

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 179 MARS 1994
I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

S.A. au capital de 5 160 000 F
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 42.00.33.05 - Fax : 42.41.89.40
Télex : 220 409 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 BAJCIK**

Maquette : **Jacqueline BRUCE**

Couverture : **Rachid MARAI**

Avec la participation de

**Ph. Thiennot, G. Isabel, P. Oguic, R. Knoerr,
P. Morin, J.-N. Lefebvre, F. Jongbloët, B. Pétro,
D. Roverch, A. 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. : 42.00.33.05

Inspection des Ventes :

Société PROMOVENTE, M. Michel IATCA

11, rue de Wattignies, 75012 PARIS

Tél. : 43.44.77.77 - Fax : 43.44.82.14

Publicité : **Société Auxiliaire de Publicité**

70, rue Compans, 75019 PARIS

Tél. : 42.00.33.05 - CCP Paris 3793-60

Fax : 42.41.89.40

Directeur commercial : **Jean-Pierre REITER**

Chef de publicité : **Pascal DECLERCK**

Assisté de : **Karine JEUFFRAULT**

Abonnement : **Marie-Christine TOUSSAINT**

Voir nos tarifs (spécial abonnements, p. 26).

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-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. • Pour tout changement d'adresse, joindre 2,50 F et la dernière bande.

Aucun règlement en timbre poste.

Forfait 1 à 10 photocopies : 30 F.

Distribué par : **TRANSPORTS PRESSE**



« Ce numéro a été tiré à 66 900 exemplaires »



Revue Pdf

REALISEZ VOUS-MEME

- 28 **3** Une flèche
- 31 **5** Un baromètre
- 37 **11** Une alimentation de puissance
- 43 **17** Un avertisseur de présence
- 49 **23** Un interrupteur magique
- 56 **29** Un encodeur de clavier 16 touches
- 67 **40** Une girouette
- 75 **44** Un répéteur de clignotants
- 79 **47** Un aéthérophone
- 89 **57** Un compteur d'appels téléphoniques

PRATIQUE ET INITIATION

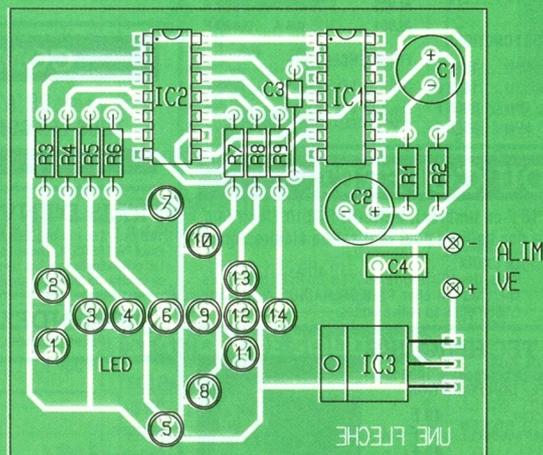
- 59 **32** Mettez un micro-contrôleur dans vos montages
Le convertisseur AD/DA
- 99 **65** Les alimentations, les régulateurs
- 106 **70** L'ABC du triac

EN KIT

- 95 **62** Récepteur ondes courtes HR 40

DIVERS

- 97 — Info : l'oscilloscope Métrix OX 800



DOMOTIQUE



PC



ROBOT



RADIO



FICHE TECH



AUTO



JEUX



MODÉLISME



MESURES



AUDIO



GADGETS



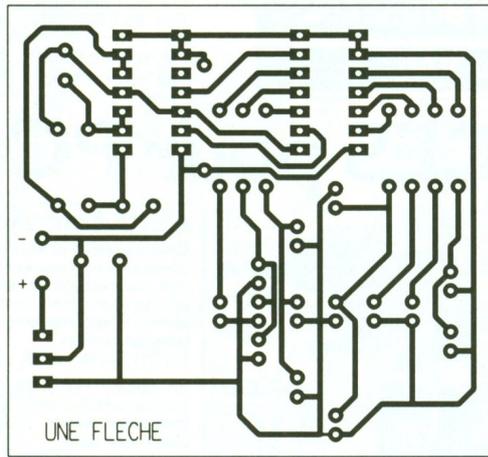
INITIATION



COURRIER



FICHE À DÉCOUPER

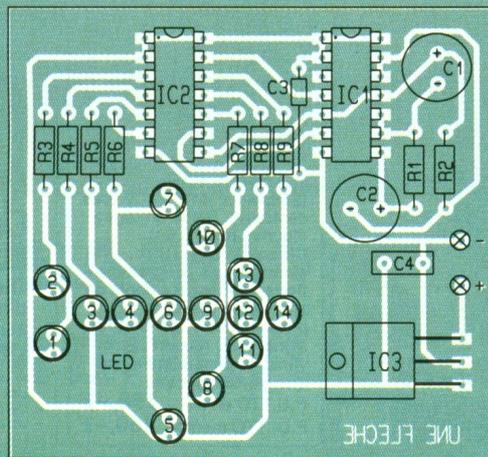


2/3 LE CIRCUIT IMPRIME ET L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

câbler les DEL à la même hauteur. Pour cela, vous pouvez réaliser un gabarit en carton de la hauteur adéquate que vous placerez entre la diode et le circuit imprimé pour le soudage.

Mise en œuvre

Un régulateur génère la tension de 5V. L'alimentation sera assurée par une alimentation secteur de 7V ou une pile de 9V. **Ph. THIENNOT**



- Liste des composants**
- C₁, C₂ :** 330 μ F
 - C₃ :** 220 nF
 - C₄ :** 220 nF
 - C₅ :** 100 nF
 - L₁ à L₁₄ :** DEL
 - R₁, R₂ :** 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 - R₃ à R₉ :** 330 Ω (orange, orange, marron)
 - U₁ :** 74LS00
 - U₂ :** 72LS164
 - U₃ :** LM7805

CONTRE SURVEILLANCE

Nouveau

CRE 908 : Détecteur de micros par courant porteur, permet la recherche et le contrôle sur ligne 220 volts ou ligne à courant continu de tout émetteur par courant porteur.

MATERIEL PROFESSIONNEL GARANTIE 1 AN. Certains de nos produits sont exclusivement réservés à l'exportation Photos non contactuelles

Pour des produits Spécifiques nous consulter

Nouveau

CRE 302 : Détecteur de micros INFRAROUGE pour la recherche et la localisation de tout émetteur par émission infra rouge

ACCESSOIRES POUR MAGNETOPHONE. Une gamme complète de produits utilitaires.

- Mini micro amplificateur CRE 410, prise de son dans un rayon de 10 à 12 mètres.
- Programmateurs hebdomadaire CRE 279, marche à arrêt automatique de magnétophone, scanner, récepteur etc...
- Auto cascade CRE 510 commute le second magnéto lorsque le premier arrive en fin de bande.
- Amplificateur "scrambler" CRE 416 code les conversations confidentielles.
- AIW 471 : Magnétophone très longue durée d'enregistrement 5 heures non stop. Multiples utilisations possibles! Codage possible.

DÉTECTEURS SPÉCIAUX pour systèmes rayonnants !

- Détecteur à effet Hall CRE 545 permet de suivre la continuité d'un câble multi paires et le contrôle sans contact physique "Champ électrique".
- Détecteur à induction CRE 452 permet le contrôle et le repérage fil à fil dans un câble multi paires. "Champ électromagnétique".
- Détecteur de champ magnétique CRE 950 pour détecter par exemple la présence du champ magnétique produit par le haut parleur d'un magnétophone.

Nouveau : Alimentation secteur miniature CRE 277

-Détecteur de micro HF CRE 301.....1450 F

-Détecteur de micro avec affichage de la fréquence.....3500 F

Bureau d'études Réalisation à la demande de produits particuliers

ETs CRELEC

voir, entendre, se défendre

6 rue des Jeuneurs-75002 PARIS

Tél: 45 08 87 77 du lundi au vendredi

Fax: 42 33 06 96 de 9H 30 à 12 H - de 14 H à 19 H

Catalogue général (joindre 20 F en chèque ou timbres poste) ou fiches techniques produits individuelles sur simple demande!

CAO "CADPAK" = SAISIE DE SCHEMAS

ET

DESSIN ET ROUTAGE DE CIRCUITS-IMPRIMÉS

SUR PC AT et '386/'486

NE SOYEZ PAS UN DINOSAURE..

...pour 1490 F TTC franco achetez "CADPAK"...

LA SOLUTION CAO MODERNE ADOPTÉE PAR LES PROFESSIONNELS ! voir 'Électronique Pratique' N°165 Déc. 1992

Interface utilisateur graphique moderne (icônes et souris)-Ecrans CGA, EGA, VGA, SVGA, 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 à CN. NOTICE EN FRANCAIS. (version Démo contre chèque 50 Francs)

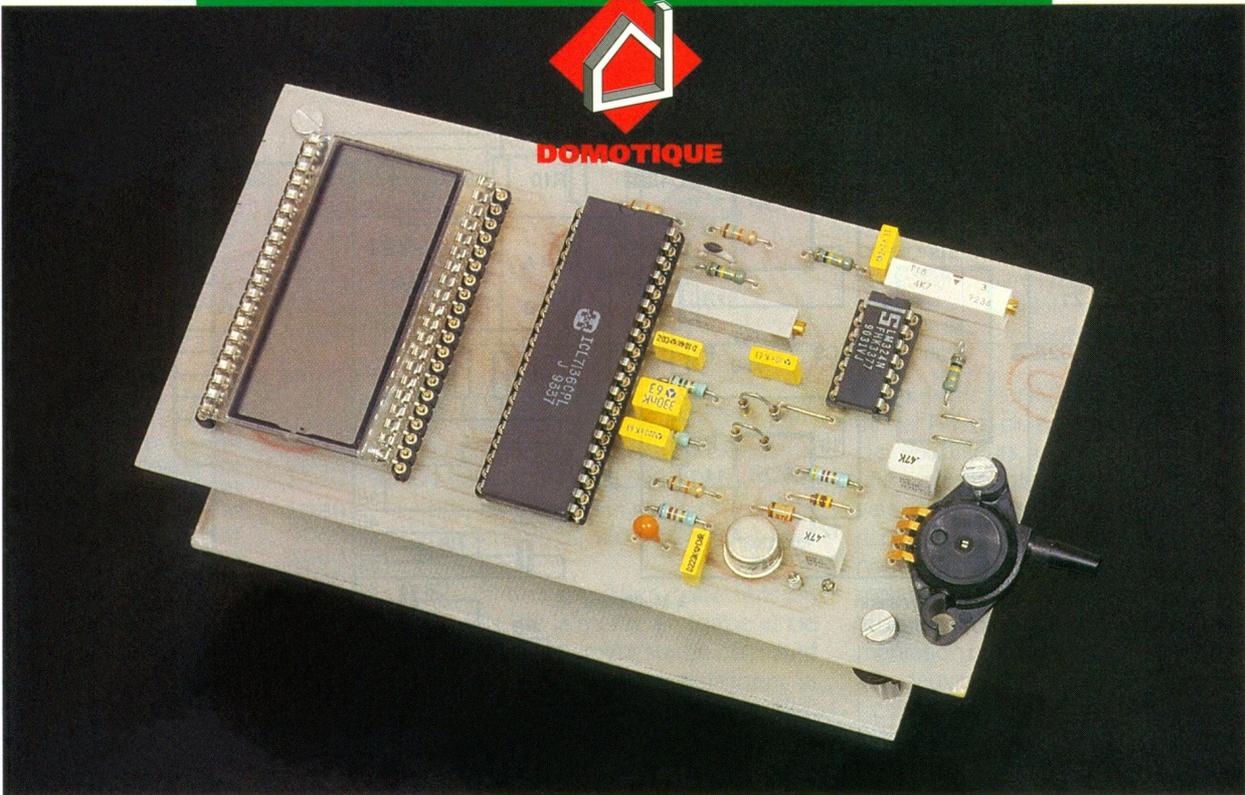
Multipower

22 Rue Emile Baudot 91120-Palaiseau

Tel: (1) 69 30 13 79 Fax: (1) 69 20 60 41



DOMOTIQUE



UN BAROMETRE NUMERIQUE

Depuis toujours, l'homme s'est intéressé aux phénomènes météorologiques qu'il ne maîtrise pas du tout et redoute souvent, à juste raison. Le temps qu'il fera demain passionne aussi nos concitoyens et alimente souvent leurs conversations : les rhumatismes des uns se mêlent aux moissons des autres.

Parmi les grandeurs météorologiques significatives, la connaissance de la pression atmosphérique est essentielle. Elle peut augmenter ou diminuer, une hausse signifiant souvent beau temps à venir. Le baromètre à mercure ou le modèle anéroïde sont les instruments habituellement utilisés pour mener à bien cette mesure. Nous vous proposons ce mois-ci de construire une version totalement électronique de cet instrument, exploitant les propriétés d'un nouveau

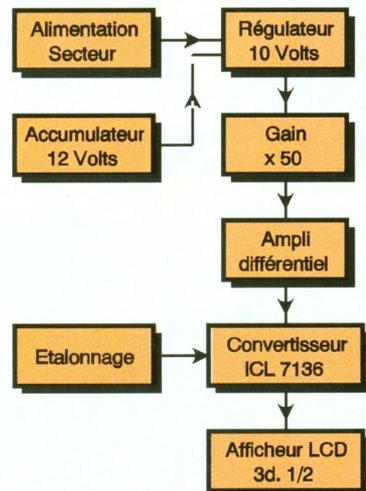
capteur élaboré par Motorola. Il est fiable, précis, peu onéreux et surtout ne nécessite aucun réglage délicat à la mise en œuvre. L'affichage se fera sur un module voltmètre LCD peu encombrant si l'on opte pour un modèle portable, alimenté sur piles.

I — L'atmosphère terrestre

Notre bonne vieille terre est entourée d'une enveloppe gazeuse d'une épaisseur de plusieurs centaines de kilomètres. Elle porte le nom d'atmosphère et reste maintenue en place sous l'action de la gravité... La couche la plus basse, celle qui intéresse principalement le météorologue, porte le nom de troposphère; elle occupe environ les dix-sept premiers kilomètres au-dessus du niveau de la mer, référence universelle pour l'évaluation de la pression atmosphérique. Cette couche contient assez de vapeur d'eau pour permettre la formation des nuages et, bien entendu, la pluie, la neige, la grêle et la rosée du petit matin. La stratosphère constitue l'étage suivant, dans lequel, par exemple, évolue notre supersonique Concorde. Plus haut encore, on passe de la mésosphère à la thermosphère, et bientôt au vide interplanétaire peu hospitalier. Plus on s'élève en altitude, plus la densité de l'air diminue et

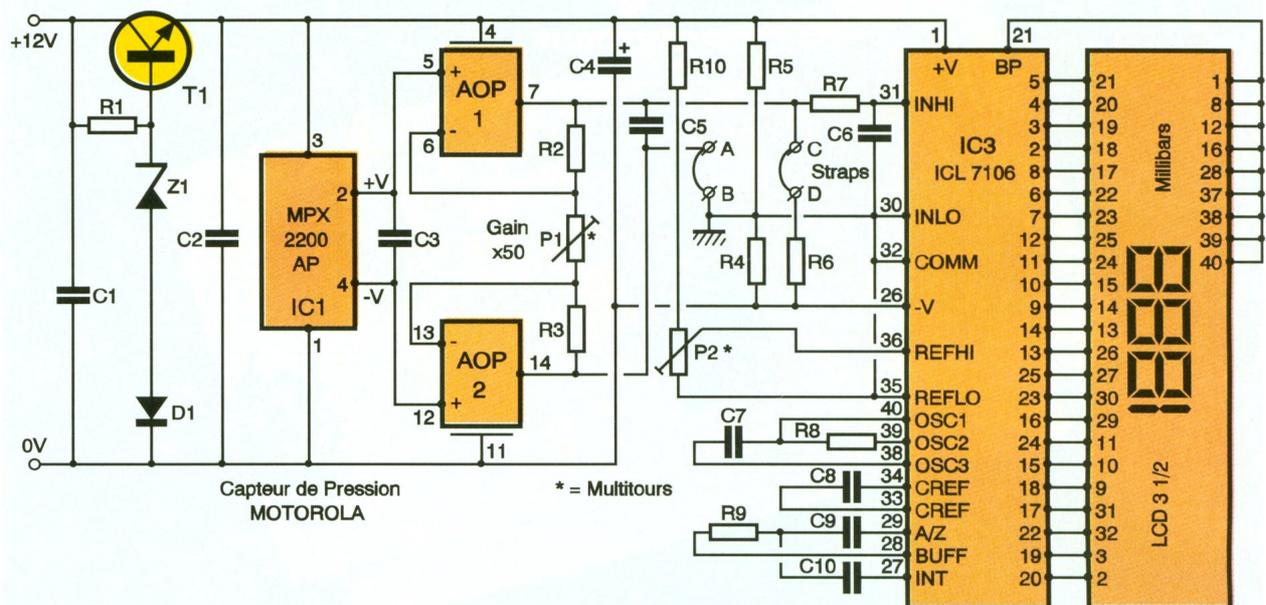
moins la pression atmosphérique est élevée. Météosat évolue à quelque 36 000 km d'altitude et s'y trouve très bien. Ce n'est pas notre cas, et l'air est nécessaire à notre vie. Il se compose surtout d'azote (78%), d'oxygène (21%) et d'argon. Quelques gaz rares viennent compléter ce mélange, comme le gaz carbonique, le néon, l'hélium, l'hydrogène, le krypton.

La notion de pression atmosphérique est essentielle dans le traitement des prévisions météoro-



1

LE SYNOPTIQUE DU BAROMETRE.



giques. Bien que difficilement palpable, cette grandeur physique est facile à mettre en évidence. Au niveau de la mer, la pression atmosphérique est assez forte pour élever une colonne d'eau à environ 10 mètres de hauteur ou une colonne de mercure, fort lourd, à 76 cm de hauteur pour 1 cm² de surface. Le baromètre à mercure ne serait donc rien moins qu'un tube de verre courbé, ouvert d'un côté et contenant du mercure. Il est gradué en millimètres, qui représentent le poids (en fait, ici, la pression) plus ou moins grand de l'air à la surface de la Terre. Ce baromètre porte encore de nos jours le nom de son inventeur, Torricelli

2 LE SCHEMA DE PRINCIPE.

(1608-1647). Ce disciple de Galilée mit en évidence l'existence de la pression atmosphérique. La pression de l'air peut augmenter ou diminuer : une hausse signifie généralement beau temps à venir, alors qu'une baisse de pression annonce un mauvais temps, surtout si cette variation s'opère rapidement. On peut noter encore que la mesure de la pression atmosphérique donne une bonne appréciation de l'altitude. A 5 km, on peut estimer la pression à la moitié de sa valeur au sol ; un altimètre n'est guère plus qu'un baromètre gradué en mètres et kilomètres. Toutefois, la température vient également perturber cette me-

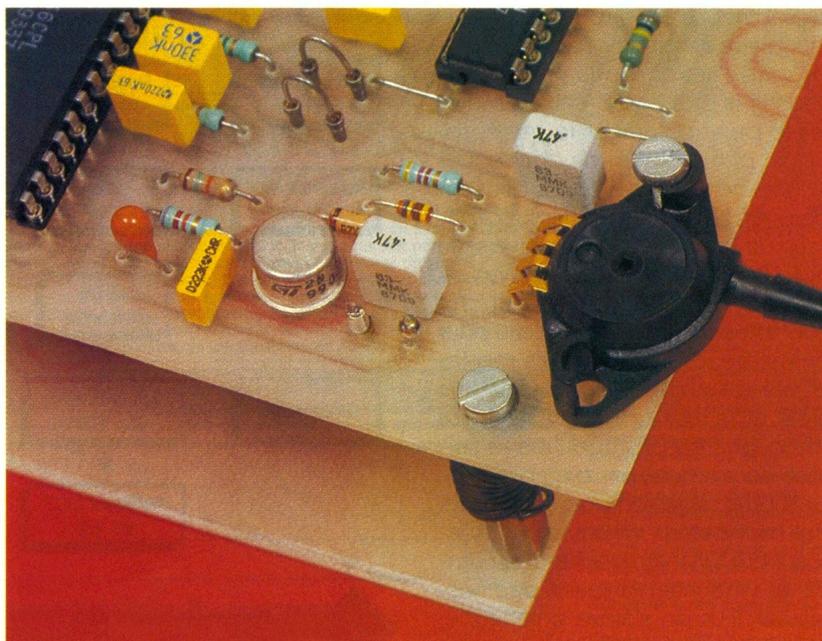
sure, car l'air froid, plus lourd, a tendance à descendre et l'air chaud dilaté, plus léger, s'élève.

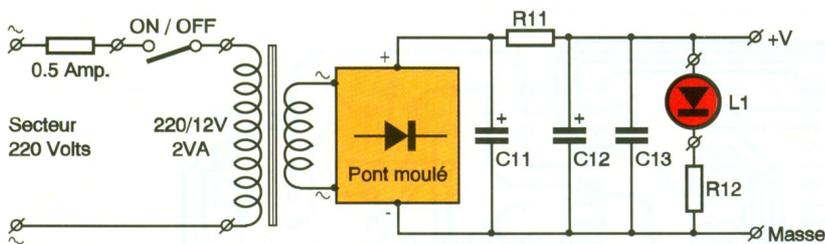
II — Unités de pression

L'unité de pression, dans le système normalisé SI, est le pascal (Pa), qui représente un newton par mètre carré (= environ 102 g). Cette valeur, peu pratique il est vrai, est souvent remplacée par le bar, qui vaut 100 000 pascals. Une autre unité, l'atmosphère (atm), est une valeur moyenne de la pression atmosphérique habituelle, soit 1,013 bar ou encore 1 013 millibars. Cette dernière nous est très familière, puisqu'elle figure souvent sur le cadran de nos baromètres domestiques. On admet aussi que la valeur normale de la pression atmosphérique est de 760 millimètres de mercure au niveau de la mer. On trouvera, toujours sur le baromètre, les valeurs 1 013 et 76 (en cm cette fois) quasiment alignées, avec l'indication VARIABLE. Comme si toutes ces unités ne suffisaient pas, sachez enfin que le millibar a laissé la place à son équivalent portant le nom de hectopascal (hpa), sans doute pour honorer la mémoire de notre physicien-mathématicien-écrivain Blaise Pascal, qui, le 19 septembre 1648, au Puy-de-Dôme, réalisa une célèbre expérience selon les hypothèses de Torricelli. Il vérifia en fait que la hauteur du mercure dans un fin tube de verre est proportionnelle à la pression atmosphérique en un lieu précis. On admet une diminution d'environ 1 millibar pour chaque élévation de 8 mètres environ.

De nos jours, on trouve dans le commerce pour une dépense raison-

VUE SUR LE CAPTEUR DE PRESSION.





3

L'ALIMENTATION.

nable le baromètre métallique ou baromètre anéroïde; le principe de fonctionnement de cet appareil est basé sur l'élasticité des métaux. Une boîte métallique cannelée et vide d'air subit la pression de l'air ambiant et à l'aide d'un levier actionne une aiguille face à un cadran. Un curseur mobile permettra de « mettre en mémoire » une pression donnée et de vérifier plus tard si celle-ci évolue vers le haut ou vers le bas. Le sens de l'évolution a plus d'importance que la valeur exacte en millibars; il n'y a guère que la vitesse de la variation qui pourrait signifier, par exemple en cas de baisse rapide, qu'il y a risque de coup de vent ou de tempête. Voici selon le tableau 1 quelques indications sur les interprétations barométriques usuelles :

mm de mercure	hecto pascal	
730	973	TEMPETE
750	1000	PLUIE
760	1013	VARIABLE
770	1026	BEAU TEMPS
790	1053	TRES SEC

III — Analyse du schéma électronique

De nos jours, pour mesurer cette pression d'une manière totalement électronique, il suffit de « peser » en quelque sorte le poids de la colonne d'air s'exerçant sur la face sensible d'un capteur. Pour ce faire, on exploite les propriétés piézo-résistives d'une minuscule pastille de silicium, un peu à la manière d'une jauge de contrainte minuscule, capable de distinguer les infimes variations de masse sur sa surface active. Motorola propose depuis quelque temps un composant intéressant, compensé en température et calibré très précisément en usine par laser : il s'agit du capteur MPX 2200 AP, en valeur absolue, puisqu'il existe une version pour la mesure de pressions différentielles. Sa sensibilité typique est de 0,2 mV par kilopascal de pres-

sion. Ainsi, à la pression exacte de 1 bar = 100 kPa = 1 000 mBar ou 1 000 hPa, on mesure en sortie du capteur une tension de $100 \times 0,2 \text{ mV} = 20 \text{ mV}$ précisément.

Il suffira d'amplifier cette tension 50 fois, de la mettre en forme et de l'afficher finalement sur un dispositif adéquat pour lire directement la pression atmosphérique en hPa. Vous trouverez en annexe quelques extraits de la notice technique du constructeur sur son capteur MPX 2200 AP. Le schéma électronique de notre baromètre se trouve à la **figure 2**. On trouve tout d'abord un dispositif de régulation de la tension par transistor ballast et diode zener. Une alimentation de quelque 15 V est acceptée; on retrouve en sortie un potentiel filtré et régulé de 10 V, valeur typique conseillée. La présence de la diode D₁ est nécessaire pour compenser la chute de tension de 0,6 V dans le transistor T₁. Le capteur ne possède que quatre broches (voir documents annexes), dont deux sont réservés à l'alimentation (broche 3 au + V et broche 1 à la masse commune). Les deux AOP forment une sorte d'amplificateur chargé de multiplier la tension générée par la pression mesurée et disponible entre les broches 2 et 4. A l'aide de l'ajustable de précision P₁, un modèle multitour, il sera possible d'obtenir très exactement un gain de 50. Il ne reste plus ensuite qu'à afficher la tension ainsi obtenue. Nous avons retenu la solution d'un affichage à cristaux liquides en mettant en œuvre le célèbre circuit convertisseur ICL 7106 ou 7136 pratiquement équivalent. Ce composant très courant, présenté en boîtier DIL 40, équipe bon nombre de voltmètres 2 000 points modernes. Une bonne partie des broches de IC₃ est donc destinée aux divers segments de l'afficheur LCD sur 3 digits 1/2. La broche 21 (BP = backplane) est l'électrode commune qui sera soumise à un signal alternatif strictement symétrique et de basse fréquence. Le point décimal et quelques segments non utilisés sont reliés également à cette borne BP. L'alimentation positive et négative est respective-

ment reliée aux bornes 1 et 26, sous une tension de 10 V, ou même 9 V, si l'on envisage une alimentation autonome. Il suffira dans ce cas de prendre pour Z₁ une valeur de 8,2 V seulement. La très faible consommation de l'ensemble ainsi constitué autorise cette possibilité intéressante.

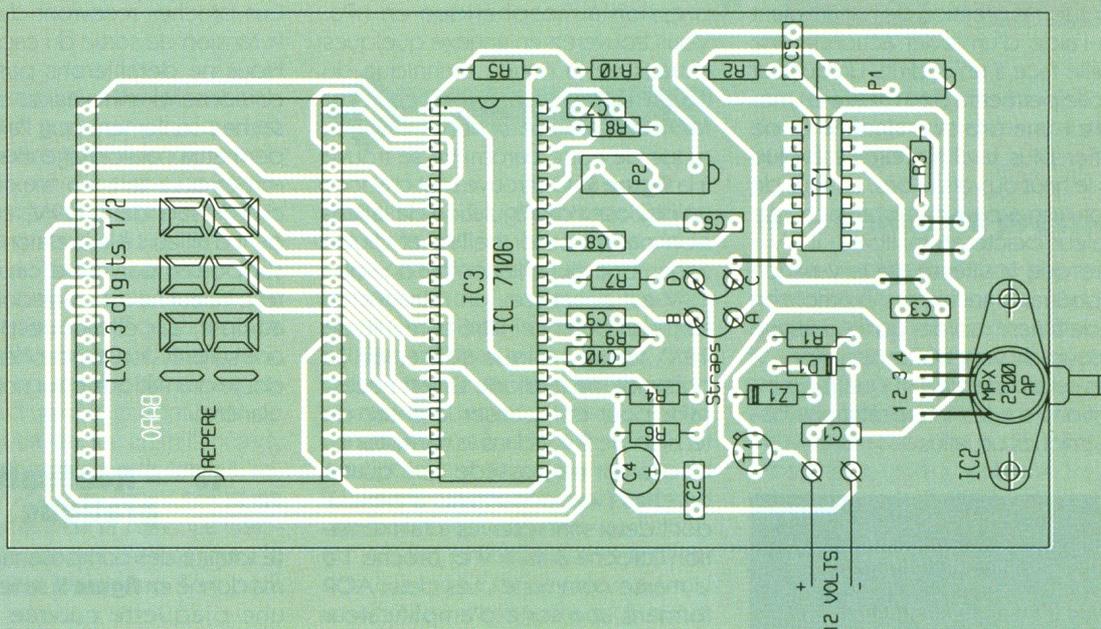
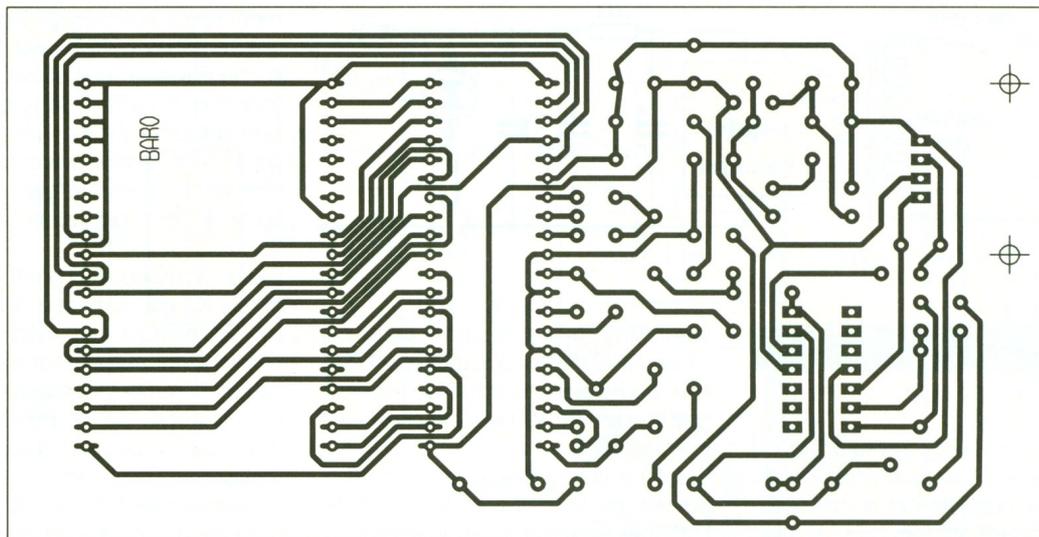
Le convertisseur A/D contenu dans le circuit IC₃ est du type à double rampe. Par ailleurs, ce système délivre une polarité automatique en cas de valeur négative, éventualité qui ne risque guère de se produire dans notre cas. Le zéro, lui aussi, est automatique en cas d'absence de toute tension sur les broches 30 et 31 (alimentation pseudo-symétrique grâce aux deux résistances égales R₄ et R₅). Ces broches recevront directement la tension de sortie du capteur MPX. Nous ne détaillerons pas tous les composants annexes du circuit ICL; sachez seulement que l'ajustable P₂ permettra l'étalonnage exact du baromètre. La tension maximale affichable sera de 1,999 V, correspondant d'ailleurs à la pression maximale supportée par notre capteur. Une telle valeur ne sera sans doute jamais atteinte, car elle correspondrait à une surpression atmosphérique sans doute dramatique pour notre pauvre planète!

IV — Réalisation pratique

La totalité des composants du schéma donné en **figure 2** se retrouve sur une plaquette cuivrée dont les pistes sont proposées en **figure 4**. La taille compacte du circuit imprimé et la complexité des composants utilisés exigent des pistes relativement denses dont certaines, très fines, passent parfois entre les broches de IC₃ ou de l'afficheur LCD. Nous ne saurions trop vous

LE CONVERTISSEUR A/D DE L'AFFICHAGE.





4/6

LE CIRCUIT ET L'IMPLANTATION DE LA CARTE PRINCIPALE.

conseiller d'opter pour la reproduction photographique, seule fiable ici et facilement reproductible. Cette plaquette peut fonctionner seule, à la condition de pouvoir à son alimentation sous une tension d'environ 12V ou moins encore en diminuant la valeur de la Zener Z₁. Si vous souhaitez alimenter le circuit principal à partir du secteur, et selon les indications du schéma classique de la **figure 3**, il sera nécessaire de graver le circuit imprimé de la **figure 5**.

Sur la plaquette principale, l'afficheur LCD sera inséré dans des bandes de picots tulipe de bonne qualité, en veillant à ne point déformer le fragile pavé de verre à l'insertion. Bien entendu, le circuit principal IC₃ sera lui aussi doté d'un support adapté. N'oubliez pas de

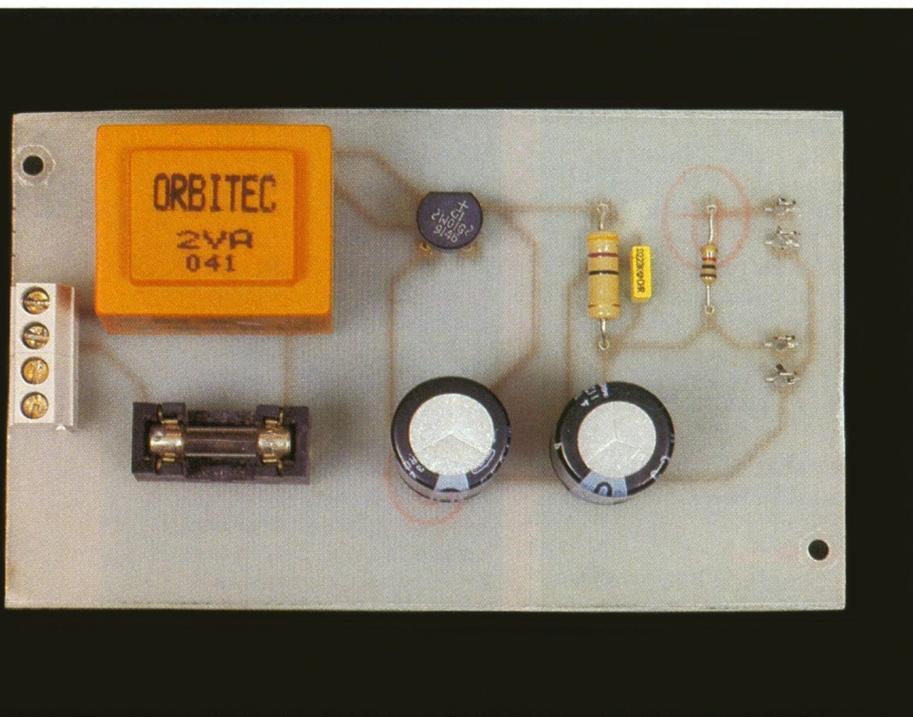
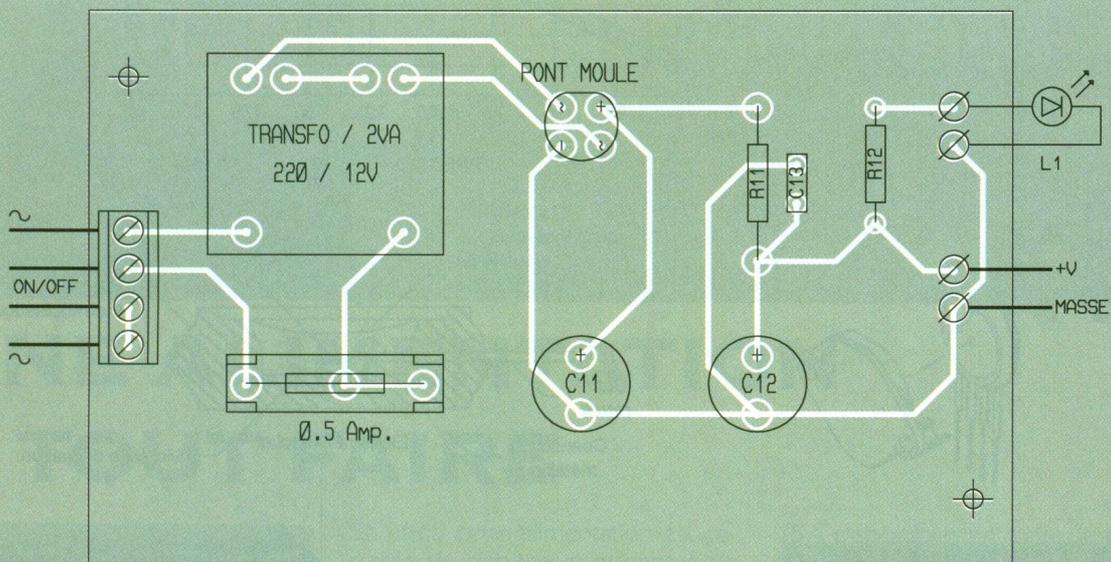
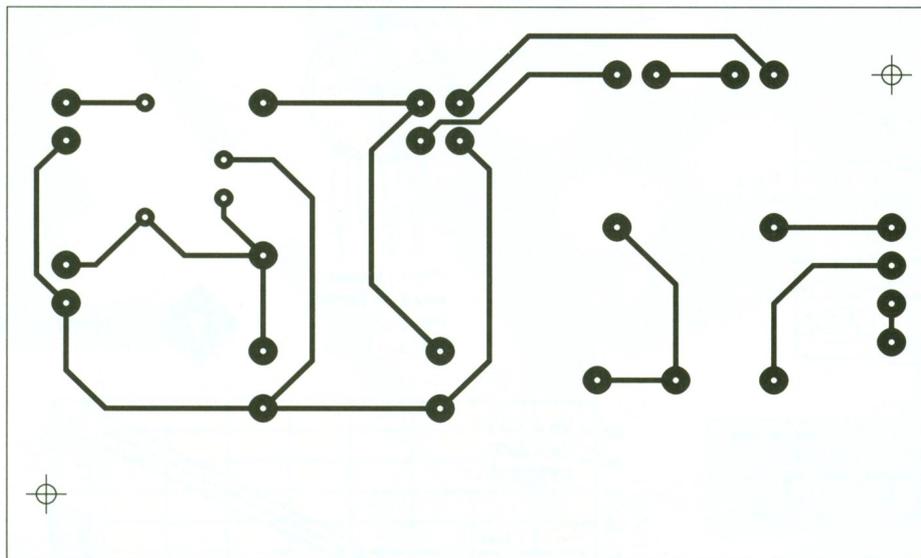
mettre en place les quatre straps et veillez à la bonne orientation des composants polarisés. On terminera par la mise en place du capteur Motorola, dont il convient de plier les quatre broches de raccordement. Une solide fixation sur la plaquette est conseillée pour éviter tout mouvement inutile et préjudiciable à ce composant délicat. L'interrupteur de mise en marche de la section d'alimentation secteur peut être omis, en veillant à shunter dans ce cas son emplacement sur le bornier. La diode DEL L₁ atteste de la présence d'une tension continue.

**V — Réglages
Mise en service**

Après un sérieux contrôle des diverses soudures, on pourra mesurer la présence d'une tension continue stable entre les bornes 4 et 11 de IC₂, ainsi que 1 et 26 de IC₃. Le réglage de

cet appareil de précision est facilité par la présence de straps reliant les bornes A et B ou encore C et D. Voici comment procéder point par point :

- Otez les deux straps A-B et C-D.
- Alimenter le module principal sous une tension de 12V environ.
- Mesurez la tension exacte d'une petite pile de 1,5V au voltmètre digital et relevez cette valeur.
- Appliquez de suite cette tension à l'aide de deux liaisons souples aux bornes B et D du module.
- Retouchez l'ajustable P₂ pour amener exactement cette valeur sur l'afficheur avec toutes ses décimales; éventuellement inversez les connexions pour ne pas faire apparaître le signe moins.
- Débranchez la pile et remettre les straps A-B et C-D.
- La valeur lue sur l'afficheur correspond à celle du capteur MPX.
- La comparer avec celle d'un ba-



5/7 LE CIRCUIT ET L'IMPLANTATION DE L'ALIMENTATION.

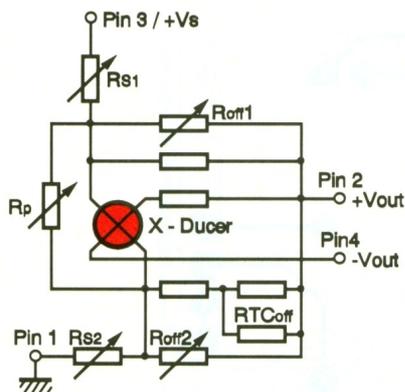
romètre précis ou téléphonez au centre météorologique le plus proche.

— Réglez enfin l'ajustable P₁ pour lire cette valeur de pression directement en hectopascal sur votre baromètre.

Il est possible que le dernier chiffre, celui des unités, soit quelque peu agité et variable. Vous disposez à présent d'un mesureur précis et fiable, constituant un maillon essentiel de votre station météorologique personnelle.

Guy ISABEL

L'ALIMENTATION DU MONTAGE.

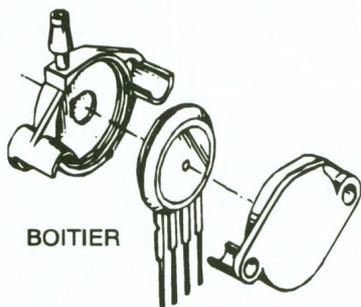


8

SCHEMA INTERNE DU CAPTEUR DE PRESSION, LES RESISTANCES AJUSTABLES SONT REGLEES PAR UN LASER EN USINE POUR LES CALIBRER.

10

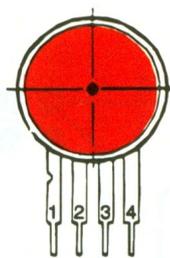
COURBE DE VARIATION.



BOITIER

11

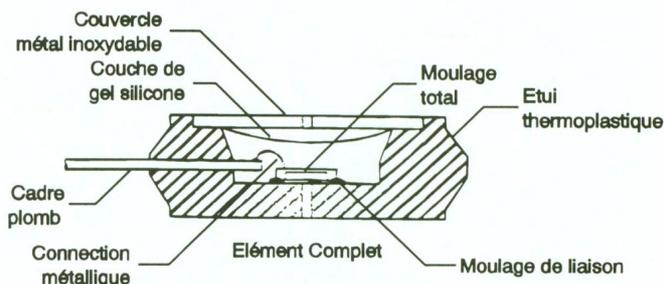
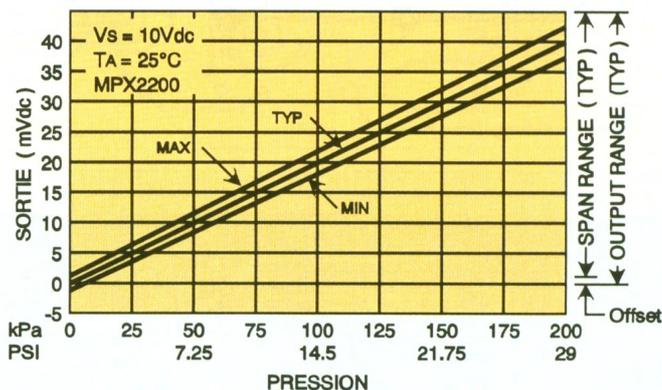
L'ENCAPSULATION DU CAPTEUR DE PRESSION.



PIN 1 : Masse
PIN 2 : + Sortie
PIN 3 : Alim.
PIN 4 : - Sortie

9

BROCHAGE DU CAPTEUR.



12

FABRICATION DU CAPTEUR.

Liste des composants

Semi-conducteurs

IC₁ : AOP₁, AOP₂ : quadruple ampli-op LM324

IC₂ : capteur de pression Motorola référence MPX 2200 AP

IC₃ : convertisseur A/D 3 digits 1/2 LCD référence ICL 7136 ou 7106

T₁ : transistor NPN 2N1711

Z₁ : diode zener 10 V

D₁ : diode commutation 1N4148

Pont moulé rond 1 A

L₁ : diode DEL rouge 3 mm

Résistances

(sauf indication, toutes valeurs 1/4 de Watt)

R₁ : 4,7 kΩ (jaune, violet,

rouge)

R₂, R₃, R₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₄, R₅, R₁₀ : 15 kΩ (marron, vert, orange)

R₆ : 82 kΩ (gris, rouge, orange)

R₇ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₉ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)

R₁₁ : 47 Ω (jaune, violet, noir) 1 W

R₁₂ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

P₁ : ajustable 5 kΩ multitours

P₂ : ajustable 10 kΩ multitours

Condensateurs

C₁, C₃ : plastique 470 nF/63 V

C₂, C₁₃ : plastique 22 nF/63 V

C₄ : chimique vertical

4,7 μF/25 V

C₅ : plastique 2,2 nF/63 V

C₆ : plastique 10 nF/63 V

C₇ : céramique 47 pF

C₈ : plastique 100 nF/63 V

C₉ : plastique 330 nF/63 V

C₁₀ : plastique 220 nF/63 V

C₁₁, C₁₂ : chimique vertical 1 000 μF/63 V

Divers

Afficheur à cristaux liquides 3 digits 1/2 12,7 mm +

enjoliveur plastique

Support à souder 40 broches

Support à souder 14 broches

Picots tulipe en bande

Picots à souder pour cosses

Bloc de 4 bornes vissées-

soudées au pas de 5 mm

Transformateur moulé à

picots 2 VA - 220/12 V

Cordon secteur ou coupleur pression pour pile 9 V



MESURES



UNE ALIMENTATION A TOUT FAIRE

Le premier des appareils indispensables, que ce soit dans un laboratoire d'électronique amateur ou professionnel, est sans aucun doute l'alimentation stabilisée. Des dizaines de descriptions de ces montages ont déjà été publiées. Alors pourquoi en proposer une de plus ? Celle faisant l'objet du présent article est sans nul doute quelque peu hors du commun par la puissance de sortie dont elle dispose.

En effet, cette alimentation est capable de débiter un maximum de 12 A sous une tension de 20 V. Elle permettra de tester n'importe quel dispositif nécessitant une puissance d'alimentation importante, tel un moteur à courant continu, un ampli d'automobile ou, pourquoi pas, un poste d'émission-réception. Les applications possibles sont très nombreuses. Ses caractéristiques sont élogieuses :

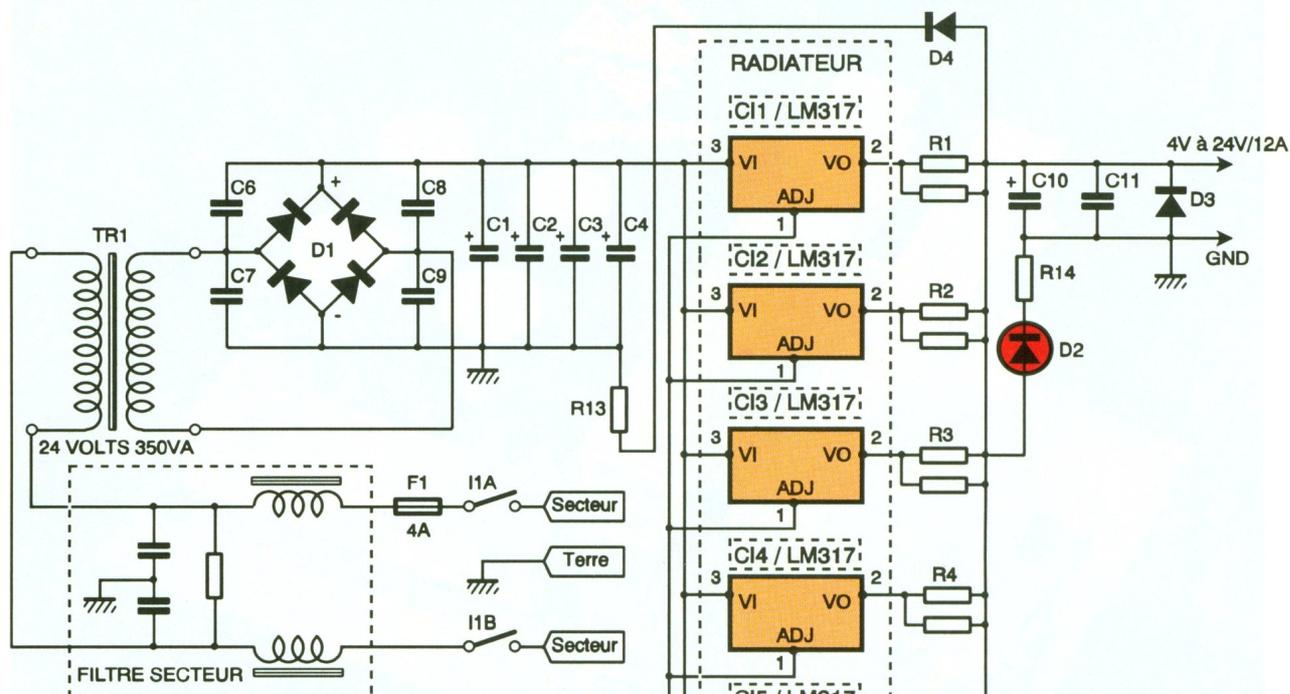
- tension ajustable entre environ 4 V et plus de 20 V selon le transformateur adopté ;
- courant de 12 A ;
- limitation de courant incorporée aux régulateurs intégrés ;
- protection thermique incorporée aux régulateurs intégrés.

De plus, le courant, limité sur cette version à 12 A, pourra être augmenté dans de fortes proportions par l'adjonction de régulateurs supplémentaires en parallèle. Dans ce cas, le transformateur devra être prévu plus puissant (l'ampérage que ce dernier devra pouvoir fournir devra être d'environ 30 % supérieur à la puissance souhaitée : par exemple, pour

15 A disponibles en sortie, le transformateur devra pouvoir fournir environ 18 A). Nous laisserons à nos lecteurs désireux de procéder à cette augmentation de puissance le soin du dessin d'un autre circuit imprimé.

Le LM317, régulateur intégré

C'est un circuit intégré assez ancien et très répandu, que l'on rencontre pratiquement dans chaque montage nécessitant une alimentation ajustable précisément. C'est un régulateur de tension à trois pattes supportant une tension différentielle entre entrée et sortie de 40 V. Il peut fournir un courant d'au moins 1,5 A et dispose d'une limitation de courant et d'une protection thermique. Sa régulation de ligne est de 0,01 %, et sa régulation en charge est de 0,1 %. Sa mise en œuvre ne nécessite que deux résistances externes pour en ajuster la tension (mis à part le redressement et les condensateurs de filtrage). Autant dire qu'il dispose de tous les atouts qui en font un régulateur robuste et universel.



L'alimentation 12 A

Le schéma général de principe est représenté en **figure 1**. Il est tiré d'une note d'application constructeur. En partant de la gauche du schéma, nous trouvons l'interrupteur bipolaire de mise en ou hors circuit secteur. Un fusible rapide de 4 A protège l'ensemble de l'alimentation. Le filtre secteur intercalé dans les lignes d'alimentation n'est pas obligatoire, mais souhaitable, puisqu'il atténue les parasites véhiculés par le 220 V, ainsi que les pics de tension. Ce type de filtre existe dans le commerce et est d'un emploi très simple, car il dispose de broches de connexion qu'il suffit de raccorder. Puis viennent le transformateur et le redresseur avec ses quatre condensateurs de 220 nF. Le filtrage est assuré par quatre condensateurs de 4 700 μF d'une tension de service de 50 V, ce qui garantit une marge de sécurité suffisante. Avec les valeurs de capacité indiquées, cela donne environ 2 500 μF par ampère. C'est sur cette valeur qu'il faudrait compter si le débit de l'alimentation venait à être augmenté par l'adjonction de régulateurs supplémentaires, comme nous le signalions en début d'article.

La résistance R_{13} accélère la décharge des condensateurs C_1 à C_4 lorsque l'alimentation est mise hors tension. La diode D_4 shuntant le système de régulation protège ce dernier quand l'alimentation est connectée à une charge capacitive ou si elle venait à être utilisée comme chargeur de batterie.

Le dispositif de régulation est composé des huit régulateurs LM317, du

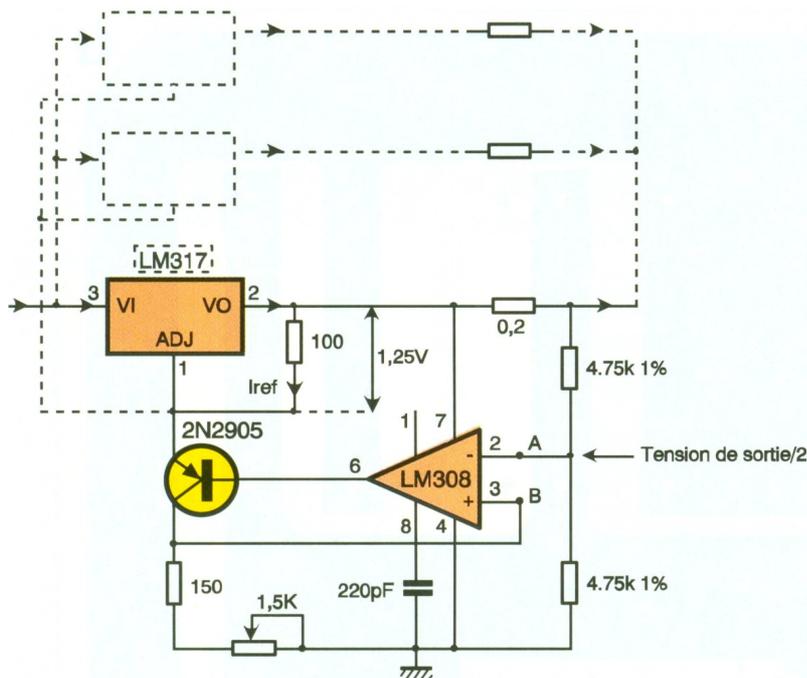
circuit intégré IC_9 , du transistor T_1 et des résistances R_{10} à R_{12} , ainsi que du potentiomètre P_1 . Chaque régulateur débite le courant demandé au travers des résistances de puissance R_1 à R_8 de petite valeur, destinées à équilibrer le courant fourni par chacun des LM317 (aucun ne débitant exactement le même).

Le principe du réglage de la tension de sortie est représenté en **figure 2**. Le LM317 fournit sur sa broche d'ajustage une tension de référence

1 LE SCHEMA DE PRINCIPE.

constante de 1,25 V, tension que nous retrouvons aux bornes de la résistance de 100 Ω .

La tension de sortie est fonction du rapport existant entre cette résistance et celle reliant la broche d'ajustage à la masse. Si sa valeur est nulle, alors la tension de sortie est égale à 1,25 V. Si cette valeur augmente, la



2

LE PRINCIPE DU REGLAGE DE V_{out}

broche d'ajustage n'est plus au potentiel de la masse et la tension de sortie augmente. Le transistor joue le rôle de résistance ajustable commandée par l'amplificateur opérationnel.

Ce dernier reçoit sur son entrée inverseuse la moitié de la tension de sortie, issue du pont diviseur formé par les deux résistances de $4,75\text{ k}\Omega$. Comme un AOP cherche à ce que ses deux entrées soient au même potentiel, par l'intermédiaire de sa sortie il commandera le transistor de manière que son entrée non-inverseuse reçoive la même tension que son entrée inverseuse. Cela sera fait par augmentation de la tension sur la broche d'ajustage du régulateur, ce qui entraînera une augmentation de la tension de sortie.

Par manœuvre du potentiomètre P_1 , si l'on diminue la tension au point A (entrée+) en amenant le curseur vers la masse, l'AOP rend le transistor plus conducteur. Le potentiel de la broche d'ajustage diminue et la tension de sortie également, en égalisant la tension présente au point B. Au contraire, si l'on augmente la tension au point A, le transistor est rendu moins conducteur et la broche d'ajustage reçoit une tension plus élevée. La tension de sortie augmente également et le point B est à nouveau au même potentiel que le point A.

Par ce procédé, il est donc impossible de ramener simplement la tension de sortie à 0V. Mais nous pen-

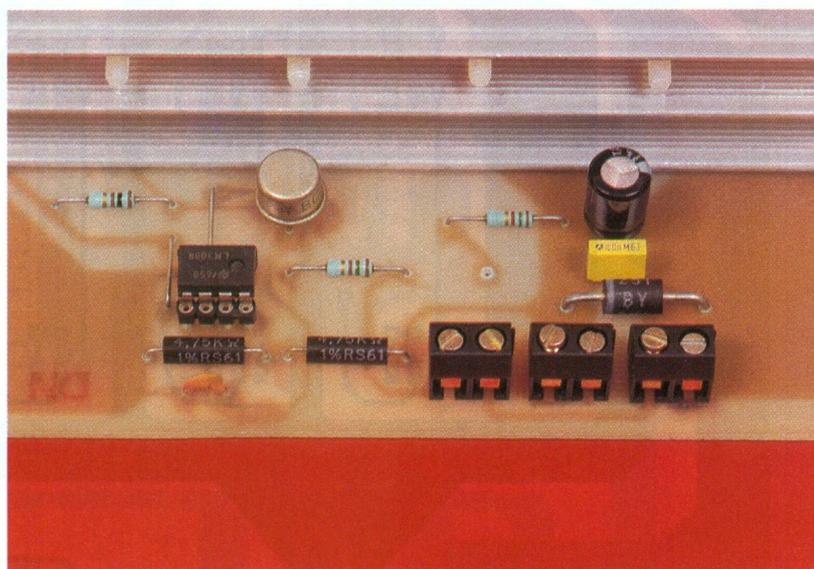
sons que cela ne constituera pas un handicap à l'utilisation d'une telle alimentation.

La réalisation

Nous avons tenu à ce que tout le système figure sur le même circuit imprimé, ce qui évite la liaison par fils de câblage, toujours longue à effectuer. C'est pourquoi la platine est de dimensions respectables : environ 200 mm sur 150 mm. Mais le dessin du circuit imprimé (représenté à la **figure 3**) est très aéré et facilement reproductible. Comme on peut le constater sur la photographie en début d'article, ce sont les dissipateurs et les condensateurs qui occupent la quasi-totalité de la place disponible.

La réalisation débutera bien évidemment par la réalisation du circuit imprimé, puis par son perçage et son étamage, ce qui protégera le cuivre des risques d'oxydation et ce qui donnera à l'ensemble un aspect très esthétique.

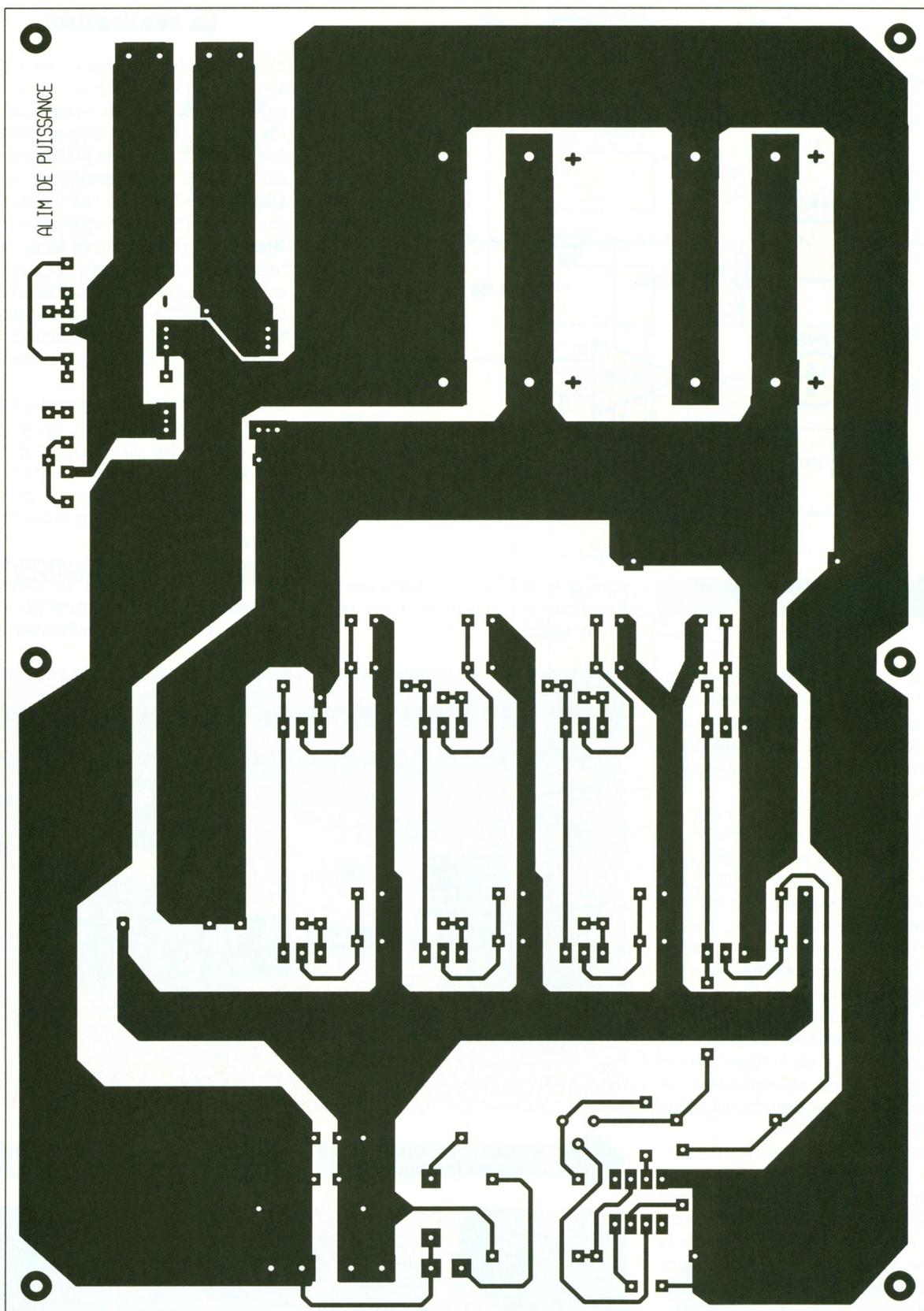
Le dessin représentant l'implantation est donné en **figure 4**. Le câblage débutera par l'implantation de tous les straps, ce qui serait impossible à



VUE SUR T1, LE TRANSISTOR DE COMMANDE DES REGULATEURS.

LES REGULATEURS PLACES SUR LE RADIATEUR.





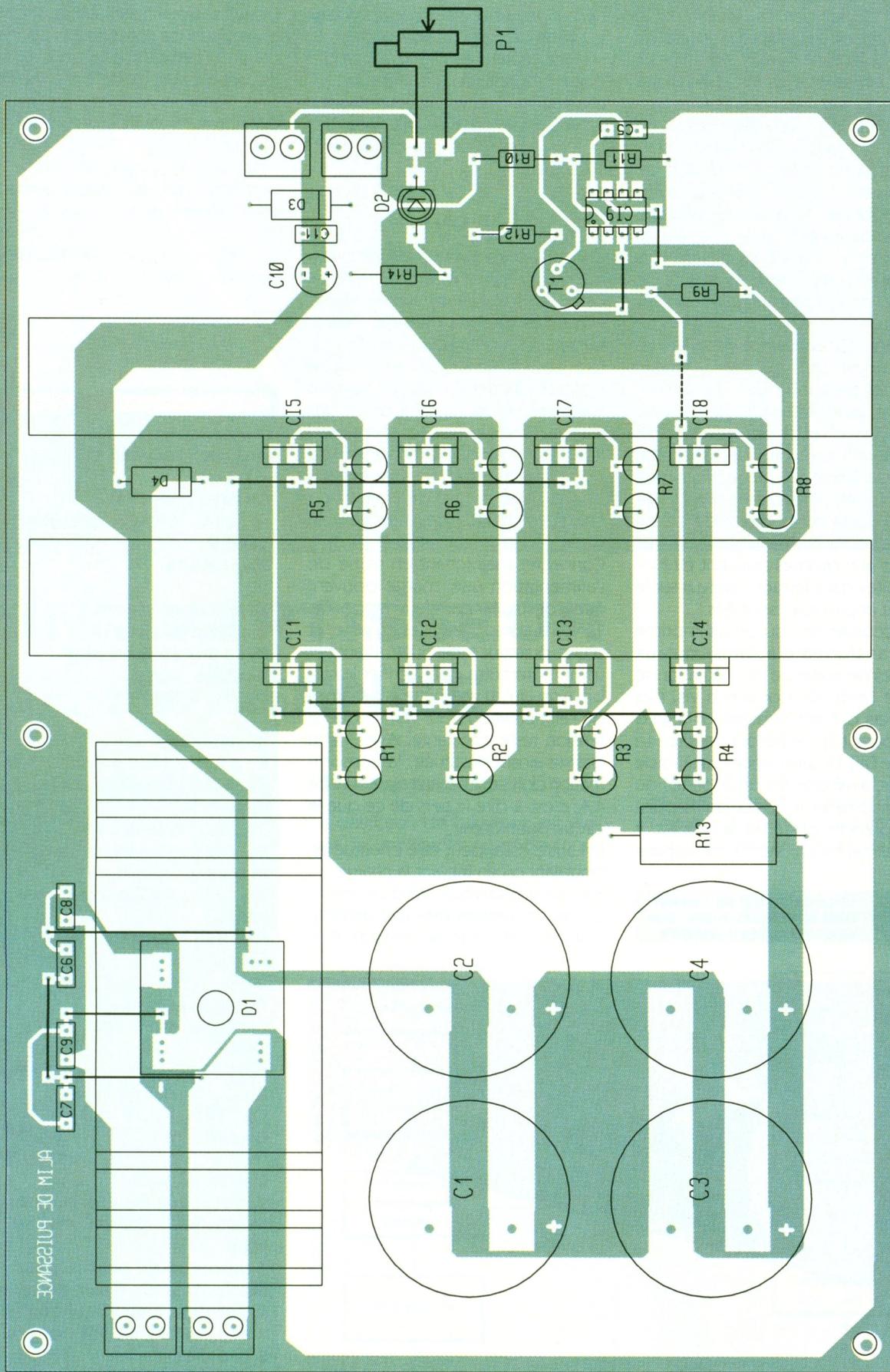
3

LE CIRCUIT IMPRIME.

faire après la mise en place des dissipateurs. Puis l'on soudera tous les composants les plus petits : résistances, condensateurs (bien vérifier

leurs polarités avant soudure), circuit intégré (AOP) et transistor. Les résistances de puissance R_1 à R_8 devront avoir une valeur comprise entre $0,16 \Omega$ et $0,22 \Omega$. Si vous trouvez une valeur juste ($0,18 \Omega$ ou $0,22 \Omega$), chaque résistance sera unique. Pour notre part, nous ne disposons pas

des bonnes valeurs. Nous n'avons que des résistances de $0,33 \Omega$ de valeur. C'est pourquoi sur le circuit imprimé a été prévu la possibilité de mise en parallèle de deux résistances, ce qui nous a semblé plus judicieux, ces dernières ne se trouvant pas toujours facilement. La puissance



ce qu'elles devront pouvoir dissiper est de 3 W au minimum.

Avant de souder les régulateurs, il convient de les disposer et de les fixer sur leurs radiateurs. Il faudra utiliser des isolants en mica, ainsi que des canons en plastique pour le passage des vis (si l'on utilise des vis en nylon, ces canons deviennent superflus). Il faudra également déposer de la graisse silicone sur les deux côtés de l'isolant en mica pour assurer une bonne dissipation de la chaleur des régulateurs. Cela fait, les dissipateurs seront mis en place, fixés à l'aide de vis, et l'on soudera les pattes des régulateurs.

Le pont redresseur sera vissé sur son dissipateur, sans oublier la graisse. Le pont préconisé dans la nomenclature nécessite une petite intervention. En effet, ses broches de connexion sont prévues pour être reliées à l'aide de connecteurs spéciaux (plats, style automobile). Il faudra, à l'aide d'une pince bien coupante, diminuer la largeur de ses pattes afin qu'elles puissent être introduites dans les trous prévus sur le circuit imprimé, et soudées.

Le raccordement du circuit imprimé au transformateur, ainsi qu'aux bornes de sortie de l'alimentation se fera à l'aide de borniers à vis. Ces derniers ont été doublés en regard du courant qu'ils verront transiter. La diode DEL D_2 sera connectée à l'aide de fils, ainsi que les deux pattes du potentiomètre P_1 , pour qu'ils puissent prendre place sur la face avant de l'alimentation. Même chose pour

le fusible F1, qui sera un modèle à visser sur la face arrière du boîtier. Un néon pourra être ajouté pour signaler la présence de la tension secteur. Si un filtre secteur est utilisé, il prendra place à l'intérieur du coffret de l'alimentation. Toutes les connexions véhiculant la tension 220 V seront isolées à l'aide de gaine thermorétractable.

Les essais

Une fois le câblage terminé, on prendra quelques minutes pour la vérification des soudures, surtout au niveau des circuits intégrés. Relier ensuite le montage au transformateur. Les fils de liaison devront être de gros diamètre, afin de pouvoir supporter le courant important demandé. Après la mise sous tension, il faudra s'assurer que la manœuvre du potentiomètre dans un sens et dans l'autre entraîne une diminution ou une augmentation de la tension de sortie.

Connecter maintenant en sortie de l'alimentation une charge pouvant être constituée par deux ampoules 12V d'automobile mises en série, et d'une puissance de 50 W. Brancher un ampèremètre pour vérifier le débit, ainsi qu'un voltmètre aux bornes de l'alimentation pour vérifier que la tension reste constante. Avec cette charge ainsi constituée, la consommation doit se situer aux alentours de 4 A, c'est-à-dire le tiers de ce que le circuit peut fournir.

Un autre essai peut être effectué en doublant ou en triplant la charge.

Si cette alimentation devait être employée en régime maximal de courant, il conviendrait de procéder à un

refroidissement supplémentaire à l'aide d'un ventilateur. Ce dernier pourra se trouver sans peine chez les revendeurs de composants pour micro-informatique et à un prix très abordable. Un modèle thermostaté avec sonde pourra être préféré, ce qui évitera le bruit perpétuel du ventilateur.

Nous voilà en possession d'une alimentation robuste prête à rendre tous les services. Nous pensons que les lecteurs qui entreprendront sa réalisation ne regretteront pas la peine qu'ils se seront donnés.

DE LA GRAISSE ET UN ISOLANT MICA SONT NECESSAIRES POUR LE MONTAGE SUR RADIATEUR.

Nomenclature des composants

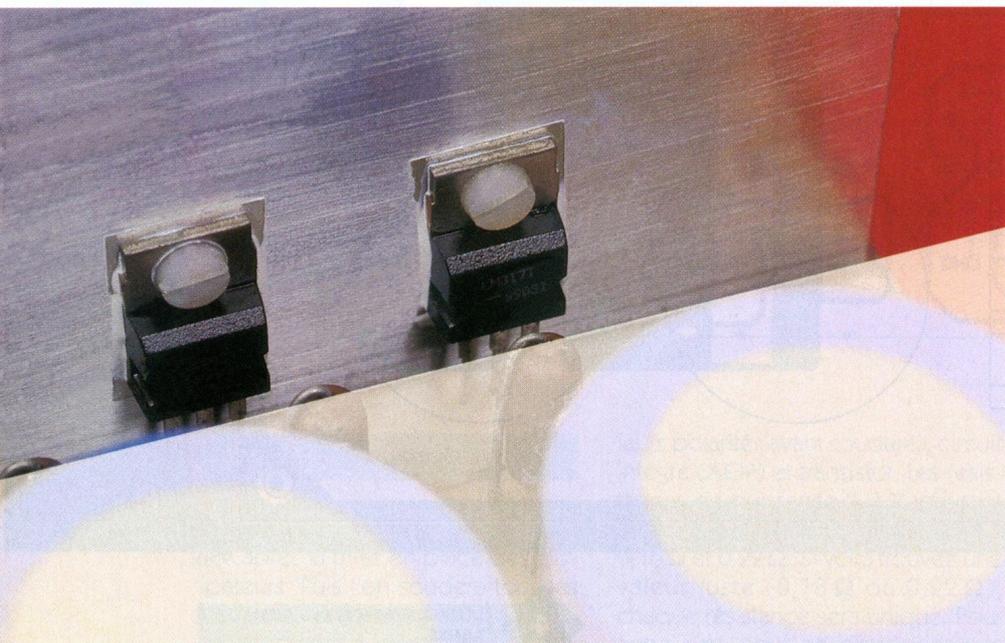
Circuits intégrés
IC₁ à IC₈ : LM317 en boîtier TO220
IC₉ : LM308

Semi-conducteurs
T₁ : 2N2905, BC313
D₁ : pont 15 A ou plus
D₂ : LED rouge
D₃, D₄ : BY251

Résistances
R₁ à R₈ : 0,16 Ω à 0,22 Ω 3 W
R₉ : 100 Ω (marron, noir, marron)
R₁₀, R₁₁ : 4,75 kΩ 1 %
R₁₂ : 150 Ω (marron, vert, marron)
R₁₃ : 1 kΩ 2 W (marron, noir, rouge)
R₁₄ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

Condensateurs
C₁, C₂, C₃, C₄ : 4 700 μF 50 V radial
C₅ : 220 pF céramique disque
C₆, C₇, C₈, C₉ : 220 nF
C₁₀ : 100 μF 35 V radial
C₁₁ : 100 nF

Divers
2 morceaux de profilés pour dissipateurs de 140 mm de long
1 morceau de profilé pour dissipateur de 4 mm de long
5 borniers à vis deux entrées
1 support de circuit intégré
8 broches





DOMOTIQUE



UN AVERTISSEUR DE PRESENCE

Ce montage enrichit utilement la gamme des dispositifs à caractère domotique grâce à une grande simplicité d'utilisation. En effet, le signal résultant d'une détection de présence est véhiculé jusqu'au récepteur par les fils électriques de l'installation de la maison ou de l'appartement.

Avec cette réalisation, si une personne se présente devant votre porte d'entrée, vous serez immédiatement prévenu par l'émission d'un discret bip-bip.

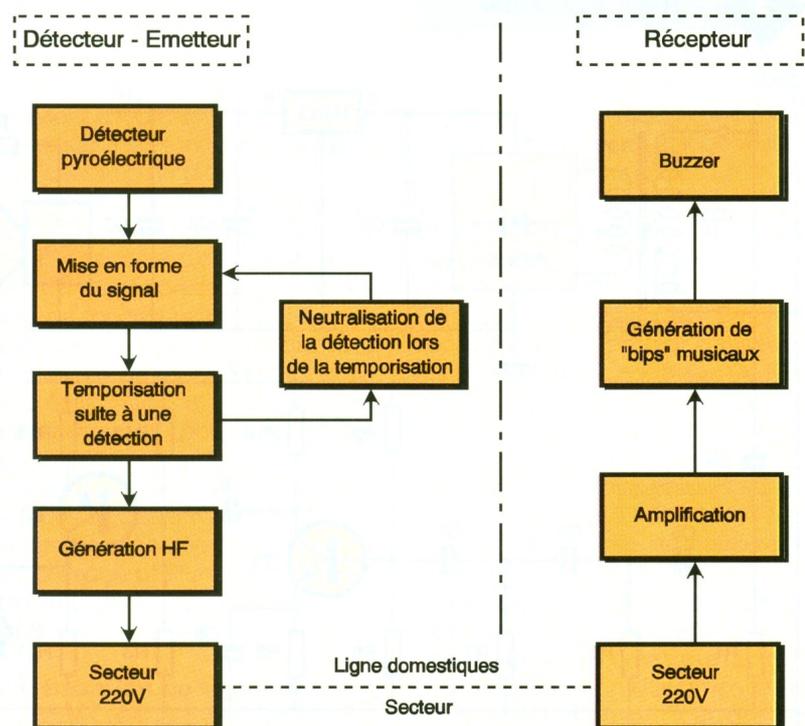
1

LE SCHEMA SYNOPTIQUE

I — Le principe (fig. 1)

La détection de présence est réalisée par un détecteur pyroélectrique.

Dès que ce dernier réagit, un dispositif de temporisation entre en action et génère un courant d'une fréquence de l'ordre de 100 kHz aussitôt



acheminé par les conducteurs du secteur par simple couplage capacitif.

Le récepteur peut être branché sur n'importe quelle prise de courant de l'installation. Il amplifie le signal HF reçu et délivre un signal sonore pendant toute la durée de la temporisation de l'émetteur.

II — Le fonctionnement (fig. 2, 3 et 4)

A - Détecteur-émetteur

a) Alimentation

L'énergie sera fournie par le secteur par l'intermédiaire d'un transforma-

teur dont le secondaire délivre une tension alternative de 12V. Après un redressement des deux alternances par un pont de diodes, la capacité C_1 réalise un efficace filtrage. Sur la sortie d'un régulateur 7809, on recueille un potentiel continu et stabilisé à 9V à qui la capacité C_2 apporte un complément de filtrage. La capacité C_4 assure le découplage de l'alimentation du montage lui-même.

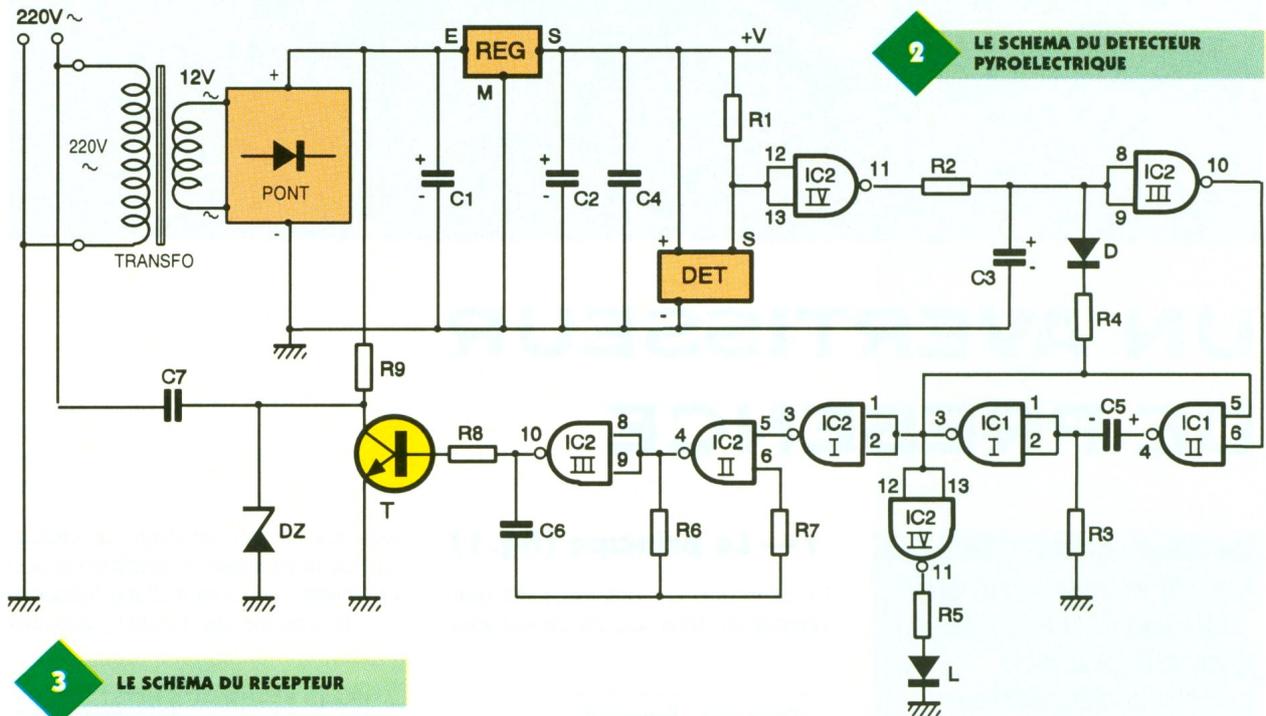
b) Détection pyrométrique

Il s'agit d'un détecteur à infrarouge passif. Son fonctionnement repose sur le découpage de l'espace environnant en une grande quantité de petits cônes voisins, grâce à des len-

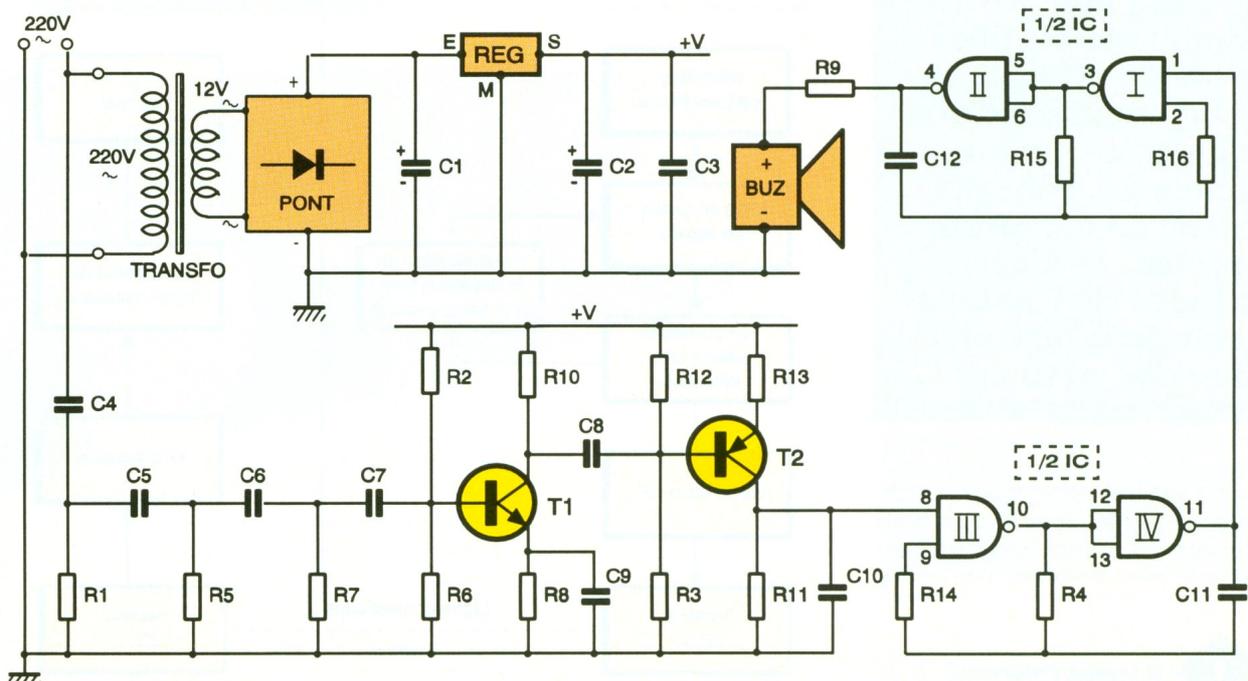
tilles de Fresnel que forme une couche sphérique en matière translucide. Si une source infrarouge se déplace dans l'espace ainsi surveillé, il se produit des interférences entre cônes fictifs, ce qui permet à la cellule de réception de réagir. Ainsi, une personne, de par la chaleur qu'elle rayonne, se trouve détectée. Cela se traduit par le passage à un potentiel nul de la sortie S du détecteur. A noter que la consommation d'un tel détecteur est pratiquement nulle à l'état de veille.

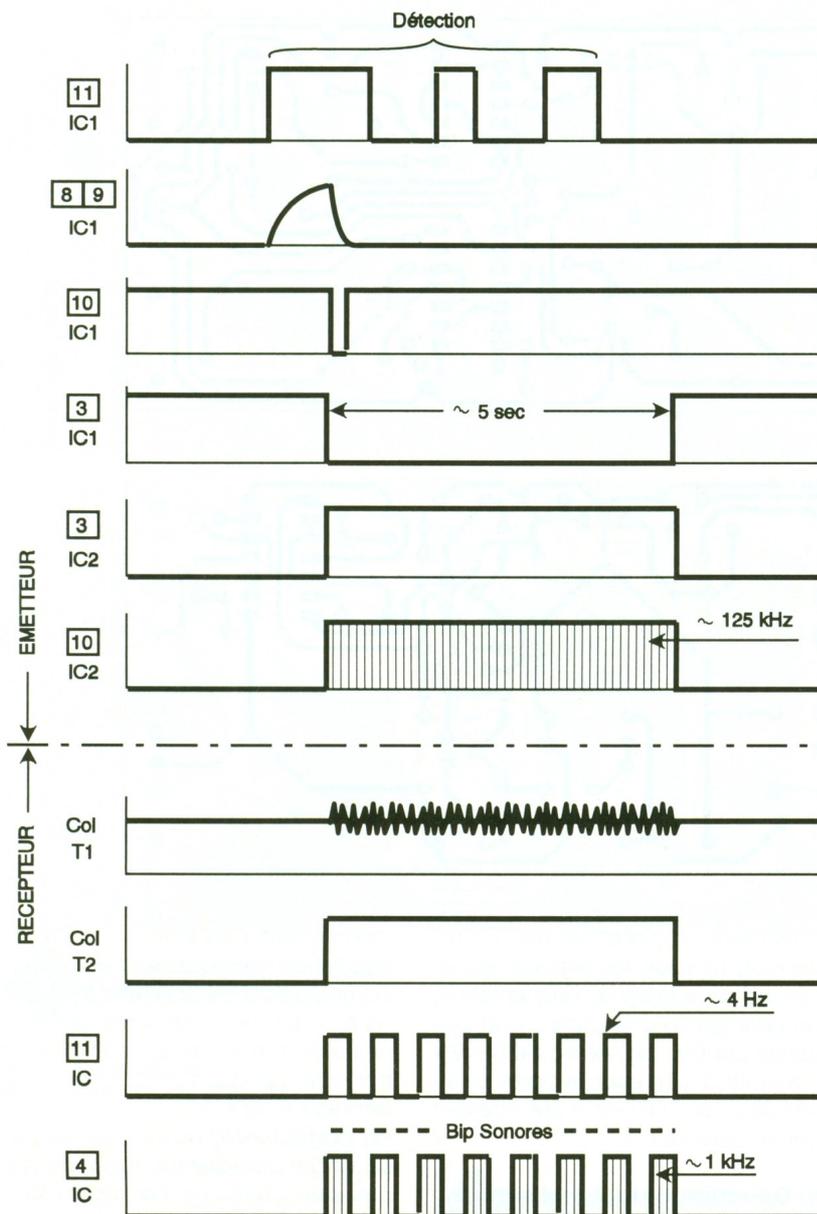
c) Traitement du signal

A l'occasion de chaque détection, la sortie de la porte NAND IV de IC1



3 LE SCHEMA DU RECEPTEUR





4 LA FORME DES SIGNAUX LORS DU FONCTIONNEMENT

passé à l'état haut. Avec un léger retard (de l'ordre de la seconde), dû à la charge de C_3 à travers R_2 , la sortie de la porte NAND III passe à l'état bas. Les portes NAND I et II forment une bascule monostable dont la sortie est à l'état haut en position de repos.

Dès que son entrée est soumise à un état bas, la bascule prend son départ en tant que dispositif de temporisation. Rappelons qu'une telle bascule se caractérise par une durée de temporisation indépendante de la durée du signal de commande. Dans le cas présent, et compte tenu des valeurs de R_3 et de C_5 , une détection se traduit par un passage à l'état bas de la bascule pendant environ 5 secondes. La capacité C_3 se décharge alors rapidement à travers

D et R_4 . Ainsi, lorsque la temporisation est achevée et que le détecteur redevient encore actif, par exemple parce que la personne se trouve toujours dans le champ de visée, la bascule monostable ne sera pas activée de suite, étant donné qu'il est d'abord nécessaire de charger la capacité C_3 . Cette précaution évite des ratés de fonctionnement de la bascule ; celle-ci doit en effet disposer d'un temps de repos suffisant entre deux sollicitations afin de permettre la décharge de C_5 pour sa réinitialisation.

Pendant toute la durée active de la bascule, la porte NAND IV de IC_2 présente sur sa sortie un état haut, ce qui provoque l'allumage de la LED témoin L dont le courant est limité par R_5 .

d) Génération du signal HF

Les portes NAND II et III de IC_2 forment un multivibrateur astable du ty-

pe commandé. Tant que son entrée de commande 5 est soumise à un état bas, le multivibrateur est bloqué et présente sur sa sortie un état bas de repos. En revanche, en cas de détection, la sortie de la porte NAND I de IC_2 passe à l'état haut, ce qui a pour conséquence l'activation du multivibrateur. Ce dernier entre en oscillation et délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée dus aux charges/décharges consécutives de C_6 dans R_6 . La période des créneaux générés est de l'ordre de $10 \mu s$, ce qui correspond à une fréquence d'environ 100 kHz.

Le transistor T comporte dans son circuit collecteur une résistance R_9 de faible valeur. Les signaux ainsi amplifiés sont ensuite acheminés dans le secteur par l'intermédiaire de la capacité de couplage C_7 .

A noter que les créneaux générés se caractérisent par une amplitude d'au moins 12V, étant donné que le potentiel de puissance est prélevé sur l'armature positive de C_1 , c'est-à-dire en amont du régulateur 7809.

La diode zener DZ de 18V a un rôle de sécurité et de protection du transistor T.

Les signaux sont alors véhiculés dans les conducteurs du secteur de distribution en superposition avec le 220V. Ils ne peuvent remonter au-delà du compteur, étant donné la grande impédance de sa bobine série.

B - Récepteur

a) Alimentation

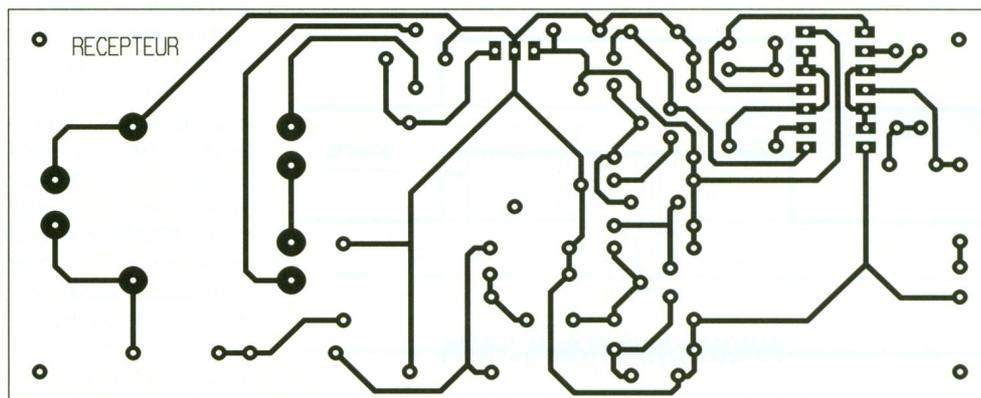
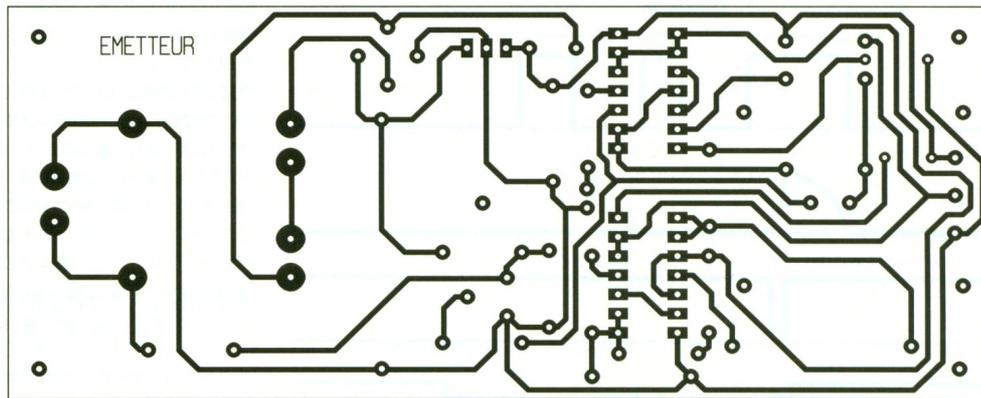
L'énergie est encore prélevée du secteur par l'intermédiaire d'un transformateur. Sur la sortie du régulateur 7809, on dispose d'un potentiel continu stabilisé à 9V. La consommation du récepteur est véritablement minime en état de veille : de l'ordre du milliampère.

b) Réception et amplification des signaux

Les signaux HF en provenance de l'émetteur et véhiculés par les conducteurs du secteur transitent par la capacité de couplage C_4 . Ensuite, et après avoir passé par le filtre constitué par les capacités C_5/C_6 et les résistances R_1 , R_5 et R_7 , les signaux sont disponibles sur la base du transistor T_1 .

Celui-ci est polarisé de manière à présenter sur son collecteur un potentiel de repos de l'ordre de la demi-tension d'alimentation.

La résistance d'émetteur R_8 est shuntée par C_9 afin d'augmenter le coefficient d'amplification de l'étage.



5

LES CIRCUITS IMPRIMES

Le second étage amplificateur, constitué par le transistor PNP T_2 , a une polarisation telle qu'en l'absence de signaux on enregistre sur son

collecteur un potentiel nul. En revanche, lorsque les signaux apparaissent dans la ligne d'alimentation, on note sur le collecteur T_2 un potentiel continu de l'ordre de 8 à 9 V d'amplitude. En effet, la porteuse alternative de 100 kHz a été intégrée par la capacité C_{10} .

multivibrateur astable qui entre en oscillation dès que son entrée de commande 8 est soumise à un état haut. Il délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée de 250 ms de période, ce qui correspond à une fréquence de 4 Hz.

Les portes NAND I et II constituent un second multivibrateur. Il génère des créneaux carrés de l'ordre du kilohertz, ce qui correspond à une fréquence dite musicale. Au niveau du buzzer piézo-électrique, on enregistre une série de bips pendant toute la durée de la temporisation qui suit une détection par l'élément pyroélectrique.

LE RECEPTEUR

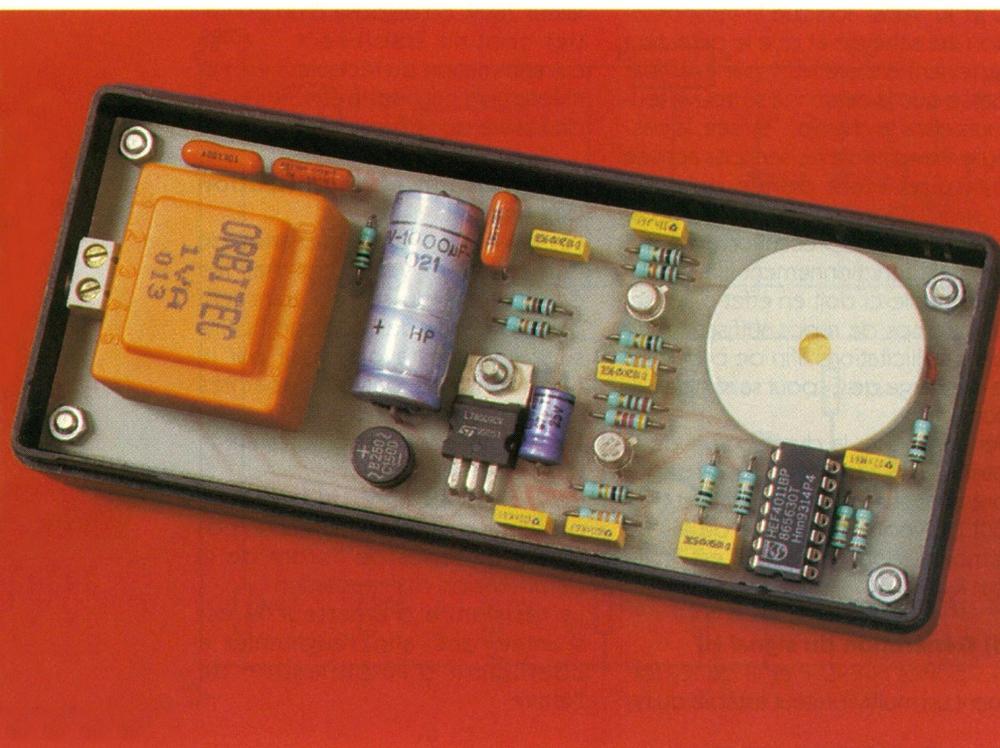
c) Génération du signal sonore

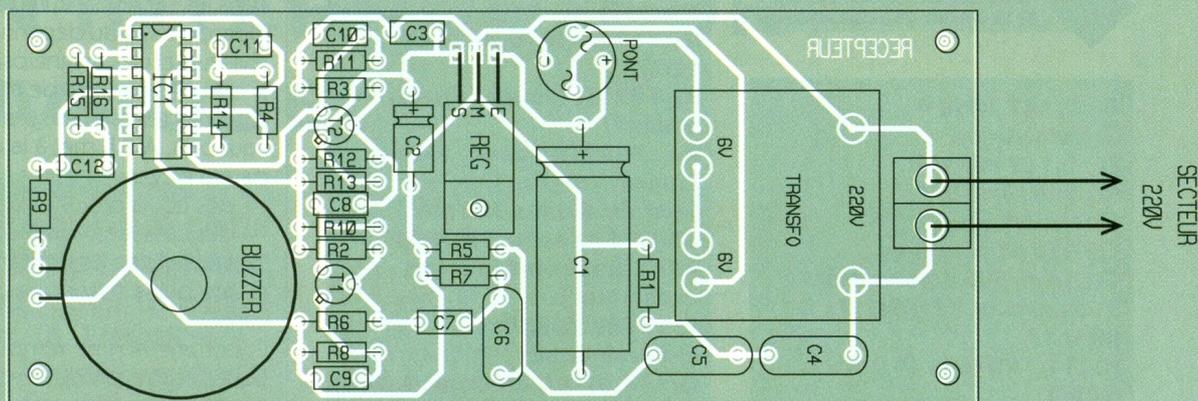
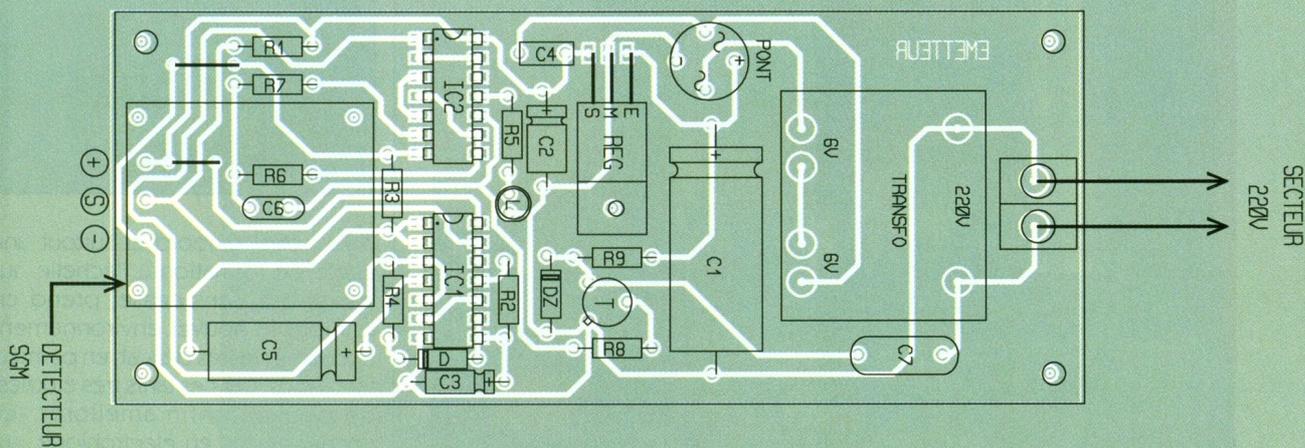
Les portes NAND III et IV forment un

III — La réalisation

a) Circuits imprimés (fig. 5)

Leur réalisation ne présente pas de difficulté particulière étant donné leur relative simplicité. Ils peuvent même être reproduits par application directe des éléments de transfert du type Mecanorma sur le cuivre du module époxy. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, les modules sont à rincer soigneusement. Ensuite, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir afin de les adapter au diamètre des connexions de certains composants davantage volumineux.





6

LES IMPLANTATIONS

b) Implantation des composants (fig. 6)

On implantera en premier lieu les diodes et les résistances. Ensuite, ce sera le tour des capacités et des transistors. Il est préférable de monter

les circuits intégrés sur des supports. Le détecteur pyroélectrique sera monté par-dessus le module émetteur au moyen de vis et d'écrous faisant office d'entretoises.

Aucun réglage n'est nécessaire à ce montage qui doit fonctionner de suite.

Robert KNOERR

L'EMETTEUR DETECTEUR PYROELECTRIQUE

Liste des composants

a) Module détecteur-émetteur

2 straps

R₁, R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₃ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₄, R₅ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₆ : 7,5 kΩ (violet, vert, rouge)

R₇ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₈ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

R₉ : 100 Ω (marron, noir, marron)

D : diode-signal 1N4148, 1N914

L : DEL rouge Ø 3

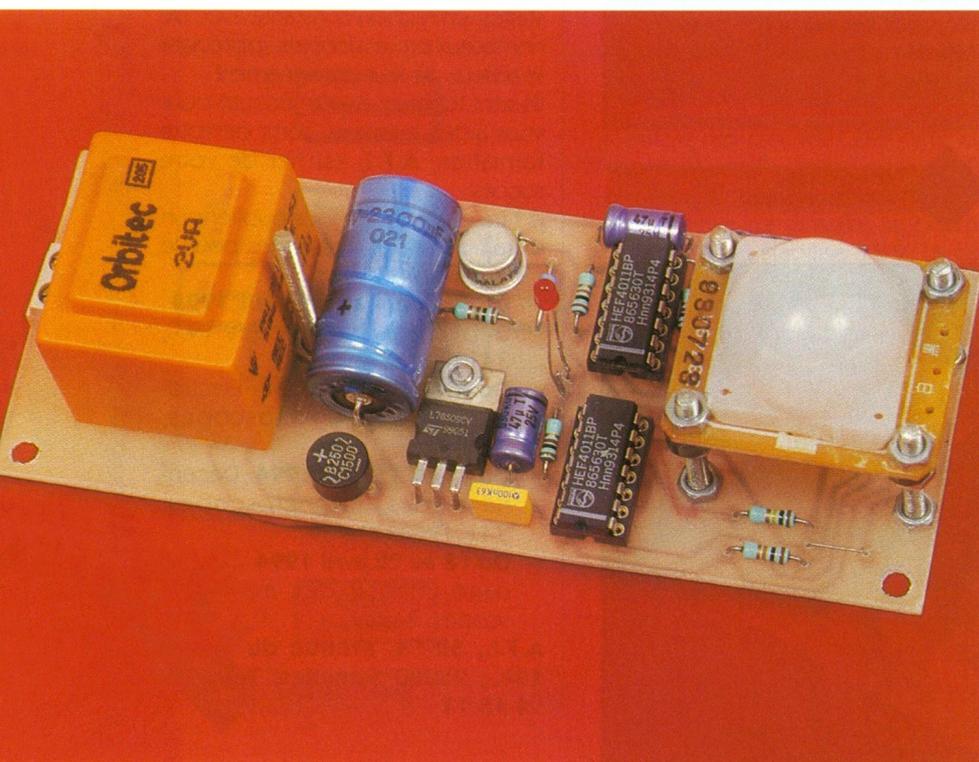
Pont de diodes 500 mA

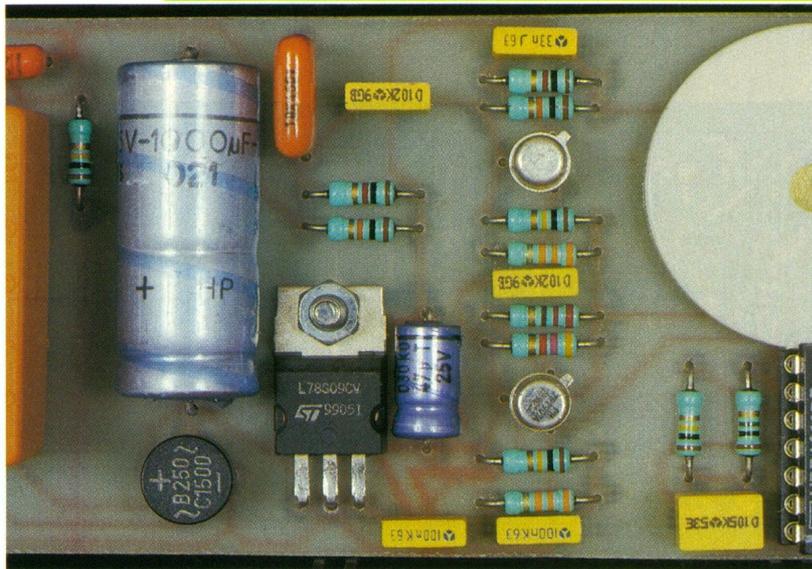
REG : régulateur 9 V 7809

DET : détecteur pyroélectrique

5GM 5910-RE (voir texte)

C₁ : 2 200 µF/25 V électrolytique





LE BUZZER DE SIGNALISATION ET LE CIRCUIT DE REGULATION

C₂, C₃ : 47 μF/10 V électrolytique
C₄ : 0,1 μF milfeuill
C₅ : 220 μF/10 V électrolytique
C₆ : 470 pF céramique
C₇ : 10 nF/400 V polyester
T : transistor NPN 2N1711, 2N1613
IC₁, IC₂ : CD4011 (4 portes NAND)
2 supports 14 broches
Transformateur 220 V/2 x 6 V/2 VA
Bornier soudable 2 plots
Boîtier « Diptal » (129 x 56 x 35)

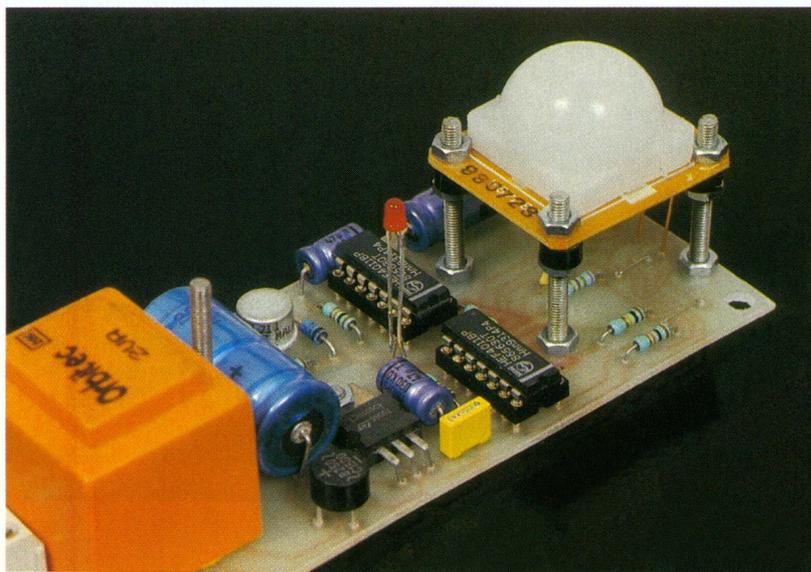
b) Module récepteur

R₁ à R₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R₅, R₆ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R₇ à R₉ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R₁₀, R₁₁ : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R₁₂ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R₁₃ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)

marron)

R₁₄ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R₁₅ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)
R₁₆ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
Pont de diodes 500 mA
REG : régulateur 9 V 7809
BUZ : buzzer piézo (sans oscillateur)
C₁ : 1 000 μF/25 V électrolytique
C₂ : 47 μF/10 V électrolytique
C₃, C₁₀ : 0,1 μF milfeuill
C₄ à C₆ : 10 nF/400 V polyester
C₇, C₈ : 1 nF milfeuill
C₉ : 33 nF milfeuill
C₁₁ : 1 μF milfeuill
C₁₂ : 22 nF milfeuill
T₁ : transistor NPN BC 108 C, 2N2222
T₂ : transistor PNP 2N2907
IC₁ : CD4011 (4 portes NAND)
Support 14 broches
Transformateur 220 V/ 2 x 6 V/1 VA
Bornier soudable 2 plots
Boîtier « Diptal » (129 x 56 x 35)

LE DETECTEUR PYROELECTRIQUE



DES STAGES PRATIQUES CHEZ A.F.I.

A.F.I., c'est d'abord et surtout une école de formation à l'échelle humaine qui, sans cesse, prend en compte le nouvel environnement économique très délicat, en permettant à tous, par ces tarifs très étudiés, de pouvoir enfin améliorer ses connaissances en électronique, sur les bases fondamentales, mais aussi dans les secteurs heureusement toujours porteurs du dépannage des téléviseurs et des magnétoscopes, ainsi que des moyens de réception en antennes terrestre et satellite. Pour cela, **A.F.I.** met à la disposition de ses élèves :

- des cours précis et performants ;
- des cassettes vidéo en complète harmonie avec les cours manuscrits ;
- les plans théoriques des fabricants.

Et comme rien ne remplace la pratique, l'élève peut suivre toute l'année des stages de tous niveaux, à des prix aussi étudiés qui, le cas échéant, peuvent être pris en charge, en tout ou partie, par les entreprises ou les organismes d'Etat (Assedic, Fongecif, etc.).

Vous ne regretterez pas de leur faire confiance, comme ceux, nombreux, qui l'ont fait avant vous, fiers aujourd'hui d'avoir pu créer leur propre entreprise.

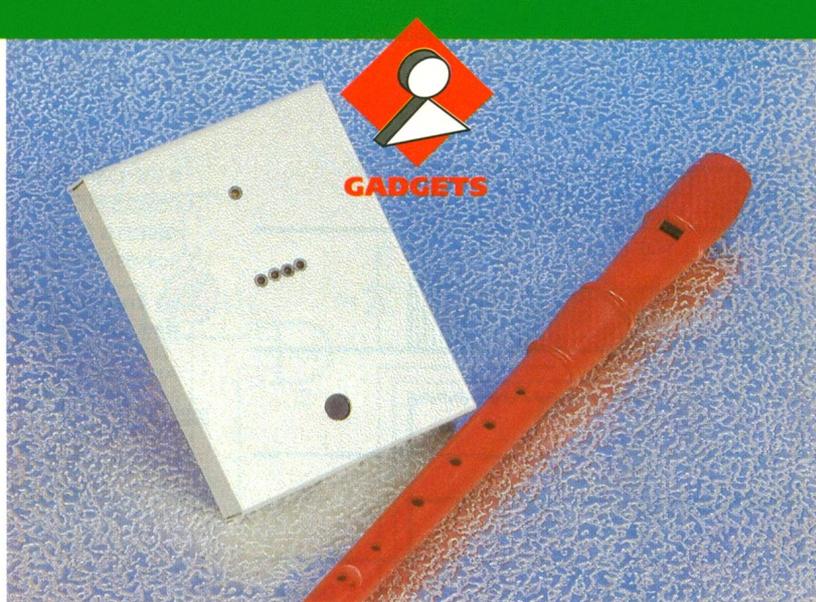
A.F.I. assiste efficacement pour une recherche d'emploi à la fin de vos stages, en relation constante avec de nombreux professionnels appréciant le sérieux de leur enseignement.

Ils sont toujours à votre écoute pour vous aider, même au sortir de votre formation, **A.F.I.** est fier de votre succès.

A titre d'exemple, nous publions un extrait des dates des stages pour le mois d'avril 1994.

- **Du 28 mars au 1^{er} avril 1994** : Dépannage intensif des TVC, 3410F.
- **Du 4 au 8 avril 1994** : Electronique des magnétoscopes, 2860F.
- **Du 11 au 15 avril 1994** : Dépannage des magnétoscopes, 3410F.
- **Du 18 au 22 avril 1994** : Dépannage intensif des magnétoscopes, 3620F.

A.F.I., 52-54, avenue du 8-Mai-1945, 95200 Sarcelles. Tél. : 39 94 15 73



UN INTERRUPTEUR MAGIQUE

On a beaucoup parlé de la lampe magique d'Aladin ces derniers temps. A *Electronique Pratique*, nous avons imaginé l'allumage et l'extinction d'une lampe soumise à l'interprétation de quelques notes de musique à l'aide d'une flûte. Un prodige digne des Mille et Une Nuits...

I — Le principe (fig. 1)

Un micro miniature capte quatre notes consécutives émises par une flûte. Après amplification et mise en forme du signal correspondant, ce dernier est analysé par quatre décodeurs de tonalité qui agissent sur une serrure électronique. Ainsi, si les quatre notes sont reconnues comme conformes et exécutives dans le bon ordre, un relais d'utilisation se ferme. A l'interprétation musicale suivante, le relais s'ouvre et ainsi de suite.

II — Le fonctionnement (fig. 2 à 4)

a) Alimentation

L'énergie est fournie par le secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre sur son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 12V. Un pont de diodes réalise le redressement des deux alternances tandis que la capacité C_1 effectue le filtrage. Un régulateur 7805 délivre sur sa sortie un potentiel continu et stabilisé à 5V. La capacité C_2 est chargée d'un complément de filtrage et la capacité C_3 réalise le découplage de l'alimentation du montage lui-même.

b) Amplification

Un premier étage amplificateur est construit autour de l'un des deux ampli-op que contient IC_1 . Les signaux captés par le micro sont acheminés sur l'entrée inverseuse par l'intermédiaire de C_4 et de R_6 . La contre-réaction est assurée par l'ajustable A_5 qui permet le réglage du gain. Le second ampli-op de IC_1 constitue un second étage amplifi-

cateur à gain fixe. Alors que le potentiel de repos du premier étage est égal à la demi-tension d'alimentation, compte tenu de la polarisation réalisée par R_2/R_3 , le second étage présente un potentiel nul au repos. L'entrée directe est en effet reliée au « moins » de l'alimentation par la résistance R_4 .

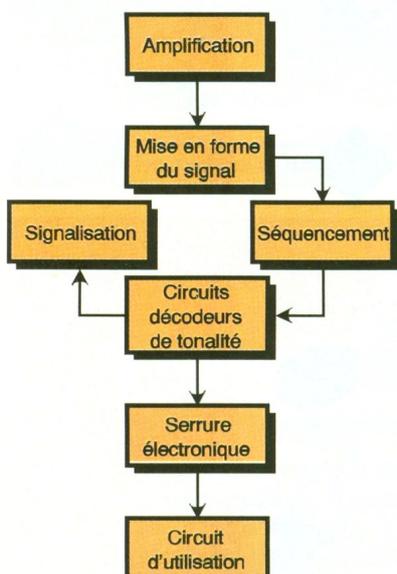
c) Mise en forme du signal

La porte AND 1 de IC_2 constitue un trigger de Schmitt. Sur sa sortie, on relève des créneaux à fronts montant et descendant verticaux grâce à la réaction positive introduite par R_{11} lors des basculements de la porte. Les résistances R_{13} et R_9 forment un pont diviseur à la sortie duquel une fraction relativement faible de l'amplitude de 5V des créneaux est disponible. Cette amplitude est de l'ordre de 150mV. Elle est imposée par les critères d'entrée des circuits décodeurs de tonalité.

d) Détection des tonalités

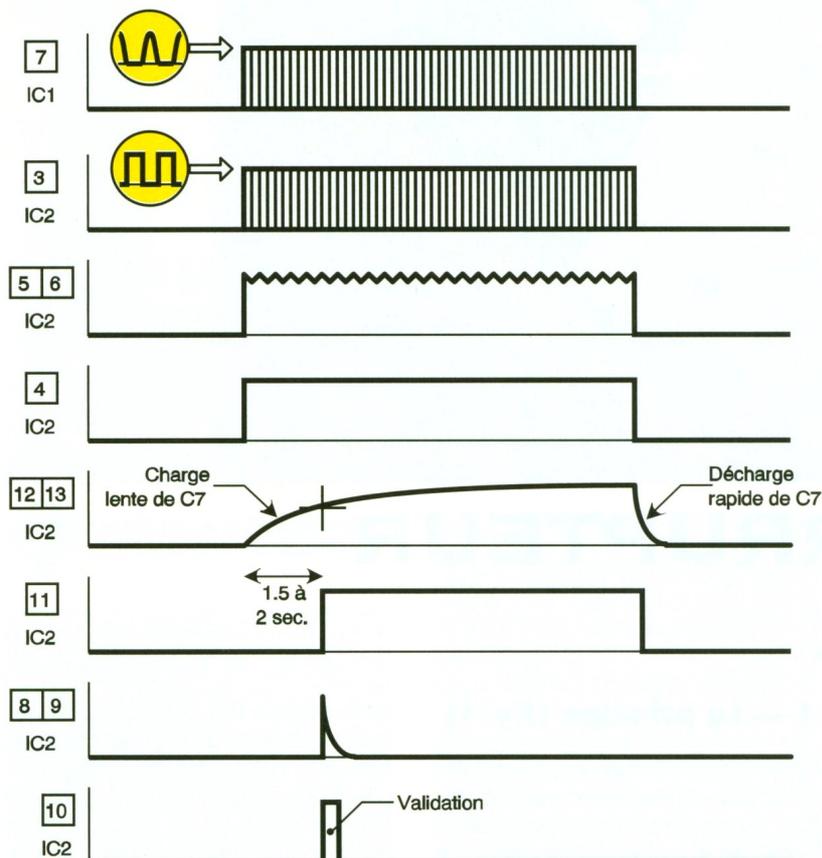
Le signal de 150mV d'amplitude est acheminé sur les entrées de quatre décodeurs de tonalité identiques, IC_3 à IC_6 , par l'intermédiaire des capacités C_{13} à C_{16} . Il s'agit de circuits intégrés LM 567 dont on peut brièvement rappeler le fonctionnement. A l'état de repos ou encore à la réception de créneaux de fréquence non conformes sur l'entrée « IN », la sortie « OUT » présente un état haut. Grâce aux ajustables A_1 à A_4 , il est possible de régler la fréquence d'accord de chaque circuit décodeur. La fréquence d'accord se détermine par la relation :

$$f_0 = \frac{1}{1.1 \cdot A_1 \cdot C_{17}}$$



1

LE SYNOPTIQUE.



4

LES SIGNAUX OBTENUS EN DIVERS ENDROITS DU MONTAGE.

220 V pour alimenter par exemple une lampe d'éclairage.

La diode D_7 protège le transistor T_2 des effets liés à la surtension de self qui se manifeste au moment des coupures.

Enfin, notons que le bobinage du relais est directement alimenté par le potentiel de 12 V disponible sur l'armature positive de C_1 , c'est-à-dire en amont du régulateur 7805. Le potentiel de 5 V est seulement imposé par la présence des circuits décodeurs de tonalité; c'est leur tension nominale de fonctionnement.

III — La réalisation

a) Circuit imprimé (fig. 5)

La configuration des pistes étant relativement serrée, il est recommandé de recourir à la confection d'un typon ou encore d'utiliser la méthode photographique en partant du modèle publié. Après révélation et gravure dans un bain de perchlorure de fer, le module sera soigneusement rincé. Ensuite, toutes les pastilles seront percées avec un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm pour les adapter au diamètre des connexions de certains composants plus volumineux.

A noter que les pistes se caractéri-

sent par une largeur de 0,5 mm, à l'exception du circuit de puissance où on a fait appel à de la bandelette adhésive de 0,8 mm.

b) Implantation des composants (fig. 6)

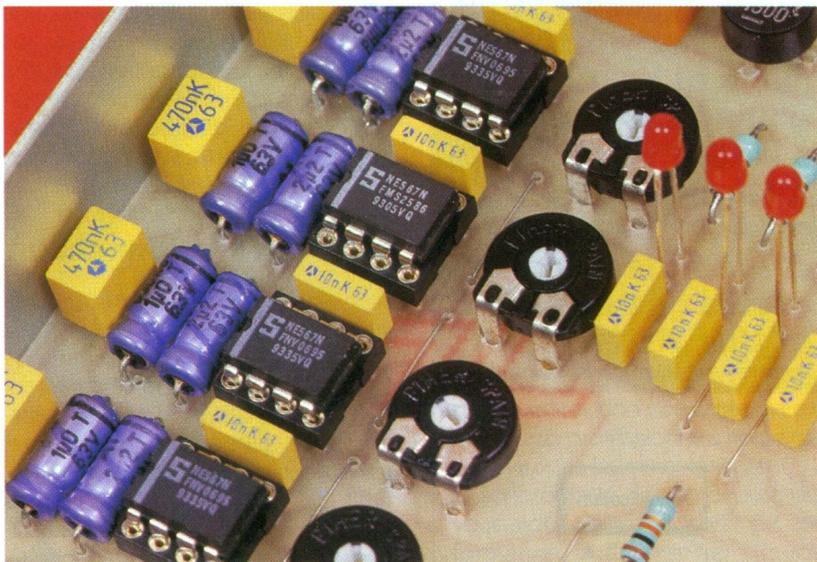
Après la mise en place des straps de liaison, on implantera les diodes, les résistances, les capacités, les supports de circuits intégrés. Par la suite, on soudera les composants plus grands tels que le régulateur, les grandes capacités électrolytiques, le transformateur et le relais. Attention à l'orientation des composants polarisés.

Le micro Electrett sera monté sur rehausse rigides.

c) Mise au point

L'ajustable A_5 fixant le gain de l'étage amplificateur sera positionné relativement proche du maximum, c'est-à-dire que le curseur sera à tourner dans le sens des aiguilles d'une montre presque jusqu'à sa butée.

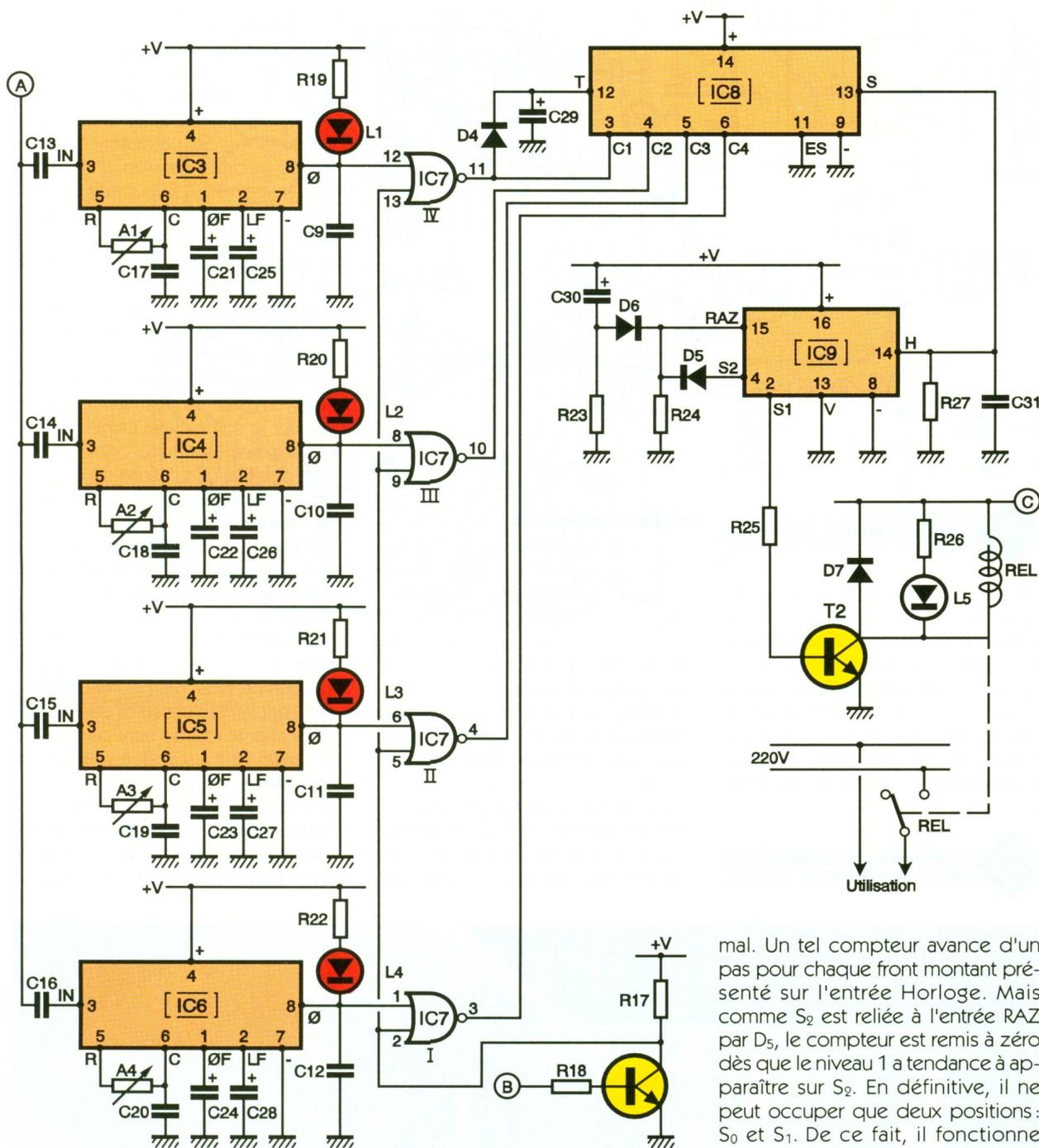
Il s'agit maintenant de régler les positions des curseurs des ajustables



VUE SUR LES FILTRES ACTIFS.

L'ETAGE D'ENTREE.





3

LES FILRES ACTIFS.

tive de validation ne se produit qu'au bout de 1 à 2 secondes après le début de la note. Cette précaution permet au « musicien-magicien » de jouer une note stabilisée et bien établie.

f) Vérification de la conformité

Le circuit intégré référencé IC₈ est une serrure électronique. Il s'agit d'un LS 7920. A l'état de repos, sa sortie S présente un état bas. En présentant des états hauts successivement sur les entrées C₁, C₂, C₃ et C₄, et dans cet ordre uniquement, la sor-

tie S passe à l'état haut. La capacité C₂₉ détermine le temps alloué pour réaliser cette opération. Elle détermine également la durée du maintien de l'état haut sur la sortie. Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 10 secondes. Le temps alloué pour « entrer » le code est du même ordre de grandeur.

Ainsi, si les quatre notes émises par la flûte sont jugées conformes et jouées dans le bon ordre, la sortie S de IC₈ passe à l'état haut.

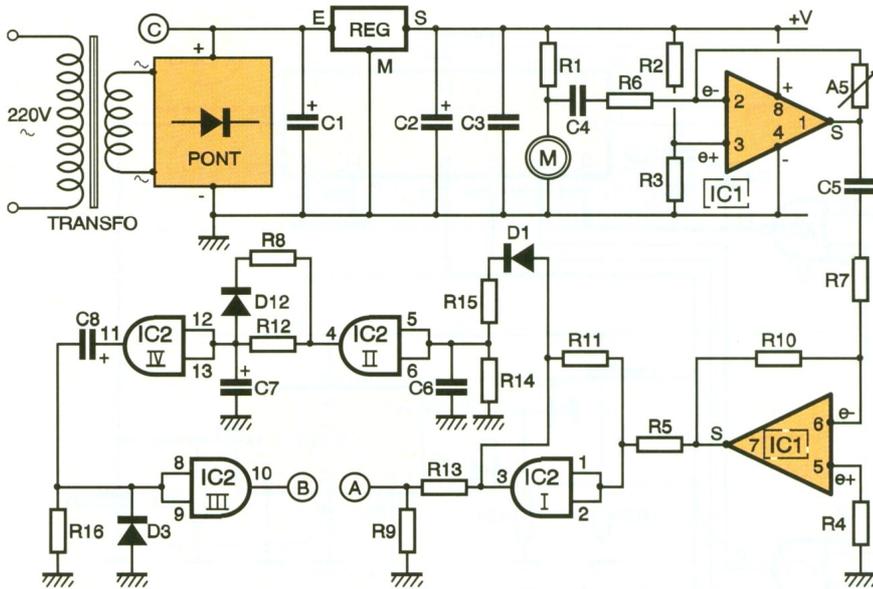
g) Circuit d'utilisation

Le front montant issu de la sortie de IC₈ est présenté sur l'entrée « Horloge » de IC₉ qui est un CD 4017, c'est-à-dire un compteur-décodeur déci-

mal. Un tel compteur avance d'un pas pour chaque front montant présenté sur l'entrée Horloge. Mais comme S₂ est reliée à l'entrée RAZ par D₅, le compteur est remis à zéro dès que le niveau 1 a tendance à apparaître sur S₂. En définitive, il ne peut occuper que deux positions : S₀ et S₁. De ce fait, il fonctionne comme une bascule bistable. Sur la sortie S₁, on note un état haut pour une première impulsion d'horloge, puis un état bas à l'occasion de l'impulsion suivante, et ainsi de suite.

Au moment de la mise sous tension du montage, la capacité C₃₀ se charge à travers R₂₃. Il en résulte une brève impulsion positive sur l'entrée RAZ de IC₉, à travers D₆. Cela initialise automatiquement le compteur sur S₀.

Si la sortie S₁ présente un état haut, le transistor T₂ se sature. Le relais d'utilisation monté sur son circuit collecteur se ferme et la DEL témoin L₅ s'allume. Les contacts du relais établissent directement une liaison avec le 220 V du secteur, si bien que sur les bornes d'utilisation de l'interrupteur magique, on dispose du



2 L'ETAGE D'ENTREE.

(en prenant l'exemple de IC₃). Les capacités C₂₁ et C₂₅ déterminent la largeur de la bande passante autour de f_0 , ainsi que la rapidité de réaction du circuit décodeur. Lorsque la fréquence de la note émise par la flûte est très voisine de f_0 , la sortie « OUT » passe à l'état bas. Il en résulte l'allumage d'une LED de signalisation (L₁ à L₄).

LE MONTAGE MIS EN BOITE PRET A FONCTIONNER.

e) Séquencement

Dès que des créneaux sont disponibles sur la sortie du trigger AND I de IC₂, ils sont pris en compte par le dispositif intégrateur que forment R₁₄, R₁₅, C₆ et D₁. Sur les entrées réunies de la porte AND II, on relève un état pseudo-haut.

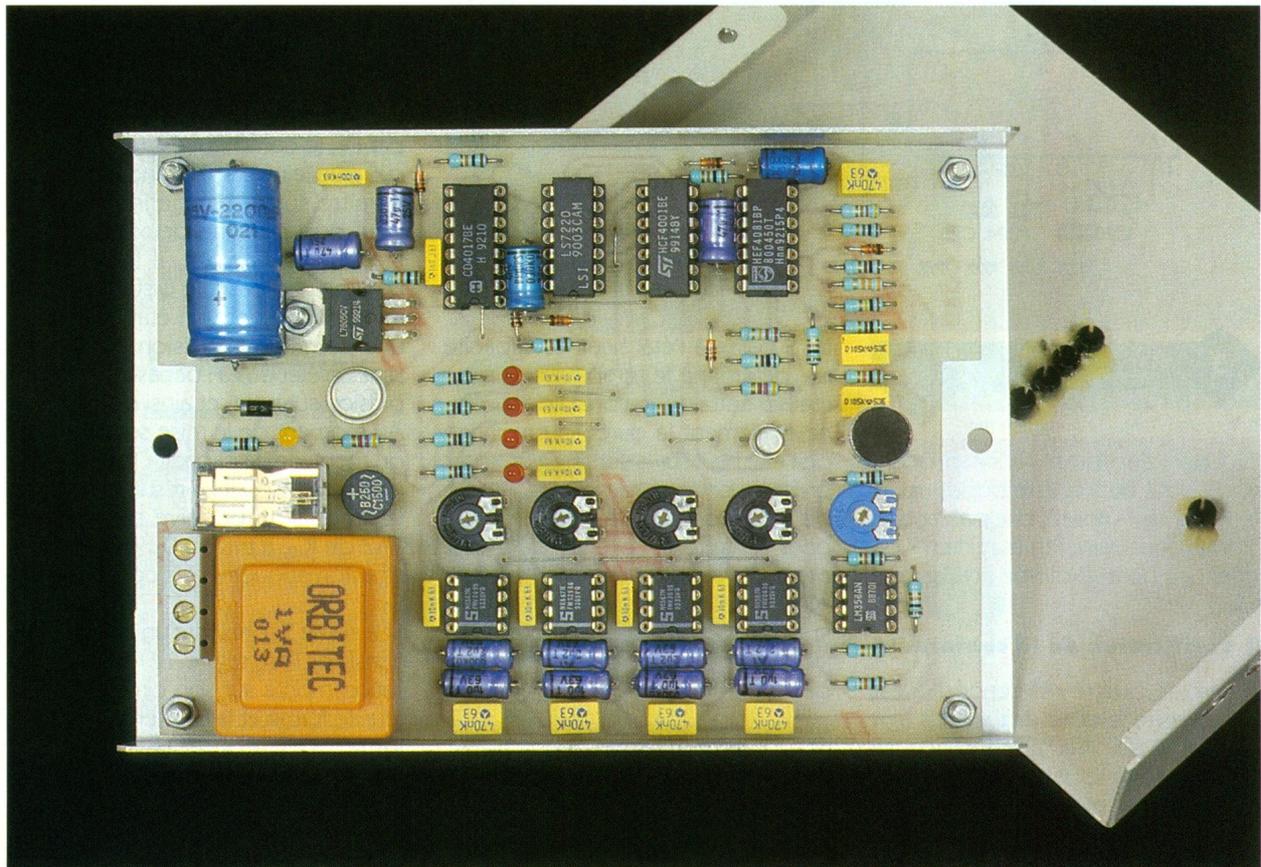
En effet, C₆ se charge rapidement à travers D₁ et R₁₅ lors de chaque état haut des créneaux délivrés par le trigger.

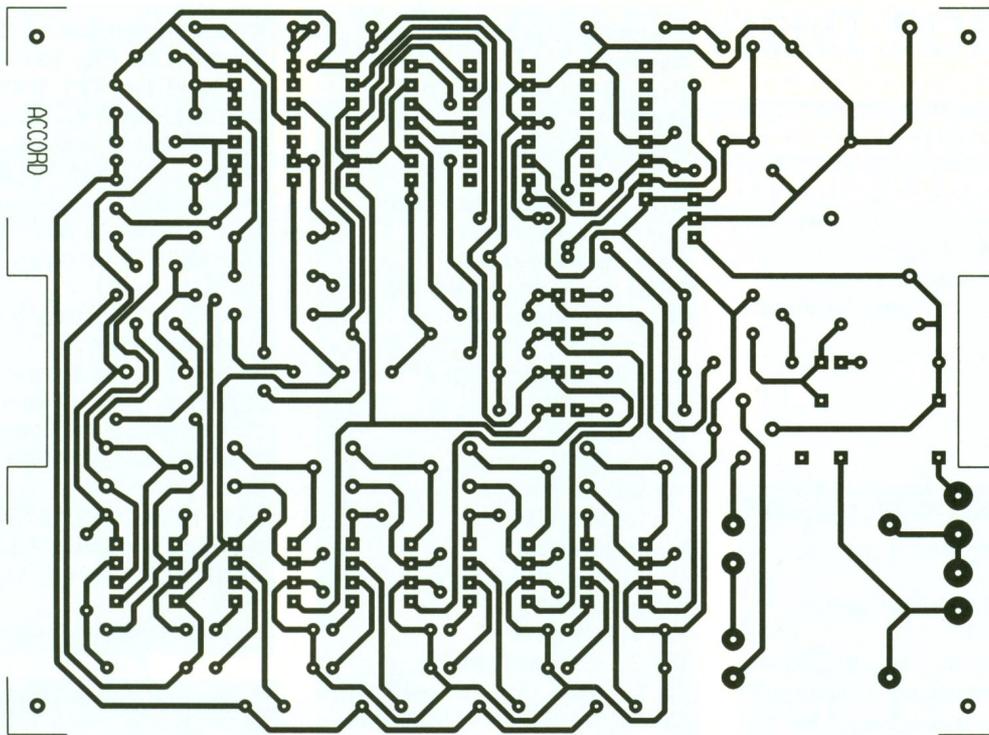
En revanche, la décharge ne peut se réaliser que lentement par la résistance de plus grande valeur R₁₄, lors des état bas, grâce au blocage intro-

duit par D₁. Ainsi, sur la sortie de la porte AND II, on enregistre un état haut, dès le début de l'émission d'une note de musique. A partir de ce moment, la capacité C₇ se charge à travers R₁₂. Son armature positive atteint la demi-tension d'alimentation environ 1 à 1,5 seconde après le début de charge. C'est donc après cette temporisation de retard que la sortie de la porte AND IV passe à son tour à l'état haut.

La capacité C₈, R₁₆ et D₃ constituent un dispositif dérivateur. Au moment de l'apparition d'un front montant sur la sortie de la porte AND IV, C₈ se charge assez rapidement à travers R₁₆. Sur la sortie de la porte AND III, on observe alors une brève impulsion positive (de l'ordre du dixième de seconde). Elle assure la saturation du transistor NPN T₁ qui présente alors sur son collecteur un bref état bas. Cela a pour conséquence de débloquent les quatre portes NOR de IC₇. Celle qui correspond au circuit décodeur réagissant par une fréquence d'accord donnée présente alors un bref état haut. Lorsque le son émis par la flûte cesse, la capacité C₇ se décharge rapidement par D₂ et R₈ et l'ensemble est prêt à prendre en compte la note suivante.

En définitive, le séquencement des quatre notes successives doit se réaliser avec un petit temps mort entre les notes. De plus, l'impulsion posi-





5

LE CIRCUIT IMPRIME.

A₁ à A₄ pour définir les fréquences d'accord de chaque décodeur de tonalité. A la flûte, on se fixera d'abord une mélodie de quatre notes. Par exemple DO RE MI FA. En jouant la première note, en tournant très lentement le curseur de l'ajustable A₁ dans un sens ou dans l'autre, le réglage sera correct lorsqu'on ob-

servera l'allumage franc et continu de la LED rouge L₁. On procédera de la même manière pour les trois autres notes en agissant sur les curseurs de A₂, A₃ et A₄.

On a intérêt à se tenir le plus près possible du micro. Cela évitera les réflexions du son sur des obstacles tels que les murs ou le plafond, en provoquant, de ce fait, des interférences.

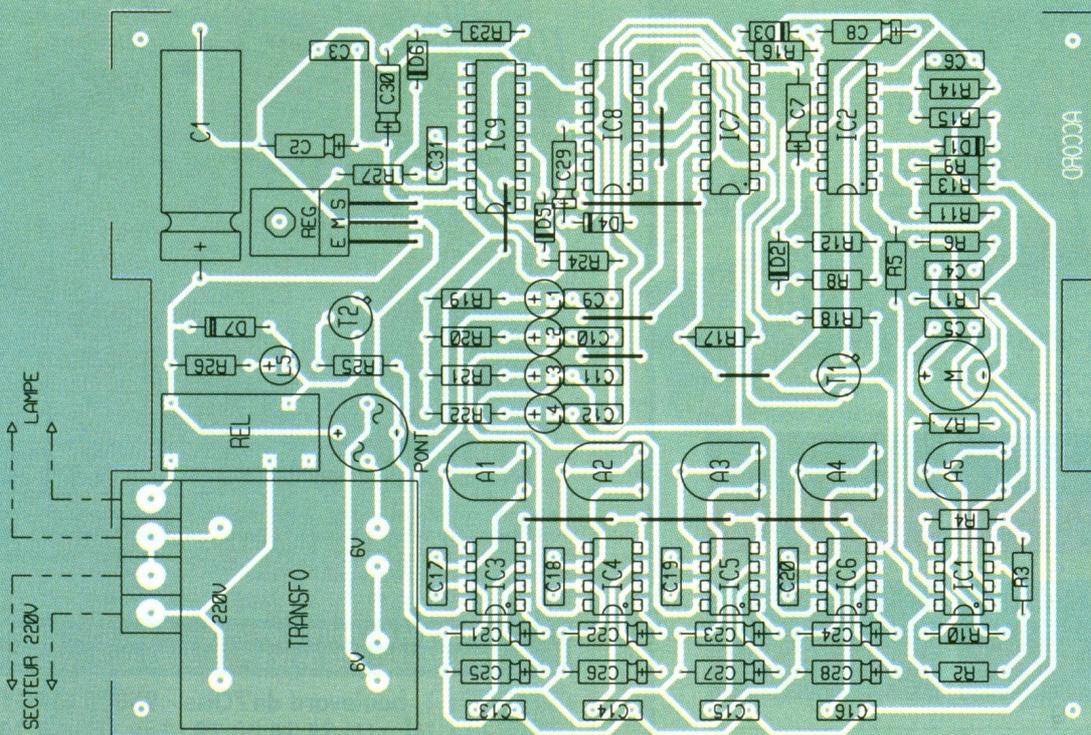
Les pages couvertes par les ajus-

tables s'étendent de 350 Hz à plus de 2 kHz.

Ces réglages étant achevés, l'interrupteur magique est opérationnel. Il suffira de jouer les quatre notes magiques en respectant une pause de quelques dixièmes de seconde entre chaque note, en gardant chaque note pendant 2 à 3 se-

6

L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.



condes. Il est conseillé d'observer en même temps l'allumage des LED de contrôle. A savoir que si la lampe vient de s'allumer, il convient d'attendre au moins une dizaine de secondes avant de renouveler l'exécution du morceau de musique, pour permettre à la serrure électronique de se réinitialiser.

Et maintenant, place à la magie...

Robert Knoerr

Liste des composants

9 straps (2 horizontaux, 7 verticaux)

R₁ à R₅, R₁₆, R₁₇, R₂₃, R₂₄, R₂₇ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₆ à R₉, R₁₉ à R₂₂, R₂₆ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₁₀, R₁₁ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₂ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

R₁₃ : 33 kΩ (orange, orange, orange)

R₁₄ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

R₁₅ : 100 Ω (marron, noir, marron)

R₁₈, R₂₅ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

A₁ à A₄ : 220 kΩ ajustable

A₅ : 1 MΩ ajustable

Pont de diodes 1 A

REG : régulateur 5 V 7805

M : micro Electrett (2 broches)

D₁ à D₆ : diodes-signal 1N4148, 1N914

D₇ : 1N4004

L₁ à L₄ : DEL rouges ø 3

L₅ : DEL jaune ø 3

C₁ : 2 200 µF/25 V électrolytique

C₂, C₇, C₃₀ : 47 µF/10 V électrolytique

C₃ : 0,1 µF milfeuil

C₄, C₅ : 1 µF milfeuil

C₆, C₁₃ à C₁₆ : 0,47 µF milfeuil

C₈ : 10 µF/10 V électrolytique

C₉ à C₁₂ : 10 nF milfeuil

C₁₇ à C₂₀ : 10 nF

C₂₁ à C₂₄ : 2,2 µF/10 V électrolytique

C₂₅ à C₂₈ : 1 µF/10 V électrolytique

C₂₉ : 22 µF/10 V électrolytique

C₃₁ : 1 nF milfeuil

T₁ : NPN BC108, 109, 2N2222

T₂ : NPN 2N1711, 2N1613

IC₁ : LM358 (2 ampli-op)

IC₂ : CD4081 (4 portes AND)

IC₃ à IC₆ : LM567 (décodeur de tonalité)

IC₇ : CD4001 (4 portes NOR)

IC₈ : LS7220 (serrure électronique)

IC₉ : CD4017 (compteur-décodeur décimal)

5 supports de 8 broches

3 supports de 14 broches

1 support de 16 broches

Transformateur 220 V/2

x 6 V/1 VA

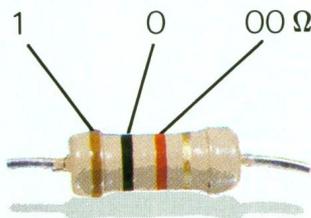
REL : relais 12 V/1RT National

Bornier soudable 4 plots

Boîtier ESM métal, 140 x 100 x 30

ELECTRONIQUE PRATIQUE SUR MINITEL TAPEZ 3615 CODE EPRAT

CODE des COULEURS des RESISTANCES



offert par : **ELECTRONIQUE PRATIQUE**

1 2 3 Tolérance : or ± 5 %, argent ± 10 %

1^{re} bague
1^{er} chiffre

2^e bague
2^e chiffre

3^e bague
multiplicateur

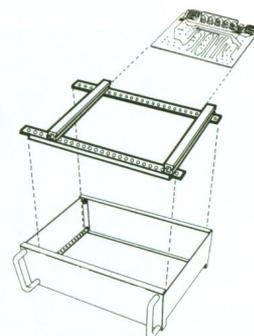
	0	× 1
1	1	× 10
2	2	× 100
3	3	× 1 000
4	4	× 10 000
5	5	× 100 000
6	6	× 1 000 000
7	7	
8	8	
9	9	



habille l'électronique

Ensembles guides-cartes pour série EC
Montage très simple, il s'adapte à toutes les dimensions de circuits imprimés ; il permet un échange et un dépannage rapide des circuits, ainsi qu'une visibilité totale du montage à l'intérieur du boîtier.
Il est composé de deux traverses perforées au pas de 2,54 mm, de deux glissières en plastique et de la visserie pour la fixation.

SÉRIE "EC"



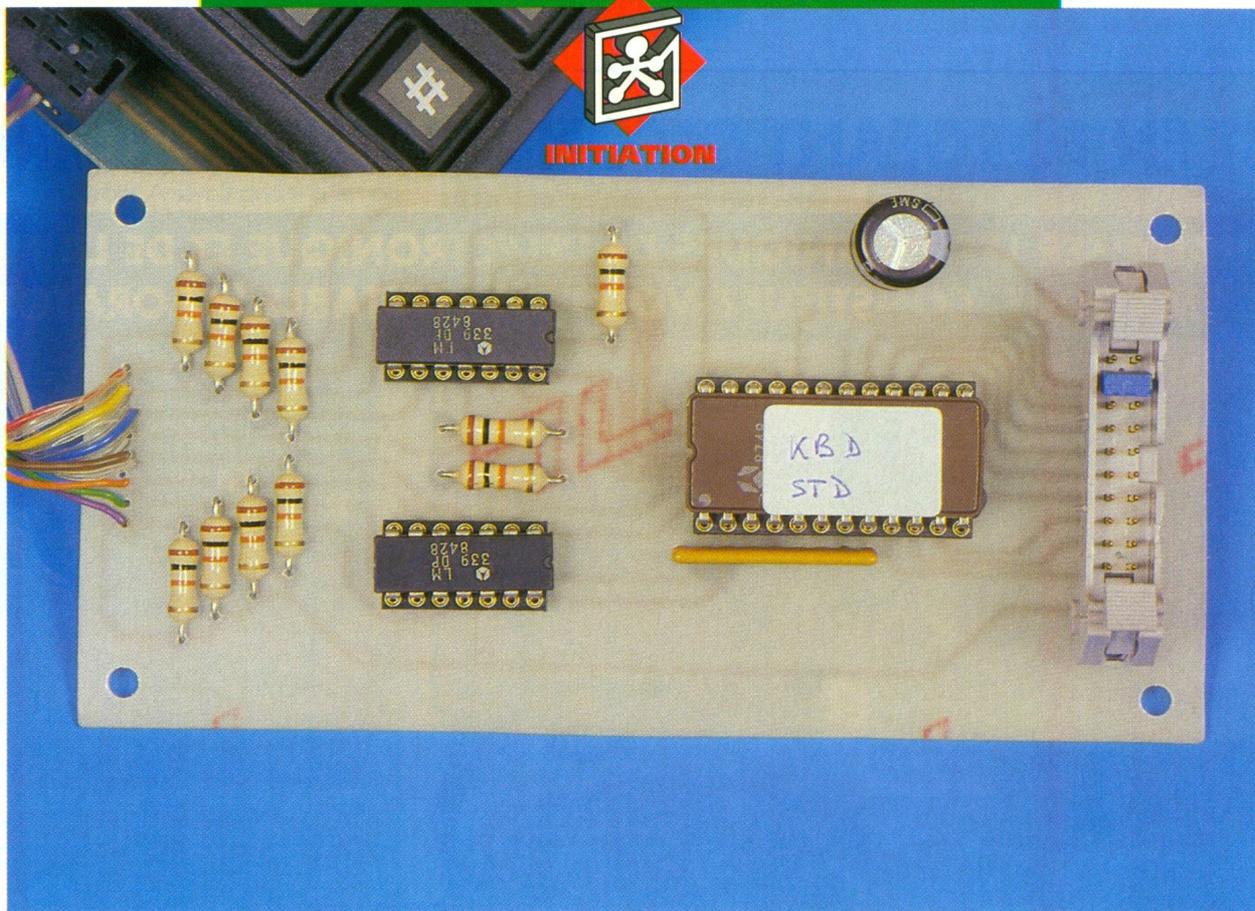
Type/Typ	Dimensions en mm/Abmessungen in mm		
	Largeur Breite	Hauteur Höhe	Profondeur Tiefe
EC 12/07-200	120	70	200
EC 15/05-200	150	50	200
EC 20/08-230	200	80	230
EC 24/08-250	240	80	250
EC 30/12-300	310	125	300

Cette série s'enrichit de cinq nouvelles références ; des améliorations y ont été apportées : il est désormais possible d'ajouter à l'intérieur des guides-cartes et des châssis. Nous vous rappelons qu'à partir du EC 20/08-130, les boîtiers sont livrés équipés de supports pour la fixation des circuits imprimés. Ils sont disponibles soit en beige granité, soit en gris granité.

Catalogue sur notre gamme de coffrets, racks, pupitres et accessoires + liste de nos revendeurs sur simple demande.



**1, boulevard de l'Oise - 95030 CERGY CEDEX
Tél. : (1) 34.24.00.79 - Fax : (1) 34.24.00.48**



ENCODEUR DE CLAVIER 16 TOUCHES

Mettre un clavier dans un montage est toujours attrayant. Mais gérer un clavier matricé sans microprocesseur n'est pas toujours chose facile. Nous vous proposons ce mois-ci un petit module qui vous soulagera de cette tâche ingrate avec un maximum de souplesse.

Il existe des circuits intégrés qui remplissent fort bien cette tâche, mais il n'est pas possible de modifier à son gré les codes fournis en sortie. Prenons un exemple pour montrer l'inconvénient de ces circuits. Avec un clavier souple, les touches ne sont pas repérées au départ. Vous pouvez donc décider de l'ordre du placement des chiffres ou des lettres sur la matrice du clavier. Le décodeur du commerce, lui, ne fait pas la différence et fournira en sortie un co-

de unique pour une combinaison ligne/colonne. Pour peu que vous souhaitiez implanter le clavier horizontalement au lieu de verticalement, la position logique des touches est complètement modifiée. Si ce cas de figure ne pose pas de problème dans un montage à microprocesseur, il en va tout autrement dans un montage classique. L'encodeur que nous vous proposons permet une bien plus grande souplesse grâce à l'utilisation d'une EPROM. Selon l'implantation des touches du clavier que vous désirez, il suffira de modifier le contenu d'une EPROM. De plus, vous disposerez de 8 bits de sortie, de sorte que vous pourrez même générer des signaux pour une touche en particulier.

Et, ce qui ne gâche rien, le prix de revient de notre montage est de peu inférieur à celui des circuits du commerce.

Schéma

Le schéma de l'encodeur est visible en **figure 1**. Les lignes du clavier sont ramenées au potentiel Vcc grâce aux résistances R_5 à R_8 . Les colonnes du clavier sont amenées à la masse par les résistances R_1 à R_4 .

En l'absence de contact entre les lignes et les colonnes, il n'y a pas de courant qui circule dans les résistances et donc il n'y a pas de chute de tension. Les comparateurs U_{3A} à U_{3D} voient donc 0V sur leurs entrées (+) et les comparateur U_{2A} à U_{2D} voient Vcc sur leurs entrées (—). Avec les valeurs choisies pour +V_{REF} et —V_{REF}, toutes les sorties des comparateurs restent à 0V tant qu'il n'y a pas de touche appuyée.

Lorsqu'une touche est appuyée, il y a contact entre une ligne et une colonne. Il se forme alors un pont diviseur de tension à cause des résistances de rappel associées. L'entrée du comparateur ligne et l'entrée du comparateur colonne concernées passent à Vcc/2 avec les valeurs de résistances choisies. Les sorties des comparateurs concernés passent alors à 1.

Les comparateurs ayant des sorties à collecteur ouvert, il faut placer des résistances de rappel à Vcc sur chaque sortie.

A chaque touche appuyée correspond une combinaison ligne/colonne qui forme une adresse unique. Aux adresses concernées, il faudra donc placer la valeur du code de sortie que vous souhaitez. Si plusieurs touches sont appuyées en

implantés en sens contraire. L'EPROM sera implantée sur support, bien entendu. Le raccordement de l'encodeur ne pose pas de problème. Veillez seulement à bien câbler l'alimentation dans le bon sens sur le connecteur CN₁ au départ de votre maquette cible.

Constitution d'une EPROM

Le programme peut vous être fourni en le demandant auprès de la rédaction.

Pour construire le contenu d'une EPROM, il vous faut décider des cases mémoires que vous allez traiter. Pour déterminer l'adresse correspondant à la ligne et à la colonne active, reportez-vous à la **figure 4**. A l'adresse obtenue, il ne vous reste plus qu'à placer le code de sortie désiré.

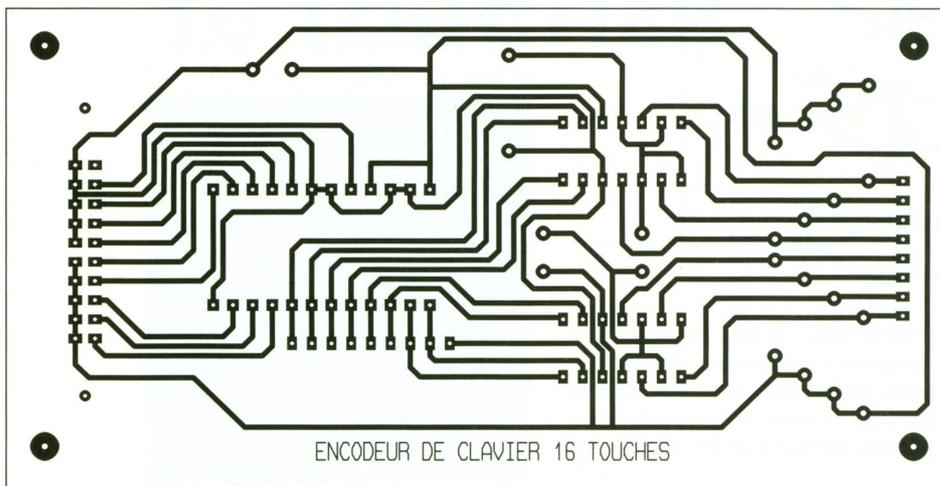
Ligne 4	Ligne 3	ligne 2	Ligne 1	Colonne 4	Colonne 3	Colonne 2	Colonne 1
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

2/3

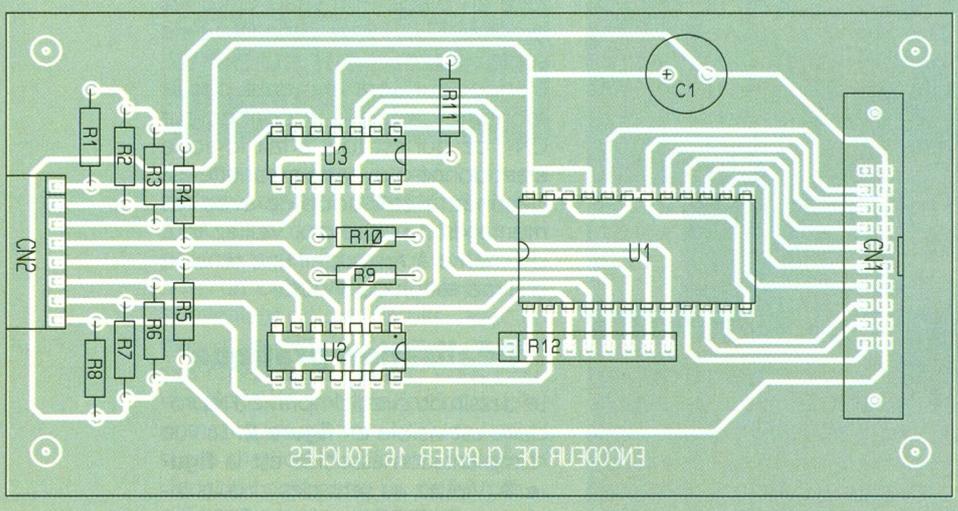
CIRCUIT IMPRIME ET IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

4/5

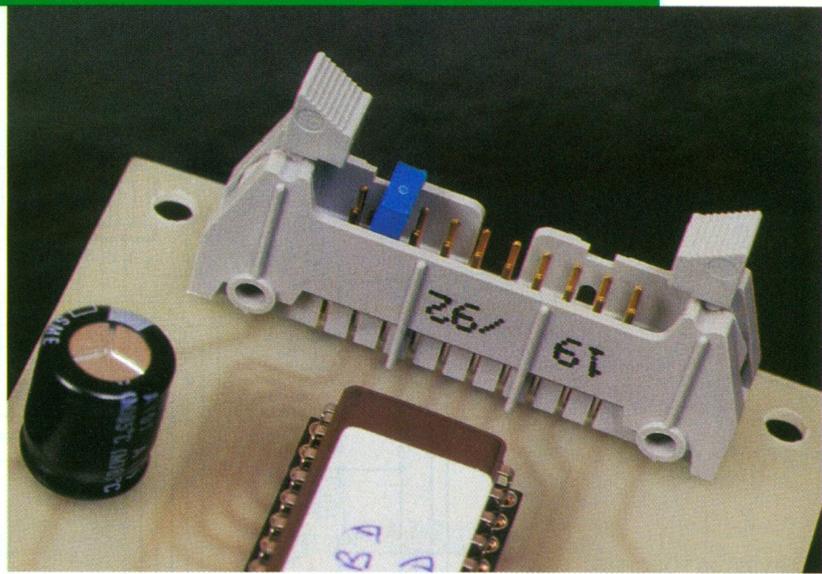
TABLEAUX D'ADRESSAGE DU CLAVIER.



ENCODEUR DE CLAVIER 16 TOUCHES



ENCODEUR DE CLAVIER 16 TOUCHES



LE CONNECTEUR DE SORTIE VERS L'UTILISATION.

Adresses les plus utiles (1 seule touche appuyée à la fois)
Les 16 touches possibles sont co-

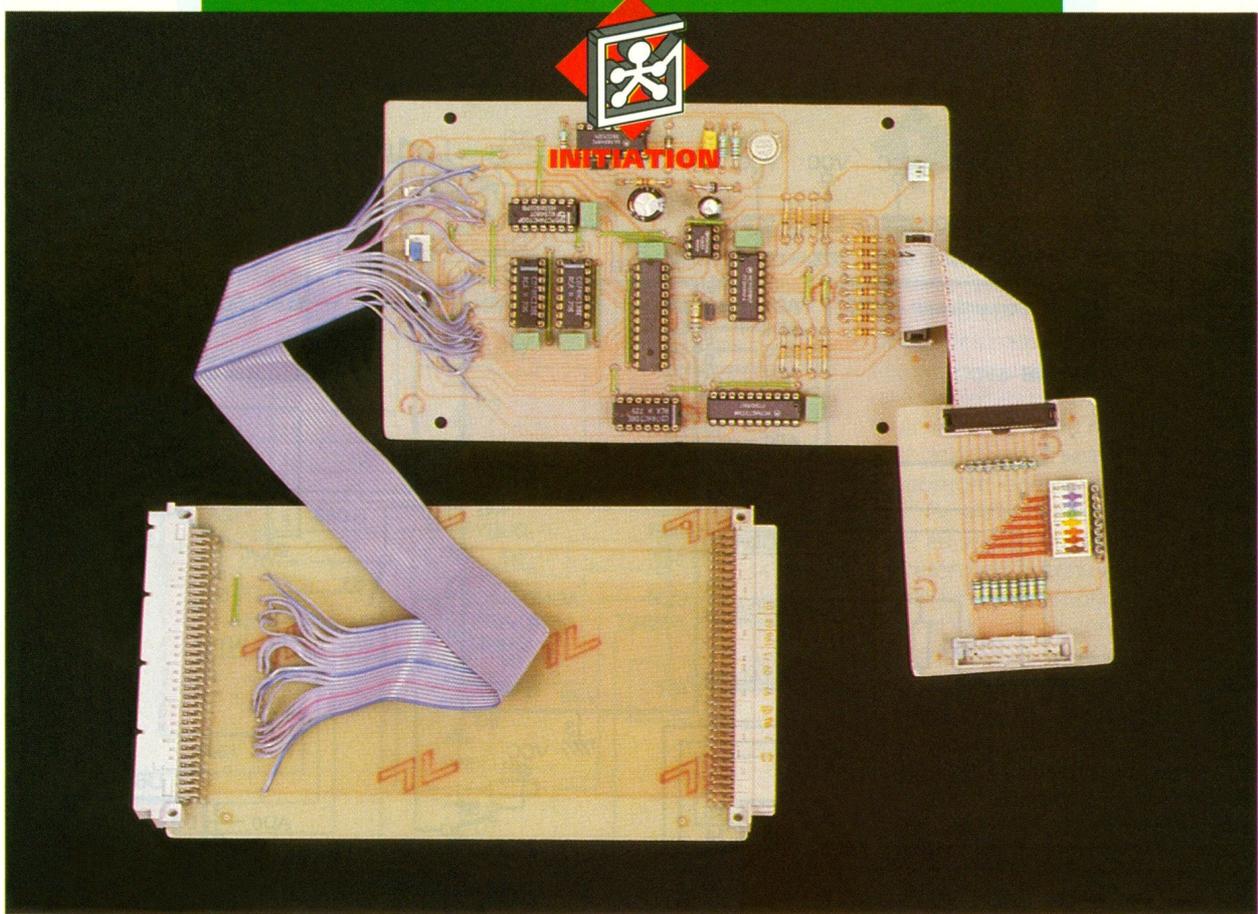
Touche enfoncée	Adresse formée
Aucune	0
Ligne 1 / Colonne 1	11Hexa
Ligne 1 / Colonne 2	12Hexa
Ligne 1 / Colonne 3	14Hexa
Ligne 1 / Colonne 4	18Hexa
Ligne 2 / Colonne 1	21Hexa
Ligne 2 / Colonne 2	22Hexa
Ligne 2 / Colonne 3	24Hexa
Ligne 2 / Colonne 4	28Hexa
Ligne 3 / Colonne 1	41Hexa
Ligne 3 / Colonne 2	42Hexa
Ligne 3 / Colonne 3	44Hexa
Ligne 3 / Colonne 4	48Hexa
Ligne 4 / Colonne 1	81Hexa
Ligne 4 / Colonne 2	82Hexa
Ligne 4 / Colonne 3	84Hexa
Ligne 4 / Colonne 4	88Hexa

dées sur les 4 bits de poids faible (0 à 3). Les autres bits sont utilisés pour générer des signaux de contrôle. Le bit 8 indique la présence d'un code valide, tandis que le bit 7 indique qu'il y a plusieurs touches appuyées en même temps. Le bit 6 indique que la touche # est appuyée et le bit 5 que la touche * est appuyée. Dans notre exemple d'EPROM, les touches 0 à D retourne le code hexadécimal du nombre porté sur la touche, tandis que la touche # retourne le code 0E Hexa et la touche * retourne le code 0F Hexa.

Pascal MORIN

Liste des composants

- C₁ : 100 µF/16 V, sorties axiales**
- CN₁ : connecteur série HE10 20 points mâles à souder sur CI**
- CN₂ : connecteur clavier (fourni avec les claviers souples)**
- R₁ à R₁₁ : 10 kΩ (marron, noir, orange)**
- R₁₂ : réseau de 8 résistances, 4,7 kΩ en boîtier SIL**
- U₁ : 2716 + support 24 broches**
- U₂, U₃ : LM339 + support 14 broches**



METTEZ UN MICROCONTROLEUR DANS VOS MONTAGES ! LE MODULE DE CONVERSIONS AD/DA

Après le module afficheur clavier, nous vous proposons ce mois-ci un module orienté vers la mesure. Il s'agit d'un convertisseur analogique digital (à 8 entrées) plus un convertisseur digital analogique. Ainsi équipé, vous pourrez à loisir faire de la mesure ou générer des signaux complexes.

Schémas

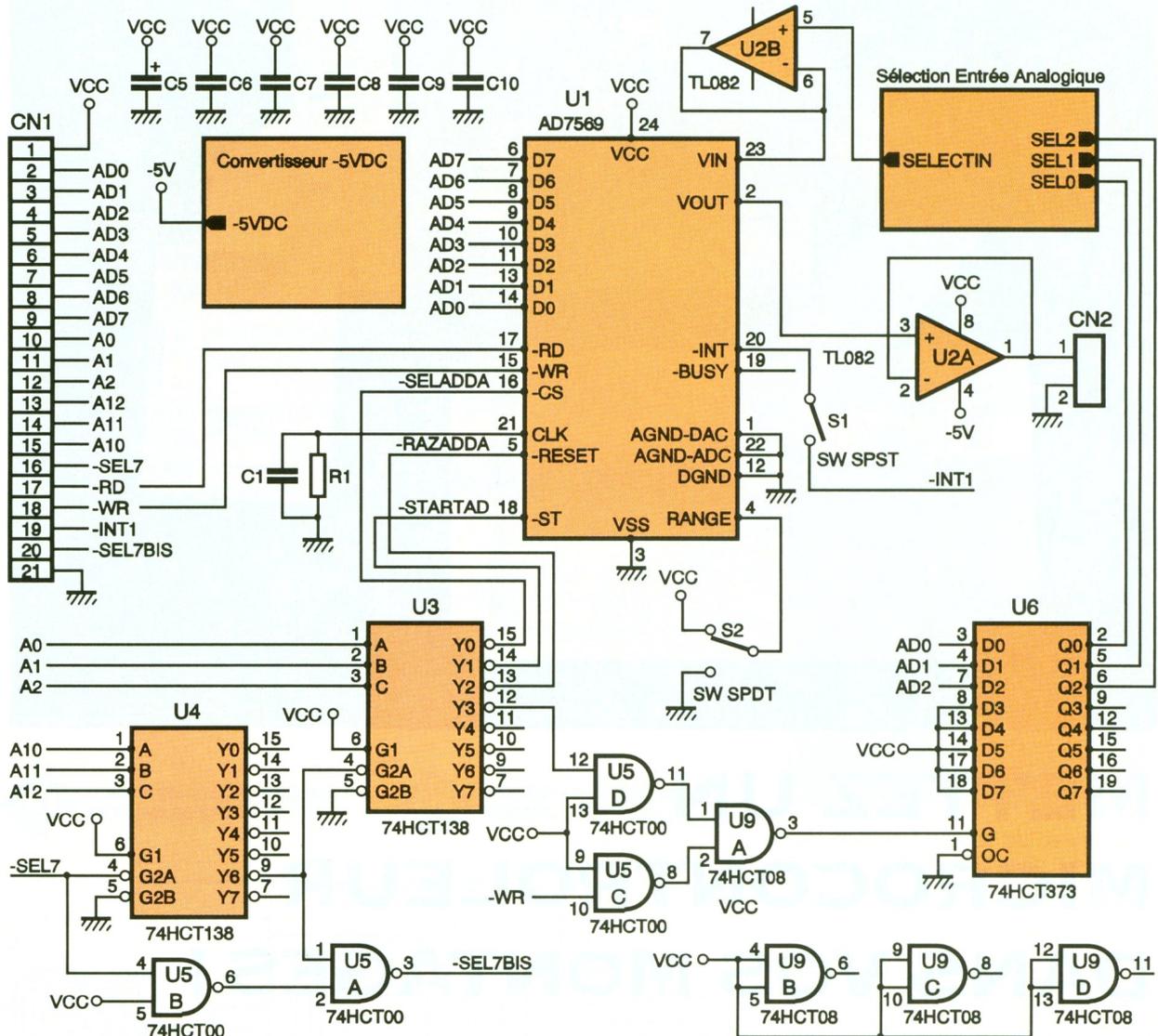
Pour que notre montage puisse s'intercaler avec tous les modules déjà décrits, il est nécessaire de réaliser une carte bus. Seul le signal -SEL7 est modifié sur le connecteur de sortie, aussi, pour gagner un peu de place dans la revue, nous vous faisons grâce du schéma de la carte bus. Seuls le circuit imprimé et son implantation sont représentés. Comme à notre habitude les programmes restent disponibles auprès de la rédaction.

Abordons maintenant la **figure 1** qui nous dévoile le cœur du module de ce mois-ci. Le montage est articulé autour du circuit AD7569. Ce circuit intègre en son sein un convertisseur analogique digital et un convertisseur digital analogique. Dans le cas de notre application, il ne reste donc qu'à lui associer quelques circuits in-

tégrés pour réaliser un ensemble complet. Dans la suite de l'article, nous écrirons DA pour « digital analogique » et AD pour « analogique digital ».

Les circuits U₄, U₃ et les portes U_{5A} et U_{5B} se chargent du décodage des lignes d'adresse. Tout comme le module afficheur/clavier que nous avons décrit le mois dernier, ce module réserve une petite partie de l'espace adressable pour son usage exclusif. Le signal -SEL7 est modifié, pour tenir compte des adresses à réserver, de sorte que vous pouvez chaîner tous les modules déjà décrits. Notez que le module 64IO, décrit au mois de janvier 1994, devra toujours être placé en bout de chaîne.

Les sorties Y₀ à Y₃ de U₃ indiquent quelle fonction est sélectionnée, selon l'adresse choisie. La sortie Y₀ sé-



1 LE SCHEMA DE LA CARTE AD/DA.

lectionne les registres de conversion du circuit AD7569. Selon le niveau logique du signal $-WR$, ce sera le registre de conversion DA ou le registre de conversion AD qui sera sélectionné. Nous y reviendrons dans le chapitre consacré à la programmation du module.

La sortie Y_1 active l'entrée qui déclenche la conversion analogique vers digital. Peu importe qu'il s'agisse d'une opération de lecture ou d'écriture qui soit demandée à cette adresse, puisque seule la sortie Y_1 sera active. L'entrée $-CS$ du convertisseur (sortie Y_0) restant à l'état haut, la donnée présente sur le bus n'aura aucune signification. Nous y reviendrons aussi un peu plus tard.

La sortie Y_2 active la remise à zéro du circuit AD7569. Tout comme pour la sortie Y_1 , seul le contenu du bus des adresses compte. La remise à zéro

du convertisseur n'est pas indispensable. En effet, à la mise sous tension, le circuit se remet à zéro dans le registre de conversion DA pour obtenir le même effet qu'une mise à zéro. Mais puisqu'il restait des sorties de disponibles sur le circuit U_3 , cela ne coûtait rien d'utiliser cette possibilité.

Enfin, la sortie Y_3 adresse le registre U_6 qui contient le numéro du canal d'entrée sélectionné. La sortie Y_3 est combinée avec le signal $-WR$ du microcontrôleur, car le signal Y_3 reste actif plus longtemps que les données sur le bus. Sans cet arrangement, le registre U_6 ne contiendrait le poids fort de l'adresse demandée sur le bus immédiatement après l'ordre d'écriture.

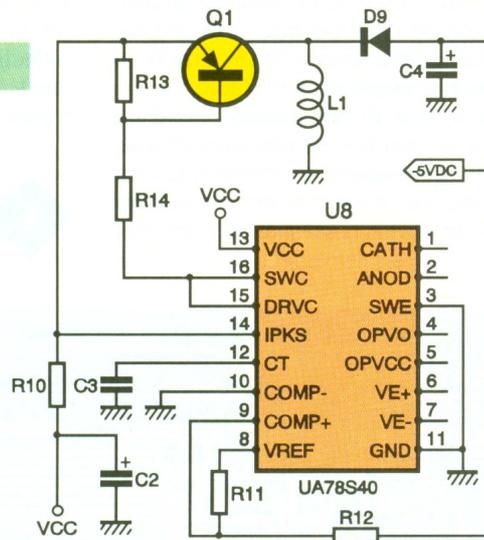
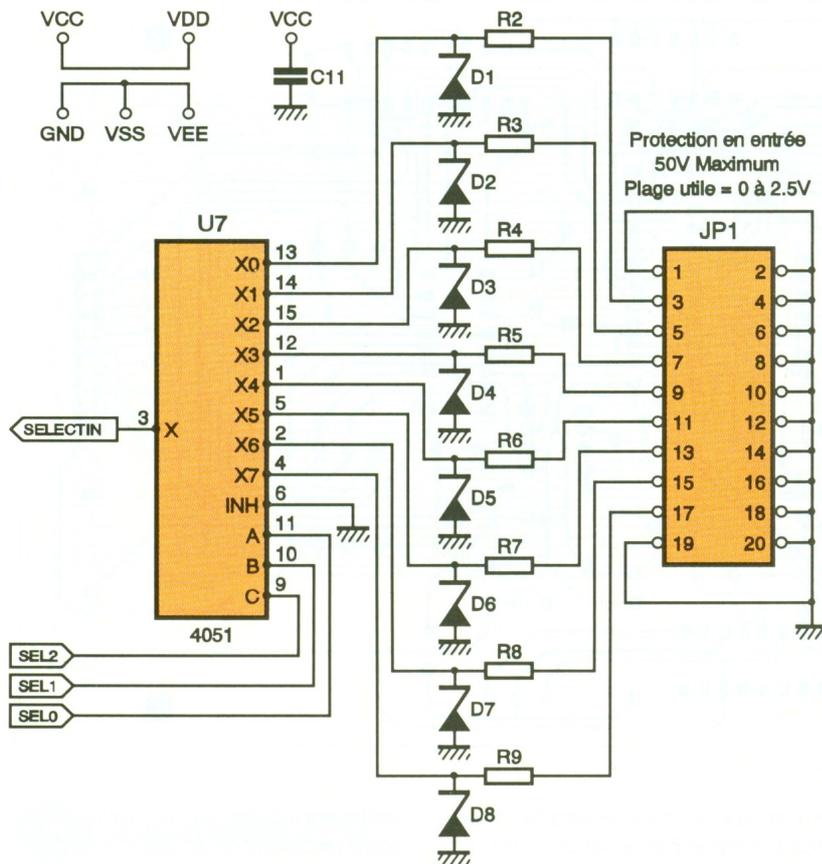
Maintenant que nous avons vu comment fonctionne la logique de sélection, voyons ce que l'on peut tirer du AD7569. Commençons par décrire le convertisseur DA intégré dans le circuit AD7569.

La valeur numérique à convertir four-

nie par le microprocesseur sur le bus est tout d'abord stockée dans un registre interne. A la sortie de ce registre est connecté un réseau de résistances ayant pour valeurs R et $2 \times R$. Ce réseau est constitué de sorte que le courant fourni à la résistance de charge soit une valeur proportionnelle au mot binaire stocké dans le registre. La tension aux bornes de la résistance de charge est proportionnelle à la valeur de la résistance (loi d'Ohm oblige!). Au final, la tension aux bornes de la résistance de charge est donc elle aussi proportionnelle au mot binaire stocké dans le registre. Pour être utilisée par l'extérieur, la tension aux bornes de la résistance est bufférisée par un ampli-op.

Si le convertisseur DA ne requiert aucune horloge pour fonctionner, il en va tout autrement pour le convertisseur AD. En effet, le convertisseur AD est un convertisseur par approximations successives.

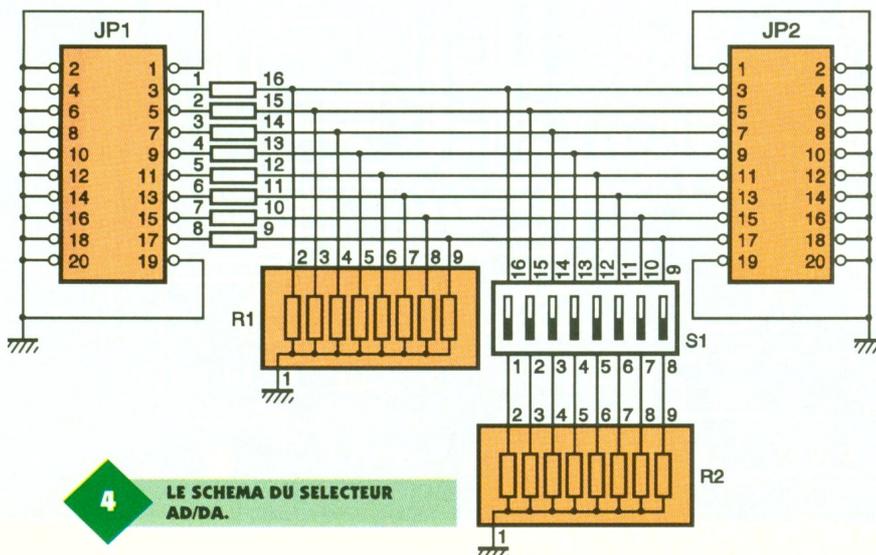
Rappelons, en quelques lignes,

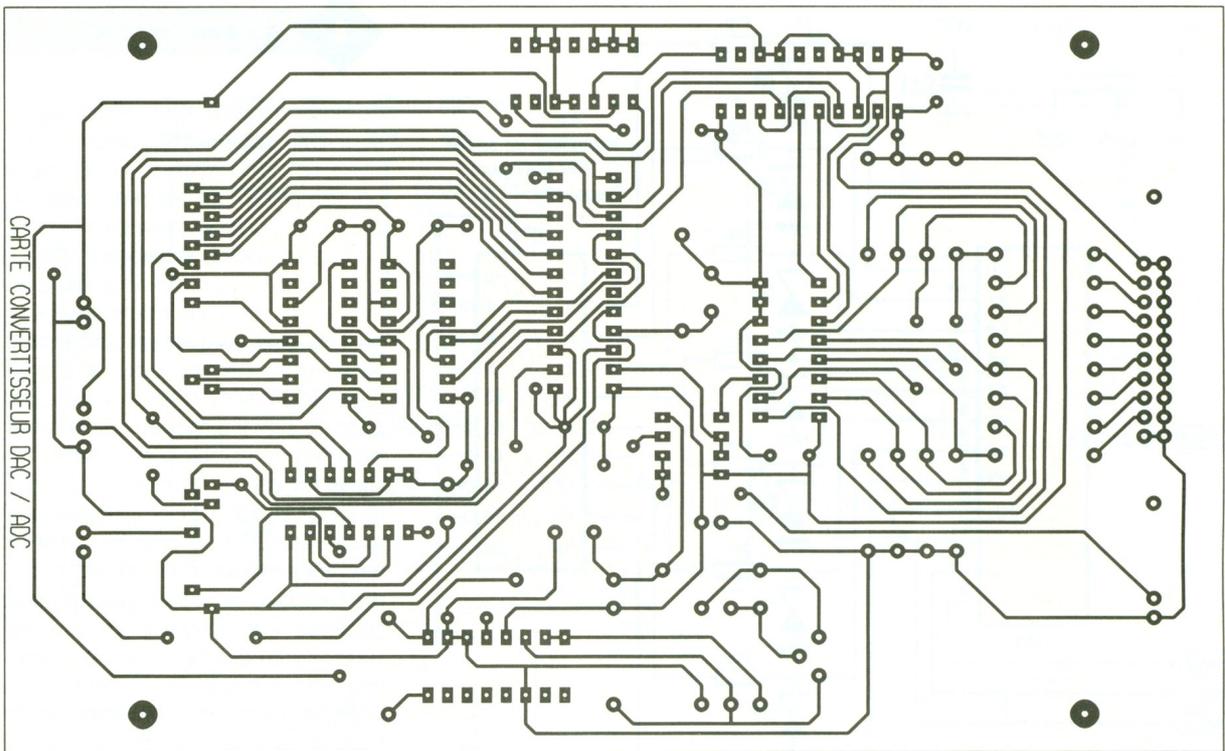


comment fonctionne un convertisseur par approximations successives. Le convertisseur AD possède un compteur qui est mis à zéro au début de chaque conversion. La sortie numérique du compteur attaque un convertisseur DA interne pour fournir un signal de référence. Le signal de référence sera proportionnel au nombre continu dans le compteur. Ce signal de référence est comparé au signal à mesurer. Si le signal de référence obtenu est inférieur au signal à mesurer, l'horloge du compteur est validée. Le compteur va progresser jusqu'à ce que le signal de référence dépasse légèrement le signal à mesurer, l'entrée d'horloge du compteur est inhibée. Le contenu du compteur est alors une approximation du signal de référence. Le temps de la mesure va dépendre dans une grande mesure de la fréquence de l'horloge qui sera limitée par le temps du convertisseur DA interne utilisé pour fournir le signal de référence.

Pour que le résultat de la mesure soit valide, il faut que le signal à mesurer reste stable pendant la mesure. Pour s'affranchir de cette contrainte, on ajoute une « mémoire » analogique en entrée du convertisseur AD. Cette « mémoire analogique » est réalisée à partir d'un condensateur que l'on charge via un amplificateur opérationnel de sorte que la tension à ses bornes soit l'image de la tension à mesurer. Puis, au moment de commencer la mesure, on ouvre le circuit via un interrupteur électronique entre l'ampli-op et le condensateur. Si le condensateur n'a pas de chemin pour se décharger, la tension reste à la valeur atteinte au moment où l'interrupteur a été ouvert. Dans la pratique, le chemin de décharge du condensateur correspond à l'entrée d'un deuxième ampli-op monté en suiveur pour isoler le condensateur. Avec les technologies actuelles utilisées pour fabriquer les circuits intégrés, l'impédance d'entrée d'un ampli-op peut dépasser le gigaohm sans difficulté. Avec un temps de mesure très court, la décharge du condensateur sera quasiment sans effet sur le résultat de la mesure.

Le circuit AD7569 possède un circuit d'horloge interne dont la fréquence est déterminée par la cellule R_1/C_1 . Les valeurs retenues pour notre montage permettent une conversion AD en moins de $5 \mu s$, ce qui est bien suf-





5

LE CIRCUIT IMPRIME.

fisant vu le temps de traitement du Basic.

Lorsque la conversion AD est terminée, le circuit peut en informer le microcontrôleur grâce à la sortie -INT qui pourra être relié à -INT1 via S1. Nous avons évoqué le mois dernier

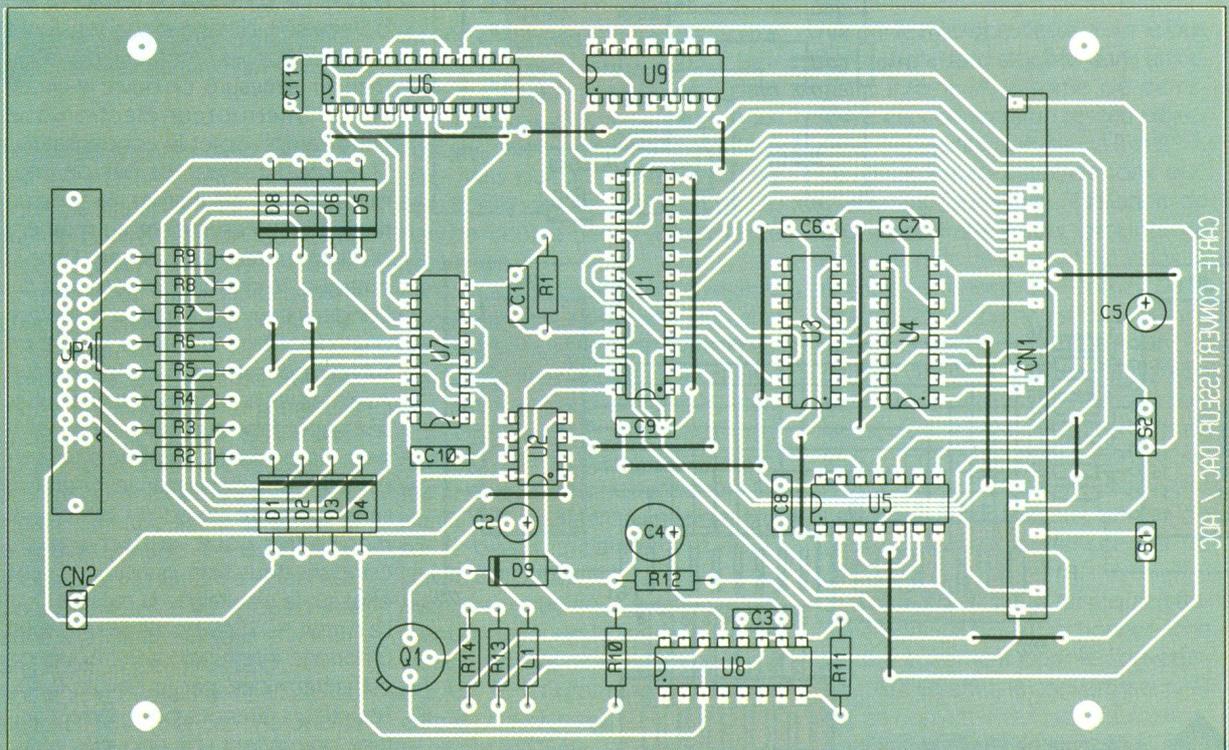
la possibilité de partager le signal -INT1 entre le clavier et un autre dispositif. Il est à noter que c'est au programme qu'incombe la tâche de distinguer la source de l'interruption. Nous y reviendrons plus loin.

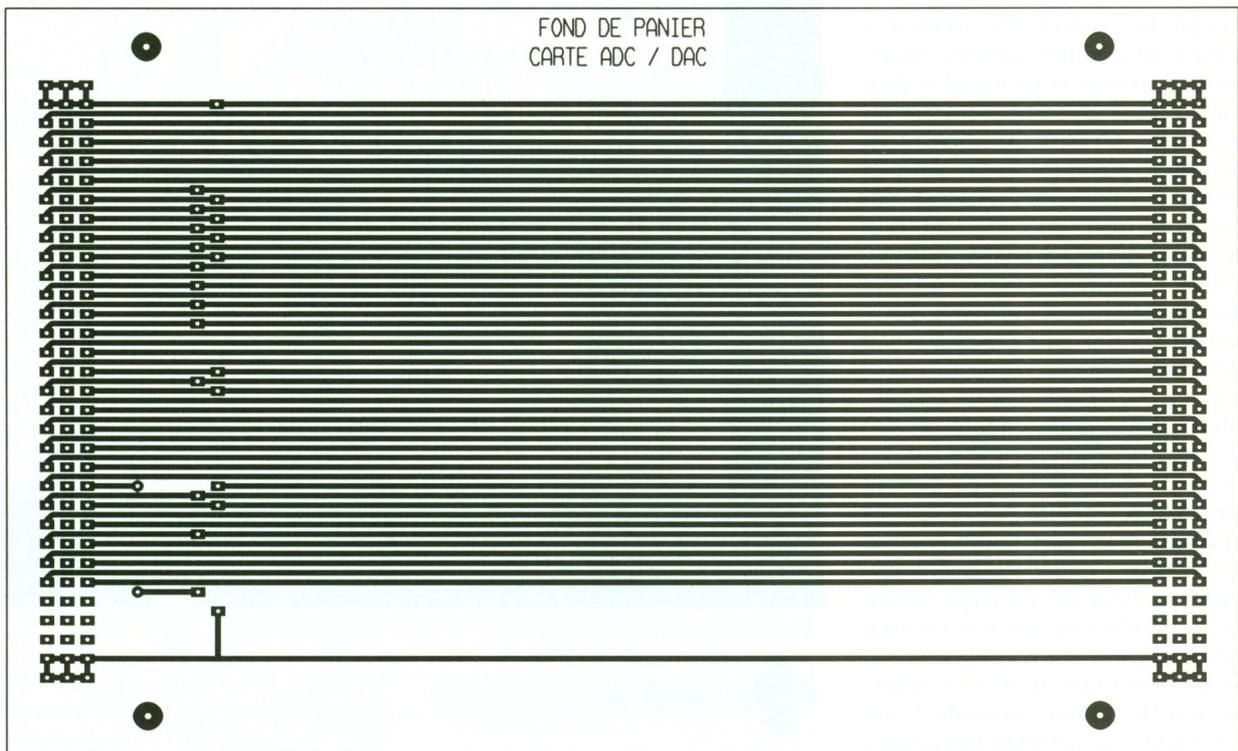
La sortie BUSY indique que la conversion AD est en cours et que, par conséquent, le contenu du registre AD n'est pas encore valide. Cette sortie n'est pas utilisée par

notre montage car le temps que notre programme en Basic vienne lire le registre AD, après avoir donné l'ordre de démarrer la conversion (sélection Y₂ de U₃), les 5 µs nécessaires seront déjà écoulées depuis longtemps.

6

L'IMPLANTATION DE LA CARTE AD/DA.





7

LE CIRCUIT IMPRIME.

L'entrée RANGE du convertisseur détermine si la valeur 255 (0FFH codée sur 8 bits) correspond à 1,25V ou bien à 2,5V. Le signal RANGE vaut à la fois pour l'entrée et pour la sortie. Si le signal RANGE est à l'état haut, la valeur 255 dans les registres AD ou DA correspond à 2,5V. Si le

signal RANGE est à l'état bas, la valeur 255 dans les registres AD ou DA correspond à 1,25V.

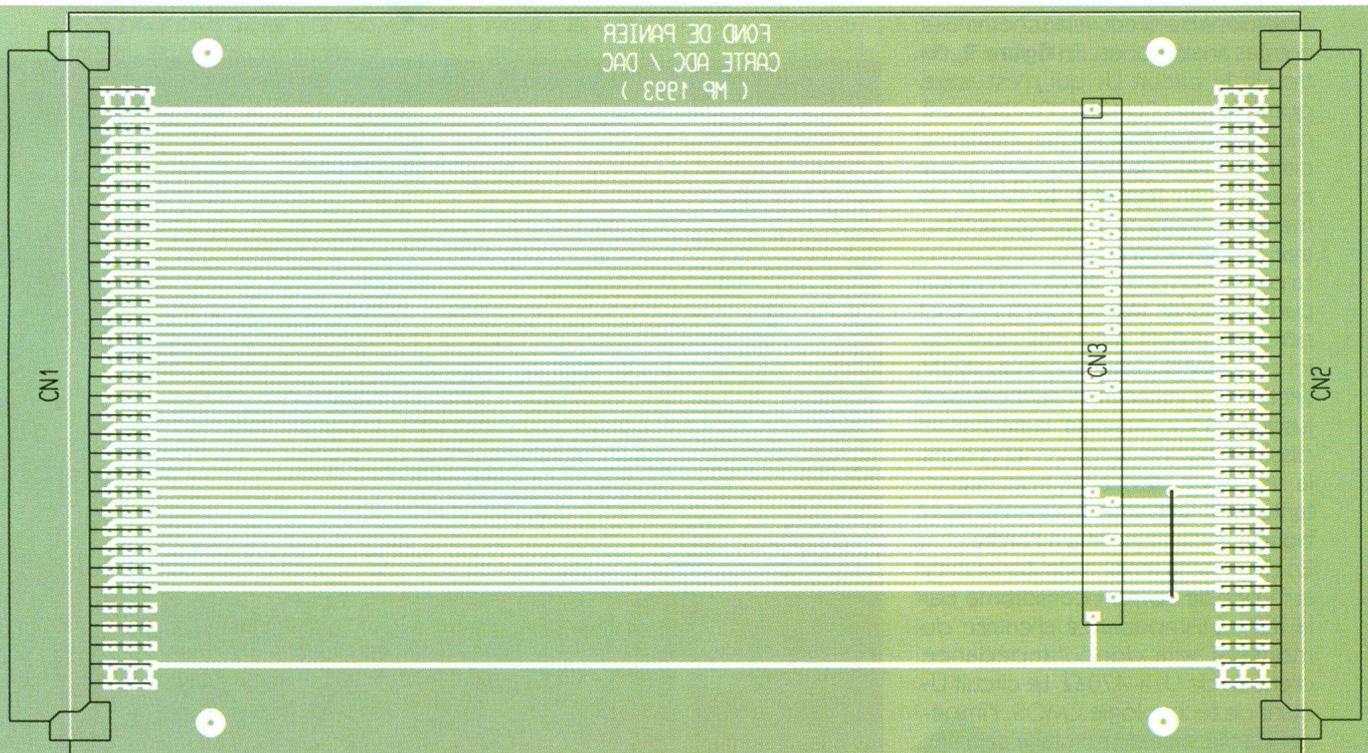
Il est à noter que dans le cas de la conversion AD, la valeur 255 dans le registre signifie que **la limite est atteinte ou dépassée**. Par exemple, avec le signal RANGE à l'état bas, dès que la tension V_{IN} dépasse 1,25V, le registre AD contiendra toujours 255. Quoi qu'il en soit, la tension d'entrée sur l'entrée V_{IN} ne devra pas dépasser

V_{CC} . Ne vous inquiétez pas outre mesure puisque nous avons prévu une protection pour les entrées.

Vous remarquerez que le circuit AD7569 dispose de trois broches (patte 1, patte 12 et patte 22) pour la masse. Cela est dû au fait que le circuit distingue le chemin de retour du

8

L'IMPLANTATION DU BUS.



courant des sections AD, DA et de la logique de sélection. Cela est nécessaire afin d'obtenir un signal le plus pur possible en sortie. Sans cet arrangement, on observerait des pics de tension sur le signal de sortie et l'erreur de la conversion AD serait accrue. Il est donc important de relier les pattes de masse à un condensateur de découplage par un chemin séparé. Comme vous le verrez sur le circuit imprimé, cela conduit à une figure peu courante.

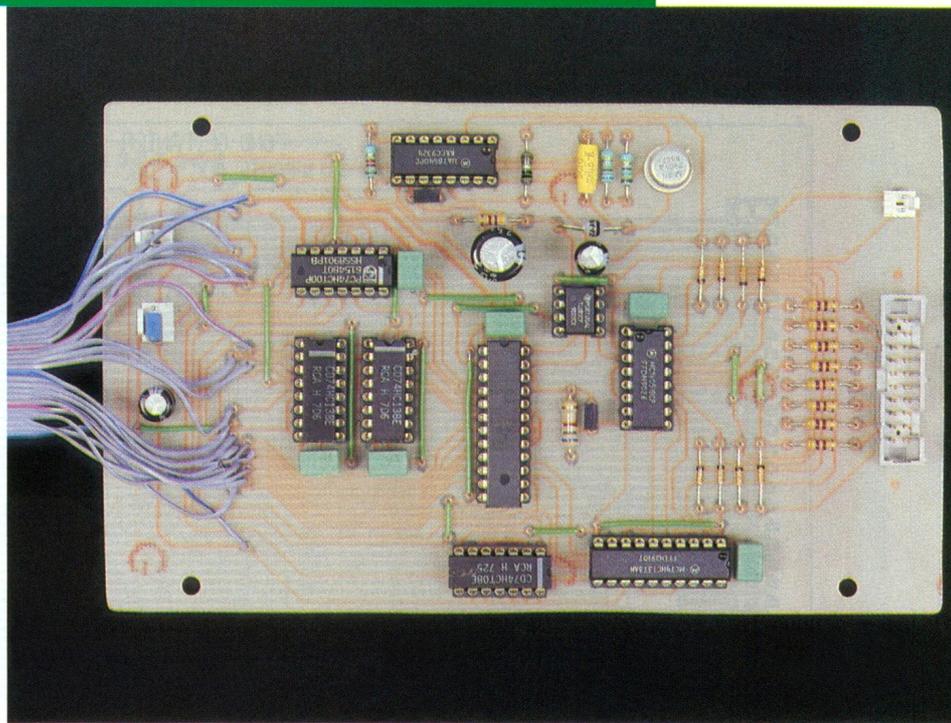
La sortie V_{OUT} passe par un amplificateur opérationnel monté en suiveur afin de s'affranchir de l'impédance de sortie de U_1 . Cela permet aussi de protéger un peu U_1 en cas de fausse manipulation sur la sortie du montage. L'entrée V_{IN} est elle aussi attaquée par un montage suiveur afin de s'affranchir une fois de plus des problèmes d'impédance.

Vous noterez que les amplis opérationnels U_{1A} et U_{2A} nécessitent une alimentation symétrique pour fonctionner correctement dans notre cas de figure. L'alimentation négative est fournie par un petit convertisseur CD/DC articulé autour d'un $\mu A78S40$. Ce circuit a déjà été utilisé pour élever la tension V_{CC} , pour fournir la tension de programmation des EPROM et pour réaliser le bloc d'alimentation $5V_{DC}$. Cette fois-ci, le circuit est monté en inverseur de tension. Le schéma est visible en **figure 3**. La tension négative sera utilisée par U_2 seulement. La puissance demandée au convertisseur DC/DC sera donc minime, de sorte que le schéma a pu être simplifié au maximum.

Abordons maintenant le schéma des entrées analogiques. En **figure 2**, on trouve le circuit U_7 qui n'est autre que le familier CD 4051. Ce circuit est multiplexeur analogique. Selon le contenu du registre U_6 , que nous avons vu en **figure 1**, le circuit U_7 mettra en liaison la sortie X avec l'entrée X_n demandée.

La protection des entrées est réalisée par un couple résistance/diode zener. Notez qu'il n'est pas question ici de protéger les entrées du 220V secteur! La protection sera efficace jusqu'à $50V_{DC}$. Au-delà, la puissance dissipée dans la diode zener et dans la résistance deviendra trop importante et une petite fumée nauséabonde vous rappellera à l'ordre.

En deçà de la tension de Zener il n'y aura pas de courant consommé par la Zener. L'impédance d'entrée du montage sera donc l'impédance d'entrée de $U_7 + 470\Omega$. Le circuit U_7 étant de technologie CMOS, l'impédance d'entrée du montage sera très grande. En l'absence de signal sur



LA CARTE AD/DA.

une entrée, le simple fait d'approcher la main de JP_1 modifie la tension lue par U_1 . On veillera donc à connecter des résistances de terminaisons sur les entrées laissées en l'air.

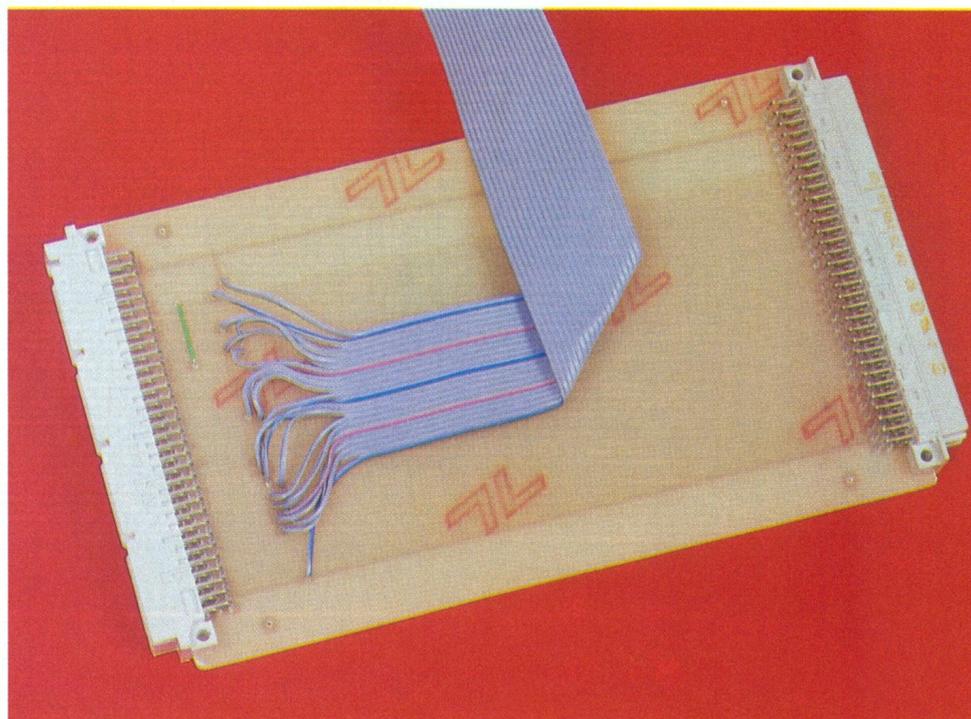
Puisque la plage d'entrée maximale du montage est de $2,5V$, il nous a semblé utile de réaliser un petit diviseur de tension pour pouvoir mesurer des tensions plus courantes. La **figure 4** dévoile le schéma de ce diviseur. Lorsque les interrupteurs S_1 sont ouverts, R_1 et R_3 réalisent un pont diviseur par 2. Via S_1 les résis-

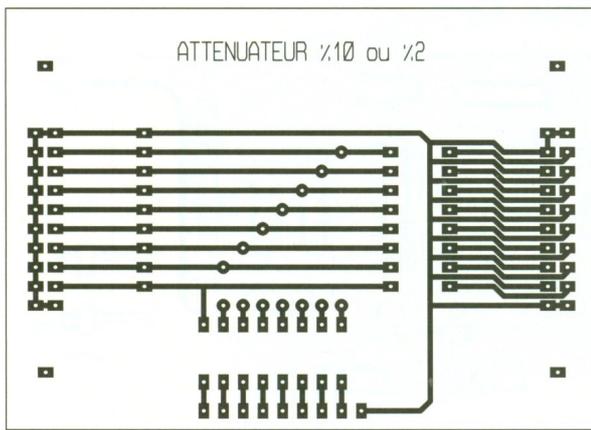
tances de R_2 sont mises en parallèle sur R_1 , de sorte que le facteur de division vaut alors 10. Grâce à ce module, vous pourrez donc mesurer des tensions allant jusqu'à $25,5V$ avec une résolution d'environ $0,1V$. Avec l'atténuateur, l'impédance d'entrée du montage sera de $240k\Omega$ en mode diviseur par 2 et d'environ $135k\Omega$ en mode diviseur par 10.

Réalisation

Les circuits imprimés à réaliser avec leurs vues d'implantation sont repro-

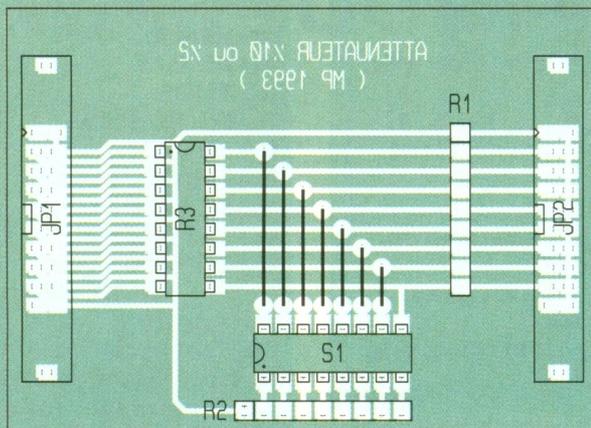
LE BUS.





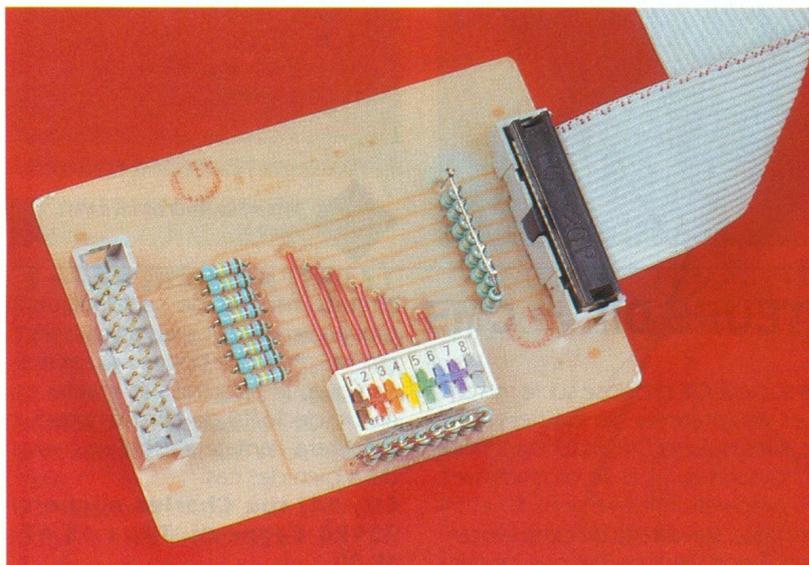
9/10

LE CIRCUIT IMPRIME ET L'IMPLANTATION DU SELECTEUR.



duits **figures 5 à 10**. Vous noterez la présence des inévitables straps. Commencez l'implantation par les straps pour plus de facilité. Soyez vigilant au sens des composants. La connexion entre la carte BUS et la carte de conversion est simple mais fastidieuse. Depuis le temps, vous

devez être habitué à la manipulation, puisque tous les modules décrits ont été réalisé de la même façon. Placez la carte de conversion au-dessus de la carte BUS. Puis reliez fils à fils les pastilles de CN₃ de la carte BUS avec les pastilles correspondantes de CN₁ de la carte de conver-



sion. Avant d'implanter les circuits intégrés sur leurs supports, il peut être intéressant de vérifier que les tensions d'alimentation sont présentes là où il le faut.

Pour réaliser l'atténuateur, si vous ne trouvez pas les blocs de résistances, vous pouvez monter des résistances séparées. Pour le boîtier DIL, cela ne pose pas de gros problèmes. Pour le boîtier SIL, il faudra monter les résistances debout avec une connexion en plus pour le point commun.

Programmation du module

1) Pour écrire dans le registre du convertisseur DA, il suffit d'utiliser l'instruction suivante :

$XBY(0F000H) = \text{valeur}$

valeur pouvant aller de 0 à 255.

Si l'interrupteur S_2 forme le signal RANGE à l'état haut, la tension de sortie se calcule par la formule $V_s = \text{valeur} \times 2,5/256$.

Si l'interrupteur S_2 force le signal RANGE à l'état bas, la tension de sortie se calcule par la formule $V_s = \text{valeur} \times 1,25/256$.

2) Pour lire le résultat d'une conversion AD, il suffit d'utiliser l'instruction suivante :

$X = XBY(0F000H)$

Si RANGE est à l'état haut, le contenu de la variable X sera le résultat de l'opération suivante :

$X = V_{IN} \times 256/2,5$.

Si RANGE est à l'état bas, le contenu de la variable X sera le résultat de l'opération suivante :

$X = V_{IN} \times 256/1,25$.

3) Pour lancer une conversion AD, il suffit d'utiliser l'instruction suivante :

$Z = XBY(0F001H)$.

Le contenu de la variable Z n'a aucune signification. La variable est utilisée simplement pour forcer la valeur 0F001H sur le bus d'adresse, ce qui permet à la sortie Y_1 de U_3 d'être active.

4) Pour remettre à zéro les convertisseurs AD et DA, il suffit d'utiliser l'instruction suivante :

$Z = XBY(0F002H)$

Tout comme pour l'instruction précédente, le contenu de la variable Z n'a aucune signification.

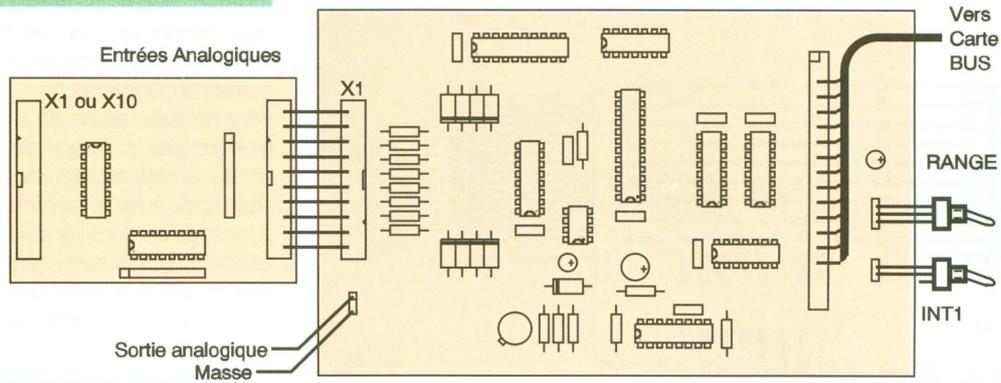
5) La sélection du canal d'entrée se fait très simplement grâce à l'instruction suivante :

$XBY(0F803H) = n^\circ \text{ du canal}$

le n° du canal pouvant aller de 0 à 7.

P. Morin

LA CARTE DE SELECTION AD/DA.



Liste des composants

La carte convertisseurs AD/DA

C₁ : 100 nF
C₂, C₅ : 100 μF 16 V sorties axiales
C₃ : 1 nF
C₄ : 470 μF/16 V sorties axiales
C₆, C₇, C₈, C₉, C₁₀, C₁₁ : 470 nF
D₁, D₂, D₃, D₄, D₅, D₆, D₇, D₈ : diodes zeners 4,7 V 1/2 W
D₉ : diode BYV27
JP₁ : connecteur mâle 20 points, série HE10, à

souder sur CI (par exemple référence 3M 3428-6002)

L₁ : inductance 180 μH
Q₁ : 2N2905
R₁ : 6,8 kΩ 1/4 W (bleu, gris, rouge)
R₂, R₃, R₄, R₅, R₆, R₇, R₈, R₉ : 470 Ω 1/2 W (jaune, violet, marron)
R₁₀ : 1 Ω 1/2 W
R₁₁ : 1,2 kΩ 1/4 W (marron, rouge, rouge)
R₁₂ : 4,7 kΩ 1/4 W (jaune, violet, rouge)
R₁₃ : 680 Ω 1/4 W (bleu, gris, marron)

R₁₄ : 150 Ω 1/2 W (marron, vert, marron)

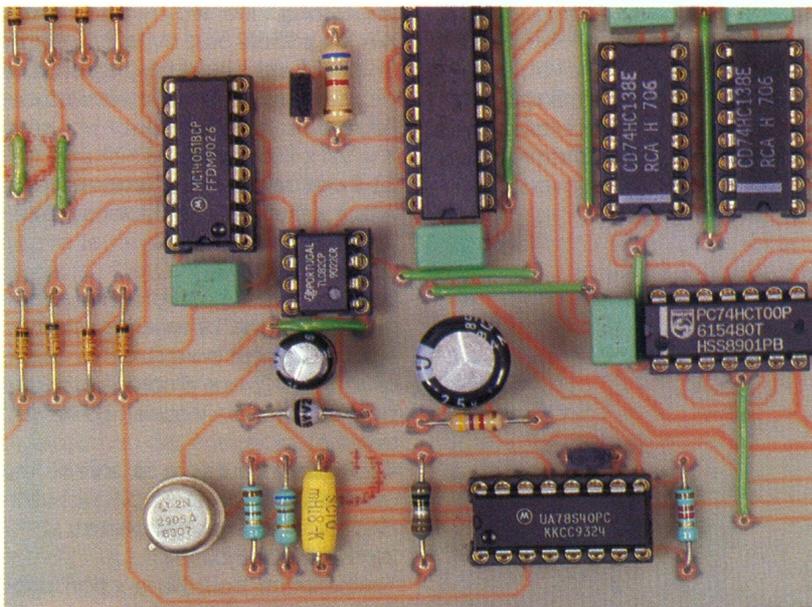
S₁ : interrupteur unipolaire
S₂ : interrupteur inverseur unipolaire
U₁ : AD7569
U₂ : TL082
U₃, U₄ : 74HCT138
U₅ : 74HCT00
U₆ : 74HCT373
U₇ : CD 4051
U₈ : μA78540
U₉ : 74HCT08

La carte BUS

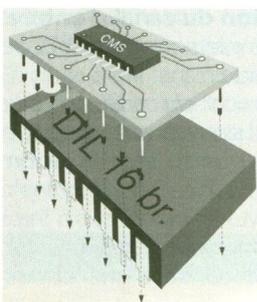
CN₁ : connecteur DIN 41612 forme R, femelle 96 picots coudés à souder sur CI
CN₂ : connecteur DIN 41612 forme C, mâle, 96 picots coudés à souder sur CI

La carte atténuateur

JP₁, JP₂ : connecteurs mâles 20 points, série HE10, à souder sur CI (par exemple référence 3M 3428-6002)
R₁ : bloc de 8 résistances de 120 kΩ 2 % en boîtier SIL
R₂ : bloc de 8 résistances de 15 kΩ 2 % en boîtier SIL
R₃ : bloc de 8 résistances 120 kΩ 2 % en boîtier DIL
S₁ : bloc de 8 micro-interrupteurs



VUE AGRANDIE DE LA CARTE AD/DA.

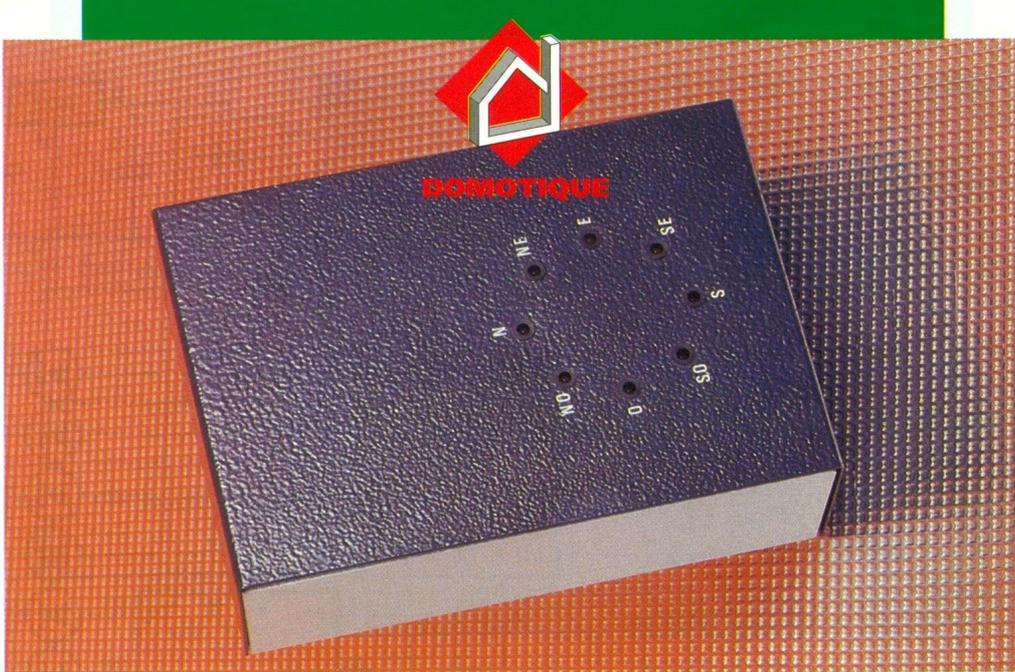


ADAPTATEURS DIL → CMS

La société **CIF** propose sur le marché des adaptateurs de boîtiers CMS vers les boîtiers DIL ; ils existent pour les boîtiers 8, 14 et 16 broches avec en préparation les versions 20 et 24 broches. L'avantage de cette élégante solution vient du fait que certains

circuits intégrés ne se fabriquent plus en version DIL mais uniquement en CMS. Pour une bonne rigidité mécanique, le substrat est réalisé en époxy de 16/10 de mm. Un produit qui tirera l'amateur de l'embarras dans bien des cas.

CIF, 11, rue Charles-Michels, 92220 Bagneux. Tél. : 45.47.48.00.



UNE GIROUETTE

Il est toujours intéressant de savoir d'où vient le vent... Plusieurs girouettes ont déjà fait l'objet de nos colonnes et l'un des problèmes à résoudre est la détection de l'orientation de la partie mécanique mobile. Une méthode souvent utilisée est l'exploration infrarouge de pistes circulaires et concentriques. Dans ce montage, nous vous proposons une solution à la fois plus robuste et plus facile à mettre en œuvre.

I — Le principe (fig. 1)

La rose des vents a été partagée en huit directions : N, NE, E, SE, S, SO, O et NO, qui sont les orientations usuellement retenues lorsqu'on veut préciser la direction d'où vient le vent.

Sur l'équipage mobile de la girouette, un aimant permanent a été fixé. Ce dernier passe à quelques milli-

mètres au-dessus de 8 ILS (Interrupteur à Lampe Souple). Il s'agit d'un contact enfermé dans une ampoule en verre qui se ferme lorsqu'un aimant se trouve à proximité. Pour obtenir un bon fonctionnement de l'ensemble, la position relative des ILS, suivant le rayon du cercle décrit par l'aimant, doit répondre à la double condition suivante :

- deux ILS contigus ne doivent jamais être fermés simultanément ;
- la zone neutre ainsi délimitée doit représenter l'angle le plus réduit possible pour d'évidentes raisons de précision.

La signalisation retenue au niveau du boîtier renfermant l'électronique de traitement est réalisée par le biais de 8 LED disposées circulairement. Etant donné l'existence de la zone neutre précédemment évoquée, une logique électronique se chargera de maintenir toujours une LED allumée ; à savoir celle qui correspond au dernier ILS sollicité.

II — Le fonctionnement (fig. 2, 3 et 4)

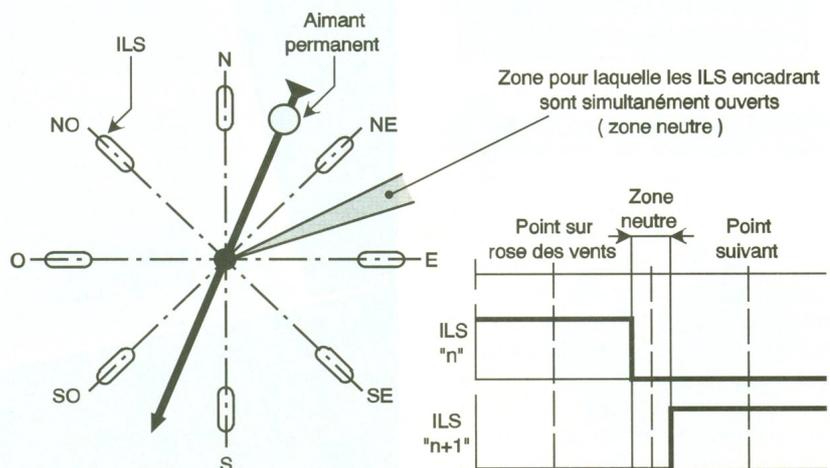
a) Alimentation

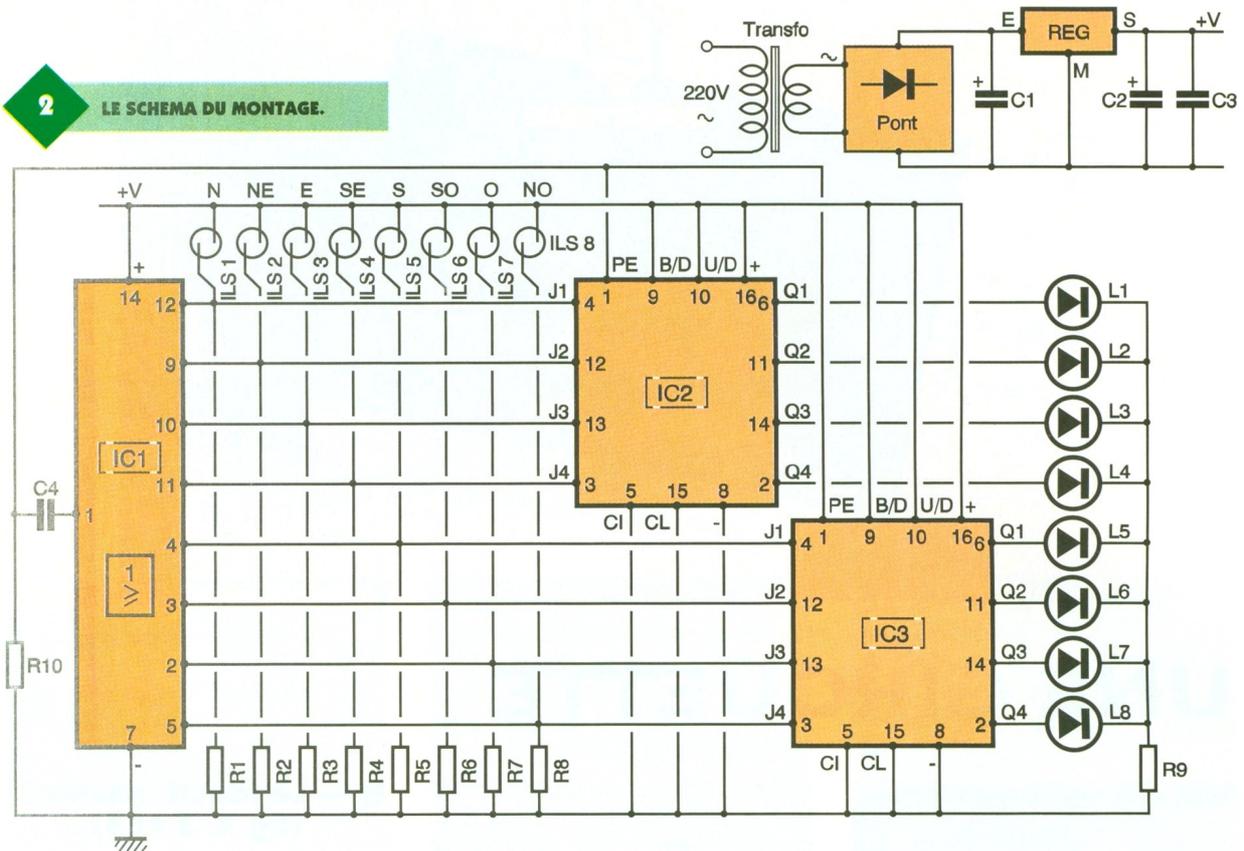
L'énergie provient du secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur d'alimentation qui délivre au niveau de son enroulement secondaire une tension alternative par un pont de diodes, la capacité C_1 réalise un filtrage efficace. Sur la sortie d'un régulateur 7809, on relève alors une tension continue et stabilisée à 9V. La capacité C_2 effectue un complément de filtrage tandis que C_2 découple l'alimentation de la partie aval du montage.

b) Détermination de l'ILS sollicité

Les circuits intégrés référencés IC₂ et IC₃ sont des compteurs CD 4029

1 LE PRINCIPE DE NOTRE GIROUETTE.





quelque peu détournés de leur mission normale qui consiste surtout à compter. Dans la présente application, il est uniquement fait appel à leur faculté de « prépositionnement ». Rappelons en effet que le CD 4029 contient quatre bascules de type D dont les entrées sont repérées JAM₁ à JAM₄.

L'entrée de prépositionnement reste généralement soumise à un état bas de veille. Si on le soumet à un état haut, les sorties Q₁ à Q₄ prennent les mêmes états logiques que les entrées JAM correspondantes. Elles gardent ces états lorsque l'entrée de prépositionnement est de nouveau soumise à un état bas. Il s'agit en fait d'une véritable mémorisation.

Les 8 ILS sont donc reliés aux entrées JAM de IC₂ et de IC₃. Ces entrées sont forcées à l'état bas grâce aux résistances R₁ à R₈. Lorsqu'un ILS se ferme, l'entrée JAM correspondante se trouve soumise à un état haut.

Les points communs aux ILS et aux résistances sont également reliés aux entrées d'une porte « OR » à 8 entrées. Rappelons qu'une telle porte présente sur sa sortie un état haut si l'une quelconque (ou éventuellement plusieurs) des entrées est soumise à un état haut. Dans tous les autres cas, la sortie est à l'état bas.

Imaginons l'ILS 4 fermé et la LED L₄ allumée du fait d'une mémorisation précédente par JAM₄ de IC₂. Supposons maintenant que le vent change progressivement de direction. Dans un premier temps, l'ILS 4 s'ouvrira, ce qui ne change rien quant à

IC₂. En effet, la sortie de la porte OR passe simplement de l'état haut vers l'état bas. Ensuite l'ILS 5 se ferme; il en résulte :

- l'apparition d'un front ascendant sur la sortie de la porte OR de IC₁;
- la charge rapide de C₄ à travers R₁₀, ce qui se traduit par l'apparition d'une brève impulsion positive dérivée et acheminée sur les entrées de prépositionnement de IC₂ et de IC₃;
- une nouvelle mémorisation de IC₂

et de IC₃; la LED L₄ s'éteint tandis que L₅ s'allume.

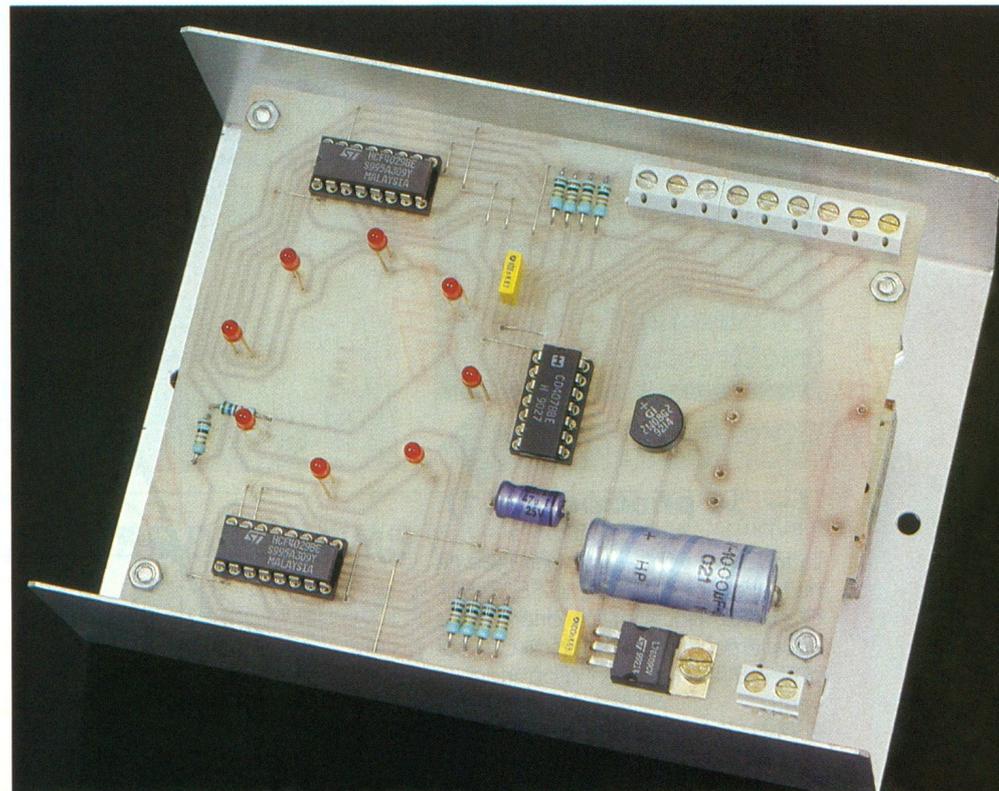
La résistance R₉ limite le courant dans la LED allumée.

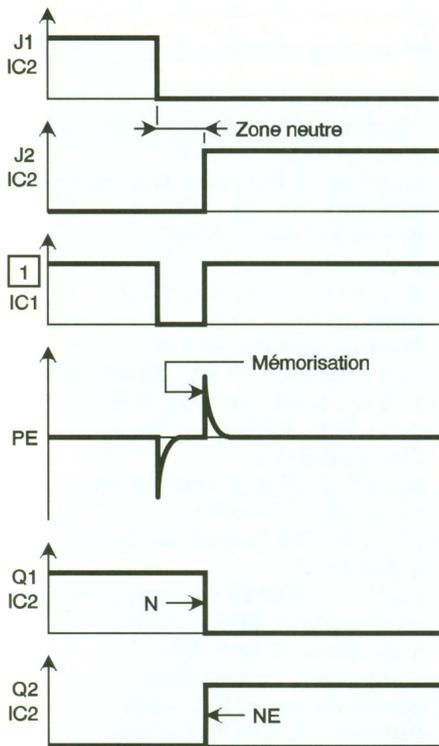
III — La réalisation

a) Le circuit imprimé (fig. 5)

Le circuit imprimé appelle peu de

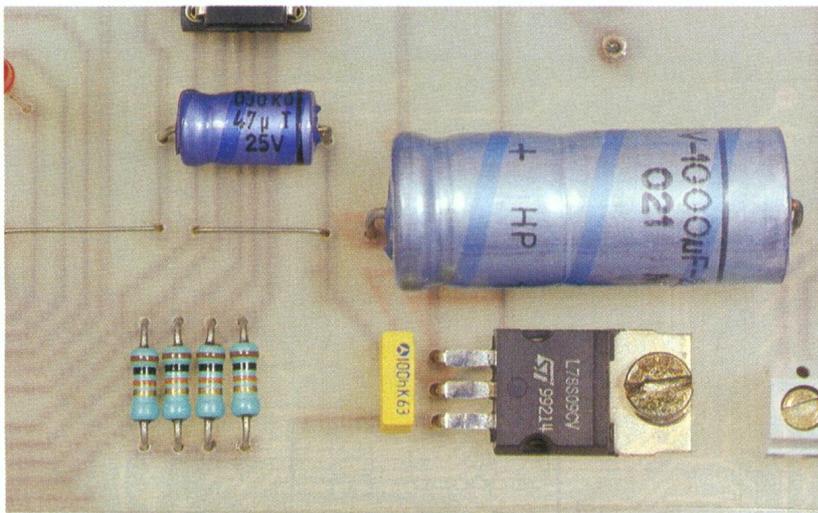
LE MONTAGE PRET A FONCTIONNER.





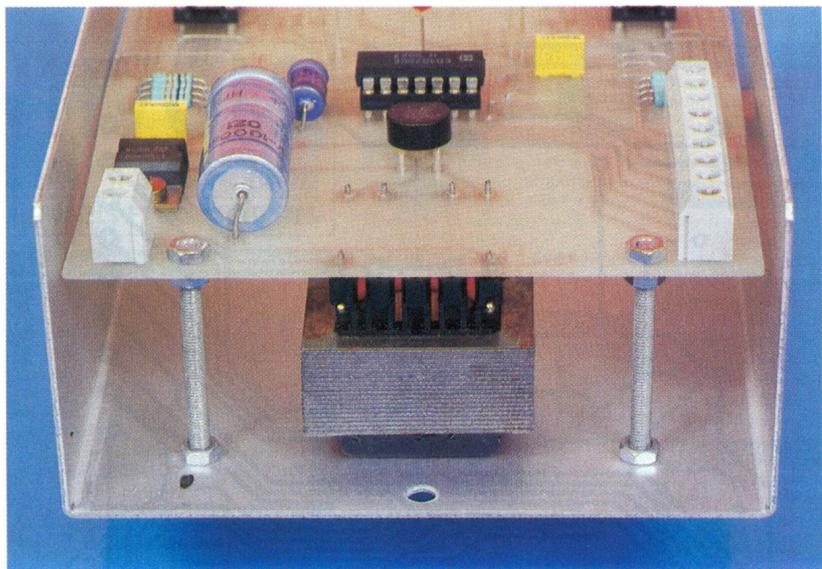
3 LA FORME DES SIGNAUX LORS DU FONCTIONNEMENT.

remarques. Sa réalisation ne soulève pas de problème particulier. Il peut d'ailleurs être reproduit par application directe des éléments de transfert de type Mecanorma sur le cuivre



LA REGULATION DE TENSION RESTE CONFIEE A UN CIRCUIT SPECIALISE.

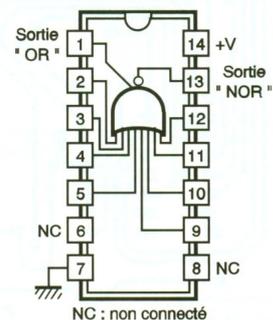
bien dégraissé de l'époxy. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront agrandis afin de les adapter au diamètre des connexions de composants davantage volumineux. Avant le perçage, on n'oubliera pas un rinçage du module à l'eau tiède.



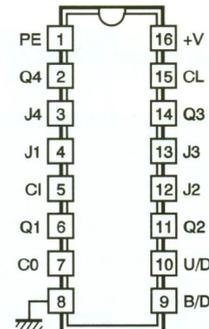
VUE SUR L'ALIMENTATION DU MONTAGE.

b) Implantation des composants (fig. 6)

Après la soudure des straps, on plantera les résistances, les supports de circuits intégrés, en terminant par les composants dont la hauteur est plus importante. Attention surtout à l'orientation des composants polarisés. Le transformateur sera soudé côté cuivre; cette disposition permettra de souder les LED de signalisation à une distance plus faible du couvercle du boî-



CD 4029 Compteur-Décompteur binaire/BCD prépositionnable



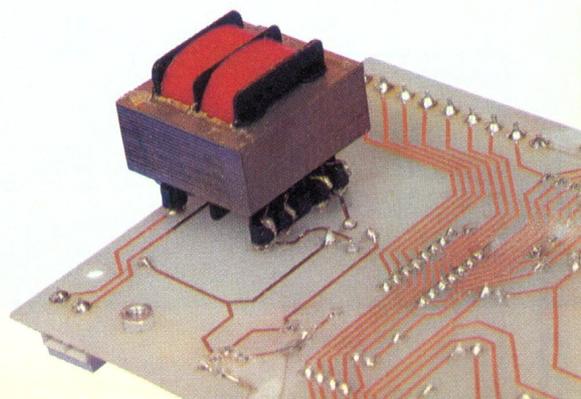
Entrée	Niveau	Action
BINARY / DECADE	1	Comptage binaire
	0	Comptage BCD
UP / DOWN	1	Comptage
	0	Décomptage
PRESET ENABLE	1	Prépositionnement
	0	Blocage mémoire
CARRY IN	1	Blocage du comptage
	0	Comptage (sur front ↑ sur clock)

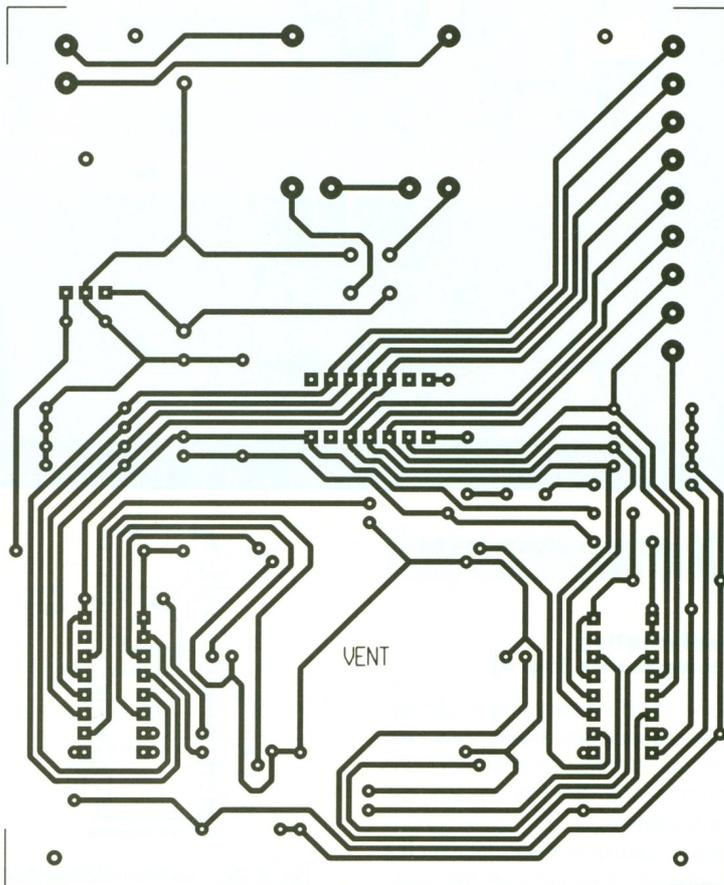
4 LES BROCHAGES DES CIRCUITS.

tier et évitera l'utilisation de rehausseuses. Le montage ne nécessite aucun réglage. Il ne vous reste plus qu'à installer le boîtier de contrôle dans un endroit approprié de votre habitation pour être renseigné en permanence sur le sens du vent.

Robert KNOERR

LE TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION SE TROUVE MONTE SOUS LE CIRCUIT.



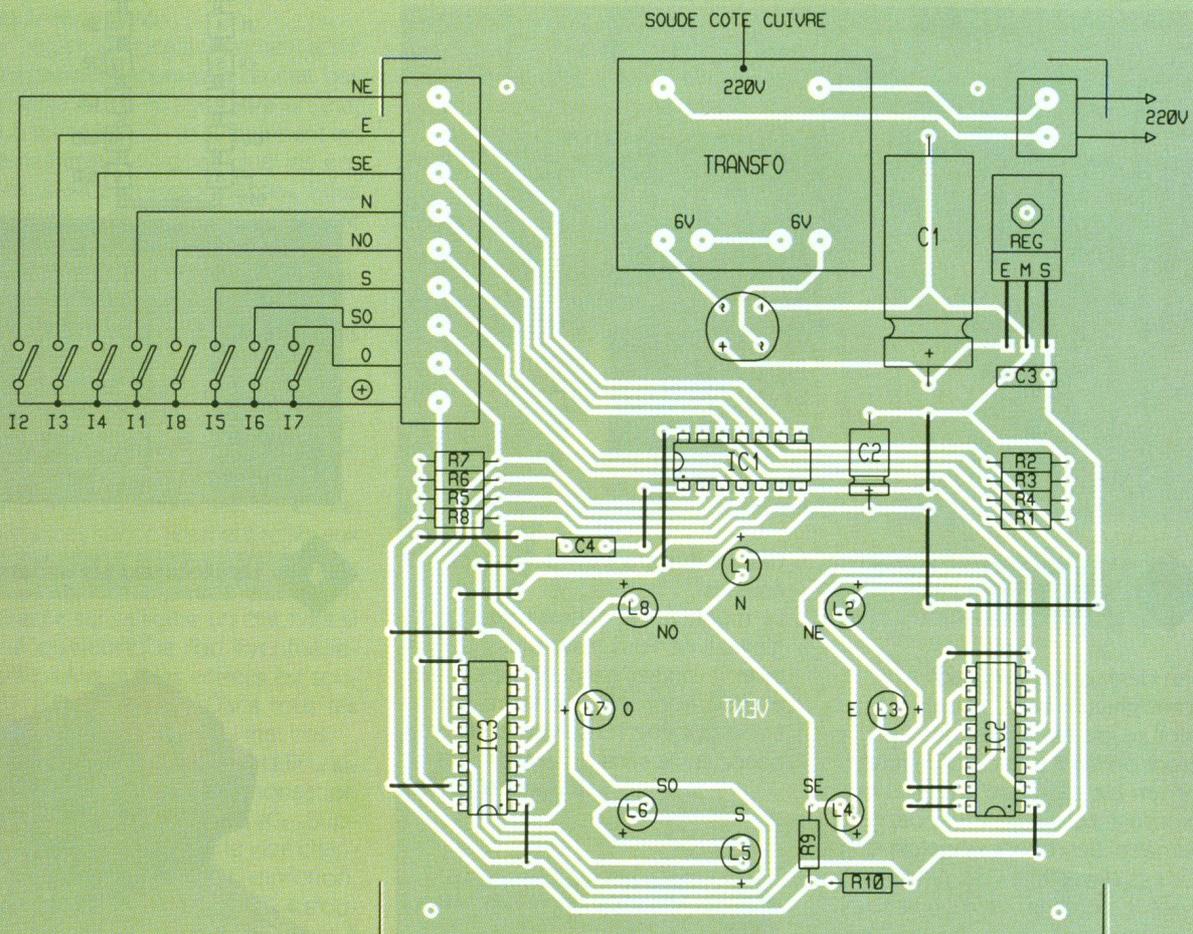


Liste des composants

- 16 straps (10 horizontaux, 6 verticaux)**
- R₁ à R₈ : 10 kΩ (marron, noir, orange)**
- R₉ : 560 Ω (vert, bleu, marron)**
- R₁₀ : 10 kΩ (marron, noir, orange)**
- Pont de diodes 500 mA**
- REG : régulateur 9 V, 7809**
- L₁ à L₈ : 8 DEL rouges Ø 3**
- C₁ : 1 000 μF/25 V, électrolytique**
- C₂ : 47 μF/10 V, électrolytique**
- C₃, C₄ : 0,1 μF, milfeuil**
- IC₁ : CD4078 (porte OR/NOR à 8 entrées)**
- IC₂, IC₃ : CD4029 (compteur-décompteur BCD/binaire)**
- 1 support 14 broches**
- 2 supports 16 broches**
- Bornier soudable 2 plots**
- Bornier soudable 9 plots**
- Transformateur 220 V/12 V/2 VA**
- L₁ à L₁₀ : 10 ILS (hors module, voir texte)**
- Aimant permanent (voir texte)**
- Boîtier ESM, EM 14/05 (140 x 100 x 50)**

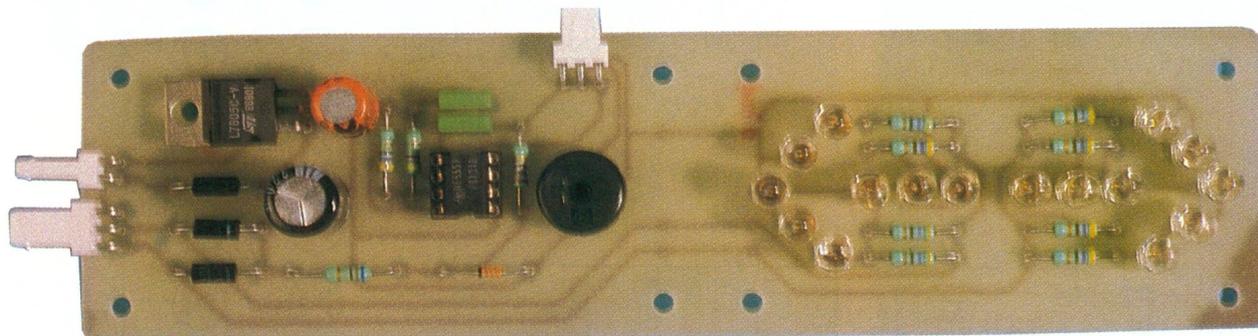
5/6

LE CIRCUIT IMPRIME ET L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.





REPETITEUR DE CLIGNOTANTS



Certaines automobiles ont un équipement irréprochable, d'autres moins. Par exemple, pour indiquer que les clignotants fonctionnent, il existe presque toujours un voyant sur le tableau de bord. Mais il est moins fréquent de trouver un voyant pour chaque position du clignotant, en particulier sur les modèles de véhicules bas de gamme.

Il en va de même pour un buzzer associé au clignotant. Le montage que nous vous proposons permettra d'agrémenter un peu l'équipement de votre automobile à peu de frais.

Schéma

Le schéma est très simple, en tout cas pour la partie qui concerne la visualisation (**fig. 1**). Le connecteur CN₁ regroupe les signaux issus des clignotants (borne + qui va vers les ampoules). Chaque fois que le clignotant s'allume, il apparaît + 12V sur l'entrée concernée. Les LED qui forment une flèche dirigée vers la gauche et une flèche dirigée vers la droite (D₅ à D₂₀) sont alimentées directement par ces entrées. Les résistances R₆ à R₁₀ servent à limiter le courant qui circule dans chaque LED. On aurait pu monter les LED par groupe de quatre au lieu de deux, mais dans ce cas, les variations de luminosité liées à la variation de la tension de la batterie sont plus importantes. Cela donne quatre résistances de plus pour le montage mais au moins les variations sont imperceptibles.

La partie audio n'est guère plus compliquée. Le circuit U₁ est un NE555 bien connu des lecteurs. Il est monté en oscillateur avec utilisation de l'entrée de remise à zéro (patte 4). La sortie de l'oscillateur attaque un transducteur piézo-électrique via le

potentiomètre de volume R₁. L'oscillateur ne fonctionne que lorsque l'entrée 4 est à un niveau haut.

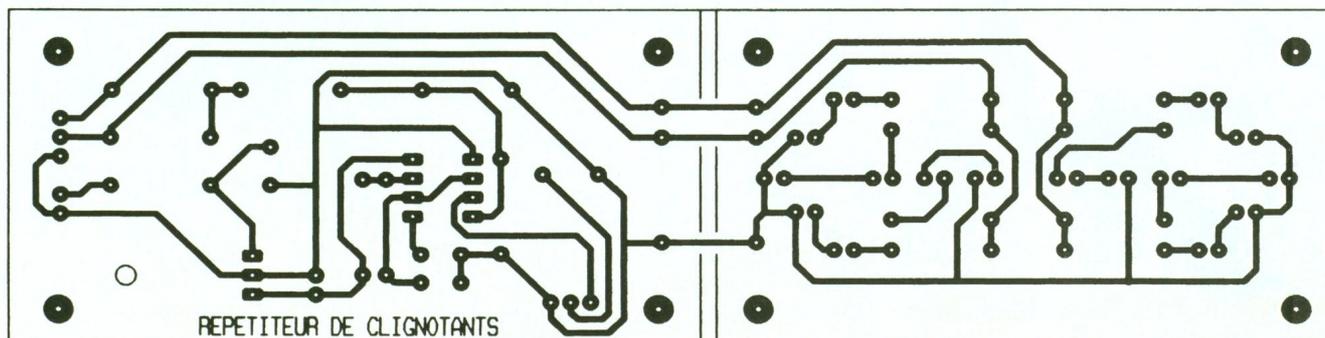
Les entrées regroupées sur CN₁ passent par D₁ et D₂ qui forment une porte OU. Donc, quel que soit le côté sélectionné par le contacteur des clignotants, dès qu'une ampoule s'allume, on trouve un potentiel de l'ordre de 11,2V (12V moins la chute de tension aux bornes des diodes) appliqué sur R₅. La diode zener D₄ limite le potentiel qui sera appliqué sur l'entrée 4 de U₁ à 5,1V. Donc, chaque fois qu'une ampoule s'allume, l'oscillateur formé par U₁ se met en marche et le transducteur émet un son audible.

La résistance R₄ permet de maintenir l'entrée 4 de U₁ à un niveau bas (et donc de bloquer l'oscillateur) lorsque les ampoules des clignotants sont éteintes.

Vous noterez que le circuit U₁ est alimenté en 5V via le régulateur U₂. Un NE555 peut s'alimenter directement sur le 12V d'une batterie de voiture, il est vrai. Mais les variations de la

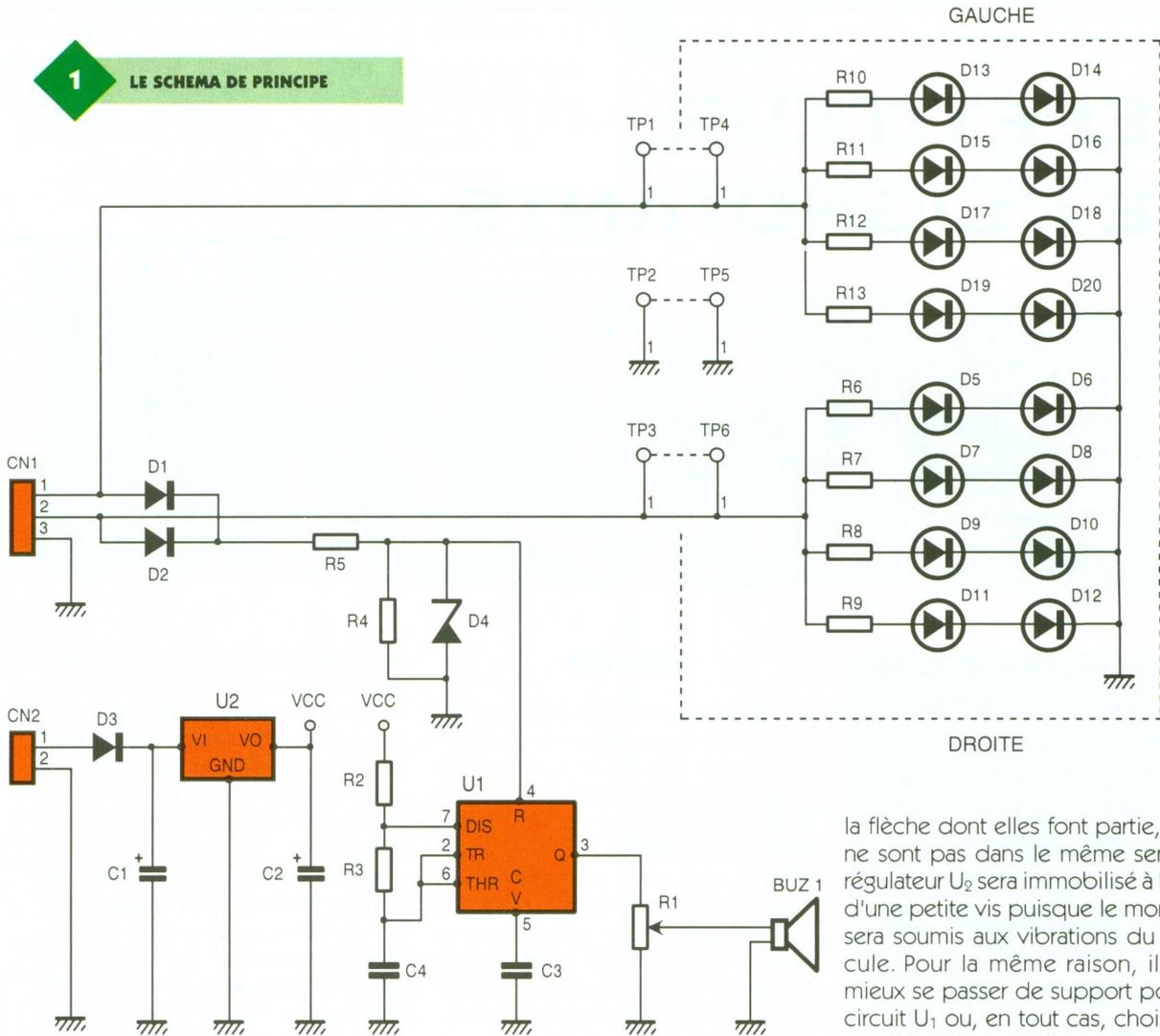
2

LE CIRCUIT IMPRIME.



1

LE SCHEMA DE PRINCIPE



tension de batterie entraînent une variation perceptible de la fréquence du signal émis par BUZ₁. C'est très désagréable à écouter. Un simple régulateur permet d'éliminer cet inconvénient. La diode D₃ permet de protéger l'ensemble du montage contre une inversion de polarité au moment d'installer la maquette dans le véhicule. On n'est jamais trop prudent, d'autant que le surcoût n'est que de quelques dizaines de centimes.

Les bornes TP₁ à T₆ indiquées sur le schéma ne sont là que pour indiquer

que la partie lumineuse peut se détacher de la partie audio. C'est ce que nous allons voir dans les paragraphes qui suivent.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé à reproduire est visible **figure 2**. Vous noterez qu'il est possible de séparer le circuit en deux parties si vous souhaitez installer la partie audio éloignée des flèches lumineuses. L'implantation est indiquée par le **figure 3**. Veuillez bien au sens des diodes LED. Selon

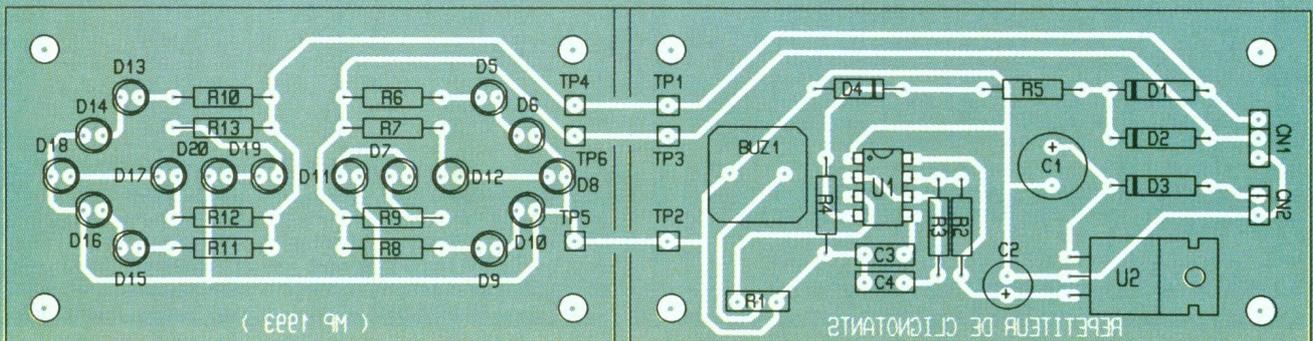
la flèche dont elles font partie, elles ne sont pas dans le même sens. Le régulateur U₂ sera immobilisé à l'aide d'une petite vis puisque le montage sera soumis aux vibrations du véhicule. Pour la même raison, il vaut mieux se passer de support pour le circuit U₁ ou, en tout cas, choisir un modèle tulipe. Veillez à la qualité des soudures pour éviter les ennuis à long terme.

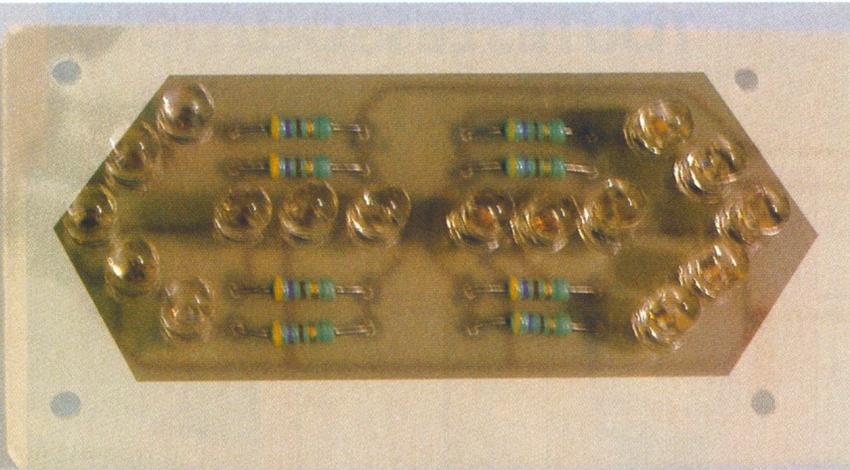
Si vous séparez les circuits, reliez par un fil souple TP₁ à TP₄, TP₂ à TP₅ et TP₃ à TP₆. Notez que la flèche droite et la flèche gauche s'inversent si vous tournez le circuit de 180°.

Il faudra y veiller au moment d'installer le circuit dans le véhicule. Les entrées regroupées sur CN₁ sont à repiquer après la centrale clignotante du véhicule. Si vous vous branchez directement sur le contacteur

3

L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.





VUE SUR L'INDICATEUR DE DIRECTION.

des clignotants, le fonctionnement sera continu (flèche allumée et bip continu pendant que le clignotant

4

L'INSTALLATION A BORD DU VEHICULE.

Liste des composants

BUZ₁ : transducteur piézo-électrique Murata

KPM13EPP-4002 ou équivalent

C₁ : 220 μ F/63 V, sorties axiales

C₂ : 22 μ F/16 V, sorties axiales

C₃, C₄ : 100 nF

D₁, D₂, D₃ : 1N4007

D₄ : diode zener 5,1 V 1/2 W

D₅ à D₂₀ : diodes DEL vertes \varnothing 3 mm ou \varnothing 5 mm (au choix)

R₁ : potentiomètre 1 k Ω linéaire

R₂, R₆, R₇, R₈, R₉, R₁₀, R₁₁, R₁₂,

R₁₃ : 470 Ω 1/2 W (jaune, violet, marron)

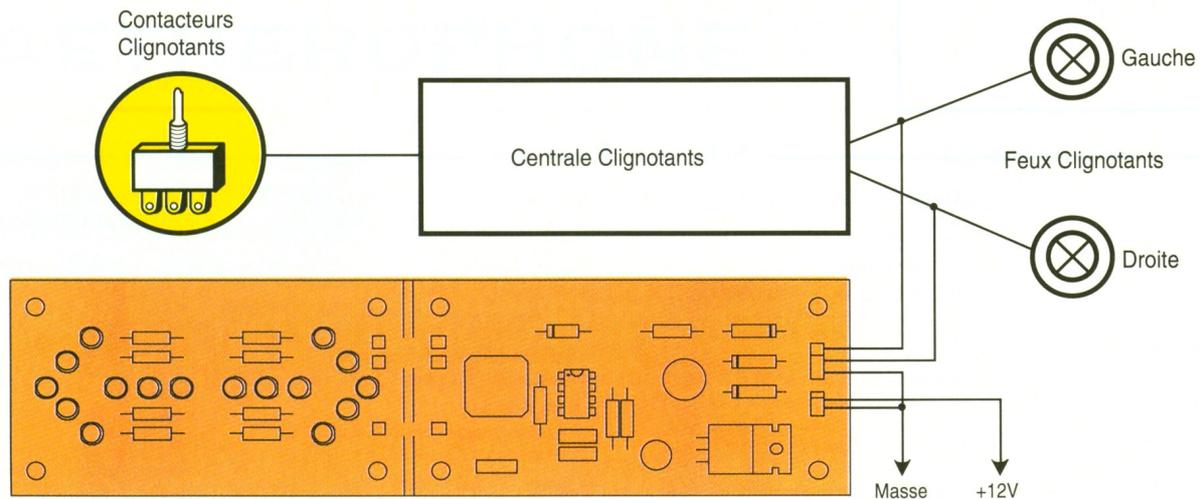
R₃ : 4,7 k Ω 1/4 W (jaune, violet, rouge)

R₄ : 2,2 k Ω 1/4 W (rouge, rouge, rouge)

R₅ : 560 Ω 1/2 W (vert, bleu, marron)

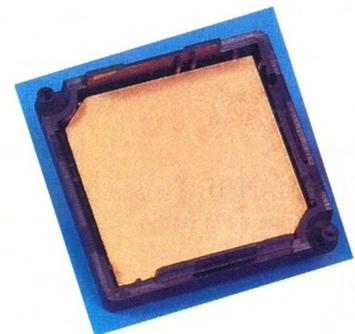
U₁ : NE555

U₂ : LM7805



NOUVEAUX BOÎTIER DIPTAL

Ces petits coffrets « porte-clés » sont idéaux pour la réalisation de petits émetteurs de télécommande, voitures ou portes de garage. La gamme S441 disponible en plusieurs coloris est d'ores et déjà disponible auprès des revendeurs. Les dimensions de 34 x 34 mm permettent la mise en place d'un petit circuit imprimé avec une mini-pile de 12 V. On peut se procurer le catalogue de boîtiers et composants Mécatronique auprès de **DIPTAL**.



Diptal SARL, 01410 Chezery. Tél. : 50.56.94.97. Fax : 50.56.95.17.



AETHEROPHONE

Monsieur Theremin, scientifique russe né en 1896, a inventé l'un des premiers instruments de musique « électrophoniques ».
Connu d'abord sous le nom de son créateur, le « theremin » ressemblait en quelque sorte à un récepteur radio qui générait des sons de tonalité variable en fonction des mouvements de la main, se rapprochant ou s'éloignant de l'appareil.

La dimension aérienne du jeu de cet instrument lui valut d'être rebaptisé « aéthérophone », et il subit par la suite quelques modifications : la génération des sons était assurée par un circuit oscillant, comportant une

grosse bobine de cuivre, que l'on influençait alors avec une baguette métallique tenue d'une main : on obtenait ainsi une variation continue de la tonalité produite, et pour pouvoir détacher les notes, il fut ajouté une commande de volume contrôlée par la deuxième main.

Le succès de cet instrument fut toutefois limité en raison des moyens techniques de l'époque et de la difficulté pour l'interprète de « repérer » précisément les notes.

Profitant des performances de quelques circuits intégrés aujourd'hui très largement diffusés, nous allons reconstituer un « aéthérophone ».

Cet appareil, bien que modeste au regard d'une « harpe laser », fait partie avec cette dernière des rares instruments qui exploitent les mouvements de la main dans l'espace sans contact et ouvrent la voie à de multiples expériences sonores.

On pourra facilement interpréter un concert fantomatique avec « hou! hou! » complètement irréaliste, siffloter une mélodie, imiter à merveille le « scratch » des rappers ou encore expérimenter des bruitages comme un grincement de porte, la propulsion d'un vaisseau spatial, un tir laser de *La guerre des étoiles*, et toutes sortes de sons tels que « psioouu », « woououiz », « zcrrroach », etc.

Le principe

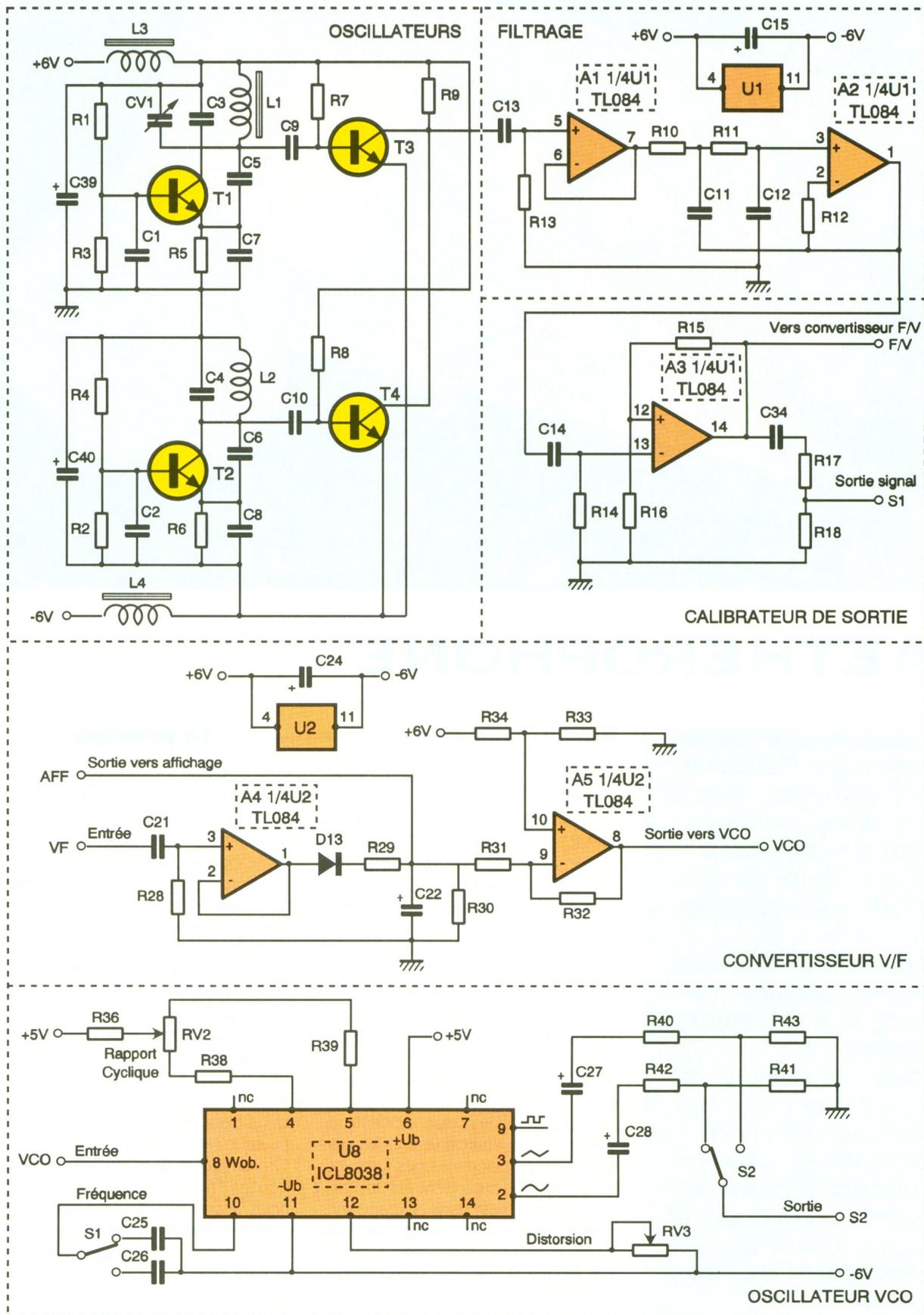
Pour détecter les mouvements de la « baguette de jeu », on met à profit la variation d'inductance d'une bobine à proximité d'un objet métallique. Cette bobine détermine la fréquence d'un oscillateur LC dont la variation sera exploitée par la technique des battements, qui d'ailleurs se rencontre fréquemment en radio.

Si l'on considère deux oscillations de fréquence F_1 et F_2 et qu'on les mélange, il en résulte une fréquence F_3 , dite de « battement », qui est égale à la différence $F_1 - F_2$; si, par exemple, $F_1 = 103 \text{ kHz}$ et $F_2 = 100 \text{ kHz}$, le battement entre ces deux fréquences produit un son de hauteur 3 kHz.

On remarque que, partant de deux hautes fréquences (inaudibles), nous avons obtenu une basse fréquence (audible). Par ailleurs, si $F_1 = F_2$, le son est nul, on a alors le « battement zéro ».

Par ailleurs, on constate que lorsque deux oscillateurs LC travaillent sur des fréquences très proches, ils ont tendance à se synchroniser, à « s'accrocher » sur la même fréquence.

L'aéthérophone comporte donc deux oscillateurs, l'un fixe et l'autre variable (qui contient la bobine de détection), dont les fréquences seront envoyées sur un étage mélan-

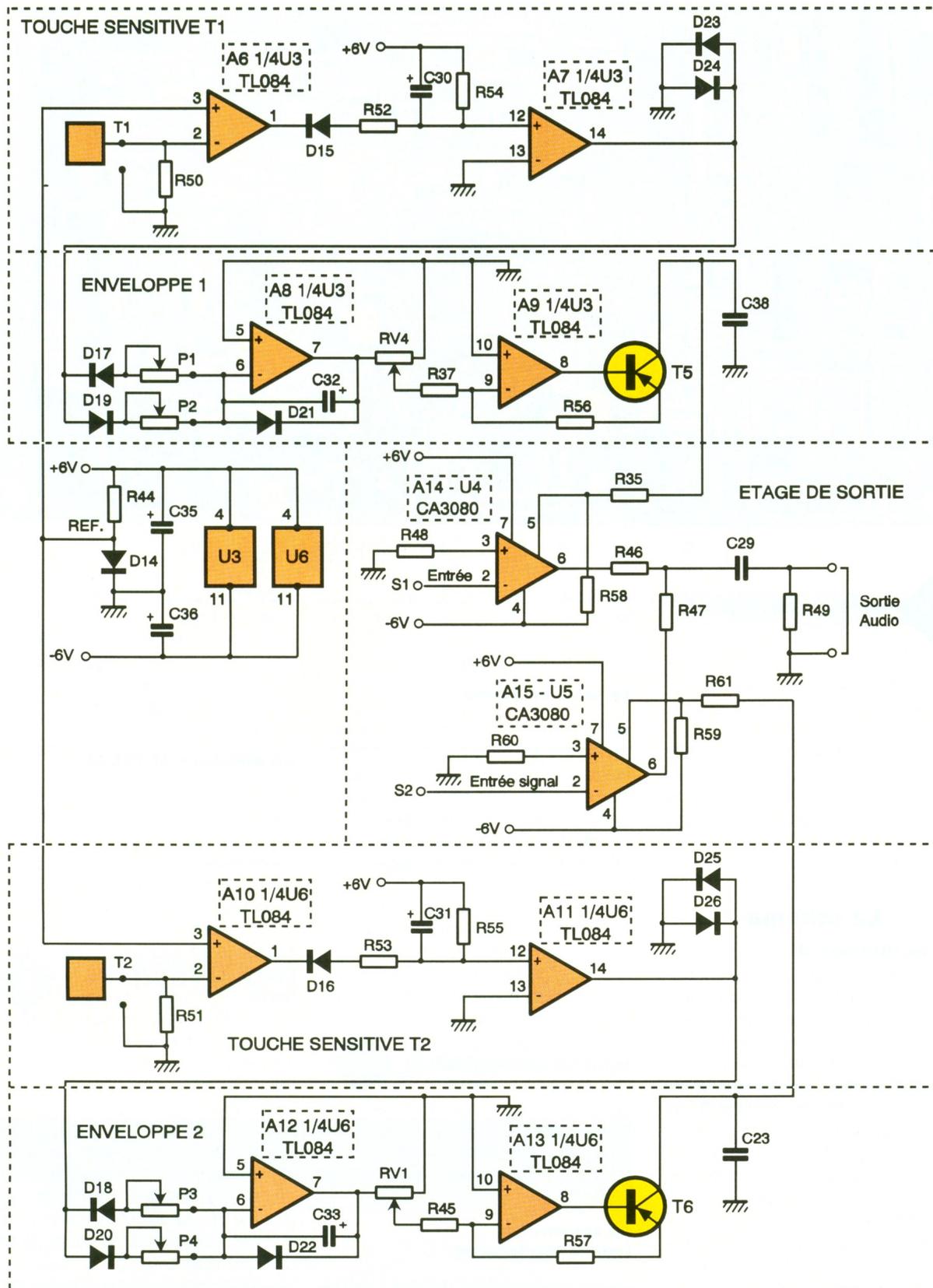


1 LE SCHEMA DE PRINCIPE DES OSCILLATEURS ET DU VCO.

geur qui générera un premier signal audible. Cette technique est souvent

utilisée dans la construction de détecteurs de métaux, mais, contrairement à ceux-ci, où l'on cherche à éviter l'accrochage des oscillateurs par divers moyens (blindages, réduction des couplages capacitifs ou

encore battement sur harmonique...), ce phénomène est mis à profit dans l'aéthrophone pour éviter la dérive des oscillateurs qui produirait un signal sans la « baguette de jeu ».



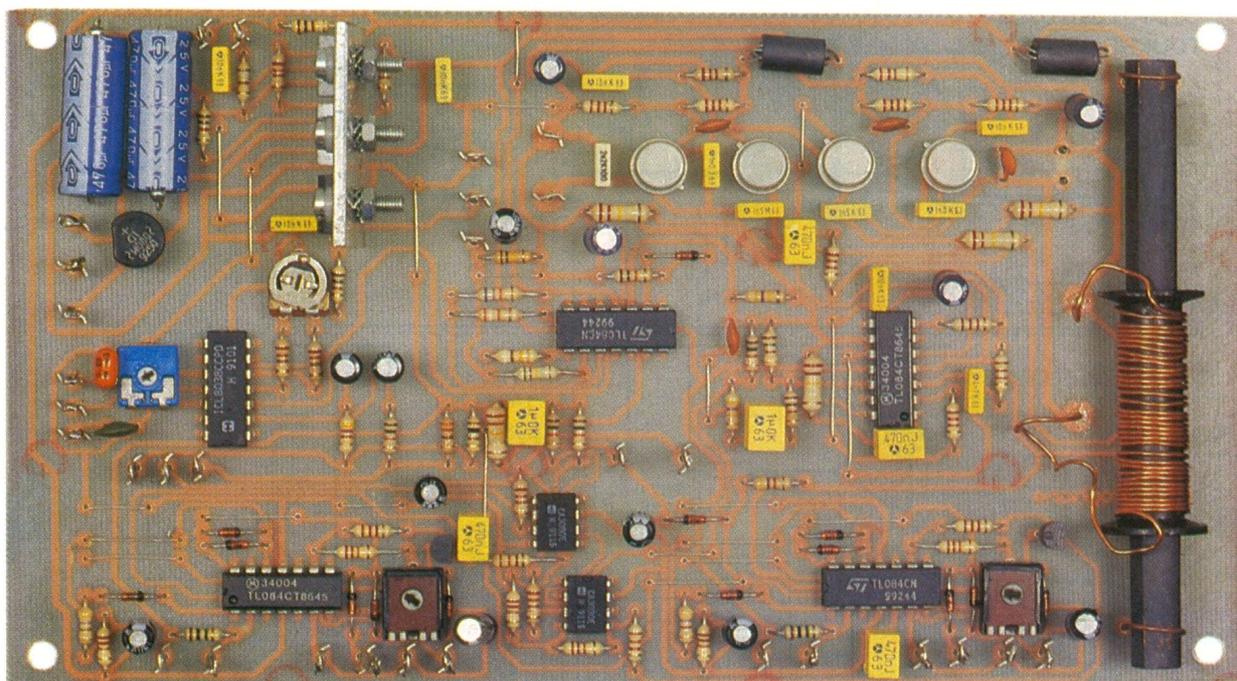
2

LE SCHEMA DE PRINCIPE DES TOUCHES ET DE L'ETAGE DE SORTIE.

Le signal issu de l'étage mélangeur attaque ensuite un filtre passe-bas qui en éliminera les composantes haute fréquence, avant d'être trans-

formé en signal carré par un « calibrateur » à trigger de Schmitt. Ce dernier fournira le signal S₁, utilisé dans la production directe du son, et un autre signal qui servira à effectuer une conversion fréquence/tension. Cette conversion est utilisée, d'une part, pour le module d'affichage à

LED et d'autre part, pour piloter un oscillateur basse fréquence (VCO). Le module d'affichage permet de « repérer » plus facilement la hauteur des sons produits et l'oscillateur VCO produit le deuxième signal audio (S₂). Enfin, le signaux S₁ et S₂ sont tous



VUE SUR LA CARTE PRINCIPALE.

deux acheminés vers l'étage de sortie aux entrées des amplificateurs commandés (VCA). Ceux-ci sont pilotés par des touches sensibles, suivies de générateurs d'enveloppe qui permettront de moduler l'attaque et l'amortissement des sons.

Le schéma

Les oscillateurs HF

Ils sont du type oscillateur à réaction collecteur/émetteur et leur fréquence se situe aux alentours de 250 kHz, C₅ et C₆ assurent le couplage capacitif.

L'oscillateur fixe comporte comme circuit LC la bobine L₁, bobinée sur un barreau de ferrite, et le condensateur ajustable CV₁ en parallèle avec C₃. Ses oscillations sont entretenues par T₁ dont la base est polarisée par R₁/R₃ et l'émetteur par R₅.

Le circuit LC de l'oscillateur variable se compose de la bobine de détection (qui est une spirale imprimée) et du condensateur C₄. Ses oscillations sont entretenues par T₂ dont la base est polarisée par R₄/R₂ et l'émetteur par R₆.

Les selfs de choc L₃ et L₄, associées aux condensateurs de découplage C₃₉ et C₄₀, évitent la propagation de la HF dans les lignes d'alimentation. Les oscillations sont prélevées des collecteurs de T₁ et T₂ par C₉ et C₁₀, et injectées sur les bases de T₃ et T₄,

polarisées par R₇ et R₈. Les collecteurs de T₃ et T₄ sont reliés ensemble sur R₉, c'est là que s'effectue le mélange des deux fréquences.

La mise en forme

La fréquence de battement issue du mélangeur est transmise à un premier étage suiveur A₁ par le condensateur de liaison C₁₃. Elle est ensuite appliquée à l'entrée d'un filtre passe-bas (12 dB par octave) que constitue A₂ et dont la fréquence de coupure est fixée par le réseau RC R₁₁, R₁₂, C₁₁ et C₁₂ à environ 20 kHz. Ce filtrage éliminera les composantes HF que génère l'étage mélangeur en plus du signal utile de battement.

Le traitement suivant est effectué par le « calibreur » A₃ qui est en fait un « trigger de Schmitt » : R₁₅ et R₁₆ déterminent son hystérésis.

On obtient à sa sortie un signal carré qui sera utilisé pour la conversion fréquence/tension. Une fraction de ce signal est obtenue par le diviseur R₁₇-R₁₈ et constitue le premier signal audio S₁.

La conversion fréquence/tension

Le principe adopté est celui de la conversion par intégration : la tension d'entrée (sortie de A₃) est appliquée à un dérivateur RC (C₂₁, R₂₈) ; on obtient ainsi des tops qui sont alternativement positifs et négatifs, les tops négatifs sont éliminés par D₁₃ en sortie de A₄. On a donc, pour chaque période du signal d'entrée, un signal de forme fixe et toujours positif ; le filtre passe-bas R₂₉-C₂₂ permet d'en extraire la valeur

moyenne, proportionnelle à la fréquence d'entrée.

Cette tension est utilisée directement par le module d'affichage, mais l'étage A₅ réalise « une mise à l'échelle » pour obtenir la tension de commande du VCO.

L'oscillateur BF (VCO)

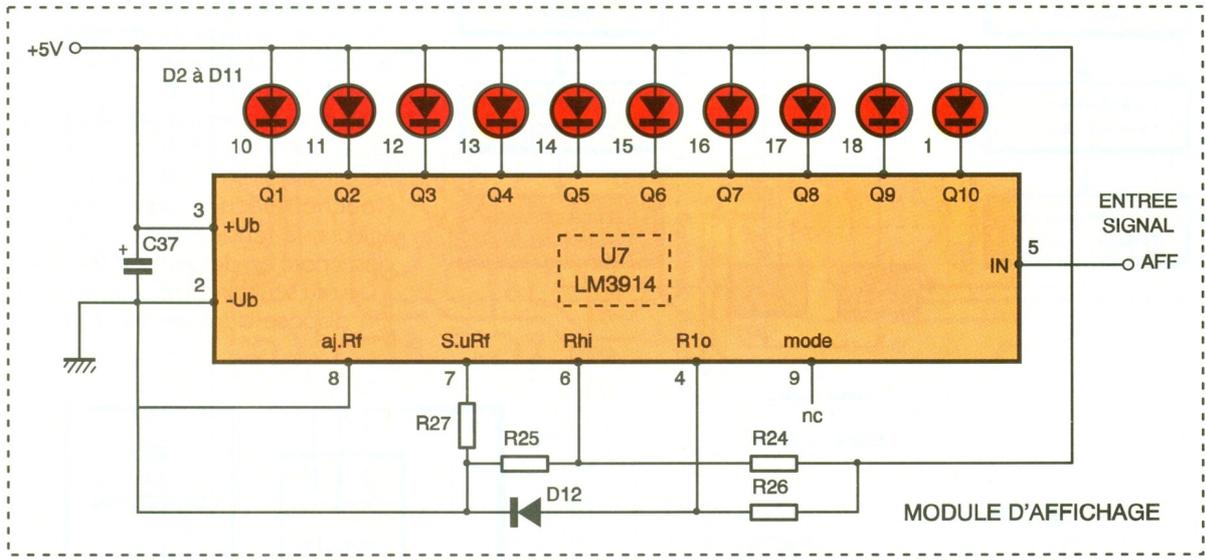
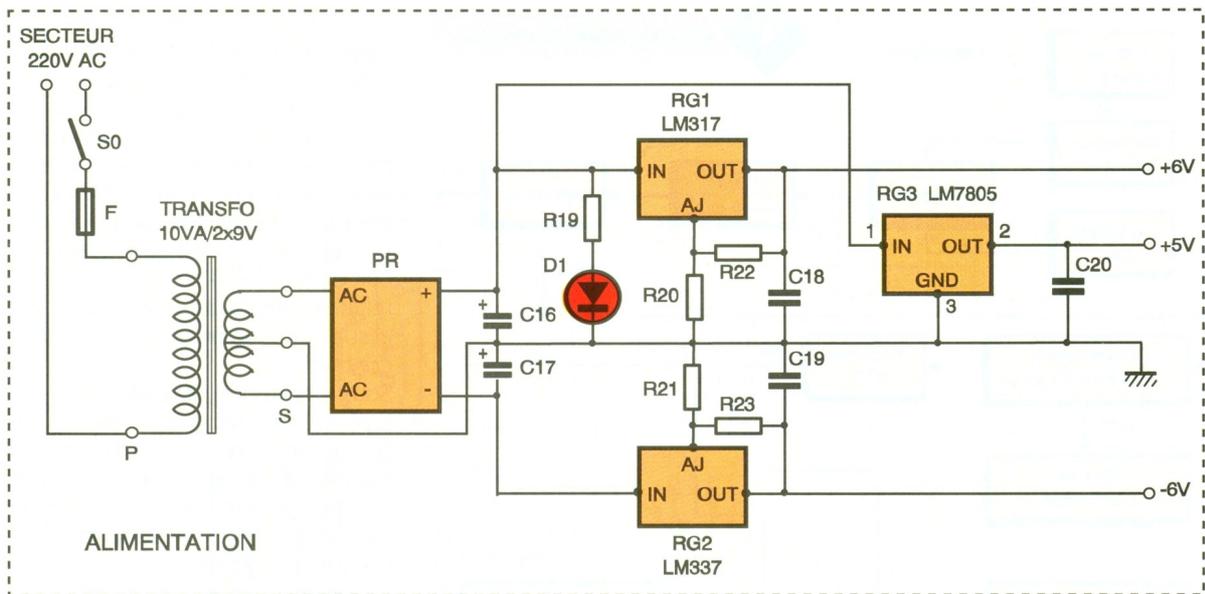
On utilise ici un circuit intégré spécialisé dans la production de formes d'ondes : le ICL 8038, qui est un « générateur de fonctions wobulable ». Il peut délivrer trois formes d'ondes : carrée, sinusoïdale et triangulaire. Le terme « wobulable » signifie que la fréquence des oscillations peut être pilotée par une tension externe.

Pour l'aéthrophone, nous n'exploitons que les formes sinusoïdale et triangulaire en raison de leur « musicalité ».

L'ajustable RV₂ permet de régler le rapport cyclique du signal et RV₃ ajuste, dans une certaine mesure, la distorsion de la sinusoïde. Le commutateur S₁ réalise le changement de gamme de fréquence (grave ou aigu) par sélection de la capacité externe du réseau RC (C₂₅ ou C₂₆).

S₂ sélectionne la forme d'onde, tandis que la tension de pilotage issue de A₅ est injectée à la borne 8 de « wobulation ».

Cette tension doit varier par rapport à l'alimentation positive du 8038 de 0V à environ — 5V, pour passer de la fréquence la plus grave à la plus aiguë ; on comprend alors le rôle de la « mise à l'échelle » effectuée par A₅. Par ailleurs, l'alimentation positive de A₅ est de + 6V, alors que celle du



3 LE SCHEMA DE PRINCIPE DE L'ALIMENTATION ET DU VU-METRE.

8038 n'est que de +5V, cela pour permettre à la tension de comman-

de de partir réellement de 0V par rapport à ces 5V d'alimentation,

LA CARTE VU-METRE.

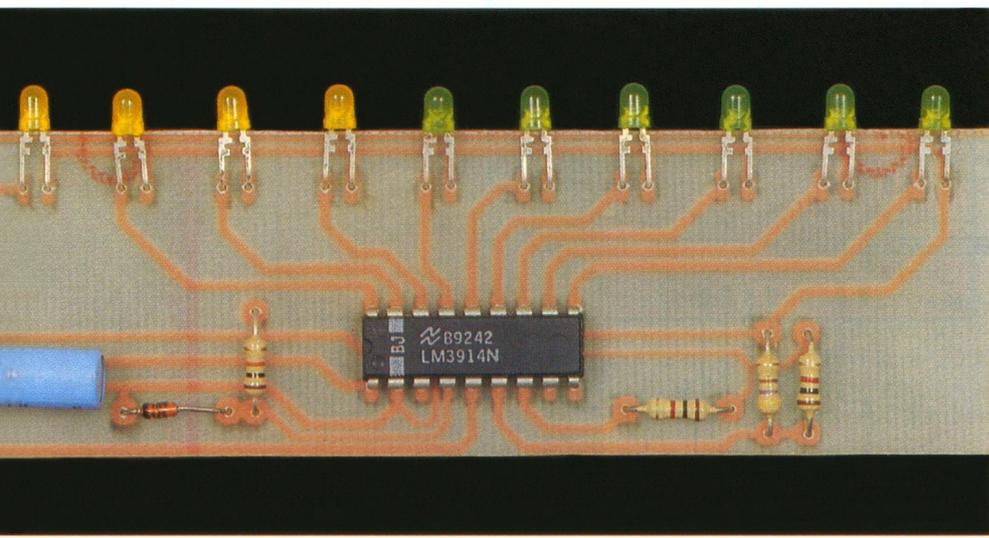
sans être gêné par le fait que l'amplip A₅ ne peut délivrer qu'une tension inférieure à sa propre tension d'alimentation.

Les touches sensibles, les générateurs d'enveloppe et l'étage de sortie

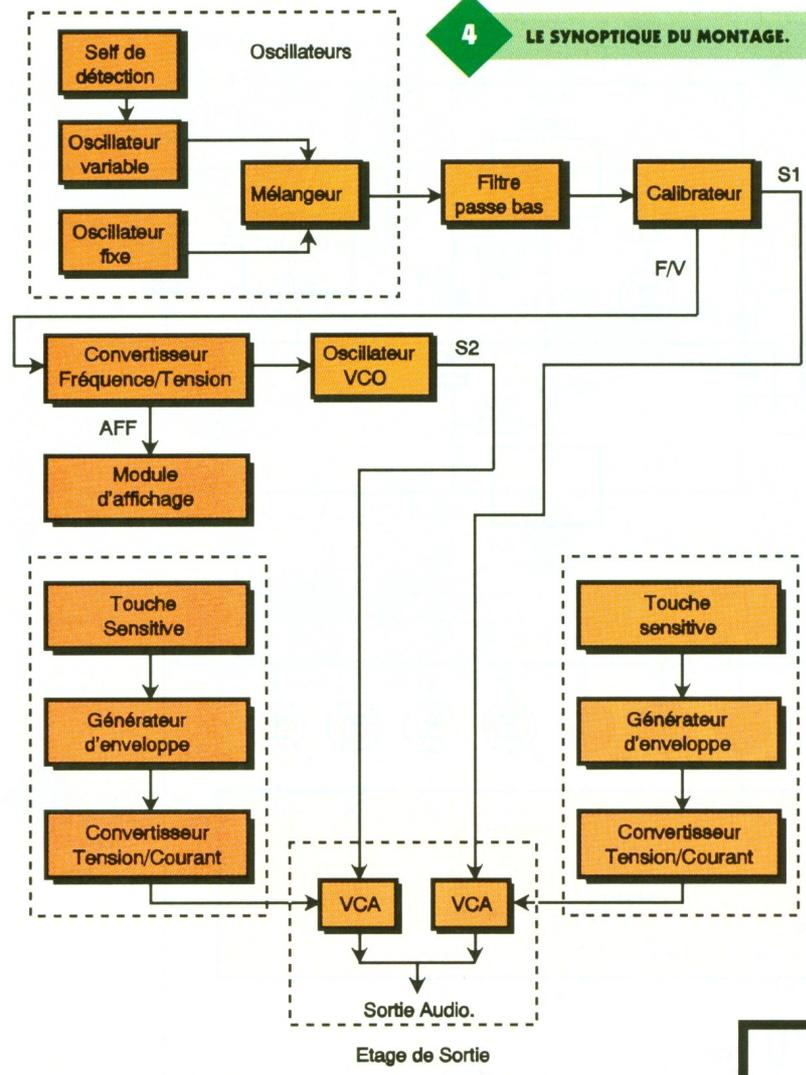
Ces étages sont répétés deux fois et sont de constitution rigoureusement identique, nous n'allons donc examiner que l'un d'entre eux : celui qui traite le signal S₁.

Le principe de la touche sensible consiste à appliquer les très faibles tensions alternatives, injectées par le contact du doigt sur la résistance de forte valeur R₅₀, à l'entrée du comparateur A₆.

Ce dernier charge négativement C₃₀ via R₅₂ et D₁₅ à chaque alternance reçue, ce qui a pour effet, lorsque la tension sur le pôle négatif de C₃₀ devient inférieure à 0V, de basculer le comparateur A₇. La tension de sortie de ce dernier est limitée entre



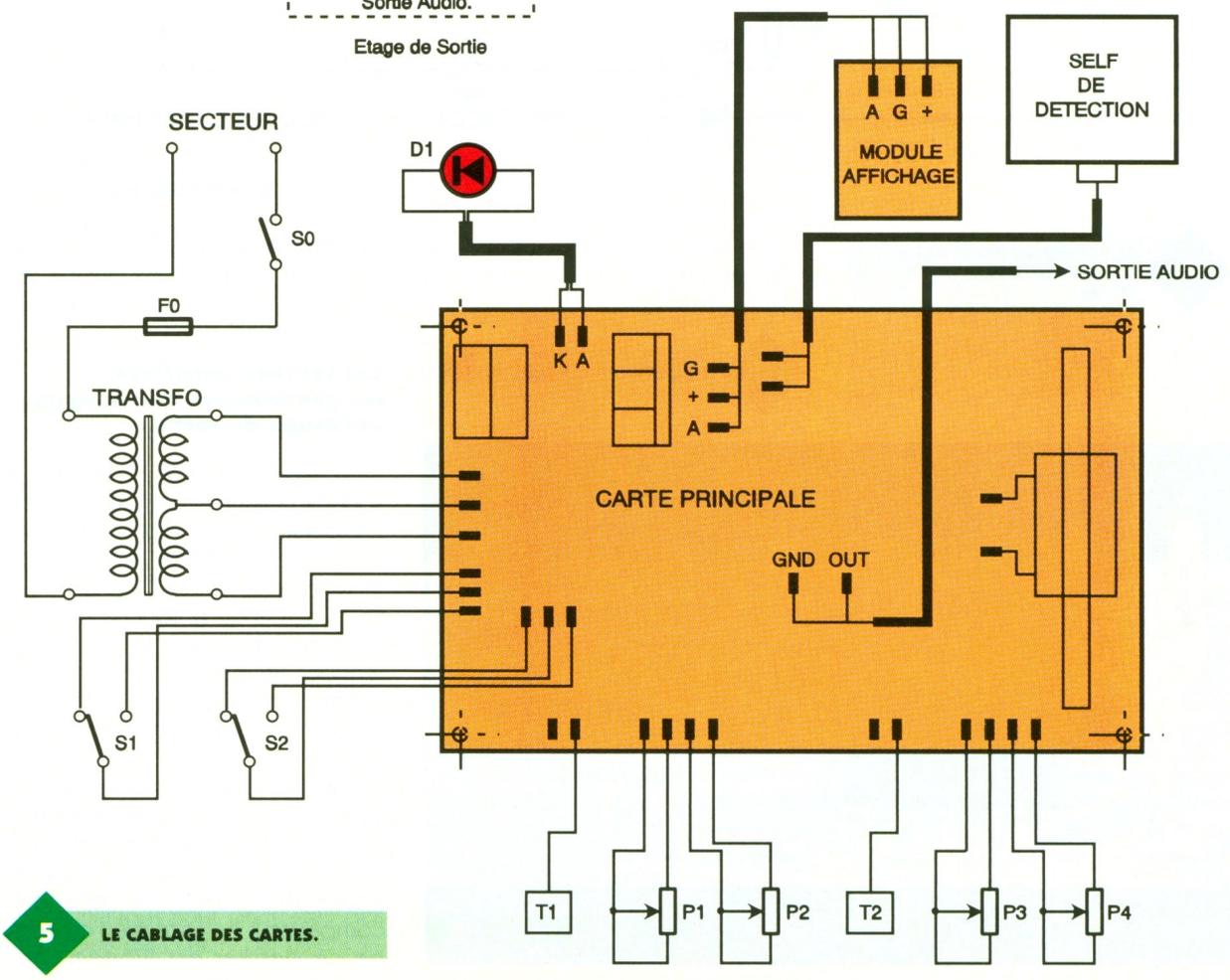
4 LE SYNOPTIQUE DU MONTAGE.



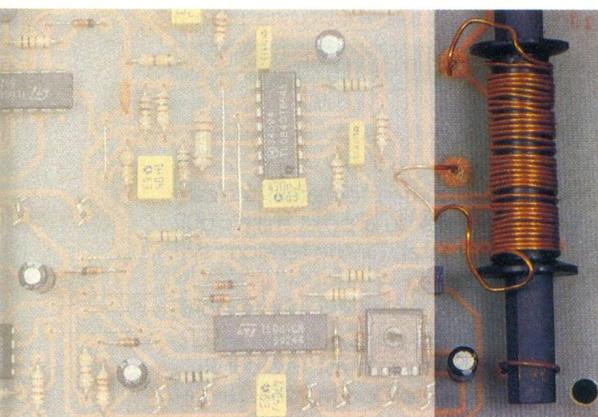
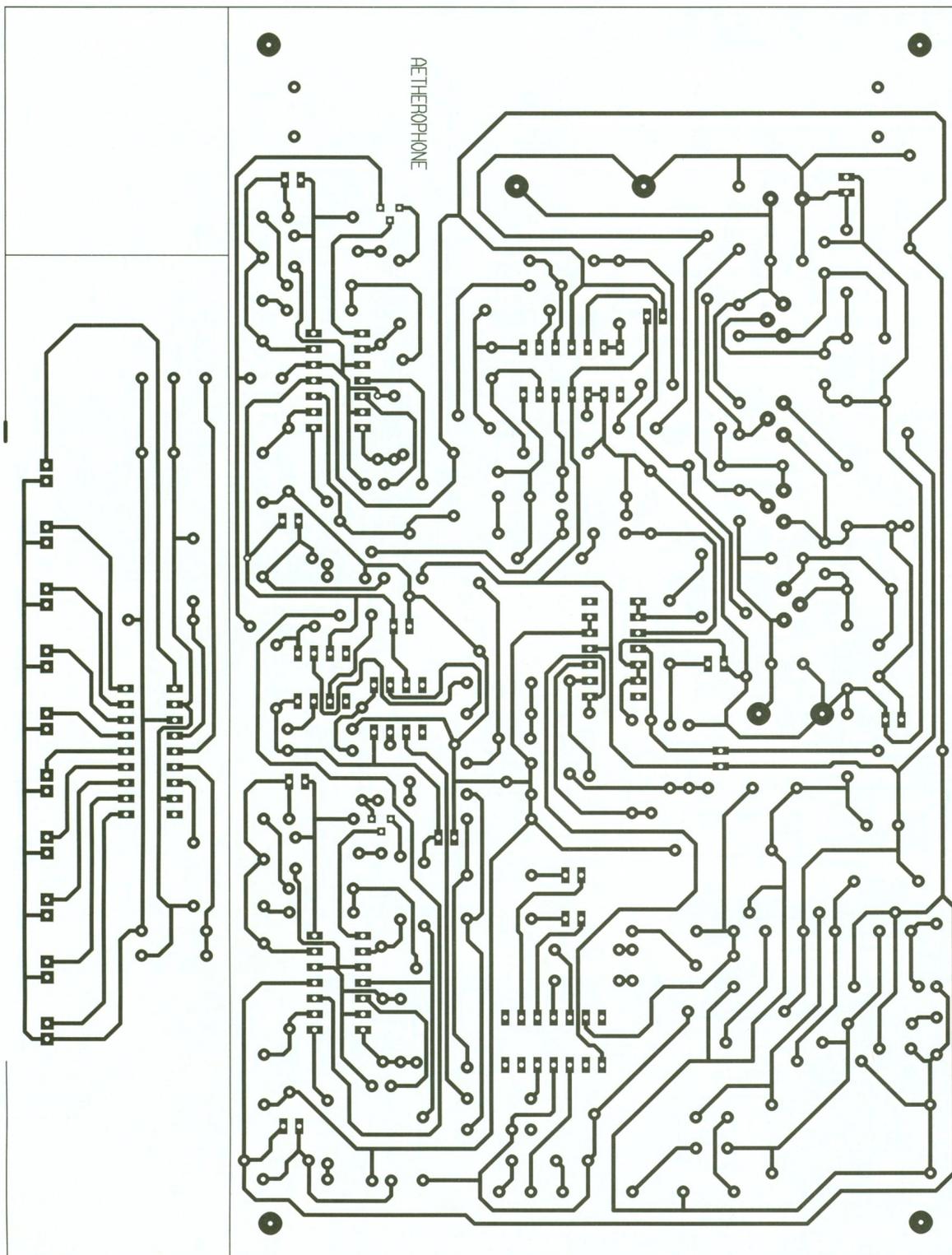
+ 0,6V et - 0,6V par les diodes D_{23} et D_{24} branchées entre sa sortie et la masse, cela pour éviter des phénomènes de surtensions indésirables au niveau du générateur d'enveloppe qui suit. Cette technique de limitation de la tension en sortie de A_7 peut paraître dangereuse pour l'ampli-op ; mais il n'en est rien, car le circuit utilisé (TL084) dispose d'une limitation interne du courant de sortie et supporte même le court-circuit en continu !

Sous le nom de « générateur d'enveloppe », on désigne un circuit capable de réguler les vitesses de montée et de descente du volume sonore lors de l'activation d'une touche du clavier (attaque et amortissement du son).

Le schéma mis en œuvre est celui d'un intégrateur construit autour de A_8 . C_{32} est la capacité d'intégration, la tension à ses bornes va augmenter ou diminuer plus ou moins rapidement selon les réglages de P_1 et P_2 , et selon que la sortie du comparateur A_7 est de + 0,6V ou de - 0,6V (touche relâchée ou active). Par ailleurs, la tension sur C_{32} ne peut descendre en dessous de 0V grâce à D_{21} (au seuil près de cette diode). On dispose donc en sortie de AB



5 LE CABLAGE DES CARTES.

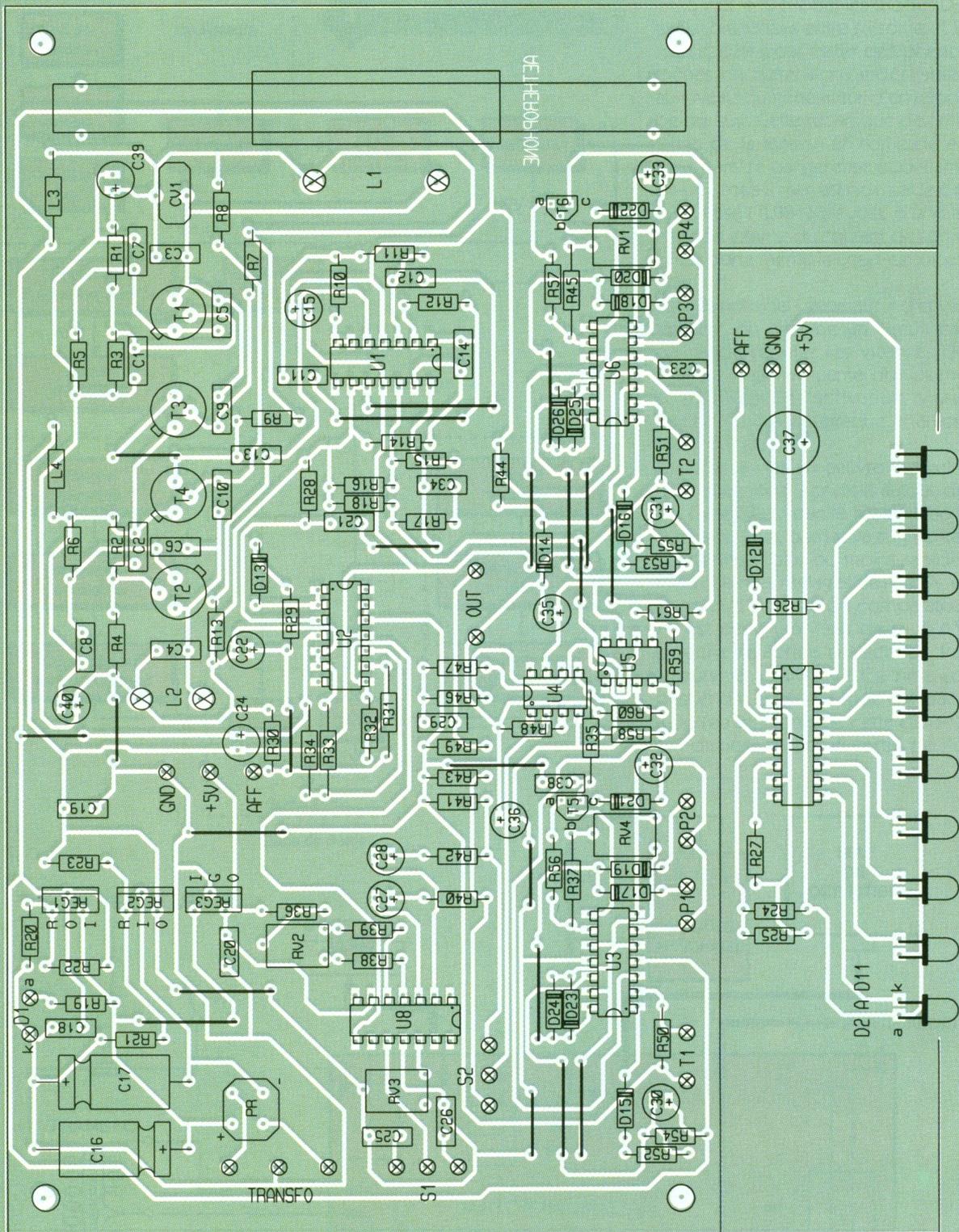


d'une tension variable par le jeu des réglages de P_1 - P_2 et de l'activation de la touche sensitive, il reste à exploiter cette tension pour la modulation d'amplitude du signal sonore S_1 . Pour ce faire, on utilise un ampli opérationnel spécial, dit à « transconductance » ou « OTA » : le CA3080 (noté VCA). L'intérêt de cet ampli est que l'on

LA BOBINE DE L'OSCILLATEUR DE REFERENCE.

6 LES CIRCUITS IMPRIMES.

peut modifier son gain en injectant un faible courant sur sa broche 5. Il faut donc transformer notre « tension d'enveloppe » en courant, ce que réalise A_9 associé à T_5 (étage transformateur tension/courant). RV_4 permettra d'ajuster la modulation de cet étage. Enfin, les deux sorties des VCA sont réunies via R_{46} et R_{47} , et le signal ainsi



obtenu est dirigé sur la sortie audio par C₂₉ qui éliminera toute composante continue résiduelle.

Le module d'affichage

Là encore, on utilise un circuit spécialisé : le LM 3914. C'est un circuit sensible à une tension analogique et qui commande 10 LED en fonction du niveau de cette tension. Tel qu'il est utilisé dans l'aéthrophone, il permettra de visualiser l'influence de la « baguette de jeu » sur la bobine

de détection et donc de mieux rechercher la tonalité des sons.

Les quelques composants externes au LM 3914 servent à configurer l'échelle de fonctionnement et le courant des LED. C₃₇ est une capacité de découplage de l'alimentation, d'autant plus nécessaire que ce module est prévu pour être déporté en dehors du circuit principal.

L'alimentation

Elle fournit quatre niveaux de ten-

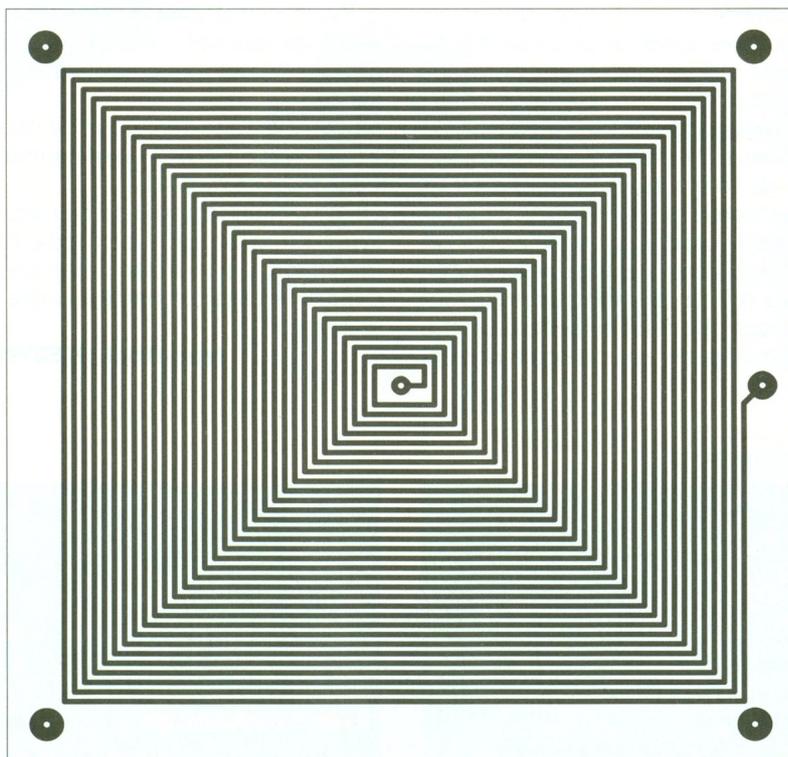
7

LES IMPLANTATIONS.

sion : + 6V, — 6V, 0V, + 5V.

On utilise un transformateur à deux enroulements ou à point milieu qui facilitera l'obtention de tensions symétriques.

Les tensions redressées par le pont PR sont filtrées par C₁₆ et C₁₇, la LED D₁, dont le courant est fixé par R₁₉, servira de témoin de marche. La mi-



8

LE CIRCUIT IMPRIME DE LA BOBINE L₂.

spires jointives de fil émaillé de 75/10 sur un barreau de ferrite de diamètre 8 mm et de longueur 100 (ce barreau peut être récupéré dans certains postes radio). On ne bobinera pas directement sur les barreaux, mais sur un tube de carton ou de plastique (ex. : bobine de fil à coudre), ce qui permettra de régler facilement la fréquence de l'oscillateur en faisant coulisser le bobinage sur la ferrite.

Il peut être nécessaire de gratter l'émail du fil pour pouvoir le souder, dans le cas où ce dernier n'est pas thermofusible.

Réglages, mise au point

Le premier réglage à effectuer consiste à « caler » les deux oscillateurs HF.

Il est préférable de disposer d'un oscilloscope dont on branchera la masse au 0V du montage et la sonde tout d'abord au niveau du collecteur de T₂, il s'agira alors de relever la période du signal observé. On branchera ensuite la sonde au collecteur de T₁ et on calera la période du signal sur celle précédemment

se en œuvre des régulateurs RG₁ (LM317) et RG₂ (LM337) permet d'obtenir facilement les tensions symétriques + et - 6V qui alimentent tous les amplis-op et l'étage MF. Le régulateur RG₃ (7805) fournira la tension + 5V nécessaire pour les raisons exposées plus haut à l'alimentation du VCO, elle alimente également le module d'affichage.

Réalisation pratique

Le circuit imprimé sera réalisé par la méthode photo en raison de son tracé difficilement exécutable par la technique du transfert direct. Le module d'affichage est à détacher du circuit principal et sera disposé près de la bobine de détection.

L'ensemble prendra place dans un coffret plastique pour éviter la perturbation des oscillateurs HF. On veillera à disposer le transformateur d'alimentation suffisamment loin du circuit principal et à l'orienter correctement pour éviter les ronflements.

Les trois régulateurs seront montés sur une plaque d'aluminium en guise de refroidisseur et convenablement isolés.

Les touches sensibles peuvent être constituées de tout élément métallique. Toutefois, des boutons de porte chromés type « cuvette » conviennent parfaitement.

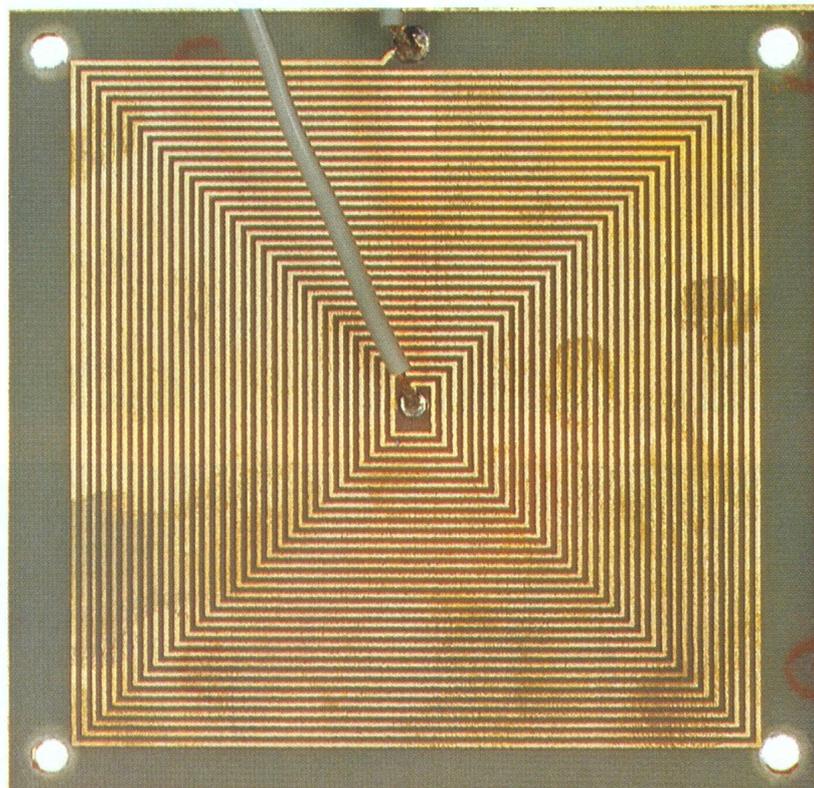
Réalisation des bobines

Les selfs de choc L₃ et L₄ qui peuvent

poser des difficultés d'approvisionnement peuvent être constituées de 40 tours de fil de 0,2 mm sous soie sur le corps d'une résistance 1/2 W de quelques mégohms.

La bobine de détection L₂ dont le tracé est fourni est à réaliser par la même méthode que le circuit imprimé et sera reliée à l'aéthrophone par un fil « méplat » de 0,75 mm. La bobine L₁ est constituée de 34

LA BOBINE IMPRIME.



relevée en déplaçant la bobine de L_1 . CV_1 servira ensuite de réglage fin en observant le module d'affichage. Si l'on ne dispose pas de cet appareil, il est toutefois possible d'effectuer ce réglage en utilisant un récepteur radio réglé sur les grandes ondes aux alentours de 250 kHz, en plaçant le récepteur près de l'aéthrophone, il est en effet possible d'entendre les oscillations HF. Dans le cas où le calage semble impossible à obtenir, il peut être né-

cessaire d'ajouter ou d'enlever quelques spires de L_1 , on peut aussi jouer sur l'espacement entre les spires.

Le réglage suivant est celui du VCO : observer l'allure des signaux en sortie du commutateur S_2 après avoir influencé la bobine de détection, et régler le rapport cyclique par RV_2 et la distorsion de la sinusoïde par RV_3 . Il ne reste plus qu'à raccorder l'aéthrophone à un amplificateur et à ajuster les signaux de sortie par RV_1

et RV_4 , en influençant la sefl et en activant les touches, pour obtenir un niveau suffisant tout en évitant la saturation.

Note : le réglage du VCO et de l'éta-ge de sortie peuvent parfaitement s'effectuer « à l'échelle ».

On pourra utiliser toute pièce métallique en guise de « baguette de jeu » : clef à molette, marteau, plaque de circuit imprimé, cuillère à soupe, etc.

Jean-Noël LEFEBVRE

Liste des composants

Résistances

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_9, R_{12}, R_{56}, R_{57}$: 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 $R_5, R_6, R_{22}, R_{23}, R_{38}, R_{39}, R_{48}, R_{60}$: 220 Ω (rouge, rouge, marron)
 $R_7, R_8, R_{13}, R_{14}, R_{49}$: 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)
 R_{10}, R_{11} : 1,2 k Ω (marron, rouge, rouge)
 $R_{15}, R_{18}, R_{26}, R_{29}, R_{42}, R_{46}, R_{47}$: 10 k Ω (marron, noir, orange)
 $R_{16}, R_{20}, R_{21}, R_{25}, R_{27}$: 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 R_{17}, R_{28} : 470 k Ω (jaune, violet, jaune)
 R_{19} : 680 Ω (bleu, gris, marron)
 R_{24}, R_{52}, R_{53} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R_{30} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_{31} : 510 k Ω (vert, marron, jaune)
 R_{32} : 910 k Ω (blanc, marron, jaune)
 R_{33} : 39 k Ω (orange, blanc, orange)
 R_{34} : 68 k Ω (bleu, gris, orange)
 R_{35}, R_{61} : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_{36} : 1,5 k Ω (marron, vert,

rouge)

$R_{37}, R_{45}, R_{54}, R_{55}, R_{58}, R_{59}$: 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_{40} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R_{41} : 330 Ω (orange, orange, marron)

R_{43} : 100 Ω (marron, noir, marron)

R_{44} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

R_{50}, R_{51} : 1 M Ω (marron, noir, vert)

Ajustables horizontaux

RV_1, RV_4 : 47 k Ω

RV_2 : 100 Ω

RV_3 : 100 k Ω

Potentiomètres

P_1 à P_4 : 100 k Ω lin

Condensateurs

CV_1 : ajustable 65 pF

C_1, C_2 : 47 pF

C_3, C_{21} : 100 pF

C_4 : 2,2 nF

C_5, C_6 : 1 nF

$C_7, C_8, C_{11}, C_{18}, C_{19}, C_{20}$: 10 nF

C_9, C_{10} : 1,5 nF

C_{12} : 4,7 nF

$C_{13}, C_{14}, C_{23}, C_{38}$: 470 nF

C_{25} : 220 nF

C_{26} : 33 nF

C_{29}, C_{34} : 1 μ F

Electrochimique 16 V

C_{15}, C_{39}, C_{40} : 2,2 μ F radial

C_{16}, C_{17} : 470 μ F axial

C_{22}, C_{32}, C_{33} : 1 μ F radial

$C_{24}, C_{30}, C_{31}, C_{35}, C_{36}$: 4,7 μ F radial

C_{27}, C_{28} : 47 μ F radial

C_{37} : 10 μ F radial

Semi-conducteurs

T_1, T_2, T_3, T_4 : 2N1711

T_5, T_6 : BC557

U_1, U_2, U_3, U_6 : TL084

U_4, U_5 : CA3080

U_7 : LM3914

U_8 : ICL8038

RG_1 : LM317 (TO220)

RG_2 : LM337 (TO220)

RG_3 : LM7805 (TO220)

D_1 à D_{11} : diodes DEL 3 mm

D_{12} à D_{26} : 1N914 ou 1N4148

PR : pont redresseur 500 mA

Divers

L_1, L_2 : bobines, (voir texte)

L_3, L_4 : self de choc VK200

S_0 : inter à levier 250 Vac

S_1, S_2 : commutateur à levier

Barreau de ferrite

diam. 8 mm longueur 100 mm

Fil de cuivre émaillé de

75/100 de mm

Transfo 220 Vac S 2 x 9 V 10

VA

Fusible 5 x 20 100 mA + son

support à encaster

Kit isolement pour TO220

Refroidisseur (voir texte)

LE MINITEL ELECTRONIQUE PRATIQUE

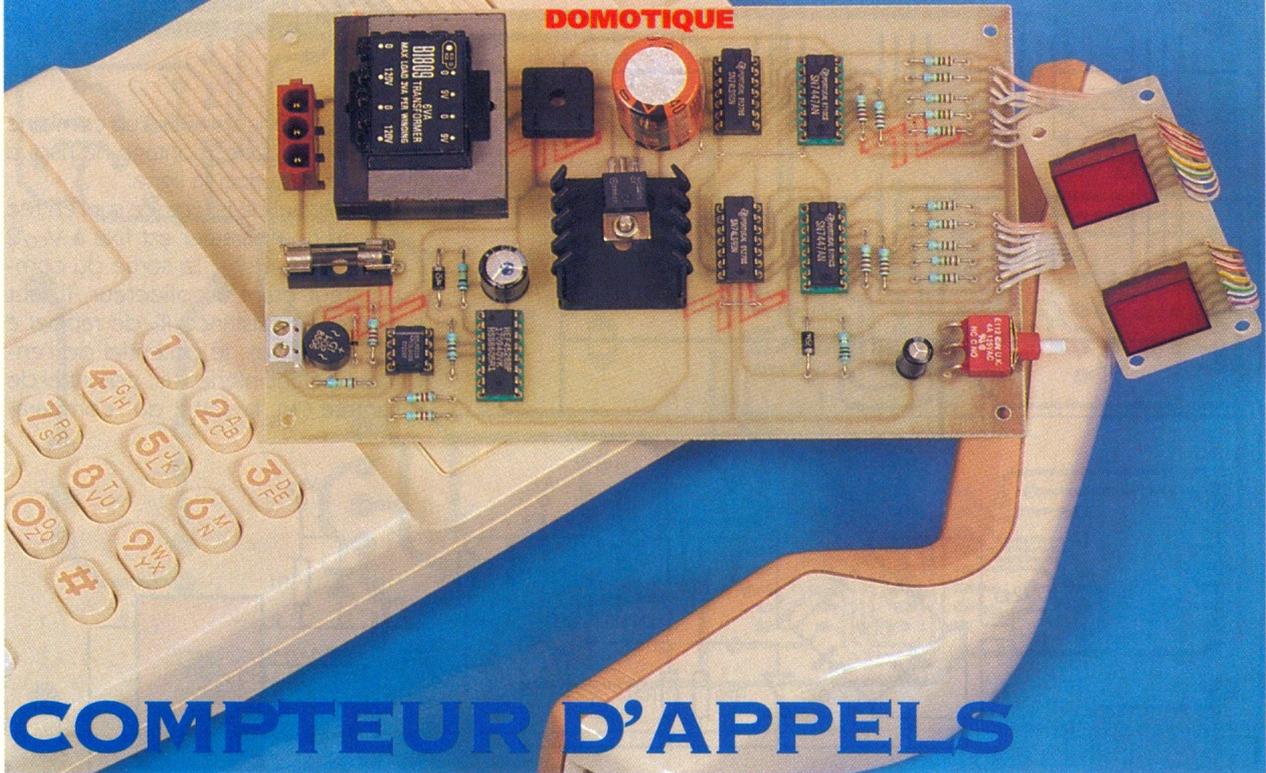
vous propose les services suivants :

- ABC de l'électronique
- Agenda
- Infos - Livres
- Bancs d'essais
- Diplômes
- La revue, abonnement
- Petites annonces classées
- Les boîtes aux lettres
- Jeux de réflexion
- Dialogues en direct
- Infos éditeur

Tapez 3615 code EPRA



DOMOTIQUE



COMPTEUR D'APPELS TELEPHONIQUE

Lorsqu'on s'absente, le meilleur moyen de savoir si l'on a cherché à vous joindre par téléphone est sans aucun doute d'utiliser un répondeur. Mais quelquefois les gens n'aiment pas (ou n'osent pas) laisser un message sur le répondeur. Ils raccrochent avant le bip sonore, et vous ne savez pas si on a cherché à vous joindre. Le montage que nous vous proposons ce mois-ci se charge de compter le nombre d'appels que vous avez eu pendant votre absence. Vous pourrez aussi utiliser ce montage à des fins statistiques.

Le synoptique du montage est relativement simple (voir **figure 1**). Notre montage n'a pas besoin de reconnaître tous les états que peut prendre une ligne téléphonique. Il lui suffit de reconnaître les trains d'appels de la sonnerie, puis, après mise en forme, de compter les événements.

Rappelons qu'au repos, la ligne du téléphone présente une tension de 48V continu. Pour générer la sonnerie, une tension alternative de l'ordre de 180 V crête à crête est superposée à la tension de repos. La détection de la sonnerie d'appel revient donc à détecter des crêtes de tensions supérieures à 100 V. Les trains d'appels sont espacés de 5 secondes. Il faut utiliser un monostable redéclenchable pour transformer les trains d'appels en une impulsion unique pour incrémenter le compteur. Le temps de retard introduit par le monostable devra être supérieur au temps qui sépare deux trains de sonnerie pour être certain de ne gé-

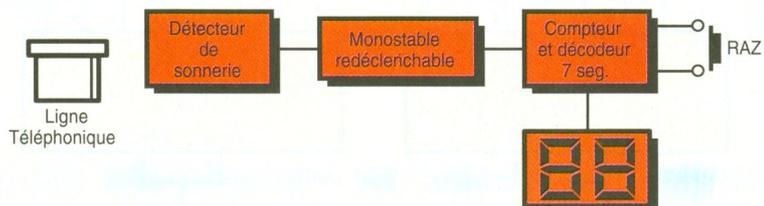
néral qu'une seule impulsion par appel vers le compteur.

Le schéma complet ne recèle donc pas de grand mystère (voir **figure 3**). La ligne téléphonique se raccorde sur CN₂. Vient immédiatement le pont de diode DD₂ afin de s'affranchir de la polarité de la ligne. La tension de ligne une fois redressée attaque un pont diviseur de tension formé par R₁₉ et R₂₀. La tension présente sur l'entrée (-) du comparateur U₁ est la tension de ligne divisée par 28 environ. Cela donne 1,7 V lorsque la ligne est au repos, et 5 V en crête lors des trains d'appels de la sonnerie. La diode zener DZ₁ protège le comparateur des surtensions qui peuvent se présenter sur la ligne téléphonique.

Vous noterez que l'impédance du montage vue par la ligne sera supérieur à 220 kΩ à cause de R₁₉. En

1

LE SYNOPTIQUE.



Ligne téléphonique



Détecteur d'appel



Sortie du monostable

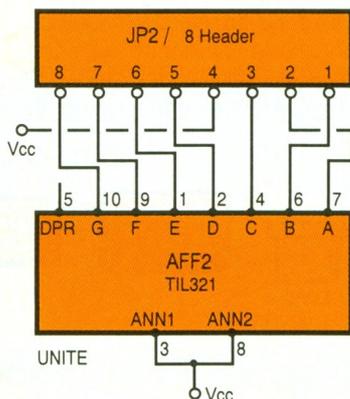
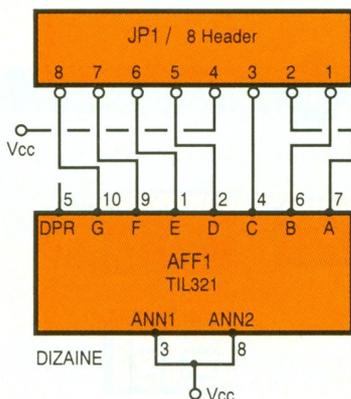
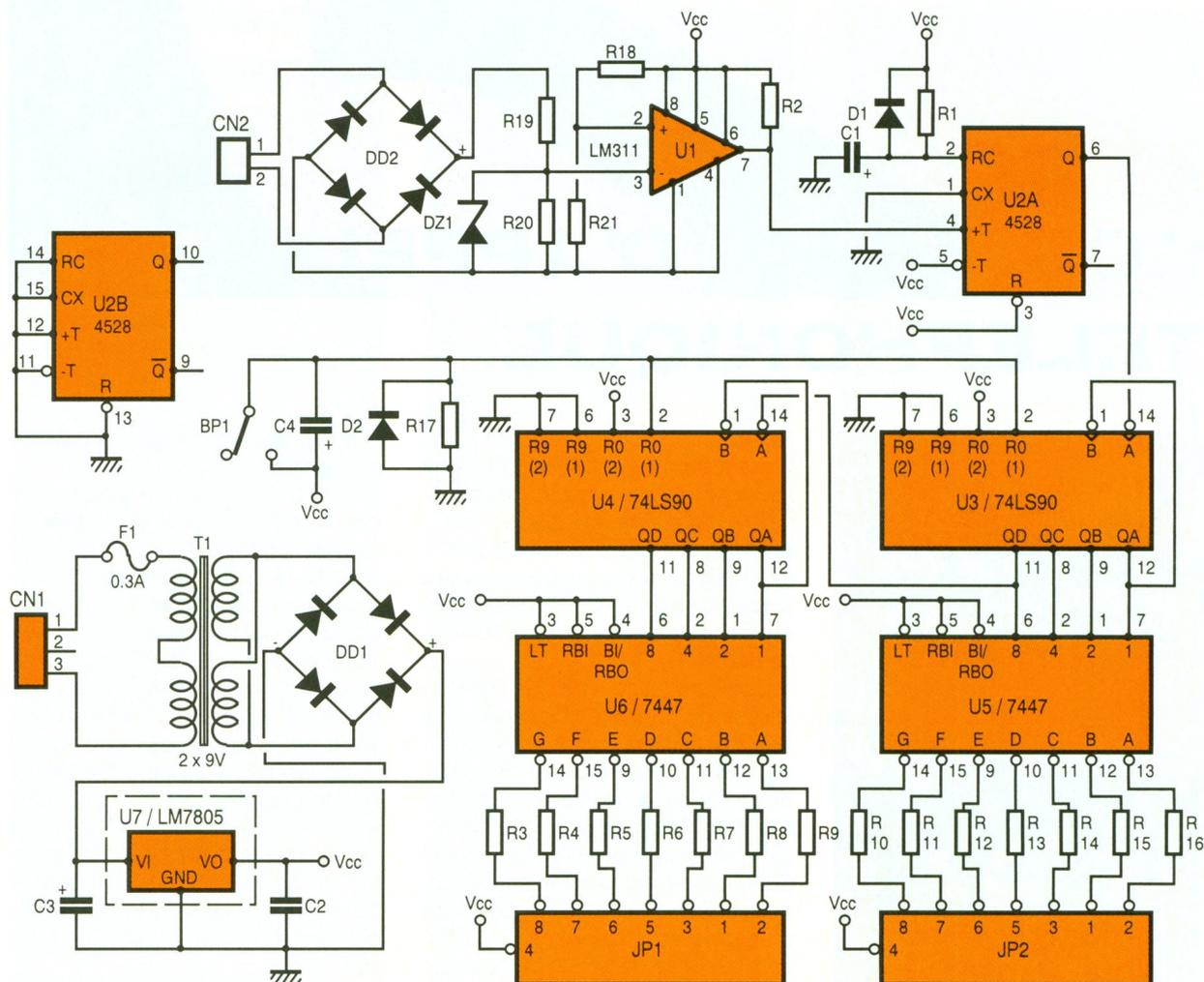


2

LES SIGNAUX OBTENUS LORS DU FONCTIONNEMENT.

comparaison des 600 d'un combiné décroché, notre montage ne risque pas de perturber la ligne.

Le potentiel de référence sur l'entrée (+) du comparateur est fixé à $V_{CC}/2$ grâce à R_{18} et R_{21} . La sortie du comparateur étant à collecteur, il faut ajouter la résistance R_2 de rappel à V_{CC} . Au repos, le potentiel de l'entrée (-) étant inférieur au potentiel de l'entrée (+), la sortie du compara-



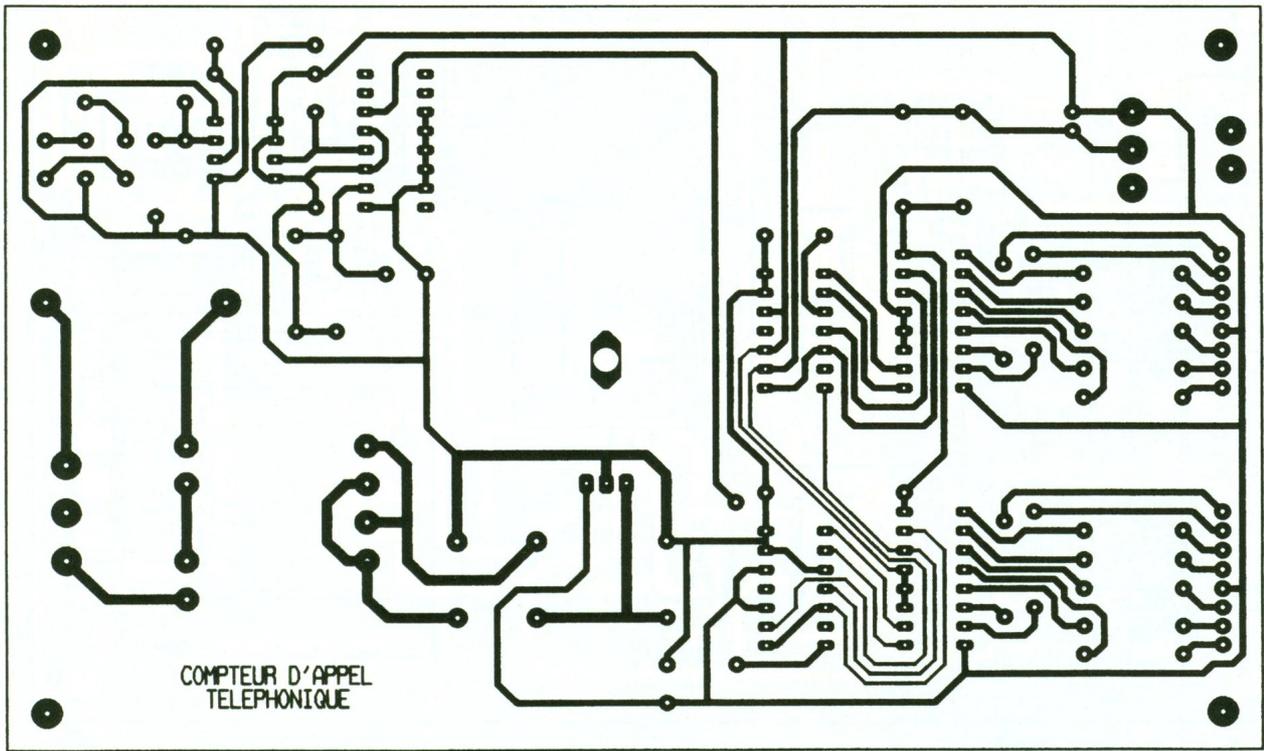
3

LE SCHEMA DE PRINCIPE.

teur est au niveau haut. En revanche, lors des trains d'appels de la sonnerie, le potentiel de l'entrée (-) dépasse le potentiel de l'entrée (+) et la sortie du comparateur passe à un niveau bas.

4

LE SCHEMA DE L'AFFICHAGE.



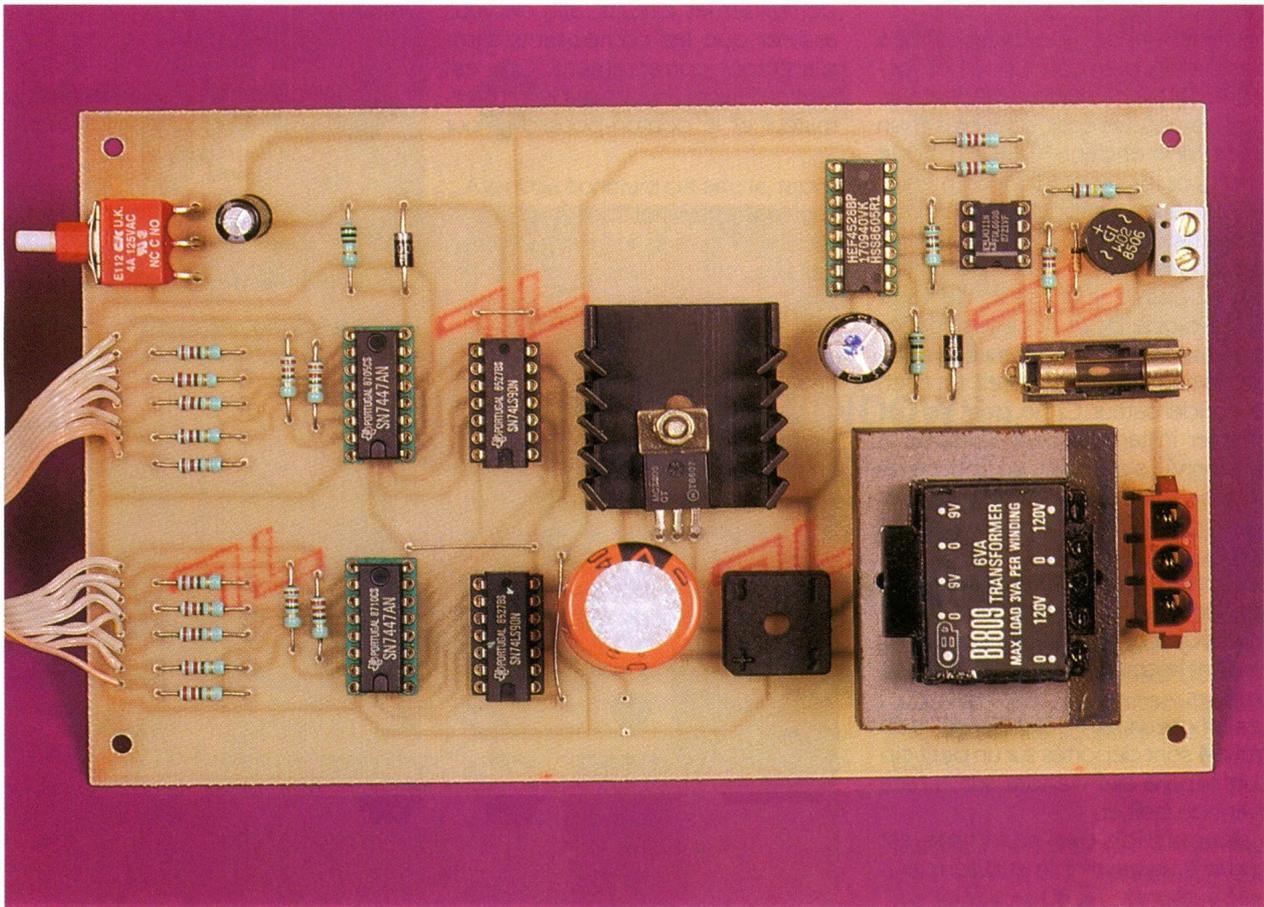
La sortie du comparateur attaque l'entrée (+T) du monostable redéclenchable U_{2A} . A chaque front descendant sur l'entrée du monostable sa sortie passe à l'état haut pour un temps proportionnel au produit des valeurs R_1 et C_1 . Si un nouveau front

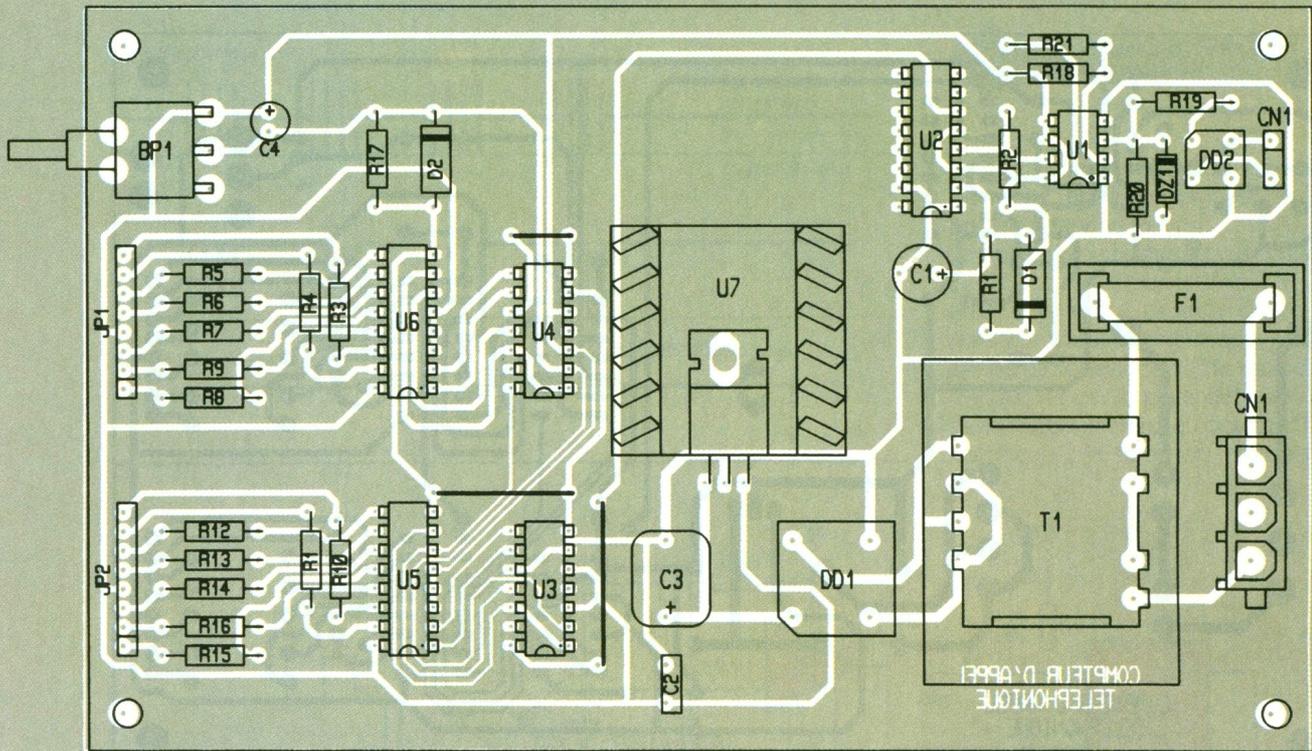
descendant se présente sur l'entrée du monostable avant que le cycle précédent soit terminé, le mono-

5 LE CIRCUIT IMPRIME.

LA CARTE PRINCIPALE.

stable relance le cycle. Avec les valeurs retenues pour R_1 et C_1 , le temps de cycle est supérieur au temps qui





6

L'IMPLANTATION DES COMPOSANTS.

sépare deux trains de sonnerie. La sortie du monostable repassera à l'état bas quand l'appel sera terminé (l'opérateur appelant ayant abandonné l'appel ou bien le combiné appelé ayant été décroché).

Le comptage des appels est confié à des circuits bien connus de nos lecteurs : 74LS90. Notez que les entrées des compteurs sont sensibles à un front descendant. Cela explique pourquoi le compteur s'incrémentera quelques secondes après que l'appel soit terminé. La remise à zéro des compteurs est confiée à un circuit RC classique constitué de R_{17} et C_4 . La diode D_2 protège les entrées de remise à zéro des compteurs lors de l'extinction de l'appareil. En effet, le condensateur C_4 ne peut se décharger instantanément. Lorsque la tension V_{CC} s'évanouit, un front négatif apparaîtrait sur les entrées de U_4 et U_3 en patte 2, si la diode D_2 n'était pas là.

Les sorties des compteurs attaquent les décodeurs pour afficheurs 7 segments U_5 et U_6 . Les résistances R_3 à R_{16} limitent le courant qui traverse les afficheurs.

Les afficheurs AFF_1 et AFF_2 de la **figure 4** sont déportés sur un petit circuit séparé qui viendra sur la face avant du boîtier.

L'alimentation de l'ensemble est confié à un ensemble classique articulé autour de T_1 , DD_1 , C_3 et U_7 .

Réalisation pratique

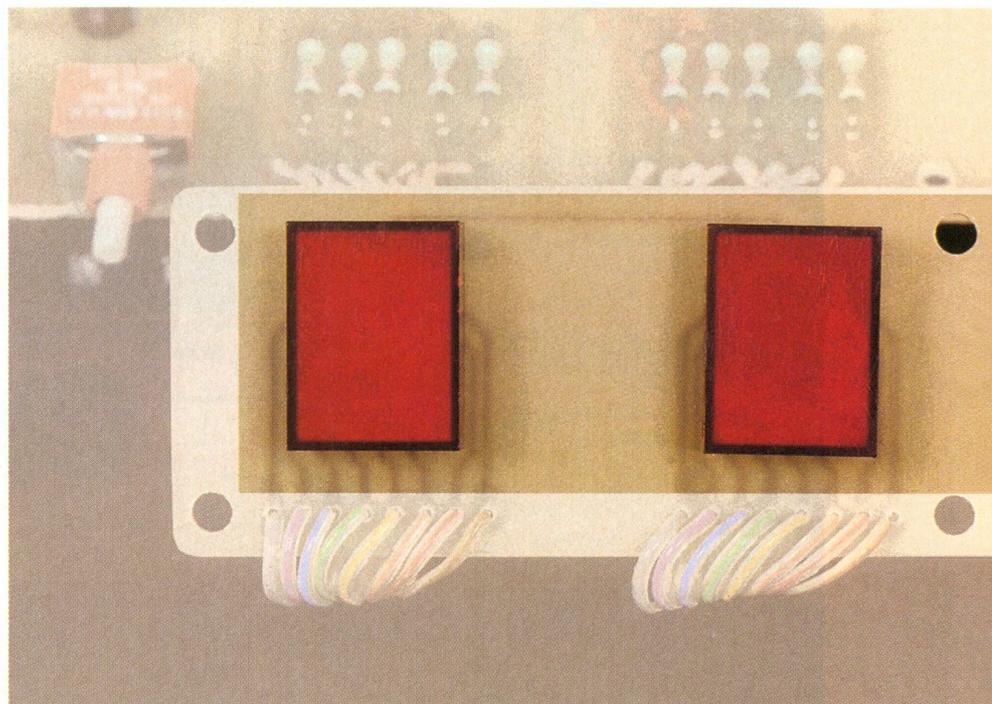
Le dessin du circuit imprimé principal est visible en **figure 5** et sa vue d'implantation en **figure 6**. Le circuit de l'afficheur est reproduit en **figure 7** avec la vue d'implantation en **figure 8**.

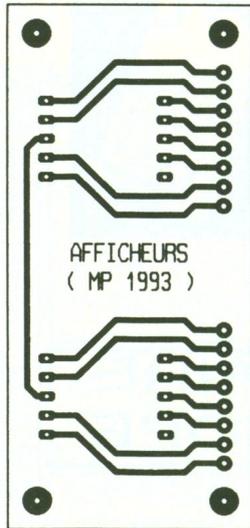
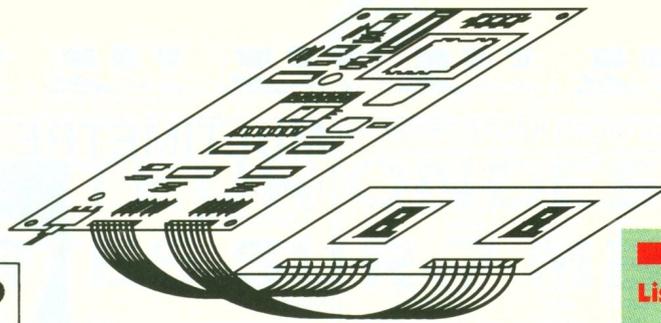
Procurez-vous les composants avant de réaliser les circuits, afin de vous assurer que les composants s'implanteront correctement. Cela est particulièrement vrai pour le transformateur et le bouton-poussoir. Pour

le connecteur CN_2 , il sera préférable de prévoir un bornier à vis plutôt que de souder les fils directement sur le circuit imprimé.

Quelques straps sont à prévoir sur le circuit principal. Commencez l'implantation de préférence par les straps. Ensuite, veillez bien au sens des différents circuits et condensateurs.

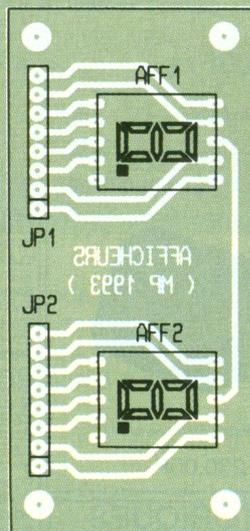
L'AFFICHAGE MATERIALISE SUR DEUX TIL 321.





7

LE CIRCUIT DES AFFICHEURS.



8

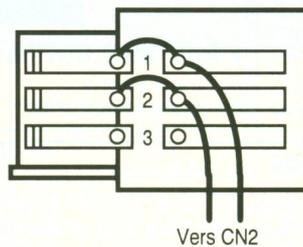
L'IMPLANTATION DES AFFICHEURS.

9

LE CABLAGE DES CARTES.

Pour raccorder le circuit des afficheurs au circuit principal, l'opération est très simple. Il suffit de relier fil à fil les deux circuits comme l'indique la **figure 9**.

Pour connecter le montage à la ligne, il vous faudra une prise téléphonique gigogne. Le câblage de la prise est indiqué en **figure 10**. Le raccordement de la ligne au circuit principal est très simple puisqu'il n'y a pas besoin de tenir compte des polarités, grâce au pont de diodes en entrée.



10

LA FICHE GIGOGNE.

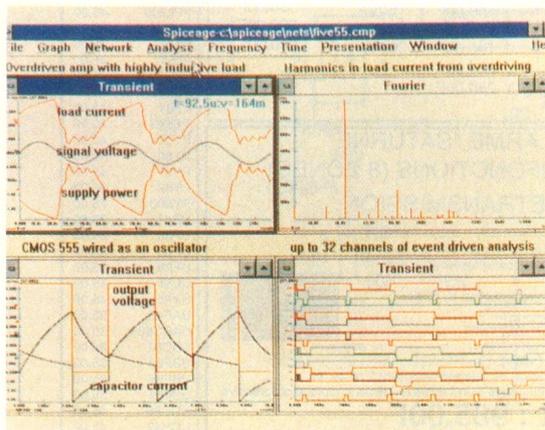
Avant de conclure cet article, rappelons que tout branchement d'un équipement sur une ligne téléphonique du réseau public doit faire l'objet d'un agrément par France Telecom.

Pascal MORIN

Liste des composants

- BP** : bouton-poussoir unipolaire à monter soudé sur CI
- C₁** : 220 μ F / 16 V, sorties axiales
- C₂** : 220 nF
- C₃** : 2 200 μ F / 25 V, sorties axiales
- C₄** : 100 μ F / 16 V, sorties axiales
- CN₁** : prise secteur
- CN₂** : bornier à vis
- D₁, D₂** : 1N4001
- DD₁** : pont de diodes BR32
- DD₂** : pont de diodes WO02
- DZ₁** : diode zener 5,1 V 1/2 W
- F₁** : fusible 0,3 A + support à monter sur CI (5 x 20 mm)
- R₁** : 100 k Ω 1/2 W (marron, noir, jaune)
- R₂** : 820 Ω 1/4 W (gris, rouge, marron)
- R₃ à R₁₆** : 220 Ω 1/2 W (rouge, rouge, marron)
- R₁₇** : 100 Ω 1/4 W (marron, noir, marron)
- R₁₈, R₂₀, R₂₁** : 8,2 k Ω 1/4 W (gris, rouge, rouge)
- R₁₉** : 220 k Ω 1/4 W (rouge, rouge, jaune)
- T₁** : transformateur à monter sur CI 220 V / 2 x 9 V
- U₁** : LM311
- U₂** : CD 4528
- U₃, U₄** : 74LS90
- U₅, U₆** : 7447
- U₇** : LM7805 + dissipateur thermique
- AFF₁, AFF₂** : TIL321

« SPICE AGE V3 POUR WINDOWS »



Grâce à la nouvelle version du logiciel « **SPICE AGE V3** », les circuits analogiques et numériques complexes peuvent désormais être rapidement simulés graphiquement avec une grande précision sous Windows.

La librairie ZETEX des modèles **SPI-CE** des semiconducteurs analogiques est fournie avec le logiciel qui contient également un nouveau modèle d'AOP très précis.

Grâce aux fonctions MDI et DDE, l'utilisateur peut manipuler plusieurs fenêtres ouvertes simultanément, l'une d'entre elles pouvant être

un « analyseur logique » à 32 voies. **SPICE AGE V3** est proposé en 4 modules, ce qui permet aux utilisateurs d'acquérir uniquement les fonctions d'analyse qui les intéressent. Une documentation détaillée ainsi qu'une disquette de démonstration contenant les 4 modules de **SPICE AGE V3** sont disponibles gratuitement pour les sociétés chez Multipower.

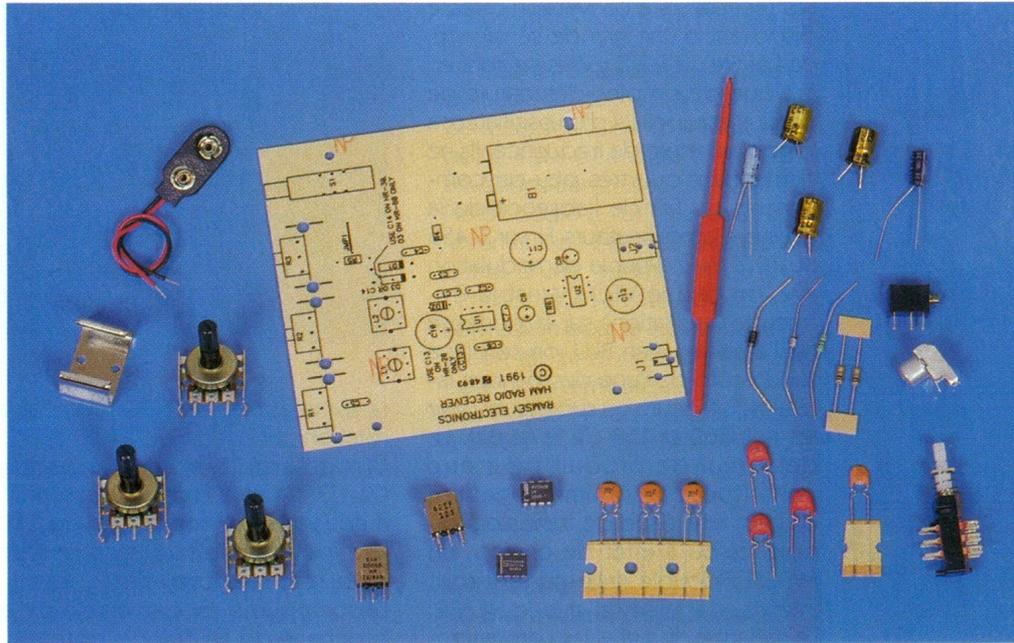
Multipower, 22, rue Emile-Baudot, 91120 Palaiseau. Tél. : 69.30.13.79. Fax : 69.20. 60.41.



RADIO

RECEPTEUR ONDES COURTES SUR 7 MHz

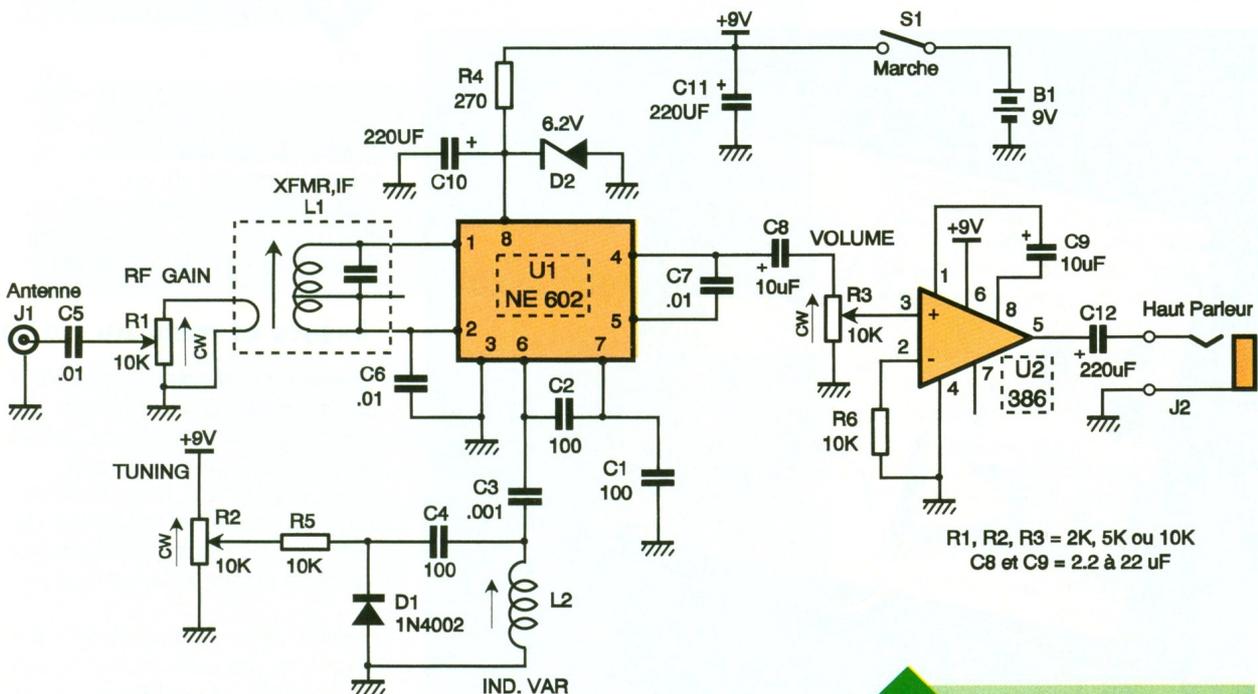
Ayant la certitude que nos lecteurs s'intéressent aux domaines des radiofréquences, la rédaction d'*Electronique Pratique* reste à l'affût de ces produits afin de vous les faire connaître. La société SM Electronic, distribue en France les produits de la marque RAMSEY, une gamme assez étendue de récepteurs et d'émetteurs pour les amateurs; ce mois-ci, nous avons sélectionné le modèle HR40.



La bande des 40 mètres regroupe les radioamateurs entre 7 MHz et 7,1 MHz où se trouvent le trafic en modulation à bande latérale unique

(BLU) et la télégraphie (CW entre 7 MHz et 7,050 MHz). Au-dessous et au-dessus, apparaissent les stations de radiodiffusion internationales en modulation d'amplitude. Le récepteur Ramsey HR40 fait office d'une très bonne base pour l'amateur radio débutant ou confirmé qui désire un petit poste d'appoint. Ses principales caractéristiques sont

- les suivantes :
- petite taille ;
- faible consommation, fonctionne sous 9 V ;
- réception AM, BLU, CW ;
- variation de 250 kHz sur les gammes ajustées par la self entre 6 et 9 MHz ;
- utilisation du NE602 pour la conversion directe des signaux ;



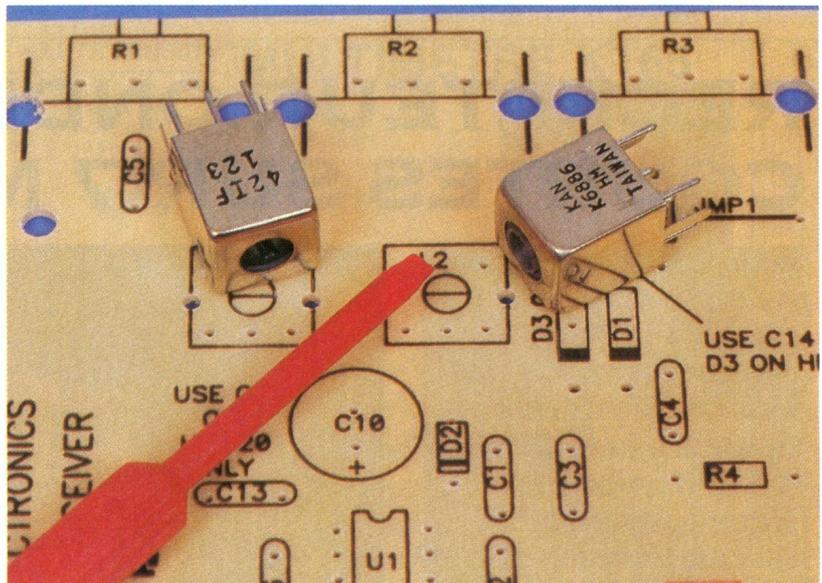
1

LE SCHEMA DE PRINCIPE

- gain RF ajustable ;
- amplificateur audio à LM386 ;
- construction très simple, pas de bobines à réaliser.

Le principe de la conversion directe

Les récepteurs à conversion directe disposent d'une grande sensibilité, de l'ordre de 2 à 5 μV , et ne sont en fait que de simples détecteurs de produit équipés ici d'un oscillateur à large couverture de fréquence. Ils ne demandent que très peu de composants du fait de l'absence de la chaîne d'amplificateurs FI sur 0,455 ou 10,7 MHz. Pour la démodulation AM, on cale le VFO (Variable Frequency Oscillation) sur la porteuse de l'émission ; en BLU, on se place sur un côté de l'une des bandes latérales, inférieure ou supérieure (voir les nos 162 et 163 de la revue). Le détecteur de produit peut être constitué par un mélangeur à diodes, une paire de transistors bipolaires ou à effet de champ, un MOSFET double grille ou un circuit intégré spécialisé tel que le NE602. Le mélange du signal issu de l'antenne avec celui de l'oscillateur local permet la reconstitution du signal audiofréquence qui doit être filtré puis amplifié. Le schéma de la figure 1 donne la structure du récepteur HR40. La prise d'antenne attaque un potentiomètre de gain RF avant le filtre passe-bande, l'accord se réali-



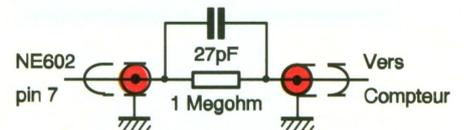
se sur la gamme de 6 à 9 MHz par la rotation du noyau de L1 et de L2. L'inductance L2 avec les capacités C2, C3, C4 et la diode d'accord D1 autorisent une couverture de 250 kHz autour de la fréquence centrale calée grâce au noyau de L2. La sortie audio est disponible sur la broche 4 du NE602, le potentiomètre R3 ajuste le niveau BF qui sera diffusé par le haut-parleur de 8 Ω .

Construction du récepteur

Avant toute chose, il convient de bien vérifier la liste des composants du kit en cochant les lignes de la page 8 du manuel fourni. La notice de montage stipule que la réalisation du récepteur s'exécute en trente étapes

LES BOBINES SONT DES ELEMENTS PREFABRIQUES

très clairement détaillées. Tous les composants sont implantés directement sur le circuit imprimé sérigraphié et si aucune étape n'est oubliée, la construction du récepteur débouchera sur un succès. Toutefois, il sera prudent de placer les deux straps, celui qui se dirige sur R2



2 LA SONDE DE TEST POUR L'OSCILLATEUR

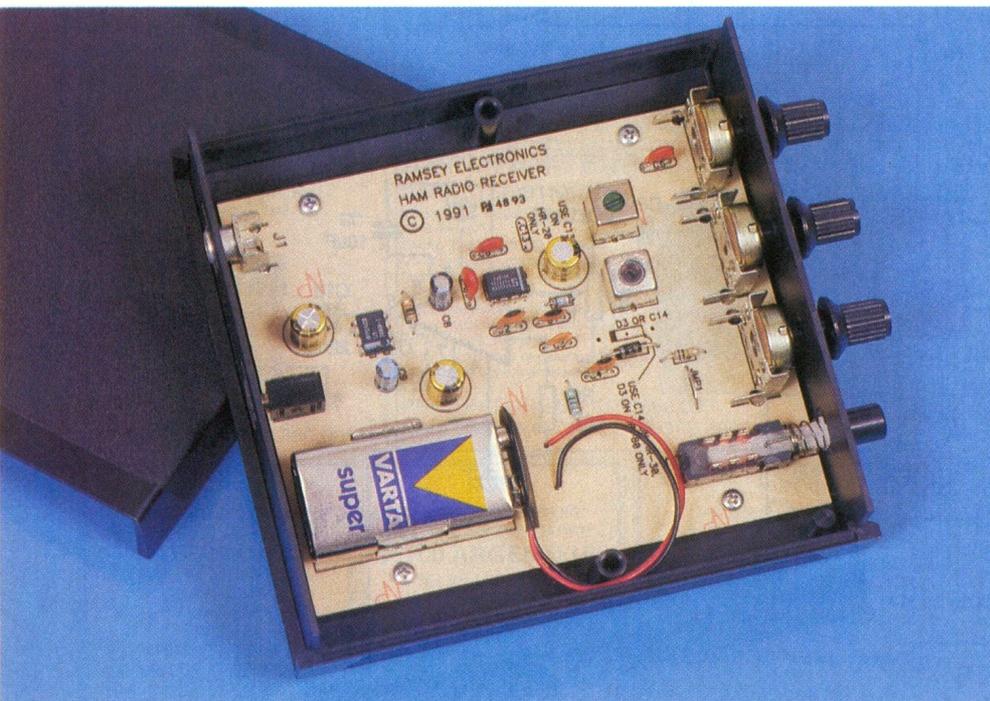
contrôlant la tension de la varicap et l'autre, sous L1, pour la connexion de masse du primaire d'antenne. Si toutes les étapes ont été suivies « à la lettre », le fonctionnement est immédiat, mais passons aux vérifications et à la mise au point du montage.

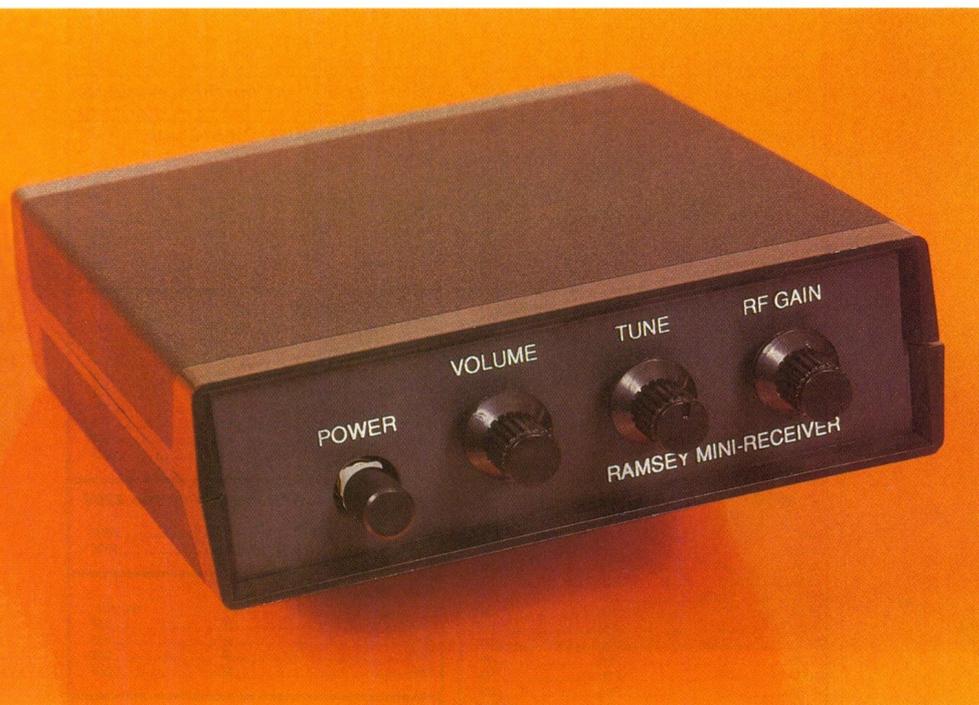
Essais et mise au point

Pour réaliser l'accord du récepteur, il faut s'équiper d'un minimum d'appareils : oscillateur à quartz, grid dip ou générateur de fréquences. Avant la première mise en route, il convient de vérifier le câblage de la carte puis de raccorder un haut-parleur de 8 Ω , une antenne et la pile 9 V.

Placer tous les potentiomètres à mi-course et appuyer sur le bouton-poussoir afin de mettre en route le montage.

LE MONTAGE FIN PRET A FONCTIONNER





LE BOITIER EST EN OPTION

La réception d'une portion de la bande couvrant de 6 à 9 MHz est

alors instantanée ; pour caler le récepteur sur une gamme particulière, il faut placer R2 au minimum puis amener le générateur à la plus petite des fréquences désirées. Ensuite, tourner le noyau de la bobine L2

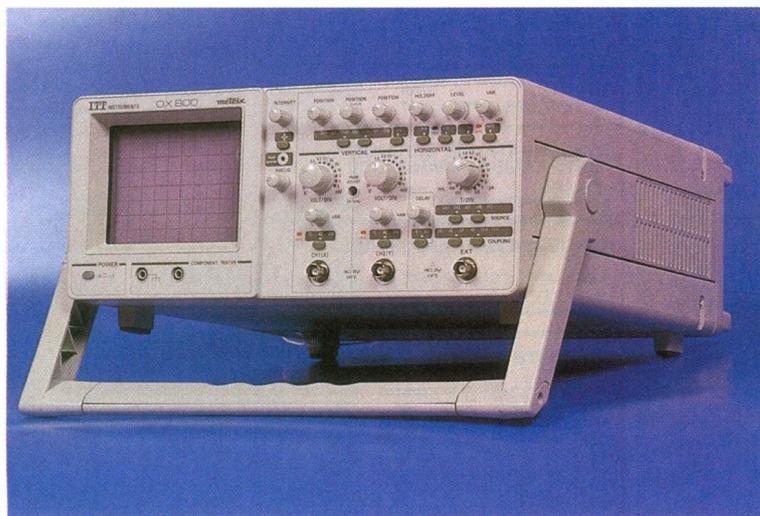
pour arriver à entendre le signal émis par le générateur, puis ajuster celui de L1 afin d'obtenir la restitution la plus forte du signal. Pour ce dernier réglage, il convient de l'exécuter au milieu de la gamme à recevoir, par exemple :

- fréquence la plus basse : 7 MHz ;
- fréquence la plus haute : 7,20 MHz ;
- fréquence à laquelle la bobine L1 doit être réglée : 7,1 MHz.

Ce récepteur ainsi monté et mis au point, vous permettra d'écouter les émissions transmises en AM et BLU. Plutôt dédié à l'origine pour les radioamateurs, ce petit récepteur fait partie d'une gamme de quatre récepteurs que l'amateur électronicien appréciera pour la facilité de la réalisation et les bonnes performances pour un prix modique.

Ces produits sont disponibles auprès de la société SM Electronic à Auxerre.

SM Electronic
20 bis, avenue des Clairions
89000 Auxerre
Tél. : 86.46.96.59



NOUVEL OSCILLOSCOPE METRIX OX 800

L'**OX 800** est un oscilloscope 20 MHz analogique conforme aux normes de sécurité CEI 1010, sa gestion est réalisée par un microprocesseur. Cet appareil dispose d'une option de programmation à distance HA 1255 par une interface RS 232 à une vitesse de 9 600 bauds, le logiciel DOS qui l'accompagne permet de simuler le panneau de la face avant sur PC. Cet oscilloscope effectue également le test des composants. Le déclenchement peut se faire en mode automatique avec la trace en surbrillance ou en mode retardé avec un retard variable de 1 à 10 divisions, le hold-off est également variable. Le temps de montée des amplificateurs verticaux reste inférieur à 17 ns, la bande passante en mode XY à -3 dB va de 0 à 2 MHz. La masse de l'appareil est de 6 kg pour des dimensions hors tout de 450 x 340 x 155 mm. Cet oscilloscope est fabriqué par **MÉTRIX ITT Instruments**.

Caractéristiques principales :

- Sensibilité verticale : 1 mV/div à 20 V/div.
- Modes de fonctionnement : CH1, \pm CH2, CH1 et CH2 ; alterné ou découpé, en addition ou soustraction.
- Impédance d'entrée : 1 M Ω sous 25 pF.
- Tension d'entrée max. : \pm 400 V.
- Mode XY : CH1 = voie X et CH2 = voie Y.
- Base de temps : 0,5 μ s/div à 200 ms/div.
- Expansion de la base de temps : par 10 (50 ns à 20 ms).
- Dimensions du tube : 8 x 10 cm.
- Recherche et rotation de la trace.
- Calibrateur : signal carré 2 V_{CC} à 1 kHz.



LES ALIMENTATIONS

Les deux articles précédents nous ont permis d'étudier les différentes étapes de la transformation d'une tension alternative sinusoïdale en une tension présentant une ondulation réduite mais que l'on ne peut encore qualifier de continue. Cette tâche ultime est assurée par les systèmes de régulation qui, dans bien des cas, se présentent sous la forme d'un simple composant que l'on appelle tout simplement régulateur.

Rôle du régulateur

Tout d'abord, il faut dire qu'il est possible de réguler aussi bien le courant que la tension, mais en ce qui concerne les alimentations, c'est principalement la tension qui bénéficie d'un soin tout particulier, sauf

cas exceptionnel que nous envisagerons plus loin dans cet article.

La tâche des régulateurs de tension est double, car ils doivent assurer une régulation dite « Amont » (leur tension d'entrée pouvant varier soit parce qu'elle est imparfaitement régulée, soit parce que le réseau fluctue) et une régulation dite « Aval », car les caractéristiques de la charge peuvent, elles aussi, évoluer dans le temps. C'est le premier de ces deux aspects qui va gommer les imperfections du filtrage, et comme les procédés employés assurent simultanément la deuxième fonction, nous disposerons de la tension de forme continue initialement recherchée.

Notons que les régulateurs actuellement disponibles sont munis de circuits de protections en courant, en température et en puissance, ce qui en accroît les performances.

Principe de fonctionnement

Les éléments constitutifs.

Le schéma de la **figure 1** montre le schéma général d'un régulateur. Celui-ci met en évidence la présence des éléments suivants :

- un circuit de « Référence »,
- un amplificateur d'erreur,
- un circuit de contrôle,
- un échantillonneur.

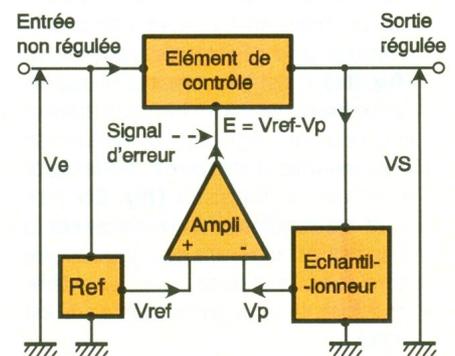
Le circuit de référence est en général une source de tension de type diode zener (très souvent améliorée)

aux bornes de laquelle on dispose d'une tension (notée V_{ref}) bénéficiant d'une excellente stabilité.

L'échantillonneur est le plus souvent constitué par un pont diviseur résistif aux bornes duquel on récupère l'image de la tension de sortie du régulateur. Les éléments constitutifs de ce pont sont calculés pour que sa tension de sortie notée (V_p) soit égale à la tension de référence.

L'amplificateur d'erreur est commandé par l'écart $E = (V_{ref} - V_p)$ existant entre la tension de référence et l'image de la tension de sortie. Cet amplificateur agit sur l'élément de contrôle de façon à compenser les variations de la tension aux bornes de la charge.

Dans l'éventualité, par exemple, où V_p diminue, l'amplitude de E augmente de façon à faire croître V_s , donc V_p . La tension de sortie V_s est



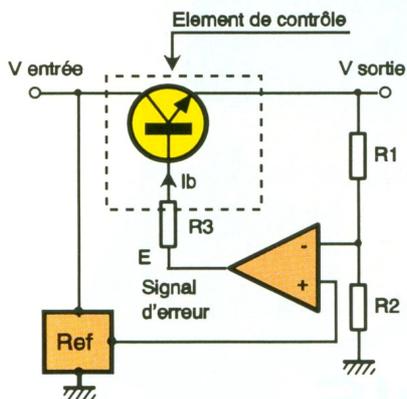
1

LE SCHEMA SYNOPTIQUE D'UN REGULATEUR.

a) Schéma équivalent de l'élément de contrôle d'un régulateur série



b) schéma interne d'un régulateur série



2

REGULATEUR SERIE.

asservie à V_{ref} qui, étant stable, assure aussi la stabilité de V_s . Le circuit de contrôle agit en quelque sorte comme un robinet (toujours des analogies hydrauliques) que l'on ouvre plus ou moins suivant que la tension de sortie diminue ou augmente. La forme que peut prendre ce circuit de contrôle, qui est aussi l'élément de puissance du régulateur, donne naissance aux trois types de régulateurs couramment rencontrés.

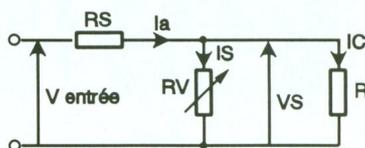
Les trois types de régulateurs

Régulateur « Série »

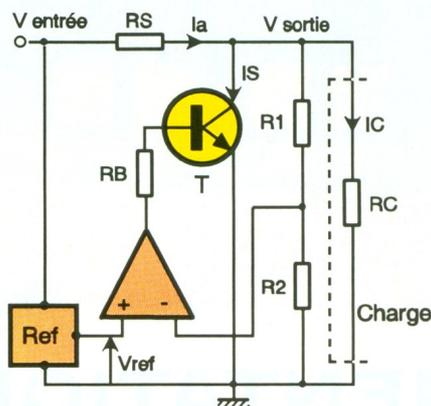
Dans ce cas l'élément de contrôle est un transistor qui se comporte comme une résistance variable R_s (fig. 2a). C'est le courant de base directement issu de l'amplificateur d'erreur qui agit sur la résistance équivalente à l'espace collecteur émetteur du transistor (fig. 2b). Le nom de régulateur série vient de la disposition du transistor qui est en série avec la charge. Avec une telle structure, la tension de sortie V_s est égale à :

$$V_s = V_{ref} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

a) Le Transistor est équivalent à une résistance RV variable



b) Schéma de principe de la régulation parallèle



3

REGULATEUR PARALLELE.

Cette tension ne peut en aucun cas être inférieure à V_{ref} .

Régulateur « Shunt » (parallèle)

Le nom de ce type de régulateur découle du fait que le circuit de contrôle est en parallèle sur la charge

(fig. 3a). Comme pour le régulateur série, c'est un transistor qui sert de « robinet », son comportement étant encore analogue à celui d'une résistance variable. La différence avec le régulateur Série vient du fait que, dans ce cas, le transistor sert à écouler vers la masse l'excédent de courant que la charge ne peut ou ne doit pas supporter, de façon à maintenir une tension constante aux bornes de celle-ci.

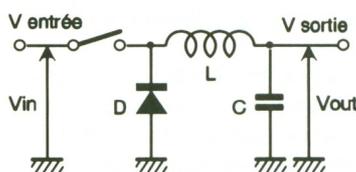
On peut remarquer que même en l'absence de charge R, l'alimentation débite un courant constant la qui, dans ce cas, traverse entièrement le transistor de puissance en pure perte.

Comme pour le régulateur série, la tension de sortie du régulateur parallèle de la figure 3b délivre une tension régulée égale à :

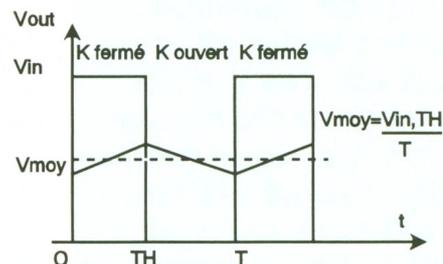
$$V_s = V_{ref} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

On pourrait penser que ce type de régulateur qui « gaspille » le courant inutilisé n'offre aucun intérêt, mais ce serait faire erreur, car des calculs que nous n'envisagerons pas ici montrent que celui-ci est moins sensible aux variations de la tension d'entrée et que les variations de sa charge se répercutent moins sur l'entrée que dans le cas d'un régulateur Série. On pourra donc s'orienter vers ce modèle lorsque ces critères seront prépondérants dans une application particulière.

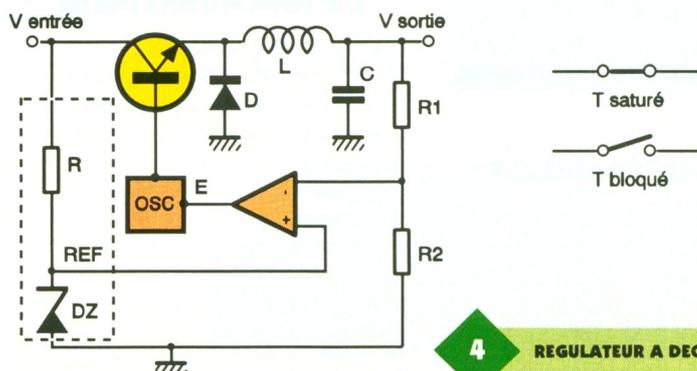
a) Element de contrôle d'un régulateur à découpage



c) Allure de Vout en rouge

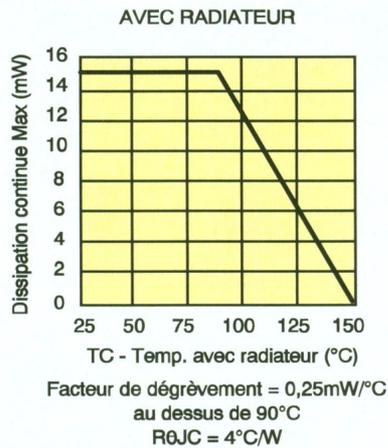
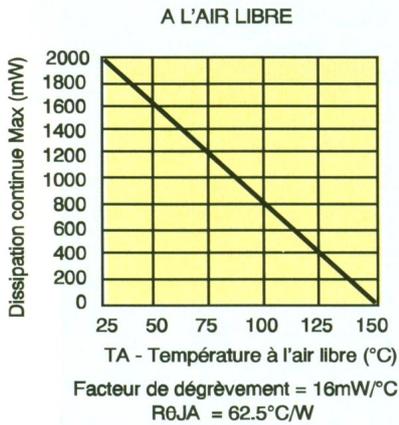


b) Schéma de principe d'un régulateur à découpage



4

REGULATEUR A DECOUPAGE.



5

COEFFICIENTS DE TEMPERATURE AVEC ET SANS RADIATEUR.

Régulateur à découpage

Dans ce cas, le schéma équivalent de l'élément de contrôle (fig. 4a et 4b) est un interrupteur que l'on actionne périodiquement. L'ouverture et la fermeture de cet interrupteur sont gérées automatiquement par un circuit logique, lui-même piloté par l'amplificateur d'erreur.

Comme pour les deux cas précédents, l'élément de puissance est un transistor que l'on sature (état passant) ou que l'on bloque (état ouvert) en agissant sur son courant de base. Un tel comportement correspond à des pertes réduites au niveau de l'élément de puissance, qui peut ainsi commander des charges supérieures à celles des autres régulateurs.

Malheureusement, toute médaille a son revers et c'est le cas ici, car la tension ainsi découpée par le transistor est encore moins continue que celle présente à l'entrée même du

régulateur (fig. 4c). Il faut donc filtrer à nouveau cette tension carrée pour obtenir une tension continue. Ici, le problème se résout plus facilement et aussi plus efficacement que pour une tension redressée issue du secteur, car la fréquence de découpage peut atteindre plusieurs kilohertz. C'est le trio L, C, D de la figure 4a qui assure le filtrage. La présence d'un bobinage ne doit pas rebuter l'amateur car celui-ci ne nécessite généralement que fort peu de spires.

Ce type de régulateur est surtout employé dans les alimentations devant délivrer de forts courants, ainsi que dans celles nécessitant des tensions de valeur supérieure ou (et) de signe opposé à celle dont on dispose déjà.

Pour ce type de régulateur, la tension de sortie, quoique liée à la tension de l'élément de référence, n'en dépend pas directement. Celle-ci est liée au rapport cyclique ($\alpha = Th/T$), rapport entre la durée de l'état passant du transistor et la période du signal de commande. On obtient $V_{\text{sortie}} = V_{\text{entrée}} \times \alpha$. On retiendra

essentiellement deux techniques permettant d'assurer la variation du paramètre α :

— celle où la période T (donc la fréquence) est constante et Th est variable ;

— celle où Th est constant mais où c'est la fréquence de commande du transistor qui varie.

Chacun de ces modes de fonctionnement a ses avantages et ses inconvénients.

L'essor que prend ce type de régulateur est tel que nous y consacrerons un article particulier dans lequel nous envisagerons les différentes situations possibles.

Après cette présentation générale, nous allons consacrer la suite de cet exposé à l'étude des caractéristiques essentielles des régulateurs les plus couramment utilisés que sont les régulateurs Shunt.

Les régulateurs Shunt

Classification

On distingue parmi ceux-ci les régulateurs qui délivrent une tension fixe (familles $\mu A7800$ pour les tensions positives et $\mu A7900$ pour les négatives) et ceux qui permettent d'obtenir une tension que l'utilisateur pourra ajuster selon ses besoins (comme les TDA ou LM 317 et 337, très souvent utilisés dans cette revue).

Une troisième classe de régulateurs peut être envisagée si l'on considère ceux pour lesquels le fabricant offre la possibilité d'ajuster le niveau du courant de sortie comme c'est le cas pour le L200.

Caractéristiques

Outre la polarité et l'aspect fixe ou variable, l'utilisateur doit tenir compte dans son choix d'un régulateur d'un certain nombre de paramètres que l'on trouve en général dans les catalogues des fabricants. La méconnaissance d'un certain nombre de ces paramètres pouvant entraîner d'importants déboires lors de la mise au point des montages, nous allons essayer de familiariser le lecteur avec ceux-ci.

- Les paramètres à caractère critique sont les suivants :

La gamme de tension d'entrée V_i
Celle-ci dépend en général de la tension régulée pour un 7805, elle va de 7 à 25 V, alors que, pour un 7824, elle s'étale de 27 à 38 V. Les minima annoncés correspondent à la chute de tension interne (notée V_{drop}) des régulateurs leur assurant encore un fonctionnement satisfaisant. La

UNE CARTE D'ALIMENTATION SANS REGULATEUR DE TENSION.



PARAMETRES	CONDITIONS DE TEST			μA7805C			UNITE
				MIN	TYP	MAX	
Tension de sortie			25°C	4,8	5	5,2	V
	IO = 5mA à 1A P < ou = 15W	VI = 7V à 20V	0°C à 125°C	4,75		5,25	
Régulation d'entrée	VI = 7V à 25V		25°C		3	100	mV
	VI = 8V à 12V				1	50	
Ondulation résiduelle	VI = 8V à 18V	f = 120Hz	0°C à 125°C	62	78		dB
Régulation de sortie	IO = 5mA à 1,5A		25°C		15	100	mV
	IO = 250mA à 750mA				5	50	
Résistance de sortie	f = 1kHz		0°C à 125°C		0,017		Ohm
Coef. de temp. de la tension de sortie	IO = 5mA		0°C à 125°C		-1,1		mV / °C
Bruit en sortie	f = 10Hz à 100kHz		25°C		40		μV
Vmin IN / Vout DIFF	IO = 1A		25°C		2,0		V
Courant de polarisation			25°C		4,2	8	mA
Variation du courant de polarisation	VI = 7V à 25V		0°C à 125°C			1,3	mA
	IO = 5mA à 1A					0,5	
I sortie court circuit			25°C		750		mA
I sortie en pointe			25°C		2,2		A

6

CARACTERISTIQUES D'UN 7805.

connaissance de ce paramètre permet de déterminer la tension minimale qu'il convient d'imposer à l'entrée du régulateur.

Le courant de sortie I_o

Le nom complet du circuit permet généralement de connaître la valeur de ce paramètre. Pour un régulateur 5 V, par exemple, on trouve des 78L05, 78M05 et des 7805C ca-

pables de fournir respectivement 100 mA, 500 mA et 1,5 A.

La puissance maximale P_{dm}

Celle-ci correspond en gros au produit du courant de sortie effectif par la chute de tension dans le régulateur. Une tension d'entrée de 12 V pour un régulateur 5 V délivrant 1 A entraîne une puissance dissipée de $(12 - 5) \times 1 = 7 W$.

LE REGULATEUR DE TENSION SE TROUVE IMPLANTE SUR UNE CARTE.

La puissance maximale P_{dm} dépend du mode de refroidissement du régulateur.

- Les paramètres à caractère moins critique.

La tolérance

Elle est souvent mentionnée par l'intermédiaire de lettres supplémentaires au niveau du nom. Le 7805AC a une tolérance de 3 % alors que celle du 7805C n'est que de 5 %, soit une tension de sortie comprise entre 4,75 et 5,25 V pour ce modèle.

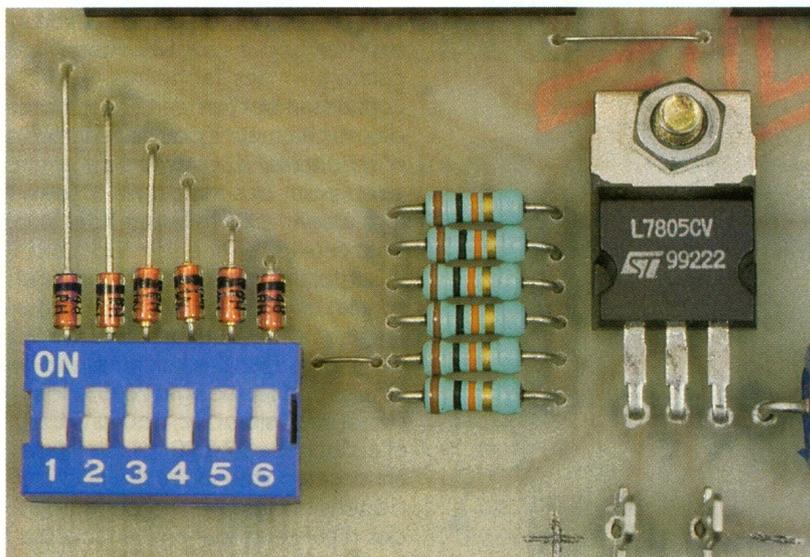
Pour les régulateurs délivrant 100 mA, les précisions sont respectivement de 5 et 10 % pour les dénominations $\mu A78LxxAC$ et $\mu A78LxxC$.

Le courant de polarisation (*bias current*)

C'est la différence entre le courant d'entrée et celui de sortie. Ce courant assure le fonctionnement du régulateur lui-même. Il est de l'ordre de quelques milliampères et peut être considéré comme négligeable, sauf dans le cas des alimentations sans transformateur dont le courant total disponible est faible et se trouve donc amputé d'autant.

Le coefficient de température ($mV/^\circ C$)

Ce coefficient (négatif pour la famille 78xx) permet de calculer les variations de la tension régulée en fonction de la température du



Famille 78XXC (>0) 1,5A Boîtier TO-220AB	Famille 79XXC (<0) 1,5A Boîtier TO-220AB	Famille 78LXX (>0) 0,1A Boîtier TO-226AA	Famille 79LXX (<0) 0,1A Boîtier TO-226AA
Vue de dessus 	Vue de dessus 	Vue de dessus 	Vue de dessus
LM317 / Régulateur Aj. (>0) 1,5A Boîtier TO-220AB	LM317 Régulateur Aj. (>0) 1,5A Boîtier TO-202AB	LM317 Régulateur Aj. (>0) 0,1A Boîtier TO-5	L200 Régulateur > 0 Boîtier TO-3 et TO-220
Vue de dessus 	Vue de dessus 	Vue de dessus 	Vue de dessus
LM337 / Régulateur Aj. (<0) 1,5A Boîtier TO-3	LM337 Régulateur Aj. (<0) 1,5A Boîtier TO-5	LM337 Régulateur Aj. (<0) 0,1A Boîtier TO-220 plastique	LM337 Régulateur Aj. (<0) 0,1A Boîtier TO-202 plastique
Vue de dessus Boîtier = entrée	Vue de dessus 	Vue de dessus 	Vue de dessus

7

BROCHAGES DES PRINCIPAUX RÉGULATEURS DE TENSION.

composant. Ainsi, un 7805 (5 V à 25 °C) ne délivrera plus que 4,915 V (5 — 0,0011 x 75) si la température de sa jonction atteint 100 °C. Notons que les régulateurs grand public peuvent supporter des températures de jonction allant jusqu'à 150 °C.

Le coefficient « **Input Regulation** » exprime en mV les variations de la tension de sortie du régulateur lorsque la tension d'entrée varie dans une plage fixée (de 3 à 100 mV pour une variation de 7 à 25V).

Le rapport de réjection « **Ripple Re-**

jection » représente le rapport des variations relatives de la tension de sortie à celles de l'entrée. Ce paramètre s'exprime généralement en dB car sa valeur numérique est élevée. Pour le 7805, les variations relatives de la tension de sortie sont de 1 000 à près de 10 000 fois plus faibles que celles de l'entrée (62 à 78 dB).

Pour terminer, le terme « **Output Regulation** » traduit l'influence des variations du courant de sortie sur la valeur de la tension régulée. De 15 à 100 mV pour une variation du courant de charge de 5 mA à 1,5 A, ce qui est fort peu.

Régulateurs fixes disponibles

Pour les familles 78xxC (> 0) et 79xxC

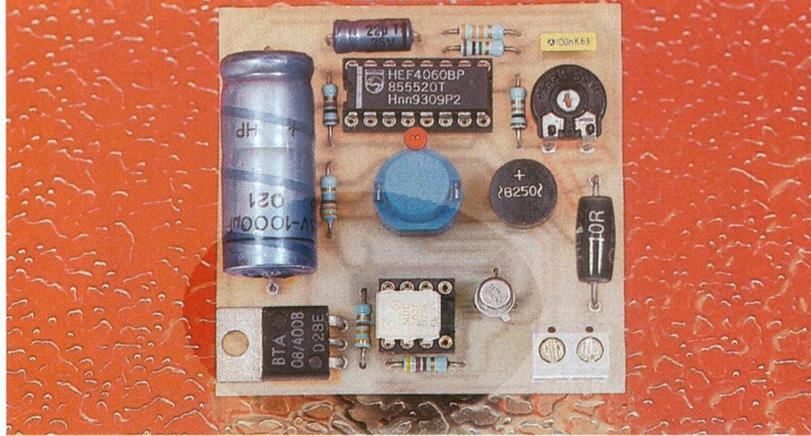
(< 0) (gamme courante 1,5 A), les tensions que l'on trouve sans problème sont les suivantes : 5-6-8-12-15-24. Dans certains cas, on peut trouver aussi les tensions 7,5-8,5-9-10 et 18V. Pour les modèles 100 mA (78Lxx et 79Lxx), la gamme est moins étendue, et il faut se contenter le plus souvent des tensions 5-8-15 et quelquefois 12V, mais cela dépend de l'approvisionnement de votre revendeur.

Heureusement, les quelques petites astuces que nous vous dévoilerons la prochaine fois permettent de modifier la tension délivrée par un régulateur fixe.

F. Jongbloët



INITIATION



L'ABC DU TRIAC

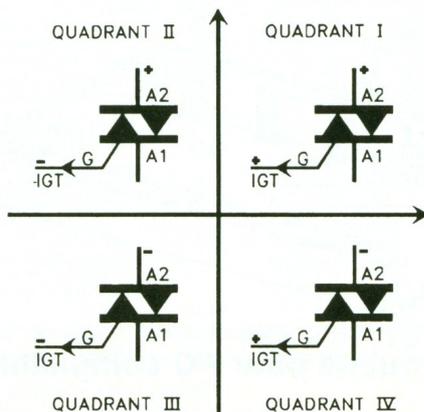
Après le précédent article paru dans le numéro 174 qui mettait en évidence les principes fondamentaux de la théorie des triacs, nous voici arrivé au stade des premières manipulations. Elles mettront en évidence les caractéristiques de ces merveilleux composants utilisés de plus en plus dans les montages électroniques.

Les différents modes de déclenchement

Il existe quatre modes de déclenchement du triac répartis en quadrants (fig. 1).

1

4 MODES DE FONCTIONNEMENT DU TRIAC.



Toutes les polarités étant prises par rapport à celle de A₁, nous obtenons :

- pour le quadrant I avec A₂ positif et G positif, sur I_{GT} faible et un rapport I_L/I_H d'environ 1 ;
- pour le quadrant II avec A₂ positif et G négatif, un I_{GT} moyen et un rapport I_L/I_H allant de 3 à 5 ;
- pour le quadrant III avec A₂ négatif et G négatif, un I_{GT} moyen et un rapport I_L/I_H d'environ 1 ;
- pour le quadrant IV avec A₂ négatif et G positif, un I_{GT} fort et un rapport I_L/I_H allant de 1 à 3.

A la vue des résultats et des valeurs de I_{GT}, le mode IV ne doit jamais être utilisé, car il faudrait un courant de 100 mA au moins pour amorcer le triac.

Quelques dispositifs de déclenchement

Ces dispositifs respectent les quatre modes de déclenchement vus précédemment.

— Déclenchement par courant continu

Le circuit de la figure 2 est typique. Il est celui d'un triac commandé par un courant continu de gâchette.

Si « Int » est ouvert, aucun courant n'est appliqué à la gâchette et le triac est bloqué.

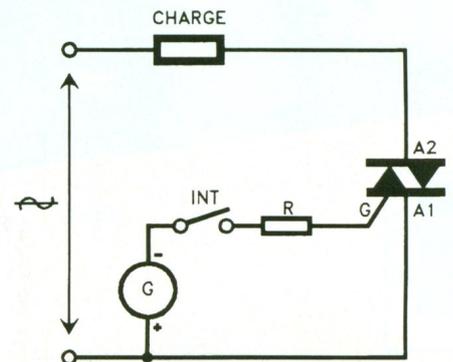
Si « Int » est fermé, un courant de gâchette circule par l'intermédiaire de R, rendant ainsi le triac conducteur dans les quadrants I et III.

— Déclenchement par courant alternatif

On appelle ce dispositif « triac à autodéclenchement » (fig. 3).

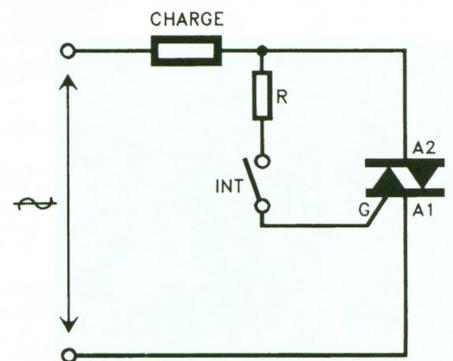
Si « Int » est ouvert, le triac est bloqué.

Si « Int » est fermé, la tension entre A₂ et A₁, au début de chaque alternance, devient rapidement assez élevée (~ 6V) pour qu'un courant de gâchette suffisant, appliqué par R, déclenche le triac. A cet instant, la



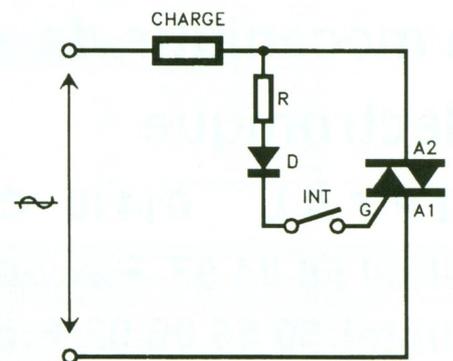
2

DECLENCHEMENT PAR COURANT CONTINU.



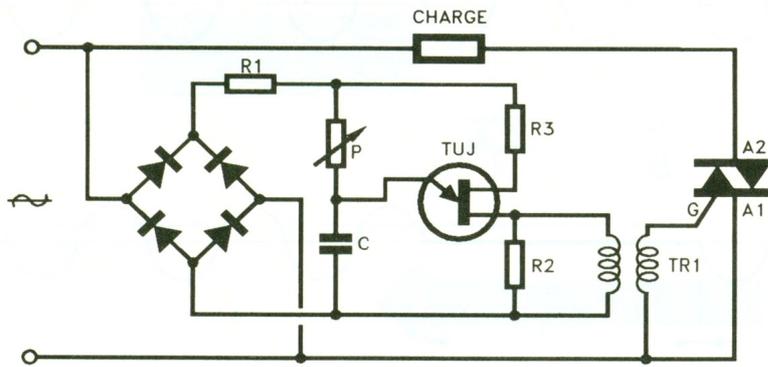
3

DECLENCHEMENT PAR COURANT ALTERNATIF.



4

DECLENCHEMENT PAR COURANT ALTERNATIF REDRESSE.

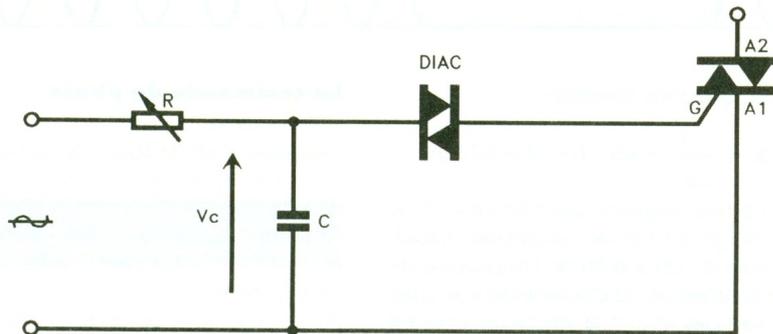


5

DECLENCHEMENT PAR ELEMENT A SEUIL.

6

DECLENCHEMENT PAR DIAC.



tension entre A_2 et A_1 , de l'ordre du volt, supprime le courant de gâchette. Cette suppression reste sans effet puisque le triac amorcé reste en conduction jusqu'à la fin de la demi-période en cours. A ce moment, la tension alternative d'alimentation tombe à zéro et le triac est rendu non conducteur. Cet événement se reproduit à la demi-période suivante.

Ainsi, tant que «Int» est fermé, le triac reste conducteur presque continuellement et toute la tension disponible se trouve appliquée à la charge. Avec cette configuration, la polarité du signal de gâchette (G) est toujours la même que celle de A_2 . Les quadrants concernés sont les suivants : I et III. Le triac travaille ainsi à son maximum de sensibilité.

— Déclenchement par courant alternatif redressé

D'après le schéma de la **figure 4**, le courant de gâchette ne circule que pendant la demi-alternance positive et reste bloqué pendant la demi-alternance négative. On remarque l'analogie de fonctionnement entre le triac et le thyristor. Le triac n'est amorcé que sur l'alternance positive dans le quadrant I.

— Déclenchement par éléments à seuil de tension

a) Par transistor unijonction (fig. 5)
Avec un tel circuit, on travaille généralement dans le quadrant IV, quadrant où le triac est le moins sensible, à en juger par son IGT qui est fort. Pour pallier cet inconvénient, il

est nécessaire d'utiliser un transformateur d'impulsions afin que celui-ci délivre des impulsions négatives à la gâchette de triac.

b) Par diac (fig. 6)

Reportons-nous au premier épisode de cette série, afin de nous remémorer le principe de fonctionnement de la diode Shockley. Le diac (diode alternative current) est une diode symétrique composée de deux diodes Shockley montées tête-bêche. Celui-ci présente, dans les deux sens de conduction, à partir d'un certain seuil de tension, une résistance négative. La **figure 7** montre la caractéristique du diac. On remarquera la symétrie et le coude qu'elle présente pour une tension V_{BR} qui est généralement comprise entre 25 et 40 V, et ce, quelle que soit la polarité de cette tension. La **figure 6** donne le schéma trop classique, désormais, de l'utilisation d'un diac nécessaire au déclenchement du triac.

Expliquons son fonctionnement :

— Le condensateur C commence à se charger dès la mise sous tension

de l'ensemble. Dès que la tension aux bornes de celui-ci atteint la valeur de la tension de seuil du diac, celui-ci, bloqué jusqu'à présent, se débloque et le condensateur se décharge, fournissant à la gâchette du triac l'impulsion nécessaire à sa mise en conduction. Par période de la tension d'alimentation, le diac fournit deux impulsions de sens contraire et déphasées de 180° . Le déphasage, par rapport à la tension d'alimentation, dépend de la constante de temps de la capacité C et se règle grâce à la résistance R.

Les différents types de commandes

La commande statique

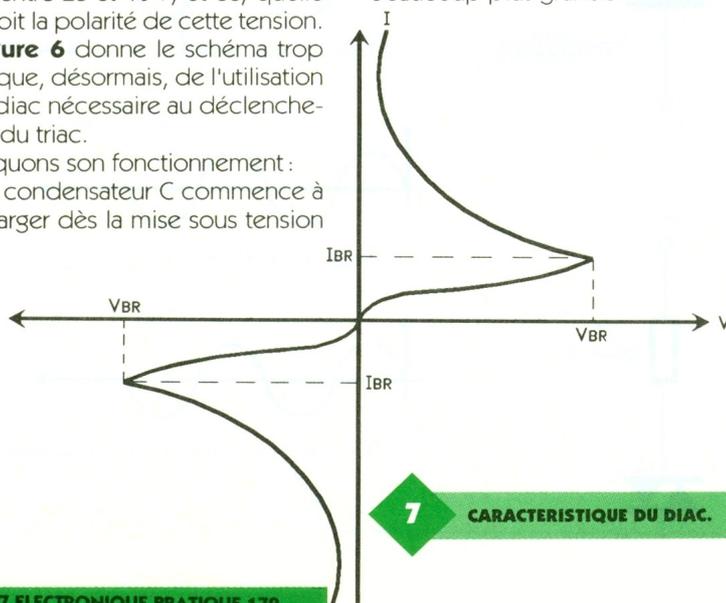
Ce type de commande, appelée aussi « tout ou rien », concerne les applications dans lesquelles le triac est utilisé comme un interrupteur M/A en remplacement d'un relais électromécanique. La **figure 8** montre le principe de la commande statique.

— Commutation statique sur une charge inductive

Selon le type de charge commandée, la durée de l'impulsion de gâchette peut varier.

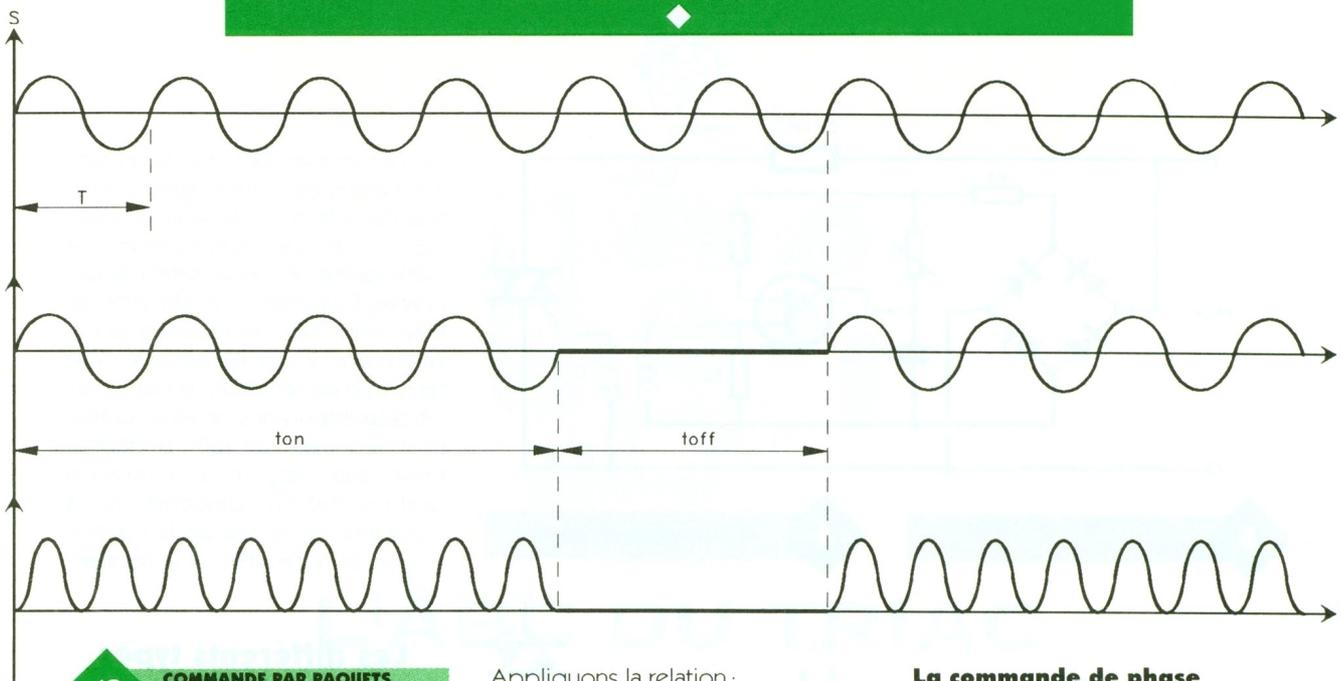
Nous savons, pour l'avoir vu auparavant, que le triac reste en conduction tant que le courant de commande reste supérieur à une certaine valeur de maintien. Le temps de montée du courant dans le triac sur une charge résistive est limité au temps de commutation. Sur une charge inductive, le problème reste assez complexe.

En effet, l'augmentation du courant est limitée par la constante de temps de la charge. Il en résulte que l'impulsion de commande doit être beaucoup plus grande.



7

CARACTERISTIQUE DU DIAC.



13

COMMANDE PAR PAQUETS D'IMPULSIONS.

La relation mathématique qui lie la durée de l'impulsion au courant de maintien est la suivante :

$$di = \frac{I_{ch}}{V} \times I_m$$

avec di = durée de l'impulsion ; I_{ch} = inductance de la charge ; V = tension d'alimentation ; I_m = courant de maintien.

Prenons un exemple numérique :

- $V = 220\text{ V}$
- $I_{ch} = 0,4\text{ H}$
- $I_m = 0,0045\text{ A}$

Appliquons la relation :

$$di = \frac{0,4}{220} \times 45 \cdot 10^{-3} = 81,8\ \mu\text{s}$$

Il arrive souvent dans le cas d'une charge inductive, en mode impulsif, qu'à la fin de l'impulsion de commande, le courant dans le triac n'ait pas atteint la valeur du courant de maintien I_m . Pour pallier cet inconvénient, un réseau RC peut être utilisé (fig. 9).

Le courant de décharge du condensateur se superpose alors dans le triac au courant principal. Il en résulte que le courant total demeure au-dessus de la valeur du courant de maintien I_m . La résistance R sert à limiter l'impulsion provoquée à la fermeture du circuit lorsque le condensateur se décharge.

La commande de phase

Expliquons-en d'abord le principe. La commande de charge consiste en une commutation de la charge à l'intérieur de chaque demi-période en synchronisation avec la fréquence du secteur.

Ainsi, on enlève ou on applique à la charge une puissance alternative afin d'en contrôler la puissance moyenne rendant possible la commande de lampes, moteurs, etc.

La figure 10 montre de façon plus détaillée l'évolution du courant dans la charge.

Généralement, la puissance convertie dans la charge en alternatif est : $P = U \cdot I$.

Ici, on utilisera la valeur efficace de chaque grandeur. Celle-ci est proportionnelle au carré de la surface délimitée pendant le temps t par la courbe en question.

La relation est :

$$\text{Valeur efficace} = \frac{\text{Valeur maximale}}{\sqrt{2}}$$

Elle n'est valable que pour le tracé complet de la courbe (fig. 11). Pour une commande de phase avec un angle de retard à l'allumage $\alpha > 0^\circ$, cette surface se réduit. De même, les valeurs efficaces V_{eff} pour la tension, I_{eff} pour le courant, P_{eff} pour la puissance convertie dans la charge diminuent. Plus l'angle de retard à l'allumage α est grand, plus ces valeurs sont faibles par rapport aux valeurs relevées lorsque $\alpha = 0^\circ$.

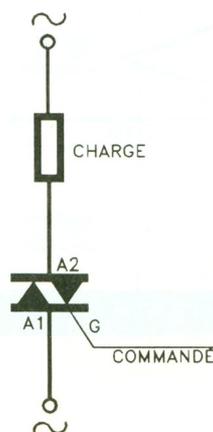
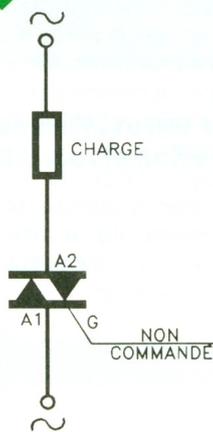
La relation mathématique qui lie α et les valeurs efficaces consiste en un calcul assez complexe, aussi a-t-on établi un diagramme sur lequel sont indiquées les valeurs efficaces pour α variant de 0 à 180° .

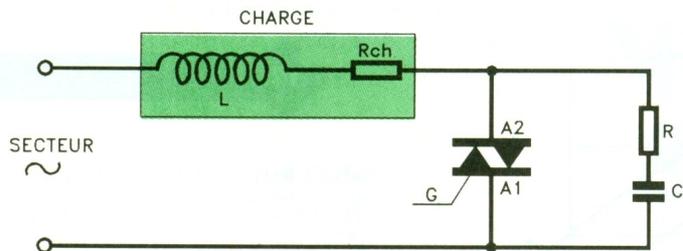
La figure 12 présente ce diagramme qui est valable pour la commande des deux demi-périodes.

Pour une commande de phase effi-

8

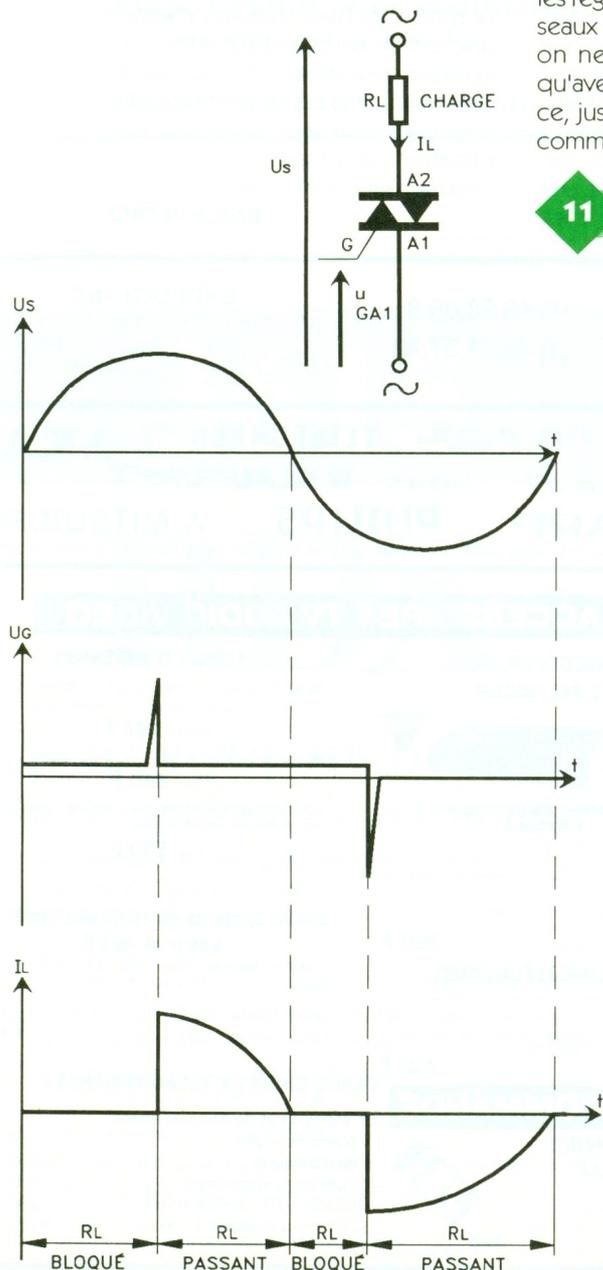
COMMANDE STATIQUE.





face, le circuit qui commande le triac doit amorcer celui-ci à l'instant désiré (angle de phase α) à chaque demi-période. Il existe pour cela différentes méthodes, mais la meilleure est l'amorçage par impulsion, car elle permet une variation de 0° à 180° de l'angle de retard de l'amorçage. Ces impulsions étant synchrones avec le secteur, la plage de réglage de l'angle de retard à l'amorçage va de 0° à 180° , ce qui permet un réglage de la puissance

10 EVOLUTION DU COURANT DANS LA CHARGE.

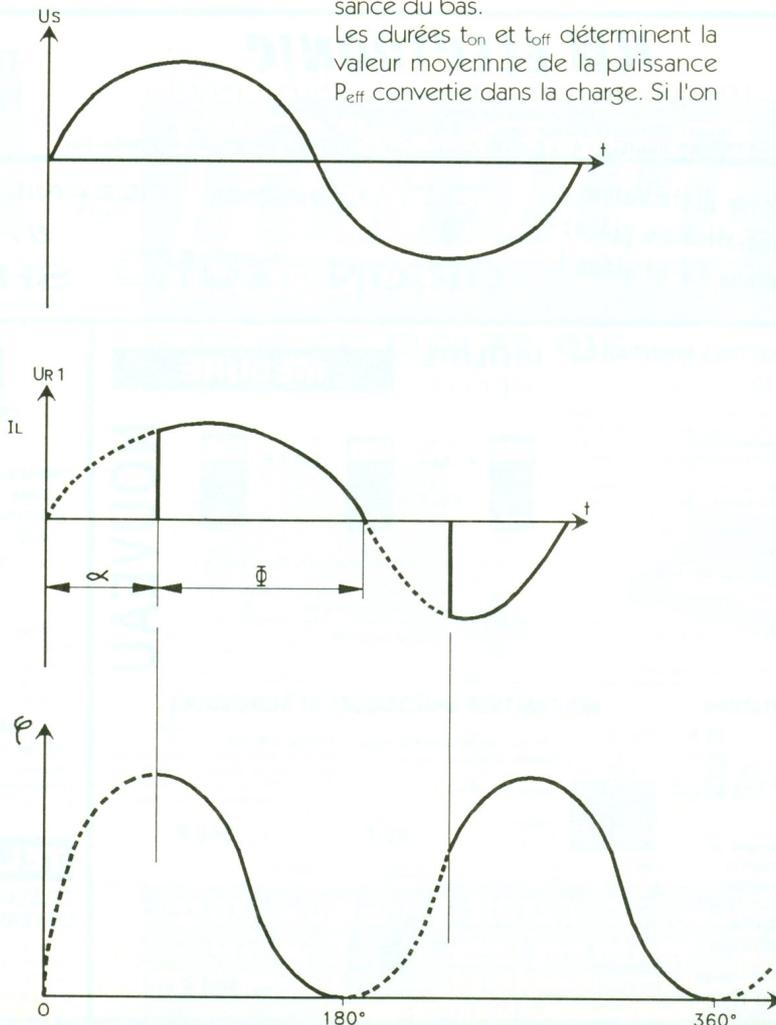


9 MISE EN PARALLELE D'UN RESEAU RC.

de façon continue entre 0 et sa puissance nominale P_{effo} .

La commande de phase est aujourd'hui utilisée pour le réglage de la luminosité d'une lampe (ex. : gradateurs de lumière), mais aussi pour la variation de vitesse des moteurs électriques (ex. : électroménager). Notons enfin que ce type de commande produit une grande quantité de parasites HF en raison de la vitesse de montée du courant lors de l'amorçage. Ainsi, en accord avec les règlements de la majorité des réseaux de distribution de l'énergie, on ne peut utiliser ce procédé qu'avec un filtrage radio efficace, et ce, jusqu'à certaines puissances de commutation seulement.

11 EVOLUTION DU COURANT EN FONCTION DE L'ANGLE.



La commande par paquets d'oscillations

Grâce à ce type de commande, le triac ne délivre à la charge que des oscillations complètes. On utilise donc des commutateurs dits commutateurs à zéro de tension qui ne mettent la charge en et hors circuit que lorsque la tension secteur passe par le zéro de tension. Les avantages qui en découlent sont les suivants :

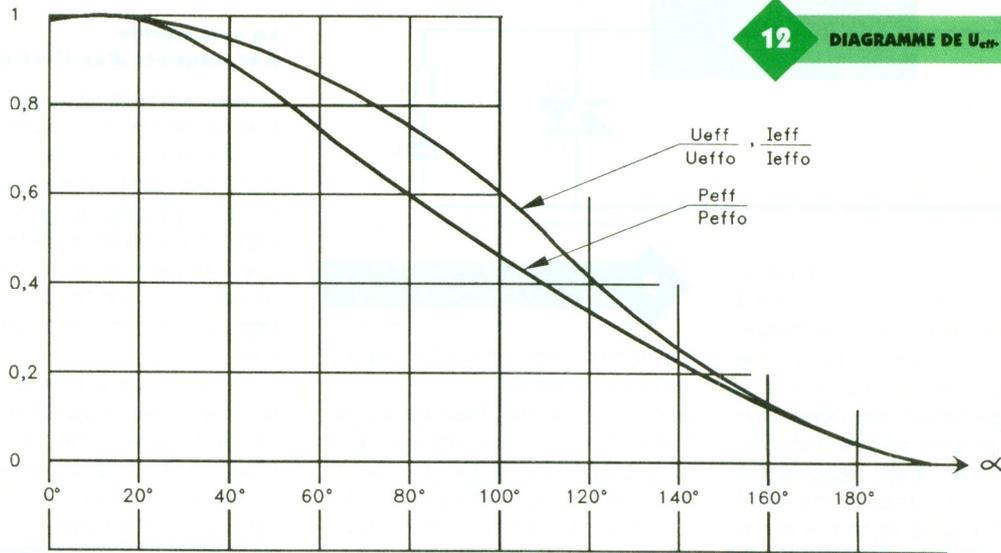
- absence de parasites HF et de filtres spéciaux en raison de l'absence de front raide de courant de la mise en circuit de la charge ;
- faible puissance de commande, car la tension, au niveau du triac, est nulle et la charge ne consomme aucun courant au nom de la commutation.

Ces avantages prédestinent ce type de commande aux applications de puissances élevées.

Le principe de la commande par paquets d'oscillations est représenté sur la **figure 13**.

Durant l'intervalle de temps $t_{on} + t_{off}$, un nombre plus ou moins grand d'oscillations sont efficaces, à en juger par l'évolution de V_{RL} . Le courant de charge I_C étant proportionnel à V_{RL} , on obtient la courbe de puissance du bas.

Les durées t_{on} et t_{off} déterminent la valeur moyenne de la puissance P_{eff} convertie dans la charge. Si l'on



nomme P_{eff0} la puissance consommée dans la charge en cas de transmission complète, on a alors la relation suivante :

$$\frac{P_{eff}}{P_{eff0}} = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{off}}$$

Comme nous pouvons le constater, ce procédé ne permet qu'une commande de puissance par paliers.

Pour avoir plus de précision dans la graduation, il faudrait disposer de plus d'oscillations par intervalle, d'où le problème suivant : les périodes t_{on} et t_{off} ne peuvent être que des multiples entiers de la période T de la tension du secteur. Donc, avec les chiffres courants, $f = 50\text{ Hz}$, $T = 20\text{ ms}$ et cinq oscillations par intervalle, on obtient une durée d'intervalle de 100 ms, c'est

pourquoi nous sommes limités aux charges avec une grande inertie de conversion de l'énergie. Le mois prochain, nous aborderons une partie un peu plus agréable puisque nous étudierons des applications du triac par le schéma, dans l'optique de réaliser quelques applications pratiques. D'ici là, bon courage dans votre étude.

Bruce PETRO

KN ÉLECTRONIC

100, boulevard Lefebvre - 75015 PARIS

Métro Porte de Vanves - horaires d'été

Ouvert du mardi au samedi de 9 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 18 h.

VENTE AUX PROFESSIONNELS - AUX PARTICULIERS - GROS - DETAIL - DETAXE À L'EXPORTATION

TEL : (1) 48.28.06.81
FAX : (1) 45.31.37.48

EXPEDITIONS
Minimum 50 F - Port : 1 kg : 30 F
- 3 kg : 45 F - 7 kg : 62 F. Mandat ou chèque à la commande.

Votre distributeur
spécialisé en pièces
détachées TV et vidéo !...



Nombreuses THT - têtes vidéo - pièces mécaniques et kits de maintenance TV et vidéo en stock

MULTIMETRES NUMERIQUES SERIE 10

Les trois nouveaux multimètres de la série 10 ont été conçus pour le dépannage électrique ou électronique de premier niveau. Leur forme compacte, un commutateur à glissière et des commandes à boutons poussoirs permettent de les utiliser d'une seule main.

Tous mesurent les volts AC ou DC et les résistances, et comportent le test de diode et le signal de continuité. Ils disposent d'un afficheur numérique facile à lire, du changement de gamme automatique et du mode veille pour économiser la pile.

Affichage numérique 4000 points

Signal sonore de continuité rapide, test de diode

Fonction V Check™, changement automatique de mode (Fluke 11 et 12 uniquement)

Mesure de capacité : 1 nF à 9999 µF (Fluke 11 et 12 uniquement)

Capture de continuité™ (Fluke 12 uniquement)

PHILIPS FLUKE MESURE



Enregistrement des Min./Max. avec indication de temps relatif (Fluke 12 uniquement)

Mode veille automatique pour économiser la pile

Toutes les gammes protégées jusqu'à 600 V

Garantie 3 ans

NOUVEAU

ALIMENTATIONS

3 - 4,5 - 7,5 - 9 - 12 V
AL 500 mA

29 F
Promo

AL 1A régulée stabilisée

99 F TTC

GRAND CHOIX DE CIRCUITS ET TRANSISTORS JAPONAIS ET EUROPEENS D'ORIGINE OU EQUIVALENTS

TARIF CI + Transistors 20 F

MULTIMETRES ANALOGIQUES ET NUMERIQUES



• PT 140. MINI-MULTIMETRE. Format de poche. 12 calibres. Tension AC/DC : 0-10/50/250/500 V, 2 kΩ/V. Courant DC : 0-0,5%/50/250 mA, ± 3% Résistance : 0-100 kΩ Précision : ± 4% AC ± 5%

99 F

• ESCORT EDM 1122. Multimètre digital 2000 points 3 1/2 digits - Très grand display - Hauteur de l'affichage 21 mm - V/CC, V/AC, A/CC, A/AC, Ohmmètre. Test de continuité sonore. Test diode. Fréquencemètre hFE niveau logique. Test de capacité - 0,5% précision

Prix : 640 F



• MT 250. MULTIMETRE avec calibres particuliers pour les spécialistes. En plus des calibres habituels, ce multimètre est équipé d'une prise 10 ADC, test batterie et buzzer pour test de continuité, miroir de lecture, poignée. Prix très raisonnable pour un appareil de très grande qualité.

Prix : 690 F TTC

ACCESSOIRES TV AUDIO VIDEO

TRANSCODEUR YPS 1 Y/C PAL/SECAM

COMPATIBLE S-VHS VHS-C PAL 8 mm



COMPATIBLE CAMESCOPIES 8 mm S-VHS/C SABA PRO 8-100/CVK2905

- Transcode les signaux PAL et Y/C (luminance/chrominance) en SECAM
- Commute automatiquement selon la source PAL ou Y/C
- Entrées et sorties sur prises PERITELEVISION
- Alimentation secteur intégrée

990 F

AMPLIFICATEUR VIDEO

- AVC 607. Amplificateur vidéo permet d'enregistrer d'un magnétoscope vers 1 ou 2 magnétoscopes en améliorant la qualité d'enregistrement et en corrigeant les fautes. Pour tous systèmes NTSC-SECAM. Alim. 9 V (pile ou ext.)

620 F

AMPLIS D'ANTENNES

- AM 341. Amplificateur d'antenne large bande 40 à 860 MHz. Gain UHF et VHF 20 dB. Alimentation incorporée 220 V. 1 entrée 2 sorties.

Promo : 250 F

- AM 613. Gain VHF 40 dB, gain UHF 40 dB, alimentation 220 V.

Prix : 690 F

- ECM 505 GOLDEN TECHNICA. Micro-émetteur HF 39 MHz, spécial chant avec récepteur. Sensibilité réglable.

Prix : 590 F

GRAND CHOIX DE BOITIERIS MULTIPERITEL à partir de 165 F

(Canal + - Satellite - Vidéo - RVB - Y/C - Audio Stéréo) Exemple :

- MP 4 : 3 entrées - 1 sortie 165 F TTC
- MP 6 : 5 entrées - 1 sortie 199 F TTC

TELECOMMANDE

TELECOMMANDE UNIVERSELLE

TOPEL 1 compatible à 95% pour TV - VCR - SAT - Aux toutes marques



490 F TTC

GRAND CHOIX DE TELECOMMANDES

TV d'origine et de remplacement

- THOMSON origine 330 F TTC
- PHILIPS origine 330 F TTC
- GRUNDIG remplacement 290 F TTC
- OCEANIC - ITT remplacement 290 F TTC
- SONY remplacement 290 F TTC

Pour toutes commandes, précisez le modèle de l'appareil.



9020
DOUBLE TRACE

9020
Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard
Testeur de composants.
Chercheur de trace.
Livré avec 2 sondes combinées.....3990 F

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

TOUTE LA GAMME ILP DISPONIBLE PRIX EN BAISSÉ !

- 9012 Double trace 2 x 20 MHz. Testeur
Composant. Livré avec 2 sondes3590 F
9020 Double trace 2 x 20 MHz. Ligne à retard
Testeur de composants. Chercheur de trace.
Livré avec 2 sondes combinées3990 F
9302 2 x 20 MHz. Mémoire numérique 2 K.
Sensibilité 1 mV/DIV. Livré avec 2 sondes6990 F
9016 Oscilloscope 2 x 60 MHz.
Livré avec 2 sondes7389 F

NOUVEAUTE

RMS 225 BI-WAVETEK 4 digits. Auto/Manuel. Bargraph
rapide. Gaine anti-chocs. Conforme aux normes sécurité
IEC 348, garantie 3 ans.....1482 F

OSCILLOSCOPES



HM 203/7
Double trace 2 x 20 MHz 2 mV à 2 V, add. sous-t. déclench.
AC-DC-HF-BF. Testeur de composants.
Livrés avec 2 sondes combinées.....3990 F
Sans sondes3770 F

HM 205/3
Double trace 2 x 20 MHz. Testeur de composants.
Mémoire numérique 2 x 1 K. Chercheur de trace.
Livrés avec 2 sondes combinées.....6980 F

HM 604
2 x 60 MHz avec expansion Y X 5.
Post. accéléré 14 KV avec 2 sondes combinées.....6760 F

HM 1005
3 x 100 MHz avec 2 sondes.....8780 F

SERIE MODULAIRE

HM 8001
Appareil de base avec alimentation
permettant l'emploi de 2 modules.....1577 F

HM 8011/3 Multimètre numérique.....2395 F

HM 8021/3
Fréquence 10 Hz à 1 MHz Digital.....2360 F

HM 8032
Générateur sinusoïdal 20 Hz à 20 MHz.
Affichage de la fréquence2150 F

MONACOR

LES «NEWS» MULTIMETRES DIGITAUX

DMT 2010 2000 PTS. 3^{1/2} Digits. Test. diodes270 F
DMT 2035 2000 PTS. 3^{1/2} Digits. Capacimètre.
Fréquence. Test. diodes. Test. Transistor.
Test. TTL675 F

DMT 2040 Modèle «Pocket» 4000 PTS. Hold.
Test. diodes270 F

DMT 2055 Automatique. Bargraph. 4000 PTS. 3^{1/2} Digits.
Data. Hold. Test. diodes. Fréquence.....730 F

DMT 2070. Testeur de composants.
Capacimètre. Test. diodes675 F

DMT 2075 2000 PTS. 3^{1/2} Digits. Capacimètre.
Fréquence. Test. transistors. Test. diodes.
Test. continuité. Anti-chocs675 F

DMT-2035

- 2000 pts = 3^{1/2} digits
- Capacimètre = 2 nF = 20 μF
- Fréquence avec Trigger = 2 kHz - 20 MHz
- V.DC = 1000 V • V.AC = 750 V
- A AC/C = 20 A
- Ω = 200 Mohms
- Test transistors • Test diodes
- Test TTL logique • Test LED
- Test de continuité
- Précision de base = 0,5 %

675 F TTC



AG 1000 Générateur de B.F. 10 Hz/1 MHz.
5 calibres. Faible distorsion.
Impédance 600 Ω1440 F

LCR 3500 Pont de mesure digital. Affichage LCD.
Mesure résistance, capacité, inductance et facteur de
dépendance810 F

LDM 815 GRIP - DIP mètre850 F

R D 1000 Décade de résistance585 F

CM 300 Capacimètre576 F

Documentation sur demande.

Accessoires mesure. Pince de test.
Adaptateur. Cordons. Pointe de touche.

MULTIMETRES



- DM 10 XL - Modèle de poche.....415 F
DM 15 XL - AD/DC - 10 A - Bip495 F
DM 23 XT - AC/DC - 10 A - Résistance
2000 MΩ TTL et CMOS test température
jusqu'à 750°.....649 F
DM 25 XT - Gain trans. Bip719 F
DM 71419 F
DM 73 - Gamme Auto-Mini559 F
DM 78 - Multi de poche avec étui. 249 F
CM 20 - Capacimètre829 F
EDM 1122 - Multimètre digital. Très grand display.
11 fonctions. Test de continuité sonore. Fréquence. Test.
Test de capacité. Test diode649 F
DM 27 XT - Multimètre numérique grand afficheur.
17 mmPROMO 799 F TTC
DM 93 - 4000 PTS. Bargraph rapide.....879 F TTC
DM 95 - 4000 PTS. Bargraph rapide.
Sélection auto-manuelle1095 F TTC
DM 97 - 4000 PTS. DATA - HOLD - PEAK - HOLD.
1 mémoire MIN et MAX.....1279 F TTC



MULTIMETRES

KD 3200
Bargraph, fonctions
automatiques livré avec gaine
anti-choc. Pince
ampérométrique, cordons et
malette de transport.
L'ensemble.....1300 F TTC
+ 1 cadeau !



METRIX MULTIMETRES

- MX 112 A avec boîtier
de transport740 F
MX 5121060 F
MX 202 C. T. DC 50 mV à 1000 V.T.
AC 15 à 1000 V.
int. DC 25 μA à 5A. AC 50 mA à 5 A.
Résist. 10 Ω à 12 M Ω. Décibel 0 à 55
DB. 430 000 Ω/V1440 F
MX 462 G. 20 000 Ω/V CC/AC. 1,5
VC / 1,5 à 1000 V.

VA : 3 à 1000 V. IC : 100 μA à 5A. IA : 1 mA à 5A. 5 Ω à
10 MΩA1352 F
MX 50PROMO 1480 F
MX 51. Affichage 5 000 points. Précision 0,1%
Mémoire 5 mesures.
Buffer internePROMO 1838 F
MX 52. Affichage 5 000 points. Bargraph. Mesure en pF.
Fréquence. Mémoire. 5 mesuresPROMO 2597 F

FREQUENCESMETRES



UC 10. 5 Hz à 100 MHz. Compteur. Intervalles.
Périodes. 8 afficheurs3195 F

CENTRAD

346. 1 HZ à 600 MHz1995 F
961. Générateur de fonctions 1 Hz à 200 KHz.
Sinus carré - triangle - impulsion.
Sortie 15 V 50 Ω1650 F

GENERATEURS DE FONCTIONS

FG 2A. 7 gammes. Sinus carrés triangles.
Entrée VCF-OFFSET BI-WAVETEK1770 F
FG3 AE. 0,2 Hz à 2 MHz BI-WAVETEK2700 F
AG 1000. Générateur BF. 10 Hz à 1 MHz 5 calibres
Faible dist. imp. 600 Ω Monacor1440 F
SG 1000. Générateur HF. 100 kHz à 150 MHz 6 calibres
Précis. 1,5%. Sortie 100 mV. Monacor1450 F
869. Générateur de fonctions de
0,01 Hz à 11 MHz. Centrad3490 F

LABO-PLAQUES

Toujours à votre service pour réaliser
vos circuits imprimés.

PLAQUES EPOXY PRESENSIBILISEES

- 100 x 16014 F pièce
PROMO ! les 10 pièces110 F
150 x 20023 F pièce
200 x 30049 F pièce

PERCEUSES MAXICRAFT

- Perceuse 42 W98 F
Perceuse 42 W avec outils + alimentations
en coffret360 F (l'ensemble)
Perceuse 50 W230 F
Alimentation pour perceuse160 F
Support perceuse110 F
Fer à souder gaz et
Mini chalumeau198 F

« LES NEWS DU MOIS ! »

- Perceuse en coffret complet Maxicraft avec
accessoires. Super Promo190 F
- Toute la gamme des fers à gaz de chez WELLER.
- Fer à souder + pompe à dessouder + support de
fer Monacor. Super Promo98 F
- ELC Centrad
• Voltmètre DV 932 200 mV - 500 V310 F
• Ampèremètre DA 933 200 μA - 20 A320 F

ELC alimentations

- AL 745 AX de 1 V à 15 V - 3 A730 F
AL 812 de 1 V à 30 V - 2 A790 F
AL 781 N. de 0 V à 30 V - 5 A1990 F
AL 891. 5 V - 5 A390 F
AL892. 12,5 V - 3 A350 F
AL 893. 12,5 V - 5 A430 F
AL894. 12 V - 10 A750 F
AL895. 12 V - 20 A1350 F
AL897. 24 V - 6 A750 F

CONVERTISSEURS

A TRANSISTORS

- 12 V - DC - 220 V - AC
CV - 101. Puissance 120 W365 F
CV - 201. Puissance 225710 F

ALIMENTATION 500mA25 F



Réglable de 150° à 450°. Prix.
Fers JBC à partir de 155 F
Nous consulter

FER WELLER

ENSEMBLE SOUDAGE
Fer thermostaté 24 V, 50 W1150 F

Télécommande
universelle
à partir de 290 F
Autres modèles
nous consulter

Kits électroniques
Kits collèges
Kits OK nous consulter

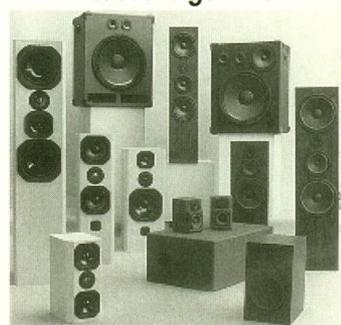
BOITIER

MULTI PÉRITEL

- OMX 48. Répartiteur de 4 sources différentes vers un
téléviseur ou magnétoscope (vidéo composite RVB)
commutation électronique.....970 F
RP 10. Boîtier vidéo 5 pérîtels.....170 F
Répartiteur 3 pérîtels.....79 F
Cordon pérîtel65 F
Répartiteur C + multi TV790 F

Kits AUDAX

Nouvelle gamme



Kits fournis avec filtre, évent,
bornier et plan de montage

- HTP 170, l'unité.....320 F
HTP 210, l'unité.....580 F
HTP 420, l'unité.....925 F
HTK 170, l'unité1270 F
HMP 1000, l'unité800 F
HMC 1700, l'unité2120 F
HMP 2100, l'unité1635 F
HMX 2100, l'unité2360 F
PRO 3814, l'unité1790 F
PRO 3817, l'unité2240 F

Kit TRIPHONIQUE

HTP 817.....1100 F



NOUVEAU HP SONO

BEYMA SALADIER ALU

CELESTION TW MOTOROLA Piezo

- PROMO
KSN 1005 - 150 W - Façade carrée86 - 45 F
KSN 1016 - 100 W - Façade rect.74 - 52 F
KSN 1025 - 150 W - Médium92 - 82 F

KITS DAVIS NOUS CONSULTER

Kits SONO TERAL

- Kit SONO - T 150 - 3 voies - 3 HP - PA 160 W
1 boomer CELESTION 30 cm, 1 médium compression
1 tweeter PIEZO, 1 filtre440 F
KIT EBENISTERIE T 150 (Bois, grilles, coins, etc.)399 F
Kit SONO - T 200 - 3 voies - 5 HP - PA 300 W
- 2 boomers 30 cm. 1 médium compression,
1 tweeter + filtre750 F
KIT EBENISTERIE T 200 (Bois, grilles, coins, etc.)599 F
Kit SONO - T 250 - 3 HP - PA 250 W
- Boomer 38 cm CELESTION.
Tweeter, médium compression, filtre895 F
KIT EBENISTERIE T 250 (Bois, grilles, coins, etc.)579 F



TERAL, C'EST AUSSI LA HIFI ET LA SONO

Le son professionnel pour disco-mobile ou discothèques.
Venez voir et écouter dans notre show-room.

