRAXE ENTRE UNE PASTILLE  
ET UN CONDUCTEUR (ECH.1)

Diamètre des pastilles - Pad's diameter	Largeur conducteur - Conductor width					
	0,36	0,5	0,8	1,4	2	2,6
	1,45	1,27				
1,6	1,905	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54
2	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54	3,175
2,4	1,905	1,905	2,54	2,54	3,175	3,175
2,8	2,54	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175
3,2	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175	3,81
3,6	2,54	2,54	3,175	3,175	3,81	3,81
4	3,175	3,175	3,175	3,175	3,81	3,81
4,4	3,175	3,175	3,175	3,81	3,81	4,445
4,8	3,175	3,175	3,81	3,81	3,81	4,445
5,2	3,81	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445
5,9	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445	5,08
6,3	3,81	3,81	4,445	4,445	5,08	5,08
6,5	4,445	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08
6,7	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08	5,08
6,9	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08	5,715
7,4	4,445	4,445	5,08	5,08	5,715	5,715
7,6	4,445	5,08	5,08	5,08	5,715	5,715
8,3	5,08	5,08	5,08	5,715	5,715	6,35
8,9	5,08	5,715	5,715	5,715	6,35	6,35
9,4	5,715	5,715	5,715	6,35	6,35	6,985
9,6	5,715	5,715	5,715	6,35	6,35	6,985
10,6	6,35	6,35	6,35	6,985	6,985	7,62
10,9	6,35	6,35	6,35	6,985	6,985	7,62
11,4	6,35	6,35	6,985	6,985	7,62	7,62
12,6	6,985	6,985	7,62	7,62	8,255	8,255
12,9	7,62	7,62	7,62	7,62	8,255	8,255
13,4	7,62	7,62	7,62	8,255	8,255	8,89
15,4	8,89	8,89	8,89	8,89	9,525	9,525

Isolément  $\geq 0,4$  mm - Isolation  $\geq 0,4$  mm

ENTRAXE ENTRE PASTILLES (ECH. 1)

Øpastille pad	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4
1,6	2,54							
2	2,54	2,54						
2,4	2,54	3,175	3,175					
2,8	3,175	3,175	3,175	3,81				
3,2	3,175	3,175	3,81	3,81	3,81			
3,6	3,175	3,81	3,81	3,81	3,81	4,445		
4	3,81	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445	4,445	
4,4	3,81	3,81	3,81	4,445	4,445	4,445	5,08	5,08

Isolément  $\geq 0,4$  mm - Isolation  $\geq 0,4$  mm

ENTRAXE ENTRE CONDUCTEURS (ECH. 1)

Largeur conducteur Conductor width	0,36	0,5	0,8	1,4	2	2,6
0,36	1,27					
0,5	1,27	1,27				
0,8	1,27	1,27	1,27			
1,4	1,905	1,905	1,905	1,905		
2	1,905	1,905	1,905	2,54	2,54	
2,6	1,905	2,54	2,54	2,54	3,175	3,175

Isolément  $\geq 0,4$  mm - Isolation  $\geq 0,4$  mm

INTENSITÉ (I<sup>A</sup>) ADMISSIBLE  
DANS UN CONDUCTEUR

	Largeur conducteur en mm - Conductor width in mm									
Cu 35 $\mu$	0,36	0,4	0,72	1,14	1,78	2,5	3,6	4,5	5,8	7,1
Cu 70 $\mu$			0,36	0,60	0,90	1,3	1,75	2,3	2,9	3,5
$\Delta T^\circ \rightarrow 10^\circ C$	0,9	1	1,8	2,7	3,7	4,7	5,7	7	7	9,1
$\Delta T^\circ \rightarrow 20^\circ C$	1,2	1,3	2,7	3,8	5,2	6,8	8,3	9,7	11,2	13
$\Delta T^\circ \rightarrow 30^\circ C$	1,8	1,9	3,5	4,6	6,2	8,2	10,5	12	14	16,1

prié, l'épaisseur de cette feuille de cuivre est généralement de 35 ou 70 microns, la plus courante étant 35 microns.

Il existe deux types de plaques cuivrées. La première est brute de cuivre, prête à graver. Le report de l'implantation (masque) se fera soit par transfert de symboles Mecanorma gravure directe ou par sérigraphie.

La deuxième peut être enduite de résine photosensible. Le support rigide est alors traité comme un film photographique. Le report de l'implantation (masque) se fera par photogravure.

Détermination des surfaces cuivrées représentant les composants ainsi que leurs interconnexions

A ce stade, il est important de faire une liste de toutes les contraintes mécaniques et électriques à prendre en considération, avant de positionner les éléments Mecanorma néces-

saires à l'implantation du dessin ou plus souvent appelé masque.

**LISTE  
DES VERIFICATIONS**

**A - Considérations mécaniques**

1. Les dimensions de la plaquette, sont-elles convenables ?
2. Les composants internes nécessitant un réglage ultérieur (potentiomètres) sont-ils aisément accessibles ?
3. Les zones interdites ont-elles été prises en considération (risques de couplages parasites) ?
4. L'espacement des composants permet-il leur mise en place commode ?
5. Chaque composant est-il accessible en vue de son remplacement ?
6. Les composants lourds sont-ils mécaniquement assurés ?

**B - Considérations électriques**

1. L'emplacement des composants offre-t-il une idée claire et logique du cheminement du signal ?
2. Les couplages parasites ont-ils été supprimés ?

3. A-t-on considéré la question des conducteurs communs, par exemple des masses pouvant occasionner une circulation parasite de charges ?

4. Les régions de la plaquette où sont appliquées des tensions du réseau sont-elles protégées ?

5. La largeur des pistes conductrices « de puissance » a-t-elle été calculée ?

6. Est-il facile de relier la plaquette à des matériels de mesure externes ?

**C - Considérations de dessin**

1. Toutes les cotes et rappels dimensionnels sont-ils connus ?

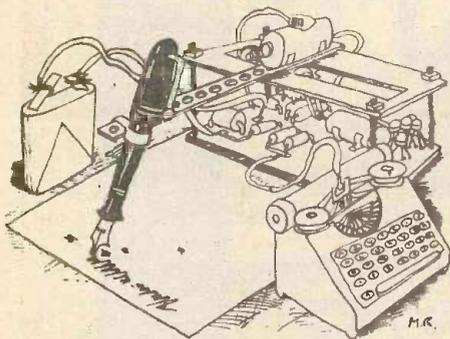
2. Les espacements minimaux tolérés ont-ils été pris en compte ?

3. Les pastilles de soudure des composants ont-elles un diamètre standardisé ?

4. Les pastilles sont-elles toutes localisées à l'intersection des lignes de la grille de dessin au pas normalisé en inches 2,54 mm ?

D. JOSEPH

# 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

27 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises.  
Supplément de 27 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois

à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITÉ (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris  
C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

## RECTIFICATIFS

### INTERPHONE SIMPLE

N° 89, Nouvelle Série, p. 50

La résistance repérée  $R_3$  sur le schéma de principe est en fait  $R_8$ , tandis que celle repérée  $R_9$ , reliée à la masse, est  $R_{10}$ . Les valeurs indiquées sont correctes.

Sur le circuit imprimé, il conviendra de relier la piste cuivrée venant de  $R_{13}$  au + de  $C_{13}$ . Le - de celui-ci est, bien entendu, placé côté masse.

### DETECTEUR DE METAUX

N° 88, Nouvelle Série, p. 137

Sur l'implantation des éléments et sur la photographie de présentation apparaît pour  $C_7$  un condensateur de  $10 \mu F$  et non  $100 \mu F$ , comme précisé dans la liste des composants.

### TESTEUR DE TRANSISTORS

N° 89, Nouvelle Série, p. 72

La photographie laisse apparaître une inversion de couleur pour  $DEL_1$  et  $DEL_2$ .

Par ailleurs, pour être en conformité avec le tracé du circuit imprimé, les  $DEL_1$  et  $DEL_2$  doivent se trouver sur le schéma de principe reliées au collecteur du transistor, avec la résistance  $R_2$ .

**SURTOUT NE REFERMEZ PAS CE NUMERO  
SANS AVOIR CONSULTÉ LA PAGE 35**

Composition  
Photocomposition :  
ALGPRINT, 75020 PARIS  
Distribution :  
S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE  
Le Directeur de la publication :  
A. LAMER

Dépôt légal :  
Mars 1986 N° 931

Copyright © 1986  
Société des PUBLICATIONS  
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES



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

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

Cherche urgent électronicien compét. télécopie pour concret. brevet 50 % sur droits. Ecrire V. TERRIEN, 18, quai Duperré, 17000 La Rochelle.

Vends gén. HP 8640 B. Modulomètre Racal-Dana 9009. Etuve  $300 \text{ dm}^3$  -  $40^\circ + 200^\circ$ . Tél. COURTOIS 64.36.97.28.

Formez-vous à l'Electronique par le montage des Kits simples. Catalogue gratuit sur demande à S.E.D. (M4) 26, rue de l'Ermitage, 75020 Paris.

## BREVETEZ VOUS-MEME VOS INVENTIONS

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

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

Vds oscillo Tektonix  $2 \times 15 \text{ MHz} +$  Gén. BF + Multimètre numérique 3 200 F/ens. Tél. (1) 39.83.25.40, le soir.

## Répertoire des annonceurs

ACER	2° de couv. - 3° de couv.	ISKRA	28-110
	3-4-5-130	JELT	11-129
AG ELECTRONIQUE	26	KN ELECTRONIQUE	33
ALBION	18	LECEM	23-25
ARQUIE COMPOSANTS	28	LES CYCLES	22
BH ELECTRONIQUE	9	LDTM	16
BISHOP GRAPHICS FRANCE	5	MABEL	82
BECKMAN	129	MAGENTA ELECTRONIC	19
BERIC	36	MB ELECTRONIQUE	26
CENTRAD	19	MONACOR	36
CDA	67	MTC	31
CHAUVIN ARNOUX	55	PERLOR RADIO	8
CHOLET COMPOSANTS	14	PHIMARAL	29
CIBOT	27	RADIO LORRAINE	12
CIF	14-15	RADIO MJ	6-7
COMPOKIT	36	RADIO SON	15
COMPOSANTS ELECTRONIQUES		RAM	35
SERVICE	28	REINA ET CIE	29
COMPTOIR DU LANGUEDOC	46-47	ROCHE	24
COVADIS	33	ST QUENTIN RADIO	63
COVELEC	33	SELECTRONIC	26
DECOCK	44-45	SICERONT KF	37
DINARD	15	SIEL (SALON)	68-69
EDITIONS GODEFROY	33	SIEBER SCIENTIFIC	129
EDITIONS WEKA	Encart	SLOWING	33
EIDE	11	SOFRADIME	33
ELC	19	SOLISELEC	38-39
ELECTROME	10-20-21	SONO	34
EREL	11	STE NOUVELE RADIO PRIM	54
EURELEC	74	SYPER	118
EUROTECHNIQUE	43	TELE SAINT MARC	40-41-42
FESTIVAL INTERNATIONAL		TERAL	129-IV° couv.
DU SON	30	TOUT POUR LA RADIO	36
HIFI STEREO	104	UNIECO	17-83
IPIG	13	ZADIG (ZMC)	62