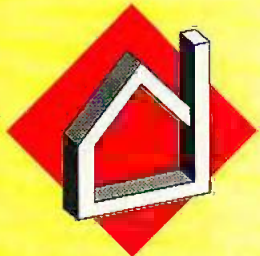


# ELECTRONIQUE PRATIQUE

NUMERO 199 - JANVIER 1996



**DOMOTIQUE**

## PRISES DE COURANT RADIOCOMMANDÉES

**FRÉQUENCE-  
MÈTRE B.F.**



**COMMUTATEUR  
AUDIO**



**PÉDALE  
DE  
DISTORSION**



**BOUCLE DE  
COURANT  
RS232**



T 2437 - 199 - 25,00 F





## ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 199 JANVIER 1996  
 I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD  
 S.A. au capital de 5 160 000 F  
 12, rue Bellevue, 75019 PARIS  
 Tél. : 44.84.84.84 - Fax : 42.41.89.40  
 Téléc. : 290 409 F

Principaux actionnaires :  
 M. Jean-Pierre VENTILLARD  
 Mme Paule VENTILLARD

Président-Directeur Général  
 Directeur de la Publication :  
 Jean-Pierre VENTILLARD

Directeur honoraire : Henri FIGHIERA  
 Rédacteur en chef : Bernard FIGHIERA  
 Secrétaire de rédaction : Philippe BAJCIC  
 Maquette : Jacqueline BRUCE  
 Couverture : Rachid Marai

Avec la participation de H. Cadinot, P. Tissot,  
 S. Courty, C. Machut, R. Knoerr, P. Oguic,  
 D. Rodriguez, G. Isabel, C. Gallès, P. Morin,  
 J. Jongbloët, U. Bouteville, A. Sorokine,  
 L. Garrigou.

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

Marketing/Ventes : Jean-Louis PARBOT  
 Tél. : 44.84.84.85

Inspection des Ventes :  
 Société PROMEVENTE, M. Michel IATCA  
 1 bis, rue Fournier, 92110 CLICHY  
 Tél. : 47.56.14.24 - Fax : 47.56.11.05

Publicité : Société Auxiliaire de Publicité  
 10, rue Compans, 75019 PARIS  
 Tél. : 44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60  
 Directeur général : Jean-Pierre REITER  
 Chef de publicité : Pascal DECLERCK  
 Assisté de : Karine JEUFFRAULT

Abonnement : Annie DE BUJADOUX  
 Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 20-21)  
 Préciser sur l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS »  
**Important** : Ne pas mentionner notre numéro de  
 compte pour les paiements par chèque postal.  
 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-  
 dresses, soit le relevé des indications qui y figurent.  
 Pour tout changement d'adresse, joindre 2,80 F et la  
 dernière bande.

Aucun règlement en timbre poste.  
 Tarif 1 à 10 photocopies : 30 F.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE

Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à  
 Electronique Pratique aux USA ou au Canada,  
 communiquez avec Express Mag par téléphone au  
 1-800-363-1310 ou par fax au (514) 374-4742. Le tarif  
 d'abonnement annuel (11 numéros) pour les USA est  
 de 49 \$US et de 68 \$can pour le Canada.

Electronique Pratique, ISSN number 0243 4911, is  
 published 11 issues per year by Publications  
 Ventillard at 1320 Route 9, Champlain, N.Y., 12919 for  
 49 \$US per year. Second-class postage paid at  
 Champlain, N.Y. POSTMASTER : Send address  
 changes to Electronique Pratique, c/o Express  
 Mag, P.O. Box 7, Rouses Point, N.Y., 12979.

## REALISEZ VOUS-MEME

- 29 Boucle de courant RS 232
- 34 Fréquencemètre basses fréquences
- 53 Commutateur audio
- 60 Pédale de distorsion
- 66 Prises de courant radiocommandées
- 70 Alarme pour bébé
- 79 Commande proportionnelle de moteurs
- 83 Jeu de lumière programmable
- 89 Dé digital
- 96 Anti-oubli pour clignotants
- 98 Lampe à éclat sous 12 V

## PRATIQUE ET INITIATION

- 25 Le circuit LM 3914 National
- 41 Mettez un microcontrôleur dans vos montages : une centrale d'alarme à 80C32
- 75 Comprendre le fonctionnement des Basic Stamp
- 94 Le circuit CD 4522
- 102 L'oscilloscope (6)

## MESURES

- 92 L'oscilloscope SEFRAM ST-5702

## DIVERS

- 108 et 110 Le courrier des lecteurs



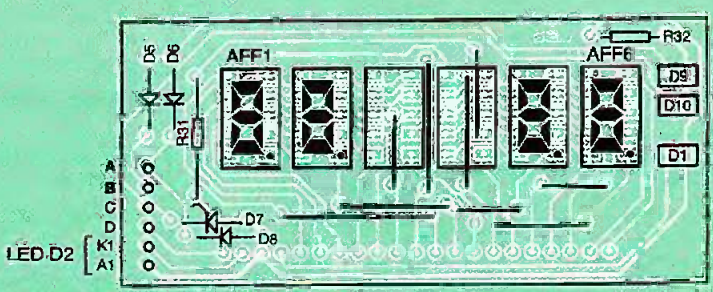
Ce numéro a été tiré à 75 700 exemplaires

DIFFUSION CENTRALE

1994

BVP Bureau de Vente et de Publicité de la Presse

Fréquencemètre basses fréquences







# LE LM3914 NATIONAL SEMICONDUCTOR: COMMANDE D’AFFICHAGE PAR POINT OU PAR BARRE

**Le LM3914 est un circuit intégré monolithique capable de commander un affichage de 10 DEL en fonction d’une tension d’entrée analogique. Son affichage est linéaire et une de ses broches permet de choisir le mode par point ou par barre.**

## Généralités

Le LM3914 est d’un emploi très souple. Le courant des différentes sorties est régulé et programmable, ce qui évite une traditionnelle résistance de limitation du courant dans la diode. Cette particularité permet, entre autres, d’alimenter ce circuit intégré sous une tension aussi faible que 3 V.

Le LM3914 dispose de sa propre source de tension de référence de 1,25 V permettant d’obtenir une tension de référence réglable de 1,2 V à 12 V et de calibrer le courant dans les diodes entre 2 et 30 mA.

La tension de référence disponible en broche 7 sera généralement appliquée au diviseur de tension de dix étages, polarisant l’entrée non-inverseuse des comparateurs de contrôle des sorties.

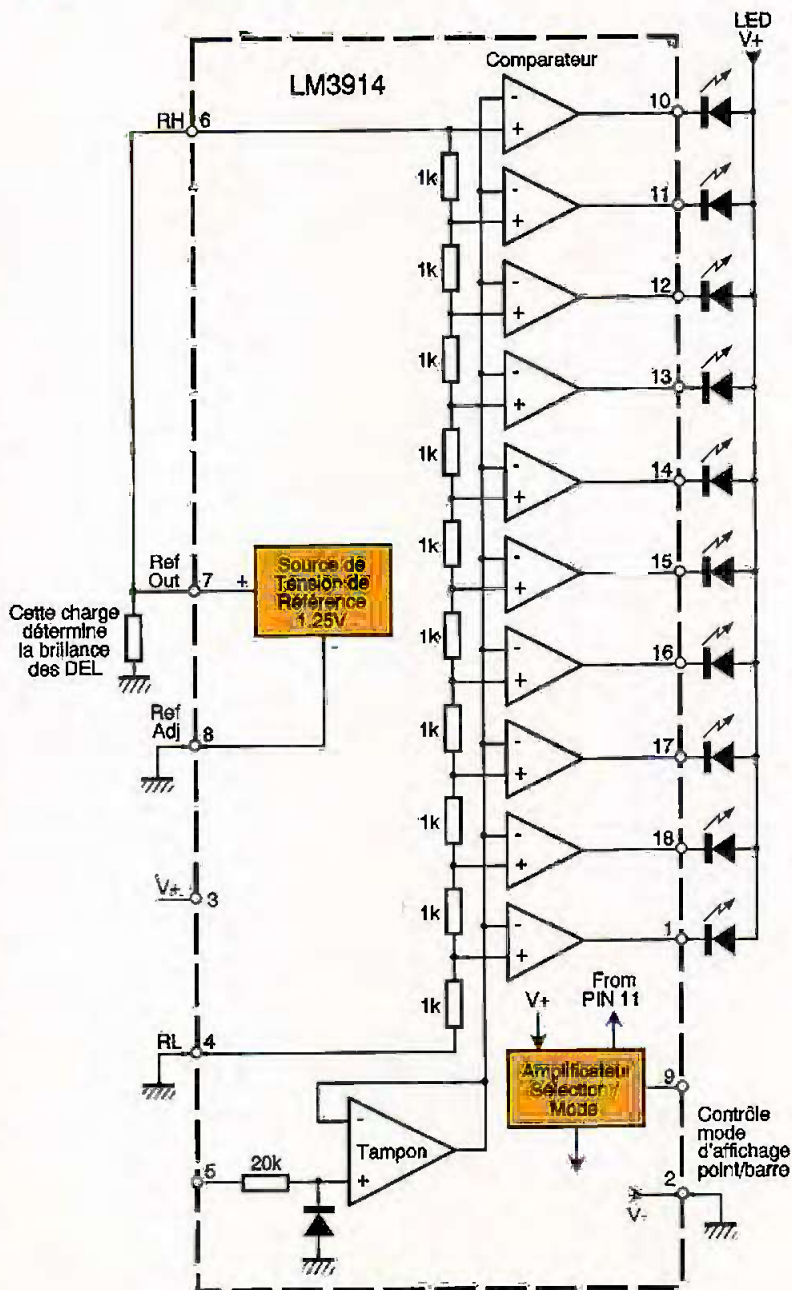
La tension d’entrée de commande est appliquée à l’entrée d’un tampon, protégée contre les surtensions et les inversions de tension par une résistance et une diode. L’entrée peut ainsi supporter une tension de  $\pm 3,5$  V, sans éléments de protection externe et sans risque de destruction ou de perturbation de l’affichage. Le tampon d’entrée, haute impédan-

ce, est à faible courant de polarisation (100 nA max.) et il accepte des signaux proches de l’alimentation négative ou de la masse.

Les dix comparateurs internes sont commandés individuellement par le tampon, ce qui permet une linéarité de l’indication d’environ 0,5 %, même dans une plage de température importante.

Plusieurs LM3914 peuvent être associés pour former des affichages de

## 1 LE SCHEMA INTERNE.





20 à 100 segments, et comme les deux extrémités du diviseur de tension sont accessibles, un instrument de mesure à zéro central peut être obtenu avec deux circuits.

L'utilisation du LM3914 comme circuit de mesure analogique est très facile. Pour une mesure de 1,2V de pleine échelle, seulement une résistance et une alimentation unique de 3 à 15V sont nécessaires en plus des

diodes électroluminescentes (DEL) de l'affichage. Par ailleurs, si la résistance est ajustable, elle contrôlera la brillance des DEL.

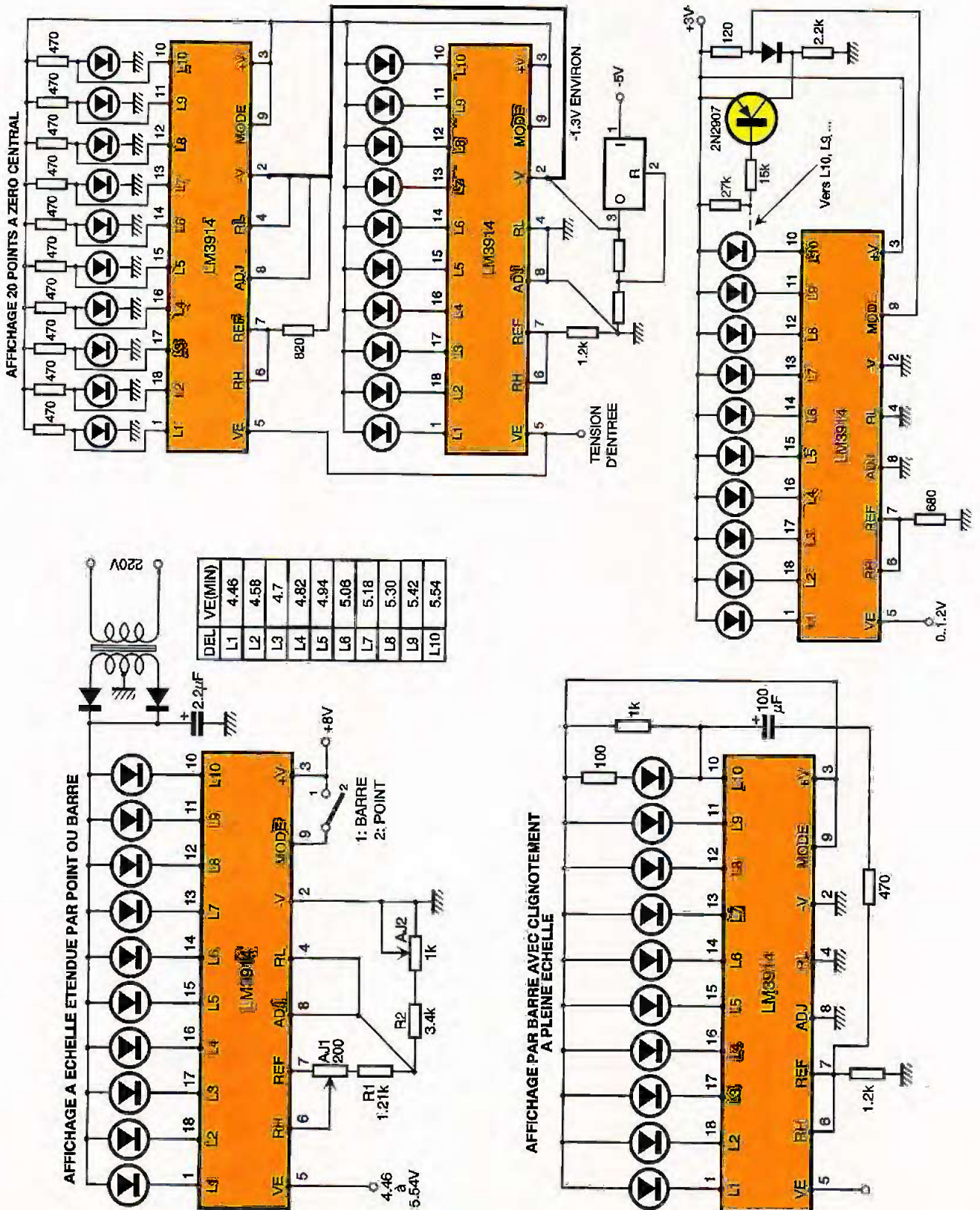
La **figure 1** montre le synoptique du LM3914 dans le contexte de cette application simplifiée. La structure interne du circuit intégré y est clairement définie.

Dans le mode d'affichage par point, un léger recouvrement de 1 mV

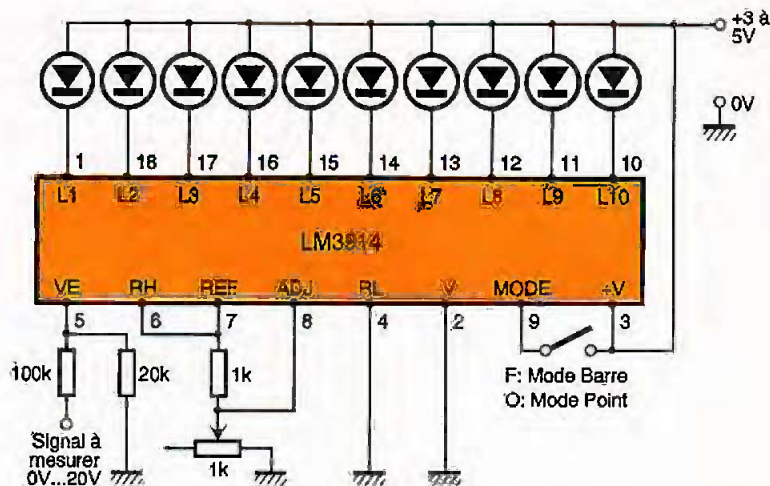
entre les segments évite un affichage erroné en garantissant qu'à aucun moment les DEL ne seront toutes éteintes. D'ailleurs, il n'existe aucun multiplexage ou interaction entre les sorties. L'indépendance du contrôle et de la régulation des sorties donne

2

4 SCHEMAS D'APPLICATIONS







3

### LE SCHEMA RETENU POUR LA MISE EN ŒUVRE.

à l'affichage une grande flexibilité, permettant des effets particuliers.

La possibilité de moduler la luminosité des DEL en fonction du temps, ou proportionnellement à la tension d'entrée ou autres signaux, peut conduire à un affichage original et intéressant pour signaler des niveaux d'entrée particuliers comme des alarmes, des surtensions, etc.

Les sorties sont à collecteur ouvert et peuvent commander des DEL de couleurs différentes, des ampoules de faible courant incandescentes ou fluorescentes sous vide.

En complément de l'affichage (diodes ou ampoules), chaque sortie peut commander un transistor, ce qui permet d'envisager des applications de contrôle performant. De plus, la compatibilité avec les logiques TTL ou CMOS est assurée. Le LM3914 peut ainsi servir de programmateur ou de séquenceur. La **figure 2** regroupe différentes applications types du LM3914.

## Caractéristiques maximales

Un LM3914N (boîtier DIL 18) peut dissiper une puissance totale de 1365 mW, pour une température de jonction maximale de 100 °C. Pour des températures ambiantes élevées, la dissipation sera améliorée en tenant compte d'une résistance thermique  $R_{thj-a}$  de 55 °C/W.

La tension d'alimentation et la tension de sortie, maximales, sont de 25 V. Le courant d'entrée doit être limité à  $\pm 3$  mA. Pour élever la tension supportable par l'entrée du LM3914 à une valeur supérieure à  $\pm 35$  V, déjà obtenue par la protection interne, une résistance doit être placée en série avec l'entrée. Pour une valeur

de résistance de 100 k $\Omega$ , la tension d'entrée peut atteindre  $\pm 100$  V, sans risque de destruction.

La tension entre les extrémités du pont diviseur doit rester comprise entre -0,1 V et + Valim.

Le courant maximal fournit par la source de référence est de 10 mA. Le circuit fonctionnera entre 0 et 70 °C et pourra être stocké à une température de -55 °C à 150 °C.

## Le fonctionnement

Le synoptique simplifié de la **figure 1** du LM3914 donne une idée générale du fonctionnement.

Le tampon d'entrée a une impédance élevée et un courant de polarisation faible. Il accepte des signaux de 0 à 12 V et est protégé contre des tensions allant jusqu'à  $\pm 35$  V.

En sortie du tampon, le signal attaque une série de dix comparateurs, chacun étant polarisé par un seuil différent, fixé par le pont de résistances interne.

Dans l'exemple de la **figure 1**, le diviseur de tension reçoit la tension de la source de référence interne de 1,25 V. Dans ce cas, pour chaque augmentation de 125 mV du signal d'entrée, un comparateur commutera.

Le pont de résistances peut être connecté entre deux tensions quelconques, à partir du moment où elles sont inférieures de 1,5 V à la tension d'alimentation + Valim et au moins égale à - Valim du circuit intégré.

Si une augmentation de l'échelle de mesure est désirée (loupe), la tension aux bornes du pont de résistances peut être aussi petite que 200 mV, soit 20 mV par intervalle de mesure. Un tel affichage est plus précis, mais les éléments de l'affichage sont éclairés uniformément seulement si le mode barre est utilisé. Le mode point, pour une échelle éten-

due, est utilisable à partir de paliers d'au moins 50 mV.

## Mise en œuvre

### La tension de référence

La source de référence a été conçue pour fournir une tension de référence ajustable. Sa tension nominale est de 1,25 V entre les broches 7 (REFout) et 8 (REFadj.). La tension de référence se mesure entre la broche 7 et la masse.

Si la source de référence est appliquée aux bornes d'une résistance  $R_1$ , un courant constant traverse alors cette résistance puisqu'elle est soumise à une tension constante. Dès lors, si la broche 8 est portée à la masse par une résistance  $R_2$ , celle-ci est traversée par un courant et la tension de référence est donnée par la relation :

$$V_{ref} = 1,25 \cdot (1 + R_2/R_1) + R_2 \cdot I_{adj}$$

On vérifie aisément que si la broche 8 est connectée directement à la masse, la tension de référence est bien de 1,25 V, tension nominale de la source de référence.

Dans la relation précédente, puisque le terme  $R_2 \cdot I_{adj}$  est souvent négligeable devant le terme  $1,25 \cdot (1 + R_2/R_1)$ , la tension de référence est proche de l'expression suivante :

$$V_{ref} = 1,25 \cdot (1 + R_2/R_1)$$

La valeur de  $R_2 \cdot I_{adj}$  représente donc un terme d'erreur assez constant, puisque la source de référence a été conçue pour minimiser les fluctuations du courant  $I_{adj}$  en fonction des différences de charge et des variations de la tension d'alimentation.

### Le courant de sortie

Le contrôle de la luminosité de l'affichage n'apparaît pas sur le synoptique du LM3914 de la **figure 1**. En effet, le courant dans les diodes est déterminé par le courant de sortie de la broche 7 du circuit intégré.

Le courant dans les diodes vaut approximativement dix fois le courant  $I_L$ , soit approximativement :  $12,5/R_1$  ( $R_1$  en ohms). Il est relativement constant en cas de variation de la température ou de la tension d'alimentation.

Le courant  $I_L$  est la somme des courants sortant de la broche 7. C'est aussi bien le courant dû aux ponts de résistances  $R_1$  et  $R_2$  qu'à la charge engendrée par les dix résistances de 1 k $\Omega$  du diviseur de tension, soit une charge de 10 k $\Omega$ . Pour rappel, le débit maximal de la source de référence est de 10 mA.

Bien que la régulation de courant soit indépendante pour chaque sortie,



une détection de la saturation d'un transistor de sortie a lieu et empêche les autres circuits de fournir un courant excessif et répétitif.

### Le mode d'affichage

La broche 9 permet de choisir le mode d'affichage par point ou par barre, mais elle contrôle également la mise en cascade de plusieurs LM3914.

Les possibilités de base offertes par cette broche sont les suivantes :

- Affichage par barre : relier la broche 9 à l'alimentation du LM3914 (broche 3).
- Affichage par point : laisser en l'air la broche 9.
- Affichage avec 20 DEL ou plus : relier la broche 9 du premier LM3914 à la broche 1 du suivant. Il en va de même pour les LM3914 suivants, si l'affichage est de 30, 40 points ou plus. Pour le dernier circuit en cascade, sa broche 9 est reliée à sa broche 11.

A l'exception du dernier circuit, une résistance de 20 kΩ doit être placée en parallèle avec la DEL n° 9 de chaque LM3914, soit entre la broche 11 et le commun des diodes.

### La consommation

La consommation des circuits internes du LM3914 est relativement faible. Le courant de repos est en effet de 1,6 mA (2,5 mA max.). Cependant, ce courant de la broche 3 est multiplié par 4 si la source de référence est chargée par une charge quelconque. Par exemple, avec une résistance  $R_1$  de 1,2 kΩ, le courant de référence est proche de 1 mA et le LM3914 consommera environ 10 mA, alors que le courant dans une DEL sera proche de 10 mA.

A pleine échelle, la consommation du LM3914 est inférieure à 10% du courant total dans les diodes.

### Particularité de l'affichage

La commande de l'affichage a été conçue sans hystérésis, si bien que l'affichage ne passe pas instantanément d'une diode à sa suivante. Cette particularité permet, entre autres, d'éliminer le bruit de fréquence élevée que pourrait contenir le signal d'entrée ainsi que des clignotements de l'affichage souvent gênants.

Par ailleurs, un recouvrement de chaque intervalle de comparaison est prévu, afin qu'au moins une DEL soit allumée, si la tension du signal d'entrée correspond exactement au seuil d'un comparateur. Généralement, une DEL s'affaiblit pendant qu'une autre s'éclaire.

Pour des circuits en cascade, la com-

mutation peut être beaucoup plus rapide entre la diode n° 10 d'un premier circuit et la diode n° 1 d'un second circuit.

## Quelques précautions

### Tracé des masses

Quand le courant de l'affichage est important (courant dans les DEL), surtout en mode barre, des erreurs de mesure ou des oscillations peuvent apparaître. En effet, le courant total de l'étage de puissance ressort par la broche 2 du LM3914, entraînant une chute de tension dans la liaison de masse externe. Il est donc sage de relier les différentes masses en un point unique, très près de la broche 2 (V-) du circuit intégré. Les liaisons concernées sont surtout les connexions à la masse relatives à la source de référence et au diviseur de tension.

### Câblage de l'alimentation de puissance

Un câblage trop long entre le commun des diodes (par exemple) et l'alimentation de l'étage de puissance peut causer des oscillations.

Afin de supprimer tout risque d'instabilité, il est impératif de prévoir un condensateur de découplage de 10 μF (2 μF pour un tantale) entre les anodes des DEL et la masse, broche 2 du circuit intégré.

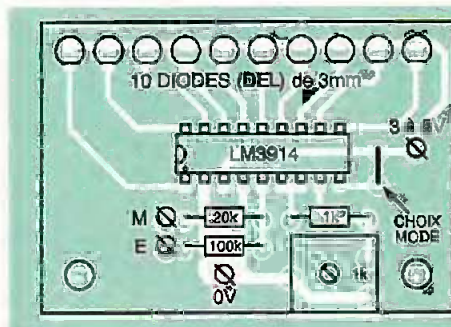
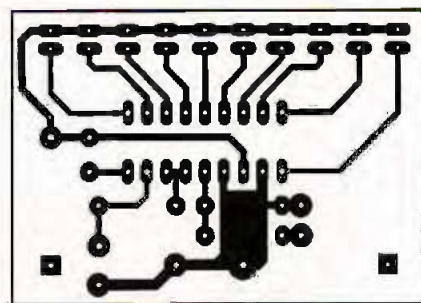
### Echelle étendue

Cette utilisation du LM3914 correspond à une tension faible sur le pont diviseur interne. Dans ce cas, la moindre dérive de la polarisation des comparateurs internes entraîne un affichage erroné. Pour améliorer la stabilité du pont diviseur, une résistance stable et de faible valeur doit être placée en parallèle sur ses extrémités (broches 4 et 6). Cette disposition évitera des dérives de tension dues aux variations des résistances du pont diviseur avec les changements de température.

### Cas d'instabilité

Si, en mode barre, une DEL semble s'éteindre lentement ou si, en mode point, plusieurs DEL sont éclairées, une oscillation ou un bruit excessif est généralement le problème. Si les précautions précédentes ont été prises, une tension d'alimentation (broche 3) trop faible peut être la cause du phénomène.

Toutefois, avec une échelle étendue, si l'une ou les deux extrémités du diviseur de tension sont reliées à une impédance relativement élevée, alors la ou les hautes impédances



4/5

LE CIRCUIT IMPRIMÉ ET L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

devront être découplées par un condensateur de 100 nF.

### La dissipation

La dissipation de puissance ne doit pas être oubliée, surtout dans le mode barre. Par exemple, avec une alimentation de 5 V et un courant de diode de 20 mA, l'étage de puissance dissipera 600 mW. Dans ce cas, une résistance de 7,5 Ω, en série avec l'alimentation commune des diodes, diminuera de moitié l'échauffement.

## Application type

La figure 3 donne le schéma d'un voltmètre à DEL dont l'échelle de mesure est de 1 V. La valeur d'un intervalle de mesure est alors de 0,1 V, ce qui donne une échelle assez précise. Le courant dans les diodes est de 12,5 mA, il est déterminé par la valeur de la résistance  $R_1$ , soit environ :  $I_{DEL} = 12,5/R_1$ .

La résistance ajustable de 1 kΩ permet d'élever la tension de référence à 2 V, tension appliquée au pont diviseur.

Un atténuateur en entrée permet la mesure de gamme de tension particulière. Par ailleurs, il augmente la protection de l'entrée contre les surtensions par une impédance complémentaire en série avec l'entrée.

Pour  $R_A = 20 \text{ k}\Omega$  et  $R_B = 180 \text{ k}\Omega$ , la plage de mesure devient : 0.. 20 V.

La figure 4 reproduit le tracé des pistes de cette application et la figure 5 en donne l'implantation.

Hervé CADINOT



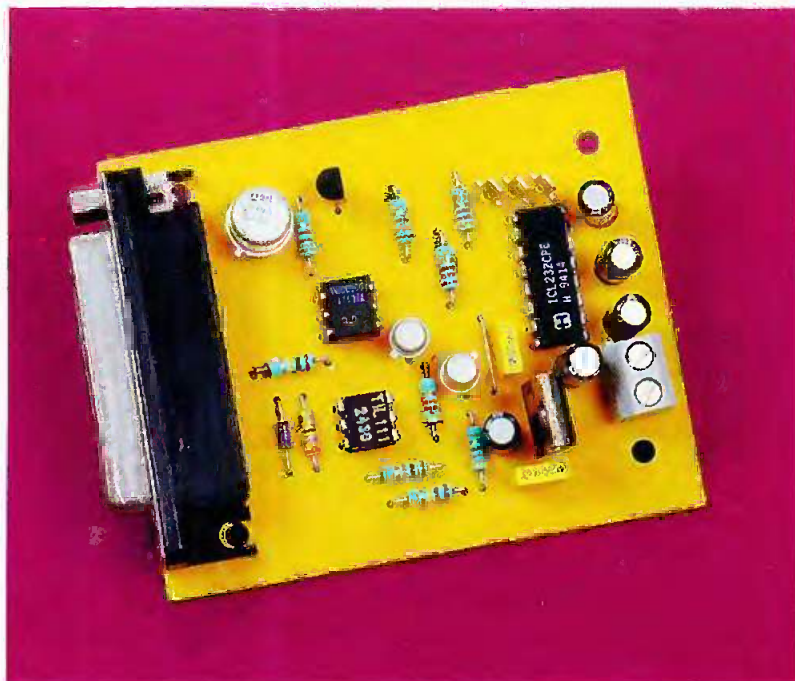


# BOUCLE DE COURANT POUR RS 232

Bien que de conception ancienne puis qu'elle remonte à l'ère des liaisons mécaniques, la boucle de courant connaît un nouvel élan, en particulier grâce aux automates qui sont pour la plupart équipés d'une certaine interface TTY.

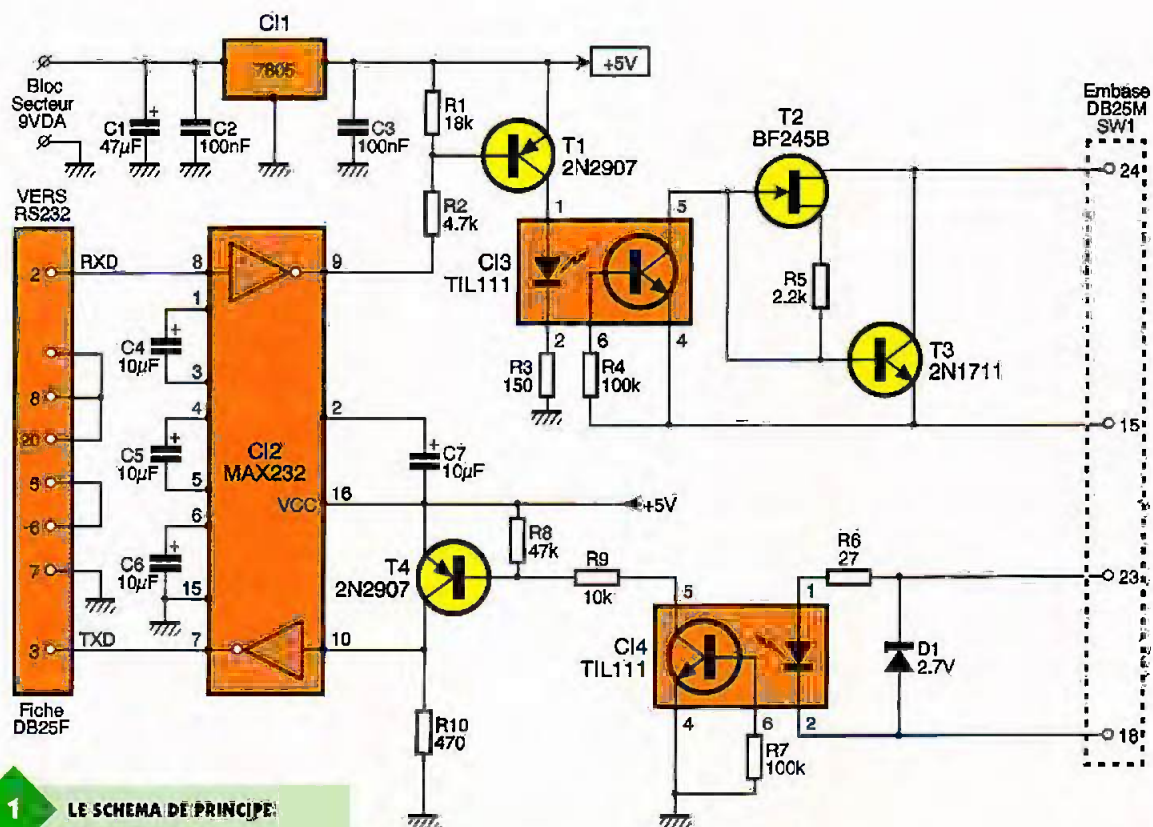
## Introduction

Outre le domaine des automates, la boucle de courant est utilisée en milieu industriel pour relier des machines à commande numérique à un télétype (pour la lecture ou la sauvegarde de programme sur bande perforée). Cette liaison s'apparente au raccordement plus ancien d'un ordinateur avec une téléimprimante.



Pour ce type de liaison, la ligne fonctionnait à faible vitesse de transmission, 110 bits par seconde. Le principe de la boucle de courant consiste à ce qu'une ligne soit par-

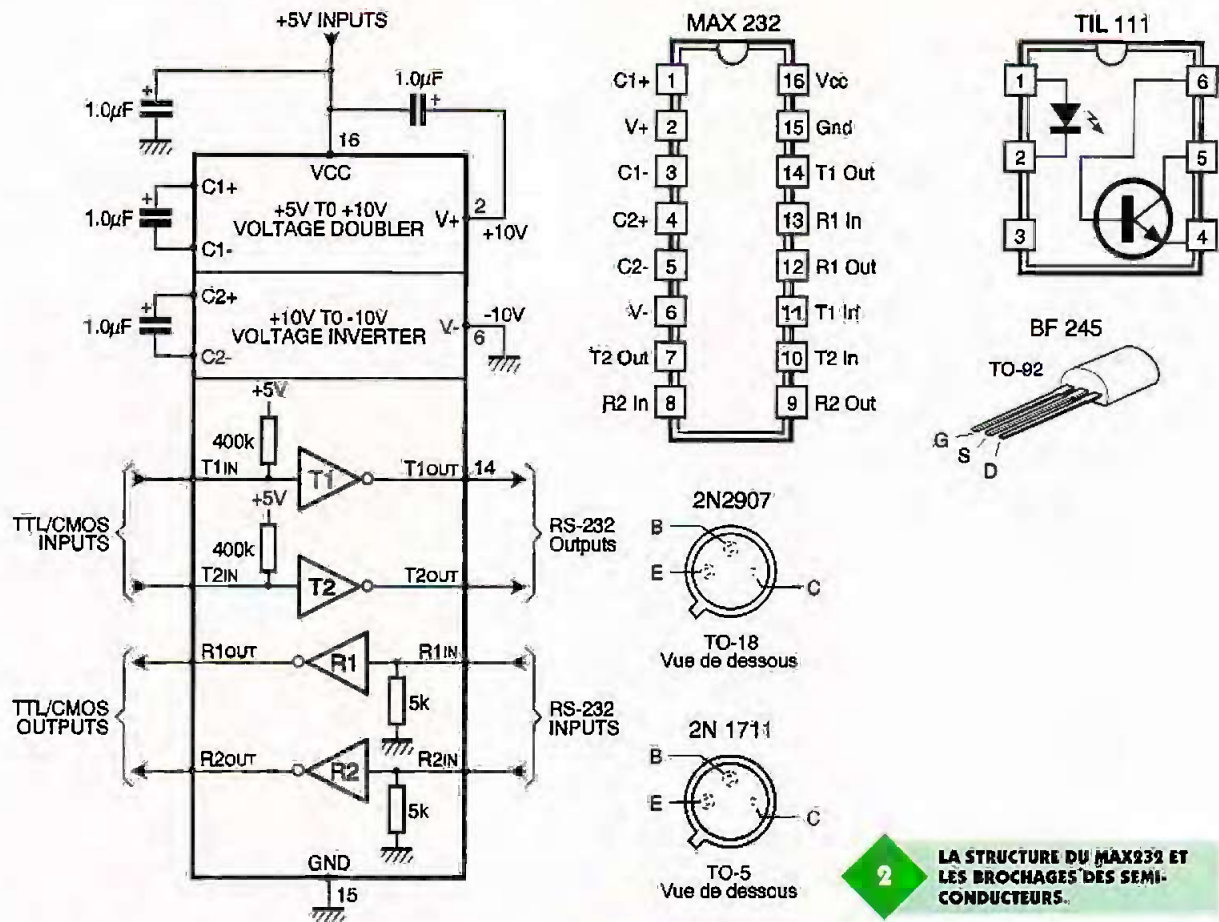
courue par un courant de 20 mA. Anciennement, la solution la plus simple était retenue en appliquant tout simplement la loi d'Ohm : à partir de la tension d'alimentation, la



1

LE SCHEMA DE PRINCIPE





## Le schéma

source de courant était obtenue en insérant dans la ligne une résistance. Pour une tension d'alimentation de 24 V et tenant compte des pertes en ligne et à la réception, une résistance de l'ordre de 1 000  $\Omega$  est convenable. Il suffisait alors de maintenir ou de couper la ligne par l'intermédiaire d'un contacteur pour faire apparaître une série d'états logiques. Avec l'avènement des optocoupleurs, la boucle de courant a évolué. L'émetteur et le récepteur peuvent désormais travailler sous des tensions largement différentes. Ainsi, l'isolation galvanique apportée par les optocoupleurs a permis de pallier l'absence de normalisation des tensions. Parmi les avantages de la boucle de courant, on relève la possibilité d'adresser un message simultanément à plusieurs appareils (automates, ordinateurs, machines...) et la bonne qualité de la liaison sur plusieurs centaines de mètres. Le montage que nous vous proposons permet de doter votre PC ou un autre équipement muni d'une liaison RS 232 (un automate expérimental par exemple) d'une interface permettant sa connexion dans une boucle de courant. Le PC sera alors capable de recevoir sur sa RS232 des données séries, issues d'une boucle de courant, ou d'émettre des données sur cette boucle.

La **figure 1** présente le schéma de l'interface qui se compose de quatre sous-ensembles : l'alimentation, l'adaptation RS 232/TTL, l'émetteur et le récepteur 20 mA.

### L'alimentation

Le montage peut être alimenté par l'intermédiaire d'un bloc secteur délivrant une tension d'au moins 8 V. Un filtrage complémentaire de la tension redressée délivrée par l'adaptateur secteur est opéré par le condensateur  $C_1$ , le découplage de l'entrée du régulateur de tension  $CH_1$  étant confié au condensateur  $C_2$ . En sortie de  $CH_1$ , la tension est régulée à + 5 V et le condensateur  $C_3$  favorise sa stabilité tout en découplant l'alimentation de  $CH_2$ .

### L'adaptation TTL

Du côté de la liaison série RS 232, les signaux TxD et RxD sont convertis au niveau TTL par l'intermédiaire de  $CH_2$ , un MAX232 désormais bien connu. Au niveau de ce circuit intégré, les condensateurs  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$  et  $C_7$  participent à l'obtention des tensions  $\pm 12$  V de l'étage RS 232 du MAX232. En fait, les variations typiques des sorties de  $CH_2$  sont de  $\pm 9$  V et ses entrées RS 232 acceptent des tensions de  $\pm 30$  V. La **figure 2** rappelle la structure et le brochage du MAX232.

## La boucle de courant

### Le circuit émetteur

En attente de réception, la ligne RS 232, TxD, est à l'état haut logique RS 232. La tension de cette ligne est alors généralement comprise entre - 12 V et - 5 V. Cette tension appliquée à l'entrée 8 de  $CH_2$  amène la sortie 9 de l'inverseur au niveau haut TTL. Etant donné la présence des résistances  $R_1$  et  $R_2$ , ce niveau est de + 5 V. Le transistor  $T_1$  est alors bloqué et la diode de l'optocoupleur n'est pas émettrice. Le transistor de  $CH_3$  est alors bloqué et un courant de base entraîne l'état passant du transistor  $T_3$ , parcouru par le courant de 20 mA de la boucle.

Le courant de base du transistor  $T_3$  est fourni par un générateur de courant constant réalisé à l'aide d'un transistor à effet de champ. Ce dispositif se justifie par le fait que la tension  $V_{CE}$  du transistor  $T_3$  peut varier dans de larges proportions. Lorsque  $T_3$  est passant, un  $V_{CE}$  d'environ 0,9 V de ce transistor suffit à l'obtention d'un courant de base par l'intermédiaire du transistor  $T_2$ . Pour  $T_3$  bloqué, la tension  $V_{CE}$  est celle de la tension d'alimentation utilisée par le générateur du courant de boucle. Or, cette tension n'est pas normalisée.

Lorsque la ligne TxD présente un état bas logique RS 232, une tension généralement comprise entre + 5 V et + 12 V est appliquée sur l'entrée 8 de



IC<sub>2</sub>. La sortie 9 passe alors à un état bas TTL et la base du transistor T<sub>1</sub> est alors polarisée par le pont de résistance R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub> entraînant la saturation de T<sub>1</sub>. La diode de Cl<sub>3</sub> est alors traversée par un courant direct d'environ 25 mA et son transistor de sortie est saturé. Le courant de base de T<sub>3</sub> est alors dévié dans le circuit collecteur-émetteur de Cl<sub>3</sub>, entraînant le blocage du transistor T<sub>3</sub>. La tension V<sub>CE</sub> de ce transistor est alors celle de la source de courant. On comprend alors l'intérêt du transistor T<sub>2</sub> qui limite alors le courant de collecteur de Cl<sub>3</sub>.

#### • Le circuit récepteur

Au repos, la boucle de courant est parcourue par le courant de 20 mA. Ce courant traverse la diode de l'optocoupleur Cl<sub>4</sub> et la résistance R<sub>6</sub>. Cette dernière est associée à la diode Zener D<sub>1</sub>, afin de protéger Cl<sub>4</sub> contre un courant de boucle excessif et une inversion de polarité de la boucle.

Lorsque la diode de Cl<sub>4</sub> est parcourue par le courant de boucle, le transistor de l'optocoupleur est passant, entraînant la saturation du transistor T<sub>4</sub>. En effet, les résistances R<sub>8</sub> et R<sub>9</sub> polarisent alors la base de T<sub>4</sub>.

Lorsque le courant de boucle est interrompu, le transistor de Cl<sub>4</sub> est bloqué. La base du transistor T<sub>4</sub> est alors portée au + 5 V par la résistance R<sub>8</sub>. Le transistor T<sub>4</sub> est alors bloqué.

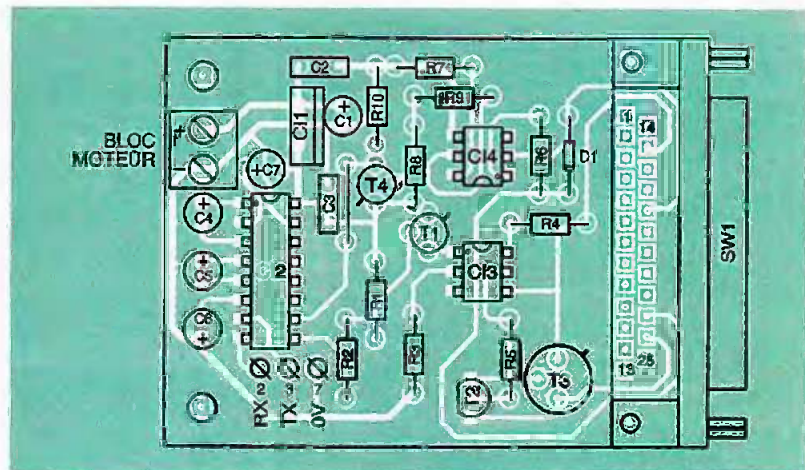
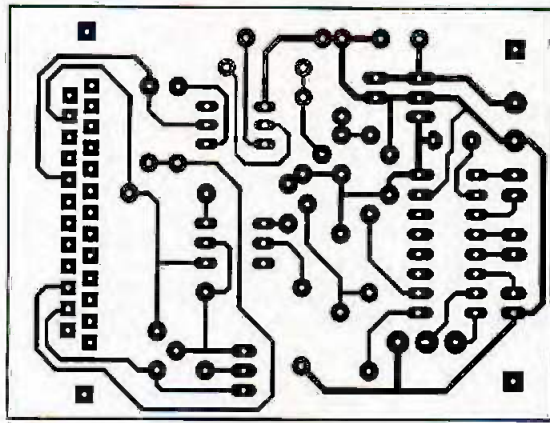
Selon l'état de T<sub>4</sub> (saturé, bloqué), l'entrée 10 de Cl<sub>2</sub> est à + 5 V ou 0 V. Ces niveaux TTL sont convertis par Cl<sub>2</sub> en niveau RS 232, disponibles en sortie 7 du MAX232 et appliquée à l'entrée Rx/D de la ligne RS 232.

Au niveau des optocoupleurs, le temps de montée et le temps de descente du courant de sortie sont optimisés par la présence des résistances R<sub>4</sub> et R<sub>7</sub>.

### La réalisation

La figure 3 reproduit le tracé des pistes du circuit imprimé que vous pourrez reproduire par la méthode de votre choix. Sa reproduction ne pose en effet aucun problème. Une fois le circuit gravé et percé, vous procéderez à l'implantation des composants conformément à la figure 4, en commençant par les composants de plus faible épaisseur. Plusieurs phases de soudures interviendront alors par étapes successives. Avant de souder l'embase DB25, celle-ci sera fixée au circuit imprimé à l'aide de deux boulons de 2,5 mm.

Du côté RS 232, la fiche DB25 femelle est raccordée au circuit imprimé par l'intermédiaire d'un câble trois



conducteurs. Vous prendrez soin d'effectuer les shunts d'usage en connexion RS 232 directement au niveau de la fiche. Pour une DB25, les broches 4 et 5 doivent être shuntées, et, par ailleurs, les trois broches 6, 8 et 20 sont à relier ensemble.

Au niveau de la boucle de courant et dans le cadre d'une liaison émission/réception, un shunt est établi entre les broches 18 et 24 de la fiche raccordée à l'embase SW<sub>1</sub>.

Pour les essais, vous connecterez le montage au port série d'un PC et vous établirez ce shunt. Ensuite, vous fermerez la boucle avec une alimentation de 12 V en limitation de courant à 20 mA ou en série avec une résistance de 470 Ω.

Grâce à un logiciel d'émulation de terminal (du commerce, comme Procomm, ou que vous aurez pu concevoir), vous émettrez un caractère. Ce caractère sera retourné systématiquement au PC par l'interface. Dans Procomm, par exemple, après avoir appuyé sur une touche, deux caractères identiques doivent apparaître à l'écran.

Vous pouvez également établir des coupures rapides de la boucle de courant, des caractères quelconques doivent apparaître alors sur l'écran de votre ordinateur.

Hervé CADINOT

3/4

LE CIRCUIT IMPRIMÉ ET SON IMPLANTATION.

### LISTE DES COMPOSANTS

#### Résistances

- R<sub>1</sub> : 18 kΩ (marron, gris, orange)
- R<sub>2</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>3</sub> : 150 Ω (marron, vert, marron)
- R<sub>4</sub>, R<sub>7</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>5</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)
- R<sub>6</sub> : 27 Ω (rouge, noir, noir)
- R<sub>8</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
- R<sub>9</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>10</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)

#### Condensateurs

- C<sub>1</sub> : 47 µF/25 V
- C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> : 100 nF
- C<sub>4</sub> à C<sub>7</sub> : 10 µF/16 V

#### Semiconducteurs

- D<sub>1</sub> : Zener 2,7 V
- T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub> : 2N2907 ou 2906



T<sub>2</sub> : BF245B ou 2N47A  
 T<sub>3</sub> : 2N1711 ou 2219A  
 CI<sub>1</sub> : 7805  
 CI<sub>2</sub> : MAX232 ou ICL 232 CPE  
 CI<sub>3</sub>, CI<sub>4</sub> : TL111

**Divers**

SW<sub>1</sub> : embase DB25 mâle  
 1 bornier à souder pour CI  
 1 fiche DB25 ou DB9 femelle  
 1 capot pour fiche DB25 ou DB9  
 1 câble blindé  
 3 conducteurs  
 2 boulons de 2,5 mm

**Brochage du port série RS 232**

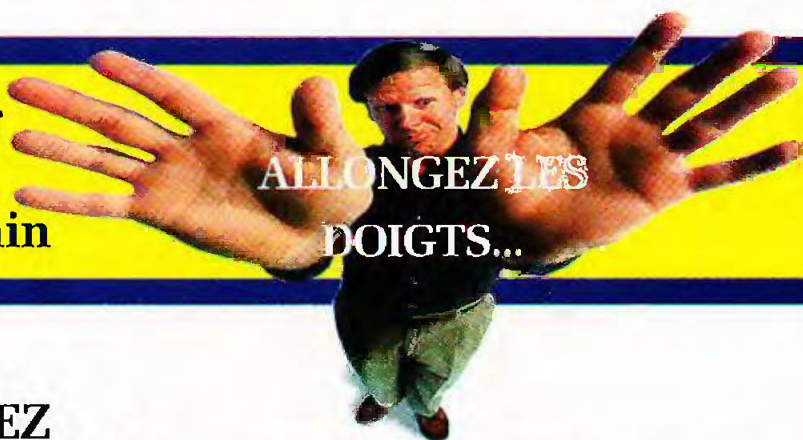
Broche	Abbrév.	Désignation	Source
1	-	Masse châssis	
2	TD	Emission donnée	DTE
3	RD	Réception données	DCE
4	RTS	Demande d'émission	DTE
5	CTS	Préparation émission	DCE
6	DSR	Données prêtes	DCE
7	-	Base signaux	
8	DCD	Détection porteuse	DCE
9	-	Réservé	
10	-	Réservé	
11	-	Libre	
12	-	Libre	
13	SDCD	Seconde détection porteuse	DCE
14	SCTS	Seconde préparation émission	DCE
15	STD	Seconde émission données	DTE
16	TD	Emission horloge	
17	SRD	Seconde réception données	DCE
18	RC	Réception horloge	DCE
19	-	Libre	
20	SRTS	Seconde demande émission	DTE
21	DTR	Terminal prêt	DTE
22	SQ	Détection qualité signal	DTE
23	RI	Détection sonnerie	DCE
24	H/CI	Sélection vitesse de transmission	DTE
25	XTC	Emission horloge	DTE
26	-	Libre	DCE

**Correspondance entre DB25 et DB9**

DB9	Signal	DB25
1	DCD	8
2	RD	3
3	TD	2
4	DTR	0
5	-	6
6	DSR	6
7	RTS	4
8	-	5
9	RI	22

DTE signifie Data Terminal Equipment : c'est l'ordinateur, un terminal, une imprimante...  
 DCE signifie Data Circuit Termination : il s'agit d'un modem, voire un périphérique.

**Il n'y a pas 36 façons d'utiliser la puissance d'un scope 100 MHz au creux de votre main**



■ Des performances inégalées. TekScope est le premier oscilloscope/multimètre ultra-portable à offrir une bande passante de 100 MHz et une fréquence d'échantillonnage de 500 Méch/s sur chaque voie.

■ Une qualité imbattable. La précision, la vitesse et la qualité d'un oscilloscope de table Tektronix - plus une interface utilisateur familière et un écran brillant, rétroéclairé.

■ Un prix incroyable. Seulement 14100 F. HT\*

Pour connaître votre distributeur le plus proche, appelez le numéro vert ci-contre.



OU UTILISEZ **TEKSCOPE™**



BANDE PASSANTE 100 MHz/FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE 500 MÉCH/S SUR DEUX VOIES

RMS GAMME AUTOMATIQUE JUSQU'À 600 VOLTS

21 MESURES AUTOMATIQUES, 10 MÉMOIRES

MESURES FLOTTANTES ISOLÉES EN TOUTE SÉCURITÉ

ÉCRAN BRILLANT, RÉTROÉCLAIRÉ



**14100 F.HT\*  
05 38 22 55**

**Tektronix**

\* Prix de vente recommandé (tarif Juin '95)  
 Tektronix, Courtaboeuf 5 - BP 13 - LES ULIS 91941 Courtaboeuf  
 Cedex Tél: (1) 69 86 81 81 Télécopie (1) 69 07 09 37









MESURES

# FREQUENCEMETRE 6 DIGITS



**Nous vous proposons de réaliser un fréquencesmètre de table destiné plus particulièrement à la mesure des basses et moyennes fréquences, soit de 0,1 Hz à 10 MHz. Dans tous les cas, le temps de mesure sera de 1 seconde et la précision relative meilleure que 2 ppm. De plus, ce montage ne fait appel qu'à des composants courants et reste très compact.**

## Caractéristiques

- Affichage 6 digits à DEL.
- Gammes 10 kHz, 1 MHz et 10 MHz.
- Entrée haute impédance 1 M $\Omega$ , sensibilité 20 mV.

## 1 - Principe (fig. 1)

L'appareil que nous vous proposons a été élaboré autour d'un schéma

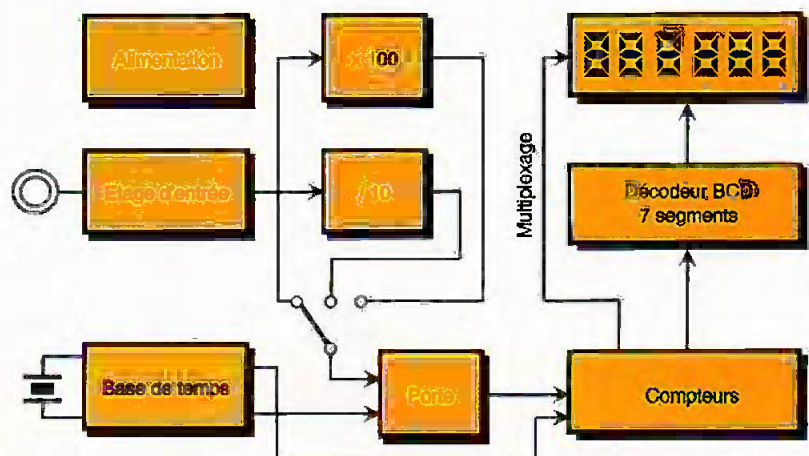
traditionnel de compteurs et de base de temps. En effet, l'utilisation de circuits spécialisés, qui permettent beaucoup plus de mesures de types différents, ont des coûts relativement élevés. La réalisation est basée sur des circuits CMOS dont le coût est beaucoup plus limité. Nous avons adjoint au schéma de base un étage d'entrée à FET, un multiplicateur par 100 pour les basses fréquences et un diviseur par 10 pour les fréquences plus élevées. Nous allons donc passer en revue les différents blocs constituant la figure de principe.

Le circuit de comptage utilisé pour l'affichage, le 4553, permet une forte réduction du nombre de composants. Deux boîtiers suffisent pour gérer six afficheurs, à condition toutefois de placer deux décodeurs BCD/7 segments pour la commande des afficheurs.

Pour cadencer et calibrer la mesure de façon précise, on réalise une base de temps à quartz à partir d'un quartz d'horloge. On obtient une fréquence de 0,5 Hz qui donne directement le temps d'ouverture de la porte de mesure de 1 seconde. Une logique à porte fournit, grâce à des prélèvements intermédiaires de fréquences plus élevées, tous les signaux utiles pour la mise en mémoire de l'affichage et le reset des

1

LE SCHEMA DE PRINCIPE.





compteurs avant une nouvelle mesure.

Il se produit alors les opérations successives et cycliques suivantes :

- comptage;
  - mémorisation du résultat;
  - affichage maintenu de ce résultat;
  - remise à zéro du comptage...
- et ainsi de suite.

Enfin, pour que tout ce petit monde s'anime tel qu'on l'a prévu, il ne faut pas oublier l'alimentation, qui est ici de + 12V pour les circuits logiques car les circuits CMOS nécessitent une tension élevée pour fonctionner correctement à 10 MHz.

## 2 - Fonctionnement (fig. 2 et 3)

Nous allons maintenant détailler chaque bloc vu dans le principe de fonctionnement.

### Alimentation

L'alimentation est classique : un transformateur 220V/12V 5VA, suivi d'un pont de diodes et d'un condensateur de filtrage C<sub>12</sub>. On dispose ainsi d'une tension de 15V environ que le régulateur intégré U<sub>14</sub> se charge de réguler à + 12V. Les condensateurs C<sub>13</sub> et C<sub>14</sub> réalisent un filtrage en « haute fréquence » et évitent l'entrée en oscillation du régulateur.

### Etage d'entrée et prédiviseur

Le signal d'entrée est couplé en alternatif par C<sub>9</sub>, avant d'être écrêté à ± 0,6V par D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub>, alors que R<sub>25</sub> fixe l'impédance d'entrée. Il est ainsi possible de supporter une tension importante à l'entrée du montage. Le transistor FET se charge de la première amplification bas niveau alors que T<sub>6</sub> permet d'amener le signal sous faible impédance aux étages suivants (montage collecteur commun).

La porte C de U<sub>13</sub> associée à R<sub>28</sub> forme un amplificateur (effet de contre-réaction de R<sub>28</sub>), alors que les deux portes suivantes (B et A) associées à R<sub>29</sub> et R<sub>30</sub> forment un trigger de Schmitt (effet de réaction de R<sub>30</sub>) afin de mettre le signal d'entrée sous forme rectangulaire. Enfin, la porte F de U<sub>13</sub> bufferise afin de distribuer le signal au reste du montage. U<sub>12</sub> (compteur décimal) se charge d'une division par 10 dans le cas de signaux compris entre 1 et 10 MHz.

### Compteurs et affichage

Peu de remarques à faire à ce sujet, car il s'agit de l'application typique du compteur 4553 donnée par Motorola. La sortie retenue (*carry*) du

premier compteur attaque l'entrée horloge du second (comptage sur 6 digits), alors que le multiplexage des afficheurs est synchrone grâce à la liaison horloge interne et à l'utilisation d'une seule série de transistors drivers. Notons que le type d'afficheurs retenu est à anode commune bien que le décodeur BDC/7 segments utilisé (4543) puisse s'accommoder des deux types.

### Base de temps

L'horloge est constituée d'un quartz à 32,768 kHz qui est mis en oscillation par le célèbre 4060. Un ajustage précis de la fréquence est obtenu par le condensateur ajustable qui permettra un étalonnage de la fréquence lue lors de la mise au point. La sortie de division la plus élevée, soit 2<sup>14</sup>, fournit un signal de 2 Hz de rapport cyclique 1. Un second diviseur U<sub>2</sub> (4024) amène la fréquence de 0,5 Hz, fréquence qui fournit directement une demi-période de 1 seconde pour l'ouverture de la porte de comptage.

Ce signal d'ouverture, disponible sur la sortie Q<sub>2</sub> de U<sub>2</sub>, est également utilisée pour commander la DEL de signalisation D<sub>2</sub> (porte) après bufferi-

sation par deux cellules C et D de U<sub>3</sub> (4049).

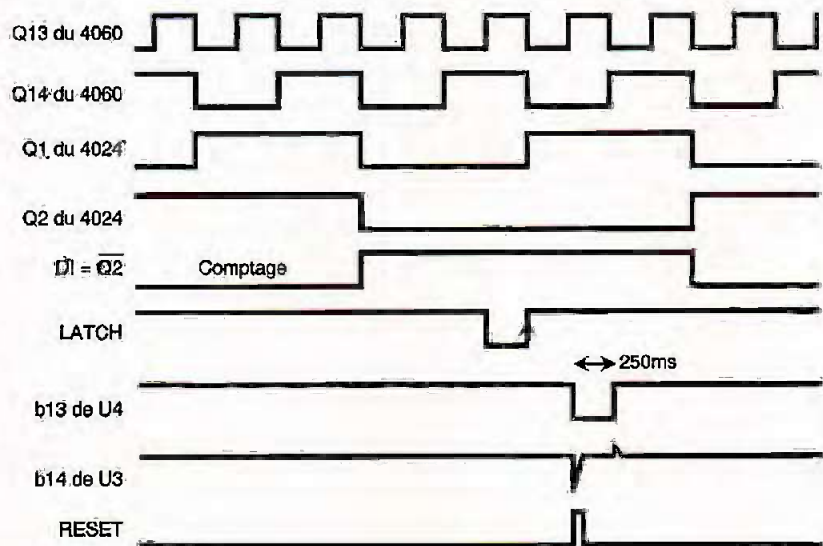
### Logique de commande

Le comptage s'effectue pendant la phase où DI est à zéro, période pendant laquelle la DEL de signalisation est allumée. A la fin du comptage, il faut premièrement mémoriser le résultat puis remettre à zéro l'ensemble des compteurs.

Deux portes NAND à quatre entrées vont résoudre ces fonctions. La commande de mémorisation est en permanence à un. Elle passe à zéro lorsque ses quatre entrées seront à un, soit Q<sub>13</sub>, Q<sub>14</sub> de U<sub>1</sub> à un, ainsi que Q<sub>1</sub> et Q<sub>2</sub> de U<sub>2</sub> après inversion. L'impulsion de *latch enable* dure 250 ms mais la mémorisation se fait à l'instant du front montant de LE.

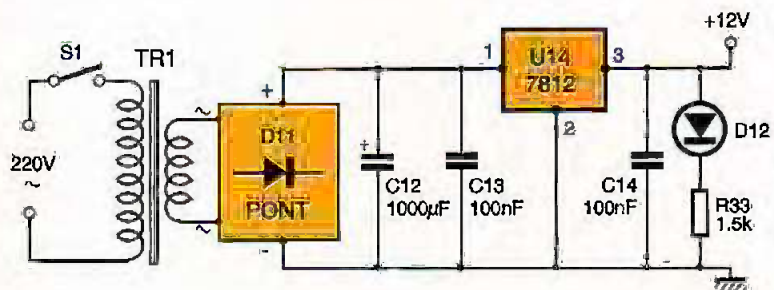
Pour le reset, une durée de 250 ms est trop longue dans la mesure où ce reset bloque également l'oscillateur de balayage des digits. L'application directe de cette impulsion se traduirait par une extinction complète de l'affichage de 250 ms toutes les secondes.

Pour éviter ce phénomène, le réseau R<sub>3</sub>/C<sub>3</sub> différencie le front descendant de l'impulsion avec une constante

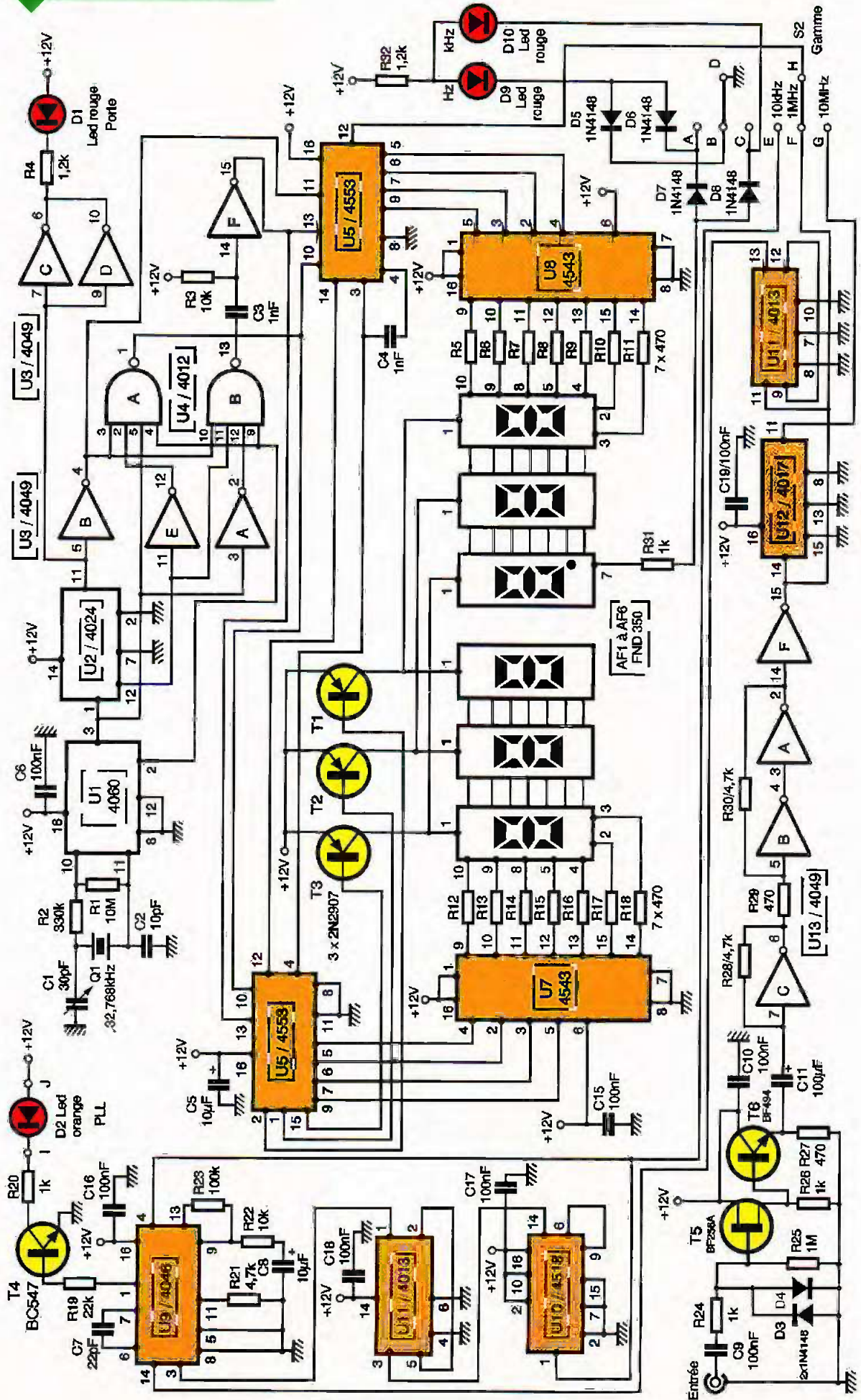


2 LES SIGNAUX DES DIFFÉRENTS POINTS DU MONTAGE.

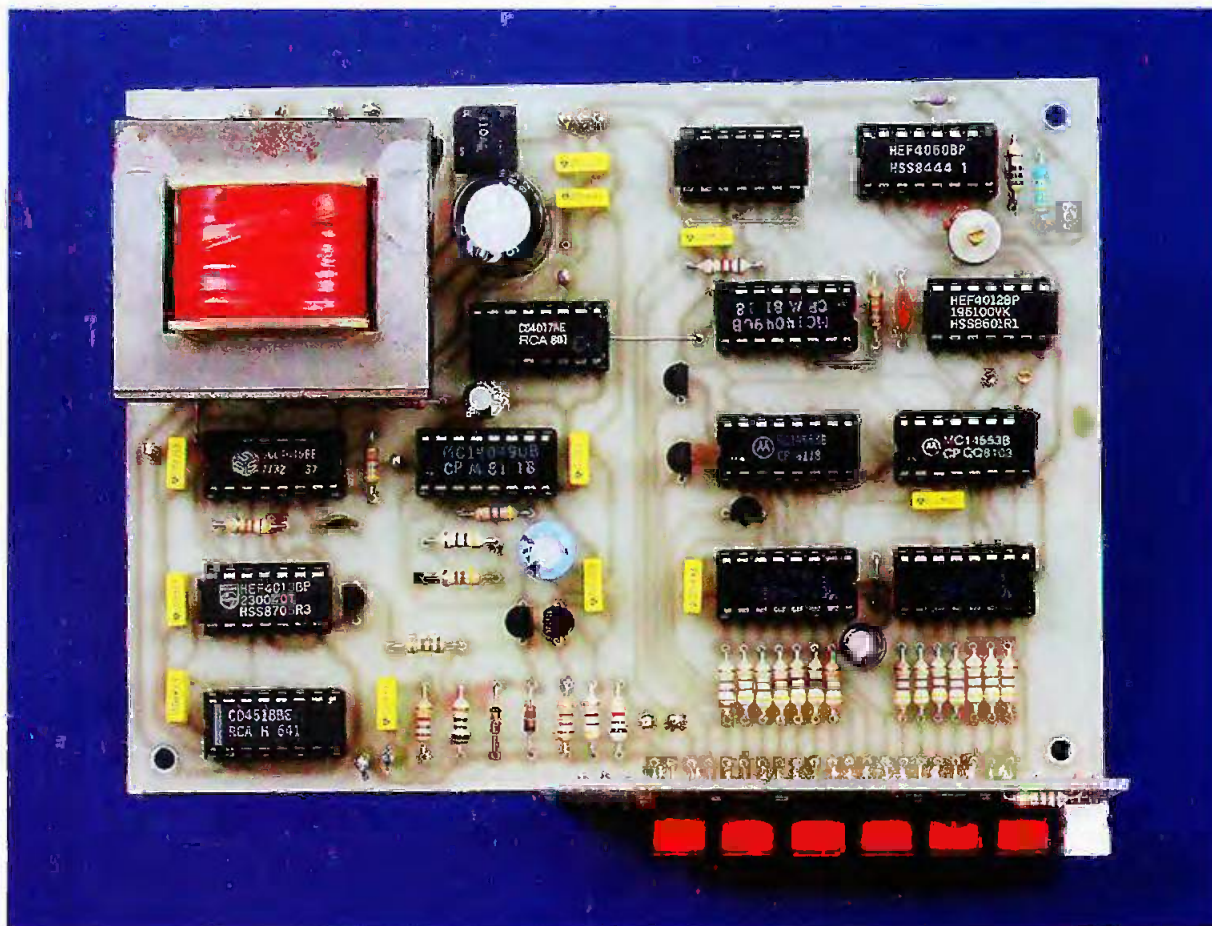
3a L'ALIMENTATION











**LA CARTE PRINCIPALE EQUIPEE DE SES AFFICHEURS.**

de temps de  $10\mu s$ , soit environ cinq fois plus que la durée minimale demandée par le 4553. Cette pulse différenciée est remise en forme par un inverseur de  $U_3$  afin d'obtenir un reset correct.

Le diagramme des temps ci-après simplifie la compréhension de l'ensemble de décodage des impulsions de reset et de mémorisation.

### Multiplicateur par 100

Il s'agit en fait d'un PLL verrouillé sur le signal d'entrée et possédant dans sa boucle de retour un diviseur par 100. Le  $V_{CO}$  fournit donc un signal asservi en fréquence sur l'entrée mais de fréquence cent fois plus grande. Cela permet de mesurer de façon plus précise les signaux à basse fréquence sans pour autant augmenter la durée de mesure.

## 3 - Réalisation pratique

### 3.1 - Circuits imprimés (fig. 4)

Afin de donner au montage une certaine ergonomie et une facilité de câblage, celui-ci a été divisé en deux circuits imprimés. Le plus grand reçoit l'alimentation, les compteurs et la logique de commande. Le se-

cond, venant se monter à l'équerre, est équipé du panneau d'affichage. Cela permet d'avoir une face avant complètement fonctionnelle.

Il est possible d'élaborer les circuits imprimés en appliquant directement les éléments de transfert Mecanorma sur le cuivre préalablement bien dégraissé du verre époxy (travail fastidieux). Mais on peut également transiter par la réalisation d'un mylar transparent ou encore procéder par voie photographique en se servant du modèle publié comme référence. On se procurera tout de même les composants nécessaires avant de débiter la fonction du circuit imprimé. Cela permettra, le cas échéant, de modifier les connexions des composants qui diffèrent. Notons que les tracés ont été réalisés à l'aide du logiciel de CAO Cadpak puis imprimés sur film transparent à l'aide d'une imprimante laser. On obtient ainsi un mylar directement utilisable pour une insolation par procédé photographique ultraviolet. On pourra se procurer le fichier LYT auprès de la rédaction.

Après gravure dans un bain de perchlorure de fer suivie d'un abondant rinçage, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains de ces trous seront à agrandir à 1 ou 1,2 mm pour les adapter au diamètre des

connexions de composants plus volumineux tels que les picots ou le transformateur.

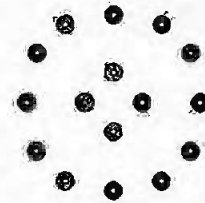
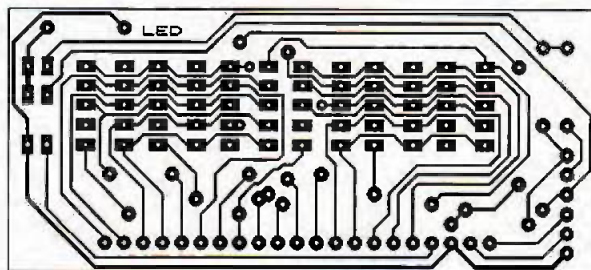
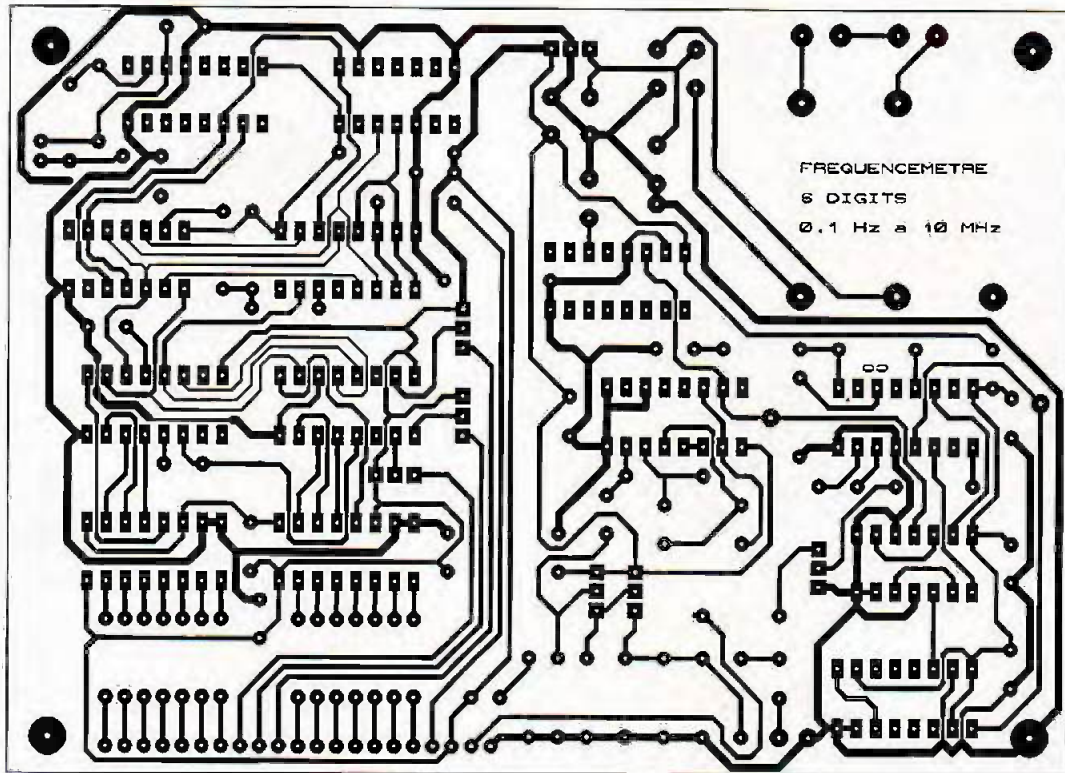
Vu la finesse de certaines pistes de ce montage, il est important de vérifier au testeur de continuité l'absence de microcoupures ainsi que celles de micro-courts-circuits toujours très difficiles à détecter à l'œil nu et qui, cependant, ont un effet catastrophique sur le fonctionnement du montage.

### 3.2 - Implantation des composants (fig. 5)

Après la mise en place des quelques straps de liaison (cinq pour le circuit principal et neuf pour le circuit d'affichage) qui ont permis d'éviter la problématique circuit double face, peu à la portée de l'amateur, on passera à l'implantation des résistances, des capacités et des diodes. Ensuite, ce sera le tour des transistors, des supports de circuit intégré et des picots de câblage. Implantez en dernier lieu le transformateur, les afficheurs et les DEL, en veillant à ce que ces composants soient à la même hauteur.

Enfin, les deux modules sont reliés à l'équerre par 21 straps réalisés à l'aide de fil rigide. Le transformateur, selon le modèle, sera relié par des fils ou à l'aide des pastilles prévues à cet effet (transfo moulé).





4

#### LES CIRCUITS IMPRIMÉS.

Toute erreur au niveau du câblage ne compromet pas seulement les chances d'un bon fonctionnement du montage mais peut aboutir dans certains cas à la destruction de composants, en particulier des éléments actifs.

#### 3.3 - Essais et utilisation

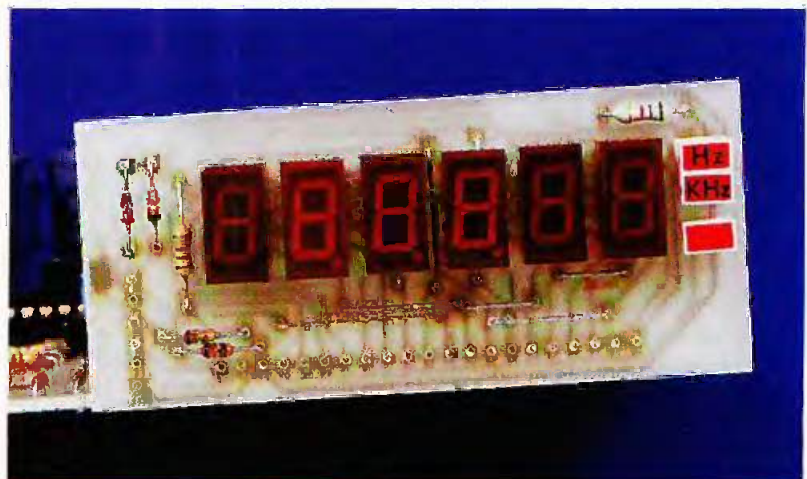
L'étape de mise au point, qui ne nécessite qu'un seul réglage, demande comme matériel spécifique soit un fréquencemètre étalon, soit une source de fréquence étalonnée.

En effet, le réglage de  $C_1$  permettra d'obtenir la lecture exacte de la fréquence appliquée. Si vous n'avez pas le matériel nécessaire à son réglage, placez-le à mi-course. Sinon, injectez un signal de fréquence connu autour de 900 kHz sur le calibre 1 MHz et réglez  $C_1$  pour que la fréquence affichée soit correcte, c'est tout!

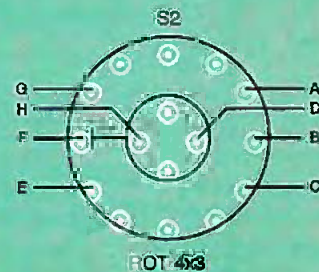
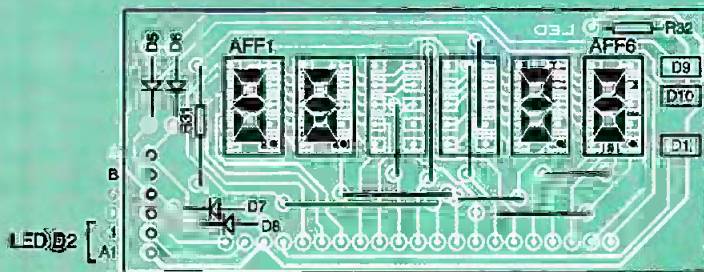
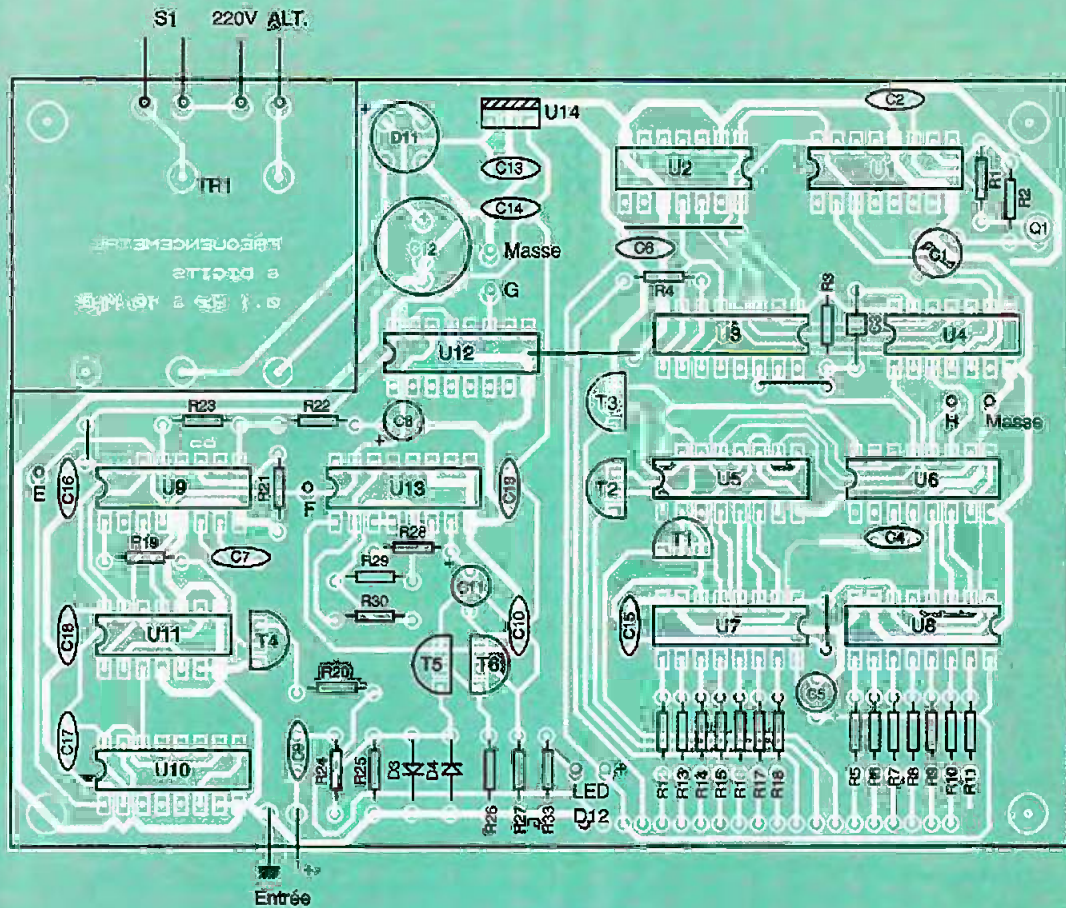
Pour vérifier le fonctionnement du multiplicateur par 100, placez-vous sur le calibre 10 kHz, injectez à l'entrée du montage un signal basse fréquence connu (le 50 Hz par exemple) et attendez que la DEL de verrouillage du PLL soit allumée. Le fréquencemètre doit alors donner une mesure avec deux chiffres après

la virgule, soit le centième de hertz. Si un problème se présente, vérifiez votre câblage et/ou tentez de suivre à l'aide d'un oscilloscope le trajet du signal d'entrée en se référant aux ex-

#### LA CARTE D'AFFICHAGE.



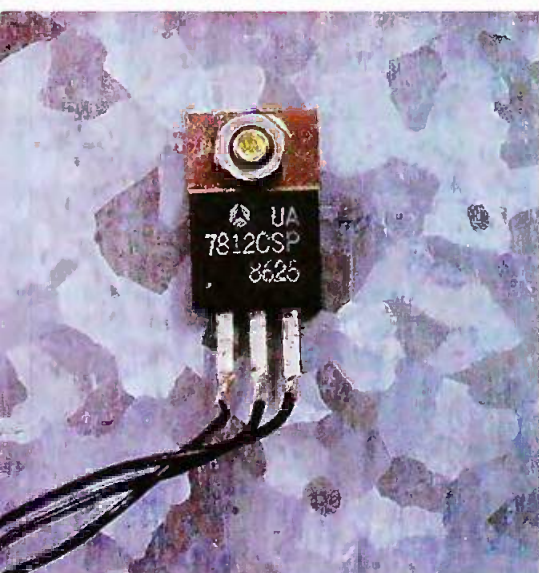




**LE REGULATEUR EST PLACE SUR LA FACE ARRIERE.**

applications données dans la partie fonctionnement.

**5 LES IMPLANTATIONS.**



**3.4 - Mise en boîtier**

On utilisera pour le câblage de mesure un câble blindé de faible section et le plus court possible. La DEL d'indication de mise sous tension D12 est optionnelle, question de goût...

- LISTE DES COMPOSANTS**
- Résistances :**  
**R<sub>1</sub> : 10 MΩ (marron, noir, bleu)**  
**R<sub>2</sub> : 330 kΩ (orange, orange, jaune)**  
**R<sub>3</sub>, R<sub>22</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange) à 18 kΩ (marron, gris, orange)**  
**R<sub>4</sub>, R<sub>21</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)**  
**R<sub>5</sub> à R<sub>18</sub>, R<sub>27</sub>, R<sub>29</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)**  
**R<sub>19</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)**

**MINITEL E.P.**  
**3615**  
**CODE EPRAT**



**R<sub>20</sub>, R<sub>25</sub>, R<sub>26</sub>, R<sub>31</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)**  
**R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>30</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)**  
**R<sub>23</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)**  
**R<sub>25</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)**  
**R<sub>33</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)**

**Condensateurs :**

**C<sub>1</sub> : ajustable 3-30 pF (à défaut, 15 pF céramique)**  
**C<sub>2</sub> : 18 pF céramique**  
**C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 1 nF céramique**  
**C<sub>5</sub> : 22 μF 16 V**  
**C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>10</sub>, C<sub>13</sub> à C<sub>15</sub> : 100 nF plastique**  
**C<sub>7</sub> : 22 pF céramique**  
**C<sub>8</sub> : 10 μF 25 V radial**  
**C<sub>11</sub> : 100 μF 25 V radial**  
**C<sub>12</sub> : 1 000 μF 25 V radial**

**Semi-conducteurs :**

**D<sub>1</sub>, D<sub>9</sub>, D<sub>10</sub> : diodes DEL 5 mm rouge plate**  
**D<sub>2</sub> : diode DEL 5 mm orange**  
**D<sub>3</sub> à D<sub>8</sub> : 1N4148**  
**D<sub>11</sub> : pont de diodes 500 mA**  
**D<sub>12</sub> : diode DEL 5 mm rouge**  
**AF<sub>1</sub> à AF<sub>6</sub> : afficheurs anode commune FND 350 ou équivalent**  
**T<sub>1</sub> à T<sub>3</sub> : 2N2907 (PNP)**  
**T<sub>4</sub> : BC 547 (NPN) ou 2N2222**  
**T<sub>5</sub> : BF 256A (transistor FET)**  
**T<sub>6</sub> : BF 494 (NPN)**  
**U<sub>1</sub> : 4060**  
**U<sub>2</sub> : 4024**  
**U<sub>3</sub> : 4049**  
**U<sub>4</sub> : 4012**  
**U<sub>5</sub>, U<sub>6</sub> : 4553**  
**U<sub>7</sub>, U<sub>8</sub> : 4543**  
**U<sub>9</sub> : 4046**  
**U<sub>10</sub> : 4518**

**U<sub>11</sub> : 4013**  
**U<sub>12</sub> : 4017**  
**U<sub>13</sub> : 4049**  
**U<sub>14</sub> : 7812**

**Divers**

**Q<sub>1</sub> : quartz 32,768 kHz**  
**S<sub>1</sub> : rotacteur 4 circuits/ 3 positions ou 3 circuits/ 4 positions + bouton**  
**S<sub>2</sub> : interrupteur unipolaire à levier**  
**TR<sub>1</sub> : transformateur 12 V 300 mA**  
**3 supports circuit intégré 14 broches**  
**10 supports circuit intégré 16 broches**  
**1 embase Cinch ou BNC (pour entrée)**  
**1 câble secteur moulé**  
**1 boîtier ESM EB16/05**

**ENCART THEORIQUE :  
BOUCLE  
A VERROUILLAGE  
DE PHASE (PLL)**

La boucle à verrouillage de phase (PLL : Phase Lock Loop) a été créée pour être un élément utile dans de nombreux systèmes de communications. On l'utilise principalement à deux fins différentes :

- 1) comme démodulateur pour suivre une phase ou une fréquence (application typique en radiocommunication);
- 2) comme synchronisateur pour des signaux dont la fréquence peut varier dans le temps.

Le schéma-bloc d'un tel asservissement est donné ci-après.

Un système asservi est un système bouclé dont la grandeur de sortie est asservie à celle de l'entrée. Selon que la sortie retenue est celle du filtre passe-bas ou bien celle du VCO, on réalise la fonction 1 ou bien la fonction 2 évoquées plus haut.

L'étude des systèmes asservis s'effectue en trois parties :

- Détermination de la fonction de transfert de chaque élément du système puis celle du système complet.

- Etude de la stabilité du système.

- Etude des performances, c'est-à-dire précision en régime statique et dynamique.

Nous ne rentrerons pas dans le détail de ces études, mais sachez que stabilité et précision sont indissociables et contradictoires.

quence est suffisamment faible pour traverser le filtre passe-bas. La fréquence instantanée du VCO varie donc, et, à un certain moment, si elle égale à celle du signal d'entrée, la boucle se verrouille.

Si la fréquence de Ei varie, le déphasage est modifié instantanément ainsi que le niveau continu de Ed. Ce décalage fait varier d'autant la fréquence du VCO de façon à maintenir le verrouillage.



Pour mieux comprendre le fonctionnement de la boucle, considérons qu'initialement la boucle ne soit pas verrouillée mais que les fréquences des signaux Ei et Eo soient très proches. Dans ces conditions, Ed est un battement dont la fréquence est la différence des fréquences de Ei et Eo. Ce signal est appliqué à l'entrée du VCO si sa fré-

Dans l'application qui est faite ici, on a introduit un diviseur par 100 dans la boucle de retour de Eo. Ainsi, ce sont les signaux Ei et Eo/100 qui sont verrouillés et on obtient donc un signal Eo qui est cent fois plus rapide que le signal d'entrée Ei.

**LE POINTEUR  
PANORAMIQUE  
MC20-T**

Le MC20-T assure la réception panoramique sur écran 14 cm des émissions avec indication du spectre en pleine bande ou en expansé, l'affichage de l'image du canal sélectionné entre 47 MHz et

870 MHz en 3 bandes (VHF + UHF); la plage de mesure s'étend de 30 à 80 dBμV avec un atténuateur d'entrée réglable de 0 à -30 dB par bond de 10 dB. Il peut téléalimenter un préampli en 18V-250 mA et consomme 1,1 A.

**Felec SA**  
**74330 La Balme-de-Sillingy**  
**Tél. : 50.68.80.17**

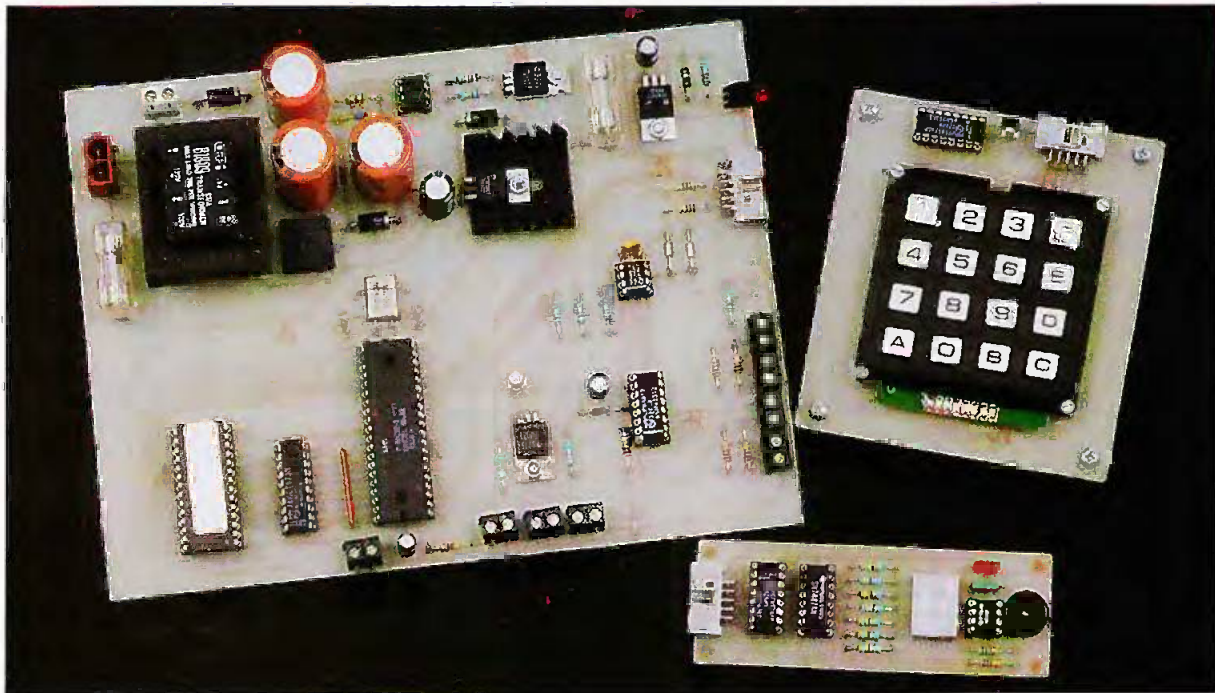






INITIATION

# METTEZ UN MICROCONTROLEUR DANS VOS MONTAGES : CENTRALE D'ALARME



**Les systèmes d'alarme font (hélas !) désormais partie de notre vie. Même s'ils n'empêchent pas des individus décidés à passer à l'action, les systèmes d'alarme restent suffisamment dissuasifs pour freiner des cambrioleurs amateurs. Ce n'est pas le premier système d'alarme qui vous est proposé, mais nous nous devons de vous proposer un système articulé autour d'un microcontrôleur.**

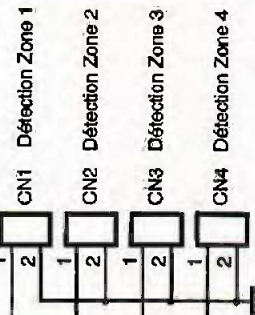
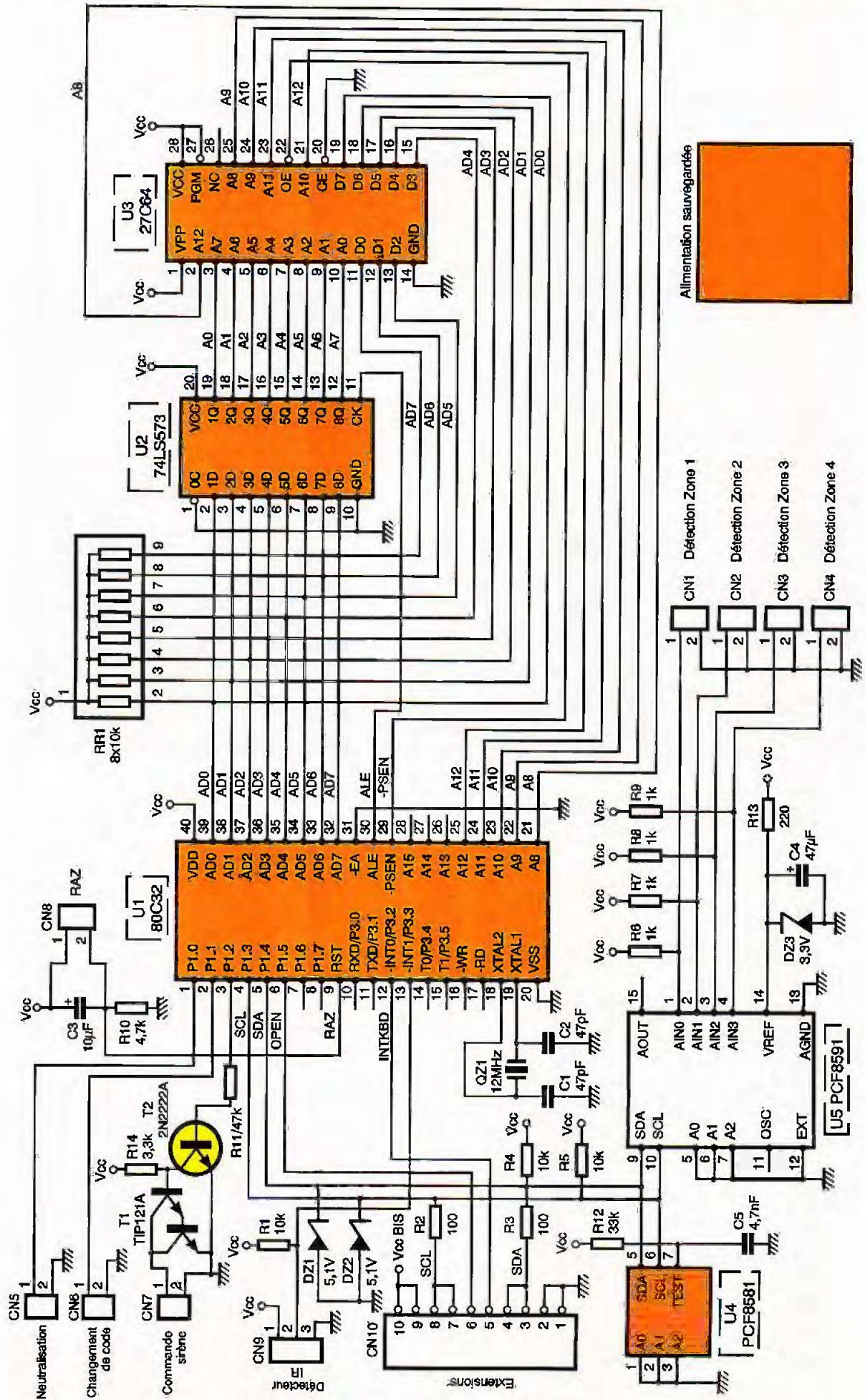
L'intérêt de bâtir une centrale d'alarme autour d'un microcontrôleur réside dans la souplesse qui est procurée à l'utilisateur. Jugez-en vous-même. La centrale d'alarme que nous vous proposons ce mois-ci dispose de quatre zones temporisées protégées par contact plus une zone de détection à infrarouge. La centrale détecte bien entendu l'ouverture des contacts mais elle détecte aussi une tentative de « strapping » sur les fils du contact. En option, un module de visualisation (qui peut être déporté) permet à l'utilisateur de connaître l'état de fonctionnement de la centrale. En option également, la centrale dispose d'un clavier qui peut être déporté jusqu'à environ 4 mètres. Le clavier dispose d'un contact de détection d'ouverture. Par ailleurs, la centrale est protégée contre les courts-circuits qui pourraient survenir sur les fils de liaison du clavier. Le nombre de sonneries de la sirène peut être limité, pour ne pas gêner le voisinage pendant des heures. La centrale dispose de deux codes distincts pour la mise en route et la neu-

tralisation, dont le nombre de chiffres peut aller de 4 à 8. Toutes les temporisations peuvent être supprimées ou modifiées pour une valeur comprise entre 15 secondes et 4 minutes.

## Schéma

Le schéma de la centrale d'alarme est visible en **figure 1**. Nous ne nous attarderons pas sur la partie associée au microcontrôleur U<sub>1</sub>, car vous devez commencer à la connaître. Les connecteurs CN<sub>5</sub> et CN<sub>6</sub> seront raccordés à des interrupteurs à clés soigneusement dissimulés. Le port P<sub>1</sub> du microcontrôleur étant pourvu de résistances de rappel à V<sub>CC</sub>, les interrupteurs peuvent être raccordés directement au microcontrôleur. La commande de la sirène est réalisée par la mise en conduction du transistor T<sub>1</sub>. Pour ne pas surcharger l'alimentation de la centrale, la sirène devra être alimentée par une batterie externe (la même que pour le maintien de la centrale *via* CN<sub>11</sub>, **figure 2**). Le détecteur à infrarouge sera un mo-







dule pyroélectrique autonome. L'utilisation du détecteur à infrarouge est en option. Il suffira de raccorder ou non le détecteur à CN<sub>3</sub>. Vous pourrez faire l'acquisition du module plus tard, ce qui permet d'étoffer la centrale en fonction de votre budget.

Les extensions seront connectées à CN<sub>10</sub>. Ce connecteur véhicule les signaux d'un bus I<sup>2</sup>C piloté par U<sub>1</sub>. L'alimentation des modules externes n'est pas la même que pour la centrale. En effet, il serait grave que la centrale puisse être mise hors service si les fils d'alimentation des modules externes étaient découverts puis mis en court-circuit.

Le circuit U<sub>4</sub> est une EEPROM qui se raccordera au bus I<sup>2</sup>C interne. Le circuit U<sub>4</sub> est utilisé en option, pour mémoriser les paramètres de fonctionnement de la centrale indiqués à partir du clavier. Si vous ne souhaitez pas utiliser le clavier, le circuit U<sub>4</sub> ne doit pas être installé.

Le circuit U<sub>5</sub> est lui aussi connecté au bus I<sup>2</sup>C interne. Le circuit U<sub>5</sub> permet de mesurer la tension présente sur ses entrées AIN0 à AIN3. Les entrées seront portées au potentiel V<sub>CC</sub>/3

grâce aux ponts diviseurs formés par les résistances R<sub>6</sub> à R<sub>9</sub> et les résistances en série avec les détecteurs d'ouverture (contacts à ILS). Les résistances mises en série devront être déportées jusqu'au détecteur à ILS. Elles seront soudées directement sur l'une des pattes du détecteur. Cette solution est bien plus efficace que d'utiliser les contacts seuls. Dans le cas où le contact est ouvert, le résultat est le même. En revanche, si le cambrioleur repère les fils qui courent le long d'une fenêtre, il sera tenté de casser la vitre pour ensuite court-circuiter les fils. Dans ce cas, il court-circuitera aussi la résistance associée au contact. L'entrée de U<sub>5</sub> sera alors mise à la masse et la centrale va le détecter. La centrale va scruter les entrées AIN0 à AIN3 pour vérifier que la tension reste dans des limites imposées. Le programme de la centrale tient compte de la dispersion des résistances employées, de sorte qu'il n'y a aucun réglage à prévoir.

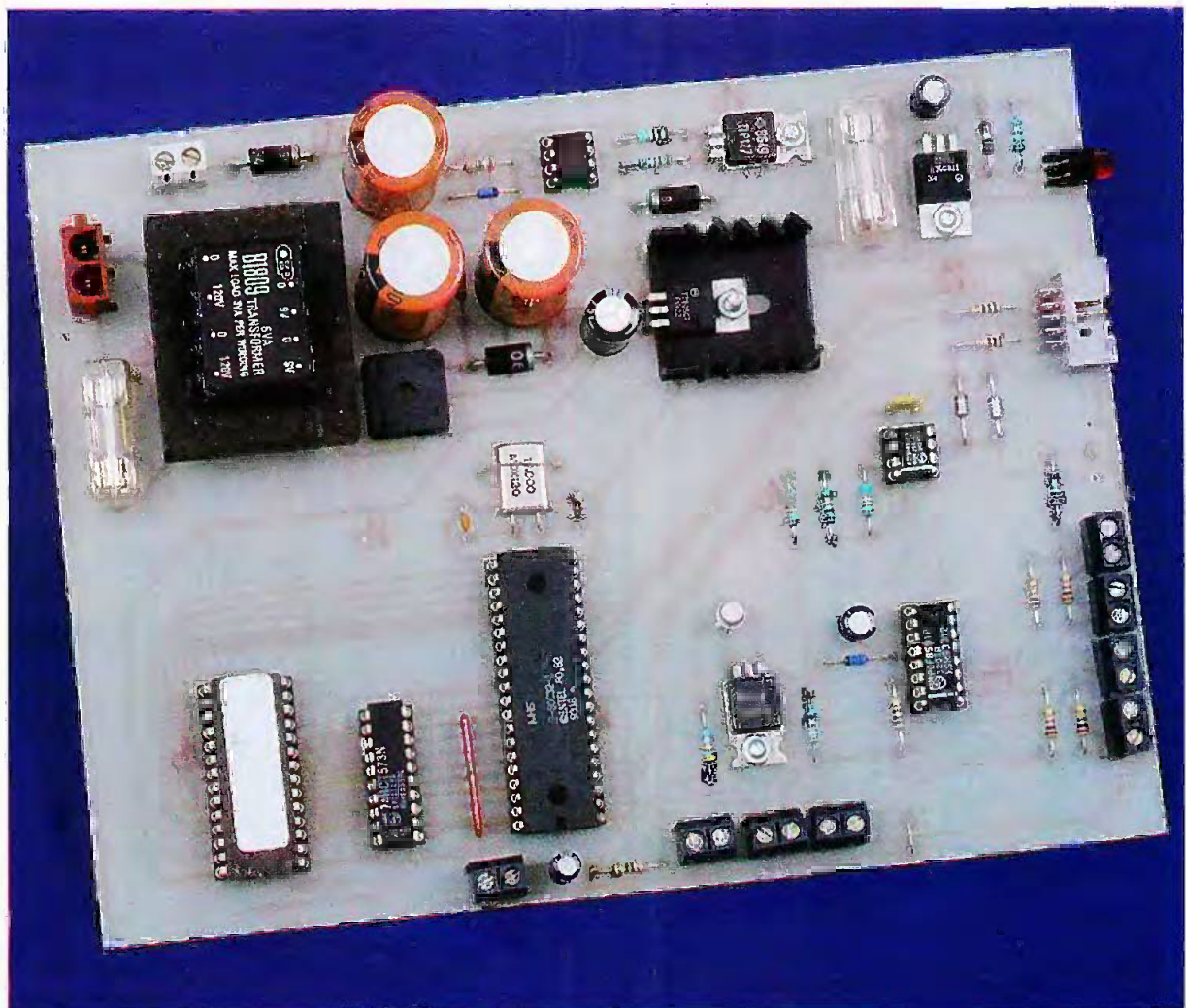
L'alimentation de la centrale est articulée autour du régulateur REG<sub>1</sub>, tandis que l'alimentation des options est articulée autour du régulateur REG<sub>2</sub> (voir la **figure 2**). Cela permet

de garantir le fonctionnement de la centrale lorsque les fils du clavier sont court-circuités. Si l'alimentation du clavier est mise en court-circuit, le fusible F<sub>2</sub> sera détruit. La diode LED DL<sub>1</sub> permet de vérifier rapidement l'état du fusible F<sub>2</sub>.

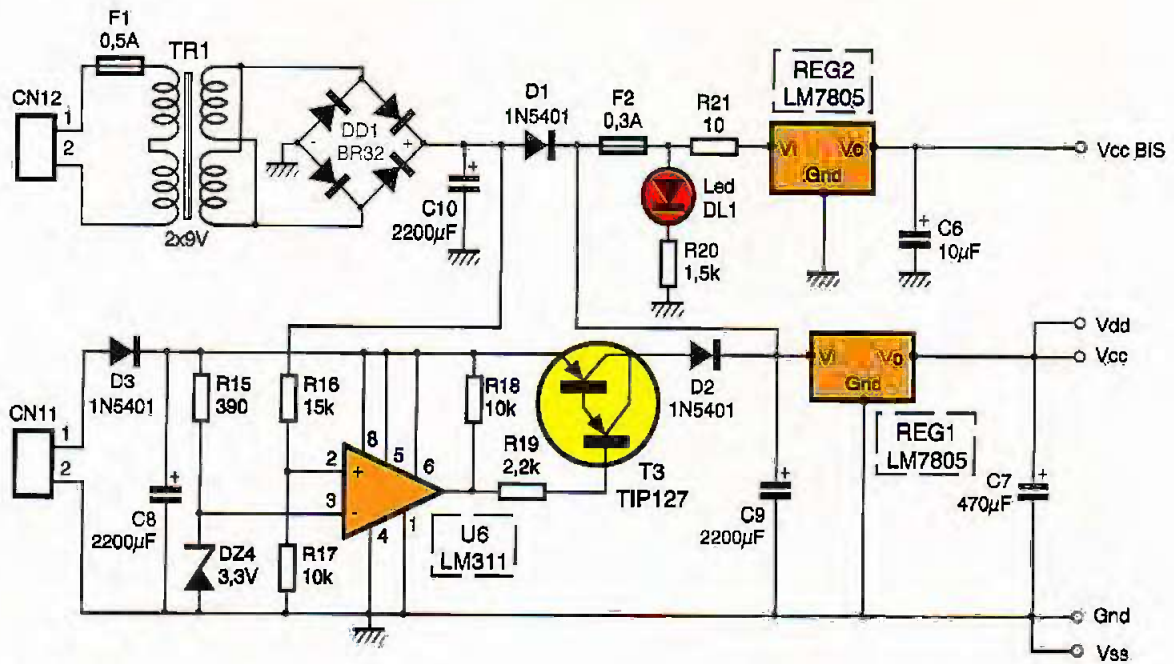
L'énergie sera fournie soit par le transformateur TR<sub>1</sub>, soit par la batterie connectée à CN<sub>11</sub>. Le circuit U<sub>6</sub> commute le transistor T<sub>3</sub> pour que la batterie prenne le relais. Vous noterez que la batterie ne sera pas automatiquement rechargée par le montage. Vous pourrez prévoir un chargeur de batterie externe. Notez au passage que l'entrée de la tension de la batterie est protégée contre les inversions de polarité.

La **figure 3** dévoile le schéma du circuit de visualisation. Cette option est utile essentiellement avec le clavier. L'afficheur AFF<sub>1</sub> est piloté par le décodeur U<sub>3</sub>. Le circuit U<sub>3</sub> est lui-même commandé par le circuit U<sub>1</sub>. Le circuit PCF8574 est un port d'entrées/sorties pour bus I<sup>2</sup>C, d'où la simplici-

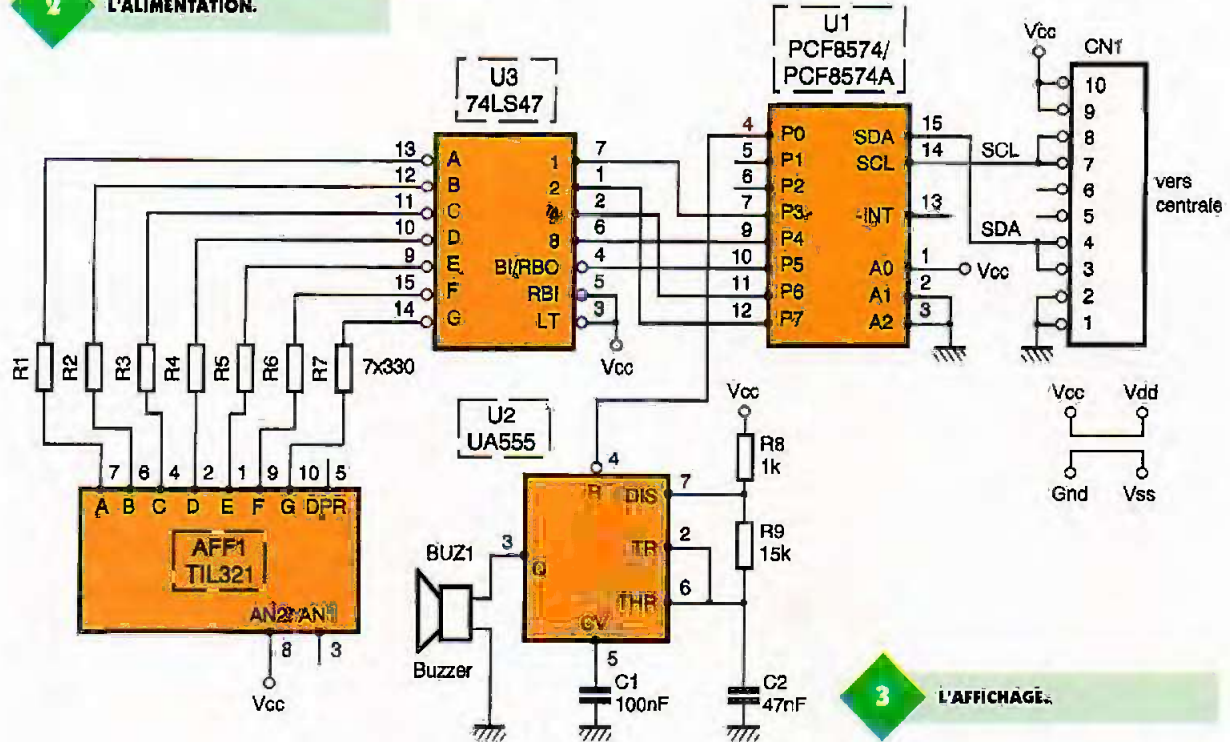
#### LA CENTRALE D'ALARME



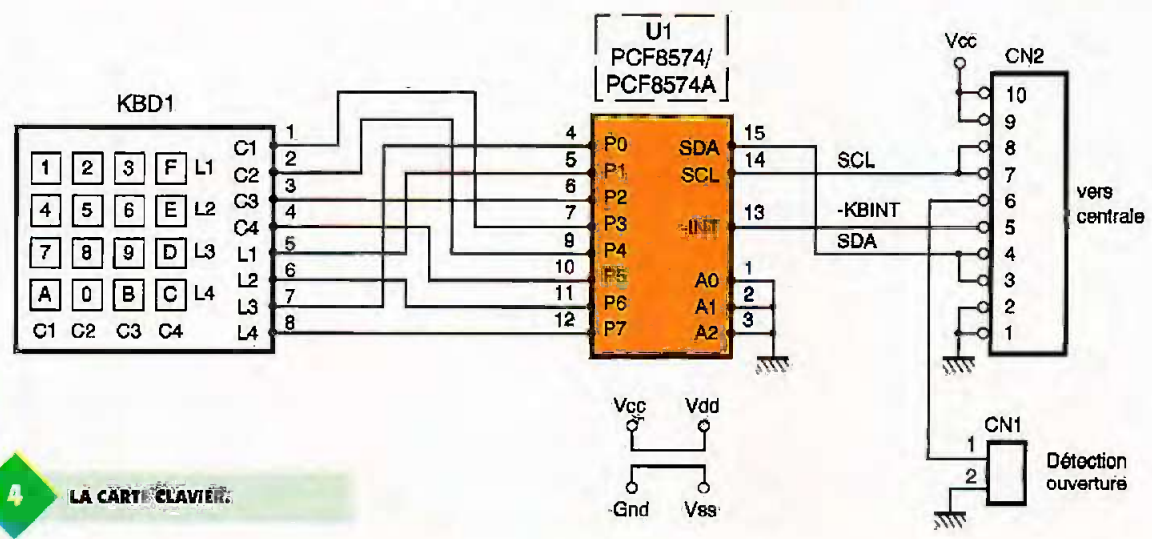




**2 L'ALIMENTATION.**

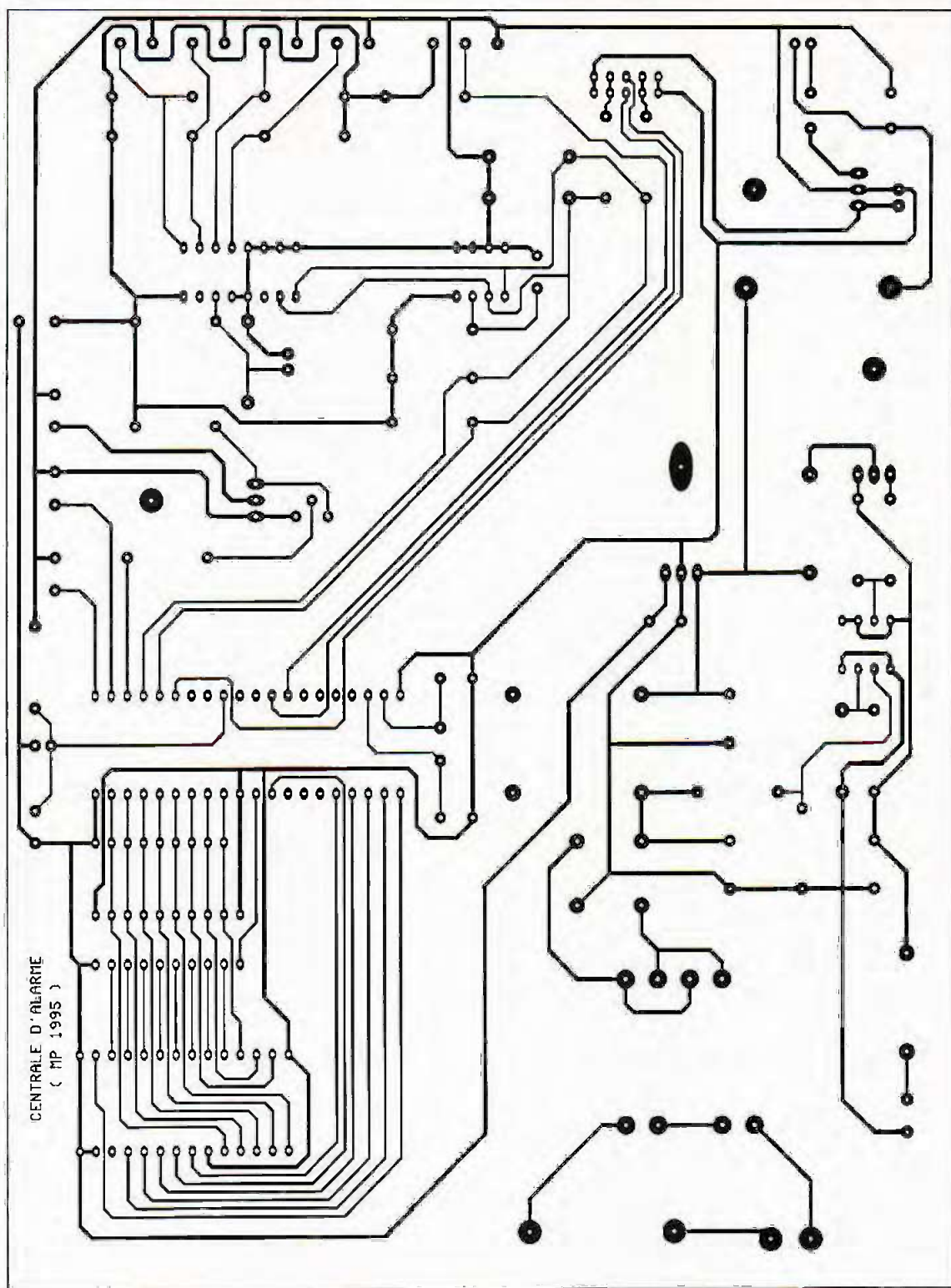


**3 L'AFFICHAGE.**



**4 LA CARTÉ CLAVIER.**





5

#### LE CIRCUIT IMPRIME DE LA CENTRALE.

té du schéma. La sortie P0 commande l'oscillateur astable  $U_2$ , lequel génère le signal audible produit par BUZ1.

Enfin, la **figure 4** dévoile le schéma du clavier. Là aussi, le schéma est simple, grâce à l'utilisation du circuit PCF8574. Les connexions du clavier semblent désordonnées sur le schéma. Cela permet de simplifier le cir-

cuit imprimé. Le programme de la centrale tiendra compte du raccordement particulier. Le connecteur CN1 sera «strappé» par un interrupteur destiné à détecter l'ouverture du boîtier.

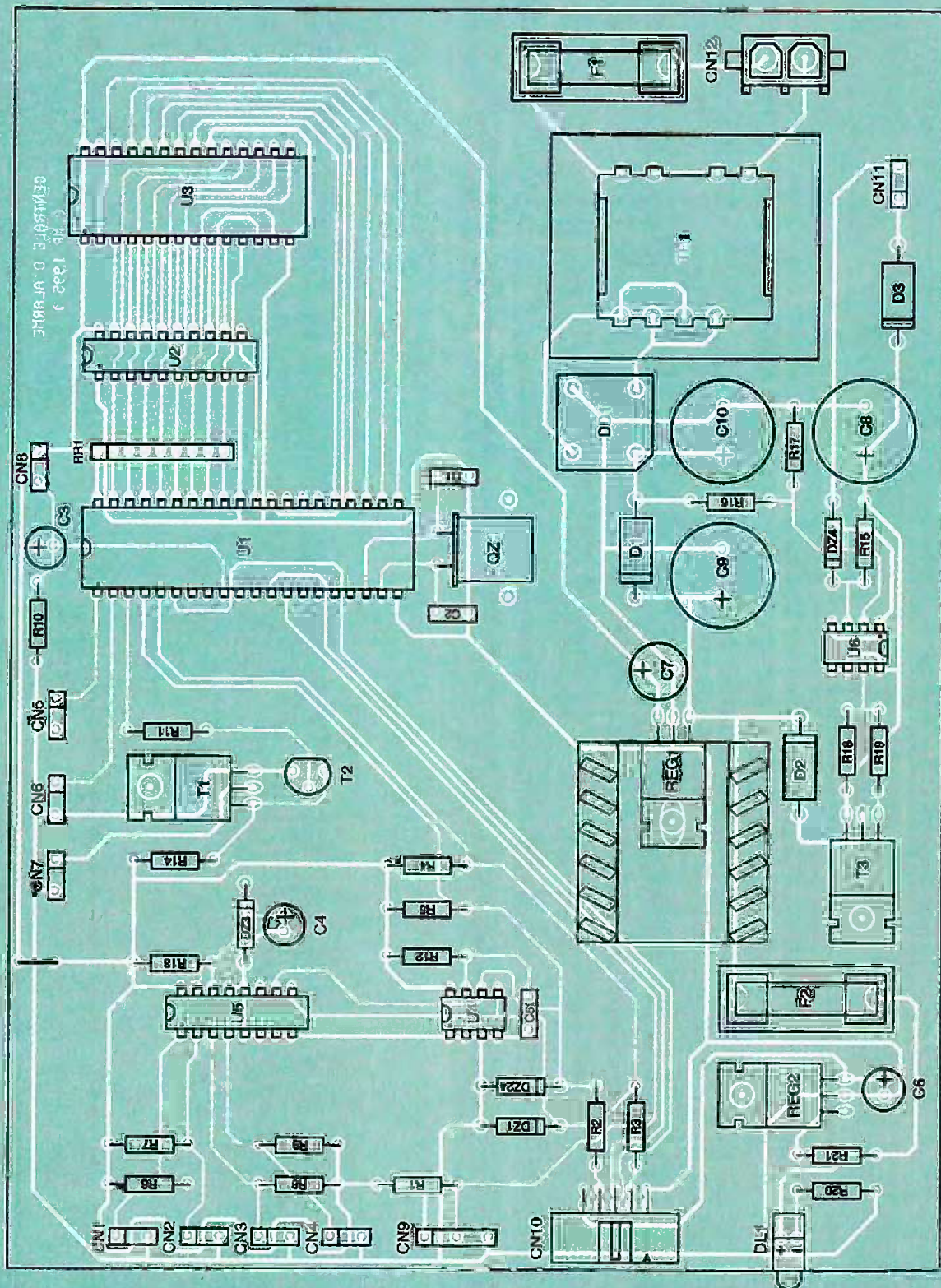
### Réalisation

Le circuit imprimé de la centrale d'alarme est visible en **figure 5**. La vue d'implantation qui l'accompagne est la **figure 6**. Le circuit imprimé du clavier (optionnel) est re-

produit en **figure 7**, avec la vue d'implantation associée en **figure 8**. Enfin, le module de visualisation (en option aussi) est représenté en **figure 9** avec la vue d'implantation n° 10.

Avant de réaliser le circuit imprimé de la centrale, il est préférable de vous procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement. Cette remarque concerne particulièrement le transformateur et les portes fusibles. Il n'y a pas de difficulté particulière pour





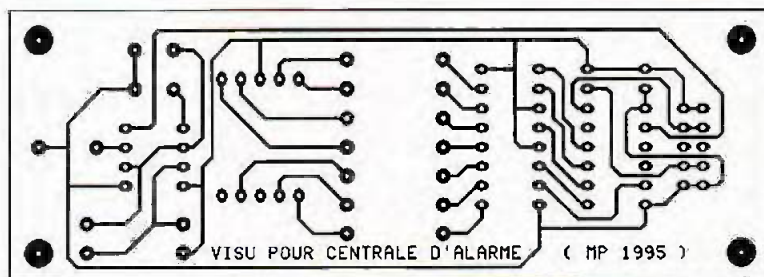
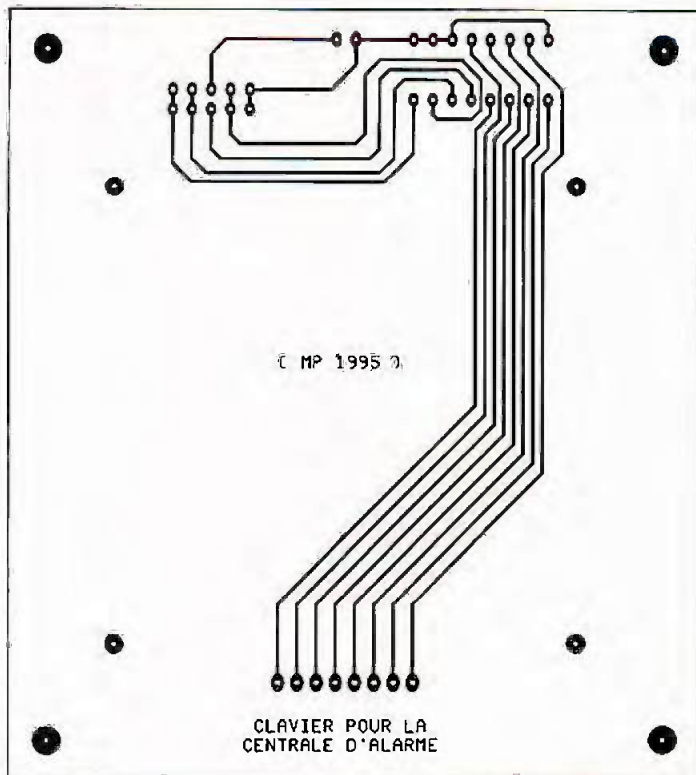
**6 L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.**

l'implantation. Soyez tout de même attentifs au sens des condensateurs et des circuits intégrés. N'oubliez pas l'unique strap sur le circuit principal (fig. 6). Le régulateur REG<sub>1</sub> sera impérative-

ment monté sur un dissipateur ayant une résistance thermique inférieure à 17°C/W, pour éviter d'atteindre une température de jonction trop élevée. Quant au régulateur REG<sub>2</sub>, un dissipateur thermique n'est pas indispensable. Néanmoins, lorsque l'afficheur du module de visualisation est allumé, le régulateur REG<sub>2</sub> chauffe un peu. Si vous décidez de

monter REG<sub>2</sub> sur un dissipateur thermique, vous devrez choisir un petit modèle qui puisse se loger à côté du porte-fusible (pour F<sub>2</sub>). En raison de la proximité des deux éléments, il serait utile de préférer un support pour fusible équipé d'un capot isolant. La figure 11 vous indique comment connecter les différents contacts et





719

LES CIRCUITS IMPRIMÉS DU  
CLAVIER ET DE L'AFFICHAGE

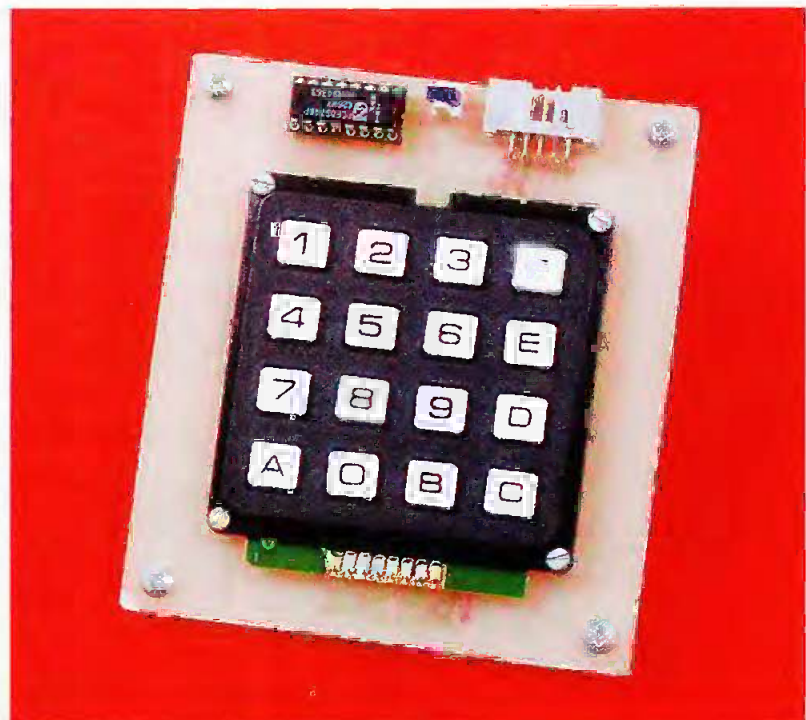
LA CARTE CLAVIER

interrupteurs à la centrale. Si vous ne souhaitez pas utiliser l'entrée du détecteur à infrarouges, il suffit de ne rien brancher sur CN<sub>7</sub>. Si vous ne souhaitez pas utiliser le clavier, vous ne devez pas implanter l'EEPROM U<sub>4</sub> sur la centrale. Si le circuit U<sub>4</sub> est détecté, la centrale utilisera le contenu de l'EEPROM pour déterminer les paramètres de fonctionnement (temporisations, codes, etc.). Lors de la première mise en service, il est nécessaire de mettre à jour le contenu de U<sub>4</sub>. Cela n'est possible qu'à partir d'une commande exécutée au clavier. En omettant le circuit U<sub>4</sub>, la centrale utilisera les paramètres par défaut que nous examinerons dans les paragraphes suivants.

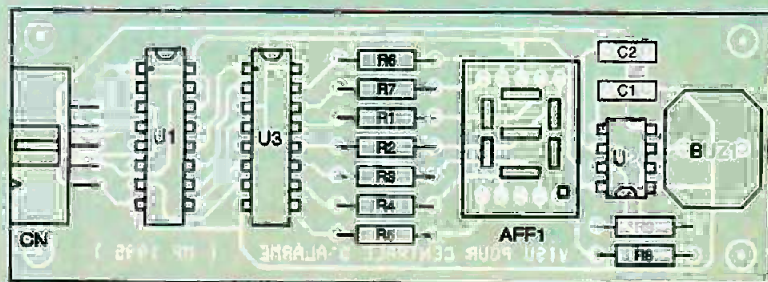
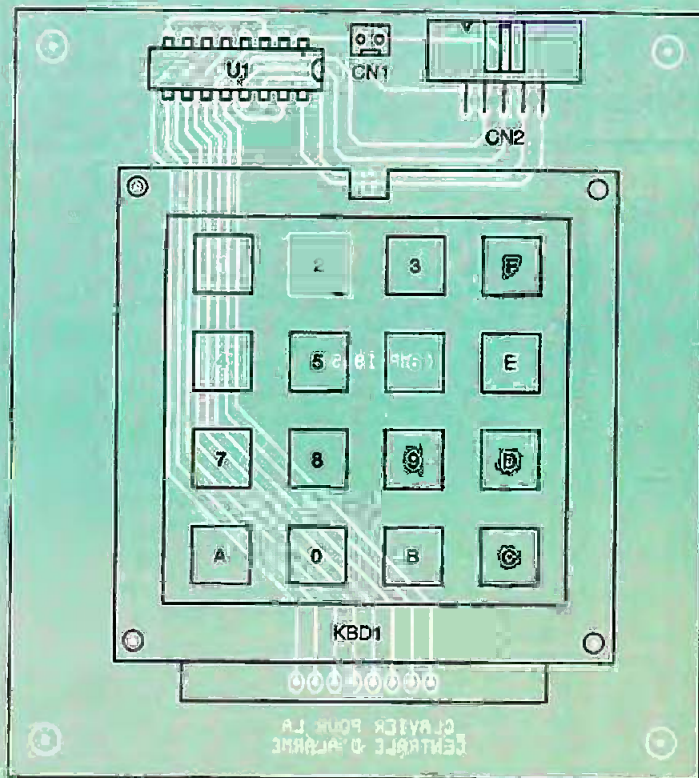
Toujours si vous ne souhaitez pas utiliser le clavier, vous devez neutraliser le contact de détection d'ouverture du clavier (broche 6 de CN<sub>10</sub>/signal OPEN). Le signal doit être placé à la masse par un strap, sinon

la sirène se mettra en marche immédiatement.

L'EEPROM U<sub>3</sub> sera programmée selon le contenu d'un fichier que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur le serveur Minitel. Vous trouverez les fichiers « U3.BIN » et « U3A.BIN » qui sont le reflet binaire du contenu de l'EEPROM U<sub>3</sub>, selon la version du circuit U<sub>1</sub> que vous pourrez vous procurer, pour le clavier et le module de visualisation. Vous trouverez aussi les fichiers « U3.HEX » et « U3A.HEX » qui correspondent au même contenu mis au format Hexa Intel, ce qui peut vous être utile selon le modèle de programmeur d'EEPROM dont vous disposez. Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers, vous pourrez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette formatée, accompagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette). Si vous ne souhaitez pas équiper votre centrale d'alarme du clavier et du module de visualisation, vous pourrez choisir n'importe quel fichier pour programmer votre EEPROM. Mais si vous utilisez un module d'extension, vous devrez prendre garde à choisir le bon fichier. Nous avons expliqué que les circuits PCF8574 et PCF8574A, bien qu'ils aient la même fonction, ne répondent pas à la même adresse. Le programme de la centrale d'alarme a donc été compilé pour les deux références de circuit possible. Si vous achetez un circuit PCF8574, vous de-







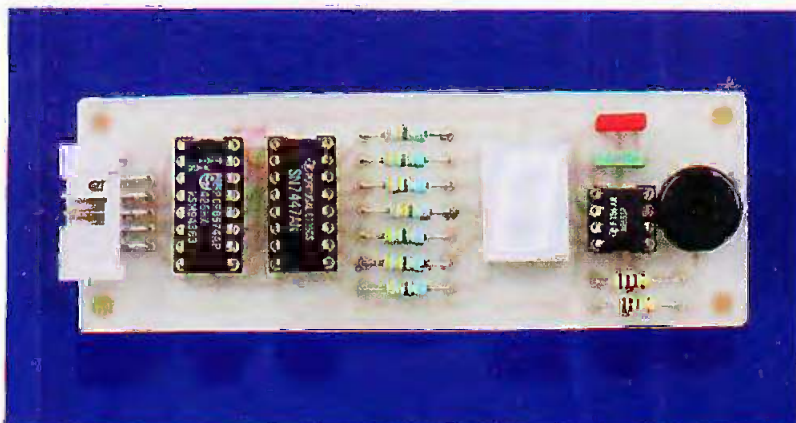
**8 IMPLANTATION DES COMPOSANTS.**

urez utiliser le fichier « U3.BIN » ou « U3.HEX ». Si vous achetez un circuit PCF8574A, vous devrez alors utiliser le fichier « U3A.BIN » ou « U3A.HEX ». Surtout, ne mélangez pas les références pour le circuit U<sub>1</sub> entre les deux platines d'extension.

**10 IMPLANTATION DES COMPOSANTS.**

Vous devrez vous procurer exactement les mêmes circuits si vous souhaitez utiliser les deux modules. Ce

**L'AFFICHAGE.**



sont les lignes d'adresses A0 à A2 qui feront la distinction entre les deux modules.

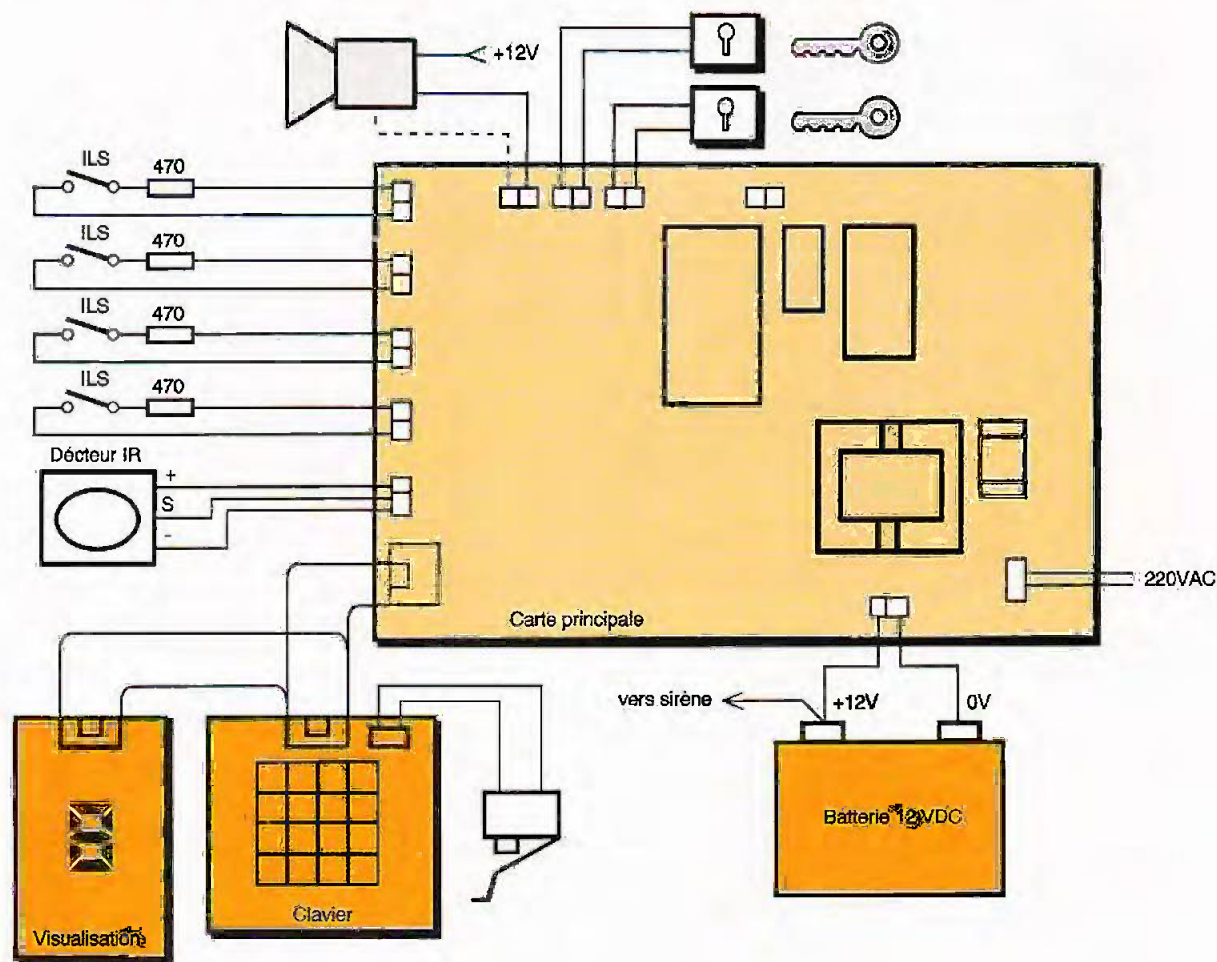
**Utilisation de la centrale d'alarme**

Le fonctionnement de la centrale est relativement complexe en raison des différentes options proposées. Commençons par le cas le plus simple, le cas où la centrale est utilisée sans clavier ni module de visualisation. Rappelons que, dans ce cas de figure, le circuit U<sub>4</sub> ne doit pas être installé sur la platine principale. Dans ce cas de figure, la centrale sera neutralisée à partir de l'interrupteur à clé branché sur CN<sub>5</sub>. Aucun interrupteur ne doit être connecté à CN<sub>6</sub>. Lorsque l'interrupteur de neutralisation est fermé, la commande de la sirène est inhibée (T<sub>1</sub> en collecteur ouvert). Dès que l'interrupteur connecté à CN<sub>5</sub> passe en position ouverte, la centrale passe en surveillance. Dans ce mode, la centrale scrute les différentes zones, tour à tour, et recherche les intrusions possibles. Rappelons que le contact de détection d'ouverture du boîtier du clavier doit être « strapé » comme nous l'avons expliqué dans les paragraphes précédents.

En cas d'intrusion dans les zones 1 ou 2, l'alarme est déclenchée immédiatement. En ce qui concerne la zone 3, il est introduit une temporisation de 15 secondes avant de mettre en marche la sirène. Pour la zone 4 et le détecteur à infrarouges, le délai de temporisation passe à 30 secondes. Pour ne pas gêner outre mesure le voisinage, la commande de la sirène est active pendant 1 minute et un silence de 2 minutes s'ensuit. Puis le cycle recommence jusqu'à ce que la centrale soit neutralisée par la clé. Abordons maintenant les options. Vous pouvez utiliser le module de visualisation sans pour autant utiliser le clavier. Les messages affichés et leur signification sont indiqués en **figure 12**. Certains messages n'ont de sens qu'avec le clavier et le circuit U<sub>4</sub> installé sur la platine principale. Le buzzer du module de visualisation retentira de façon saccadée pendant la temporisation associée aux différentes zones pour vous avertir du déclenchement imminent de la sirène. Avec le clavier, lorsque la centrale attend une action particulière, le buzzer continuera de retentir pour attirer votre attention.

C'est avec le clavier que vous pourrez utiliser toutes les fonctions de la centrale. Dans ce cas de figure, toutes les options doivent être instal-





lées (U<sub>4</sub>, module de visualisation et interrupteur de changement de code sur CN<sub>6</sub>).

A la première mise en route, il sera nécessaire de mettre à jour le contenu de l'EEPROM U<sub>2</sub> pour que la centrale y comprenne quelque chose. Pour cela, avant de mettre la centrale sous tension, placez l'interrupteur de neutralisation (CN<sub>5</sub>) et l'interrupteur de changement de code en position fermée. Mettez alors la centrale sous tension. Le module de visualisation doit afficher une sorte de lettre «U» sur les segments du

haut. Ce message vous indique que la centrale attend la modification des paramètres. Pour placer les paramètres par défaut dans l'EEPROM U<sub>4</sub>, appuyez successivement sur les touches «C», «D» et «E» du clavier. Le buzzer retentit alors une fraction de seconde et le message «t» apparaît un bref instant. Par la suite, vous pourrez de nouveau utiliser cette séquence pour remettre l'EEPROM U<sub>4</sub> aux valeurs par défaut, si le besoin s'en fait sentir.

Les paramètres par défaut sont les suivants : les zones 1 et 2 ne sont pas temporisées. La zone 3 est temporisée à 15 secondes. La zone 4 et la détection infrarouge sont temporisées à 30 secondes. Après ouverture

11

## LE MONTAGE DE LA CENTRALE

de la clé de neutralisation, aucun délai avant examen des zones n'est autorisé. Les codes pris en compte par le clavier comportent quatre chiffres et sont temporairement fixés au code «0000». Aucun code de mise en route n'est attendu au clavier.

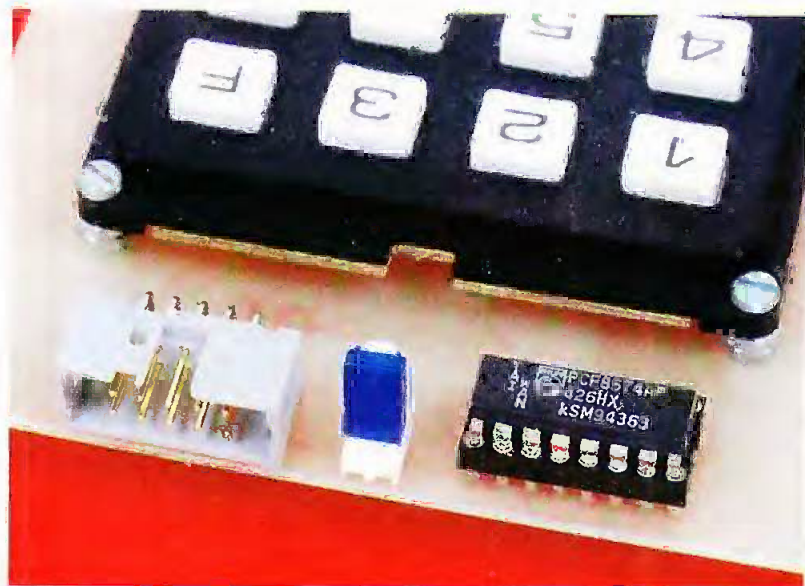
Ensuite, vous pouvez modifier individuellement chaque paramètre. Avant de choisir le paramètre que vous voulez modifier, vérifiez que la lettre «U» est affichée. Si ce n'est pas le cas, appuyez sur la touche «F», plusieurs fois de suite si nécessaire. Ensuite, lorsque l'afficheur présente le caractère «U», la première touche appuyée au clavier détermine le paramètre que vous souhaitez modifier.

Pour modifier la valeur de la temporisation de la zone n° 1, appuyez sur la touche «1» du clavier. Appuyez sur la touche «2» pour la zone n° 2, etc. Appuyez sur la touche «5» pour le délai de la zone à détection infrarouge et sur la touche «6» pour le délai de mise en action de la centrale.

## L'ALIMENTATION.







### LIEN AVEC LE CLAVIER.

Le module de visualisation affiche alors la valeur courante. Appuyez sur les touches 0 à 5 selon le délai que vous souhaitez. La valeur 0 indique qu'aucun délai n'est nécessaire. La valeur 1 correspond à un délai de 15 secondes. La valeur 2 correspond à 30 secondes, etc., jusqu'à la valeur 5 qui correspond à 4 minutes.

Si le paramètre choisi est correct, la centrale vous informe par un « bip » bref, tandis que l'afficheur présente le caractère « t » avant de revenir au caractère « U ». Si vous voulez abandonner la modification, appuyez sur la touche « F » (ou n'importe quelle touche différente des valeurs 0 à 5). Le paramètre n° 7 (touche « 7 » lorsque l'afficheur présente le caractère « U ») détermine le nombre de cycles de la sirène lorsque l'alarme est déclenchée. Le paramètre peut prendre les valeurs 0 à 9. Si le paramètre n° 7 prend la valeur 0, alors le nombre de cycles de la sirène est infini. Dans le cas où le nombre de cycles est écoulé, la sirène est désactivée définitivement tandis que le module de visualisation indique que l'alarme a été déclenchée.

Le paramètre n° 8 vous permet de choisir la longueur des codes. Par défaut, les codes sont à 4 chiffres. Vous pouvez choisir des codes entre 4 et 8 chiffres. La modification du paramètre n° 8 ne modifie pas le contenu des codes (remplis avec des « 0 » par défaut).

Le paramètre n° 9 indique à la centrale si le code de mise en route à partir du clavier est nécessaire. Le code de mise en route est différent du code de neutralisation pour

tromper les regards indiscrets. Choisissez la valeur 0 si le code de mise en route n'est pas nécessaire. Dans ce cas, dès que la clé de neutralisation est retirée, la centrale se met en action après le délai précisé par le paramètre n° 6. Si vous souhaitez que le démarrage de la centrale soit assujéti au code de mise en route, choisissez la valeur 1 pour le paramètre n° 9. Dans ce cas, lorsque la clé de neutralisation est retirée, la centrale vous informe qu'elle attend le code de mise en route. Pendant ce temps, le buzzer du module de visualisation retentit de façon saccadée pour attirer votre attention. Dès que le code souhaité aura été saisi, la centrale se mettra en action, après un délai supplémentaire si le paramètre n° 6 le précise.

### 12 TABLEAU DES CODES.

Code affiché	Signification
0	La centrale attend la saisie du code de mise en route (pendant ce temps, le buzzer retentit de façon saccadée).
1	La centrale va bientôt entrer dans le mode de surveillance (délai de mise en route). Pendant ce temps, le buzzer retentit de façon saccadée.
2	La centrale est en mode de surveillance. Attente du code de neutralisation (l'afficheur s'éteint automatiquement au bout de 10 secondes).
3	La centrale a été neutralisée à partir du clavier. La centrale attend la confirmation par la clé (pendant ce temps, le buzzer retentit de façon saccadée).
4	L'alarme vient de détecter une intrusion dans une zone temporisée. Pour éviter de déclencher la sirène, utilisez soit le code ou la clé de neutralisation (pendant ce temps, le buzzer retentit de façon saccadée).
5	L'alarme est déclenchée. Vous pouvez interrompre l'alarme à l'aide du code ou de la clé de neutralisation (pendant ce temps, le buzzer retentit de façon saccadée).
6	L'alarme est déclenchée, mais le nombre de sonneries de la sirène est dépassé. La sirène est arrêtée mais le buzzer continue de retentir de façon saccadée. La centrale attend maintenant d'être neutralisée.

Le paramètre n° A permet de modifier le code de neutralisation de la centrale. Pendant la saisie du code de neutralisation, le module de visualisation affiche le caractère « [ » . Toutes les touches du clavier peuvent faire partie du code. Aussi il n'est pas possible d'interrompre la modification en cours. Si vous voulez abandonner la modification ou si vous avez fait une fausse manipulation, vous devrez finir la saisie en cours pour recommencer la saisie après. Le nombre de codes à saisir dépend de la valeur du paramètre n° 8. Enfin, le paramètre n° B permet de modifier le code de mise en route de la centrale. Pendant la saisie du code de mise en route, le module de visualisation affiche le caractère « ] » .

Lorsque vous aurez fini les modifications des paramètres, n'oubliez pas de replacer la clé associée à CN6 dans la position OFF. Sinon, la centrale ne pourra pas être mise en route. En revanche, rassurez-vous, cette clé ne peut pas inhiber la centrale lorsque cette dernière a été mise en action. Il n'est donc pas indispensable de cacher aussi bien l'accès à cette clé.

Les codes affichés par le module de visualisation sont regroupés dans le tableau de la **figure 12**.

Vous voici maintenant en mesure de tirer pleinement parti de cette centrale d'alarme qui, nous le souhaitons, saura se montrer suffisamment dissuasive.

Pascal MORIN





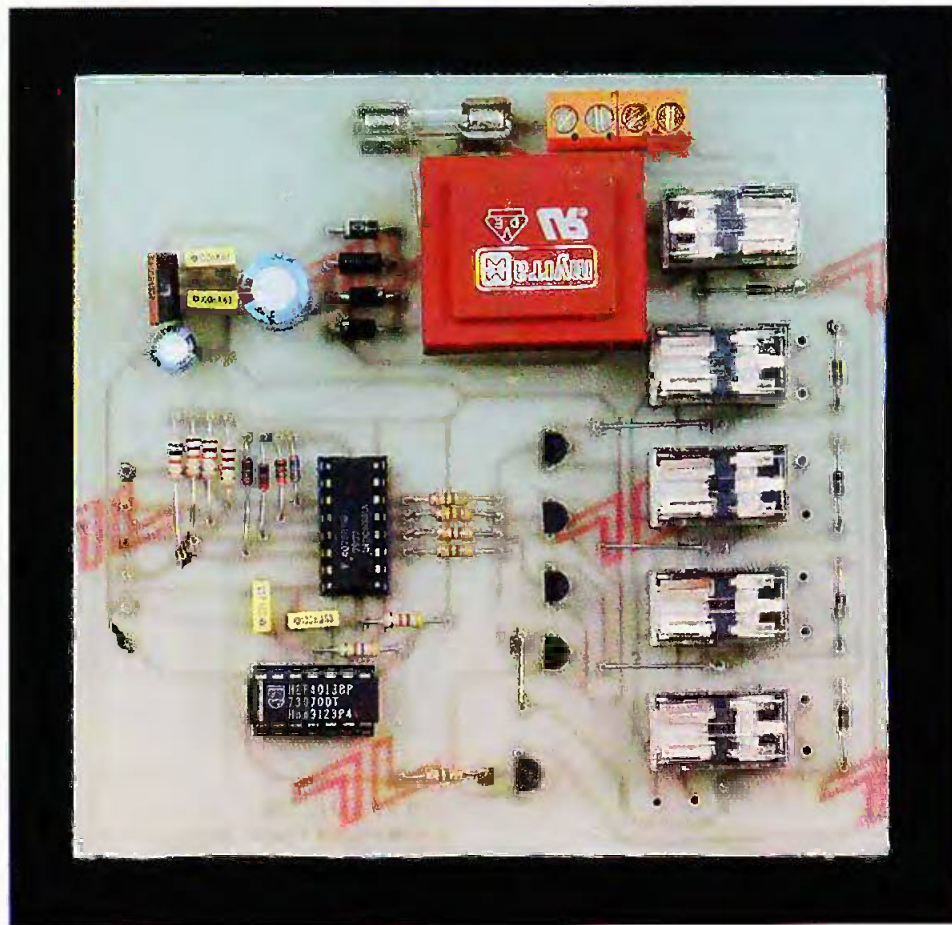
AUDIO

# COMMUTATEUR AUDIO

Lors de la mise au point d'un préampli, on néglige trop souvent la partie sélection des entrées ou sources. Surtout si ce préampli possède une commande numérique, car les commutateurs électroniques (imparfaits) constituent la solution technique la plus simple, alors qu'il suffit de peu de composants pour rendre cette commutation « parfaite » et d'utilisation conviviale.

## Présentation

Le montage décrit dans cet article a pour but de s'insérer au premier maillon d'un préamplificateur. Il permet la sélection de quatre sources en stéréo vers une seule sortie. En premier lieu, examinons les différentes techniques possibles employées, en se limitant aux systèmes à base d'interrupteurs mécaniques. Ce sont en effet les seuls qui permettent de se rapprocher du zéro défaut. Le système le plus simple consiste à utiliser un sélecteur rotatif comme illustré **figure 1**. Pour la sélection de quatre sources, un modèle à trois circuits et quatre positions permet également la visualisation de la source sélectionnée à l'aide d'une DEL par exemple. Quoique, si le bouchon du sélecteur possède un



index, on se demande si l'allumage d'une DEL est véritablement utile. Un inconvénient de ce système : il ne permet pas de passer directement de la source 1 à la source 4 sans traverser les sources 2 et 3. De plus, dans le cas où l'on veuille un jour doter notre préampli d'une commande infrarouge, on voit mal la solution à adopter pour commander ce sélecteur, si ce n'est un moteur pas à pas couplé à l'axe du sélecteur et muni d'une interface « intelligente » ! Une solution pourtant : remplacer les contacteurs rotatifs par des relais pouvant être aisément mis en route par une interface numérique, la sélection manuelle restant l'affaire d'un interrupteur à quatre positions. La carte proposée ici reprend cette solution mais remplace l'interrupteur

recte, la sélection d'une source s'effectuant par simple appui sur un bouton poussoir. Un cinquième bouton poussoir servant à la mise en/hors fonctionnement de l'ensemble préampli, ampli et sources gardant en mémoire la dernière source écoutée.

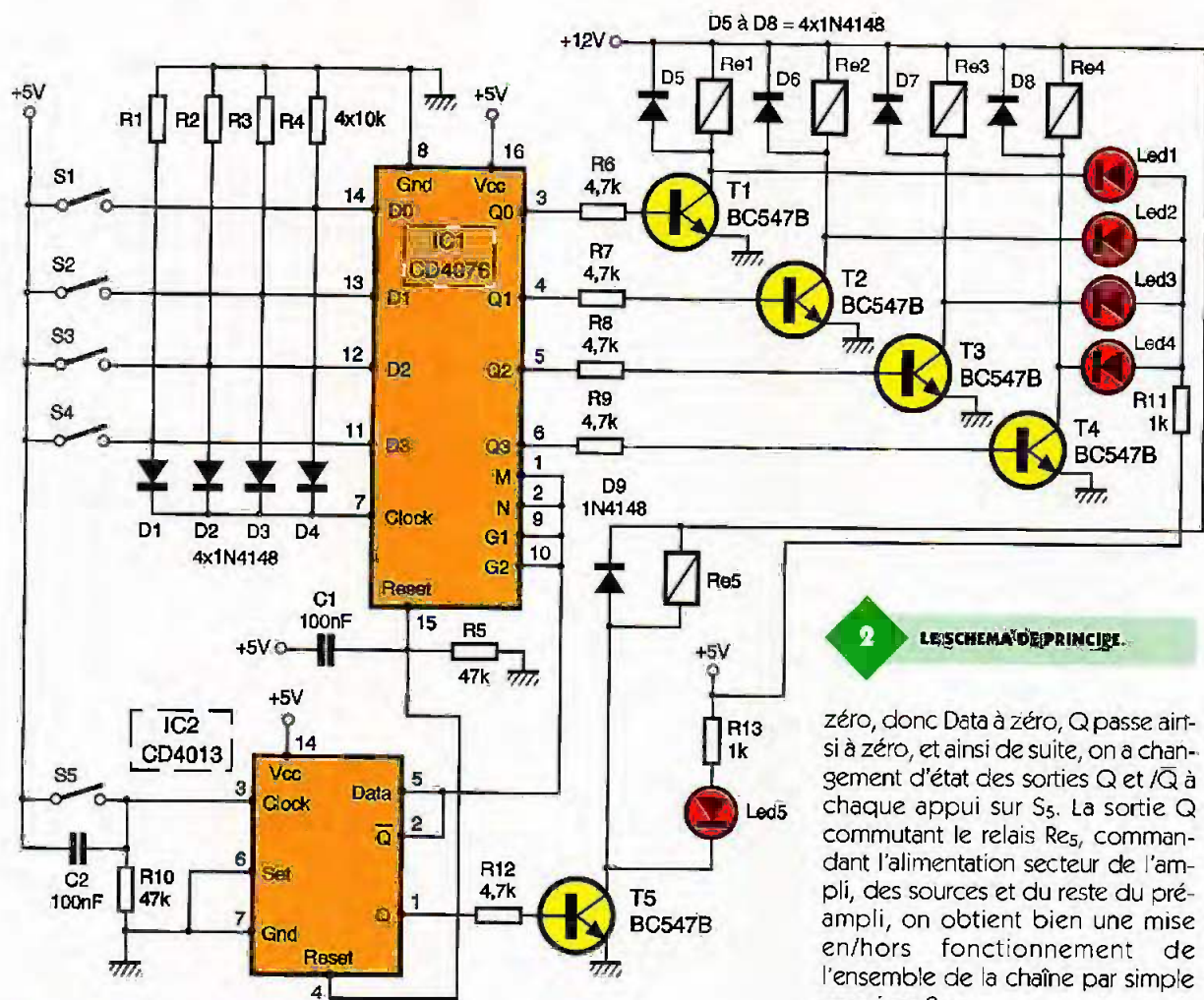
## Principe de fonctionnement

Examinons le schéma fonctionnel **figure 2**. IC<sub>1</sub>, un circuit CMOS type 4076, contient quatre bascules D dont les horloges et reset sont connectés ensemble. L'appui sur l'un des boutons poussoirs S<sub>1</sub> à S<sub>4</sub> fait naître un niveau logique 1 sur l'entrée de IC<sub>1</sub> correspondante. Par l'intermédiaire des diodes D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub>, on présente un front montant sur l'horloge de toutes les bascules internes du 4076. Cela a pour effet de charger dans ces bascules les données présentes sur les entrées de IC<sub>1</sub>. On obtient ainsi activation de la sortie correspondante et désactivation des autres, les entrées D<sub>0</sub> à D<sub>4</sub> étant rappelées à la masse par les résis-

### 1 LA SÉLECTION SIMPLE PAR COMMUTATEUR.







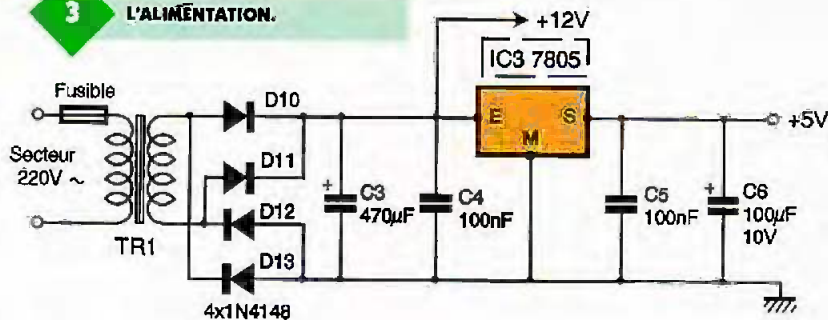
**2** LE SCHEMA DE PRINCIPE.

zéro, donc Data à zéro, Q passe ainsi à zéro, et ainsi de suite, on a changement d'état des sorties Q et  $\bar{Q}$  à chaque appui sur S<sub>5</sub>. La sortie Q commutant le relais Re<sub>5</sub>, commandant l'alimentation secteur de l'ampli, des sources et du reste du pré-ampli, on obtient bien une mise en/hors fonctionnement de l'ensemble de la chaîne par simple appui sur S<sub>5</sub>.

Revenons maintenant sur les entrées M, N, G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> de IC<sub>1</sub> qui sont connectées à  $\bar{Q}$  de IC<sub>2</sub>. On aura activation des relais de sélection et autorisation de changement d'état des bascules de IC<sub>1</sub> seulement si  $\bar{Q}$  est à 0, soit Q à 1, donc ensemble de la chaîne alimenté. La coupure d'alimentation par Re<sub>5</sub> ne coupe pas celle de IC<sub>1</sub>, étant indépendante, au rallumage de l'ensemble, la source sélectionnée avant la coupure se retrouvera de nouveau active. Les DEL sont connectées en parallèle sur les relais par l'intermédiaire d'une seule résistance de polarisation, en effet, une seule source pouvant être sélectionnée à la fois, une seule DEL sera allumée.

Un éclaircissement s'impose quant au réseau constitué par C<sub>2</sub>, R<sub>10</sub> et S<sub>5</sub>. Il s'agit d'un système anti-rebonds rudimentaire mais efficace et surtout essentiel, car si avec IC<sub>1</sub> deux appuis successifs sur S<sub>1</sub> à S<sub>4</sub> ont le même effet, pour IC<sub>2</sub>, le rebond annule l'effet du premier appui et rend l'utilisation quasi impossible. En temps normal, S<sub>5</sub> au repos, C<sub>2</sub> est chargé et présente une tension de 5V à ses bornes. L'appui sur S<sub>5</sub> décharge C<sub>2</sub>, après relâchement de S<sub>5</sub>, la tension aux bornes de C<sub>2</sub> remonte progressivement. Tant que cette tension ne remonte

**3** L'ALIMENTATION.



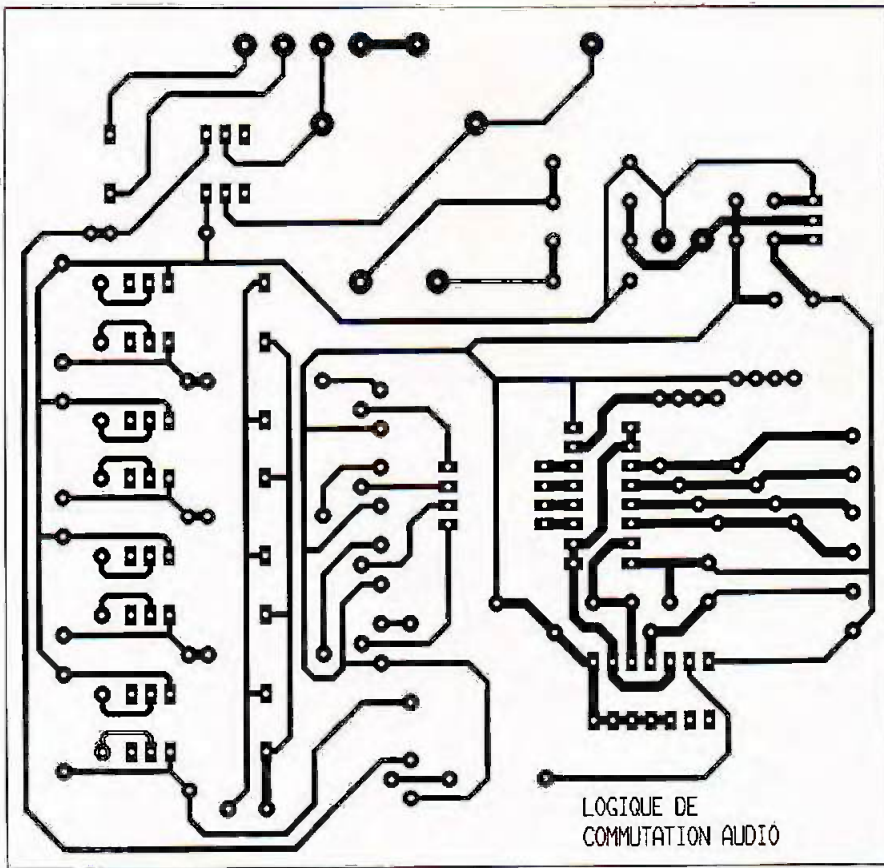
tances R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub>. Après relâchement du bouton poussoir, les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> restent au même état grâce aux mémoires que forment les bascules D. L'unique sortie active de IC<sub>1</sub> pilote le relais correspondant par l'un des transistors T<sub>1</sub> à T<sub>4</sub>, qui sont du type BC548B, mais tout autre type de transistor peut être utilisé, il suffit qu'il puisse commuter un courant minimal de 50 mA.

Les entrées M et N de IC<sub>1</sub> doivent impérativement présenter un niveau bas pour retrouver en sortie le contenu des bascules. De même, les entrées G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> devront être au niveau bas pour accepter le changement d'état des bascules par l'intermédiaire des entrées. La présence

de 5V sur G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> rend donc inactifs les boutons poussoirs, tandis que 5V sur M et N fait passer les sorties à 0V.

Ces entrées sont reliées ensemble et connectées à IC<sub>2</sub>, un 4013 qui contient deux bascules Flip/Flop indépendantes dont une seule est utilisée. Le câblage de cette bascule lui présente à sa mise sous tension un front descendant sur l'entrée reset, cela suffit à faire passer la sortie Q à 0 et  $\bar{Q}$  à 1.  $\bar{Q}$  étant reliée à l'entrée Data, une simple impulsion sur l'entrée clock transmettra l'état de Data sur Q. Au premier appui sur S<sub>5</sub> après la mise sous tension,  $\bar{Q}$  étant à 1, on aura donc passage de Q à 1, donc  $\bar{Q}$  à 0. Au second appui,  $\bar{Q}$  est à





4

LE CIRCUIT IMPRIMÉ.

pas au-dessus de 3,5V (5V – seuil bas de détection  $IC_2 = 5 - 1,5 = 3,5V$ ), un nouvel appui n'aura aucun effet, car le 4013 ne verra pas apparaître de front montant supérieur à 1,5V sur son entrée clock.

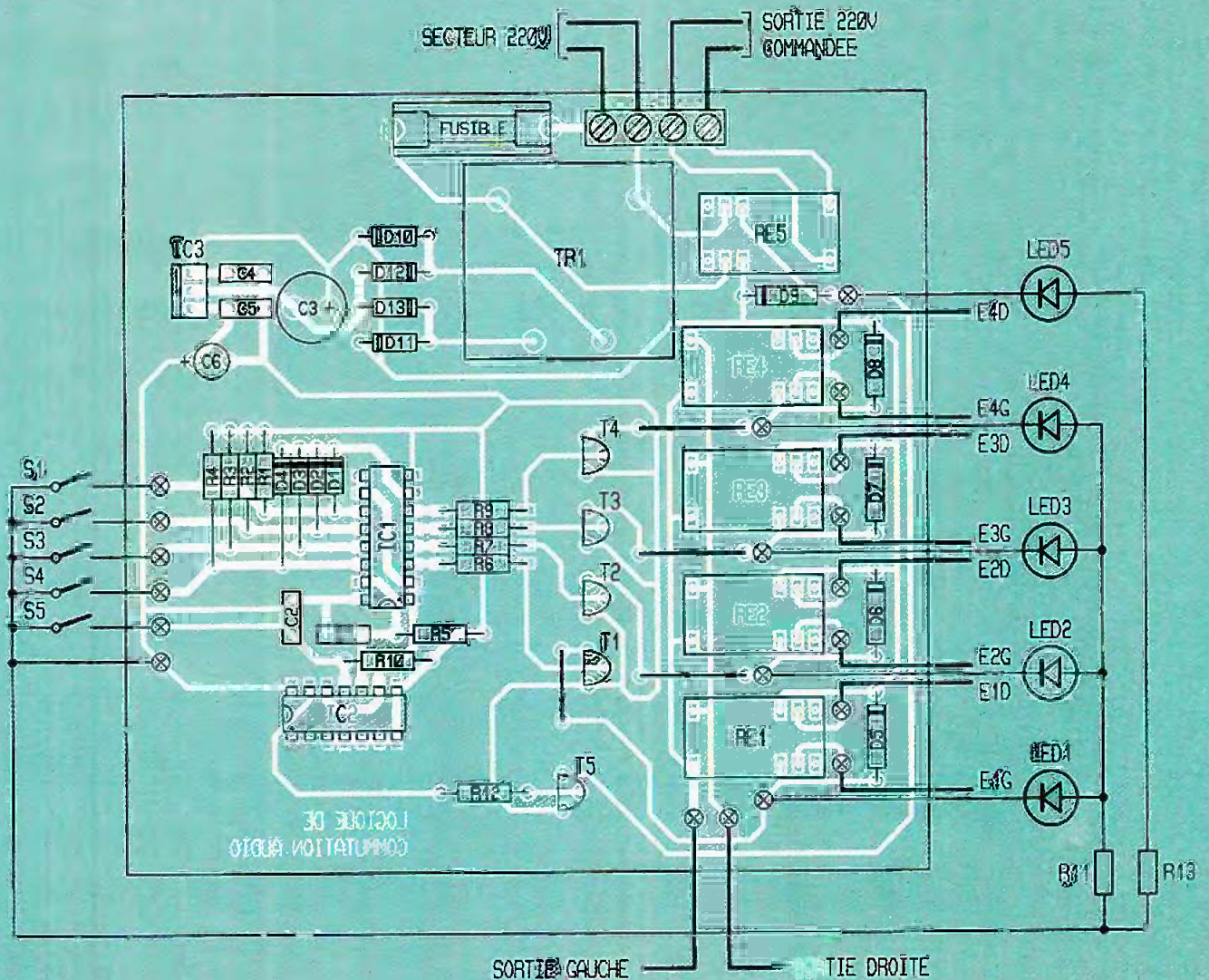
L'alimentation, présentée en **figure 3**, est très classique et ne demande aucun commentaire particulier étant donné son universalité.

Réalisation

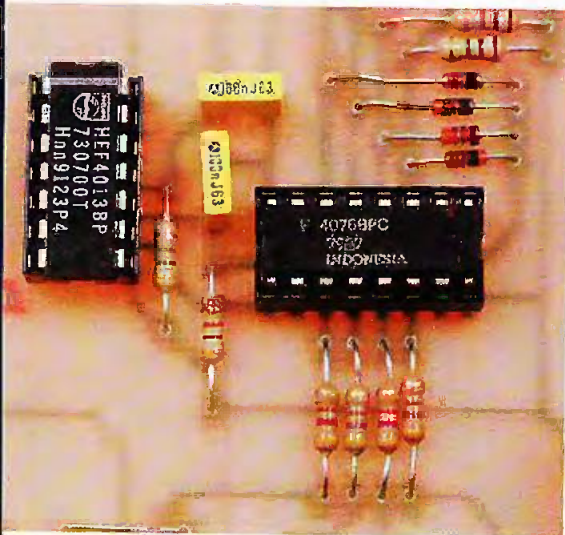
Un circuit imprimé vous est proposé en **figure 4**, l'implantation des composants, **figure 5**, ne demande aucun commentaire, un soin particulier devra toutefois être pris pour le câblage entre la carte principale et la carte contenant boutons poussoirs et DEL, cette dernière a volontairement été séparée du reste de l'électronique afin de laisser libre cours à

5

L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.



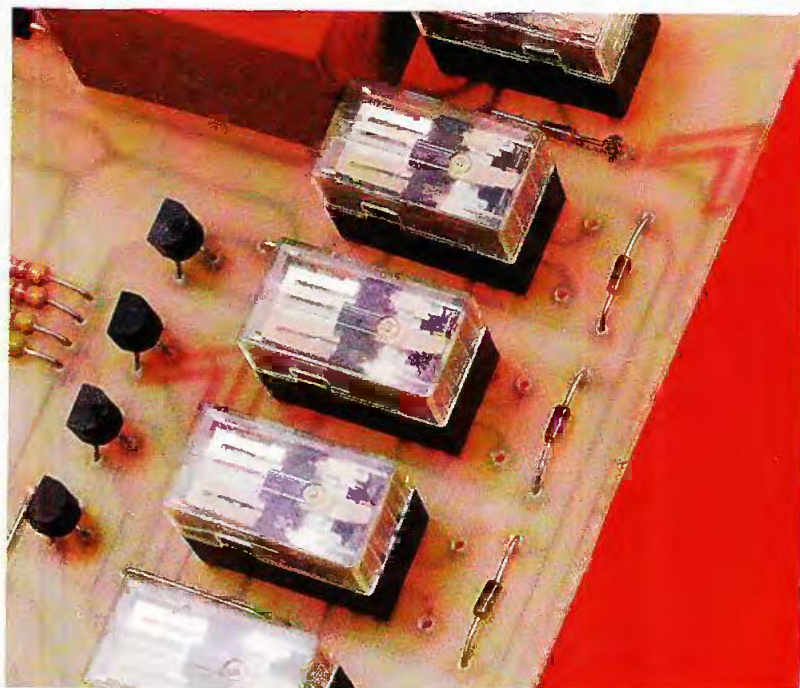




### LES CIRCUITS LOGIQUES

vosre imagination au niveau de l'aspect « design » à donner à votre pré-amplificateur. Cette carte pourra être réalisée à l'aide de la technique des transferts directs sur le cuivre brut puis gravure ou tout simplement sur une carte d'essai en bakélite pastillée et percée. L'utilisation d'un câble en nappe à onze conducteurs est conseillée pour la liaison entre les deux cartes. Les câbles véhiculant le signal audio seront de préférence blindés, le blindage n'étant pas relié à la carte de sélection mais seulement sur les entrées, les masses entrées et sorties étant reliées entre elles.

### LES RELAIS DE COMMUTATION



6

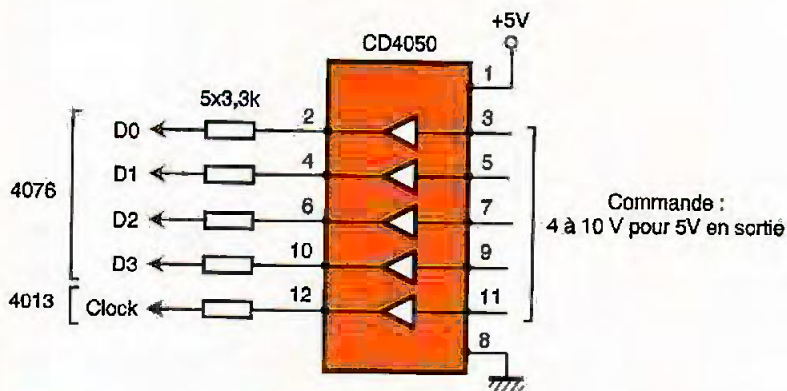
### EXEMPLE D'INTERFAÇAGE

## Mise en route et vérification

Le circuit terminé, retirez IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub> pour vérifier les tensions disponibles sur les supports; cela étant fait, vous pouvez les remettre en place en ayant pris soin de débrancher l'appareil. A la mise en route, aucune DEL ne doit être allumée; en effet, Re<sub>5</sub> n'est pas connecté, donc aucune sortie n'est active. L'appui sur S<sub>5</sub> doit provoquer commutation de Re<sub>5</sub> et allumage de la DEL 5 seule. Aucune source n'est sélectionnée car la mise sous tension de la carte met à zéro les sorties de IC<sub>1</sub>. Chaque appui sur S<sub>1</sub> à S<sub>4</sub> doit alors commuter le relais et la DEL correspondante,

## Extension possible

Ce circuit peut aisément être commandé par un récepteur infrarouge, par connexion directe sur les bou-



tons poussoirs, par l'intermédiaire de résistances, afin de ne pas détériorer le décodeur infrarouge lors d'appuis sur les touches. Un exemple d'interface est présenté en figure 6, il utilise un circuit type 4050 qui permet en outre d'accepter une commande en 0-10 V, même alimenté en 5V, grâce à une résistance interne.

D. COURTAY

### LISTE DES COMPOSANTS

#### Résistances

R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>5</sub>, R<sub>10</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)  
 R<sub>6</sub> à R<sub>9</sub>, R<sub>12</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>11</sub>, R<sub>13</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

#### Condensateurs

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> : 100 nF  
 C<sub>3</sub> : 470 µF 16 V  
 C<sub>6</sub> : 100 µF 16 V

#### Semi-conducteurs

D<sub>1</sub> à D<sub>7</sub> : 1N4148  
 D<sub>10</sub> à D<sub>13</sub> : 1N4004  
 T<sub>1</sub> à T<sub>5</sub> : BC547B  
 IC<sub>1</sub> : CD4076  
 IC<sub>2</sub> : CD4013  
 IC<sub>3</sub> : 7805

#### Divers

Re<sub>1</sub> à Re<sub>5</sub> : relais 2RT, 12 V  
 Transformateur 220 V/9,2 VA  
 S<sub>1</sub> à S<sub>5</sub> : poussoirs noir, orange)  
 DEL<sub>1</sub> à DEL<sub>5</sub> : DEL 3 mm





AUDIO

# PEDALE DE DISTORSION

**Avec son noise-gate intégré et son réglage graves/body/aigus, cette pédale peut rivaliser avec ce qui se fait de mieux en la matière, et pour un coût nettement inférieur... De plus, comme un tel dispositif est gourmand en courant, nous l'équiperons d'un petit transformateur, ce qui vous évitera de changer les piles toutes les semaines !**

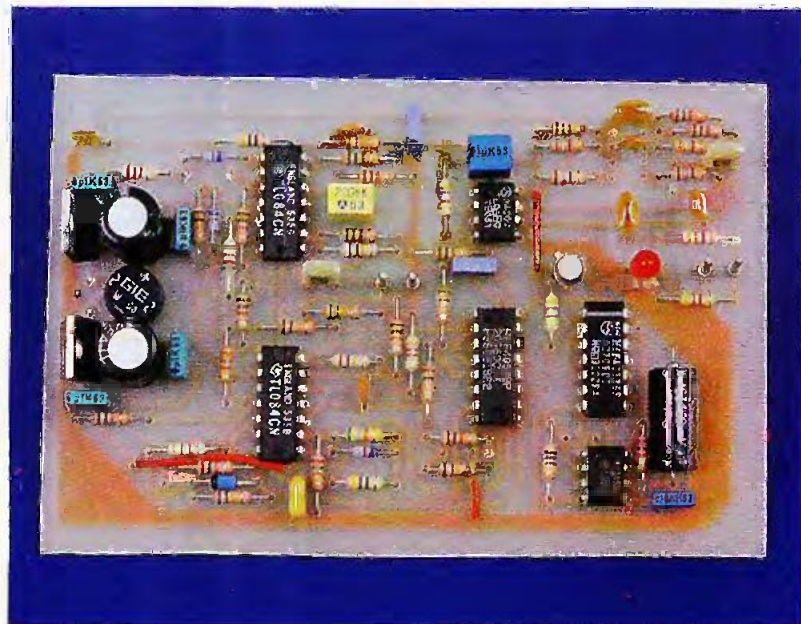
## Présentation

Le cœur du montage est un multiplexeur analogique qui est commandé par deux signaux. Le premier est celui provenant du poussoir, qui passe par un dispositif de mémorisation éliminant les rebonds parasites de l'interrupteur. Le deuxième signal provient de l'étage Noise-Gate, qui compare le niveau du signal de sortie à un niveau de référence. Ce signal est prioritaire sur le précédent et sera actif dès que le niveau sonore n'est pas assez élevé.

En fonction de la combinaison logique formée par les états de ces deux fils de commande, la sortie du multiplexeur est reliée à la masse, au son « sans distorsion » ou au son distordu. Le son « sans distorsion » est celui de la guitare que l'on a juste préamplifié, alors que le son distordu provient d'un étage écrêteur qui transforme le signal sinusoïdal en signal rectangulaire. La sortie du multiplexeur attaque ensuite un mélangeur dont le but est de doser le niveau de distorsion du signal. Et, enfin, un étage correcteur permet de créer à peu près toutes les tonalités, en amplifiant ou atténuant les graves, médiums et aigus.

## Le schéma (fig. 1)

Le diviseur de tension formé de  $R_{12}$  et  $P_1$  permet d'obtenir une tension  $V_e$



comprise entre 0 V et  $(V_{cc} \times P_1) / (R_{12} + P_1) = 2,5$  V. L'amplificateur opérationnel III est câblé en suiveur, il impose donc  $V_e$  sur sa sortie. Quant à l'amplificateur IV, il est câblé en inverseur, on a donc  $-V_e$  sur sa sortie. Ainsi, si la sortie de l'amplificateur II devient supérieure à  $V_e + 0,6$  V,  $D_1$  conduit et la tension sur son anode ne peut plus augmenter (même si l'intensité qui la traverse augmente). De même, si la sortie de l'amplificateur II devient inférieure à  $-(V_e + 0,6)$  V,  $D_2$  conduit et la tension sur sa cathode ne diminue plus. Il y a dans ces deux cas écrêtage du signal à  $V_e + 0,6$  V. Comme  $P_1$  peut faire varier  $V_e$  de 0 à 2,5 V, le signal de sortie sera compris entre 0,6 V et 3,1 V.  $P_1$  est en fait le potentiomètre de gain.

Pour qu'il puisse y avoir écrêtage, il faut que l'on amplifie fortement le signal d'entrée qui, lui, évolue entre 10 mV et 200 mV. Cette tâche est remplie par les amplificateurs opérationnels I et II qui sont câblés en amplificateurs non-inverseurs de gains respectifs 23 et 11, ce qui nous donne un gain total de 253. Ainsi, pour une tension d'entrée de 10 mV, on obtient en sortie une tension de 2,53 V, ce qui est suffisant. La figure 2 montre le signal que l'on obtient si on a en entrée un signal sinusoïdal amorti (signal produit par une corde).

Une fois le signal écrêté, on diminue son amplitude de manière qu'il redevienne compatible avec des signaux audio classiques ( $\sim 800$  mV). Cette opération est réalisée par l'am-

plificateur V qui est câblé en amplificateur inverseur. Son gain vaut  $-R_9/R_8$ , soit  $-0,33$ .

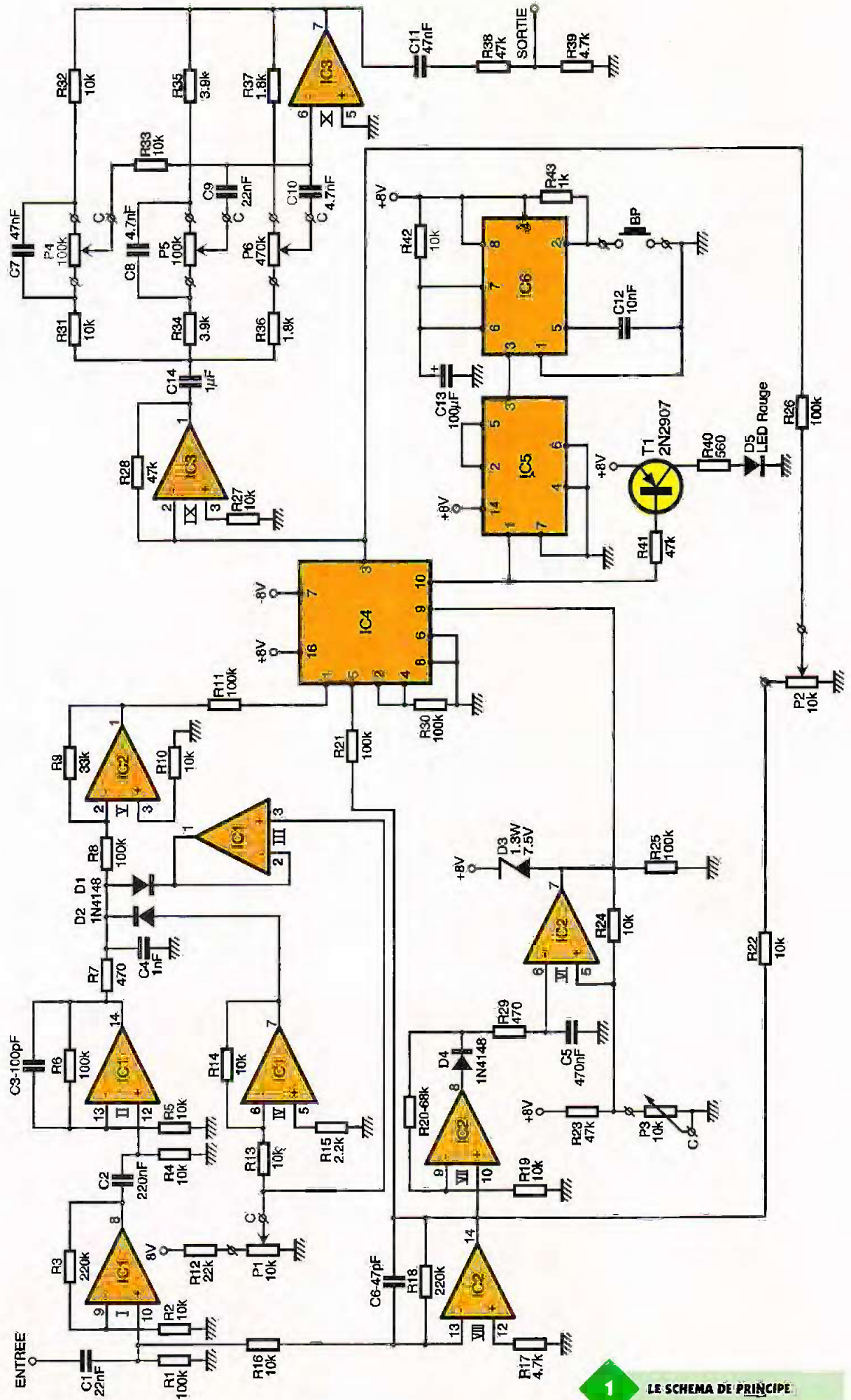
Le son issu de la guitare est aussi amplifié par l'amplificateur opérationnel VIII dont le gain vaut  $-22$ . Le signal de sortie est redirigé vers plusieurs étages : le noise-gate, le multiplexeur analogique et l'étage de mixage.

Pour ce dernier étage, un pont diviseur formé de  $R_{22}$  et  $P_2$  permet de ne réinjecter qu'une partie du signal.

Pour réaliser l'étage noise-gate, on effectue un redressement mono-alternance du signal audio grâce à l'amplificateur VII couplé à la diode  $D_4$ . De plus, cet amplificateur permet d'ajouter un gain valant  $1 + R_{20}/R_{19} = 7,8$ . Le condensateur  $C_5$  se charge par  $R_{29}$  à la valeur maximale du signal, ce qui nous donne une tension continue sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel VI. Cet amplificateur est câblé en comparateur de potentiel et la contre-réaction assurée par  $R_{24}$  crée une hystérésis. Comme l'alimentation se fait en  $\pm 8$  V, on a en sortie deux points de repos à  $+V_{sat}$  et  $-V_{sat}$ , ce qui correspond à peu près à  $+7,5$  V et  $-7,5$  V. Or, pour savoir commander le multiplexeur, il nous faut deux états logiques : l'état bas compris entre 0 et  $V_{cc}/3$  et l'état haut compris entre  $2V_{cc}/3$  et  $V_{cc}$ . Pour l'état haut, on voit immédiatement qu'il y a compatibilité, mais il faut ajouter la diode Zener  $D_3$  pour que la tension ne devienne pas inférieure à 0 V.

Regardons comment fonctionne ce



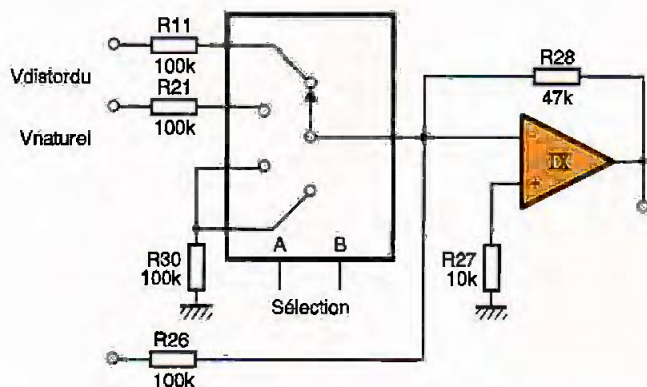
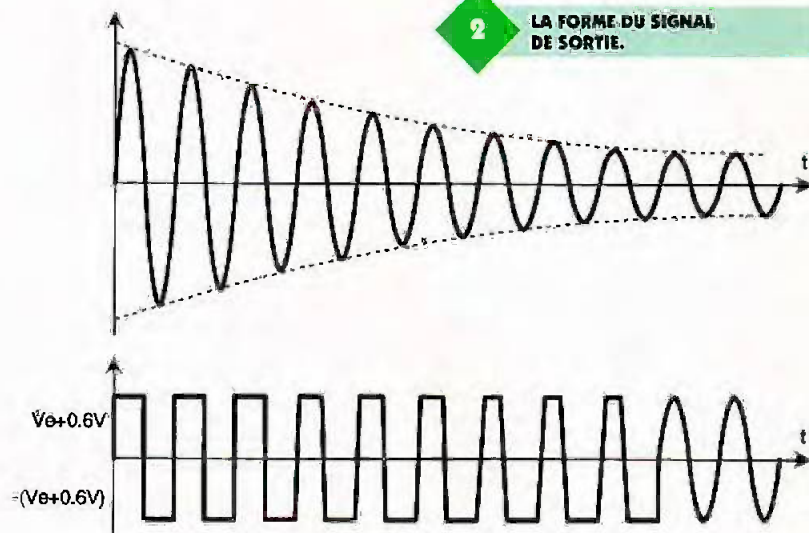


1 LE SCHEMA DE PRINCIPE



2

## LA FORME DU SIGNAL DE SORTIE.

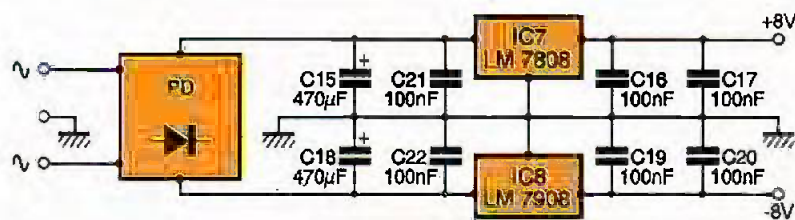


3

## LE MÉLANGEUR.

4

## L'ALIMENTATION.



## LA DEL ROUGE SIGNALLE LE FONCTIONNEMENT DU MONTAGE.

raison passe de 4,15V à 0,77V. Il faudra donc que la tension  $V^-$  devienne inférieure à 0,77V pour que la sortie rebascule à  $+V_{sat}$ . Un tel dispositif est nécessaire car le signal sur l'entrée  $V^-$  n'est pas parfaitement continu et sa composante variable pourrait induire des oscillations parasites en sortie.

L'autre entrée de commande du multiplexeur provient du bouton poussoir qui sert à faire la sélection « son distortu »/« son naturel ». Comme le contact est fugitif, on mémorise la sélection grâce à une bascule D. Pour éliminer les rebonds parasites du bouton poussoir, qui risqueraient de déclencher plusieurs fois la bascule, on utilise un monostable constitué par un NE555. On obtient donc en sortie une impulsion de durée déterminée  $T = 1,1 \times R_{42} \times C_{13}$ , qui se prolonge si l'on maintient le bouton poussoir enfoncé. La DEL permet de visualiser la position du multiplexeur, elle est allumée lorsque l'on sélectionne la distorsion (niveau logique 0 en sortie de la bascule).

L'étage multiplexeur/mélangeur peut être schématisé par le circuit de la **figure 3**.

L'amplificateur IX est câblé en sommateur inverseur et la sortie  $V_s$  vaut :

– Pour  $A = B = 0$

$$V_s = (V_{dist} + k \cdot V_{nat}) / 2$$

– Pour  $A = 1$  et  $B = 0$

$$V_s = (V_{nat} + k \cdot V_{nat}) / 2$$

$$= V_{nat} (1 + k) / 2$$

– Si  $B = 0$

$$V_s = k \cdot V_{nat} / 2$$

avec  $0 < k < 0,5$ .

Le signal ainsi obtenu attaque un éta

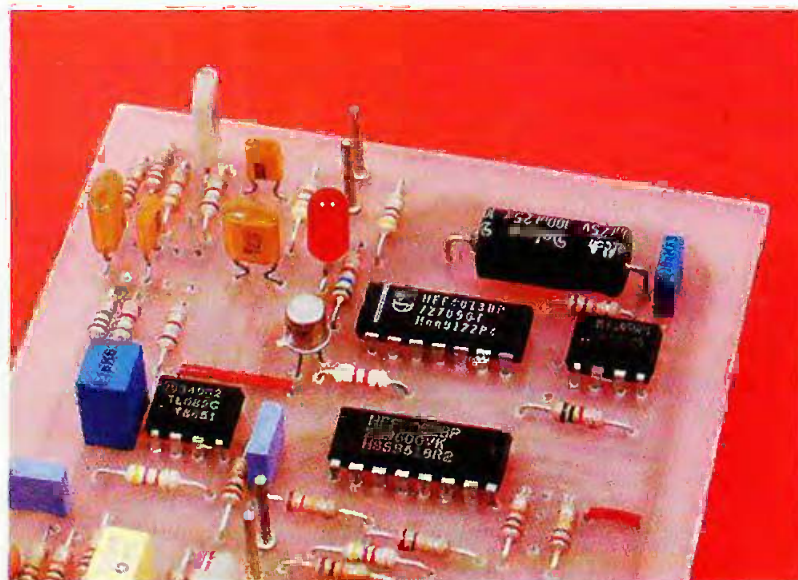
comparateur. S'il n'y a pas de signal en entrée, la tension sur l'entrée inverseuse est nulle. Comme la tension sur l'entrée non-inverseuse est positive, la sortie est à  $+7V$ . On peut donc calculer le potentiel sur l'entrée non-inverseuse qui vaut :

$$V^+ = \frac{(V_{cc}/R_{23} + 0/P_3 + V_{sat}/R_{24})}{(1/R_{23} + 1/P_3 + 1/R_{24})}$$

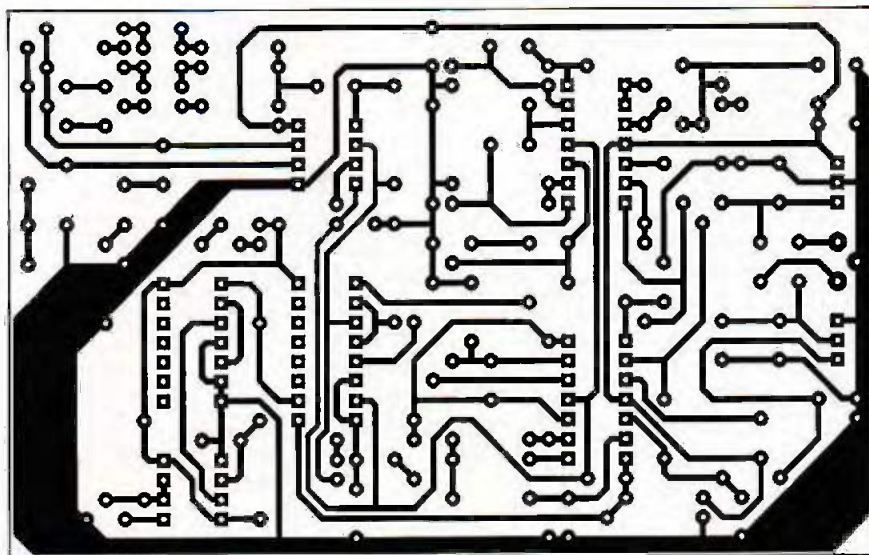
On voit qu'en faisant varier  $P_3$  on fait varier le seuil de détection, ce sera donc un réglage du niveau de déclenchement du noise-gate.

Pour  $P_3 \sim 0\Omega \Rightarrow V^+ = 0V$  et pour  $P_3 = 10\Omega \Rightarrow V^+ = 4,15V$ .

Lorsque l'on a un signal audio et que la tension  $V^-$  devient supérieure à la tension  $V^+$ , la sortie passe à  $\sim 0V$  au lieu de  $-V_{sat}$  (effet de la diode Zener) et le nouveau seuil de compa-







**5** LE CIRCUIT IMPRIMÉ

**6** L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS

## La réalisation (fig. 5 et 6)

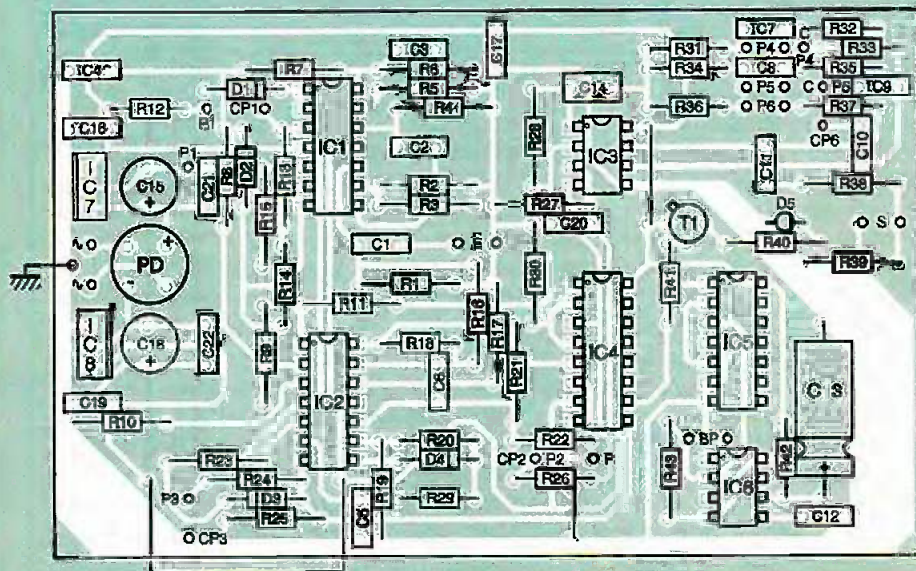
Etant donné la densité des composants, le circuit imprimé devra être réalisé avec beaucoup de soin. La méthode photographique est la plus adaptée et on ne pourra utiliser la gravure directe qu'en modifiant la taille du circuit imprimé : tout dépend du boîtier que vous allez utiliser. On soudera dans un premier temps les straps, les supports CI et les composants de petite taille, puis les potentiomètres et les composants plus volumineux. Il est conseillé de vernir le circuit imprimé, ce qui le protégera des oxydations. On peut voir sur le schéma général comment les différents potentiomètres sont reliés à la carte. Etant donné la faible longueur des liaisons, elles pourront être réalisées avec du petit fil de câblage multi-brins.

## Mise en route

La mise en route ne doit pas poser de problèmes particuliers. Il vous faudra, dans un premier temps, vérifier l'implantation des régulateurs, des diodes et des condensateurs polarisés. Après avoir ôté les circuits intégrés de leurs supports, on peut mettre le montage sous tension. Vérifiez que vous obtenez bien +8V et -8V aux bornes 4 et 11 de IC<sub>1</sub> et IC<sub>2</sub>, aux bornes 8 et 4 de IC<sub>3</sub>, et aux bornes 16 et 7 de IC<sub>4</sub> (les tensions sont mesurées par rapport à la masse). Si les mesures sont concluantes, vous pouvez remettre en place les circuits intégrés (après avoir éteint l'alimentation...). Lors du premier essai sur un amplificateur pour guitare, mettre le noise-gate au minimum et tous les autres potentiomètres au point milieu.

Il ne vous restera plus, ensuite, qu'à vous familiariser avec les différents réglages qui, nous en sommes certains, combleront vos instincts de créativité.

**J.F. MACHUT**



ge correcteur qui va modifier les propriétés du signal en accentuant ou diminuant certaines fréquences. Ce correcteur est construit autour de l'amplificateur opérationnel X, et les composants externes fixent les fréquences charnières à 200 Hz, 1 kHz et 10 kHz. Le diviseur de tension formé par R<sub>38</sub> et R<sub>39</sub> permet de diminuer le niveau de tension de manière que notre signal redevienne compatible avec les entrées « guitare ». Si l'on veut augmenter le niveau de sortie, on pourra remplacer R<sub>38</sub> et R<sub>39</sub> par des résistances valant respectivement 22 kΩ et 15 kΩ.

La bande passante de notre pédale de distorsion est fixée grâce aux condensateurs C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>6</sub> et C<sub>11</sub>.

La fréquence basse vaut :

$$f = 1 / (2 \times \pi \times R_1 \times C_1) \\ = 1 / (2 \times \pi \times R_4 \times C_2)$$

$$= 1 / [2 \times \pi \times (R_{38} + R_{39}) \times C_{11}] \\ \sim 70 \text{ Hz}$$

La fréquence haute vaut :

$$f = 1 / (2 \times \pi \times R_6 \times C_3) \\ = 1 / (2 \times \pi \times R_{18} \times C_6) \sim 15\,000 \text{ Hz}$$

L'alimentation ± 8V, nécessaire au fonctionnement de notre montage, sera fournie par un transformateur 2 x 9V de faible puissance (5 VA). Comme le montre la figure 4, les tensions alternatives issues de ce transformateur sont ensuite redressées par le pont de diodes PD. Les condensateurs C<sub>15</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>21</sub> et C<sub>22</sub> effectuent un premier filtrage et se chargent à la valeur crête des tensions alternatives, soit ± 9 x 1,414 = ± 12,7V. Les régulateurs de tension IC<sub>7</sub> et IC<sub>8</sub> régulent les tensions obtenues à +8V et -8V, et les condensateurs C<sub>16</sub>, C<sub>17</sub>, C<sub>19</sub> et C<sub>20</sub> effectuent un dernier filtrage de nos alimentations.

## LISTE DES COMPOSANTS

### Résistances

R<sub>1</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>21</sub>, R<sub>25</sub>, R<sub>26</sub>, R<sub>30</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub>, R<sub>16</sub>, R<sub>17</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>24</sub>, R<sub>27</sub>, R<sub>31</sub>, R<sub>32</sub>, R<sub>33</sub>, R<sub>34</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>3</sub>, R<sub>18</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)



R<sub>7</sub>, R<sub>29</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R<sub>8</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R<sub>12</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R<sub>15</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R<sub>17</sub>, R<sub>39</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R<sub>20</sub> : 68 kΩ (bleu, gris, orange)

R<sub>23</sub>, R<sub>28</sub>, R<sub>38</sub>, R<sub>41</sub> : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R<sub>34</sub>, R<sub>35</sub> : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)

R<sub>36</sub>, R<sub>37</sub> : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)

R<sub>40</sub> : 560 Ω (vert, bleu, marron)

R<sub>43</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

### Potentiomètres

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : 10 kΩ A

P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub> : 100 kΩ A

P<sub>6</sub> : 470 kΩ A

### Condensateurs

C<sub>1</sub>, C<sub>9</sub> : 22 nF LCC

C<sub>2</sub> : 220 nF LCC

C<sub>3</sub> : 100 pF céramique

C<sub>4</sub> : 1 nF LCC

C<sub>5</sub> : 470 nF LCC

C<sub>6</sub> : 47 pF à 100 pF

C<sub>7</sub>, C<sub>11</sub> : 47 nF LCC

C<sub>8</sub>, C<sub>10</sub> : 4,7 nF LCC

C<sub>12</sub> : 10 nF

C<sub>13</sub> : 100 µF 10 V chimique

C<sub>14</sub> : 1 µF LCC

C<sub>15</sub>, C<sub>18</sub> : 470 µF 16V chimique

C<sub>16</sub>, C<sub>17</sub>, C<sub>19</sub>, C<sub>20</sub>, C<sub>21</sub>, C<sub>22</sub> : 100 nF LCC

### Semi-conducteurs

T<sub>1</sub> : 2N2907

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>4</sub> : 1N4148

D<sub>3</sub> : Zener 1,3 W 7,5 V

D<sub>5</sub> : DEL rouge

IC<sub>1</sub>, IC<sub>2</sub> : TL084 ou TL074

IC<sub>3</sub> : TL082 ou TL072

PD : pont de diodes moulé

rouleau 0,5 A

IC<sub>4</sub> : CD4052

IC<sub>5</sub> : CD4013

IC<sub>6</sub> : NE555

IC<sub>7</sub> : LM7808

IC<sub>8</sub> : LM7908

### Divers

Transformateur 2 x 9 V 5 VA

3 straps horizontaux

Bouton poussoir contact travail

Circuit imprimé 12 x 8 cm

2 socles Jack mono 6,35 mm

## LES MULTIPLEXEURS ANALOGIQUES CD4051, CD4052 ET CD4053

Rappelons pour nos amis débutants en électronique le rôle d'un multiplexeur.

La fonction de multiplexage est une fonction permettant la sélection d'une voie parmi plusieurs disponibles. C'est en fait un sélecteur électronique commutant la sortie sur l'une de ses entrées.

On trouve différents types de multiplexeurs : 2, 4, 8 ou 16 entrées vers une sortie. A ce niveau, il existe les multiplexeurs numériques et analogiques. Les premiers sont constitués de portes logiques et ne peuvent donc transmettre que des signaux numériques. Les multiplexeurs analogiques sont constitués de transistors fonctionnant en régime linéaire et peuvent véhiculer des signaux dont l'amplitude est quelconque (avec un maximum et un minimum fixés par le constructeur). La caractéristique commune aux multiplexeurs numériques et analogiques est le mode de sélection du canal. Ce dernier est déterminé en fonction de l'état logique d'une ou de plusieurs entrées de commande.

Le CD4051 est un multiplexeur 8 vers 1 et possède donc 3 entrées de sélection de canal (A, B, C).

Le CD4052 possède deux multiplexeurs 4 vers 1, et on n'a plus que 2 entrées de sélection (A et B).

Le CD4053 possède trois multiplexeurs 2 vers 1, et on retrouve 3 entrées de sélection. A la diffé-

rence du CD4052, les entrées de sélection ne sont pas communes à tous les multiplexeurs du boîtier : chaque multiplexeur a son entrée de sélection.

La table de vérité ci-après résume le fonctionnement des circuits.

L'entrée /E sert à valider le circuit, et si /E est à l'état logique 0, aucune liaison n'est établie. Ces circuits étant du type CMOS, la tension maximale entre deux broches d'alimentation ne peut dépasser 15V. Vcc est l'alimentation positive, Vss la masse et Vee l'alimentation négative.

Si les tensions transitant par les multiplexeurs sont unipolaires et positives par rapport à la masse, Vee peut être reliée à la masse et Vcc devra être supérieure à la tension véhiculée (avec Vcc < 15V).

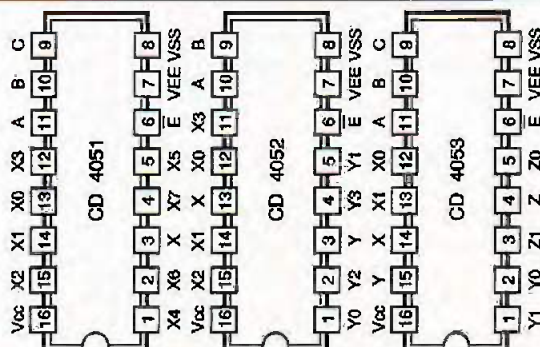
Si les tensions sont bipolaires, Vee doit être inférieure à la tension minimale du signal, Vcc doit être supérieure à la valeur maximale du signal et il faut que (Vcc - Vee) < 15V.

Les signaux logiques de commande sont compris entre 0 et Vcc/3 pour un état bas, et 2Vcc/3 et Vcc pour un état haut.

La liaison entre le commun et une entrée n'est pas parfaite, et on a une résistance comprise entre 250Ω (Vcc - Vee = 5V) et 80Ω (Vcc - Vee = 15V).

Les performances sont assez remarquables avec une faible distorsion (0,04% à 1kHz et R<sub>1</sub> = 1kΩ), une bande passante d'au moins 20MHz et une fréquence maximale de sélection des canaux de 10MHz.

CONTROLE				Liaisons établies entre X, Y ou Z, et respectivement					
E	C*	B	A	CD4051	CD4052		CD4053		
0	0	0	0	X0	X0	Y0	X0	Y0	Z0
0	0	0	1	X1	X1	Y1	X1	Y0	Z0
0	0	1	0	X2	X2	Y2	X0	Y1	Z0
0	0	1	1	X3	X3	Y3	X1	Y1	Z0
0	1	0	0	X4			X0	Y0	Z1
0	1	0	1	X5			X1	Y0	Z1
0	1	1	0	X6			X0	Y1	Z1
0	1	1	1	X7			X1	Y1	Z1
1	x	x	x	pas de liaison	pas de liaison		pas de liaison		

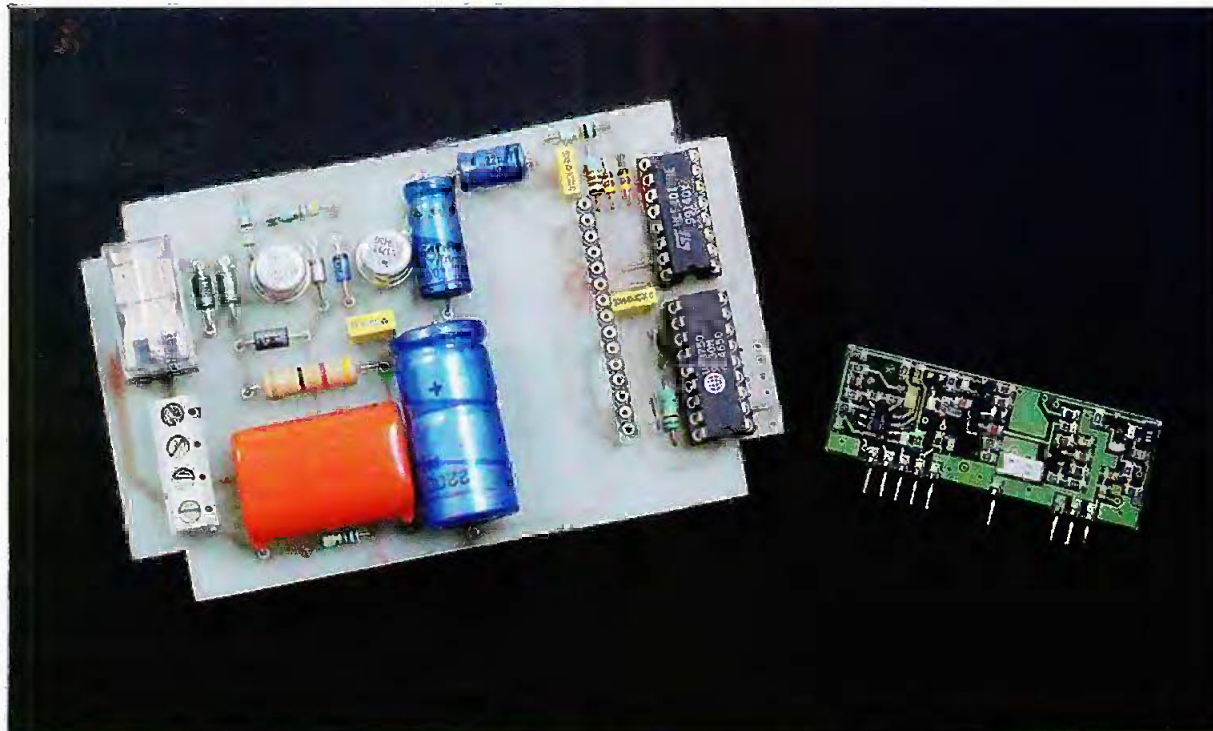






DOMOTIQUE

# PRISE DE COURANT RADIOCOMMANDEE



**Suite à l'article concernant la recherche sélective de personnes, nous avons eu l'idée de réaliser une radio-commande 6 canaux. Celle-ci utilise l'émetteur du n° 198 mais le récepteur fait l'objet de la présente description.**

## a) Alimentation

L'énergie est directement prélevée du secteur 220 V par l'intermédiaire d'un couplage capacitif. Pendant une demi-alternance, la capacité  $C_2$  se charge à travers  $C_1$ ,  $R_1$  et  $D_1$ . La diode  $DZ_1$  écrête le potentiel à une valeur de 12 V. Lors de la demi-alternance suivante, la diode  $D_2$  shunte l'ensemble  $DZ_1/C_2$  et permet la décharge de  $C_1$ , de manière à ce que cette dernière soit prête pour se recharger lors de la demi-alternance suivante, et ainsi de suite, il en résulte un potentiel légèrement ondulé

de l'ordre de 12 V au niveau de l'armature positive de  $C_2$ . Ce potentiel alimentera directement le bobinage du relais d'utilisation.

La diode Zener  $DZ_2$  applique un potentiel de 8,2 V au niveau de la base du transistor  $T_1$ . Celui-ci délivre sur son émetteur un potentiel de l'ordre de 7,5 V. La capacité  $C_3$  réalise un complément de filtrage tandis que  $C_3$  découple l'alimentation du restant du montage.

## b) Réception et décodage

Le récepteur HF repéré  $IC_1$  et le décodeur  $IC_2$  fonctionnent suivant le même principe que dans l'application « Recherche sélective de personnes ». La reconnaissance correcte du canal concerné se traduit par l'apparition d'un état bas sur la sortie OUT de  $IC_2$ .

## c) Bascule bistable

Le compteur CD 4017 référencé  $IC_3$  fait office de bascule bistable. Etant donné que son entrée « clock » est reliée à un état haut, le compteur avance au rythme des fronts négatifs. Ainsi, pour chaque signal HF reconnu conforme, le compteur avance d'un pas. Son entrée RAZ étant reliée à la sortie S2, il ne peut occuper que les positions S0 ou S1. En particulier, sur la sortie S1, on enregistre un

changement d'état pour chaque sollicitation du canal concerné. Après une coupure de courant ou encore au moment du branchement du montage sur le secteur, la capacité  $C_5$  se charge rapidement à travers  $R_6$ . Il en résulte une brève impulsion positive, acheminée *via*  $D_5$ , sur l'entrée RAZ. C'est l'initialisation automatique de la bascule bistable qui a pour conséquence la présentation d'un état bas sur la sortie d'utilisation S1.

## d) Commande du relais d'utilisation

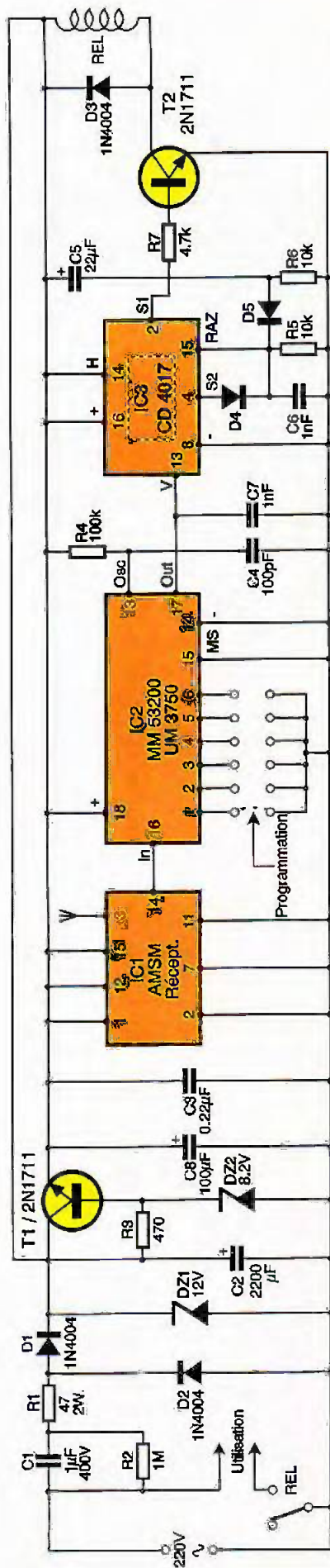
Lorsque la sortie S1 présente un état haut, le transistor NPN  $T_2$  se sature. Il comporte dans son circuit collecteur le bobinage du relais d'utilisation, directement alimenté par le potentiel de 12 V disponible sur l'armature positive de  $C_2$ . En se fermant, la tension secteur de 220 V est disponible sur la sortie d'utilisation. La diode  $D_3$  protège le transistor  $T_2$  des effets liés à la surtension de self qui se produisent surtout lors des coupures.

## Réalisation

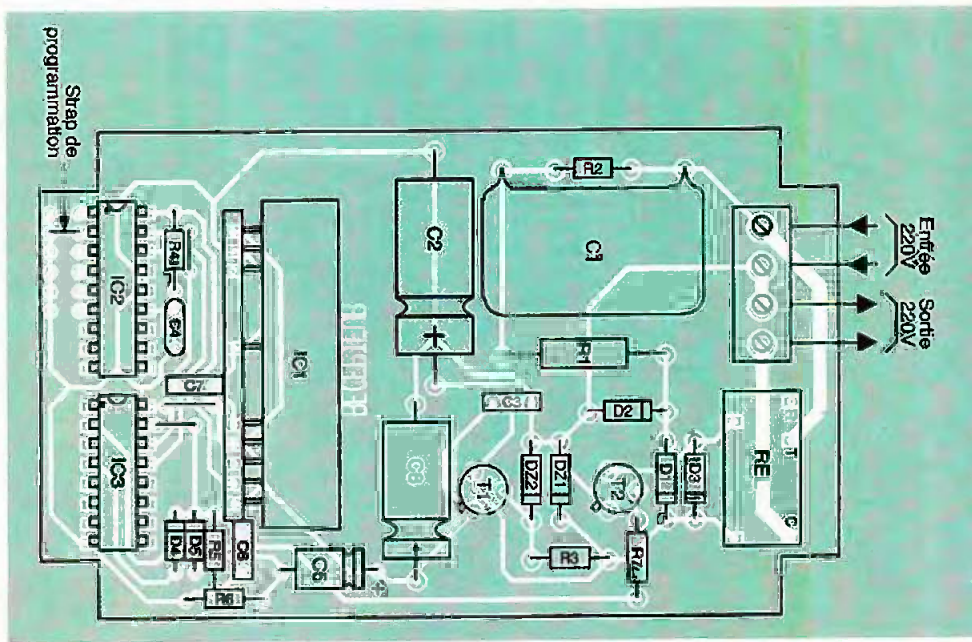
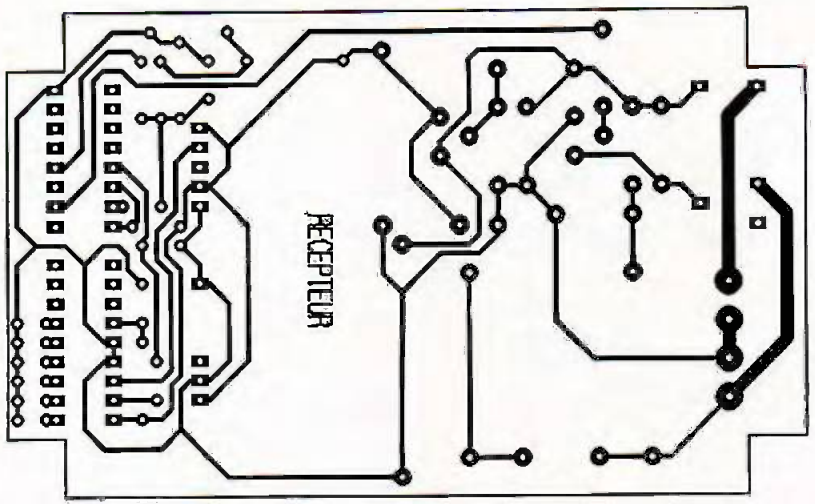
### Circuits imprimés (fig. 4)

Leur réalisation n'appelle aucune remarque particulière. Comme d'habitude, plusieurs méthodes de repro-





**1** LE SCHEMA DE PRINCIPE.



**2/3 LE CIRCUIT IMPRIME ET SON IMPLANTATION.**

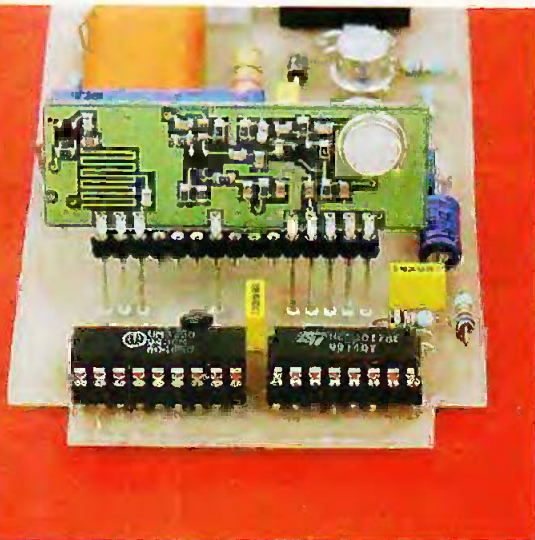
duction sont possibles. D'abord, l'application des transferts directement sur le cuivre dégraissé de l'époxy. S'ajoutant à cela, la métho-

de de la réalisation d'un typon ou encore la reproduction directe par la méthode photographique. Les modules seront gravés dans un bain de

**LE RELAIS DE COMMANDE**







perchlorure de fer. Après un abondant rinçage à l'eau tiède, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un forêt de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm suivant le diamètre des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

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

On débutera par la mise en place des straps de liaison. On n'oubliera surtout pas la programmation des ré-

#### LE RECEPTEUR MIPOUT A CHANGEMENT DE FREQUENCE

cepteurs en affectant chacun à un canal. Ensuite, on implante en premier lieu les diodes, les résistances et les capacités. On terminera par les supports des circuits intégrés et les autres composants. Attention au respect de l'orientation correcte des composants polarisés. La pile d'alimentation de l'émetteur a directement été soudée sur le module par le moyen de straps, eux-mêmes soudés sur les pôles de polarité. Pour l'application « Prises de courant radiocommandées », l'antenne n'est pas obligatoire au niveau des récepteurs étant donné que les distances entre émetteur et récepteur sont généralement plus faibles.

Robert KNOERR

#### LISTE DES COMPOSANTS

4 straps

R<sub>1</sub> : 47 Ω/2 W (jaune, violet, noir)

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

R<sub>3</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)

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

R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

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

D<sub>1</sub> à D<sub>3</sub> : diodes 1N4004

D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub> : diodes-signal 1N4148

DZ<sub>1</sub> : diode Zener 12 V/1,3 W

DZ<sub>2</sub> : diode Zener 8,2 V/1,3 W

C<sub>1</sub> : 1 μF/400 V polyester

C<sub>2</sub> : 2 200 μF/16 V

électrolytique

C<sub>3</sub> : 0,22 μF milfeuill

C<sub>4</sub> : 100 pF céramique

C<sub>5</sub> : 22 μF/10 V électrolytique

C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 1 nF milfeuill

C<sub>8</sub> : 100 μF/10 V électrolytique

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : transistors NPN,

2N1711, 2N1613

IC<sub>1</sub> : module récepteur Mipol AMSH

IC<sub>2</sub> : MM53200 ou UM3750

IC<sub>3</sub> : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)

Support barrette 15 broches

Support 18 broches

Support 16 broches

Relais 12 V/1 RT (National)

Bornier soudable 4 plots

Boîtier Diptal (112 x 70 x 34)

information technique, autres logiciels et mises à jour :

## Pour l'électronicien créatif.

3614 code LAYOFRANCE

**395 F**  
**LAYO1E**  
Max. 1 000 vecteurs/pastilles  
Pour les amateurs  
Dessin (1/1280<sup>ème</sup> pouce) + autorouteur multi-mâts aussi simple face. 100% OPÉRATIONNEL (sorties & sauvegarde) en français.  
700 composants dont 100 CMS, 16 couches + manuel. Importation schémas ou NETs et placement des composants automatique.

**750 F**  
**DOUBLE**  
Extension 2 000 vecteurs/pastilles  
Amateurs exigeants

**1 550 F**  
**QUATRO**  
Extension 4 000 vecteurs/pastilles  
Sociétés

**LAYO FRANCE SARL**  
Château Garamache - Sauvebonne  
83400 HYERES  
Tél : 94.28.22.59 Fax : 94.48.22.16  
Téléchargements - mises à jour : 3617 code LAYO

Joignez-vous aux 50 000 utilisateurs français, dont 10% de sociétés et non des moins réputées (\*)  
qui, comme vous, recherchent, en priorité des priorités, efficacité, rapidité et convivialité !  
EDF, TELECOM; IBM, COMPAQ, PHILIPS, TEXAS INSTRUMENTS, MOTOROLA, GRUNDIG, ROCKWELL, RATP, CITROËN, PEUGEOT, RENAULT, NUCLETUDE,  
INST. PASTEUR, THOMSON CSF, CNRS, CERN, CEA, SNCF, LA POSTE, ELF, RHONE POULENC, LES 3 ARMÉES, AÉROSPATIALE, ALCATEL, MATRA, COGEMA,  
SATEL, ALCATEL, MATRA, 3M, APPA, TDF, CANAL+, TFI, FR3, RMC, INSA, SEPTA, LES AÉROPORTS, DES MINISTÈRES, LE PARLEMENT EUROPÉEN,  
80% DES UNIVERSITÉS, LES ÉCOLES SUPÉRIEURES ET LES UITS, SANS OUBLIER 85% DES IYCEES ET DES COLLÈGES PROFESSIONNELS



# TECHNIQUES RADIO TV HIFI, ELECTRONIQUE

## Devenez un spécialiste !

### ELECTRONIQUE - AUTOMATISMES



■ **INITIATION A L'ELECTRONIQUE** : En quelques mois, apprenez les bases de l'électronique d'aujourd'hui.

■ **ELECTRONICIEN** : L'électronique vous passionne, c'est un secteur en plein développement. Choisissez ce métier d'avenir rapidement accessible.

■ **TECHNICIEN ELECTRONICIEN** : Choisissez cette spécialité qui offre de nombreuses possibilités aussi bien en laboratoire qu'en atelier.

■ **TECHNICIEN DE MAINTENANCE EN MICRO-ELECTRONIQUE** : Spécialiste des microprocesseurs ou «puces» et des systèmes d'automatisme, vous trouverez des débouchés intéressants dans la maintenance.

■ **BEP ELECTRONIQUE** : Titulaire du BEP, vous bénéficierez de nombreux débouchés dans la construction de matériel électronique (TV, radios, ordinateurs...), le montage, le réglage, la maintenance...

■ **BTS ELECTRONIQUE** : Vous travaillerez en collaboration avec les ingénieurs à l'étude des applications industrielles de l'électronique. (Préparation à l'examen officiel).

■ **TECHNICIEN EN AUTOMATISMES** : Vous participez à la réalisation, à la fabrication, à l'installation et à la maintenance d'équipements automatiques.

■ **BTS INFORMATIQUE INDUSTRIELLE** : Vous êtes chargé de l'élaboration, de la conception, de la fabrication et de la maintenance d'un système automatique industriel. (Préparation à l'examen officiel).

■ **BTS MAINTENANCE INDUSTRIELLE** : formez les utilisateurs et soyez le responsable du planning d'intervention et d'approvisionnement des machines. (Préparation à l'examen officiel).

*Des métiers  
à la pointe  
de la technique*

### RADIO - TV - HI-FI



■ **MONTEUR DEPANNEUR RADIO TV HIFI** : L'expansion de la vidéo, des chaînes de radio-télévision, des magnétoscopes, vous offre de nombreux emplois dans ce secteur en développement.

■ **TECHNICIEN EN SONORISATION** : Vous mettez en place l'équipement sonore d'un lieu donné à l'occasion de diverses manifestations : foires, concerts, bals, conférences.

■ **TECHNICIEN RADIO TV HI-FI** : Participez à la création, à la mise au point et au contrôle des appareils de télévision, vidéo, radio et Hi-Fi.

■ **TECHNICIEN DE MAINTENANCE DE L'AUDIOVISUEL ELECTRONIQUE** : Vous effectuez les mesures nécessaires à la détection des pannes et déterminez le remplacement de tel ou tel composant à l'intérieur d'un système ou d'une carte microprocesseurs.

■ **DIPLOMES D'ETAT** : En préparant un examen officiel, vous accéderez plus vite à un emploi qualifié : BEP installateur conseil en équipements du foyer, Bac professionnel maintenance de l'audiovisuel électronique (MAVELEC).

*Des  
compétences  
recherchées*

Si vous êtes salarié(e), possibilité de suivre votre étude dans le cadre de la Formation Professionnelle Continue.

**Educatel**  
UNE FORMATION POUR CHAQUE PROJET

*Informez-vous !*

(16) **35.58.12.00**  
à Rouen  
 **76025 ROUEN CEDEX**  
 **3615 EDUCATEL**  
2,23 F/minute

Etablissement privé d'enseignement à distance soumis au contrôle pédagogique de l'Education Nationale

*DES COURS CHEZ VOUS.  
UN MÉTIER RAPIDEMENT.*

*L'ENSEIGNEMENT À DISTANCE, C'EST BIEN !*

Découvrez vite les 4 avantages exclusifs qu'Educatel vous garantit pour apprendre, chez vous, votre métier.

1.  
**UN ENSEIGNEMENT ADAPTE A LA VIE D'AUJOURD'HUI**

Vous étudiez chez vous, à votre rythme, sans vous déplacer. Vous pouvez parfaitement concilier formation et vie professionnelle.

2.  
**DES COURS CONCUS PAR DES PROFESSIONNELS**  
Réalisés spécialement pour l'enseignement à distance, vos cours seront clairs, précis, illustrés d'exemples concrets pour vous permettre de progresser rapidement. De plus, vous serez en relation permanente avec les professeurs qui vous corrigeront, vous conseilleront, vous guideront.

3.  
**DES MATERIELS EXCLUSIFS**  
La plupart des matériels qui vous seront adressés pendant votre étude et qui resteront votre propriété, ont été conçus par notre Bureau d'Etudes Technologiques, certains ont même fait l'objet d'un Brevet auprès de l'Institut de la Propriété Industrielle. Electrolab, Digilab, Microlab, ampli-stéréo, Multimètre, vous aurez à votre disposition un matériel performant pour réaliser toutes les expérimentations qui feront déboucher votre formation sur du concret.

4.  
**DES STAGES DE PERFECTIONNEMENT**  
A l'issue de votre formation, vous pouvez si vous le souhaitez, effectuer un stage pratique dans notre Centre de stages à Paris, ou en entreprise.

### BON pour une DOCUMENTATION GRATUITE

A retourner à EDUCATEL 76025 ROUEN CEDEX (Pour DOM-TOM et Afrique : documentation spéciale par avion)

OUI, je souhaite recevoir sans engagement une documentation complète sur la formation suivante :

FORMATION CHOISIE \_\_\_\_\_

Mr  Mme  Mlle (Ecrire en majuscule svp)

NOM \_\_\_\_\_ PRENOM \_\_\_\_\_

ADRESSE : N \_\_\_\_\_ RUE \_\_\_\_\_

VILLE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_ TEL \_\_\_\_\_

Pour nous aider à mieux vous orienter, merci de nous donner les renseignements suivants :

Age \_\_\_\_\_ (il faut avoir au moins 16 ans pour s'inscrire) Niveau d'études \_\_\_\_\_

Si vous travaillez, quelle est votre profession ? \_\_\_\_\_

Si non, êtes-vous :  Etudiant(e)  A la recherche d'un emploi  Autres \_\_\_\_\_

VOUS POUVEZ COMMENCER VOS ETUDES A TOUT MOMENT DE L'ANNEE

ELC 248





DOMOTIQUE

# UNE SURVEILLANCE DE CHAMBRE D'ENFANT



**Ce montage fait essentiellement appel à la technique des courants porteurs qui consiste à utiliser, en guise de liaison entre un émetteur et un récepteur, les fils de distribution du secteur 220 V d'un même appartement ou habitation.**

Dans l'application décrite, le détecteur-émetteur est branché sur une prise de courant de la chambre que l'on désire surveiller (enfant en bas âge, personne malade alitée). Le récepteur peut être branché sur n'importe quelle autre prise de courant

de la même installation située en aval du compteur d'énergie.

## 1 - Le principe (fig. 1)

Le détecteur-émetteur comporte un micro miniature destiné à capter les sons et bruits divers. Après un traitement adapté des signaux correspondants, un générateur de fréquence élevée (environ 130 kHz) est activé. Cette fréquence, après amplification, se trouve injectée dans le secteur 220 V.

Au niveau du récepteur, les signaux de 130 kHz sont d'abord amplifiés puis traités. Un dispositif sonore émet alors un bip-bip caractéristique par l'intermédiaire d'un buzzer piézo-électrique.

## 2 - Le fonctionnement

### A - Détecteur-émetteur (fig. 2)

#### a) Alimentation

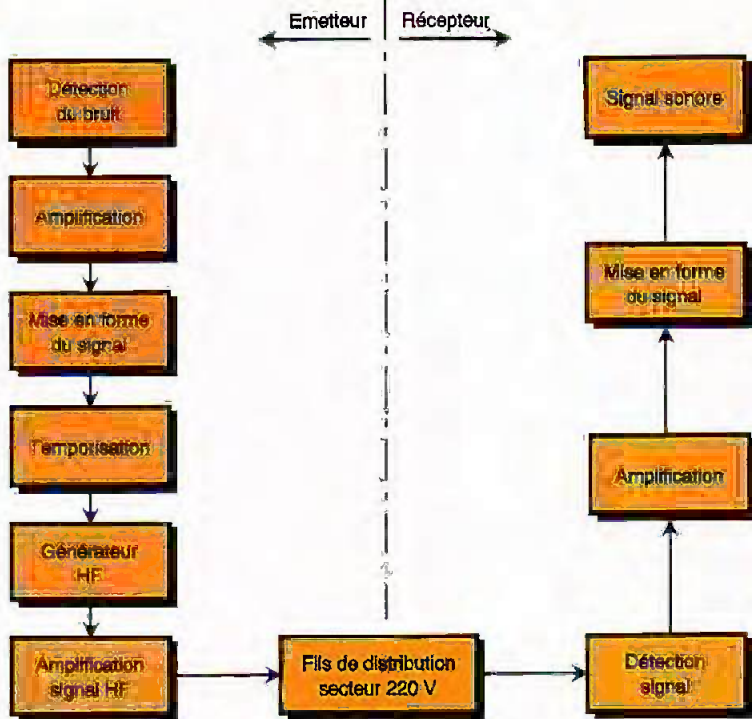
L'énergie est fournie par le secteur 220 V par l'intermédiaire d'un trans-

formateur dont l'enroulement secondaire délivre un potentiel alternatif de 12 V. Un pont de diodes redresse les deux demi-alternances, tandis que la capacité  $C_1$  réalise un premier filtrage. Sur la sortie du régulateur 7809, on relève un potentiel continu et stabilisé à 9 V. La capacité  $C_2$  effectue un complément de filtrage. Quant à  $C_3$ , son rôle consiste à découpler le montage aval de l'alimentation proprement dite.

#### b) Détection du son et amplification

La détection du son ambiant est confiée à un micro miniature Electret. Ce dernier, alimenté par l'intermédiaire de  $R_1$ , est doté d'un préamplificateur interne. Les signaux délivrés sont acheminés sur l'entrée inverseuse d'un « 741 » par le biais de  $C_7$  et de  $R_5$ . L'entrée directe de cet amplificateur opérationnel est soumise à une valeur de potentiel égale à la moitié du potentiel d'alimentation grâce au pont diviseur formé par les résistances  $R_2$  et  $R_3$ . C'est d'ailleurs cette valeur que l'on re-





## LE PRINCIPE GÉNÉRAL

lève sur la sortie de l'ampli- $\phi$  à l'état de veille. L'amplification réalisée par IC<sub>1</sub> est réglable grâce au curseur de l'ajustable A. Le gain est en effet déterminé par la valeur du rapport A/R<sub>5</sub>. Les signaux délivrés par IC<sub>1</sub> sont ensuite acheminés sur la base du transistor PNP T<sub>1</sub> par l'intermédiaire de C<sub>6</sub>. Ce transistor se caractérise par une polarisation telle qu'en l'absence de bruit on relève sur le collecteur un potentiel nul.

En revanche, aussitôt que le micro Electrett détecte un bruit, on enregistre sur le collecteur de T<sub>1</sub> une succession d'états hauts, suite à l'intégration effectuée par la capacité C<sub>6</sub>.

**c) Mise en forme du signal**  
Les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub> forment un trigger de Schmitt dont le rôle consiste à bien mettre en évidence les états hauts en éliminant les niveaux de potentiel sur le collecteur de T<sub>1</sub>, inférieurs à la demi-tension d'alimentation.

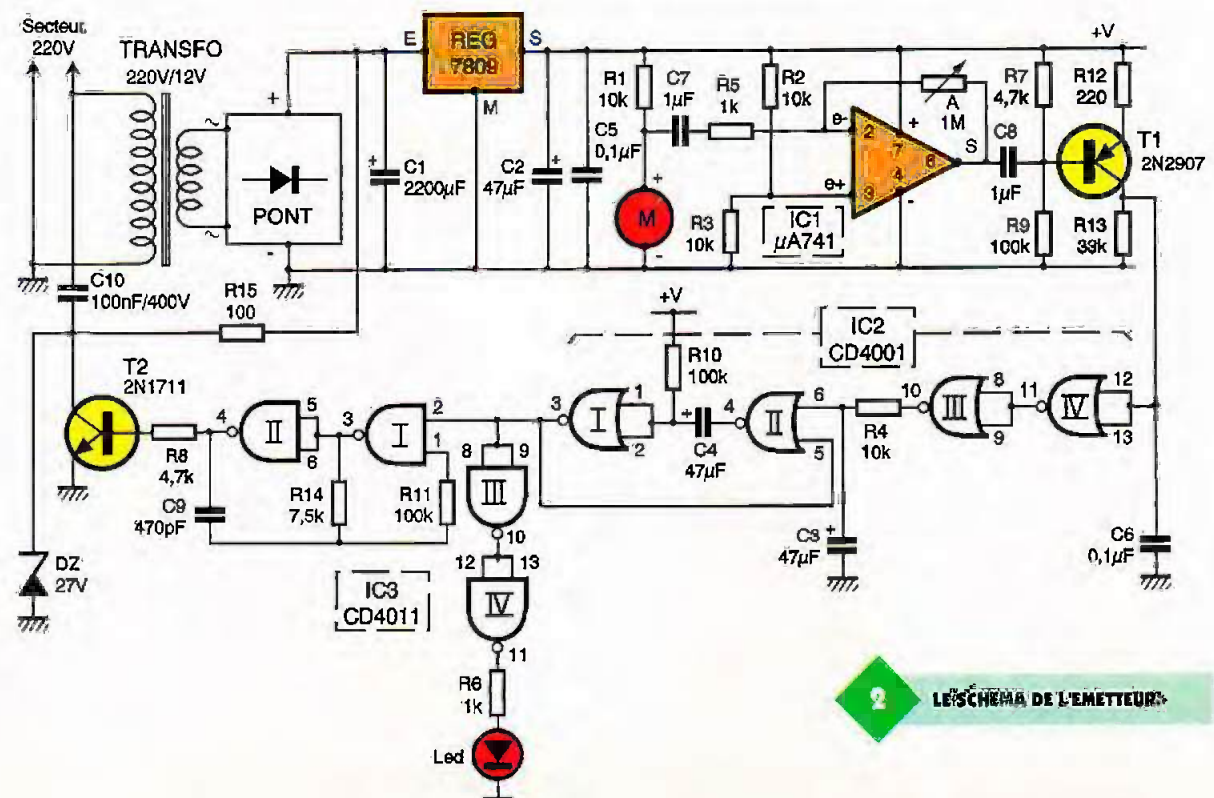
**d) Temporisation de retardement**  
Dès qu'un état haut est disponible

sur la sortie de la porte NOR III de IC<sub>2</sub>, la capacité C<sub>3</sub> se charge à travers R<sub>4</sub>. Avant d'aboutir à un potentiel supérieur à la demi-tension d'alimentation, il s'écoule quelques dixièmes de seconde. Cette disposition élimine les bruits de courte durée tels que les claquements de porte ou les chutes d'objets.

**e) Temporisation du signal**  
Les portes NOR I et II de IC<sub>2</sub> forment une bascule monostable. Pour chaque état haut présenté sur l'entrée de la bascule, on observe sur la sortie l'apparition d'un état haut de durée fixe, entièrement déterminée par les valeurs de R<sub>10</sub> et de C<sub>4</sub>. Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 3 à 4 secondes. Pendant cette activation de la bascule, la DEL s'allume, ce qui signale la détection.

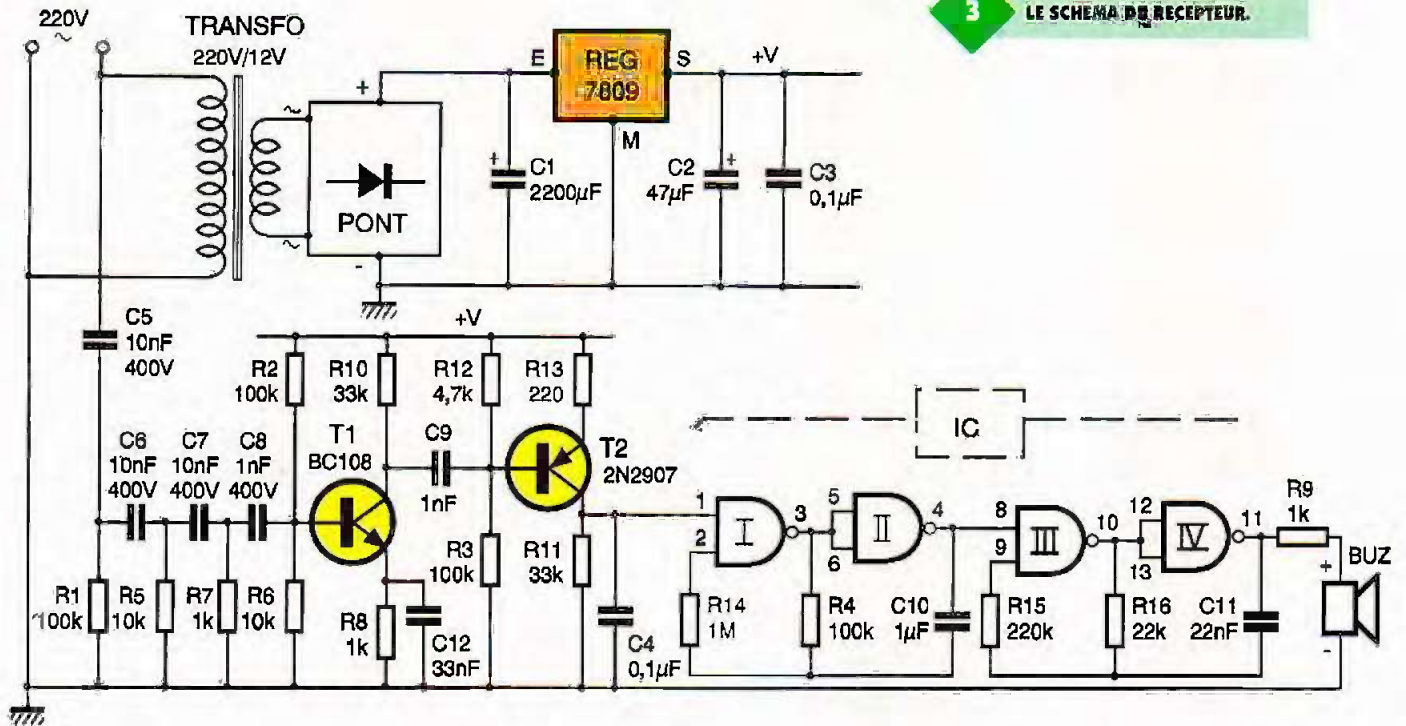
## f) Génération du signal de 130 kHz

Les portes NAND I et II de IC<sub>3</sub> sont montées pour constituer un multivibrateur astable de type commandé. Tant que l'entrée 2 de la porte NAND I est soumise à un état bas, le multivibrateur est bloqué; sur sa sortie, on relève un état bas permanent. En revanche, si l'entrée de commande est reliée à un état haut, le multivibrateur entre en oscillation. Il génère des créneaux de forme carrée d'une période de l'ordre de 7 à 8 microsecondes, ce qui correspond à une fréquence de près de 130 kHz. Ces créneaux sont amplifiés en courant par le transistor NPN T<sub>2</sub> dont la résistance collecteur R<sub>15</sub> est directement reliée à l'armature positive de C<sub>1</sub>, c'est-à-dire sous un potentiel de l'ordre de 15 V.



## LE SCHEMA DE L'EMETTEUR





Les signaux ainsi amplifiés sont injectés dans le secteur de distribution par l'intermédiaire de  $C_{10}$ .

La diode Zener  $D_2$  protège le transistor  $T_2$  de toute surtension éventuelle en provenance du secteur via la capacité de liaison  $C_{10}$ .

### B - Récepteur (fig. 3)

#### a) Alimentation

L'alimentation du récepteur est tout à fait identique à celle du détecteur-émetteur.

#### b) Réception des signaux de 130 kHz

Les signaux de 130 kHz cheminent le long des conducteurs du secteur de distribution. Ils sont introduits dans le récepteur par la capacité  $C_5$ . Le groupement RC formé par  $C_6$ ,  $C_7$ ,  $R_1$ ,  $R_5$  et  $R_7$  forme un filtre passe-bande. Un premier étage amplificateur est constitué par le transistor  $T_1$  monté en émetteur commun. La capacité  $C_{12}$  augmente le gain de cet étage. Le transistor  $T_2$ , qui constitue l'étage de sortie, a une polarisation telle que son collecteur présente un potentiel nul en cas d'absence de signaux. En revanche, dès que ces derniers se manifestent dans les conducteurs du secteur de distribution, on observe sur le collecteur de  $T_2$  un état quasi haut grâce à l'intégration réalisée par  $C_4$ .

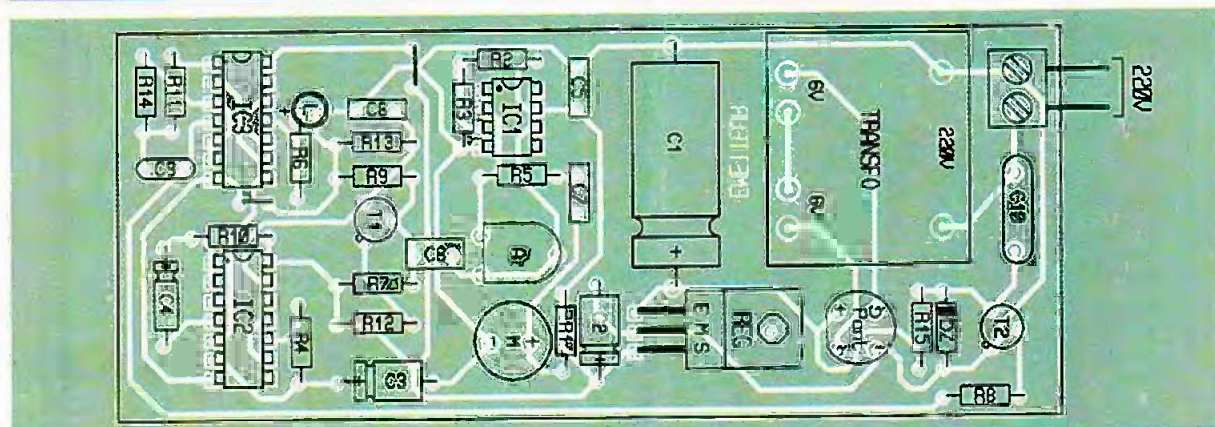
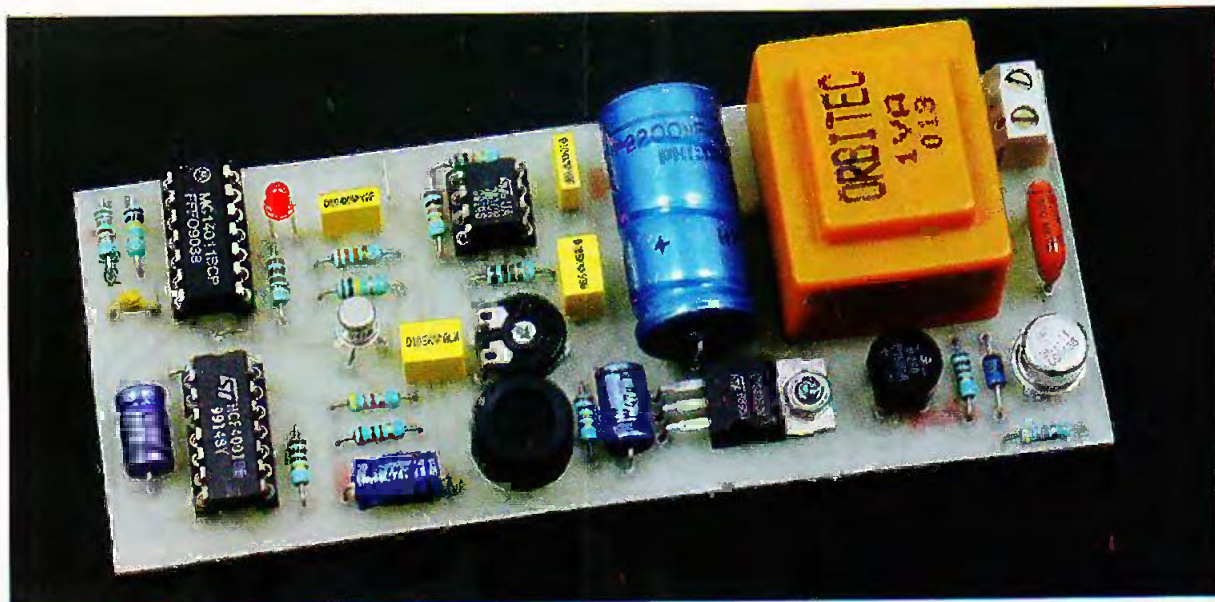
#### c) Signal sonore

Les portes NAND I et II forment un multivibrateur astable commandé qui entre en oscillation dès que l'entrée de commande 1 est soumise à un état haut. Il délivre alors sur sa sortie des créneaux de forme carrée à une fréquence de l'ordre de 3 à 4 Hz. Ces états hauts activent à leur tour un second multivibrateur commandé constitué par les portes NAND III et IV. Ce dernier génère une suite de créneaux entrecoupés de repos de même durée. La fréquence de ces créneaux entre dans le domaine des signaux musicaux, c'est-à-dire proche du kilohertz. Le buzzer piézo-électrique restitue en définitive des bips pendant toute la durée de l'émission des signaux de 130 kHz à partir du détecteur-émetteur.

EMETTEUR

RECEPTEUR



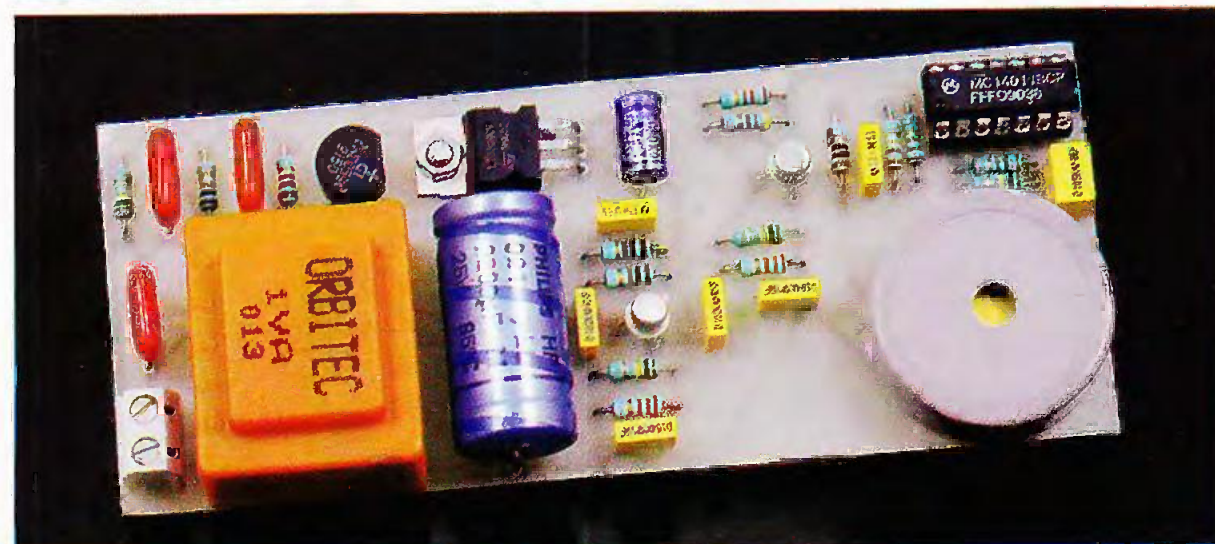
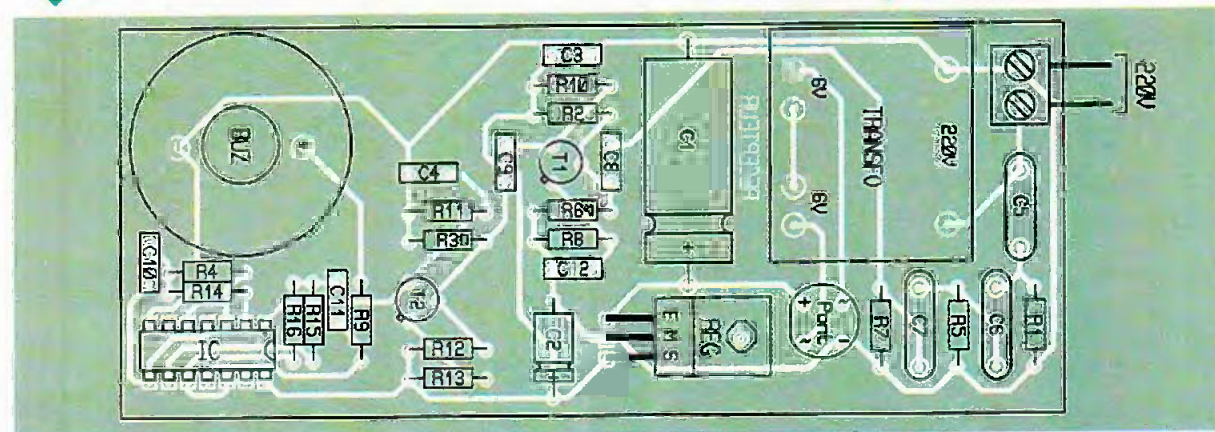


5a

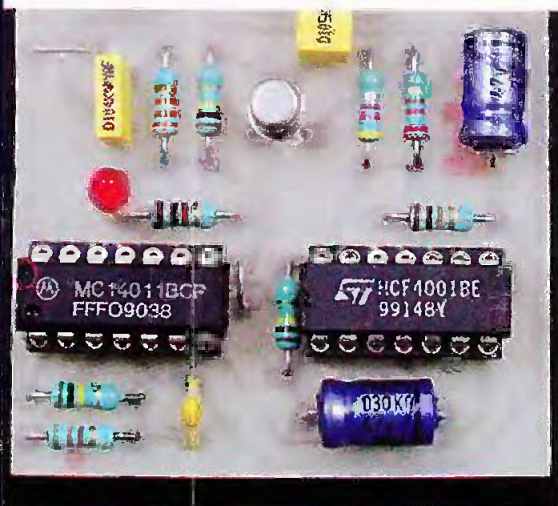
L'IMPLANTATION DE L'EMETTEUR.

5b

L'IMPLANTATION DU RECEPTEUR.







**L'ELECTRONIQUE  
DE L'EMETTEUR**



**LA PARTIE ALIMENTATION  
DU RECEPTEUR**

### 3 - La réalisation

#### a) Circuits imprimés (fig. 4)

La configuration des pistes n'est pas très serrée, ce qui simplifie considérablement la reproduction des circuits imprimés. Ces derniers peuvent être réalisés par le recours aux méthodes habituelles : application directe ou sur typon d'éléments de transfert, ou encore méthode photographique en se servant des modèles publiés.

Après gravure des modules dans un bain de perchlorure de fer, ces derniers seront très soigneusement rincés. Par la suite, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront agrandis par la suite à 1, voire à 1,3 mm, suivant les diamètres des connexions des composants auxquels ils sont destinés.

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

Après la mise en place des straps de liaison, on soudera les diodes, les résistances et les supports des circuits

intégrés. On poursuivra par la mise en place des capacités, des transistors et des autres composants. Il va sans dire qu'il convient d'apporter un soin tout à fait particulier au niveau du respect de l'orientation des composants polarisés.

Le buzzer a été directement implanté sur le module, étant donné le modèle retenu. Il en est de même en ce qui concerne les transformateurs.

Le montage ne nécessite aucun réglage si ce n'est celui de la sensibilité de la détection microphonique. Cette sensibilité augmente si l'on tourne le curseur de l'ajustable A dans le sens horaire. Généralement, la position médiane convient.

A noter également le minimum de précautions nécessaires lorsque l'on manipule les modules sous tension. En effet, les pistes sont directement reliées à l'une des polarités du secteur de distribution.

Robert KNOERR

#### NOMENCLATURE

##### Emetteur

- 2 straps (1 horizontal, 1 vertical)
- R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>9</sub> à R<sub>11</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>12</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>13</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R<sub>14</sub> : 7,5 kΩ (violet, vert, rouge)
- R<sub>15</sub> : 100 Ω (marron, noir, marron)

- A : ajustable 1 MΩ
- Pont de diodes 1,5 A
- REG : régulateur 9 V (7809)
- DZ : diode Zener 27 V/1,3 W
- L : DEL rouge Ø 3
- M : micro Electreït (2 broches)
- C<sub>1</sub> : 2 200 µF/25 V électrolytique
- C<sub>2</sub> à C<sub>4</sub> : 47 µF/10 V électrolytique
- C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> : 0,1 µF milfeuïl
- C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> : 1 µF milfeuïl
- C<sub>9</sub> : 470 pF céramique
- C<sub>10</sub> : 10 nF/400 V polyester
- T<sub>1</sub> : transistor PNP 2N2907
- T<sub>2</sub> : transistor NPN 2N1711
- IC<sub>1</sub> : µA741 (ampli-op)
- IC<sub>2</sub> : CD4001 (4 portes NOR)

- IC<sub>3</sub> : CD4011 (4 portes NAND)
- 1 support 8 broches
- 2 supports 14 broches
- Transformateur 220 V/2 x 6 V/ 1 VA
- Bornier soudable 2 plots
- Boîtier Diptal (130 x 56 x 30)

##### Récepteur

- R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>7</sub> à R<sub>8</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> : 33 kΩ (orange, orange, orange)
- R<sub>12</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R<sub>13</sub> : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R<sub>14</sub> : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R<sub>15</sub> : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R<sub>16</sub> : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
- Pont de diodes 1,5 A
- REG : régulateur 9 V (7809)
- BUZ : buzzer piézo électrique (sans oscillateur)
- C<sub>1</sub> : 2 200 µF/25 V électrolytique
- C<sub>2</sub> : 47 µF/10 V électrolytique
- C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 0,1 µF milfeuïl
- C<sub>5</sub> à C<sub>7</sub> : 10 nF/400 V polyester
- C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub> : 1 nF milfeuïl
- C<sub>10</sub> : 1 µF milfeuïl
- C<sub>11</sub> : 22 nF milfeuïl
- C<sub>12</sub> : 33 nF milfeuïl
- T<sub>1</sub> : transistor NPN BC108, BC109, 2N2222
- T<sub>2</sub> : transistor PNP 2N2907
- IC : CD4011 (4 portes NAND)
- 1 support 14 broches
- Transformateur 220 V/2 x 6 V/ 1 VA
- Bornier soudable 2 plots
- Boîtier Diptal 130 x 56 x 30

Minitel Electronique Pratique

Tapez **3615**  
code **EPRAT**

Boîtes aux lettres  
téléchargement  
tables des matières





INITIATION

# LES MICROPROCESSEURS PIC, STAMP1 ET STAMP2



**La société Parallax a commercialisé, depuis environ un an, un microprocesseur nommé STAMP1, appellation due aux dimensions restreintes du produit. Le STAMP, contrairement aux microprocesseurs communs nécessitant la connaissance du langage machine, se programme à l'aide du langage Basic, son EPROM interne contenant un interpréteur.**

Cette même société propose depuis peu un second produit plus performant, le STAMP2, basé sur le même principe mais permettant l'élaboration de programmes plus performants à l'aide d'un langage plus complet et disposant de lignes d'entrées-sorties supplémentaires. Lorsque l'amateur électronicien désire utiliser un microprocesseur afin de simplifier considérablement la conception d'un montage, il se heurte immédiatement, s'il n'a pas les connaissances nécessaires, à l'élaboration du programme obligatoirement écrit en langage machine. Même s'il sait programmer un type bien précis de microprocesseur, il ne saura pas obligatoirement le faire pour une autre famille. Dans ce cas, si le montage n'est pas trop complexe et ne nécessite pas une rapidité de fonctionnement élevée, il pourra utiliser avantageusement la (petite) série des STAMP. Nous allons maintenant voir en détail, dans les lignes qui suivent, les possibilités de tels cir-

cuits ainsi que les instructions Basic disponibles.

## Le STAMP1 ou BS1-IC

Le STAMP1 se présente sous la forme d'un module sur circuit imprimé de très petites dimensions, dimensions restreintes obtenues par l'utilisation de composants CMS. Il est muni d'une rangée de 14 broches au pas de 2,54 mm (1/10") afin de pouvoir l'introduire dans une rangée de supports tulipes. Un circuit imprimé d'expérimentation (voir **fig. 1**) est également commercialisé qui comporte ce support ainsi qu'un connecteur de pile 9V, un bouton poussoir de Reset et les broches de connexion au port parallèle (imprimante) d'un compatible PC. Une surface pastillée en double face et trous métallisés est laissée libre afin que l'utilisateur puisse se livrer à des expérimentations. Cette surface pourra également être utilisée pour un montage définitif.



Le STAMP1 est programmable à l'aide d'un compatible PC auquel il est connecté par trois des lignes du port Centronic : DO, Busy et GND. Il est nécessaire de disposer du logiciel de communication et du cordon de liaison afin de pouvoir programmer le STAMP. Cet ensemble est également commercialisé à un prix raisonnable. Le microprocesseur utilisé est un PCI16C56 dont la ROM interne d'une capacité de 1 Ko contient l'interpréteur Basic. La mémoire de programme est une EEPROM série (ROM programmable et effaçable électriquement) de type 93LC56. Sa capacité est de 256 octets, ce qui explique que la taille du programme Basic ne pourra excéder une centaine d'instructions. Mais que l'on ne s'y trompe pas : un programme de quelques instructions permet déjà des applications élaborées. L'utilisation d'une EEPROM série se justifie par le peu de lignes d'entrées-sorties disponibles sur le microprocesseur. Là, seulement trois lignes sont nécessaires : la ligne CS/ de validation de la mémoire, la ligne de Clock et la ligne d'entrée-sortie des données (DI et DO).

Le fonctionnement du PIC est cadencé à la vitesse de 4 MHz, oscillations produites par un résonateur céramique intégrant les deux capacités nécessaires. Cette fréquence permet l'exécution de 2 000 instructions par seconde, soit 500 µs par instruction. Nous nous trouvons là bien loin de la rapidité d'exécution du langage machine, mais interprétation oblige ! Et nous verrons que cela ne constitue pas un gros handicap dans bon nombre d'applications.

Le STAMP1 possède 16 octets de RAM interne (8 mots de 16 bits) réservés aux entrées-sorties et au stock-

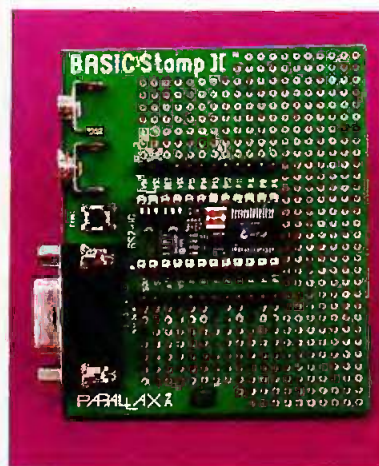
age des variables. Une variable pouvant être stockée dans un mot (2 octets), sa valeur peut atteindre 65 535. Les deux premiers emplacements mémoire sont utilisés par les entrées-sorties, les six suivants par les variables et le dernier par l'instruction Gosub (pile).

## Le jeu d'instructions du STAMP1

Bien que, comme nous l'avons mentionné plus haut, le jeu d'instructions du STAMP1 est limité (32 instructions), il permet néanmoins l'élaboration de programmes très performants car il possède des commandes qui lui sont propres et qui n'existent pas dans les autres langages Basic. Ces fonctions concernent essentiellement les entrées-sorties. Voyons ces commandes en détail.

### 1) Entrées-sorties digitales :

- OUTPUT : positionne l'une des huit lignes du PIC en sortie ;
- INPUT : positionne l'une des huit lignes du PIC en entrée ;
- LOW : positionne la ligne correspondante à l'état bas ;
- HIGH : positionne la ligne correspondante à l'état haut ;
- TOGGLE : positionne la ligne correspondante en sortie et inverse son état ;
- PULSIN : mesure la durée d'une impulsion appliquée sur l'une des entrées par unité de 10 µs ;
- PULSOUT : provoque la sortie d'une impulsion sur l'une des sorties par unité de 10 µs ;
- REVERSE : inverse le positionnement d'une ligne ; si la ligne est une



LA PLAQUETTE D'ETUDES.

entrée, elle devient une sortie et inversement ;

- BUTTON : permet la gestion de boutons poussoirs.

### 2) Entrées-sorties série :

- SERIN : configure une ligne en entrée de réception de données série transmise par un PC ou tout autre système informatique, à condition que le format de transmission soit le suivant : 300, 600, 1 200 ou 2 400 bauds, par de parité, 8 bits de données et 1 bit de stop ; des options peuvent être ajoutées à la commande SERIN telles que des variables, pour le stockage de données ;
- SEROUT : configure une ligne en sortie de données séries avec le même format que pour l'instruction SERIN.

### 3) Entrées-sorties analogiques :

- PWM (Pulse With Modulation) : permet l'obtention d'une tension continue à l'aide d'une résistance et d'un condensateur par application sur ce réseau RC d'impulsions réglables en largeur et en nombre ;
- POT : permet la lecture d'une tension continue issue d'un potentiomètre (et donc sa valeur ohmique) connecté en résistance ajustable dont l'un des pôles est connecté à une ligne d'entrée et l'autre pôle à un condensateur relié à la masse.

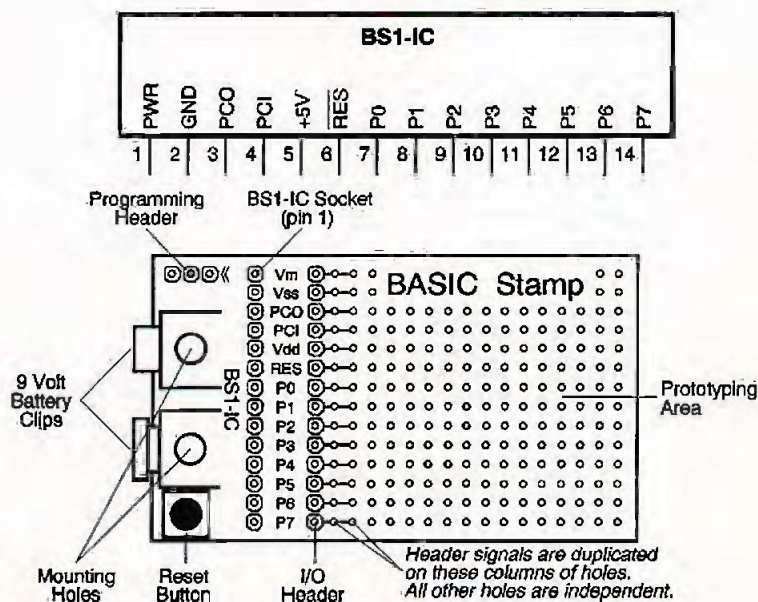
### 4) Sons :

- SOUND : joue des notes de musique ; 0 correspond à un silence, 1 à 127 correspondent à des notes de tonalité ascendante et 128 à 255, à des bruits blancs.

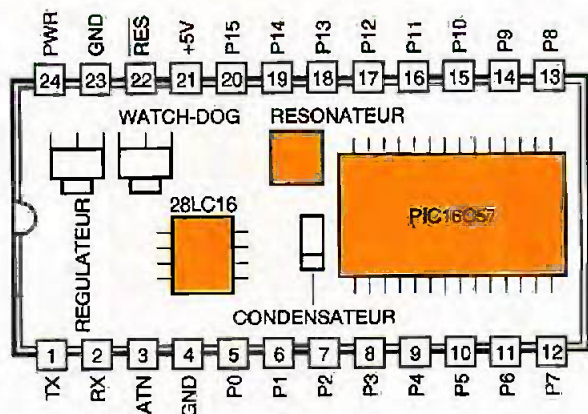
### 5) Écriture en EEPROM :

- EEPROM : stocke des données dans l'EEPROM avant le chargement du programme Basic ;
- READ : lit des données dans l'EEPROM et les stocke dans des variables ;
- WRITE : écrit des octets dans l'EEPROM.

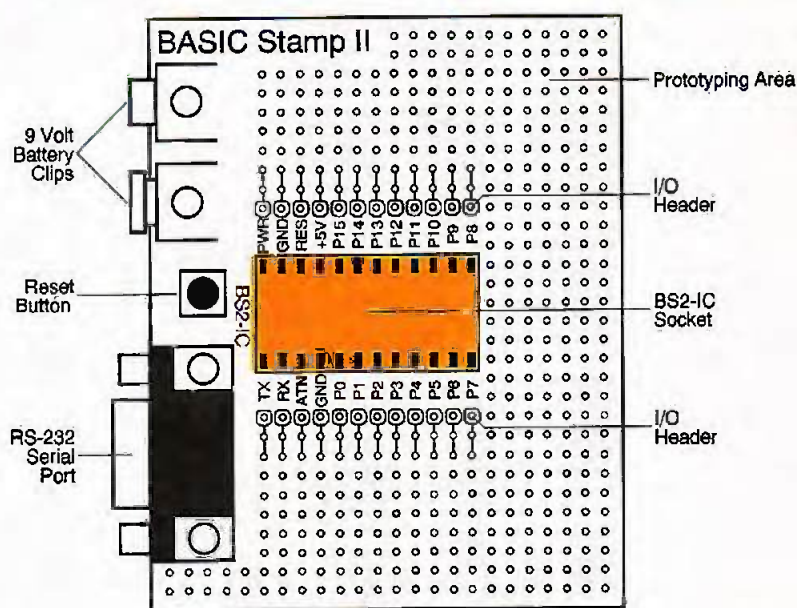
## 1 LE KIT D'ETUDES BS1.







## 2 LE STAMP2



### 6) Contrôle de consommation du PIC :

- NAP : le PIC se met en état d'attente sur de courtes périodes et la consommation est réduite ;
- SLEEP : le PIC se met en état de sommeil pour des périodes pouvant atteindre 65 535 secondes ; sa consommation est réduite à 20µA ;
- END : le PIC se trouve alors à l'état de repos jusqu'à ce que le PC entre en contact avec lui, par exemple.

### 7) Communication :

- DEBUG : instruction permettant d'envoyer des données au PC. Comme on le voit, ces instructions relativement puissantes permettent la gestion de processus avec une bonne rapidité puisqu'une seule instruction est nécessaire pour le STAMP, là où le programme en Basic « normal » nécessiterait plusieurs lignes d'instructions, sans compter les composants nécessaires qu'il faudrait assembler afin d'obtenir les mêmes fonctions que PWM et POT.

## 3 LE KIT D'ETUDES RS232

### Le STAMP2 ou BS2-IC

Le STAMP2 se présente sous la forme d'un circuit imprimé de même taille qu'un boîtier DIL à 24 broches. Son brochage est représenté en **figure 2**. Comme pour la première version, les composants sont de type CMS. Un circuit imprimé d'évaluation du produit est commercialisé (**fig. 3**). Ce circuit dispose d'un connecteur aux normes RS 232 qui permettra la liaison au PC afin de programmer le PIC. Un logiciel spécifique est nécessaire et est fourni dans un package qui comprend les manuels d'utilisation des BS1-IC et BS2-IC, ainsi que les cordons de liaison aux connecteurs parallèle et série du compatible PC. Le STAMP2 présente de nettes améliorations par rapport à la version 1, autant de point de vue matériel que logiciel. Le PIC utilisé est un 16C57.

- Il est cadencé par une horloge de 20 MHz.
- 16 lignes d'entrées-sorties sont disponibles.

- Communication avec le PC à l'aide de l'interface RS 232.

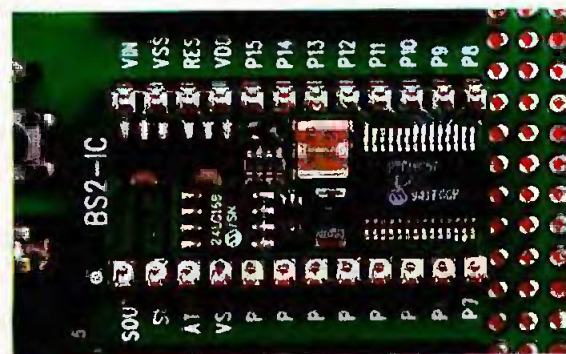
- La mémoire programme passe à 2Ko (EEPROM 93LC16), ce qui permet de stocker un programme comportant 600 instructions.

L'interpréteur est modifié et utilise le PBasic2, le PBasic1 étant réservé au STAMP1. Les instructions sont effectuées beaucoup plus rapidement. Par exemple, l'instruction PULSOUT du PBasic1 permet de générer une impulsion minimale de 10µs, alors que celle du PBasic2 descend à 2µs. Outre les instructions déjà décrites plus haut, dont certaines ont été améliorées, de nouvelles y ont été ajoutées :

- SERIN et SEROUT : la vitesse de communication passe à 9 600 bauds maximum et le format de transmission peut être modifié. On peut ajouter, si on le désire, un bit de parité et les données sont alors transmises sur 7 bits ;
- SHIFTIN : permet la réception données séries émanant d'un registre à décalage parallèle-série ;
- SHIFTOUT : permet l'envoi de données séries vers un registre à décalage série-parallèle ; cette instruction permet l'augmentation de lignes de sorties du système ;
- COUNT : permet de compter le nombre de périodes d'un signal appliqué sur l'une des lignes d'entrées ; la fréquence maximale de ce signal atteint 125 kHz ;
- XOUT : permet de générer les codes de contrôle de type X-10 (contrôle de modules domotiques) ;
- RCTIME : mesure le temps de charge et de décharge d'un réseau RC ;
- FREQOUT : génère un ou deux signaux sinusoïdaux dont la fréquence est comprise entre 0 et 32 767 Hz ;
- DTMFOUT : génère les tonalités de numérotation téléphonique.

A la lecture des caractéristiques de ces instructions, on aperçoit les nouvelles possibilités d'applications envisageables pour le STAMP2.

### LE CŒUR DU BASIC STAMP2





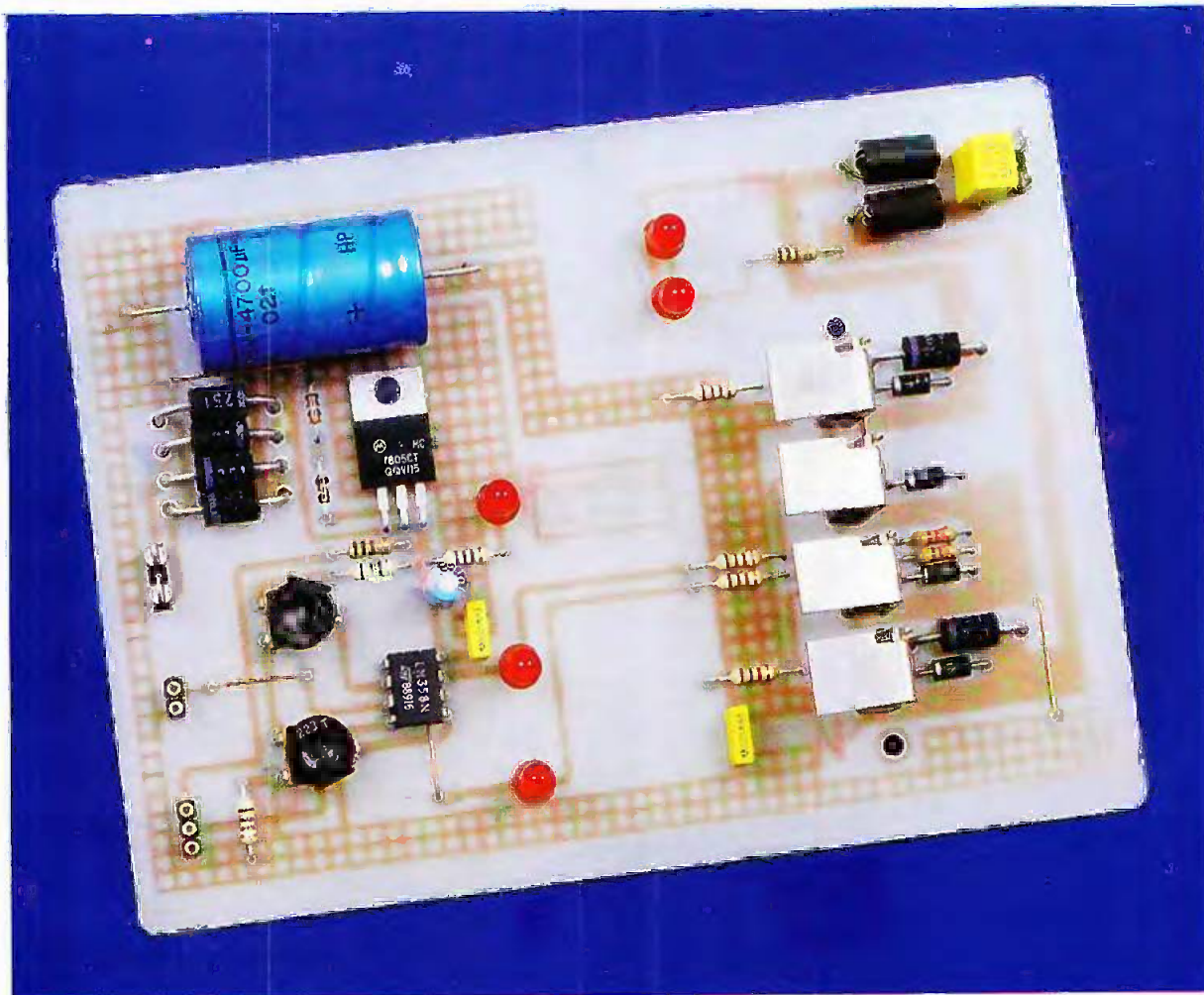






INITIATION

# COMMANDE PROPORTIONNELLE DE MOTEURS



**Si la mise en rotation d'un moteur à courant continu est chose fort aisée à effectuer, du point de vue électrique, il n'en est pas de même si l'on veut obtenir le positionnement de son axe en un point bien précis.**

En effet, contrairement aux moteurs pas à pas qui n'effectuent qu'un pas lorsqu'ils sont alimentés, on ne peut pas connaître aussi simplement le

nombre de degrés effectués par l'axe d'un moteur à courant continu après sa mise sous tension, même s'ils tournent très lentement.

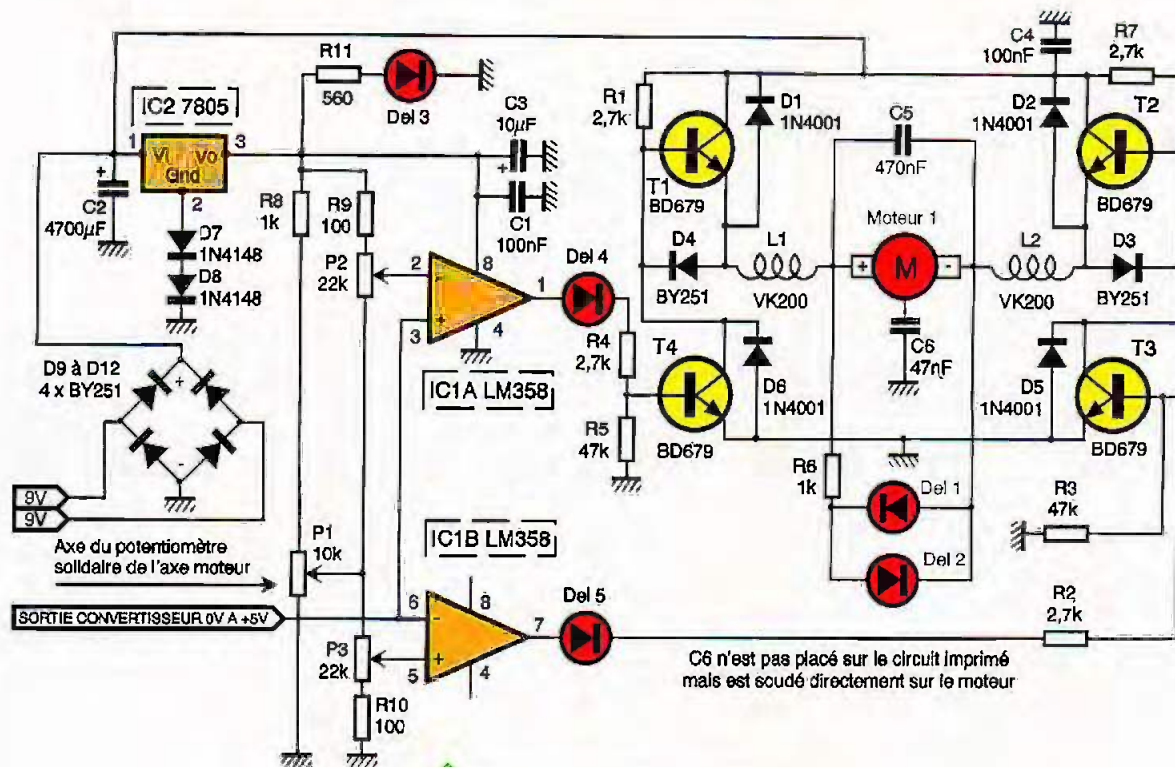
Le montage que nous vous proposons de réaliser fait suite à l'article paru dans le n° 197 de notre revue qui proposait la réalisation d'une carte supportant deux convertisseurs DA pilotés par le port Centronic d'un compatible PC. Cette carte à convertisseurs permet de générer deux tensions continues variables entre  $-5\text{ V}$  et  $+5\text{ V}$  ou  $0\text{ V}$  et  $+5\text{ V}$  par pas de  $39\text{ mV}$ , et ce par l'envoi d'octets de valeurs comprises entre 0 et 255. C'est ce circuit que nous utiliserons pour la commande du montage que nous vous proposons de réaliser maintenant.

Les moteurs fonctionnant sous un courant continu peuvent être pilotés

de diverses façons. On peut en commander la mise en marche avant ou arrière en utilisant des relais et la vitesse de rotation à l'aide, par exemple, d'encodeurs optiques fournissant une tension proportionnelle au nombre de tours qu'ils exécutent en un temps donné. On peut également, et c'est ce qui nous intéresse ici, obtenir leur positionnement précis après qu'ils aient effectué deux ou trois rotations, ou moins, comme par exemple trois quart de tour. On comprend immédiatement l'intérêt d'une telle possibilité et les applications qui en découlent sont nombreuses :

- positionnement de panneaux solaires en fonction de la position du soleil;
- ouverture plus ou moins prononcée de fenêtre de toits (Velux);





**1 LE SCHEMA DE PRINCIPE.**

- construction d'un bras articulé à plusieurs axes pour les passionnés de robotique ;
- positionnement d'une antenne directive ou d'une parabole ;
- commande proportionnelle de volets de ventilation...

L'avantage de ce procédé est que la commande est assurée par un programme tournant sur micro-ordinateur et que, dès lors, toutes les possibilités sont offertes. En effet, après action du moteur, des capteurs peuvent vérifier le bon déroulement de l'opération demandée, ce qui constitue une sécurité supplémentaire.

A l'inverse, la commande du moteur peut être obtenue après lecture de données externes qui nécessitent une action du mécanisme. Comme on le voit, le nombre des applications ne sera limité que par l'imagination de l'utilisateur.

### Le schéma de principe

Le principe de fonctionnement de la platine est simple et ne nécessite l'emploi que de peu de composants. Un circuit lit en permanence la position de l'axe du moteur par l'intermédiaire d'une tension issue du curseur d'un potentiomètre qui lui est solidaire et la compare à la tension de consigne imposée par la sortie du convertisseur.

Le schéma de principe est donné en **figure 1**. On peut le décomposer en deux parties distinctes : le comparateur et la commande du moteur.

### Le comparateur

Le circuit intégré IC<sub>1</sub> (LM 358, double amplificateur opérationnel) est configuré en comparateur à fenêtre. Il fonctionne de la manière suivante : sur l'entrée inverseuse de IC<sub>1A</sub> est appliquée une tension issue du diviseur constitué par les résistances R<sub>9</sub> et R<sub>10</sub>, et les résistances ajustables P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub>. Cette tension sera appelée tension de référence haute ou VrefH. Sur l'entrée non-inverseuse de IC<sub>1B</sub> est également appliquée une tension issue du même diviseur, et que nous appellerons tension de référence basse ou VrefB. C'est la différence entre VrefH et VrefB que l'on nomme fenêtre. Tant que la valeur de la tension issue du convertisseur digital-analogique (nommée Vin) n'est ni supérieure ni inférieure aux limites de cette fenêtre, les sorties des deux amplificateurs présentent un niveau de sortie nul. Par commande logique du convertisseur, nous pouvons faire varier sa tension de sortie et, dans ce cas, deux conséquences peuvent être observées :

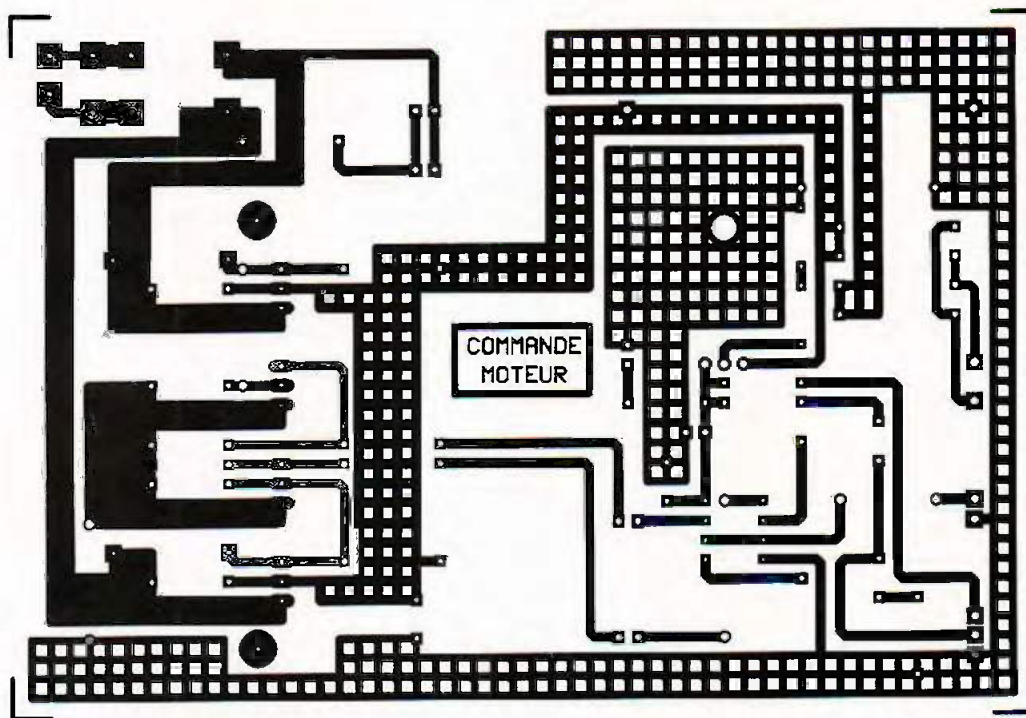
- 1° Si Vin (tension de sortie du convertisseur) devient supérieure à VrefH, alors la sortie de IC<sub>1A</sub> présente une tension de sortie proche de 5 V.
  - 2° Si Vin devient inférieure à VrefB, ce sera la sortie de IC<sub>1B</sub> qui deviendra positive par rapport à la masse.
- Si dans ces deux cas le potentiomètre P<sub>1</sub> est manœuvré, dans un sens ou dans un autre, on s'aperçoit

qu'à une certaine position la tension de sortie de l'amplificateur concerné redevient nulle. En effet, l'ajustable P<sub>1</sub> permet la modification des tensions VrefH et VrefB et donc le déplacement des limites de la fenêtre du comparateur. Vin se retrouvant dans cette plage, les sorties des amplificateurs présentent à nouveau une tension de sortie nulle. On constate que la différence de potentiel existant entre les deux curseurs des potentiomètres de la fenêtre peut être rendue nulle (VrefH = VrefB) si les deux curseurs sont positionnés aux extrémités des ajustables et qu'alors la même tension est appliquée aux entrées des deux amplificateurs opérationnels. Dans ce cas particulier, l'équilibre (sortie nulle pour les deux comparateurs) est impossible à obtenir. On apercevra alors un basculement immédiat de l'une des sorties vers l'autre lorsque la tension Vin dépassera le seuil de la tension de référence, d'un côté ou de l'autre.

### La commande du moteur

Plutôt que d'utiliser des relais électromécaniques coûteux et dont les contacts se détériorent rapidement lorsque des charges importantes sont commutées, nous avons jugé préférable d'employer un système de commutation par transistors. Ce choix complique quelque peu le schéma, mais les avantages d'un tel système sont évidents, pour peu





## 2 LE CIRCUIT IMPRIME.

que l'on utilise les composants recommandés.

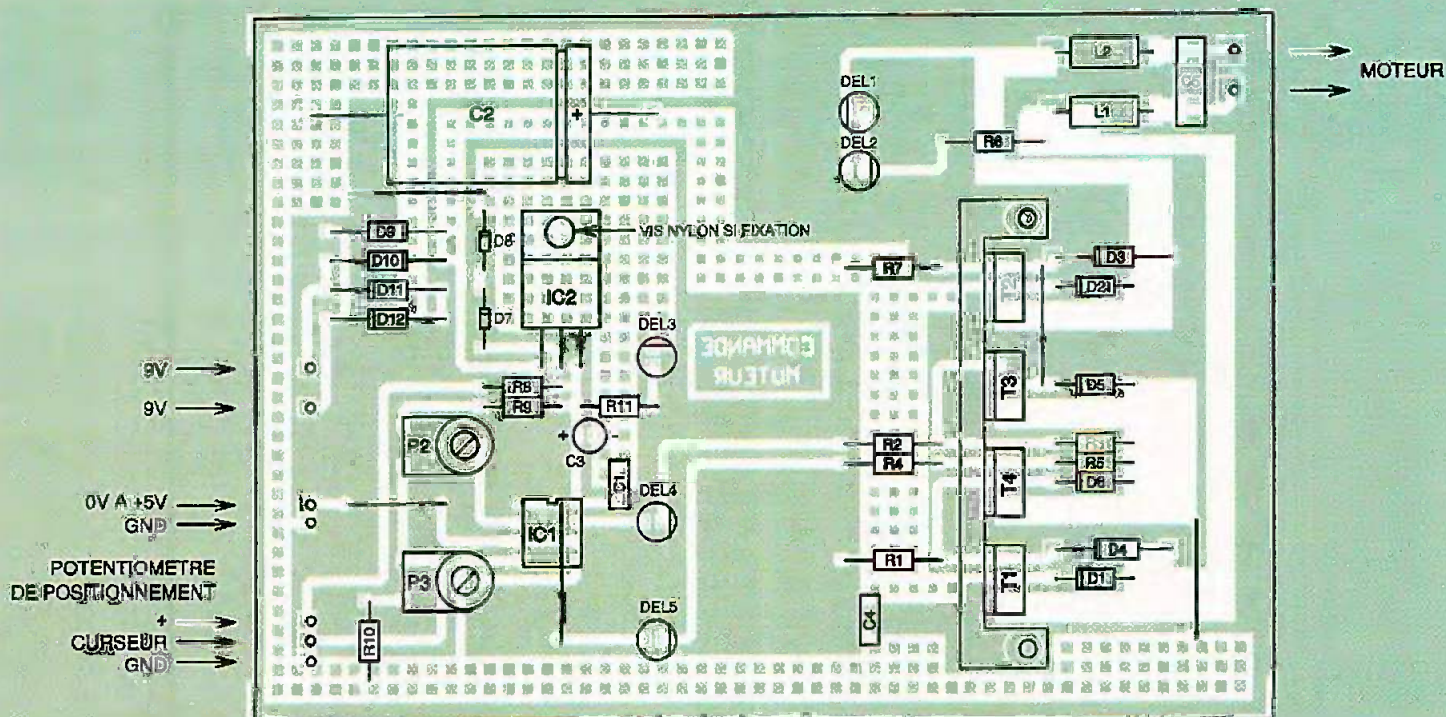
A l'état de repos, c'est-à-dire lorsque les sorties des comparateurs présentent une tension nulle, les transistors  $T_1$  et  $T_2$  sont rendus passants par l'application sur leur base d'un potentiel positif obtenu par les résistances  $R_1$  et  $R_7$  connectées à la ligne d'alimentation positive. Le moteur se trouve à l'arrêt et les DEL, DEL<sub>1</sub> et DEL<sub>2</sub> sont éteintes. Quand la sortie

de l'un des comparateurs passe à l'état haut, par suite du changement de la tension de sortie du convertisseur, une tension d'environ + 5 V est appliquée sur la base du transistor correspondant,  $T_3$  ou  $T_4$ . Ce dernier conduit et porte la base du transistor qui lui est associé ( $T_1$  ou  $T_2$ ) au potentiel de la masse, ce qui le bloque. Le pôle du moteur est ainsi également relié à la masse par l'intermédiaire de la diode BY251 et, alimenté, se met à tourner dans un sens. L'une des DEL s'allume. L'axe du potentiomètre  $P_1$  qui est solidaire de

l'axe du moteur est entraîné, et lorsque la position d'équilibre est atteinte, par modification des tensions VrefH et VrefB, le moteur stoppe.

On comprend maintenant pourquoi la fenêtre ne doit pas être trop étroite : à cause de l'inertie du moteur, la position d'équilibre atteinte pourrait être dépassée. Dans ce cas, l'alimentation du moteur est inversée et celui-ci se met à tourner en sens

## 3 L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.





contraire, à dépasser à nouveau la position d'équilibre et ainsi de suite sans parvenir à se stabiliser.

Chaque transistor de puissance est munie d'une diode le protégeant des tensions de rupture lors de la coupure de l'alimentation du moteur.

Les transistors utilisés sont de type darlington. Les références données sur le schéma de principe de la **figure 1** permettent la commande d'un moteur dont la consommation en courant ne doit pas dépasser 1 A. Si l'on souhaitait alimenter un moteur plus puissant, il conviendrait de changer les BD679 (boîtier TO126) par des modèles pouvant fournir un courant plus important, par exemple des TIP121 en boîtier TO220. Dans ce cas, les broches correspondant à la base et à l'émetteur sont inversées; mais le collecteur se situant toujours sur la broche du centre, il suffira d'inverser le positionnement des transistors sur le circuit imprimé. Le montage est alimenté sous deux tensions issues de la même source: + 10 V pour la commande du moteur et + 6,2 V pour le comparateur à fenêtre. La tension du moteur peut par ailleurs être augmentée et portée à plus de 12 V si le besoin s'en fait sentir. Le courant maximal consommé par ce dernier est fixé à 3 A par les diodes de redressement BY251. Il est nécessaire d'antiparasiter le moteur utilisé. Pour ce faire, il est alimenté au travers de deux selfs de chocs VK200. Un condensateur de 470 nF est également placé à ses bornes. Un second condensateur de 47 nF sera soudé entre la carcasse du moteur et la masse du montage. Les fils alimentant le moteur ne devront pas dépasser une vingtaine de centimètres.

Ce dernier devra être un modèle à démultiplication dont l'axe entraîne-

ra celui du potentiomètre à l'aide de pignons. Le rapport des engrenages devra être choisi selon l'angle de rotation que devra effectuer l'axe du moteur. P<sub>1</sub> sera un modèle de bonne qualité, par exemple à piste moulée. La précision du positionnement dépendra en grande partie de cette caractéristique.

## La réalisation pratique

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 2**. On utilisera le schéma de l'implantation des composants donné en **figure 3** afin de câbler la platine.

Comme d'habitude, on implantera d'abord les straps, au demeurant fort peu nombreux. Il sera inutile de munir le régulateur de tension 7805 dissipateur thermique, celui-ci ne débitant que quelques milliampères. Quant aux transistors de puissance, ils en seront obligatoirement pourvus: si l'on utilise des BD679, le refroidisseur sera de plus grande taille que si l'on employait des TIP121 qui pourront être fixés sur de simples petits morceaux de métal, comme le montre la photographie illustrant l'article.

Les diodes DEL<sub>4</sub> et DEL<sub>5</sub> ne sont pas obligatoires et pourront être remplacées par des straps. Elles facilitent cependant la mise au point si des problèmes survenaient lors des essais.

## Les réglages et les essais

Après une minutieuse vérification, la platine sera mise sous tension. Il ne sera pas nécessaire, dans un premier temps, d'utiliser le moteur, mais le potentiomètre P<sub>1</sub> devra être connecté à l'endroit prévu sur la platine. On connectera une source de tension de + 2,5 V à l'entrée prévue pour la sortie du convertisseur.

On amènera les curseurs de P<sub>2</sub> et de P<sub>3</sub> aux extrémités des pistes des potentiomètres vers le curseur de P<sub>1</sub> qui sera mis en position médiane. L'une des deux DEL (DEL<sub>1</sub> ou DEL<sub>2</sub>, DEL<sub>4</sub> ou DEL<sub>5</sub>) devra s'allumer. Par action sur P<sub>1</sub>, dans un sens ou dans l'autre, la DEL alimentée devra s'éteindre, suivie immédiatement par l'illumination de l'autre. En ajustant P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub> très légèrement, chacun dans le sens opposé, on devra obtenir l'extinction de toutes les DEL. En tournant l'axe de P<sub>1</sub> vers la droite, l'une des diodes devra s'allumer puis s'éteindre en repositionnant P<sub>1</sub> dans son état d'origine. On effectuera la même opération dans l'autre sens et constater l'allu-

mage et l'extinction de l'autre diode. Bien que prévu pour fonctionner avec la platine à convertisseurs, ce montage pourra être utilisé en manuel. Il suffira pour cela de connecter à l'entrée prévue pour le convertisseur le curseur d'un potentiomètre dont les deux autres bornes seront branchées en parallèle sur le potentiomètre P<sub>1</sub>.

On pourrait également imaginer, par exemple, un système fournissant une tension proportionnelle à l'éclairement d'une cellule photoélectrique. Ce dispositif pourrait être utilisé pour le positionnement de panneaux solaires en fonction de l'angle des rayons solaires.

Patrice OGUIC

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

### Circuits intégrés

IC<sub>1</sub>: LM 358

IC<sub>2</sub>: 7805

### Semi-conducteurs

T<sub>1</sub> à T<sub>4</sub>: BD679, TIP121 (voir texte)

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>5</sub>, D<sub>6</sub>: 1N4001

D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>7</sub>, D<sub>10</sub>, D<sub>11</sub>, D<sub>12</sub>: BY251

D<sub>7</sub>, D<sub>8</sub>: 1N4148

DEL<sub>1</sub> à DEL<sub>5</sub>: diodes électroluminescentes rouges

### Résistances

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>7</sub>: 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)

R<sub>3</sub>, R<sub>5</sub>: 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R<sub>6</sub>, R<sub>8</sub>: 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>: 100 Ω (marron, noir, marron)

R<sub>11</sub>: 560 Ω (vert, bleu, marron)

P<sub>1</sub>: potentiomètre à piste moulée 10 kΩ courbe linéaire A

P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>: résistances ajustables horizontales 22 kΩ

### Condensateurs

C<sub>1</sub>, C<sub>4</sub>: 100 nF

C<sub>2</sub>: 4 700 µF 16 V ou 25 V selon tension d'alimentation

C<sub>3</sub>: 10 µF 16 V

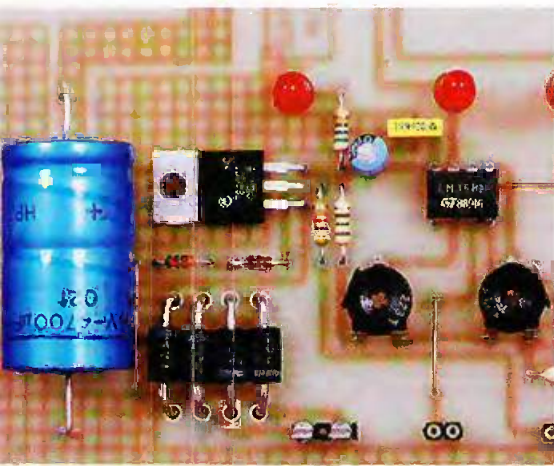
C<sub>5</sub>: 470 nF

C<sub>6</sub>: 47 nF

### Divers

1 moteur avec démultiplicateur selon application  
2 pignons module et rapport selon application  
refroidisseurs

## LES AJUSTABLES P2 ET P3.

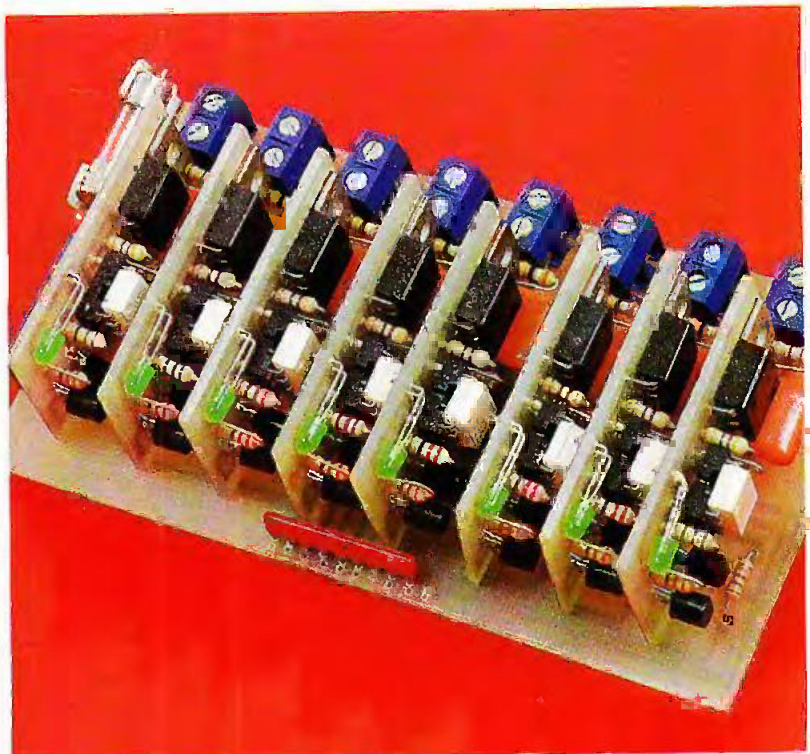






AUDIO

Nous vous proposons dans cet article l'analyse et la réalisation d'un jeu de lumière dont vous pourrez programmer à volonté les effets. Principalement basé sur l'utilisation d'une mémoire, ce chenillard est un appareil numérique. Il est, de ce fait, simple de réalisation et offre de nombreuses fonctions pour l'utilisateur exigeant.



# JEU DE LUMIERE PROGRAMMABLE

## Les mémoires

Elles servent à préserver des informations, généralement binaires, pouvant être lues ou modifiées. Elles sont le plus souvent utilisées dans des systèmes à microprocesseur, mais leur champ d'action ne se limite pas à cette unique application.

Il existe deux grandes catégories de mémoires : les mémoires à accès aléatoires (RAM, ROM) et les mémoires à accès séquentiels (registre séries ou bandes magnétiques). Ces dernières n'étant plus au goût du jour, intéressons-nous aux mémoires de type aléatoire. On en distingue deux types différents : la RAM et la ROM.

La RAM (*Random Acces Memory*), appelée mémoire vive, préserve les données aussi longtemps qu'elle est alimentée. Elle admet deux modes de fonctionnement : le régime statique, où les données sont indéfiniment stockées, et le régime dynamique, où le temps de stockage n'est pas infini et où l'on recharge régulièrement la mémoire pour préserver son contenu. Cette opération s'appelle le rafraîchissement. La ROM se différencie essentielle-

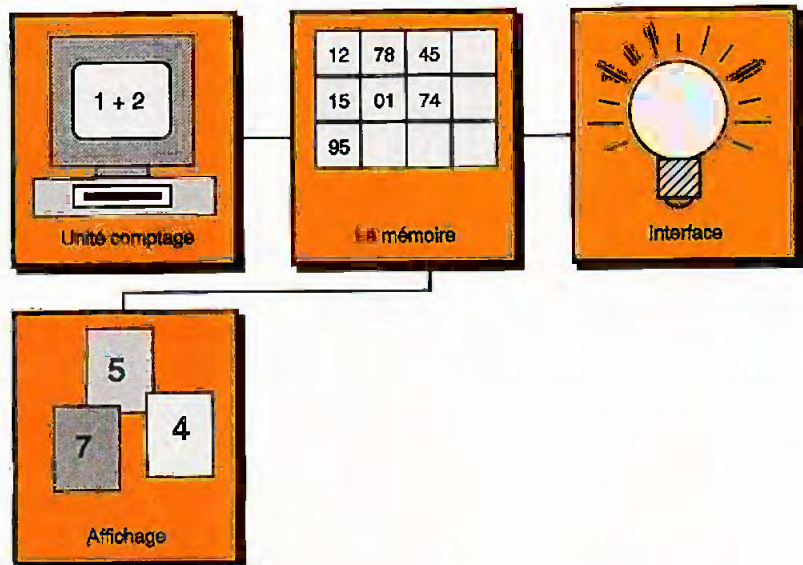
ment de la RAM par sa capacité à stocker les données hors alimentation. Elle est aussi appelée mémoire morte car son contenu est figé, et si l'on veut modifier une donnée, il faut recharger tout le contenu de la mémoire. Ces deux types de mémoires sont les plus couramment utilisés mais il en existe encore beaucoup d'autres.

## Description du chenillard

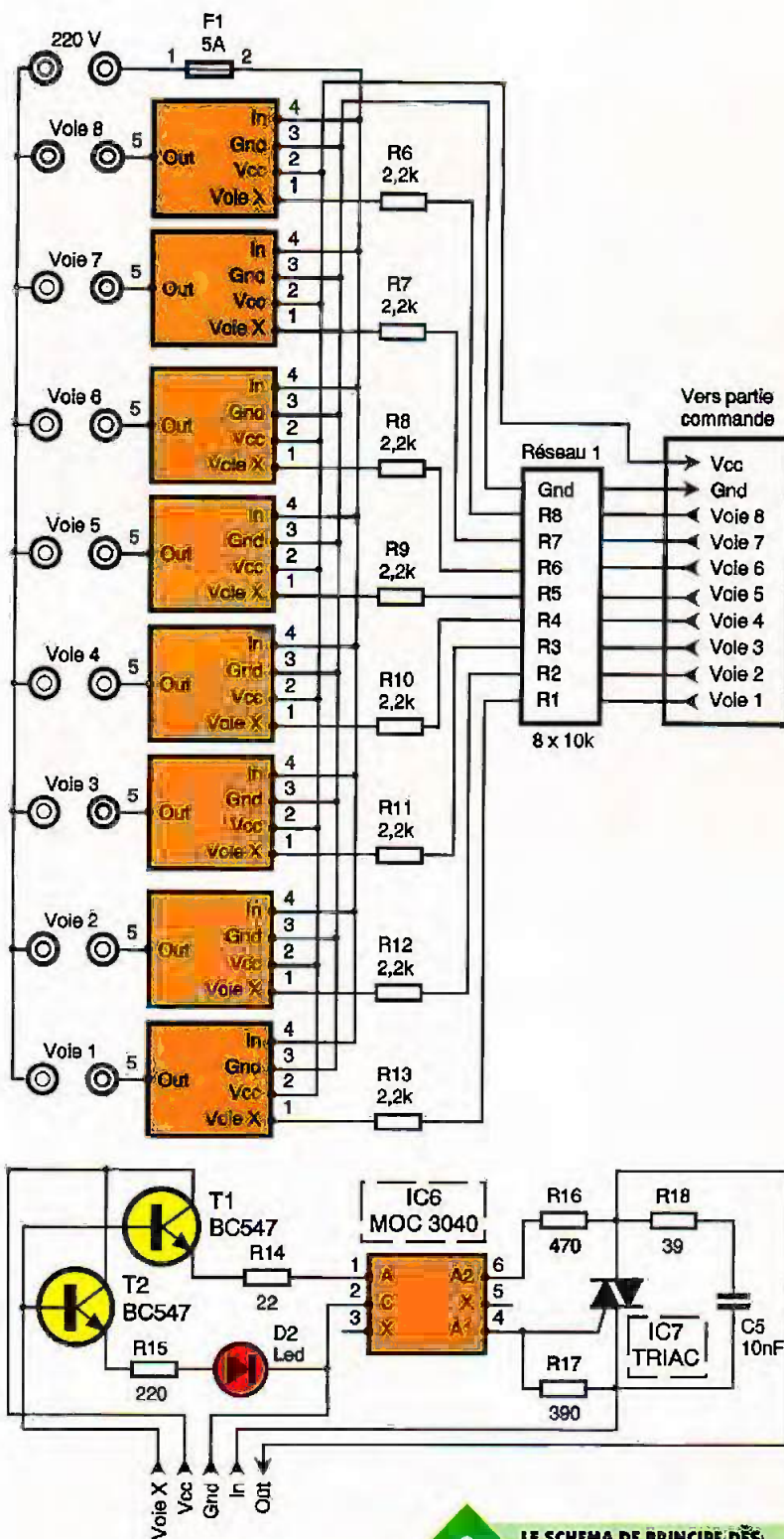
Il se compose de deux parties : une qui gère en séquences logiques et une autre qui se charge de délivrer de la puissance. Il offre deux modes de fonctionnement : un mode manuel et un mode automatique où les programmes défilent les uns derrière les autres. Simple d'utilisation, il se connecte sur le réseau 220 V EDF classique et pilote des charges d'une centaine de watts.

1

## LE PRINCIPE DU MONTAGE







**2 LE SCHEMA DE PRINCIPE DES MODULES DE SORTIE.**

**Analyse du schéma**

Le principe de fonctionnement (fig. 1) nous donne les quatre fonctions de base mises en œuvre :

- l'unité de comptable;
- l'affichage du programme;
- la mémoire;
- l'interface de puissance.

Nous allons donc étudier dans l'ordre ci-dessus ces quatre parties que l'on retrouve sur le schéma de fonctionnement (fig. 2 et 3).

**Unité de comptage**

Commençons par l'analyse de l'horloge. La structure de celle-ci n'est pas totalement inconnue de nos lecteurs puisqu'une fois encore nous avons fait appel à un grand classique : un NE555 monté en astable. Il est bon de se rappeler la formule générale de charge et de décharge d'un condensateur.  $U_c = U_t + (U_i - U_f) e^{-t/\tau}$ , avec  $U_c$  la tension de charge du condensateur lors d'une phase,  $U_i$  la tension qu'atteindrait le

condensateur si l'on n'interrompait pas la phase,  $U_i$  la tension initiale que le condensateur portait au début d'une phase,  $T$  l'instant considéré et  $\tau$  la constante de temps du réseau. On s'intéresse à l'instant où le système bascule de  $V_{cc}$  à  $Gnd$ . Le condensateur se chargeant au travers de  $R_2$  et  $R_{v1}$ , sa tension augmente jusqu'à  $2/3 V_{cc}$ , où aop1 met à zéro la bascule RS. Les valeurs précédemment décrites sont dans cette phase  $U_i = 1/3 V_{cc}$ ,  $U_c = 2/3 V_{cc}$ ,  $U_f = V_{cc}$  et  $t_1 = (R_2 + R_{v1}) \times C_1$ . L'origine des temps se situant à l'origine de la charge, on obtient, après résolution de l'équation,  $t_c = t_1 \times \ln 2$ . On procède de même pour la décharge et l'on trouve  $t_d = t_2 \times \ln 2$ , où  $t_2 = (R_1 + R_{v1}) \times C_1$ . Une période  $T$  étant constituée d'un temps haut  $t_c$  et d'un temps bas  $t_d$ , on détermine ainsi l'expression de la fréquence  $f = 1/T$  :

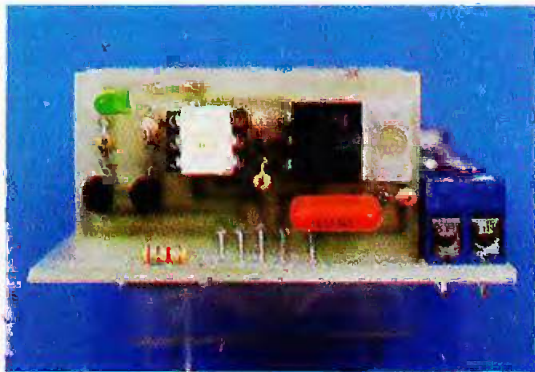
$$f = \frac{1,44}{(R_1 + R_2 + R_{v1}) \times C_1}$$

On notera que si  $R_1 = R_2$ , alors  $t_c = t_d$ , cela étant dû à la présence de la diode  $D_1$ . Comme vous l'aviez déjà compris, c'est grâce à la résistance variable  $R_{v1}$  que l'on pourra faire varier la fréquence de fonctionnement du jeu de lumière.

Le reste de l'unité de comptage repose sur l'utilisation de deux compteurs : l'un étant utilisé pour scruter les programmes et l'autre pour définir les adresses des programmes. Le premier est appelé compteur défilement et le second, compteur adresses. Le compteur défilement est directement piloté par le NE555. C'est le bit  $Q_3$  du compteur défilement (mode automatique) où le bouton poussoir  $SW_2$  (mode manuel) qui se charge de l'horloge du compteur d'adresses. Les composants  $R_3$  et  $C_3$  forment l'étage anti-rebonds du poussoir  $SW_2$ .

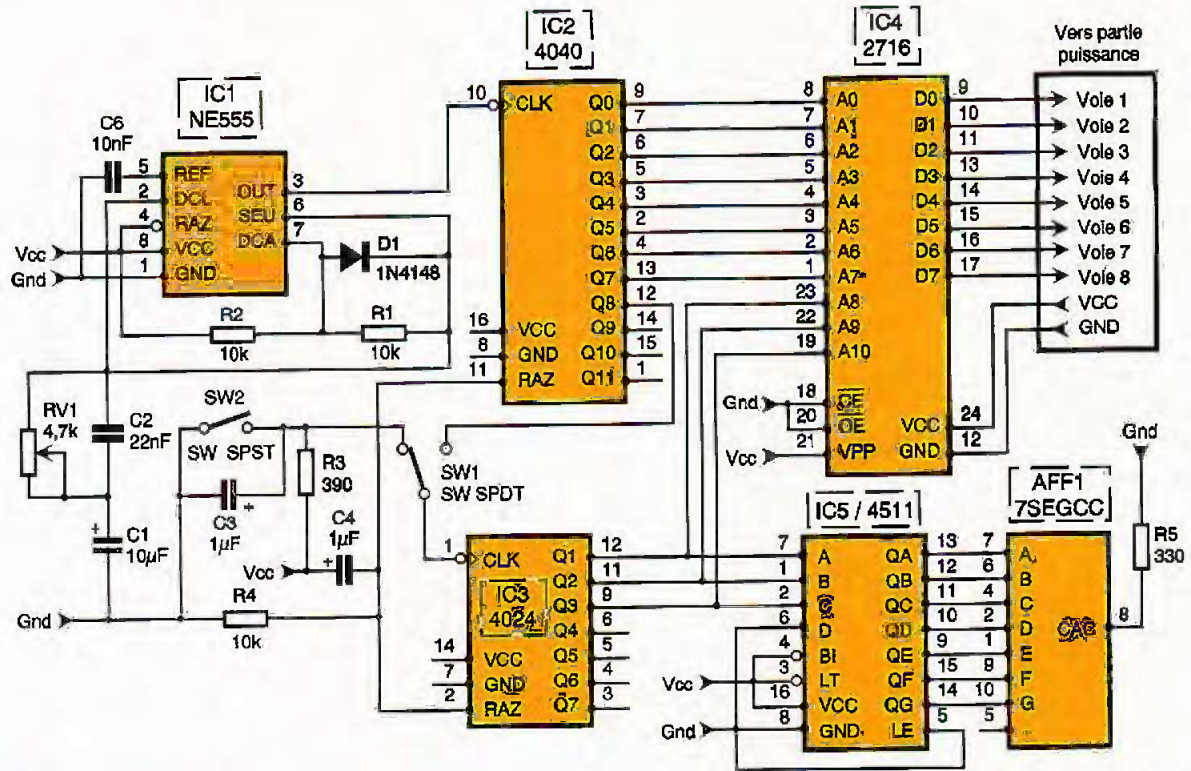
**Affichage**

C'est le circuit intégré  $IC_5$  qui s'occupe de décoder l'adresse des pro-



**UN MODULE DE PUISSANCE.**



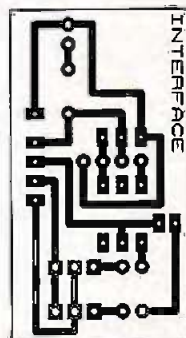
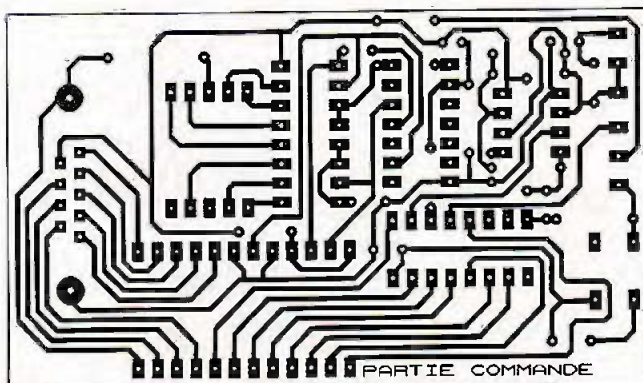
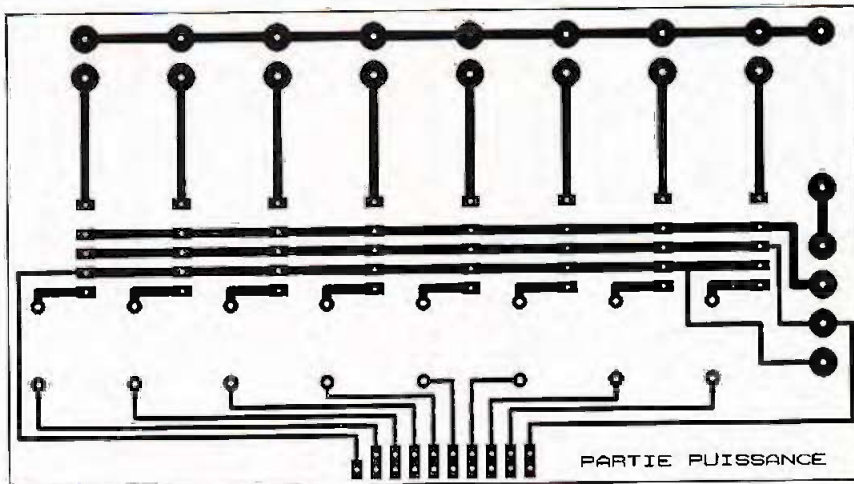


3

LE SCHEMA DE PRINCIPE DU MODULE DE COMMANDE

4

LES CIRCUITS IMPRIMES.



grammes. Il affichera le résultat sur un afficheur sept segments à cathode commune. Pour limiter le courant dans l'afficheur, nous avons prévu une résistance commune  $R_5$  qui permet de gagner de la place sur le typon. Les broches 3 et 4 de IC<sub>5</sub> servent respectivement à ne pas afficher le zéro et à éteindre l'afficheur, ces entrées sont des entrées inversées.

#### La mémoire

Elle est du type EPROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*), c'est une 2716, c'est-à-dire qu'elle peut mémoriser 16384 bits ou 2048 octets. Le plan mémoire est utilisé en huit sous-parties qui sont les programmes. Chaque programme contient 256 octets accessibles grâce aux 8 bits d'adressage de poids faible. Les programmes seront, eux, sélectionnés grâce aux 3 bits d'adressage restant. Le compteur défilement s'occupe donc des 8 bits de poids faible et le compteur d'adresses se charge des 3 bits suivants. L'élaboration des programmes n'est en fait qu'un exercice de conversion dans différentes bases de calcul.

Exemples : si l'on veut allumer  $L_0, L_2, L_4, L_6$  à l'adresse 128, au programme 4.

Les 8 bits de poids faible définissent l'adresse de la donnée :

$128 \text{ (DEC)} = 1\ 000\ 000 \text{ (BIN)}$ .

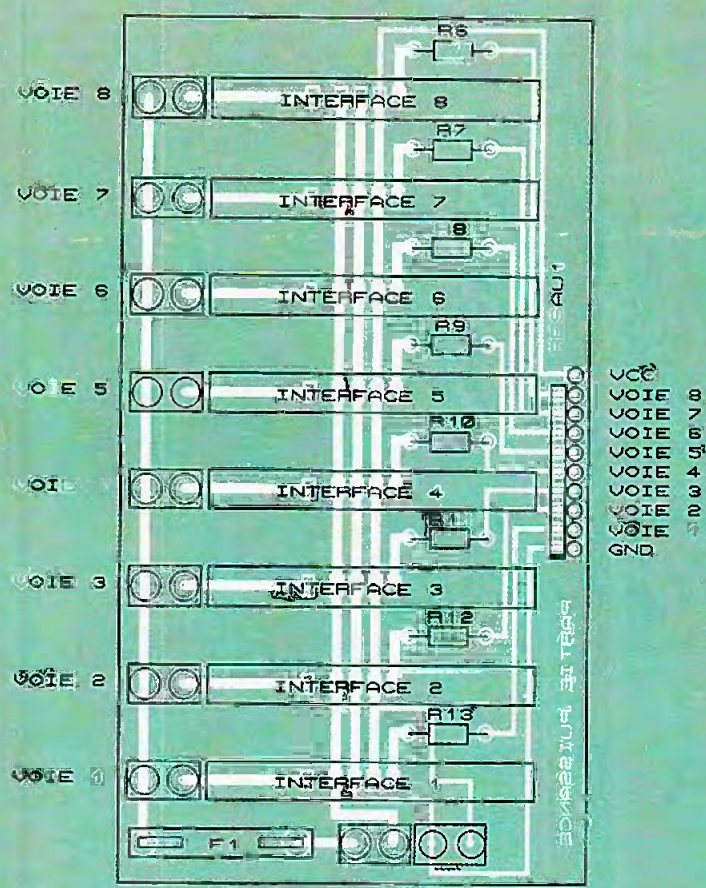
Les 3 bits de poids fort définissent le programme :

$4 \text{ (DEC)} = 100 \text{ (BIN)}$ .

Les bits de données représentent les lampes allumées :

$01010101 \text{ (BIN)} = 55 \text{ (HEX)}$





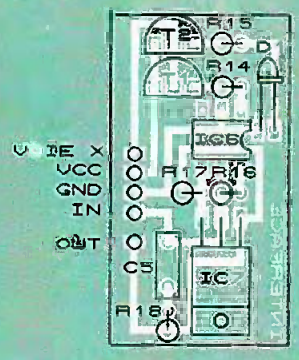
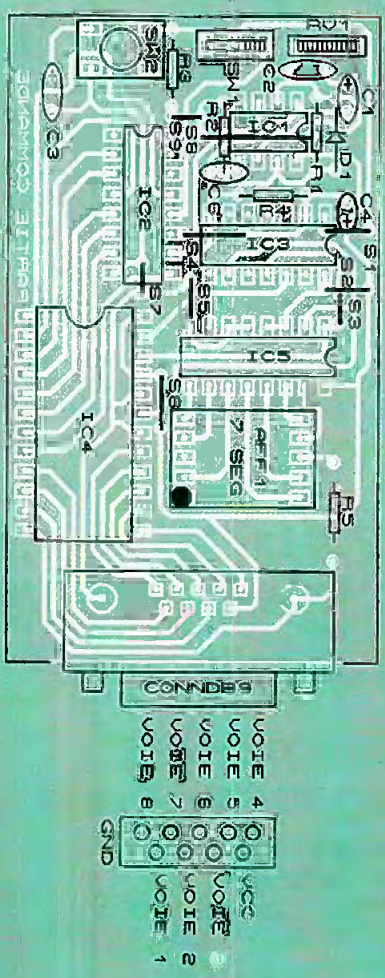
La donnée à programmer est 55 (HEX) à l'adresse 1001000000 (BIN) = 480 (HEX).

### Interface puissance

Cette interface va nous permettre de commander des tensions de 220V grâce aux données présentes sur le port de sortie de l'EPROM. Par sécurité, nous avons isolé la partie puissance du reste du montage. Pour ce faire, nous avons utilisé des optotriacs à passage par zéro. Ces photo-triacs commandent les triacs à chaque fois que l'alternance du secteur s'annule, ce qui permet de réduire considérablement les harmoniques parasites. Le condensateur C<sub>5</sub> et la résistance R<sub>18</sub> forment un réseau anti-surtension qui protège ainsi le triac IC<sub>7</sub>. Les transistors T<sub>1</sub> et T<sub>2</sub> amplifient le signal de l'EPROM afin de pouvoir attaquer l'optotriac IC<sub>6</sub> et la diode de visualisation D<sub>2</sub>. Enfin, on notera la présence du réseau de résistances, jouant le rôle de résistance de tirage au cas où la partie puissance serait désolidarisée de sa partie commande.

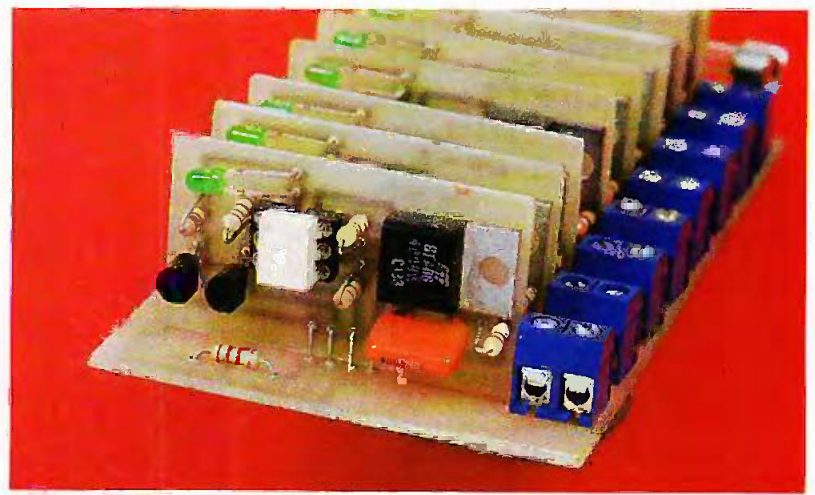
### Réalisation

Les typons et les implantations sont donnés figures 4 et 5. Lors de la réalisation, on portera une attention toute particulière afin de ne pas oublier un strap (c'est une panne difficile à trouver). Pour ce qui est de la partie puissance, on réalisera les huit petites interfaces que l'on soudera en dernier sur la partie puissance. Pour des raisons économiques, nous avons confié l'alimentation de ce montage à un petit bloc 5V/50mA. Cependant, nous lui avons ajouté un condensateur de 1000 µF pour améliorer ces performances. Nous vous



**5** LES IMPLANTATIONS DES COMPOSANTS.

LA CARTE DE COMMANDE AVEC SON EPROM.





proposons **figure 6** le programme ayant servi à tester le chenillard, il conviendra parfaitement pour vos premières utilisations de l'appareil.

## Conclusion

Cette application permet de bien montrer le fonctionnement séquentiel d'une mémoire. De plus, sa présentation sous forme de modules permet à l'utilisateur d'imaginer d'autres montages (ex. : utiliser la partie puissance pour faire un jeu de lumière commandé par ordinateur). Nous espérons que ce petit jeu de lumière vous a ouvert l'esprit vers le monde des mémoires et vous a donné envie d'en savoir plus.

David RODRIGUEZ

### LISTE DES COMPOSANTS

#### Résistances

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>3</sub>, R<sub>17</sub> : 390 Ω (orange, blanc, marron)

R<sub>5</sub> : 330 Ω (orange, orange, marron)

R<sub>6</sub> à R<sub>13</sub> : 2,2 kΩ (rouge, rouge, rouge)

R<sub>15</sub> : 220 Ω (rouge, rouge,

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	1	1	1	2	2	2	4	4	4	8	8	8	10	10	10	20
1	20	20	40	40	40	80	80	80	1	2	2	4	4	8	8	
2	10	10	20	20	40	40	80	80	1	2	4	8	10	20	40	80
3	1	2	4	8	10	20	40	80	1	1	2	2	4	4	8	8
4	10	10	20	20	40	40	80	80	1	1	2	2	2	4	4	
5	4	8	8	8	10	10	10	20	20	40	40	40	80	80	80	
6	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	4	8	8	8	8	
7	10	10	10	10	20	20	20	20	40	40	40	40	80	80	80	80
8	1	1	1	2	2	4	4	4	8	8	8	8	10	10	10	20
9	20	20	40	40	40	80	80	80	1	1	2	2	4	4	8	8
A	10	10	20	20	40	40	80	80	1	2	4	8	10	20	40	80
B	1	2	4	8	10	20	40	80	1	1	2	2	4	4	8	8
C	10	10	20	20	40	40	80	80	1	1	2	2	2	4	4	
D	4	8	8	8	10	10	10	20	20	20	40	40	40	80	80	80
E	1	1	1	2	2	2	4	4	4	8	8	8	8	8	8	
F	10	10	10	10	20	20	20	40	40	40	40	80	80	80	80	

marron)

R<sub>14</sub> : 22 Ω (rouge, rouge, noir)

R<sub>16</sub> : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R<sub>18</sub> : 39 Ω (orange, blanc, noir)

R<sub>19</sub> : 4,7 kΩ verticale

Reseau<sub>1</sub> : réseau 8 x 10 kΩ

#### Condensateurs

C<sub>1</sub> : 10 µF/25 V tantale

C<sub>2</sub> : 22 nF céramique

C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 1 µF/25 V tantale

C<sub>5</sub> : 10 nF/400 V plastique

C<sub>6</sub> : 10 nF céramique

#### Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub> : NE555

IC<sub>2</sub> : CD 4040

IC<sub>3</sub> : CD 4024

IC<sub>4</sub> : CD 2716

IC<sub>5</sub> : CD 4511

IC<sub>6</sub> : MOC 3040

IC<sub>7</sub> : triac 6 A/400 V

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

D<sub>2</sub> : DEL

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : BC547

F<sub>1</sub> : fusible 5 A + support

SW<sub>1</sub> : inverseur C.I.

SW<sub>2</sub> : poussoir type KSA

CAO

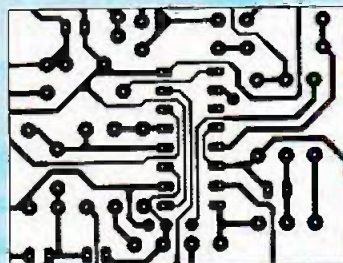
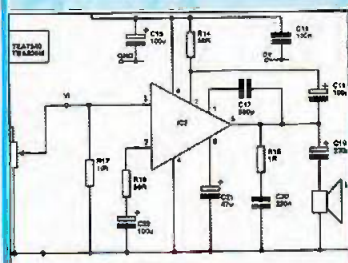
"CADPAK"

LA SAISIE DE SCHEMAS  
AVEC DESSIN  
DE CIRCUITS-IMPRIMES

sur  
PC AT  
et

'386/'486

Ne soyez pas un DINOSAURE  
achetez "CADPAK"  
Nouvelle version pour Windows !



Interface utilisateur graphique moderne (icônes et souris) - Ecrans couleurs avec ZOOMS - Export de fichiers vers PAO/TT - PCB en simple et double-face - Bibliothèques standards et CMS (extensibles par l'utilisateur) - Sorties sur matricielles, lasers, plotters, Gerber, perçage CN. NOTICE EN FRANÇAIS.

Version Démo contre chèque 60 F TTC. (Précisez DOS ou WINDOWS)

Multipower

22, rue Emile BAUDOT 91120 - PALAISEAU - Tél: 16 (1) 69 30 13 79 - Fax: 16 (1) 69 20 60 41

EWIG

#### LA QUALITE AU MEILLEUR PRIX

Stations de soudage pilotées par un microprocesseur à affichage numérique. Fers de 55W à 80W. Précision 2%. Panne longue durée. Cordon incombustible. Conforme aux normes Européennes.

#### LA QUALITE AU MEILLEUR PRIX

Station de dessoudage pilotée par un microprocesseur à affichage numérique. Fer de 80 W. Dépression : 600 mm Hg. Commande par bouton situé sur le manche. Buse longue durée à moins de 21 FTTC.

#### LA QUALITE AU MEILLEUR PRIX

Station à air chaud pilotée par un microprocesseur à affichage numérique pour le soudage et le dessoudage des C.M.S. Fer de 80W. Débit réglable de 0.5 à 12 l/mn.

EWIG : c'est aussi des fers 220V, des pompes à dessouder, de la tresse à dessouder, du fil de soudure, des pinces, des brucelles, des lampes loupes...



999 FTTC



2883 FTTC



2883 FTTC

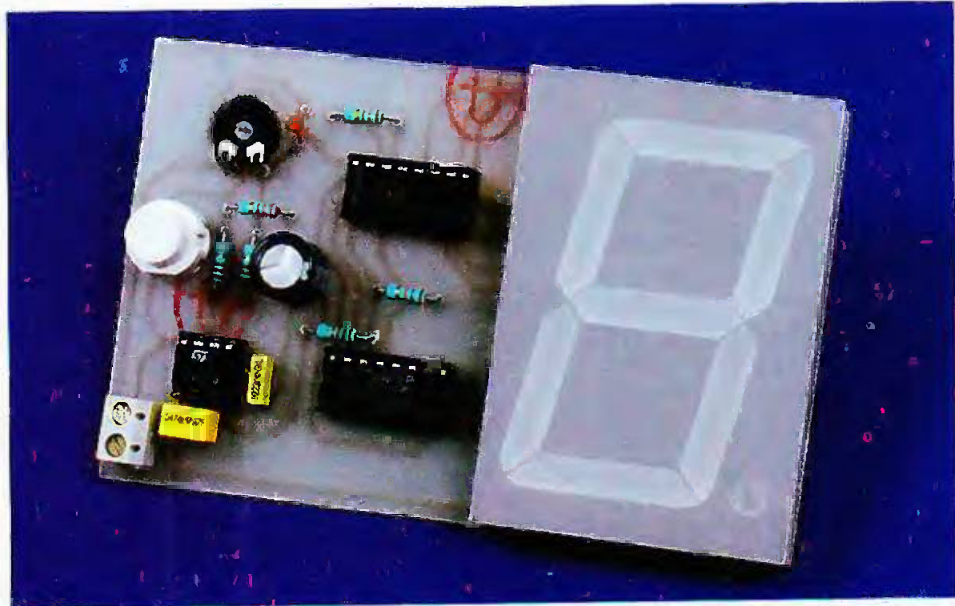
EN VENTE CHEZ VOTRE FOURNISSEUR DE COMPOSANTS ELECTRONIQUES  
EWIG FRANCE 58, rue de Perseigne 65000 Tarbes - Tél. : 62 36 50 12 Fax : 62 36 49 70





# DÉ DIGITAL A SUSPENSE

**Le dé à six faces, ou dé à jouer, est utilisé dans de nombreux jeux de société. Il est possible, avec peu de composants, de réaliser une version électronique du petit cube blanc, avec affichage digital pour faire moderne et suspense à l'allumage pour faire plus vrai.**



Une position particulière simulera même le « dé cassé » qu'il faudra relancer par une simple pression sur un poussoir.

## A - Un peu d'histoire

Le nom de « dé » nous provient du latin *datum*, qui signifie « ce qui est donné par le sort » ! Belle définition pour ce petit cube d'os, d'ivoire, de bois... ou de matière plastique, portant des points incrustés ou peints sur chacune de ses six faces, de un à six.

Les dés à jouer étaient déjà connus en Egypte et en Orient, ou chez les chefs grecs lors de la guerre de Troie. Au Moyen Age, les dés furent l'objet d'une industrie considérable, étant fabriqués par des artisans spécialisés, les « décieurs ». Leur confection était étroitement surveillée, de façon à éviter les fraudes et tricheries.

Ne dit-on pas encore de nos jours : « Les dés sont jetés ou les dés sont pipés ! » Cet accessoire se révèle indispensable dans bon nombre de jeux et roule souvent sur le tapis vert, au café, pour la partie de 421.

## B - Principe du montage

De nombreux schémas simples de dés électroniques ont déjà été proposés ; notre version digitale utilise un pavé afficheur à 7 segments pour visualiser l'un des chiffres de 1 à 6, en n'affichant pas le zéro ni les chiffres 7, 8 et 9. Pour garantir une parfaite

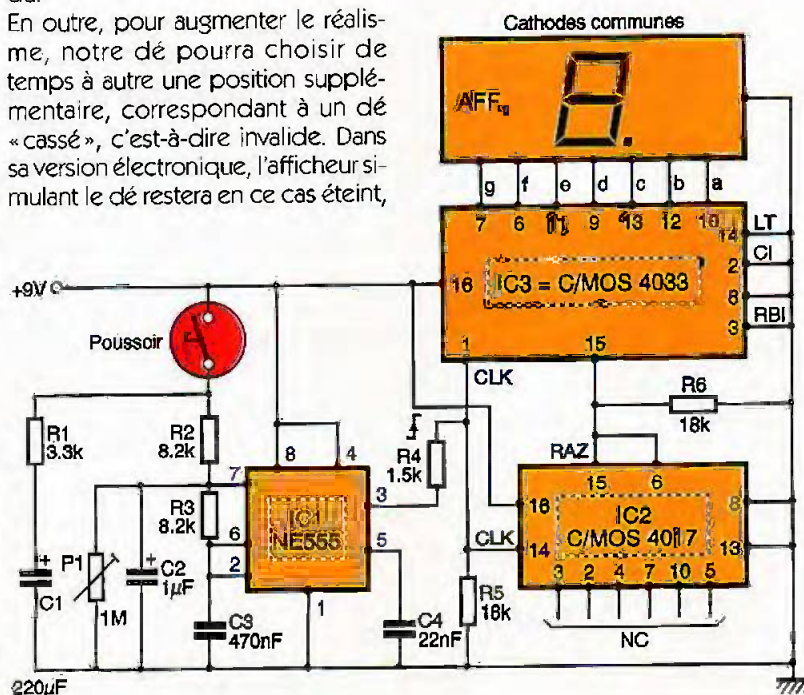
impartialité à notre dé électronique, nous allons confier le choix du chiffre aux bons soins d'un circuit compteur à six, mis en œuvre par un poussoir actionné par le joueur. Ensuite, il faut faire « rouler » le dé pendant un certain temps, avant de le voir ralentir, hésiter et finalement se stabiliser en une position nette sur l'une des faces. Nous parviendrons à simuler cette attitude en faisant défiler d'abord très vite, puis de plus en plus lentement, les six chiffres du pavé afficheur, pour, en fin de compte, se bloquer sur l'un des six. Le suspense est garanti et parfaitement rendu.

En outre, pour augmenter le réalisme, notre dé pourra choisir de temps à autre une position supplémentaire, correspondant à un dé « cassé », c'est-à-dire invalide. Dans sa version électronique, l'afficheur simulant le dé restera en ce cas éteint,

incitant le joueur à tenter à nouveau sa chance.

Nous pouvons vous assurer la parfaite honnêteté du module électronique, nullement pipé et présentant, statistiquement parlant, toutes les sorties un nombre égal de fois après de nombreux jets. On pourra tout de même modifier le schéma de base pour une application particulière

## 1 LE SCHEMA ELECTRIQUE





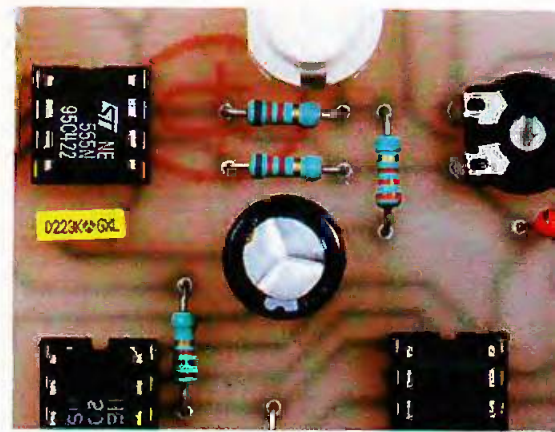
exigeant un nombre inférieur ou supérieur de chiffres.

## C - Analyse du schéma électronique

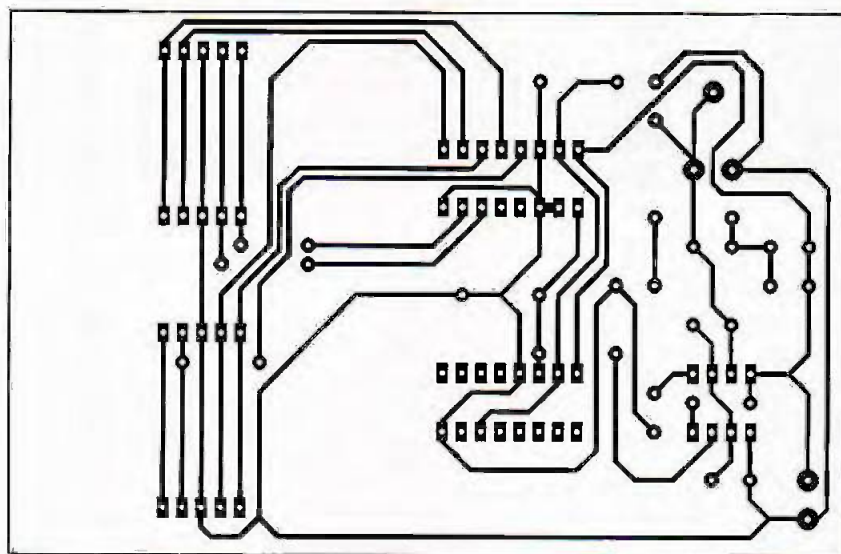
Il n'est guère compliqué et sera détaillé sur la **figure 1**. Pour animer les sept segments d'un afficheur classique, nous ferons appel au circuit intégré spécialisé CMOS, portant la référence 4033. Il cumule à la fois les fonctions de comptage et de décodage pour un bloc afficheur à cathodes communes seulement. Son entrée de comptage (*Clock*) se trouve sur la broche 1, qui ne réagira qu'aux fronts montants des créneaux présentés par le circuit oscillateur as-

table IC<sub>1</sub>, en l'occurrence un simple NE555. Les sept broches de sortie, repérées de A à G, du circuit IC<sub>3</sub> délivrent une logique positive de décodage et seront reliées directement, donc sans résistances, aux segments des anodes de l'afficheur. Ce circuit assure lui-même la limitation de courant. L'entrée LT (*lampe test*) n'étant pas utilisée est reliée au niveau bas, tout comme la broche 2 (*Clock Inhibit*) validant l'entrée de comptage.

Pour éviter de faire apparaître le chiffre 0, réservé ici pour un autre usage, il nous suffira de relier à la masse la broche 3 RBI (*Ripple Blanking In*), réservée pour ne pas afficher les zéros non significatifs. Les impulsions



LES TROIS CIRCUITS INTÉGRÉS DU MONTAGE.



2 LE CIRCUIT IMPRIMÉ.

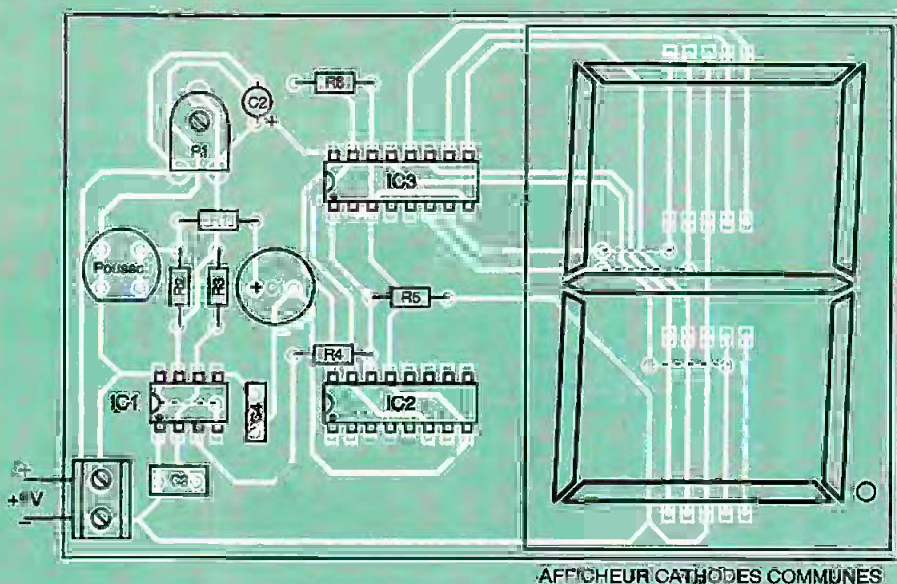
3 L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

de comptage proviennent du circuit astable 555. Le circuit IC<sub>1</sub> délivre donc sur sa sortie 3 à travers R<sub>4</sub> un signal périodique dont la fréquence dépend pour une part des composants R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et C<sub>3</sub>, mais aussi de la tension continue emmagasinée par le condensateur C<sub>2</sub> sur la broche 7.

A la mise sous tension du dé, le condensateur chimique C<sub>1</sub> se charge d'autant plus que la pression sur le poussoir *Start* est maintenue plus longtemps. Cela correspond à l'élan que l'on souhaite donner au dé ! Il en résulte une fréquence rapide au début, puis décroissant plus ou moins vite selon la position de l'ajustable P<sub>1</sub>. Finalement, les impulsions cessent totalement, pour ne plus commander les circuits placés en aval. Il reste pourtant un point à éclaircir : pour que le circuit IC<sub>3</sub> ne soit pas tenté d'afficher les chiffres 7, 8 et 9, il faut provoquer la remise à zéro, ou initialisation, du circuit compteur lorsque la septième impulsion se présente. Nous faisons encore appel au circuit compteur décimal CMOS 4017. Son entrée de comptage (broche 14) reçoit les mêmes impulsions que le circuit IC<sub>3</sub> et donnera un bref signal positif sur sa broche 6 lorsqu'il faudra initialiser le comptage de IC<sub>3</sub> et celui de IC<sub>2</sub> lui-même. On remarque encore que la résistance R<sub>6</sub> force à la masse les deux broches 15 de RAZ.

## D - Réalisation pratique

La taille relativement importante du circuit imprimé est en partie due à l'encombrement de l'afficheur géant utilisé ici. La hauteur des chiffres atteint la taille respectable de 58 mm. Un tel composant pourra se voir de très loin et offre une lisibilité exceptionnelle avec, en contrepartie, un prix relativement élevé. Rassurez-vous, on pourra trouver sur la pla-



AFFICHEUR CATHODES COMMUNES



quette imprimée les pastilles nécessaires à la mise en œuvre d'un afficheur de taille normale, toujours à cathodes communes. La figure 2 donne le tracé des pistes de cuivre à l'échelle 1. Nous vous recommandons l'utilisation de supports pour les trois circuits intégrés. Veillez à bien mettre en place les trois straps, tous cachés à la vue directe (sous IC<sub>1</sub> et sous l'afficheur). Une source continue de 9V fera l'affaire, et déjà une petite pile de 9V pourra animer votre dé si son utilisation n'est qu'épisodique.

Le poussoir prévu sur le circuit imprimé pourra être déplacé à distance et relié par deux fils ou, mieux encore, remplacé par une petite ampoule de mercure que l'on inclinera pour faire rouler le dé.

A vous de jouer à présent!

Guy ISABEL

### LISTE DES COMPOSANTS

#### Résistances

(toutes valeurs 1/4 W)

R<sub>1</sub> : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 8,2 kΩ (gris, rouge, rouge)

R<sub>4</sub> : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)

R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> : 18 kΩ (marron, gris, orange)

P<sub>1</sub> : ajustable horizontal  
1 MΩ

#### Condensateurs

C<sub>1</sub> : chimique vertical 220 μF/  
25 V

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

C<sub>3</sub> : plastique 470 nF

C<sub>4</sub> : plastique 22 nF

#### Semi-conducteurs

IC<sub>1</sub> : oscillateur astable  
NE555, DIL 8

IC<sub>2</sub> : compteur décimal CMOS  
4017

IC<sub>3</sub> : compteur-décodeur  
CMOS 4033

Afficheur 7 segments à  
cathodes communes  
(chiffres 12,7 ou 58 mm de  
hauteur)

#### Divers

Support à souder 8 broches  
2 supports à souder

16 broches

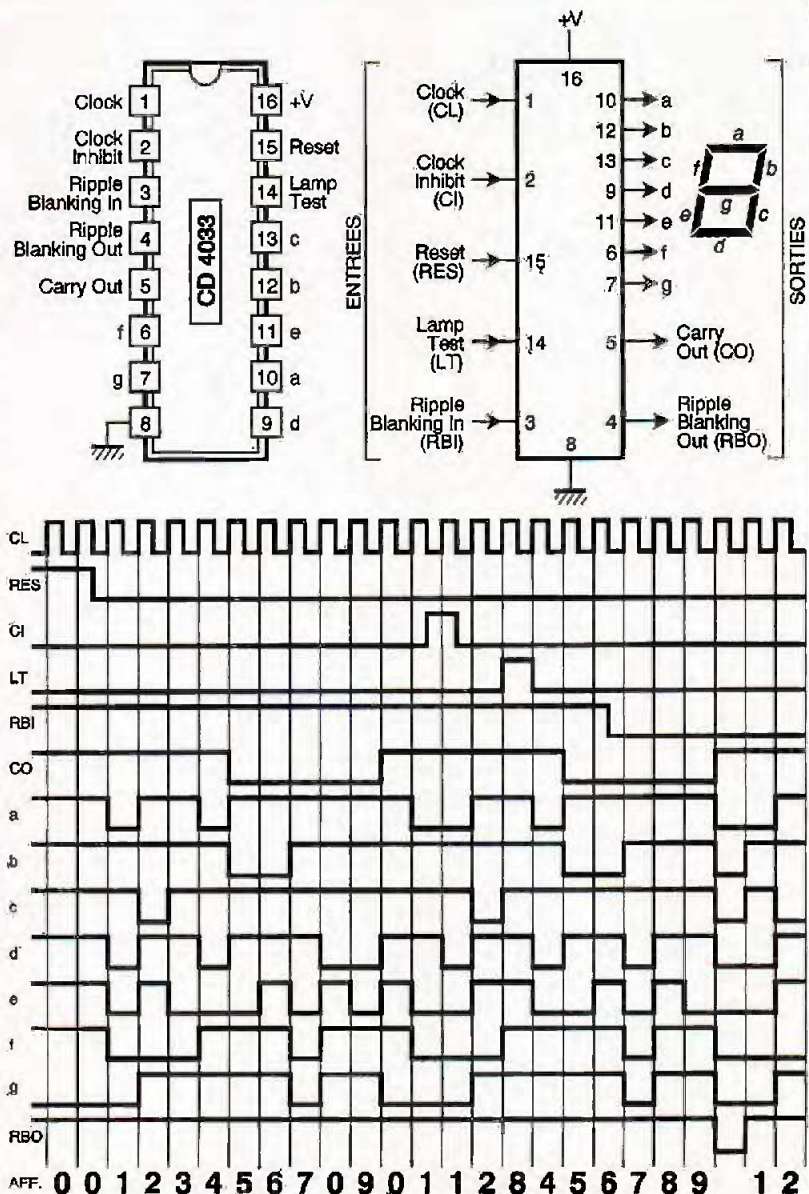
Poussoir sur CI

Bloc de 2 bornes visse-  
soudé

### Pour en savoir plus : LE CIRCUIT COMPTEUR DÉCODEUR CMOS 4033

Ce circuit assure à la fois le comptage et le décodage pour une visualisation sur un pavé afficheur 7 segments à cathodes communes. Il s'alimente comme les autres circuits CMOS sous une tension de 3 à 18V. Il est capable de fournir directement un courant de sortie par segment pouvant atteindre 20 mA sous une tension de 10V. La fréquence maximale de comptage peut atteindre 6 MHz. Une caractéristique importante de ce composant consiste à pouvoir effacer les zéros non significatifs en exploitant les bornes RBI et RBO.

Ce circuit est capable également de piloter un afficheur à cristaux liquides en veillant à appliquer un signal BF symétrique sur le commun de l'afficheur.







MESURES

# OSCILLOSCOPE DOUBLE TRACE 20 MHz SEFRAM: LE MODELE SI-5702

Rares sont, de nos jours, les amateurs ne possédant pas un oscilloscope ou tout au moins ne désirant pas en acquérir un. Ce qui les arrête le plus souvent, c'est le prix élevé des appareils ou, à l'inverse, la mauvaise qualité du matériel proposé à des prix bas.

Les fabricants, pour la plupart conscients de ce fait, proposent un ou deux modèles correspondant à cette commande : le SI-5702 de SEFRAM, commercialisé par la société Teral, fait partie de cette gamme plus particulièrement réservée à l'amateur exigeant ne voulant pas investir une part trop importante de son budget. Le 5702 est un oscilloscope double trace présentant une bande passante de 20 MHz, bande suffisamment élevée pour la plupart des mesures effectuées sur les maquettes conçues par l'amateur. L'appareil présente un aspect externe agréable et l'on remarque immédiatement le placement fonctionnel des commandes de la face avant. Rien n'a été omis, comme on peut en juger à la lecture des caractéristiques principales énumérées ci-dessous. Le tube cathodique est un modèle rectangulaire de 8 x 10 divisions, 1 division étant égale à 1 cm. Il dispose d'un graticule incorporé, ce qui diminue les risques d'erreurs de mesure dus à l'espace existant, comme on le rencontre sur certains appareils, entre la surface du tube et les graduations dessinées sur un second support. L'axe vertical dispose également de graduations, ce qui rend plus facile la mesure des temps de montée. La borne Calibration délivre une tension rectangulaire de 1 V crête à crête, de polarité positive et de



fréquence égale à deux fois celle du secteur. Ce signal sera utilisé pour le réglage de la compensation des sondes. Le réglage Intensity permettra le réglage de l'intensité des traces. Le réglage Focus ajuste la netteté afin d'obtenir des traces optimales. Le réglage Astig ne dispose pas de bouton sur la façade mais devra être réalisé à l'aide d'un petit tournevis. Cette fonction agit en concordance avec Focus et permet le réglage de la netteté. L'ajustage Trace Rota(tion) permet le réglage de l'inclinaison des traces par rapport à l'axe horizontal central. Cette inclinaison peut effectivement varier en fonction du champ magnétique terrestre. La borne de terre sera à utiliser lorsque l'on reliera une masse commune avec un autre appareil. Position verticale permet d'ajuster la position verticale des traces. En mode XY, cette commande sera utilisée pour régler la position verticale du spot. Les atténuateurs d'entrée volts/div possèdent une progression de 1-2-5, de 1 mV à 5 V. Le réglage fin variable, placé dans le centre des boutons de réglage des atténua-

teurs, permet un réglage continu de ces derniers entre 1 mV et 5 V, sans trous.

Le commutateur AC-GND-DC sélectionne le mode de liaison des entrées.

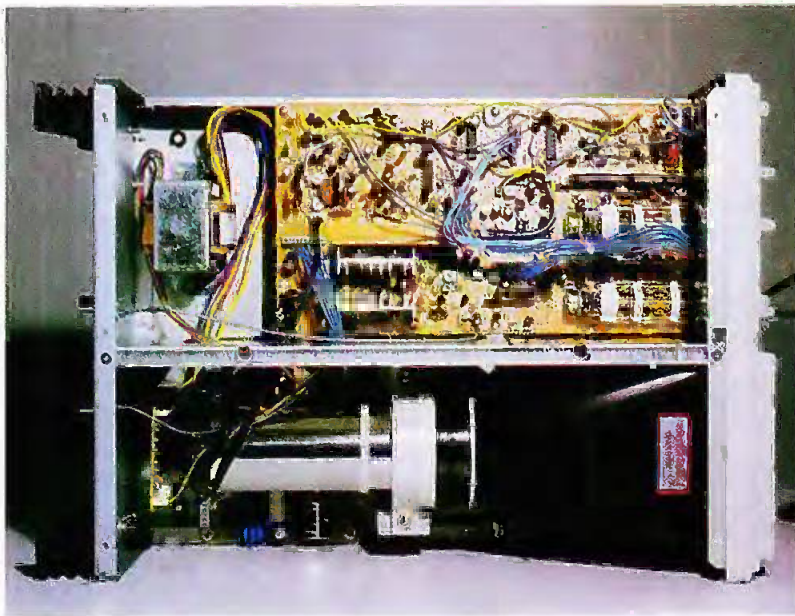
En mode AC, la fréquence de coupure basse - 3 dB sera alors de 10 Hz si l'on utilise une sonde 1:1 et 1 Hz si la sonde est un modèle 10:1 corrigée.

Les réglages BAL, situés à proximité des boutons de réglage des atténuateurs, permettent de régler l'équilibrage des voies 1 et 2. L'appareil est ajusté en usine, mais des variations de température peuvent provoquer des dérives. Il conviendra alors de procéder à ces réglages afin que les traces ne se déplacent pas de haut en bas lorsque les commandes volts/div sont manipulées.

La commande Vertical Modes permet de sélectionner le mode de fonctionnement de la déviation verticale :

- CH1 : le signal de la voie 1 est affiché à l'écran ;
- ALT : permet l'affichage alterné des deux voies à chaque balayage ;





#### VUE INTERNE DE L'APPAREIL

- CHOP : permet la commutation des deux voies à une fréquence de 250 kHz ;
- ADD : effectue la somme algébrique des signaux des voies 1 et 2 et l'affiche sur l'écran ;
- si la fonction CH2 INV est enclenchée, la trace obtenue sur l'écran sera la différence entre les signaux des voies 1 et 2 ;
- CH2 : le signal de la voie 2 est affiché sur l'écran ;
- Coupling : ce commutateur permet la sélection du signal de synchronisation ;
- AC : le positionnement du commutateur sur cette fonction permet l'élimination de la composante continue du signal de synchronisation appliqué au circuit de déclenchement ;
- TV-F : déclenchement de la base de temps par des signaux TV trames ;
- TV-L : déclenchement de la base de temps par des signaux TV lignes ;
- Source : ce commutateur permet de sélectionner la source du signal de synchronisation ;
- VERT : la source du signal de synchronisation est sélectionnée par le mode VERT ;
- CH1 : le signal d'entrée de la voie 1 est la source du signal de synchronisation ;
- CH2 : dans ce cas, c'est le signal d'entrée de la voie 2 qui devient la source du signal de synchronisation ;
- LINE : synchronisation sur la tension secteur ;
- EXT : c'est le signal appliqué sur l'entrée "EXT. TRIG." qui est alors le signal de synchro ;
- SLOPE : permet la sélection du front de déclenchement du signal

de synchronisation, soit sur un flanc montant, soit sur un front descendant ;

- TRIGGER LEVEL : réglage du seuil de synchronisation ; cet ajustage permet de déterminer en quel point du signal la base de temps sera déclenchée ;
- SWEEP TIME/DIV. : cette commande permet d'obtenir un réglage dans la progression 1-2-5 de la vitesse de balayage ; la commande variable permet d'obtenir des vitesses intermédiaires ;
- X10 MAG : cette commande permet l'expansion par 10 du balayage. Sur la face arrière de l'appareil sont disposés deux connecteurs BNC : l'un est la borne d'entrée de l'axe Z qui permet la modulation du faisceau d'électrons ; une tension positive diminue l'intensité de la trace. La modulation du faisceau est compatible avec un signal TTL. L'autre connecteur est la borne de sortie de la voie 1. Ce dernier permet de connecter un fréquencemètre à l'oscilloscope afin de procéder à des mesures sur la source connectée à la voie 1. Ce signal devra malgré tout posséder un niveau suffisant afin d'être exploitable. Un signal d'amplitude insuffisante sera « noyé » dans le bruit et les indications données par le fréquencemètre ne pourront être d'une précision suffisante.

### Les applications

Comme chacun sait, la fonction première d'un oscilloscope est de visualiser la forme des signaux appliqués sur ses entrées. On peut ainsi facilement mesurer la valeur d'une tension continue ou la fréquence d'un signal sinusoïdal ou carré, par exemple ; on peut également déter-

miner la valeur de la distorsion apportée à un signal par un amplificateur quelconque. Le SEFRAM SI-5702 peut également fonctionner comme un oscilloscope de type X-Y. Dans ce fonctionnement particulier, le signal appliqué sur l'entrée de la voie 1 provoque une élongation verticale et celui appliqué sur la voie 2 provoque une élongation horizontale. On obtient ainsi des figures de Lissajous qui permettent de déterminer le déphasage et le rapport de fréquence entre deux signaux. Pour une mesure de phase, par exemple, on procédera de la façon suivante :

- 1° un signal sinusoïdal de niveau correct est appliqué au circuit à tester, l'amplitude correcte étant celle ne provoquant pas d'écrtage en sortie du circuit ;
- 2° la sonde du canal CH1 est connectée en sortie du montage à tester ;
- 3° l'oscilloscope étant configuré en mode X-Y, la sonde du canal CH2 prélève le signal présent à l'entrée du circuit ;
- 4° le gain des deux voies est réglé de manière à obtenir un diagramme de dimensions correctes.

On peut constater que les graphiques permettent de déterminer la déformation d'amplitude et la différence de phase existant entre le signal d'entrée et le signal de sortie. De la même manière, il est possible de déterminer facilement le rapport entre les fréquences de deux signaux appliqués sur les entrées CH1 et CH2 de l'oscilloscope toujours configuré en mode X-Y. Deux sondes sont livrées avec l'oscilloscope, ce qui est une bonne surprise. En effet, ces dernières sont de plus en plus rarement livrées avec l'appareil et doivent être achetées séparément, ce qui en augmente sensiblement le prix. Des fusibles de rechange sont également livrés avec l'oscilloscope. En conclusion, le SEFRAM SI-5702 est un bon appareil qui remplira ses fonctions très correctement. L'amateur sera charmé par son esthétique sobre et fonctionnelle et par la facilité d'utilisation de l'appareil. Son prix très abordable (2990 F TTC) en augmente l'attrait et nous sommes convaincus que cet oscilloscope comblera de bonheur l'amateur souhaitant équiper son laboratoire à peu de frais, en disposant des mêmes performances rencontrées sur des appareils bien plus onéreux.

**P. OGUIC**





# CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES FICHE TECHNIQUE N° 78 CD 4522/4526

Parmi les compteurs disponibles sur le marché, les CD 4522/4526 ont été conçus spécialement pour assurer la fonction de « décomptage ». Grâce à leurs entrées de prépositionnement, ils sont également programmables. Il en résulte toute une série d'applications et notamment dans le domaine de la division des fréquences.

## I - Caractéristiques générales

Alimentation : 3 à 18V.  
Consommation très faible : quelques microampères.  
Débit limité sur les sorties à une dizaine de milliampères.  
Possibilités de prépositionnement.  
Elargissement de la capacité par regroupement de plusieurs de ces compteurs.  
Sortie S<sub>0</sub> décodée et accessible.  
CD 4522 : 4 bits, 10 positions, logique BCD (décimal codé binaire).  
CD 4526 : 4 bits, 16 positions, binaire.

## II - Brochage (fig. 1)

Le circuit comporte 16 broches disposées « dual in line » (deux rangées de 8).

La broche 16 correspond au « plus » tandis que la broche 8 est à relier au « moins » de l'alimentation.

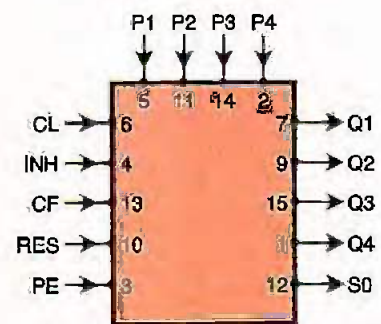
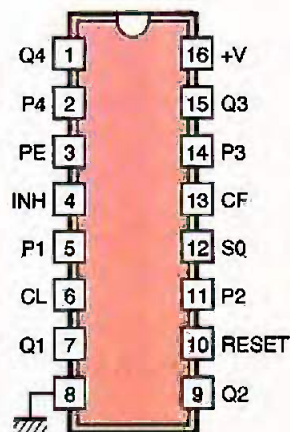
Les signaux faisant avancer le compteur sont à introduire sur l'entrée « Clock » (broche 6). La broche 4 « Inhibit » permet la neutralisation du compteur. La broche 13 « Cascade Feedback » est une entrée destinée à être utilisée en cas de groupage avec un autre compteur. L'entrée « Reset » (broche 10) sert à la remise à zéro du compteur.

La fonction de prépositionnement est commandée par l'intermédiaire de la broche 3 : « Preset Enable ».

## III - Fonctionnement (fig. 2)

Lorsque les entrées « Inhibit », « Preset Enable » et « Reset » sont soumises simultanément à un état bas, le compteur décompte au rythme des fronts positifs des créneaux de comptage présentés sur l'entrée « Clock ».

S'agissant du CD 4522, le compteur décompte de 9 à 0, puis se repositionne sur 9 et ainsi de suite. Quant au CD 4526, il décompte selon le même principe de la position 15 à 0. Les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> occupent pour



### 1 LE BROCHAGE

Le compteur comporte en outre quatre entrées de prépositionnement P<sub>1</sub> à P<sub>4</sub> correspondant respectivement aux broches 5, 11, 14 et 2. Quant aux sorties, on note les quatre sorties binaires correspondant aux 4 bits Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> accessibles par l'intermédiaire des broches 7, 9, 15 et 1. Enfin, une sortie S<sub>0</sub> correspond à la broche 12.

### 2 LE FONCTIONNEMENT

chaque position particulière des états logiques conformes aux règles du comptage binaire ou BCD. La sortie S<sub>0</sub> ne présente un état haut que dans le cas particulier où le compteur occupe effectivement la position zéro et que l'entrée « Cascade Feedback » se trouve reliée à un état haut. Si l'une ou l'autre de ces deux conditions (ou les deux simul-



tanément) n'est pas réunie, la sortie S<sub>0</sub> présente un état bas.

Si l'on relie l'entrée « Inhibit » à un état haut, le comptage est neutralisé même si l'on présente sur l'entrée « Clock » des fronts montants.

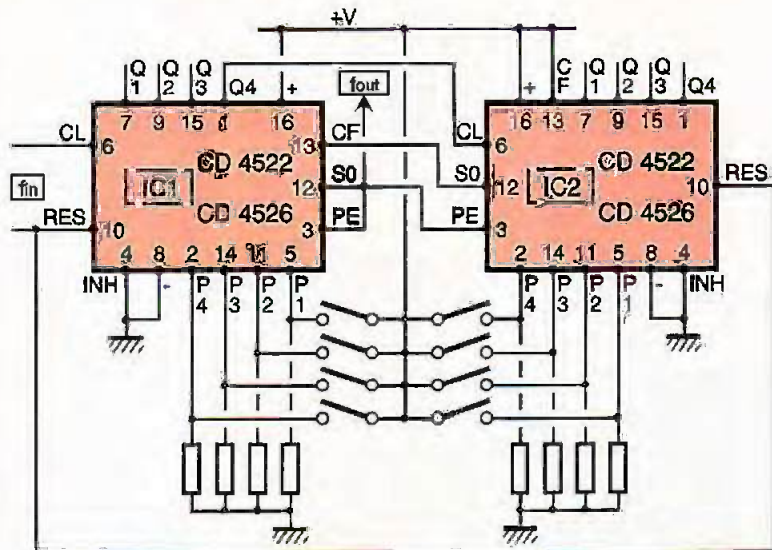
Lorsqu'on soumet l'entrée « Clock » à un état haut permanent, le compteur décompte au rythme des fronts descendants présentés sur l'entrée « Inhibit ».

Dès que l'on relie l'entrée « Reset » à un état haut, même bref, le compteur se trouve remis à zéro, quels que soient les niveaux logiques auxquels sont soumises les autres entrées.

Enfin, toute soumission, même brève, de l'entrée « Preset Enable » à un état haut a pour effet immédiat le prépositionnement du compteur. Cela se concrétise par le fait que les sorties Q<sub>1</sub> à Q<sub>4</sub> épousent les mêmes niveaux logiques que les entrées de prépositionnement P<sub>1</sub> à P<sub>4</sub> respectives.

#### IV - Utilisation

La figure 3 indique un exemple de regroupement de deux CD 4522/4526 pour constituer un diviseur de fréquence.



En utilisant, par exemple, deux CD 4526, on obtient sur la sortie S<sub>0</sub> de IC<sub>1</sub> des impulsions positives dont la fréquence se trouve divisée par un nombre « N », par rapport à celle que l'on présente sur l'entrée « Clock » de IC<sub>1</sub>.

Le nombre « N » peut être programmé à volonté par les huit interrupteurs de programmation déterminant les niveaux logiques appliqués aux entrées de prépositionnement.

#### 3 UN DIVISEUR DE FREQUENCES.

Si « n<sub>1</sub> » est la division apportée par IC<sub>1</sub> (0 < n<sub>1</sub> ≤ 15) et « n<sub>2</sub> » celle qui est propre à IC<sub>2</sub> (0 < n<sub>2</sub> ≤ 15), le nombre « N » est le résultat de la relation :

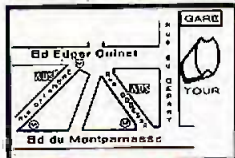
$$N = 16 \cdot n_2 + n_1$$

NOUVEAU !!! MINTEL A ACCES GRATUIT POUR CONSULTER NOTRE STOCK OU PASSER UNE COMMANDE.



**MONTPARNASSE**  
16, rue d'Odessa 75014 PARIS  
Tél : 43 21 56 94  
Fax : 43 21 97 75

#### MONTPARNASSE



Métro Montparnasse  
Edgar Quinet ou Vavin

#### PROMOTION PAR QUANTITE SUR NOMBREUSES REFERENCES CIRCUITS INTEGRES

dans la limite des stocks

remise 20% sur les kits DIAMANTS

#### VOS CIRCUITS IMPRIMES D'APRES FILM POSITIF

gravure, perçage, étamage

simple face 65 F le dm<sup>2</sup>

double face 100 F le dm<sup>2</sup>

Ouvert du mardi au samedi de 10 h à 13 h et de 14 h à 19 h

Service expédition rapide COLISSIMO Règlement à la commande : forfait de port 35 F. Contre-remboursement COLISSIMO : Forfait 80 F

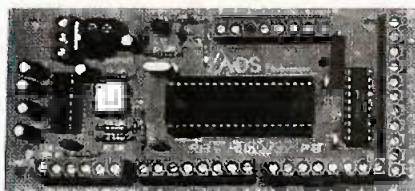
Prix et caractéristiques donnés à titre indicatif pouvant être modifiés sans préavis. Les produits actifs ne sont ni repris ni échangés. Administrations et sociétés acceptées, veuillez vous renseigner pour les modalités.

LOGIQUE TTL CIRCUITS LINEAIRES CMOS SERIE 4000 MICRO ET PERIPHERIQUES

TRANSISTORS Thyristors Triacs Diodes COMPOSANTS MINIATURE DE SURFACE OPTO ET RELAIS

LES KITS ET MODULES KEMO - Kits DIAMANT - OK Kits : Kitplus - Kitchoc - Pratikit

Kits Velleman - Kits Sales - Modules Ceбек



#### EXCEPTIONNEL CARTE ADS 232 EN KIT

Cette carte branchée sur une liaison série et avec n'importe quel logiciel de communication série permet à votre ordinateur de communiquer avec l'extérieur et cela sans savoir programmer.

Avec cette carte vous pouvez transformer votre ordinateur en appareil de mesure et de commande universel, multimètre, ohmètre, fréquencemètre, système d'alarme, thermomètre, capacimètre ou commander une machine outil, l'utiliser en domotique, etc.

Livré avec schéma, disquette de démonstration et logiciel de communication sous DOS

EXCLUSIF 1390 F  
RÉVENDEURS NOUS CONSULTER

#### PROMOTION

LECTEUR DE DISQUETTE 3.5 POUCES SIMPLE FACE

L'UNITE 60 F  
LES 10 PIECES

500 F

DISPONIBLE KIT CH 102 LECTEUR/COPIEUR DE 68705 P3 AUTONOME



permet de RELIRE les programmes d'un 68705 P3 et de programmer un 68705 P3 vierge. La sauvegarde du programme est possible grâce à sa liaison RS 232. PRESSEZ-VOUS. livré avec disquette

490 F

NOUVEAU !!! MINTEL A ACCES GRATUIT AU 43 20 20 20 A LA TARIFICATION TELEPHONIQUE NORMALE

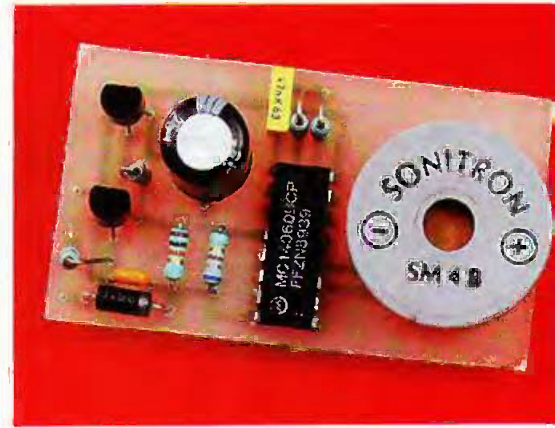


# ANTI-oublI POUR CLIGNOTANT

**Oublier son clignotant après avoir effectué une manœuvre est arrivé au moins une fois à chacun d'entre nous. Les raisons en sont multiples, de l'oubli pur et simple au non-fonctionnement du dispositif de retour automatique faute d'un débattement suffisant du volant. Un cocktail de composants très classiques va nous permettre de réaliser un avertisseur anti-oubli inédit.**

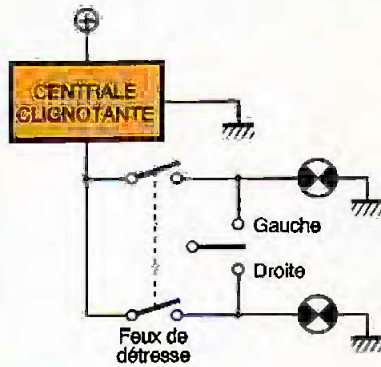
Imaginons une autoroute en plein mois d'août, il fait chaud, vous roulez les vitres grandes ouvertes. Vous circulez sur la file de droite et, quelques kilomètres plus tôt, vous avez dépassé un camion. Dans votre rétroviseur, un véhicule visiblement décidé à vous doubler vous fait des appels de phare avec insistance. Passé le cortège d'injures qui vous traverse l'esprit à son encontre ! vous vous apercevez qu'effectivement ce conducteur est en droit de se poser des questions quant à vos intentions de conduite pour les kilomètres à venir. Cela fait au moins 10 minutes que votre clignotant gauche est allumé (depuis votre dernier dépassement), et la chaleur, le bruit et la fatigue aidant, vous n'avez ni vu ni entendu l'indicateur de votre tableau de bord vous rappeler désespérément à l'ordre. Les exemples de ce type sont nombreux et les causes également. La majorité des véhicules est équipée d'un dispositif de retour automa-

tique des « indicateurs de changement de direction », nom savant de nos vulgaires clignotants ! Ce dispositif purement mécanique est constitué d'un doigt solidaire de la manette de commande et d'un disque à bossages entraîné par le volant. Lorsque le volant a effectué une certaine fraction de sa rotation, il chasse, par l'intermédiaire du disque, la manette vers sa position de repos. Pour que tout cela fonctionne, il faut un débattement suffisant du volant après l'enclenche-

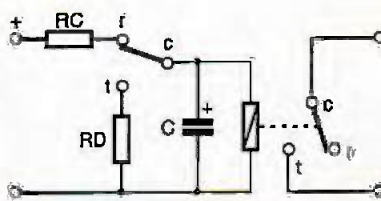


ment du clignotant, ce qui n'est pas le cas lors d'un dépassement. Certains véhicules sont purement et simplement privés de ce dispositif, d'autres souffrent d'une fragilité chronique de cette sécurité. Ce montage original nous mettra définitivement à l'abri de ce type de mésaventures auquel chacun d'entre nous a été confronté régulièrement comme victime ou comme « coupable ». Avant de décrire ce montage, nous allons auparavant étudier le fonctionnement électrique d'un clignotant de véhicule.

La **figure 1** en représente le schéma classique et quasiment universel. Une centrale clignotante prend en charge l'ensemble des fonctions. Présentée sous l'aspect d'un simple relais automobile à trois bornes seulement, cette centrale intègre non seulement un oscillateur, mais également un détecteur de courant. Lorsque l'on actionne la manette dans un sens ou dans l'autre, on relie, à travers les ampoules de clignotants, la borne « L » ou « C » de la centrale à la masse. Cet appel de courant, détecté par un shunt, entraîne la mise en route de l'oscillateur. Autrefois, l'oscillateur était réalisé à l'aide d'un simple relais associé à un réseau RC. La **figure 2** nous en

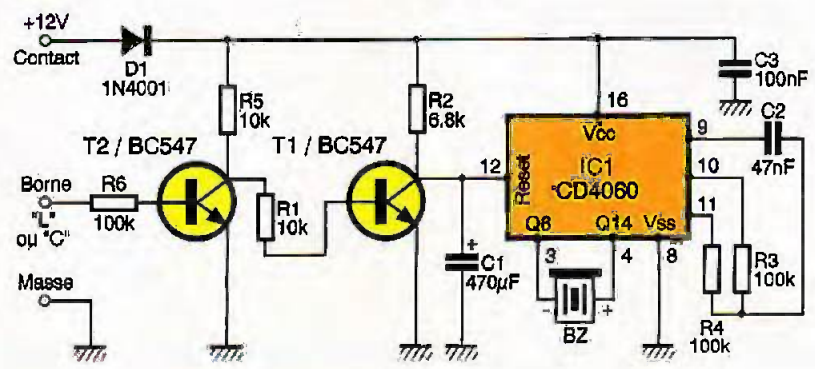


**1 L'INSTALLATION DANS LE VEHICULE.**



**2 OSCILLATEUR CLASSIQUE.**

**3 LE SCHEMA DE PRINCIPE.**





montre un exemple. La bobine d'un relais à deux contacts est reliée à un condensateur de forte valeur qui se charge à travers une résistance prise en série avec un contact repos du relais.

Lorsque la tension aux bornes du condensateur atteint la tension de collage de la bobine, le relais s'enclenche. Par l'intermédiaire de la résistance RD, en série avec le contact travail, le condensateur se décharge alors. Le relais retombe et le cycle reprend. Le second contact est utilisé pour commander les ampoules. Un choix judicieux des valeurs des deux résistances assure des temps de collage et de décollage identiques. Ce montage est désormais abandonné car il nécessite un câblage électrique important et un condensateur de forte valeur forcément encombrant. Aujourd'hui, ce sont des circuits intégrés spécialisés qui équipent nos véhicules. La centrale clignotante comporte trois ou quatre bornes selon les modèles. Deux d'entre elles sont dédiées à l'alimentation 12 V prise après le contact généralement. Le commutateur des feux de détresse se charge d'alimenter la centrale dans ce cas particulier. Sur la borne marquée «L» ou «C», l'on trouve la tension pulsée commune aux deux séries d'ampoules et aux indicateurs lumineux du tableau de bord.

## Principe

Le schéma de principe de ce montage est représenté en **figure 3**. Au repos, un oscillateur-compteur IC<sub>1</sub> à 14 bits est bloqué par son entrée «reset». Ces sorties Q<sub>6</sub> et Q<sub>14</sub> sont donc à zéro et le buzzer ne peut fonctionner. Le transistor T<sub>1</sub> est, quant à lui, bloqué et le condensateur C<sub>1</sub> connecté à ses bornes est donc chargé à la tension d'alimentation. T<sub>2</sub>, relié à la sortie «L» ou «C», est saturé, assurant par là même le blocage de T<sub>1</sub>. Nous avons vu plus haut que la centrale intègre un détecteur de courant. Cela explique que nous trouvons sur cette borne une tension médiane de 6 V au repos. Lorsque l'on actionne le clignotant gauche ou droit, cette tension passe alors alternativement de l'état haut à l'état bas. T<sub>2</sub> inverse ces battements et provoque la décharge rapide de C<sub>1</sub> qui, associé à R<sub>2</sub>, constitue un monostable redéclenchable. Compte tenu de la fréquence de clignotement, C<sub>1</sub> n'a pas le temps de se recharger entre deux allumages d'ampoules. La valeur moyenne de la tension à ses bornes est donc nul-

le et l'entrée «reset» de IC<sub>1</sub> est donc à l'état bas. Ce dernier oscille donc au rythme imposé par R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> et C<sub>2</sub>. Q<sub>6</sub> change donc régulièrement d'état (64 fois moins vite que l'horloge) mais le buzzer ne peut retentir tant que Q<sub>14</sub> n'est pas à l'état haut. Au bout d'une minute environ, Q<sub>14</sub> change d'état et Bz peut à son tour se manifester par un son pulsé au rythme de Q<sub>6</sub>. En stoppant le clignotant, C<sub>1</sub> aura le temps de se charger totalement, bloquant de la sorte IC<sub>1</sub>. La diode D<sub>1</sub> protège le montage contre une inversion de la polarité, C<sub>3</sub> filtre l'alimentation.

Si l'on souhaite réduire la durée de mise en route du buzzer, il est possible de diminuer la valeur de C<sub>2</sub> de façon à freiner l'oscillateur.

## Réalisation

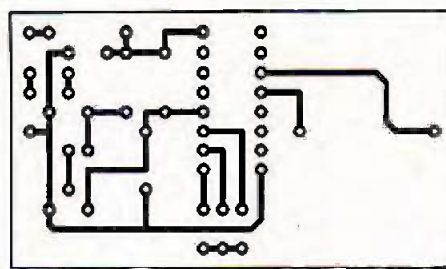
La **figure 4** montre le circuit imprimé de cette réalisation et la **figure 5** son implantation. Rien de particulier à signaler concernant le câblage et le montage. Le buzzer est un modèle à électronique intégrée. Le type de coffret importe peu et sa fixation sous le tableau de bord sera effectuée solidement. Une ouverture sera sans doute nécessaire pour ne pas étouffer le son produit par notre avertisseur.

Le raccordement sur la centrale clignotante pourra se faire en «repiquant» directement les trois câbles sur les cosses du support de relais. Ces cosses sont en général repérées +, - et L ou C. Une quatrième cosse existe parfois, elle ne nous servira pas.

Ce montage simple et original sera d'une utilité certaine pour les étourdis et les autres !

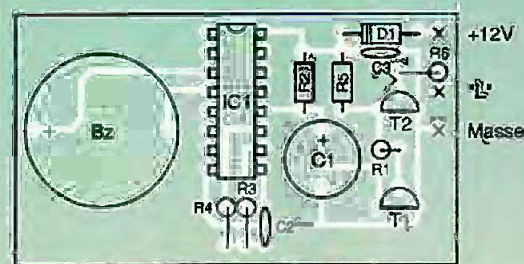
Notons que la majorité des motos peut également être équipée de ce dispositif, même si la batterie est en 6 V. Lorsque l'on sait qu'une minorité d'entre elles est équipée d'un retour automatique, cette possibilité prend toute son importance !

Claude GALLES



4

LE CIRCUIT IMPRIMÉ



5

L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

## NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

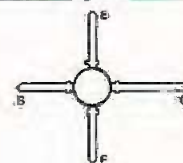
R<sub>1</sub>, R<sub>5</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>2</sub> : 6,8 kΩ (vert, gris, rouge)  
 R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>6</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)  
 C<sub>1</sub> : 470 μF/16 V  
 C<sub>2</sub> : 47 nF  
 C<sub>3</sub> : 100 nF  
 D<sub>1</sub> : 1N4001  
 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : BC547  
 IC<sub>1</sub> : CD 4060  
 BZ : Sonitron SM4B Coffret

## LE BFG 90A

Le BFG 90A est un transistor bipolaire NPN à quatre broches dont deux pour l'émetteur en boîtier SOT 103. Il a été prévu pour les applications en amplification large bande, MATV, CATV jusqu'à 5 GHz.

### Caractéristiques principales

Courant collecteur max. : 25 mA.  
 Puissance dissipée totale : 300 mW.



Gain en courant : 40 à 90 pour V<sub>CE</sub> = 10 V et I<sub>C</sub> = 14 mA.

Fréquence de transition : 5 GHz pour I<sub>C</sub> = 14 mA et V<sub>CE</sub> = 10 V.

Gain max. : 19 dB à 800 MHz.

Figure de bruit : 2,4 dB à 800 MHz.





DOMOTIQUE

# UN ECLAIRAGE 12 V AVEC UNE LAMPE A ECLAT

Grâce à la persistance rétinienne, un tube à éclat dont le déclenchement périodique se réalise à une fréquence convenable peut procurer un éclairage tout à fait convenable. C'est sur ce principe que repose le présent montage, qui peut par ailleurs être également utilisé comme balise de détresse. Il suffit pour cela de régler la fréquence de production des éclats à une valeur plus faible.

## I - Le principe

La haute tension nécessaire à l'alimentation du tube à éclat est produite par un hacheur qui délivre des créneaux à une fréquence de 50 Hz. Après amplification, ces derniers attaquent les enroulements basse tension d'un transformateur élévateur de potentiel. Le potentiel ainsi obtenu est redressé et filtré; il se caractérise par une valeur de plus de 300 V. Des condensateurs de puissance se chargent progressivement à travers une résistance. Si le niveau suffisant de potentiel est atteint, un thyristor alimente la self de déclenchement qui est à la base de l'éclat dans le tube.

## II - Le fonctionnement (fig. 1 et 2)

### a) Alimentation

L'énergie peut être fournie par une batterie 12 V. La diode de puissance  $D_7$  fait office de détrompeur, tandis que la capacité  $C_1$  découple cette alimentation très simple du montage

lui-même. La consommation est de 1,8 à 2 A, ce qui correspond à une puissance de l'ordre de 20 W.

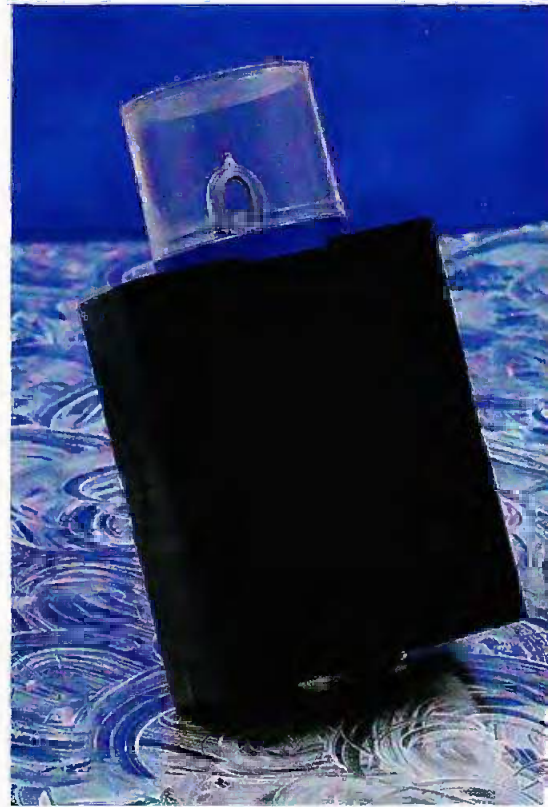
### b) Base de temps

Les portes NAND I et II forment un multivibrateur astable. Il génère des créneaux de forme carrée dont la période dépend essentiellement des valeurs de  $R_4$  et de  $C_2$ . Dans le cas présent, cette période est de 20 millisecondes, ce qui correspond à une fréquence de 50 Hz. La porte NAND IV inverse les créneaux produits par le multivibrateur. On observe ainsi une opposition de phase entre la sortie de la porte II et celle de la porte IV.

### c) Génération de la haute tension

Les transistors  $T_1$ ,  $T_3$  et  $T_5$  constituent un Darlington de puissance. Il en est de même en ce qui concerne les transistors  $T_2$ ,  $T_4$  et  $T_6$ . Un tel type de montage réalise une très forte amplification du courant. Ainsi, lorsque la sortie de la porte NAND IV présente un état haut, un courant assez intense circule dans un sens donné dans l'un des enroulements basse tension du transformateur. Lors de la demi-alternance suivante, c'est la sortie de la porte NAND II qui est à l'état haut. Il en résulte un courant dans l'autre enroulement basse tension; ce courant est en sens contraire par rapport au précédent.

Sur le primaire, on recueille alors un courant alternatif, pas très sinusoïdal il est vrai, mais dont l'amplitude est relativement forte:  $\pm 300$  à 350 V. Le pont de diodes  $D_1$  à  $D_4$  redresse les deux alternances. Sur la polarité positive de ce pont, on dispose alors d'un potentiel continu assez fortement ondulé, dont les maxima atteignent une valeur de plus de 300 V. Par l'intermédiaire de  $D_5$  et de  $R_{12}$ , les capacités  $C_4$ ,  $C_5$  et  $C_6$  sont chargées. C'est cette réserve d'énergie qui alimente périodiquement le tube à éclat. De même, par  $D_6$  et  $R_8$ , il se produit également la charge périodique de  $C_7$  dont la réserve d'énergie servira à la commande des déclenchements du tube à éclat. Les résistances  $R_2$  et  $R_3$  déchargent les capacités précédemment évoquées. Cette précaution évite de



ressentir de désagréables secousses si l'on venait à toucher par inadvertance les armatures, une fois le montage débranché de son alimentation.

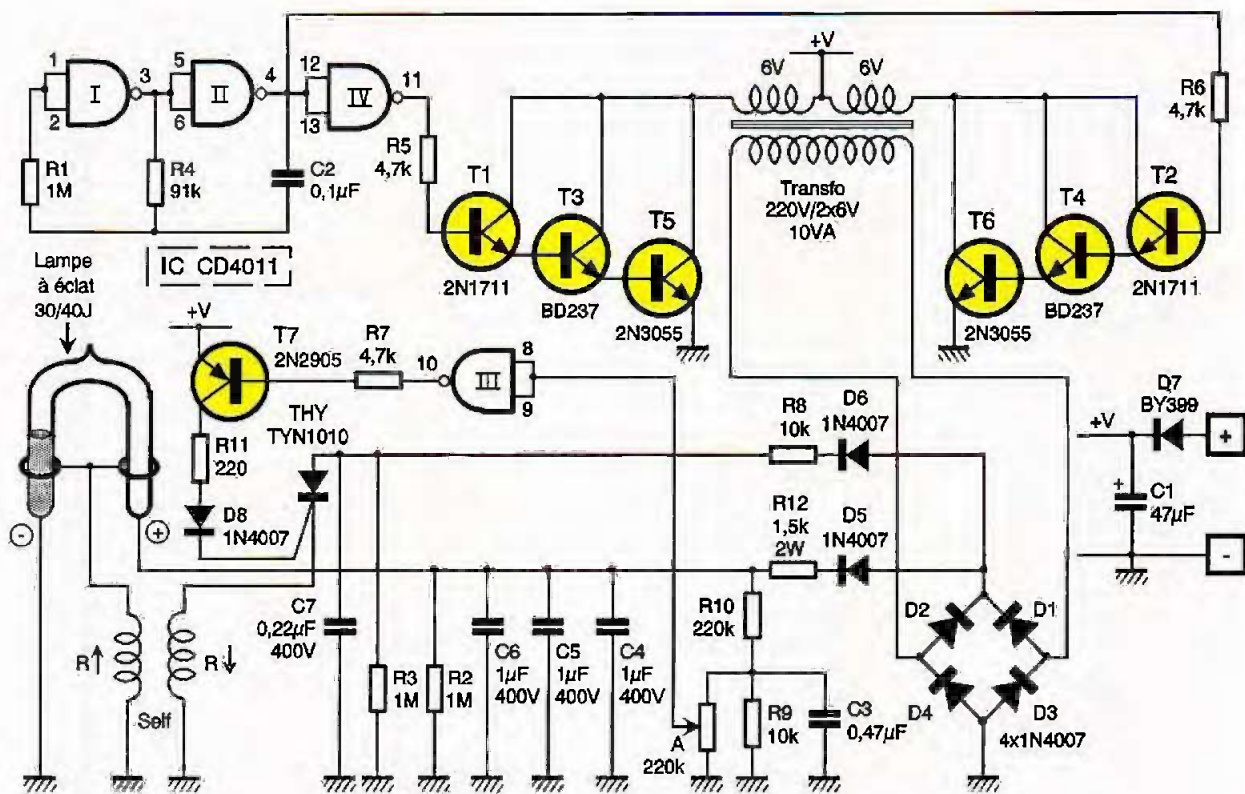
### d) Commande des déclenchements

Les résistances  $R_9$  et  $R_{10}$  forment un pont diviseur de tension. Aux bornes de  $R_9$  et grâce au curseur de l'ajustable A, il est possible de prélever une fraction de 0 à 5 % du potentiel disponible sur les armatures positives des capacités  $C_4$ ,  $C_5$  et  $C_6$ . Lorsque cette fraction atteint une valeur correspondant à la dernière tension d'alimentation, c'est-à-dire environ 6 V, la porte NAND III bascule. Sa sortie passe alors de l'état haut vers l'état bas. La fréquence de ces basculements augmente si le pourcentage du potentiel prélevé par le curseur de l'ajustable augmente. C'est d'ailleurs suivant ce principe que l'on réglera la périodicité des déclenchements à la valeur désirée.

### e) Déclenchements

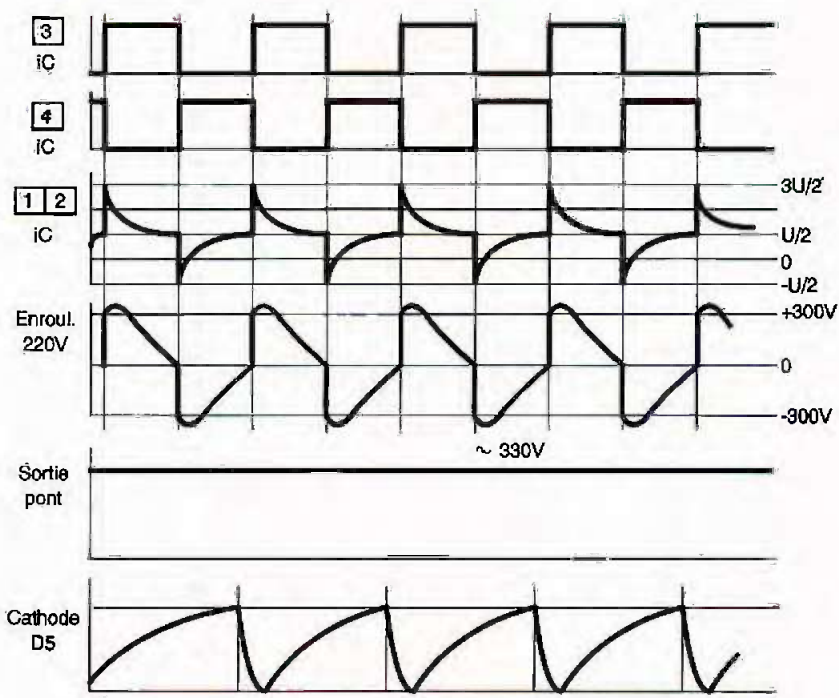
Dès que la sortie de la porte NAND III présente un état bas, le transistor PNP





**1 LE SCHEMA DE PRINCIPES**

**2 LA FORME DES SIGNAUX EN DIFFERENTS POINTS DU MONTAGE**



T<sub>7</sub> se met à conduire. En particulier, et par l'intermédiaire de R<sub>11</sub> et de D<sub>8</sub>, un courant circule à travers la jonction gâchette-cathode du thyristor de commande. Ce dernier devient alors conducteur et la capacité C<sub>7</sub> se décharge brutalement dans l'un des enroulements de la self de déclenchement. Dès que la capacité C<sub>7</sub> est déchargée, c'est-à-dire en moins de quelques millisecondes, le thyristor

se bloque à nouveau, ce qui permet à C<sub>7</sub> de se recharger afin d'être prête pour le déclenchement suivant. L'enroulement de commande de la self de déclenchement se caractérise par un nombre de spires sensiblement plus faible que l'enroulement d'utilisation. La self réalise une très forte élévation du potentiel. En particulier, entre l'armature de déclenchement et le « moins » du tube

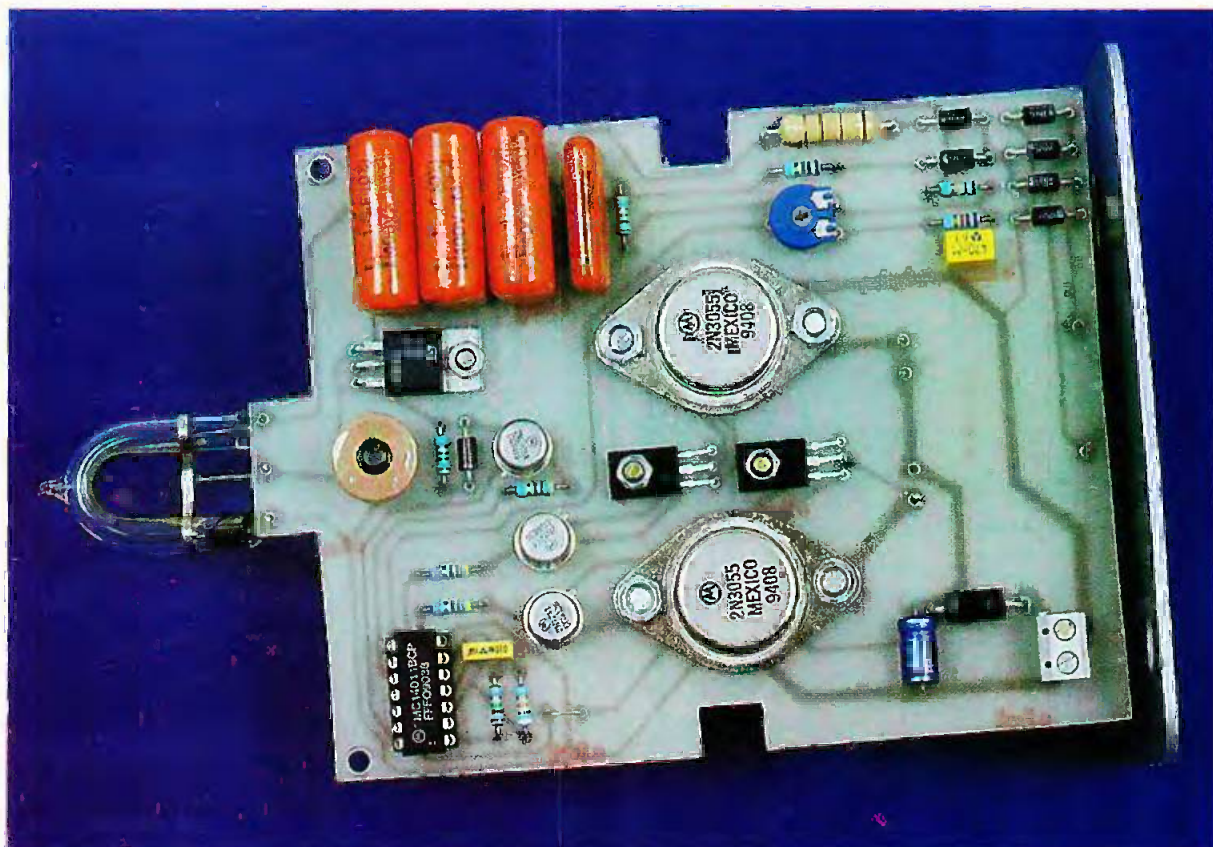
à éclat, on enregistre ponctuellement un potentiel de l'ordre de plusieurs kilovolts qui est à la base de l'amorçage du tube. Les capacités C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> et C<sub>6</sub> restituent alors brusquement toute leur énergie et se rechargent après l'émission de l'éclat pour un nouveau cycle.

**III - La réalisation**

**a) Circuit imprimé (fig. 3)**  
La réalisation du circuit imprimé appelle peu de remarques. A noter cependant la nécessité de prévoir une largeur suffisante des pistes acheminant le courant basse tension au Darlington et aux enroulements du transformateur.  
Après gravure du circuit dans un bain de perchlore de fer, le module sera soigneusement rincé dans l'eau tiède. Par la suite, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir par la suite afin de les adapter aux connexions des composants davantage volumineux.

**b) Implantation des composants (fig. 4)**  
On débutera par la mise en place de l'unique strap de liaison. Ensuite, ce sera le tour des résistances, des diodes, de l'ajustable et du support du circuit intégré. On terminera par les composants les plus volumineux. Les transistors 2N3055 seront fixés à l'aide de vis de 4 mm de diamètre, assurant la liaison électrique avec le





**LA PLATINE PRINCIPALE SUR LAQUELLE REPOSE TOUS LES ELEMENTS.**

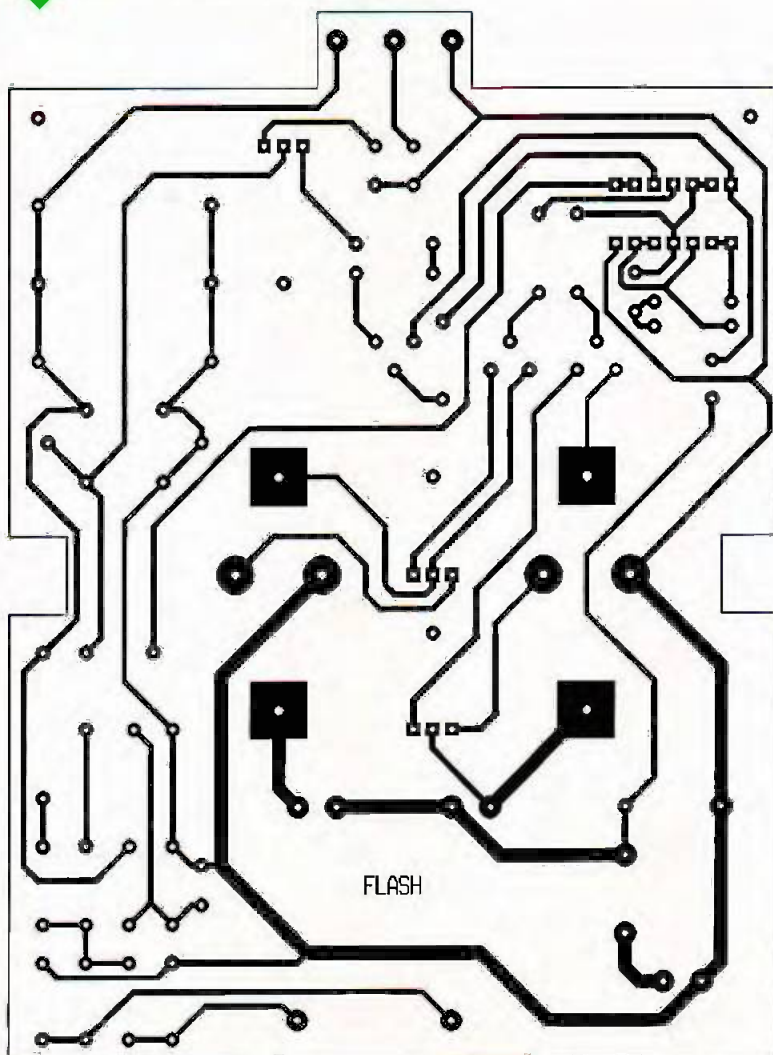
**3 LE CIRCUIT IMPRIME.**

module. On obtiendra un meilleur contact en étamant auparavant les pastilles carrées prévues à cet effet. Le transformateur sera soudé côté cuivre.

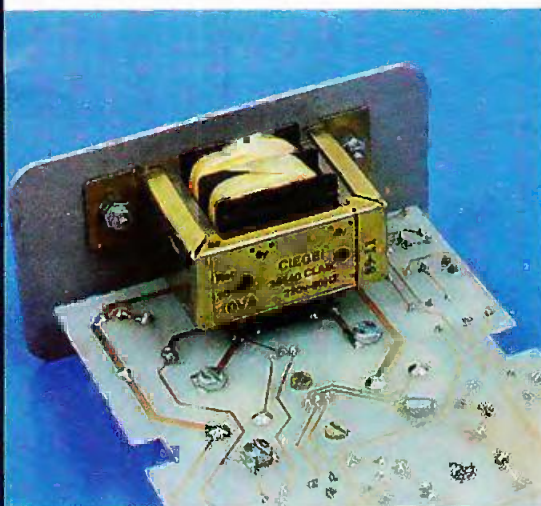
La self de déclenchement doit être orientée dans le bon sens ; pour cela, il est nécessaire auparavant de bien repérer les enroulements basse et haute tension. Dans la pratique, il suffira de mesurer la résistance ohmique de ces enroulements. La résistance la plus faible correspond à l'enroulement comportant le nombre de spires le moins élevé. C'est cet enroulement qu'il convient de relier au thyristor de commande. Attention également à l'orientation correcte des autres composants polarisés tels que les diodes, la capacité C<sub>1</sub> et le circuit intégré. Le montage ne nécessite aucune mise au point particulière si ce n'est le réglage de la fréquence des déclenchements. Cette dernière augmente si l'on tourne le curseur de l'ajustable A dans le sens horaire.

L'ajustable peut éventuellement être remplacé par un potentiomètre accessible de la surface de la face avant du boîtier suivant l'utilisation envisagée du montage.

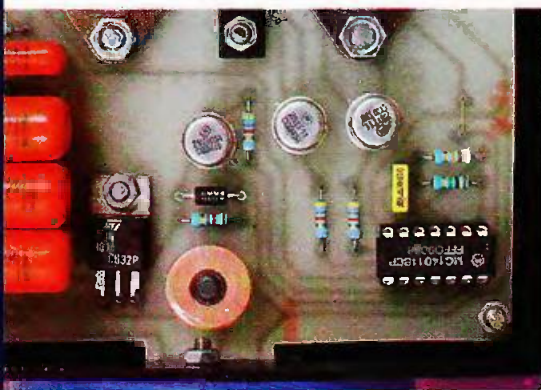
**Robert KNOERR**



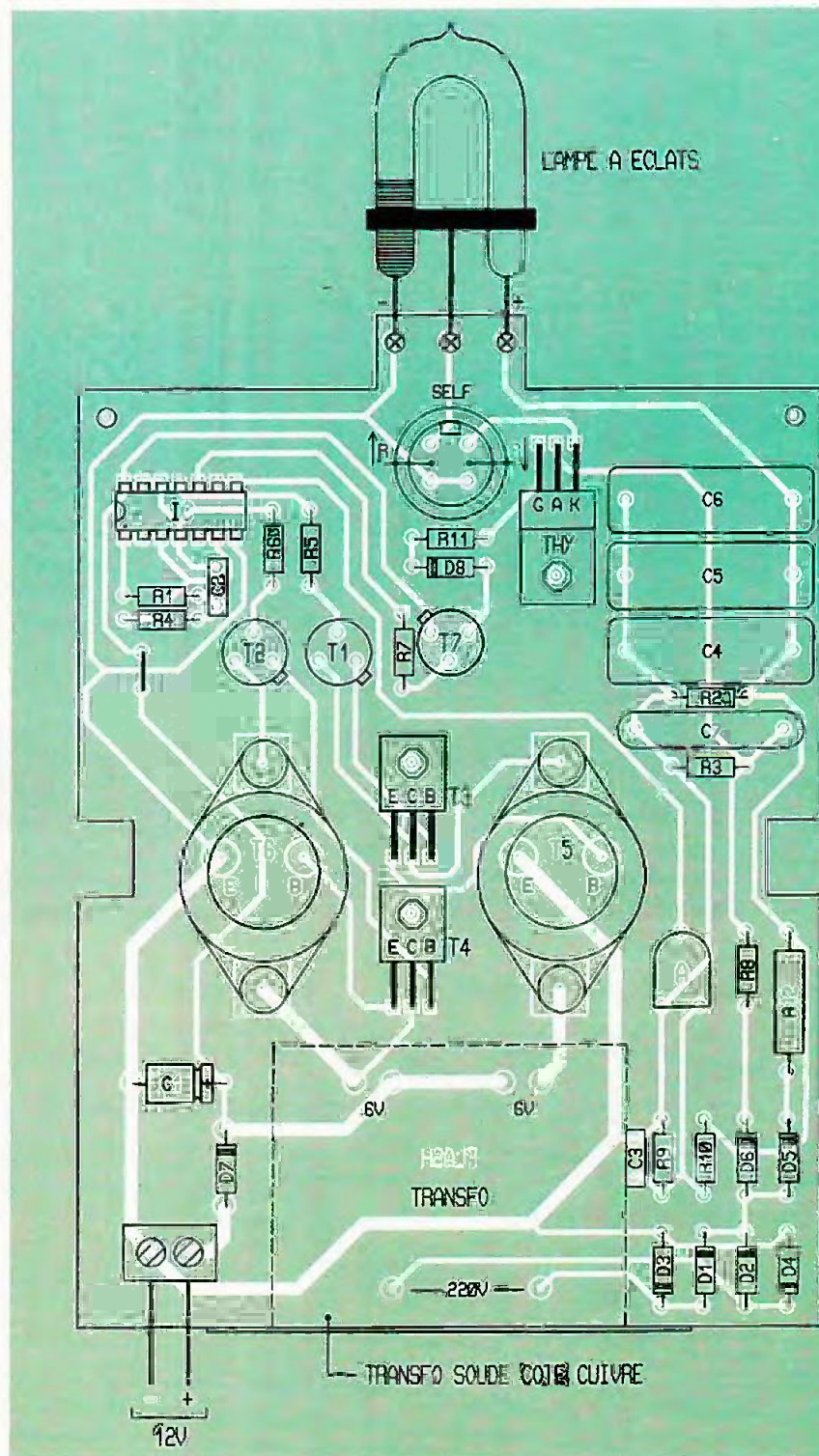
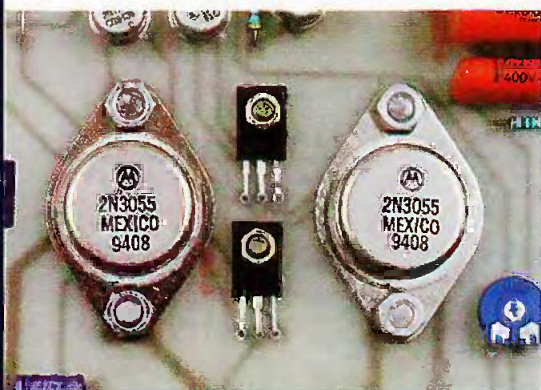




LE TRANSFORMATEUR SE TROUVE DU CÔTÉ DES P. STES.



LE TRANSFORMATEUR DE DÉCLANCHEMENT.



T<sub>1</sub> ET T<sub>4</sub> FONT OFFICE DE TRANSISTORS DE PUISSANCE.



L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

### NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

R<sub>1</sub> à R<sub>3</sub>: 1 MΩ (marron, noir, vert)  
 R<sub>4</sub>: 91 kΩ (blanc, marron, orange)  
 R<sub>5</sub> à R<sub>7</sub>: 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub>: 10 kΩ (marron, noir, orange)  
 R<sub>10</sub>: 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)  
 R<sub>11</sub>: 220 Ω (rouge, rouge, marron)

R<sub>12</sub>: 1,5 kΩ/2 W (marron, vert, rouge)  
 A: ajustable 220 kΩ  
 D<sub>1</sub> à D<sub>6</sub>: diodes 1N4007  
 D<sub>7</sub>: diode BY399  
 D<sub>8</sub>: diode 1N4007  
 C<sub>1</sub>: 47 μF/16 V électrolytique  
 C<sub>2</sub>: 0,1 μF millefeuille  
 C<sub>3</sub>: 0,47 μF millefeuille  
 C<sub>4</sub> à C<sub>6</sub>: 1 μF/400 V polyester  
 C<sub>7</sub>: 0,22 μF/400 V polyester  
 T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>: transistors NPN 2N1711, 2N1613  
 T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>: transistors NPN BD237

T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>: transistors NPN 2N3055  
 T<sub>7</sub>: transistor PNP 2N2905  
 IC: CD 4011 (4 portes NAND)  
 1 strap  
 1 support 14 broches  
 Lampe à éclats 30/40 joules  
 Self de déclenchement 30/40 joules  
 THY: thyristor TYN1010  
 Transformateur 220 V/2 x 6 V/10 VA  
 Bornier soudable 2 plots  
 Boîtier MMP (140 x 115 x 45)





INITIATION

# OSCILLOSCOPIE (SIXIEME PARTIE)



Le domaine que nous abordons dans cette sixième partie est entièrement consacré à l'étude de la réponse des circuits R-C et C-R lorsque ceux-ci sont attaqués par des signaux carrés. La connaissance de ces réponses typiques associée à un minimum de raisonnement permettra de comprendre l'origine des déformations dont l'étage d'entrée de l'oscilloscope peut être responsable dans certaines situations. Cette connaissance est donc capitale si l'on veut éviter de mettre en doute la qualité du montage testé.

## I - Classification des réponses des circuits R-C

### A) Montage intégrateur

L'expérience que nous vous proposons de réaliser s'appuie sur le circuit R-C de la **figure 1a**, attaqué par un générateur de signaux carrés de fréquence successivement égale à 200 Hz et 50 kHz. On pourra réaliser cette expérience en prenant  $R = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 10 \text{ nF}$ .

On constate sur les **figures 1b** et **1c** que la forme des signaux de sortie dépend fortement de la fréquence  $F$ . On démontre mathématiquement que cette forme dépend en fait du rapport entre la constante de temps  $\tau = RC$  du circuit et la période  $T$  des signaux. La forme observée à la **figure 1b** ( $F = 50 \text{ kHz}$ ,  $\tau = 5T > T$ ) correspond à une intégration mathématique puisque les paliers du carré se sont transformés en rampes. C'est pour cette raison que le montage est qualifié « d'intégrateur ».

En revanche, pour la fréquence 200 Hz ( $\tau = 0,02T < T$ ), on ne peut plus vraiment dire que le circuit réalise une intégration car les signaux sont fort peu déformés. Le circuit R-C étant un filtre passe-bas, seules les transitions franches du signal  $V_e$  (fronts montants et descendants) sont « rabotées ». Ce phénomène s'explique en fait par la forte atté-

nuation que subissent les harmoniques de fréquence élevée contenus dans le signal carré. Cette affirmation pourrait être confirmée par une étude en régime sinusoïdal.

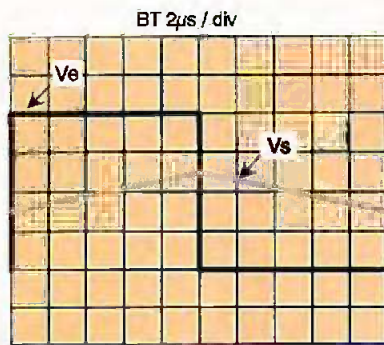
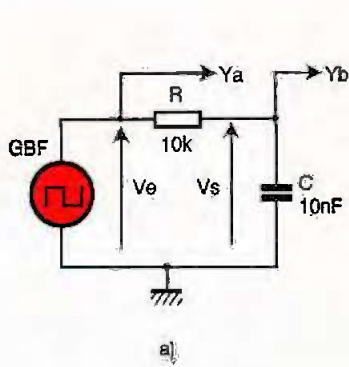
Compte tenu du fait qu'on passe progressivement d'un comportement à l'autre lorsque la fréquence des signaux évolue, et bien que cela ne soit pas tout à fait exact sans être tout à fait faux, on dit parfois que, pour les fréquences basses, le circuit R-C se comporte comme un « mauvais intégrateur ».

### B) Montage dérivateur

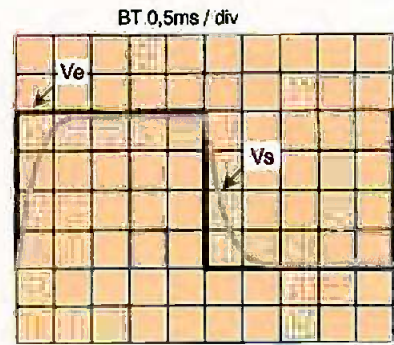
En intervertissant les éléments R et C (**fig. 2a**), on peut faire des remarques analogues toujours basées sur l'observation des oscillogrammes de la tension de sortie  $V_s$  dont la forme, présentée **figures 2b** et **2c**, correspond aux mêmes fréquences que dans le cas précédent. Pour des fréquences basses ( $\tau < T$ ), la forme du signal  $V_s$  fait penser à la dérivation mathématique du signal  $V_e$  (la dérivée d'une constante est en effet nulle, et pour les transitions assimilables à des droites de pente infinie, on récupère un pulse qui semble tendre lui aussi vers l'infini), alors que pour les fréquences élevées ( $\tau > T$ ), le circuit C-R se laissant traverser par le signal  $V_e$  qu'il déforme à peine, celui-ci se comporte comme un filtre passe-haut.

Pour les mêmes raisons que le circuit

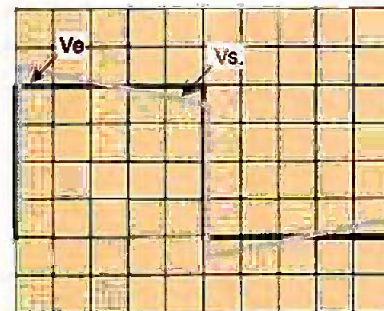
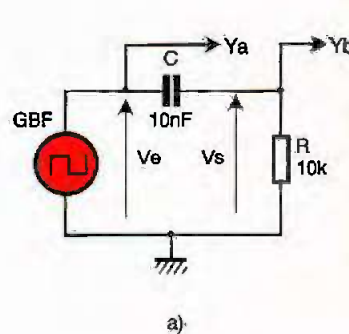




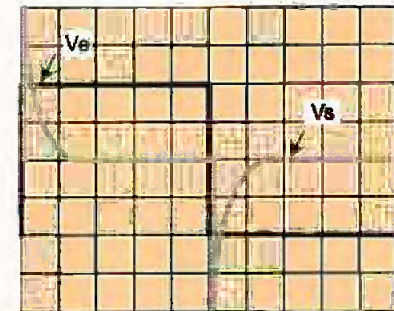
b) Ya 1V/div et Yb 0,2V/div F = 50kHz  
 $\tau = RC > T$  montage intégrateur



c) Ya et Yb 1V/div F = 200Hz  
 $\tau = RC < T$  passe bas



b) Ya et Yb 1V/div F = 50kHz  
 $\tau = RC > T$  passe haut



c) Ya et Yb 1V/div F = 200Hz  
 $\tau = RC < T$  montage dérivateur

**1/2 MONTAGES DE L'INTÉGRATEUR ET DU DÉRIVATEUR.**

R-C, pour les hautes fréquences, le circuit C-R est parfois qualifié de mauvais dérivateur.

**C) Remarque**

L'étude que nous venons de développer est très importante car il est très rare qu'un circuit électronique (un amplificateur par exemple) possède au niveau de son entrée (ou de sa sortie) un schéma équivalent ne comportant qu'une résistance pure  $R_e$ . Le plus souvent, on trouve en plus de cette résistance une capacité «  $C_e$  » qui traduit le comportement en fréquence du transistor d'entrée ou qui existe physiquement pour assurer un découplage. Suivant le type de schéma équivalent avec lequel on travaille, ces éléments peuvent être disposés en série ou en parallèle. La figure 3 traduit ce constat et montre que l'étage qui attaque cet

amplificateur se comporte, au niveau de sa sortie, comme l'association d'un générateur de tension en série avec une impédance série  $R_s$ - $C_s$ .

Suivant les valeurs relatives des condensateurs  $C_e$  et  $C_s$  et la fréquence de travail, l'association de ces deux montages pourra se comporter comme un circuit C-R (dérivateur) ou comme un circuit R-C (intégrateur).

Tout électronicien, même amateur, doit savoir reconnaître ces comportements, que nous qualifierons de fondamentaux, afin de comprendre l'origine de certaines observations. Il est évident que l'étape suivante consistera, bien entendu, à corriger les défauts afin que les signaux de sortie de l'amplificateur ressemblent le plus possible à ceux de l'entrée. Cette connaissance permettra, par ailleurs, de comprendre l'origine des déformations observées à l'oscilloscope quand celui-ci est plus ou moins bien utilisé.

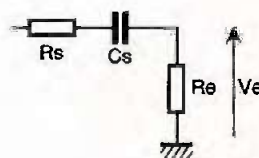
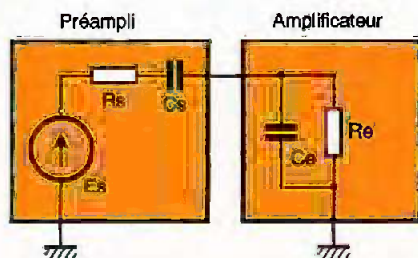
**II - Un circuit sans défaut**

**A) Questions**

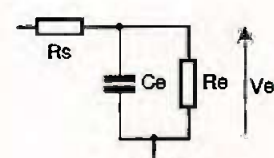
Nous venons de voir que les circuits R-C et C-R déformaient tous les deux les signaux carrés qui leur étaient appliqués. L'observation montre cependant que ces déformations sont de sens opposé. On est donc en droit de se demander s'il ne serait pas possible de combiner ces deux circuits imparfaits afin d'en obtenir un nouveau n'affectant aucunement la forme des signaux.

**B) La solution**

Cette question trouve sa réponse dans l'association des circuits intégrateur  $R_1C_2$  et dérivateur  $C_1R_2$  de la figure 4a qui, dans certaines condi-



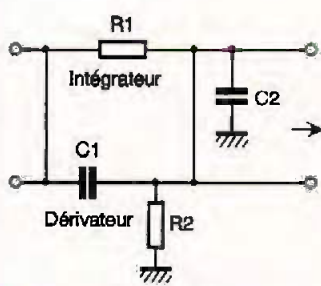
$ZC_e \ll R_e$   
Comportement dérivateur



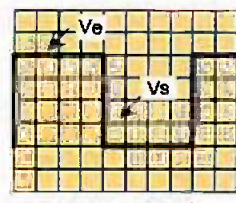
$ZC_s \ll R_s$   
Comportement intégrateur

**3 COMPORTEMENT DES MONTAGES SUIVANT LA VALEUR DES COMPOSANTS DÉRIVATEUR/INTÉGRATEUR**

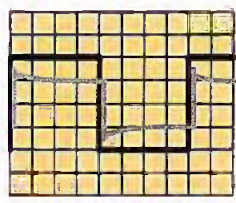




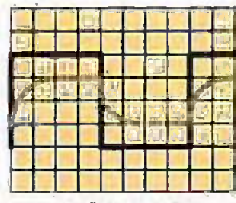
**4a/d ATTENUATEURS COMPENSÉS.**



$R1 C1 = R2 C2'$   
cas idéal



$R1 C1 > R2 C2$   
dérivateur

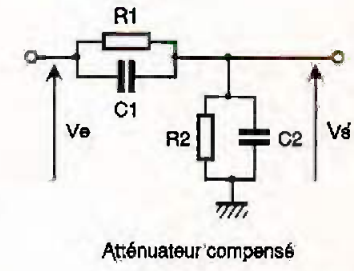


$R1 C1 < R2 C2$   
intégrateur

tions, se contente d'atténuer les signaux sans les déformer, comme le prouve l'oscillogramme de la **figure 4b**. Le montage ainsi réalisé constitue un atténuateur qualifié de compensé en ce sens qu'il ne modifie que l'amplitude et non la forme des signaux. Pour qu'il en soit ainsi, les deux constantes de temps  $\tau_1 = R_1 C_1$  et  $\tau_2 = R_2 C_2$  doivent être égales. Dans le cas contraire, si  $\tau_2 > \tau_1$ , le montage aura encore un caractère intégrateur et pour  $\tau_2 < \tau_1$ , un caractère dérivateur (**fig. 4c** et **d**).

**C) Application à l'oscilloscope.**

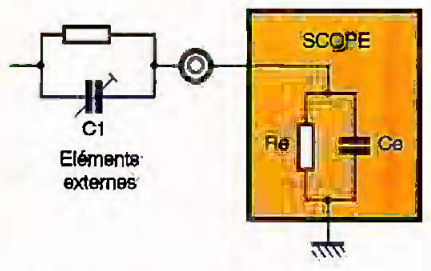
Pour qu'un oscilloscope possède



Atténuateur compensé

une grande bande passante et une dynamique élevée, de 5 mV/div à 20 V/div, l'étage d'entrée comporte obligatoirement un atténuateur et un amplificateur à transistors (des FET le plus souvent). Pour les fréquences élevées, ces transistors associés à leurs éléments de polarisation et de protection ont un schéma équivalent que l'on ne peut représenter simplement par résistance mais plutôt comme l'association en parallèle d'une résistance et d'un condensateur. Ces remarques et l'étude précédente expliquent l'origine des éléments des différentes cellules de l'atténuateur des **figures 5a** et **b**. Seul l'atténuateur 1/10° est représenté, les autres étant de conception sensiblement analogue. Les coefficients d'atténuation intermédiaires par 2 et 5 sont obtenus en modifiant l'amplification grâce à la troisième branche du commutateur.

Les différentes cellules de l'atténuateur sont conçues pour que l'impédance équivalente vue des bornes d'entrée de l'oscilloscope soit identique pour toutes les positions de l'atténuateur. Les valeurs que l'on trouve actuellement correspondent à l'association en parallèle d'une résistance « Re » de 1 MΩ et d'un condensateur « Ce » de 20 pF (**fig. 5c**).

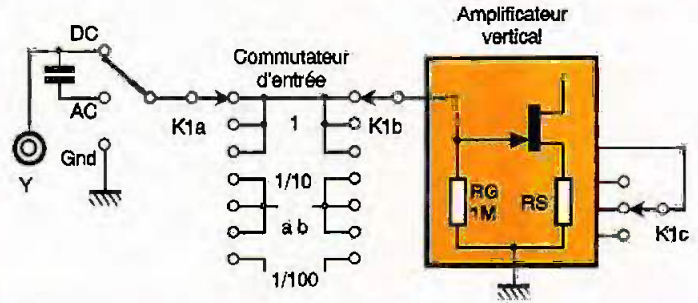


**6 ADDITION D'UN ETAGE ATTE-NUATEUR SUPPLEMENTAIRE OU D'UNE SONDE ATTENUATION  $Re/(R1+Re)$**

Si l'on veut ajouter un calibre supplémentaire, destiné par exemple à la mesure des tensions de forte amplitude, on devra ajouter non pas une simple résistance en série avec l'entrée du scope mais un tandem parallèle «  $R_1-C_1$  » tel que celui de la **figure 6**. La résistance  $R_1$  aura une valeur telle que le diviseur résistif ainsi constitué apporte l'atténuation souhaitée, le condensateur  $C_1$  assurant pour sa part l'égalité des constantes de temps  $ReCe = R_1 C_1$ . Pour passer, par exemple, du calibre 20 V/div à un calibre 50 V/div, on écrit  $Re/(R_1+Re) = 2/5$ , ce qui donne  $R_1 = 1,5 Re = 1,5 M\Omega$  et  $C_1 = ReCe / R_1$ , soit  $C_1 = 2/3 Ce = 13,3 pF$ .

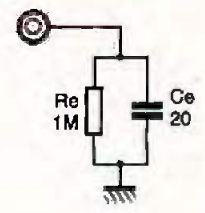
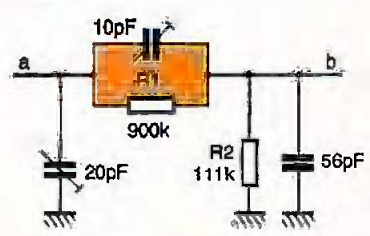
**D) La sonde d'oscilloscope**

Sa constitution (association parallèle  $Rs-Cs$ ) est en tout point identique à celle d'un étage de l'atténuateur que nous venons de décrire. La seule différence vient de son coefficient d'atténuation qui est égal à 10, ce qui donne  $Rs = 9 Re$  et  $Cs = Ce/9$ . Le condensateur  $Cs$  est en fait un ajustable que l'on doit régler pour assurer l'égalité des constantes de temps  $RsCs$  et  $ReCe$ . Chaque fabricant propose des



**5a ATTENUATEUR D'ENTREE D'UN OSCILLOSCOPE.**

**5b/c ATTENUATEUR 1/10°**





sondes adaptées à ses appareils. Néanmoins, comme les impédances d'entrées des oscilloscopes sont généralement normalisées (1 M $\Omega$ , 20 pF), il est souvent possible d'utiliser une sonde de marque X avec un scope de marque Y.

Avant d'utiliser cette sonde, et même si celle-ci est de la même marque que celle de l'oscilloscope, il faut procéder à son réglage. Cette opération s'appuie sur l'observation de signaux carrés transitant à travers la sonde. Les signaux appliqués à l'ensemble « sonde-scope » seront prélevés sur la sortie de calibrage disponible en face avant du scope. A défaut, on prendra ceux que délivre un générateur Bf réglé sur 1 kHz par exemple. A l'aide d'un petit tournevis, on ajustera la capacité réglable de la sonde de façon que les signaux visualisés soient bien carrés et ne présentent aucun des défauts des circuits R-C et C-R des figures 1 et 2 (b et c). Il est bien évident que le générateur servant à cet étalonnage doit lui-même délivrer des signaux parfaits, sinon cette procédure n'a aucun sens. Le contrôle de la qualité des signaux doit être fait sans la sonde.

#### E) Remarque

L'intérêt d'une sonde ne réside pas uniquement dans son coefficient d'atténuation permettant de visualiser des tensions de forte amplitude mais aussi et surtout dans le fait que l'impédance que celle-ci présente aux montages est constituée de l'association en parallèle d'une résistance de 10 M $\Omega$  et d'un condensateur de 2 pF dont l'effet perturbateur est beaucoup moins important que celui de l'impédance propre du scope. Son utilisation est l'un des remèdes aux problèmes que l'on rencontre parfois lorsque des signaux n'ont pas la forme attendue et que l'origine des déformations provient de la présence de l'impédance

d'entrée du scope en parallèle sur le montage.

### III - Influence de l'oscilloscope sur les signaux relevés.

#### A) Mauvaise utilisation du commutateur AC-DC d'entrée

Lorsqu'on utilise l'oscilloscope pour visualiser les signaux carrés délivrés par un générateur travaillant en basse fréquence (typiquement inférieure à une centaine de hertz), si l'on n'y prend pas garde et que l'on utilise le commutateur d'entrée en position AC, les beaux carrés auxquels on s'attendait se transforment en affreux trapèzes, comme le montre la figure 7a. La forme trapézoïdale est d'autant plus prononcée que la fréquence est plus basse. La cause de cette déformation, qui ne vient pas, comme le croit souvent le débutant du générateur lui-même, est la présence du condensateur « C » (de valeur typique 100 nF) introduit par le commutateur AC-DC. Destiné à empêcher le passage de la composante continue des signaux étudiés vers l'étage d'entrée, ce condensateur constitue avec la résistance d'entrée  $R_e$  un dérivateur (CR $e$ ) dont l'effet s'estompe quand la fréquence augmente puisque, globalement, ce circuit est un filtre passe-haut. On ne tient pas compte de  $C_e$  car sa valeur est très inférieure à celle du condensateur de liaison C.

On supprime l'effet de trapèze observé en basculant le commutateur de couplage en position DC (fig. 7b).

#### B) Influence de l'impédance d'entrée $R_e$ - $C_e$ sur les montages

Pour l'expérience de la figure 8a, le générateur de signaux carrés d'amplitude  $\pm 2$  V et de fréquence 2 KHz est relié au diviseur résistif  $R_1 =$

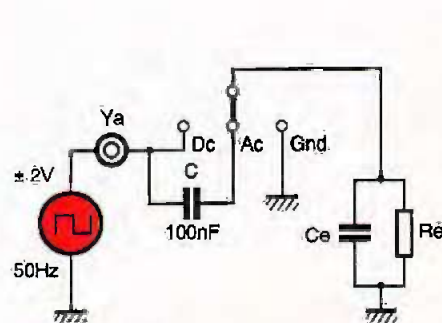
$R_2 = 1$  M $\Omega$ . L'oscillogramme de la figure 8b montre que ce simple diviseur résistif présente un caractère intégrateur, et ce malgré l'absence de condensateurs (éléments physiques implantés).

La première idée qui vient à l'esprit du débutant consiste à mettre en cause la qualité du générateur utilisé, surtout si celui-ci est un montage qu'il vient de réaliser. La réalité est toute différente car le problème vient de l'oscilloscope dont la présence aux bornes de  $R_2$  introduit en parallèle sur cette résistance sa propre résistance interne  $R_e$  et sa capacité d'entrée  $C_e$ . Les conséquences sont de deux ordres.

La première concerne l'amplitude des signaux observés qui, au lieu d'être de  $\pm 1$  V ( $V_e/2$ ), ne vaut que  $\pm 0,6$  V ( $V_e/3$ ), car la mise en parallèle de  $R_e = 1$  M $\Omega$  sur  $R_2$  donne une valeur  $R_2 = 500$  k $\Omega$  qui modifie celle du coefficient d'atténuation qui passe de 0,5 à 0,33.

La seconde concerne la forme des signaux car le schéma équivalent de ce circuit peut se mettre sous la forme présentée à la figure 9 en utilisant le schéma équivalent du générateur de Thévenin qui alimente  $R_2$ . L'analogie avec le circuit de la figure 1a étant flagrante, on comprend l'origine des phénomènes observés. Pour réduire l'influence de l'impédance d'entrée du scope, il faut utiliser une sonde (atténuation 1/10 $^\circ$ ) dont l'impédance d'entrée (10 M $\Omega$ , 2 pF) perturbe beaucoup moins le montage étudié que ne le faisait le scope seul, comme le prouve la figure 8c. Le résultat n'est pas parfait mais l'amélioration est sensible à la fois sur le coefficient d'atténuation du diviseur (quasiment égal à sa valeur idéale) et sur l'effet intégrateur qui, sans disparaître totalement, est fortement réduit.

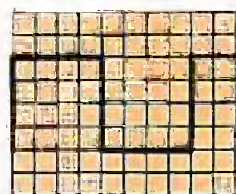
Si l'on ne dispose pas d'une sonde, et bien que la solution préconisée modifie le montage que l'on étudie, on peut réduire l'effet intégrateur dû à l'impédance d'entrée du scope en créant artificiellement l'effet inverse. Il suffit pour cela de mettre en parallèle sur  $R_1$  un condensateur C de valeur telle que la constante de temps  $R_1 C$  soit égale à celle du circuit ( $R_2$  en parallèle sur  $R_e$  et  $C_e$ ). Expérimentalement, on disposera en parallèle sur  $R_1$  des condensateurs de valeur croissante ou un ajustable d'une vingtaine de picofarads sur lequel on agira pour que la forme du signal  $V_{R_2}$  soit bien carrée. Une valeur proche de 10 pF devrait convenir mais si les essais sont réalisés sur plaque de



**7** MAUVAISE UTILISATION DU COMMUTATEUR AC-DC EN BASSE FREQUENCE AVEC DES SIGNAUX CARRÉS.



(a) Mode AC

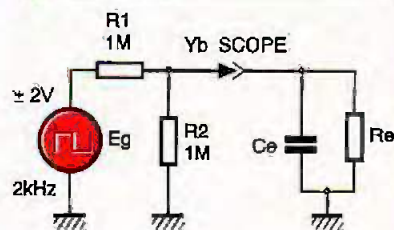


(b) Mode DC

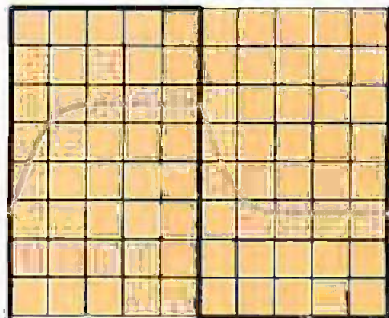


8

### INFLUENCE DE L'IMPEDANCE D'ENTREE DU SCOPE SUR UN MONTAGE.

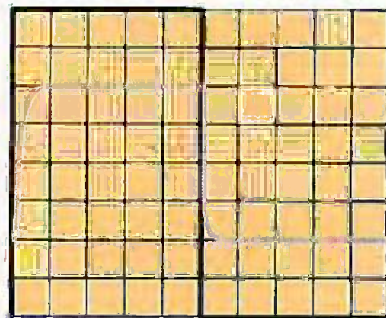


Ya et Yb 0,5V / div



Ya : 0,5V / div

Yb : 50mV / div



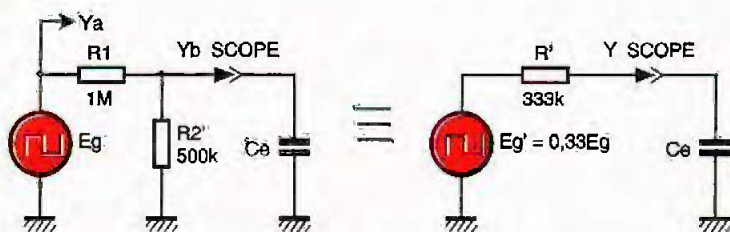
connexion, il est possible que l'on note quelques écarts dus à la capacité propre de ces plaques qui intervient à la fois au niveau de  $R_1$  et de  $R_e$ .

Cette seconde solution ne doit être utilisée qu'en dernier ressort pour vérifier que c'est bien le scope qui est la cause des déformations et non le générateur qui est déficient. Une

fois la mesure terminée, on doit ôter le condensateur ajouté en parallèle sur  $R_1$  sous peine de modifier la forme des signaux délivrés par le générateur même en l'absence du scope. Ces études et les quelques exemples que nous avons traités montrent que la forme des signaux obtenus en réponse à des générateurs délivrant des carrés permet de connaître la nature des montages étudiés, mais aussi qu'il faut faire très attention à la façon d'utiliser l'oscilloscope si l'on ne veut pas que celui-ci perturbe le fonctionnement du montage étudié.

9

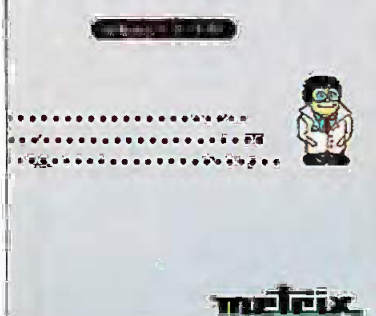
### JUSTIFICATION DES PHENOMENES OBSERVES AVEC LES SCHEMAS EQUIVALENTS.



F. JONGBLOËT

## METRIX : LE CATALOGUE 95/96 ET LE CD-ROM

### Oscilloscope OX 8020



Performances, fiabilité et sécurité sont les trois critères qui caractérisent l'ensemble de la production Metrix. Cette entreprise dynamique propose une gamme variée d'appareils de mesure répondant à la norme CEI1010, norme qui garantit un haut niveau de sécurité pour l'utilisateur. Outre ses réputés mul-

timètres, Metrix élargit maintenant sa gamme d'oscilloscopes mixtes avec les modèles OX802 et OX8022, modèles munis d'entrées différentielles et permettant, par exemple, l'observation de réseaux triphasés sans sonde atténuatrice, le réglage de la sensibilité d'entrée permettant une amplitude de 200V par division. Décidément innovateur dans son domaine d'activité, Metrix n'a pas hésité à se lancer dans une politique multimédia très ambitieuse en créant son premier CD-ROM dédié aux oscilloscopes à mémoire. Le multimédia permet de concevoir un outil de travail attrayant, efficace et, surtout, doté d'une capacité de stockage redoutable : on peut ainsi y mémoriser un grand nombre de photos, de dessins, de vidéos et de textes, le tout agrémenté par une musique choisie. Mais la principale caractéristique du CD-ROM est la possibilité d'organiser son contenu d'une manière interactive, laissant ainsi

l'utilisateur consulter librement les différentes rubriques. Ce premier produit multimédia, qui concerne le Metrix OX8020, est avant tout un outil pédagogique. L'utilisateur pourra, d'une manière virtuelle, procéder à la mise en route et au réglage d'un oscilloscope numérique sans avoir à consulter un rébarbatif mode d'emploi dont 90 % du contenu sera oublié très rapidement. Le professeur disposera ainsi d'un support de cours qui lui permettra de retenir toute l'attention de ses élèves et de renforcer l'efficacité de son cours. Les bases théoriques pourront être acquises par la consultation de plusieurs modules : les réglages élémentaires, les différentes possibilités de connexion ou les capacités spécifiques d'un oscilloscope à mémoire. Un glossaire est également accessible qui donne la définition des mots-clés. L'élève pourra ainsi s'y référer rapidement en cas de difficultés de compréhension.





COURRIER

# LE COURRIER DES LECTEURS

**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. JONCAS REAL - QUEBEC**

*J'ai modifié l'alimentation pour CB afin de la rendre ajustable. Je vous transmets le schéma modifié.*

Le schéma que vous nous soumettez semble être juste. Plusieurs articles concernant la réalisation d'ampèremètres ont été proposés dans notre revue. L'ampèremètre devra être placé soit en série dans la ligne d'alimentation non régulée du collecteur du 2N3055, soit en sortie de l'alimentation. Mais, dans ce dernier cas, suivant le shunt utilisé (0,1  $\Omega$  ou 1  $\Omega$ ), une chute de tension plus ou moins importante interviendra.

**M. CHRISTOPHE LEMOINÉ**

*J'ai réalisé la table de mixage parue dans le numéro spécial de juillet-août. Je désire quelques informations supplémentaires.*

On ne peut connecter des haut-parleurs sur une table de mixage, cette dernière ne possédant pas d'amplificateurs de puissance. Le connecteur à trois points auquel vous faites allusion est utilisé à la connexion de la tension d'alimentation.

**M. GREGORY COURATIER**

*Je possède un émetteur FM de*

*puissance 7 W et, lorsque je le branche sur une prise secteur, on peut entendre une sorte de ronflement continu qui s'arrête lorsque je le branche sur piles.*

Le problème que vous rencontrez (ronflement à 50 Hz) dans l'émetteur lors de son branchement sur une alimentation secteur provient de la mauvaise qualité de cette alimentation. Il faut savoir que toutes les alimentations ne peuvent alimenter des montages HF car elles ne comportent pas les protections nécessaires, comme par exemple les filtres obligatoires afin d'éviter des remontées de HF dans les circuits et une mise en oscillations de ceux-ci. L'alimentation que vous utilisez ne doit pas, de plus, posséder un filtrage correct de la tension alternative secondaire.

**M. J. BRETON**

*Je cherche le schéma d'un convertisseur continu-alternatif de 220 V de sortie et de fréquence ajustable entre 50 Hz et 200 Hz. Cet appareil est destiné à alimenter un moteur équipant un télescope.*

Nous n'avons malheureusement pas publié de réalisations se rapportant à ce que vous recherchez. Plusieurs convertisseurs ont été proposés dans nos colonnes, mais pour l'application à laquelle vous le destinez, aucun des modèles décrits ne pourra convenir, la fréquence de la tension alternative devant être parfaitement stable une fois réglée et présenter une tension de sortie de forme sinusoïdale. C'est seulement à cette condition que le télescope pourra rester centré sur l'objectif visé. Il conviendrait d'utiliser un convertisseur à fréquence de fonctionnement ultra-stable. Ce type de montage est très complexe.

**M. AUGUSTIN HOUZÉLOT**

*Souhaite obtenir des renseignements divers.*

La durée de vie d'un tube cathodique est fonction d'un certain nombre de paramètres dont les plus importants sont le nombre d'allumages et d'extinctions du téléviseur, la manière dont est réglée la luminosité du récepteur et sa qualité de fabrication. Pour une utilisation moyenne, la durée de vie du tube peut atteindre six à

dix ans. Vous pourrez trouver l'ouvrage qui vous intéresse aux éditions Dunod, 15, rue Gossin à Montrouge.

En ce qui concerne l'amplificateur d'antenne, il conviendrait que vous nous envoyiez le schéma du montage.

**M. THOMAS DUTARTRE**

*Je rencontre quelques difficultés dans le branchement d'un émetteur FM, avec une alimentation externe. On entend le ronflement du transformateur dans le récepteur radio.*

Le problème que vous rencontrez provient effectivement de l'alimentation que vous utilisez pour cet émetteur. Il conviendrait d'utiliser une alimentation correctement filtrée et régulée et construite à l'aide d'un transformateur torique. Par ailleurs, cette dernière sera correctement blindée, avec le coffret mis à la terre. Vous pourriez également procéder à l'alimentation de votre émetteur à l'aide d'une batterie de capacité suffisante.

**M. LUCIEN MARCHAL**

*A réalisé le déchargeur d'accumulateurs CdNi publié dans notre revue n° 189 de février 1995 et n'obtient pas un bon fonctionnement de sa maquette.*

Le montage que vous avez construit fonctionne, mais une erreur au niveau de la valeur des résistances de puissance  $R_8$  à  $R_{13}$  s'est glissée dans la nomenclature des composants. Il convient d'utiliser pour ces résistances les valeurs que l'on distingue sur la photographie en début d'article, soit : 27, 39, 47, 68, 100 et 150  $\Omega$ .

**E.T.S.F.**

**recherche auteurs  
dans le domaine  
de l'électronique  
de loisirs**

**Ecrire ou téléphoner à  
B. FIGHIERA  
2 à 12, rue de Bellevue  
75019 PARIS  
Tél. : (1) 44.84.84.84**