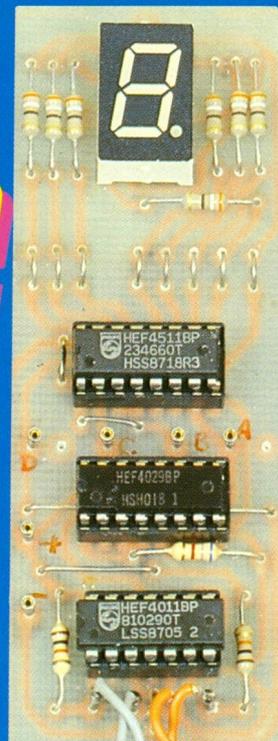
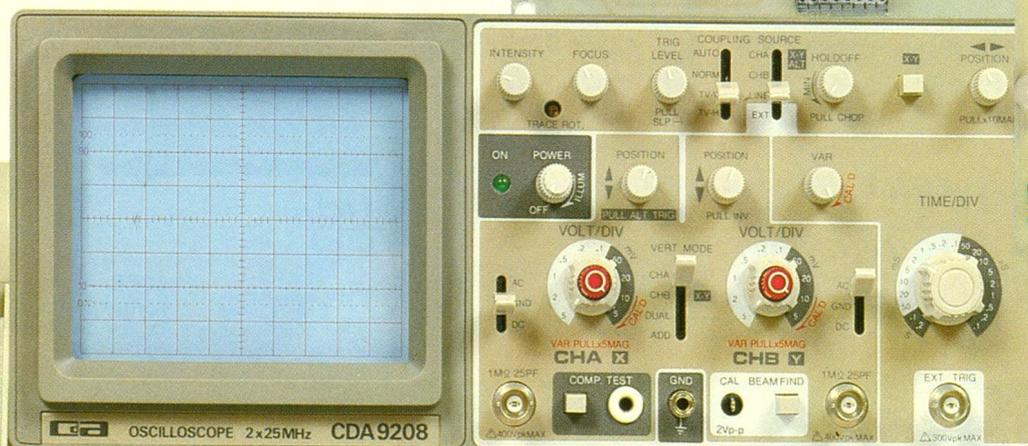
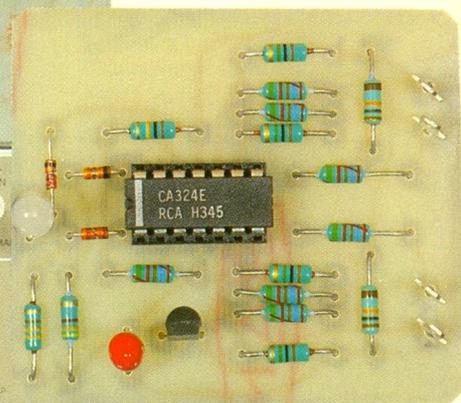
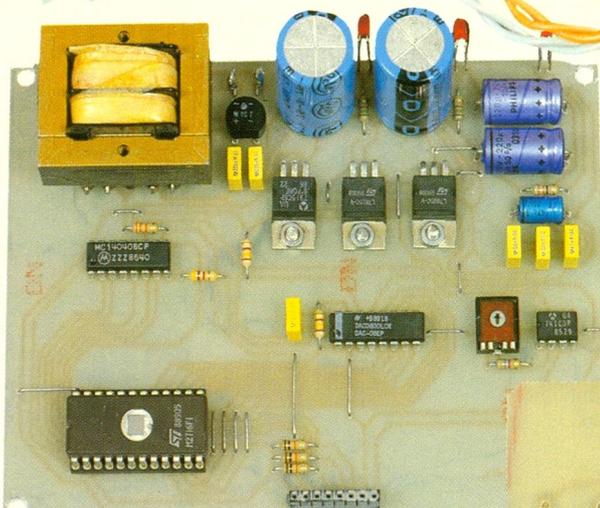


# Electronique pratique



- SIMULATION ROUES CODEUSES
- DETECTEUR DE METAUX
- APPLICATION DES 2716
- MULTITESTEUR DE TENSION
- RECEPTEUR BANDE AVIATION
- ATTENTE TELEPHONIQUE
- OSCILLOSCOPE CDA, etc.



JUILLET-AOUT 1990

T 2437 - 139 - 22,00 F

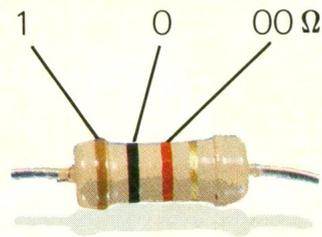


Sommaire détaillé page 28



BELGIQUE : 158 FB - LUXEMBOURG : 158 FL - SUISSE : 6,20 FS - ESPAGNE : 450 Ptas - CANADA : \$ 4,25

# Electronique pratique



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

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

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 - Fax : 42.41.89.40  
Télex PVG 230 472 F

Directeur de la publication : M. SCHOCK

Directeur honoraire : Henri FIGHIERA

Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA

Secrétaire de rédaction : Christophe PICHON

Maquettes : Jacqueline BRUCE

Avec la participation de

Guy Isabel, François Jongbloet, Robert Knoerr, Philippe Bajcik, Francis Bernard, Daniel Roverch, Roland Schnebelen, Patrice Wallerich, Alain Garrigou.

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER

Chef de publicité : Pascal DECLERCK

assisté de : Joëlle HEILMANN

Promotion : Société Auxiliaire de Publicité

Mauricette EHLINGER

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

Direction des ventes : Joël PET AUTON

Inspection des ventes : Société PROMEVENTE,

M. Michel IATCA, 24-26, bd Poissonnière, 75009 Paris.

Tél. : 45.23.25.60. Fax : 42.46.98.11.

Abonnements : Odette LESAUVAGE

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

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 22).

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

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal - Prix d'un numéro : 22 F.

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre 2,30 F et la dernière bande.



« Le précédent numéro a été tiré à 92 000 ex. »

FICHE TECHN.

CONFORT

AUTO

JEUX

MODELISME

MESURES

HIFI

GADGETS

INITIATION

## SOMMAIRE N° 139 – JUILLET-AOÛT 1990

### REALISEZ VOUS-MEMES

<i>Des pseudo-roues codeuses</i>	29
<i>Un détecteur de métaux à PLL</i>	33
<i>Un badge digital</i>	45
<i>Un multitesteur économique</i>	47
<i>Une attente téléphonique</i>	53
<i>Un récepteur bande aviation</i>	57
<i>Un sélecteur exclusif de poste téléphonique</i>	64
<i>Un générateur digital de signaux</i>	69
<i>Une alarme auto</i>	89

### PRATIQUE ET INITIATION

<i>Technologie au collège (XIV)</i>	81
<i>Fiches techniques à découper</i>	101
<i>Les circuits pour serrure électronique</i>	107
<i>Oscilloscope CDA 9208</i>	109
<i>Fiche technique CD 4098</i>	111
<i>Logiciel MEMO</i>	114
<i>Fiche Module LO4</i>	115
<i>Logic 8</i>	117
<i>Fiche Module LO3</i>	123
<i>Les composants japonais : LA 4430</i>	125

### DIVERS

<i>Nouveautés</i>	100
<i>La page du courrier</i>	127

# DES PSEUDO-ROUES CODEUSES



La roue codeuse traditionnelle permet de composer manuellement un chiffre décimal ou quelquefois hexadécimal, en face avant d'un appareil, ce qui se traduit instantanément par l'apparition de l'équivalent binaire sur les quatre sorties de chacune des roues codeuses. Ce dispositif permet par exemple le prépositionnement d'un circuit compteur ou décompteur.

En mode décimal, la roue comporte les indications de 0 à 9 que l'on fait apparaître par action sur une petite molette ou en appuyant sur l'un des deux poussoirs prévus à cet effet. Il est clair que chaque roue ne traite qu'un seul chiffre, mais elles sont conçues pour être associées entre elles, avec des joues de blocage à chaque extrémité du bloc. La sortie d'une telle roue décimale correspond à la création des codes 0000 à 1001 sur 4 bits. La borne commune est marquée C et les autres 1, 2, 4 et 8 dans cet ordre.

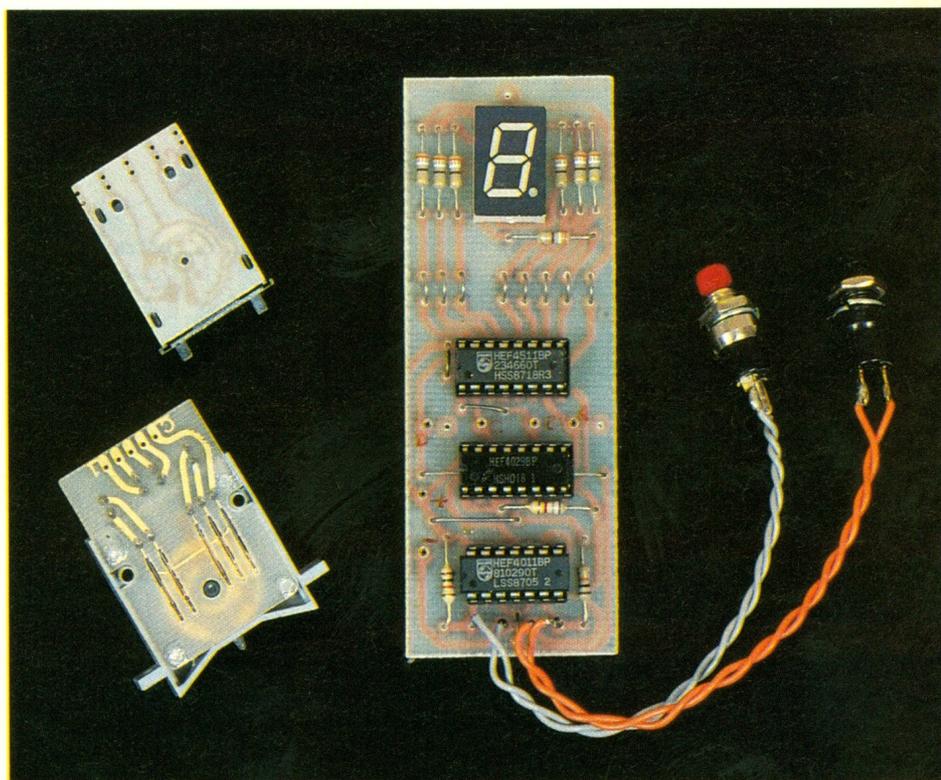
Dans le cas d'un codage hexadécimal, on peut aller de 0 à F, c'est-à-dire sur 4 bits également de 0000 à 1111.

Nous vous proposons de construire une pseudo-roue codeuse à affichage digital permettant la même utilisation que le modèle mécanique, avec en plus une possibilité de commande à distance à l'aide de quelques fils ou même d'un signal à infrarouge. Chaque module ne traite qu'un seul chiffre, mais par association on peut obtenir un nombre quelconque.

## ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

### a) Codage décimal (fig. 1)

Le circuit intégré CMOS compteur/décompteur 4029 fera parfaitement l'affaire, puisqu'il est capable de travailler en binaire ou en décimal selon l'état logique appliqué sur la borne 9. Le code binaire généré sur les sorties DCBA sera décodé par le circuit 4511 bien connu, qui pourra à son tour commander l'afficheur

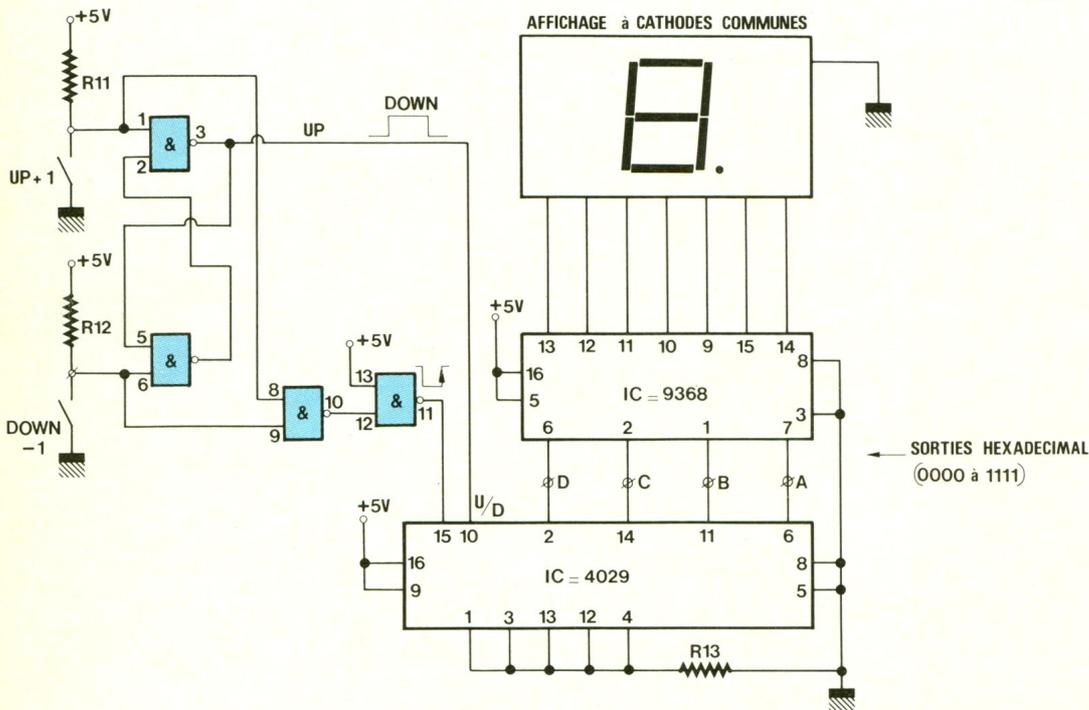
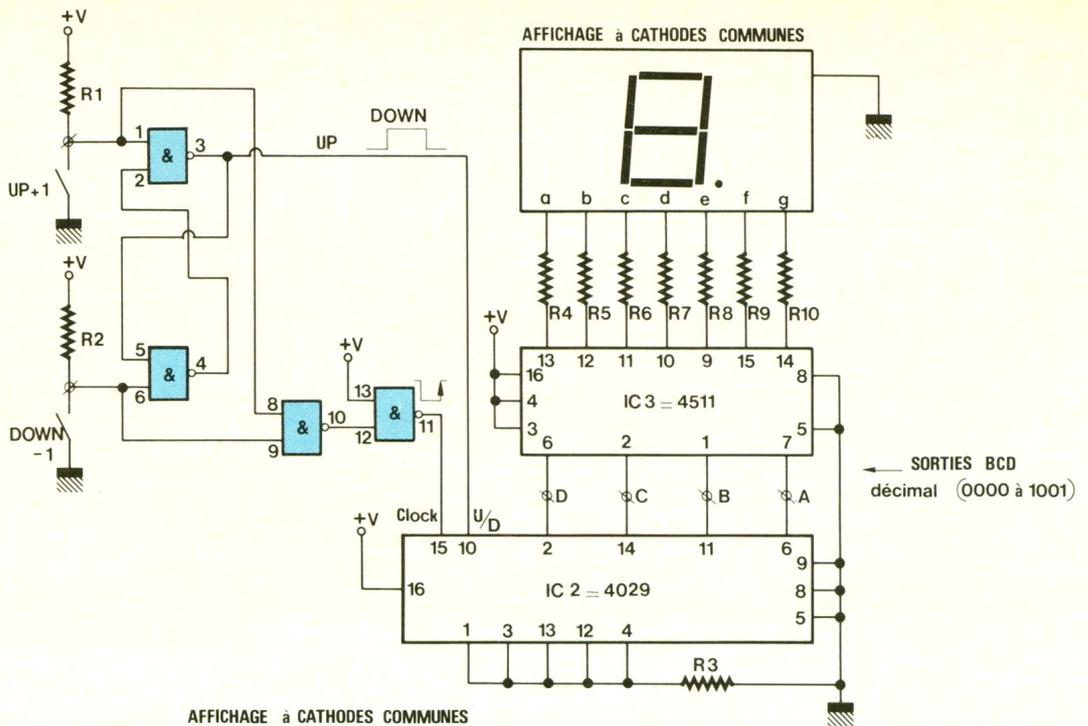


7 segments à cathodes communes. Le seul problème consiste à commander les entrées du circuit IC<sub>2</sub>. Il faut d'une part lui donner le sens du comptage et de plus fabriquer une impulsion d'horloge positive. Deux poussoirs sont prévus à l'entrée, l'un pour monter (= UP = + 1), l'autre pour descendre (= DOWN = - 1). Les deux premières portes NAND agissent comme une bascule RS dont le rôle antirebond est bien connu. Une action sur UP par exemple fait passer la sortie 3 à zéro, et de plus produit un signal négatif très bref dont seul le front montant sera utilisé. L'entrée 10 de IC<sub>2</sub> est au niveau bas, ce qui correspond bien au comptage,

tandis que CLOCK est validé, et fait avancer le compteur d'un pas. Le fonctionnement de l'autre poussoir est similaire, à ceci près que l'entrée U/D est haute, ce qui se traduit finalement par un décomptage sur l'affichage. Il n'a pas été prévu de poussoir de RAZ, les sorties binaires sont disponibles sur les bornes 2, 14, 11 et 6 du circuit IC<sub>2</sub>. Le tracé du circuit est fort complexe ! et se trouve à la **figure 3**. Vous aurez noté la séparation possible de l'affichage et du reste du circuit imprimé, simplement à l'aide de quelques straps parallèles. La mise en place des composants est donnée à la **figure 5** et n'appelle aucun commentaire

1

Equivalent d'une  
roue codeuse  
décimale.



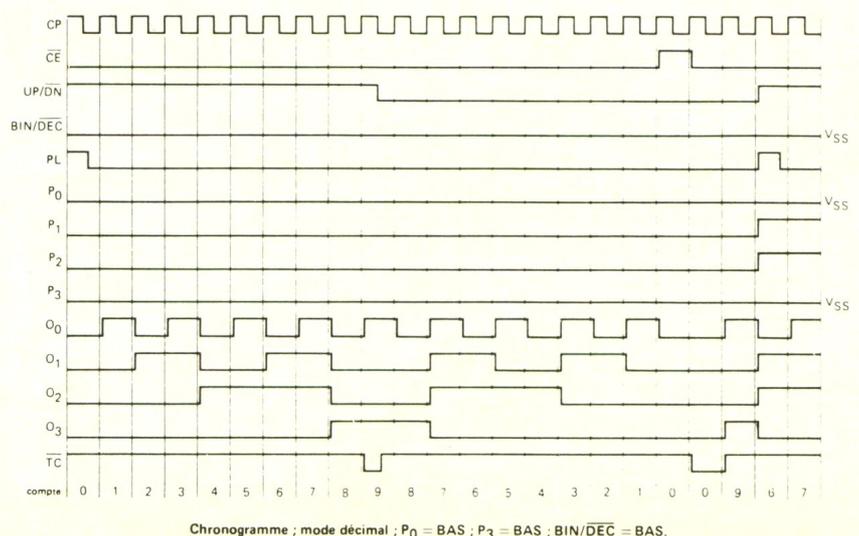
2

Utilisation d'un  
décodeur Hexa  
9368.

particulier. Il reste à raccorder les poussoirs + 1 et - 1, et l'alimentation pourra être confiée à une simple pile de 9 V pour un essai rapide ; la mise en place définitive devra sans doute faire appel au secteur en raison de la gourmandise proverbiale de l'afficheur à LED.

### b) Codage hexadécimal

Le schéma de principe est donné à la figure 2. Toute la commande du circuit IC<sub>5</sub> est identique. La sortie binaire est souhaitée, ce qui est possible si l'entrée 9 est reliée au pôle positif. A noter encore que l'alimentation sera impérativement limitée à 5 V en rai-

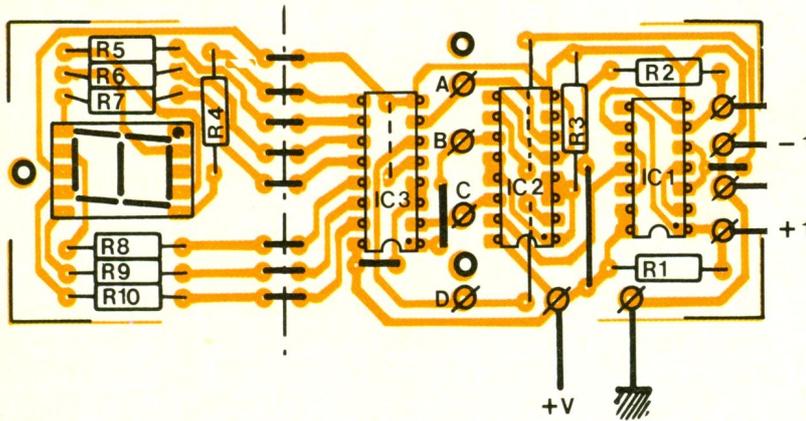
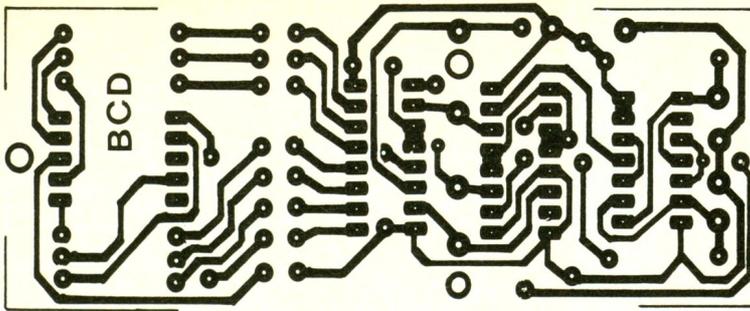


7

Chronogrammes de fonctionnement  
du 4029, en mode décimal.

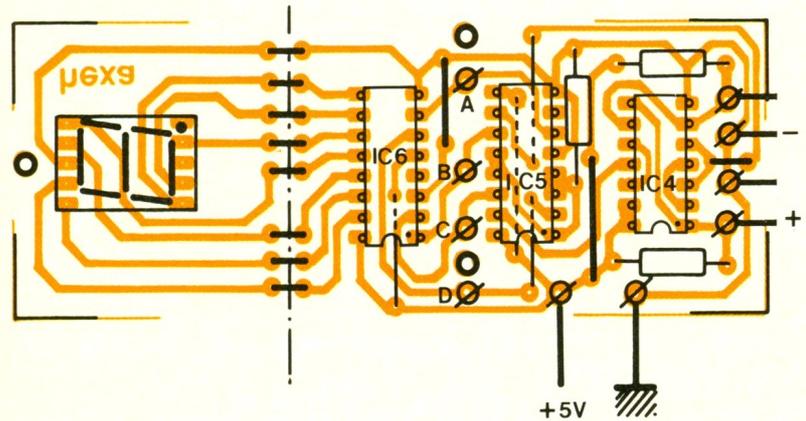
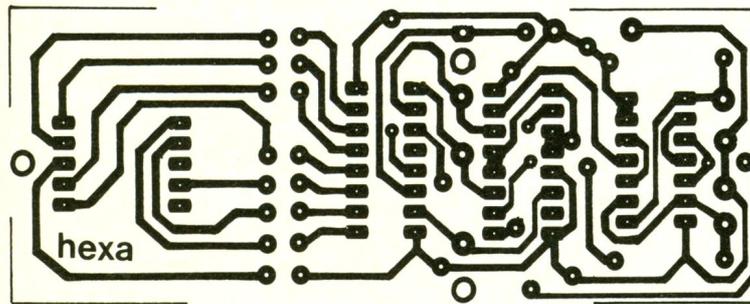
# 3-5

Circuit imprimé et implantation de la platine décimale : on pourra scinder l'afficheur de sa commande.



# 4-6

Circuit imprimé et implantation du module hexadécimal.



son de la technologie TTL du circuit décodeur spécial choisi ici, le modèle 9368. Ce transcodeur BCD/7 segments attaque directement l'afficheur à cathodes communes, sans aucune résistance de limitation. Les 4 bits de la roue codeuse sont disponibles sur les bornes DCBA, c'est-à-dire 2, 14, 11 et 6 de IC<sub>5</sub>. Le tracé du

cuivre à l'échelle 1 se trouve à la figure 4, alors que les composants sont disposés selon les indications de la figure 6.

Ces roues codeuses spéciales seront utilisées avec des compteurs ou décompteurs prépositionnables du modèle 4029 en technologie CMOS par exemple.

Guy ISABEL

## LISTE DES COMPOSANTS

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

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>3</sub> : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

R<sub>4</sub> à R<sub>10</sub> : 390 Ω (orange, blanc, marron)

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

R<sub>13</sub> : 6,8 kΩ (bleu, gris, rouge)

### Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub>, IC<sub>4</sub> : quadruple NAND CMOS 4011

IC<sub>2</sub>, IC<sub>5</sub> : compteur/décompteur binaire/décimal CMOS 4029

IC<sub>3</sub> : décodeur BCD/7 segments CMOS 4511

IC<sub>6</sub> : décodeur binaire/hexa TTL 9368

2 afficheurs à cathodes communes chiffres 12,7 mm rouge

### Divers

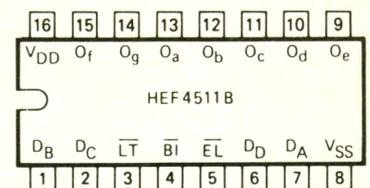
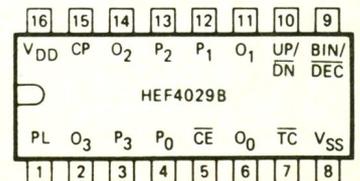
2 supports à souder 14 broches

4 supports à souder 16 broches

4 poussoirs à fermeture

Picots à souder

Fil souple



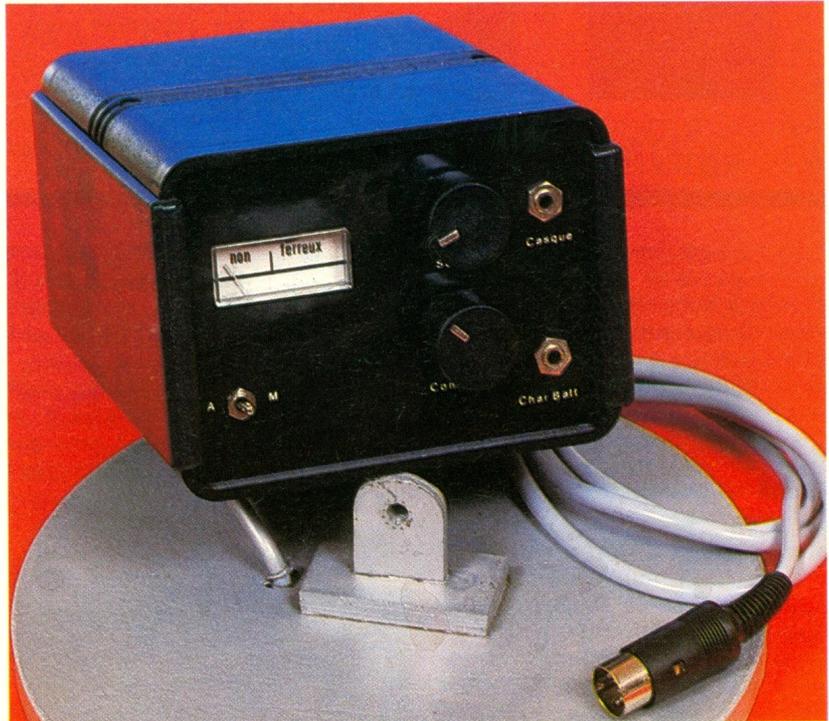
# DETECTEUR DE METAUX A PLL



La recherche de métaux voire de « trésors », pourvu que ceux-ci soient constitués d'objets métalliques, a toujours plus ou moins passionné l'aventurier qui sommeille dans chaque amateur de réalisations électroniques.

Quelques réalisations ont déjà fait l'objet d'articles dans la presse technique. Les différents montages décrits étaient alors basés sur les variations de l'amplitude du signal délivré par un oscillateur local. Quelques modifications permettent de compenser l'effet de sol. Cependant, la tête de détection s'en trouve quelque peu complexifiée puisqu'elle nécessite trois bobinages et une mise au point délicate.

L'idée directrice de cette réalisation consiste à concevoir une tête de détection dont les bobinages soient simples à réaliser tout en bénéficiant de la compensation de l'effet de sol, mais dont le principe se base sur une variation de fréquence, et non de l'amplitude, des oscillations de l'oscillateur de notre détecteur de métaux.

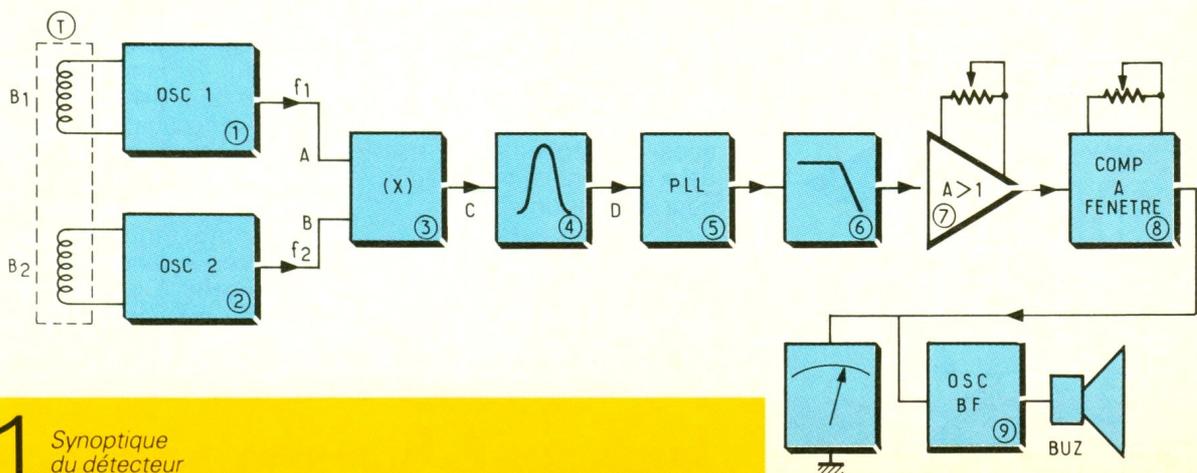


## I - SYNOPTIQUE DU MONTAGE

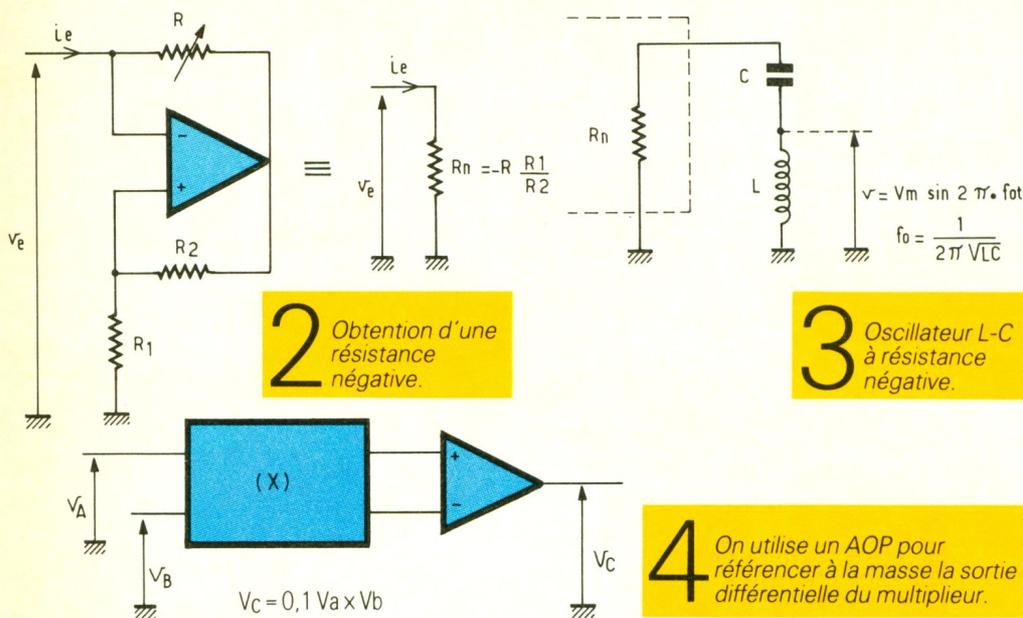
La figure 1 met en évidence non pas un mais deux oscillateurs locaux nommés OSC<sub>1</sub> et OSC<sub>2</sub>. La tête de détection contiendra donc deux bobinages quasi identiques, et, qu'on se rassure, sans

prise intermédiaire comme nous le verrons plus tard. C'est grâce à l'utilisation de deux oscillateurs associés chacun à un bobinage de la tête de détection que l'on peut compenser l'effet de sol. Les blocs 3 et 4 réalisent un

lectionnant, grâce au filtre passe-bande, la composante spectrale de valeur  $(f_1 - f_2)$  présente à la sortie du multiplieur, alors que ce même filtre atténue fortement la composante de fréquence  $(f_1 + f_2)$ . La PLL (boucle à verrouillage de



1 Synoptique du détecteur de métaux.



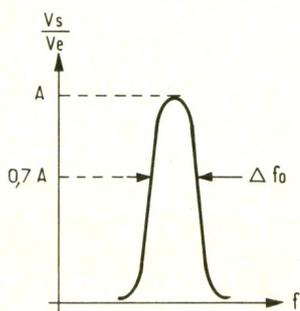
**2** Obtention d'une résistance négative.

**3** Oscillateur L-C à résistance négative.

**4** On utilise un AOP pour référencer à la masse la sortie différentielle du multiplieur.

phase, en français) permet de convertir les variations de fréquence de l'un des oscillateurs (résultant de l'approche d'un métal) en une variation de tension. Cette tension est alors filtrée par un passe-bas (bloc 6). Les variations de la valeur moyenne du si-

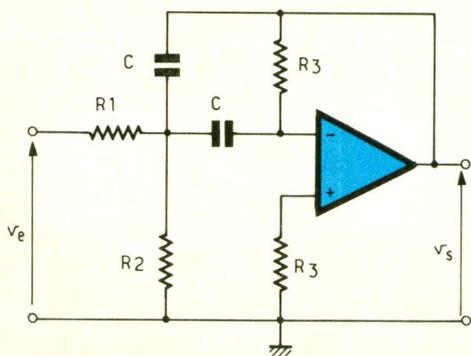
gnal ainsi obtenu sont amplifiées par le bloc amplificateur 7 et appliquées à un comparateur à fenêtre dont la sortie alimente deux indicateurs., l'un visuel, l'autre sonore, ce qui évite d'avoir à fixer les yeux sur le cadre d'un appareil de mesure en permanence. Il faut noter par ailleurs que le sens de déviation du galvanomètre permet de déterminer si l'on est en présence d'un matériau ferreux ou non ferreux. Nous allons maintenant analyser plus en détail le rôle et les particularités de chaque sous-ensemble.



$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot C \sqrt{R_3 (R_1/R_2)}}$$

$$\Delta f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot R_3}$$

$$A = \frac{R_3}{2R_1}$$



**5** Schéma, relation et courbe de réponse d'un filtre passe-bande.

tués dans la tête de détection ont les mêmes caractéristiques. En prenant deux condensateurs identiques, on devrait donc théoriquement obtenir deux fréquences égales, mais, comme rien n'est parfait en ce monde, en faisant fonctionner séparément les deux oscillateurs (l'un après l'autre) il y a de fortes chances que les deux fréquences obtenues soient légèrement différentes en raison de la tolérance sur la valeur des condensateurs et des inductances, même avec un nombre de spires identiques. Rassurons-nous, cela n'est pas gênant et même souhaitable pour notre réalisation, car en réalité nous ne cherchons pas à obtenir un battement ( $f_1 - f_2$ ) nul, mais voisin d'une centaine de hertz. Nous avons obtenu avec deux condensateurs de 22 nF et les bobines qui seront décrites plus loin des fréquences de 7 653 Hz et 7 516 Hz, soit un écart de 137 Hz. Il conviendra à ceux qui réaliseront ce montage d'obtenir un écart de fréquence de cet ordre de grandeur soit en modifiant légèrement la valeur de l'un des condensateurs (par la mise en parallèle d'un condensateur supplémentaire), soit encore en réduisant de quelques unités le nombre de spires de l'un des bobinages.

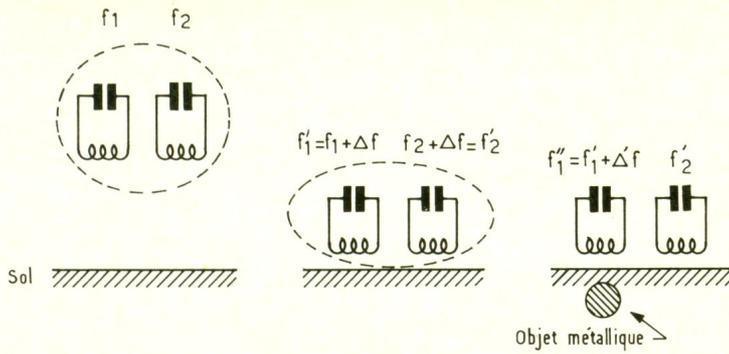
### III - LE MULTIPLIEUR (fig. 4)

Cet étage n'appelle pas véritablement de commentaire, si ce n'est sur le plan des réglages (à effectuer une fois pour toutes) que nous aborderons dans le paragraphe « Mise au point ». Le choix du MC 1495 a été dicté par un certain nombre d'impératifs tels que possibilité de fonctionnement avec une alimentation de  $\pm 4,5$  V. Son inconvénient majeur se situe au niveau du réglage de trois ajustables. Le signal de sortie du multiplieur étant disponible entre les broches 2 et 14 (donc hors masse) un amplificateur de différence réalisé autour d'un AOP permet d'obtenir un signal référencé par rapport à la masse.

Compte tenu des composants utilisés la tension disponible à la sortie de IC<sub>3</sub> (point repère C) a pour expression  $V_C = 0,1 V_A \times V_B$ . Etant donné que les tensions  $V_A$  et  $V_B$  sont sinusoïdales,

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ (voir fig. 3)}$$

Les deux oscillateurs sont réalisés de façon identique et les deux bobinages qui vont se si-



de fréquences respectives  $f_1$  et  $f_2$ , si  $V_A = V \cos 2\pi f_1 t$ , et  $V_B = V \cos 2\pi f_2 t$ , alors  $V_C = 0,05 V^2 \{ \cos 2\pi (f_1 + f_2) t + \cos 2\pi (f_1 - f_2) t \}$ , formule qui montre bien la présence à la sortie du multiplieur de composantes spectrales de fréquences  $(f_1 + f_2)$  et  $(f_1 - f_2)$ , cette dernière étant d'ailleurs la fréquence d'accord du filtre passe-bande connecté au point C.

## IV - LE PASSE-BANDE (fig. 5)

Il s'agit d'un passe-bande à structure de Raugh. Son amplification pour la fréquence d'accord vaut :  $A = R_3/2 R_1$ . Dans notre montage, cette amplification a été fixée à peu près à 12 pour  $f_0 = 137$  Hz. La composante spectrale  $(f_1 + f_2)$  de valeur 15 169 Hz est fortement atténuée puisqu'elle se situe à plus de deux décades de la fréquence d'accord du filtre.

## V - COMPENSATION DE L'EFFET DE SOL (fig. 6)

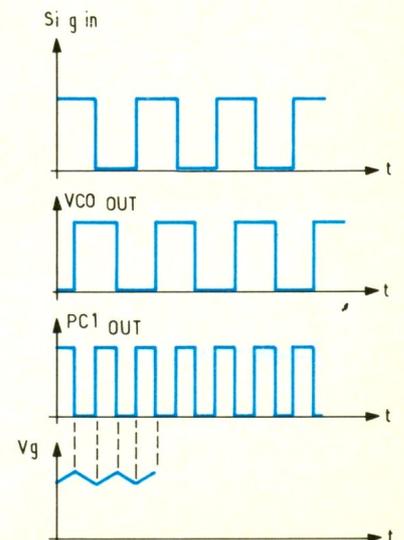
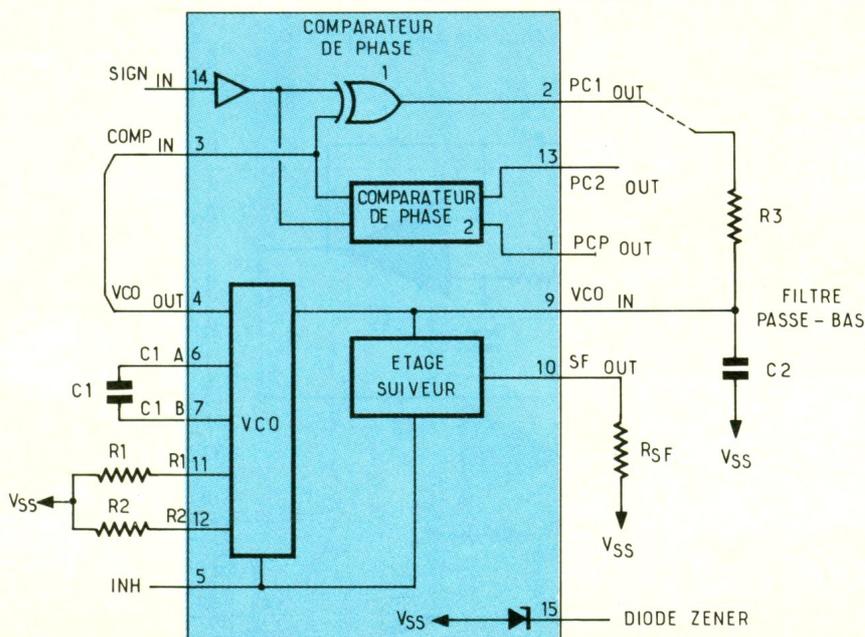
Dans un détecteur de métaux, il faut savoir que la nature et la proximité du sol agissent sur la réductance des bobines constituant la tête de détection. Dans notre cas, il en résulte une modification de la fréquence des deux oscillateurs associés à ces bobinages. Compte tenu que les deux bobinages sont identiques et que les deux fréquences des oscillateurs sont très voisines, nous pouvons supposer que la variation absolue  $\Delta f$  de fréquence de ces deux oscillateurs est identique.

	loin du sol	près du sol
bobine A	$f_1$	$f'_1 = f_1 + \Delta f$
bobine B	$f_2$	$f'_2 = f_2 + \Delta f$

Etant donné qu'à la sortie du filtre passe-bande ne subsiste que la composante  $f'_1 - f'_2 = (f_1 + \Delta f) - (f_2 + \Delta f) = f_1 - f_2$ , on voit d'après ce calcul que l'approche du sol n'entraîne aucune variation de la fréquence du signal de sortie du passe-bande. En revanche, lorsqu'en présence d'un objet métallique, plus proche de la bobine A que de la bobine B,  $f'_1$  varie de  $\Delta'f$  et  $f'_2$  reste constante, on obtient à la sortie du passe-bande un signal de fréquence  $(f'_1 \pm \Delta'f - f'_2) \neq (f_1 - f_2)$ , ce qui constitue pour notre détecteur une information qu'il ne nous reste plus qu'à exploiter.

## VI - LA BOUCLE A VERROUILLAGE DE PHASE (PLL)

Comme nous venons de le voir, la présence d'un objet métallique donne donc naissance à une variation de la fréquence du signal issu du filtre passe-bande. Compte tenu de la courbe de réponse d'un tel filtre, nous disposons simultanément d'une variation de l'amplitude de ce même signal. Le PLL utilisée est un C.MOS 4046. La figure 7 montre que ce circuit contient deux comparateurs de phase, un VCO (oscillateur contrôlé en tension) et de façon annexe un étage suiveur et une Zener, que nous n'avons pas utilisées dans notre réalisation.



La fréquence du signal délivrée par le VCO dépend des composants  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$  et de la tension appliquée sur la patte 9 du circuit intégré d'après la formule approchée :

$$f = \frac{1}{R_1 C_1} \frac{V_9}{V_{DD}} + \frac{1}{R_2 C_1}$$

où  $f$  est en MHz,  $R$  en  $M\Omega$  et  $C$  en pF.

Nous n'utiliserons que le comparateur de phase n° 1, qui n'est autre qu'un OU exclusif.

Lorsque la boucle est verrouillée, c'est-à-dire en fonctionnement normal, le signal de sortie du VCO a la même fréquence que le signal d'entrée (broche 14), mais se trouve déphasé par rapport à ce dernier. Le signal  $PC_1$  out a la forme que l'on peut voir sur la **figure 7b**. Un filtrage sommaire par  $R_3 C_2$  permet de récupérer la valeur moyenne du signal  $PC_1$  out et de piloter le VCO.

Lorsque la fréquence du signal d'entrée varie, il en résulte une variation de la tension appliquée à la broche 9 obligeant le VCO à fournir un signal de même fréquence que celui appliqué à l'entrée SIGN in. Dans le schéma fonctionnel de la **figure 8**, La grandeur d'entrée est la fréquence et la grandeur de sortie la tension de commande du VCO.

Le bloc de fonction de transfert  $T$  tient compte du comparateur de phase et du filtre  $R_3 C_2$ . Dans l'application qui nous concerne, la fréquence du signal de sortie du passe-bande a pour valeur 137 Hz. Quelques essais nous ont montré que cette fréquence variait entre 134 et 143 Hz suivant la nature et la taille de l'objet métallique que l'on approchait de la tête de détection. Pour garder une marge de sécurité (donc éviter le décrochage de la PLL), nous avons décidé de faire travailler cette PLL entre 130 et 147 Hz

comme  $f = \frac{1}{R_1 C_1 V_{dd}} \times VCOin + \frac{1}{R_2 C_1}$

Si l'on choisit  $C_1$  arbitrairement, il vient :

lorsque  $VCOin = 0$

$$f = f_{min} = 130 \text{ Hz} = \frac{1}{R_2 C_1}$$

$$R_2 = \frac{1}{C_1 f_{min}}$$

$VCOin = 9,2 \text{ V}$

$$f = f_{max} = 147 \text{ MHz} = \frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_2 C_1}$$

d'où  $R_1 = \frac{1}{C_1 (f_{max} - f_{min})} = V_{dd}$

Les potentiels précédents sont référencés par rapport à l'alimentation négative et non par rapport à la masse.

Ce choix nous permet de bénéficier d'un gain de 9,2 V/17 Hz, soit encore de 0,54 V/Hz, ce qui est assez appréciable et donne des résultats satisfaisants sur le plan sensibilité globale du détecteur. Il n'est pas souhaitable de réduire la plage de fonctionnement du VCO car il faut penser que les détecteurs de métaux sont amenés à fonctionner dans des conditions climatiques très variables, d'où des dérives inévitables, qui pourraient alors entraîner une instabilité de l'ensemble du montage, liée à un décrochage fréquent du PLL.

### VII - LE FILTRE PASSE-BAS (fig. 9)

La tension appliquée à l'entrée de commande du VCO (Pin 9) présente une ondulation résiduelle que le filtre passe-bas d'ordre 2 de la **figure 9** permet

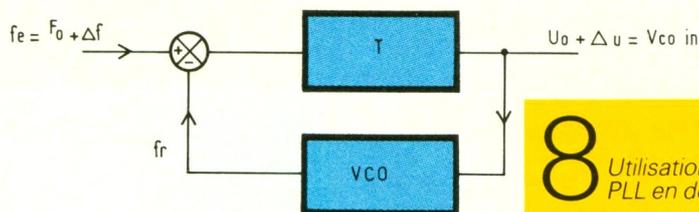
d'éliminer, sinon cette ondulation est amplifiée de la même façon que les variations de la valeur moyenne de  $VCOin$  et masque celle-ci.

Lorsque la tête de détection est loin de tout objet métallique, on dispose donc au point  $\alpha$  d'un signal continu exempt de toute ondulation.

Si un objet s'approche d'une des bobines, le signal  $\alpha$  évolue dans un sens ou dans l'autre suivant la nature de l'objet.

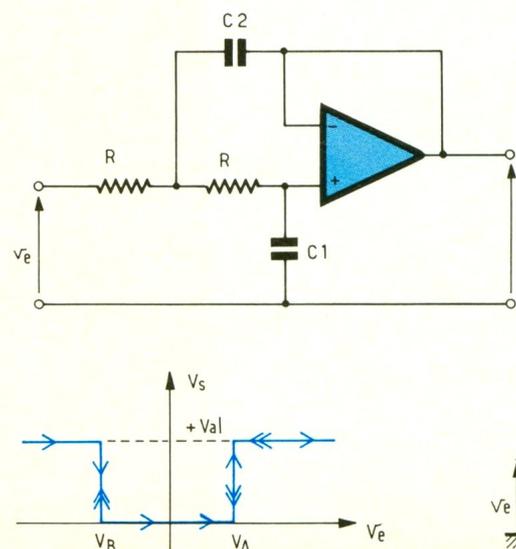
### VIII - LE COMPAREUR A FENETRE

Le rôle de cet étage est de compenser l'inévitable roulis que subit la tête de détection lorsqu'elle balaie le sol. Ce roulis, qui correspond à une approche différente des deux bobines de la surface du sol, engendre une variation de tension assez faible, mais qui néanmoins risque de déclencher le générateur sonore, révélant



**8** Utilisation d'un PLL en démodulateur.

$$\begin{aligned} \Delta f = 0 &\Rightarrow \Delta u = 0 & fr = F_0 \\ \Delta f \neq 0 &\Rightarrow \Delta u \neq 0 & fr = F_0 + \Delta f \end{aligned}$$

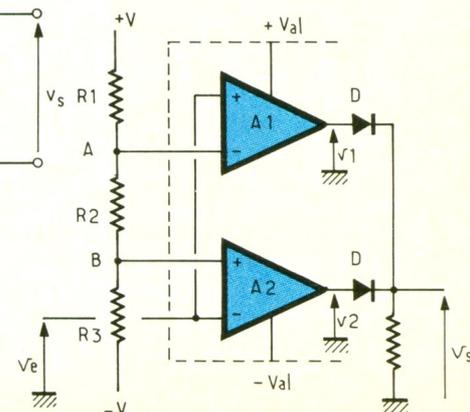


Filtre passe-bas d'ordre 2

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R \sqrt{C_1 C_2}}$$

$$m = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

$$A = 1$$



**9** Filtre passe-bas d'ordre 2.

**10** Comparateur à fenêtre.

ainsi la présence d'un objet fantôme.

Le signal  $\alpha$  dépouillé de sa valeur moyenne par le filtre passe-haut C - R<sub>34</sub> est amplifié par IC<sub>6</sub> dont l'amplification est réglée par P<sub>9</sub>. C'est ce signal qui passe dans le comparateur à fenêtre de la figure 10.

Tout niveau compris entre les seuils V<sub>A</sub> et V<sub>B</sub> n'entraîne aucune manifestation du générateur sonore ni du galvanomètre. En revanche, dès que V<sub>e</sub> devient supé-

rieur à V<sub>A</sub> ou inférieur à V<sub>B</sub>, V<sub>s</sub> passe au niveau haut et déclenche l'astable réalisé grâce à IC<sub>7</sub>. Le calcul des seuils se fait en utilisant le théorème de superposition :

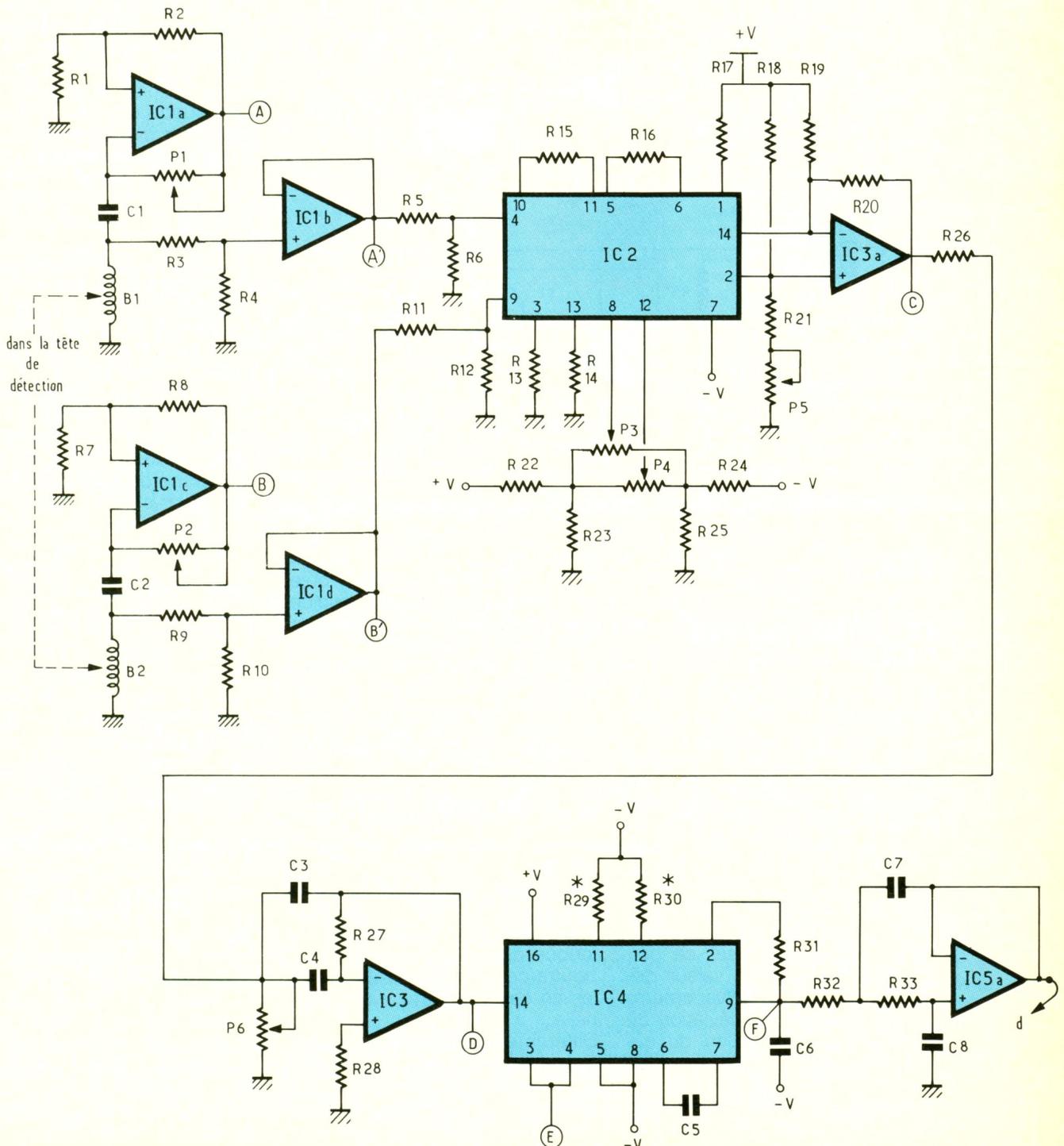
$$V_A = \frac{V(R_2 + R_3 - R_1)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$\text{et } V_B = V \left( \frac{R_3 - (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \right)$$

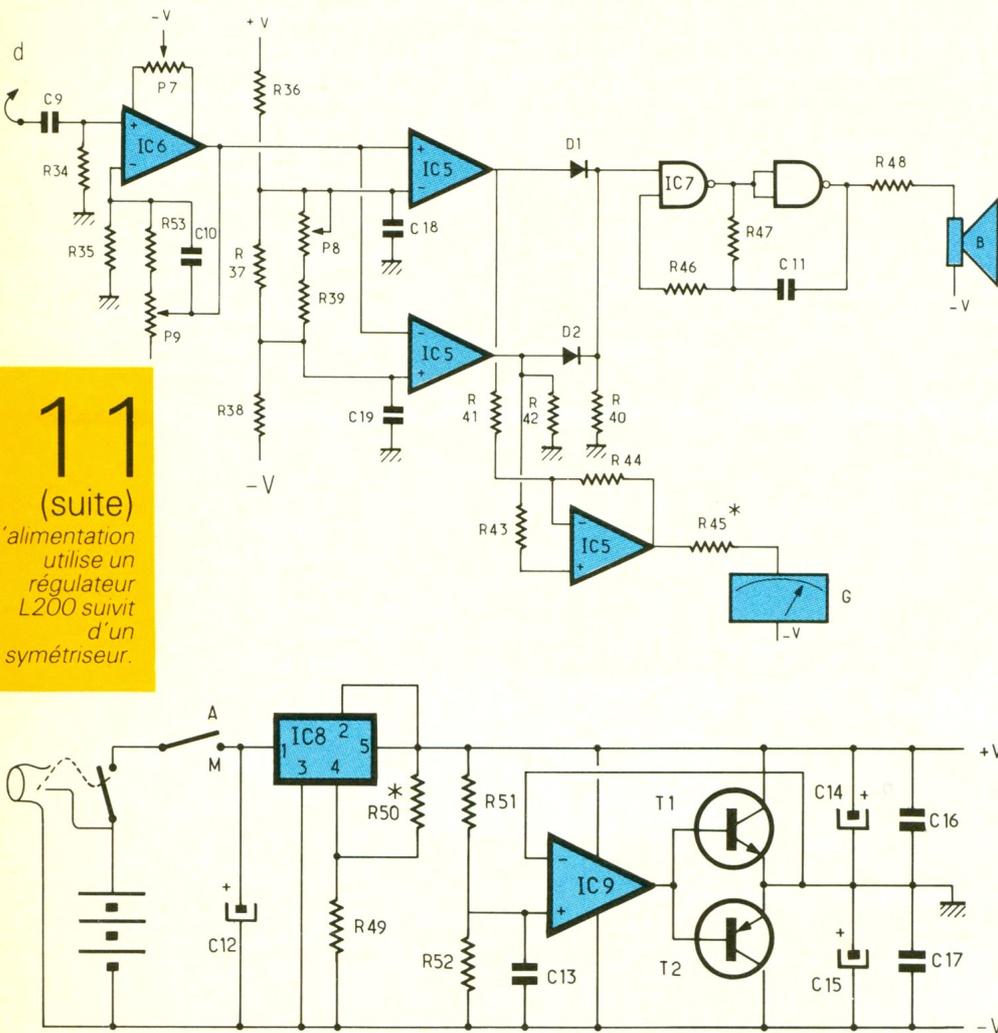
$$\text{si } R_1 = R_3, V_A = -V_B = \frac{VR_2}{2R_1 + R_2}$$

les seuils sont symétriques autour de « 0 ».

Si R<sub>2</sub> est réglable, la largeur de la fenêtre l'est aussi, ce qui permet d'éliminer les parasites, liés au roulis de la tête de détection, au mieux, sans toutefois se priver des informations de faible amplitude, liées à la présence d'objets de petite taille ou situés assez profondément dans le sol. Avec ce type de comparateur, le déclenchement du générateur sonore a lieu pour les matériaux



**11**  
(suite)  
L'alimentation utilise un régulateur L200 suivi d'un symétriseur.



aussi bien ferreux que non ferreux.

## IX - L'INDICATEUR VISUEL

Ce dernier n'est autre qu'un galvanomètre dont l'une des bornes a été reliée au pôle négatif de l'alimentation, de façon à bénéficier d'une déviation possible dans les deux sens suivant la nature de l'objet détecté. Lorsqu'aucun objet n'est présenté à la tête de détection et compte tenu de la présence de l'amplificateur de différence réalisé avec une partie de IC5, l'autre borne du galvanomètre est à la masse, ce qui, grâce à R45 dont la valeur dépend du type de galvanomètre utilisé, entraîne une déviation de l'aiguille jusqu'au milieu du cadran. L'approche d'un objet d'une bobine entraînera une déviation dans un sens si cet objet est de nature ferromagnétique et dans l'autre sens s'il est parama-

gnétique. Les sens de déviation sont inversés si le même objet est approché de l'autre bobine. Cette constatation explique pourquoi lors du balayage du sol il y a toujours deux déviations de sens contraire qui se suivent. C'est la première qui compte et permet de faire la discrimination entre les matériaux ferreux et non ferreux.

## X - L'ALIMENTATION

La recherche d'objets prenant souvent du temps, nous avons prévu d'équiper notre montage de batteries Cd.Ni rechargeables, donc moins coûteuses à la longue que l'achat de piles. On pourra cependant utiliser des piles en cas d'utilisation occasionnelle.

Différentes possibilités sont envisageables pour obtenir une tension régulée minimale de 9,2, soit + et - 4,6 V correspondant à des performances honnêtes pour ce détecteur de métaux. Etant

donné la chute de tension qui occasionne tout régulateur de tension, il faut disposer d'une tension non régulée supérieure d'au moins 3 V à la tension régulée, ce qui nous conduit à un minimum de 12,2 V, soit :

- a) dix accus de type R6 → 12,2 V ;
- b) dix piles 1,5 V → 15 V ;
- c) trois piles plates 4,5 V → 13,5 V ;
- d) deux accus de 7,2 V type LF22 → 14,4 V.

La solution « a » ne permet pas de disposer de plus de 9,2 V régulés mais confère une autonomie suffisante pour bronzer toute la journée, surtout si la recherche s'effectue sur une plage !

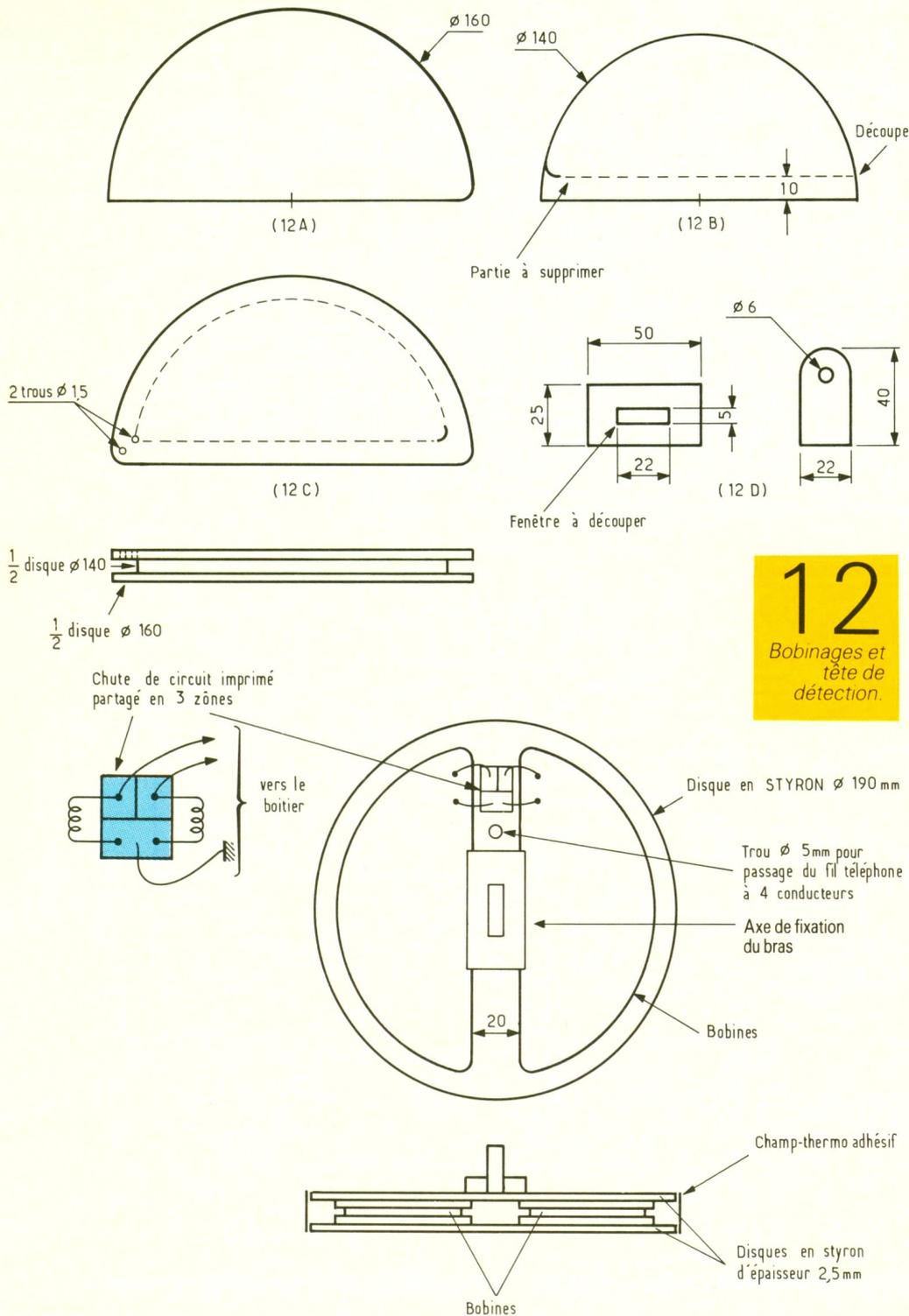
La solution « b » permet une autonomie identique et se prête très bien à une augmentation de la tension régulée, donc à une sensibilité supérieure pour le détecteur lui-même.

La solution « c » satisfaisante elle aussi sur le plan tension se prête au passage à 10 V de la tension régulée. Le seul problème est que les piles n'entreront plus dans le boîtier utilisé et seront fixées à l'extérieur de ce dernier. La solution « d » permet de faire passer la tension régulée à 11 V, mais, compte tenu de la faible capacité de ce type d'accus, une recherche de durée supérieure à quatre ou cinq heures ne pourra pas être envisagée. Un argument supplémentaire plaide en faveur de cette solution, c'est la faible poids de deux accus face à celui de dix accus de 1,2 V.

Pour notre réalisation, nous avons opté pour la solution « a » qui nous donne entière satisfaction, le lecteur étant libre de choisir toute autre solution en fonction de ses besoins.

Compte tenu de ces différentes possibilités, nous avons pris un L200 comme régulateur, ce qui, par modification de R50, permet d'obtenir la tension régulée appropriée à chaque solution.

Le reste du montage ne change pas. Le potentiel de l'entrée non inverseuse de IC9 étant fixé à 1/2 V régulée par les résistances R51 et R52, (10 kΩ, 1 %), on obtient ainsi une masse virtuelle et une alimentation symétrique autour de cette masse virtuelle. Les transistors T1 et T2 ont pour rôle de « muscler » IC9, de façon à mieux répondre aux appels de courant lors des régimes transitoires.



# 12

Bobinages et tête de détection.

## XI - LE CIRCUIT IMPRIME ET L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS (fig. 13, 14)

Malgré le nombre de composants utilisés, nous avons réalisé celui-ci en technique simple face, donc plus facilement réalisable par l'amateur. Cela impose en

contrepartie la présence de quelques straps et la disposition verticale de certaines résistances. L'implantation des composants ne pose pas de problème particulier, mais, toutefois, on évitera de souder les composants suivants dont la valeur dépend soit des bobinages réalisés, soit du matériel disponible, soit encore des dispersions de caractéristiques, en particulier pour le VCO de la

PLL 4046. Il s'agit de R<sub>29</sub>-R<sub>30</sub> pour la PLL, R<sub>45</sub> pour le galvanomètre et R<sub>50</sub>\* pour le régulateur. Avant d'indiquer comment il est possible de déterminer la valeur de ces composants, il convient de réaliser les deux bobines de la tête de détection, de les essayer individuellement puis de les fixer de façon définitive dans la tête proprement dite.

## XII - REALISATION DES BOBINAGES ET DE LA TÊTE DE DÉTECTION

Le support des bobinages ne sera pas difficile à se procurer puisqu'il s'agit de carton épais. Nous avons trouvé que les barils de lessive convenaient à merveille pour cette fonction (ne pas prendre cependant de carton gaufré qui est beaucoup moins rigide) puisqu'ils utilisent du carton d'épaisseur voisine de 2 mm. Les deux bobinages seront ultérieurement pris en sandwich entre deux disques de styron d'épaisseur 2,5 mm, qui, après application d'un champ thermoadhésif, confère à la tête de détection une étanchéité et une rigidité lui permettant d'affronter les intempéries, les chocs et les recherches en eaux peu profondes.

### a) Les bobines

Découper dans du carton épais deux disques de diamètre 160 mm et un disque de diamètre 140 mm. Partager ces trois disques par le milieu du façon à obtenir six demi-disques (fig. 12a et b). Oter une bande de 1 cm de large à chacun des deux demi-disques de diamètre 140 mm. Arrondir les angles vifs et former les deux supports de bobinage en prenant en sandwich le plus petit des demi-disques comme l'indique la figure 12c. De la colle blanche convient très bien pour cette opération (éviter les bavures).

Lorsque l'ensemble sera sec, percer deux trous de diamètre 1,5 mm destinés au passage du fil des bobinages, qui peuvent alors être réalisés en vrac en bobinant 250 spires de fil de cuivre émaillé de diamètre 0,2 mm. Les deux extrémités des bobinages sortant par les trous de diamètre 1,5 mm.

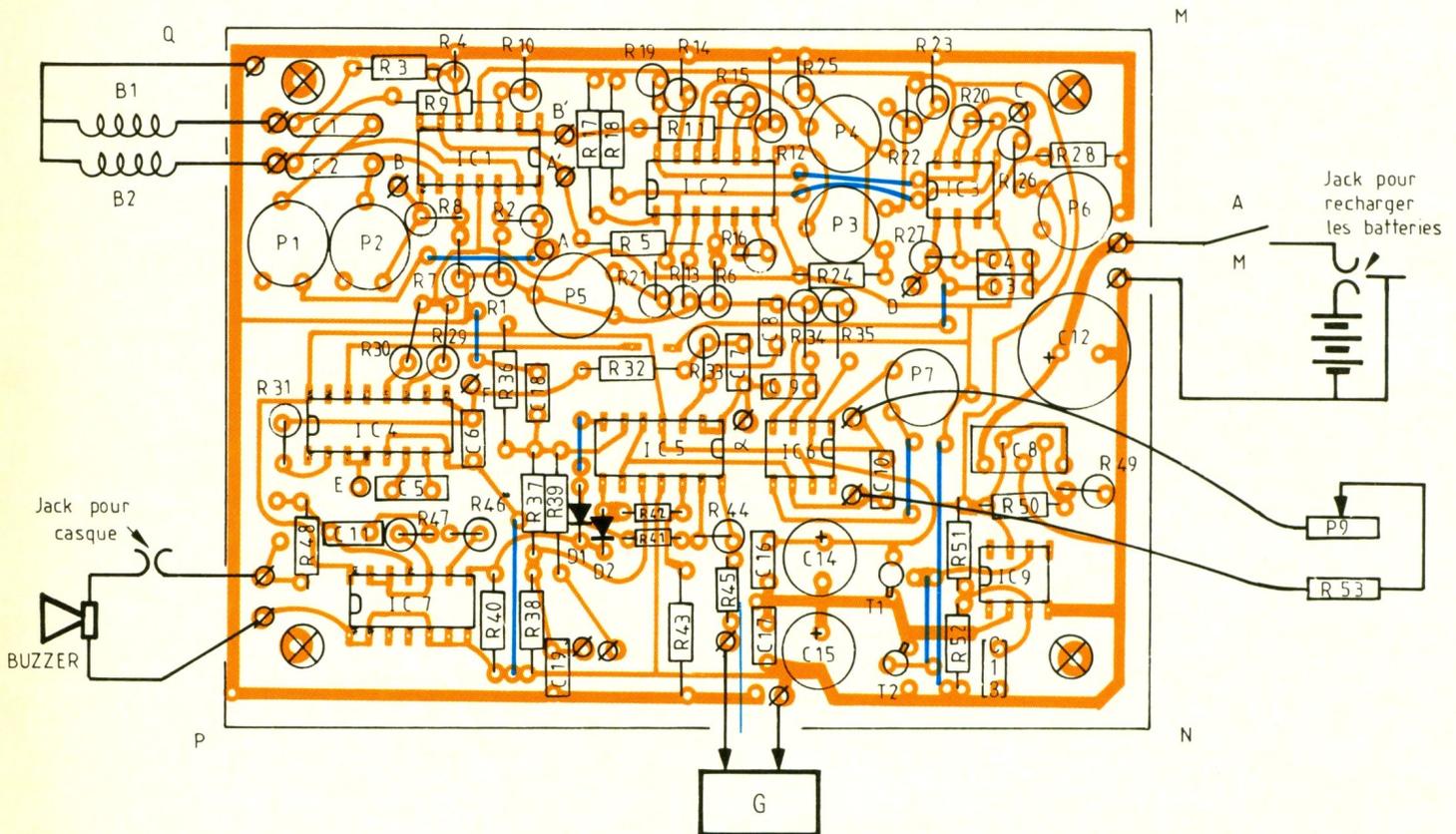
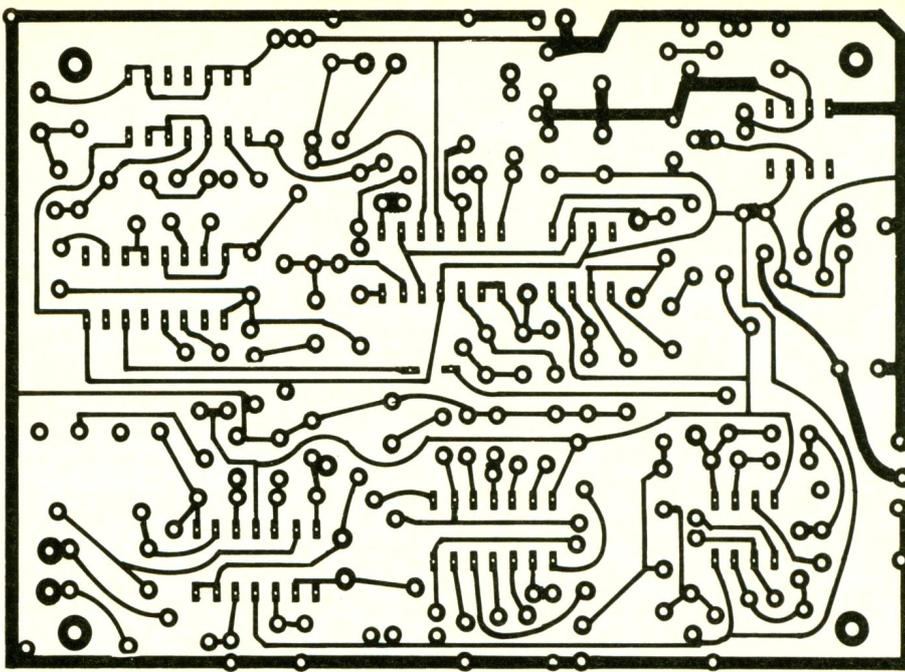
Après les essais que nous détaillerons dans le paragraphe « Mise

# 13

Tracé du circuit imprimé à l'échelle 1.

# 14

Implantation et câblage du détecteur de métaux.



au point » les bobinages seront immobilisés grâce à du vernis à ongles sur toute leur périphérie. Lorsque cette opération aura été menée à bien, les deux bobines pourront être, à leur tour, prises en sandwich entre deux disques en styron, de diamètre 19 cm. Ces deux bobines seront fixées comme le montre la **figure 12e**, leurs parties rectilignes se faisant face et étant séparées de 2 cm. La fixation des bobines peut s'effectuer à l'aide de colle en Néoprène, de même que le petit mor-

ceau de circuit imprimé sur lequel seront soudées les extrémités des deux bobinages. Pour réaliser cette opération, nous vous conseillons de fixer les deux bobines sur le disque inférieur, de coller ensuite le morceau de circuit imprimé préalablement séparé en trois zones (**fig. 12f**), entre les deux bobines, du côté où se trouvent les extrémités des bobinages.

Passer ensuite du fil téléphone à quatre conducteurs dans le trou du disque en styron restant. Sou-

der trois des fils de ce câble aux extrémités des bobines sur le circuit imprimé. Encoller le disque restant et la partie supérieure des bobines, et assembler le tout. Après séchage de la colle, appliquer sur la tranche de la tête de détection un champ thermoadhésif (en utilisant un fer à repasser). Après avoir réalisé les deux pièces de la **figure 12d** en double exemplaire, les associer deux à deux à l'aide de colle Néoprène. Insérer ensuite la partie verticale dans la fenêtre prévue à cet effet,

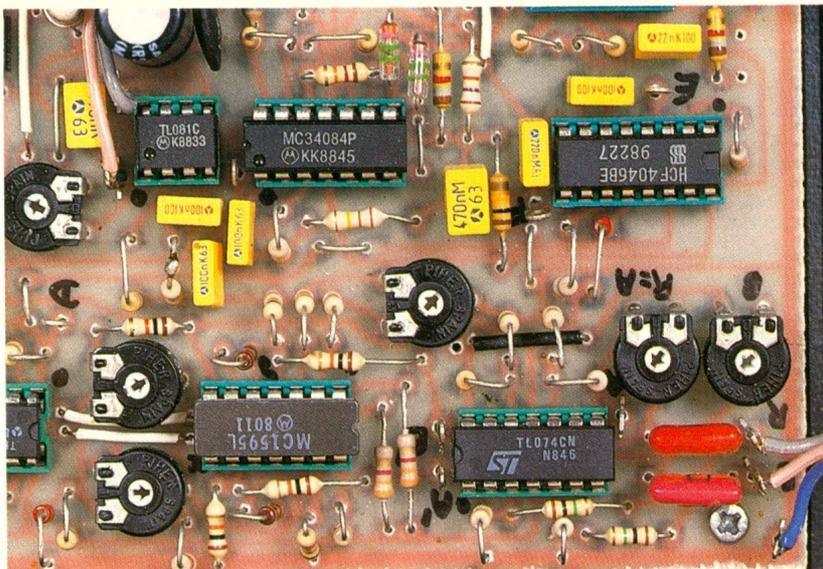


Photo 2. – Les circuits intégrés se monteront sur des supports de façon à faciliter un éventuel dépannage.

de façon à former une sorte de T sur la verticale duquel viendra se fixer le bras du détecteur. Cette pièce sera ensuite fixée sur la partie supérieure de la tête au centre de celle-ci, de manière à assurer un équilibre parfait pour celle-ci.

Le bras du détecteur n'est autre qu'un tube de plastique rigide de diamètre 20 à 25 mm, dont l'extrémité inférieure est usinée pour permettre de fixer la tête de détection à l'aide d'un ensemble vis-écrou, et ce en respectant une orientation satisfaisante pour ces deux pièces.

### XIII – MISE AU POINT REGLAGE

Matériel nécessaire : contrôleur universel, oscilloscope, fréquencemètre.

#### a) Détermination de $R_{50}$

Le choix de l'alimentation étant fait, il convient de déterminer la valeur de la résistance  $R_{50}$ . La tension régulée asymétrique délivrée par un L200 vérifie la formule :

$$V_{\text{rég}} = 2,77 \left( 1 + \frac{R_{50}}{R_{49}} \right)$$

ou  $R_{49} = 820 \Omega$

ce qui conduit à

$$R_{50} = \left( \frac{V_{\text{rég}} - 2,77}{2,77} \right) 820$$

La solution que nous avons retenue,  $V_{\text{rég}} = 9,2 \text{ V}$ , conduit à prendre  $R_{50} = 1\,900 \Omega$ , que

nous réalisons par exemple en associant en parallèle une résistance de  $2,2 \text{ k}\Omega$  et une autre de  $18 \text{ k}\Omega$ .  $R_{50}$  étant câblée, vérifier à l'aide d'un voltmètre la valeur obtenue et la symétrisation de cette tension. On ne câblera pour le moment que  $IC_8$  et  $IC_9$ . On peut vérifier que le  $+4,6 \text{ V}$  et le  $-4,6 \text{ V}$  sont bien présents en tous les points d'alimentation des circuits intégrés.

#### b) Réglage des oscillateurs

Celui-ci doit être réalisé avant d'immobiliser les bobinages par du vernis à ongles puisqu'il est encore possible à ce moment-là d'ôter quelques spires à l'un des deux bobinages.

L'alimentation délivrant deux tensions symétriques, insérer  $IC_1$  dans son support et connecter l'une des deux bobines ( $B_1$  par exemple) à la carte électronique. Régler alors  $P_1$  pour obtenir en  $A'$  des oscillations bien sinusoïdales. L'approche d'un objet métallique (pince plate par exemple) de la bobine  $B_1$  ne doit pas faire décrocher l'oscillateur, sinon revenir légèrement sur le réglage de  $P_1$ . Mesurer la fréquence  $f_1$  des oscillations. Déconnecter  $B_1$  puis connecter  $B_2$ , et effectuer le même travail en réglant  $P_2$  et en notant  $f_2$ . Il est évident que vos deux bobinages devaient être éloignés de tout métal pour la mesure des fréquences d'oscillation  $f_1$  et  $f_2$ . Deux cas se présentent maintenant. Si les deux fréquences sont éloignées d'une quantité comprise entre 100 et

150 Hz, cette étape est terminée.

Sinon, il convient de ramener l'écart de fréquence à peu près dans cette fourchette, bien que l'on ne soit pas à quelques hertz près.

Supposons que  $f_1$  soit plus grande que  $f_2$  de 250 Hz (et ce, malgré la réalisation identique des bobinages et la valeur commune de  $C_1$  et  $C_2$ ).

Puisque

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C_1}}$$

et

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$$

on pourra réduire  $f_1$  ou augmenter  $f_2$ . Pour réduire  $f_1$  mettre un condensateur, par exemple 1 nF, en parallèle sur  $C_1$  (ou essayer un autre 22 nF).

Pour augmenter  $f_2$ , ôter quelques spires de la bobine 2.

Refaire dans ce cas le réglage de l'ajustable associé à l'oscillateur qui a été modifié.

Un ou deux essais suffisent en général pour obtenir un écart de fréquence de l'ordre de 130 Hz (valeur non critique).

Lorsque cette condition est remplie, immobiliser les bobinages à l'aide de vernis, en profiter pour achever la tête de détection après avoir pris soin de repérer les bobines 1 et 2, qui ne doivent plus être interverties lors de leurs liaisons ultérieures au circuit imprimé.

#### c) Réglage du multiplicateur

Insérer  $IC_2$  et  $IC_3$  dans leur support, déconnecter  $B_1$  et laisser  $B_2$  pour que l'oscillateur 2 fonctionne. L'oscilloscope doit indiquer la présence d'une oscillation en  $B'$ . Régler  $P_3$  pour obtenir au point repère C un signal d'amplitude minimale, sa valeur moyenne pouvant être différente de zéro.

Déconnecter  $B_2$  et remettre  $B_1$  pour que l'oscillateur 1 fonctionne (oscillation présente en  $A'$ ). Régler  $P_4$  pour obtenir au point repère C un signal d'amplitude minimale (même remarque quant à sa valeur moyenne qui peut être non nulle). Déconnecter les deux bobines et régler  $P_5$  pour que le signal au point C soit de valeur moyenne nulle.

Les trois réglages précédents étant interdépendants dans une certaine mesure, il est souhaitable de reprendre une nouvelle

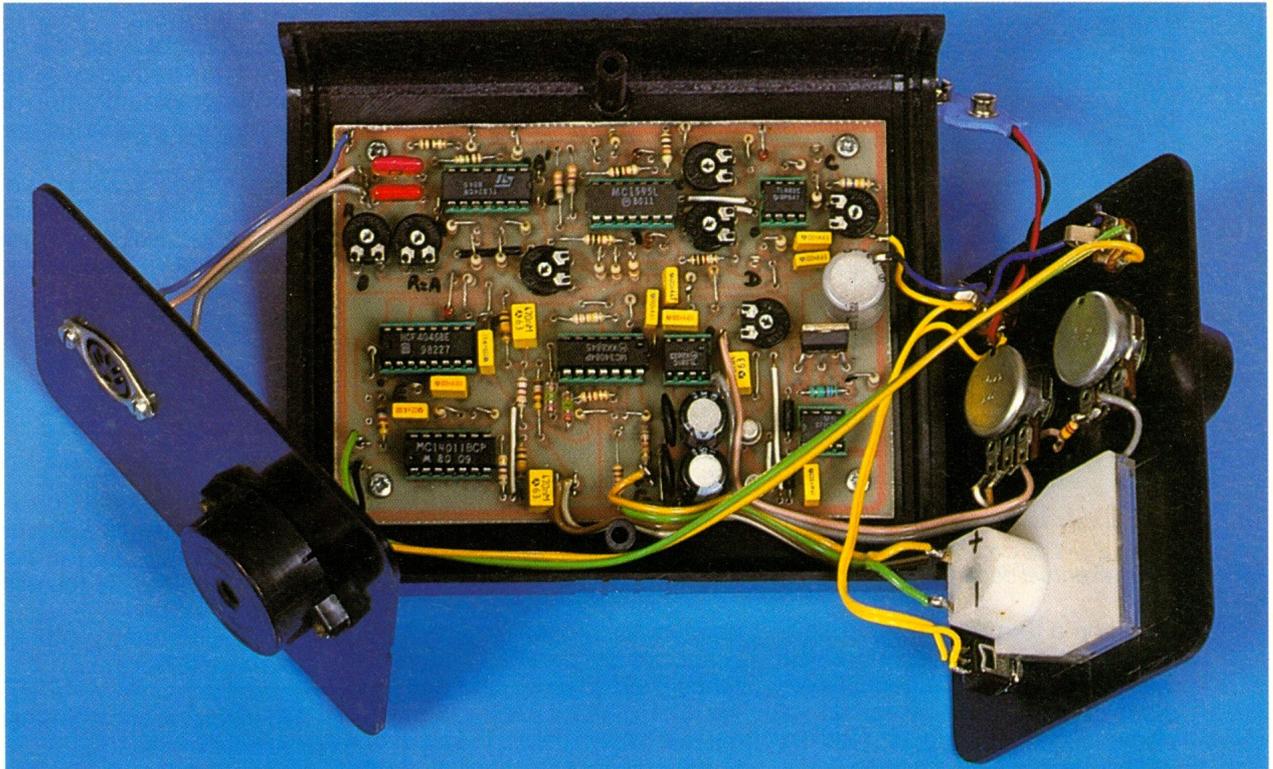


Photo 3. – Le détecteur se logera dans un coffret M.M.P.

fois ces trois réglages dans l'ordre précédent.

#### d) Réglage du passe-bande

Les deux bobines étant reconnectées et la maquette sous tension, régler  $P_6$  pour obtenir au point D un signal sinusoïdal de fréquence égale à l'écart de fréquence des deux oscillateurs. Le bon réglage de  $P_6$  correspond à l'obtention au point D d'un signal d'amplitude maximale. (1,5 V crête dans notre cas). Si d'aventure le maximum de signal ne pouvait être obtenu lorsque  $P_6$  est au maximum, prendre alors un ajustable de 2,2 k $\Omega$  au lieu de 1 k $\Omega$ . Néanmoins avec une fréquence de battement d'environ 130 Hz cela ne devrait pas se produire.

#### e) Réglage de la PLL

Déconnecter les deux bobines et souder sur le point repère F un petit fil qui permettra ainsi d'appliquer au VCO soit - 4,6 V, soit + 4,6 V par prélèvement en un point quelconque de la maquette où les tensions sont disponibles.

##### 1<sup>o</sup> Détermination de $R_{30}$

Relier le point F au potentiel - 4,6 V et prendre pour  $R_{30}$  une

valeur de résistance telle que la fréquence du signal (carré) disponible au point E de la maquette (sortie du VCO) soit d'environ 10 Hz plus faible que la fréquence de battement (disponible au point D). Il ne faut pas hésiter à réaliser des associations (série ou parallèle) de résistances pour y arriver. Sur notre maquette, nous avons été conduits à prendre  $R_{30} = 177 \text{ k}\Omega$  (150 + 22 + 4,7).

##### 2<sup>o</sup> Détermination de $R_{29}$

Relier le point F au potentiel + 4,6 V et prendre pour  $R_{29}$  une résistance de l'ordre de 1 M $\Omega$ , de façon à ce que la fréquence du signal au point E soit d'environ 10 Hz plus élevée que la fréquence de battement. Notre maquette fonctionne avec 1,2 M $\Omega$ .

##### 3<sup>o</sup> Vérification du fonctionnement global de la PLL

Reconnecter les deux bobines, ôter le fil qui va au point F alimenter la maquette et vérifier que les signaux au point D (sinusoïdaux) et E (carrés) sont bien synchrones. Mesurer le potentiel du point F par rapport à la masse. Vous devez alors trouver une tension située dans l'intervalle [- 2 ; + 2] volts, l'idéal étant bien entendu 0 V.

#### f) Réglage de l'offset de $IC_6$

Relier l'entrée non inverseuse de  $IC_6$  (bornes de  $R_{34}$ ) à la masse et ajuster  $P_7$  pour amener la sortie de  $IC_6$  à 0 V. (Ne pas hésiter à prendre une grande sensibilité pour effectuer cette mesure.)

#### g) Détermination de $R_{45}$

Mesurer expérimentalement la valeur du courant  $i$  pour lequel le galvanomètre dévie complètement et la chute de tension  $\Delta u$  à ses bornes. Déterminer  $R_{45}$  par la formule :

$$R_{45} = \frac{V_{\text{alim}} - \Delta u}{i}$$

Les réglages sont maintenant terminés et le circuit imprimé peut être inséré dans un coffret. Celui pour lequel nous avons réalisé le circuit imprimé est un modèle (MMP) 116PM. La face avant en plastique, donc facile à percer, reçoit l'interrupteur général, le galvanomètre, les potentiomètres de sensibilité  $P_9$  et de réglage d'effet de sol (ou roulis)  $P_8$  ainsi que deux jacks à coupure, l'un pour recharger les batteries et l'autre pour se servir d'un casque, au lieu du buzzer qui risque dans certains cas d'indisposer les personnes autour desquelles vous pratiquez des recherches.

La face arrière supporte le buzzer et une fiche DIN pour châssis, à laquelle on connecte les bobines via une prise DIN mâle.

Le boîtier est fixé sur le bras du détecteur par des colliers atlas de taille appropriée. La tête de détection est fixée à l'autre extrémité du bras. Nous laissons au lecteur le soin de réaliser ces parties mécaniques en fonction des matériaux dont ils disposent. On cherchera toutefois à ne pas employer de matériaux ferreux si possible ni trop lourds car le détecteur se tient d'une main et au bout d'un certain temps le poids de celui-ci peut devenir un handicap.

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances 1/4 W 5 %

$R_1, R_7$  : 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)  
 $R_2, R_8$  : 5,6 k $\Omega$  (vert, bleu, rouge)  
 $R_3, R_9$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)  
 $R_4, R_{10}$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)  
 $R_5, R_6, R_{11}, R_{12}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{15}, R_{16}, R_{22}, R_{24}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{13}, R_{14}$  : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)  
 $R_{17}, R_{18}, R_{19}$  : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)  
 $R_{20}$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 $R_{21}$  : 18 k $\Omega$  (marron, gris, orange)  
 $R_{23}, R_{25}$  : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 $R_{26}$  : 27 k $\Omega$  (rouge, violet, orange)  
 $R_{27}, R_{28}$  : 680 k $\Omega$  (bleu, gris, jaune)  
 $R_{29}$  : 1,2 M $\Omega$  (voir texte)  
 $R_{30}$  : 177 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_{31}$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)  
 $R_{32}, R_{33}$  : 330 k $\Omega$  (orange, orange, jaune)  
 $R_{34}$  : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)  
 $R_{35}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{36}, R_{38}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_{37}$  : 27 k $\Omega$  (rouge, violet, orange)  
 $R_{39}$  : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)  
 $R_{40}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{41}, R_{42}, R_{43}, R_{14}$  : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)  
 $R_{45}$  : 82 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_{46}$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)

## XIV - UTILISATION DE L'APPAREIL

Le réglage des sept ajustables étant définitif, seul le réglage de  $P_8$  et  $P_9$  est à effectuer en fonction de la nature du sol et de la taille des objets convoités.

Si le balayage du sol s'accompagne d'un *bip* à chaque aller ou retour de la tête de détection, il convient alors d'élargir la fenêtre de détection par  $P_8$  et peut-être de réduire l'amplificateur de l'ensemble par  $P_9$ .

## CONCLUSION

Nous avons pour notre part trouvé de nombreux clous rouil-

lés, quelques fers à cheval et sur la plage de nombreuses capsules et quelques rares pièces de monnaie. En ce qui concerne la profondeur de détection, celle-ci atteint environ 5 ou 6 cm dans le sable pour une pièce de 1 F et plus de 10 cm pour un objet plus volumineux, comme par exemple un fer à cheval ou une boîte de conserve. Bien que ce genre d'objet ne constitue pas vraiment le but de nos recherches, on en trouvera plus souvent que des trésors.

Cependant, ne perdez pas espoir et faites de bonnes fouilles !

François JONG BLOET

$R_{47}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
 $R_{48}$  : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)  
 $R_{49}$  : 820  $\Omega$  (gris, rouge, marron)  
 $R_{50}$  : 2,2 k $\Omega$ /18 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_{51}, R_{52}$  : 10 k $\Omega$  (1 % éventuellement : marron, noir, noir, rouge)  
 $R_{53}$  : 220 k $\Omega$  (en série avec  $P_9$ ) (rouge, rouge, jaune)

### Ajustables

$P_1, P_2, P_6$  : 1 k $\Omega$  } modèles  
 $P_3, P_4, P_7$  : 10 k $\Omega$  } horizontaux  
 $P_5$  : 4,7 k $\Omega$

$P_8$  : potentiomètre linéaire, 47 k $\Omega$ , A

$P_9$  : potentiomètre linéaire 1 M $\Omega$ , A

### Condensateurs

$C_1, C_2$  : 22 nF (voir texte)  
 $C_3, C_4$  : 0,1  $\mu$ F  
 $C_5$  : 0,1  $\mu$ F  
 $C_6$  : 0,22  $\mu$ F  
 $C_7, C_8, C_9$  : 0,1  $\mu$ F  
 $C_{10}$  : 0,47  $\mu$ F  
 $C_{11}$  : 22 nF  
 $C_{12}$  : 220  $\mu$ F/16 V  
 $C_{13}$  : 0,47  $\mu$ F  
 $C_{14}, C_{15}$  : 470  $\mu$ F/10 V  
 $C_{16}, C_{17}$  : 0,1  $\mu$ F

### Composants actifs

$T_1$  : 2N2222 (NPN)  
 $T_2$  : 2N2906 (PNP)  
 $D_1, D_2$  : diode genre 1N4148

$IC_1, IC_5$  : TL084  
 $IC_2$  : MC 1495 ou 1595  
 $IC_3$  : TL082  
 $IC_4$  : CD4046  
 $IC_6, IC_9$  : TL081  
 $IC_7$  : CD4011  
 $IC_8$  : L200

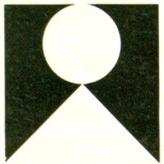
### Divers

4 supports de CI 14 pattes  
 1 support de CI 16 pattes  
 3 supports de CI 8 pattes  
 1 interrupteur marche-arrêt  
 2 jacks à coupure  
 1 galvanomètre genre vumètre  
 200  $\mu$ A pleine échelle (non critique)  
 1 buzzer piézo  
 1 boîtier MMP référence 116 PM  
 1 coupleur pour 10 accus 1,2 V type  $R_6$   
 1 prise DIN pour châssis 3 ou 5 broches  
 1 fiche DIN mâle 3 ou 5 broches  
 Cosses poignard  
 Fil de cuivre émaillé  $\varnothing$  0,2 mm pour les bobines  
 Fil téléphone à 4 conducteurs, etc.

Faites-nous part  
de vos  
expérimentations  
personnelles

Electronique  
Pratique  
2 à 12, rue  
de Bellevue  
75019 Paris  
Tél. 42 00 33 05

# UN BADGE DIGITAL



Voici un gadget de plus, mais il anime quelques diodes LED bicolores, d'une manière si fascinante qu'il pourra constituer un véritable bijou à admirer, ou pourquoi pas un aide-mémoire coloré du comptage digital.

## PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

Allumer une diode LED rouge, c'est bien, en allumer une autre, verte, n'est guère plus difficile : faire changer de couleur une LED unique est l'exploit quotidien des LED bicolores. Elles sont même capables d'offrir une teinte orangée si les deux couleurs sont simultanément sollicitées. A l'aide d'une commande logique, il n'est guère difficile de faire correspondre une couleur à un état binaire et la seconde à son complément. Ensuite, en utilisant un circuit intégré tout à fait ordinaire, on peut, avec quelques étages diviseurs par 2, espérer animer une rangée de LED bicolores. Le comptage binaire est à présent familier à tous, et ce système de comptage, quasi universel de nos

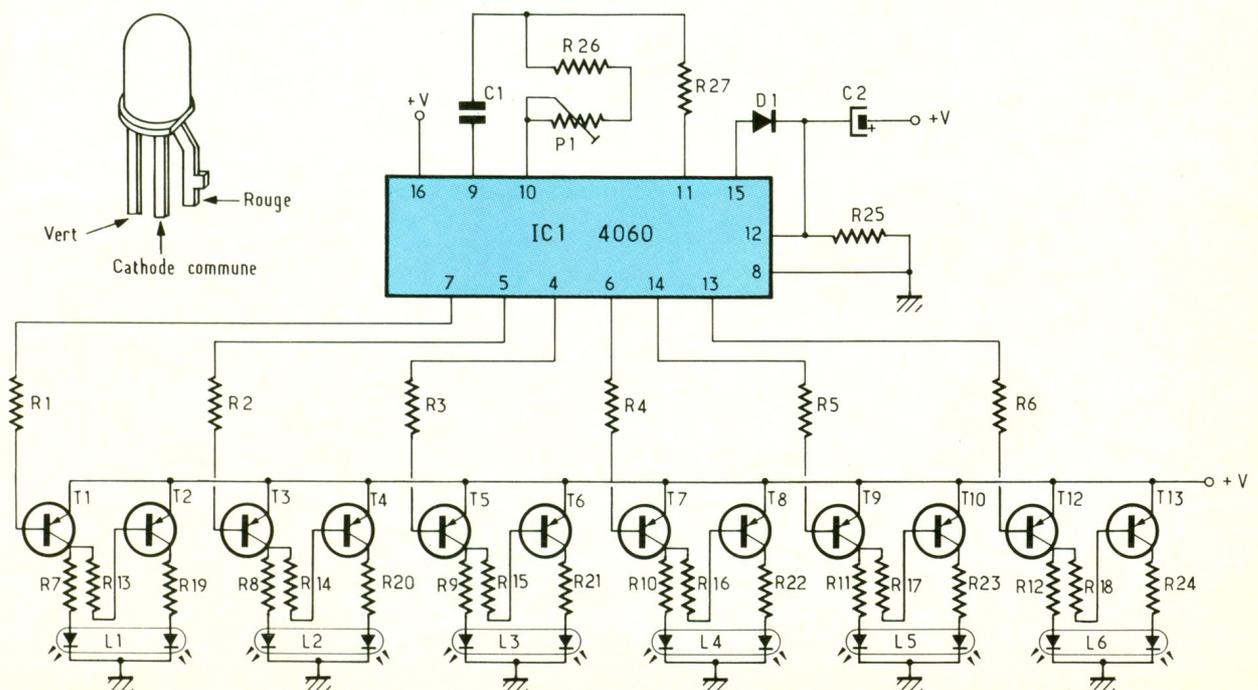
jours, est tout à fait apte à nous offrir ses services.

Il restait à rendre ce petit montage très compact, ce fut chose aisée en adoptant pour certaines résistances un montage « à la japonaise », c'est-à-dire verticalement. L'ensemble, d'une taille sensiblement plus petite qu'une carte de crédit, sera facile à exploiter, soit dans une maquette quelconque à titre de voyant par exemple, seul comme décor d'un badge d'identification ou simplement pour le plaisir de voir s'enchaîner les combinaisons binaires. De nombreuses adaptations sont également possibles, comme par exemple rendre la vitesse de défilement proportionnelle à la lumière, à la chaleur, au bruit ou à toute autre grandeur physique. A vous de voir !



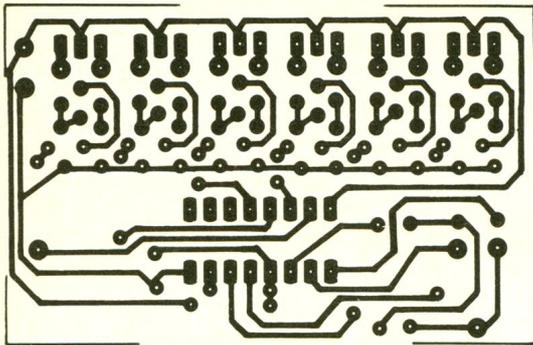
## LE SCHEMA ELECTRONIQUE

Il se trouve tout entier sur la figure 1, et il est surprenant de penser que tous ces composants vont prendre place sur la minuscule plaquette cuivrée de 41

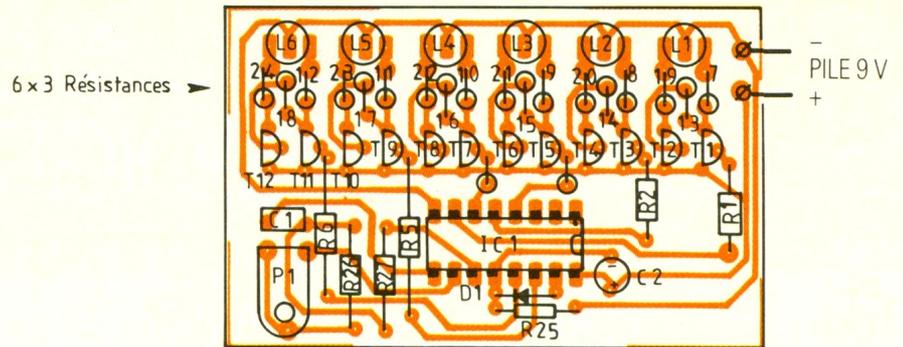


1 Le CMOS 4060, par l'intermédiaire de ses sorties, pilote les LED. Un niveau bas commande la diode gauche tandis qu'un niveau haut allume la diode droite.

## 2 Tracé du circuit imprimé de faible taille.



## 3 L'implantation à l'échelle 1 : on prendra soin de respecter le sens des composants : T<sub>1</sub> à T<sub>12</sub>, D<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et IC<sub>1</sub>.



x 66 mm. De plus, une fois n'est pas coutume, il n'y a aucun strap, ce qui n'est pas pour nous déplaire. Le circuit intégré IC<sub>1</sub>, un 4060, bien connu de nos lecteurs, comporte de nombreux étages diviseurs et un oscillateur qui n'exige plus que quelques rares composants externes. On trouve à ce niveau C<sub>1</sub> et surtout P<sub>1</sub>, qui déterminent la valeur exacte de la fréquence de base, qui sera ensuite divisée de nombreuses fois et disponible sur les diverses sorties du circuit. Le circuit intégré 4060 oscille si sa borne 12 de remise à zéro est reliée à la masse : nous avons confié ce rôle à la résistance R<sub>25</sub>. A la mise sous tension, confiée à une petite pile de 9 V, le condensateur C<sub>2</sub> se comporte comme un véritable court-circuit et initialise par une brève impulsion positive le compteur qui met à l'état haut la première sortie. En fait, toutes les divisions ne sont pas réalisées, et la borne 7 est la première accessible avec un facteur de division égal à 8. Ce niveau 1 est acheminé à travers R<sub>1</sub> sur la base du transistor NPN T<sub>1</sub>, qui

reste bloqué à cet instant. Son collecteur est à l'état bas à travers la LED L<sub>1</sub> de gauche, qui sera rouge ou verte selon son implantation sur la plaquette. La base du second transistor T<sub>2</sub> est donc négative et celui-ci est passant, alimentant l'autre LED qui s'illumine à travers la résistance de limitation R<sub>19</sub>.

Lorsque la sortie suivante sera haute, le même raisonnement pourra s'appliquer sur le transistor T<sub>3</sub>. Pendant ce temps, T<sub>1</sub> sera passant et ira alimenter l'autre LED à travers R<sub>7</sub>. Il faut noter qu'au départ toutes les LED sont par exemple vertes, puis elles deviennent rouges à tour de rôle selon le codage binaire bien connu. A la fin du cycle, toutes les diodes passent au rouge, et la sortie 15, qui est précisément la suivante, ira à travers la diode D<sub>1</sub> mettre au niveau 1 la borne de RAZ 12, et le cycle recommence.

Diverses variantes sont possibles : on peut inverser l'orientation des LED, en inverser une ou deux ou encore souder côté cuivre des diodes 1N 4148, assu-

rant un fonctionnement totalement différent. Il suffit de relier entre elles certaines sorties de IC<sub>1</sub>. En montant une cellule photorésistante LDR en lieu et place de R<sub>26</sub>, on peut moduler la vitesse de défilement au gré de la luminosité ambiante.

Nous sommes persuadés que vous ne manquerez pas d'apprécier et d'exploiter les multiples possibilités de ce montage somme toute minuscule.

Guy ISABEL

### LISTE DES COMPOSANTS

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

- R<sub>1</sub> à R<sub>6</sub> : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- R<sub>7</sub> à R<sub>12</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R<sub>13</sub> à R<sub>18</sub> : 68 k $\Omega$  (bleu, gris orange)
- R<sub>19</sub> à R<sub>24</sub> : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- R<sub>25</sub> : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)
- R<sub>26</sub> : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- R<sub>27</sub> : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)
- P<sub>1</sub> : ajustable horizontal 100 k $\Omega$

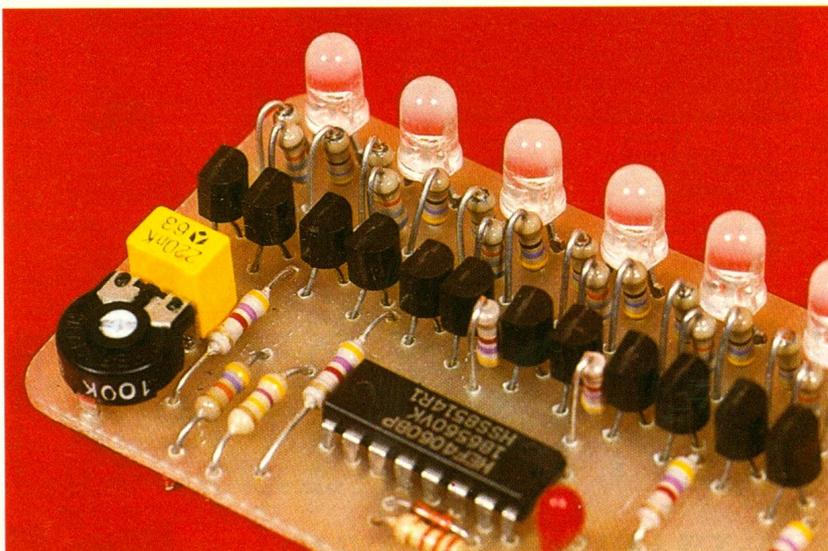
#### Condensateurs

- C<sub>1</sub> : plastique 220 nF
- C<sub>2</sub> : chimique tantale 10  $\mu$ F, 16 V

#### Semi-conducteurs

- D<sub>1</sub> : diode commutation 1N 4148
- IC<sub>1</sub> : oscillateur + diviseurs par 2 CMOS 4060
- L<sub>1</sub> à L<sub>6</sub> : diode LED bicolore
- T<sub>1</sub> à T<sub>12</sub> : transistor PNP BC327 ou équivalent

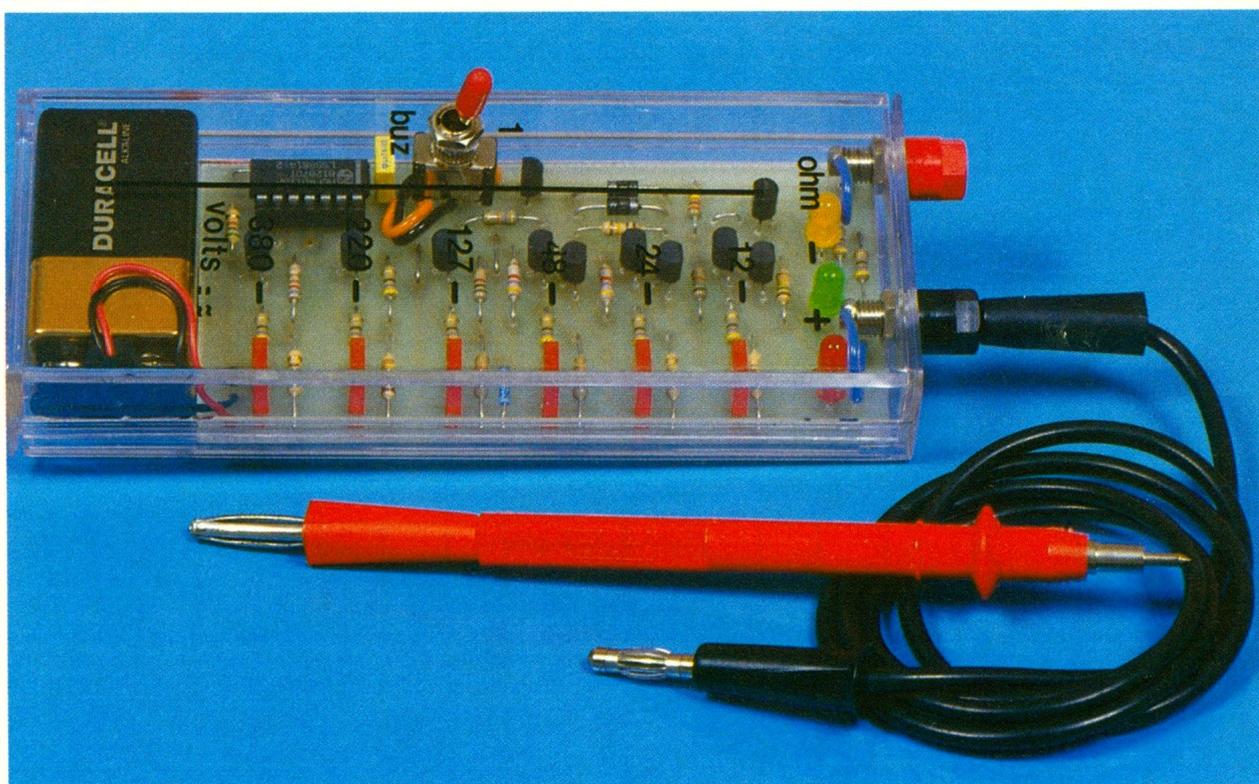
Photo 2. - Vue de l'ajustable P<sub>1</sub> asservissant l'horloge du 4060.



# UN MULTITESTEUR ECONOMIQUE



S'il est un appareil de mesure indispensable à l'amateur, c'est bien le multimètre, c'est-à-dire l'appareil capable de mesurer entre autres une tension dans tout le domaine des applications domestiques et apte à donner une indication de continuité pour tester les conducteurs, les fusibles ou encore les pistes d'un circuit imprimé. Nous vous proposons de réaliser un tel outil, très simplement, non pas avec un afficheur hyper-complet, mais plus sommairement avec une poignée de diodes LED et quelques bons vieux transistors.



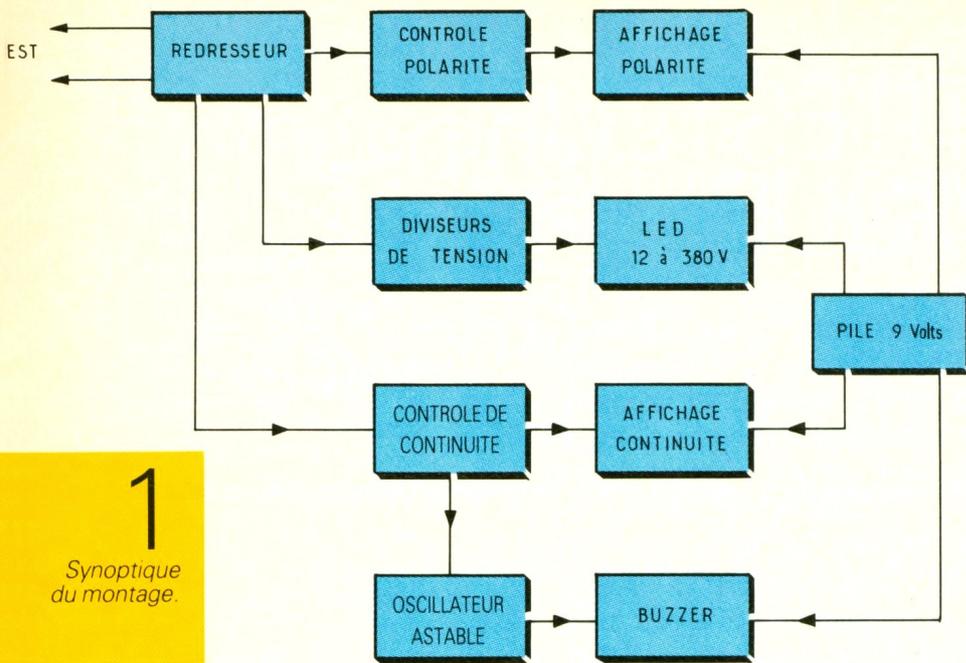
## I - PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT

Notre appareil de mesure est plus particulièrement destiné à donner à son utilisateur une indication sur l'ordre de grandeur de la tension mesurée. En effet, quelquefois, il n'est point besoin de connaître le dixième de volt, mais simplement de vérifier la présence ou non d'une différence de potentiel, et bien entendu son ordre de grandeur. La présence d'une très basse tension alternative sur le secondaire d'un transformateur suffit à

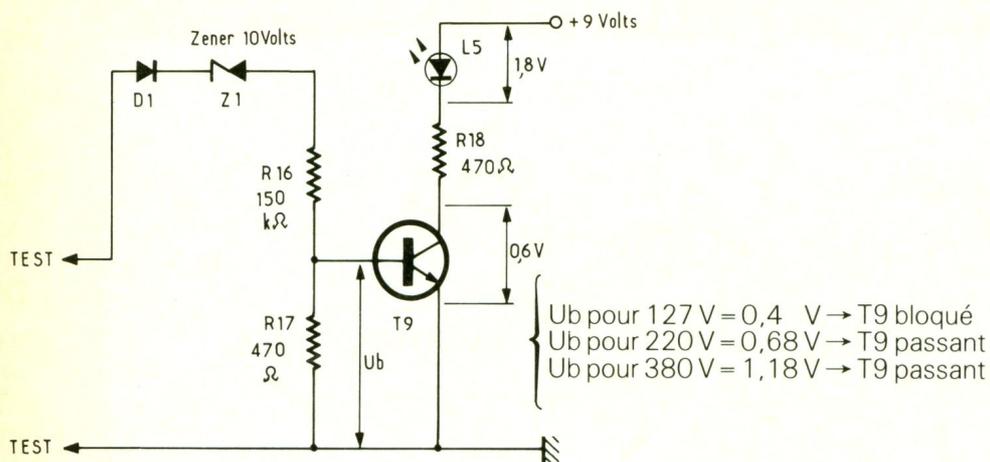
connaître la bonne santé de ce dernier. Nous pourrions également avec le « calibre » 12 V tester le circuit électrique d'un véhicule automobile et même retrouver les polarités positives et négatives en cas de doute (rappelons que souvent, sur les voitures, la masse est reliée au pôle négatif de l'alimentation).

De même dans une installation domestique, ou de force motrice, on pourra sans peine détecter l'absence ou non de l'une des trois phases du réseau. Enfin, pour augmenter encore les possibilités de notre appareil, nous lui

adjoindrons un contrôle de continuité fort utile pour repérer des fils, tester un fusible ou le bon état d'un haut-parleur. Signalons de suite que, contrairement aux appareils sophistiqués du commerce, il n'est point nécessaire de choisir le calibre ohm ou volt à l'aide d'un sélecteur, ni même de préciser si la mesure a lieu en alternatif ou en continu ! L'appareil se charge de tout, et les LED de signalisation sauront vite vous renseigner sans équivoque. Et avec tout cela, on ose parler d'un schéma simple et de composants ordinaires. Jugez plutôt !



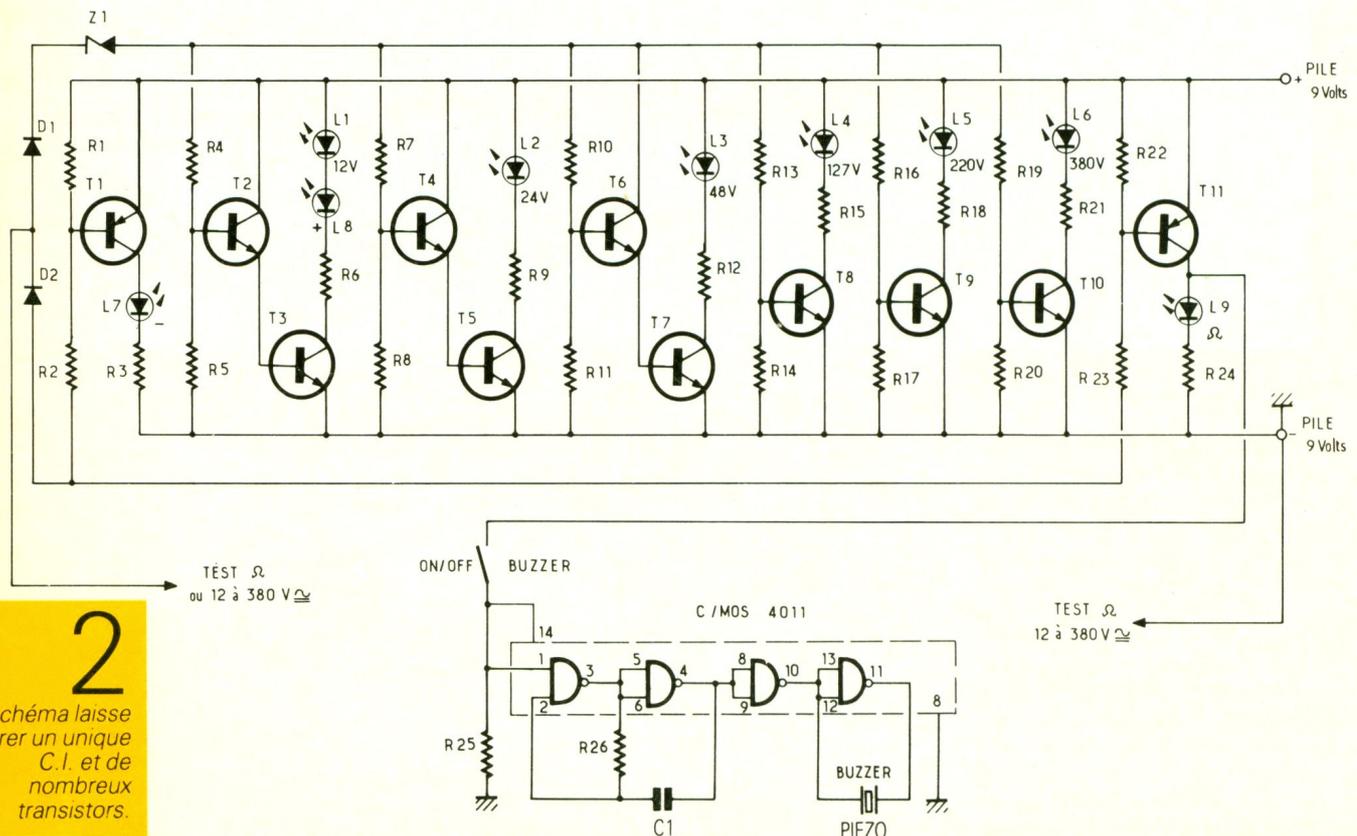
**1**  
Synoptique  
du montage.



Quelques diodes électroluminescentes pour la visualisation, une poignée de transistors ordinaires, et une série de résistances pour compléter le tout. On trouve également un circuit intégré pour alimenter le buzzer piézoélectrique, mis en service si l'utilisateur le souhaite seulement. Aucune fausse manœuvre n'est donc à craindre, et le testeur sera simplement branché aux endroits souhaités, sans aucune crainte ni risque de destruction. Une simple pile de 9 V assure une alimentation correcte, compte tenu de la faible durée d'utilisation d'un tel appareil qui aura sa place dans la caisse à outils du dépanneur. Et si cet appareil ne peut rivaliser avec les superbes multimètres polyvalents disponibles de nos jours, il n'en reste pas moins un objet utile, et fort économique de surcroît.

## II - ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE

Il est donné en totalité à la figure 2, et ne doit pas vous effrayer car il est constitué de plusieurs éléments simples. Le pôle négatif de la petite pile est directement relié à l'une des pointes de touche, celle que nous avons appelée test B. Une tension alter-



**2**  
Le schéma laisse  
figurer un unique  
C.I. et de  
nombreux  
transistors.

# 2b

Tableau de fonctionnement.

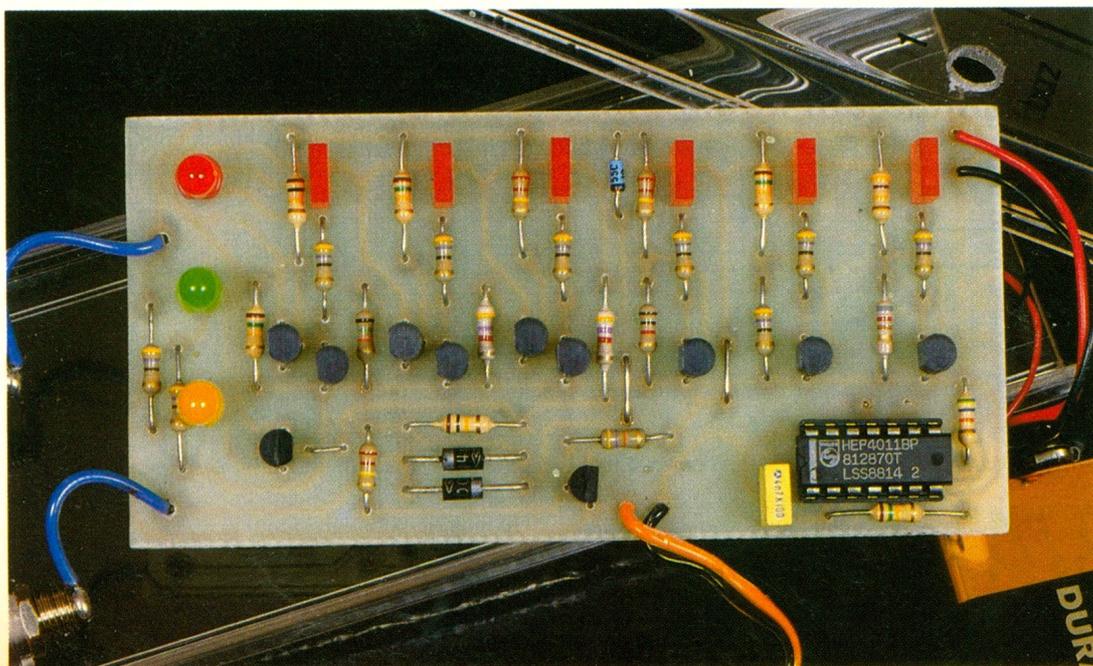
TEST \ LED	$\Omega$	+	-	12	24	48	127	220	380	
Continuité	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Avec ou sans buzzer
12 V =	0	1	0	1	0	0	0	0	0	Son du buzzer modulé en alternatif
	1	0	1	0						
12 V ~	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
24 V =	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
	1	0	1	0	0					
24 V ~	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
48 =	0	1	0	1	1	1	0	0	0	
	1	0	1	0	0	0				
48 ~	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
127 =	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
	1	0	1	0	0	0	0			
127 ~	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
220 =	0	1	0	1	1	1	1	1	0	
	1	0	1	0	0	0	0	0		
220 ~	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
380 =	0	1	0	1	1	1	1	1	1	
	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
380 ~	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

native de 12 V appliquée entre les pointes test A et test B sera redressée par les diodes D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>. La diode D<sub>1</sub> fait son affaire des alternances positives sur son anode, ce qui se traduit au point

X par une tension moyenne supérieure à celle de la diode Zener Z<sub>1</sub>, un modèle de 10 V. Nous y reviendrons. Une tension est ainsi présente sur la borne haute des divers ponts diviseurs.

Voyons le premier, formé par les résistances R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub> ; sur la base du transistor T<sub>2</sub> associé à son collègue T<sub>3</sub>, on mesure une tension d'environ 1,2 V. En effet, la tension de Zener se soustrait des

Photo 2. - L'indication des tensions s'effectue à l'aide des diodes électroluminescentes rectangulaires.



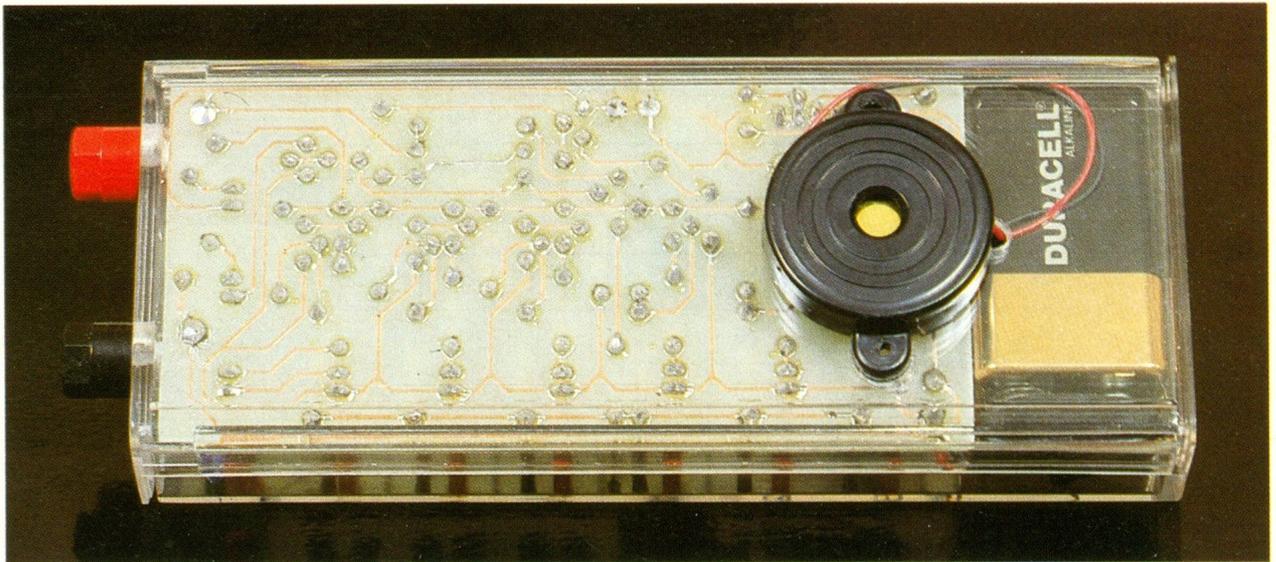
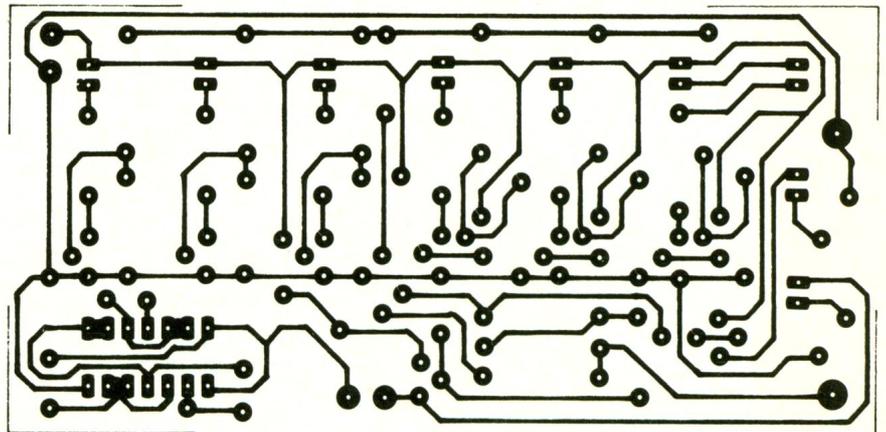


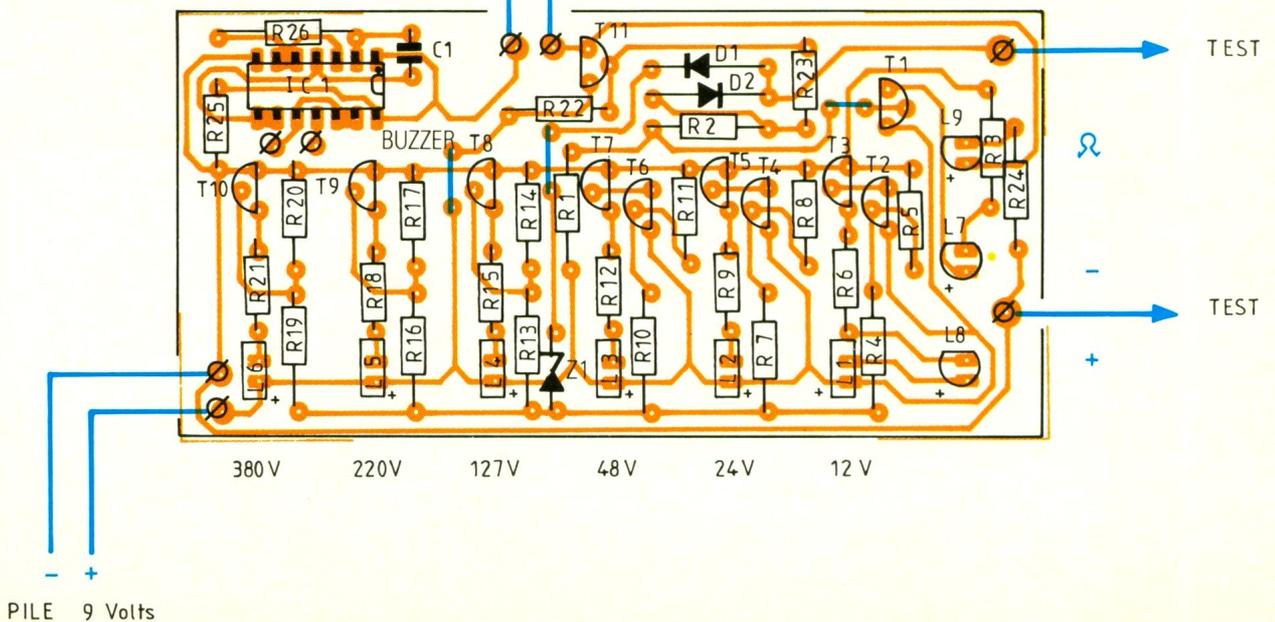
Photo 3. – Le buzzer piézo se fixe à l'extérieur du boîtier Heiland.

quelque 12 V mesurés au point X, d'où une tension de 2 V à partager entre 100 k $\Omega$  et 150 k $\Omega$  pour respectivement R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>.

Le transistor T<sub>2</sub> est bien entendu passant, et son gain multiplié par celui de T<sub>3</sub> permet facilement la commande des deux diodes L<sub>1</sub> et L<sub>8</sub> montées en série et dont l'intensité est limitée par la résistance R<sub>6</sub>. La valeur 12 V assortie de l'indication + apparaît donc simultanément. Mais pendant les alternances négatives, la diode D<sub>1</sub> se bloque et cède le pas à D<sub>2</sub> qui, à travers le pont diviseur R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub>, commande le transistor PNP T<sub>1</sub> chargé lui de piloter la diode - (moins). Il est donc évident qu'en alternatif on trouve à la fois la diode plus et la diode



BUZZER  
ON / OFF



3/4

Circuit imprimé et  
implantation.

moins, signe évident d'une tension positive puis négative. La persistance rétinienne fait le reste et assure une signalisation sans aucune ambiguïté du signal 50 Hz ou plus.

En courant continu, en revanche, si la polarité positive est appliquée sur la pointe de test A, seule la diode  $D_1$  conduit et on revient au premier cas de figure qui illumine la diode +, ainsi qu'une ou plusieurs LED de tension. Il sera judicieux de choisir la couleur rouge pour cette borne A et pour le cordon souple qui s'y rattache. Si la tension appliquée est supérieure à 12 V, mettons par exemple 220 V, le lecteur pourra vérifier par le calcul que les divers étages diviseurs jusqu'à la LED 220 V sont aptes à fournir plus de 0,6 V, valeur nécessaire, on le sait, pour la commande des transistors NPN au silicium. Vous trouverez à la **figure 2a** un exemple chiffré qui met en évidence le principe des divers calculs. Nous n'avons pas eu besoin d'avoir recours à des résistances de précision pour la confection des divers ponts diviseurs, d'autant plus que notre appareil ne prétend pas figurer dans la rubrique « multimètre de précision ». Mais la LED 48 V ne doit pourtant pas s'allumer pour une tension de seulement 24 V. Une tolérance raisonnable demeure souhaitable ici.

Vous aurez bien noté qu'aucune manœuvre n'est nécessaire pour passer du calibre alternatif au calibre continu, et il n'est pas non plus besoin de se préoccuper de l'ordre de grandeur de la tension mesurée. Voyons à présent la continuité.

Si entre les bornes de TEST on n'applique aucune tension, la diode Zener joue son rôle de blocage, et la polarité négative de la borne B parvient à traverser la diode  $D_2$ , puis à travers la résistance  $R_{23}$ , à l'aide du transistor  $T_{11}$ , valide la diode « Ohm ». Même une résistance de l'ordre de 10 k $\Omega$  entre les pointes de touche illumine la diode  $L_9$  jaune sur la maquette. Pour mettre en activité le buzzer, l'utilisateur devra actionner l'interrupteur prévu à cet effet, ce qui met sous tension le circuit intégré CMOS 4011, un modèle bien connu qui contient 4 portes NAND. Les deux premières, à savoir A et B, forment une classique bascule astable dont la fré-

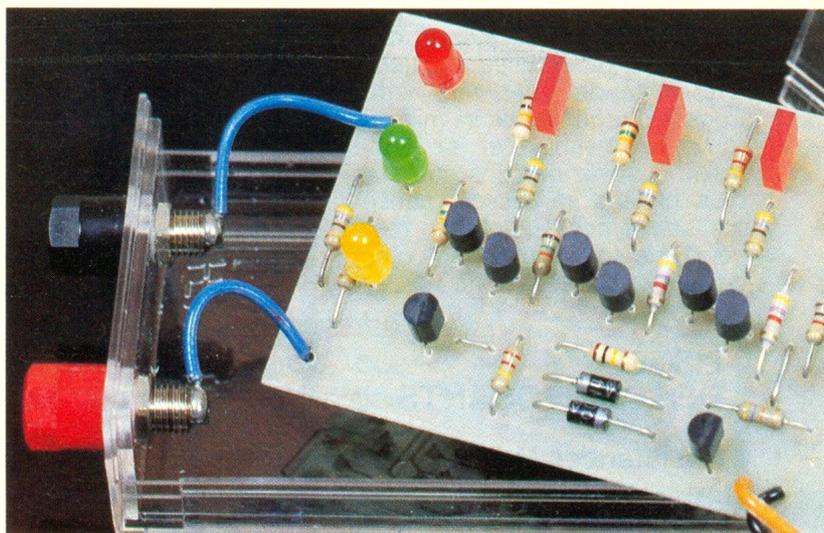


Photo 4. – Liaisons filaires entre les bornes et le circuit imprimé.

quence exacte dépend à la fois de  $C_1$  et  $R_{26}$ . Les deux autres portes sont câblées en inverseur et alimentent un buzzer piézo par des signaux opposés et complémentaires (il s'agit de la petite pastille de laiton ultraplate montée dans une minuscule caisse de résonance). Un signal audible est ainsi généré en cas de contact. En changeant les composants R ou C, on trouvera un son à la convenance de chacun. Mais il est évident que le signal de continuité est présent également dans le cas d'une mesure de tension, son modulé par la fréquence du secteur EDF ou continu si la pointe A est négative (voir tableau de fonctionnement **2b**).

Pour la mesure d'une tension de 380 V alternatif, toutes les LED sont allumées, et la pile de 9 V serait bien inspirée d'être un modèle costaud, c'est-à-dire une pile alcaline ; une baisse de capacité de cette dernière se traduit par un défaut d'allumage sur les LED les plus « hautes ». Heureusement que l'utilisation de notre testeur n'est qu'épisodique !

### III – REALISATION PRATIQUE

Si l'appareil doit être autonome et portable, il ne devra pas être trop encombrant. D'autre part, il se doit d'être d'un emploi facile et sans risque d'électrocution pour l'utilisateur. Nous avons retenu un simple boîtier Heiland, à fermeture de type « tiroir », donc sans vis ni colle. Le modèle HE 222 n'aura pas besoin d'être

usiné ni raccourci. Le Macrolon qui le constitue sera incolore, donc transparent. Cette précision permet de monter les diodes LED directement sur la plaquette imprimée, dont le tracé figure à l'échelle 1 à la **figure 3**. La pile de 9 V trouvera aisément sa place au bout du boîtier. Les dimensions de la plaquette cuivrée correspondent exactement à la place disponible dans le boîtier, qui recevra à son extrémité deux bornes isolées, l'une noire, l'autre rouge.

L'une d'entre elles recevra une pointe de touche de la même couleur, l'autre un cordon extra-souple muni lui aussi d'une pointe de touche. La prise du boîtier de la seule main gauche est possible, tandis que la main droite déplace le cordon souple. La mise en route du buzzer pourra se faire rapidement à l'aide du pouce de la main gauche (pardon pour les lecteurs gauchers...). La **figure 4** vous donnera toutes les indications utiles pour mener à bien la mise en place des composants. Veillez à la bonne orientation des LED, diodes et transistors ; ne mélangez pas  $T_1$  et  $T_{11}$  qui sont des modèles PNP. Les résistances de limitation des diverses LED font 470  $\Omega$ . Cette valeur parvient à concilier luminosité et économie de la pile. En baissant cette valeur, on obtiendra une luminosité accrue, au détriment de la durée de vie de la pile.

Voilà une réalisation utile, simple, efficace et économique, qui prendra place sans vergogne sur votre table de travail à côté des

« laboratoires ambulants » à affichage LCD, analogiques et digitaux, aux nombreuses fonctions. Elle deviendra bien vite votre trousse d'urgence par sa mise en œuvre ultra-simple et sa petite taille. Et soyez certains que plus d'un curieux se laissera abuser par son aspect simpliste ; mais pour une fois, l'important c'est ce qu'il y a DANS la boîte ! ■

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances (1/4 W)

R<sub>1</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>2</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>3</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>4</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 R<sub>5</sub> : 150 kΩ (marron, vert, jaune)  
 R<sub>6</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>7</sub> : 150 kΩ (marron, vert, jaune)  
 R<sub>8</sub> : 15 kΩ (marron, vert, orange)  
 R<sub>9</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>10</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>11</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>12</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>13</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>14</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)  
 R<sub>15</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>16</sub> : 150 kΩ (marron, vert, jaune)  
 R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>19</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)  
 R<sub>20</sub> : 820 Ω (gris, rouge, marron)  
 R<sub>21</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>22</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
 R<sub>23</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>24</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)  
 R<sub>25</sub> : 56 kΩ (vert, bleu, orange)  
 R<sub>26</sub> : 150 kΩ (marron, vert, jaune)

### Semiconducteurs

T<sub>1</sub> : transistor PNP BC 327 boîtier TO 92

T<sub>2</sub> à T<sub>10</sub> : transistor NPN BC 337 boîtier TO 92  
 T<sub>11</sub> : transistor PNP BC 327 boîtier TO 92  
 D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diode redressement 1N4007 (1 A, 1 000 V)  
 Z<sub>1</sub> : diode Zener 10 V modèle 400 mW  
 L<sub>1</sub> à L<sub>6</sub> : diodes électroluminescentes rectangulaires rouges  
 L<sub>7</sub> : diode LED ronde ø5 mm verte  
 L<sub>8</sub> : diode LED ronde ø5 mm rouge  
 L<sub>9</sub> : diode LED ronde ø5 mm jaune  
 IC<sub>1</sub> : portes NAND A, B, C, D CMOS 4011

### Divers

Coffret Heiland HE 222 incolore  
 Support à souder 14 broches  
 Coupleur pression pour pile 9 V  
 Interminiature  
 2 bornes isolées  
 Pointes de touche + fiche banane  
 Cordon extra-souple  
 Condensateur plastique 4,7 nF

# Multimètres numériques !

**pensez SOAR  
la mesure en  
toute confiance**

- MMN numérique 3200 points avec affichage analogique
- fiabilité irréprochable du circuit LSI
- précision : 0,3%
- changement de gamme très rapide : 6/seconde
- garantie : 3 ans



Catalogue 90 et liste des distributeurs sur demande

**MB ELECTRONIQUE**

606, rue Fourmy, ZI Centre, BP 31, 78530 Buc  
 Tél. 39 56 81 31 Télex MB 695 414 Fax 39 56 53 44  
 Aix-en-Provence 42 39 90 30 - Bordeaux 56 34 89 63  
 Lyon 78 09 25 63 - Rennes 99 53 72 72 - Toulouse 61 31 09 57

M. .... Fonction. ....  
 Société. .... Activité. ....  
 Adresse. .... Tél. ....  
 .....  
 souhaite recevoir une documentation

# UNE ATTENTE TELEPHONIQUE



Quoi de plus merveilleux que la miniaturisation ? Depuis quelques années sont apparues sur le marché des cartes postales électroniques et musicales, qui délivrent gaiement leur petit air dès que vous les déliez.

Lentement, une fois le plaisir passé, et les piles hors d'usage, il nous reste entre les mains une petite merveille dont on ne sait que faire.

Pourquoi, dès ce moment, ne pas la récupérer pour en faire, à peu de frais, une attente musicale pour vos correspondants téléphoniques ?

C'est ce que vous propose le montage qui va suivre.

## I - CAHIER DES CHARGES

Tout d'abord, il faut savoir qu'il est interdit de brancher sur le réseau téléphonique public tout appareil non homologué tels les téléphones et répondeurs vendus à prix sans concurrence, et donc encore moins un appareil fabriqué par vos soins, même si celui-ci répond aux normes de fonctionnement imposées. Cependant, rien ne vous empêche de vous en servir sur votre propre réseau téléphonique privé, si vous en possédez un, ou bien encore d'essayer de le faire homologuer par France Télécom !

Cela étant précisé, les principales normes à respecter sont une parfaite isolation entre la ligne téléphonique et d'éventuels parasites, dus essentiellement au secteur, et une intensité de 50 mA qu'il ne faudra en aucun cas dépasser.

## II - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le montage proposé n'est en fait rien de plus qu'une simple interface entre la puce musicale et la ligne téléphonique.

Cette interface, réunissant sur une seule et unique plaque tous les composants nécessaires, y



compris la puce elle-même, se charge de prélever l'alimentation directement sur la ligne, donc sans avoir recours à des piles, et de réinjecter sur cette même ligne le signal musical modulé. Cela assure donc un fonctionnement fiable, sans connexion « flottante » et toujours prêt.

## III - SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 1)

Comme vous avez pu le constater, le montage se branche directement sur la ligne téléphonique, par l'intermédiaire d'une prise gigogne, en parallèle sur le téléphone.

A la suite du double interrupteur, assurant la fonction marche-arrêt, quatre diodes montées en pont permettent de recueillir une tension redressée. Ces deux ré-

sistances  $R_1$  et  $R_2$  se chargent de réduire l'intensité à 50 mA.

A ce niveau, la tension d'alimentation de la puce est prélevée, régulée et filtrée par l'intermédiaire de  $R_3$ ,  $D_5$  et  $C_1$  qui confèrent à cette tension une valeur approchant 3 V.

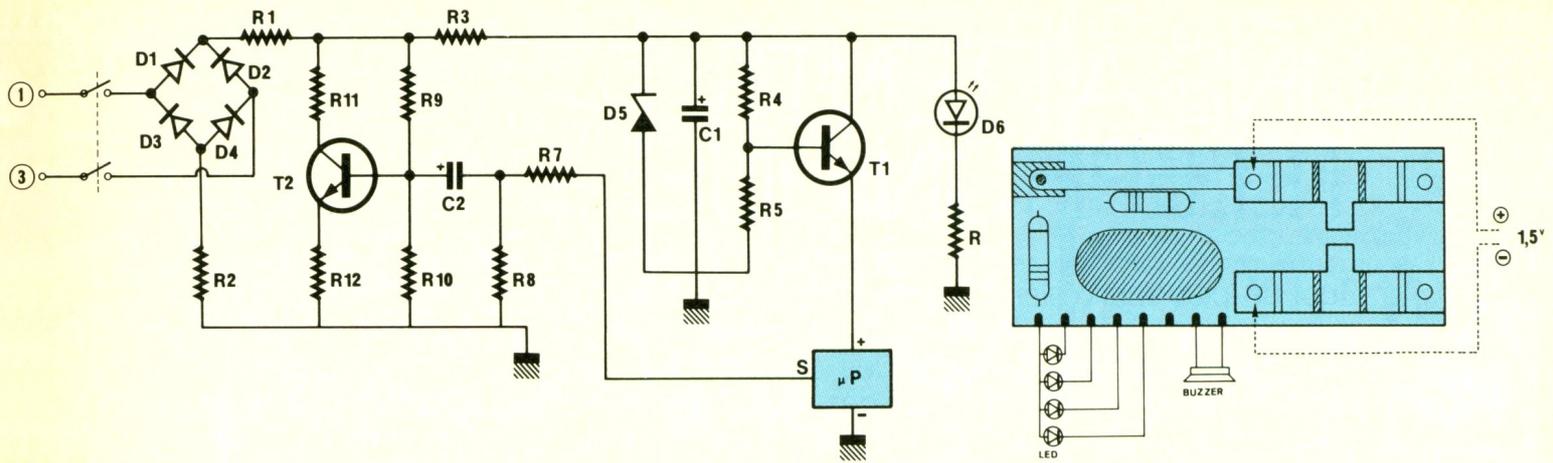
La paire de résistances  $R_4$ - $R_5$  associée au transistor  $T_1$  constitue un diviseur de tension propre à délivrer 1,5 V, en charge, à la carte musicale.

Arrivé à ce stade, il est peut-être bon de revenir un peu sur la puce qui peut se trouver, suivant les cas, légèrement différente de celle utilisée par l'auteur. Celle-ci étant schématisée, avec son câblage d'origine, en **figure 2**.

Il se peut, en effet, que l'alimentation soit légèrement différente. Sur celle que nous avons utilisée, une des piles assurait la bonne

# 1 Schéma électronique de l'attente musicale : le montage se connecte via un interrupteur bipolaire et un pont redresseur à la ligne.

# 2 Schéma de la puce d'origine.



marche de la puce, alors que l'autre était chargée de l'adressage des LED multicolores. Ces dernières étant devenues inutilisées, il ne restait plus à fournir qu'une seule alimentation de 1,5 V. Si tel n'était pas le cas avec la vôtre, il conviendrait d'ajuster la

tension comme nous le verrons au chapitre essai et réglage. Le signal modulé est, quant à lui, prélevé sur l'une des deux bornes, à la place du buzzer piézo-électrique d'origine, et appliqué à la ligne téléphonique via un transistor BF 259 et ses résistances de limitation et de polarisation.

## IV - REALISATION PRATIQUE

### a) Circuit imprimé (fig. 3)

Le dessin est suffisamment simple pour pouvoir être reproduit sans faute par gravure directe, le lecteur débutant n'étant souvent

## 3/4

Circuit imprimé et implantation.

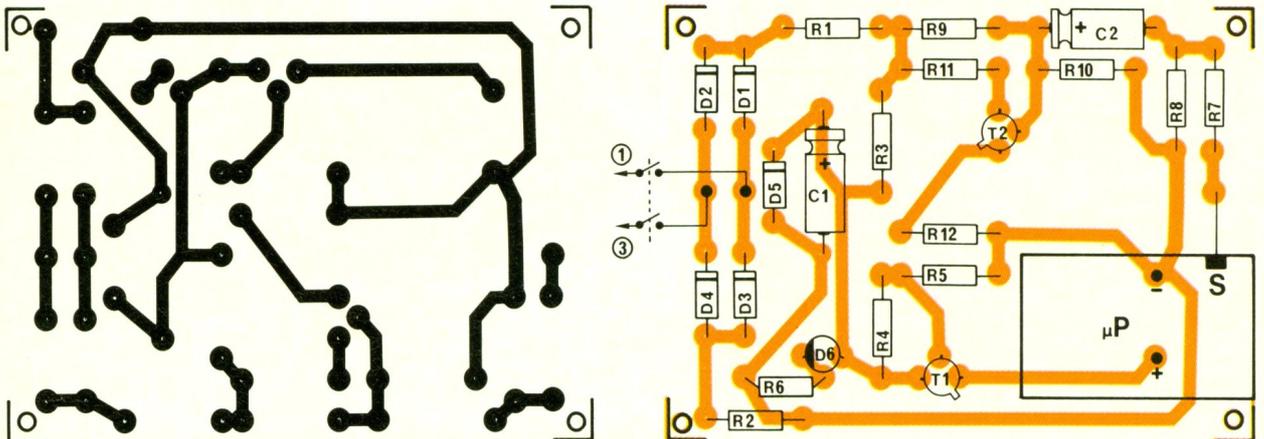
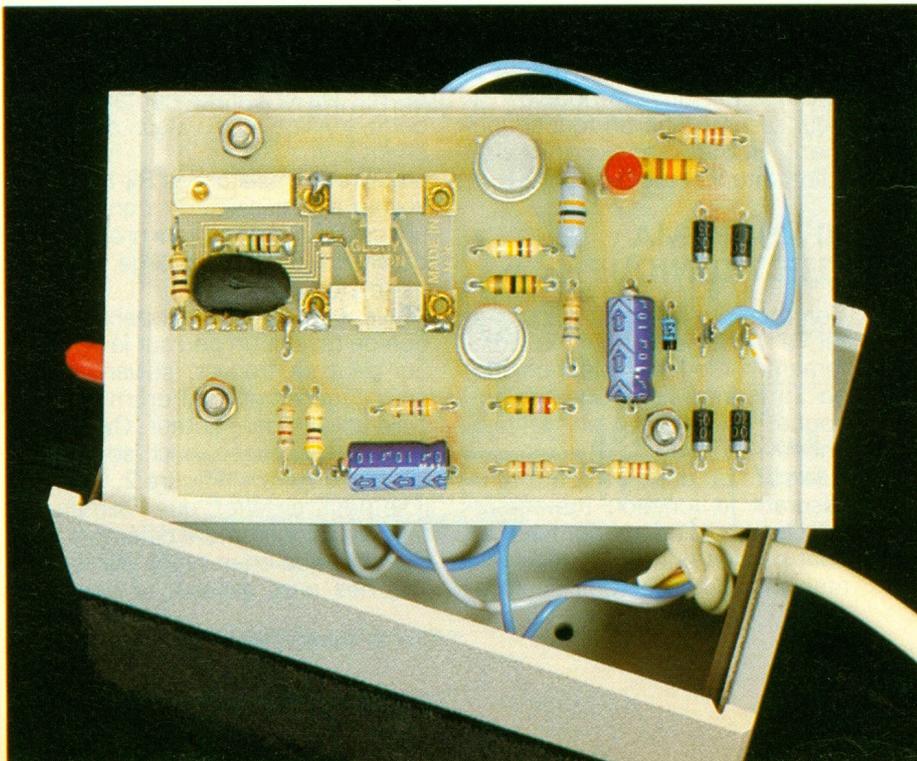


Photo 2. - Le module s'intègre parfaitement dans le coffret de la Tôlerie Plastique.



pas équipé pour la reproduction photographique.

Il conviendra alors de bien respecter le dessin, et de le recopier aussi fidèlement que possible à l'aide de bandes et des pastilles comme l'on en trouve chez tous les détaillants de composants électroniques.

Cela fait, la plaque sera plongée dans le perchlore de fer tiède jusqu'à élimination du cuivre indésirable.

Après rinçage et séchage, le perçage s'effectuera à l'aide d'une mèche de 0,8 mm pour les composants, et 3 mm pour les trous de fixation.

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

Cette opération ne doit pas poser de problème, outre la bonne

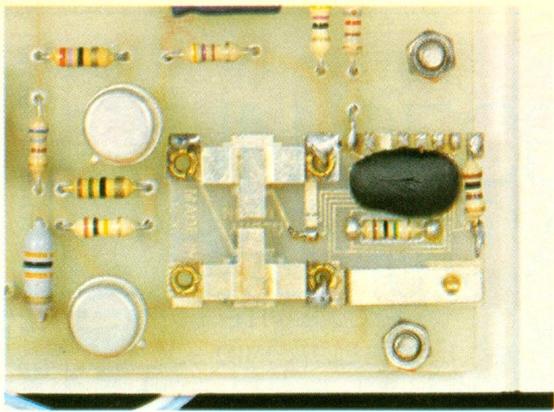


Photo 3. – Gros plan de la « puce » musicale.

orientation des diodes et des transistors.

Selon l'usage, on commencera par souder, au préalable, les résistances, puis les condensateurs, les diodes, et pour finir les transistors.

La LED sera montée de manière à dépasser du couvercle du boîtier, en rallongeant ses pattes, à l'occasion, avec des chutes de résistances.

La puce, quant à elle, sera maintenue sur la plaque par deux fils rigides (fils de connexion de composants découpés), qui les traverseront de part en part, et qui s'y souderont en y assurant ainsi l'alimentation.

La connexion de la sortie du signal modulé se fera également à l'aide d'un strap.

## V – ESSAI ET REGLAGE

Une fois le câblage effectué, il conviendra de relier le montage à la prise gigogne par du câble téléphonique branché aux bornes 1 et 3.

L'essai se résume simplement à décrocher votre téléphone et à mettre en route votre montage.

Sa petite musique doit alors se faire entendre dans votre combiné.

Si tel n'était pas le cas, excepté une erreur de câblage, il conviendrait alors d'ajuster la tension d'alimentation. Ceci serait également à faire si le tempo de l'air de musique était trop rapide ou trop lent.

Pour ce faire, remplacez provisoirement la résistance  $R_4$  de  $30\text{ k}\Omega$  par une résistance ajustable de  $100\text{ k}\Omega$  réglée à mi-course. En agissant sur cette dernière, vous finirez par trouver la valeur assurant un fonctionnement correcte. Relevez alors cette valeur, et mettez à la place de  $R_4$  une résistance s'en rapprochant le plus.

P. VOUKOURAKOS

## LISTE DES COMPOSANTS

$R_1, R_2$  :  $120\ \Omega$  (marron, rouge, marron)

$R_3$  :  $680\ \Omega$  (bleu, gris, marron)

$R_4$  :  $30\text{ k}\Omega$  (orange, noir, orange)

$R_5$  :  $100\text{ k}\Omega$  (marron, noir, jaune)

$R_6$  :  $130\ \Omega$  (marron, orange, marron)

$R_7$  :  $820\ \Omega$  (gris, rouge, marron)

$R_8$  :  $47\ \Omega$  (jaune, violet, noir)

$R_9$  :  $1,8\text{ k}\Omega$  (marron, gris, rouge)

$R_{10}$  :  $470\ \Omega$  (jaune, violet, marron)

$R_{11}$  :  $27\ \Omega$  (rouge, violet, noir)

$R_{12}$  :  $15\ \Omega$  (marron, vert, noir)

$C_1, C_2$  :  $10\ \mu\text{F}/63\text{ V}$  axial

$D_1, D_2, D_3, D_4$  : 1N4003 ou 4004 ou 4007

$D_5$  : Zener  $3,3\text{ V}/1,3\text{ W}$

$D_6$  : LED rouge

$T_1$  : 2N1711 ou équivalent

$T_2$  : BF 259 ou équivalent

### Divers

Interrupteur double

Câble téléphonique

Prise téléphonique gigogne

Boîtier de la Tôlerie Plastique, référence C1

Vis

Picots

Soudure, cosses, etc.

# VOUS NOUS CONNAISSEZ SOUS UN AUTRE AUTRE NOM MAIS KOMEX<sup>®</sup> EST GARANTI 2 ANS



### M 3800

- 20 A - 0,5 %
- 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
- 7 gammes ACA-DCA
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



### M 3610

- 20 A - 0,3 %
- 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
- 6 gammes ACA-DCA
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



### M 3650

- 20 A - 0,3 %
- 2 000 pts 3 1/2 DIGITS
- CAPACIMETRE
- FREQUENCIMETRE
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



### M 4650

- 20 A - 0,05 %
- 20 000 pts 4 1/2 DIGITS
- DATA HOLD
- CAPACIMETRE
- FREQUENCIMETRE
- TEST TRANSISTOR
- TEST DIODES
- TEST SONORE



### M 818

- 10 A - 0,5 %
- 4 000 pts 3 3/4 DIGITS
- AUTOMATIQUE
- ACA - ACV - RMS
- DATA HOLD
- FREQUENCIMETRE - 400 kHz
- TEST DIODES
- TEST SONORE

NOUVEAU



### M 3900 TD

- 20 A - 0,3 %
- TEST ANGLE de DWELL
- COMPTE-TOURS pour MOTEUR 4 - 5 - 6 - 8 cylindres

SPECIAL VOITURE

**M C E**  
**INDUSTRIES**

2 à 24, av. H. Barbusse  
93013 BOBIGNY Cedex  
Tél. : (1) 48.46.76.96  
Fax : (1) 48.46.79.55  
Télex : 232 110

RECHERCHONS  
DISTRIBUTEURS  
et COMMERCIAUX

VERSIONS AVEC BARGRAPH :

- M 3610 B
- M 3650 B
- M 4650 B
- M 818 B

# UN RECEPTEUR BANDE AVIATION



Le récepteur décrit permet l'écoute du trafic radio entre 110 et 130 MHz. Cette bande concerne les liaisons aériennes, les aéroports, les informations météorologiques, les balises et les liaisons de service sur les pistes. En principe, dans la gamme VHF les ondes radio se modulent en fréquence alors que la bande aviation fait exception à la règle. La porteuse modulée en amplitude offre néanmoins une qualité sonore suffisante pour un trafic d'ordre professionnel. Du côté technique et pratique, notre tâche, grandement facilitée par l'adoption de circuits intégrés spécialisés, vous permettra de réaliser ce récepteur dans les meilleures conditions possibles.

Afin de réduire le nombre de composants au plus strict nécessaire, ce récepteur utilise un simple changement de fréquence. La fréquence intermédiaire, située à 455 kHz, permet l'utilisation de composants courants. En revanche, cette solution comporte un inconvénient, celui de la fréquence image située à deux fois la valeur de 455 kHz. Ainsi lorsque vous écoutez la bande, vous entendez deux fois la même émission, ces deux fréquences se situant à 910 kHz l'une de l'autre.

Le cœur du récepteur comporte un TCA440 de Signetics. Ce circuit intégré possède toutes les fonctions d'un véritable récepteur pouvant fonctionner jusqu'à 50 MHz. Nous utiliserons la partie fréquence intermédiaire et détection du signal BF ; ce circuit comporte un contrôle automatique du gain, fonction de la puissance incidente à l'entrée du récepteur. L'adoption d'un filtre céramique, centré à 455 kHz, effectue la séparation des canaux espacés d'environ 15 kHz. Le récepteur possède un circuit de silencieux. Il permet de rendre l'amplificateur audio muet en l'absence d'émission. Sans ce dispositif, le récepteur diffuse dans le haut-parleur le souffle de la chaîne de réception. L'amplification du signal BF, effectuée par un classique TDA 2030, ne pose aucun problème et offre une qualité musicale largement supé-



rieure aux nécessités du trafic aviation. La partie haute fréquence, à savoir filtre et amplificateur d'entrée, ainsi que le changement de fréquence appellent quelques commentaires. Le préamplificateur sélectif bâti autour d'un BFR91 limite la bande passante de 100 MHz à 140 MHz grâce à l'emploi d'un filtre passe-bas et passe-haut. Le mélangeur fait appel au NE602. Celui-ci regroupe dans un boîtier 8 broches, un oscillateur et un mélangeur.

Le récepteur fonctionne en su-pradyne ainsi. La fréquence de

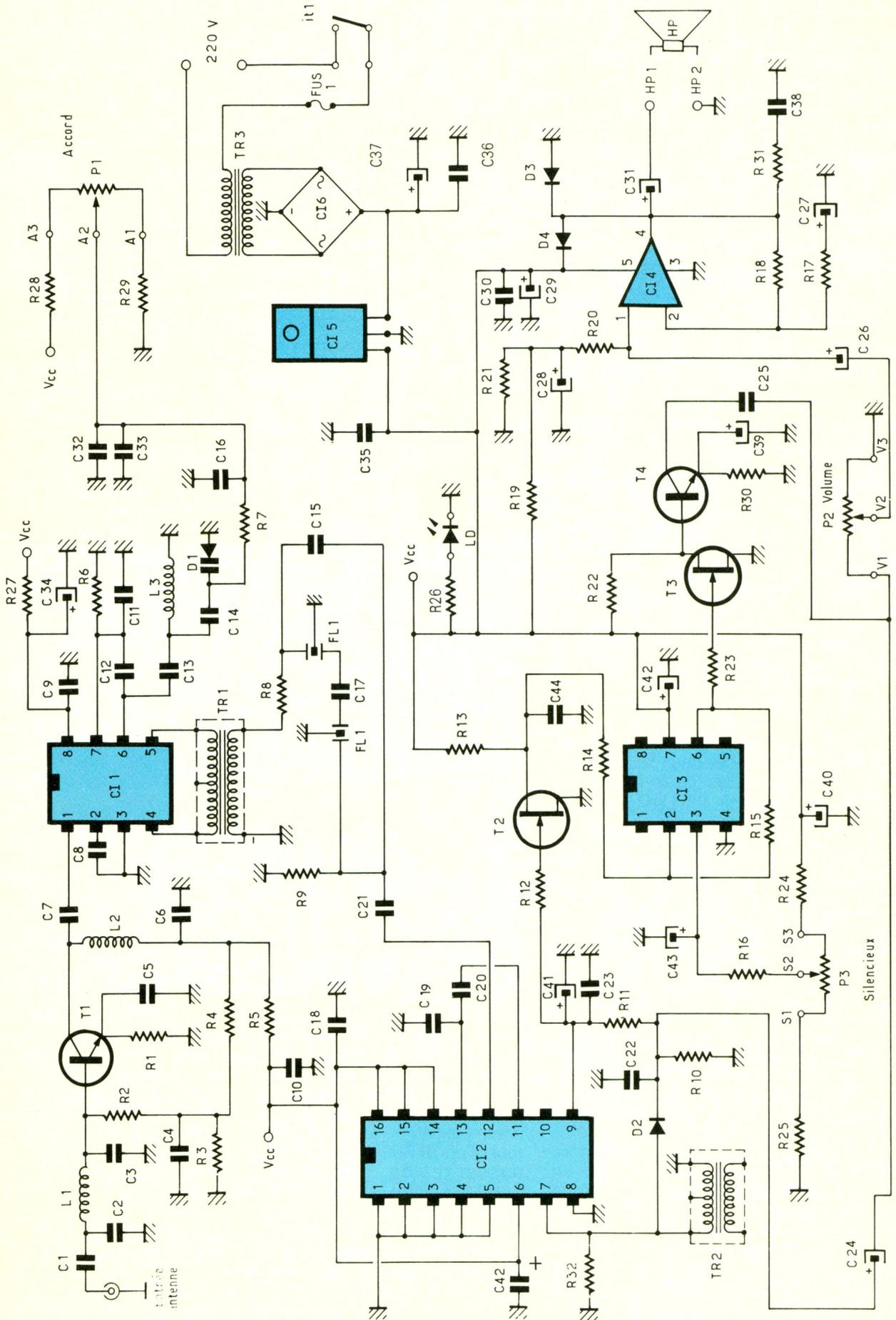
l'oscillateur, supérieure à celle de réception, engendre après mélange la fréquence de 455 kHz. L'accord s'effectue par une diode varicap, commandée en tension, à l'aide d'un potentiomètre multitour. Après ce tour d'horizon des caractéristiques, passons au schéma de principe.

## LE SCHEMA ELECTRONIQUE

La figure 1 représente la structure du récepteur. Le signal HF entre 110 et 130 MHz est in-

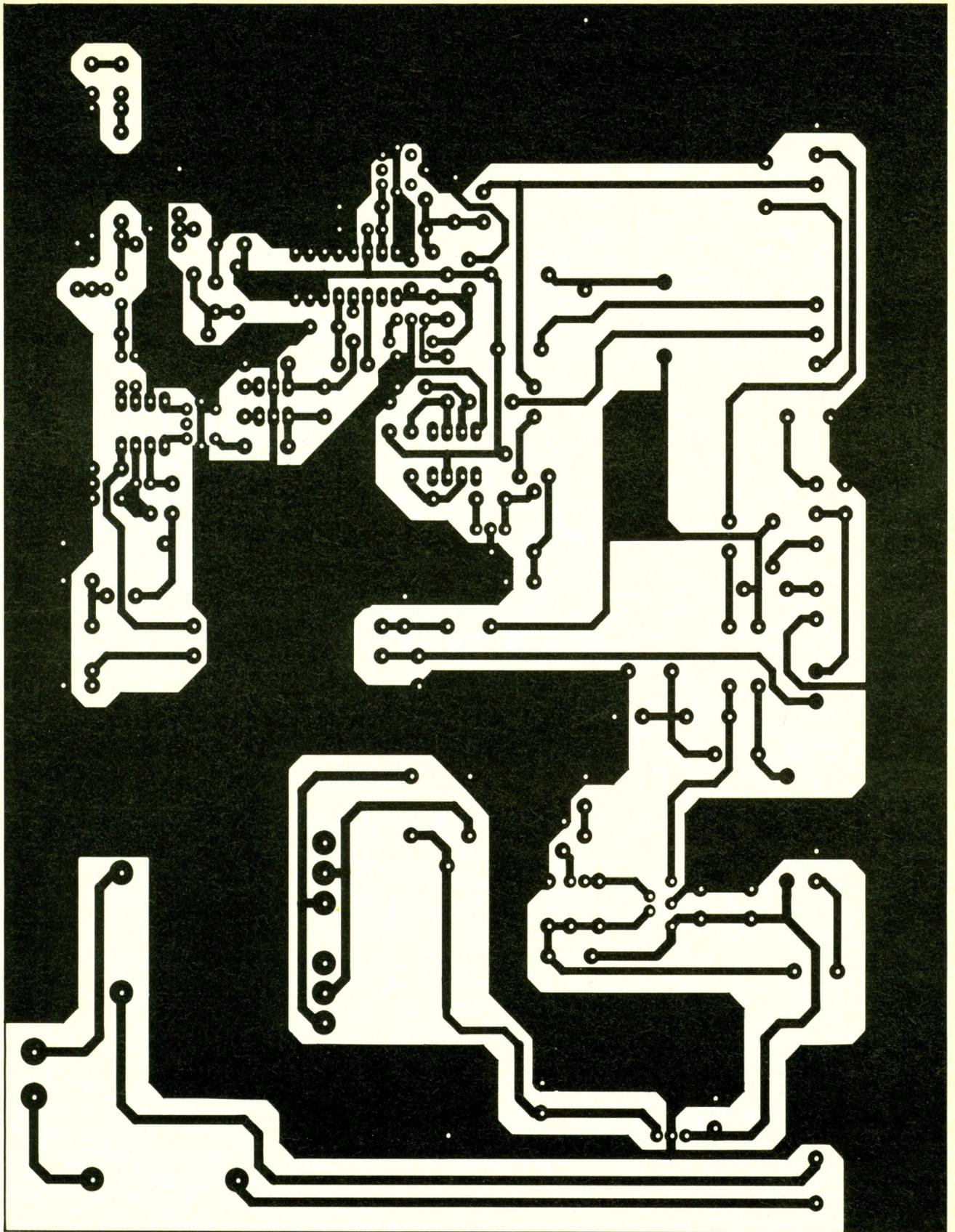
# 1

Schéma général comprenant l'alimentation, la chaîne de réception et l'amplificateur de sortie.



# 2

Le circuit imprimé à l'échelle 1 comporte de nombreux plans de masse, nécessaires en H.F.



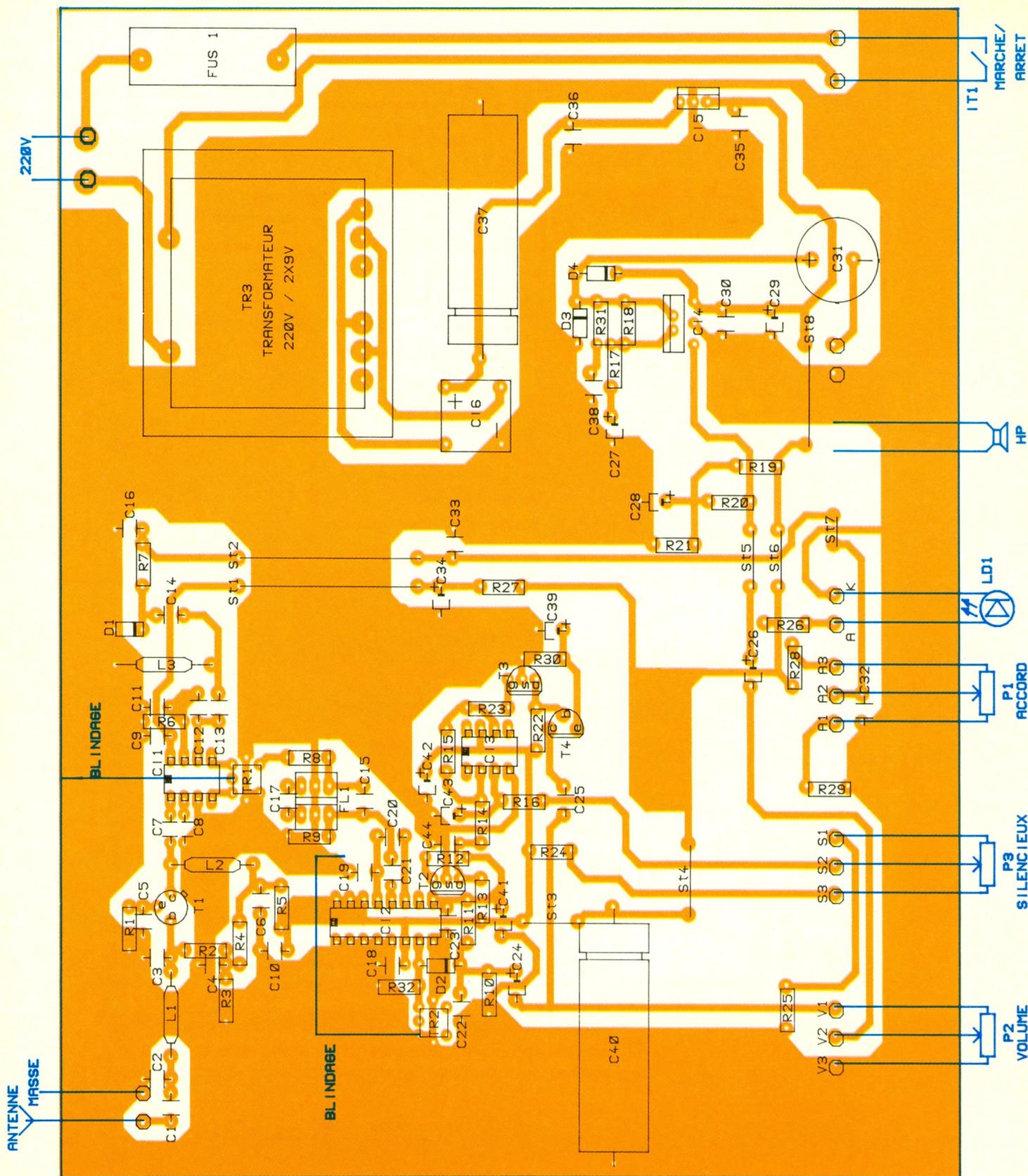
jecté à travers  $C_1$  dans un filtre passe-bas dont la coupure s'effectue à 140 MHz. Ce signal une fois amplifié par  $T_1$  traverse le filtre passe-haut constitué de  $L_2$  et  $C_7$ . Celui-ci transmet toutes les fréquences à partir de 100 MHz. L'oscillateur monté en étage Colpitts grâce au réseau  $C_{11}$ .  $C_{12}$  permet à l'aide de  $L_3$  et  $D_1$  de

couvrir la gamme de 110,455 MHz à 130,455 MHz. La fréquence intermédiaire de 455 kHz, injectée par  $TR_1$  dans un filtre céramique SFZ455, procure une sélectivité de l'ordre de 10 kHz autour de la fréquence centrale. Les résistances  $R_8$  et  $R_9$  adaptent l'impédance du filtre aux valeurs en amont et en aval

de celui-ci. Le condensateur  $C_{21}$  injecte dans  $Cl_2$  la fréquence intermédiaire à présent filtrée.

Le TCA440 procure un gain de 40 dB environ avec un contrôle du gain de 60 dB. Pour mémoire, un signal FI de 30  $\mu$ V engendre après détection un signal audio de 50 mV pour un taux de modulation voisin de 80 %. Le redres-

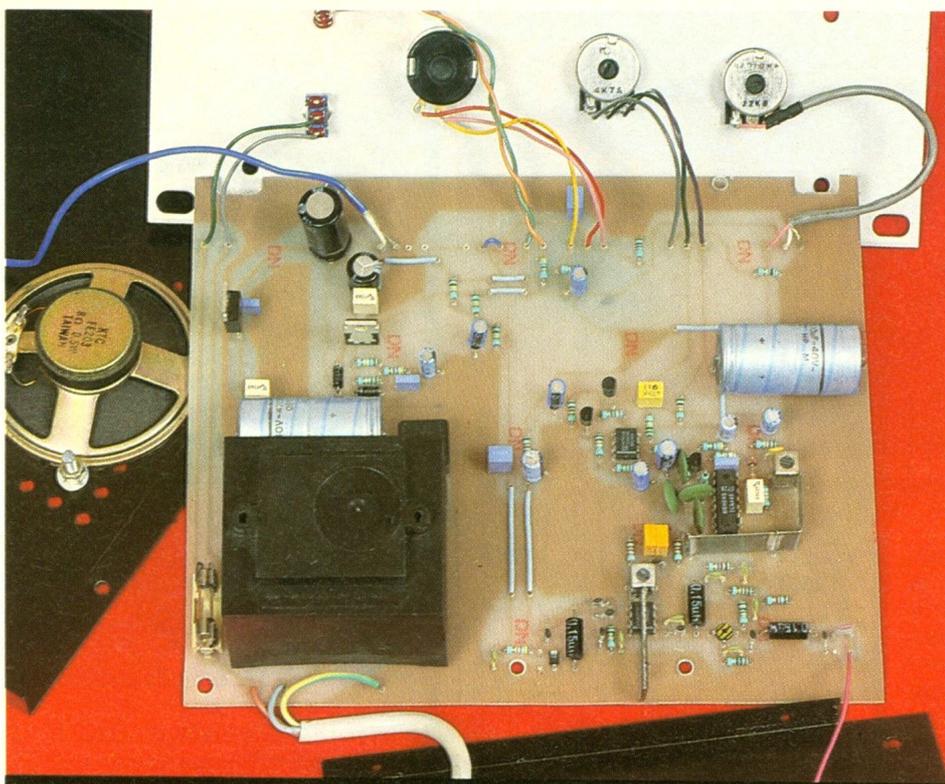
3 L'implantation du récepteur : deux blindages seront à positionner sur la platine. Ceux-ci pourront être constitués de tôle étamée ou de morceaux d'époxy cuivrée.



sement du signal FI s'effectue par la diode germanium D<sub>2</sub>. Aux bornes de R<sub>10</sub>, nous retrouvons un signal BF véhiculé au travers de C<sub>24</sub> vers P<sub>2</sub> qui le transmet à

l'amplificateur TDA2030. Il existe également un tension continue proportionnelle à la force du signal incident. Cette tension dite de C.A.G., une fois

filtrée par R<sub>11</sub> et C<sub>23</sub>, régle le gain du TCA440 d'une part, et actionne le circuit de silencieux. Le seuil de déclenchement, ajusté par P<sub>3</sub>, permet au transis-



Le circuit imprimé reçoit le récepteur ainsi que l'alimentation secteur.

tor T<sub>4</sub> de court-circuiter l'entrée du TDA2030. L'alimentation de conception très classique paraît surdimensionnée, mais celle-ci

pourra dans l'avenir alimenter des accessoires tels que fréquencesmètre ou mesureur de champ doté d'un « bargraph ».

QAM	observations météo actuelles
QAN	direction et vitesse du vent
QAV	radioguidage
QBA	visibilité horizontale
QBB	hauteur des nuages
QBI	règles de vols aux instruments
QBO	aérodrome le plus proche pour atterrissage en vol à vue
QCX	indicatif d'appel
QDM	cap magnétique
QFA	prévisions météo
QFE	pression atmosphérique au lieu actuel
QFF	pression atmosphérique au niveau de la mer
QFU	numéro de la piste à utiliser
QGN	autorisation d'atterrir
QGO	interdiction d'atterrir
QGP	ordre d'atterrissage
QNH	pression à laquelle on doit caler l'altimètre
QNY	conditions météo actuelles
QRE	heure d'arrivée prévue
QRG	la fréquence actuelle en mégahertz
QRT	cessez votre transmission
QRZ	vous êtes appelé par...
QSL	accusé de réception
QSY	changez de fréquence
QTL	le cap vrai
QTM	le cap magnétique
QTR	l'heure exacte
QUH	pression barométrique
QUJ	cap vrai par vent nul

**4** Termes du code international dénommé Code Q.

## REALISATION PRATIQUE

La réalisation du circuit imprimé s'effectue selon le dessin de la figure 2, la méthode photographique reste préférable à cause des plans de masse importants. La mise en place des composants réalisée selon le dessin de la figure 3 implique de ne pas trop chauffer les composants actifs. Les deux blindages permettent d'isoler le préamplificateur d'entrée de l'oscillateur local et des étages à fréquence intermédiaire. Vous pourrez les réaliser soit en tôle étamée ou bien avec des morceaux de circuit imprimé. Le câblage du potentiomètre de volume et du haut-parleur s'effectuent avec un petit câble coaxial de type BF. Une fois le boîtier prêt à recevoir le circuit, vous disposerez la fiche d'antenne et le passe-fil du cordon secteur sur la face arrière. La face avant reçoit les trois potentiomètres ainsi que l'interrupteur avec la diode LED de marche/arrêt. Le haut-parleur prend place sous le couvercle supérieur du boîtier. A ce stade, nous pouvons passer aux réglages du récepteur, après vérifications du câblage et de la bonne orientation des CI et des condensateurs.

## MISE AU POINT ET UTILISATION

La mise au point du récepteur se résume aux seuls réglages de TR<sub>1</sub> et TR<sub>2</sub> pour un minimum de distorsion du signal basse fréquence. Pour ce faire vous vous aiderez de la balise météo qui émet en permanence un signal enregistré. Le trafic aéronautique s'accommode d'un langage particulier. Souvent les phrases se limitent à l'utilisation du code international dit « Code Q » ;

A	Alpha	N	November
B	Bravo	O	Oscar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Echo	R	Romeo
F	Fox-trot	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hôtel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliette	W	Whisky
K	Kilo	X	X-ray
L	Lima	Y	Yankee
M	Mike	Z	Zoulou



Un blindage permet d'isoler les différents étages du récepteur.

quelques termes les plus usités développés dans le tableau de la **figure 4** vous permettront une meilleure compréhension des « dialogues ». Chaque avion possède un indicatif, celui-ci, du type FSM, se prononce à l'aide des analogies officielles décrites à la **figure 5**, la prononciation par analogie nous donne : « Fox-trot Sierra Mike ». Nous voici arrivés au terme de cette réalisation qui vous permettra l'écoute passionnante de la bande aviation.

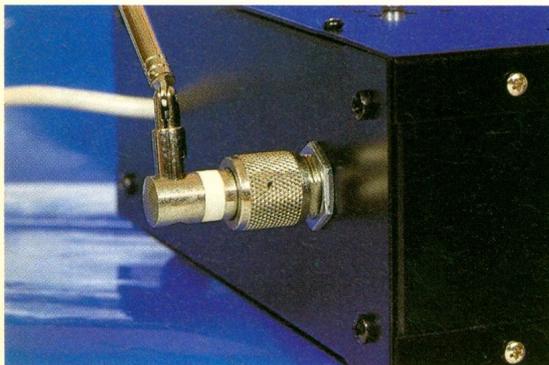
Ph. Bajcik

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

$R_1$  : 10  $\Omega$  (marron, noir, noir)  
 $R_2$  : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron)  
 $R_3$  : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)  
 $R_4$  : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)  
 $R_5$  : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 $R_6$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_7$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
 $R_8, R_9$  : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)

Vue de la prise P.L. de l'antenne.



$R_{10}$  : 12 k $\Omega$  (marron, rouge, orange)  
 $R_{11}$  : 39 k $\Omega$  (orange, blanc, orange)  
 $R_{12}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_{13}$  : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)  
 $R_{14}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_{15}$  : 2,2 M $\Omega$  (rouge, rouge, vert)  
 $R_{16}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_{17}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{18}$  : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)  
 $R_{19}, R_{20}, R_{21}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_{22}$  : 820  $\Omega$  (gris, rouge, marron)  
 $R_{23}, R_{24}, R_{25}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_{26}$  : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)  
 $R_{27}$  : 1,8 k $\Omega$  (marron, gris, rouge)  
 $R_{28}, R_{29}$  : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron)  
 $R_{30}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_{31}$  : 1  $\Omega$  (marron, or, or)  
 $R_{32}$  : 68 k $\Omega$  (bleu, gris, orange)

### Condensateurs

$C_1$  : 220 pF  
 $C_2$  : 8,2 pF  
 $C_3$  : 5,6 pF  
 $C_4, C_5, C_6$  : 10 nF  
 $C_7$  : 18 pF  
 $C_8, C_9, C_{10}$  : 10 nF  
 $C_{11}$  : 5,6 pF  
 $C_{12}$  : 4,7 pF  
 $C_{13}, C_{14}$  : 22 pF  
 $C_{15}$  : 100 pF  
 $C_{16}$  : 10 nF  
 $C_{17}$  : 47 pF  
 $C_{18}$  : 470 nF  
 $C_{19}, C_{20}, C_{21}$  : 100 nF  
 $C_{22}$  : 3,3 nF  
 $C_{23}$  : 100 nF  
 $C_{24}$  : 1  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{25}$  : 470 nF

$C_{26}$  : 10  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{27}$  : 1  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{28}$  : 10  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{29}$  : 220  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{30}$  : 100 nF  
 $C_{31}$  : 2 200  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{32}, C_{33}$  : 470 nF  
 $C_{34}$  : 100  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{35}$  : 100 nF  
 $C_{36}$  : 470 nF  
 $C_{37}$  : 4 700  $\mu$ F horizontal/40 V  
 $C_{38}$  : 100 nF  
 $C_{39}$  : 10  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{40}$  : 4 700  $\mu$ F horizontal/12 V  
 $C_{41}$  : 4,7  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{42}, C_{43}$  : 10  $\mu$ F vertical/12 V  
 $C_{44}$  : 100 nF

### Inductances

$L_1, L_2, L_3$  : 150 nH bobine moulée  
 $FL_1$  : SFZ455A/filtre céramique 455 kHz  
 $TR_1, TR_2$  : LMC4102 pot 7 x 7, pot ferrite 455 kHz  
 $TR_3$  : transformateur 220 V, 2 x 9 V, 25 VA moulé

### Potentiomètres

$P_1$  : 100 k $\Omega$  multitour  
 $P_2$  : 22 k $\Omega$   
 $P_3$  : 4,7 k $\Omega$

### Semi-conducteurs

$T_1$  : BFR91/TR HF  
 $T_2, T_3$  : BF245/TR effet de champs  
 $T_4$  : BC550/Transistor NPN BF  
 $D_1$  : BB105/varicap  
 $D_2$  : AA119/diode germanium  
 $D_3, D_4$  : 1N4001/diode silicium

$Cl_1$  : NE602 Signetics/oscillateur mélangeur  
 $Cl_2$  : TCA440 Signetics/récepteur A.M  
 $Cl_3$  :  $\mu$ A741/AOP  
 $Cl_4$  : TDA2030/amplificateur  
 $Cl_5$  : 7812/régulateur + 12 V  
 $Cl_6$  : pont de redressement moulé  
 $LD_1$  : diode DEL

### Divers

1 haut-parleur 8  $\Omega$ , 0,25 W,  $\varnothing$  50 mm  
 1 support fusible pour circuit imprimé 5 x 20  
 1 fusible 300 mA/verre/5 x 20  
 1 boîtier ESM EN8010  
 1 fiche PL femelle + 1 antenne  
 1 interrupteur 250 V/1 A  
 1 passe-fil secteur  
 1 cordon secteur 3 fils  
 8 straps  
 etc.

# UN SELECTEUR EXCLUSIF DE POSTE TELEPHONIQUE



Un des désagréments du branchement en parallèle de deux postes téléphoniques sur la même ligne réside dans le tintement de la sonnerie du poste inutilisé, au rythme des impulsions générées par la formation d'un numéro à partir de l'autre poste.

Le montage décrit dans cet article règle ce problème. De plus il interdit toute écoute indiscreète sur le poste non sollicité.



## I - LE PRINCIPE

En situation de veille, le dispositif laisse les deux postes entièrement opérationnels. En particulier, lors d'un appel, la sonnerie retentit sur les deux téléphones. En décrochant le combiné de l'un d'entre eux :

- la prise de ligne est aussitôt détectée ;

- le poste concerné est identifié ;
- le phénomène est mémorisé.

Il se produit alors l'isolement du téléphone non utilisé, qui se trouve de ce fait entièrement neutralisé. Cette situation persiste tant que le combiné de l'appareil utilisé, devenu prioritaire, n'a pas été raccroché.

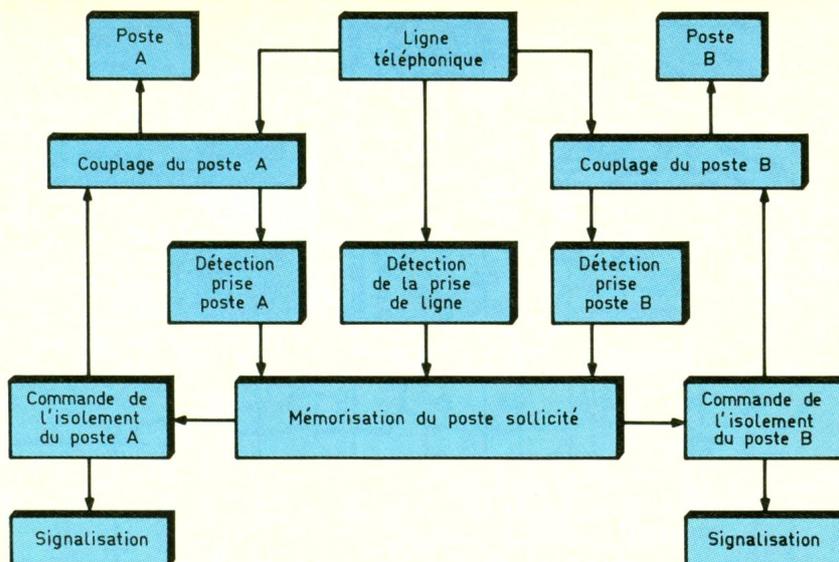
La figure 1 reprend le synoptique

de fonctionnement de ce montage.

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

### a) Alimentation

L'énergie est prélevée du secteur 220 V. Un transformateur abaisse la tension à 12 V, qu'un



pont de diodes redresse aussitôt en double alternance. La capacité  $C_1$  réalise un filtrage, tandis que le transistor  $T_1$ , dont la base est maintenue à un potentiel fixe, grâce à la diode Zener  $D_Z$ , délivre sur son émetteur une tension continue et régulée à une valeur de l'ordre de 9,5 V. La capacité  $C_2$  effectue un complément de filtrage, tandis que  $C_3$  est davantage chargé de l'antiparasitage du montage.

### b) Détection d'une prise de ligne

Les résistances  $R_2$  et  $R_3$  constituent un pont diviseur. La sortie de cet atténuateur est reliée à l'entrée directe d'un « 741 » monté en comparateur de potentiels. L'entrée inverseuse de ce circuit, repéré  $IC_1$ , est soumise à un potentiel réglable grâce au curseur d'un ajustable A. Rappelons que le potentiel de ligne, lorsqu'aucun poste n'est sollicité, est de 50 V. En revanche, dès que l'on décroche le combiné, cette valeur tombe vers 7,5 à 10 V.

Le rapport de division apporté par le pont  $R_2/R_3$  est tel que le décrochage a pour effet de faire chuter le potentiel sur l'entrée directe de  $IC_1$ , à une valeur de quelques volts. Cette valeur est inférieure à celle qui est présentée sur l'entrée inverseuse. A noter qu'en situation de repos le potentiel sur l'entrée directe est supérieur à celui de l'entrée inverseuse réglable. Il en résulte :

- un état haut sur la sortie de  $IC_1$  en situation de veille ;
- un état bas sur cette sortie dès que l'on décroche le combiné.

Les portes NOR IV et III de  $IC_2$  présentent sur la sortie du groupement des états bas et haut nettement définis. Il convient en effet de noter qu'un « 741 » ne délivre pas des états haut et bas respectivement égaux à la tension d'alimentation et à la valeur zéro. Une tension dite de déchet de l'ordre de 2 V en est la cause.

Enfin, ce montage nécessite le respect de la polarité de la ligne téléphonique. A cet effet, la diode  $D_1$  fait office de détrompeur. En cas de branchement correct, le transistor  $T_2$  se sature et la LED  $L_1$ , montée dans son circuit collecteur, s'allume. En revanche, en cas d'erreur de branchement, cette LED reste éteinte, et il n'existe aucun risque de détérioration quelconque pour les composants. Le groupement  $D_{16}/C_5/R_{18}$  forme un dispositif intégrateur. Grâce à lui, la porte NOR III présente un état bas de façon continue, lors d'une opération de numérotation par exemple.

### c) Détection du poste sollicité

Les postes téléphoniques A et B sont reliés à la ligne par les contacts repos des relais REL A et REL B. A l'état de veille, ces relais sont en position de repos.

Mais les liaisons avec la ligne ne sont pas tout à fait directes : elles se réalisent, dans chaque cas, par le biais de deux groupements de deux diodes montés en « tête-bêche ». Cette disposition permet au courant alternatif de sonnerie de circuler sans entrave. Plaçons-nous dans le cas où nous décrochons le combiné du poste A. Le courant continu qui s'établit à cette occasion a pour effet de générer un potentiel de  $2 \times 0,6 = 1,2$  V au point positif de  $R_6$ . Le transistor  $T_3$  se sature et son potentiel collecteur devient nul. Il était égal à 9,5 V en situation de veille.

Les deux entrées de la porte NOR I de  $IC_2$  étant alors soumises simultanément à un état bas, la sortie de cette dernière passe à l'état haut.

Le poste sollicité est ainsi identifié.

### d) Mémorisation du poste sollicité

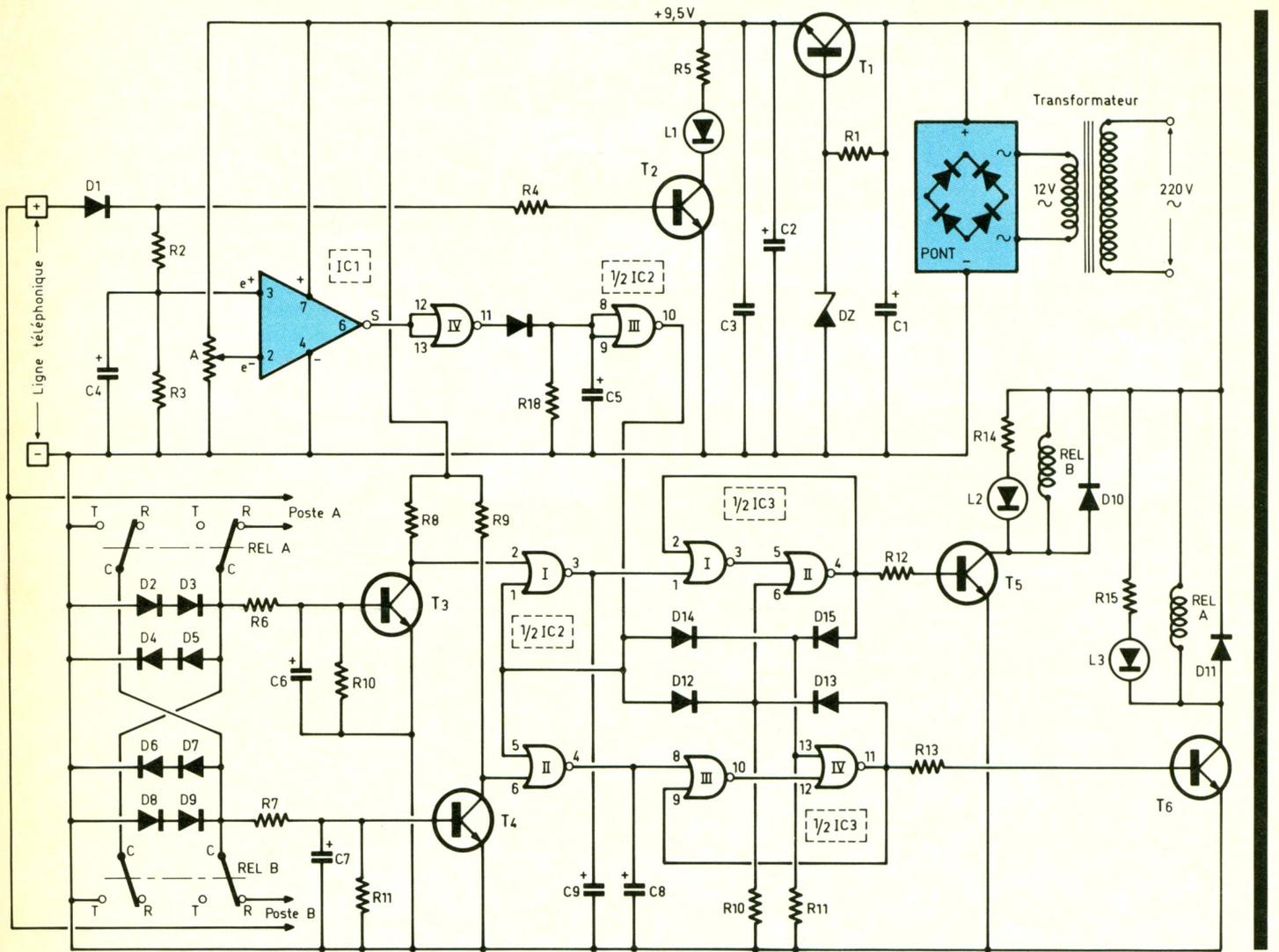
Nous restons dans le cas de l'exemple du décrochement du combiné du poste A ; qui a pour conséquence l'apparition d'un état haut sur la sortie de la porte NOR I de  $IC_2$ . Les portes NOR I et II de  $IC_3$  forment une bascule.

A l'état de veille, la sortie de la porte II présente un état bas, étant donné l'état haut permanent issu de la sortie de la porte II de  $IC_2$  et présenté sur l'entrée 6. Dès que le combiné est décroché, cette entrée 6 de la porte II de  $IC_3$  passe à l'état bas. De plus, la présence d'un état haut sur l'entrée 1 de la porte I a pour conséquence le passage à l'état bas de cette même porte. La porte II passe alors à l'état haut. Cette situation persiste même si l'état haut de commande sur l'entrée 1 venait à disparaître, grâce au verrouillage apporté par la liaison 4 → 2 : il s'agit donc bien d'une mémorisation.

### e) Verrouillage

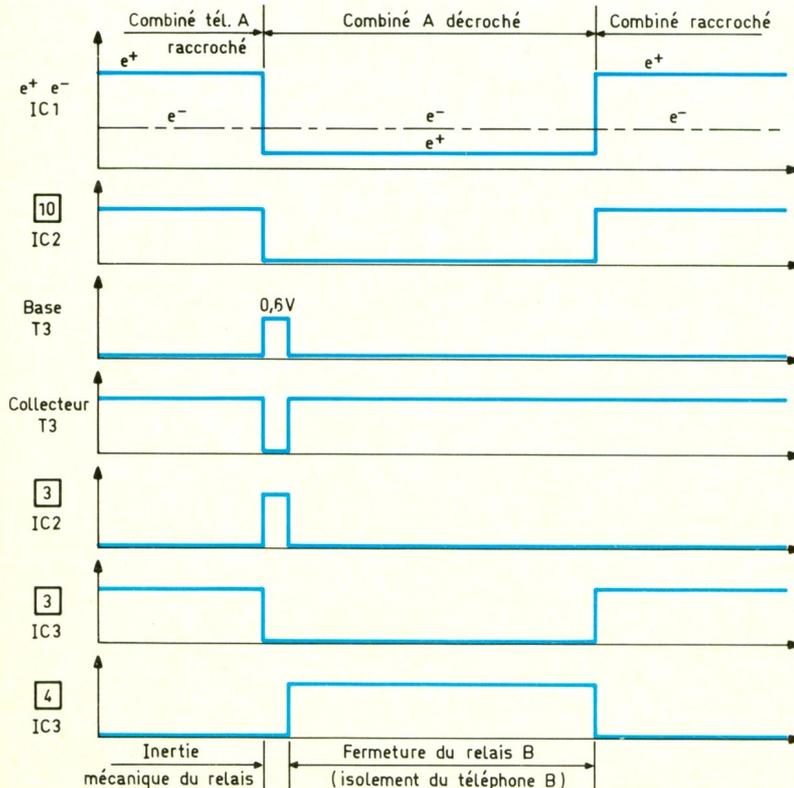
Le transistor  $T_5$  se sature. Le relais B, dont le bobinage est monté dans le circuit collecteur, se ferme, ce qui a pour conséquence :

- La coupure de la liaison de la ligne avec le téléphone B.
- Le shuntage du groupement des diodes  $D_2$  à  $D_5$ , ce qui élimine toute gêne que pourrait occasionner la chute de potentiel produite par ces diodes, lors de



## 2

*Schéma complet du sélecteur.*



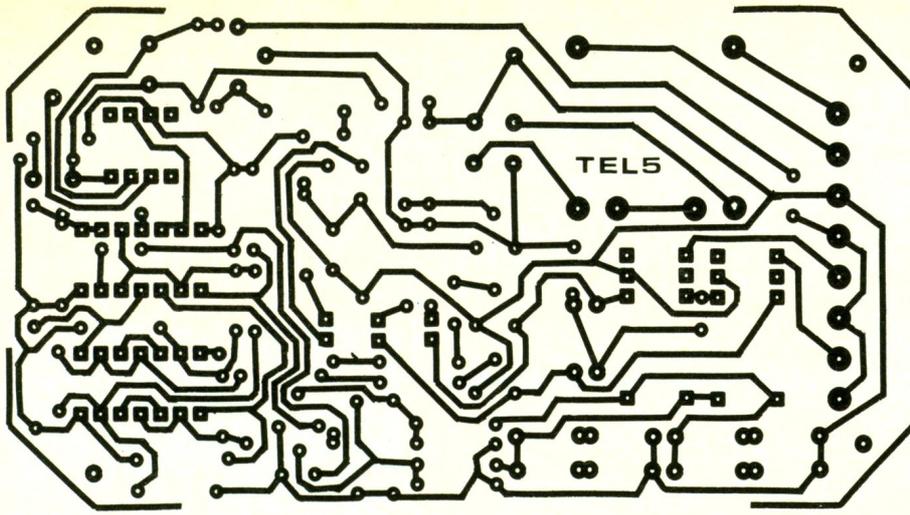
## 3

*Oscillogrammes caractéristiques relevés en divers points.*

la numérotation ou de la communication.

Ce dernier point est naturellement suivi par le blocage de T<sub>3</sub>, dont le collecteur repasse à l'état haut. La sortie de la porte NOR I de IC<sub>2</sub> passe à l'état bas, ce qui ne dérange nullement la mémorisation précédemment établie. Le relais B reste ainsi fermé. Cette situation est visualisée par l'allumage de la LED L<sub>2</sub>.

Une dernière conséquence de la mémorisation suite à l'identification du décrochement du poste A est la présentation d'un état haut permanent sur l'entrée 13 de la porte IV de IC<sub>3</sub>, via D<sub>15</sub>. Cette disposition neutralise définitivement la bascule de mémorisation relative au canal du téléphone B. Il s'agit en fait d'une sécurité supplémentaire de fonctionnement, qui n'aurait de rôle réel à jouer que dans le cas tout à fait particulier où les deux combinés seraient décrochés au même instant, ce qui est tout de même assez improbable...



haut de veille : il se produit alors l'effacement du groupement de mémorisation de mémorisation NOR I et II de IC<sub>3</sub>, et le relais B repasse en position de repos.

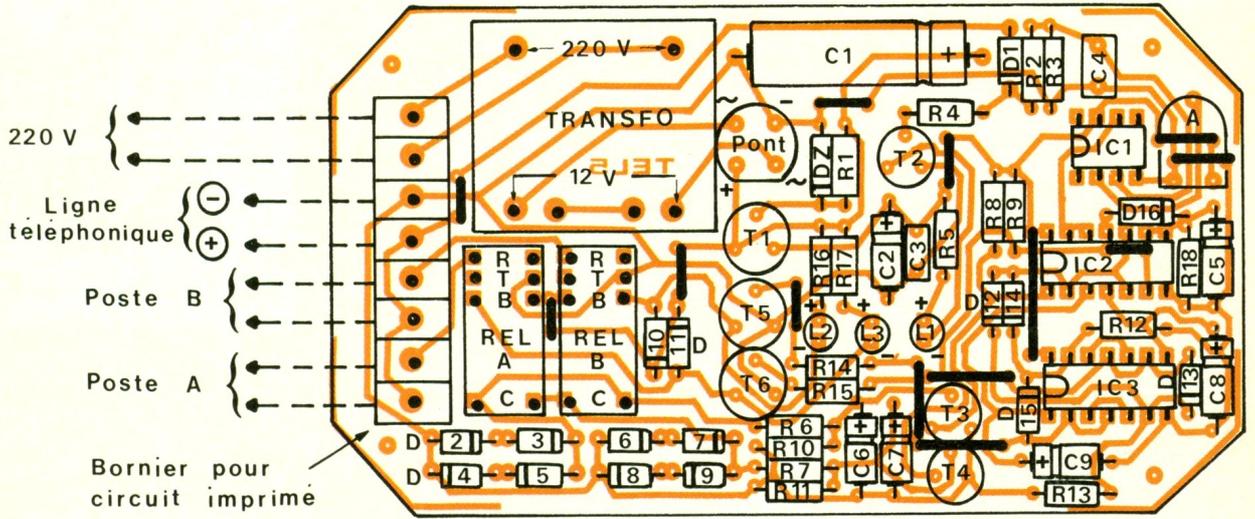
### III - REALISATION PRATIQUE

#### a) Circuit imprimé (fig. 4)

Sa reproduction ne pose aucun problème particulier. Les produits de transfert Mecanorma peuvent être appliqués directement sur la

# 4-5

Circuit imprimé et implantation à l'échelle 1.

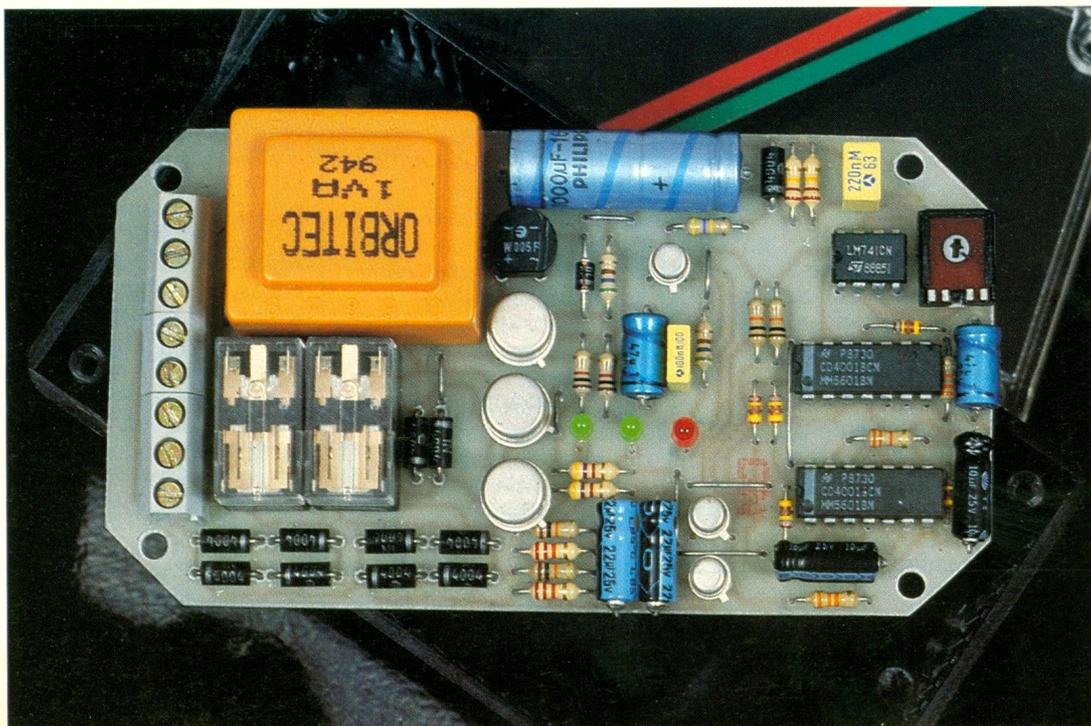


Notons que les bobinages du relais sont directement alimentés par la tension filtrée issue du pont redresseur. Les diodes D<sub>10</sub> et D<sub>11</sub> protègent les transistors T<sub>5</sub>

et T<sub>6</sub> des effets de surtension de self. Enfin, si on raccroche le combiné du poste A, la sortie de la porte NOR III de IC<sub>2</sub> repasse à son état

face cuivre de l'époxy préalablement dégraissée. Le module sera ensuite plongé dans un bain de perchlorure de fer pour la gravure. Après un rinçage abondant

Photo 2. - La platine complète, côté composants.



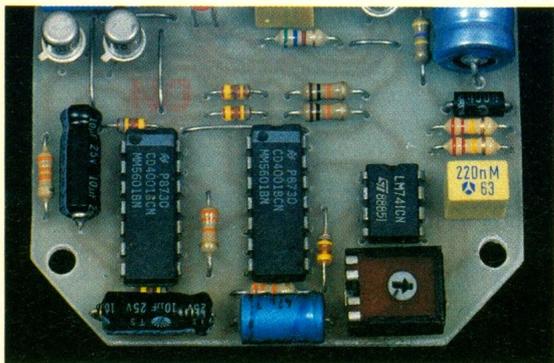


Photo 3. – Vue des circuits CMOS et de l'AOP utilisés.

à l'eau tiède, les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir suivant le diamètre des connexions des composants à implanter. Enfin, il est toujours avantageux d'éta-mer les pistes du circuit imprimé pour obtenir une meilleure tenue de ce dernier.

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

Le principe de l'implantation consiste à souder dans un premier temps les composants peu volumineux tels que les résistances et les diodes. Par la suite, on passera à la mise en place des capacités, des transistors, et des circuits intégrés. Il va sans dire qu'il convient d'accorder un soin tout à fait particulier au respect de l'orientation des composants polarisés. Toute précipitation est à prescrire : aucune opération n'est à entreprendre avant d'avoir l'assurance que l'opération précédente a été effectuée sans erreur. Il vaut mieux vérifier plutôt deux fois qu'une les différentes phases de l'implantation : les chances d'un fonctionnement correct du montage sont à ce prix.

### c) Mise en service et réglage

Le réglage du dispositif est très simple : le montage étant mis sous tension et les postes A et B reliés, on mesurera sur l'armature positive de C4 le potentiel, en décrochant successivement la combiné du poste A et du poste B. On retiendra la valeur la plus élevée, soit « u ». Le curseur de l'ajustable A sera positionné de manière à obtenir une valeur « u » telle que  $u' = u + 2 V$  sur l'entrée e de IC<sub>1</sub>.

Le montage est maintenant opérationnel. Rappelons que toute intervention sur les lignes de PTT reste normalement soumise à leur accord. En revanche, aucune démarche particulière ne s'impose s'il s'agit d'un réseau privé. ■

## LISTE DES COMPOSANTS

13 straps (6 horizontaux, 7 verticaux)

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

R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)

R<sub>4</sub> : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R<sub>5</sub> : 560 Ω (vert, bleu, marron)

R<sub>6</sub> à R<sub>9</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R<sub>12</sub>, R<sub>13</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>18</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

A : ajustable de 100 kΩ (implantation horizontale, pas de 5,08)

D<sub>1</sub> à D<sub>11</sub> : 11 diodes 1N4004, 4007

D<sub>12</sub> à D<sub>16</sub> : diodes signal 1N4148, 914

D<sub>Z</sub> : diode Zener de 10 V/1,3 W

Pont redresseur 1,5 A

L<sub>1</sub> : LED rouge ø 3

L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : LED vertes ø 3

C<sub>1</sub> : 1 000 μF/25 V électrolytique

C<sub>2</sub> : 47 μF/10 V électrolytique

C<sub>3</sub> : 0,1 μF milfeuill

C<sub>4</sub> : 0,22 μF milfeuill

C<sub>5</sub> : 47 μF/10 V électrolytique

C<sub>6</sub> à C<sub>9</sub> : 10 μF/10 V électrolytique

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

T<sub>2</sub> à T<sub>4</sub> : transistors NPN, BC 108C, 109C, 2N2222

T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub> : transistors NPN, 2N1711, 1613

IC<sub>1</sub> : μA 741 (ampli-op)

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

REL<sub>A</sub>, REL<sub>B</sub> : 2 relais 2RT/12 V (national ou équivalent)

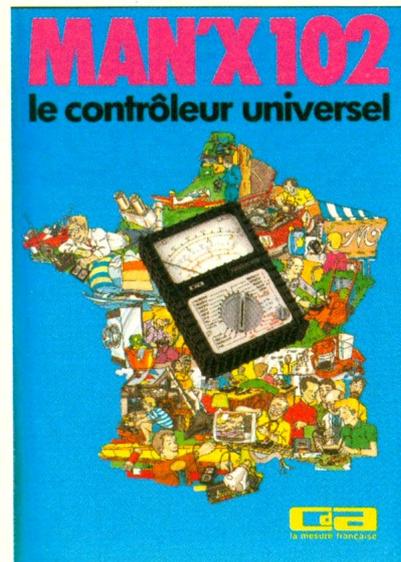
Transformateur : 220 V, 12 V, 1 VA

Bornier soudable (8 contacts)

Boîtier Teko série « Coffret transparent » 2TP (70 × 125 × 39)

# MAN'X 102

le contrôleur universel de C.D.A.



Depuis sa création en 1966, la société C.D.A. (Construction d'Appareillage) a développé plusieurs familles d'appareils de mesure électrique et électronique de grande diffusion.

Aujourd'hui, C.D.A. fabrique une large gamme d'appareils qui répond aux besoins didactiques, qu'il s'agisse de l'enseignement de la physique, de la technologie ou de la formation professionnelle.

C'est le MAN'X 102, modèle à vocation pédagogique de la fameuse série MAN'X, qui sert de référence tout au long de cet ouvrage destiné à rappeler les principes fondamentaux des mesures électriques et les multiples applications du Contrôleur Universel.

Le lecteur y trouvera :

- la présentation et la constitution générale du contrôleur universel ;
- ses applications pratiques ;
- des exemples illustrant des applications en laboratoire, au lycée technique ou à la maison ;
- des questions-réponses permettant de vérifier l'acquisition de connaissances ;
- des notions sur les méthodes et les qualités de la mesure.

Prix : 120 F.

CDA, 5, rue du Square-Carpeaux, 75018 Paris. Tél. : (1) 46.27.52.50.

# APPLICATIONS DES 2716 : UN GENERATEUR DIGITAL DE SIGNAUX



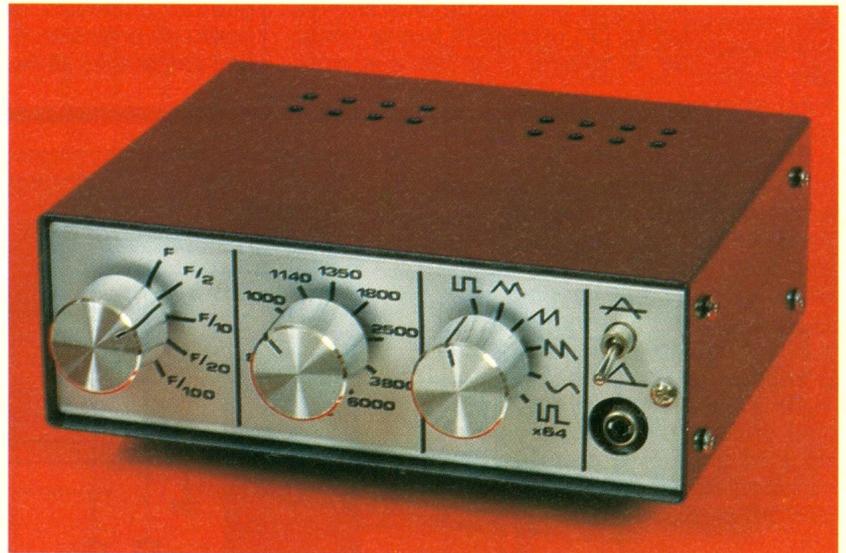
Voici une autre application d'une EPROM programmable : il s'agit d'un générateur de signaux périodiques dont les formes et configurations sont obtenues de manière très précise, grâce à une définition par points de la courbe de variation. Rappelons que nous avons publié la réalisation du programmeur correspondant dans notre numéro 137 du mois de mai 1990.

## I - LE PRINCIPE

### a) Le principe de fonctionnement du générateur (fig. 1)

Le cœur du générateur est bien entendu l'EPROM programmable dont les adresses constituent les abscisses des points définissant le signal. Quant aux valeurs relatives des ordonnées, elles sont représentées par la valeur du nombre binaire que forment les huit sorties de l'EPROM, pour un point d'abscisse donné.

Une base de temps variable permet d'obtenir des vitesses de lecture de l'EPROM variables, c'est-à-dire la possibilité de générer un signal périodique de fré-



### b) Le principe de la programmation (fig. 2)

#### 1° Les ordonnées

Pour une adresse donnée, les 8 bits de sortie constituant l'EPROM 2716 permettent de partager l'amplitude du signal en 256 points (soit  $2^8$ ). En programmation symétrique, qui est celle que nous mettrons en œuvre, la valeur minimale - U est donc 0 (00 en notation hexadécimale) et la valeur maximale + U est 255 (FF dans la même notation).

#### 2° Les abscisses

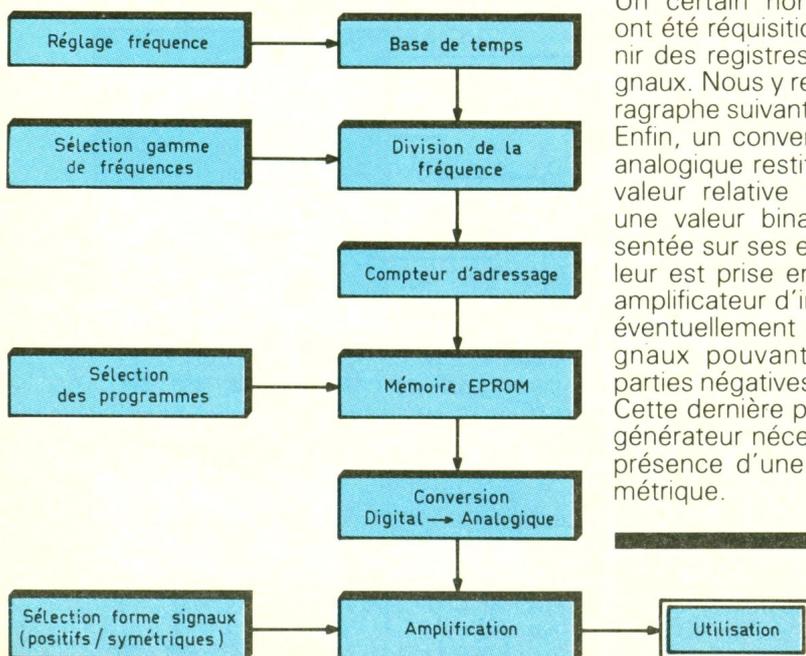
Rappelons qu'une EPROM 2716 comporte 11 entrées-adresses ( $2^{11} = 2\ 048$ , soit de 0 à 2 047 - soit 7FF en notation hexadécimale). Les 6 premières entrées  $A_1$  à  $A_6$  définissent les abscisses, ce qui représente un partage du signal en  $2^6 = 64$  points. Ce nombre a été volontairement limité à cette valeur. En effet, en

quence réglable. L'adressage est piloté par un compteur binaire repassant périodiquement par la valeur zéro.

Un certain nombre d'adresses ont été réquisitionnées pour définir des registres différents de signaux. Nous y reviendrons au paragraphe suivant.

Enfin, un convertisseur digital  $\Rightarrow$  analogique restitue en sortie une valeur relative analogique pour une valeur binaire donnée présentée sur ses entrées. Cette valeur est prise en compte par un amplificateur d'intensité, capable éventuellement de fournir des signaux pouvant présenter des parties négatives.

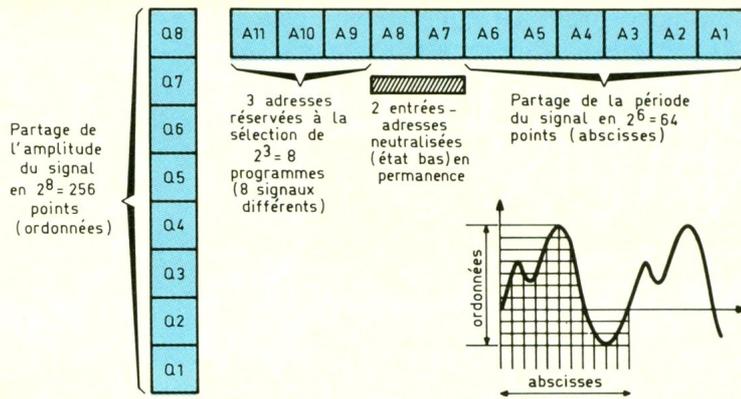
Cette dernière propriété de notre générateur nécessite d'ailleurs la présence d'une alimentation symétrique.



1

Synoptique de fonctionnement.

## 2 Principe de la programmation basé sur le découpage en ordonnée de l'amplitude du signal.

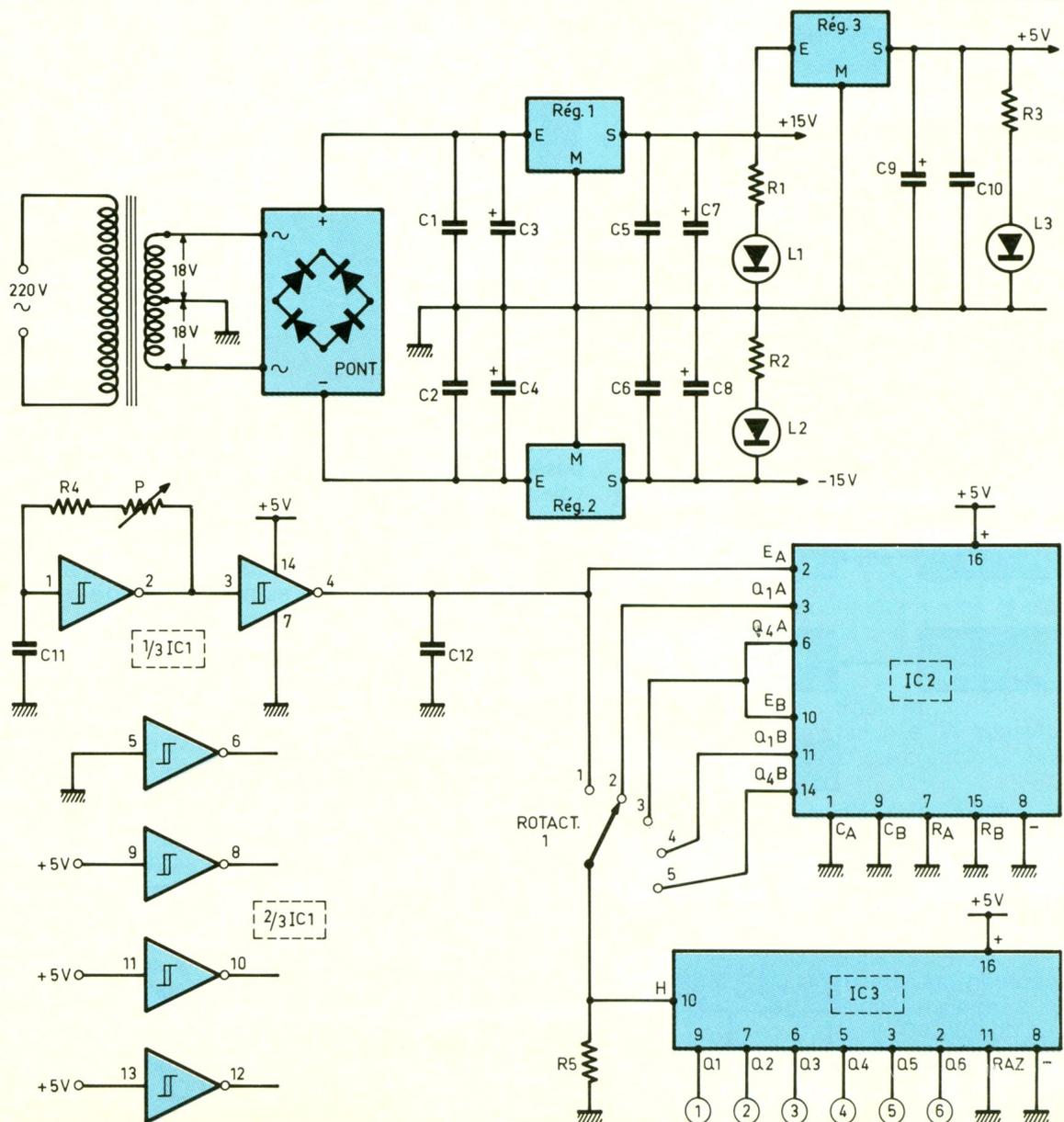


l'augmentant, pour une fréquence donnée, il serait nécessaire de disposer d'une base de temps de période de plus en plus faible. Or, une limite existe : celle de la vitesse d'accès aux don-

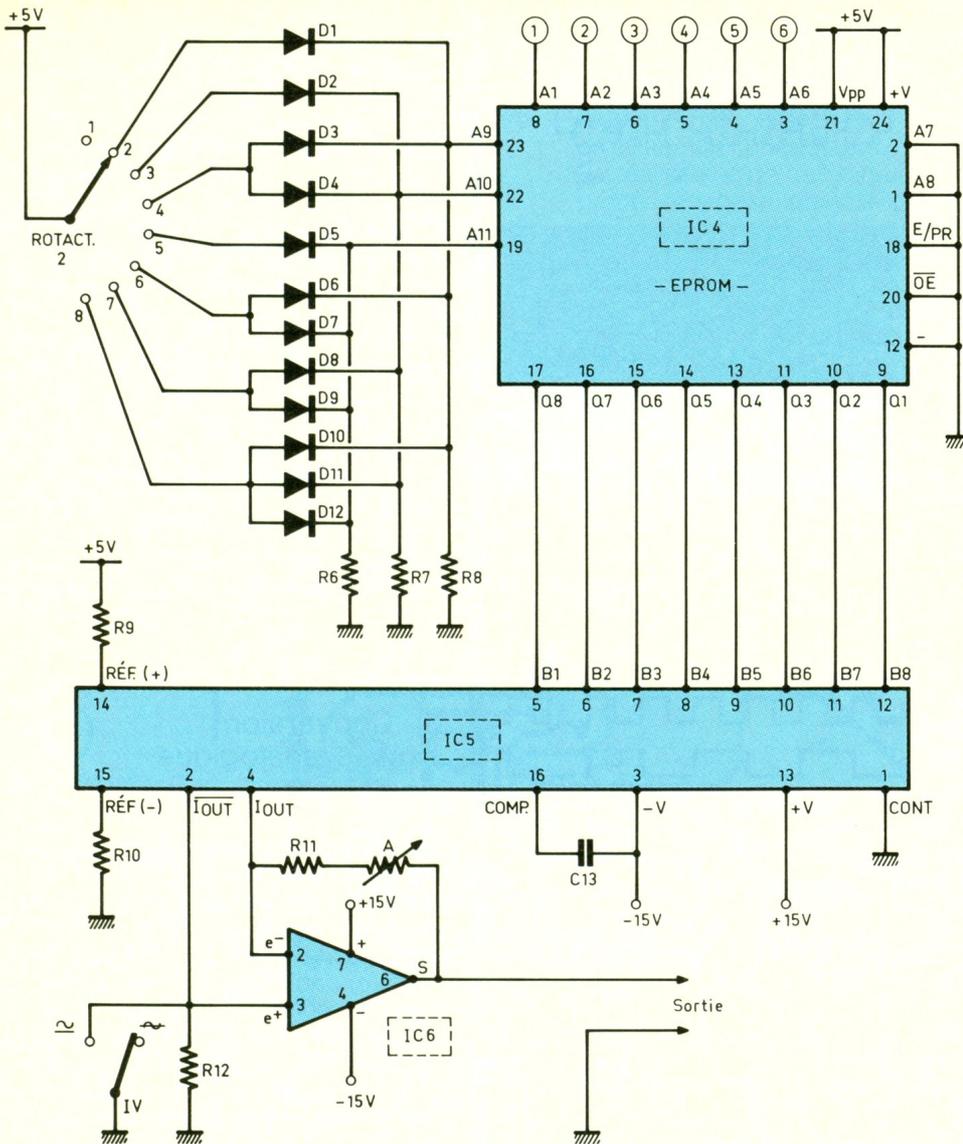
nées de l'EPROM. Si le défilement de l'adressage devient trop rapide, le bénéfice d'une plus grande définition du signal est perdu en précision d'ensemble. Les entrées A7 et A8 ont été neu-

tralisées par une mise à l'état bas permanent. Les entrées A9, A10 et A11 définissent 8 valeurs binaires différentes (000 à 111, soit 0 à 7 en notation hexadécimale). Chacune de ces valeurs peut être affectée à un registre correspondant par exemple à la définition d'un signal programmé donné.

Grâce à cette organisation très simple de l'adressage de l'EPROM, la première roue codeuse d'adressage du programmeur peut être positionnée sur l'une des valeurs de 0 à 7. La seconde roue (adresses A5, A6, A7 et A8) ne peut être positionnée que sur l'une des quatre valeurs 0 à 3. La dernière roue codeuse, en revanche, peut occuper l'une des 16 valeurs hexadécimales 0 à F.



3 L'alimentation symétrique utilise REG 1 et REG 2. La tension de 5 V est créée à partir du + 15 V, afin de limiter la puissance dissipée par REG 3. la base de temps se constitue d'un trigger de Schmitt monté en oscillateur et des diviseurs IC2 et IC3.



## II - LE FONCTIONNEMENT

### a) Alimentation (fig. 3)

L'énergie est prélevée du secteur 220 V par l'intermédiaire d'un transformateur 220 V/2 × 18 V. Il comporte deux enroulements secondaires délivrant 18 V chacun ou un enroulement secondaire unique de 36 V avec le point milieu accessible. Cette disposition permet d'obtenir une alimentation symétrique par la mise en œuvre de deux régulateurs de 15 V, montés en aval du pont de diodes. Les capacités C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> assurent le filtrage de la tension redressée. Quant aux capacités C<sub>7</sub> et C<sub>8</sub>, elles apportent un complément de filtrage à la tension ainsi régulée à ± 15 V. Les capacités C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>5</sub> et C<sub>6</sub> font of-

fice d'antiparasitage du montage. Les régulateurs de 15 V, suivant qu'ils sont montés dans la branche positive ou négative, n'ont pas le même brochage, ainsi que le montre la figure 5. En effet, dans le premier cas, le régulateur se compose essentiellement d'un Darlington réalisé avec des transistors du type NPN, alors que dans le second cas il s'agit d'un Darlington à transistors PNP.

Les LED L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub> matérialisent, par leur allumage, le fonctionnement de l'alimentation. Mais il est également nécessaire de disposer d'une source de potentiel de 5 V, notamment pour alimenter l'EPROM. Ce potentiel est délivré par un troisième régulateur, situé en aval de la source + 15 V. La LED L<sub>3</sub> indique le fonctionnement de ce dernier étage de régulation.

La capacité C<sub>9</sub> assure un complément de filtrage, tandis que C<sub>10</sub> réalise l'antiparasitage et le découplage.

### b) Base de temps (fig. 3)

Elle se compose essentiellement de l'un des six triggers de Schmitt contenus dans le boîtier référencé IC<sub>1</sub>. Le fonctionnement d'un tel oscillateur repose sur l'hystérésis, c'est-à-dire la différence des niveaux du potentiel de basculement, suivant que l'on présente sur son entrée un potentiel croissant ou décroissant. Sans entrer davantage dans le détail de fonctionnement d'un tel montage, il convient de noter que la période du créneau délivré est proportionnelle au produit (R<sub>4</sub> + P) × C<sub>11</sub>. Cette période peut donc être modifiée grâce à la présence du potentiomètre P. Un second trigger donne au signal une meilleure « verticalisation » des fronts montants et descendants. Les oscillations sont ensuite dirigées sur l'entrée ENABLE d'un premier compteur BCD contenu dans le boîtier IC<sub>2</sub>. La sortie Q<sub>4</sub> de ce dernier attaque à son tour l'entrée ENABLE d'un second compteur du même boîtier. La figure 5 reprend plus en détail les règles de fonctionnement d'un tel double compteur BCD.

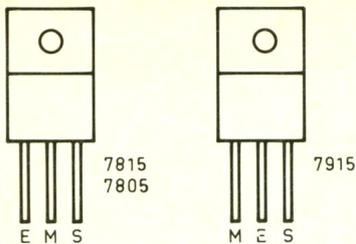
Différentes sorties de ces deux compteurs sont reliées à cinq plots d'un rotacteur. Le lecteur vérifiera aisément qu'au point commun de ce rotacteur, si F est la fréquence délivrée par l'oscillateur, on relève :

- la fréquence F en position 1 ;
- la fréquence F/2 en position 2 ;
- la fréquence F/10 en position 3 ;
- la fréquence F/20 en position 4 ;
- la fréquence F/100 en position 5.

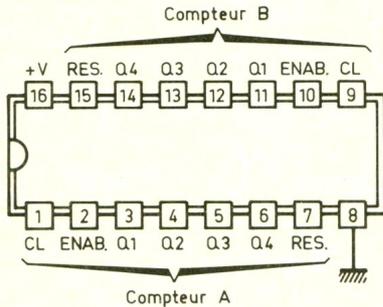
Ainsi, grâce à cette disposition, et moyennant la même course du curseur du potentiomètre P, il est possible de couvrir une large plage de fréquences délivrées par la base de temps, avec un maximum de facilité de réglage.

### c) Adressage (fig. 3 et 4)

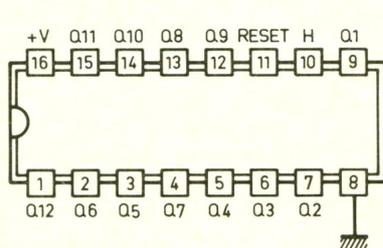
Le boîtier IC<sub>3</sub> est un compteur binaire de douze étages dans lequel les six premiers étages seu-



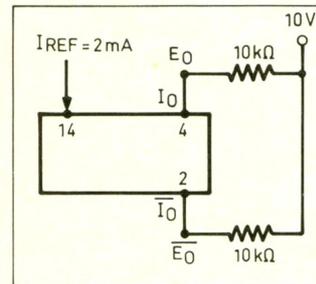
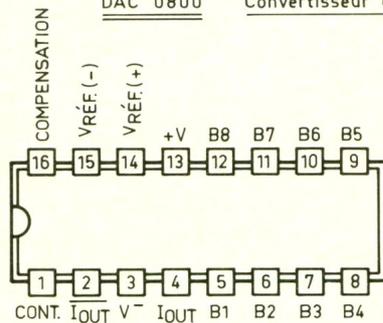
CD 4518 Double compteur BCD



CD 4040 Compteur binaire à 12 étages

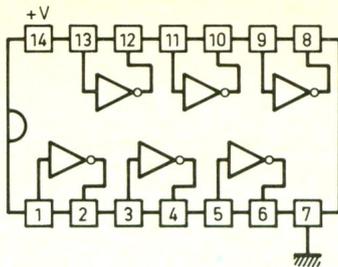


DAC 0800 Convertisseur digital → analogique



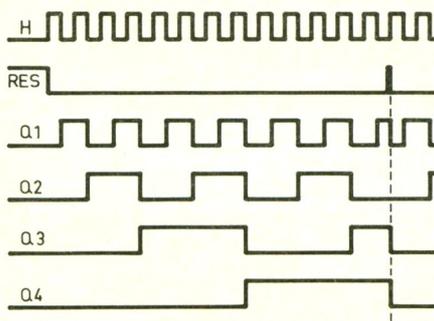
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	$E_0$ (V)	$\bar{E}_0$ (V)
1	1	1	1	1	1	1	1	-9,920	+10,000
1	1	1	1	1	1	1	0	-9,840	+9,920
1	0	0	0	0	0	0	1	-0,080	+0,160
1	0	0	0	0	0	0	0	0,000	+0,080
0	1	1	1	1	1	1	1	+0,080	0,000
0	0	0	0	0	0	0	1	+9,920	-9,840
0	0	0	0	0	0	0	0	+10,000	-9,920

lement sont utilisés. Dans ces conditions, ce compteur présente  $2^6 = 64$  positions différentes répétées cycliquement. L'entrée de comptage étant reliée au point commun du rotacteur 1, le cycle de ces 64 positions successives correspond donc à la fréquence  $f$  disponible sur l'entrée de comptage, divisée par



CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
	1	0	Compteur avance
0		0	Compteur avance
	X	0	Compteur bloqué
X		0	Compteur bloqué
	0	0	Compteur bloqué
1		0	Compteur bloqué
X	X	1	$Q1=Q2=Q3=Q4=0$

X: Etat indifférent : 0 ou 1



- F/1280 si le rotacteur est en position 4 ;
- F/6400 si le rotacteur est en position 5.

Les sorties de comptage sont directement reliées aux six entrées d'adressage  $A_1$  à  $A_6$  de l'EPROM comme nous l'avons déjà vu au chapitre consacré au principe de fonctionnement. Les entrées  $A_7$  et  $A_8$  sont reliées en permanence à un état bas.

Grâce aux diodes  $D_1$  à  $D_{12}$  et à la possibilité des liaisons offertes par un second rotacteur à 8 positions, le lecteur vérifiera facilement la formation, en mode binaire, des valeurs 0 à 7, au niveau de l'adressage de ces trois dernières entrées. Nous avons déjà évoqué les raisons de cette disposition lors de la description du principe de programmation.

### d) Conversion digitale/analogique (fig. 4)

Cette conversion incombe à IC<sub>5</sub>, qui est un DAC 0800. Il comporte 8 entrées connectées aux valeurs binaires délivrées par les 8 sorties de l'EPROM. La figure 5 indique, dans le cadre d'un montage de principe et d'une référence de 10 V, comment évoluent les potentiels sur les sorties  $I_0$  et  $\bar{I}_0$ , en fonction des valeurs présentées sur les entrées digitales. Il s'agit d'une variation purement linéaire du potentiel qui évolue alors entre deux valeurs extrêmes s'étendant de - 9,92 V à + 10 V. Notons que ces valeurs varient en sens inverse suivant que l'on se place sur  $I_0$  ou  $\bar{I}_0$ .

Le boîtier IC<sub>6</sub> est un circuit très coutumier de nos colonnes : il s'agit en effet d'un « 741 » monté ici en suiveur de potentiel et en amplificateur d'intensité.

A la sortie de IC<sub>6</sub>, on relève ainsi des valeurs s'étendant de - 10 V à + 10 V. En règle générale, le signal ainsi délivré et programmé par rapport aux points d'intersection de sa courbe représentative et l'axe des abscisses (ordonnée nulle). En fermant l'interrupteur  $I_v$ , le signal « remonte » au-dessus de l'axe des abscisses : il devient positif. Tout se passe comme si son amplitude s'était divisée par deux, en ne présentant plus que des valeurs positives.

5

Brochage et fonctionnement des circuits intégrés.

Grâce à l'ajustable A<sub>1</sub> en position de symétrie (lv ouvert), il est possible de parfaire cette symétrie et d'obtenir des valeurs absolues rigoureusement égales (amplitudes positives et négatives).

### III - REALISATION PRATIQUE

#### a) Circuits imprimés (fig. 6)

Un premier module est destiné à recevoir les composants relatifs à l'alimentation symétrique, à l'EPROM et aux circuits intégrés qui y sont fonctionnellement liés. Un second module recevra directement les différents organes de commande et de réglage de la face avant. Cette architecture a

permis la réalisation d'un montage sans fils de liaison, toujours fragiles et « embrouillants » ; les liaisons intermodules sont simplement matérialisées par la mise en œuvre de connecteurs.

La réalisation de ces circuits imprimés ne pose pas de problèmes particuliers. La configuration des pistes n'est pas très serrée. Il est d'ailleurs possible d'appliquer directement les éléments de transfert Mécanorma, pastilles et bandelettes adhésives, sur le cuivre bien dégraissé de l'époxy. On peut également constituer un mylar transparent pour une reproduction photographique par l'utilisation de plaques époxy présensibilisées.

Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, les modules

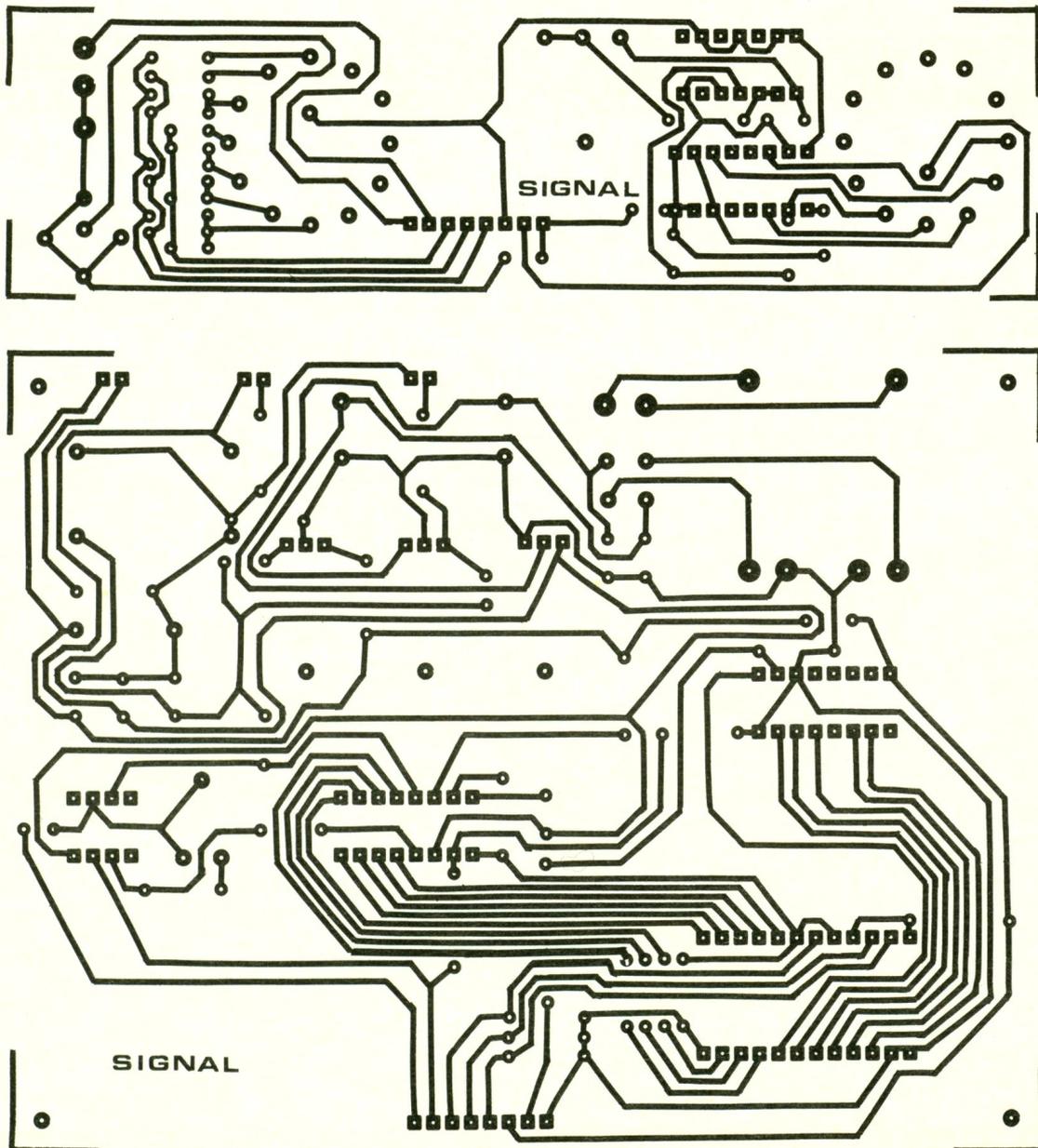
sont abondamment rincés à l'eau tiède. Toutes les pastilles sont percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir pour les adapter au diamètre des connexions de certains composants, en général plus volumineux.

Enfin, un étamage des pistes améliore incontestablement la tenue dans le temps du circuit imprimé, par une meilleure protection du cuivre contre l'oxydation.

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

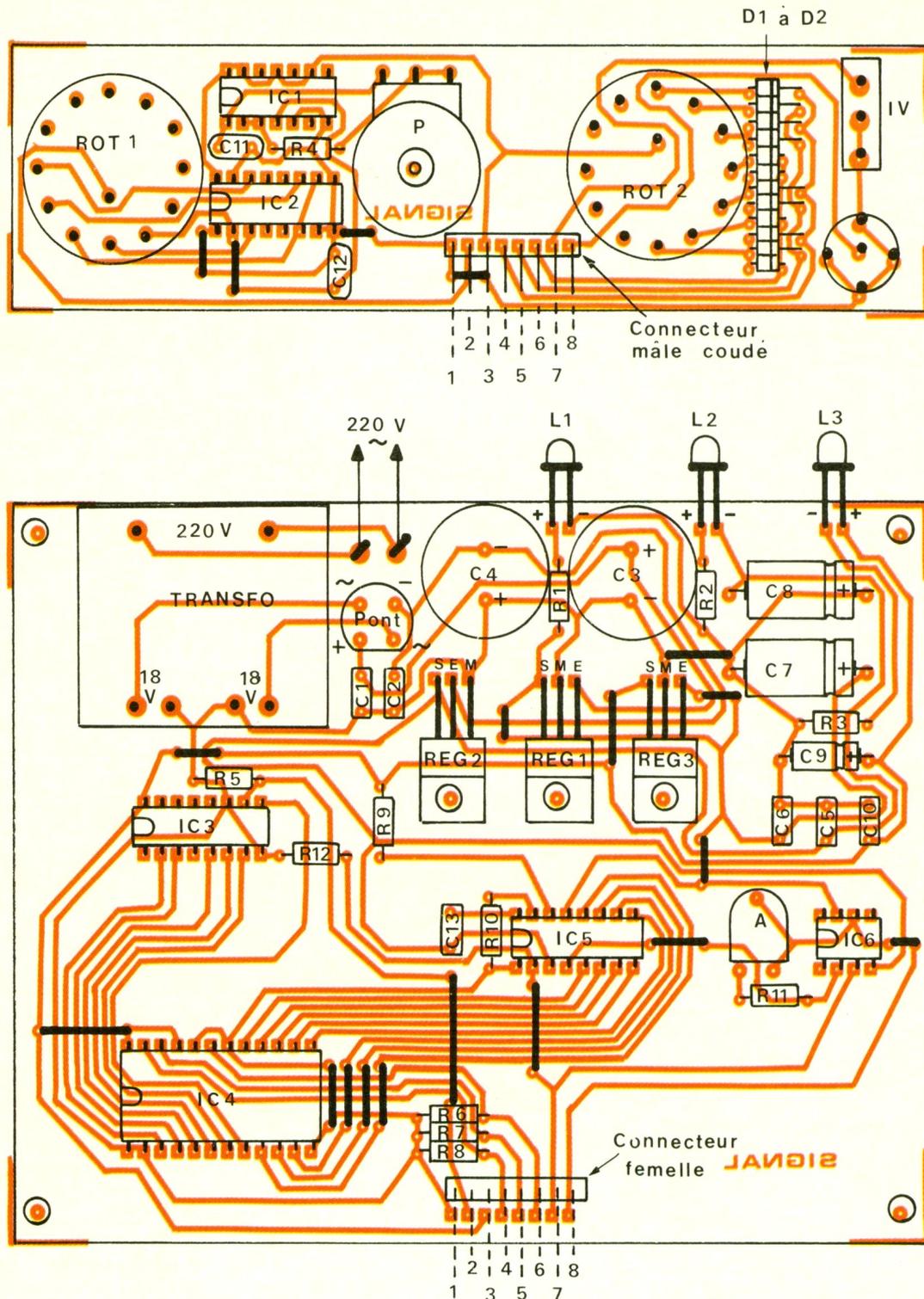
On procédera d'abord à la mise en place des nombreux straps de liaison dont la présence a permis d'éviter le problématique circuit

6  
Tracés des  
circuits  
imprimés à  
l'échelle 1.



# 7

Implantation des composants : la liaison entre les deux platines s'effectuera par connecteur.



double face, peu à la portée de l'amateur. Ensuite, on implantera les diodes, les résistances, les capacités et, en dernier lieu, les régulateurs et les circuits intégrés. Il va sans dire qu'il est très important de respecter l'orientation des composants polarisés. De même, il convient de ménager un temps de refroidissement suffisant entre deux soudures consécutives sur les broches d'un même boîtier de circuit inté-

gré. Les rotateurs s'implanteront directement sur le module de la face avant. Il en est de même en ce qui concerne l'inverseur et l'embase femelle DIN. Le potentiomètre sera collé sur l'époxy et des liaisons en fil de cuivre nu relieront ses entrées aux pastilles prévues du circuit imprimé. L'ajustable sera implanté avec le curseur placé en position médiane. Les LED de signalisation et

de contrôle de l'alimentation auront leurs « pattes » coudées : elles seront en effet visibles sur la face arrière du boîtier. Attention également à leur orientation.

### c) Montage (fig. 8)

Les modules ont été dimensionnés pour être placés dans un coffret métallique ESM. Le module principal est fixé sur le fond du boîtier par l'intermédiaire de qua-

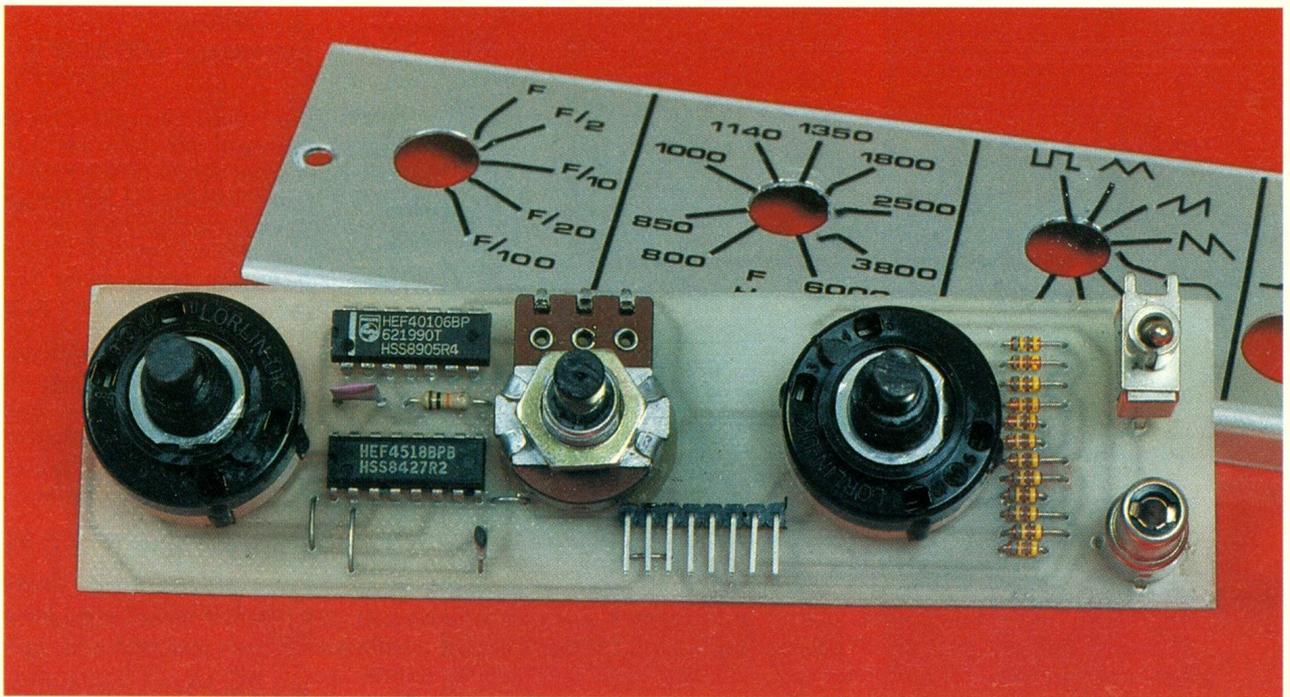


Photo 2. – Les rotateurs à picots se soudent directement sur le circuit imprimé en face avant.

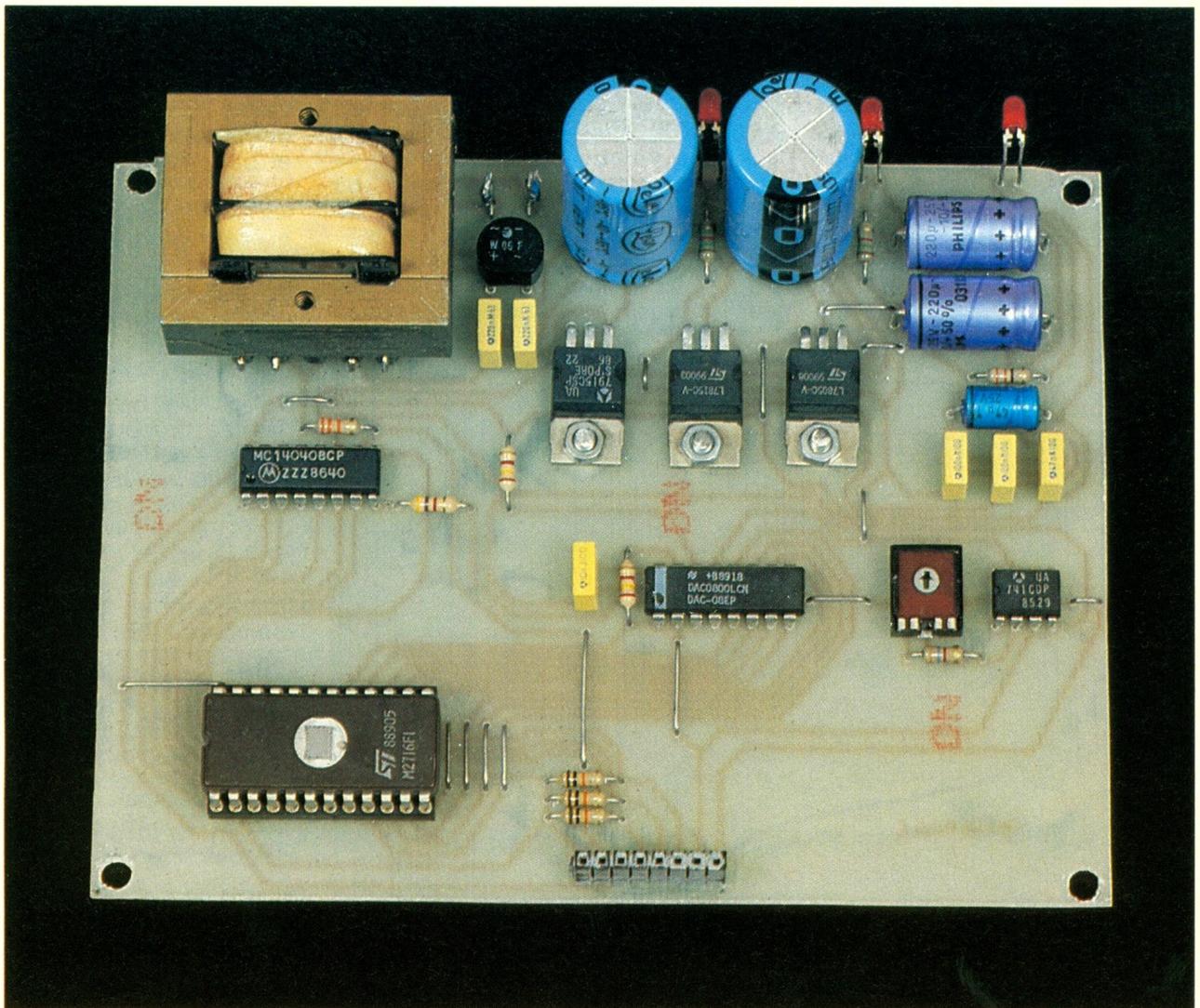
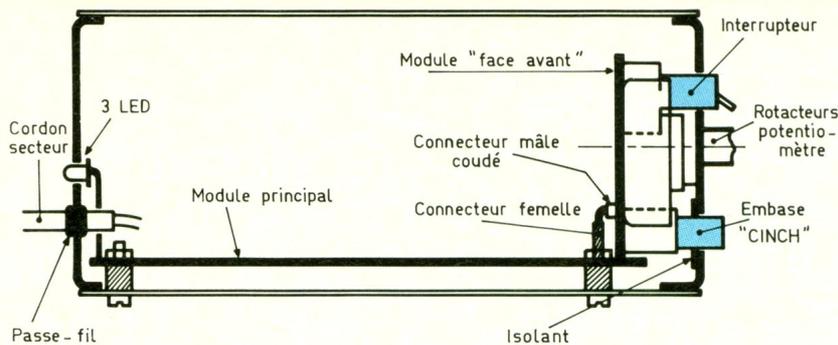


Photo 3. – L'alimentation requiert le transformateur et les condensateurs radiaux, situés au fond.



tre vis et écrous formant entretoises, tout en éloignant suffisamment le côté cuivre et soudure de l'époxy du fond du boîtier pour d'évidentes raisons d'isolation. Le module relatif à la face avant est d'une part connecté au module principal par la mise en œuvre d'un connecteur coudé, et d'autre part se trouve solidarisé sur la face avant par deux vis. Attention, pour plus de facilité de positionnement relatif de ces deux pièces, il est préférable de percer la face avant à la demande, après présentation.

Enfin, et de manière à isoler le négatif de l'embase CINCH de la masse métallique du boîtier, deux solutions sont possibles : soit utiliser une face avant en matière isolante, soit coller de la matière isolante uniquement dans la zone du montage de cette embase.

Par la suite, cette face avant peut être graduée pour une utilisation plus conviviale de notre générateur de signaux.

#### d) Programmation (fig. 9)

Avant de passer à l'opération de programmation proprement dite, il est nécessaire, pour chaque signal, d'établir une feuille de programmation. Sur chacune de ces feuilles, on retrouve les 64 adresses formant l'abscisse du signal, sous la forme de trois chiffres. Rappelons que le premier chiffre est toujours le même pour un signal donné et ne peut être qu'une valeur allant de 0 à 7. Les deux chiffres suivants sont réservés à l'adressage et permettent de former la valeur hexadécimale 00 à 3F (c'est-à-dire 63).

La valeur à programmer se concrétise par un nombre de deux chiffres pouvant aller de 00 à FF, soit 256 positions.

L'auteur a retenu six types de signaux, dont trois font l'objet des tableaux de la figure 9, les autres ne posant aucun problème particulier de détermination de la valeur à programmer.

#### 1. Créneau (adressage 000 à 03F)

La programmation est très simple : elle consiste à programmer la valeur 00 dans les 32 premières adresses (00 à 01F) et la valeur FF dans les 32 adresses restantes (020 à 03F).

#### 2. Signal triangulaire (adressage 100 à 13F) (fig. 9a)

Si N est la valeur décimale de l'adresse, la valeur décimale correspondante à programmer se calcule par la relation suivante :

$$X = \frac{N}{32} \times 255,$$

en faisant varier N de 0 à 32.

Par exemple, pour l'adresse 10F c'est-à-dire 0F  $\Rightarrow$  15, on obtient :

$$X = \frac{15}{32} \times 255 = 119,53125.$$

Cette valeur sera arrondie à 120, ce qui se traduit en hexadécimal par :

$$120 = "7 \times 16" + "8" \Rightarrow 78$$

Pour N = 32 on obtient bien sûr la valeur 255, soit FF. Il suffit alors de reproduire systématiquement et par valeurs décroissantes les nombres précédemment calculés jusqu'à l'adresse 13F pour laquelle on programmera 08.

#### 3. Signal « dent de scie » croissant : (tableau 9b, adressage de 200 à 23F)

Il s'agit dans ce cas d'obtenir une montée proportionnelle des ordonnées de la valeur 0 de l'abscisse à la valeur 63. La relation à appliquer est donc la suivante :

$$X = \frac{N}{63} \times 255$$

Par exemple, pour la valeur d'adresse 22B :

$$(2B \Rightarrow N = 2 \times 16 + 11, N = 43)$$

$$X = \frac{43}{63} \times 255 = 174,04762$$

soit 174.

En hexadécimal :

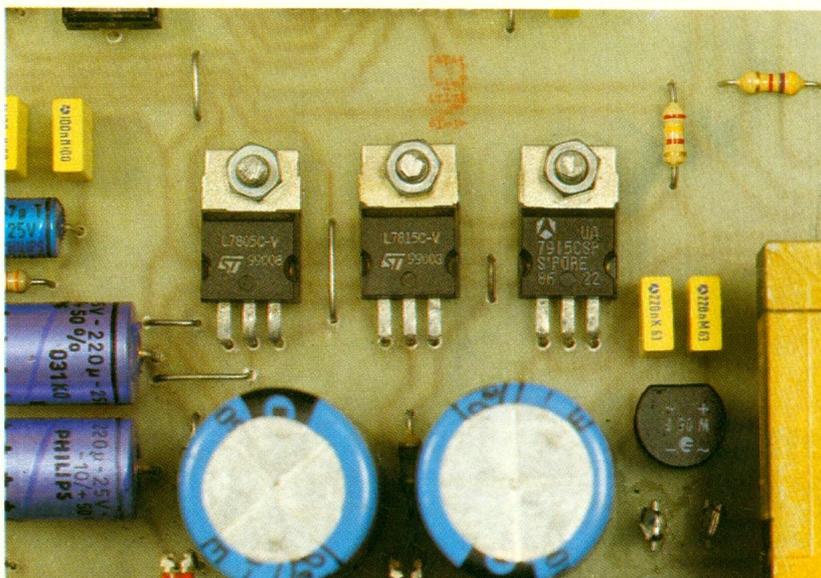
$$174 = (10 \times 16) + 14$$

soit A E

#### 4. Signal « dent de scie » décroissant : (adressage de 300 à 33F)

Il suffit de recopier, mais en sens inverse les résultats du tableau précédent.

Photo 4. – Vue des régulateurs intégrés.



**Fig. 9A – FEUILLE DE PROGRAMMATION**

**5. Signal sinusoïdal  
(tableau 9c,  
adressage de 400 à 43F)**

C'est une fonction continue représentative de la fonction mathématique sinus. Elle se développe sur 64 points d'abscisses ; en effet,  $f(64) = f(0)$ . De plus, étant donné qu'elle varie entre  $-1$  et  $+1$ , il est nécessaire, pour des raisons de programmation, de la rendre exclusivement positive, en ajoutant pour chaque abscisse la valeur  $+1$ . Dans ce cas, elle varie de la valeur 0 à la valeur 2. Si l'angle s'exprime en degrés, la valeur X se calcule grâce à la relation suivante :

$$X = \frac{1}{2} \left[ 1 + \sin \left( \frac{N}{64} \times 360 \times 255 \right) \right]$$

en faisant varier N de 0 à 63.  
Par exemple pour l'adresse 429  
( $29 \Rightarrow N = 2 \times 16 + 9 = 41$ )

$$X = \frac{255}{2} \left[ 1 + \sin \frac{41 \times 360}{64} \right]$$

= 28,941166, soit 29

En hexadécimal :  
29 = 16 + 13, soit 1 D

**6° Signal  
« créneau rapide » (  
adressage 500 à 53 F)**

En donnant successivement les valeurs 00 et FF aux ordonnées de deux adresses consécutives, on obtient également un créneau. A la différence de celui qui a été décrit en début de paragraphe, on peut obtenir dans ce cas, pour une même position de la base de temps, un signal d'une fréquence 64 fois plus grande.

La programmation ne pose aucun problème particulier, il suffit par exemple de programmer la valeur 00 pour  $N = 0$ , puis FF pour  $N = 1$ , 00 pour  $N = 2$  et ainsi de suite.

Les six exemples mis en évidence dans ce paragraphe vous permettront de programmer n'importe quelle courbe de variation périodique, selon vos besoins : c'est tout l'avantage d'un tel générateur digital.

En examinant les résultats obtenus sur un oscilloscope, il est facile de régler le curseur de l'ajustable A de manière à obtenir des amplitudes positives et négatives de valeur égale. On peut également à cette occasion graduer en fréquence la plage couverte par la source du potentiomètre.

Adressage			Mém.	
1	0	0	0	0
1	0	1	0	8
1	0	2	1	0
1	0	3	1	8
1	0	4	2	0
1	0	5	2	8
1	0	6	3	0
1	0	7	3	8
1	0	8	4	0
1	0	9	4	8
1	0	A	5	0
1	0	B	5	8
1	0	C	6	0
1	0	D	6	8
1	0	E	7	0
1	0	F	7	8

Adressage			Mém.	
1	2	0	F	F
1	2	1	F	7
1	2	2	E	F
1	2	3	E	7
1	2	4	D	F
1	2	5	D	7
1	2	6	C	F
1	2	7	C	7
1	2	8	B	F
1	2	9	B	7
1	2	A	A	F
1	2	B	A	7
1	2	C	9	F
1	2	D	9	7
1	2	E	8	F
1	2	F	8	7

Adressage			Mém.	
1	1	0	7	F
1	1	1	8	7
1	1	2	8	F
1	1	3	9	7
1	1	4	9	F
1	1	5	A	7
1	1	6	A	F
1	1	7	B	7
1	1	8	B	F
1	1	9	C	7
1	1	A	C	F
1	1	B	D	7
1	1	C	D	F
1	1	D	E	7
1	1	E	E	F
1	1	F	F	7

Adressage			Mém.	
1	3	0	7	F
1	3	1	7	8
1	3	2	7	0
1	3	3	6	8
1	3	4	6	0
1	3	5	5	8
1	3	6	5	0
1	3	7	4	8
1	3	8	4	0
1	3	9	3	8
1	3	A	3	0
1	3	B	2	8
1	3	C	2	0
1	3	D	1	8
1	3	E	1	0
1	3	F	0	8

**Fig. 9B**

Adressage	Mém.
2 0 0	0 0
2 0 1	0 4
2 0 2	0 8
2 0 3	0 C
2 0 4	1 0
2 0 5	1 4
2 0 6	1 8
2 0 7	1 C
2 0 8	2 0
2 0 9	2 4
2 0 A	2 8
2 0 B	2 D
2 0 C	3 1
2 0 D	3 5
2 0 E	3 9
2 0 F	3 D

Adressage	Mém.
2 2 0	8 2
2 2 1	8 6
2 2 2	8 A
2 2 3	8 E
2 2 4	9 2
2 2 5	9 6
2 2 6	9 A
2 2 7	9 E
2 2 8	A 2
2 2 9	A 6
2 2 A	A A
2 2 B	A E
2 2 C	B 2
2 2 D	B 6
2 2 E	B A
2 2 F	B E

**Fig. 9C**

Adressage	Mém.
4 0 0	7 F
4 0 1	8 C
4 0 2	9 8
4 0 3	A 5
4 0 4	B 0
4 0 5	B C
4 0 6	C 6
4 0 7	D 0
4 0 8	D A
4 0 9	E 2
4 0 A	E A
4 0 B	F 0
4 0 C	F 5
4 0 D	F A
4 0 E	F D
4 0 F	F E

Adressage	Mém.
4 2 0	7 F
4 2 1	7 3
4 2 2	6 7
4 2 3	5 A
4 2 4	4 F
4 2 5	4 3
4 2 6	3 9
4 2 7	2 F
4 2 8	2 5
4 2 9	1 D
4 2 A	1 5
4 2 B	0 F
4 2 C	0 A
4 2 D	0 5
4 2 E	0 2
4 2 F	0 1

Adressage	Mém.
2 1 0	4 1
2 1 1	4 5
2 1 2	4 9
2 1 3	4 D
2 1 4	5 1
2 1 5	5 5
2 1 6	5 9
2 1 7	5 D
2 1 8	6 1
2 1 9	6 5
2 1 A	6 9
2 1 B	6 D
2 1 C	7 1
2 1 D	7 5
2 1 E	7 9
2 1 F	7 D

Adressage	Mém.
2 3 0	C 2
2 3 1	C 6
2 3 2	C A
2 3 3	C E
2 3 4	D 2
2 3 5	D 7
2 3 6	D B
2 3 7	D F
2 3 8	E 3
2 3 9	E 7
2 3 A	E B
2 3 B	E F
2 3 C	F 3
2 3 D	F 7
2 3 E	F B
2 3 F	F F

Adressage	Mém.
4 1 0	F F
4 1 1	F E
4 1 2	F D
4 1 3	F A
4 1 4	F 5
4 1 5	F 0
4 1 6	E A
4 1 7	E 2
4 1 8	D A
4 1 9	D 0
4 1 A	C 6
4 1 B	B C
4 1 C	B 0
4 1 D	A 5
4 1 E	9 8
4 1 F	8 C

Adressage	Mém.
4 3 0	0 0
4 3 1	0 1
4 3 2	0 2
4 3 3	0 5
4 3 4	0 A
4 3 5	0 F
4 3 6	1 5
4 3 7	1 D
4 3 8	2 5
4 3 9	2 F
4 3 A	3 9
4 3 B	4 3
4 3 C	4 F
4 3 D	5 A
4 3 E	6 7
4 3 F	7 3



Photo 5. - Les diodes LED en face arrière témoignent de la présence des alimentations.

Afin d'améliorer les signaux de sortie, nous vous conseillons le remplacement du 741 par un TL 081, voire par un ampli op possédant un slew-rate plus important.

Robert KNOERR

## COMPOSANTS

### a) Module principal

15 straps (6 horizontaux, 9 verticaux)  
 R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> : 2 x 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)  
 R<sub>3</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)  
 R<sub>5</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)  
 R<sub>6</sub> à R<sub>8</sub> : 3 x 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> : 2 x 2,4 kΩ (rouge, jaune, rouge)  
 R<sub>11</sub> : 3,6 kΩ (orange, bleu, rouge)

R<sub>12</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 A : ajustable de 2,2 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08

Pont redresseur 1,5 A  
 L<sub>1</sub> à L<sub>3</sub> : 3 LED rouges ø 3  
 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 2 x 0,22 μF milfeuill  
 C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 2 x 2 200 μF/40 V électrolytique (sorties radiales)  
 C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> : 2 x 0,1 μF milfeuill  
 C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> : 2 x 220 μF/25 V électrolytique  
 C<sub>9</sub> : 47 μF/10 V électrolytique  
 C<sub>10</sub> : 47 nF milfeuill  
 C<sub>13</sub> : 10 nF milfeuill  
 REG<sub>1</sub> : régulateur 15 V 7815 (positif)  
 REG<sub>2</sub> : régulateur 15 V 7915 (négatif)  
 REG<sub>3</sub> : régulateur 5 V 7805 (positif)  
 IC<sub>3</sub> : CD 4040 (compteur binaire à 12 étages)  
 IC<sub>4</sub> : EPROM 2716  
 IC<sub>5</sub> : DAC 0800 (convertisseur digital/analogique)  
 IC<sub>6</sub> : LM 741 (amplificateur opérationnel), voir texte  
 Support 24 broches « tulipe » pour EPROM  
 Transformateur 220 V / 2 x 18 V / 3 VA  
 Connecteur femelle 8 broches  
 2 picots

### b) Module face avant

4 straps (2 horizontaux, 2 verticaux)  
 R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 P : potentiomètre 100 kΩ (linéaire)  
 D<sub>1</sub> à D<sub>12</sub> : 12 diodes signal 1N4148, 1N914  
 C<sub>11</sub> : 220 pF céramique  
 C<sub>12</sub> : 22 pF céramique  
 IC<sub>1</sub> : CD 40106 (6 triggers de Schmitt)  
 IC<sub>2</sub> : CD 4518 (double compteur BCD)  
 2 rotacteurs 12 positions, 1 sortie, pour circuit imprimé. ROT<sub>1</sub> : réglé sur 5 positions ; ROT<sub>2</sub> : réglé sur 8 positions  
 3 fléchettes (potentiomètre + 2 rotacteurs)  
 Interrupteur pour circuit imprimé  
 Embase femelle CINCH pour circuit imprimé  
 Connecteur mâle coudé 8 broches

### c) Divers

Boîtier ESM métallique EC 15/05 (150 x 120 x 50)  
 Fil secteur  
 Fiche secteur  
 Passe-fil

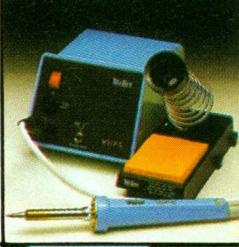
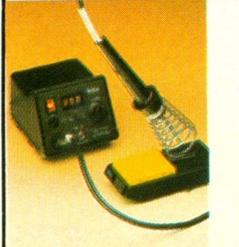
## PROMOS SPÉCIALES ÉTÉ

(offre valable jusqu'au 31/08/90 sur la MESURE)

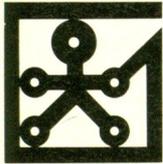
# TRONICA

9, rue Budapest, 75009 PARIS - Tél. : (1) 40.82.92.00  
 Métro : ST-LAZARE (50 m) Horaires d'ouverture : du lundi au samedi de 10 h à 13 h et de 14 h à 19 h

ELECTRONIQUE  
 MESURE  
 ACCESSOIRES  
 INFORMATIQUE  
 MOBILIER  
 FOURNITURES

 <p><b>KOMEX M 3800</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>20 A - 0,5 %</li> <li>2 000 pts 3 1/2 DIGITS</li> <li>7 gammes ACA-DCA</li> <li>TEST TRANSISTOR</li> <li>TEST DIODES</li> <li>TEST SONORE</li> </ul> <p><b>489<sup>F</sup> 399<sup>F</sup></b></p> <p>KOMEX® EST GARANTI 2 ANS</p>	 <p><b>KOMEX M 4650</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>20 A - 0,05 %</li> <li>20 000 pts 4 1/2 DIGITS</li> <li>DATA HOLD</li> <li>CAPACIMETRE</li> <li>FREQUENCEMETRE</li> <li>TEST TRANSISTOR</li> <li>TEST DIODES</li> <li>TEST SONORE</li> </ul> <p><b>1099<sup>F</sup> 899<sup>F</sup></b></p> <p><b>M 4650 B 1249<sup>F</sup> 999<sup>F</sup></b> avec Bargraph</p> <p>GARANTI 2 ANS</p>	 <p>• <b>WELLER WTCP-S</b> Station de soudage comprenant : 1 fer 50 W avec panne 1 bloc d'alimentation 220 V-24 V 1 support avec éponge</p> <p><b>990<sup>F</sup></b></p>	<p><b>EXTRAIT TARIF CONNECTIQUE</b></p>
 <p><b>KOMEX M 3610</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>20 A - 0,3 %</li> <li>2 000 pts 3 1/2 DIGITS</li> <li>6 gammes ACA-DCA</li> <li>TEST TRANSISTOR</li> <li>TEST DIODES</li> <li>TEST SONORE</li> </ul> <p><b>579<sup>F</sup> 499<sup>F</sup></b></p> <p><b>M 3610 B 689<sup>F</sup> 599<sup>F</sup></b> avec Bargraph</p> <p>GARANTI 2 ANS</p>	 <p><b>KOMEX M 818</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>10 A - 0,5 %</li> <li>4 000 pts 3 3/4 DIGITS</li> <li>AUTOMATIQUE</li> <li>ACA - ACV - RMS</li> <li>DATA HOLD</li> <li>FREQUENCEMETRE - 400 kHz</li> <li>TEST DIODES</li> <li>TEST SONORE</li> </ul> <p><b>789<sup>F</sup> 659<sup>F</sup></b></p> <p><b>M 818 B 889<sup>F</sup> 749<sup>F</sup></b> avec Bargraph</p> <p>GARANTI 2 ANS</p>	 <p>• <b>WELLER WECP-20</b> Station de soudage thermostatique thermo-réglée 150° à 450° à régulation électronique.</p> <p><b>1 289<sup>F</sup></b></p>	<p><b>CABLES :</b>    IMP/PC, 25 M/36 M, 2,00 m ..... <b>55 F</b>    RS 232, 25 M/25 M ou 25 M/25 F, 2,00 m ..... <b>50 F</b>    RALLONGE MONITEUR 15 M/15 F, 2,00 m ..... <b>99 F</b></p> <p><b>BOITES DE RANGEMENT :</b>    100 disquettes 3 1/2 fermant à clef ..... <b>95 F</b>    50 disquettes 3 1/2 fermant à clef ..... <b>75 F</b>    70 disquettes 5 1/4 fermant à clef ..... <b>69 F</b></p> <p><b>DATA SWITCH</b>    T-SWITCH RS 232, 25/25, 2 voies ..... <b>198 F</b>    T-SWITCH 36/36, 2 voies, parallèle ..... <b>225 F</b>    AUTO DATA SWITCH 36/36, 4E/1 S, parallèle ..... <b>990 F</b>    AUTO DATA SWITCH 36/36, 8E/1 S, parallèle ..... <b>1 249 F</b>    4 E/2 S avec Buffer 256 K ext. 1 Mo ..... <b>2 590 F</b></p> <p><b>ADAPTATEURS</b>    AT-MODEM 9F/25 M - 9 M/25 F - 9 M/25 M ... <b>39 F</b>    CHANGEUR DE GENRE 9 - 15 - 25 M/M/F ... <b>35 F</b>    NULL MODEM F/F - M/M - M/F ... <b>35 F</b></p> <p><b>ACCESSOIRES DIVERS</b>    TAPIS SOURIS PVC quadrillé ..... <b>45 F</b>    FILTRE D'ECRAN ANTISTATIQUE 12" ..... <b>99 F</b>    HOUSSE PC - ECRAN - CLAVIER ..... <b>95 F</b>    MINI FER A SOUDER A GAZ ..... <b>179 F</b></p>
 <p><b>KOMEX M 3650</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>20 A - 0,3 %</li> <li>2 000 pts 3 1/2 DIGITS</li> <li>CAPACIMETRE</li> <li>FREQUENCEMETRE</li> <li>TEST TRANSISTOR</li> <li>TEST DIODES</li> <li>TEST SONORE</li> </ul> <p><b>729<sup>F</sup> 629<sup>F</sup></b></p> <p><b>M 3650 B 859<sup>F</sup> 749<sup>F</sup></b> avec Bargraph</p> <p>GARANTI 2 ANS</p>	 <p><b>KOMEX M 3900 TD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>20 A - 0,3 %</li> <li>TEST ANGLE de DWELL</li> <li>COMPTÉ-TOURS pour MOTEUR 4 - 5 - 6 - 8 cylindres</li> </ul> <p><b>799<sup>F</sup> 749<sup>F</sup></b></p> <p>KOMEX® EST GARANTI 2 ANS</p>	 <p>• <b>WELLER EC 2002</b> Station de soudage anti-statique thermo-réglée de 60° à 450° à régulation électronique avec affichage numérique.</p> <p><b>1 829<sup>F</sup></b></p>	<p><b>VENTE PAR CORRESPONDANCE</b></p> <p>Minimum de commande 100 F TTC</p> <p>A) Paiement à la commande : ajoutez 35 F de port et emballage.    B) Contre remboursement : acompte 20 % à la commande.    Amis de province : port gratuit à partir de 1 000 F d'achat.  <b>DETAXE A L'EXPORTATION</b> - Tous nos prix sont T.T.C. Ils sont donnés à titre indicatif et peuvent être modifiés sans préavis.</p>

# LA TECHNOLOGIE AU COLLEGE (XIV)



Le mois dernier, nous avons mis au point le prototype de la « Centrale d'alarme », en utilisant les différentes plaques fonction. Nous terminons, ce mois-ci, notre travail de conception et de recherche afin de parvenir à la réalisation complète de l'appareil.

Toute fabrication répond à un besoin, nous en avons déjà parlé, mais avant d'achever la fabrication d'un appareil, de nombreuses opérations, de nombreuses phases de travail successives, s'avèrent indispensables.

L'organigramme de la **figure 1** indique, à travers l'ensemble de ces étapes, comment après la prise de conscience, d'un besoin et de son énonciation, l'on peut passer de l'idée de départ à l'ébauche d'une solution, puis à la fabrication, pour terminer enfin par l'utilisation tant attendue de l'appareil.

Cette approche par étapes, universelle, s'applique donc également aux réalisations électroniques.

Concernant justement nos fabrications, nous pouvons distinguer deux cas bien distincts :

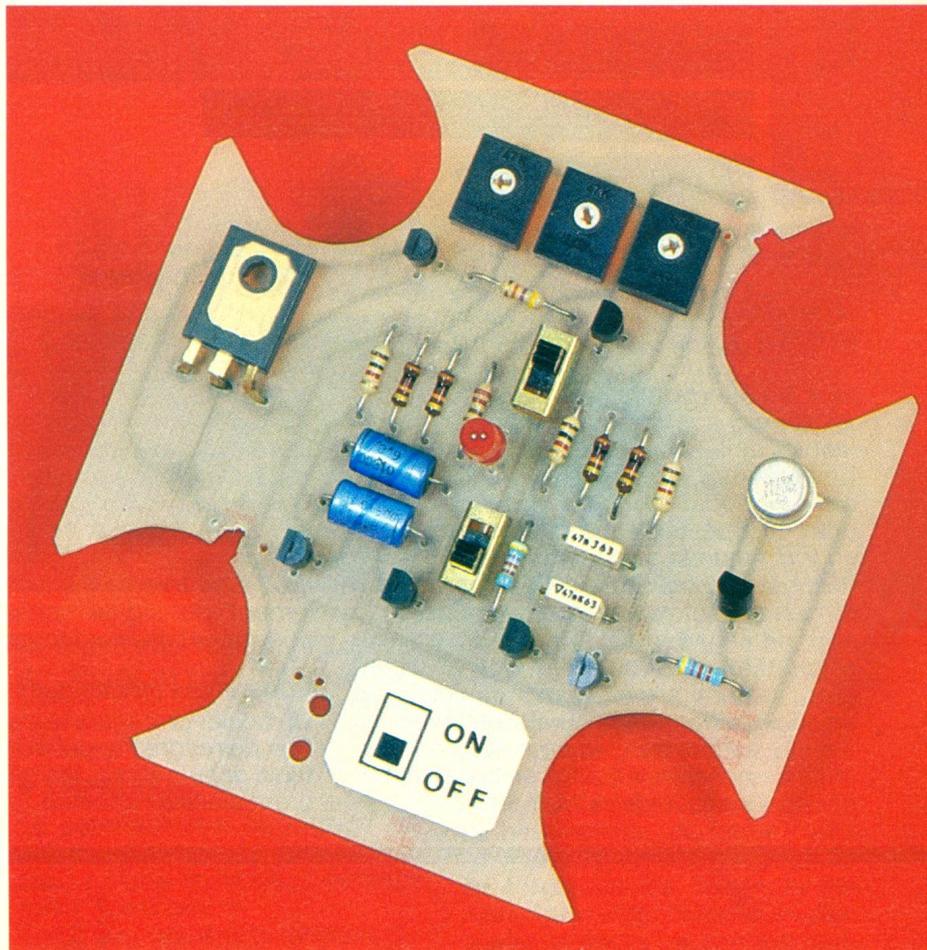
## ● 1<sup>er</sup> cas

Le montage électronique que nous désirons se trouve décrit dans *Electronique Pratique*.

Parfait ! Pour satisfaire notre besoin, élaborons notre propre bureau des méthodes en passant, par exemple, directement à la gestion de notre stock de composants, aux commandes et achats éventuels ainsi qu'à l'organisation de la fabrication (réalisation du circuit imprimé, perçage, implantation des composants, etc.) tout en suivant, bien sûr, les conseils régulièrement prodigués dans la revue.

## ● 2<sup>e</sup> cas

Malheureusement, après de vaines recherches dans toutes nos revues, concernant ce montage électronique si important, nous nous résignons à assurer maintenant le travail du bureau d'études en élaborant nous-mêmes la mise au point d'un prototype.



C'est, en fait, ce que nous avons fait le mois dernier. Il nous reste maintenant à structurer le dossier de fabrication de ce montage.

## PROJET N° 2

### Définition des besoins

Signaler sa présence s'avère souvent intéressant. Cela répond essentiellement à un besoin de sécurité. Lorsque l'on se trouve sur un vélo, généralement peu visible la nuit, ou bien en panne sur le bord de la route, un éclair lumineux aura tôt fait d'avertir les au-

tomobilistes. Plus amusant, le signal sonore intermittent, comparable aux avertisseurs des motos !

## CAHIER DES CHARGES

### Désignation du produit

Centrale de signalisation.

### Fonction d'usage

La centrale de signalisation permet de créer un signal sonore et lumineux intermittent.

# 1

Synoptique de la fabrication d'un appareil.

## DEFINITION DES BESOINS

### CAHIER DES CHARGES

Définition de la fonction d'usage, des fonctions principales de l'appareil.  
Caractéristiques.  
Contraintes de fonctionnement, contraintes mécaniques.

### BUREAU D'ETUDES - CONCEPTION

Réalisation d'un prototype.  
Etablissement du dossier technique.

### BUREAU DES METHODES

Préparation de la fabrication. Choix des techniques employées.  
Ordonnement des différentes phases de la fabrication.

### FABRICATION

### TESTS DE FONCTIONNEMENT

### UTILISATION

#### Fonction principales

L'approche fonctionnelle de notre montage prototype a été réalisée le mois dernier. Reportez-vous à *Electronique pratique* n° 138 pour retrouver le synoptique du montage.

#### Contraintes

Cette partie revêt une très grande importance, surtout lorsque vous réalisez l'ensemble du projet. C'est, en effet, à partir de l'analyse de toutes les contraintes que vous allez pouvoir façonner votre réalisation. Il vous faut évidemment composer avec les différents éléments du montage, concilier le tout avec la partie mécanique de la fabrication.

#### Contraintes de fonctionnement

Le montage doit permettre l'utilisation indépendante de l'avertisseur sonore ou de l'avertisseur lumineux, ou bien des deux simultanément.

Ces changements doivent pouvoir s'effectuer aisément.

Pour obtenir un signal lumineux bien visible mais économe en courant, celui-ci demeurera très bref. La durée de l'éclair (et également du signal sonore) doit pouvoir se modifier facilement.

#### Contraintes mécaniques

Un boîtier protégera le montage. Afin de rendre l'appareil transportable et autonome, les piles prendront place à l'intérieur.

Dans le cas où l'utilisateur souhaiterait obtenir une plus grande puissance, l'alimentation pourra alors se situer à l'extérieur (branchement effectué, par exemple, sur une batterie de voiture par l'intermédiaire d'une prise allume-cigare).

Le haut-parleur prend également place dans le boîtier.

L'ampoule de puissance, située à l'extérieur, doit se trouver protégée des intempéries tout en conservant un faisceau le plus lumineux et le plus concentré possible.

## ETUDE DE CONCEPTION

### Réalisation d'un prototype

Le prototype mis au point le mois dernier ne doit-il pas, en fonction des contraintes que nous venons d'évoquer, subir quelques transformations ?

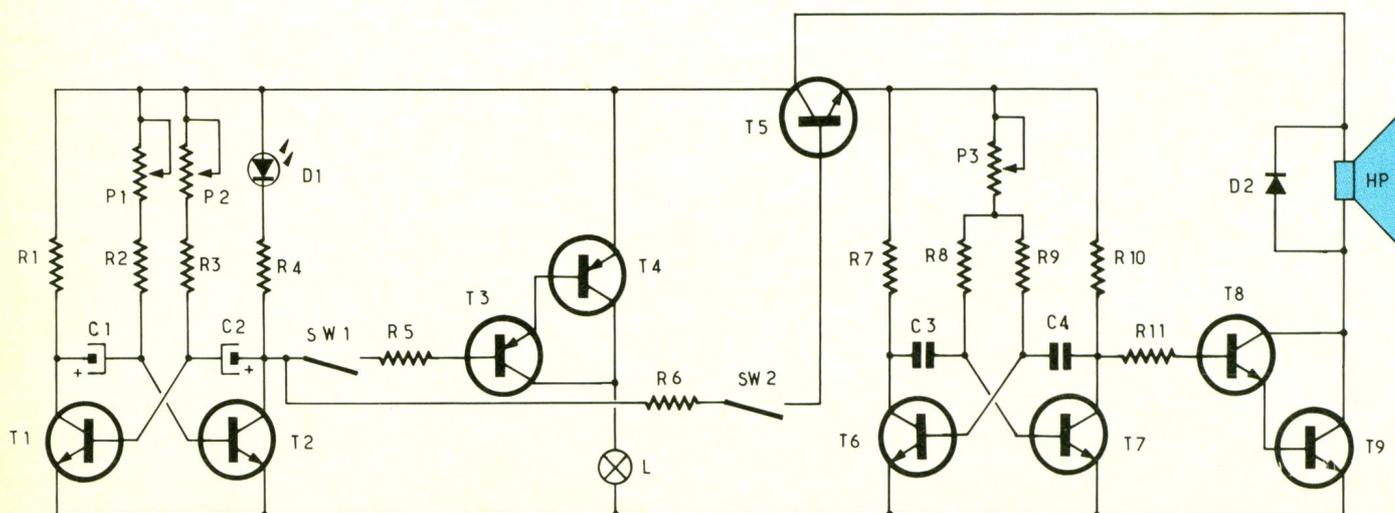
### Schéma de principe du montage

Nous remarquons effectivement sur le schéma théorique de la figure 2 certaines modifications :

#### • Eléments ajoutés

Deux interrupteurs (switch)  $SW_1$  et  $SW_2$ . Suivant la contrainte « a », ils permettent de configurer le montage comme désiré, et ce, selon le tableau de la figure 4.

Deux potentiomètres  $P_1$  et  $P_2$ . Suivant la contrainte « c », les deux résistances de base de la fonction clignotant deviennent maintenant ajustables, ce qui



# 2

Schéma de principe.

Références	Désignation	Valeur	Observations
R <sub>1</sub> , R <sub>7</sub> , R <sub>10</sub>	Résistances	1 kΩ	marron, noir, rouge
R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> , R <sub>8</sub> , R <sub>9</sub>	Résistances	10 kΩ	marron, noir, orange
R <sub>4</sub>	Résistance	220 Ω	rouge, rouge, marron
R <sub>5</sub> , R <sub>6</sub>	Résistances	4,7 kΩ	jaune, violet, rouge
R <sub>11</sub>	Résistances	47 kΩ	jaune, violet, orange
P <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	Potentiomètre	100 kΩ	
P <sub>3</sub>	Potentiomètre	47 kΩ	
C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	Condensateur	6,8 μF	électro-chimique ; attention au sens de branchement
C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub>	Condensateur	47 nF	jaune, violet, orange
D <sub>2</sub>	Diode	1N4001	Diode de roue libre soudée sur le HP rouge
D <sub>1</sub>	DEL		rouge
T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>5</sub>	Transistor NPN	BC 238	ou équivalent BC 108
T <sub>6</sub> , T <sub>7</sub> , T <sub>8</sub>	Transistor NPN	BC 408, BC 548, 2N2222...	
T <sub>9</sub>	Transistor NPN	2N1711	ou BD 135, 2N3055... suivant puissance du HP
T <sub>3</sub>	Transistor PNP	BC 308	ou équivalent BC 328-BC 158...
T <sub>4</sub>	Transistor PNP	2N2904	ou BD 166, 2N2955 suivant puissance de L
L	Ampoule	6 V-2,4 W	(ampoule de phare de vélo)
SW <sub>1</sub> -SW <sub>2</sub>	Inverseurs		

### 3 Nomenclature des composants.

### 4 Configuration du montage à l'aide de switches.

SW <sub>1</sub>	SW <sub>2</sub>	Fonctionnement
OFF	OFF	Réglage du signal
OFF	ON	Signal sonore
ON	OFF	Signal lumineux
ON	ON	Signal sonore et lumineux

### Partie mécanique – boîtier

Comme pour le projet n° 1, nous avons choisi d'utiliser un boîtier extrêmement facile à se procurer, il s'agit d'une boîte de dérivation.

Voici la disponibilité en volume de ce modèle : 100 mm x 100 mm x 60 mm.

Suivant les contraintes « e » et « g », nous nous apercevons rapidement qu'il nous sera impossible de loger le haut-parleur (même de taille réduite, notre modèle a pour diamètre 65 mm) avec la classique pile de 4,5 V de type 3R12, tout en réservant suffisamment de place pour le circuit électronique. Afin que l'appareil conserve néanmoins son caractère transportable (contrainte « e ») mieux vaut ne pas trop augmenter les dimensions du boîtier. En revanche, une analyse rapide de la position du haut-parleur, de forme circulaire, placé dans le fond du boîtier de forme carrée, laisse nettement apparaître, dans les angles, quatre espaces inutilement perdus. Quatre piles rondes de type R14 peuvent y prendre place. De plus, l'association en série de ces quatre piles augmentera la capacité énergétique ainsi que la tension de service, qui passera donc à 6 V.

### Avant-projet

Après analyse des différentes contraintes, voici une disposition possible de tous les éléments du montage dessinée à la **figure 5**. Nous pouvons réserver les deux zones hachurées du circuit imprimé pour implanter les transis-

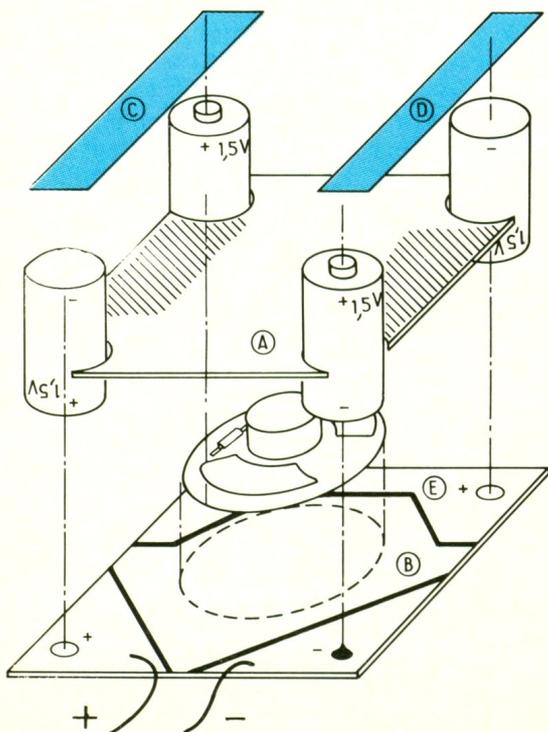
permet d'effectuer un réglage fin du temps d'illumination et du temps d'allumage de la diode DEL.

#### ● Éléments supprimés

Le potentiomètre de réglage du volume devient maintenant inutile. Le signal sonore doit évidemment être puissant. En ce qui concerne la fonction clignotant, une seule DEL suffit pour réaliser le témoin lumineux. Une résistance remplace l'autre DEL.

### Nomenclature (fig. 3)

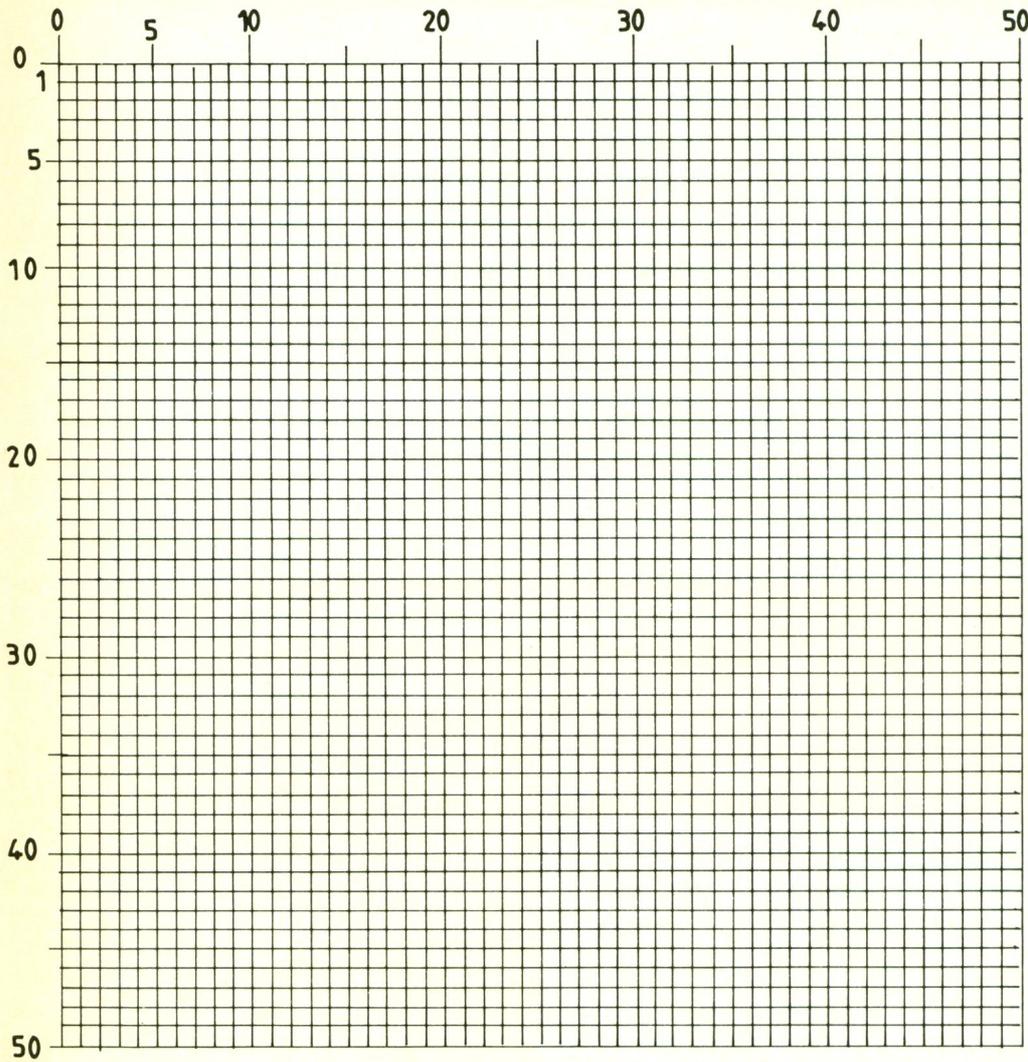
Quelles valeurs choisir pour les composants ? Vous pouvez vous baser sur les modules déjà réalisés pour choisir les composants des fonctions clignotant et générateur de sons. La contrainte « f » impose, en revanche, plusieurs configurations possibles pour les interfaces de puissance.



### 5 Vue d'ensemble de l'avant-projet.

# 6

Tracé d'une grille au pas de 2,54 mm servant à la réalisation de circuits imprimés.



quatre piles rondes de 1,5 V en série.

## Le circuit imprimé

Avant de se lancer directement dans la recherche du dessin du CI, voici d'abord quelques indications.

Suivant la norme, un circuit imprimé se réalise généralement à l'aide d'une grille au pas de 2,54 mm.

Pourquoi ?

Cette mesure de 2,54 mm (correspondant à 1/10<sup>e</sup> de pouce) sert de référence, d'unité, aux fabricants de composants électroniques. Pour vous en persuader, procurez-vous différents composants tels un circuit intégré, une résistance ajustable, un potentiomètre, un relais, etc. et positionnez-les sur une grille du type de la **figure 6**. Vous constatez que les distances entre leurs différentes pattes correspondent bien au pas ou à un multiple du pas de 2,54 mm.

*Remarque :* il arrive cependant que l'on trouve aussi des demipas (la référence faisant appel, dans ce cas-là, à une grille au pas de 1,27 mm, c'est-à-dire de 1/20<sup>e</sup> de pouce).

Pour implanter un composant à sorties axiales sur un circuit, il faut lui plier les pattes. Utilisez, de préférence, la relation de la **figure 7**.

Tous les composants à sorties radiales présentent une distance imposée entre pattes dont il faut, bien entendu, tenir compte lors de l'élaboration du CI (**fig. 8**).

Pour un composant donné, sa taille, son encombrement sur le circuit peuvent varier énormément suivant ses caractéristiques (tensions de service des condensateurs par exemple) ou même suivant le fabricant. Assurez-vous donc de posséder tous ces composants aux dimensions incertaines avant de commencer votre implantation.

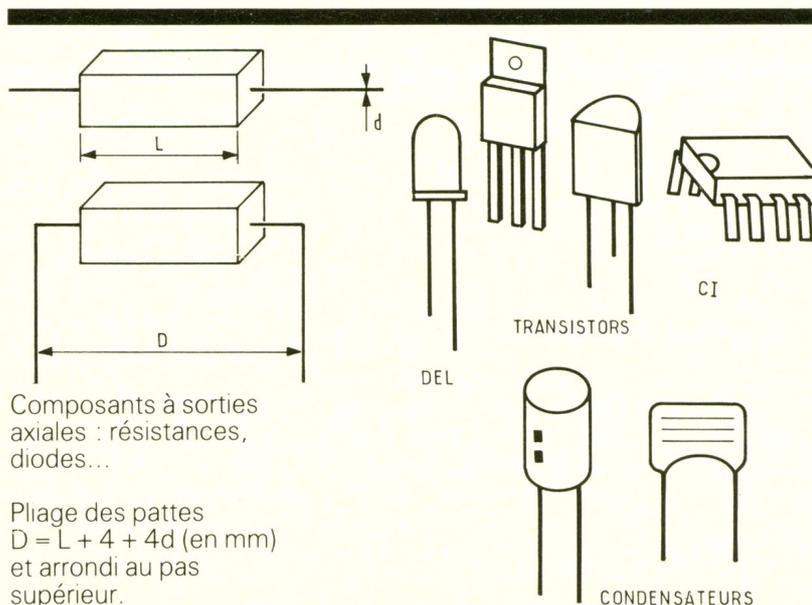
Deux composants ne doivent pas se chevaucher. Leurs corps doivent être quelque peu distants.

## REALISATION DU CIRCUIT IMPRIME

Un CI se réalise en trois phases successives : l'implantation suivie du pastillage, et enfin le routage. Travaillez, de préférence,

tors de puissance (possibilité d'utiliser des transistors de type TO39, TO126, TO220 ou même TO3 avec leur radiateur, voir **fig. 12**).

A, circuit imprimé principal, B, support de haut-parleur réalisé en cuivre époxy servant également de coupleur de piles. C, D et E permettent de relier les

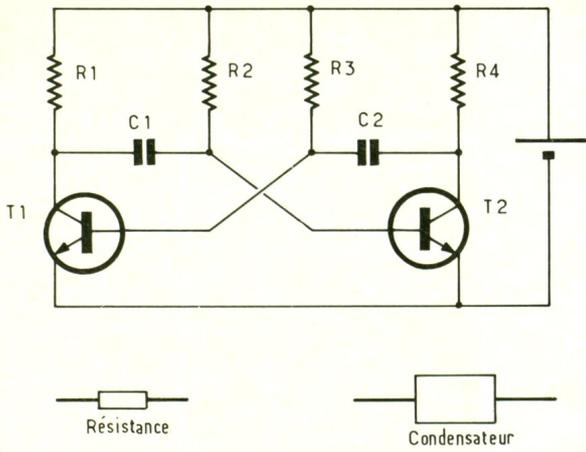


Composants à sorties axiales : résistances, diodes...

Pliage des pattes  
 $D = L + 4 + 4d$  (en mm)  
 et arrondi au pas supérieur.

**7** Calcul des pliages de composants à sorties axiales.

**8** Le pastillage est imposé pour les composants à sorties radiales.



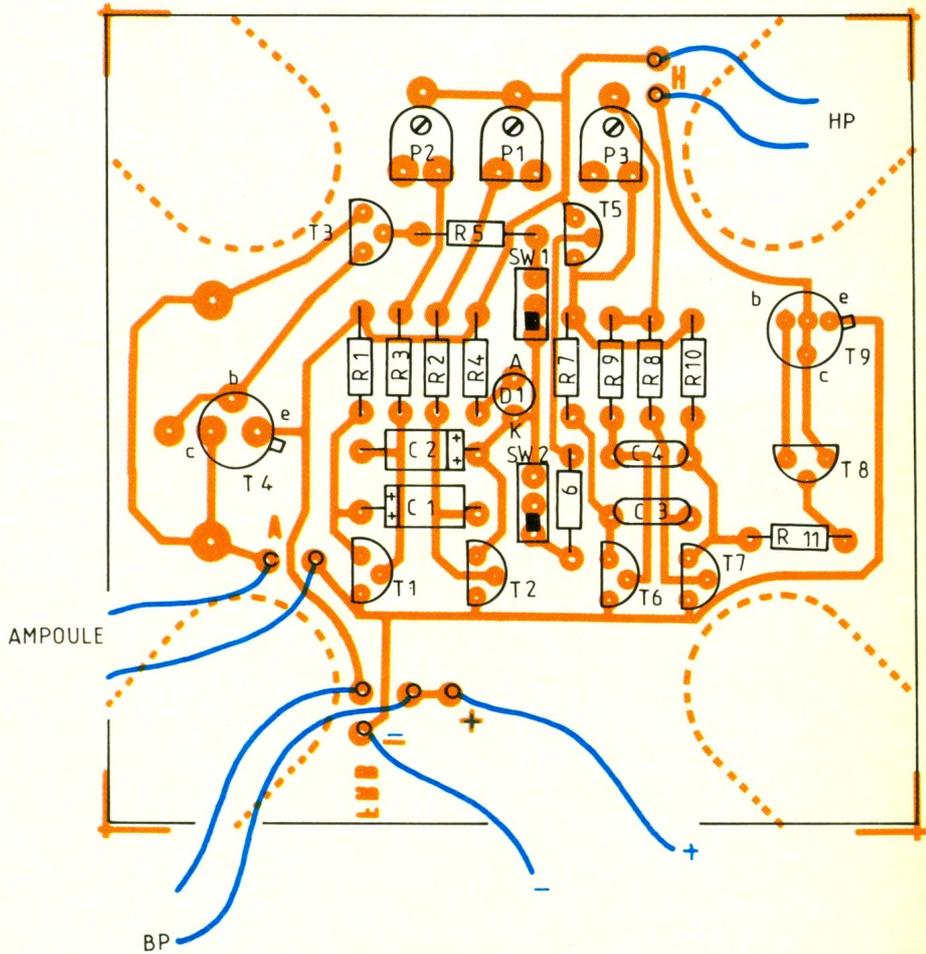
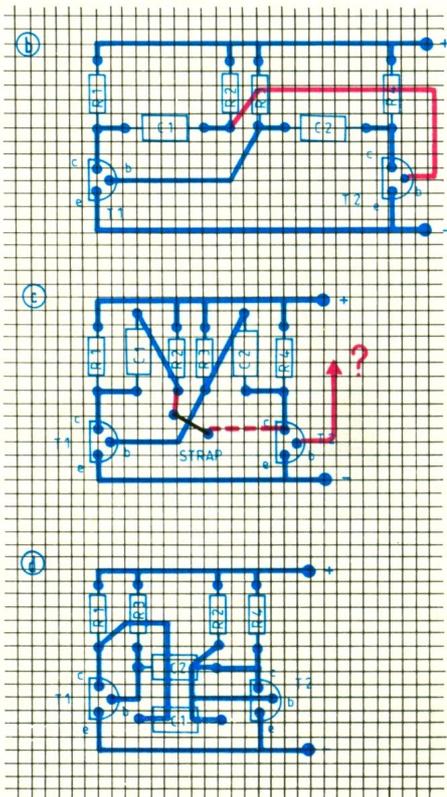
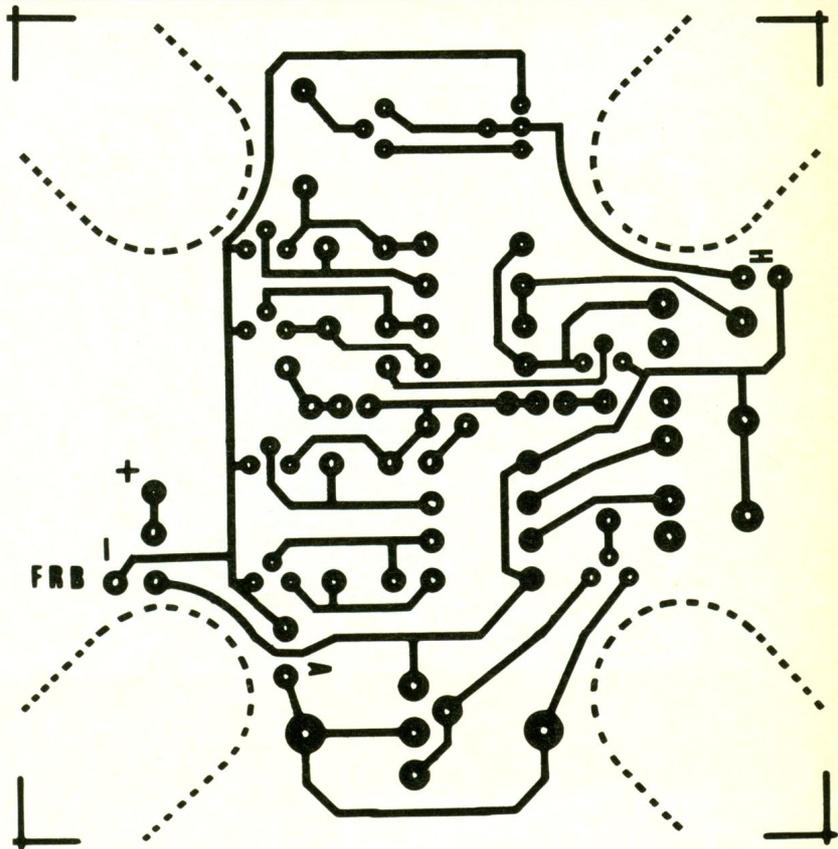
sur papier calque, que vous placerez sur la grille normalisée de la figure 6.

### L'implantation

Vous devez trouver la bonne place des différents composants en respectant les règles énoncées ci-dessus.

### Le routage

Vous cherchez et dessinez les pistes reliant les différentes pastilles afin de retrouver sur le CI exactement les mêmes liaisons entre composants que celles définies par le schéma théorique.



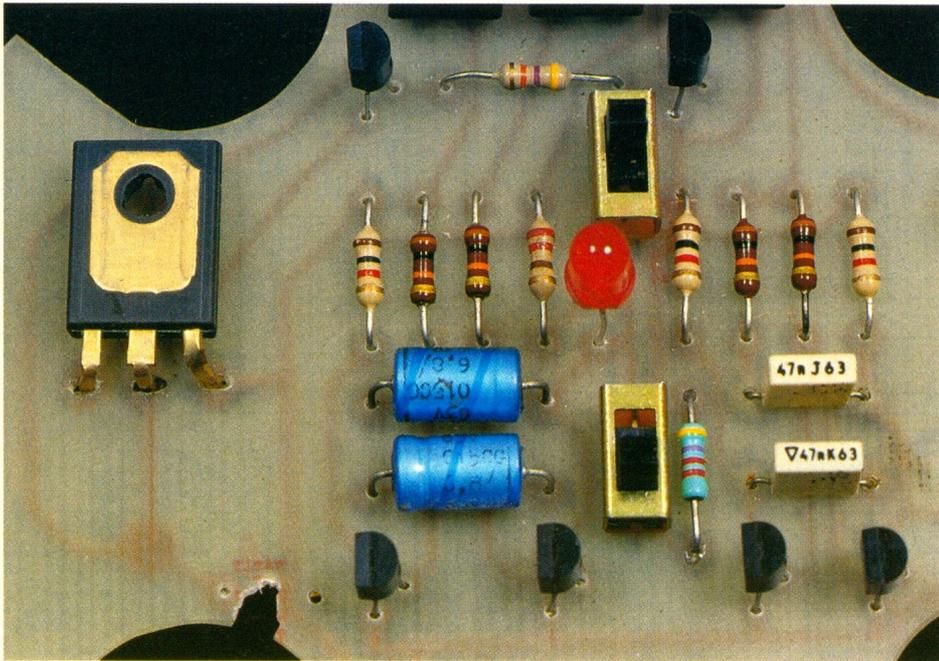


Photo 2. – Sur la gauche se situe le transistor de puissance.

### Travail de recherche

Essayons de concevoir, pour commencer, le dessin du circuit imprimé d'un multivibrateur astable (fig. 9a).

La première idée consiste à placer les composants exactement comme dans le schéma de principe (fig. 9b). Implantation et pastillage ne posent donc aucune difficulté. Concernant le routage, en revanche, un premier

problème apparaît pour relier la base de  $T_2$  à  $R_2$  et  $C_1$ . L'on ne peut pas transposer les liaisons du schéma de principe, car il devient évidemment impossible de croiser les pistes de cuivre sans établir de contact entre elles ! Il existe pourtant une solution : elle consiste à contourner les obstacles (dessin de la piste en bleu).

Attention, ce n'est pas toujours aussi évident ! Voici le premier routage terminé. Le dessin du CI, électroniquement réussi, ne peut cependant pas nous satisfaire car il occupe une place trop importante. Vous serez très souvent amené à concevoir des circuits imprimés ayant des dimensions maximales imposées, c'est d'ailleurs le cas pour notre montage de ce mois-ci. Il faut donc OPTIMISER l'implantation des composants (rendre meilleur leur emplacement afin de gagner de la surface).

Pour optimiser, modifions l'implantation horizontale des condensateurs, responsable d'un gaspillage de place important (fig. 9c).

Malheureusement, ce nouvel emplacement rend désormais impossible la jonction entre la base de  $T_2$  et  $R_2-C_1$  sauf en ajoutant un STRAP (liaison effectuée côté composant) dans le circuit, solution autant que possible à éviter (dessin de la piste en pointillé bleu).

Avec le troisième essai et pour améliorer convenablement le CI, nous allons optimiser maintenant non seulement l'implantation mais également le routage. Vous avez dû constater, en effet, sur le schéma de principe, que les problèmes de routage venaient essentiellement du croisement des deux circuits de base de  $T_1$  et  $T_2$ . Supprimons donc cette difficulté en intervertissant  $R_2$  et  $R_3$  (fig. 9d).

Le résultat est presque parfait bien qu'un trop grand espace sépare dorénavant  $R_3$  de  $R_2$ , ce qui va d'ailleurs devenir bien gênant pour notre fabrication, dans la mesure où la place limitée concerne surtout la largeur de l'implantation (à cause des deux zones réservées, hachurées sur la fig. 5).

La solution finale, adaptée aux contraintes de notre montage, consistera à placer les transistors au-dessous des condensateurs, ce qui permet d'assurer l'implantation des composants du multivibrateur sur une largeur de six pas (sans compter la diode DEL). Voir figures 10 et 11.

### Un conseil pour vous faciliter le travail

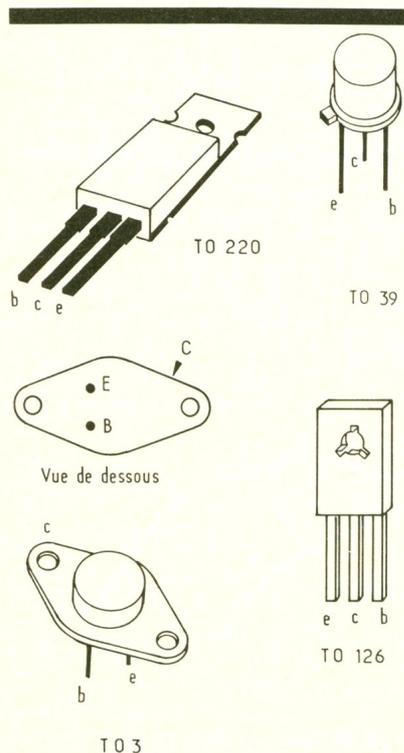
Si vous n'avez pas encore l'habitude de réaliser des circuits imprimés, repassez systématiquement, au stylo feutre de couleur, sur le schéma de principe (ou mieux sur une photocopie), toutes les liaisons dont vous venez d'assurer le routage. Vous serez ainsi certain de n'en oublier aucune.

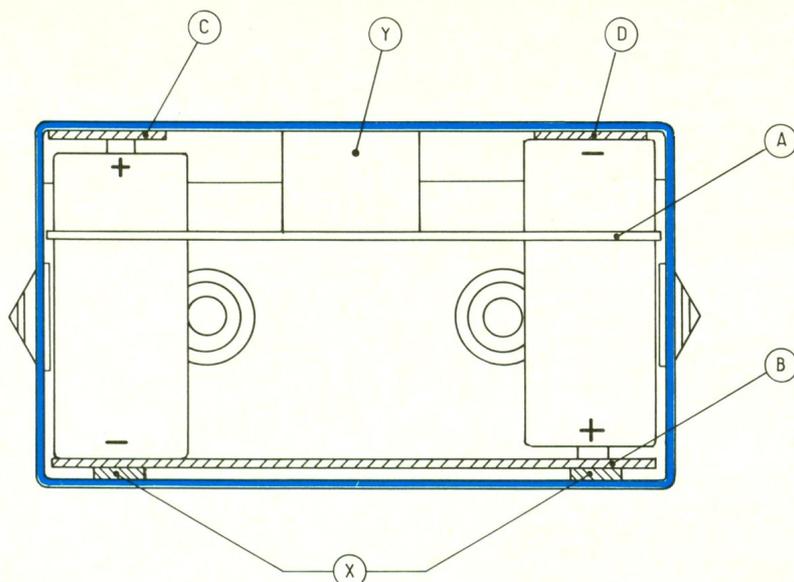
### FABRICATION

Nous n'allons aborder que les problèmes les plus importants de la fabrication.

L'ajustage du circuit A et la découpe des logements des piles s'effectue, bien sûr, avant toute implantation et soudure des composants.

Le haut-parleur se fixe sur la plaque B. Vous pouvez réutiliser le gabarit de perçage proposé dans E.P. n° 137. Les différentes zones de la plaque B se réalisent suivant le mode de gravure dit à « l'anglaise », où un minimum de cuivre est enlevé. Les lignes d'isolement (séparations entre les différents secteurs) visibles sur les photographies ainsi que sur la figure 5 peuvent se graver





à la scie ou avec une petite fraise montée sur perceuse.

La fixation des différents éléments de l'appareil ne nécessite aucune vis à condition de déterminer avec exactitude les hauteurs des cales « X » et « Y » collées à l'intérieur du boîtier (fig. 13) (d'excellents exercices en perspective : prise de mesure avec la jauge de profondeur du pied à coulisse ou bien lecture des documents constructeur). La plaque B posée sur les deux cales « X » est immobilisée par la pression exercée par les quatre piles (une fois le couvercle fermé bien sûr). Quant à la plaque A, posée sur les cônes de protection des sorties, elle se trouve bloquée par les deux cales « Y ». Pour notre réalisation une largeur de 3 mm pour « X » et une hauteur de 20 mm pour « Y » se sont avérées parfaites.

Les piles présentent au milieu de leur base (pôle « - ») un léger rentrant. Leur positionnement se réalisera parfaitement si vous

prenez soin de déposer sur le circuit (au bon endroit !) un petit cône de soudure.

Une fenêtre de visualisation a été percée dans le couvercle au niveau de la diode DEL témoin.

Pour pouvoir régler le signal, boîtier fermé, vous pouvez percer à nouveau le couvercle au-dessus des switches et des potentiomètres. Des trous de diamètre 5 mm seront ensuite obstrués. N'oubliez surtout pas de repérer la bonne orientation du couvercle ! (risque de court-circuiter deux piles).

## INSTALLATION

Vous pouvez installer l'ampoule de puissance au-dessus du boîtier pour obtenir une balise de sécurité portable. Si vous désirez, en revanche, fixer le montage sur votre vélo, mieux vaut alors utiliser directement votre phare, à condition de bien isoler le montage électronique de la tension alternative de la dynamo (voir fig. 14).

## CONCLUSION

Voilà votre deuxième projet achevé.

Pas très compliqué tout cela, diront des « spécialistes », habitués à souder d'impressionnants montages...

Rappelez-vous cependant notre souhait de départ : progresser raisonnablement en évitant de sauter les étapes.

La réalisation de ce mois-ci marque néanmoins un tournant important dans votre apprentissage. Vous avez, en effet, conçu entièrement ce projet depuis la mise au point du prototype jusqu'à sa fabrication. Vous pouvez d'ores et déjà transposer cette même démarche de conception de circuit avec les montages prototypes que vous avez probablement déjà trouvés (voir « autres effets sonores », propositions de recherche indiquées dans le numéro précédent).

Par ailleurs, grâce aux expérimentations effectuées lors de la mise au point du prototype, vous connaissez maintenant le rôle de tous les composants de ce montage.

Vous pouvez, sans difficulté aucune, décomposer le schéma gé-

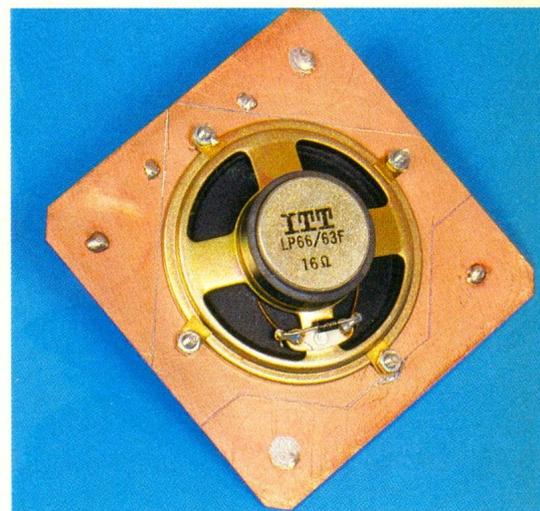
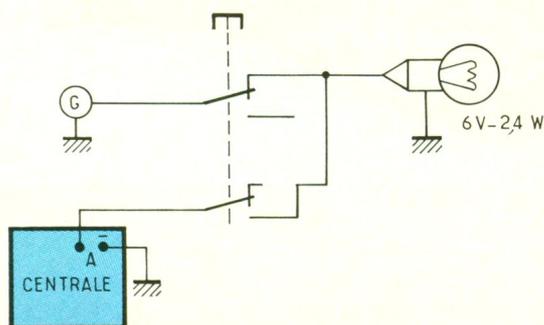


Photo 3. – Vue du haut-parleur immobilisé par des vis sur un morceau d'époxy.

néral en fonctions principales, fonctions secondaires... et réaliser ainsi la démarche d'analyse inverse (démarche descendante).

Cette APPROCHE SYSTEMIQUE, qui vous permet d'étudier un montage électronique tel un objet technique, est tout à fait fondamentale en technologie.

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



# ALARME AUTO TELECOMMANDEE



La plupart des alarmes auto utilisent un interrupteur de commande dissimulé le plus souvent sous le tableau de bord. Cette pratique reste cependant peu rationnelle, car une personne mal intentionnée pourra facilement localiser son emplacement et annuler aisément l'alarme après effraction.

La solution de la commande à distance est certes séduisante, mais la miniaturisation indispensable de l'émetteur n'est pas à la portée de tous les amateurs. Dans ces conditions, pourquoi ne pas profiter de l'émetteur de condamnation à distance des portes qui équipent de plus en plus de véhicules ?

Le montage que nous vous proposons présente des caractéristiques que l'on retrouve couramment. Son originalité repose cependant sur sa commande. En effet, le seul fait de fermer les portes du véhicule à l'aide de la télécommande d'origine met en service l'alarme.

Celle-ci, nous le verrons plus loin, ne peut être mise hors service que par une nouvelle impulsion sur cette télécommande. De ce fait, l'utilisateur n'a plus à se soucier de son alarme, car il ne peut rentrer dans son véhicule que si les portes sont décondamnées, donc l'alarme hors service.

Nous avons souhaité présenter une alarme de très haute fiabilité. C'est la raison pour laquelle nous avons repris certains éléments de notre alarme haute fiabilité (E.P. n° 105) qui avait rencontré un vif succès auprès de nos lecteurs.

Pour ne pas déroger à nos habitudes, nous nous sommes, une fois de plus, contraints à n'employer que des composants classiques, afin de permettre un approvisionnement sans problème. Nous terminerons ce tour d'horizon en précisant qu'aucun appareil de mesure n'est indispensable pour la mise au point.

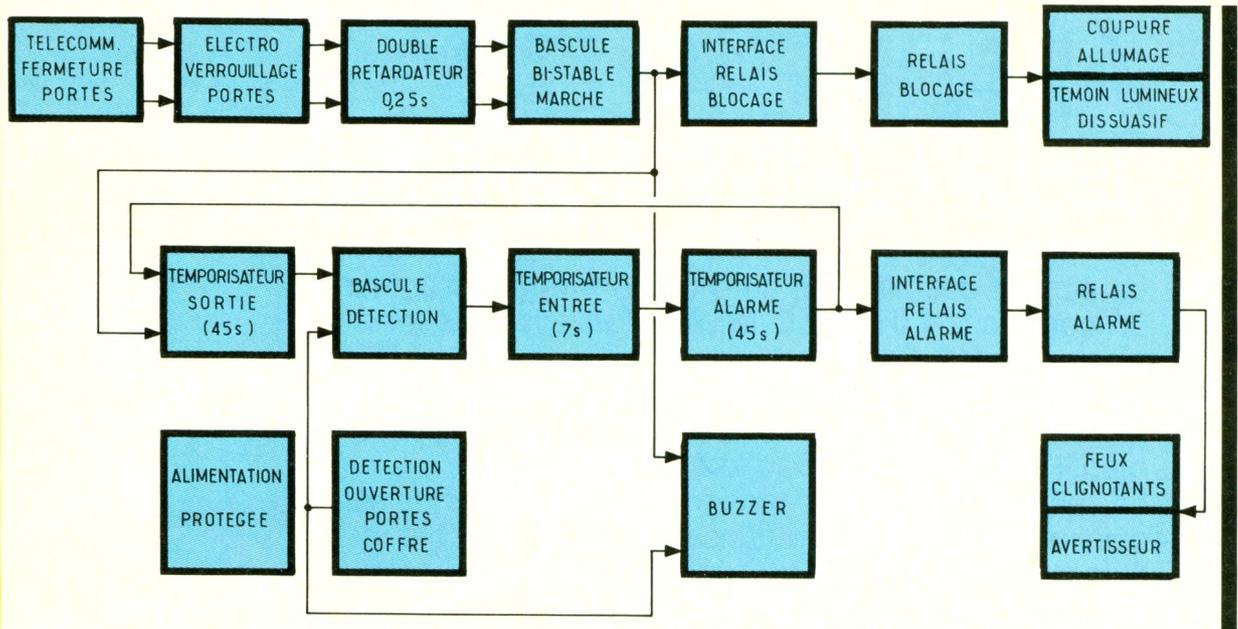
## I - PRESENTATION DU MONTAGE

Le conducteur quitte son véhicule et ferme les portes à l'aide de la télécommande infrarouge (codée) qui équipe la voiture. Si-



1

Le schéma synoptique : afin de faciliter l'utilisation, l'alarme comporte entre autres trois temporisations.



multanément, les portes se condamnent et l'alarme est mise en service. De plus, un témoin lumineux clignote sur la planche de bord afin d'assurer un effet dissuasif indispensable, accessoirement pour renseigner l'utilisateur.

Parallèlement, l'allumage du moteur est coupé, interdisant toute tentative de mise en marche frauduleuse du moteur.

Si une des portes ou le coffre est resté ouvert, un buzzer émet un signal sonore afin d'alerter le conducteur de cette anomalie, dans le but évident d'éviter un déclenchement intempestif.

Examinons l'hypothèse la plus courante (fort heureusement !) où le conducteur désire entrer dans son véhicule. Obligatoirement, il agit sur la télécommande pour décondamner les portes. Aussitôt, l'alarme est mise hors service et l'ouverture d'une porte ou du coffre est sans conséquence.

Deuxième scénario (plus sombre) où la personne ne dispose pas de télécommande (et pour cause !). La porte sera ouverte par effraction. Aussitôt le buzzer émet son signal sonore. Après un retard de 7 secondes environ, l'alarme est déclenchée :

- fonctionnement cadencé de l'avertisseur qui équipe d'origine le véhicule ;

- allumage pulsé des quatre feux clignotants afin de rendre le véhicule facilement repérable.

Après un délai de 45 secondes environ, l'alarme est automati-

quement stoppée. Ce n'est qu'à l'issue de 45 secondes qu'elle pourra se déclencher si une issue est toujours ouverte.

Nous avons particulièrement veillé à protéger ce montage contre les déclenchements intempestifs. C'est la raison pour laquelle nous avons rejeté la solution de la détection par ultrasons, ainsi que par baisse de tension.

La température extérieure peut être comprise entre  $-20^{\circ}$  et  $+60^{\circ}$ . Nous n'avons jamais, dans ces conditions, constaté de déclenchement malheureux. Le fonctionnement correct de cette alarme est garanti pour une tension de batterie entre 8 V et 16 V.

Tout comme la version précédente, nous nous sommes refusés à placer des résistances ajustables pour régler les temporisations. L'humidité et les trépidations viennent à bout de ces composants, et le fonctionnement devient aléatoire.

## II - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La figure 1 représente le synoptique de ce montage. Lors de la fermeture des portes, les électroaimants des équipant sont commandés. La bascule est sollicitée par l'intermédiaire d'un retardateur dont le rôle est d'éviter un fonctionnement anarchique par les parasites présents sur les circuits électriques.

Par le biais d'une interface, le relais de blocage est actionné per-

mettant la coupure de l'allumage et l'alimentation du témoin lumineux.

Simultanément, le temporisateur de sortie de 45 s est activé. A l'issue de ce délai, le circuit de détection est opérationnel. Si une issue est ouverte, le buzzer est commandé, tandis que l'événement est enregistré par la bascule détection.

Dès lors, après la temporisation d'entrée de 7 s, l'alarme est déclenchée. Pendant 45 s, le relais d'alarme pulsé, commandant ainsi les feux clignotants et l'avertisseur.

Nous remarquerons enfin qu'à l'issue de l'alarme, le temporisateur de sortie est forcé à nouveau à sa position de départ. En effet, cela permet d'effectuer une pause dans la séquence d'alarme qui, rappelons-le, ne doit pas être continue.

## III - FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

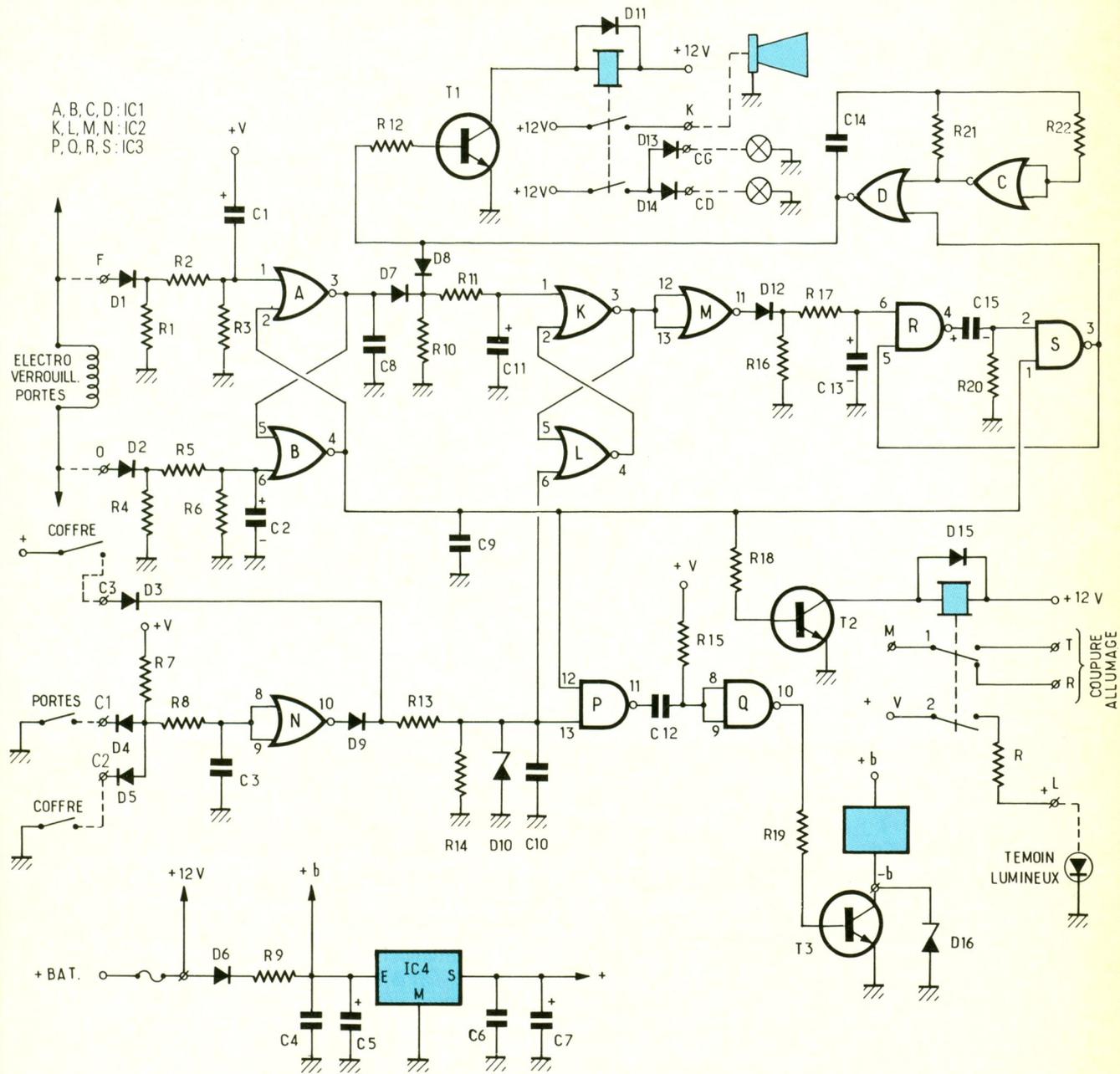
### a) Mise en service

Les électroaimants assurant la fermeture des portes sont à simples enroulements (fig. 2). Ceux-ci sont alimentés dans un sens ou dans l'autre par le récepteur de télécommande, selon que l'on désire condamner ou décondamner les portes.

Il nous suffit donc de prélever l'impulsion positive sur le fil F (fermeture). C<sub>1</sub> se charge assez len-

# 2

Le schéma de principe : la condamnation électromagnétique des portes permet la mise en service de la surveillance.



tement par R<sub>2</sub>. Nous retrouvons donc, après un léger retard, un niveau 1 (NV<sub>1</sub>) en A<sub>1</sub>. Remarquons cependant le point diviseur R<sub>2</sub>/R<sub>3</sub> car l'impulsion est en 12 V et nos circuits logiques ne supportent pas plus de 5 V.

Aussitôt, la sortie S<sub>4</sub> passe au NV<sub>1</sub>. Cela permet de polariser T<sub>1</sub> via R<sub>18</sub>. T<sub>2</sub> en se conduisant autorise l'alimentation du relais de blocage. Le contact 2 assure l'allumage de la LED clignotante au tableau de bord, tandis que le contact repos 1 garantit la coupure de l'allumage du moteur.

Supposons que le coffre arrière est mal fermé. La borne C<sub>3</sub> reçoit un +12 V. Celui-ci est transmis à l'entrée P<sub>13</sub> par D<sub>3</sub> et R<sub>13</sub>. La sortie P<sub>11</sub> passe au NV<sub>0</sub>, ce qui

assure la charge de C<sub>12</sub>. Pendant une seconde, Q<sub>10</sub> sera au NV<sub>1</sub>, entraînant la polarisation de T<sub>3</sub> par R<sub>19</sub>. T<sub>3</sub> conduit et le buzzer émet fugitivement un signal sonore.

### b) Temporisation de sortie

Lors de la mise en service, A<sub>3</sub> passe au NV<sub>0</sub>. Dès lors, C<sub>11</sub> qui était maintenu chargé par A<sub>3</sub> va se décharger lentement dans R<sub>10</sub>. Ce n'est qu'après 45 s que nous aurons un NV<sub>0</sub> en K<sub>1</sub>.

### c) Détection d'une ouverture

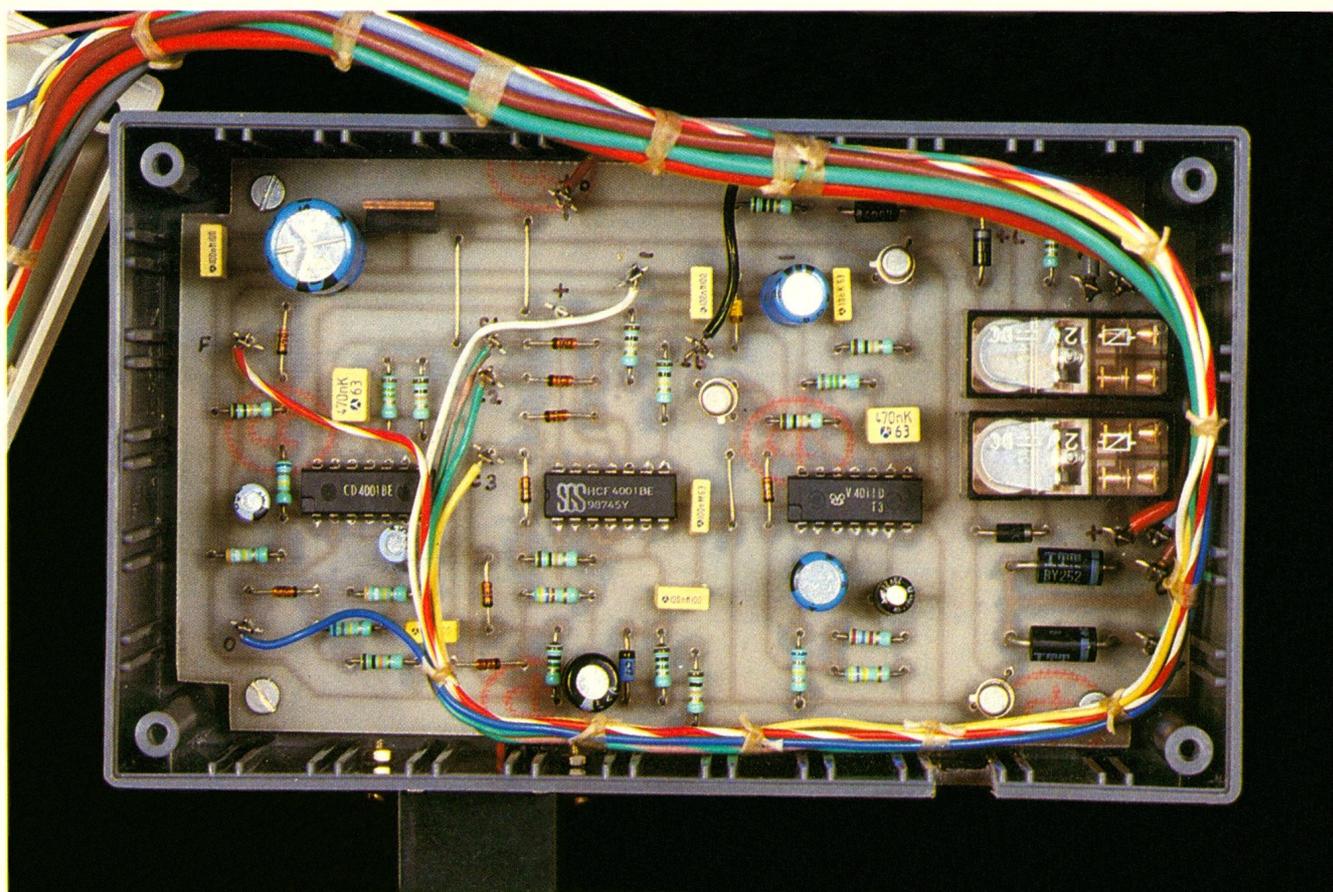
Si une porte est ouverte, N<sub>8</sub>/N<sub>9</sub> sont au NV<sub>0</sub> par R<sub>8</sub> et D<sub>4</sub>. La sor-

tie N<sub>10</sub> est alors au NV<sub>1</sub>. L'entrée P<sub>13</sub> reçoit donc un NV<sub>1</sub> par D<sub>9</sub> et R<sub>13</sub>. Comme nous l'avons vu précédemment, le buzzer est sollicité fugitivement par les portes P et Q.

Le NV<sub>1</sub> est également appliqué sur l'entrée L<sub>6</sub>. La bascule constituée de K et L change d'état. La sortie K<sub>3</sub> passe au NV<sub>1</sub>. Dans ces conditions, il est évident que nous obtenons un NV<sub>0</sub> en M<sub>11</sub>.

### d) Préavis

C<sub>13</sub> n'est plus maintenu chargé par D<sub>12</sub> et R<sub>17</sub>, pouvant ainsi se décharger dans R<sub>13</sub>. Cette opération dure environ 7 s, à l'issue desquelles nous retrouvons un NV<sub>0</sub> sur l'entrée R<sub>5</sub>.



Insertion du module dans un boîtier Retex avec fixation du buzzer à l'extérieur.

#### d) Alarme

Dès que  $R_5$  est au  $NV_0$ , la sortie  $R_4$  passe au  $NV_1$ . Durant les 45 s de charge de  $C_{15}$ , nous retrouverons un  $NV_1$  en  $S_2$ . La sortie  $S_3$  présente évidemment un  $NV_0$ . Cela permet de commander l'oscillateur TBF bâti autour des portes C et D.

Nous retrouvons un signal pulsé en sortie  $D_{11}$ . Celui-ci est utilisé, d'une part, pour recharger  $C_{11}$  via  $D_8$  et  $R_{11}$ , afin de réinitialiser le temporisateur de sortie pour un nouveau cycle. D'autre part,  $T_1$  est polarisé de façon cadencée par  $R_{12}$ . Le relais d'alarme est donc alimenté de manière intermittente afin d'assurer le clignotement des feux par les diodes  $D_{13}$  et  $D_{14}$ , ainsi que le fonctionnement pulsé de l'avertisseur par le contact 1 du même relais.

Nous avons vu que les créneaux positifs présents sur la sortie  $D_{12}$  sont utilisés pour recharger  $C_{11}$  par  $D_8$  et  $R_{11}$ . Nous obtenons rapidement un  $NV_1$  sur l'entrée  $K_1$ . De ce fait, la bascule constituée des portes K et L change d'état,

la sortie  $K_3$  repasse au  $NV_0$ , tandis que  $M_{11}$  devient un  $NV_1$  permettant la charge rapide de  $C_{13}$ . Le montage, à la fin de l'alarme, est revenu à l'état initial lors de la mise en service. Dans le cas où une ouverture serait détectée, la logique réagirait de la même façon que précédemment.

#### f) Remarques

La diode Zener  $D_{10}$  assure la protection de la porte P, car la tension provenant du contact relié à  $C_3$  via  $D_3$  est de 12 V.  $R_{13}$  et  $D_{10}$  garantissent une tension de l'ordre de 4,5 V.

Le contact du coffre, selon le type de véhicule, peut être soit négatif (relié à la masse), soit positif (relié au +). Dans le premier cas, on utilisera la borne  $C_2$ , tandis que dans l'autre cas il sera nécessaire d'employer la borne  $C_3$ .

Les diodes  $D_{13}$  et  $D_{14}$  autorisent le fonctionnement des clignotants par un seul contact du relais, tout en les séparant électriquement de façon à conserver un circuit droit et un circuit gauche.

## IV - REALISATION PRATIQUE

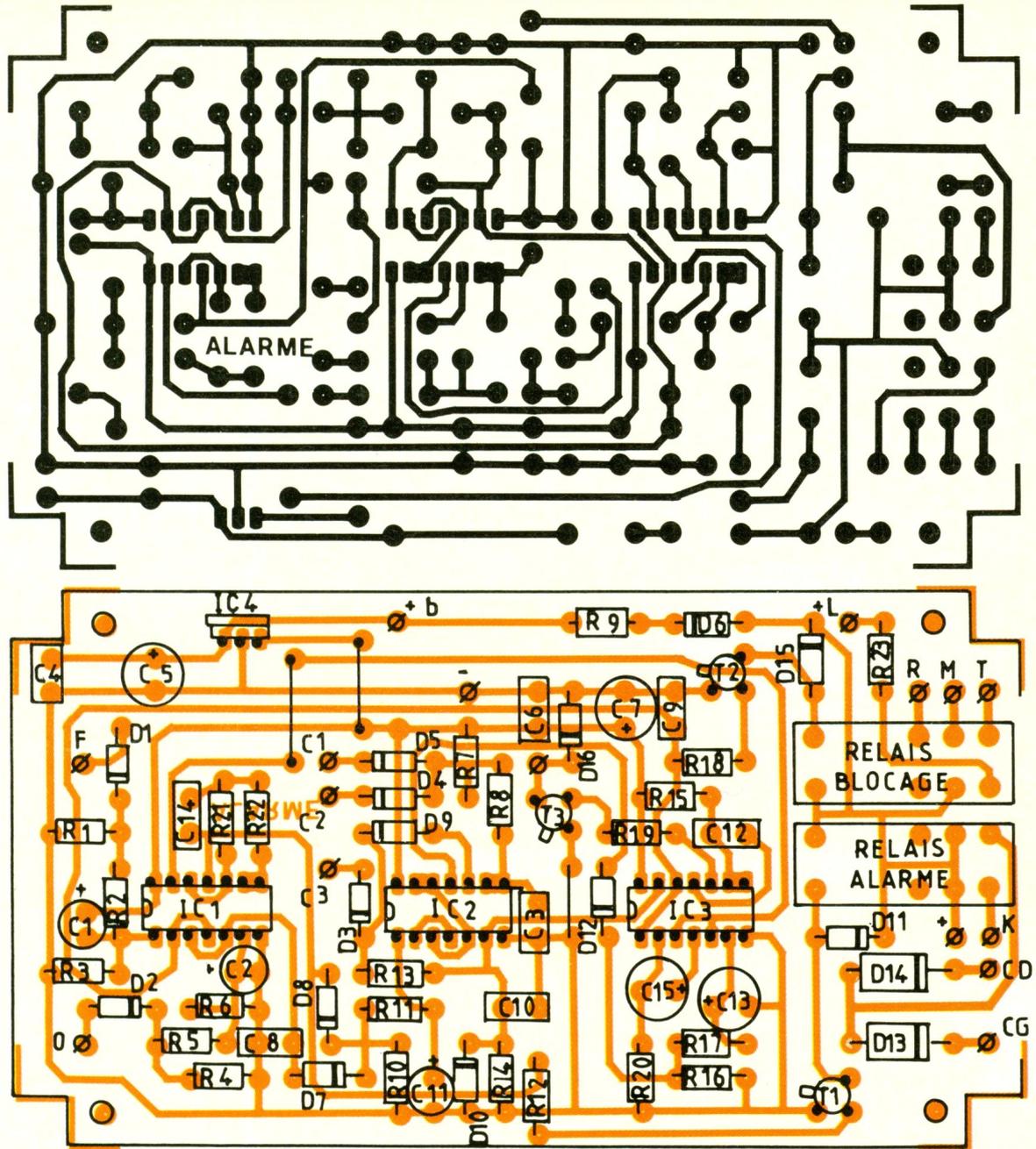
### a) Circuit imprimé

Son tracé est représenté à la figure 3. Nous vous conseillons de respecter impérativement les dimensions préconisées, afin de permettre l'insertion de la carte dans le boîtier. Pour cela, des découpes sont prévues à chaque coin.

Nous vous invitons vivement à opter pour la méthode photographique qui assure un gain de temps non négligeable, et surtout évite tout risque d'erreur, le typhon représenté ayant été testé sur la maquette originale.

En outre, certaines pistes ont été volontairement élargies eu égard au courant important qui pourra parcourir ces pistes (circuit de puissance).

Après préparation, la plaquette pourra être plongée dans le bain de perchlorure de fer. Il est intéressant de préchauffer celui-ci (30 à 40°) pour activer l'opération de gravure.



Il conviendra alors de rincer et de sécher soigneusement le circuit. Ensuite, il suffira de découper la carte selon les repères correspondants. Terminer cet ajustage à la lime douce pour une meilleure présentation.

Le perçage des différents trous s'effectuera de la façon suivante : 0,8 mm pour les CI, 1 mm pour les petits composants, 1,2 mm pour les picots, diodes de puissance et relais, et enfin à 3 mm pour les quatre trous de fixation.

Repérer l'affectation future de chaque borne selon la **figure 4**. Il

est recommandé d'employer pour cela un feutre fin permanent Mecanorma. Ainsi, les risques d'erreur de câblage sont minimisés. De plus, cela facilite grandement la prise de mesures.

On pourra alors procéder à l'insertion des différents composants. Le circuit étant destiné à être installé sur un véhicule soumis aux vibrations et à l'humidité, il est impératif que les soudures soient parfaites. Soudures sèches, s'abstenir !

Est-il besoin de rappeler de bien veiller à la valeur et à la polarité des composants ? Les circuits in-

tégrés logiques seront montés sans support afin d'éviter tout risque d'isolement, toujours pour les mêmes raisons.

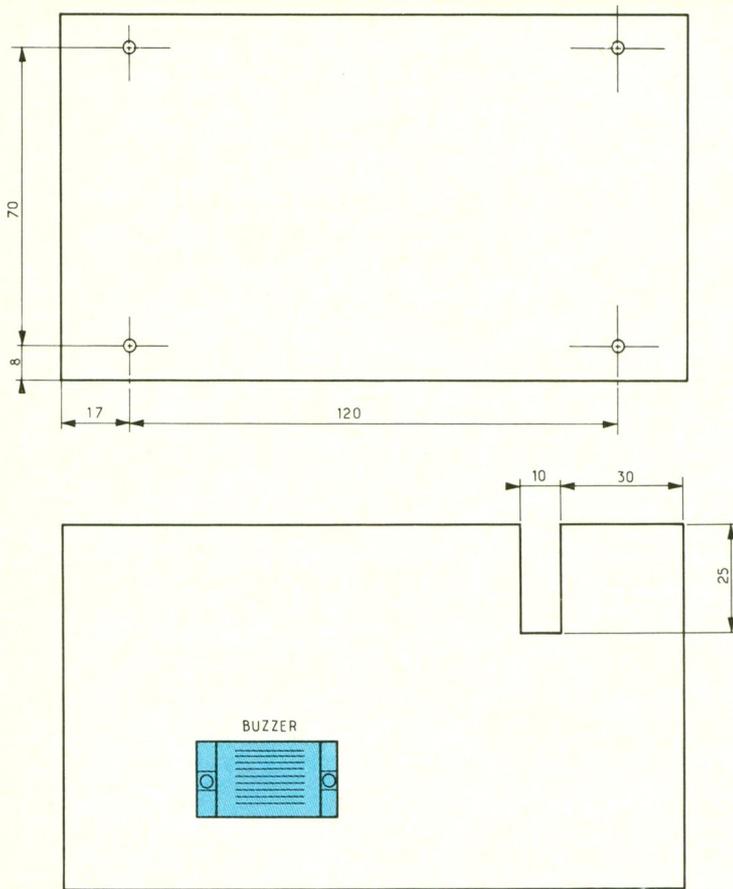
Les lecteurs consciencieux n'hésiteront pas à effectuer un dernier contrôle avant de passer à l'étape suivante.

### b) Montage final

Perçer le fond du coffret selon la **figure 5**. Prévoir également sur le couvercle du boîtier la fixation du domino et fixer ce dernier à l'aide de deux vis de 3 mm. Réaliser l'échancre sur le côté du cof-

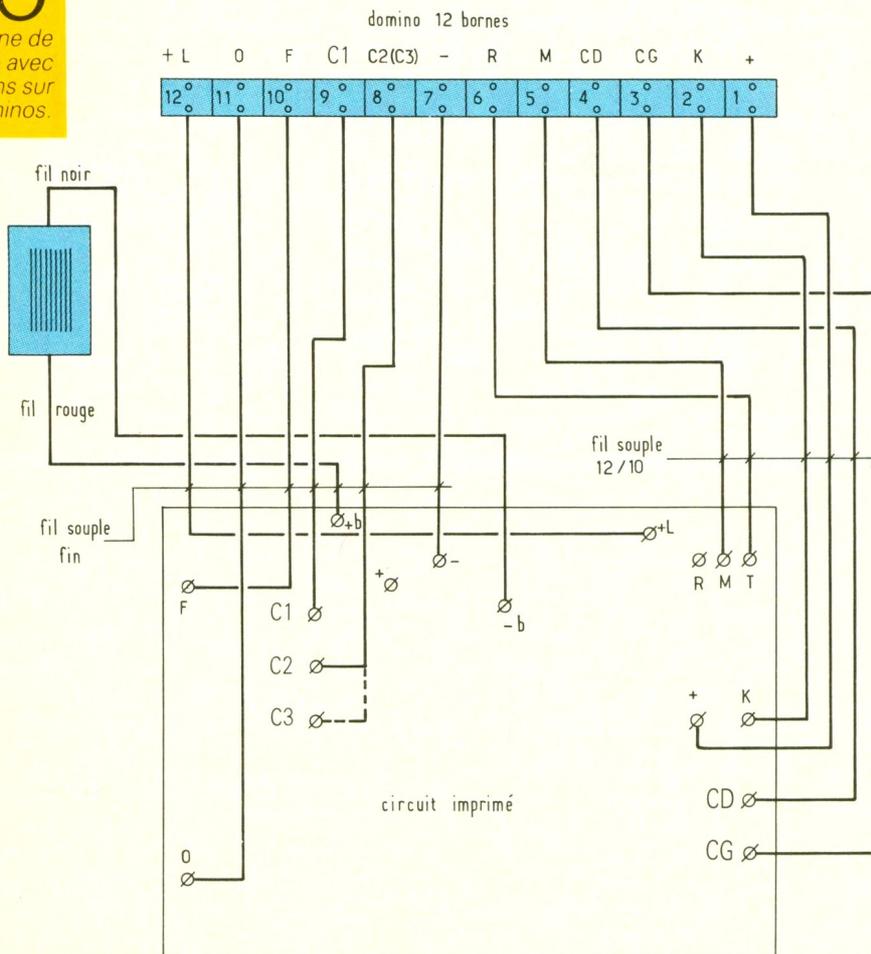
# 5

Perçage du coffret  
- réalisation de  
l'échancrure pour  
le passage du  
câblage.



# 6

Câblage interne de  
la platine avec  
liaisons sur  
dominos.



fret afin de permettre le passage ultérieur du câblage du véhicule. Réaliser le câblage interne selon la figure 6. Noter l'utilité d'utiliser du fil de section suffisante pour les circuits de puissance. Les fils sortant du buzzer devront être allongés pour permettre leur raccordement. Fixer ce dernier à l'extérieur du boîtier, à proximité de l'échancrure, pour éviter tout problème d'humidité.

Noter, à ce stade, qu'il est nécessaire de déterminer le type de contact (positif ou négatif) équipant le coffre de votre voiture. Pour cela, il est facile d'utiliser une simple lampe témoin. Relier une de ses bornes à la masse.

L'autre borne étant reliée au contact, si l'on constate l'allumage du témoin lorsque le coffre est ouvert, il est clair qu'il s'agit d'une commande positive. Dans ce cas, nous utiliserons la borne C3. Le cas contraire nécessitera l'emploi de la borne C2.

## c) Installation sur le véhicule

Tout d'abord, il convient de déterminer l'emplacement le plus approprié pour installer le boîtier. Celui-ci sera de préférence à proximité de la batterie, mais à l'abri, bien sûr, de toute projection d'eau.

Le câblage sera entièrement réalisé en fil de 12/10 de section pour une bonne tenue de fil souple que l'on trouve chez les accessoiristes.

Le fusible volant sera placé à un endroit accessible pour permettre la mise hors service totale de l'alarme lors de la révision au garage.

Pour faciliter les premiers essais, l'avertisseur ne sera pas encore raccordé à l'alarme. Prélever les deux fils aboutissant à l'électroaimant de condamnation d'une porte. Peu importe la porte utilisée, car toutes les bobines sont raccordées en parallèle.

On raccordera provisoirement les fils O et F sur la bobine de l'électro. Il sera aisé aux essais de vérifier si le sens de branchement est correct.

Après un dernier contrôle, on pourra insérer le fusible dans le porte-fusible volant. Le relais de blocage colle, tandis que le relais d'alarme pulse. En outre, la LED clignote.

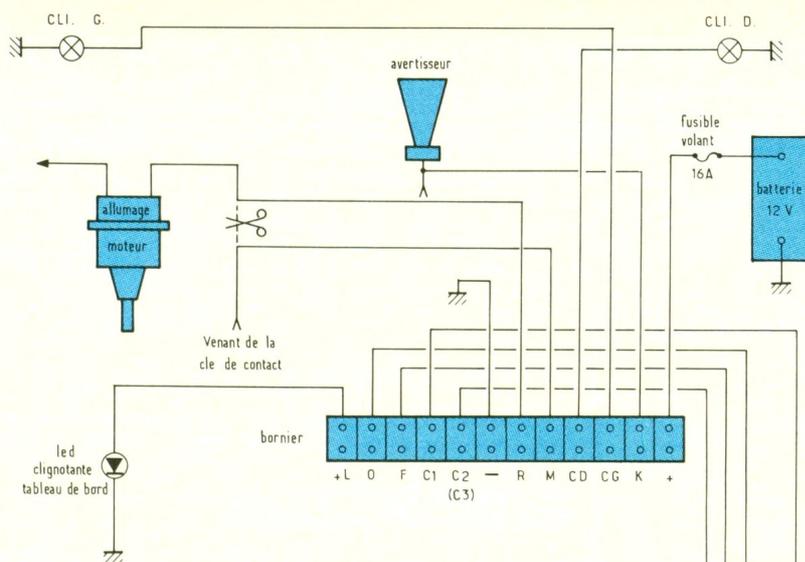
Agir sur la télécommande pour fermer les portes. Le relais doit continuer à pulser. Agir alors une

# 7

Détails des raccords au véhicule.

# 9

Brochages et tables de vérité des différents composants utilisés.



nouvelle fois sur l'émetteur de télécommande pour ouvrir les portes. La LED s'éteint et les relais reviennent au repos. Si le fonctionnement est inversé, il est clair qu'il suffit de permuter les fils O et F sur la bobine de verrouillage de la porte.

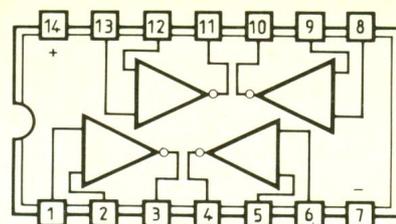
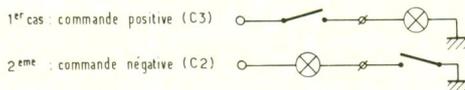
Actionner la télécommande pour fermer les portes, le coffre étant ouvert. Le buzzer émet un signal sonore pour indiquer l'anomalie. La LED clignote attestant que l'alarme est en service. Fermer le coffre. Après environ 45 s, le dispositif passe en veille. Concrètement, rien ne se passe.

Ouvrir une porte avec une clé. Le buzzer émet son bref signal sonore. Environ 7 s après, le montage passe en alarme, et on peut vérifier le clignotement des feux. Cette phase dure environ 45 s, puis le dispositif ne passera à nouveau en veille qu'après 45 s. Il est conseillé de déconnecter l'interrupteur d'ouverture et de fermeture des portes placé d'origine sur la planche de bord afin d'éviter à une personne mal intentionnée de couper l'alarme par simple action sur cette commande.

## V - CONCLUSION

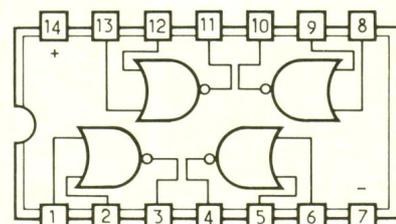
Vous souhaitez installer une alarme sur votre véhicule et, comme l'auteur, vous n'avez que peu de temps. Si votre véhicule dispose d'un verrouillage centralisé des portes avec télécommande, l'alarme que nous vous proposons conviendra à merveille, puisque vous n'aurez plus à vous en soucier.

Les câblages seront réalisés en fil souple 12/10



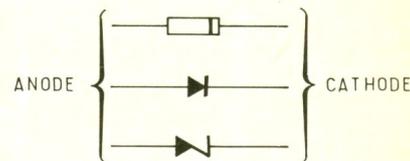
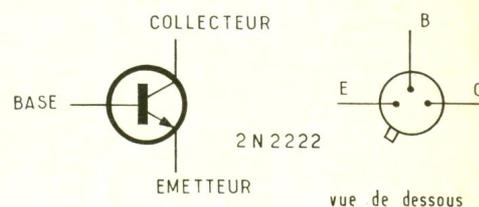
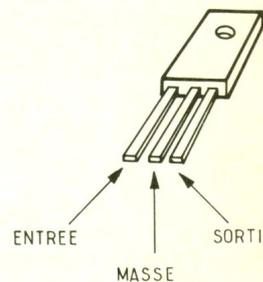
NAND

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

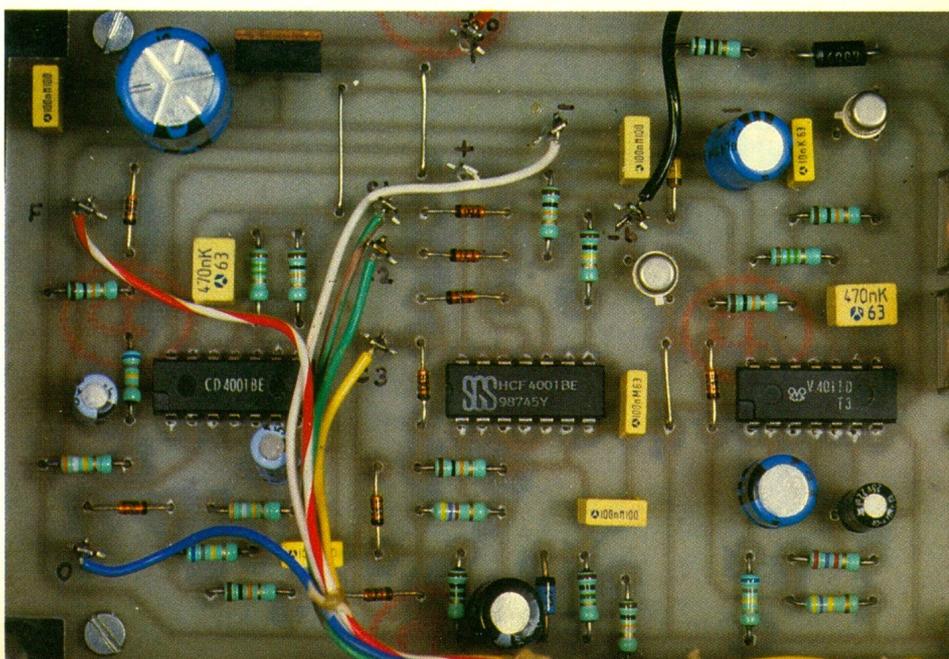


NOR

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

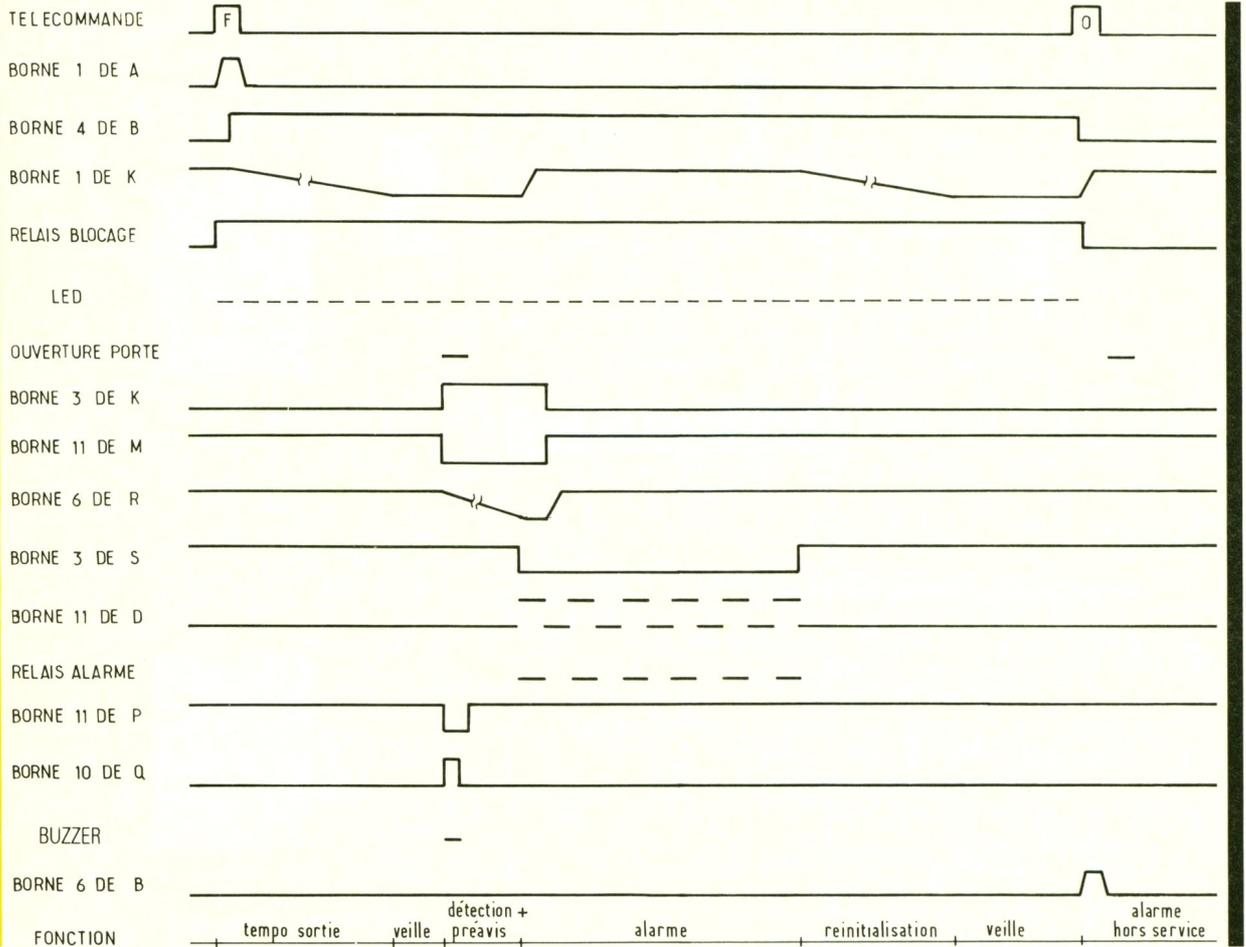


Vue rapprochée des trois circuits intégrés.



# 8

Relevés des principaux signaux de l'alarme avec repérage des fonctions.



Il est cependant conseillé périodiquement de procéder à un essai de fonctionnement, à l'écart, pour ne pas vous créer d'ennemis parmi vos voisins. Comme toujours, en pareil cas, nous souhaitons que votre alarme n'ait pas à servir.

Daniel ROVERCH

## LISTE DES COMPOSANTS

$R_1$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_2$  : 680 k $\Omega$  (bleu, gris, jaune)  
 $R_3$  : 390 k $\Omega$  (orange, blanc, jaune)  
 $R_4$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_5$  : 680 k $\Omega$  (bleu, gris, jaune)  
 $R_6$  : 390 k $\Omega$  (orange, blanc, jaune)  
 $R_7$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_8$  : 100 k $\Omega$  (brun, noir, jaune)  
 $R_9$  : 100  $\Omega$  (brun, noir, brun)  
 $R_{10}$  : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)  
 $R_{11}$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{12}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_{13}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_{14}$  : 1 M $\Omega$  (brun, noir, vert)  
 $R_{15}$  : 1,5 M $\Omega$  (brun, vert, vert)  
 $R_{16}$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)

$R_{17}$  : 2,7 k $\Omega$  (rouge, violet, rouge)  
 $R_{18}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_{19}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_{20}$  : 680 k $\Omega$  (bleu, gris, jaune)  
 $R_{21}$  : 1,5 M $\Omega$  (brun, vert, vert)  
 $R_{22}$  : 10 k $\Omega$  (brun, noir, orange)  
 $R_{23}$  : 470  $\Omega$  (jaune, violet, brun)

$C_1$  : 1  $\mu$ F, 25 V, chimique vertical  
 $C_2$  : 1  $\mu$ F, 25 V, chimique vertical  
 $C_3$  : 100 nF plastique  
 $C_4$  : 100 nF plastique  
 $C_5$  : 470  $\mu$ F, 25 V, chimique vertical  
 $C_6$  : 100 nF plastique  
 $C_7$  : 100  $\mu$ F, 25 V, chimique vertical  
 $C_8$  : 10 nF plastique  
 $C_9$  : 10 nF plastique  
 $C_{10}$  : 100 nF plastique  
 $C_{11}$  : 47  $\mu$ F, 25 V, chimique vertical  
 $C_{12}$  : 470 nF plastique  
 $C_{13}$  : 22  $\mu$ F, chimique vertical  
 $C_{14}$  : 470 nF plastique  
 $C_{15}$  : 100  $\mu$ F, 25 V, chimique vertical  
 1 buzzer 12 V  
 2 relais Finder 12 V, 2RT, 5A

1 domino 12 bornes  
 1 circuit imprimé  
 1 coffret Retex Gibox RG03  
 1 LED clignotante rouge 5 mm  
 1 porte-fusible volant  
 1 fusible 16 A  
 Fils, vis, picots, etc.

$D_1$  : 1N4148  
 $D_2$  : 1N4148  
 $D_3$  : 1N4148  
 $D_4$  : 1N4148  
 $D_5$  : 1N4148  
 $D_6$  : 1N4007  
 $D_7$  : 1N4148  
 $D_8$  : 1N4148  
 $D_9$  : 1N4148  
 $D_{10}$  : zener 4,7 V - 1,2 W  
 $D_{11}$  : 1N4007  
 $D_{12}$  : 1N4148  
 $D_{13}$  : diode 3A 100 V  
 $D_{14}$  : diode 3A 100 V  
 $D_{15}$  : 1N4007  
 $D_{16}$  : zener 18 V - 1,2 W

$T_1$  : 2N2222  
 $T_2$  : 2N2222  
 $T_3$  : 2N2222  
 $IC_1$  : 4001  
 $IC_2$  : 4001  
 $IC_3$  : 4011  
 $IC_4$  : régulateur 7805

# LES PILES



Si l'on cherchait à établir un rapport qualité/prix des diverses sources d'énergie électrique, la palme d'or reviendrait sans conteste au secteur, qui présente, indépendamment du prix relativement bas du kilowatt-heure, l'inestimable propriété de ne pas s'épuiser !

Il est vrai que son utilisation impose, dans la plupart des montages électroniques, le schéma traditionnel du transformateur, du redresseur et du régulateur de potentiel.

Cependant, beaucoup d'appareils ne peuvent être alimentés par le secteur, ou par le secteur seulement. On peut les classer en deux catégories :

- ceux qui sont mobiles par essence même, comme les postes radio portatifs, les baladeurs, les appareils photographiques, les calculatrices, les montres-bracelets... ;

- ceux qui, tout en étant fixes et fonctionnant normalement sur le secteur, nécessitent une source autonome de sauvegarde contre les défaillances intempestives de ce dernier ; on peut citer les radioréveils, les postes radio à recherche automatique et programmée des stations...

Une alimentation autonome courante est la pile, dont la technologie a beaucoup évolué depuis son invention par Volta...

L'objet de cet article est de faire le point sur le fonctionnement des différents types de piles disponibles sur le marché, de les classer et d'en examiner les caractéristiques.

## I - GENERALITES

Les piles dites « sèches » sont incontestablement les sources d'énergie autonomes les plus répandues dans le public. Elles conviennent particulièrement dans les cas où de faibles puissances sont mises en jeu. Si la puissance requise est plus importante, la batterie d'accumulateurs les remplace avantageusement, ne serait-ce que pour la possibilité de la recharge qui est naturellement une opération ex-



clue pour les piles. Mais revenons à nos piles. Des progrès énormes ont été réalisés ces dernières années dans ce domaine, ce qui n'est pas forcément simple pour les consommateurs que nous sommes tous. Le choix peut en effet s'avérer problématique, surtout si la notion de prix a un rôle déterminant.

Les fournisseurs nous proposent des piles salines, alcalines, ordinaires ou de « forte puissance », au mercure, à l'oxyde d'argent, au lithium... sans parler des piles professionnelles aux possibilités souvent surprenantes, mais peu à la portée de l'amateur, tant du point de vue du prix que de celui de la disponibilité.

## II - LES PILES SALINES

Ce sont les plus anciennes et toujours les plus courantes car les moins chères. Leur fonctionnement électrochimique est basé sur le couple chimique zinc-carbone. Elles fournissent une ten-

sion de 1,5 V par élément. Ces derniers, regroupés en série au nombre de trois, constituent entre autres la classique et traditionnelle pile plate de 4,5 V qui a fait la gloire des boîtiers de lampes de poche, pendant des décennies.

D'une manière générale, on trouve ce genre de piles sous leur version normalisée, dont les cinq principaux types sont rappelés et précisés en **figure 1**. Il en existe à « forte capacité » à autonomie améliorée mais à un prix lui aussi plus important.

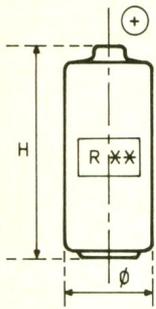
Les piles salines se caractérisent par une résistance interne non négligeable, ce qui a deux conséquences :

- d'une part leur usure est plus rapide et leur longévité en stockage n'est pas très bonne ;

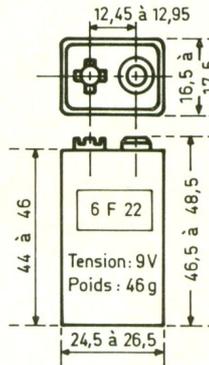
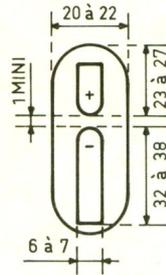
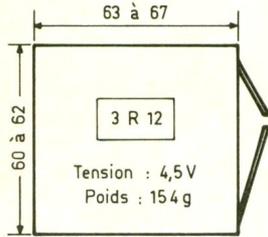
- d'autre part, leur tension d'utilisation chute très rapidement dès que l'intensité demandée par le récepteur devient importante. En effet, lorsque l'on caractérise une pile par une tension de 1,5 V, le terme « tension » est en

# 1

Principales piles normalisées.



Type	H (mm)		φ (mm)		Tension (V)	Poids (g)
	Mini	Maxi	Mini	Maxi		
R 03	42,05	44,50	9,50	10,5	1,5	11,5
R 1	28,00	30,20	10,70	12,00	1,5	9
R 6	49,00	50,50	13,50	14,50	1,5	24
R 14	48,50	50,00	24,70	26,20	1,5	70
R 20	59,50	61,50	32,20	34,20	1,5	135



fait impropre. Il s'agit en réalité de la f.e.m. « E » (force électromotrice) qui est la valeur mesurée à vide, c'est-à-dire à débit nul. Si « R » est la résistance de décharge, « r » la résistance interne propre à la pile, « i » le courant débité et « U » la tension relevée aux bornes de la pile, ces différents paramètres sont reliés par la relation :

$$E = U + ri = (R + r) i$$

On en déduit :

$$U = E - ri = E - r \cdot \frac{U}{R} \rightarrow U \left(1 + \frac{r}{R}\right) = E$$

d'où :

$$U = \frac{R}{R+r} E$$

On voit ainsi que le potentiel « U » diminue si « r » augmente. Il faut ajouter à ces considérations qu'au fur et à mesure de la décharge de la pile un manchon d'hydrogène provenant de l'électrolyse vient enserrer le barreau

cylindrique de carbone, ce qui a encore pour conséquence complémentaire une augmentation de la résistance interne de la pile. En laissant cette dernière se reposer, l'hydrogène se résorbe, et la pile présente à nouveau de meilleures performances après ce temps d'arrêt.

En conclusion, les piles salines se caractérisent par un rapport qualité/prix tout à fait acceptable pour des applications courantes aux performances modestes : éclairage, jouets...

### III – PILES ALCALINES

Pour des applications plus exigeantes, la pile alcaline s'impose de plus en plus. Quoique d'un prix d'achat plus important, la qualité s'en trouve considérablement améliorée.

Le fonctionnement est basé sur un couple électrochimique zinc-dioxyde de manganèse dans un électrolyte de potasse caustique.

Par rapport aux piles salines, la capacité peut être jusqu'à plus de cinq fois supérieure ! Mais ces piles ont d'autres avantages :

- une meilleure tenue au stockage (voir fig. 2) ;
- une faible résistance interne ;
- une bonne stabilité de la tension au cours de la décharge ;
- une meilleure étanchéité, grâce à une fabrication plus soignée, compte tenu du caractère davantage corrosif du contenu ;
- une bonne aptitude à fournir un courant fort pendant de longues périodes, sans effondrement de la tension et sans obligation de se « reposer » comme les piles salines ;
- une tension par élément de 1,56 V, ce qui les rend interchangeables avec les piles salines.

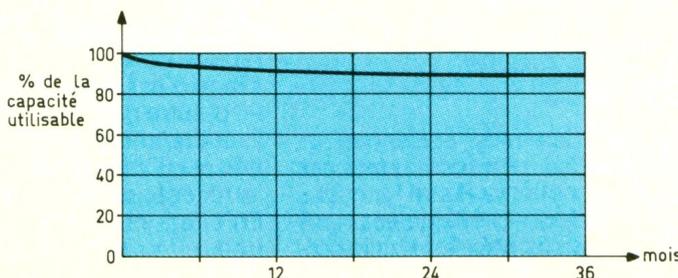
On considère une pile alcaline déchargée lorsque sa tension d'utilisation, pour un courant de décharge donné, atteint 0,8 V. La figure 3 reproduit quelques cas intéressants qui permettent de choisir en toute sécurité une pile adaptée à une utilisation spécifique, par une bonne connaissance de son autonomie.

### IV – LES PILES « BOUTON »

Avec la miniaturisation des montages et des appareils électroniques tels que les calculatrices, les appareils photo, les montres, les micro-émetteurs, il a fallu développer des piles de taille réduite tout en présentant une capacité acceptable. Elles peuvent être alcalines, à l'oxyde d'argent, au mercure et même au lithium.

Suivant l'application à laquelle on les destine, il est nécessaire de bien tenir compte de leurs différentes caractéristiques. Ces dernières sont explicitées en figure 4. On peut noter en particulier que les piles au mercure et à l'oxyde d'argent présentent une excellente constance de tension tout au long de leur durée de vie. Cependant, leur tension n'est pas la même : 1,5 V pour la pile à l'oxyde d'argent et 1,35 V seulement pour la pile au mercure. Cette différence peut perturber sérieusement le fonctionnement d'un appareil électronique équipé d'un type de pile inadapté.

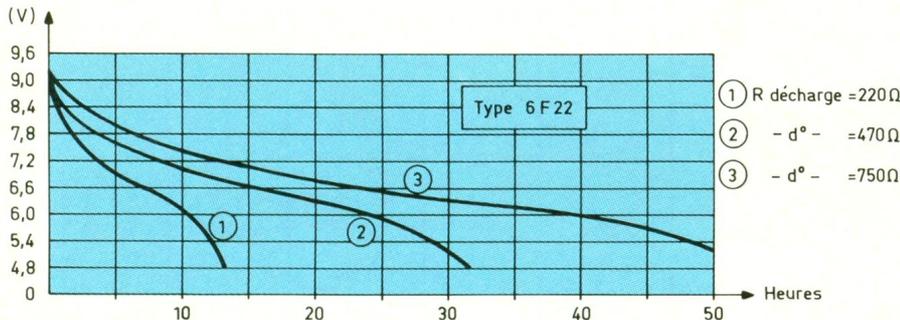
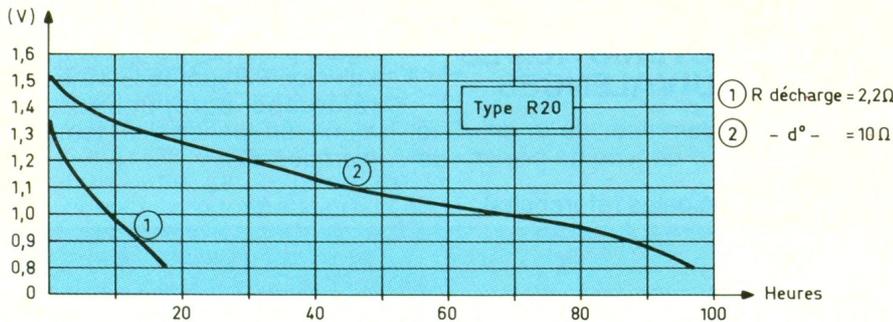
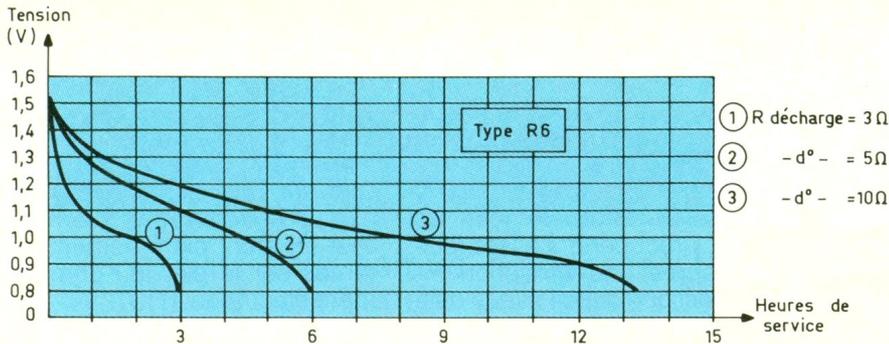
De même si un montage a été prévu pour être alimenté par une pile à l'oxyde d'argent, il est vivement déconseillé de lui substituer



# 2

Tenue au stockage d'une pile alcaline.

# 3 Comportement des piles alcalines en décharge.



une pile alcaline dont le potentiel « s'écroulera » assez rapidement.

Enfin, les piles au lithium, dont la tension de 3 V remplace souvent avantageusement deux piles à l'oxyde d'argent montées en série, sont un modèle de stabilité de la tension. De plus, elles supportent sans problème une dizaine d'années de stockage, tout en restant relativement bon marché. Elles sont bien adaptées à la sauvegarde des mémoires statiques, par exemple.

La figure 5 reprend une sélection de piles « bouton » parmi les plus courantes : on peut s'en inspirer pour faire le bon choix lors de la conception de l'alimentation d'un montage, en intégrant toutes sortes de paramètres : taille, poids, prix, tension, autonomie...

## V - UTILISATION ET CONNEXIONS

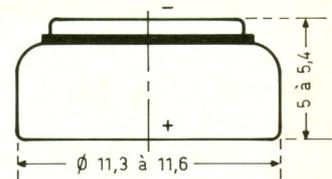
Bien utiliser une pile, une fois le choix réalisé, est une opération tout aussi importante. Un pre-

mier élément à prendre en considération est la connexion : il s'agit des coupleurs dont la qualité des contacts est prépondérante dans le fonctionnement d'un montage. Suivant le type de pile, il existe dans le commerce toutes sortes de coupleurs et connecteurs, souvent d'excellente qualité.

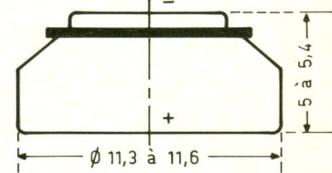
Il est également possible de souder directement une connexion sur une pile ; suivant le type de

LR 44 1,5V alcaline  
100 mAh - 1,8g

Déchargée (0,8V) en 10 heures  
avec R = 125 Ω



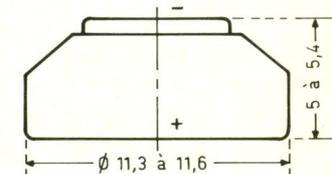
NR 44 1,35V mercure  
240 mAh - 2,5g



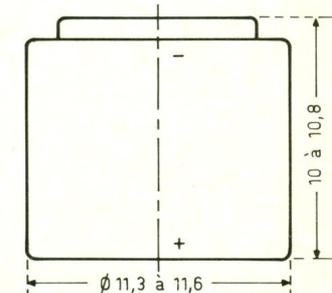
Déchargée en 45 heures  
avec R = 250 Ω

SR 44 1,5V oxyde d'argent  
130 mAh - 2g

Déchargée en 50 heures avec R = 625 Ω

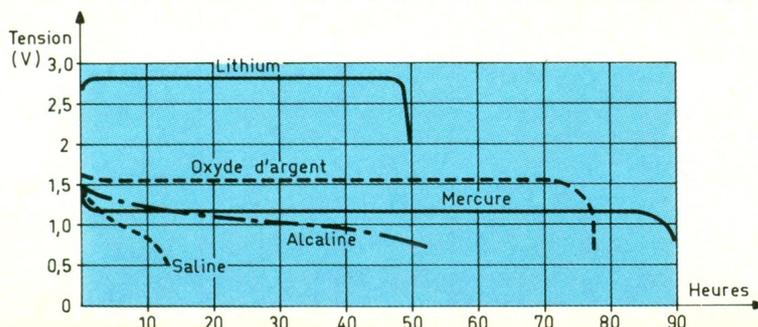


DL 1/3 N 3V lithium  
160 mA - 3g



Déchargée en 50 heures (R = 1kΩ)  
en 175 heures (R = 27 kΩ)

# 4 Comparatif des principaux types de piles.



# 5 Modèles de piles « boutons ».

pile, cette opération peut cependant l'endommager, voire la faire exploser...

De même, il est déconseillé, lors d'un couplage série et à plus forte raison parallèle, de mélanger des piles extraites de lots différents ou encore des piles neuves et usagées, sans s'exposer à de sérieux risques de perturbations de fonctionnement. En effet, dès que l'une des piles arrive à épuisement, elle consomme de l'énergie, au lieu d'en fournir... Pire, l'électrolyse interne qui en résulte corrodera rapidement le boîtier, et la pile coulera.

Bien entendu, il est tout à fait illusoire de vouloir recharger une pile. Les piles dites « rechargea-

bles » sont en réalité des accumulateurs au cadmium-nickel dont nous ne parlerons pas dans cet article.

Toutefois, et c'est le cas des piles salines, avant de les jeter pour cause d'épuisement, il est bon de vérifier si elles sont vraiment épuisées. En effet, ce type de pile peut « récupérer » assez facilement après une utilisation intensive, ainsi que nous l'avons déjà vu au paragraphe 2.

## VI - CARACTERISTIQUES ET EQUIVALENCES

Indépendamment de la difficulté du choix d'un type de pile en vue

d'une application donnée, existe également l'embarras du choix créé par la variété des modèles disponibles. Le problème est encore plus compliqué dès lors qu'il s'agit de trouver une pile de remplacement. En effet, deux piles peuvent très bien présenter des aspects extérieurs identiques tout en étant extrêmement différentes sur le plan du comportement électrique.

Heureusement, il existe des tableaux de correspondance qui peuvent simplifier votre choix. La figure 6 en montre un exemple.

La colonne repérée IEC indique la référence européenne, commune en principe à toutes les marques. ■

### EQUIVALENCES ENTRE FABRICANTS (principales références)

Tension	Type	IEC	Duracell	Ever Ready	Mazda	Philips	Varta	Ucar	Kodak
9,0	Lithium	-	-	-	-	-	-	-	U9VL
1,5	Alcaline	LR20	MN1300	LR20	LK20	LR2CA 4520	4020	E95	KD
1,5	Alcaline	LR14	MN1400	LR14	LK14	LR1AA 4514	4014	E93	KC
1,5	Alcaline	LR6	MN1500	LR6	LK6	LR6A 4506	4006	E91	KA
1,5	Alcaline	LR03	MN2400	LR03	LK03	LR03A 4503	4003	E92	KA
9,0	Alcaline	6LR61 (M1604HO)	MN1604	6LF22	-	6LRE1A 4522	4022	522	K9V
4,5	Alcaline	3LR12	MN1203	-	3LR12	-	-	-	K4,5V
1,5	Alcaline	LR6	-	-	LR6	LR6	V1500PX	-	KA-P
1,5	Alcaline	LR03	-	-	-	LRC3	V2400PX	-	K3A-P
1,5	Alcaline	LR1	MN9100	LR1	LK1	LR1A/4501	4001	E90	KN
1,5	Alcaline	LR44	-	B-LR44	-	LR	V13GA	A76	KA76
1,55	Oxyde d'argent	SR44	MS76 D357/10L14	B-SR44H	S07	P-SR44	V76PX 541	EPX76 357	KS76
1,35	Mercure	MR44	PX675	PX675	MR07	MF44	V675PX	EPX675	KX675
6,0	Oxyde d'argent	4SR44	PX28	PX28	KR28	4SR44	V28PX	544	KS28
6,0	Lithium	-	PX28L	-	-	2CR1/3N	V28PXL	L544	K28L
3,0	Lithium	-	DL1/3N	-	-	CR1/3N	CR1/3N	2L76	K58L
1,35	Mercure	MR9	PX625 PX625/RM625N	PX625	RM625N	MB9	V625PX	EPX625	KX625
1,5	Alcaline	LR9	-	BRM625N	-	-	V625U	EPX625G	KA625
1,35	Mercure	MR52	PX640	PX640 PX/RM640	MR52	-	V640PX	EPX640	KX640
1,5	Alcaline	LR53	PX825	PX825	LK825	-	V825PX	EPX825	KA825
1,35	Mercure	MR42	RM400R PX400/RM400R	PX400	MR08	-	V400PX	EPX400	KX400
5,6	Mercure	4NR42	PX23	PX23	HR23	-	V23PX	EPX23	KX23
5,6	Mercure	4NR43	PX27	PX27	PX27	-	V27PX	EPX27	KX27
15,0	Alcaline	10LR54	MN154	-	-	-	V74PX	504	KA74
6,0	Lithium	-	DL223A	-	-	-	-	-	K223L

# LES CIRCUITS POUR SERRURE ELECTRONIQUE



Les circuits pour serrure digitale de LSI Computer System Inc. permettent de réaliser des systèmes complets avec un seul circuit intégré.

**LS 7220 :** application principale : circuit antivol pour véhicule automobile. Fonctionne avec clavier à point commun, le circuit comporte une entrée de sélection, une sauvegarde de séquence, programmation du code par câblage.

**LS 7222 et LS 7223 :** fonctionne avec clavier matricé 16 ou 12 touches. Ces circuits sont programmés par l'intermédiaire du clavier. Trois sorties commandées par 3 codes à 4 chiffres. Une sortie pour la détection des faux codes.

**LS 7225 et LS 7226 :** circuit à principe à peu près similaire au LS 7220 avec des fonctions particulières : sorties statiques et momentanées, plus diverses sécurités et possibilités. LS 7225 et 7226 sont identiques à une résistance de décharge de capacité près. Fonctionne avec clavier à point commun, programmation du code par câblage.

**LS 7228 et LS 7229 :** ces circuits ne font pas appel à des claviers pour entrer les informations de code, mais simplement des inverseurs ou boutons poussoirs. Double-inverseurs pour le LS 7229 et double-trains d'impulsions pour le LS 7228. Ces deux circuits sont cascadables pour augmenter le nombre de combinaisons. Programmation du code par câblage.

## FONCTIONNEMENT DU LS 7222

Ce circuit peut mémoriser 3 codes de 4 chiffres.

- Le code ARM fait passer LOCK/UNLOCK à l'état bas, et la sortie ARM momentanément à l'état haut, temps déterminé par la capacité CAP-M.

- Le code DISARM fait passer LOCK/UNLOCK à l'état haut et la sortie DISARM momentanément à l'état haut, temps déterminé par la capacité CAP-M.

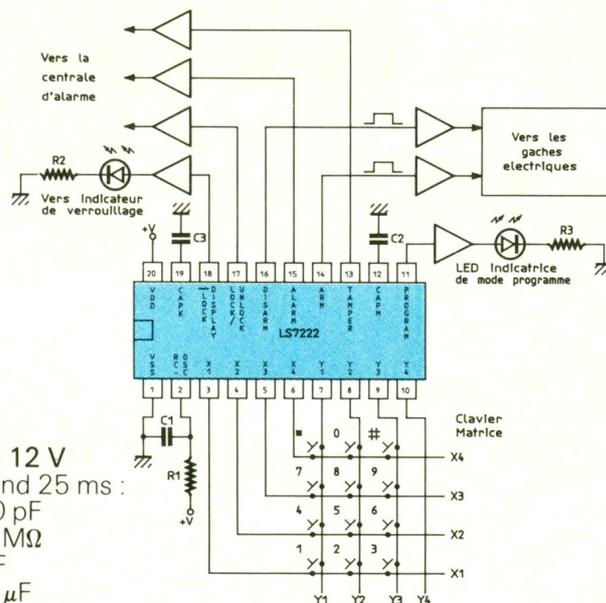
Pour  $V = 12\text{ V}$   
anti-rebond 25 ms :  
 $C_1 = 100\text{ pF}$   
 $R_1 = 1,5\text{ M}\Omega$   
 $C_2 = 1\text{ }\mu\text{F}$   
 $C_3 = 3,3\text{ }\mu\text{F}$

- Le code DURESS fait passer LOCK/UNLOCK à l'état haut et la sortie DISARM momentanément à l'état haut, et en même temps la sortie ALARM passe à l'état haut.

**Programmation des codes :** lorsque l'on met le circuit sous tension pour la première fois, les codes attribués par le fabricant sont les suivants :

- Code ARM : X1 Y1, X1 Y2, X2 Y2, X2 Y1, soit 1 254.
- Code DISARM : X1 Y1, X1 Y2, X2 Y2, X1 Y1, soit 1 251.
- Code DURESS : X1 Y1, X1 Y2, X2 Y2, X1 Y2, soit 1 252.

Pour programmer de nouveaux codes, entrer le code DISARM, et pendant le temps imparti pour entrer les codes au clavier, appuyer deux fois sur X4 Y1 (soit sur \*), ce qui fait passer le circuit en mode programmation et la LED broche 11 s'allume. Pour la programmation du code, le temps imparti au clavier pour entrer les codes est inhibé. Entrer un nombre de 6 chiffres : les 4 premiers constituent le code ARM, les 3 premiers chiffres et le



5<sup>e</sup> constituent le code DISARM, les 3 premiers chiffres et le 6<sup>e</sup> constituent le code DURESS. Si une erreur se produit avant que les 6 chiffres soient entrés, appuyer sur X4 Y3 (soit le signe dièse), ce qui permet d'entrer à nouveau les 6 chiffres. Lorsque la LED broche 11 s'éteint, les 6 chiffres sont correctement mémorisés.

TAMPER : cette sortie permet de détecter les tentatives de faux codes, si un seul chiffre n'est pas le bon ou pas à la bonne place dans la séquence, la sortie TAMPER passe momentanément à l'état haut. Le temps imparti pour entrer le code ainsi que le pointeur de la mémoire sont remis à zéro.

Les composants sont *notamment* disponibles chez Saint-Quentin Radio à Paris.

Pour chacun de ces circuits, une notice technique du fabricant traduite en français pour les descriptions (les schémas et les spécifications restant en anglais) est disponible à Saint-Quentin Radio, 6, rue de Saint-Quentin, 75010 Paris. ■

# LE CDA 9208, UN OSCILLOSCOPE 2 × 25 MHz



Un bon appareil de mesure s'apprécie également en fonction de sa simplicité d'utilisation et à la facilité dont dispose l'utilisateur pour le prendre en main, dès la première fois.

Dans le cas du CDA 9208, l'agencement fonctionnel des commandes situées en face avant simplifie la vie à tout éventuel opérateur, ce qui fait sa force, en plus de ses performances.

## PRESENTATION

Le 9208 est un oscilloscope « généraliste », double trace, mono-faisceau, possédant une bande passante allant du continu à 25 MHz. Le temps de montée de son spot atteint dès lors  $t = 0,35/f$ , soit 14 ns.

Muni d'un tube cathodique 8 × 10 cm avec réticule interne, disposant d'une tension d'accélération de 2,1 kV, cet appareil possède quelques particularités intéressantes, comme nous allons le découvrir.

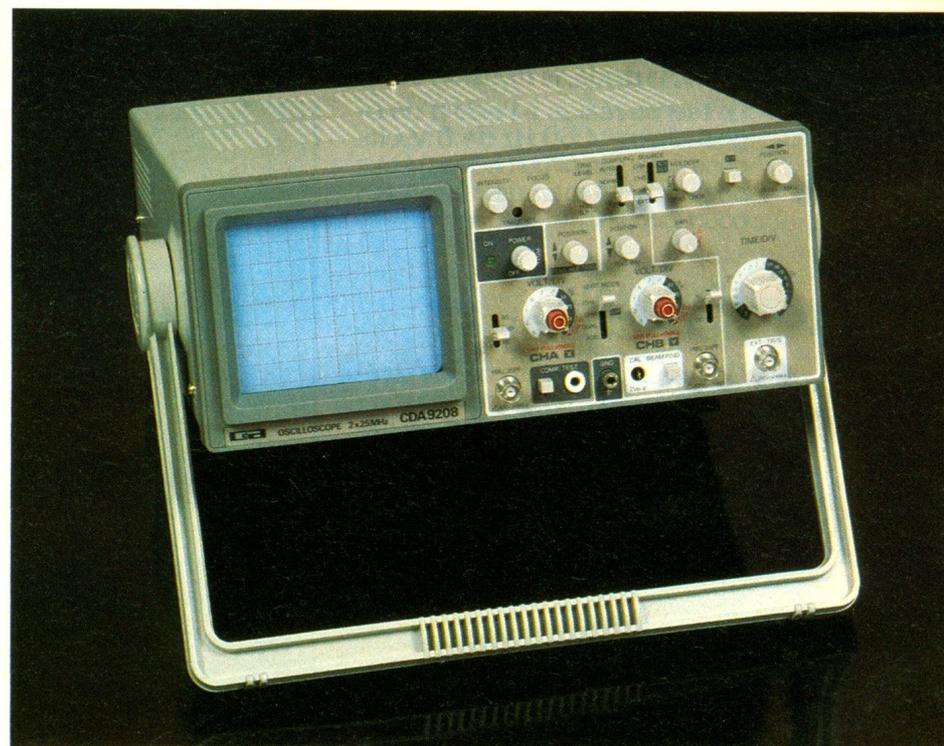
## LA FACE AVANT ET SES COMMANDES

La mise sous tension s'opère à l'aide d'un potentiomètre avec interrupteur dont dépend l'illumination de l'écran.

L'intensité des traces s'ajuste avec une commande particulière, évitant ainsi un réglage systématique de l'oscilloscope, à chacune des mises en marche.

Avant utilisation, une fonction « recherche de traces » réduit et ramène vers le centre les traces hors écran afin de les positionner.

Dans la partie inférieure du panneau avant se situent les atténuateurs d'entrée. Leur sensibilité va de 5 mV/division à 5 V/division, en 10 calibres (progression 5-2-1). Un décalibrage reste toujours possible, permettant un ajustement



fin jusqu'à 1/3 de la valeur affichée. En position tirée, la sensibilité est alors multipliée par 5.

Hormis les deux BNC d'entrée et leurs commutateurs de couplage, on rencontre les potentiomètres de positionnement des traces. Celui du canal B commande également l'inversion de la voie.

Venant s'ajouter au sélecteur de mode vertical, on peut alors afficher à l'écran CHA, CHB, CHA + CHB, CHA - CHB.

On trouve ensuite la base de temps inféodée au rotacteur « TIME/DIV ». Ses vingt positions permettent l'accès à des calibres allant de 0,1  $\mu\text{s}/\text{div.}$  à 0,2 s/div.

Un décalibrage est aussi possible, offrant alors un réglage fin de

la fréquence de balayage, jusqu'à 1/5 de la valeur indiquée.

De plus, la commande « PULL × 10 mag » multiplie par 10 la vitesse de balayage, réalisant ainsi une loupe. Le 9208 dispose également d'un plus très intéressant, en la fonction « HOLD-OFF » ajustable. Celle-ci permet d'obtenir un déclenchement stable, même pour des signaux périodiques complexes.

Le déclenchement, quant à lui, s'opère à partir de 500 mV sur l'entrée extérieure ou pour 0,5 division d'écran, en interne (montant à 1 division en mode TV).

Les sources de synchro restent classiques : canal A, canal B, secteur et externe. Le couplage peut être ainsi automatique

(Auto), ajusté par l'intermédiaire du contrôle TRIG LEVEL (Norm) ou s'opérer à partir d'un top image d'un signal vidéo (TV.V), ou même d'un top ligne (TV.H), la pente du point de déclenchement pouvant être choisie.

## LE TESTEUR DE COMPOSANTS

Particulièrement utile lors d'opérations de maintenance ou de triage de composants, ce système trace à l'écran la caractéristique  $I = f(U)$  de tout composant testé. Celui-ci peut aller de la simple résistance au transistor, en passant par le condensateur, la self, la diode, le thyristor, etc.

Le test se réalise à l'aide d'un signal alternatif 50 Hz de 6 V efficace maxi (en circuit ouvert) sous une intensité maxi de 11 mA (en court-circuit).

## LE SIGNAL DE CALIBRAGE

Un générateur interne de crêteaux fournit un signal de calibrage, d'amplitude 2 V et de fréquence 1 kHz, permettant d'ajuster la compensation de phase des sondes standards, utilisées avec l'oscilloscope. Ces carrés sont disponibles en face avant sur une cosse.

## CONCLUSION

Le CDA 9208 se situe comme un bon appareil, somme toute intéressant. Avec ses 14 ns de temps de montée et son testeur de composants, il apporte réellement un plus vis-à-vis de modèles qualifiables d'équivalents.

Cependant, on pourra déplorer l'absence de sondes, habituellement livrées avec l'appareil. Toutefois, bon nombre d'écoles et de professionnels en disposent déjà, et bien souvent de qualité supérieure à celles rencontrées fréquemment.

L'utilisateur pourra tout de même se les procurer, à part. ■

Prix du CDA 9208 : 3 664 F TTC.

Prix d'une sonde : 218 F TTC.  
CDA, 5, rue du Square-Carpeaux, 75018 Paris.

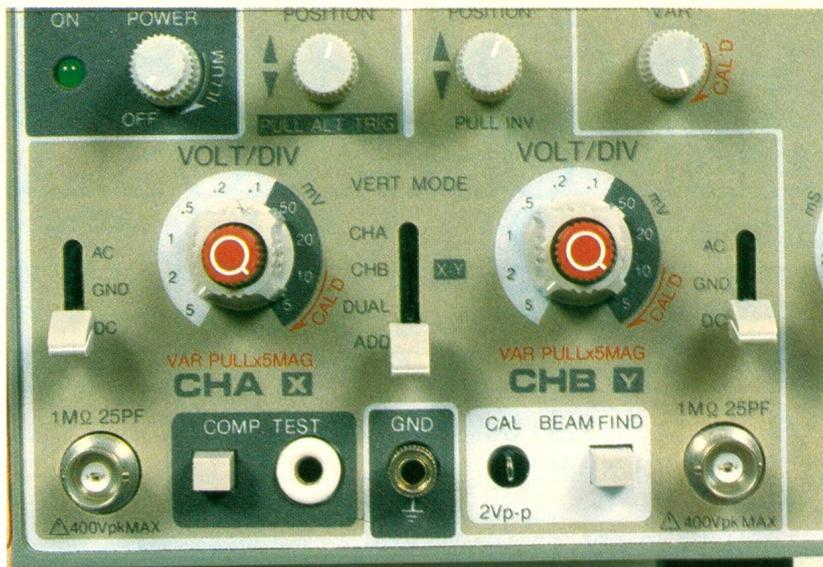


Photo 2. – Gros plan des atténuateurs d'entrée.

### Déviations verticales (canaux CHA et CHB)

- Bande passante : 0 à 25 MHz (– 3 dB).
- Mode de fonctionnement : CHA, CHB, – CHB, CHA et CHB, CHA + CHB, CHA – CHB, XY.
- Double trace CHA et CHB : alterné ou découpé (500 kHz).
- Sensibilité : 5 mV/div. à 5 V/div. en 10 positions calibrées (séquence 1.2.5).
- Atténuation réglable : jusqu'à 3/1 de la valeur calibrée, soit 15 mV/div. à 15 V/div.
- Précision (x1) : ± 3 %.
- Amplification (x5) : soit de 1 mV/div. à 1 V/div.
- Précision (x5) : ± 5 %.
- Impédance d'entrée : 1 MΩ/25 pF.
- Temps de montée : 14 ns.
- Tension maxi : 400 V continu et crête.

### Déviations horizontales

- Base de temps
  - Vitesse de balayage : 0,1 μs/div. à 0,2 s/div. en 20 positions calibrées (séquence 1.2.5).
  - Précision : ± 3 %.
  - Vitesse réglable jusqu'à 5/1 de la valeur calibrée, soit 0,5 μs/div. à 1 s/div.
  - Temps d'inhibition (HOLD OFF) variable jusqu'à 5 fois la vitesse de balayage.
  - Amplification (x10) : jusqu'à 10 ns/div.
- Mode XY
  - CHA en X et CHB en Y.
  - Sensibilité : idem déviation verticale.

Précision : ± 3 % en Y et ± 6 % en X.

Bande passante : 0 à 1 MHz (– 3 dB).

Déphasage : 3 % de 0 à 50 kHz.

- Déclenchement
  - Sensibilité interne : 0,5 division (1 div. en TV).
  - Sensibilité externe : > 500 mV.
  - Automatique, normal ou TV Vertical ou Horizontal.
  - Signal de déclenchement interne CHA et CHB, secteur ou externe.
  - Tension maxi en externe : 300 V continu et crête.
  - Déclenchement sur front montant ou descendant.

### Test de composants

- Tension maxi : 6 V (circuit ouvert).
- Courant maxi : 11 mA (court-circuit).

### Signal de calibration

Cette prise (en face avant) fournit un signal de calibration de 2 V (fréquence 1 kHz, signaux carrés positifs) pour le réglage des sondes.

### Ecran

- 8 × 10 cm (1 division = 1 cm).
- Tension d'accélération : 2,1 kV.
- Recherche de la trace (en face avant)
- Réglages (en face avant) :
  - rotation de la trace ;
  - luminosité de la trace ;
  - concentration de la trace ;
  - éclairage du graticule (de couleur orange).

# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

## FICHE TECHNIQUE N° 48 CD 4098

Le circuit intégré qui fait l'objet de la présente fiche contient deux bascules monostables séparées. Celles-ci sont munies de divers perfectionnements qui étendent leur utilisation à toutes sortes d'applications.

### CARACTERISTIQUES GENERALES

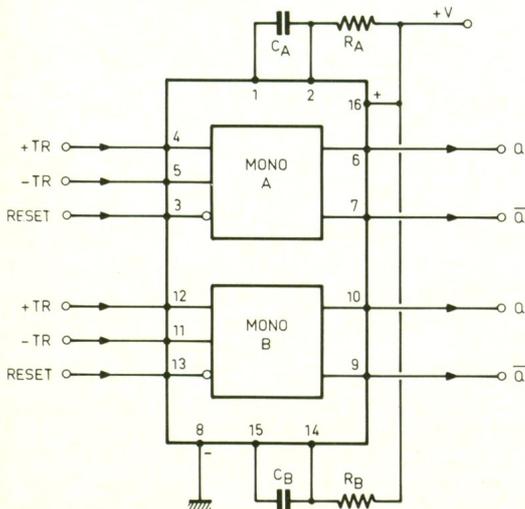
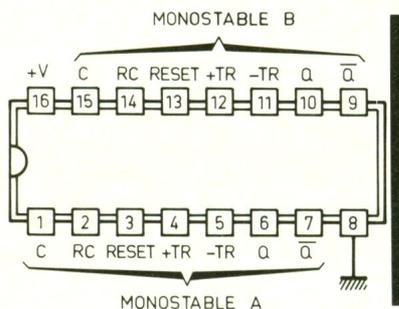
Alimentation : 3 à 18 V.  
Consommation limitée à  $1 \mu\text{A}$  si absence de débit sur les sorties.  
Débit sur les sorties : de l'ordre de 20 mA sous une alimentation de 10 V (sorties « bufferisées »).  
Possibilité de remise à zéro.  
Déclenchement sur front positif ou négatif.  
Possibilité de déclenchement avec réitération.  
Plage de temps étendue.  
Sorties complémentaires Q et  $\bar{Q}$ .

### BROCHAGE (fig. 1)

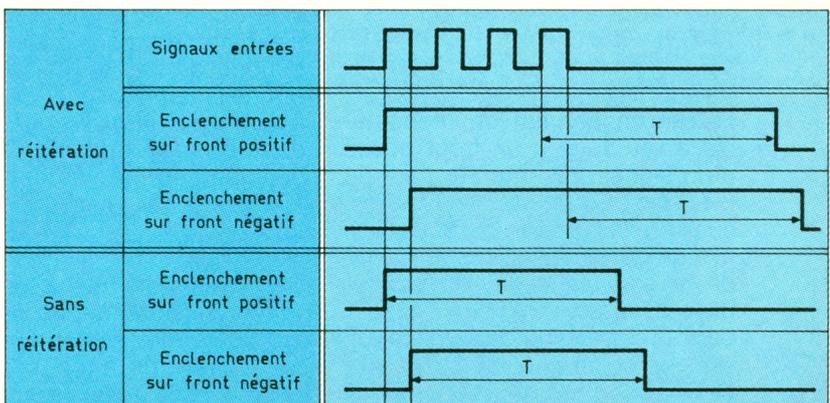
Les deux monostables sont logés dans un boîtier de 16 broches réparties en deux rangées de 8. La broche n° 16 correspond au « plus » de l'alimentation, tandis que la broche n° 8 est à relier au « moins ». Le monostable A comprend une entrée à enclenchement sur front positif « + TR » qui correspond à la broche n° 4. L'enclenchement sur front négatif se réalise sur l'entrée « - TR » reliée à la broche n° 5. L'entrée

« RESET » (broche n° 3) est affectée à la commande de la remise à zéro de la bascule. Aux entrées 1 et 2, une capacité C, extérieure, est à raccorder. De plus, sur la broche n° 2, une résistance R, extérieure, a son autre extrémité reliée au « plus ». Le bascule comporte en outre deux sorties complémentaires Q et  $\bar{Q}$  : la première présente un état actif haut, la seconde un état actif bas ; elles correspondent respectivement aux broches n° 6 et n° 7.

1  
Brochage  
du 4098.



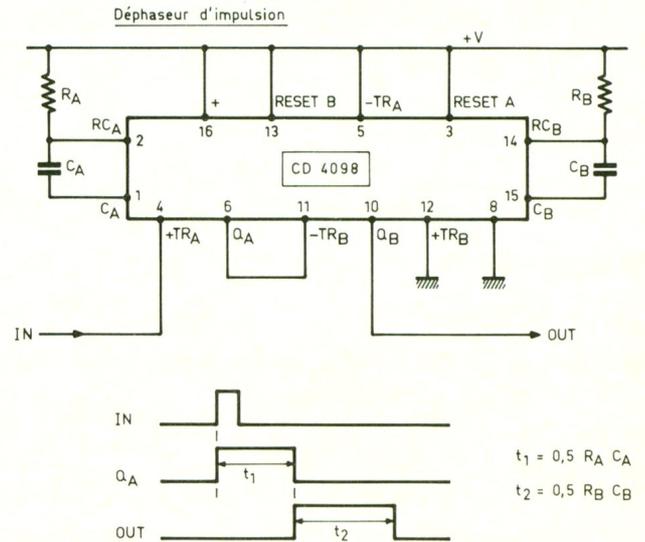
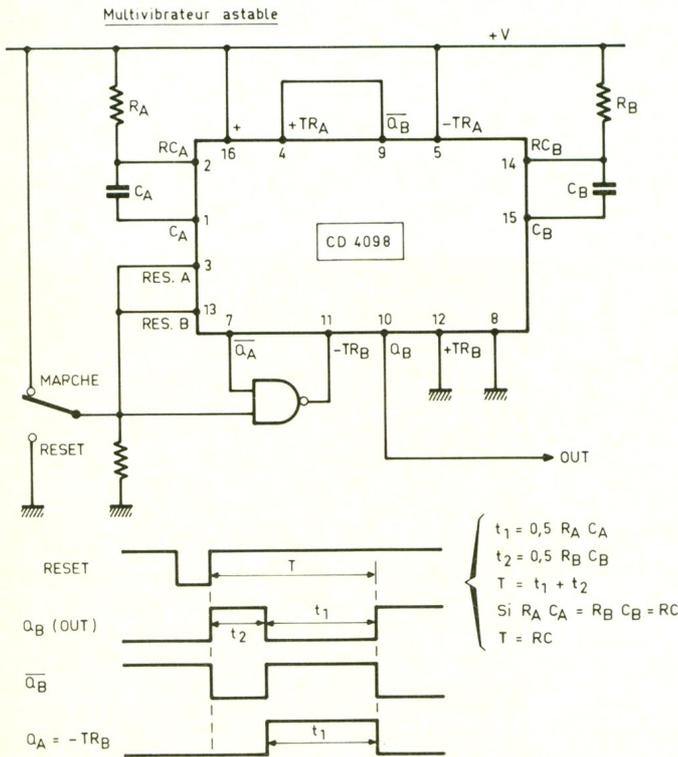
FONCTION	CONNEXIONS PRINCIPALES				AUTRES CONNEXIONS		ENTRÉES	
	sur "plus"		sur "moins"		MONO A	MONO B	MONO A	MONO B
	MONO A	MONO B	MONO A	MONO B				
Enclenchement front positif avec réitération	3 - 5	11 - 13					4	12
Enclenchement front positif sans réitération	3	13			5 → 7	11 → 9	4	12
Enclenchement front négatif avec réitération	3	13	4	12			5	11
Enclenchement front négatif sans réitération	3	13			4 → 6	12 → 10	5	11
Entrées des mono non utilisés	5	11	3 - 4	12 - 13				



2  
Diagramme  
fonctionnel.

3  
Fonction-  
nement.

# 4 Utilisations en déphaseur d'impulsion et en multivibrateur astable.



On retrouve les mêmes entrées et sorties sur la bascule B, à savoir :

- l'entrée « + TR » : broche n° 12 ;
- l'entrée « - TR » : broche n° 11 ;
- l'entrée « RESET » : broche n° 13 ;
- l'entrée « C » : broche n° 15 ;
- l'entrée « RC » : broche n° 14 ;
- la sortie « Q » : broche n° 10 ;
- la sortie «  $\overline{Q}$  » : broche n° 9.

## FONCTIONNEMENT

(fig. 2 et 3)

La durée du signal obtenu, après la commande appliquée sur l'une des entrées « + TR » ou « - TR », sur les sorties Q et  $\overline{Q}$ , est entièrement déterminée par la valeur du produit  $R \times C$ . Cette durée « t » se détermine par la relation :

$$t = 0,5 \cdot R \times C$$

Valeur minimale pour R : 5 k $\Omega$

Valeur maximale pour C : 100  $\mu$ F

Le déclenchement du monostable a lieu suite à un front positif d'un signal présenté sur l'entrée « + TR ». Sur la sortie Q, on recueille alors une impulsion positive de durée « t », indépendante de celle du signal de commande. Bien entendu, on recueille pendant la même durée une impulsion complémentaire sur la sortie  $\overline{Q}$ . Les mêmes phénomènes

se produisent sur front négatif de commande lorsque l'on présente ce dernier sur l'entrée « - TR ». En cas d'utilisation de l'entrée « + TR », l'entrée « - TR » est à relier au « plus » de l'alimentation. De même, si on utilise l'entrée « - TR », l'entrée « + TR » est à relier au « moins ».

L'entrée « RESET » est à relier normalement à l'état haut. On peut se servir de cette broche pour y présenter par exemple une impulsion négative au moment de la mise sous tension afin d'éviter un déclenchement intempestif de la bascule.

Deux types de fonctionnement sont possibles.

### Avec réitération

Dans le cas de la présentation sur l'une ou l'autre des entrées « TR » de créneaux successifs, et si le signal de sortie est caractérisé par une durée supérieure à la période de ces créneaux, le début de la temporisation se produit à partir du *dernier signal* ascendant ou descendant. C'est en quelque sorte le fonctionnement « naturel » de la bascule.

### Sans réitération

Si on tient à ce que la temporisation prenne son départ dès le début du *premier signal*, il est possible d'aboutir à ce résultat à condition de relier la sortie  $\overline{Q}$  à

l'entrée « - TR » si on se sert de l'entrée « + TR » comme entrée de commande sur front positif.

Si c'est l'entrée « - TR » à commander sur front négatif qui est utilisée, il convient de relier la sortie Q sur l'entrée « + TR ».

Ces différents principes ainsi que la façon de relier les entrées d'une bascule inutilisée sont rappelés dans les tableaux de fonctionnement de la **figure 3**.

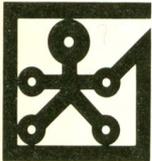
## UTILISATION

Le premier exemple de la **figure 4** illustre la manière de réaliser un « déphaseur d'impulsion ». Le principe de fonctionnement est évident : alors que la première bascule réagit au front positif, la seconde prend son départ sur le front négatif de la fin du signal de sortie sur Q.

Le second exemple est basé sur le même principe, mais il se produit une réinjection du signal de sortie de la seconde bascule sur l'entrée de la première. Il en résulte la génération d'un signal périodique, avec possibilité de réaliser un rapport cyclique réglable des états hauts et bas par le choix approprié des constantes de temps RC.

Les deux monostables réunis fonctionnent dans ce cas à la manière d'un multivibrateur astable.

# MEMO : UN REPERTOIRE ET UNE TABLE D'EQUIVALENCES SUR ORDINATEUR



Si vous possédez un ordinateur et que l'électronique occupe vos loisirs, ne vous privez surtout pas de ce logiciel proposé par CIF, et que Marlin Software a développé pour vous.

MEMO est une base de données électronique qui contient plus de 5 200 composants, dont 3 200 avec leur fiche technique, et 2 000 équivalences de circuits intégrés analogiques. Un interface utilisateur, d'une simplicité exemplaire, permet d'utiliser le logiciel sans apprentissage. (Pour IBM PC/AT/PS2 ou compatibles. DOS 2.1 minimum.)

Peu gourmand en espace mémoire, MEMO ne requiert que 256 K de RAM ; il faut disposer de deux unités de disquettes, ou mieux, une unité de disquettes et un disque dur ; si l'on désire éditer des listes de composants ou leurs caractéristiques, ainsi que la documentation incluse dans la disquette programme, une imprimante de type IBM/EPSON est indispensable. Logiciels et bases de données tiennent sur une seule disquette de 360 K en mode compacté. Un utilitaire d'aide au chargement s'occupe de décompresser les informations, et de les placer dans les répertoires que l'utilisateur aura préalablement définis.

Un livret de 8 pages contenant les formes de boîtiers prédéfinis utilisés dans MEMO accompagne le logiciel.

Tapez, c'est gagné !

Les menus de MEMO se présentent sous forme de fenêtres imbriquées, dans lesquelles il suffit de choisir parmi l'une des familles de composants proposées ; différents types de recherches sont alors offertes ; recherche par nom, recherche d'équivalences, ou recherche de compo-

sants possédant un préfixe commun. La sélection de circuits de seconde source est possible pour les circuits intégrés analogiques, soit broche à broche, soit par fonction, avec affichage à l'écran des éventuelles restrictions d'utilisation.

L'utilisateur a le loisir de modifier les critères de recherches.

Un utilitaire fourni avec le programme permet de modifier les paramètres d'équivalence pour chacune des familles de transistors.

Les bases de données de MEMO, identiques à celles de son grand frère FINDER, ne sont pas modifiables par l'utilisateur, qui a toutefois le loisir de souscrire un abonnement annuel, afin de profiter automatiquement des remises à jour successives.

MEMO est un outil simple et efficace, qui se devrait de figurer dans la panoplie de tout amateur d'électronique, au même titre que le fer à souder ou que le multimètre ; son prix est dérisoire, compte tenu des services qu'il est à même de rendre.

R.S.

**Concepteur :** Marlin Software, B.P. 32, 83140 Six-Fours. Tél. : 94.07.50.77.

**Distributeur :** CIF, 11, rue Charles-Michels, 92220 Bagneux. Tél. : 45.47.48.00.

**Prix :** 420 F TTC.  
**Abonnement :** 480 F TTC/an.

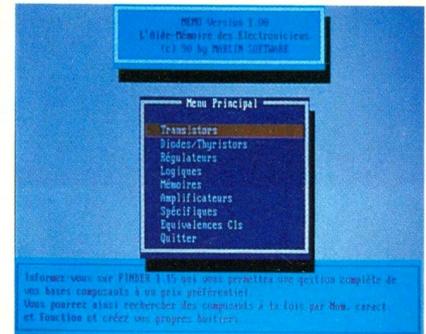


Photo 1. – Menu principal : choix des familles de composants.

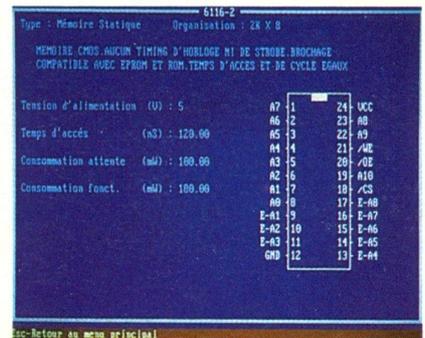


Photo 2. – Fiche caractéristique d'un composant trié ; ici une mémoire CMOS 6116.

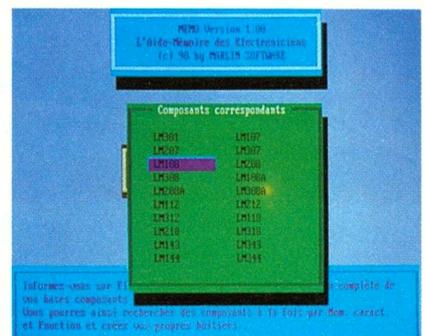


Photo 3. – Un listing d'ampli Op qu'il est possible d'éditer sur imprimante.

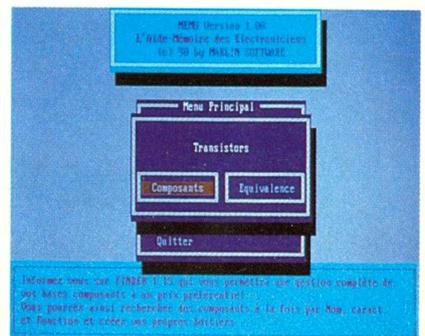


Photo 4. – Sous-menu de recherche dans la famille transistors.

# FICHE TECHNIQUE DU MODULE LO-4



Alimentation : + 5 V uniquement.

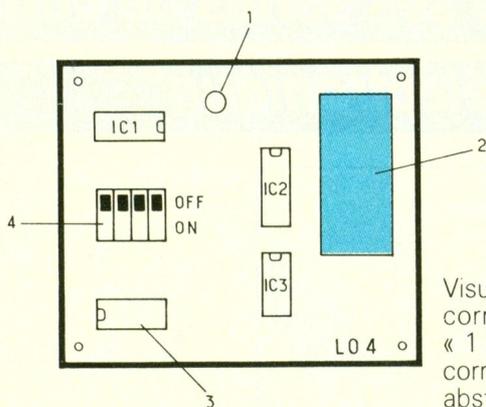
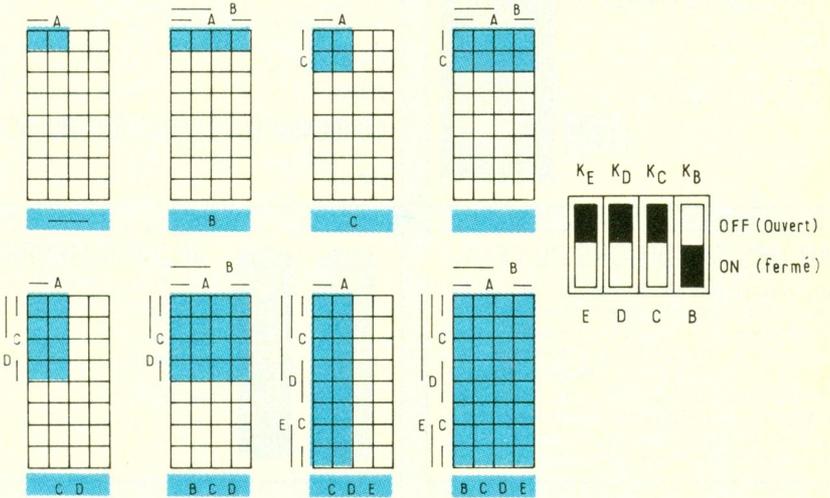
Consommation : moins de 100 mA.

Technologie : CMOS et QMOS.

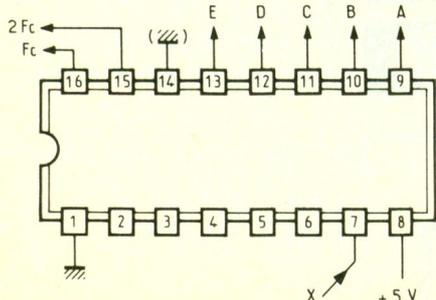
Fonction : représentation automatique des tableaux de Karnaugh d'une fonction logique à cinq variables d'entrées maximum.

La fonction logique sous test peut être en technologie CMOS, QMOS, TTL-LS, FACT ou même à diodes (resistor  $\geq 10\text{ k}\Omega$ ), à condition de respecter l'impératif d'une alimentation de + 5 V ; sinon vous devrez utiliser un interface d'adaptation (circuit collecteur ouvert, CD 4049, CD 4050, étage à transistor...) afin de commander correctement la fonction logique. Sur l'entrée X, un interface est inutile par la présence des résistances R7 et R8. L'oscilloscope peut être connecté en parallèle aux variables de commande de sortie, afin de visualiser l'agencement temporel des signaux, en utilisant le module LO-3.

Rôle des interrupteurs  $K_B, K_C, K_D, K_E$  : ils permettent de limiter la visualisation au nombre de variables uniquement nécessaires en évitant les recopies fantômes inutiles qui nuisent à la lisibilité du tableau de la fonction en test. La figure présente les huit cas usuels, les autres combinaisons présentant peu d'intérêt. Notez que la limitation du nombre de variables augmente la luminosité de l'affichage et fixe les variables inutilisées à l'état  $\phi$ .



- 1 - DEL mise sous tension
- 2 - Matrice de del de visualisation du tableau de Karnaugh
- 3 - Connecteur
- 4 - Interrupteurs de sélection

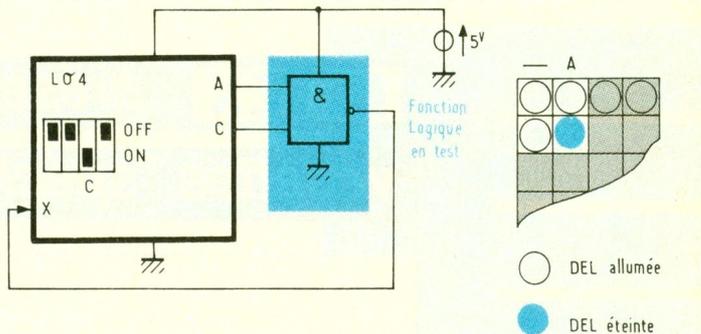


+ 5 V /  $\perp$  .... Alimentation du module (+ 5 V uniquement)

A, B, C, D, E... Variables d'entrée du bloc logique testé

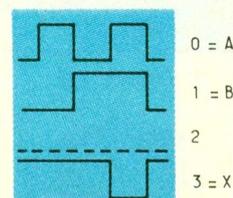
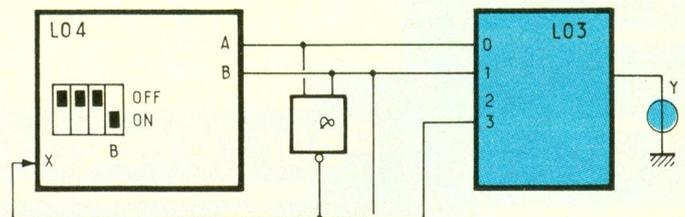
X..... Variable de sortie du bloc logique testé

Fc, 2 Fc..... Sorties horloge pour synchronisation (extensions futures)

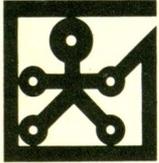


Visualisation : une DEL éclairée correspond à un état logique « 1 », alors qu'une DEL éteinte correspond à un état «  $\phi$  ». Faites abstraction des DEL inutilisées,

selon le nombre de variables, ce qui vous évite une simplification inutile, surtout si vous passez par les zéros pour effectuer vos regroupements plus rapidement.



# LOGIC-08



Dans ce huitième volet, nous définirons la fonction décodage, autre fonction combinatoire complexe, et nous la mettrons en œuvre avec trois types de circuits intégrés (4028, 4555, 4556), en câblage individuel ou en association. Nous terminerons en présentant quelques circuits de type QMOS, après une présentation succincte de cette technologie. Nous terminerons avec la solution des exercices du précédent volet.

## CODES USUELS

Avant de parler de la fonction décodage qui met en œuvre des codes logiques, il est nécessaire de les définir. Les codes les plus courants sont les codes : BINaire (BIN), Binaire Codé Décimal (BCD), Octal (O), Hexadécimal (H), ASCII, 7 segments...

Le code ASCII sera développé ultérieurement, mais sachez qu'il associe une correspondance entre 8 bits et des caractères alpha-numériques ou spéciaux.

Le code 7 segments sera défini dans le dixième volet, en application avec le décodeur intégré 4511.

Le code BINaire est une écriture directe de l'état des bits dans un ordre défini, déjà utilisé dans le module LO-2. On écrit le plus à droite le bit de poids le plus faible (LSB = 'Least Significant Bit') et on inscrit les autres bits en continuant vers la gauche. Le bit le plus à gauche est nommé le bit de poids le plus fort (MSB = Most Significant Bit'). On parle de poids, car on affecte au bit une valeur de correspondance décimale : ainsi le LSB vaut  $2^0$  et le MSB =  $2^{(n-1)}$  pour un nombre de  $n$  bits. Un nombre binaire s'exprime en base 2, alors que nous calculons usuellement en base 10. Certaines calculatrices effectuent la conversion (Binaire  $\leftrightarrow$  Décimal), mais il est aisé de la résoudre en effectuant la somme du poids de chaque bit à 1. Ainsi pour  $\phi 1\phi 1$ , un nombre binaire sur 4 bits, le MSB vaut  $\phi$ , le LSB = 1 (MSB, xxxx, LSB) et la correspondance décimale est  $2^2 + 2^0$ ,

soit  $4 + 1 = 5$ . Voici les valeurs binaires successives des nombres de 0 à 15, car on se ramène souvent à des formats multiples de 4 bits :  $\phi\phi\phi\phi$   $\phi\phi\phi 1$   $\phi\phi 1\phi$   $\phi\phi 11$   $\phi 1\phi\phi$   $\phi 1\phi 1$   $\phi 11\phi$   $\phi 111$   $1\phi\phi\phi$   $1\phi\phi 1$   $1\phi 1\phi$   $1\phi 11$   $11\phi\phi$   $11\phi 1$   $111\phi$   $1111$ . C'est d'ailleurs la séquence utilisée par le module LO-2, qui est un compteur binaire sur 4 bits, et on respecte cet ordre pour définir une table d'analyse d'un problème ou d'un circuit.

Pour la conversion inverse, de décimal à binaire, il faut effectuer des divisions successives de  $2^n$  en commençant par le bit de poids fort, après évaluation du nombre de bits, en écrivant de gauche à droite; exemple, le nombre 12 à convertir : comme c'est inférieur à  $2^4 = 16$ , il faudra 4 bits ; si le nombre est supérieur ou égal à  $2^3$  (MSB), on soustrait cette valeur et le LSB vaut 1 ; sinon le MSB vaut  $\phi$  ; on passe au bit de rang inférieur, en utilisant le reste ; on procède de même jusqu'au LSB, et le reste vaut donc  $\phi$  ;  $12 - 2^3 = 12 - 8 = 4$ , le MSB = 1,  $4 - 2^2 = 4 - 4 = \phi$ , le bit suivant vaut 1, et les autres bits  $\phi$ , ce qui donne  $11\phi\phi$ , code binaire de 12 ; si le nombre binaire doit être exprimé sur un nombre de bits plus élevé, les autres bits à gauche du MSB sont à  $\phi$ , ainsi 12 exprimé sur 8 bits en binaire devient  $\phi\phi\phi\phi 11\phi\phi$ . Avec l'habitude, vous procéderez à cette étape très vite car on utilise rarement les nombres supérieurs à 15 (cf. hexa). Autre exemple, le nombre décimal 60 qui s'ex-

prime en binaire  $1111\phi\phi$  avec le minimum de bits et  $\phi\phi 1111\phi\phi$  avec 8 bits.

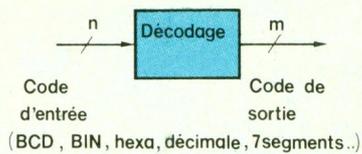
Le code BCD est une limitation particulière du code binaire quand celui-ci est limité à 4 bits, ce qui est le cas pour les compteurs intégrés et en informatique. On s'intéresse uniquement à la correspondance entre les nombres de 0 à 9, soit  $\phi\phi\phi\phi$  à  $1\phi\phi 1$  en binaire. En revanche, les autres codes binaires restants n'existent pas ( $1\phi 1\phi$  à  $1111$ ). Si le nombre est supérieur à 9, on décompose le nombre par ses termes décimaux, qui forment des blocs de 4 bits qu'on aligne. Ainsi, pour exprimer le nombre décimal 60 en BCD, il faut le décomposer, soit 6 puis  $\phi$ , termes que l'on convertit en BCD, soit l'expression  $\phi 11\phi \phi\phi\phi$ .

Le codage octal n'est plus très usité, mais il arrive que des circuits utilisent encore ce type de code. C'est en fait une limitation du code BCD (ou binaire) sur 3 bits ; en revanche, l'écriture octale s'effectue en base 8. Seuls sont donc exprimés les nombres décimaux de 0 à 7,  $\phi\phi\phi$  à  $111$  en binaire. Exemple, 26 en décimal s'exprime 32 en octal, valeur obtenue aisément par divisions successives de puissance de 8. Une autre méthode, plus courante, est de convertir le nombre en binaire et de le décomposer en triplets (bloc de 3 bits) ; ainsi 26 décimal vaut  $11\phi 1\phi$  en binaire, ce qui donne  $\phi 11.\phi 1\phi$ , soit 32 en octal.

Le code hexadécimal est un découpage du nombre BINaire en

# 1

## Fonction décodage



termes de 4 bits auquel on donne une correspondance : de  $\phi\phi\phi\phi$  à  $1\phi\phi1$ , on utilise les valeurs  $\phi$  à 9 comme en BCD, mais de  $1\phi1\phi$  à  $1111$ , on utilise les lettres A à F ; ces dix derniers états sont donc définis, contrairement au codage BCD. Ainsi, exprimer  $\phi\phi\phi\phi$  à  $1111$  en binaire (0 à 15 en décimal) revient à écrire 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F en hexadécimal. Si le nombre est supérieur à 16, on utilise un autre terme de 4 bits, car on travaille en base 16 (décomposition en puissance de 16). Ainsi le nombre décimal 60 s'exprime par  $3 \times 16 + 12$ , soit 3C en hexadécimal. A remarquer que si on convertit 3C en binaire, on obtient  $\phi\phi1111\phi\phi$ , qui associé forme la valeur binaire, soit  $\phi\phi1111\phi\phi$  identique à  $1111\phi\phi$  : la conversion BIN  $\leftrightarrow$  Hexa est donc simple. C'est ce codage qui est utilisé dans la logique à microprocesseurs (langage machine sur un micro-ordinateur).

Pour vous familiariser avec ces codes, quelques conversions sont proposées à titre d'exemple ; pour plus de détails, il faudra vous reporter à un ouvrage de logique définissant précisément ces codes et les méthodes de conversion, ce qui sortirait du cadre de cette série ; d'ailleurs, certaines calculatrices intègrent ces codages et leurs conversions, tout comme de nombreux programmes basic pour micro-ordinateurs, souvent proposés dans le manuel d'utilisation.

Un terme de 4 bits (abréviation de bit : 'b') s'appelle un « quartet », un terme de 8 bits est un « octet » ('Byte'), d'abréviation 'o', un terme de 16 bits se nomme un « mot » ('Word') et un terme de 32 bits est un « mot

long » ('Long Word'). Ces termes sont courants dans le langage informatique (on complète par la définition de « kilo » qui désigne  $2^{10} = 1\,024$ , « méga » qui désigne  $2^{20}$  et « giga » =  $2^{30}$ ). Ainsi une mémoire de 2 Ko a une capacité de  $2^{10}$  octets, soit 1 024 octets ou  $8 \times 1\,024$ , soit 8 192 bits ou 8 Kb. Notez le 'K' majuscule, contrairement aux 'kΩ' !).

## 2 FONCTION DECODAGE (fig. 10)

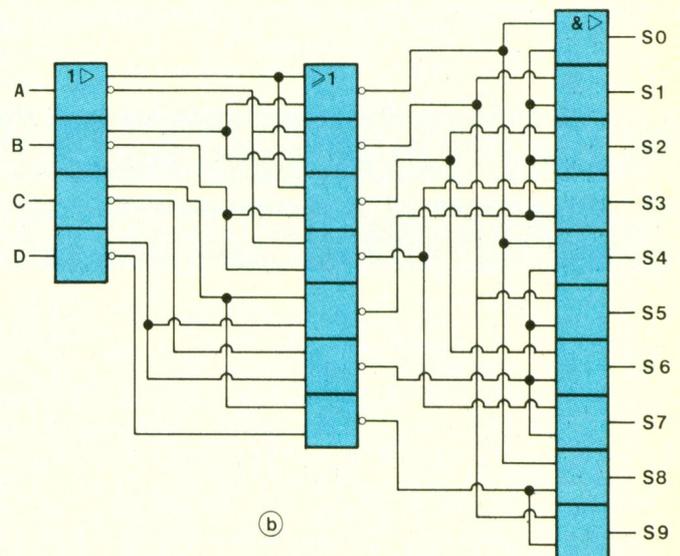
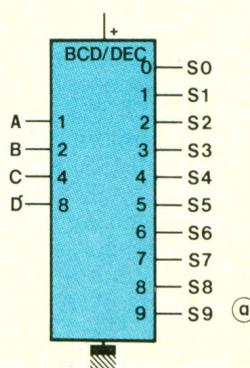
La fonction décodage (ou transcodage) permet de convertir un code X en un code Y. Le code X est soit BINaire (le code hexadécimal est identique), soit BCD. Il est exprimé sur n bits. Le code Y est DECimal (1 sortie valide parmi 10, en abréviation 1/10), Hexadécimal (1/16), Octal (1/8) ou particulier (7 segments, ASCII, ...) Il est exprimé sur m bits. A noter que la fonction décodage fournit un résultat binaire, mais

qui tient compte du codage de sortie. Aussi un décodeur binaire/octal ne convertira pas 26 décimal en 32 !

Le décodage le plus courant est le BCD/7 segments. Dans ce cas,  $n = 4$  (BCD) et  $m = 7$ , mais ce circuit est complété par d'autres entrées de contrôle, ce qui nous amène à le reporter à un volet ultérieur.

Nota : une EPROM réalise une fonction décodage programmable électriquement et effaçable aux ultraviolets. La 2716, qui est utilisée actuellement dans des réalisations proposées par la revue, utilise 10 bits pour n et 8 bits pour m. D'ailleurs, le module LO-5 sera une application de décodage pour visualiser sur deux afficheurs un code Binaire, BCD ou Hexa et en assurer la conversion. Le codage est l'opération inverse du décodage et peut être effectué par une EPROM. Il existe des circuits codeurs, mais il est peu fréquent de les utiliser, aussi nous en faisons abstraction.

## 2 Décodage BCD/« DEC »



Exemples de conversion				
Décimal	BiNaire	BCD	Hexa	Octal
0	$\phi\phi\phi\phi\phi\phi\phi\phi$	$\phi\phi\phi\phi$	0 ou 00	000
16	$\phi\phi\phi1\phi\phi\phi\phi$	$\phi\phi\phi1\phi11\phi$	10	020
26	$\phi\phi\phi11\phi1\phi$	$\phi\phi1\phi\phi11\phi$	1A	032
125	$\phi11111\phi1$	$\phi\phi\phi1\phi\phi1\phi\phi1\phi1$	7D	175

## DECODAGE BCD/DEC

L'exemple choisi est le 4028. Son symbole (fig. 2a) est un boîtier rectangulaire muni de l'indication de sa fonction dans la partie supérieure, soit « BCD/DEC » qui indique un décodage ou transcodage ; le code d'entrée

Entrées				Sorties									
D	C	B	A	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>9</sub>
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
à													
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

est le code BCD, exprimé sur 4 bits, dont le symbole indique le poids décimal (1, 2, 4 ou 8) ; c'est donc A le LSB et D le MSB, et c'est une appellation usuelle pour la désignation des broches des circuits. Le code DECimal est défini sur dix sorties correspondant aux dix valeurs décimales du code BCD d'entrée. La fonction décodage décimal impose que seule une sortie soit validée alors que les autres sont inhibées ; les sorties sont actives à l'état haut (« 1 ») par absence de complémentation (boule sur le symbole). Exemples : la valeur décimale de DCBA = φφφφ est 0, la sortie S<sub>0</sub> = 1 (active) et les autres sorties

sont à φ. La sortie S<sub>9</sub> est active uniquement pour le code 1φ1φ, code binaire de la valeur décimale 9.

La figure 2b présente le schéma interne du circuit (CD4028 de RCA), en utilisant les symboles normalisés des fonctions. La porte sur les entrées A, B, C, D réalise la double fonction OUI/NON (deux sorties). D'après ce logigramme, on peut déduire les équations de chaque sortie. Par exemple,  $S_0 = \overline{A + B + C + D}$ , et en appliquant le théorème de Morgan,  $\overline{S_0} = A + B + C + D$ , donc  $S_0 = \overline{A + B + C + D}$  ; cette sortie est active à l'état 1 pour DCBA = φφφφ, donc n décimal 0, ce qui vérifie bien la fonction. Vérifier les neuf autres cas est un bon exercice pour confirmer vos connaissances.

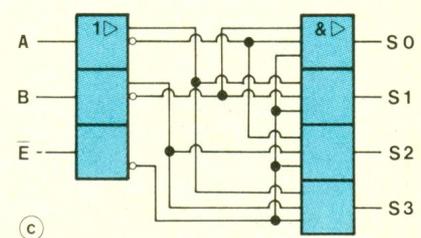
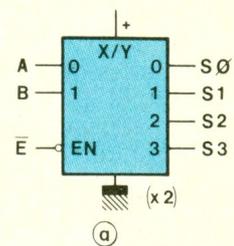
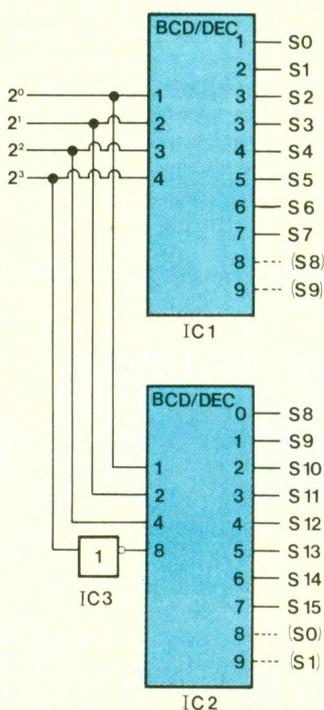
Mais, comme le code d'entrée est sur 4 bits, et bien qu'il soit BCD, les six autres codes pourraient apparaître ; il est utile de connaître l'état des sorties dans ce cas ; ici, elles ne sont pas influencées par un code non-BCD (1φ1φ à 1111), puisque aucune sortie ne devient active pour ces six combinaisons hors code.

En analysant chaque sortie, on obtient la valeur décimale qui l'active. Pour obtenir la table d'analyse de la figure 3, il suffit de définir les variables d'entrées (colonnes gauches) par les seize combinaisons des bits DCBA, dans l'ordre de comptage BCD ; ainsi la première ligne est 0 et la dixième 9. On a continué jusqu'à 15, mais on n'a pas différencié les six cas, car le résultat de sortie est inchangé, d'où la notation adoptée. Pour trouver les états

des sorties (dix colonnes à droite), on cherche la valeur décimale qui l'active et on place la sortie considérée à l'état 1 et les autres à φ. On obtient la table proposée sur la figure, et c'est la table de vérité que propose le constructeur sur la fiche technique descriptive du 4028. Avec l'habitude de la nouvelle normalisation utilisée dans cette série, vous pouvez vous dispenser de la regarder puisque le symbole est explicite.

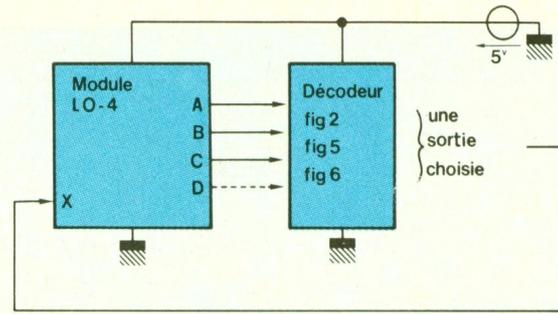
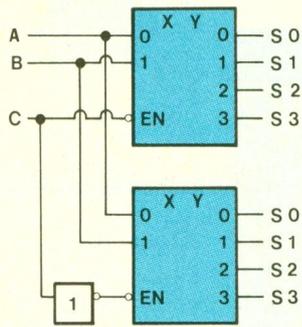
## ASSOCIATION

La lecture de la documentation technique permet la mise en œuvre de ces circuits individuellement. Mais pour la conception structurelle du schéma d'une application, il est fréquent de devoir associer des circuits de même type pour en étendre les possibilités, ce qui n'est pas toujours aisé. Heureusement le constructeur esquisse quelques idées, point de départ de la réflexion des utilisateurs et concepteurs. On désire utiliser un décodeur Binaire/Hexadécimal, permettant donc de valider une sortie



E	B	A	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
1	X	X	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	1

Entrées Sorties



parmi seize, selon le code binaire appliqué en entrée ; si ce circuit n'existe pas (en fait, il existe, mais avec d'autres possibilités qui nécessitent d'attendre les prochains volets), il convient de le réaliser avec d'autres circuits. Une solution est d'utiliser le 4028 précédemment décrit.

Le 4028 décode les dix premières combinaisons des 4 bits, car le code d'entrée est BCD. En se limitant aux huit sorties  $S_0$ - $S_7$ , on réalise un décodeur BCD/Octal, avec la condition  $D = \phi$ , pour limiter le code d'entrée à 3 bits, particularité dont on tire parti pour l'association. Pour réaliser un décodeur BCD/Hexa, on utilise deux décodeurs différenciés par un quatrième bit, le MSB  $2^3$ . Ainsi les huit sorties de  $IC_1$  sont actives pour le MSB =  $\phi$ , et on ignore les deux sorties restantes quand MSB = 1. Comme le MSB est complété pour commander l'entrée D de  $IC_2$ , ses sorties sont actives quand le MSB = 1, et on ignore les deux sorties restantes quand le MSB =  $\phi$ . La figure 4 présente le schéma de cette association, qui nécessite donc deux 4028 et une porte NON.

Remarque 1 : la porte NON  $IC_3$ , qui complémente le MSB, assure également un décodage (élémentaire) de sélection entre  $IC_1$  et  $IC_2$ .

Remarque 2 : les sorties libres, notées entre parenthèses sur la figure, sont toutefois actives pour certaines combinaisons, dont la valeur décimale est définie pour l'appellation. Justifions cette remarque par un exemple : pour le code  $\phi\phi\phi 1$ , la sortie  $S_1$  de  $IC_1$  est active ; mais  $IC_2$  se voit appliquer le code  $1\phi\phi 1$ , qui valide donc sa sortie  $S_9$  ; par le codage choisi, cette neuvième sortie de  $IC_2$  correspond au code d'entrée  $\phi\phi\phi 1$ , de valeur décimale 1, d'où l'ap-

pellation ( $S_1$ ) ; il y a donc quatre doubles sorties  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_8$  et  $S_9$ . En définissant votre problème et en connaissant les caractéristiques des circuits, vous pouvez effectuer vous-même la conception de l'association en définissant le problème de logique combinatoire et en résolvant les équations. Ici, le constructeur proposait la solution, mais il est parfois nécessaire de réfléchir au problème, en usant fréquemment d'astuces qui caractérisent le style des concepteurs.

## DEC/DMUX

DEC/DMUX est l'abréviation de DEcodeur ou DÉMULTIpleXeur. Le démultiplexeur est un décodeur particulier, qui définit et ne valide qu'une sortie à la fois, et ce pour chacune des combinaisons d'entrée dont le nombre est défini par le nombre de bits du code d'entrée ; le terme démultiplexage est choisi car l'information d'entrée est une « compression » (multiplexage :  $n$  bits représentent  $2^n$  valeurs distinctes) des combinaisons de sortie et le circuit réalise l'opération inverse (décomposition).

Le symbole utilise simplement la notation X/Y, comme indiqué en figure 4a. La notation des entrées est modifiée, on a noté ici le rang des bits et non le poids ; c'est le crochet ] (ou { qui sera complété d'annotations pour d'autres circuits) qui permet de faire la distinction avec la notation précédente. Pour les sorties, on retrouve les valeurs décimales (quatre sorties car 2 bits d'entrée  $\rightarrow 2^2$  combinaisons). Il y a une entrée supplémentaire /E, qui se nomme EN dans le symbole. Quand on note EN dans le symbole, on indique que les sorties sont à leur état inactif (ici  $\phi$ ) si cette entrée n'est pas à son état actif, quelles que soient les au-

tres entrées de la fonction ; normalement l'état actif de EN est 1, mais, par la boucle de complémentation externe, un  $\phi$  est nécessaire, d'où l'appellation constructeur /E.

Le circuit choisi est un 4555, qui effectue le décodage du code 2 bits BA, donc valide une sortie parmi quatre ; c'est aussi un démultiplexeur car toutes les combinaisons sont décodées et seule une sortie est active à la fois. La figure 4b précise la table de vérité du circuit, qu'on peut déduire du symbole. Si /E = 1, les sorties sont inhibées, donc  $S_3S_2S_1S_0 = \phi\phi\phi\phi$ , quel que soit le code d'entrée, donc BA = XX. Si /E =  $\phi$ , les combinaisons de BA permettent de sélectionner une des quatre sorties ( $\phi\phi$  valide  $S_0$ ,  $\phi 1$   $S_1$ ...).

La figure 4c présente le schéma interne, à titre d'exercice d'application : en premier, partez de la table d'analyse (fig. 4b) et déterminez l'équation des quatre sorties en traçant les quatre tableaux de Karnaugh (trois variables, bien sûr). En second, d'après le schéma du constructeur, retrouvez les équations des sorties et comparez-les avec vos équations. Elles doivent être identiques (pour solution, les équations sont  $S_0 = /A*/B*/E$ ,  $S_1 = A*/B*/E$ ,  $S_2 = /A*B*/E$  et  $S_3 = A*B*/E$ ).

En fait dans le 4555, il y a deux décodeurs identiques et indépendants (cf. brochage fig. 9) pour exploiter toutes les broches du boîtier. Le 4556 est identique au 4555 hormis les sorties qui sont toutes complémenteées ; le symbole voit toutes les sorties affectées d'une boucle de complémentation et l'état des sorties est complémenteé sur la table de vérité ; pour BA =  $\phi\phi$  et /E =  $\phi$ , la sortie  $S_0$  du 4556 vaut  $\phi$  (état actif), alors que  $S_1 = S_2 = S_3 = 1$  (état inactif).

## ASSOCIATION

Avec un seul boîtier 4555 (ou 4556), il reste donc possible de réaliser l'association pour augmenter la capacité de décodage à huit sorties. La **figure 6** réalise un décodeur BIN/Octal, puisque le code d'entrée est sur 3 bits et on a huit sorties ; c'est aussi un démultiplexeur 3/8. La porte NON agit sur l'entrée /E pour valider ou inhiber alternativement les deux décodeurs. Ainsi pour le code d'entrée CBA =  $\phi XX$ , on inhibe le décodeur inférieur et on valide le décodeur supérieur, donc une des sorties  $S_0$  à  $S_3$  selon BA ; alors que pour CBA = 1XX, c'est l'inverse avec BA sélectionnant  $S_4$  à  $S_7$ .

Si l'on veut étendre le décodage-démultiplexage à seize sorties, comme pour l'association du 4028, il faut poser le problème et effectuer l'analyse de conception (logique combinatoire). D'abord, il faut seize sorties, ce qui détermine le nombre de décodeurs type 4555, soit quatre. Les entrées A et B sont toutes reliées en parallèle, et les entrées /E permettent la distinction entre décodeurs ; comme il y a quatre signaux /E, il faut en choisir un parmi quatre, donc effectuer un démultiplexage d'un code sur 2 bits (DC) ; et pourquoi ne pas utiliser un cinquième décodeur pour effectuer ce démultiplexage, en validant en permanence son entrée /E ; le décodeur sera un 4556 car les entrées /E sont actives à l'état  $\phi$ . Cette association nécessite deux 4555 (décodage sorties) et un 4556 à demi utilisé (sélection). Si vous voulez des sorties complémentaires, il faudra trois 4556 !

## MANIPULATIONS

Pour concrétiser ces nouvelles connaissances, vous pouvez réaliser un câblage sur plaquette de connexion pour la vérification pratique. Le module LO-2 génère automatiquement, au rythme de son horloge (dont la fréquence est modifiable), tous les états d'un code binaire sur 4 bits, mais vous pouvez l'utiliser pour un code de 3, 2 et même 1 bit en vous limitant aux bits de plus faible poids (CBA, BA ou A). En le connectant au montage des **Figures 2, 5 et 6** et en ralentissant sa fréquence pour observer les changements de code, vous verrez automatiquement les sorties se valider successivement, si vous leur connectez des DEL de visualisation (module LO-1). Mais vous pouvez aussi définir le code d'entrée avec les interrupteurs (LO-1), méthode manuelle, et visualiser les signaux des sorties avec le module LO-3 (multiplexeur d'oscilloscope), mais n'oubliez pas d'alimenter les circuits externes aux modules, et les modules eux-mêmes !

En utilisant le module LO-4 comme indiqué sur la **figure 7**, vous relevez le tableau de Karnaugh. Ce tableau permet de retrouver aisément l'équation des sorties et de vérifier la recherche théorique d'après le schéma constructeur ou la table d'analyse. La méthode est de connecter le nombre de variables choisi au décodeur, de sélectionner les interrupteurs de visualisation du module LO-4 et de connecter successivement toutes les sorties à l'entrée X du module. Par exemple, pour le 4555, le module LO-4 générera /E, B, A en les connectant aux variables C,

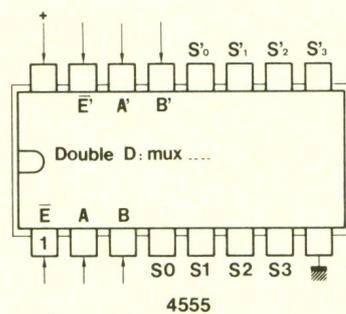
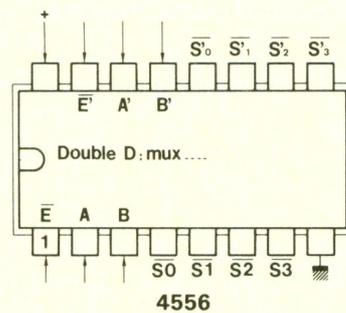
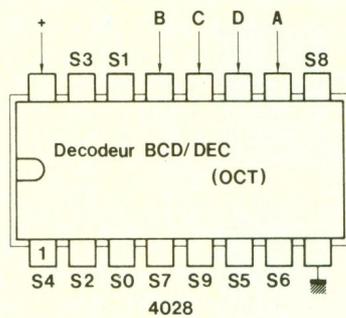
B, A et en limitant la visualisation à ces mêmes variables. La différence d'affichage sera nette entre un 4555 et un 4556, circuits dont vous pouvez d'ailleurs connecter en parallèle les entrées pour comparer les sorties. Mais vous pouvez aussi tester les associations, donc vérifier les montages proposés, ainsi que votre solution si vous réalisez une autre association (comme un décodeur BIN/Hexa avec trois 4556, car il n'est pas possible de vous présenter toutes les solutions).

La **figure 9** présente le brochage des circuits 4028, 4555 et 4556, tous de technologie CMOS ; ce seront donc des CD4028 ou HEF4028 ou TC4028... selon le fabricant. Rappel : les 4555 et 4556 intègrent deux décodeurs identiques indépendants dans un même boîtier, différenciés par le signe  $\phi$ . Le circuit 4555 est utilisé dans le module LO-4, vous pouvez maintenant revoir l'analyse de fonctionnement de ce module et comprendre son rôle. Le circuit HC138 (cf. paragraphe QMOS pour les caractéristiques) est un décodeur-démultiplexeur BIN/Octal, qui a la particularité de posséder plusieurs entrées de validation des sorties, actives à des états différents (pour le valider, il faut une combinaison  $1\phi\phi$  sur ces entrées, car il y a une relation ET entre ces entrées ; cf. symbole du circuit, volet Logic 6, **figure 7**).

## LES QMOS

La technologie QMOS est une technologie logique au même titre que le TTL, le CMOS... Elle date de plusieurs années déjà mais sa disponibilité pour l'amateur est récente. Par rapport aux CMOS, ils sont identiques hormis une tension d'alimentation limitée à la plage + 3 V à + 7 V, la reprise des fonctions des circuits série 74xxx (TTL), avec l'avantage d'une fréquence de fonctionnement plus élevée. En fait, un QMOS est la version MOS de circuit TTL-LS, d'où les appellations choisies, comme les quelques 74Cxx étaient les versions CMOS de quelques fonctions TTL. Sachez que les MOS (CMOS, QMOS et FACT) vont supprimer tous les TTL en rendant obsolète cette technologie (les MOS sont même « rentrés »

Nb entrees	Fonction								
1								04 14 $\square$ 4049	4050
2	08	00 03 $\square$ 132 $\square$	32	02	86 386				
3	11	10	4075	27					
4	21	20	4072						
8		30							



dans les circuits linéaires pour créer les LinCMOS !), même si les 74Cxxx n'ont pas connu un grand développement. Parmi les QMOS, il y a trois appellations possibles : 74HCxxx, 74HCTxxx, 74HCUxxx ; les premiers ont des seuils de commutation compatibles CMOS, les seconds ont des seuils compatibles TTL et les troisièmes sont les versions non remises en forme ('Un-Buffered' avec fréquence d'utilisation plus élevée). Il existe toutefois certains circuits de la série 4xxx CMOS qui sont repris en QMOS, car ceux-ci n'existent pas en TTL, comme par exemple les circuits mixtes logiques/analogiques (4017, 4066...).

Le tableau de la figure 8 présente les fonctions combinatoires de base, en version QMOS, en distinguant le nombre d'entrées. Ces circuits sont disponibles en HC et HCT, bien que les HCT soient moins nombreux chez vo-

tre revendeur. Il n'y a qu'un circuit type HCU, c'est le 04. Le tableau indique la référence à ajouter derrière le préfixe 74HC (ou 74HCT) pour avoir la référence complète. Ainsi, un circuit intégrant des ports ET-NON à deux entrées sera le 4011 en CMOS et le 74HC00 ou 74HCT00 en QMOS (pour rappel, en TTL ce sera le 7400, 74LS00...); mais ATTENTION : le brochage des QMOS N'EST PAS COMPATIBLE avec celui des CMOS, mais avec les circuits TTL ; les brochages des 4011 et 74HC00 sont donc différents. Le 74HC00 a le même brochage que le 74C00.

Note : le HC03 est un circuit avec sorties 'Drain'-ouvert (identique au collecteur ouvert ; le drain « est le collecteur » des transistors MOS), identifiables par le losange (◊ ; l'état défini est 0). Les HC14 et HC132 ont des entrées à détection de seuil ('trigger' II).

## SOLUTIONS

Les tableaux de Karnaugh de  $S_1$  et  $S_2$  ne sont pas représentés, car il suffit d'utiliser le module LO-4 pour les visualiser, en le limitant à quatre variables. La simplification des équations fournit ces deux résultats :  $S_1 = B + D$  et  $S_2 = B + C$ . Pour  $S_1$ , il fallait factoriser D et /D, donc  $S_1 = /D * (B * A * C + B) + D * (/B + /B * A + /B * /A * C) = /D * (B * (A * C + 1)) + D * (/B * (A + 1) /A * C) = /D * B + D * /B$ , qui est un OU-EXCLUSIF entre D et B. Pour  $S_2$ , la méthode algébrique se résout facilement en factorisant A, /A et  $B * C$ , soit  $S_2 = A * (/B * C * (/D + D)) + /A * (/B * C) + B * C * (A + 1) = A * (/B * C) + /A * (/B * C) + B * C = /B * C + B * C$ , soit un autre OU-EXCLUSIF, entre B et C.

L'équation de  $S_3$  se relève sur le tableau par cinq boucles, que vous pouvez directement factoriser, avec de l'habitude. On obtient ainsi  $S_3 = B * /C * D + A * /C * (D + E) + /A * /B * (C + D)$ . Retrouvez ces cinq boucles sur le tableau, en sachant que la première regroupe les deux cases à droite en haut et bas, les deux suivantes les six cases centrales et les deux dernières, la colonne à gauche de six cases. C'est un bon exemple pour vérifier l'infaisabilité de certains regroupements. Ainsi, on ne peut regrouper les quatre premières cases

de la colonne de gauche mais les quatre centrales, à cause des axes de symétrie ; les deux cases restantes sont obtenues en regroupant deux fois deux cases par rapport à l'axe de symétrie central. C'est donc un bon exercice de retrouver ces boucles. Ayant l'équation minimale, après la factorisation déjà effectuée, il convient de vérifier si elle ne peut pas être encore plus simplifiée ou plus factorisée. Visiblement non, le résultat reste inchangé. Si la factorisation n'était pas encore évidente pour écrire directement  $S_3$ , vous auriez factorisé à cette étape. Il suffit de réaliser le logigramme (schéma structurel logique) en utilisant deux portes OU à deux entrées, trois portes ET à trois entrées, une porte OU à trois entrées et quatre portes NON et en effectuant le câblage conjointement aux équations. Mais d'autres solutions sont possibles, surtout si vous passez par les ' $\Phi$ ' en écrivant l'équation de  $/S_3$ .

## A SUIVRE

Le prochain volet, le n° 9, sera *peut-être* l'occasion d'apporter quelques compléments et rectificatifs pour cette série. En effet, même si cela est indépendant de notre propre volonté, les erreurs dans de telles analyses sont inévitables par les imitoyables « Lois de Murphy » ! Les fiches techniques des modules qui n'ont pu être insérées dans la revue, par manque de place, seront disponibles dans ce même volet.

P. WALLERICH

# FICHE UTILISATION MODULE LO-3



**Usage :** visualisation de 8 signaux sur un oscilloscope.

**Caractéristiques :** sortie amplitude 4 V crête à  $V_{cc} = 10$  V (calibre 0,5 V/div).

Entrées analogiques ou digitales :  $0 \text{ V} \leq V_e \leq V_{cc}$ .

Résistance d'entrée : non-constante, mais  $R_e > 60 \text{ k}\Omega$ .

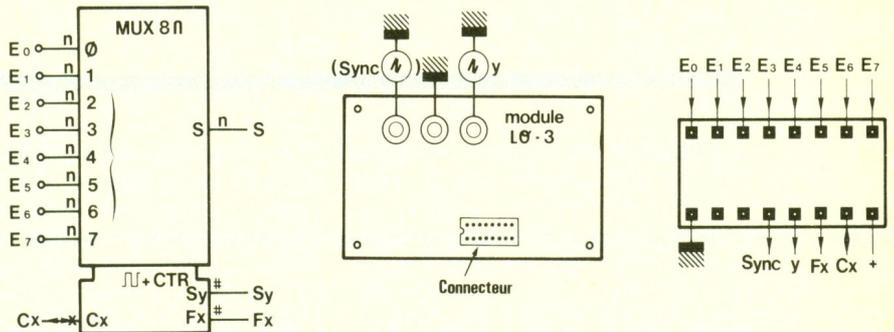
Alimentation  $V_{cc}$  : + 5 à + 18 V (5 V à 15 V conseillé).

Oscillateur programmable pour confort visualisation nécessite un oscilloscope pour visualiser les signaux.

La **figure 1** présente son symbole fonctionnel, le repérage des éléments « actifs » du module et le brochage du connecteur. Le module est constitué d'un oscillateur de signaux ( $H=F_0$ ) carrés « programmable » (par  $C_x$ ) associé à un séquenceur (bloc inférieur = + compteur = + CTR) 4 bits dont trois sont utilisés pour commander le multiplexeur analogique ( $n$ ) à 8 entrées (bloc supérieur). L'entrée  $E_0$  est affichée tout en bas de l'affichage sur l'écran, l'entrée  $E_7$  tout en haut. Selon  $V_{cc}$ , le calibrage de l'oscilloscope est ajusté pour que les traces se superposent aux divisions de l'écran.

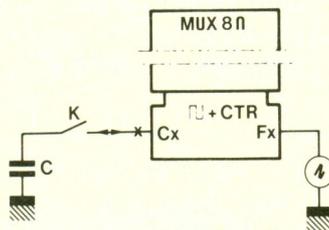
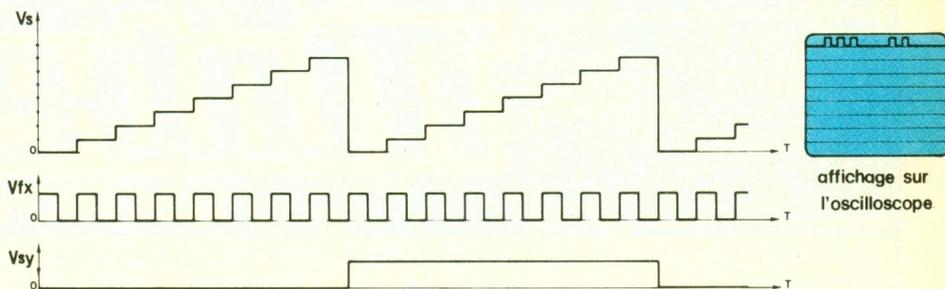
La **figure 2** indique les signaux du module en fonctionnement normal et permet le test ou le dépannage (cf. LOGIC\_04, fig. 9).

L'oscilloscope est synchronisé sur le front descendant de  $S_y$ , on observe les signaux en  $S$ ,  $F_x$  et  $S_y$  comme représenté sur la figure. L'amplitude de  $V_s$  est liée à celle de  $V_{cc}$  et la fréquence de  $F_x$  (et des autres signaux) est modifiable en connectant un condensateur en  $C_x$ . Il peut y avoir des pics parasites sur le signal  $V_s$ , à chaque front, et leur visibilité est liée à la fréquence  $F_x$ . Plus  $F_x$  est élevée et plus ils sont visibles, d'où le compromis dans le choix de  $F_x$ . Si l'oscilloscope n'est pas synchronisé, on observe huit traces, comme sur la figure avec un exemple de signal en  $E_7$ .



**1** Mise en œuvre du module LO-3.

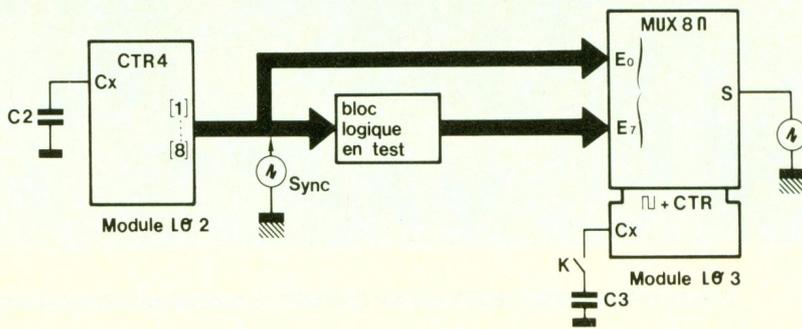
**2** Chronographes.



**3** Contrôle de l'horloge.

La **figure 3** indique comment contrôler la fréquence  $F_x$  de l'horloge, avec un condensateur  $C$ , connecté en  $C_x$ . Normalement la période ( $1/F_x$ ) vaut  $T_x = 66 \mu\text{s}$ , mais avec  $C_x$ , on obtient  $T_x = (66 + 14 \cdot C_x)$  en  $\mu\text{s}$ , avec  $C_x$  en nF. Pour conserver l'analogie avec le multiplexage interne des oscilloscopes bicourbes (mode choppé/alterné), on peut utiliser

un interrupteur pour valider deux fréquences caractéristiques (mais le concept des deux modes est totalement différent sur un oscilloscope). Si le montage le nécessite, vous passerez à  $F_x$  élevé en ouvrant  $K$ . Sinon, fermez  $K$  ou câblez  $C$ . La fréquence et le signal d'horloge peuvent être contrôlés en  $F_x$  avec l'oscilloscope.



La figure 4 présente un exemple d'utilisation dans le cas de test de sous-ensembles logiques. Le module LO\_2 génère la séquence de signaux pour l'essai de toutes les combinaisons du bloc logique en test. Le module LO\_3 permet à l'oscilloscope de visualiser huit signaux qui peuvent être huit sorties (synchronisation sur signal de commande de fréquence la plus lente), ou des points intermédiaires, et la

sortie, selon les signaux de commande. La mise en œuvre de ce module nécessite évidemment l'utilisation d'un oscilloscope et d'une alimentation régulée. Le module autorise des signaux logiques analogiques aux entrées, à condition que ceux-ci voient leur amplitude varier entre 0 V et Vcc au maximum, en se rappelant aussi que la résistance d'entrée varie. On peut donc distinguer des fonctionnements non

logiques de circuits logiques : une porte logique qui fonctionne en linéaire, la sortie d'une porte collecteur ouvert ou à trois états, des portes en court-circuit... Mais on peut aussi tester un montage analogique en visualisant tous ses signaux. Pour se prémunir de la résistance d'entrée variable, on peut faire précéder l'entrée d'une porte OUI CMOS si on observe des signaux logiques (mais elle les remettra en forme, ce qui peut être un avantage) ou d'un AOP monté en suiveur (attention à son alimentation) pour des signaux analogiques et logiques (mais il limitera la fréquence des signaux).  
Nota : si la tension d'alimentation du bloc logique en test est inférieure à celle du module LO\_3, il n'y a aucun risque pour le module. Seule la trace visualisée sur l'oscilloscope sera plus petite. Si l'amplitude des signaux d'entrée est supérieure à l'alimentation du module, il faut l'atténuer en insérant un résistor en série sur les entrées concernées, soit :  $R = R_1 \cdot (V_{en}/V_{cc} - 1)$ .

**NEW !**  
  
 35, rue d'Alsace  
 75010 PARIS  
 Tél. : 40.37.57.73  
**SERVICE APRES-VENTE**  
 Toutes marques, RADIO, T.V., HI-FI, VIDEO  
 Modification, K, etc.  
 Adaptation magnétoscope pour C +

# Mobel

## ELECTRONIQUE

35-37, rue d'Alsace  
 75010 PARIS  
 Tél. : 40.37.72.50 +  
 Métro : gare du Nord et de l'Est

<p>Nouvelle formule France kit. Tous les modules décrits ci-contre sont câblés en état de marche garanti.</p>	<p><b>ASSERVISSEMENT MUSICAL</b> permet d'inverser le sens d'un moteur au son de la musique Le module livré avec moteur <b>550 F</b></p>	<p><b>MODULATEUR DE LUMIERE A MICRO</b> 3 voies de 1200 W filtre de fréquence. Le module complet <b>110 F</b></p>	<p><b>CHENILLARD MODULATEUR</b> 4 voies. Réglage niveau et vitesse 4 voies de 1200 W Le module complet <b>160 F</b></p>	<p><b>LOCATION DIVERS JEUX LUMIERE NOUS CONSULTER UNIQUEMENT SUR PLACE</b></p>
<p><b>STROBOSCOPE PROFESSIONNEL</b> 300 joules Réglage de vitesse Le module avec lampe <b>350 F</b> Réflecteur <b>80 F</b></p>	<p><b>CHENILLARD 8 VOIES</b> 8 voies de 700 W 2048 programmes Contenue dans une eprom. Le module complet <b>320 F</b></p>	<p>Pièces détachées Divers pour jeux lumière ex : Bol pour PAR 36, Rotule moteur, Frotteur charbon, Vernis couleur...</p>	<p><b>MODULE AMPLI</b> 5 W mono avec réglage de volume alim 9 à 18 V <b>65 F</b> 60 W mono asservissement d'enceinte régie son, etc... Alim 24 V <b>450 F</b></p>	<p><b>GRADATEUR</b> Gradateur de lumière 1000 W potentiomètre rotatif. Le module <b>48 F</b> Gradateur de lumière 1000 W potentiomètre rectiligne. Le module <b>58 F</b></p>

Etude et réalisation de circuit imprimé implantation par CAO. Réalisation de proto avec Mylar ou calque délai 30 mn. Avec photocopie ou revue, délai 72 h. Etamage ou rouleaux gratuit.

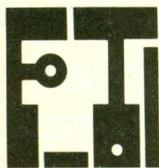
## OUVERT TOUT L'ÉTÉ

**Kits - Jeux lumière - composants - mesure - circuits imprimés**

*Nous acceptons les Bons de la Semeuse*

**EXPÉDITIONS** : Pour moins de 2 kg : 25 F, de 2 kg à 5 kg : 40 F + de 5 kg expédition en port dû.  
**EXPÉDITION HORS TAXES DOM-TOM EUROPE AFRIQUE**

# LES CIRCUITS INTEGRES JAPONAIS : LE LA 4430



## PHYSIONOMIE GENERALE

Le LA 4430 est un amplificateur AF de 4,5 W de puissance nominale. On le trouve fréquemment dans les autoradios ou autres postes récepteurs de petite puissance.

On peut dire qu'il présente un maximum d'efficacité dans un volume minimal. De plus, son gain est important. Il se caractérise par une très faible distorsion et une valeur de bruit pratiquement négligeable.

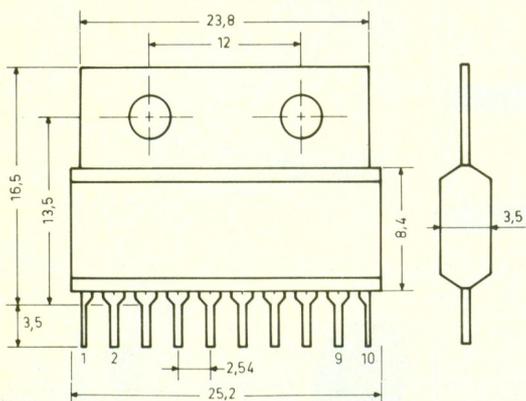
## APPLICATION

La figure 2 fait montre de l'architecture interne du LA 4430 ; on peut noter qu'il s'agit d'un amplificateur très élaboré, ne comportant pas moins de 20 transistors, d'où ses performances assez remarquables.

Quant à la figure 3, elle illustre une utilisation caractéristique de cet amplificateur. Il est intéres-

sant de remarquer qu'il met en jeu un nombre assez réduit de composants périphériques. Sa mise en application est véritablement simplifiée de ce fait.

Le tableau accompagnant le schéma fait état des potentiels relevés aux différentes broches du boîtier, pour une alimentation de l'ordre de 13,2 V, qui pourrait correspondre à celle d'une voiture automobile.



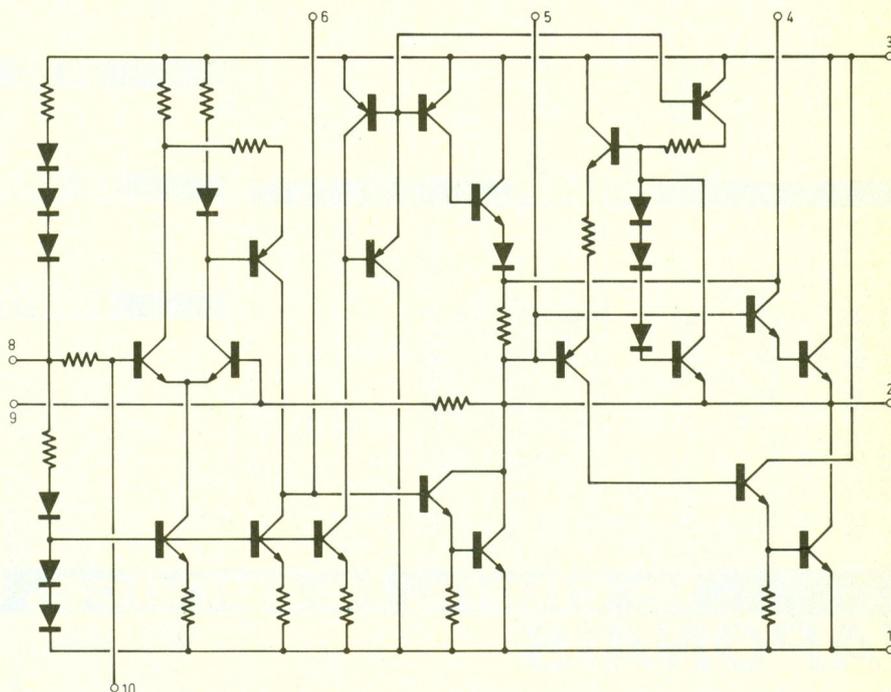
**1** Brochage du LA 4430.

## PARAMETRES LIMITES

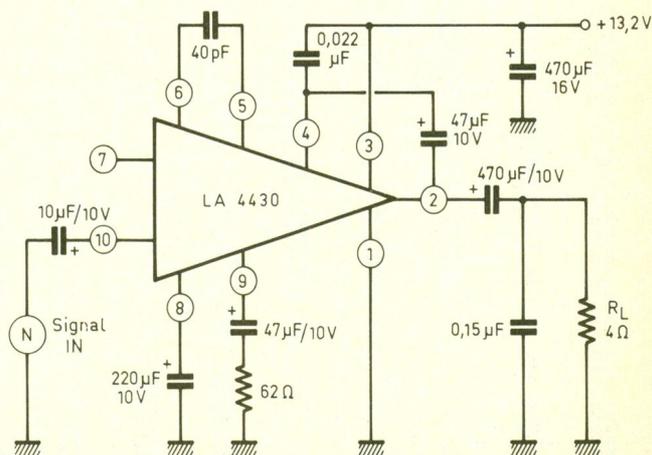
Potential d'alimentation : 18 V.  
 Puissance dissipée : 7 W (avec un radiateur en aluminium de  $100 \times 100 \times 1,5 \text{ mm}^3$ ).  
 Courant de sortie : 2,25 A.  
 Température de fonctionnement :  $-20$  à  $+75$  °C.  
 Température de stockage :  $-40$  à  $+150$  °C.

## PARAMETRES NORMAUX DE FONCTIONNEMENT

Tension d'alimentation : 13,2 V  
 Impédance de charge : 4  $\Omega$   
 Courant : 50 mA  
 Gain en tension : 50 dB  
 Puissance de sortie : 4,5 W  
 Distorsion : 0,3 %  
 Impédance d'entrée : 20 k $\Omega$   
 Bruit : 0,6 mV



Broche	Potentiel (V)
1	0
2	6,7
3	13,2
4	11,6
5	8
6	1,5
7	NON CONNECTÉE
8	6,7
9	6,7
10	6,7



**2** Structure interne.

Application typique. **3**



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



M. Vignaux (14)

Le L-C METRE du numéro 138 a retenu toute mon attention. Seule ombre au tableau, je ne connais pas la valeur de l'ajustable vertical situé sur la gauche de C<sub>1</sub>, à la figure 5.

Celui-ci repéré NIVEAU dans la nomenclature possède tout comme F<sub>1</sub> à F<sub>3</sub> une valeur de 10 k $\Omega$ . ■



M. Caron (93)

J'aimerais savoir si un compte-pose aurait été publié dans l'un de vos précédents numéros.

Un tel appareil a par le passé fait l'objet d'un article. Il s'agit du « photexpo-digital » contenant un photomètre ainsi qu'un compte-pose. Celui-ci a paru dans le numéro 66 d'Electronique pratique. ■



M. Benoit (03)

Après avoir réalisé le modulateur lumière à filtres actifs du numéro 128 d'Electronique pratique, celui-ci ne peut fonctionner.

J'ai d'autre part noté l'absence de liaison électrique entre les broches centrales des triacs et le circuit imprimé. N'y aurait-il pas une erreur ?

Vous n'avez pas a priori remarqué le fait que les radiateurs des triacs au travers des vis de fixation métalliques étaient reliés au cuivre du circuit imprimé. L'auteur ayant utilisé des semi-conducteurs à radiateur non isolé, cela implique la présence d'une liaison électrique interne directe entre l'anode et la partie métallique du boîtier. Votre absence de fonctionnement peut dès lors s'expliquer par le fait que vous n'avez pas utilisé le même type de composants.

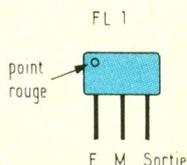
Vous pouvez cependant les conserver sur votre maquette si vous prenez soin d'effectuer pour chacun d'entre eux une liaison à l'aide de fil électrique de diamètre conséquent, entre la pastille centrale du triac et la pastille située au-dessous des radiateurs. ■



M. Prat (61)

Dans la liaison H.F. 37 MHz du numéro 137 de mai 1990, il manque la dénomination du filtre FL<sub>1</sub>.

Il s'agit d'un filtre 10,7 MHz dont vous trouverez le brochage ci-dessous. ■



M. Stal (59)

Je viens de recevoir avec plaisir les composants de l'offre spéciale parue dans votre numéro d'avril et je vous en remercie. Néanmoins, les transistors sont des BF479 et non des BF679 comme prévu.

D'autre part le transistor T<sub>3</sub> est-il un BC 550C comme l'indique le texte ou un 2N2222 comme le laisse supposer la liste des composants ?

Le BF479 pourra parfaitement remplacer le BF679. En effet, ses caractéristiques sont quelque peu supérieures (ft de 1 400 MHz contre 700 MHz). Concernant la référence de T<sub>3</sub>, celle-ci importe peu. En effet, n'importe quel transistor NPN petits signaux pourra convenir. ■



M. Crolbois (51)

Je suis intéressé par la girouette ultra-simple d'Electronique pratique n° 137. Il m'est malheureusement impossible de me procurer les B711.

N'importe quel détecteur opto à réflexion pourra être utilisé. Dans le cas où vous ne pourriez vous procurer un quelconque équivalent rien ne vous empêche de le fabriquer vous-même, avec une diode LED et un phototransistor (connecté entre collecteur et émetteur).

Cependant, il vous faudra les isoler visuellement, l'un de l'autre, de façon à ne pas interférer. Peut-être sera-t-il nécessaire de jouer sur la résistance de limitation de courant de la LED afin d'adapter la luminosité à la situation. ■

NOUVEAU



# Composants TERAL

# 26

RUE TRAVERSIÈRE  
PARIS 12°  
TÉL. : 43.07.87.74 +  
MÉTRO : GARE DE LYON

Beckman



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

## COMPOSANTS - MESURES - LAMPES - SUPPORTS CI TULIPES - CONTACTS DORES

# A DES PRIX TERAL

9020 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard.  
Testeur de composants.  
Chercheur de trace.  
Livré avec 2 sondes combinées **3990 F**

9102 Double base de temps. 2 x 20 MHz ..... **5190 F**  
9104 Double base de temps. 2 x 40 MHz ..... **6750 F**

9106 2 x 60 MHz ..... **9190 F**  
9204 2 x 40 MHz ..... **7750 F**  
9202 2 x 20 MHz ..... **6195 F**

### OSCILLOSCOPES

## HAMEG



**NOUVEAU**  
**HM 203/7**  
Double trace 2 x 20 MHz 2mV à 20 V, add. soust. déclench.  
AC-DC-HF-BF. Testeur de composants.  
Livrés avec 2 sondes combinées ..... **4000 F**  
**HM 100/5**  
3 x 100 MHz avec 2 sondes ..... **8780 F**

**NOUVEAU**  
**HM 205-3**  
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants.  
Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.  
Livrés avec 2 sondes combinées ..... **6980 F**  
**HM 604**, 2 x 60 MHz avec expansion Y X 5.  
Post. accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées ..... **6760 F**

**HM 8001**. Appareil de base avec alimentation permettant l'emploi de 2 modules ..... **1550 F**  
**HM 8021-3**. Fréquencemètre 10 Hz à 1 MHz Digital ..... **2360 F**  
**HM 8032**. Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz. Affichage de la fréquence ..... **1940 F**  
**HM 8028**  
Analyseur de spectre ..... **5440 F**

### OSCILLOSCOPE METRIX OX 722

Base de temps variable 2 x 20 MHz ..... **3900 F**

### METRIX OX 725

2 x 20 MHz. Retard au déclenchement.  
Recherche de trace.  
Vitesse variable. **4380 F**

### MACHINE A GRAVER CIF

Chauffage réglable de 18° à 50°  
Pompe à débit réglable  
Surface de gravure 270 x 410  
**1885 F**  
**PROMO 1290 F**

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

Fers

Antex CS 17 LD .. **134 F** | JBC 15 W LD ..... **155 F**  
Antex XS 25 LD .. **134 F** | JBC 30 LD ..... **140 F**  
Panne LD à partir de **29 F** | JBC 40 LD ..... **140 F**

Fers JBC

15 W LD ..... **155 F** | Thermoréglé 45 W **570 F**  
30 W LD ..... **140 F** | Station thermoréglée de  
40 W LD ..... **140 F** | 100 °C à 1000 °C  
65 W LD ..... **159 F** | Display ..... **1580 F**

### MULTIMETRES

#### Beckman

DM 10 - Modèle de poche ..... **359 F**  
DM 15 B - AD/DC - 10 A - Bip ..... **479 F**  
DM 20 L - Gain trans. Bip ..... **539 F**  
DM 23 - Précision 0,5 % HFE ..... **619 F**  
DM 25 L - Test trans. et Capa ..... **719 F**  
DM 71 ..... **419 F**  
DM 73 - Gamme Auto-Mini ..... **559 F**  
DM 78 - Multi de poche. Avec étui ..... **249 F**  
CM 20 - Capacimètre ..... **829 F**  
EDM 122 - Multimètre digital. Très grand display. 11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquencemètre. Test capacité. Test diode ..... **649 F**

#### NOUVEAUTÉS

DM 93 ..... **878 F**  
DM 95 ..... **1094 F**  
DM 97 ..... **1504 F**  
Fonctions - Automatique - Bargraph

### METRIX

#### MULTIMETRES



• MX 112 A avec boîtier de transport ..... **680 F**  
• MX 512 ..... **980 F**  
• MX 562. 2000 points 3 1/2 digits. Précision 0,2 %. 6 fonctions. 25 calibres ..... **1600 F**  
• MX 563 ..... **2900 F**

• MX 573. Multimètre digital analogique ..... **2950 F**  
• MX 453. 20 000 Ω/V CC. VC : 3 à 750 V.I.C : 30 mA à 15 A IA : 30 mA à 15 A. Ω : 0 à 15 kΩ ..... **940 F**  
• MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T. AC 15 à 1000 V. Int. DC 25 μA à 5 A. AC 50 mA à 5 A. Résist. 10 Ω à 12 MΩ. Décibel 0 à 55 dB. 40 000 Ω/V ..... **1240 F**  
• MX 462 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5 VC : 1,5 à 1000 V. VA : 3 à 1000 V. IC : 100 μA à 5 A. IA : 1 mA à 5 A. 5 Ω à 10 MΩA ..... **1040 F**  
• MX 50 ..... **1480 F**  
• MX 51. Affichage 5 000 points. Précision 0,1 %. Mémoire 5 mesures. Buffer interne ..... **1830 F**  
• MX 52 ..... **2590 F**

### FREQUENCEMETRES

#### Beckman

UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles. Périodes. 8 afficheurs ..... **3195 F**

### CENTRAD

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

### GENERATEURS DE FONCTIONS

FG2. 7 gammes. Sinus carrés triangles. Entrée VCF-OFFSET Beckman ..... **2090 F**  
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz. 5 calibres. Faible dist. imp. 600 Ω Monacor ..... **1500 F**  
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz. 6 calibres. Précis. 1,5 %. Sortie 100 mV Monacor ..... **1460 F**  
368. Générateur de fonction. 1 Hz à 200 kHz. Signaux carrés sinus triangle Centrad ..... **1420 F**  
869. Générateur de fonctions de 0,01 Hz à 11 MHz Centrad ..... **3490 F**

### ALIMENTATIONS

#### ELC

AL 745 AX 1 à 15 V 3 A ..... **650 F** | PROMOTION DU MOIS  
AL 812 1 à 30 V 2 A ..... **770 F** | ALIMENTATION  
AL 781 N 0 à 30 V 5 A ..... **1840 F** | 12,5 V - 5 A  
AL 891 5 V 5 A ..... **330 F** | PRIX TERAL  
AL 892 12,5 V 3 A ..... **290 F** |  
AL 893 12,5 V 5 A ..... **350 F** |  
AL 896 24 V 3 A ..... **390 F** |

### ALIMENTATION HIRSCHMANN

500 mA réglable de 3 V à 12 V ..... **39 F**  
1 A réglable de 3 V à 12 V Régulée, filtrée, stabilisée ..... **125 F**

### MONACOR

DMT 1000 A. Multimètre digital automatique. Grand affichage. 19 mm. Avec mémoire. Clavier avec touches sensibles. 20 A. **PROMO 498 F**  
VM 1000. Millivoltmètre, mesure de 300 μ à 100 V en 12 plages. Imp. d'entrée : 10 M-ohms, 40 ps. Fréquence de sortie : 1 V efficace, 600 Ω **PROMO 1570 F**  
PT 140 ..... **108 F**  
PT 150 ..... **129 F**  
MT 250 ..... **230 F**  
DMT 2200 ..... **320 F**  
AG 1000 ..... **1500 F**  
VM 1000 ..... **1570 F**  
LDM 815 ..... **860 F**  
CM 300 ..... **576 F**

### ANTENNES

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

ANTENNE INTERIEURE AMPLIFIÉE  
Forme satellite, 30 dB ..... **380 F**

### Modules, adaptation video

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

### TRANSISTORS

#### PRIX PROMO

AY 102 ..... **15,00 F** | BU 134 ..... **16,00 F**  
BF 457 ..... **2,90 F** | BU 138 ..... **16,00 F**  
BF 870 ..... **3,80 F** | BU 140 ..... **16,00 F**  
BF 871 ..... **3,90 F** | BU 141 ..... **16,00 F**  
BU 104 ..... **15,00 F** | BU 500 D ..... **15,00 F**  
BU 109 ..... **15,00 F** | BU 800 ..... **15,00 F**

### SUPPORTS TULIPE

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

### RELAIS TYPE EUROPÉEN

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

### LIGNE RETARD

470 - NS ..... **18 F** | Quartz 6-5536 **9,50 F**

### PERCEUSES MAXICRAFT

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

### MICRO-PROCESSEUR

MC 1488 ..... **8,50** | 41256 ..... **79,00**  
MC 1489 ..... **8,50**  
MC 6809 E ..... **63,00** | **PROMO**  
MC 68 A 02 ..... **45,00** | 68705 P3 ..... **75,00**  
MC 68 1 21 ..... **25,00** | 6802 ..... **38,00**  
MM 4416 ..... **48,00** | 6821 ..... **14,00**  
MC 2732 ..... **37,00** | MM 2732 ..... **37,00**  
MC 2716 ..... **38,00** | MM 2114 ..... **19,00**  
MC 2764 ..... **35,00** | MM 4116 ..... **24,00**  
MM 53 200 ..... **36,00** | TDA 2822 ..... **14,00**

### DEPARTEMENT UNIQUE EN TRANSFORMATEUR

#### FABRICATION FRANÇAISE

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

### LABOTEC

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

Résistance 1/2 W, valeur courante  
**Prix uniquement par quantité**  
Panachés : **7,50 F** les 100 - Panachés : **32,50 F** les 500  
Panachés : **55 F** les 1000

### COMPOSANTS

#### TRIMMER MULTITOURS

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

#### CONDENSATEURS MKH

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

#### CANON A SOUDER

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

#### COFFRETS

ESM ..... **116 F** | P1 ..... **15 F** | P3 ..... **35 F**  
EC 26-10-FA ..... **161 F** | P2 ..... **22 F** | P4 ..... **52 F**  
ET 32-11 ..... **207 F** | AUS 12 ..... **83 F**  
ER 48-09 ..... **355 F** | AUS 22 ..... **89 F**  
CAB 222 ..... **88 F**

TOUS LES MODÈLES DISPONIBLES  
DOC ET TARIF SUR DEMANDE



MODULES PREAMPLI  
HY 7. Mélangeur, 8 entrées, 1 voie ..... **197 F**  
HY 8. Mélangeur, 5 entrées, 2 voies ..... **197 F**  
HY 9. Preampli 2 voies, correction RIAA ..... **216 F**  
HY 73. Preampli 2 voies guitare ..... **359 F**  
MODULES AMPLI  
HY 60. 30 W eff **245 F** | HY 128. 60 W eff **405 F**  
HY 248. 120 W eff ..... **538 F**

#### FICHES

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

#### OK KIT

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

#### SAFICO

L'OUTILLAGE POUR L'ETUDIANT ET LE PRO  
**STEP** circuits la référence du c.i.

#### MECANORMA

POUR PROTEGER VOS MONTAGES ELECTRONIQUES ET LES ENTRETIENIR.

### NOUS SOMMES DISTRIBUTEURS DES KITS TSM



EXP 28. Prise de courant téléc. à I.R. ... **122 F**  
EXP 31. Prise de courant nuit et jour ..... **91 F**  
EXP 35. Interrupteur/variateur de lumière **85 F**  
EXP 39. Ampli 20 W 12 V ..... **95 F**

NOUS EXPÉDIONS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER A PARTIR DE 100 F D'ACHAT  
CES PRIX SONT DONNÉS A TITRE INDICATIF ET SONT VARIABLES SELON L'APPROVISIONNEMENT.