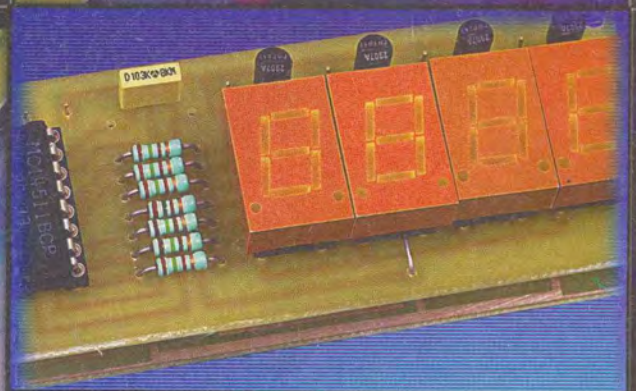


**SPECIAL**

## Audio Sono Disco

**KILLER, MIXAGE, DISPATCHING,  
AMPLI CASQUE,  
CORRECTEURS, ETC.**



*Minuterie polyvalente à mémoire*



*Clé à quartz*



*Distorsiomètre*

T 2437 - 255 - 25,00 F



# SOMMAIRE

## ELECTRONIQUE PRATIQUE

N°255 - MARS 2001  
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. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.45  
Internet : <http://www.eprat.com>  
Principaux actionnaires :  
M. Jean-Pierre VENTILLARD  
Mme Paule VENTILLARD

Président du conseil d'administration,  
Directeur de la publication : Paule VENTILLARD  
Vice-Président : Jean-Pierre VENTILLARD  
Assistant de Direction : Georges-Antoine VENTILLARD  
Directeur de la rédaction : Bernard FIGHIERA (84.65)  
Directeur graphique : Jacques MATON  
Maquette : Jean-Pierre RAFINI

Avec la participation de : J.M. Balssa, U. Bouteville,  
J. Cerf, C. Eckenspieller, A. Garrigou, R. Knoerr,  
M. Laury, E. Lémyer, P. Morin, P. Oguic, A. Sorokine,  
Ch. Tavernier.

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

Directeur de la diffusion et promotion :

Bertrand DESROCHE

Responsable ventes :

Bénédictine MOULET Tél. : 01.44.84.84.54

N° vert réservé aux diffuseurs et dépositaires de presse :  
0800.06.45.12

PGV - Département Publicité :

2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER (84.87)

Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)

E Mail : [lehpub@le-hp.com](mailto:lehpub@le-hp.com)

Assisté de : Karine JEUFRULT (84.57)

Abonnement/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.

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 3,00 F et la der-  
nière bande.

Aucun règlement en timbre poste.

Forfait photocopies par article : 30 F.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE

Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à

Electronique Pratique aux USA ou au Canada, commu-  
niquiez avec Express Mag par téléphone :

USA : P.O.Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239

CANADA : 4011boul.Robert, Montréal, Québec, H1Z4H6

Téléphone : 1 800 363-1310 ou (514) 374-9811

Télécopie : (514) 374-9684.

Le tarif d'abonnement annuel (11 numéros) pour les USA  
est de 49 \$US et de 68 \$cnd pour le Canada.

Electronique Pratique, ISSN number 0243 4911, is published 11  
issues per year by Publications Ventillard at P.O. Box 2769  
Plattsburgh, N.Y. 12901-0239 for 49 \$US per year.

POSTMASTER: Send address changes to Electronique Pratique,  
c/o Express Mag, P.O. Box 2769, Plattsburgh, N.Y., 12901-0239.

## Réalisez vous-même

- 38 Distorsiomètre 1 kHz
- 46 Minuterie polyvalente à mémoire
- 52 Baromètre/thermomètre digital
- 62 Démodulateur FSK
- 66 Serrure à quartz
- 72 Personnalisation d'un répondeur téléphonique
- 80 Décodeur programmable pour afficheurs 7 segments
- 86 Adaptateur RC5 série

## Dossier spécial «AUDIO/SONO/DISCO»

- 14 Module pour table de mixage disco
- 18 Dispatching aléatoire pour enceintes
- 22 L'audio facile avec les modules TELECONTROLLI :  
amplificateur stéréo pour casque, préamplificateur  
avec correcteur de tonalité, indicateur de niveau à LED
- 30 Préamplificateur pour guitare et égaliseur stéréo  
7 voies

## Montages FLASH

- 14 Killer disco

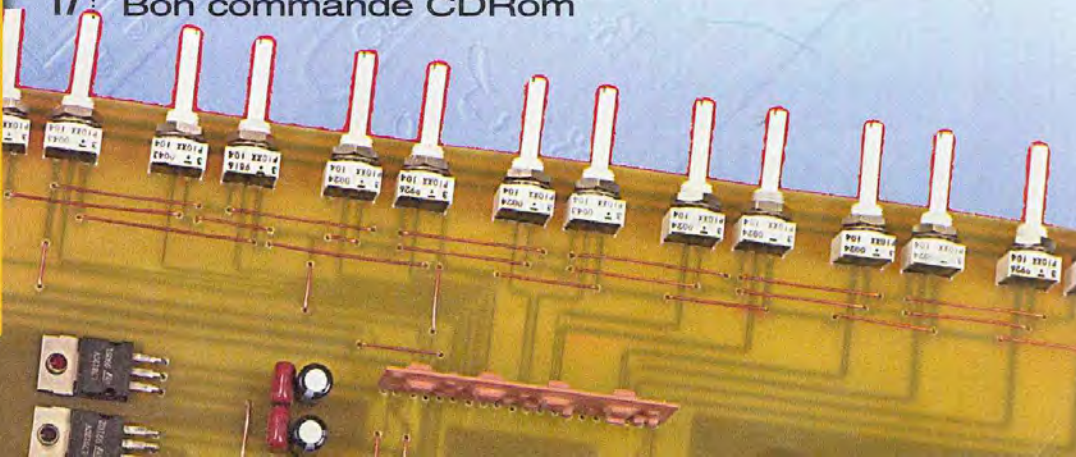
## Infos OPPORTUNITÉS

## DIVERS

- 08 Internet Pratique
- 17 Bon commande CDROM

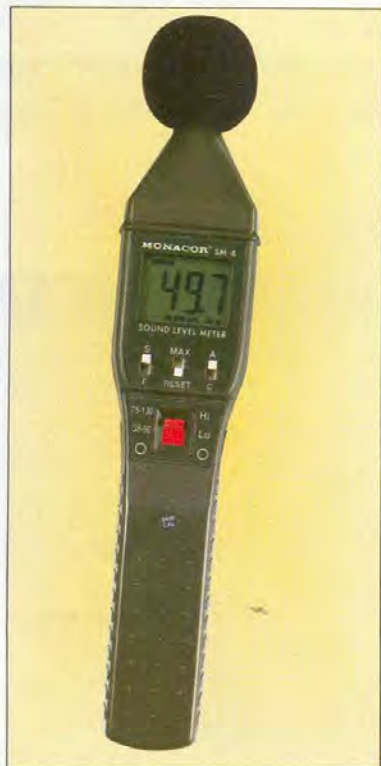


« Ce numéro  
a été tiré  
à 51 000  
exemplaires »



## Sonomètre SM-4

Les professionnels du son (ou amateurs avertis) verront aisément l'utilité d'un tel appareil de mesure compte tenu que la loi fixe, depuis 2 ans déjà, la pression acoustique à 105 dB (A) dans les lieux de loisirs recevant du public !  
(Cf. : article complet de la loi : Sono Magazine n°233 - février 1999)



Le sonomètre SM-4 de MONACOR, utilisable d'une seule main, propose les caractéristiques suivantes :

- Capsule micro électret,
- Fonction "gel" des données
- Évaluation du "La" et du "Do", slow et fast
- Sortie supplémentaire pour V<sub>cc</sub> /- par prise jack 2,5
- Affichage 3,5 digit LCD 12 mm
- 2 plages de mesure :
  - low +35 à +90 dB
  - high +75 à +13 dB
- Résolution : 0,1 dB
- Précision : ± 1,5 à 94 dB/1 kHz

**Prix indicatif du SM-4 :**  
1080 F.TTC

Pour de plus amples informations :

[www.monacor.com](http://www.monacor.com)

## Compilateur BASIC pour microcontrôleurs PIC

La société OPTIMINFO annonce la commercialisation d'un compilateur Basic simplifiant le développement de programmes pour les microcontrôleurs MICROCHIP PIC de la série PIC12, 14 & 16. Au lieu d'écrire en langage assembleur, vous utilisez les instructions standards du Basic (pour la version standard) avec quelques instructions spécifiques (pour la version avancée) avec les microcontrôleurs PIC pour écrire sur les ports d'entrées/sorties ou pour utiliser le port série, le convertisseur analogique/numérique, la modulation d'impulsion.

Une interface graphique interactive sous Windows<sup>®</sup> ainsi que les boutons contenant les instructions Basic assure une création rapide de programme, donnant au débutant la possibilité de créer ses propres programmes en quelques minutes.

Une version d'évaluation est disponible sur le site Internet (LIENHYPERTEXTE <http://www.optiminfo.com>) et des informations complémentaires peuvent être fournies par la société.

**Prix version standard : 548 F. TTC**

**Prix version avancée : 947 F. TTC**



**OPTIMINFO : route de Ménétreau 18240 BOULLERET**

**Tél. : 0820.90.00.21 -**

**Email : [Commercial@optiminfo.com](mailto:Commercial@optiminfo.com)**

## Coffrets standards et sur mesure pour petites et grandes séries !

La société TECHNIBOX (reprise de FRANCLAIR Diffusion) allie le standard et le sur mesure ce qui, pour les applications électroniques, apporte une solution globale à la demande du marché.

### Le standard TECHNIBOX

TECHNIBOX est le spécialiste d'une large gamme de coffrets plastiques et métalliques destinés aux diverses applications électroniques.

A travers son CDRom, vous pourrez trouver + de 3000 références de coffrets (disponible sur le CDRom de ce numéro d'Électronique Pratique)

### La gamme Métallique avec ses 3 pôles distincts.

La série E et EP répondant à eux seuls à 80 % des applications en coffrets métalliques.

La série Galaxy, plus esthétique, et les racks 19 pouces avec ou sans radiateurs peuvent répondre aux applications sono ou vidéo.

TECHNIBOX distribue également

Pour de plus amples informations et connaître les points de ventes de la gamme, vous pouvez contacter :

**TECHNIBOX**

**25 Route de Nançay 18380 PRESLY**

**Tel : 01 69 43 45 49 - Fax : 01 69 43 53 91**

**Email : [technibox@club-internet.fr](mailto:technibox@club-internet.fr)**

une gamme de GALVANO-METRES type DP48, connue des revendeurs, ainsi que des lampes STROMBOSCOPIQUES allant de 40 à 300 Joules.

### Le sur mesure TECHNIBOX

Pour satisfaire la demande, TECHNIBOX propose la réalisation de pièces et coffrets plastiques sur mesure, sans frais de moules, adaptée aux petites et grandes séries.

Sa technologie basée sur l'usage de plaques plastiques, le pliage à chaud et le collage, permet de réaliser à votre convenance l'enveloppe plastique de votre Électronique.

Du design à la série, en passant par un prototype de validation, offrez-vous la possibilité de personnaliser vos produits sans amortissement d'outillage.



## Qui veut enregistrer des Millions ?

CONTROLORD propose avec FlashLog une carte d'acquisition de données qui a trois particularités :

- Elle contient une mémoire d'une taille énorme,
- Elle consomme très peu,
- Elle peut être complètement contrôlée par téléphone.

Les applications typiques sont des systèmes d'enregistrement longue durée et des systèmes de contrôle de machine.

FlashLog enregistre les données dans une carte à mémoire CompactFlash. On trouve ces cartes d'une taille réduite (43x37x4 mm), entre autres dans des appareils photographiques numériques. La carte contient une mémoire de type Flash jusqu'à 128 M octets. On peut enlever la carte à mémoire pour lire les données enregistrées directement sur un PC avec un lecteur comme un disque amovible.

FlashLog peut être entièrement contrôlée par un logiciel qui tourne sur Windows® par liaison série ou par modem et téléphone. La carte peut appeler le centre régulièrement ou en cas d'alerte par

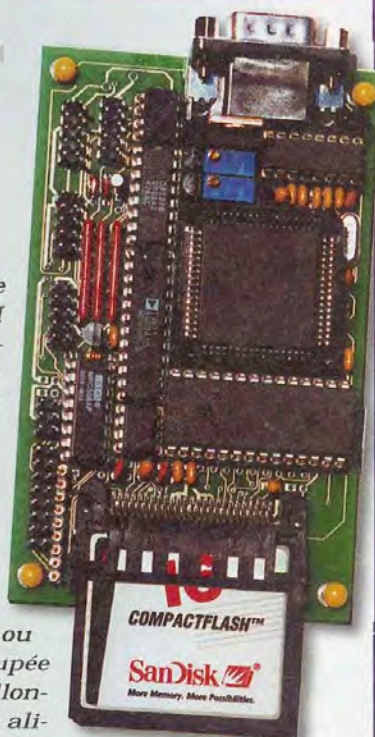
modem ou même par téléphone GSM pour livrer les données enregistrées. Aucun déplacement n'est nécessaire.

Configuration, calibrage, récupération de données : tout se fait à partir de votre bureau.

L'alimentation peut être réduite ou complètement coupée entre deux échantillonnages, on peut donc alimenter un système d'acquisition de données longtemps avec des batteries simples.

Par exemple, l'acquisition de plusieurs entrées analogiques chaque minute pendant 24 mois avec un pack de piles C (R14, Baby).

Vous trouverez plus d'informations sur le site Internet [www.controlord.fr](http://www.controlord.fr) ou voir le produit au Salon Intertronic, du 6 au 9 mars, Porte de Versailles, sur le stand de Mercure Telecom.



**CONTROLORD : 484, avenue des Guils 83210 LA FARLEDE**  
**Tél. : 04.94.48.71.74 - FAX : 04.94.33.41.47**  
**[controlord@controlord.fr](mailto:controlord@controlord.fr)**

## AUDAX Industries sur le Net !

Le fameux fabricant de haut-parleurs, basé à Château du Loir, devient accessible à tout un chacun et il est désormais possible d'accéder à la présentation des produits de AUDAX Industries via Internet.

Plus de 117 modèles de haut-parleurs de haute qualité vous sont proposés sur le catalogue 2001. Le site vous permet un accès direct aux fiches techniques mais également leur téléchargement. Les néophytes pourront, sans difficultés, trou-

ver le haut-parleur de remplacement adapté à leur enceinte grâce au module de recherche interactif. Les amateurs avertis ne sont pas oubliés : tableaux comparatifs, caractéristiques détaillées, conseils techniques, leur sont proposés, ainsi que l'accès à un forum de discussion "utilisateurs".  
 L'adresse : **[www.audax.fr](http://www.audax.fr)**



Les haut-parleurs AUDAX, déjà distribués en France par le réseau détaillants par la société E-44, se félicitent de ce complément d'informations apporté à la clientèle Audio.

À noter, les nouveaux horaires d'ouverture du magasin nantais, du mardi au samedi de 10 à 12 h. et de 14 à 19 h.  
**TEL : 02.51.80.73.73**  
 Ou **[www.E44.com](http://www.E44.com)**

Ce mois-ci nous découvrirons quelques sites en rapport avec l'utilisation des moteurs pas à pas. Ce type de moteur est de plus en plus souvent employé en robotique, en raison de la précision des mouvements obtenus. En contre partie, la mise en œuvre de ce type de moteur est complexe et l'on fait appel à un microcontrôleur pour les contrôler.

# internet PR@TIQUE

**L**e premier site que nous vous proposons de visiter à l'adresse [http://col2000.free.fr/pasa-pas/pap\\_idx.htm](http://col2000.free.fr/pasa-pas/pap_idx.htm) a le mérite de présenter rapidement et simplement le principe de fonctionnement

qui incombe au microcontrôleur qui pilote le moteur.

Les deux sites que nous venons de mentionner présentent rapidement les bases de fonctionnement des moteurs pas à pas

à l'aide d'exemples de moteurs rudimentaires à 4 phases. Mais le lecteur se posera vite la question de savoir comment faire pour fabriquer un moteur qui dispose d'un nombre de pas plus important. Le site suivant, qui se situe à l'adresse

<http://www.ac-dijon.fr/peclago/physique/documents/physiqueappliquee/MoteurPasAPas/MoteurPasAPas.htm>, propose des illustrations qui clarifient ce point. Les illustrations sur le principe de fonctionnement d'un moteur à réluctance variable sont particulièrement intéressantes.

Le site à l'adresse <http://www.mlink.net/~enix/electro/pap/index.html> est également très intéressant. Vous y trouverez quelques illustrations appropriées et des explications relativement détaillées sur l'électronique de commande des moteurs pas à pas. L'intérêt des schémas proposés réside dans l'aspect

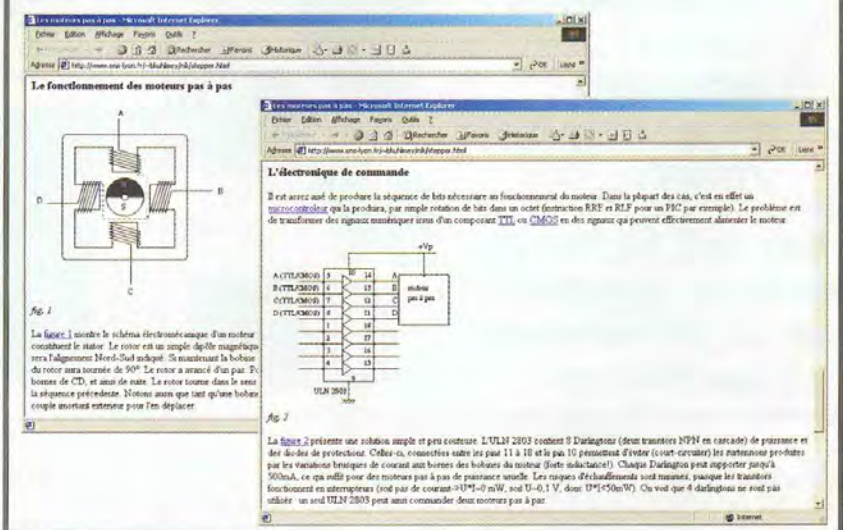


**1** [http://col2000.free.fr/pasa-pas/pap\\_idx.htm](http://col2000.free.fr/pasa-pas/pap_idx.htm)

**2** les moteurs pas

d'un moteur pas à pas. En guise d'entrée en matière, c'est parfait. La décomposition du mouvement d'un moteur pas à pas y est décrit phase par phase, ce qui présente un côté pédagogique indéniable.

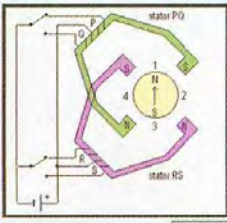
Le deuxième site que nous vous proposons de visiter s'attache à détailler un peu plus l'électronique de commande habituellement associée aux moteurs pas à pas. L'auteur de cette page a utilisé une représentation binaire pour décrire l'enchaînement des séquences nécessaires à la mise en mouvement du moteur, ce qui n'est pas forcément très visuel. Cependant cette représentation a le mérite d'aider à la compréhension des tâches



Moteur à aimant permanent - Microsoft Internet Explorer

1. **Moteur unipolaire simplifié**  
 Il possède un stator à deux bobines à tout milieu et un rotor à une paire de pôles. Des inverseurs permettent quatre combinaisons d'alimentation des bobines, ceci par demi-bobine. Ce mode d'alimentation est dit "unipolaire" car le même pôle de l'alimentation est toujours appliqué aux mêmes bornes des demi-bobines.

En réalité, ce moteur peut être considéré comme ayant quatre bobines indépendantes ou quatre phases. L'animation suivante montre comment les différentes bobines doivent être alimentées pour que le rotor tourne dans le sens horaire suivant les positions successives 1, 2, 3, 4.



Le sens de rotation du rotor est lié à l'ordre dans lequel sont excitées les phases du stator.  
 Dans ce cas, le rotor ne peut prendre que quatre positions possibles : par conséquent la valeur d'un pas est de 90°.

Rotation horaire		Rotation anti-horaire	
Phases excitées	Position du rotor	Phases excitées	Position du rotor
P - R	1	Q - R	4
P - S	2	Q - S	3
Q - S	3	P - S	2

pour nos amis encore en milieu scolaire. De plus, les illustrations qui y sont proposées sont très claires, ce qui mérite tout de même un petit détour.

Une fois de plus, il nous reste à vous souhaiter une bonne navigation sur les sites proposés et à vous donner rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes sur Internet.

P. MORIN

3 <http://www.ac-dijon.fr/pedago/physique/documents/physiqueappliquee/MoteurPasA/Pas/MoteurPasAPas.htm>

autonome des fonctions logiques présentées. Avec de tels schémas, il est possible de piloter un moteur pas à pas sans faire appel à un microcontrôleur. Les adeptes des grilles de Karnaugh seront ravis.

Enfin, le dernier site que nous vous présentons aujourd'hui présente, à peu de choses près, les mêmes explications que les deux sites précédents, mais en langue anglaise. C'est donc un très bon exercice

4 <http://www.mlink.net/~enix/electro/pap/index.html>

Page d'Introduction aux Moteurs Pas à Pas - Microsoft Internet Explorer

Le module de séquence

Les moteurs hybrides

Trois grands types de moteurs

Les moteurs à aimant permanent

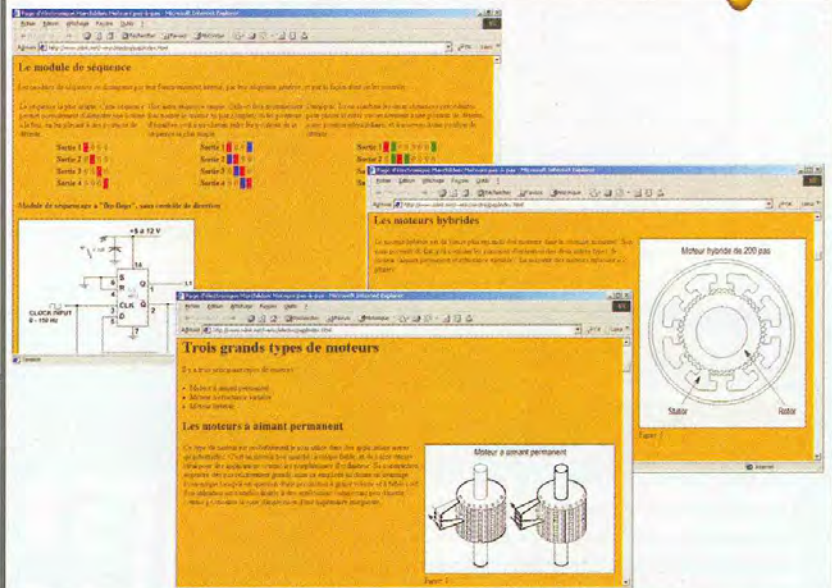
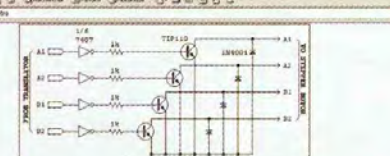


Figure 2.1 - A typical unipolar stepper motor driver circuit. Note the 4-back ESDP protection diodes.



Unipolar stepper motors are recognized by their center-tapped windings. The number of phases in beta is the 2x the diagram below (Figure 3.1), which has two center-tapped coils, represents the connection of a 4-phase.

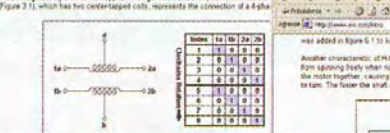
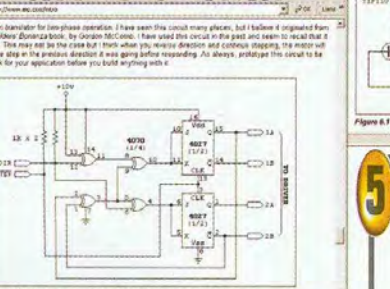


Figure 3.1 is an alternative for two-phase operation. I have seen this circuit many places, but I believe it originated from The Motor Builders' Book by Gordon McAlpine. I have used this circuit in the past and seem to recall that it has a problem. This may not be the case but I think when you reverse direction and continue stepping, the motor will advance 1 more step in the previous direction it was going before reversing. Always prototype this circuit to be sure it will work for your application before you build anything else.



Another characteristic of H-bridge circuits is that they have electrical "brakes" that can be applied to slow or even stop the motor from spinning freely when not moving under control by the driver circuit. This is accomplished by essentially shorting the coils of the motor together, causing any voltage produced in the coils by dummy rotation to "fold back" on itself and make the shaft difficult to turn. The faster the shaft is made to turn, the more the electric "brakes" tighten.

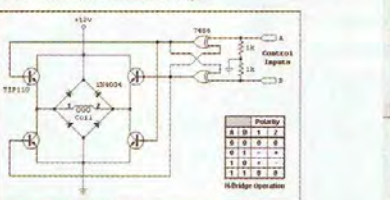


Figure 3.7 - A typical H-bridge circuit. The 4 diodes clamp inductive feedback.

5 [www.eio.com/intro](http://www.eio.com/intro)

[http://col2000.free.fr/pasapas/pap\\_indx.htm](http://col2000.free.fr/pasapas/pap_indx.htm)  
<http://www.ens-lyon.fr/~bkuhimey/nik/stepper.html>  
<http://www.ac-dijon.fr/pedago/physique/documents/physiqueappliquee/MoteurPasAPas/MoteurPasAPas.htm>  
<http://www.mlink.net/~enix/electro/pap/index.html>  
<http://www.eio.com/jasstep.htm>  
<http://www.eio.com/stepindx.htm>  
<http://motioncontrol.com/>  
<http://www.motionex.com/cmotor/engref.htm>  
[http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/phch/lycee/iesp/pasapas/pas\\_a\\_pas.htm](http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/phch/lycee/iesp/pasapas/pas_a_pas.htm)  
[http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/electronique/theme99/graf\\_org/graf\\_org.html](http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/electronique/theme99/graf_org/graf_org.html)  
<http://www.doc.ic.ac.uk/~ih/doc/stepper/>  
[http://www.euclidres.com/apps/stepper\\_motor/stepper.html](http://www.euclidres.com/apps/stepper_motor/stepper.html)  
<http://home.mira.net/~tonymerc/steptheo/stepbas1.htm>  
<http://zebu.uoregon.edu/~mbartels/altaz/motors.html>  
<http://www.eio.com/jasstep.htm#intro>  
<http://www2.9bit.qc.ca/~dsc/dsc/stepper.htm>  
[http://www.euclidres.com/apps/stepper\\_motor/stepper.html](http://www.euclidres.com/apps/stepper_motor/stepper.html)  
<http://www.u-net.com/epr/electron/issue1/feat0802.htm>  
<http://www.multimania.com/elecgd/cmpp.html>  
<http://www.aime.insa-tlse.fr/cours/digital/tpxil/motor/index.html>

## COMMANDEZ VOS CIRCUITS IMPRIMÉS

## POUR VOS MONTAGES FLASH

**Les circuits imprimés que nous fournissons concernent uniquement les montages flash. Ils sont en verre Epoxy et sont livrés étamés et percés. Les composants ne sont pas fournis, pas plus que les schémas et plans de câblage. Vous pouvez également commander vos circuits par le biais d'Internet : <http://www.eprat.com>**

### Commandez vos circuits imprimés

Nous vous proposons ce mois-ci :

<b>Killer disco</b>	Ref. 01001	Rythmeur de foulée	Ref. 10993
Vibreux téléphone portable	Ref. 010101	Emetteur pour télécommande modèle réduit	Ref. 09991
Protection thermique pour amplificateur	Ref. 010102	Récepteur pour télécommande modèle réduit	Ref. 09992
Interface symétrique/asymétrique	Ref. 010103	Emetteur codé 16 canaux	Ref. 07991A
Correcteur RIAA inverse	Ref. 010104	Clavier émetteur	Ref. 07992
Clignotant de Noël	Ref. 12001	Récepteur codé 16 canaux	Ref. 06991
Emetteur laser pulsé	Ref. 11001	Bougie électronique	Ref. 06992
Récepteur pour émission pulsée	Ref. 10001	Micro sans fil HF émetteur	Ref. 06993
Stroboscope	Ref. 10002	Micro sans fil HF récepteur	Ref. 05991
Clignotants et stop pour vélo	Ref. 09001	Protection ligne téléphonique	Ref. 05992
Barrière laser	Ref. 08002	Temporisateur de veilleuses	Ref. 05993
Hacheur pour moteur à courant continu	Ref. 07001	Charge électronique réglable	Ref. 04991
Interrupteur crépusculaire à extinction temporisée	Ref. 07002	Tuner FM 4 stations	Ref. 04992
Générateur sinusoïdal	Ref. 06001	Booster auto 40 W	Ref. 04993
Interface de télécommande	Ref. 05003	Interrupteur statique	Ref. 03991
Interface de puissance	Ref. 05001	Perroquet à écho	Ref. 03992
Stéthoscope	Ref. 05002	Indicateur de disparition secteur	Ref. 03993
Guitare	Ref. 05003a	Testeur de programme dolby surround	Ref. 03993
Fil à plomb a	Ref. 05003b	Balise de détresse vol libre	Ref. 02991
Fil à plomb b	Ref. 04001	Chargeur de batterie	Ref. 02992
Voltmètre bipolaire	Ref. 04002	Récepteur IR	Ref. 02993
Commande flash multiple	Ref. 03001	Répulsif anti-moustique	Ref. 01991
Convertisseur e-véo/vidéo composite	Ref. 03003	Prolongateur télécommande IR	Ref. 01992
Thermomètre bi-format	Ref. 03004	Champignon pour jeux de société	Ref. 01993
Eclairage de secours	Ref. 02001	Séquenceur	Ref. 12981
Feu arrière vélo	Ref. 02002	Micro karaoké	Ref. 12982
Interrupteur hygrométrique	Ref. 01001	Potentiomètre	Ref. 12983
Commande servo de précision	Ref. 01002	Synchro beat	Ref. 12984
Anti-démarrage à clavier codé	Ref. 01003	Synthétiseur stéréo standard	Ref. 11981
Gradateur à effileurement	Ref. 12991	Commande vocale	Ref. 11982
Gradateur à découpage pour tableau de bord	Ref. 12992	Relais statique	Ref. 11983
Sonde tachymétrique	Ref. 11981	Préampli RIAA multimédia	Ref. 10981
Dispositif anti-somnolence	Ref. 11982	Écouteur d'ultra-sons	Ref. 10982
Barrière photoélectrique ponctuelle	Ref. 10991	Fréquenceur 50 Hz	Ref. 10983
Alarme à ultra-sons	Ref. 10992		
Référence de tension	Ref. 10993		

# ELECTRONIQUE PRATIQUE

## Bon de commande

Nom : ..... Prénom : .....  
 Adresse : ..... Pays : .....  
 CP : ..... Ville : .....  
**INDIQUEZ LA REFERENCE ET LE NOMBRE DE CIRCUITS SOUHAITES:**  
 Réf. : ..... Nombre : .....  
 Réf. : ..... Nombre : .....  
 Réf. : ..... Nombre : .....  
**Total de ma commande (port compris) PRIX UNITAIRE: 35 FF+  
 port 5 FF (entre 1 et 6 circuits) 10 FF (entre 7 et 12 circuits) etc. .... FF**  
**REGLEMENT :**  CCP à l'ordre d'Electronique Pratique  Chèque bancaire  
 Carte bleue  
 Expire le : [ ] [ ] [ ] [ ] Signature : .....

Retournez ce bon à : Electronique Pratique (service circuits imprimés)  
 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19

## Amplificateur GRAND MOS SILVER DESIGN

**Un amplificateur à transistors peut-il s'avérer aussi agréable et transparent qu'un ampli à tubes même de très haut de gamme ?**

Les audiophiles amateurs (mais exigeants) de montages "High End" seront comblés par ce nouvel amplificateur que SELECTRONIC n'a pas hésité à appeler GRAND MOS, non seulement parce qu'il utilise le meilleur de la technologie "à effet de champ", mais aussi tant ses performances et les solutions techniques employées le placent d'emblée dans le peloton de tête des amplificateurs les plus transparents et les plus musicaux du marché, qu'ils soient à tubes ou à transistors.

### L'amplification

Elle utilise uniquement trois étages simples parfaitement symétriques, une totale maîtrise des techniques liées aux semi-conducteurs et aux asservissements en est l'origine. Seul des transistors "FET" ou "MOS-FET" conçus pour l'audio haut de gamme y trouvent place. Les FETS d'entrée sont soigneusement triés et appariés pour une reproductibilité sans faille. Les MOSFETS de sortie exceptionnellement linéaires légitiment une polarisation à faible courant de repos. La contre-réaction dite de courant est constante jusqu'au delà de la bande audio et parfait la linéarité déjà excellente en boucle ouverte. Par ailleurs, il est important de noter l'absence de condensateur sur le trajet du signal, leur absorption di-

électrique allant à l'encontre de la musicalité. Le comportement des composants choisis est voulu fort peu sensible à la température, pour éliminer toute distorsion thermique. Toutefois, il est recommandé de brancher le GRAND MOS un quart d'heure avant écoute, voire en permanence, ce que permet aisément la qualité de type "militaire" des éléments utilisés. **Aucun artifice de soutien, de toute façon superflue avec le GRAND MOS, ne vient freiner le signal (toutefois, des manipulations hasardeuses reconnues destructives sont, bien sûr, à éviter).**

Enfin, pour optimiser de façon définitive le traitement du signal, nous avons opté pour deux solutions techniques réservées d'habitude à l'électronique aéronautique ou spatiale, et qui permettent d'approcher de très près les avantages du câblage en l'air, cher à beaucoup de puristes : **circuits imprimés TEFLON double face à trous métallisés et argenture électrolytique de toute la partie audio : circuits imprimés, fils monobrin de liaison, connectique d'entrée et de sortie...**

### L'alimentation

Elle est capable de délivrer les appels de courant les plus forts et les plus rapides, garantissant la stabilité du GRAND MOS quel que soit le type de charge qui lui est raccordée.

**Transformateurs de type "R" surdimensionnés (2x500VA).** Leur principe de construction ainsi que la présence d'un écran entre primaire et secondaire réduisent fortement la capacité de couplage (30 fois plus faible qu'avec un torique), l'influence des perturbations du réseau est reculée à un



niveau négligeable.

**Condensateurs de filtrage (8x10000 µF) pour usage intensif à très faible résistance série et à très longue durée de vie.** Ils constituent un réservoir d'énergie endurant avec une impédance interne la plus faible qui soit sur toute la bande audio avec, pour conséquence, une dynamique exceptionnelle à l'écoute.

### Le kit

Le kit élaboré de l'amplificateur GRAND MOS est fourni complet, incluant tout le matériel nécessaire, y compris la tôle finement percée et usinée et un magnifique manuel explicatif très détaillé. Le montage ne présente aucune difficulté. Seul un minimum d'outillage et un bon multimètre numérique sont requis.

Le câblage est idéalisé à l'extrême, donc simple. Les liaisons entre cartes sont réalisées en fil monobrin de forte section, via des bornes à vis, le tout argenté bien entendu, pour qu'aucun appel de courant ne soit érodé. Les divers éléments viendront se fixer naturellement sur le fond grâce à des inserts filetés. Le montage est, vraiment, on ne peut plus aisé.

### Disponible en 2 versions :

Stereo : 2 x 100W/8 Ω  
Mono bridgé : 1x400W/8 Ω à entrée symétrique  
Prix indicatif : 8000 F. en kit

### SELECTRONIC

TEL. : 0 328 550 328

www.selectronic.fr



### Caractéristiques

- Sensibilité pour 100W	775mV sur 15 kΩ
- Bande passante	DC à 200 kHz
- Distorsion + bruit	< 0,05 % à 10W
- Facteur d'amortissement	150
- Charge minimum	2 Ω
- Dimensions hors tout	455 x 350 x 130 mm
- Poids	25 kg



# Killer disco...

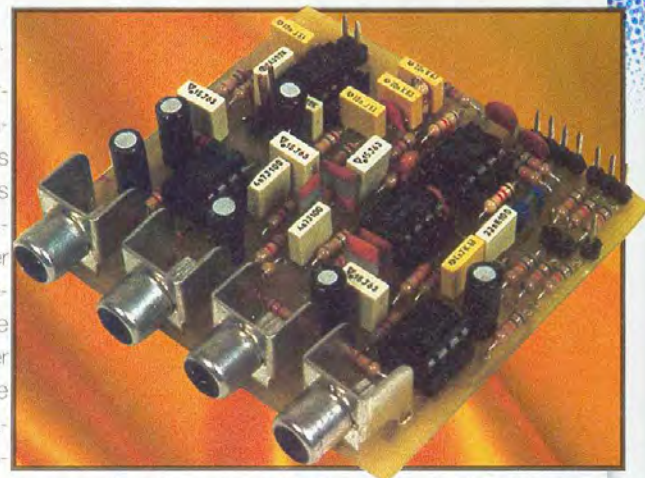
## À quoi ça sert?

Le killer est une fonction que l'on rencontre sur des mélangeurs de discothèque. Il sert à éliminer une ou plusieurs bandes de fréquence afin de changer temporairement le timbre d'un son, par exemple supprimer des basses au rythme, ou pas, de la musique.

## Comment ça marche?

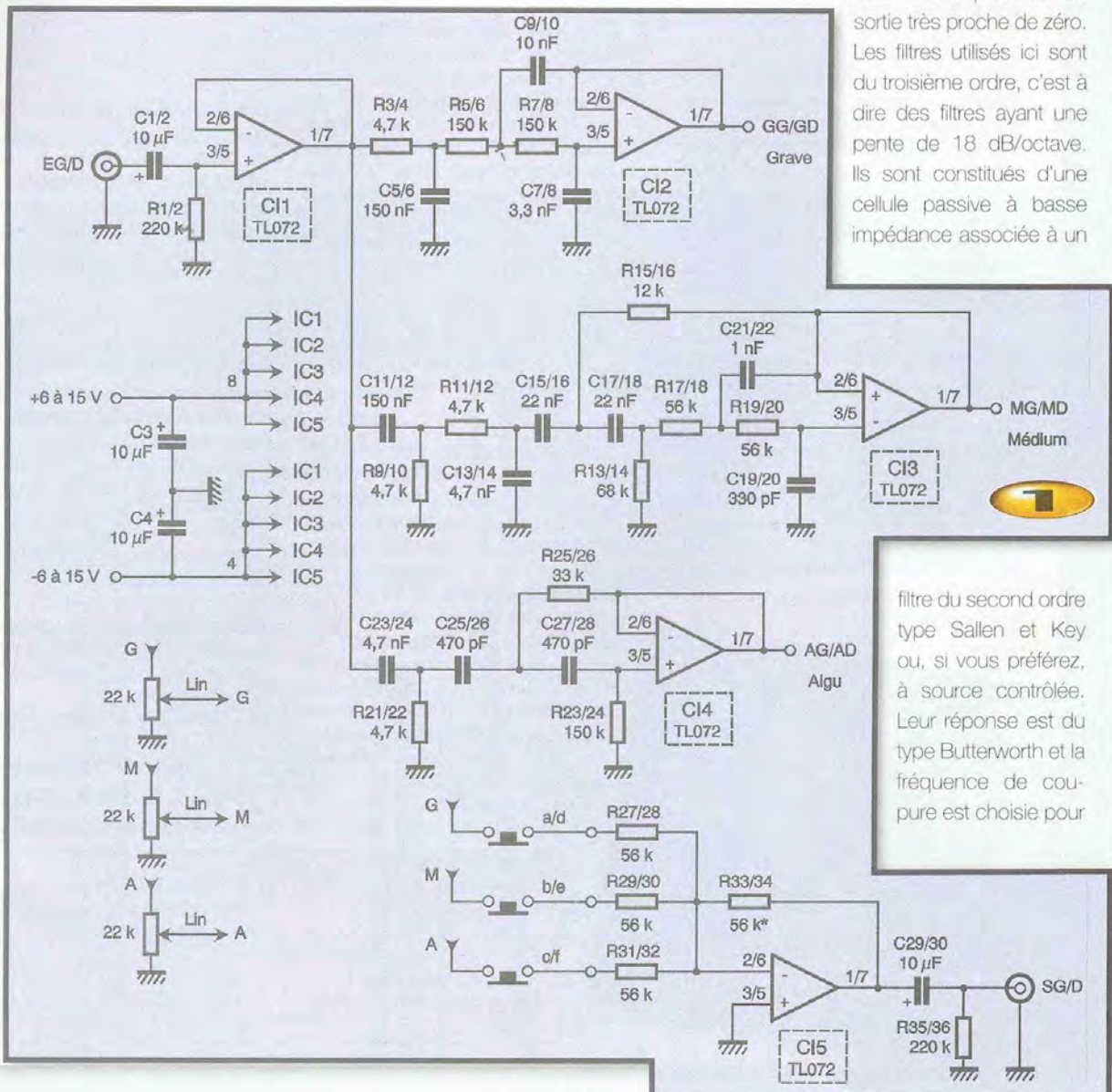
Le "killer", ou l'exterminateur, est constitué de trois filtres : un passe-bas, un passe-médium et un passe-

haut dont les sorties sont additionnées. Lorsqu'elles le sont, toutes les fréquences passent. Pour couper une bande de fréquence, il suffit de ne plus additionner le signal d'une bande... Le montage est stéréophonique, nous avons donc représenté une seule fois le montage. A quelques exceptions près, les composants pairs sont affectés au canal

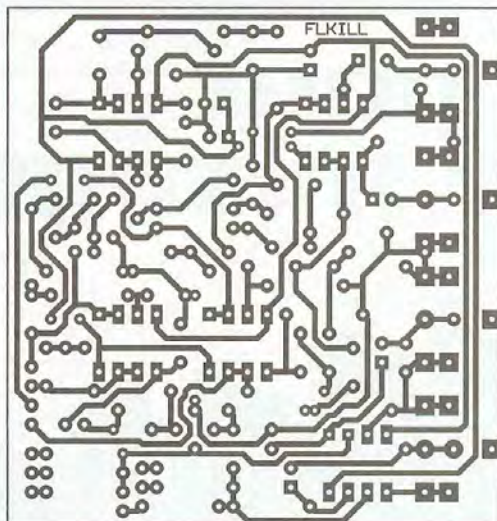


de droite et les impairs à celui de gauche. On entre sur un étage adaptateur d'impédance à contre-réaction totale. Il permet aux filtres de

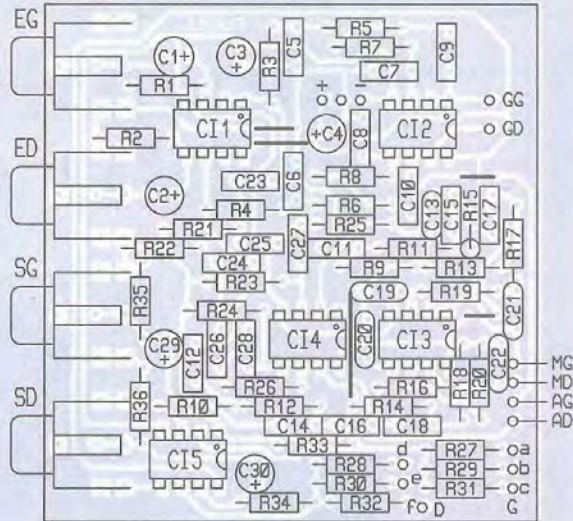
"voir" une impédance de sortie très proche de zéro. Les filtres utilisés ici sont du troisième ordre, c'est à dire des filtres ayant une pente de 18 dB/octave. Ils sont constitués d'une cellule passive à basse impédance associée à un



filtre du second ordre type Sallen et Key ou, si vous préférez, à source contrôlée. Leur réponse est du type Butterworth et la fréquence de coupure est choisie pour



2



3

que la sommation soit relativement linéaire en fréquence.

Les fréquences de recouvrement choisies sont d'environ 220 Hz pour le grave et de 6 kHz pour l'aigu.

Le filtre de médium a été conçu de façon économique, on commence avec un passe-haut passif suivi d'un passe-bas du même style, les fréquences de coupure sont assez loin pour permettre ce type de configuration.

Nous avons ensuite les éléments résistifs et capacitifs du filtre du second ordre, ils se partagent les services d'un amplificateur unique. Les signaux vont ensuite dans un mélangeur à trois entrées, une pour chaque bande de fréquence.

Le système peut être utilisé de plusieurs façons, chaque sortie peut être associée à un double potentiomètre qui permettra de jouer les correcteurs de timbre.

Un potentiomètre linéaire permet une remontée de 6 dB et une atténuation quasi-complète hors bande. Dans ce cas, on remplacera la résistance  $R_{33/34}$  de 56 k $\Omega$  par une 120 k $\Omega$ . Pour une utilisation en "kill", on utilise des interrupteurs doubles utilisés en contact de repos.

## Réalisation

Les composants seront installés sur un circuit imprimé et seront relativement rapprochés. N'essayez donc pas de mettre des résistances de 1/2W à la place de 1/4W, ça coince...

Essayez de prendre des résistances de qualité et vérifiez bien les anneaux de couleur, nous avons découvert une résistance de 150 k $\Omega$  qui en mesurait près de 500 ! C'est rare, mais ça suffit à perturber le fonctionnement d'un filtre. Comparez donc à

l'oreille les deux canaux, ils doivent être identiques.

Certains condensateurs sont de type céramique pour des raisons d'encombrement. Leur précision est inférieure à celle des condensateurs à diélectrique plastique MKT, on ne recherche pas ici la linéarité à tout prix ! L'alimentation est symétrique, une tension élevée permet d'avoir une tension de sortie plus importante, une tension de  $\pm 6V$  permet d'obtenir une amplitude suffisante. On peut ici utiliser n'importe quel type de double amplificateur opérationnel pour audio, les niveaux de travail sont importants, des amplis à FET conviennent parfaitement, les modèles dits à faible bruit ne sont pas indispensables...

E. LEMERY

## Nomenclature

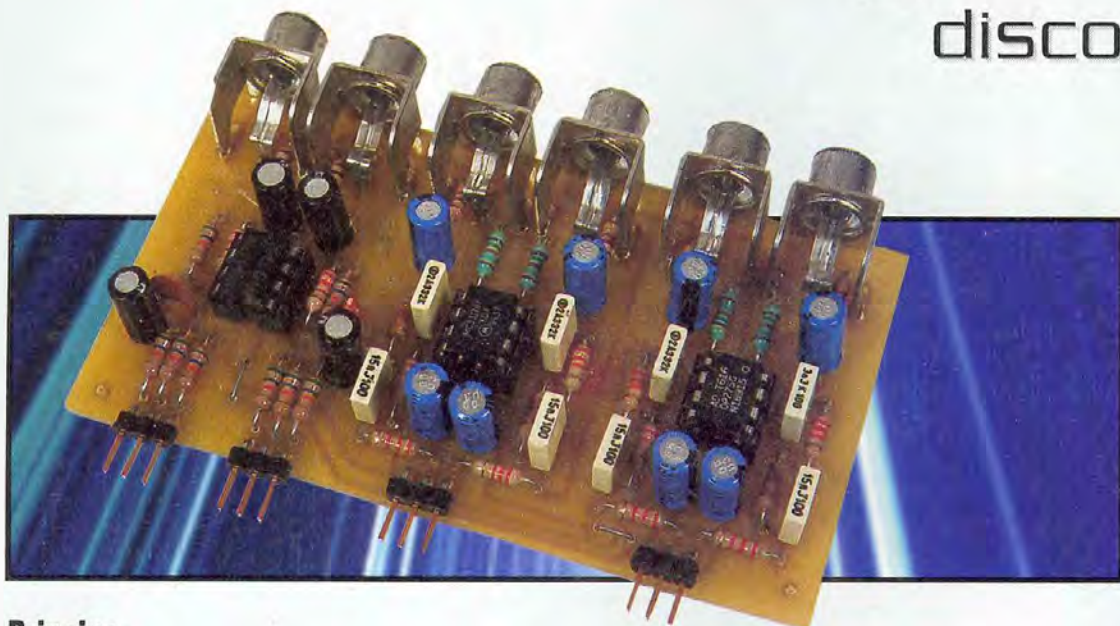
**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>35</sub>, R<sub>36</sub> : 220 k $\Omega$  1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)**  
**R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>9</sub> à R<sub>12</sub>, R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub> : 4,7 k $\Omega$  1/4W 5% (jaune, violet, rouge)**  
**R<sub>5</sub> à R<sub>8</sub>, R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub> : 150 k $\Omega$  (marron, vert, jaune)**  
**R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> : 68 k $\Omega$  1/4W 5% (bleu, gris, orange)**  
**R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub> : 12 k $\Omega$  1/4W 5% (marron, rouge, orange)**  
**R<sub>17</sub> à R<sub>20</sub> : 56 k $\Omega$  1/4W 5% (vert, bleu, orange)**

**R<sub>25</sub>, R<sub>26</sub> : 33 k $\Omega$  1/4W 5% (orange, orange, orange)**  
**R<sub>27</sub> à R<sub>32</sub> : 56 k $\Omega$  1/4W 5% (vert, bleu, orange)**  
**R<sub>33</sub>/R<sub>34</sub> : 56 k $\Omega$  1/4W 5% (vert, bleu, orange) à 330 k $\Omega$  1/4W 5% (orange, orange, jaune) suivant gain désiré**  
**C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub>, C<sub>29</sub>, C<sub>30</sub> : 10  $\mu$ F/16V chimique radial**  
**C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub> : 150 nF MKT 5mm**  
**C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> : 3,3 nF MKT 5mm**

**C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub> : 10 nF MKT 5mm**  
**C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub> : 4,7 nF céramique**  
**C<sub>15</sub> à C<sub>18</sub> : 22 nF MKT 5mm**  
**C<sub>19</sub>, C<sub>20</sub> : 330 pF céramique**  
**C<sub>21</sub>, C<sub>22</sub> : 1 nF céramique**  
**C<sub>23</sub>, C<sub>24</sub> : 4,7 nF MKT 5mm**  
**C<sub>25</sub> à C<sub>28</sub> : 470 pF céramique**  
**CI<sub>1</sub> à CI<sub>5</sub> : circuits intégrés double audio, TL072, RC4558, LF353, etc.**  
**Connecteurs RCA pour circuit imprimé**

# Module pour table de mixage

## disco



Si vous avez envie de fabriquer une table de mixage genre DJ's, vous aurez besoin de préamplificateur phono ainsi que d'un étage de mélange. Le module proposé ici réunit deux préamplificateurs correcteurs pour cellule phonocaptrice analogique et un mélangeur capable de sortir un mixage des signaux d'entrée.

### Principe de fonctionnement

Le préamplificateur pour cellule phonocaptrice est essentiellement non linéaire en fréquence. Imaginez une chaîne Hi-fi dont on mettrait le correcteur de grave au maximum et celui d'aigu au minimum. Le préamplificateur phono RIAA a une courbe de réponse identique : le gain est environ 100 fois plus important à 20 Hz qu'à 20 kHz, soit 40dB de différence ou, si vous préférez,  $\pm 20\text{dB}$  par rapport au niveau à 1 kHz.

Nous avons prévu ici une carte à deux entrées phono stéréo, ce qui nous fait quatre correcteurs.

Le signal issu de la tête de lecture entre sur un connecteur Phono et arrive sur l'entrée non-inverseuse d'un amplificateur opérationnel. Comme ces circuits présentent une haute impédance et qu'une tête de lecture a besoin de "voir"  $47000\ \Omega$ , nous avons installé une résistance discrète de cette valeur. La liaison est directe, nous avons donc placé au niveau du circuit de contre-réaction un condensateur qui permet d'obtenir une contre-réaction totale en courant continu et, par conséquent, de

bénéficier d'un gain unité pour une éventuelle composante. Par contre, le gain sera nettement plus important pour les composantes alternatives (environ 500 à 20 Hz et 50 à 1 kHz).

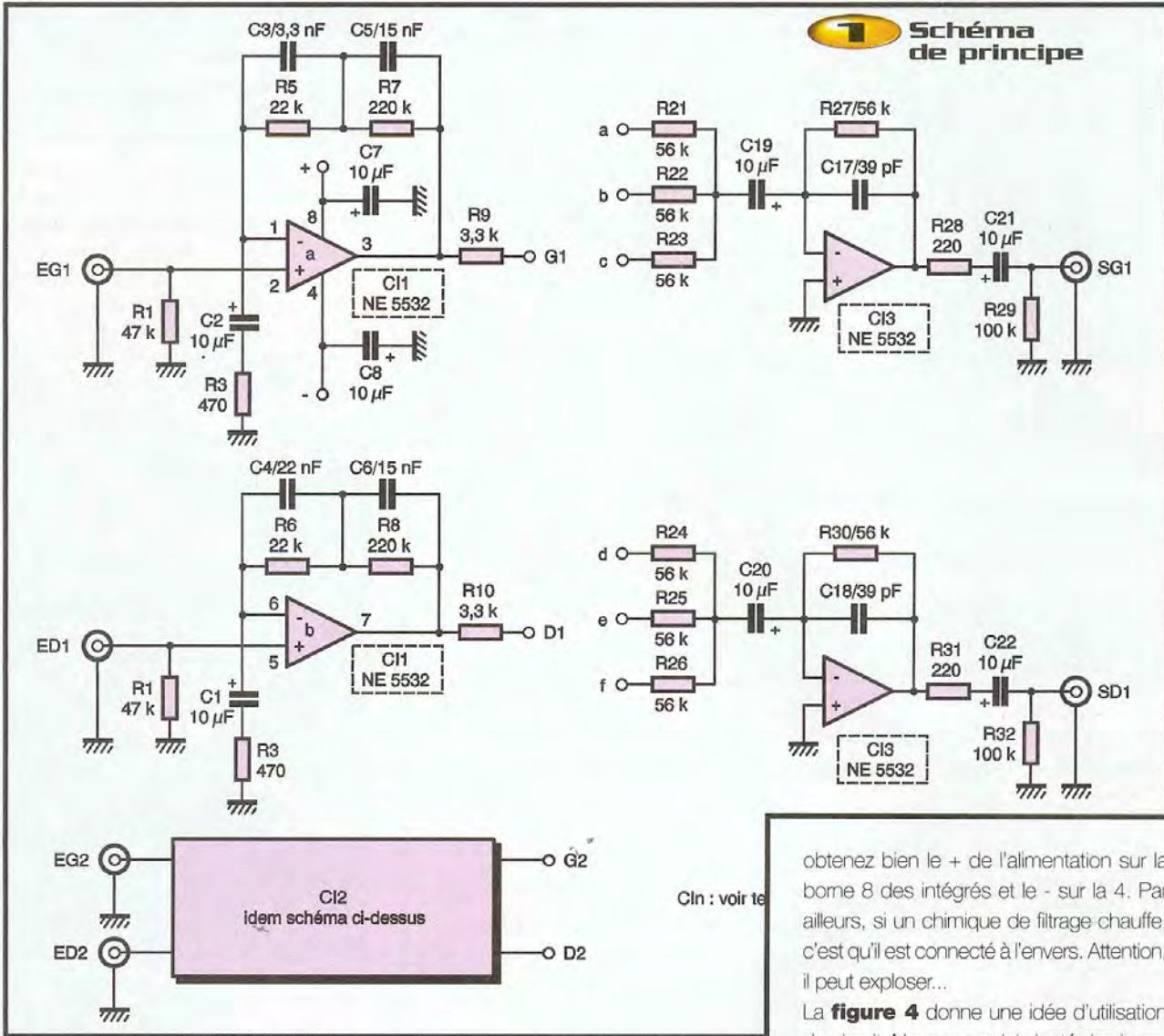
Les condensateurs  $C_3$  et  $C_5$  et les résistances  $R_5$  et  $R_7$  déterminent la forme de la courbe de réponse en fréquence. Nous avons ici des valeurs plutôt faciles à trouver et qui permettent d'obtenir un très bon respect de la courbe RIAA normalisée. En sortie de chaque préampli, nous avons installé une résistance de  $3300\ \Omega$ , elle permet de shunter la sortie de chaque circuit afin d'assurer une éventuelle fonction "cut" par un simple bouton poussoir double et relié à la masse. Avec cette résistance, on ne surcharge pas la sortie de l'ampli opérationnel.

Nous avons reproduit sur le schéma de principe un seul circuit stéréo, le second est identique, exception faite des références des composants (**figure 1**).

La seconde partie est un mélangeur à trois entrées, chaque résistance sera reliée à une source, généralement le curseur d'un potentiomètre. Si vous désirez augmenter le nombre des

entrées, vous pourrez relier des sources aux points BG et BD, c'est à dire Bus Gauche et Bus Droit à travers une résistance de  $56\ \text{k}\Omega$ . Pratiquement, on peut mettre une infinité de voies. C'est la technique utilisée sur les grosses consoles de sonorisation. Le gain de l'étage est de 1, autrement dit le signal de sortie a la même amplitude que celui d'entrée. Une résistance série évite une détérioration de l'amplificateur opérationnel si la sortie est court-circuitée. Les condensateurs de  $10\ \mu\text{F}$  interdisent tout passage d'une tension continue. Les résistances  $R_{29}$  et  $R_{33}$  chargent les condensateurs de sortie, une petite précaution qui évite des bruits dans le circuit de sonorisation si on laisse un potentiomètre ouvert par mégarde et que l'on branche le mélangeur. La tension d'alimentation sera symétrique, on a besoin ici d'une tension de  $\pm 6$  à  $\pm 15\text{V}$ . Les circuits intégrés supportent cette plage de tension. Si vous désirez sortir un niveau important, vous aurez besoin d'une tension d'alimentation plus élevée. Si la tension de sortie dont vous disposez avec les valeurs du schéma ne vous convient pas, vous gagnerez 6dB chaque fois que vous doublerez

**1** Schéma de principe



obtenez bien le + de l'alimentation sur la borne 8 des intégrés et le - sur la 4. Par ailleurs, si un chimique de filtrage chauffe, c'est qu'il est connecté à l'envers. Attention, il peut exploser...

La **figure 4** donne une idée d'utilisation du circuit. Nous avons ici ajouté des inverseurs doubles pour disposer d'une commutation de sources de niveau ligne ou phono tandis que deux potentiomètres (10 ou 22 kΩ log) ajusteront les niveaux.

**E. LEMERY**

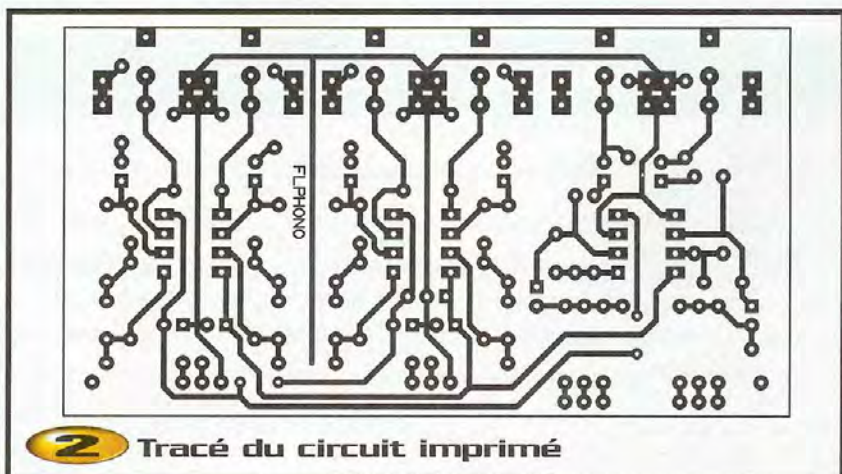
la valeur des résistances  $R_{27}$  et  $R_{30}$ . Nous avons ici prévu un mélangeur à gain unité.

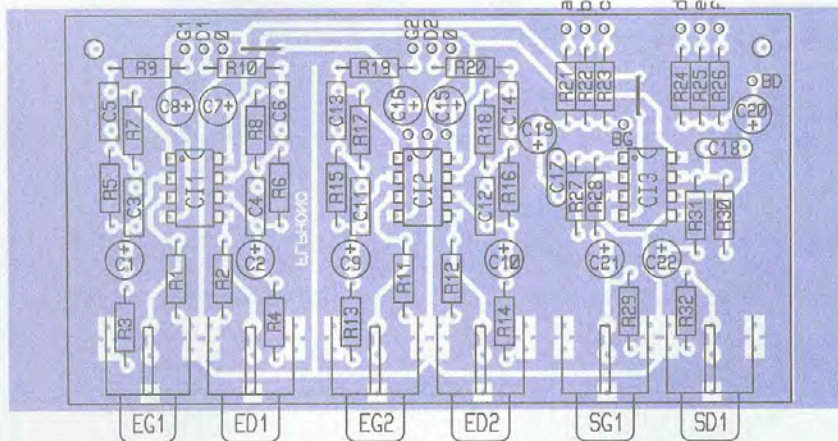
**Réalisation (figures 2 et 3)**

Les composants sont installés sur circuit imprimé. Une double implantation a été prévue pour les connecteurs d'entrée, il en existe en fait plusieurs modèles. Les trous seront taillés en utilisant une fraise cylindrique fine installée sur une mini perceuse: les pattes de ces connecteurs sont fines et allongées. Cette opération est assez délicate : ces fraises ont tendance à aller de travers !

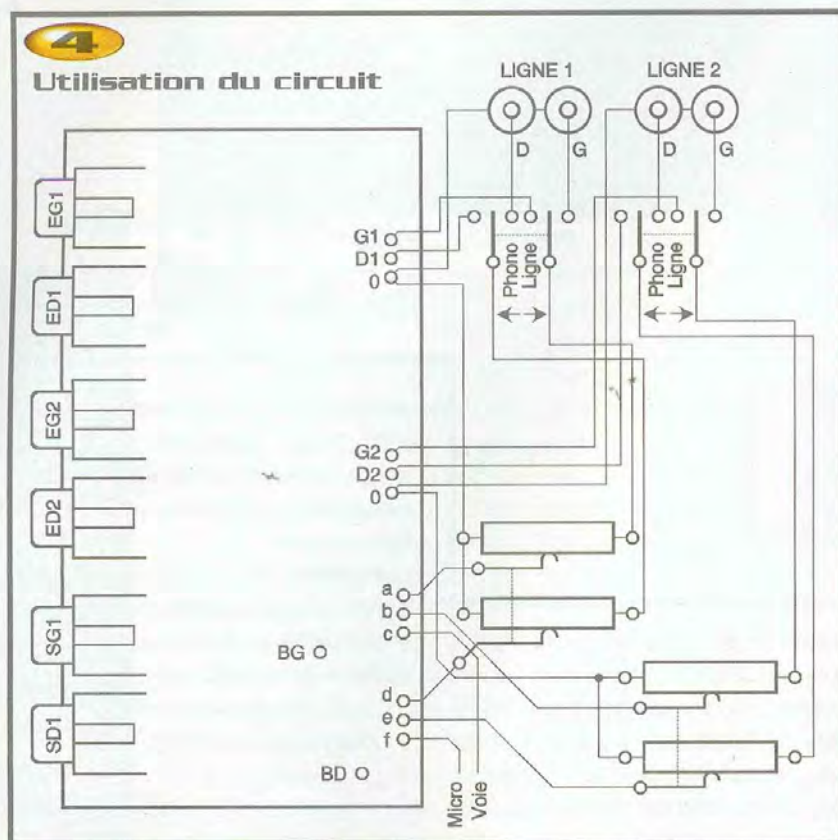
On commencera par les composants les moins épais, c'est à dire les deux cavaliers et les résistances. On installera les supports des circuits intégrés (ils ne sont pas indispensables). Ils permettent de changer éventuellement de circuit, si vous êtes

audiophile, vous pourrez vous amuser à quelques études comparatives sur les mérites respectifs des diverses technologies. Une fois les condensateurs en place, nous vous conseillons d'appliquer la tension d'alimentation pour vérifier que vous





**3** Implantation des éléments

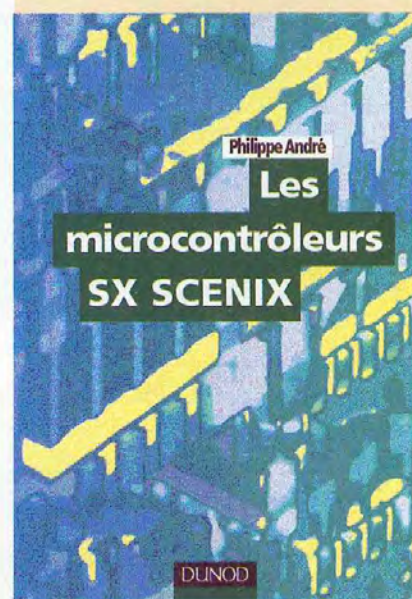


**Nomenclature**

- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> : 47 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, orange)
  - R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> : 470 Ω 1/4W 5% (jaune, violet, marron)
  - R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub> : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
  - R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub> : 220 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)
  - R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub> : 3,3 kΩ 1/4W 5% (orange, orange, rouge)
  - R<sub>21</sub> à R<sub>27</sub>, R<sub>30</sub> : 56 kΩ 1/4W 5% (vert, bleu, orange)
  - R<sub>28</sub>, R<sub>31</sub> : 220 Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, marron)
  - R<sub>29</sub>, R<sub>32</sub> : 100 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, jaune)
  - C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>7</sub> à C<sub>10</sub>, C<sub>15</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>19</sub> à C<sub>22</sub> : 10 µF/16V chimique radial
  - C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>11</sub>, C<sub>12</sub> : 3,3 nF MKT 5mm
  - C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>13</sub>, C<sub>14</sub> : 15 nF MKT 5mm
  - C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> : 39 pF céramique
  - CI<sub>1</sub> à CI<sub>3</sub> : double ampli audio : NE5532, RC2068, OP27, OP275, OPA2604, etc.
- Connecteurs Phono (RCA) pour circuit imprimé

**Les Micro-contrôleurs SX Scenix**

Cet ouvrage se propose de décrire dans le détail, dans le même esprit que les ouvrages de Christian Tavernier sur les microcontrôleurs PIC, la famille des microcontrôleurs SX Scenix.



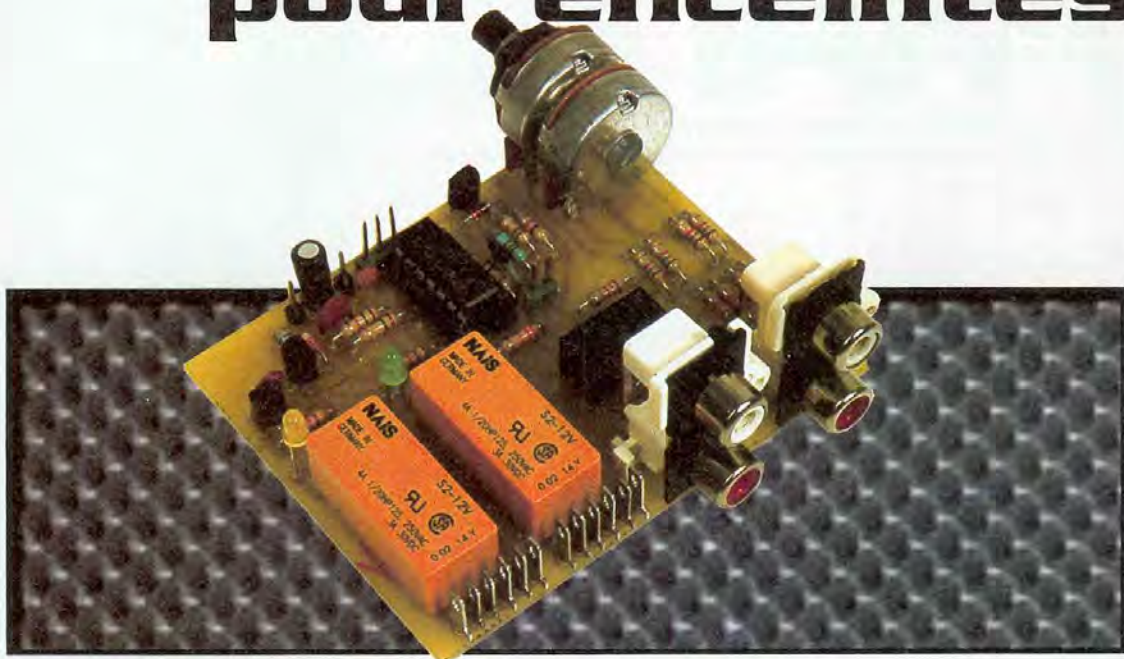
Ceux-ci, pour un prix moindre, affichent des performances supérieures à ces derniers (nouvelle technologie 0,25 microns). Les utilisateurs des SX y trouveront toutes les informations nécessaires pour les mettre en oeuvre et les programmer. L'ouvrage intègre toutes les déclinaisons du microcontrôleur prévues par le constructeur jusqu'à fin décembre 1999.

Sommaire :

Présentation. Architecture. Le jeu d'instructions. Horloge, Power Down et Reset. Ports d'entrées/sorties. Timers, chien de garde et interruptions. Comparsateur analogique. Compteurs multifonctions. Caractéristiques des composants. Périphériques virtuels. Outils de développement. Annexes.

DUNOD - Philippe ANDRE  
256 pages - 208 FRF

# Dispatching aléatoire pour enceintes



## Fonctionnement (figure 1)

La sélection aléatoire utilise non un générateur de signaux aléatoires mais plus simplement un oscillateur à haute fréquence que l'on commute par un bouton poussoir. Comme le temps de fermeture du bouton poussoir n'est jamais très précis, en tout cas pas au millièmième de seconde si on utilise un oscillateur à 1 MHz, on ne sait pas si on aura un nombre pair ou impair de périodes. Il suffit donc de placer un détecteur de nombre pair ou impair derrière l'oscillateur pour disposer d'une sortie aléatoire. Ce détecteur sera simplement une bascule qui change d'état à chaque transition envoyée sur son entrée. Si on envoie un nombre pair d'impulsions, la bascule restera dans son état initial, si le nombre est impair, il y aura un changement d'état.

Il nous faut une bascule, nous prendrons un CD4013, un circuit classique que vous n'aurez pas à chercher partout.

La section a de  $CI_1$  est montée en oscillateur. Prenons le cas de la bascule avec sa sortie Q à 0. Le transistor  $T_1$  est bloqué. L'entrée R reçoit un

zéro qui ne sert à rien. Le condensateur  $C_1$  se charge par  $R_1$ , ce qui met l'entrée de commande S à 1. Cette commande passe la sortie Q à 1. La résistance  $R_3$  va alors envoyer un 1 sur l'entrée de remise à zéro et comme il faut un certain temps compte tenu des capacités parasites de l'entrée, le transistor  $T_1$  a le temps de décharger le condensateur  $C_1$  via la diode  $D_1$ . Une fois l'entrée R à 1, la sortie Q repasse à zéro et le cycle continue.

La mise en route se fait en alimentant le collecteur du transistor  $T_1$  par un bouton poussoir, la résistance  $R_5$  évite de laisser en l'air l'entrée de commande, pendant l'écoute, le montage est en régime statique et aucun parasite ne peut être transmis à l'amplificateur.

La bascule b du circuit intégré est montée en diviseur par 2, l'entrée Données D reçoit la tension de sortie inversée. Le condensateur  $C_2$  applique une tension positive à l'entrée de positionnement de la bascule lors de la mise sous tension. On aura donc toujours le même état à l'allumage, histoire d'avoir une référence...

Deux boutons poussoirs reliés aux

entrées de mise à 1 ou à 0, S et R permettent de choisir l'état de la bascule et donc de sélectionner directement l'une des deux enceintes.

Les deux sorties de la bascule sont reliées chacune à un transistor par un circuit un peu particulier. Ce circuit a pour objet de couper les deux enceintes pendant le processus de sélection. Les condensateurs  $C_4$  et  $C_5$  filtrent la tension de sortie de la bascule pendant la période d'oscillation, comme le rapport cyclique est de 50%, la tension moyenne est de la moitié de la tension d'alimentation. Les diodes zéner vont donc empêcher les transistors de conduire. Dès que l'oscillateur aura choisi une sortie et que l'on sera passé en régime statique, le transistor correspondant se mettra à conduire.

Chaque transistor commande un relais. On aurait pu simplifier le montage avec un simple inverseur, il n'aurait pas permis de couper les deux enceintes pendant le comptage... En outre, lorsqu'une enceinte n'est pas en service, elle sera court-circuitée pour ne pas influencer l'autre.

Chaque bobinage est associé à une diode électroluminescente qui per-

Un dispatching est un sélecteur d'enceintes. Celui que nous proposons ici se destine au test des qualités relatives de deux enceintes mais avec une particularité : une sélection aléatoire de l'enceinte. Vous pourrez donc comparer deux enceintes en aveugle et ne découvrir qu'à la fin celles qui sont en service.

met, si vous le désirez, de lever le doute sur l'enceinte écoutée. Une diode protège le transistor de sortie contre les surtensions.

Un second relais est là, il est utilisé pour modifier le niveau relatif des deux sorties. Associé à un atténuateur passif, il permet, par l'équilibrage des niveaux, de compenser les modifications de la perception de l'oreille, une enceinte douée d'un meilleur rendement paraissant souvent meilleure. La valeur des composants permet un ajustement d'environ 6 dB, ce qui est suf-

fisant. Ici, nous n'avons utilisé qu'un seul relais à double inverseur, dans une position il donne une valeur d'atténuation et dans l'autre position l'autre valeur.

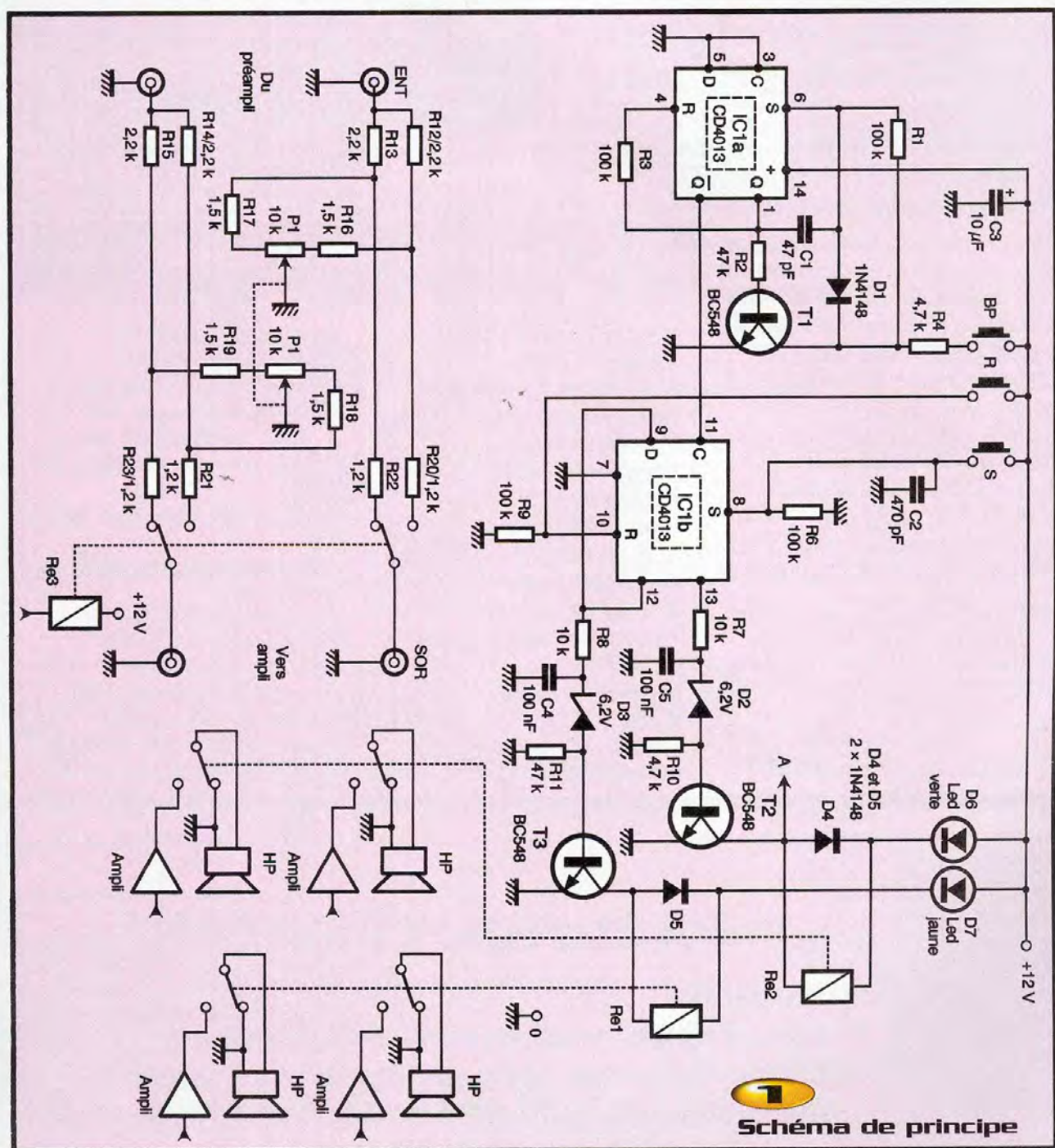
## Réalisation

Le montage proposé utilise des relais NAIS type S2, des relais capables de travailler sur une large plage de tensions et de courant grâce à des contacts à couches multiples adaptées chacune à un type de commutation. Ce type de relais fait référence chez

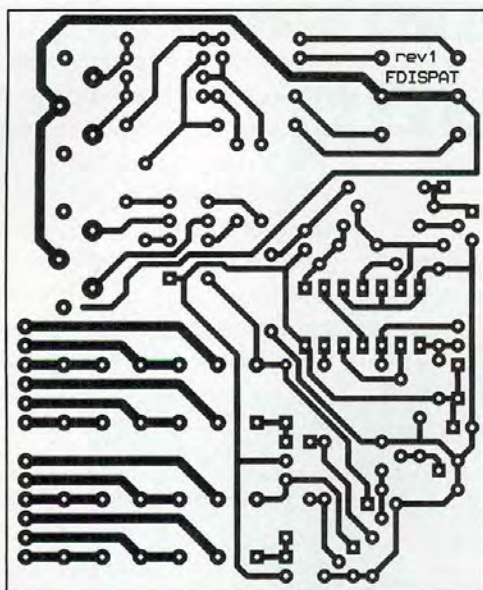
les audiophiles...

Le relais inverseur a la même origine, il s'agit d'un relais de télécommunication TX2. Ces deux relais sont de type monostable polarisé, ils comportent un aimant interne et imposent le respect du sens d'alimentation. Une inversion de l'alimentation de la bobine entraîne l'absence de collage de l'armature du relais.

Le montage ne pose pas de problème particulier, à la mise sous tension, le relais RE<sub>1</sub> colle et la diode électroluminescente D<sub>6</sub> s'allume.



**1** Schéma de principe

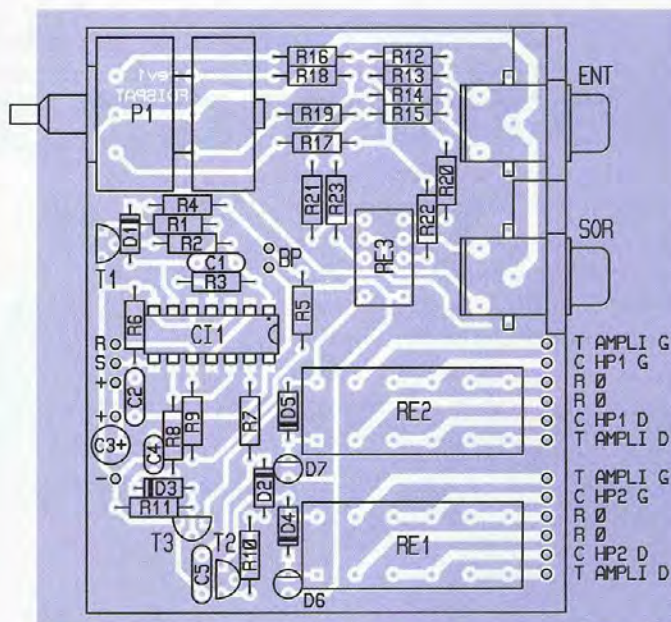


## 2 Tracé du circuit imprimé

Les boutons poussoirs de commande pourront être installés à distance pour une télécommande, comme ils demandent une tension positive, un câble à 4 conducteurs ou 3 + masse pourra être utilisé, la tresse de masse étant reliée au plus 12V et assurant le blindage de la liaison.

Attention, le brochage de certaines prises Phono doubles n'est pas identique à celui du circuit imprimé, la connexion de masse et celle du canal droit sont inversées. Dans ce cas, on coupera les pistes aboutissant aux pastilles et on assurera la liaison par fils... Rassurez-vous, nous nous sommes fait piéger sur notre prototype !

E. LEMERY

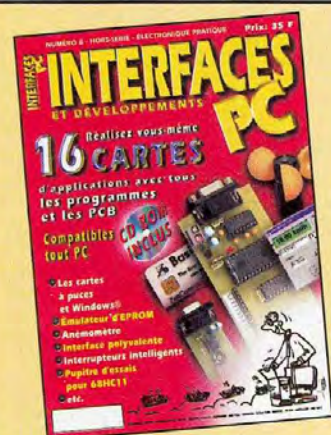


## 3 Implantation des éléments

### Nomenclature

**R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>6</sub>, R<sub>9</sub> :** 100 kΩ 1/4W 5%  
(marron, noir, jaune)  
**R<sub>2</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> :** 47 kΩ 1/4W 5%  
(jaune, violet, orange)  
**R<sub>4</sub> :** 4,7 kΩ 1/4W 5%  
(jaune, violet, rouge)  
**R<sub>5</sub> :** 33 kΩ 1/4W 5%  
(orange, orange, orange)  
**R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> :** 10 kΩ 1/4W 5%  
(marron, noir, orange)  
**R<sub>12</sub> à R<sub>15</sub> :** 2,2 kΩ 1/4W 5%  
(rouge, rouge, rouge)  
**R<sub>16</sub> à R<sub>19</sub> :** 1,5 kΩ  
(marron, vert, rouge)  
**R<sub>20</sub> à R<sub>23</sub> :** 1,2 kΩ  
(marron, rouge, rouge)

**C<sub>1</sub> :** 47 pF céramique [470]  
**C<sub>2</sub> :** 470 pF céramique [471]  
**C<sub>3</sub> :** 10 µF chimique radial 16 V  
**C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> :** 100 nF céramique [104]  
**D<sub>1</sub>, D<sub>4</sub>, D<sub>5</sub> :** diodes silicium 1N4148  
**T<sub>1</sub> à T<sub>3</sub> :** transistors NPN BC238, 548, etc.  
**D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> :** diodes zéner BZX85 C6V2 ou 6V8  
**D<sub>6</sub>, D<sub>7</sub> :** diodes électroluminescentes verte et jaune  
**CI<sub>1</sub> :** circuit intégré CD4013  
**RE<sub>1</sub>, RE<sub>2</sub> :** relais NAIS S2-12V  
**RE<sub>3</sub> :** relais NAIS TX2-12V  
**P<sub>1</sub> :** potentiomètre double, 25 mm, Radiohm, 2 x 10 kΩ linéaire  
Connecteurs Phono (RCA) doubles



## INTERFACES PC N°8 PARUTION LE 6 MARS

**AU SOMMAIRE : Les cartes à puces et Windows®**  
**16 cartes à réaliser soi-même dont :** • Émulateur d'EPROM • Anémomètre • Interface polyvalente Interrupteurs intelligents  
• Pupitre d'essais pour 68HC11 • etc. (CD-ROM inclus)  
**En vente chez votre marchand de journaux : 35 F**



# L'audio facile avec les modules TELECONTROLLI



Si vous êtes un fidèle lecteur de notre revue, vous connaissez certainement les modules HF TELECONTROLLI que nous avons présentés récemment. Ces modules, similaires aux modules AUREL ou MIPOT, permettent en effet de réaliser de la transmission de données numériques par liaison radio. L'activité de la firme italienne TELECONTROLLI ne se limite pas au domaine des hautes fréquences et dispose aussi à son catalogue de nombreux modules BF dont certains sont importés et distribués en France.

Nous vous proposons de les découvrir ensemble avec, pour chacun d'eux, un exemple de réalisation complet prêt à mettre en œuvre. Vous allez donc pouvoir réaliser successivement :

- un amplificateur stéréo pour casque,
- un préamplificateur avec correcteur de tonalité complet (graves, médium, aigus),
- un vumètre à échelle de LED gradué en dB.

Mais, parce qu'il faut bien que tout ce petit monde se nourrisse, c'est par un module beaucoup plus banal que nous allons commencer ces descrip-

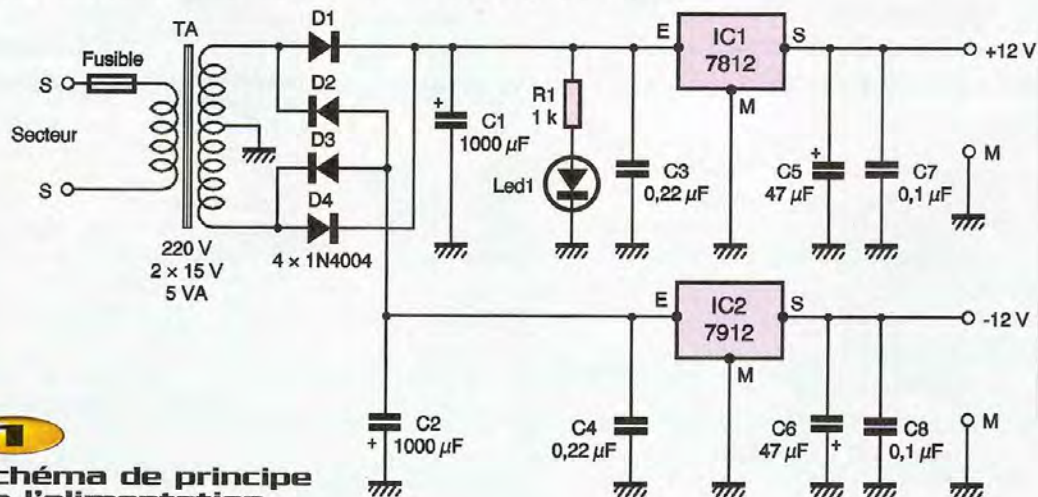
tions avec...

## L'alimentation (figure 1)

Tous les modules BF TELECONTROLLI ont en commun de fonctionner avec une alimentation symétrique de  $\pm 12V$  de valeur typique. Nous vous proposons donc de commencer par réaliser un tel sous-ensemble pour le cas où vous souhaiteriez utiliser les modules que nous allons décrire ensuite de façon autonome. Par contre, si vous comptez les intégrer à un ensemble audio plus important, disposant déjà d'une telle ali-

mentation, vous pouvez directement passer à la description de l'amplificateur stéréo pour casque.

Le schéma de notre alimentation n'a rien d'original, mais on voit mal aujourd'hui comment il pourrait en être autrement. Un transformateur 2x15V à point milieu permet de disposer de deux tensions symétriques par rapport à la masse, dont la valeur avant régulation varie de 16 à 25V selon la consommation des éléments raccordés à l'alimentation. Ces tensions sont soigneusement filtrées par C<sub>1</sub> et



**Schéma de principe de l'alimentation**

C<sub>2</sub> avant d'être appliquées chacune à un régulateur intégré trois pattes de polarité adéquate : positive pour IC<sub>1</sub> et négative pour IC<sub>2</sub>. On dispose donc en sortie de chacun d'eux d'une tension parfaitement stabilisée et filtrée de ±12V. Compte tenu du transformateur choisi, le débit peut atteindre 180mA par alimentation ce qui est suffisant pour tous les modules décrits en configuration stéréo.

## Réalisation de l'alimentation

Le circuit imprimé que nous avons dessiné est publié **figure 2** et ne présente aucune difficulté de tracé. Pas de difficulté non plus à prévoir au niveau de l'approvisionnement des composants qui sont tous de grands classiques.

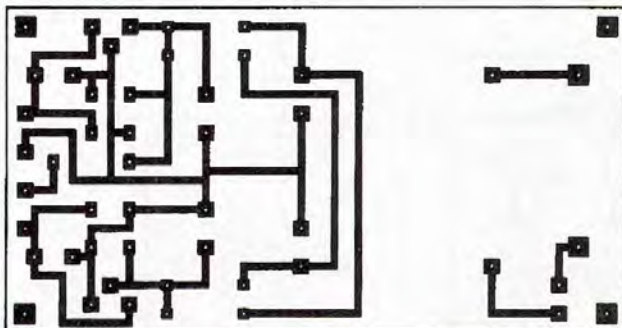
La réalisation est à faire en suivant les indications de la **figure 3**. Tous les composants, transformateur et porte fusible compris, prennent place sur le circuit imprimé. Ils seront implantés dans l'ordre classique : composants passifs puis composants actifs en veillant à bien respecter le sens des composants polarisés que sont les condensateurs chimiques, les diodes et les circuits intégrés.

Même pour un usage faisant appel au courant maximum permis, les régulateurs n'ont en principe pas besoin de radiateur. Si toutefois vous désirez en utiliser un, par mesure de sécurité, notez que celui de IC<sub>1</sub> peut être en contact avec la masse car la languette métallique de son boîtier y est reliée. Par contre, celui de IC<sub>2</sub> doit impérativement être isolé de la masse puisque la languette métallique de son boîtier est reliée à la tension négative d'entrée.

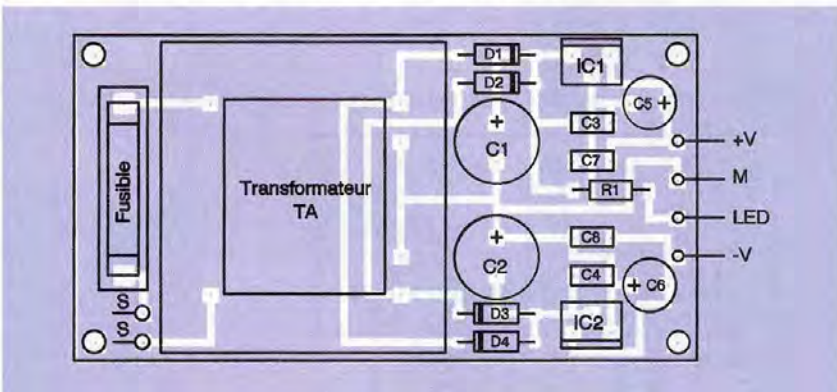
Le fonctionnement est évidemment immédiat si aucune erreur de câblage n'a été commise et peut être vérifié sur table avec n'importe quel voltmètre.

## Amplificateur stéréo pour casque

Même si tous les amplificateurs haute fidélité actuels disposent d'une sortie casque, celle-ci est peut satisfaisante au plan acoustique. Elle est en effet toujours placée après les amplificateurs de puissance et fait appel à un diviseur de tension à résistances. Comme le casque nécessite un



### 2 Tracé du circuit imprimé...

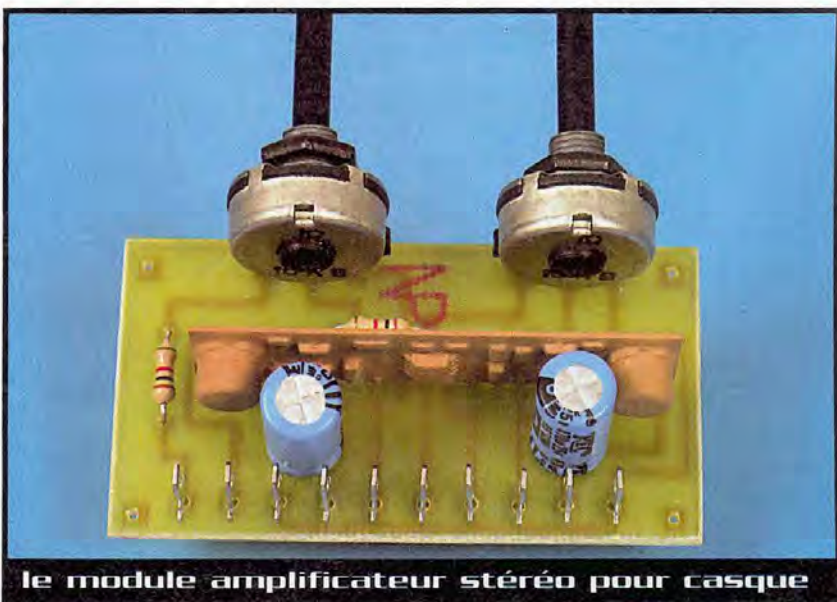


### 3 ...et implantation des éléments de l'alimentation

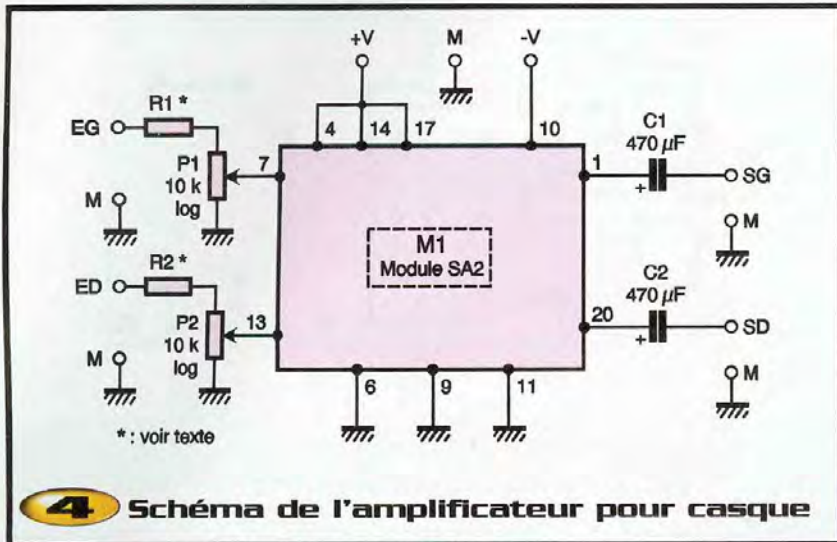
très bas niveau sonore comparativement à des enceintes, cela conduit à faire fonctionner les étages de puissance à très faible puissance c'est à dire, contrairement à ce que l'on croit, avec un taux de distorsion important. En effet, quasiment tous les amplificateurs de puissance du commerce travaillent aujourd'hui en classe AB, dont la particularité est de voir sa distorsion remonter vers les plus faibles puissances ! Si, bien

sûr, vous êtes un audiophile équipé d'un amplificateur en pure classe A, vous n'êtes pas concerné...

Le montage que nous vous proposons de réaliser est extrêmement simple comme le montre la **figure 4**. Un seul module TELECONTROLLI, référence SA2, y est utilisé pour constituer un amplificateur de casque stéréo. Il est précédé de deux potentiomètres de volume P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> et de

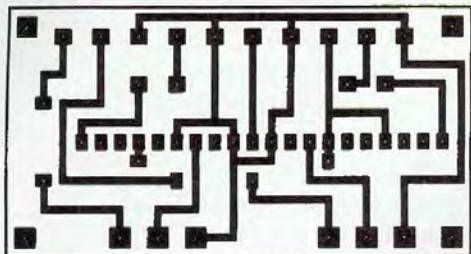


le module amplificateur stéréo pour casque

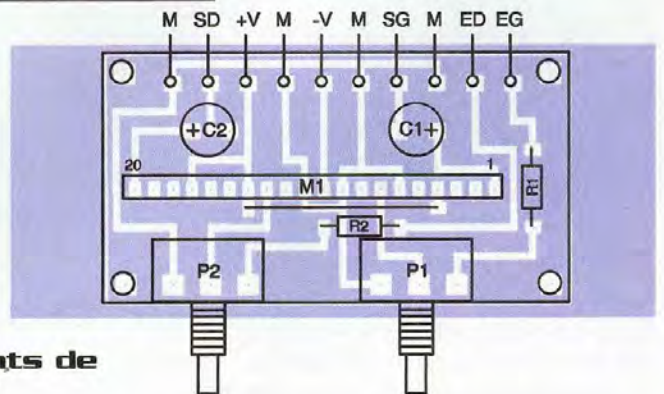


- sensibilité d'entrée : 125mV efficaces pour la puissance de sortie maximum,
- consommation au repos : 8mA sur chaque alimentation,
- consommation à pleine puissance : 72mA sur chaque alimentation.

Précisons à ce sujet que ces caractéristiques ont été réellement relevées par nos soins sur notre maquette car, si TELECONTROLLI fabrique de bons modules, on ne peut pas en dire autant de sa documentation tout bonnement indigente au plan des caractéristiques qui y sont indiquées ; et l'importateur en France de la marque n'y est pour rien car il fournit les documents d'origine !



**5** Tracé du circuit imprimé et



**6** ...implantation des composants de l'amplificateur pour casque

deux résistances d'atténuation facultatives  $R_1$  et  $R_2$  pour le cas où vous voudriez le connecter en sortie d'un étage délivrant des niveaux BF très importants. Deux condensateurs se chargent d'isoler le casque de toute tension continue de sortie éventuelle et c'est tout ! Malgré ce dépouillement, les performances

que nous avons relevées sur ce module sont parfaitement correctes puisque nous avons mesuré :

- puissance de sortie efficace maximum à 1% de distorsion : 120mW sur  $32 \Omega$  à 1 kHz, les deux canaux en service,
- bande passante à puissance maximum : 40 Hz à 16 kHz à mieux que  $\pm 1$  dB,

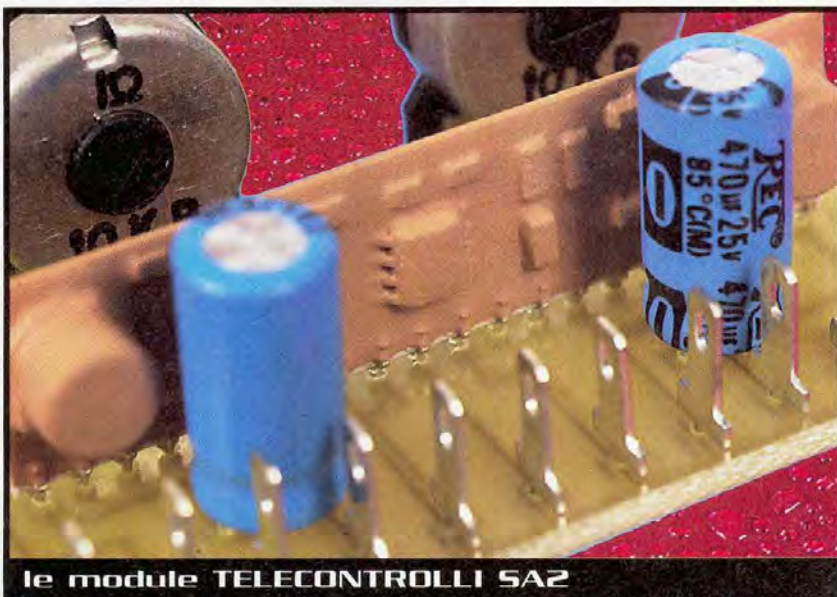
## Réalisation de l'ampli pour casque

Avec un schéma aussi simple, le circuit imprimé ne pouvait être de réalisation difficile comme le montre la **figure 5**. Pour ce qui est de l'approvisionnement des composants ; une fois que l'on sait que les modules TELECONTROLLI sont disponibles chez LEXTRONIC, il n'y a aucun problème à prévoir.

L'implantation des composants est à faire en suivant les indications de la **figure 6**. Veillez à bien respecter le sens des chimiques et surtout celui du module qui, au niveau des pattes de connexion, est parfaitement symétrique. Sa face composants doit être du côté des chimiques !

Les résistances  $R_1$  et  $R_2$  seront montées, ou non, selon la sensibilité que vous souhaitez donner à votre module (125mV avec  $R_1$  et  $R_2$  en court-circuit). Cette sensibilité, exprimée à puissance maximum, est donnée par la relation :

$S = 0,125 \cdot ((R/10\ 000) + 1)$  ou bien encore,



le module TELECONTROLLI SA2

$R = 10\,000 \cdot (8 \cdot S - 1)$  avec,  
 S : sensibilité en Volts,  $R = R_1$  ou  $R_2$  en  $\Omega$ .  
 Le fonctionnement est immédiat une fois  
 raccordé à notre alimentation, ou à toute  
 autre alimentation délivrant  $\pm 12V$ , et à une  
 source sonore de qualité délivrant un niveau  
 en rapport avec ce qui a été défini au  
 moyen de  $R_1$  et  $R_2$ .

Faute de documentation technique précise  
 de la part de TELECONTROLI (encore !),  
 nous ne savons pas si ce module est protégé  
 contre les courts-circuits en sortie.  
 Nous avons fait quelques essais en ce  
 sens et le module a survécu mais, en  
 attente de plus ample information, nous  
 vous conseillons tout de même une cer-  
 taine prudence de ce côté-là.

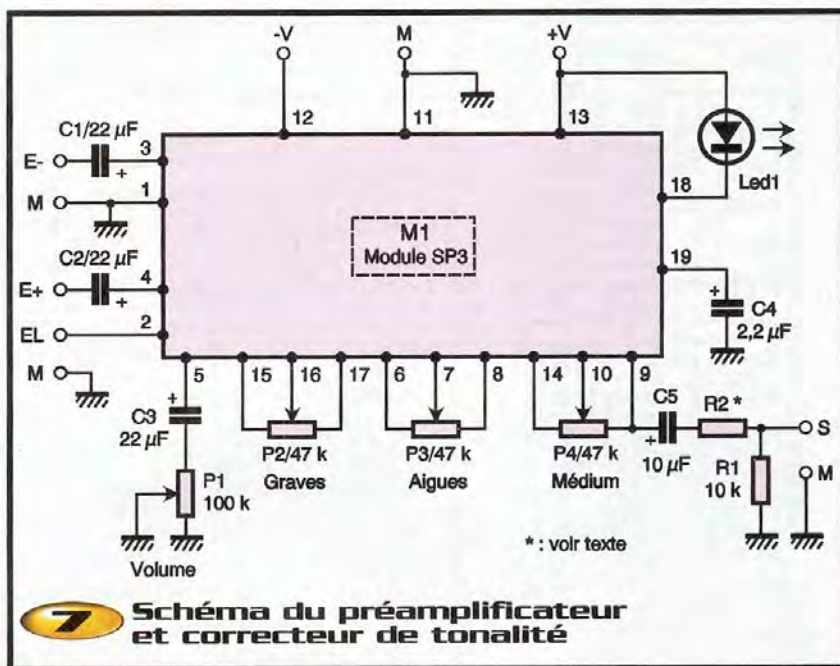
## Préamplificateur avec correcteur de tonalité

C'est un étage un peu plus complexe, de  
 tout amplificateur haute fidélité ou de sono-  
 risation, que nous vous proposons de réa-  
 liser maintenant puisqu'il s'agit d'un préam-  
 plificateur pour ligne ou micro avec réglage  
 de volume et de tonalité. Cet étage est très  
 complet puisque l'entrée micro est prévue  
 pour un modèle symétrique tel ceux utilisés  
 dans les milieux de la sonorisation profes-  
 sionnelle. Quant au correcteur de tonalité,  
 il dispose d'un réglage de médium, ce qui  
 n'est pas si courant.

Grâce à l'intégration du module, baptisé  
 dans ce cas SP3, le schéma de notre réa-  
 lisation est encore très simple comme vous  
 pouvez le constater à l'examen de la  
**figure 7**. Les entrées ligne (EL) et micro  
 (E- et E+) aboutissent directement, ou au  
 travers de condensateurs d'isolement, sur  
 le module auquel sont également reliés les  
 différents potentiomètres de réglage. Notez  
 la présence curieuse d'une LED, plutôt  
 destinée à un usage "sonorisation" de ce  
 module, car elle signale, par son allumage,  
 les niveaux de sortie les plus élevés pou-  
 vant être générés avant toute apparition de  
 distorsion.

Ici aussi, et en raison de l'indigence des  
 documentations TELECONTROLI, nous  
 avons procédé à nos propres relevés de  
 caractéristiques pour mesurer les para-  
 mètres suivants :

- niveau de sortie maximum avant distor-  
 sion mesurable (et allumage de la LED) :  
 3,2V efficaces,

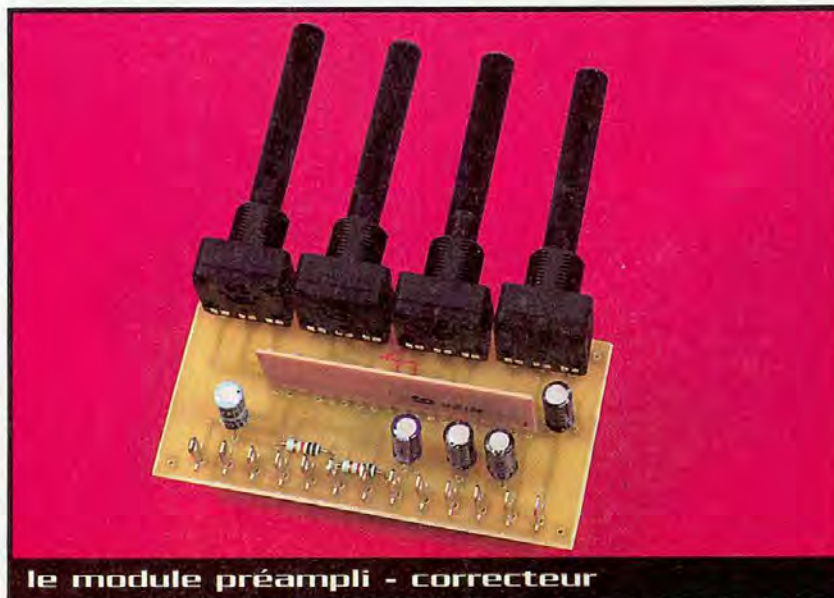


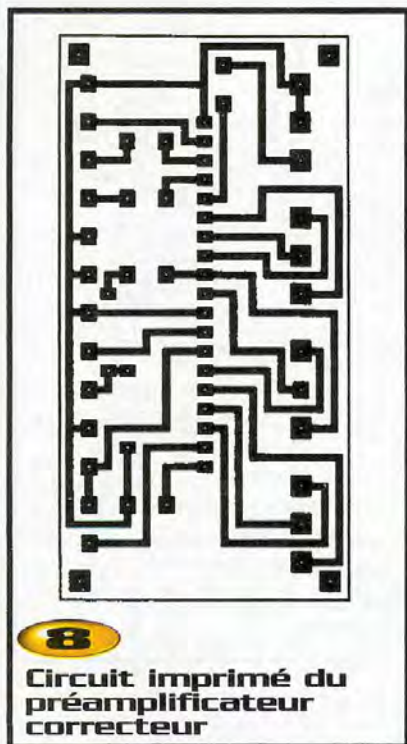
- niveau d'entrée ligne à volume maximum pour 1,4V efficace en sortie : 36mV efficaces,
  - niveau d'entrée micro à volume maximum pour 1,4V efficace en sortie : 16mV efficaces,
  - bande passante pour 1,4V efficace en sortie et tous réglages de tonalité en position centrale : 20 Hz à 60 kHz à mieux que  $\pm 1$  dB,
  - efficacité maximum des réglages de tonalité : au moins  $\pm 15$  dB,
  - consommation au repos sous  $\pm 12V$  : 8mA sur chaque alimentation.
- Comme vous pouvez le constater, ce module est capable de fournir un niveau de

sortie très élevé ce qui lui permettra d'attaquer n'importe quel amplificateur de puissance, même peu sensible, que ce soit dans une application en sonorisation professionnelle ou en haute fidélité.

## Réalisation du préamplificateur correcteur

L'approvisionnement des composants ne présente aucune difficulté particulière mais veillez bien à acheter des potentiomètres à implanter sur circuit imprimé de tailles comparables aux nôtres, faute de quoi vous ne pourriez pas les monter côte à côte aux emplacements prévus.





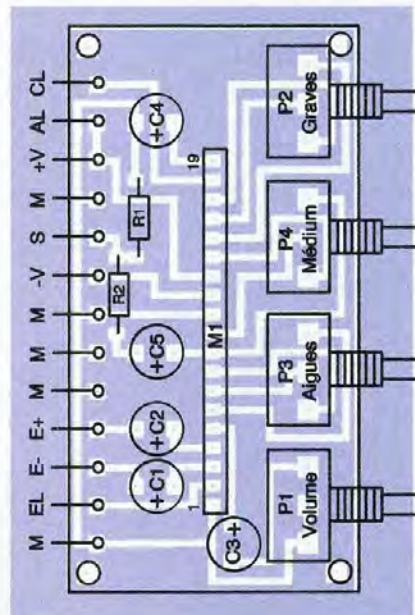
Le dessin du circuit imprimé proposé vous est présenté **figure 8** et le plan d'implantation correspondant **figure 9**. L'implantation directe des potentiomètres sur le circuit imprimé présente évidemment l'avantage de supprimer tout câblage mais conduit à des axes de manœuvre de ces derniers assez proches les uns des autres. Pour le montage, et comme de coutume, vous veillerez à bien respecter le sens des composants polarisés que sont les condensateurs chimiques et le module TELECONTROLLI. Sa face composants est ici orientée vers les potentiomètres. La résistance  $R_2$  est facultative. Sa pré-

sence et sa valeur dépendent de deux paramètres : la sensibilité de l'amplificateur que vous allez placer derrière ce module, d'une part, et le niveau de sortie du micro ou de l'élément que vous allez raccorder à l'entrée ligne, d'autre part. Si elle est remplacée par un court-circuit, on dispose des chiffres que nous vous avons présentés ci-dessus. Si vous utilisez une valeur de  $10\text{ k}\Omega$ , les niveaux de sortie sont approximativement divisés par deux. Nous vous conseillons donc de déterminer cette résistance expérimentalement une fois la mise en place définitive de votre module réalisée au sein de la chaîne d'amplification. Si vous souhaitez déporter les potentiomètres sur une face avant du boîtier par exemple ; c'est tout à fait possible mais il faut alors les relier par des fils blindés au circuit imprimé afin d'éviter toute induction parasite.

Le fonctionnement est évidemment immédiat dès la dernière soudure réalisée et doit vous conduire à obtenir les mêmes performances que sur notre maquette.

## Indicateur de niveau à LED

Ce dernier module (dans le cadre de cet article et non dans la liste des modules BF TELECONTROLLI !) est un vumètre à échelle de LED, un peu dans la lignée des célèbres LM3914 et LM3915 de NATIONAL Semiconductor. Il diffère essentiellement de ces circuits intégrés par le fait qu'il peut commander douze LED avec une alimentation à courant constant, réglable de surcroît, ce qui permet d'ajuster la lumino-

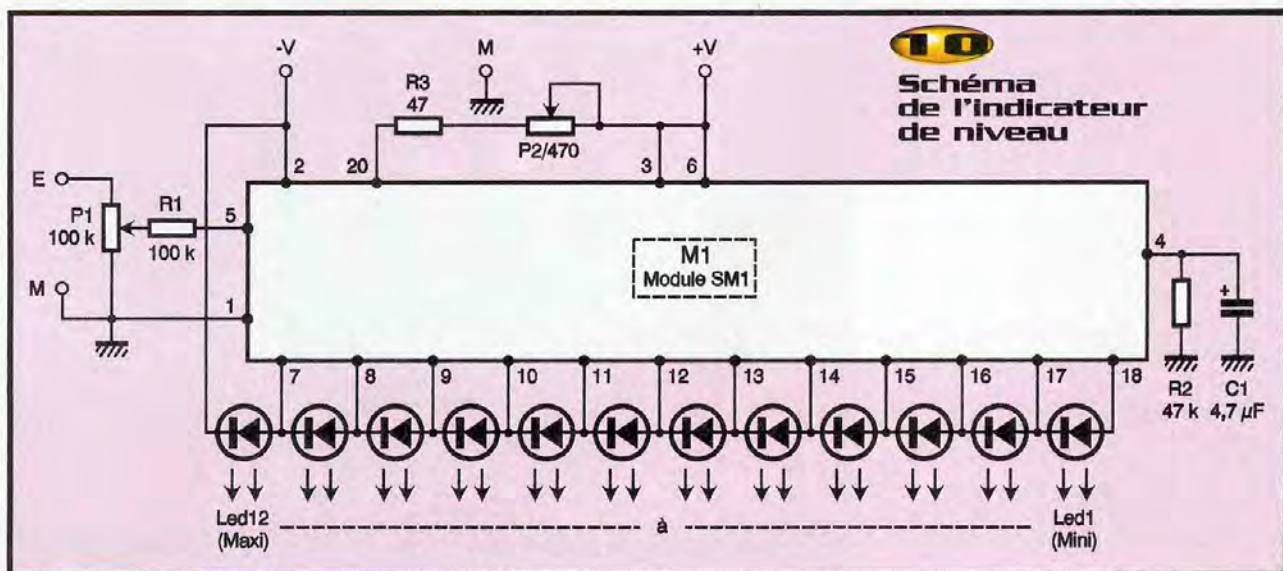


## 9

Implantation des composants du préamplificateur correcteur

sité globale de l'affichage au moyen d'un simple potentiomètre.

Le **figure 10** présente le schéma de mise en œuvre de ce module baptisé SM1. Le signal d'entrée est appliqué à un potentiomètre ajustable  $P_1$ , facultatif, qui ne sert ici qu'à déterminer la sensibilité que vous voudrez donner à votre vumètre. Le potentiomètre ajustable  $P_2$ , quant à lui, permet de régler la luminosité de l'affichage comme indiqué ci-dessus. Le couple  $R_2/C_1$ , enfin, détermine la constante de temps de l'affichage afin d'obtenir le meilleur compromis



entre vitesse de réaction de ce dernier et absence de papillotement des LED aux fréquences les plus basses.

Comme pour les modules précédents, nous avons procédé à nos propres mesures encore que, pour ce module, les indications de TELECONTROLJ aient été un peu plus complètes que pour les précédents. Nous avons obtenu les paramètres suivants :

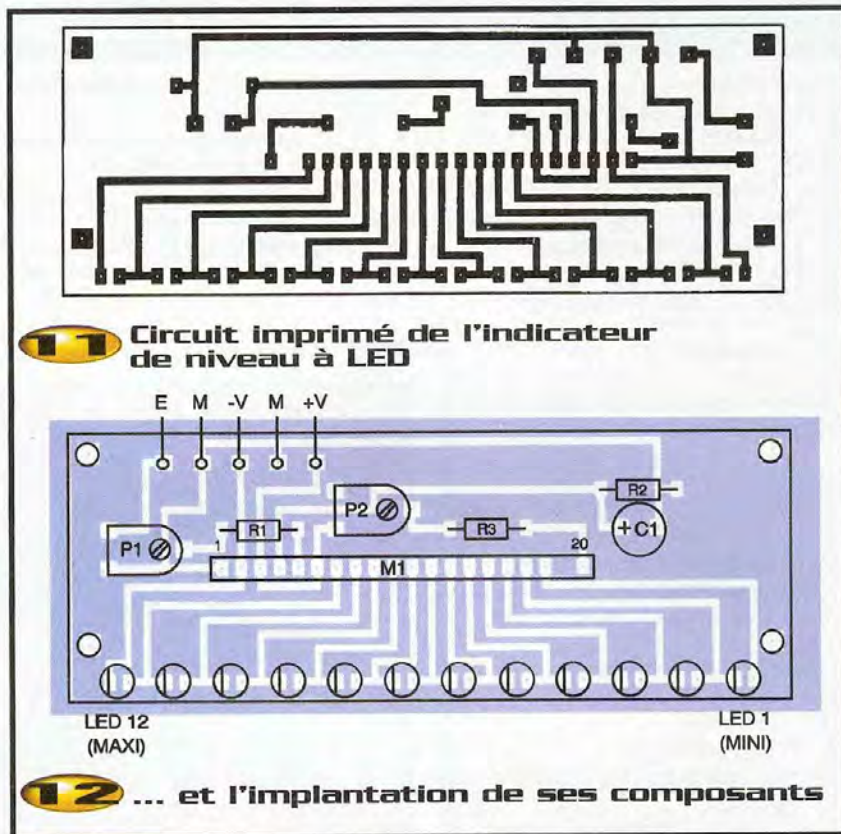
- niveau d'entrée nécessaire pour l'allumage de la première LED ( $P_1$  au maximum ou absent) : 70mV efficaces soit -21 dB (avec 0 dB correspondant au standard audio soit 1mW sur 600  $\Omega$  ou encore 0,775V sur 600  $\Omega$ ),
- progression de l'affichage : +3 dB par LED,
- plage d'affichage ( $P_1$  au maximum ou absent) : -21 dB à +9 dB,
- bande passante à mieux que 1,5 dB : 40 Hz à 20 kHz. En fait les indications sont encore correctes en dessous de 40 Hz mais les LED clignotent alors au rythme du signal.

## Réalisation de l'indicateur de niveau à LED

Comme pour les montages précédents, l'approvisionnement des composants ne pose aucun problème particulier. Nous n'avons indiqué aucune couleur pour les LED, vous laissant le soin de faire la classique répartition vert - jaune - rouge en fonction des niveaux qui vous conviennent le mieux puisque vous connaissez exactement la sensibilité du module grâce aux chiffres ci-dessus. L'espacement que nous avons choisi sur le circuit imprimé permet la mise en place sans difficulté de LED rondes de 5 mm ainsi que de certaines LED rectangulaires que l'on peut alors faire affleurer les unes aux autres.

L'implantation des composants respecte les indications de la **figure 12** et, ici, il est impossible de mettre le module à l'envers car il lui manque une patte ! Veillez bien, par contre, au sens des LED et à la présence de l'intégralité de celles-ci. En effet, l'inversion ou l'absence d'une seule d'entre-elles empêche l'affichage de fonctionner.

Le fonctionnement est, ici encore, assuré dès la dernière soudure effectuée et les deux seuls réglages à réaliser sont ceux de luminosité au moyen de  $P_2$  et de réduction



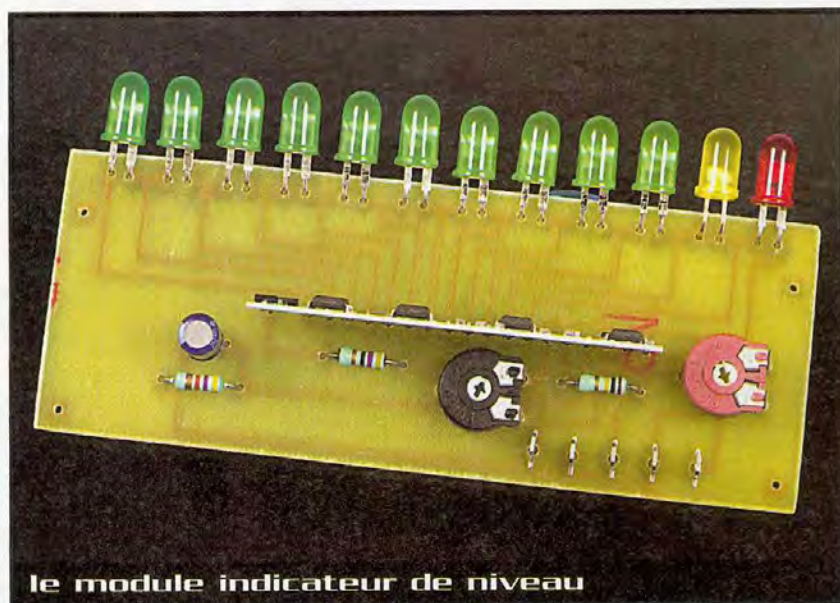
éventuelle de sensibilité en agissant sur  $P_1$ . Notez, avant de terminer, que contrairement aux LM3914 et 3915 évoqués en introduction, ce module ne dispose pas du mode "point" dans lequel une seule LED s'allume en fonction du niveau mesuré.

## Conclusion

Ces modules, associés à d'autres fonctions présentées par ailleurs dans ce

numéro, permettent de se construire un ensemble audio, que ce soit dans le domaine de la haute fidélité ou de la sonorisation, avec une grande simplicité et en mettant toutes les chances de succès de son côté pour un prix de revient très compétitif.

C. TAVERNIER



## Nomenclature

### Alimentation

IC<sub>1</sub> : 7812 (régulateur +12V/1A en boîtier TO220)

D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> : 1N4004

LED : LED quelconque

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

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 1000 µF/25V chimique radial

C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 0,22 µF Mylar

C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> : 47 µF/25V chimique radial

C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub> : 0,1 µF Mylar

TA : transformateur moulé 220V/2x15V/5VA

Fusible : porte-fusible pour CI et fusible T20 de 100mA temporisé

### Amplificateur pour casque

M<sub>1</sub> : module SA2 TELECONTROLLI

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : facultatives, voir texte

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 470 µF/25V chimique radial

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> : potentiomètres logarithmiques rotatifs de 10 kΩ à implanter sur CI

### Préamplificateur correcteur

M : module SP3 TELECONTROLLI

LED<sub>1</sub> : LED rouge

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

R<sub>2</sub> : voir texte

C<sub>1</sub> à C<sub>3</sub> : 22 µF/25V chimique radial

C<sub>4</sub> : 2,2 µF/25V chimique radial

C<sub>5</sub> : 10 µF/63V chimique radial

P<sub>1</sub> : potentiomètre logarithmique rotatif de 100 kΩ à implanter sur CI.

P<sub>2</sub> à P<sub>4</sub> : potentiomètres linéaires rotatifs de 47 kΩ à implanter sur CI

### Indicateur de niveau à LED

M<sub>1</sub> : module SM1 TELECONTROLLI

LED<sub>1</sub> à LED<sub>12</sub> : LED couleurs au choix (voir texte)

R<sub>1</sub> : 100 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, jaune)

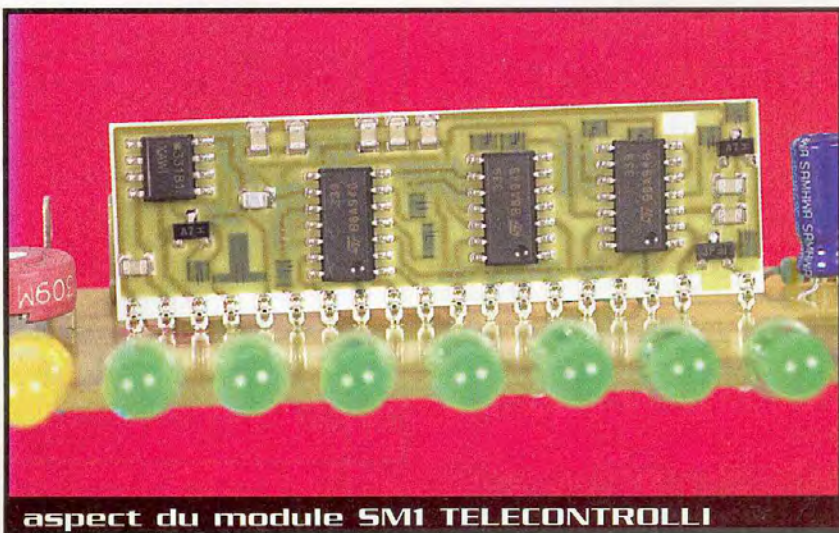
R<sub>2</sub> : 47 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, orange)

R<sub>3</sub> : 47 Ω 1/4W 5% (jaune, violet, noir)

C<sub>1</sub> : 4,7 µF/25V chimique radial

P<sub>1</sub> : potentiomètre ajustable horizontal de 100 kΩ

P<sub>2</sub> : potentiomètre ajustable horizontal de 470 Ω



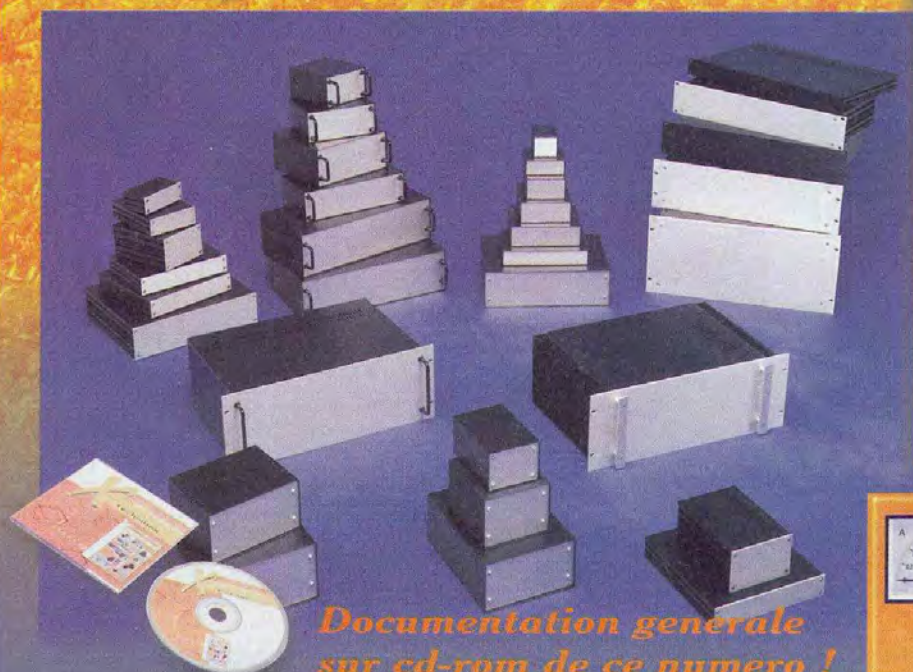
aspect du module SM1 TELECONTROLLI



LE SPECIALISTE DU COFFRETS STANDARDS ET SUR MESURE POUR L'ELECTRONIQUE

**Technibox**

REPRISE (FRANCLAIR DIFFUSION)

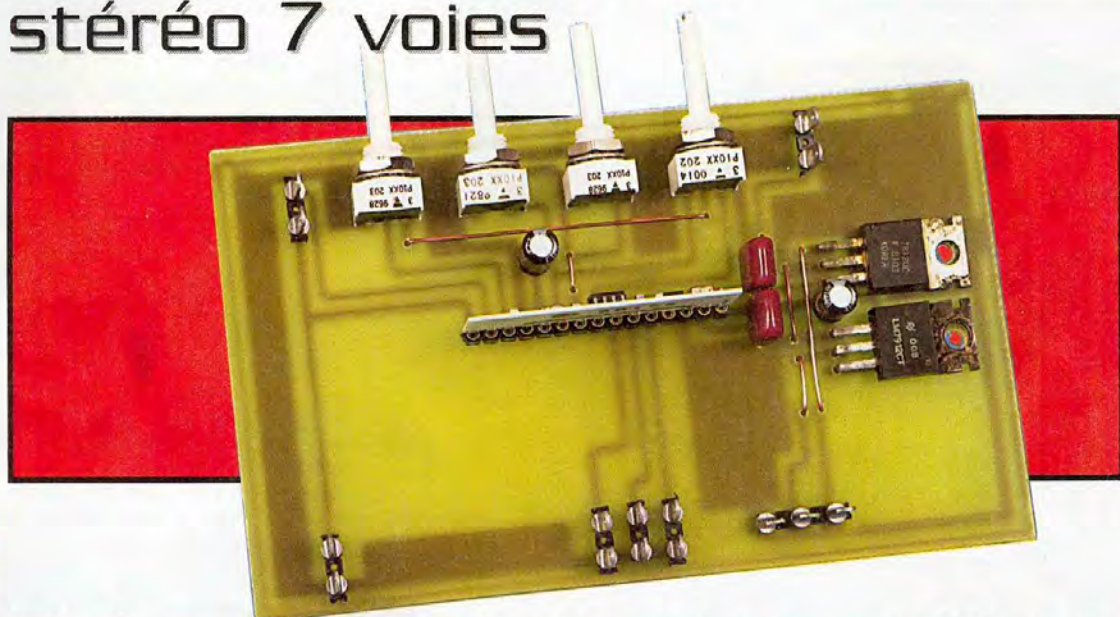


Documentation generale sur cd-rom de ce numero !



# Préamplificateur pour guitare

## et Egaliseur graphique stéréo 7 voies



# Préamplificateur pour guitare

## Le module SP1

Le module SP1 intègre toute l'électronique nécessaire à la réalisation d'un préamplificateur correcteur pour guitare et clavier musical. Seuls quatre

potentiomètres externes sont nécessaires pour son fonctionnement ainsi, bien évidemment, qu'une alimentation. Ses caractéristiques électriques sont données dans le tableau représenté ci-dessous :

Ta=25°C unless otherwise specified

CHARACTERISTICS		MIN	TYP	MAX	UNIT
Vcc	Supply Voltage	±9	±12	±18	VDC
Tc	Tone Control		±16		dB
Vi	AF Input Signal			1000	mVRMS
Zi	Input Impedance	34k		68k	Ohm
TOR	Operating Temperature Range	-20		+80	°C

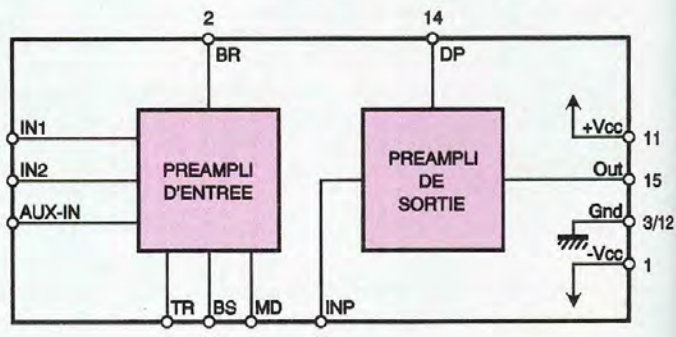
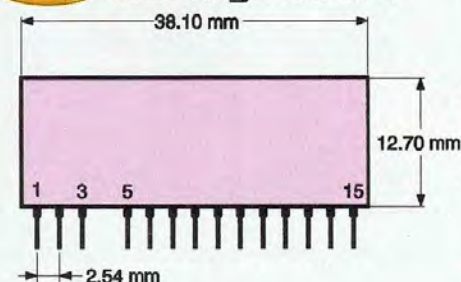
Le module se présente sous la forme d'une platine minuscule dont la représentation physique est donnée en **figure 1** tandis que la **figure 2** montre son schéma interne. Nous donnons ci-dessous la fonction de chacune de ses broches :

- broche 1 : -VCC, tension d'alimentation négative
- broche 2 : BR, contrôle de la clarté
- broche 3 : masse
- broche 4 : non connectée
- broche 5 : IN1, entrée du signal
- broche 6 : IN2, entrée du signal



## Schéma interne

### 1 Brochage du SP1

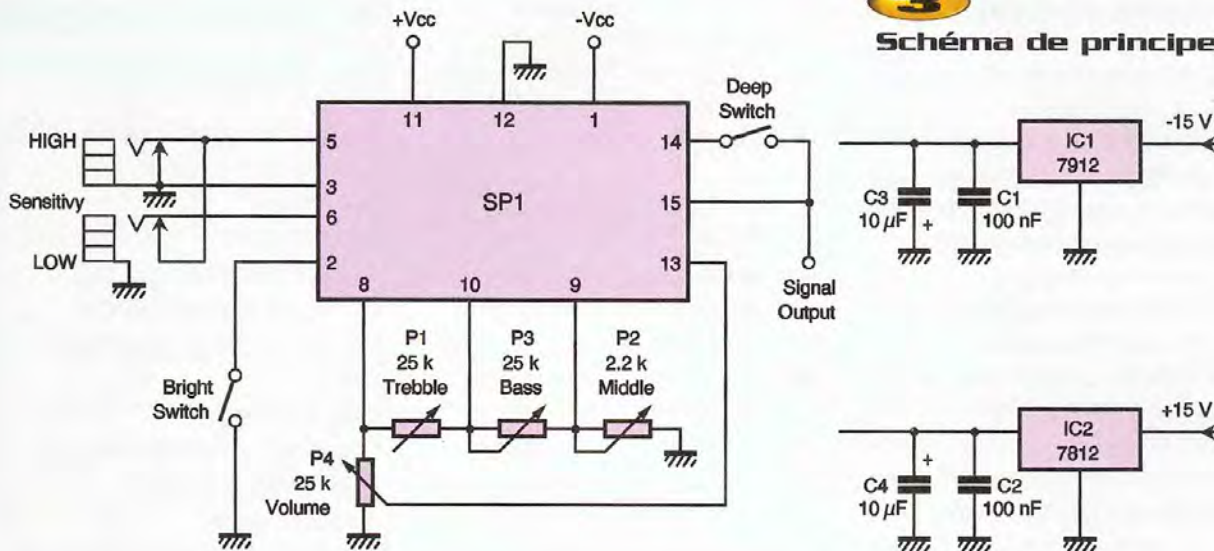


Nous trouvons de plus en plus de modules hybrides qui intègrent toute l'électronique nécessaire à la réalisation de circuits les plus divers : cette intégration poussée a débuté dans le domaine de la HF avec les modules MIPOT et AUREL, bien connus de nos lecteurs. La société TELECONTROLLI commercialise aujourd'hui des modules permettant la réalisation de nombreux circuits concernant le domaine de la BF. Nous vous proposons, dans cet article, deux réalisations utilisant ces modules



## 3

### Schéma de principe



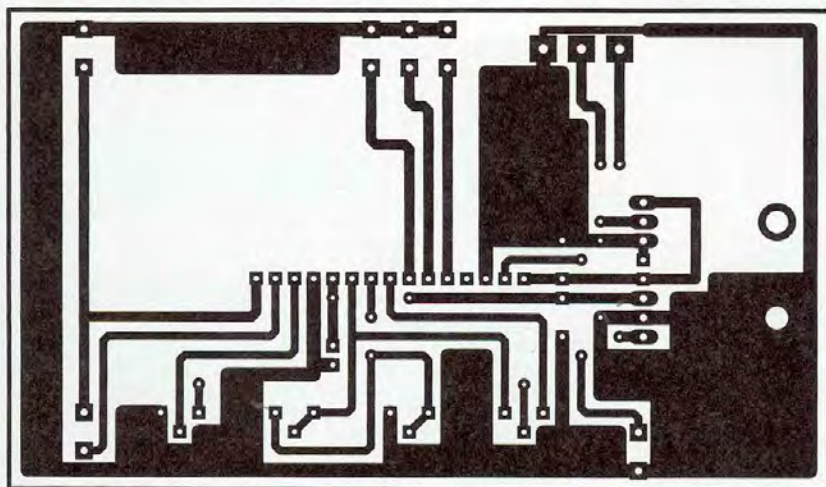
- broche 7 : entrée auxiliaire du signal d'un microphone
- broche 8 : TR, contrôle des aigus
- broche 9 : MD, contrôle des médiums
- broche 10 : BS, contrôle des basses
- broche 11 : +VCC, tension d'alimentation positive
- broche 12 : GND, masse
- broche 13 : INP, entrée du préamplificateur de sortie
- broche 14 : DP, contrôle de la profondeur
- broche 15 : OUT, sortie du module

### Le schéma de principe

Le schéma de principe est donné en **figure 3**. Il n'y a pas grand chose à dire sur ce schéma puisque nous ne disposons pas de la documentation qui pourrait nous montrer la constitution interne du module hybride. Cela se comprend dans la mesure où il ne désire pas que l'on puisse plagier son produit. Deux commutateurs sont à connecter aux broches 2, 14 et 15. Le premier (bright) permet d'obtenir une certaine clarté du son, tandis que le second (deep) en règle la profondeur. Trois entrées sont prévues : l'une pour un niveau faible, la seconde pour un niveau élevé et la troisième pour un microphone (entrée auxiliaire). L'alimentation symétrique est très simple puisqu'elle ne nécessite que deux régulateurs de tension et quatre condensateurs.

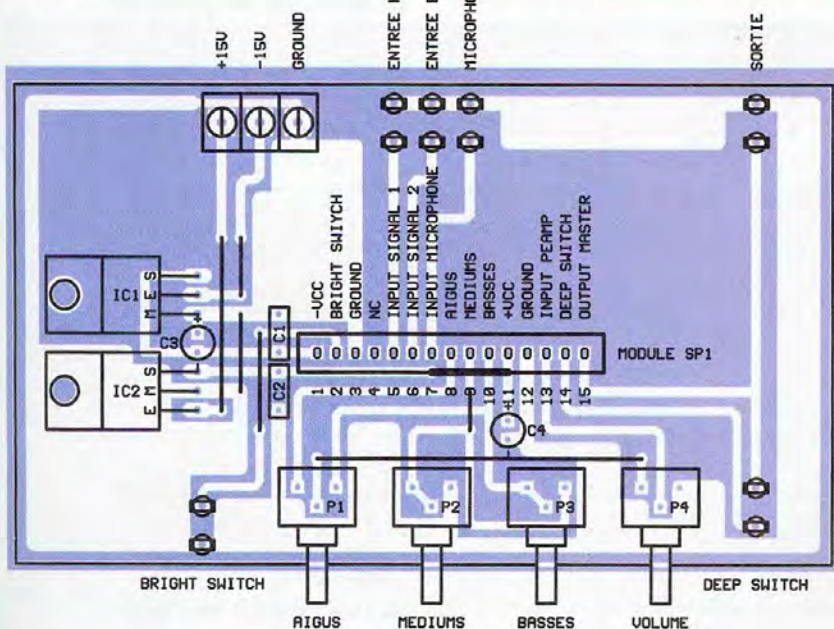
### La réalisation

Le tracé du circuit imprimé est donné en **figure 4**. Il est de dimensions restreintes



## 4

### Tracé du circuit imprimé



## 5

### Implantation des éléments

ce qui facilitera sa réalisation. Les pistes sont relativement larges ce qui ne nécessitera pas la prise de précautions particulières.

On utilisera le schéma d'implantation représenté en **figure 5** pour le câblage de la maquette. Six straps doivent d'abord être soudés, puis on implantera les résistances et les condensateurs.

Le module hybride sera positionné sur un morceau de barrette sécable à 15 points de support tulipe. On soudera ensuite les deux régulateurs de tension puis les potentiomètres que nous avons choisis miniatures. Cependant, rien n'empêche au réalisateur d'utiliser des potentiomètres

normaux et de les relier à la platine au moyen de fils de câblage.

Les entrées et sortie s'effectuent sur des picots à souder. Il conviendra d'utiliser des conducteurs blindés pour ces connexions.

Les essais, après vérification du câblage, pourront s'effectuer soit au moyen d'un générateur de fonctions et d'un oscilloscope, soit en connectant une source à l'une des entrées de la platine. Aucun réglage n'étant à effectuer, la mise en service est très simple.

## Nomenclature

- P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> : potentiomètres 25 kΩ**
- P<sub>2</sub> : potentiomètre 2,2 kΩ**
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 100 nF**
- C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 10 µF/16V**
- IC<sub>1</sub> : régulateur de tension 7912**
- IC<sub>2</sub> : régulateur de tension 7812**
- 1 module hybride SP1 (LEXTRONIC)**
- 2 jacks**
- 2 interrupteurs**
- 1 morceau de barrettes sécables de support tulipe à 15 points**
- 15 picots à souder**

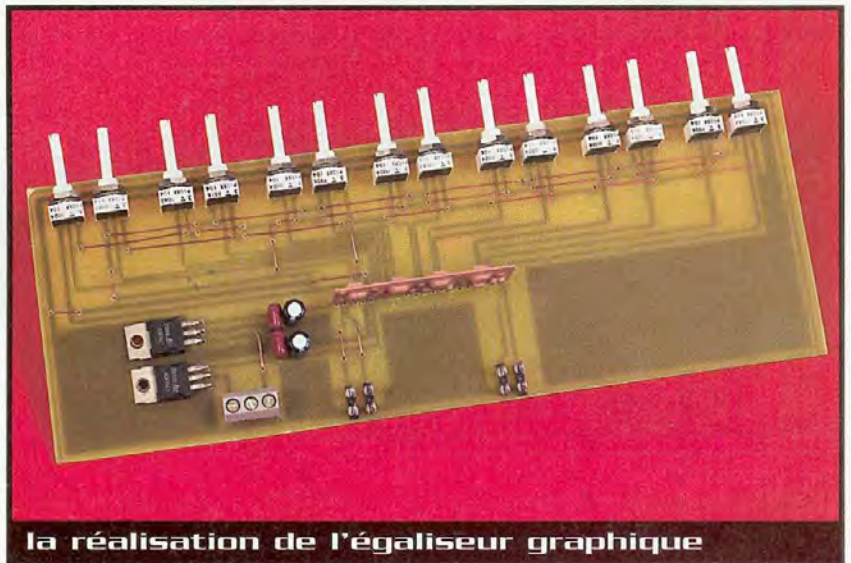
# Égaliseur graphique stéréo 2 x 7 voies

Ce second montage, utilisant le module SG6 de TELECONTROLI, permet de disposer d'un égaliseur graphique stéréophonique de 2 x 7 voies : 60 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 3,5 kHz et 10 kHz. Il peut être utilisé comme générateur d'effets sonores pour guitare et clavier musical ou dans les mixeurs.

Le schéma de la **figure 6** représente l'aspect physique du module SG6 et donne la fonction de chacune de ses broches.

Le tableau de la **figure 7** signale, quant à lui, les caractéristiques électriques du module hybride.

Le schéma interne du SG6 est représenté en **figure 8**. Il utilise des filtres gyrateurs et ne nécessite aucun composant



la réalisation de l'égaliseur graphique

externe, que ce soit des résistances, des condensateurs ou des inductances. Il est uniquement composé de 14 filtres et de 2 préamplificateurs de sortie.

## Le schéma de principe

Le schéma de principe est donné en **figure 9**. Comme pour le précédent montage, peu de choses sont à dire, le module

1	INL	Input Left Channel
2	INR	Input Right Channel
3/5	L1-L2	Control Left Channel
4/6	R1-R2	Control Right Channel
16/19	L3-L4	Control Left Channel
20/26	R4-R5	Control Right Channel
27/29	L6-L7	Control Left Channel
28/30	R6-R7	Control Right Channel
31	-VCC	Negative Supply Voltage
32	GND	Ground
33	NCPL	Notch Common Potenziometer Left Channel
34	NCPR	Notch Common Potenziometer Right Channel
35	PCPL	Peak Common Potenziometer Left Channel
36	PCPR	Peak Common Potenziometer Right Channel
37	OUTL	Output Left
38	OUTR	Output Right
39	+VCC	Positive Supply Voltage
Pins: 7/8/9/10/11/12/13/14 Not Connected		



Brochage du SG6

Ta=25°C unless otherwise specified

CHARACTERISTICS		MIN	TYP	MAX	UNIT
Vcc	Supply Voltage	±9	±12	±15	VDC
Is	Supply Current (Vcc=±15)		30		mA
Fb	Frequency Band	60		10 k	Hz
Vi	AF Input Signal			6	Vpp
Tor	Operating Temperature Range	-20		+80	°C

## 7 Caractéristiques

hybride se chargeant de toutes les opérations. Seuls 14 potentiomètres d'une valeur de 100 kΩ sont à câbler ainsi que deux régulateurs de tension fournissant les +12V et -12V nécessaires au fonctionnement de la platine, ainsi que les capacités de filtrage.

## La réalisation

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 10**. Le schéma d'implantation est représenté en **figure 11**. On prendra garde, lors de la réalisation du circuit

imprimé, aux pistes passant entre les pastilles du module SG6.

De nombreux straps sont à implanter, ce qui est dû à un câblage en platine simple face. Il suffira de faire preuve d'un peu de patience. On soudera ensuite le bornier à vis, les picots, les régulateurs puis les condensateurs. Le câblage s'achèvera par la mise en place des 14 potentiomètres.

Les essais débiteront par la vérification des tensions d'alimentation. Après cela, on pourra souder le module hybride. Les essais nécessiteront un générateur de fonctions et un oscilloscope. On réglera le premier sur les fréquences indiquées plus haut (signal sinusoïdal) puis on agira sur les potentiomètres concernés en observant sur l'écran de l'oscilloscope ce qui en résulte. Le niveau de sortie devra augmenter ou diminuer selon le sens dans lequel les potentiomètres seront manipulés.

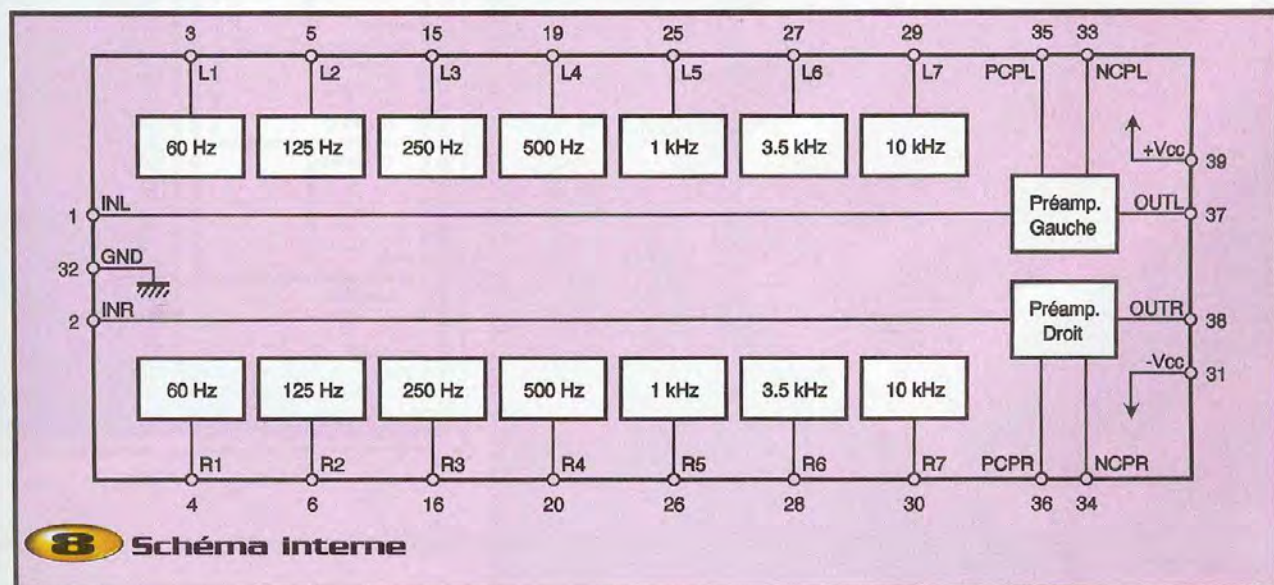


le module hybride SG6 TELECONTROLLI

P. OGUIC

## Nomenclature

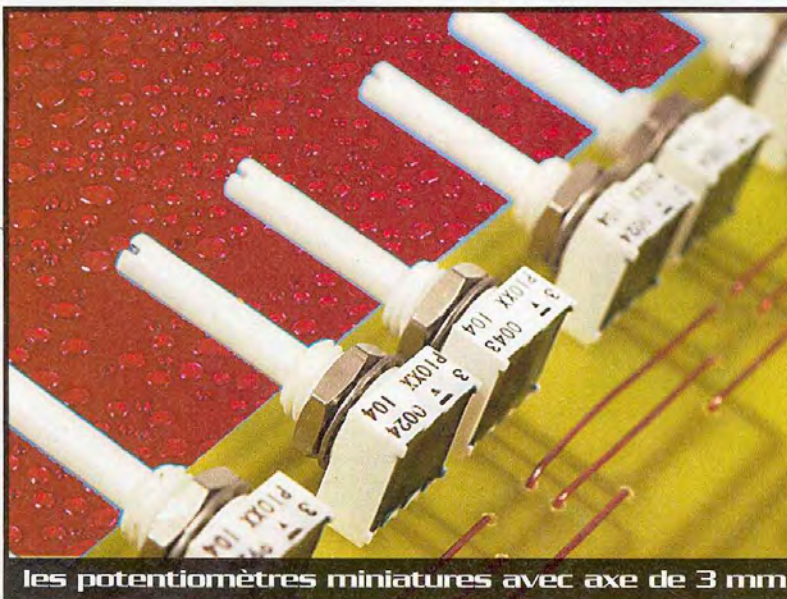
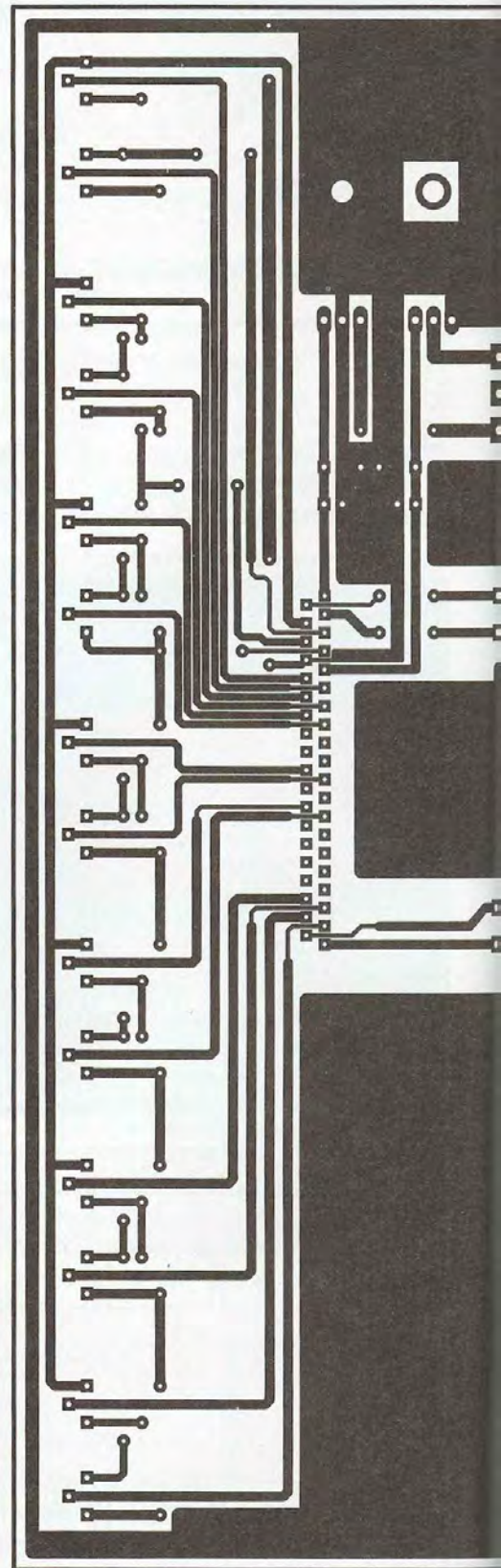
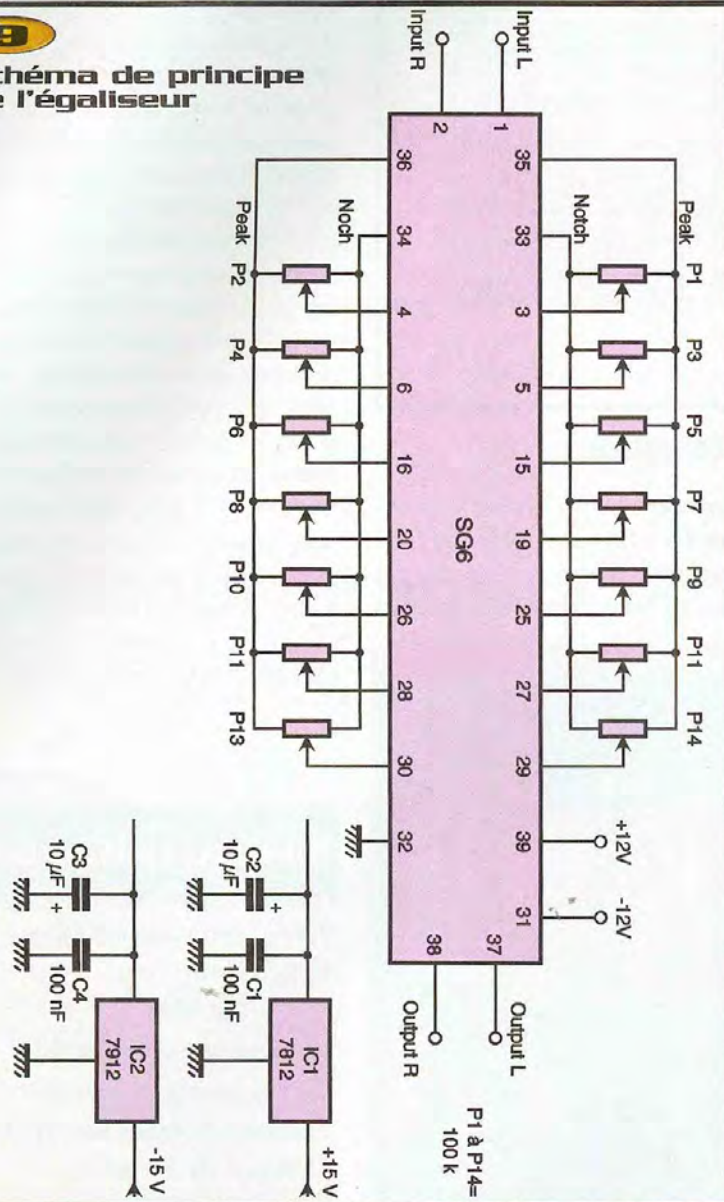
- P<sub>1</sub> à P<sub>14</sub> : potentiomètres 100 kΩ**
- C<sub>1</sub>, C<sub>4</sub> : 100 nF**
- C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> : 10 µF/16V**
- IC<sub>1</sub> : régulateur de tension 7812**
- IC<sub>2</sub> : régulateur de tension 7912**
- 1 module hybride SG6 (LEXTRONIC)**
- 1 bornier à vis trois points**
- 4 picots à souder**



## 8 Schéma interne

9

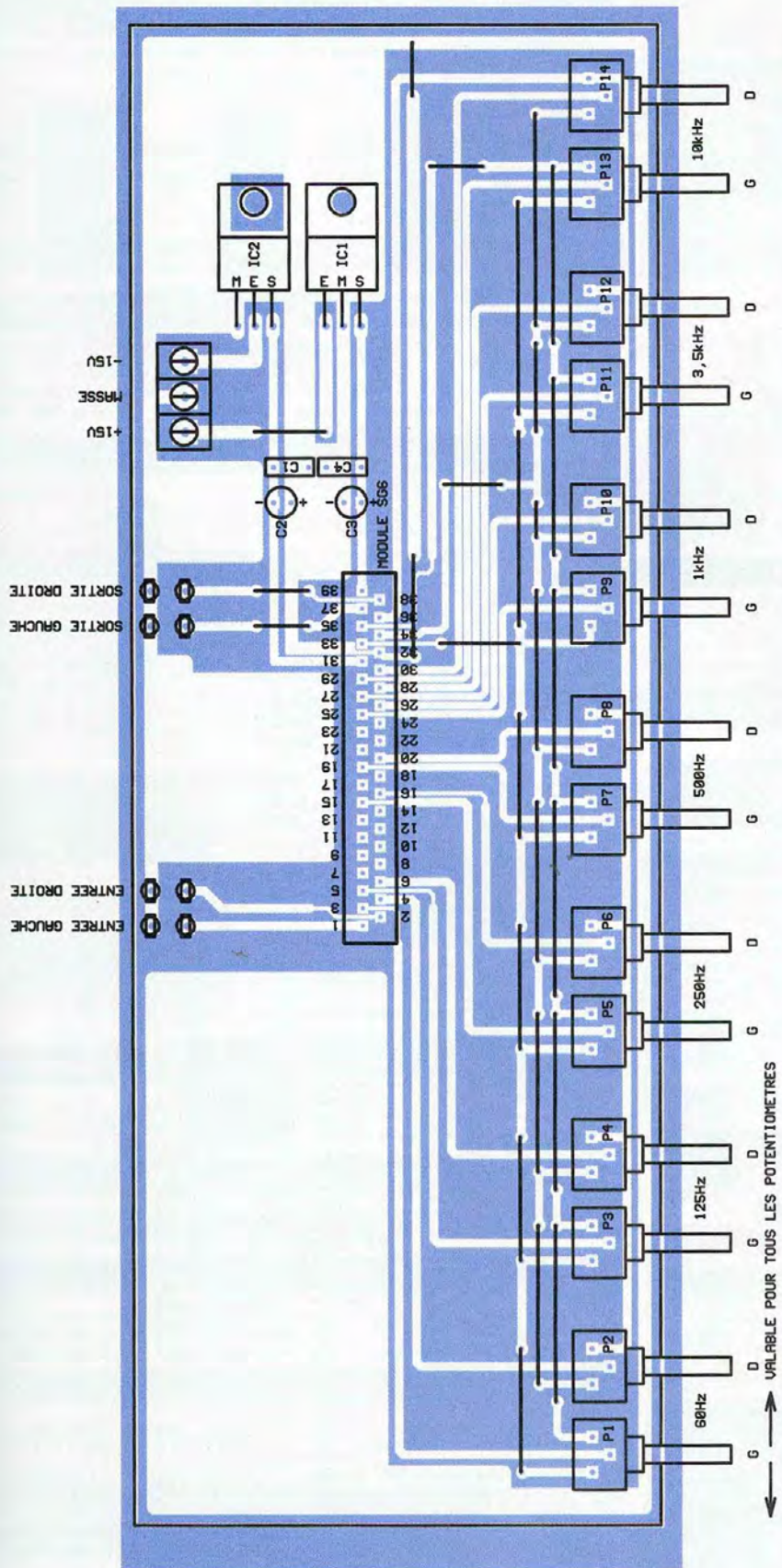
## Schéma de principe de l'égaliseur



les potentiomètres miniatures avec axe de 3 mm

10

## Tracé du circuit imprimé



**11** Implantation des éléments

## Sono et prise de son

Cette nouvelle édition de Sonorisation professionnelle a été entièrement révisée et largement complétée.



Elle aborde tous les aspects fondamentaux des techniques du son - des rappels physiques sur le son aux installations professionnelles de sonorisation, en passant par la prise de son et le traitement analogique ou numérique du son. L'auteur donne les éléments nécessaires au calcul pratique de tous les types de sonorisation et permet au lecteur de choisir les matériels et les solutions adaptés.

### Sommaire :

Données fondamentales sur le son. Le son et la musique. L'acoustique architecturale. La prise de son. Les microphones. Les magnétophones. Les disques analogiques et numériques. Le traitement du signal. Traitement analogique. Traitement numérique. La restitution du son. Les amplificateurs. Les haut-parleurs. Les différents types de sonorisations. Définition de la sonorisation. Les sonorisations industrielles. Exemples concrets de sonorisation. Sonorisation des grandes manifestations.

René BESSON - DUNOD  
424 pages - 250 FRF

# Distorsiomètre 1 kHz



## Analyse du synoptique

Comme on peut le voir sur la **figure 1**, l'appareil se décompose en trois sous-ensembles :

- Le distorsiomètre, proprement dit,
- Le générateur 1 kHz,
- L'alimentation régulée à 24V.

Le principe retenu pour le fonctionnement du distorsiomètre est très classique : il comporte un filtre actif éliminant au maximum le fondamentale et le "ronflement" éventuel (filtre passe-haut).

L'amplitude d'un signal d'entrée est réglable au moyen d'une commande de niveau qui assure le tarage de la sortie à la déviation maximale de l'appareil de mesure. La fréquence de rejet de la fondamentale est ajustée par une commande de réglage fin pour assurer le centrage précis de la mesure sur la fréquence du générateur.

Un amplificateur/détecteur recueille le résidu d'harmoniques et permet une mesure de taux sur un multimètre analogique ayant 1V continu de déviation correspondant, respectivement, à 100%, 10% ou 1% selon la gamme choisie. Une sortie séparée vers un oscilloscope permettra de

visualiser les harmoniques et de déterminer ainsi le rang des plus importantes.

Le générateur à 1 kHz comporte un oscillateur à pont de Wien bien connu pour générer une sinusoïde très "pure", lorsqu'il est correctement réglé. Sa fréquence propre et son amplitude sont ajustées par des commandes appropriées. La tension de sortie disponible (1V efficace au maximum) est réglée par une commande de volume.

Toutes les fonctions "actives" sont réalisées au moyen d'amplificateurs opérationnels à entrée JFET, ce qui amène à utiliser des circuits intégrés quadruples de même type.

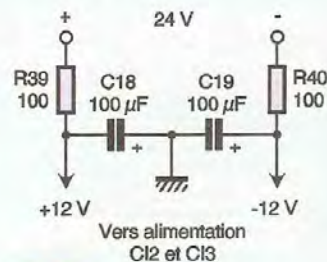
L'alimentation est régulée. Elle délivre une tension de 24V qui est symétrisée en  $\pm 12V$  par l'un des amplificateurs opérationnels disponibles sur la carte générateur.

## Description du fonctionnement

Le schéma de principe du distorsiomètre est présenté sur la **figure 2**. Les bornes d'entrée sont réunies à l'amplificateur  $Cl_{2A}$  à travers un condensateur d'isolement  $C_6$  pour

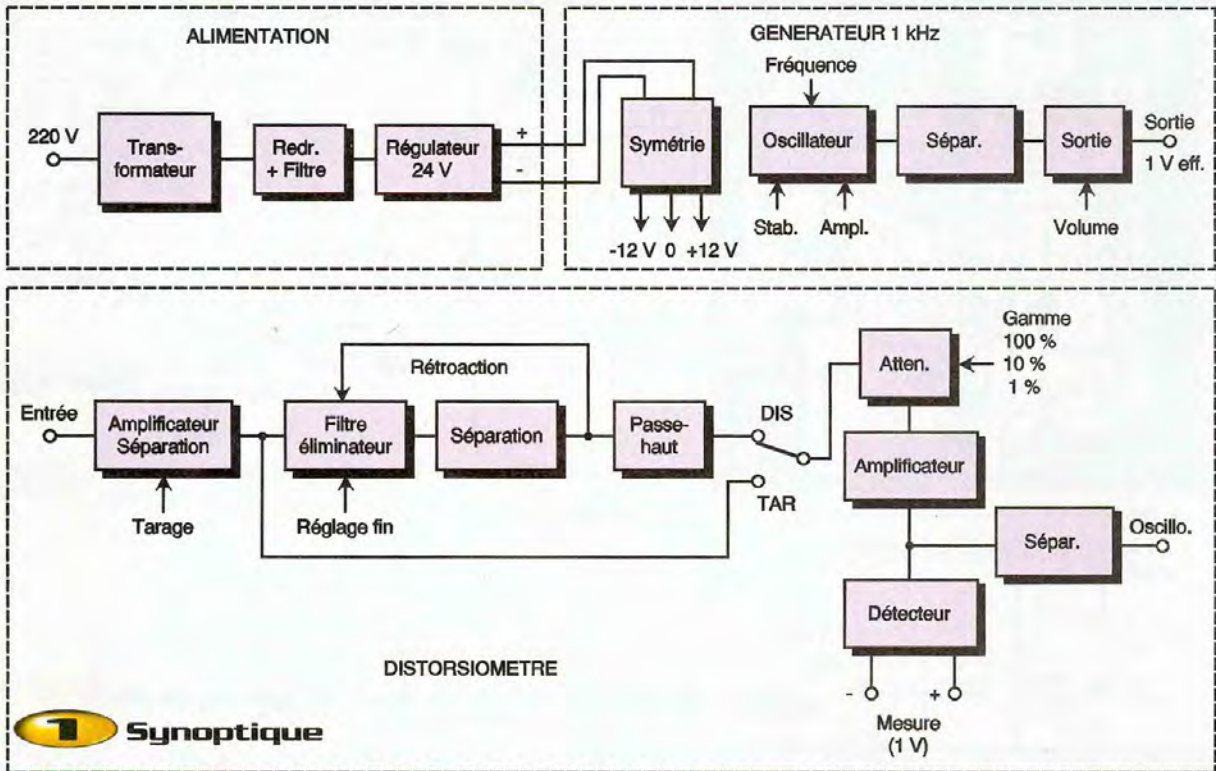
obtenir un gain voisin de 2 à l'entrée du filtre de rejet. Ce dernier est constitué d'un double T avec une possibilité d'accord fin par le potentiomètre  $P_4$  entre F et M. Les condensateurs  $C_7$  à  $C_{10}$  forment avec les résistances  $R_{17}$  à  $R_{22}$  et  $P_4$  un filtre d'élimination du signal fondamental. La disposition des amplificateurs opérationnels  $Cl_{2B}$  et  $Cl_{2D}$  forment une boucle de rétroaction entre S et M qui augmente sensiblement la sélectivité du filtre. Le circuit  $Cl_{2C}$  est monté en filtre passe-haut actif avec  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ,  $R_{25}$  et  $R_{26}$  qui coupe les fréquences basses (ronflements) afin d'améliorer la précision de mesure.

Le signal utile est envoyé vers un amplificateur détecteur, soit en position tarage, soit en position mesure

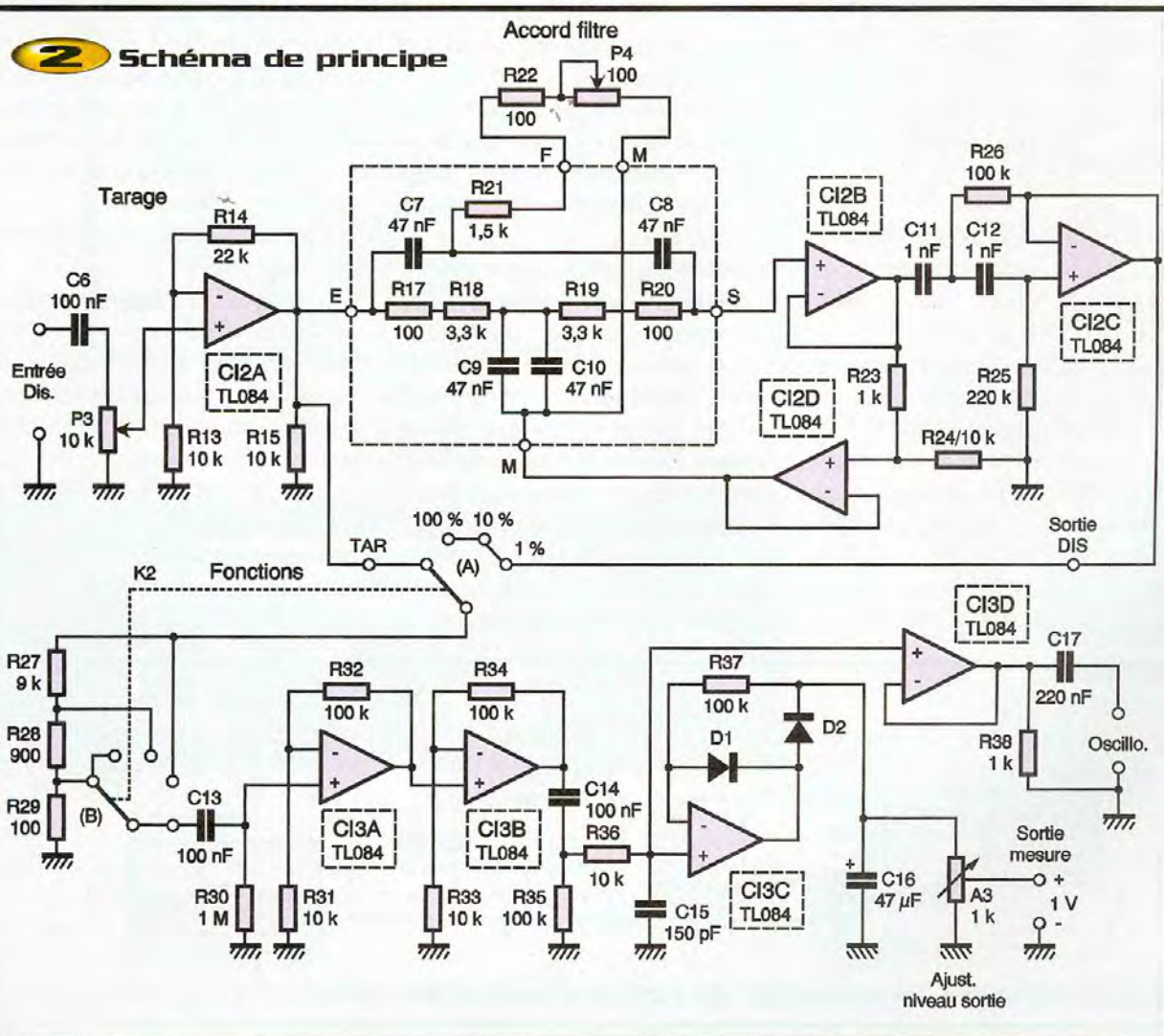


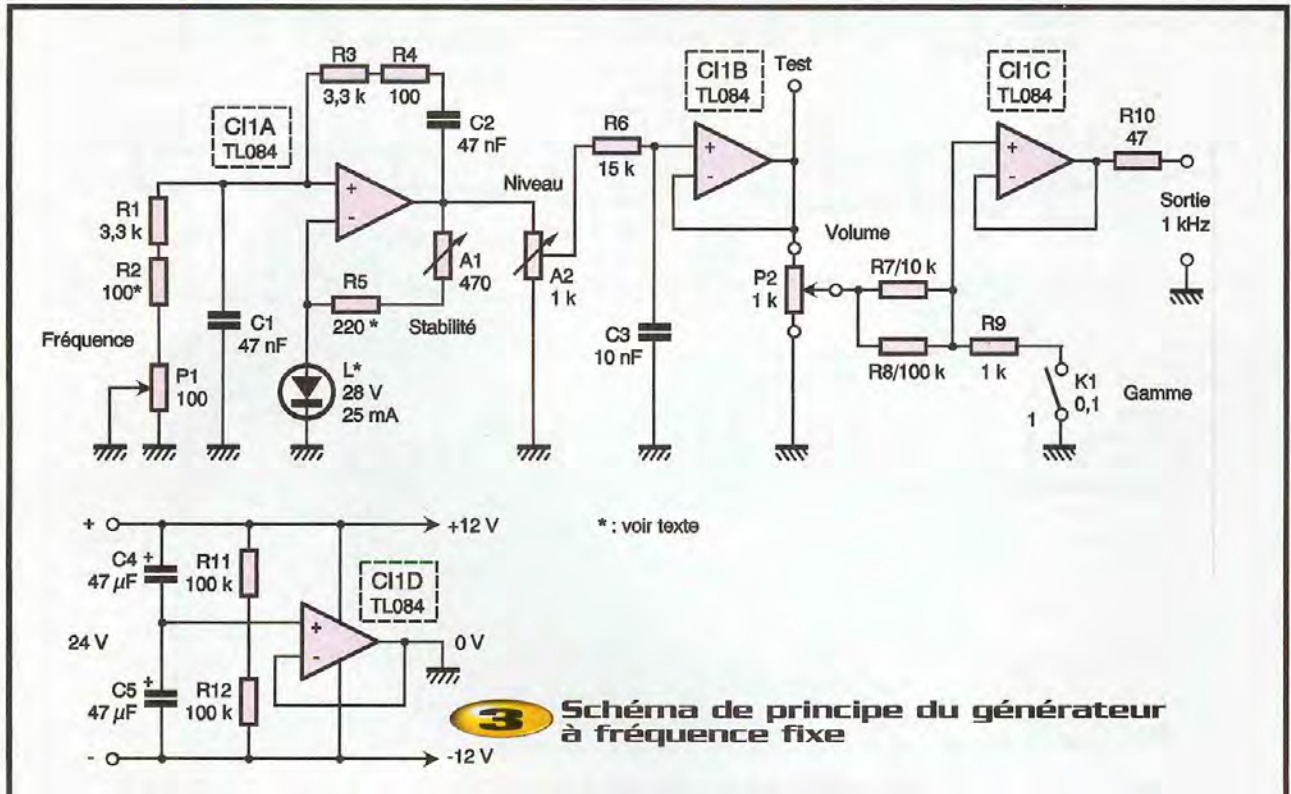
L'alimentation des TL 084

La méthode de contrôle la plus appropriée pour juger globalement la linéarité d'un amplificateur audiofréquence consiste à mesurer sa distorsion harmonique. Il en est de même pour apprécier la pureté d'une onde à la sortie d'un générateur sinusoïdal. Ni le contrôle auditif, ni même l'examen de la forme de la trace à l'oscilloscope ne permet de se faire une idée précise et surtout quantifiée de la déformation d'un signal.



## 1 Synoptique



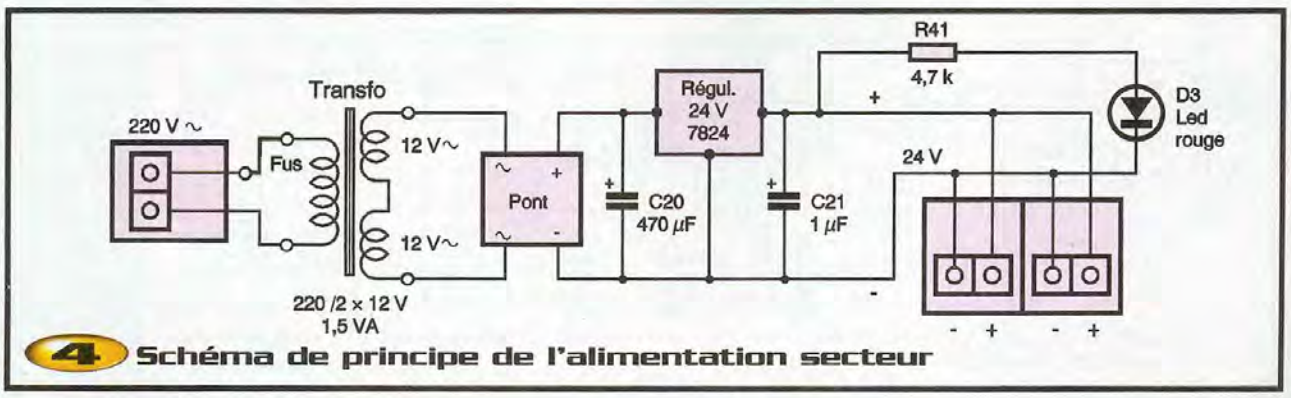


**3** Schéma de principe du générateur à fréquence fixe

au moyen du commutateur  $K_{2A}$ . La section  $K_{2B}$  permet de choisir la sensibilité de la mesure (100%, 10% ou 1%). Le signal est alors envoyé vers un amplificateur à 2 étages de 20 dB chacun  $CI_{3A}$  et  $CI_{3B}$  en liaison directe. La sortie de cet amplificateur est envoyée vers un détecteur sans seuil comportant le circuit  $CI_{3C}$  et les diodes  $D_1$  et  $D_2$  qui donne une tension continue aux bornes de la résistance  $A_3$  (ajustable) proportionnelle à la tension alternative issue de l'amplificateur. On notera la présence de la cellule  $R_{3B}/C_{15}$  passe-bas qui limite l'effet de bruit interne sur la tension continue, venant du détecteur, découplée par  $C_{16}$ . La valeur de la tension de mesure est ajustée à la valeur requise de 1V au moyen de l'ajustable  $A_3$ . Il est ainsi possible d'obtenir une tension

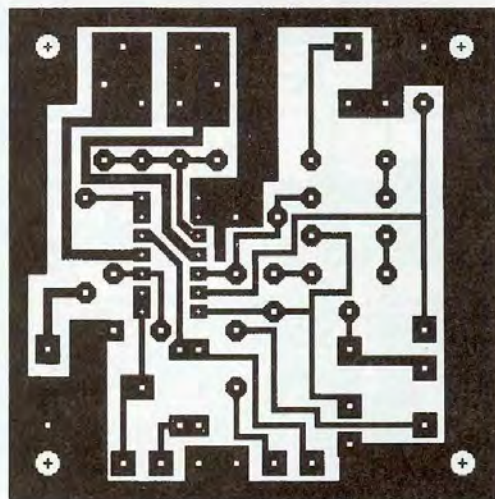
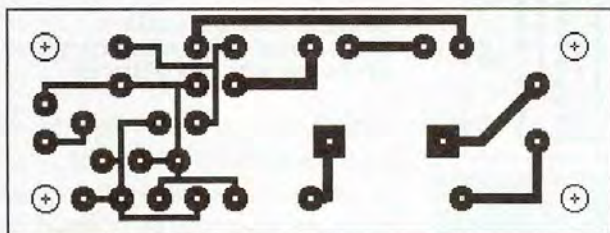
continue de référence, pour une tension alternative déterminée à l'entrée de  $CI_{3A}$ . On pourra vérifier la forme et la composition de la tension à l'entrée du détecteur par un oscilloscope connecté aux bornes de  $R_{3B}$  à la sortie de l'amplificateur suiveur  $CI_{3D}$ . Le générateur à fréquence fixe 1 kHz, à faible distorsion, est schématisé sur la figure 3. Il comporte un oscillateur  $CI_{1A}$  monté en pont de Wien par  $R_1+R_2+P_1$  en parallèle avec  $C_1$  entre l'entrée + et la masse, et  $R_3+R_4$  en série avec  $C_2$  entre la sortie et l'entrée +. La fréquence est ajustée avec précision par  $P_1$ . La rétroaction formée par  $A_1+R_5$  entre la sortie et l'entrée - de  $CI_{1A}$  est tempérée par la résistance variable de la lampe L afin que l'amplitude de sortie reste stable aux bornes du potentiomètre  $A_2$  de

réglage de niveau. L'amplificateur suiveur, précédé d'une cellule passe-bas  $R_8/C_3$ , envoie le signal sur le potentiomètre de volume  $P_2$ . Le commutateur  $K_1$  permet d'atténuer le signal dans un rapport de 10, si nécessaire. La sortie 1 kHz de  $CI_{1C}$  a une impédance voisine de  $50 \Omega$ . L'alimentation secteur (figure 4) comporte un transformateur abaisseur 220V/24V efficaces (ou  $2 \times 12V$ ), un pont redresseur et un régulateur 24V intégré dont les sorties sont envoyées, respectivement, vers le distorsionmètre et le générateur. Le 4ème amplificateur opérationnel du générateur est disponible pour symétriser la tension continue d'alimentation de 24V en  $2 \times 12V$  selon un schéma tout à fait classique : le point 0V est la sortie du cir-



**4** Schéma de principe de l'alimentation secteur

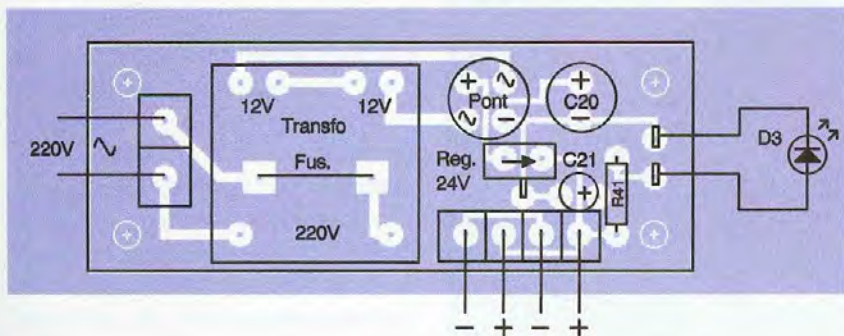
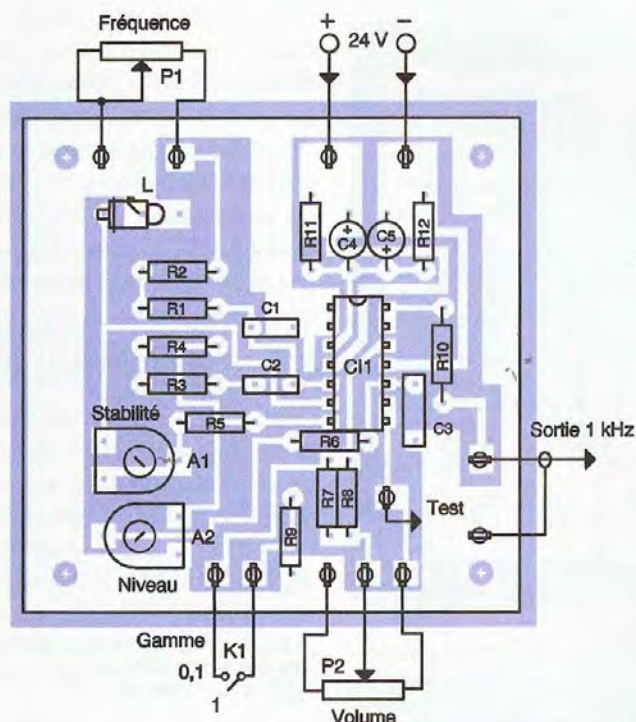




**5** Tracé du circuit imprimé de l'alimentation secteur

**6** Tracé du circuit imprimé du générateur

**8** Implantation des éléments de 5 et 6



cuit  $C_{1D}$  polarisé par le pont de résistances  $R_{11}$  et  $R_{12}$  de même valeur sur l'entrée +. Les condensateurs  $C_4$  et  $C_5$  assurent un équilibrage dynamique améliorant la stabilité. On notera que les masses des

cartes distorsiomètre et générateur doivent être réunies pour conserver le caractère symétrique de l'alimentation commune.

## Réalisation pratique

Si l'on veut obtenir de bonnes performances, il est indispensable de prendre un certain nombre de précautions :

La première réside dans le choix des composants, notamment ceux qui constituent le filtre éliminateur de fondamentale qui doit être calé avec précision sur la fréquence du générateur. Nous recommandons, soit de prendre des éléments à 1 ou 2% pour les condensateurs, soit de procéder à un tri qui peut s'avérer laborieux et nécessite un bon capacimètre.

Comme on peut le voir, le filtre éliminateur en double T est câblé sur une mini-carte de façon à pouvoir la vérifier dans de bonnes conditions avant de la fixer sur le circuit imprimé du distorsiomètre.

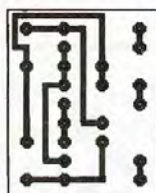
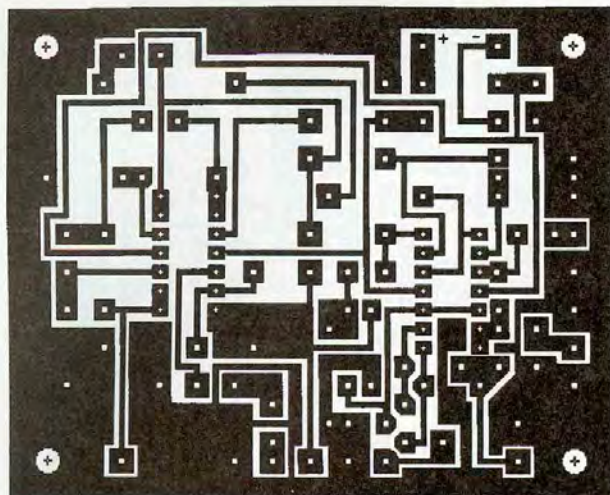
Cette opération doit s'effectuer avec un générateur stable et précis et, si possible, un fréquencemètre digital.

Dans notre cas, il est possible d'utiliser le générateur 1 kHz proposé, donc de le réaliser et le mettre au point avant d'entreprendre le câblage du distorsiomètre.

Les trois sous-ensembles (distorsiomètre, générateur et alimentation) sont câblés sur des cartes distinctes (**figures 5 à 9**). Elles seront fixées par entretoises métalliques sur une plaque d'aluminium servant de masse commune aux 3 circuits. L'ensemble sera disposé dans un coffret de dimensions appropriées.

## Réglages

Comme nous l'avons indiqué, il est préférable de commencer par le générateur



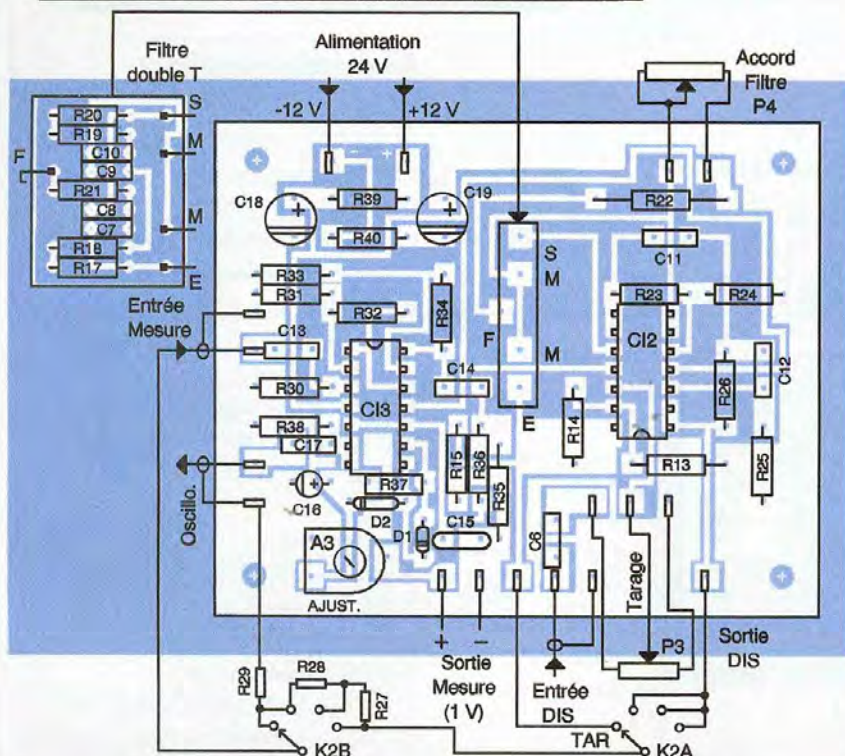
**7**

**Tracé du circuit imprimé du distorsiomètre et du filtre**

1 kHz. La valeur des condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  est définie à  $47 \text{ nF} \pm 1$  ou  $2\%$ . On vérifiera la fréquence d'oscillation avec un fréquencemètre lorsque le curseur de  $P_1$  est au milieu de sa course. Si la fréquence s'avère trop élevée, on augmentera la valeur de  $R_2$  ou on la diminuera dans le cas contraire.

Le choix de la résistance en série avec l'ajustable  $A_1$  est fonction du choix de  $L$ . Dans l'exemple donné, l'ampoule  $L$  est une "midget" de  $28\text{V}/25\text{mA}$ , mais on peut, selon l'approvisionnement, choisir d'autres caractéristiques sans toutefois retenir une valeur nominale de courant supérieure à  $40$  ou  $50\text{mA}$  sous une tension minimale de  $12\text{V}$  (il s'agit là, en fait, de valeurs propres à la définition du produit et non des conditions de fonctionnement sur le générateur).

Dans le cas où le choix de  $L$  serait différent de celui que nous avons fait, on peut être amené à modifier la valeur de  $R_5$  pour obtenir un réglage facile de  $A_1$  permettant l'oscillation juste au-dessus du seuil de décrochage. Dans ces conditions, la distorsion propre de l'oscillateur sera très basse. La variation de fréquence liée à la course de  $P_1$  sera de  $\pm 6 \text{ Hz}$  environ.



**9**

**Implantation des éléments du distorsiomètre et du filtre**

Le réglage du niveau maximal de tension disponible se fera en mesurant au point de test (sortie de  $Cl_{1B}$ ) la valeur de  $1$  ou  $1,2\text{V}$  efficaces. Ainsi, avec cette source de signal, on pourra procéder à la vérification du filtre en double T préalablement à son installation sur la carte du distorsiomètre. Pour cela, on disposera d'un bon multimètre ou, mieux, d'un oscilloscope en sortie entre  $S$  et  $M$ . On branchera la sortie du générateur entre l'entrée  $E$  du filtre et le commun sur  $M$ .

Une résistance de  $100 \Omega$  en série avec une résistance variable de  $100 \Omega$  (calée sur  $50 \Omega$ ) seront disposées entre  $F$  et  $M$ ; On cherchera à obtenir un signal minimal



en sortie en agissant sur la résistance ajustable du filtre et sur la fréquence fine du générateur pour obtenir un "minimum minimorum".

Si cette opération ne peut aboutir, on pourra faire évoluer les valeurs des résistances  $R_{17}$ ,  $R_{20}$  et  $R_{22}$  pour faire légèrement varier la fréquence propre du filtre. Après cette vérification, le filtre pourra être installé sur la carte distorsiomètre comme indiqué figure 8.

Le reste des opérations de montage se déroule sans autre vérification que la détection d'erreurs de câblage éventuelles.

La mesure de distorsion s'effectue sur un multimètre précis, de préférence analogique, de façon à ce que les variations fines du réglage puissent être facilement interprétées par un mouvement de l'aiguille du multimètre dont la sensibilité sera voisine de 1V à pleine déviation.

Si on le souhaite, le multimètre pourra être remplacé par un micro-ampèremètre de 100 $\mu$ A monté en voltmètre 1V ce qui rend l'appareil entièrement autonome.

## Mise en œuvre du distorsiomètre

L'analyse d'un signal se fait de façon simple :

- On réunit la sortie du générateur à l'entrée de l'appareil à analyser (cas d'un amplificateur) avec l'amplitude adéquate, en évitant de se trouver en saturation. On réunit la sortie correctement adaptée à la résistance de charge qui lui convient à l'entrée du distorsiomètre.

- On positionne le commutateur de fonctions sur la position TARAGE et l'on règle le potentiomètre correspondant  $P_3$  pour obtenir une déviation de 1V sur l'appareil de mesure.

- Sur la position 100% qui met le filtre en service, la déviation de la mesure sera atténuée. Éventuellement, on corrige l'accord du filtre.

- Sur les positions respectives de 10 et 1%, la mesure sera plus délicate car les corrections d'accord du filtre et de la fréquence fine du générateur (sans modification d'amplitude) permettront d'atteindre la déviation minimale qui correspond à la valeur du taux d'harmoniques.

On notera bien que ce réglage s'opère

par retouches successives des potentiomètres  $P_1$  (fréquence du générateur) et  $P_4$  (accord du filtre) jusqu'à ce que la déviation minimale ne soit plus modifiée.

Ces opérations demandent un certain

doigté, surtout sur la gamme 1% pour des valeurs inférieures à 0,1%.

J. CERF

## Nomenclature

### Générateur

$R_1, R_3$  : 3,3 k $\Omega$  5%  
 $R_2, R_4$  : 100  $\Omega$  (voir texte)  
 $R_5$  : 200  $\Omega$  (voir texte)  
 $R_6$  : 15 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_7$  : 10 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_8, R_{11}, R_{12}$  : 100 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_9$  : 1 k $\Omega$  (voir texte)  
 $R_{10}$  : 47  $\Omega$  (voir texte)  
 $C_1, C_2$  : 47 nF milfeuille  
 $C_3$  : 10 nF milfeuille  
 $C_4, C_5$  : 47  $\mu$ F/25V chimique radial  
 $P_1$  : potentiomètre 100  $\Omega$  linéaire  
 $P_2$  : potentiomètre 1 k $\Omega$   
 $A_1$  : ajustable 470  $\Omega$   
 $A_2$  : ajustable 1 k $\Omega$   
 $L$  : ampoule Midget 28V/25mA (voir texte)  
 $K_1$  : inverseur miniature  
 $CI_1$  : TL084

### Distorsiomètre

$R_{13}, R_{15}, R_{16}, R_{24}, R_{31}, R_{33}, R_{36}$  : 10 k $\Omega$  5%  
 $R_{14}$  : 22 k $\Omega$  5%  
 $R_{17}, R_{20}, R_{22}, R_{39}, R_{40}$  : 100  $\Omega$  5%  
 $R_{18}, R_{19}$  : 3,3 k $\Omega$  5%  
 $R_{21}$  : 1,5 k $\Omega$  5%  
 $R_{23}, R_{38}$  : 1 k $\Omega$  5%  
 $R_{25}$  : 220 k $\Omega$  5%  
 $R_{26}, R_{32}, R_{34}, R_{35}, R_{37}$  : 100 k $\Omega$  5%  
 $R_{27}$  : 9 k $\Omega$  1%

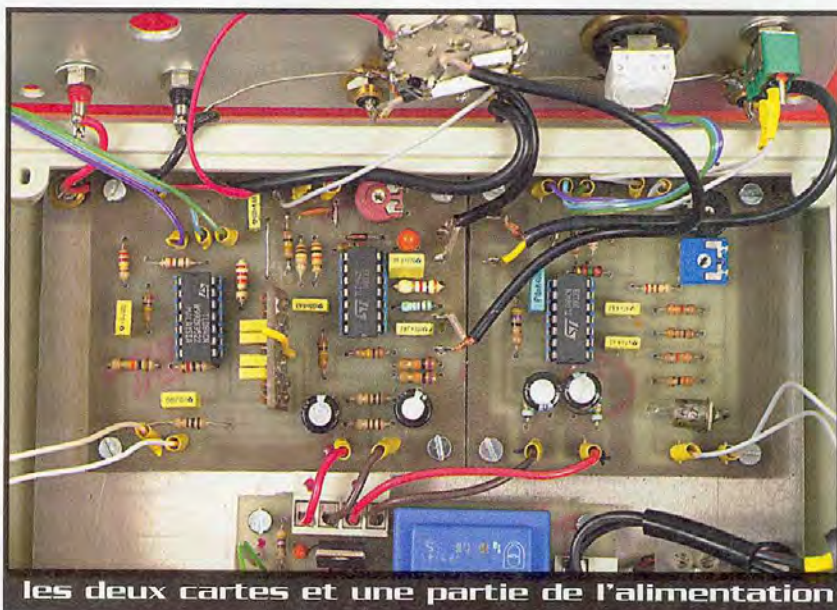
$R_{28}$  : 900  $\Omega$  1%  
 $R_{29}$  : 100  $\Omega$  1%  
 $R_{30}$  : 1 M $\Omega$  5%  
 $A_3$  : ajustable 1 k $\Omega$   
 $P_3$  : potentiomètre linéaire 10 k $\Omega$   
 $P_4$  : potentiomètre linéaire 100  $\Omega$   
 $C_6, C_{13}, C_{14}$  : 100 nF milfeuille MKT  
 $C_7$  à  $C_{10}$  : 47 nF MKT trié ou MKP 1% (voir texte)  
 $C_{11}, C_{12}$  : 1 nF milfeuille MKT  
 $C_{15}$  : 150 pF céramique  
 $C_{16}$  : 47  $\mu$ F tantale goutte  
 $C_{17}$  : 220 nF milfeuille MKT  
 $C_{18}, C_{19}$  : 100  $\mu$ F/25V chimique radial  
 $CI_2, CI_3$  : TL084

### Alimentation secteur

$R_{41}$  : 4,7 k $\Omega$  5%  
 $C_{20}$  : 470  $\mu$ F/50V chimique radial  
 $C_{21}$  : 1  $\mu$ F/50V chimique radial  
 $D_3$  : LED rouge  $\varnothing$  5 mm  
 Pont moulé miniature  
 Régulateur 24V, 7824 en boîtier T0220  
 $T$  : transformateur moulé 220V/2x12V/1,5VA

### Divers

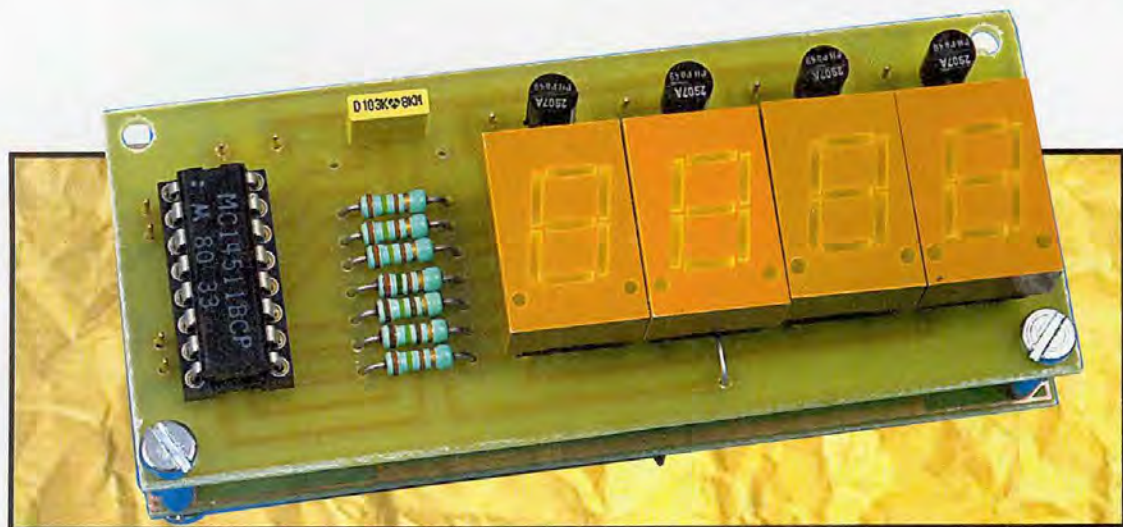
$K_2$  : commutateur 4 positions Lorlin 2 circuits  
 Coffret RETEX ABX par exemple  
 Boutons, visserie diverse.



les deux cartes et une partie de l'alimentation

# Minuterie polyvalente

## à mémoire



Que ce soit pour insoler des circuits imprimés, pour développer des photos ou bien encore pour faire cuire des œufs à la coque, on a toujours besoin d'une minuterie. Encore faut-il que celle-ci soit suffisamment simple d'emploi, lorsqu'elle est électronique, pour qu'elle ne nous fasse pas regretter le tic-tac du bon vieux minuteur mécanique.

### Présentation

Notre minuterie est réglable d'1 seconde à 59 minutes et 99 secondes, soit plus qu'il n'en faut pour couvrir la majorité des besoins courants.

Elle est aussi pratique car, pour régler le temps à décompter, point n'est besoin de positionner précisément des commutateurs ou des potentiomètres. Il suffit, au moyen de deux poussoirs, d'amener l'afficheur sur le temps désiré et le tour est joué. Tous ceux qui manipulent de telles minuterie dans une chambre noire apprécieront !

Enfin, elle est également originale car elle dispose de quinze mémoires, chacune mémorisant automatiquement le dernier temps que vous avez utilisé et, ce, même après extinction de la minuterie. Vous pourrez ainsi constituer votre propre répertoire de temps (trois minutes pour les œufs, une minute pour le circuit imprimé !) et accéder à n'importe laquelle des valeurs mémorisées par simple action sur une touche. Le gain de temps et la simplicité de manipulation qui en découlent lors d'opérations répétitives sont évidents.

### Notre schéma

Mis à part le "vieux" ICM 7217 d'ex INTERSIL, il n'existe plus aujourd'hui sur le marché de circuit intégré spécialisé dans la réalisation d'une minuterie programmable avec affichage du décompte du temps. Comme ce circuit est assez coûteux, nous avons adopté une autre solution puisque notre minuterie fait appel à un microcontrôleur, en l'occurrence le désormais célèbre PIC 16F84. Outre le fait de nous avoir permis de définir les fonctions comme nous en avons envie, cette approche a également contribué à simplifier énormément le schéma comme vous pouvez le constater à l'examen de la **figure 1**.

Le cœur de la minuterie est en effet un PIC 16F84, utilisé ici en mode horloge à quartz puisque l'on souhaite pouvoir décompter le temps avec précision. Le circuit est utilisé en mode reset automatique à la mise sous tension et sa patte /MCLR est donc reliée directement à l'alimentation.

Compte tenu du nombre de lignes de ports parallèles disponibles sur un 16F84 et afin de ne pas nous lancer dans des schémas complexes de partage des poussoirs avec les com-

mandes des afficheurs, nous avons préféré faire appel, pour ces derniers, à un décodeur externe, en l'occurrence un classique 4511 CMOS. Ce circuit reçoit en entrée le code DCB du chiffre à afficher et il délivre en sortie les niveaux adéquats pour piloter directement des afficheurs 7 segments à cathode commune.

Il dispose aussi de latches (verrous si vous préférez) intégrés qui ne nous sont d'aucune utilité ici et qui sont invalidés par mise au niveau bas de l'entrée LE. La commande des quatre afficheurs que comporte notre minuterie est évidemment de type multiplexée, toujours afin d'économiser les ports d'entrées/sorties du PIC 16F84. Quatre transistors se chargent donc, à tour de rôle, de relier à la masse les cathodes communes des afficheurs lorsqu'il convient de les allumer.

Ces transistors et le 4511 se satisfaisant de signaux logiques, ils sont commandés directement par les sorties RAO à RA3 d'une part et RB0 à RB3 d'autre part du PIC. On ne consomme comme cela que huit lignes de ports parallèles pour piloter notre affichage à quatre chiffres.

Les poussoirs destinés à programmer notre minuterie sont au nombre de

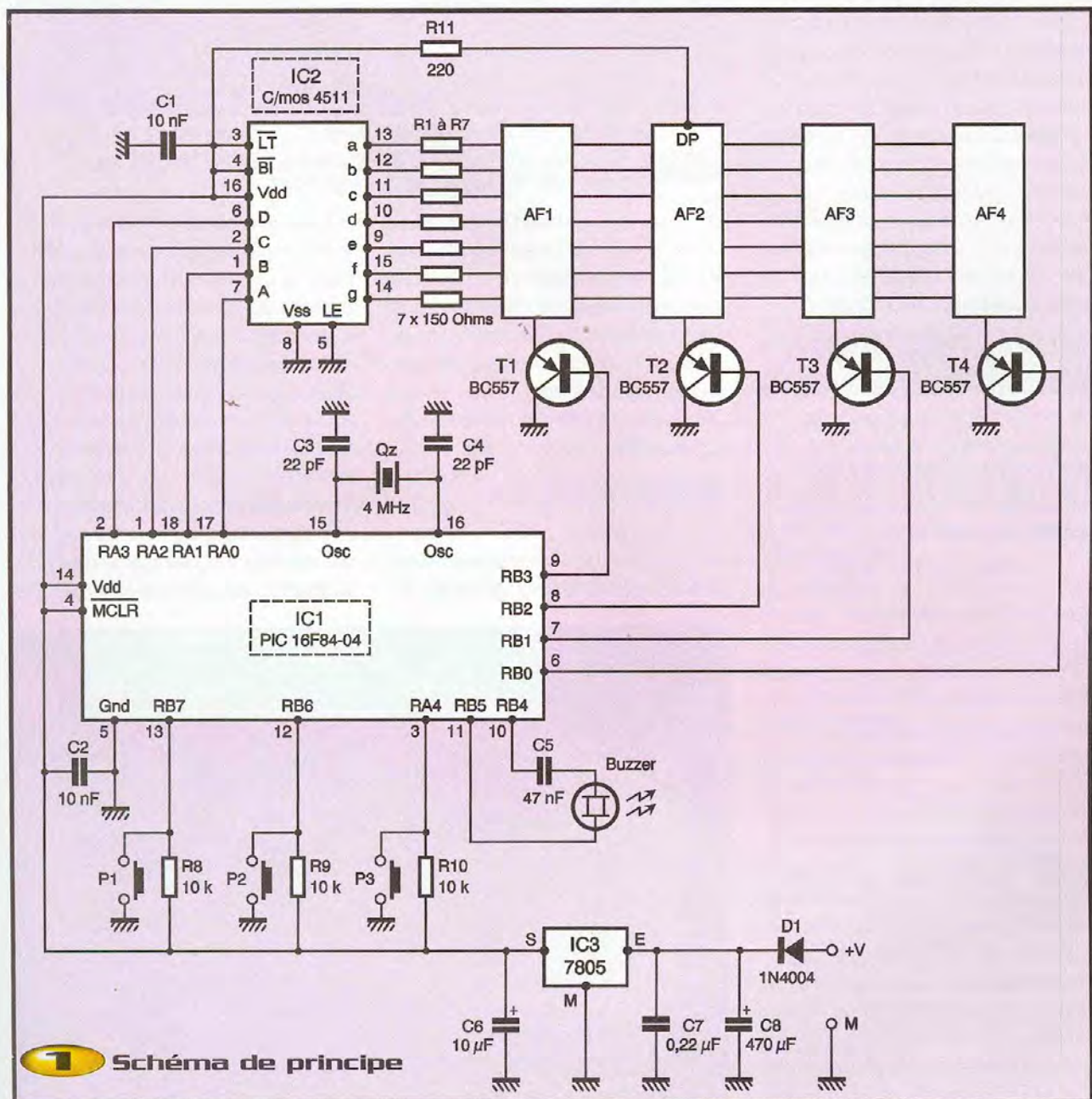
trois et agissent en mettant au niveau bas les entrées RA4, RB6 et RB7 du PIC qui sont ramenées au niveau logique haut en temps normal par les résistances R<sub>8</sub> à R<sub>10</sub>. Enfin, les deux dernières lignes de port disponibles servent à commander un buzzer piézo qui indique l'arrivée à zéro du décomptage du temps. Afin de le rendre le plus sonore possible, il est câblé entre deux pattes de port qui génèrent des signaux en opposition de phase, ce qui lui permet de recevoir une tension crête à crête égale au double de la tension d'alimentation du circuit. Cette dernière est confiée à un régulateur trois pattes classique qui délivre 5V à tous les composants du montage. La minuterie peut ainsi être ali-

mentée par un bloc secteur externe style "prise de courant" délivrant environ 9V sous une centaine de mA. La diode D<sub>1</sub> protège le montage des inversions de polarité éventuelles.

## Réalisation

Afin de vous proposer un montage compact et facile à mettre en boîte, nous avons fait appel à deux circuits imprimés montés dos à dos. Le premier supporte toute la partie alimentation et microcontrôleur du montage. Le seconde reçoit le 4511, les afficheurs et leurs transistors de commande. Comme vous pouvez le voir sur la

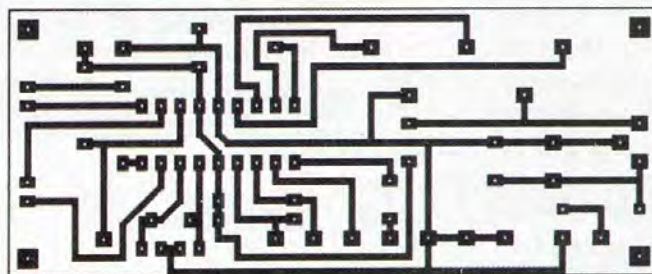
photo de la maquette, on obtient comme cela un module d'aspect très agréable. L'approvisionnement des composants ne vous posera aucun problème car tous les éléments utilisés sont très classiques. Pour ce qui est des afficheurs, les références que nous proposons n'ont rien d'impératif et il existe de nombreux équivalents. Veillez juste à ce que ceux que vous choisirez aient le même brochage et le même encombrement que les nôtres, faute de quoi il vous faudrait redessiner leur circuit imprimé, ce qui serait dommage. Compte tenu du fait que le courant qui les traverse est assez faible, choisissez si possible des modèles à haute luminosité ; le montage



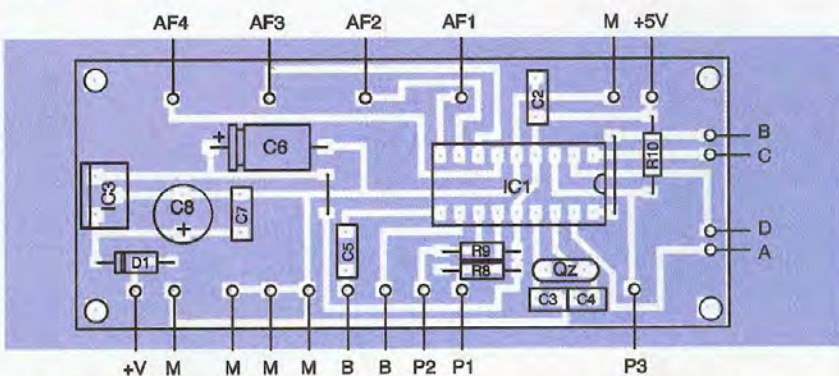
n'en sera que plus agréable à regarder. Les dessins des circuits imprimés que nous vous proposons sont visibles **figures 2 et 3** et ne présentent pas de difficulté particulière. Cependant, compte tenu de la finesse d'une piste de celui des afficheurs, le recours à la méthode photo ou à des transferts directs est conseillé. L'implantation des composants du circuit principal vous est présentée **figure 4**. Le montage est à faire dans l'ordre habituel : straps, support de circuit intégré, résistances, condensateurs, quartz, pour finir par les semi-conducteurs. Veillez à bien respecter leur orientation ainsi que celle des condensateurs chimiques.

Pour ce qui est du circuit des afficheurs, son plan d'implantation vous est proposé **figure 5**. Afin que les afficheurs dépassent suffisamment du circuit imprimé et, donc, s'élèvent assez haut par rapport aux composants voisins, nous vous conseillons de les monter sur des supports de circuits intégrés puisque nous avons choisi des modèles qui entrent dans des supports standards à 14 pattes. Il faut évidemment faire un peu de chirurgie et couper les pattes des supports aux emplacements où les afficheurs n'ont pas non plus de pattes. Cette façon de faire nous a permis de réaliser un tracé de circuit imprimé avec des pistes moins fines et donc plus facile à reproduire avec des moyens d'amateur.

Le montage des autres composants n'appelle pas de commentaire particulier ; la résistance  $R_{11}$  étant facultative car elle ne sert qu'à allumer le point décimal qui sépare les afficheurs des minutes de ceux des secondes si vous estimez que c'est utile. Le circuit des afficheurs se monte au dos du circuit principal. Quatre trous sont prévus dans les angles pour les solidariser au moyen de vis et d'entretoises. Les points de connexions se font face et peuvent être reliés, à votre choix, au moyen de petits fils nus rigides soudés à demeure ou au moyen de contacts tulipes en bandes, mâles et femelles, soudés chacun respectivement sur un circuit. Cette façon de faire permet un démontage facile du circuit des afficheurs mais n'est pas vraiment indispensable, la probabilité de panne du montage étant quasi nulle s'il a été correctement réalisé. Une fois le montage terminé et vérifié, il ne vous reste plus qu'à enficher les circuits intégrés sur leurs supports respectifs non sans avoir, au



**2** Circuit imprimé principal



**3** Implantation des composants sur le circuit imprimé principal

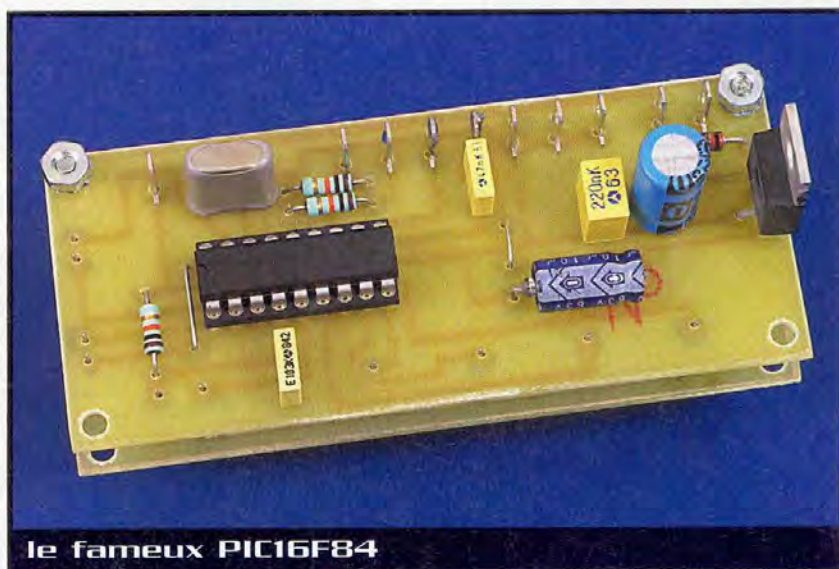
préalable, programmé le PIC 16F84 avec le logiciel adéquat. Celui-ci est disponible dans le fichier "minupoly.hex" que vous pouvez vous procurer sur notre site, eprat.com, ou auprès de la rédaction. Raccordez alors trois poussoirs et un buzzer piézo aux plots prévus à cet effet sur le circuit imprimé principal afin de pouvoir utiliser votre minuterie en suivant les indications que voici.

### Mode d'emploi

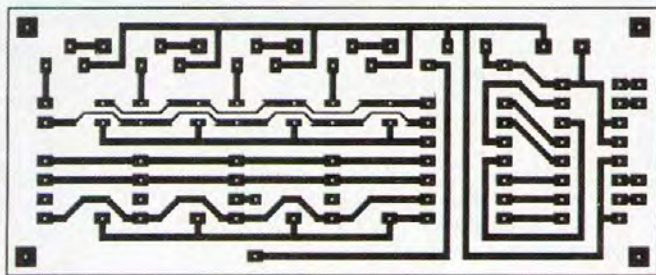
Le programme de la minuterie est livré par défaut avec les mémoires de temps pro-

grammées avec leurs propres adresses exprimées en secondes. Ainsi, la mémoire numéro 1 contient-elle un temps d'une seconde, la numéro 2 de deux secondes et ainsi de suite jusqu'à la 15 qui contient quinze secondes.

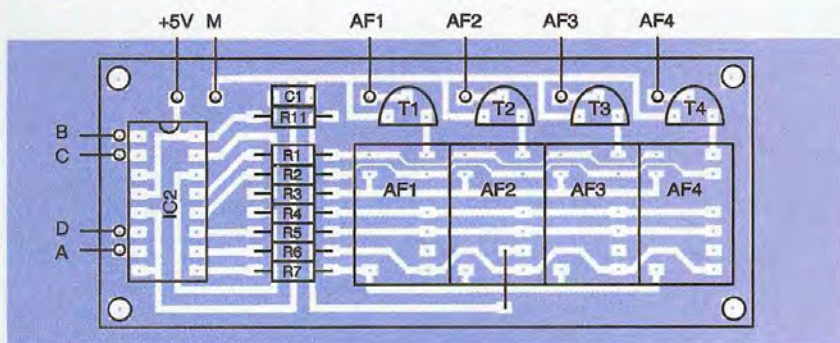
Lors de sa mise sous tension, la minuterie affiche le temps programmé dans la dernière mémoire utilisée (une seconde dans la mémoire numéro 1 lors de la première mise sous tension). Le décompte du temps commence en pressant une fois sur  $P_1$  et, dès que l'afficheur arrive à zéro, le buzzer se fait entendre jusqu'à ce qu'il soit arrêté par



le fameux PIC16F84



#### 4 Circuit imprimé des afficheurs.



#### 5 Implantation des composants sur le circuit imprimé des afficheurs

une nouvelle action sur  $P_1$ . Ceci a pour effet de recharger les afficheurs avec le temps de comptage qui vient d'être utilisé et de placer la minuterie en attente de commande. Si vous appuyez sur  $P_3$ , vous balayez les mémoires en partant de la mémoire courante et en passant à la suivante à chaque pression sur  $P_3$ . Arrivé à la quinzième mémoire, le montage revient bien évidemment à la première mémoire et ainsi de suite.

Si aucun des temps proposés ne vous convient ; choisissez la position mémoire que vous voulez affecter au temps que vous allez définir en agissant sur  $P_3$ , puis

appuyez ensuite sur  $P_2$ . Chaque appui sur cette touche fait allumer un afficheur, et un seul, et le fait "tourner en rond" de 0 à 9. Lorsque le chiffre désiré est atteint, appuyez à nouveau sur  $P_2$  pour passer au chiffre suivant jusqu'à avoir ainsi programmé le temps que vous souhaitez. Un ultime appui sur  $P_2$  lorsque vous en êtes au chiffre des unités des secondes charge alors cette valeur dans la mémoire et place à nouveau la minuterie en attente de commande. Un appui sur  $P_1$  fait évidemment démarrer le décompte comme nous l'avons vu au début de cet exposé.

Le nouveau temps ainsi programmé reste

indéfiniment en mémoire, ainsi que tous ceux que vous aurez éventuellement définis dans la limite des quinze mémoires de la minuterie, que celle-ci soit ou non sous tension. Ils sont en effet stockés dans l'EEPROM de données du PIC 16F84 dont la durée de rétention de l'information est au moins de dix ans !

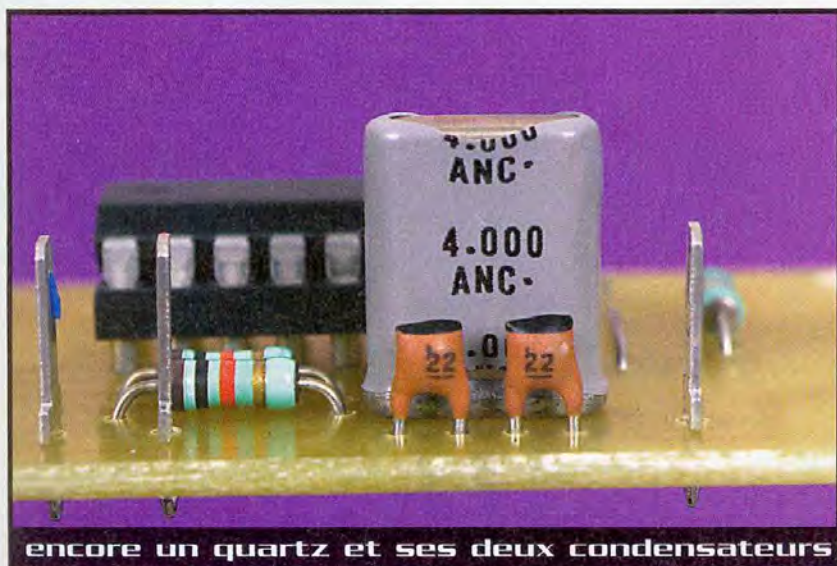
Il n'existe pas de procédure pour effacer tel ou tel temps en mémoire. Il suffit en effet de se positionner dessus au moyen de  $P_3$  et de programmer un nouveau temps à sa place grâce à  $P_2$ . C'est aussi simple que cela. Notez aussi que si vous appuyez sur le poussoir  $P_1$  pendant la phase de décompte du temps, celui-ci est interrompu et la minuterie est ramenée en position d'attente de commande.

Comme vous pouvez le constater, nos trois poussoirs donnent bien accès à toutes les fonctions annoncées et, si les explications ci-dessus vous ont semblé un peu longues, soyez sans inquiétude, elles sont en effet beaucoup plus longues à écrire qu'à mettre en pratique.

C. TAVERNIER

### Nomenclature

- IC<sub>1</sub> : PIC 16F84-04
- IC<sub>2</sub> : 4511 CMOS
- IC<sub>3</sub> : 7805 (régulateur +5V, boîtier TO220)
- AF<sub>1</sub> à AF<sub>4</sub> : afficheurs LED 7 segments à cathodes communes, HP 5082-7653, TDSR 4160 ou équivalent, haute luminosité si possible
- T<sub>1</sub> à T<sub>4</sub> : BC557, BC558, 2N2907
- D<sub>1</sub> : 1N4004
- R<sub>1</sub> à R<sub>7</sub> : 150 Ω 1/4W 5% (marron, vert, marron)
- R<sub>8</sub> à R<sub>10</sub> : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
- R<sub>11</sub> : 220 Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, marron) facultative
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 10 nF céramique ou mylar
- C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 22 pF céramique
- C<sub>5</sub> : 47 nF mylar
- C<sub>6</sub> : 10 µF/25V chimique axial
- C<sub>7</sub> : 0,22 µF mylar
- C<sub>8</sub> : 470 µF/25V chimique radial
- QZ : quartz 4 MHz en boîtier HC 18U
- Buzzer : buzzer piézo 2 fils sans électronique intégrée
- 4 supports de CI 14 pattes
- 1 support de CI 16 pattes
- 1 support de CI 18 pattes
- P<sub>1</sub> à P<sub>3</sub> : poussoirs un contact travail (contact en appuyant)
- Contacts femelles tulipes en bande (10) (facultatif)
- Picots mâles/mâles en bande (10) (facultatif)



# Baromètre/Thermomètre digital



Rappelez-vous la tempête de décembre 1999. A La Rochelle, ville particulièrement touchée par la fureur des vents ravageurs, le service météo avait enregistré une pression atmosphérique de 969 hectopascals. Sans chercher à vouloir jouer les météorologues, un baromètre se révèle fort utile pour prédire le temps qu'il va faire dans un avenir proche.

Cet appareil, peu encombrant mais précis et facile à lire, vous permettra de connaître à tout moment la valeur de la pression atmosphérique, ainsi que celle de la température intérieure ou extérieure selon l'endroit où vous aurez placé la sonde.

Les cours de physique sont peut-être loin pour vous. Rassurez-vous, c'est également notre cas et les dictionnaires ou les encyclopédies s'avèrent fort utiles pour se remettre les choses en mémoire. On peut facilement trouver la définition de la pression atmosphérique : c'est la pression mesurée par le poids d'une colonne d'air dont la section est égale à  $1 \text{ cm}^2$  et dont la hauteur est égale à la distance qui sépare le lieu d'observation et la limite supérieure de l'atmosphère. Cette pression peut faire monter de 760 mm une colonne de mercure ou encore de 10,33 m une colonne d'eau.

L'unité de mesure légale est l'hectopascal (hPa) qui vaut 100 Pascal, 1

Pascal étant égal à 1 Newton par  $\text{m}^2$ . On utilise également, comme chacun sait, le bar qui vaut 100.000 Pa ou le millibar qui est l'équivalent de l'hectopascal.

La pression atmosphérique normale au niveau de la mer vaut, suivant les sources, 1013 ou 1015 hPa. Plus on monte en altitude, plus elle diminue : 899 hPa à 1000 m, 795 hPa à 2000 m et ainsi de suite. Ce phénomène est bien connu en aviation et l'altimètre en est une application directe. Notons que même à une altitude de 10.000 m, il reste encore de l'air puisque la pression vaut encore 264 hPa.

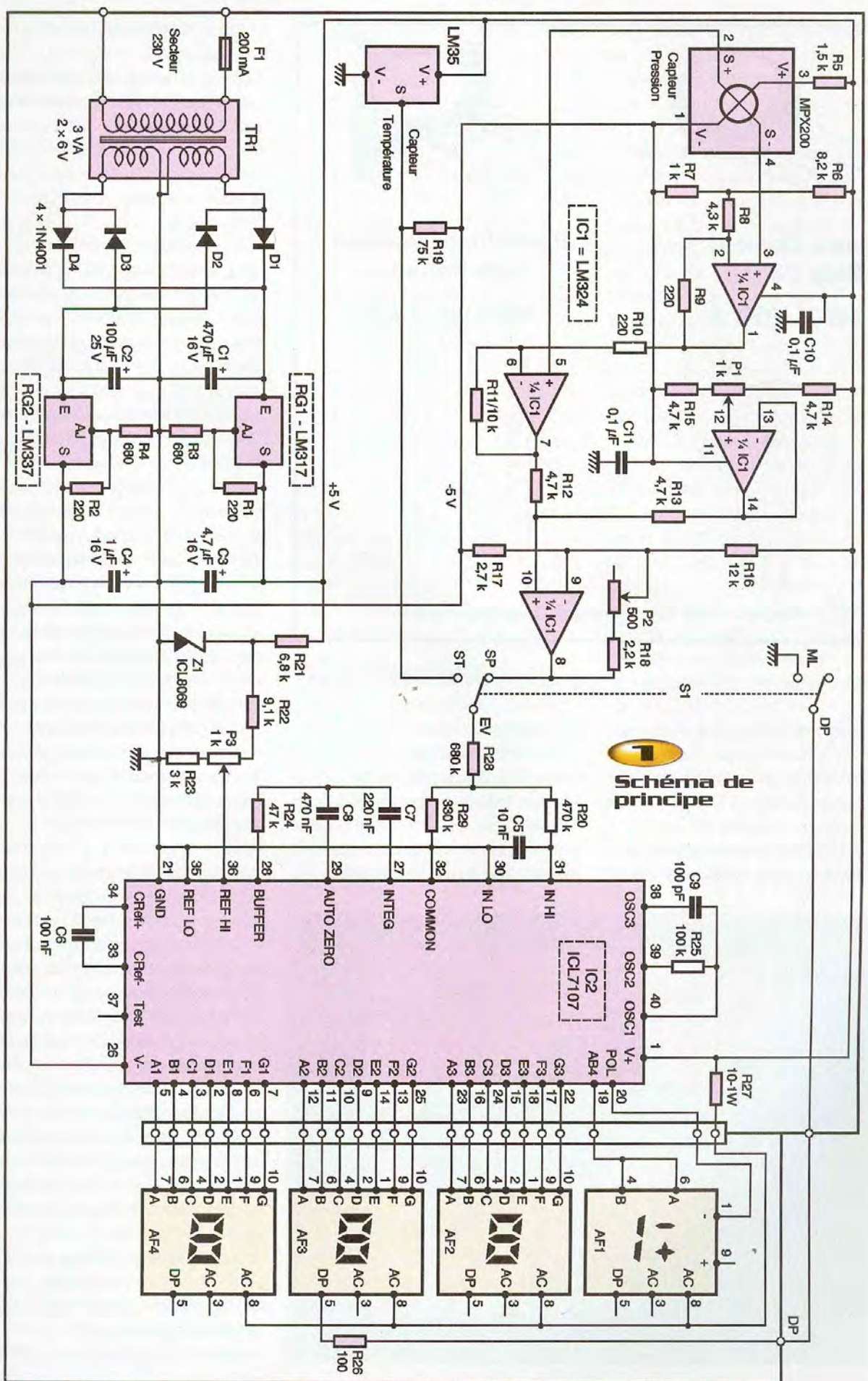
Revenons au sol, si vous le voulez bien. En fonction de phénomènes complexes liés à leur température et leur degré d'humidité, les masses d'air se déplacent des hautes vers les basses pressions. La grandeur de la pression atmosphérique au niveau de la mer peut ainsi osciller entre 950 hPa (très forte dépression lors de cyclones, typhons et autres

tempêtes) et 1050 hPa (anticyclone de très forte amplitude annonçant du beau temps).

## Étude du schéma adopté

Le schéma électrique complet de notre baromètre/thermomètre vous est proposé en **figure 1**. En haut à gauche de ce schéma, on trouve le capteur de pression CAPT<sub>1</sub>. Nous avons choisi un MPX200 (version A ou AP) de chez MOTOROLA pour plusieurs raisons. Tout d'abord, ce composant ne pose pas de problème d'alimentation puisqu'il figure au catalogue SELECTRONIC. Le MPX200AP est muni d'un petit tube de sortie pour le raccordement d'un tuyau (du diamètre de ceux que l'on utilise pour les pompes à air d'aquariums). Le MPX200A, quant à lui, constitue la version de base. On peut utiliser indifféremment l'un ou l'autre modèle. La **figure 2** reproduit l'aspect des boîtiers ainsi que leur brochage.

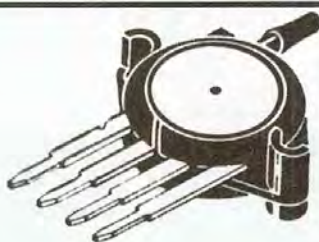




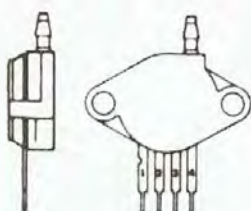
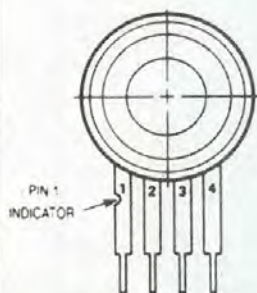
**Schéma de principe**



**Basic Element  
Chip Carrier  
MPX 200 A**



**Pressure or Vacuum  
Side Ported  
MPX 200 AP**



**2 Aspect et brochage des boîtiers**

La gamme de pression acceptée par ces capteurs s'étend de 0 à 2 bars (2000 hPa). C'est exactement ce qu'il nous faut puisque nous vous proposons de mesurer une pression de 1 bar. La tension délivrée entre les deux sorties S+ et S- vaut environ 36 mV.

Le MPX200 n'étant pas compensé en température et en offset nécessite l'emploi de

quelques amplificateurs opérationnels qui amplifient le signal image de la pression tout en corrigeant les dérives liées à la variation de la température ambiante. Le circuit IC<sub>1</sub>, un simple LM324, remplit très bien ce rôle à peu de frais, comme nous avons pu le constater après les nombreuses journées d'observations et de relevés de pression effectués à l'aide de notre maquette.



**le module épouse la forme du coffret**

A noter quelques résistances critiques : R<sub>5</sub> et R<sub>8</sub>.

Pour R<sub>5</sub> (compensation en température), le constructeur conseille de mesurer la résistance entre les pattes 1 et 3 et de multiplier la valeur obtenue par 3,577. Notre MPX200 présente une résistance de 415 Ω et nous avons choisi R<sub>5</sub> = 1,5 kΩ (pour 1484 Ω).

Pour R<sub>8</sub> (compensation des dérives d'offset), une valeur de 4,1 kΩ est conseillée. Cette valeur dépend de la gamme de température d'utilisation de l'appareil et de la valeur des résistances du pont diviseur constitué par R<sub>6</sub> et R<sub>7</sub>. Nous avons choisi 4,3 kΩ.

Les deux premiers Ampli-OP (broches de sortie 1 et 7) sont montés en amplificateur différentiel à gain élevé. L'Ampli-OP de sortie (sortie 8) réalise la somme de la tension image de la pression disponible sur la broche 7 et de la tension présente sur la broche 14 de l'Ampli-OP du haut, monté en suiveur. On peut faire varier cette dernière au moyen du potentiomètre P<sub>1</sub>. Ce potentiomètre permet d'effectuer une translation de la tension en broche 7 par rapport à la masse qui sert de référence 0. Le potentiomètre P<sub>2</sub> permet d'ajuster avec précision le gain de ce dernier étage.

Une fois les réglages effectués, on trouve, sur la sortie pression SP, une tension exactement égale à 1,013V pour une pression atmosphérique de 1013 hPa.

Passons maintenant à la partie thermomètre. Un capteur de température du type LM35 simplifie singulièrement cette deuxième fonction. Ce composant ne nécessite en effet aucun réglage. Il délivre en sortie une tension proportionnelle à la température à raison de 10mV par degré centigrade (ou Celsius si vous préférez). Le fabricant, National Semiconducteur à l'origine, propose deux versions de ce composant : le LM35DZ dont la gamme de fonctionnement s'étend de 0 à +100°C et le LM35CZ, capable de fonctionner de -40°C à +110°C, mais environ trois fois plus cher. Tout dépend de votre budget et de l'utilisation que vous comptez faire de votre appareil.

Pour descendre en dessous de 0°C, le LM35CZ s'impose. Notons au passage que ce petit composant offre des caractéristiques très intéressantes :

- précision de 0,4°C typique à 25°C

- erreur de linéarité de  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ .

Avec un LM35CZ, nous disposons par conséquent sur la sortie thermomètre ST d'une tension image de la température qui peut varier entre  $-400\text{mV}$  (pour  $-40^\circ\text{C}$ ) et  $+1,1\text{V}$  (pour  $+110^\circ\text{C}$ ).

Il ne reste plus désormais qu'à traduire les tensions images de la pression ou de la température en chiffres lisibles par l'utilisateur.

Le circuit intégré IC<sub>2</sub>, associé à quatre afficheurs, remplit ce rôle à merveille. De plus, le prix de ce convertisseur analogique/numérique ICL7107 a chuté d'une manière considérable depuis son lancement dans les années 70. Il offre à la fois simplicité et précision et ne nécessite que quelques composants externes pour fonctionner correctement.

Le nombre N affiché par AF<sub>1</sub> à AF<sub>4</sub> est 1000 pour une tension d'entrée (sur EV) égale à 1,000V. De cette manière, si la température vaut  $25^\circ\text{C}$ , la tension en ST sera de  $250\text{mV}$  et l'on affichera 25.0, le point décimal étant allumé par l'inverseur S<sub>1</sub> qui permet d'effectuer le choix entre pression et température. Sur la position pression, la tension en SP sera de 1,024V, par exemple, et les afficheurs indiqueront 1024 : signe de beau temps.

Ce nombre est en fait le rapport de la tension d'entrée présente sur la broche IN HI (31) et de la tension de référence appliquée sur la broche REF HI (36), multiplié par 1000.

Pour le rendre le plus stable possible, nous avons fait appel au composant Z<sub>1</sub>, un ICL8069, qui génère une tension de référence à l'épreuve des variations de température liées à l'échauffement inévitable des composants utilisés dans ce montage. Le potentiomètre P<sub>3</sub> permet d'ajuster facilement le facteur de conversion.

Les afficheurs sont à anode commune, la commande des segments étant réalisée par une mise à l'état bas des cathodes de ceux-ci par les sorties digitales du circuit voltmètre ICL7107. Ces sorties, en technologie CMOS, sont limitées à environ 8mA. L'échauffement qui en résulte n'est pas négligeable puisque si l'on a 5V sur l'anode d'un segment, on retrouve environ 3,3V sur sa cathode.

La sortie correspondante de IC<sub>2</sub> dissipe donc environ 26mW. Si le nombre affiché est 1000, 20 segments sont allumés, ce

qui représente une dissipation de 0,52W. La résistance R<sub>27</sub> se charge de faire chuter la tension d'alimentation des afficheurs de manière à soulager le circuit ICL7107. Ceci n'affecte en rien la luminosité de l'affichage.

L'alimentation symétrique nécessaire pour générer le +5 et le -5V fait appel à un schéma tout à fait classique. Un petit transformateur moulé d'une puissance de 3VA se révèle tout à fait suffisant.

Après redressement et filtrage, on dispose d'une tension d'environ +9V aux bornes du condensateur C<sub>1</sub> et de -13V aux bornes de C<sub>2</sub>, le potentiel zéro se trouvant au point de réunion des deux secondaires de TR<sub>1</sub>.

De manière à obtenir des tensions d'alimentation très stables, nous avons préféré utiliser des régulateurs LM317 et LM337. Outre leur faculté d'être ajustable, ces modèles présentent des caractéristiques nettement supérieures à celles des classiques 7805 et 7905. Avec les valeurs de résistances adoptées (220 et 680  $\Omega$ ), nous avons mesuré +5,12V sur C<sub>3</sub> et -5,12V sur C<sub>4</sub>.

## Réalisation pratique

Un coffret spécialement conçu pour visualiser un affichage va nous simplifier considérablement la tâche. Nous n'aurons en effet aucune découpe à effectuer dans de demier.

L'essentiel du montage prend place sur une plaquette de circuit imprimé de

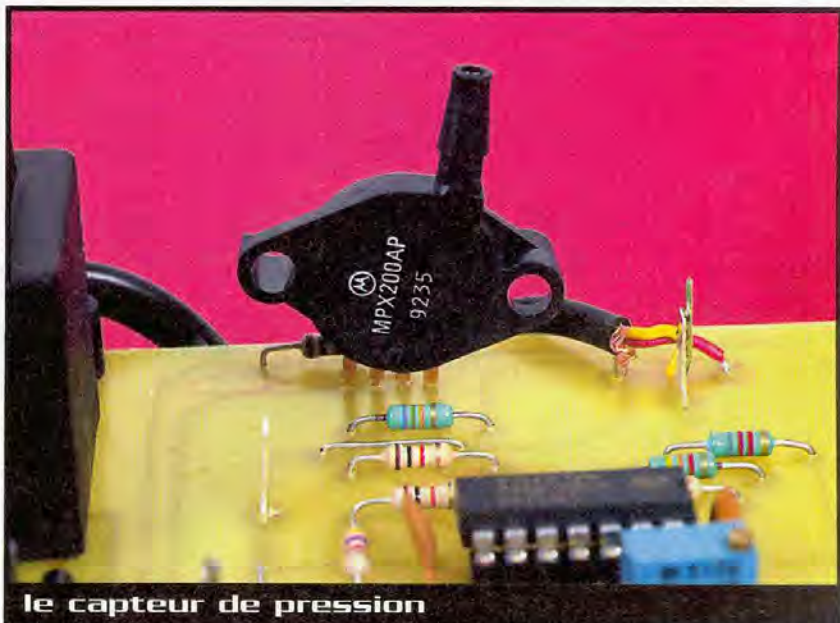
115x129 mm. Une petite plaquette déportée (de 71x35mm) supporte les 4 afficheurs et la résistance R<sub>26</sub> d'activation du point décimal utilisé en mesure de température.

La **figure 3** reproduit le tracé de ces deux plaquettes, vu du côté cuivre. On peut observer sur ce tracé la distinction que nous avons faite au niveau des pistes d'alimentation de la partie "logique" afin de ne pas perturber les tensions analogiques issues des capteurs et le traitement de la tension image de la pression.

Vu la densité de pistes au niveau du circuit ICL7107, la méthode photographique s'impose pour la réalisation de ces circuits imprimés. Si vous avez recours à une photocopie sur calque, assurez-vous du respect de l'échelle et de la qualité du contraste. Nous avons obtenu d'excellents "transparents" chez des professionnels en tirage de plans, et d'autres sur des photocopieuses ordinaires, tout à fait inutilisables pour réaliser correctement un circuit imprimé digne de ce nom.

On utilisera un foret de 0,8 mm pour effectuer le perçage des pastilles de ces deux plaquettes, sauf pour les composants qui suivent :

- 1 mm pour la barrette J<sub>1</sub>, les quatre diodes et les deux régulateurs,
- 1,2 mm pour le transformateur TR<sub>1</sub>, les picots de sortie et la résistance R<sub>27</sub>,
- 3 mm pour les quatre trous de fixation de la plaquette principale,
- 5 mm pour les trous de passage des



le capteur de pression

quatre vis de fixation du capot du coffret. Le perçage effectué, vous pourrez brancher votre fer à souder et mettre en place vos composants en consultant le plan d'implantation (figure 4).

Commencez par les 6 picots (cosses poignards), les diodes (attention au sens), les résistances dont vous pourrez récupérer les fils coupés pour réaliser les 7 straps nécessaires. Viendront ensuite les supports de circuit intégré, les potentiomètres, le circuit Z<sub>1</sub>, les condensateurs

(dont vous aurez bien identifié le côté + pour C<sub>1</sub> à C<sub>4</sub>), le fusible. Vous ferez attention de monter le régulateur LM317 en orientant sa face métallique du côté du condensateur C<sub>1</sub> et de monter le LM337 dans le sens inverse.

La figure 5 détaille le montage de la barrette J<sub>1</sub>, à 25 picots, qui assure la liaison électrique entre les deux circuits imprimés. Pour effectuer ce montage, étamez au préalable les deux languettes de cuivre des extrémités sur la plaquette d'affichage,

ainsi qu'une languette au centre. Présentez la barrette à picots, du côté où ils sont les plus courts, et étamez ceux qui correspondent. Positionnez ensuite le dernier picot de la barrette sur la languette de cuivre correspondante (le plus à droite de la plaquette si vous êtes droitier) et faites fondre la soudure. Répétez l'opération pour les deux autres picots préalablement étamés.

Vous implanterez et souderez ensuite les 4 afficheurs et la résistance R<sub>26</sub> sur cette petite plaquette.

L'assemblage est maintenant réalisé. Il ne reste plus qu'à effectuer le reste des soudures et, éventuellement, à parfaire les trois premières soudures effectuées ci-dessus.

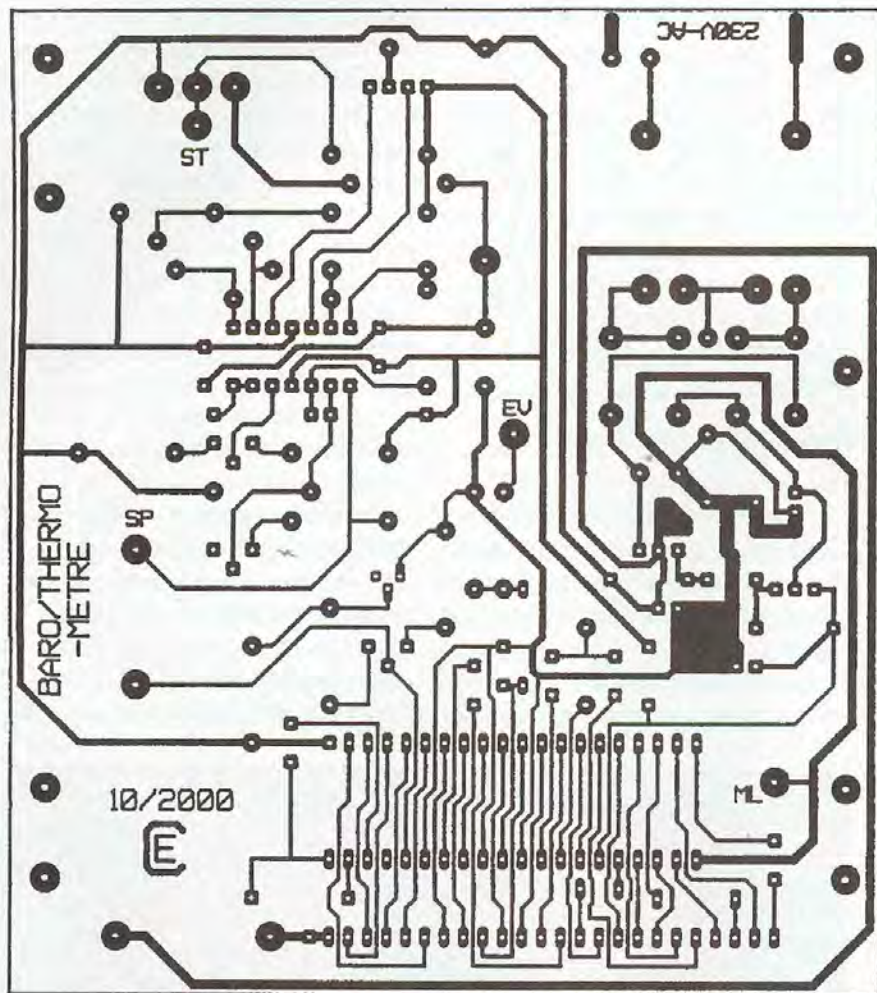
Vous introduirez ensuite l'ensemble constitué par la barrette et la plaquette d'affichage dans les 25 trous correspondants de la plaquette principale et effectuerez les 25 soudures au niveau de cette dernière.

À ce stade, nous vous conseillons vivement de procéder à un contrôle d'isolement des pastilles adjacentes, et de qualité de vos soudures. En cas de court-circuit ou de doute sur une soudure, utilisez de la tresse à dessouder pour aspirer le métal fondu, grattez éventuellement le court-circuit et refaites la soudure.

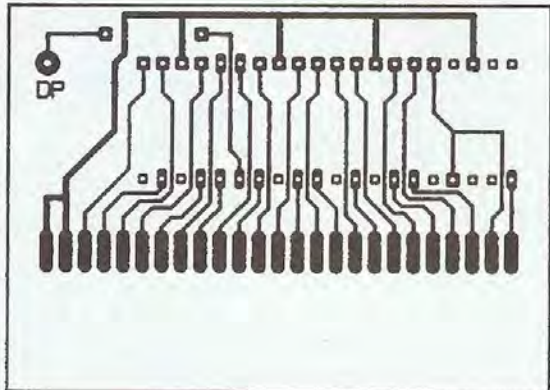
De manière à pouvoir effectuer des mesures de température dans des endroits divers, à l'intérieur d'un congélateur ou sur la surface d'un dissipateur thermique par exemple, le capteur LM35 pourra être relié à la plaquette au moyen d'un fil blindé. Si vous optez pour cette possibilité, vous pourrez utiliser un fil blindé BF à deux conducteurs.

Au niveau du circuit imprimé, le blindage ira à la masse (du côté du capteur de pression). Les deux autres fils iront l'un au +5V et l'autre à la sortie (située au centre).

De l'autre côté de ce fil, vous soudez les trois pattes du capteur LM35 (voir figure 6). À ce niveau, une bonne dose de patience est nécessaire, mais le résultat en vaut largement la peine, comme vous pourrez le constater bientôt. L'utilisation de gaine thermorétractable permettra d'isoler les 3 fils. Si vous



**3**  
Tracé des circuits imprimés



désirez vous ménager la possibilité de plonger le capteur dans un liquide (dans l'eau de votre aquarium, pourquoi pas), vous pourrez l'introduire, avec l'extrémité de son fil de liaison, dans un petit tube de verre et noyer le tout avec du mastic d'étanchéité au silicone.

Le capteur LM35 en place, vous pourrez terminer votre montage en plaçant et soudant le transformateur, le fil d'alimentation secteur (soudé au dos du circuit), puis, en dernier lieu, le capteur de pression.

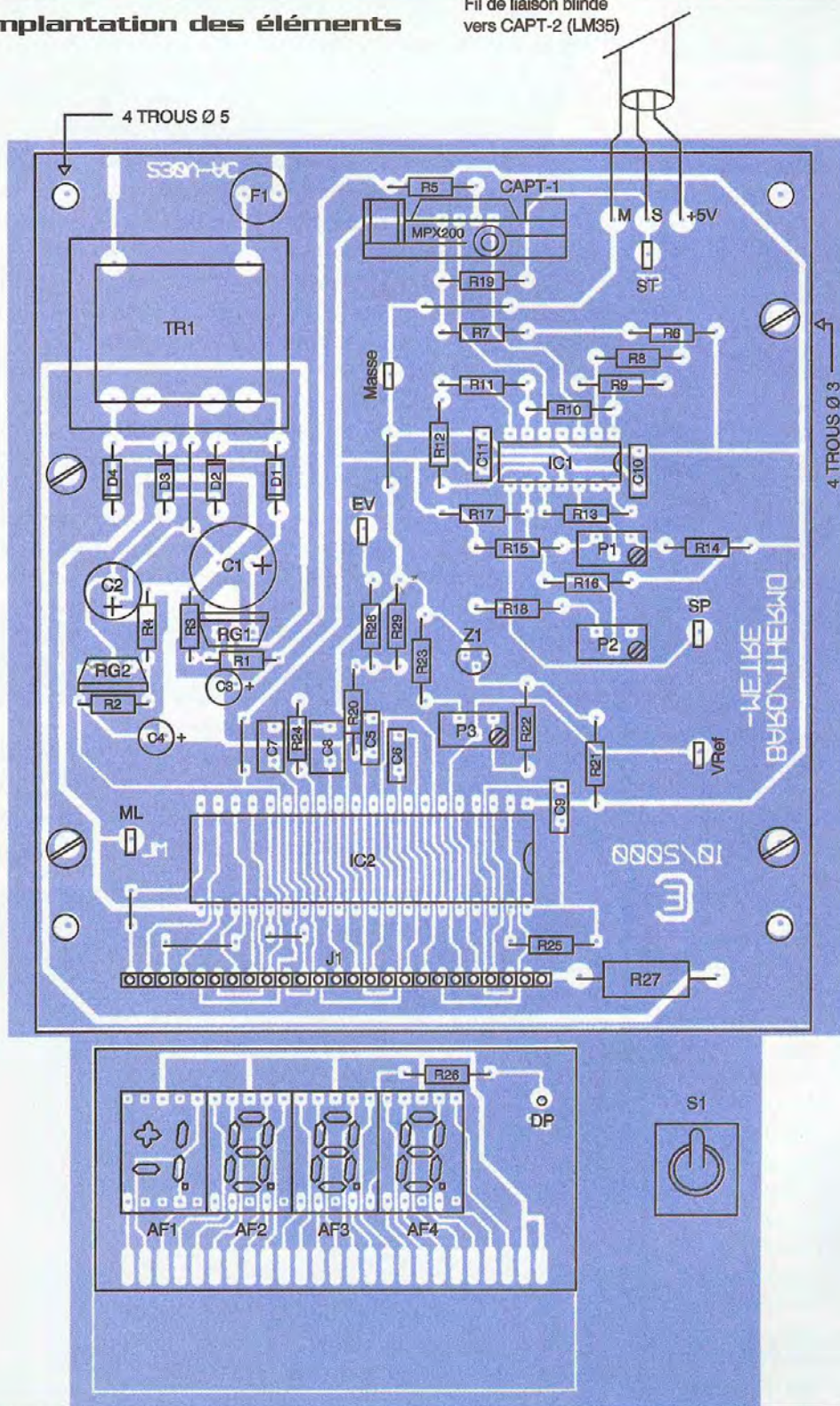
Il ne vous reste plus désormais qu'à fixer votre circuit imprimé dans le coffret à l'aide

des quatre vis fournies.

Vous percerez un trou de 6 mm de diamètre dans la face avant en Plexiglas rouge. Ce trou recevra l'inverseur S<sub>1</sub>. Vous relierez ce dernier à la plaquette à l'aide de 5 fils de câblage en vous aidant de la **figure 7**. Ne reliez pas tout de suite le fil qui va vers l'en-

#### 4 Implantation des éléments

Fil de liaison blindé vers CAPT-2 (LM35)





Cette méthode empirique présente l'avantage d'être simple et procure une précision satisfaisante dans la gamme assez restreinte de pression atmosphérique.

Selon l'altitude de votre lieu de résidence, les variations autour de la valeur centrale pourront être plus ou moins dilatées.

Dans tous les cas, vous pourrez suivre, jour après jour, les évolutions des valeurs affichées et en déduire les conditions météo à venir.

Un étalonnage plus poussé est possible mais nécessite l'utilisation d'une colonne d'eau graduée (un tube de verre convient) et d'une bouteille hermétique de laboratoire munie de trois tubes de sortie. Au moyen de tuyaux, le premier de ces tubes communique avec le capteur (MPX 200 AP), le deuxième avec la colonne d'eau.

Le troisième est muni d'un robinet suivi d'un morceau de tuyau par lequel on peut aspirer l'air contenu dans la bouteille et dans toute l'installation puisque tout communique.

On crée de cette manière une dépression artificielle, que l'on maintient en fermant le robinet et que l'on mesure en mm sur la colonne d'eau.

Sachant qu'une hauteur d'eau de 10 mm correspond à une dépression de 1 hPa par rapport à la pression atmosphérique, on peut effectuer un réglage précis, au prix de manipulations assez fastidieuses.

Pour la fonction thermomètre, seul le premier réglage (celui de Vref) intervient. La précision au dixième de degré s'obtient sans aucun réglage supplémentaire.

Grâce à l'utilisation d'un circuit ICL8069 pour générer la tension de référence, les valeurs de pression et de température affichées présentent une stabilité remarquable.

Nous n'avons pas prévu d'interrupteur marche/arrêt pour ce montage. Sa consommation demeure insignifiante et la température interne de fonctionnement des différents composants reste ainsi constante, cette dernière ayant une légère influence sur les mesures de pression.

Nous espérons que ce montage vous plaira, que sa réalisation vous apportera beaucoup de joie et son utilisation beaucoup de satisfaction.

Ch. ECKENSPIELLER

## Nomenclature

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> : 220 Ω 1/4W

R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 680 Ω 1/4W

R<sub>5</sub> : 1,5 kΩ 1/4W

R<sub>6</sub> : 8,2 kΩ 1/4W

R<sub>7</sub> : 1 kΩ 1/4W

R<sub>8</sub> : 4,3 kΩ 1/4W

R<sub>11</sub> : 10 kΩ 1/4W

R<sub>12</sub> à R<sub>15</sub> : 4,7 kΩ 1/4W

R<sub>16</sub> : 12 kΩ 1/4W

R<sub>17</sub> : 2,7 kΩ 1/4W

R<sub>18</sub> : 2,2 kΩ 1/4W

R<sub>19</sub> : 75 kΩ 1/4W

R<sub>20</sub> : 470 kΩ 1/4W

R<sub>21</sub> : 6,8 kΩ 1/4W

R<sub>22</sub> : 9,1 kΩ 1/4W

R<sub>23</sub> : 3 kΩ 1/4W

R<sub>24</sub> : 47 kΩ 1/4W

R<sub>25</sub> : 100 kΩ 1/4W

R<sub>26</sub> : 100 Ω 1/4W

R<sub>27</sub> : 10 Ω 1W

R<sub>28</sub> : 680 kΩ 1/4W

R<sub>29</sub> : 330 kΩ 1/4W

C<sub>1</sub> : 470 µF/16V chimique radial

C<sub>2</sub> : 100 µF/25V chimique radial

C<sub>3</sub> : 4,7 µF/16V tantale

C<sub>4</sub> : 1 µF/16V tantale

C<sub>5</sub> : 10 nF MKT 5,08

C<sub>6</sub> : 100 nF MKT 5,08

C<sub>7</sub> : 220 nF MKT 5,08

C<sub>8</sub> : 470 nF MKT 5,08

C<sub>9</sub> : 100 pF céramique

C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub> : 0,1 µF céramique

P<sub>1</sub>, P<sub>3</sub> : 1 kΩ

P<sub>2</sub> : 470 ou 500 Ω

IC<sub>1</sub> : ICL7107

IC<sub>2</sub> : LM324

Z<sub>1</sub> : ICL8069

AF<sub>1</sub> : TDSR5110 ou équivalent

AF<sub>2</sub> à AF<sub>4</sub> : LTS546AR ou équivalent

CAPT<sub>1</sub> : MPX200A ou AP

CAPT<sub>2</sub> : LM35DZ ou CZ

D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> : 1N4001

F<sub>1</sub> : fusible 200mA pas 5,08

TR<sub>1</sub> : transfo 3VA 2x6V moulé

RG<sub>1</sub> : LM317T

RG<sub>2</sub> : LM337T

1 support CI 14 pattes

1 support CI 40 pattes

J<sub>1</sub> : barrette à 25 picots

6 cosses poignards

S<sub>1</sub> : inverseur bipolaire

1 coffret plastique TEKO D-13

1 cordon secteur 2 pôles

## Electricité Voyage au cœur du système

**Dans le contexte d'ouverture des marchés de l'électricité, les enjeux économiques et sociaux sont de taille en particulier pour la production, le transport et la distribution de l'électricité.**

## électricité

VOYAGE AU CŒUR DU  
SYSTÈME

E Eyrolles

Rédigé par des spécialistes, «Electricité - Voyage au cœur du système» est le premier ouvrage de synthèse jamais écrit sur ce sujet. Il explique ce qu'est l'électricité en tant qu'énergie à produire, transporter et distribuer, mais aussi en tant que bien de consommation. Il retrace le développement du système électrique et décrit les différents modèles économiques pour gérer ce système et l'organiser. L'ouvrage donne à tous ceux qui veulent saisir la complexité du système des éléments de réponses aux questions d'actualité les plus lancinantes. 600 photos, 250 schémas et graphiques illustrent cet ouvrage qui satisfera tous les esprits curieux de leur environnement.

Editions EYROLLES

www.editions-eyrolles.com

528 pages - 250 F.

# Démodulateur FSK



Cet article décrit la mise en œuvre d'un démodulateur FSK en utilisant le circuit intégré LM565 de National Semiconductor. Ce composant est une boucle de phase à usage général qui contient un oscillateur linéaire contrôlé en tension de très haute stabilité pour une démodulation FM à faible distorsion et un double détecteur de phase équilibré avec une bonne suppression de la porteuse.

## Description du montage

La fréquence de l'oscillateur contrôlé en tension (VCO : Voltage Control Oscillator) est établie avec une résistance et une capacité externes et une plage de réglage de 10:1 peut être obtenue avec la même capacité. Les caractéristiques du système à boucle de phase (bande-passante, vitesse de réponse et capture) peuvent être ajustées sur une large plage avec cette résistance et cette capacité externes. La boucle de phase peut être coupée entre le VCO et le détecteur de phase pour insérer un diviseur de tension numérique afin d'obtenir une multiplication de la fréquence.

La **figure 1** représente le schéma bloc interne du LM565.

Les caractéristiques de ce circuit intégré sont les suivantes : stabilité en fréquence du VCO de 200 ppm/°C, plage de tension d'alimentation située entre  $\pm 5$  et  $\pm 12$ V avec 100pp/% typique, linéarité à 0,2% pour la sortie démodulée, une forme d'onde triangulaire avec un passage au point zéro de la phase disponible, l'entrée du détecteur de phase est compatible DTL et TTL ainsi que la sortie de l'onde carrée, l'ajustage du ver-

rouillage est possible dans la plage  $\pm 1\%$  à une valeur supérieure à  $\pm 60\%$ . Ses applications principales sont : la synchronisation des données et des bandes d'enregistrement, les modems, la démodulation FSK, la démodulation FM, les synthétiseurs de fréquence, le décodage de la tonalité, la division et la multiplication de fréquence, les démodulateurs SCA, les récepteurs télémétriques, la régénération de signaux, les démodulateurs cohérents.

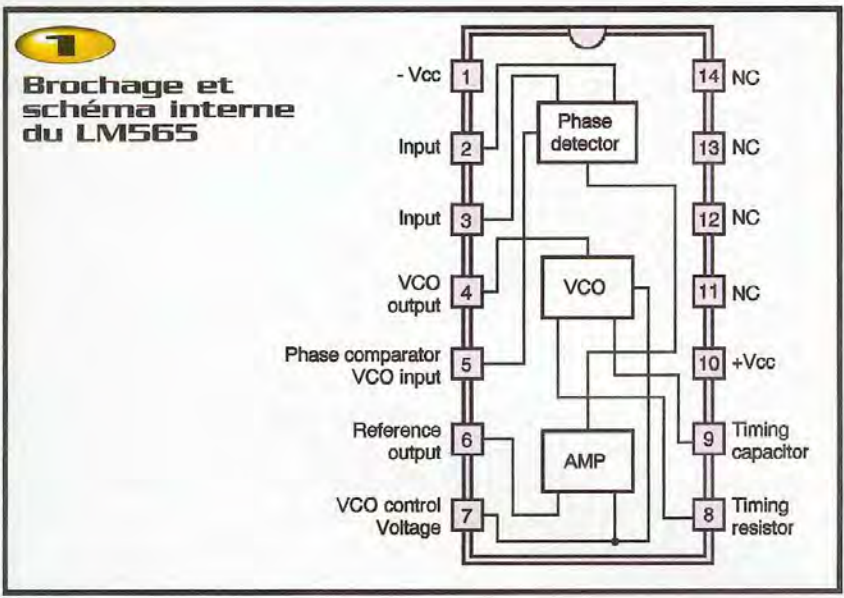
La boucle à verrouillage de phase (PLL : Phase Locked Loop) a été conçue pour être un élément utile dans de nombreux types de systèmes de communication. Elle est utilisée fondamentalement de deux façons différentes : en tant que démodulateur dans lequel la boucle de phase est utilisée pour suivre la phase ou la fréquence de modulation, et pour suivre une porteuse ou un signal de synchronisation qui peut varier en fréquence avec le temps. Lorsqu'elle fonctionne en tant que démodulateur, la boucle de phase peut être imaginée comme un filtre adapté opérant comme un détecteur cohérent. Lorsqu'elle est utilisée pour suivre une porteuse, on peut l'imagi-

ner comme un filtre à bande étroite qui sert à retirer le bruit du signal.

Récemment, une PLL a été construite dans un circuit intégré monolithique comme celle du LM565, incorporant les éléments de base nécessaires pour un bon fonctionnement, c'est-à-dire un double détecteur de phase équilibré et un oscillateur linéaire contrôlé en tension très précis : la fréquence de ce dernier peut varier, soit avec une résistance soit avec une capacité externe.

La **figure 2** représente les trois blocs de base d'une PLL. L'entrée  $E_i$  est un signal sinusoïdal de fréquence arbitraire, tandis que le signal de sortie du VCO  $E_o$  est une sinusoïde de la même fréquence que l'entrée mais avec une phase arbitraire. Le filtre passe-bas de la boucle enlève les composantes alternatives de la sortie du multiplieur ; les termes des composantes continues sont vues comme une fonction de l'angle de phase entre le VCO et le signal d'entrée. La sortie du VCO est en relation directe avec son entrée contrôlée en tension ; on peut imaginer que l'action du VCO est celle d'un intégrateur situé dans la boucle de réaction lorsque la boucle de phase est considérée dans





une théorie de servomécanisme. Une meilleure compréhension de l'opération de la boucle peut être obtenue en considérant que, initialement, la boucle n'est pas verrouillée, mais que la fréquence du signal d'entrée  $E_i$  et celle du VCO  $E_o$  sont très proches l'une de l'autre. Sous ces conditions,  $E_d$  est une fréquence de battement qui est égale à la différence entre les fréquences  $E_o$  et  $E_i$ . Ce signal est aussi appliqué à l'entrée du VCO, puisqu'il est assez bas pour passer à travers le filtre. Par conséquent, la fréquence instantanée du VCO change et, à certains instants dans le temps si la fréquence du VCO égale la fréquence d'entrée, le verrouillage en résulte. A cet instant,  $E_f$  assure un niveau suffisant pour maintenir la fréquence du VCO verrouillée sur la fréquence d'entrée. Si la fréquence d'accord du VCO varie (telle que par exemple en faisant varier la valeur de la capacité d'accord), la fréquence de sortie du VCO va essayer de changer. Cependant, ceci résulte dans un changement instantané de l'angle de phase entre

$E_i$  et  $E_o$ , ce qui entraîne un changement du niveau continu de  $E_d$  qui agit alors pour maintenir la fréquence verrouillée : aucun changement de la fréquence moyenne en résulte.

De façon similaire, si la fréquence de  $E_i$  varie, un changement instantané survient qui implique un changement de phase entre  $E_i$  et  $E_o$  et ainsi un nouveau changement du niveau continu  $E_d$ . Ce décalage change alors la fréquence du VCO pour maintenir les deux fréquences verrouillées l'une par rapport à l'autre. La valeur de l'erreur de phase résultante pour un décalage de la fréquence donnée peut être calculée en connaissant le gain de la boucle en continu du système.

En théorie, la phase de la sortie du VCO est proportionnelle à l'intégrale de la tension de contrôle. Lors de la mise en œuvre d'une PLL, il est nécessaire de considérer non seulement la performance en continu, mais aussi celle en alternatif ou encore en régime transitoire qui sont gouvernés par les composants du filtre de boucle placés entre le détecteur de phase et le VCO. En fait, c'est ce filtre de boucle qui rend la PLL aussi puissante : seulement une résistance et une capacité sont nécessaires, en tout et pour tout, pour produire une bande-passante étroite avec n'importe quelle fréquence désirée dans cet intervalle. Mais il faut faire attention avec des valeurs élevées de la constante de temps ou du gain de la boucle car cela réduit le facteur d'amortissement de l'ensemble et, par conséquent, diminue la stabilité de la

boucle. Donc, si l'utilisateur désire une bande-passante étroite, le facteur d'amortissement devient très petit et une instabilité en résulte. Il n'est pas possible d'ajuster la bande-passante, le gain de la boucle et le facteur d'amortissement indépendamment avec un simple filtre RC. Avec une seconde résistance d'amortissement, il est possible de choisir la bande-passante, le facteur d'amortissement et le gain de la boucle de façon indépendante.

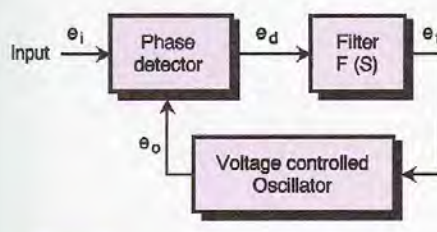
En considérant l'exposé ci-dessus, il y a réellement deux considérations primordiales dans la conception d'une boucle de phase. Ainsi, l'emploi pour lequel la PLL est destinée affecte les critères de sélection des composants de la boucle. Les deux facteurs principaux à considérer sont le gain de la boucle et la fréquence naturelle.

Comme il a été écrit plus haut, le gain de la boucle affecte l'erreur de phase entre l'entrée et l'oscillateur contrôlé en tension pour un décalage de la fréquence donnée du signal d'entrée. Il détermine aussi la plage de maintien de la boucle ne fournissant aucun composant de la boucle à entrer dans ses limites ou en saturation. Ceci est dû au fait que la boucle reste verrouillée aussi longtemps que la différence de phase entre l'entrée et le VCO est inférieure à  $\pm 90^\circ$ . Plus le gain de la boucle est important et plus l'entrée peut changer en fréquence avant que l'erreur de phase soit atteinte.

En ce qui concerne la fréquence naturelle, la bande-passante de la boucle est déterminée par les composants du filtre et le gain de la boucle. La sélection de la bande-passante de la boucle de phase peut dépendre de plusieurs éléments : le bruit de la bande-passante, les taux de modulation si la boucle doit être utilisée comme un démodulateur FM.

Il y a deux conditions qui sont en conflit et qui ont un effet sur la bande-passante de la boucle :

- premièrement, la bande-passante de la boucle doit être aussi étroite que possible pour minimiser l'instabilité de phase en sortie due à du bruit extérieur.
- Deuxièmement, la bande-passante de la boucle doit être rendue aussi large que possible afin de minimiser les erreurs de transition dues à la modulation du signal et aussi pour minimiser l'instabilité en sortie



due au bruit de l'oscillateur VCO interne. Ainsi, il est possible d'obtenir une meilleure poursuite et de meilleures propriétés d'acquisition.

Ces deux principes sont en opposition directe et, dépendant de ce que la boucle de phase doit accomplir, une solution optimale doit être trouvée entre ces deux extrêmes. Si la boucle de phase doit être utilisée pour démoduler de la modulation de fréquence, la conception doit tenir compte en de la bande-passante de la boucle (second critère) car il est nécessaire de fournir une bande-passante de boucle suffisante pour s'accommoder de la modulation attendue.

Il faut se rappeler qu'à chaque fois, la boucle doit rester verrouillée (l'erreur de phase maximale doit être inférieure à  $90^\circ$ ), même avec des conditions extrêmes de modulation telles que des pics ou des changements par palier de la fréquence. Pour le cas d'une modulation de fréquence sinusoïdale, l'erreur de phase maximale est une fonction de la déviation de la fréquence et du facteur d'amortissement : le maximum se produit lorsque la fréquence modulante égale la fréquence naturelle de la boucle. Si la boucle doit effectuer une démodulation FSK, elle doit suivre les changements par palier de la fréquence. Les composants du filtre doivent alors être choisis en concordance avec l'erreur de phase de transition.

Il faut aussi se rappeler que le filtre de la boucle doit être assez large pour que la boucle ne perde pas le verrouillage lorsque la fréquence change de palier : plus le filtre de boucle est large et plus le verrouillage est maintenu.

Dans les circuits pour suivre une porteuse ou se synchroniser sur un signal, le concepteur désire créer une bande-passante aussi étroite que possible afin que les erreurs de phase dues à du bruit externe soient aussi faibles que possible. Cependant, il est nécessaire de rendre la bande-passante du filtre assez large de telle manière que toute instabilité de la fréquence sur le signal d'entrée soit suivie.

Puisqu'un des usages principaux des boucles à verrouillage de phase est de démoduler ou suivre un signal, il est utile d'étudier quels sont les effets du bruit sur ce genre de circuit. Le seuil de bruit est une chose difficile à analyser dans une PLL puisque nous parlons dans ce cas d'une quantité statistique.

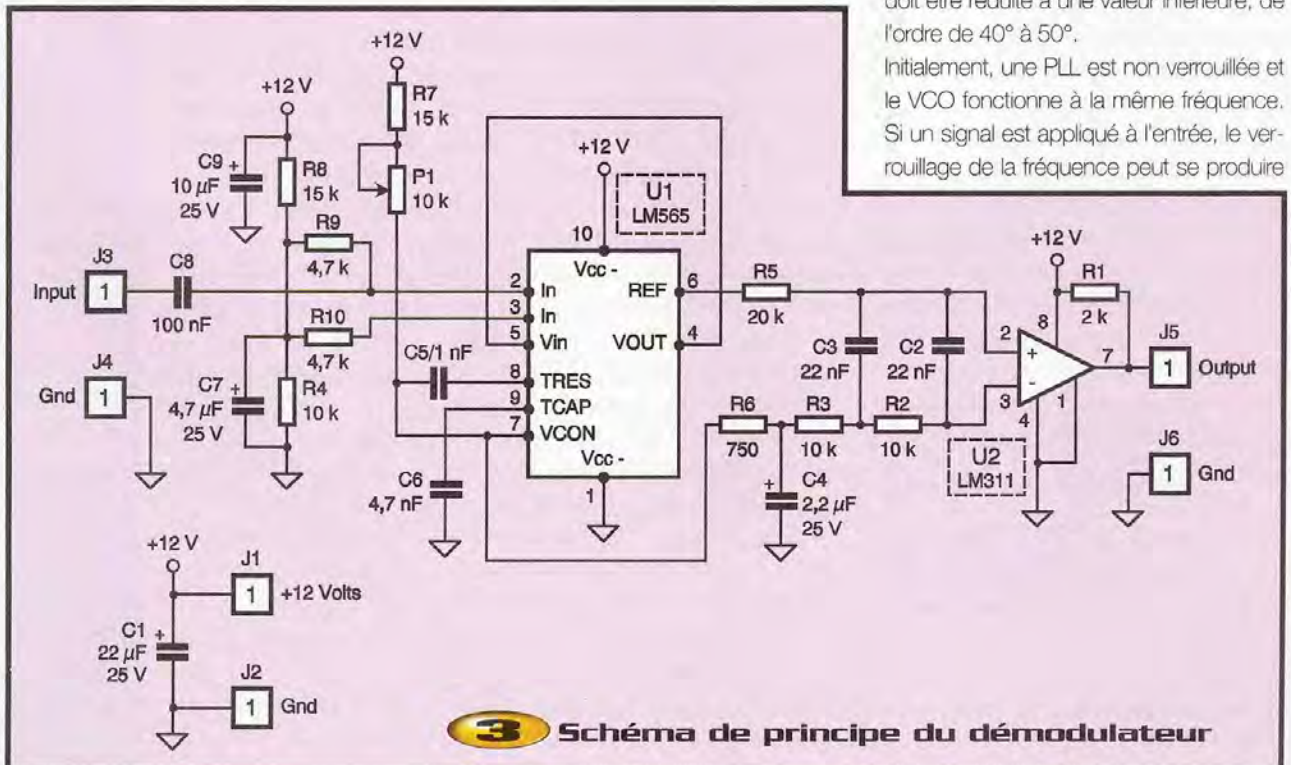
Le bruit se présente dans le signal d'entrée à la fois dans son amplitude et dans sa modulation de phase. Il peut être démontré que les performances optimales d'une PLL peuvent être obtenues si un limiteur est utilisé à l'avant du détecteur de phase ou si ce dernier est autorisé à fonctionner à ses limites. Avec l'utilisation d'un limiteur, la modulation d'amplitude du signal d'entrée

par du bruit est supprimée et le bruit apparaît comme une modulation de phase. Comme le rapport du signal d'entrée par rapport au bruit diminue, l'instabilité de la phase due au bruit augmente et la probabilité de perdre le verrouillage provenant d'une excursion de phase instantanée augmente aussi.

En pratique, il est presque impossible d'obtenir un verrouillage de la phase si le rapport signal sur bruit dans la boucle est de 0 dB. En règle générale, il faut au minimum un rapport signal sur bruit de +6 dB pour une acquisition correcte. Si la modulation ou l'erreur de phase transitoire est présente, un rapport signal sur bruit plus élevé est nécessaire pour l'acquisition et le maintien de la boucle. Lorsque les composants du filtre de boucle sont calculés, une bande-passante suffisante dans la boucle doit être permise pour des changements de phase instantanés qui sont dus à une entrée de bruit parasite.

Nous avons écrit précédemment que le filtre doit être calculé sur la base que l'erreur maximale causée par la modulation doit être inférieure à  $90^\circ$  (ainsi, la boucle ne perd pas son verrouillage en fréquence). Cependant, si le bruit est présent, l'erreur de phase maximale augmente à cause du bruit. Aussi, si la boucle ne doit pas perdre son verrouillage sur ces pics de bruit, l'erreur maximale autorisée due à la modulation doit être réduite à une valeur inférieure, de l'ordre de  $40^\circ$  à  $50^\circ$ .

Initialement, une PLL est non verrouillée et le VCO fonctionne à la même fréquence. Si un signal est appliqué à l'entrée, le verrouillage de la fréquence peut se produire



**3** Schéma de principe du démodulateur

ou non, tout dépend de plusieurs facteurs : Si le signal est à l'intérieur de la bande-passante du filtre de boucle, le verrouillage se produit sans qu'aucun cycle ne soit sauté. Si la fréquence du signal d'entrée est plus loin de la fréquence du VCO, le verrouillage peut encore se produire avec quelques cycles supplémentaires, le temps que la boucle se verrouille.

Le circuit de notre application, qui est un démodulateur FSK, est représenté à la **figure 3**. Ce type de démodulation est largement utilisé pour la transmission d'information Télétype, à la fois dans les périphériques des ordinateurs et dans le domaine des communications.

Des standards ont été développés depuis des années et, généralement, les fréquences utilisées sont les suivantes : pour les tonalités des sous-porteuses de la radio Télétype, la fréquence de repère est 2125 Hz et l'espace de fréquence est de 2975 Hz ; pour les porteuses dans les transmissions sur une ligne téléphonique, la fréquence de repère est 1070 ou 2025 Hz et l'espace de fréquence est de 1270 ou 2225 Hz respectivement.

Notre application implémente un démodulateur pour une fréquence de repère de 2025 et un espace de fréquence de 2225 Hz. Puisque c'est un système FM (modulation de fréquence) qui emploie une modulation par une onde carrée, la fréquence naturelle de la boucle doit être choisie de telle sorte que les erreurs maximales de la phase ne dépassent pas 90° sous n'importe quelle condition de fonctionnement.

Les valeurs des composants du filtre de boucle de 2,2 µF pour C<sub>4</sub> et 750 Ω pour R<sub>6</sub> ont été choisies pour s'accommoder d'un taux de modulation de 300 Bauds (ce qui correspond à 150 Hz). Les deux résistances R<sub>2</sub> et R<sub>3</sub> de 10 kΩ et les capacités C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> de 22 nF à l'entrée du comparateur LM311, de National Semiconductor, fournissent un filtrage supplémentaire de la porteuse et, en conséquence, participent à l'opération de lissage du circuit.

Un problème rencontré avec ce simple démodulateur est celui du décalage de la composante continue. La fréquence doit être ajustée pour produire 0V à l'entrée du comparateur de telle sorte qu'avec la modulation, la commutation de ce comparateur intervienne. Puisque la déviation du

signal est faible (environ de 10%), la sortie démodulée crête-à-crête est de seulement 150mV. Il est évident que tout décalage de la fréquence du VCO entraîne un changement de la composante continue et peut, par conséquent, verrouiller le comparateur dans un état ou dans l'autre.

## Réalisation pratique

Le câblage de notre circuit ne pose aucune difficulté particulière. Il n'y a pas de strap à souder. Il est bien sûr recommandé de mettre les circuits intégrés LM565 et LM311 sur des supports au cas où ces derniers seraient à changer à cause d'une mauvaise manipulation. La **figure 4** représente le circuit côté cuivre et la **figure 5** côté composants.

## Conclusion

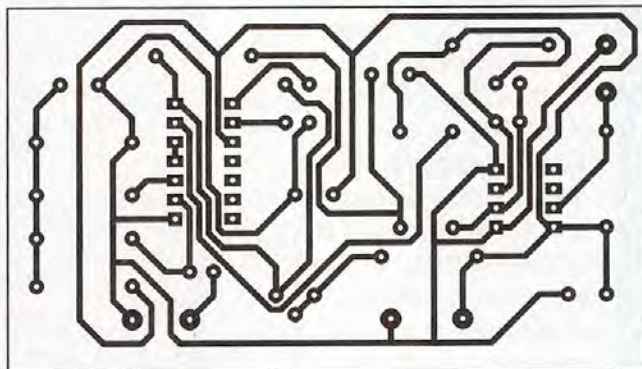
Le LM565 est un circuit intégré monolithique qui intègre une PLL complète avec seulement l'usage de deux composants externes pour fixer le filtre de boucle. Cette réalisation demandait, il y a peu de temps, l'usage de nombreux composants et des

heures de mise au point. Notre montage illustre son utilisation dans un démodulateur FSK associé à un comparateur monté autour d'un LM311 standard, et qui peut être utilisé dans de nombreuses applications utilisant ce type de démodulation.

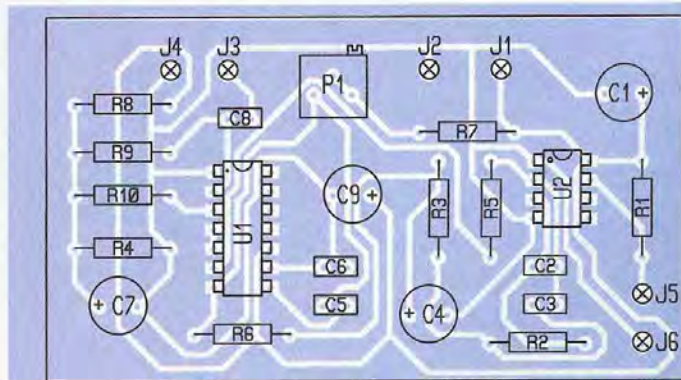
M. LAURY

## Nomenclature

- U<sub>1</sub> : LM565 + support DIL 14 broches
- U<sub>2</sub> : LM311 + support DIL 8 broches
- C<sub>1</sub> : 22 µF/25V radial
- C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> : 22 nF
- C<sub>4</sub> : 2,2 µF/25V radial
- C<sub>5</sub> : 1 nF
- C<sub>6</sub> : 4,7 nF
- C<sub>7</sub> : 4,7 µF/25V radial
- C<sub>8</sub> : 100 nF
- C<sub>9</sub> : 10 µF/25V radial
- R<sub>1</sub> : 2 kΩ (rouge, noir, rouge)
- R<sub>2</sub> à R<sub>4</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R<sub>5</sub> : 20 kΩ (rouge, noir, orange)
- R<sub>6</sub> : 750 Ω (violet, vert, marron)
- R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> : 15 kΩ (marron, vert, orange)
- R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- P<sub>1</sub> : potentiomètre 10 kΩ
- J<sub>1</sub> à J<sub>6</sub> : 6 picots

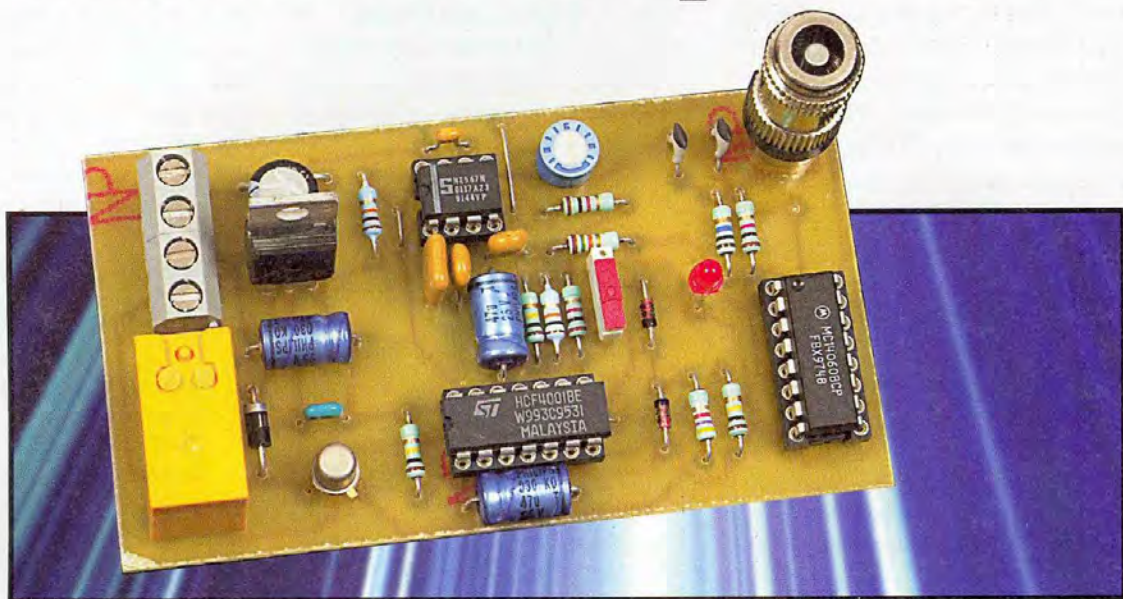


### 4 Tracé du circuit imprimé



### 5 Tracé du circuit imprimé

# Serrure à quartz



La légendaire précision de la fréquence de résonance du quartz est souvent mise à contribution dans maintes applications. Dans le présent montage, ce composant constitue la clé permettant de faire fonctionner la serrure correspondante, soit en mode continu, soit en mode impulsionnel.

## Le fonctionnement (figure 1)

### Alimentation

Le montage fonctionne à partir d'une source de courant continu de 7 à 15V. La diode D<sub>1</sub> fait office de détrompeur de polarité tandis que C<sub>1</sub> réalise un filtrage dans le cas de l'utilisation d'un potentiel ondulé. Sur la sortie du régulateur 7805, on recueille un potentiel continu stabilisé à 5V, valeur imposée par la présence du circuit décodeur LM567. La capacité C<sub>2</sub> effectue un complément de filtrage. C<sub>5</sub> découple l'alimentation du montage.

### Base de temps

Le circuit intégré référencé IC<sub>1</sub> est un compteur binaire de 14 étages en cascade avec oscillateur interne piloté par un quartz (qui se trouve physiquement dans la clé) caractérisé par une fréquence de 32,768 kHz. C'est cette valeur que l'on peut visualiser, à l'aide d'un oscilloscope, sur la broche 9 du CD4060. Sur une sortie Qi quelconque, on relève un signal carré dont la fréquence se détermine au moyen de la relation :

$$f_i = \frac{32768 \text{ Hz}}{2^i}$$

En particulier sur la sortie Q<sub>5</sub>, cette fréquence est de :

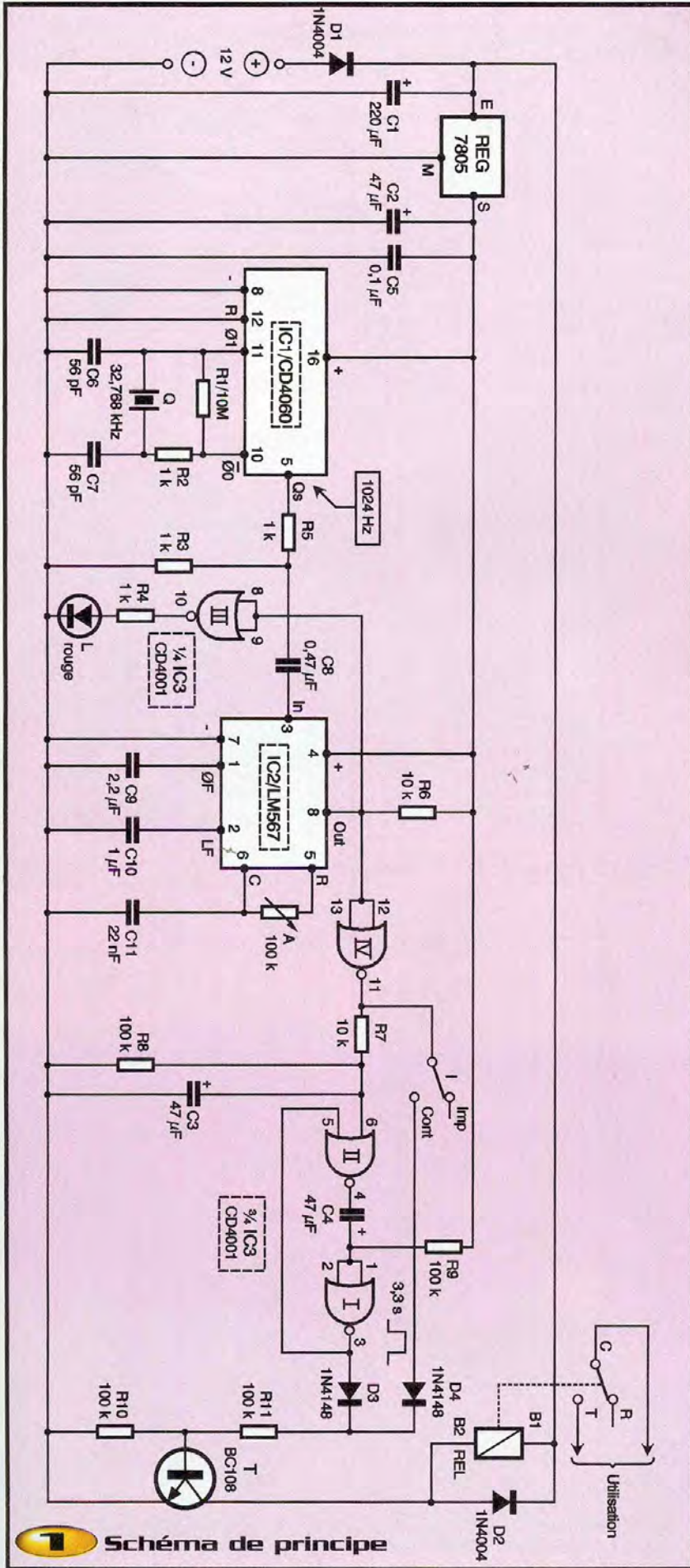
$$\frac{32768 \text{ Hz}}{2^5} = \frac{32768 \text{ Hz}}{32} = 1024 \text{ Hz}$$

### Vérification de la fréquence

Le circuit IC<sub>2</sub> est un LM567. Il s'agit d'un filtre actif dont le fonctionnement est fort simple. Pour toute fréquence présentée sur son entrée IN, dont la



la fiche CINCH qui contient le quartz



**1** Schéma de principe

valeur est différente de la fréquence de résonance propre au réglage, la sortie OUT est à l'état haut. Au contraire, si les deux fréquences coïncident, cette sortie passe à l'état bas. La fréquence de réglage est déterminée par la relation :

$$F = \frac{1}{1,1 \cdot A \cdot C_{11}}$$

Grâce au curseur de l'ajustable A, il est donc possible de caler IC<sub>2</sub> sur la fréquence de 1024 Hz présentée sur l'entrée IN par l'intermédiaire de C<sub>8</sub> et du pont diviseur R<sub>5</sub>/R<sub>3</sub>. Dans le cas où la fréquence ainsi vérifiée est reconnue conforme, la sortie de la porte inverseuse NOR III de IC<sub>3</sub> passe à l'état haut. La LED rouge L s'allume aussitôt.

**Circuit d'utilisation**

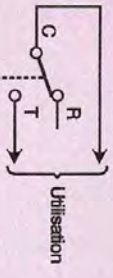
Dans le cas de conformité de la fréquence, la sortie de la porte NOR IV passe également à l'état haut. Si l'inverseur I est positionné sur "continu", par l'intermédiaire de D<sub>4</sub> et de R<sub>11</sub>, un courant base/émetteur s'établit au niveau du transistor T. Ce dernier se sature et le relais monté dans son circuit collecteur se ferme. Les contacts "travail" du relais peuvent alors être utilisés pour l'alimentation d'une gâche électrique ou encore la mise sous tension de tout autre récepteur.

Lorsque l'inverseur I est placé en position "impulsionnel", l'alimentation continue, via D<sub>4</sub>, est supprimée. En revanche, sur l'entrée 6 de la bascule monostable formée par les portes NOR I et II, on note l'apparition d'un état haut au bout de 0,3 seconde environ après le déclenchement de reconnaissance de la fréquence par IC<sub>2</sub>. Ce retard, dû à la charge de C<sub>3</sub> par l'intermédiaire de R<sub>7</sub>, est volontaire. Il impose une reconnaissance stabilisée et durable de la fréquence détectée afin de fiabiliser encore davantage le fonctionnement de la serrure.

La sortie de la bascule monostable délivre alors un état haut dont la durée est déterminée par les valeurs de R<sub>9</sub> et de C<sub>4</sub>. Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 3,3 secondes. Elle correspond évidemment à la durée de fermeture des contacts d'utilisation du relais.

**La réalisation**

La **figure 2** reprend le circuit imprimé du montage. Il n'appelle aucune remarque



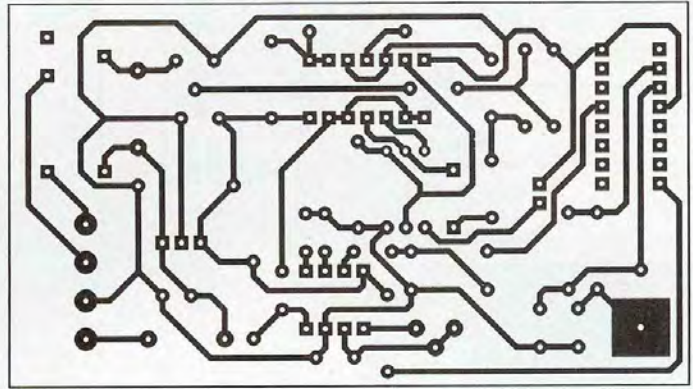
particulière. L'implantation des composants est indiquée en **figure 3**. Attention au respect de l'orientation des composants polarisés.

Le quartz a été introduit à l'intérieur d'une fiche mâle CINCH.

La mise au point est très simple. En partant de la position médiane, on tournera le curseur très progressivement dans un sens ou dans l'autre pour aboutir à l'allumage franc et stabilisé de la LED de contrôle.

R. KNOERR

**2** Tracé du circuit imprimé



**Nomenclature**

3 straps (1 horizontal, 2 verticaux)

R<sub>1</sub> : 10 MΩ (marron, noir, bleu)

R<sub>2</sub> à R<sub>4</sub> : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R<sub>5</sub> : 15 kΩ (marron, vert, rouge)

R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R<sub>8</sub> à R<sub>10</sub> : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R<sub>11</sub> : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)

A : ajustable 100 kΩ

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes 1N4004

D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> : diodes-signal 1N4148

L : LED rouge Ø 3

REG: régulateur 5V (7805)

Q : quartz 32,768 kHz (dans fiche CINCH)

C<sub>1</sub> : 220 µF/25V électrolytique (sorties radiales)

C<sub>2</sub> à C<sub>4</sub> : 47 µF/10V électrolytique

C<sub>5</sub> : 0,1 µF céramique multicouches

C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 56 pF céramique multicouches

C<sub>8</sub> : 0,47 µF céramique multicouches

C<sub>9</sub> : 2,2 µF céramique multicouches

C<sub>10</sub> : 1 µF céramique multicouches

C<sub>11</sub> : 22 nF céramique multicouches

T : transistor NPN BC108, 2N2222

IC<sub>1</sub> : CD4060 (compteur binaire 14 étages)

IC<sub>2</sub> : LM567 (filtre actif)

IC<sub>3</sub> : CD4001 (4 portes NOR)

1 support 8 broches

1 support 14 broches

1 support 16 broches

Bornier soudable 4 plots (2 x 2 plots)

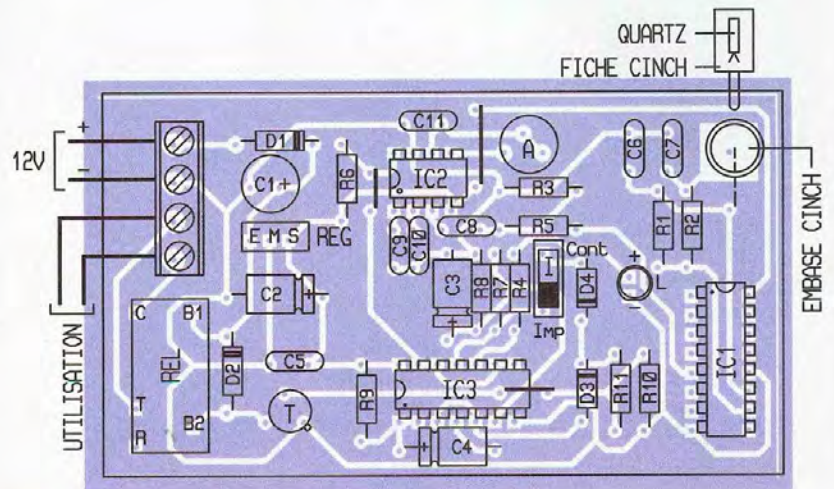
REL : relais 12V/1RT (National)

Embase CINCH (à visser)

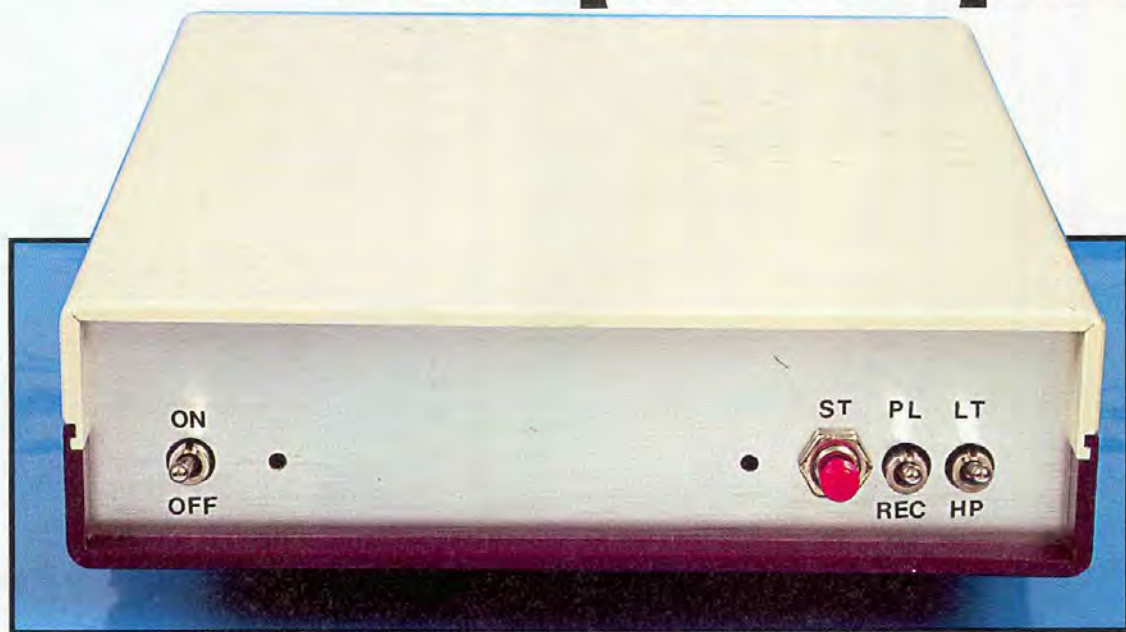
Fiche CINCH

I : microswitch 1 interrupteur

**3** Implantation des éléments



# Personnalisation d'un répondeur téléphonique



Dans certains cas, il peut être intéressant de laisser à un correspondant privilégié, par l'intermédiaire d'un code confidentiel, un message particulier, voire intime, destiné à lui seul. Ce montage, qui est un complément à un répondeur existant, répond totalement à cet usage.

## Le principe d'utilisation

La mise sous tension volontaire initialise le montage qui doit être mis en service en même temps que le répondeur existant. Lorsqu'un correspondant appelle le numéro concerné et que le répondeur prend la ligne, le montage démarre une première temporisation réglée sur la durée du message d'accueil "banal". Au bout de ce délai, le montage émet une signalisation sonore particulière et indépendante du signal habituel invitant le correspondant à laisser son message.

Le correspondant (qui connaît ce signal) dispose alors d'une douzaine de secondes pour composer, sur le clavier de son téléphone, un code confidentiel de 4 chiffres. Si ce dernier est reconnu conforme, le montage restitue au correspondant un message "spécial" dont la durée peut atteindre 90 secondes au maximum. Le montage restitue alors la ligne au bout de cette séquence.

Il va de soi que le correspondant peut éventuellement laisser un message

sur le répondeur, s'il le désire.

Le fait qu'un code confidentiel conforme a été validé se trouve signalisé par une LED dont l'extinction se réalise par une nouvelle mise en marche de l'appareil.

Enfin, il est possible de modifier, à tout moment, le message particulier et de l'écouter, au titre d'un contrôle, sur un haut-parleur intégré au montage.

## Le fonctionnement (figures 1, 2 et 3)

### Alimentation

L'énergie provient du secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre, sur sa sortie, un potentiel de 12V. Après redressement et filtrage par  $C_1$ , un régulateur prend le relais et délivre, sur sa sortie, un potentiel continu et stabilisé à 5V. La LED verte,  $L_1$ , signale la mise sous tension du montage.

### Initialisation

Au moment de la mise sous tension, la capacité  $C_3$  se charge à travers  $R_3$ . Il en résulte une brève impulsion posi-

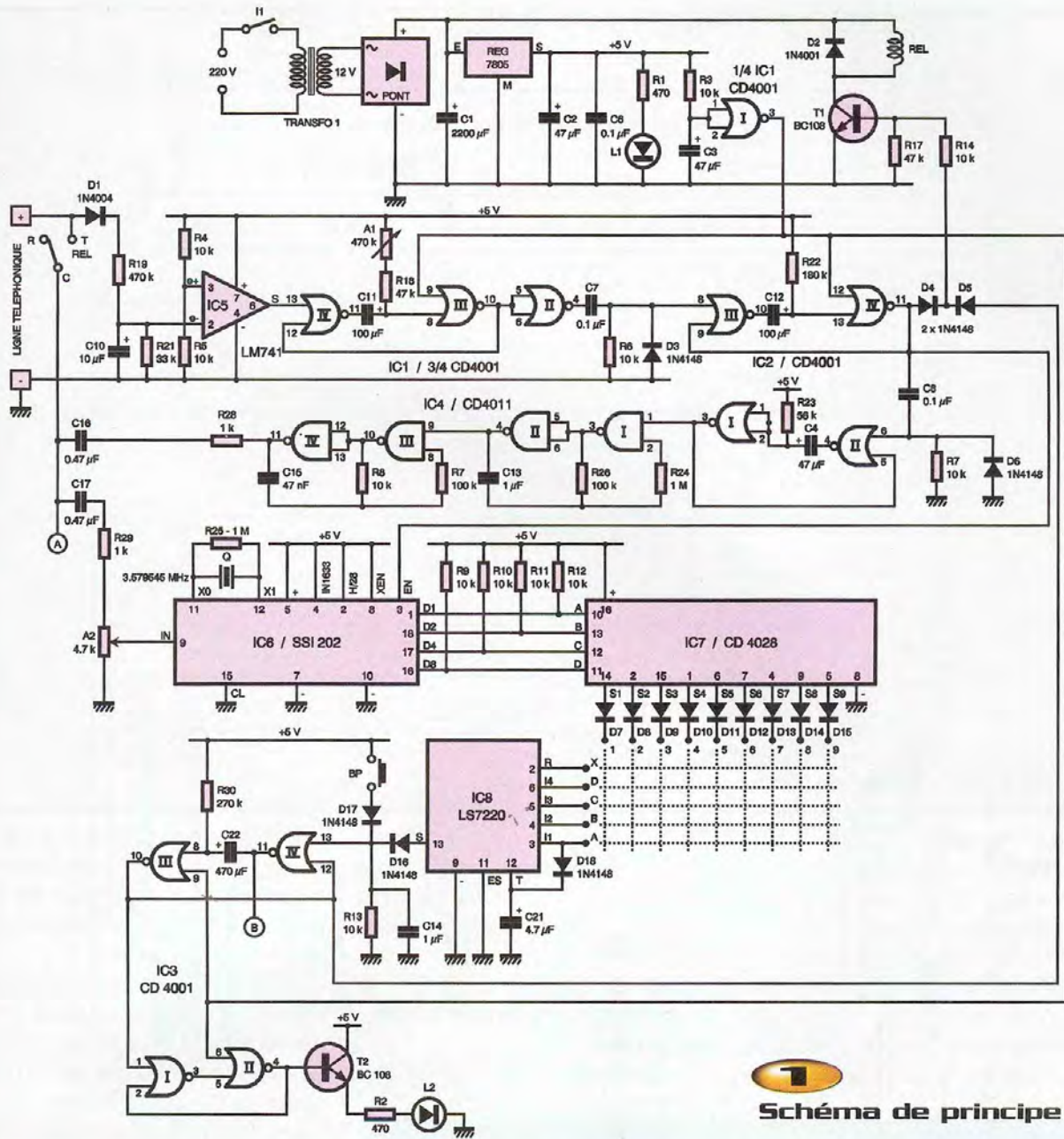
tive sur la sortie de la porte NOR I de  $IC_1$ . Cette impulsion est destinée à la remise à zéro forcée de diverses bascules monostables, ainsi qu'à l'effacement de la mémorisation éventuelle d'une utilisation précédente.

### Détection de la prise de ligne par le répondeur existant

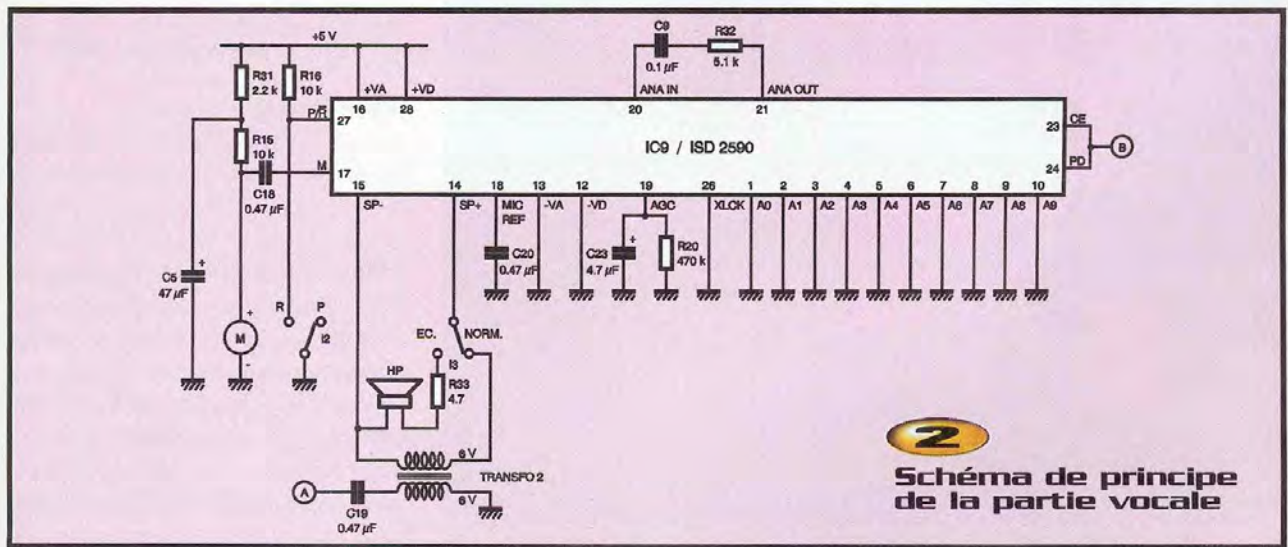
Tant que le répondeur n'a pas "pris" la ligne, cette dernière se caractérise par un potentiel de l'ordre de 50V. Grâce au pont diviseur formé par  $R_{19}$  et  $R_{21}$ , le potentiel de l'entrée inverseuse du comparateur  $IC_6$  est supérieur à celui de l'entrée directe. Il en résulte un état bas sur la sortie. En revanche, dès que le répondeur assure la prise de ligne, la sortie du comparateur passe à l'état haut, étant donné que le potentiel de la ligne téléphonique chute à une valeur de 10 à 25V.

### Temporisation par rapport au message d'accueil

Dès que l'entrée de contrôle du monostable NOR III et IV de  $IC_1$  est soumise à un état haut, la sortie pré-

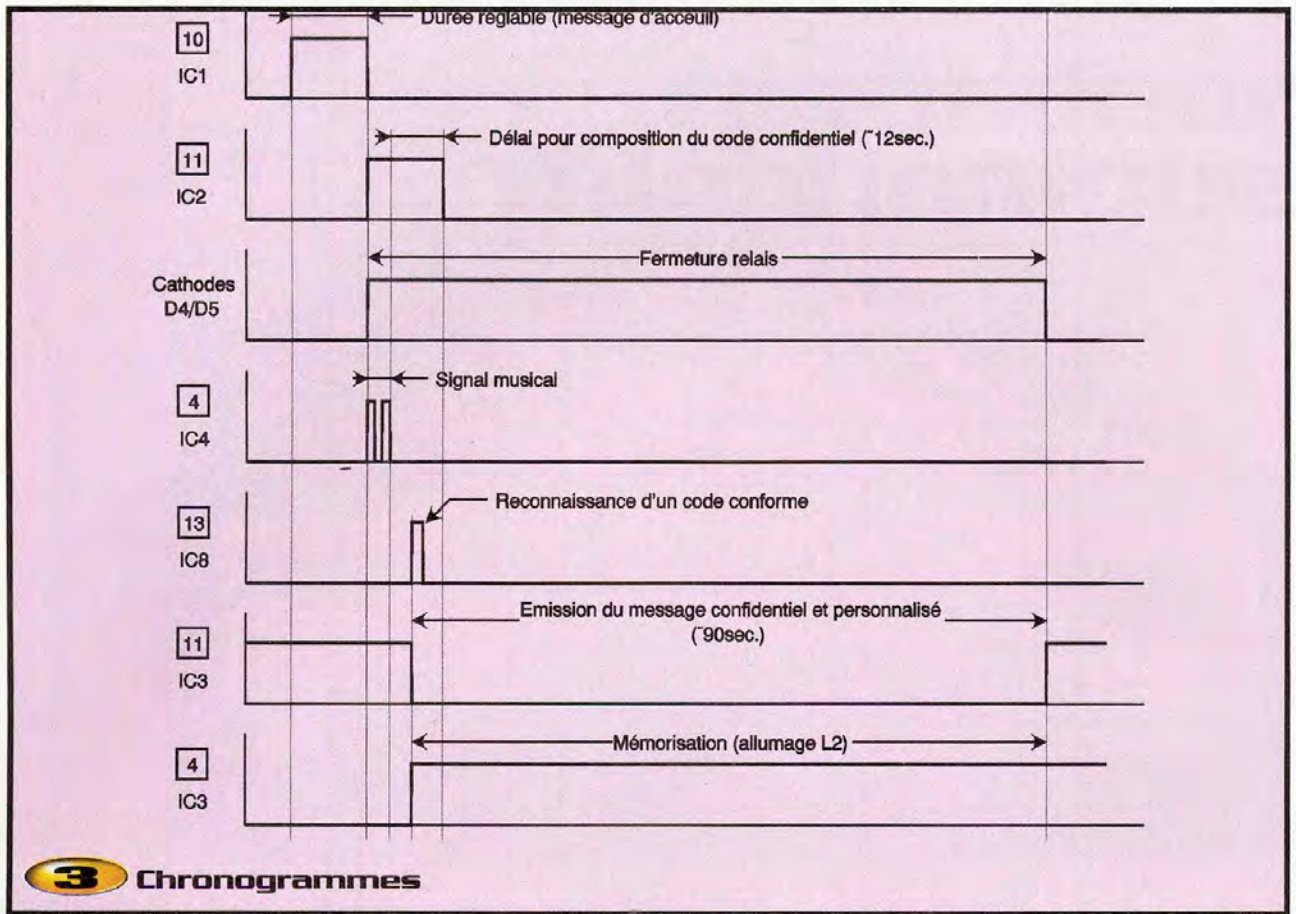


**1**  
Schéma de principe



**2**  
Schéma de principe de la partie vocale





**3 Chronogrammes**

sente un état haut dont la durée dépend essentiellement de la position angulaire de l'ajustable  $A_1$ . En fait, cette durée est à régler sur celle du message d'accueil du répondeur en y ajoutant 2 ou 3 secondes. Elle est réglable de 5 à 35 secondes. A la fin de cette temporisation, la sortie de la porte inverseuse NOR II de IC<sub>1</sub>, présente un front ascendant qui est aussitôt pris en

compte par le dispositif de dérivation  $C_7/R_6/D_3$ . En particulier au niveau de la cathode de  $D_3$ , on observe une brève impulsion positive due à la charge rapide de  $C_7$ .

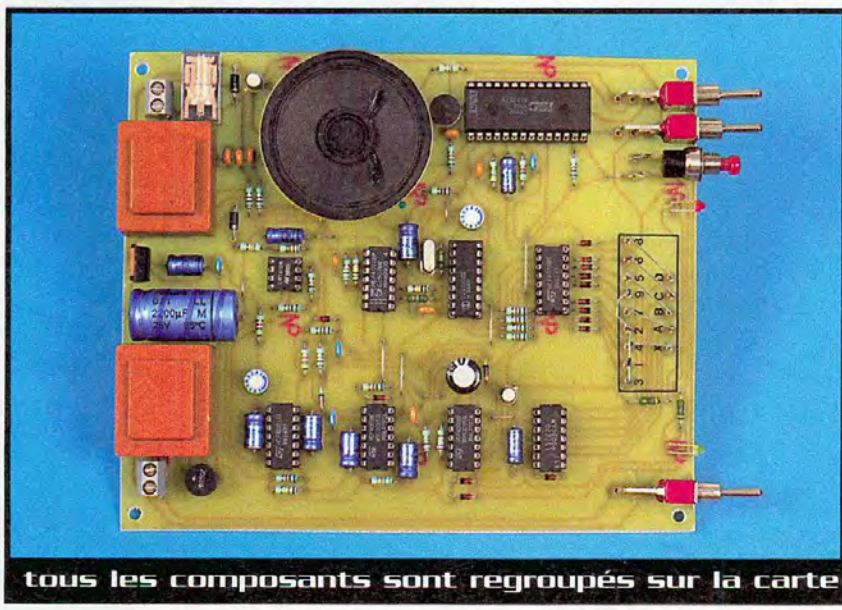
**Temporisation allouée pour le code confidentiel**  
Le monostable NOR III et IV de IC<sub>2</sub>, dont

l'entrée de commande a été sollicitée par le dispositif de dérivation précédemment évoqué, délivre sur sa sortie un état haut d'une durée de l'ordre de 12 secondes, ce qui a trois conséquences :

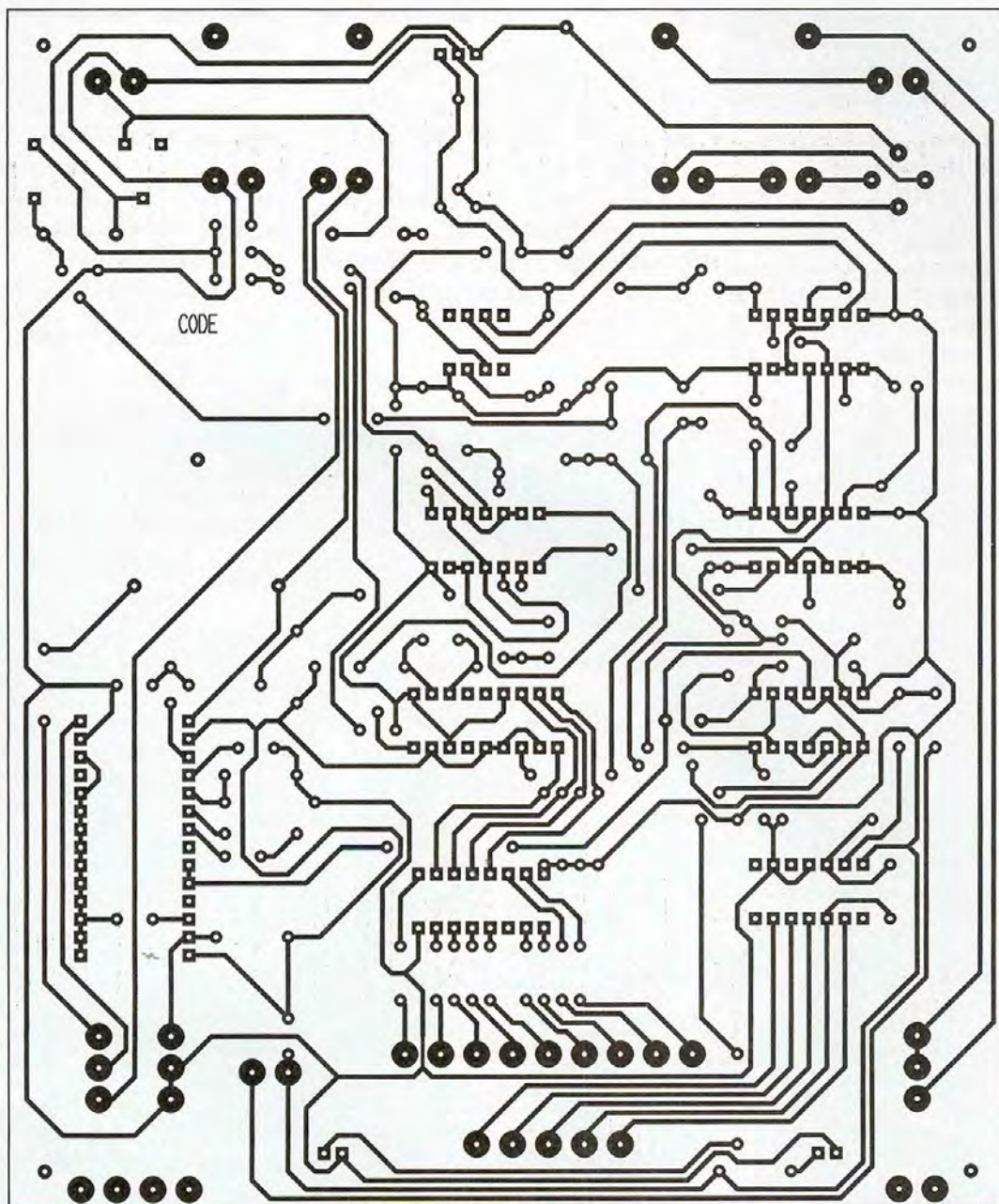
- Le transistor  $T_1$  se sature et le relais de liaison avec la ligne téléphonique se ferme,
- Le décodeur IC<sub>6</sub> est activé pour recevoir, de la ligne téléphonique, les signaux DTMF caractérisant le code confidentiel,
- Sur l'anode de  $D_6$ , on enregistre un bref état haut issu du dispositif dérivateur  $C_8/R_7/D_6$ .

**Signal sonore**

La bascule monostable NOR I et II de IC<sub>2</sub> présente un état haut d'une durée de l'ordre de 1,5 à 2 secondes. Pendant ce temps, l'oscillateur astable NAND I et II de IC<sub>4</sub> délivre, sur sa sortie, des créneaux caractérisés par une fréquence de 4 à 5 Hz. Pendant les états hauts, un second oscillateur (NAND III et IV de IC<sub>4</sub>) est activé. Il délivre des signaux à une fréquence de l'ordre du kHz. Il s'agit donc d'une fréquence musicale. Il en résulte quelques BIP sonores qui sont injectés dans la ligne téléphonique par l'intermédiaire de  $R_{28}$  et



tous les composants sont regroupés sur la carte

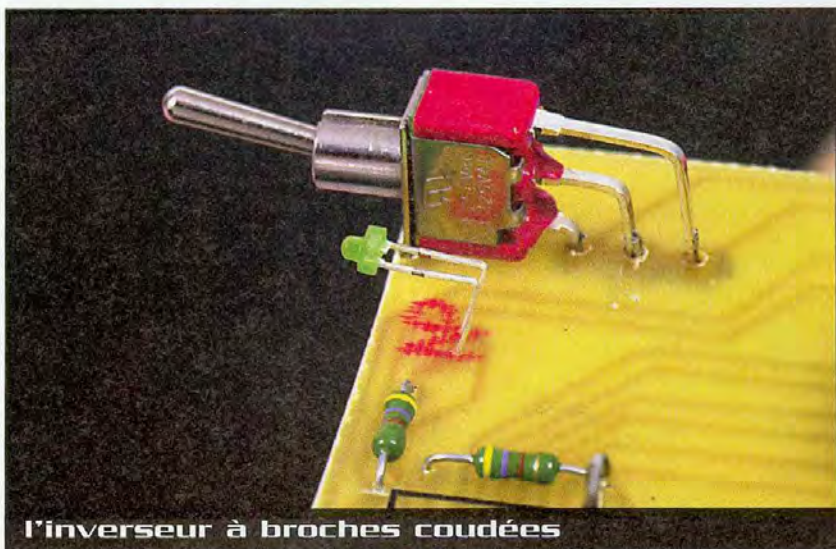


#### 4 Tracé du circuit imprimé

de  $C_{16}$ . Ce signal indique au correspondant qu'il peut maintenant composer, sur son clavier, le code confidentiel à 4 chiffres.

#### Contrôle de la conformité du code

Le circuit  $IC_6$  est un décodeur DTMF → binaire. Sur les sorties D1, D2, D4 et D8 apparaissent des niveaux logiques correspondant à un chiffre DTMF (fréquence vocale) formé par le correspondant. Ainsi, s'il compose un 5, sur les sorties Di apparaîtra la configuration 0101 (sens D8 → D1). En revanche, pour le zéro, la règle binaire



l'inverseur à broches coudées

ne s'applique pas. En effet, dans ce cas, on note la configuration 1010 (chiffre 10). Celle-ci n'étant pas "lisible" par le circuit décodeur IC<sub>7</sub> (décodeur BCD → décimal), le zéro ne fait donc pas partie du chiffrage retenu pour le code confidentiel.

Les sorties Si de IC<sub>7</sub>, par l'intermédiaire des 9 diodes D<sub>7</sub> à D<sub>15</sub>, aboutissent à des plots de programmation. Si la suite des chiffres du code est conforme, c'est à dire

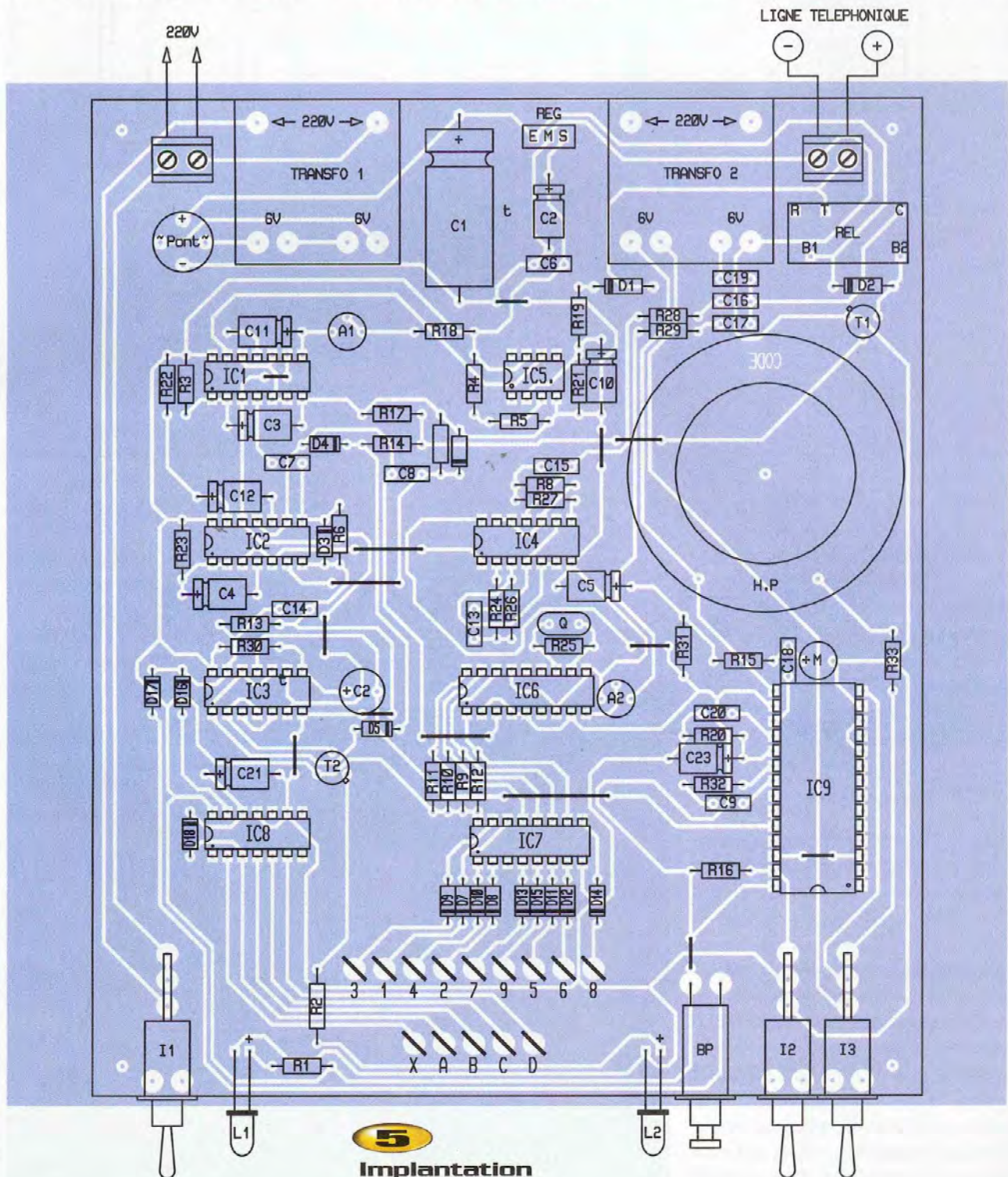
si les 4 entrées I1 à I4 du décodeur IC<sub>8</sub> sont activées successivement par les 4 codages, la sortie S de IC<sub>8</sub> présente un bref état haut. Si le codage transmis n'est pas reconnu conforme, cette sortie S reste à l'état bas.

A noter que, grâce à C<sub>21</sub>, le correspondant dispose d'un délai de quelques secondes seulement pour chiffrer le code : cette précaution éliminera tout tâtonnement.

### Conséquence d'un code reconnu conforme

Les portes NOR III et IV de IC<sub>3</sub> forment une bascule monostable. Si l'entrée 13 est soumise à un état haut même bref, la sortie 10 passe à un état haut d'une durée de l'ordre de 90 secondes. A noter que la sortie 11 présente, pendant cette même durée, un état bas. Il en résulte :

- Le maintien de la fermeture du relais de



**5**  
**Implantation des éléments**

ligne grâce à la continuité de la saturation de  $T_1$ ,

- La mémorisation de la bascule R/S NOR I et II de  $IC_3$  dont la sortie passe à un état haut persistant. Le transistor  $T_2$  se sature et la LED  $L_2$  s'allume,

- Le déclenchement du circuit ISD ( $IC_9$ ) qui injecte, dans la ligne, le message confidentiel par l'intermédiaire de  $C_{19}$  et le couplage magnétique du transfo n°2. Au bout de cette durée, le relais de ligne s'ouvre à nouveau.

A noter qu'en cas de chiffrage d'un code non conforme (ou de non-chiffrage), le relais de ligne s'ouvre dès la fin du délai de 12 secondes réservé au chiffrage du code confidentiel.

### Programmation du message confidentiel

L'inverseur  $I_2$  est à placer sur "RECORD". En appuyant sur le bouton-poussoir BP, le circuit analogique ISD démarre un cycle de 90 secondes. Il suffit alors d'enregistrer le message confidentiel par l'intermédiaire du micro ELECTRETT.

A tout moment, il est possible de l'écouter, en guise de contrôle, par l'intermédiaire d'un haut-parleur. Il suffit pour cela de replacer  $I_2$  sur sa position normale "PLAY" et de positionner  $I_3$  sur "ECOUTE".

Bien entendu, il n'est pas nécessaire d'enregistrer des messages de 90 secondes : cette valeur constitue simplement la limite de capacité de la mémoire analogique  $IC_9$ .

## La réalisation

### Circuit imprimé (figure 4)

La réalisation du circuit imprimé n'appelle aucune remarque particulière. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, le module sera rincé abondamment à l'eau tiède. Toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous sont à agrandir afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants davantage volumineux.

### Implantation des composants (figure 5)

Après la mise en place des straps, on plantera les composants en débutant par ceux qui se caractérisent par la plus petite hauteur. Attention à l'orientation des composants polarisés.

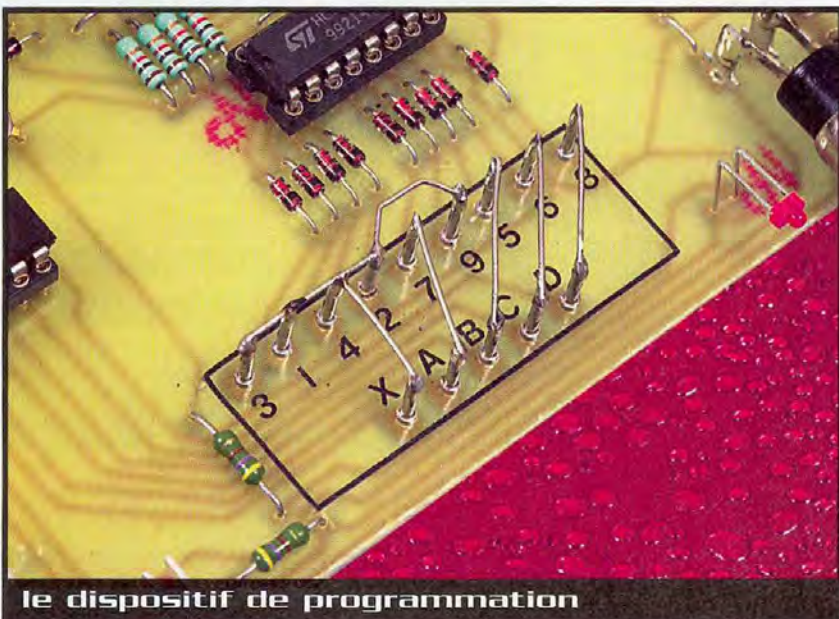
La programmation du code consiste à relier les picots 1 à 9 aux picots A, B, C et D (sens de la suite des 4 chiffres). Tous les picots inutilisés sont à relier entre eux et au picot X.

Concernant l'ajustable  $A_2$  qui règle l'amplitude des signaux DTMF reçus, généralement la position médiane convient.

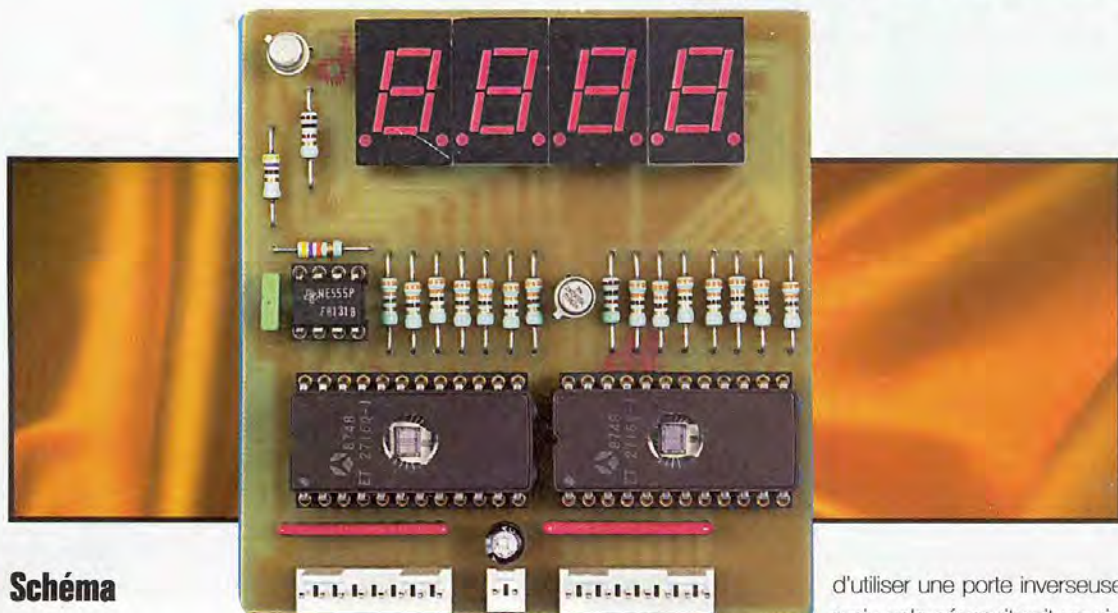
R. KNOERR

## Nomenclature

- 14 straps (10 horizontaux, 4 verticaux)
- $R_1, R_2$  : 470  $\Omega$  (jaune, violet, marron)
- $R_3$  à  $R_{16}$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_{17}, R_{18}$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_{19}, R_{20}$  : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)
- $R_{21}$  : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)
- $R_{22}$  : 180 k $\Omega$  (marron, gris, jaune)
- $R_{23}$  : 56 k $\Omega$  (vert, bleu, orange)
- $R_{24}, R_{25}$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
- $R_{26}, R_{27}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $R_{28}, R_{29}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_{30}$  : 270 k $\Omega$  (rouge, violet, jaune)
- $R_{31}$  : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)
- $R_{32}$  : 5,1 k $\Omega$  (vert, marron, rouge)
- $R_{33}$  : 4,7  $\Omega$  (jaune, violet, or)
- $A_1$  : ajustable 470 k $\Omega$
- $A_2$  : ajustable 4,7 k $\Omega$
- $D_1, D_2$  : diodes 1N4004
- $D_3$  à  $D_{18}$  : diodes-signal 1N4148
- $L_1$  : LED verte  $\varnothing$  3
- $L_2$  : LED rouge  $\varnothing$  3
- Pont de diodes 1,5 A
- REG : régulateur 5V (7805)
- Q : quartz 3,579545 MHz
- M : micro ELECTRETT
- $C_1$  : 2200  $\mu$ F/25V électrolytique
- $C_2$  à  $C_5$  : 47  $\mu$ F/10V électrolytique
- $C_6$  à  $C_8$  : 0,1  $\mu$ F céramique multicouches
- $C_{10}$  : 10  $\mu$ F/10V électrolytique
- $C_{11}, C_{12}$  : 100  $\mu$ F/10V électrolytique
- $C_{13}, C_{14}$  : 1  $\mu$ F céramique multicouches
- $C_{15}$  : 47 nF céramique multicouches
- $C_{16}$  à  $C_{20}$  : 0,47  $\mu$ F céramique multicouches
- $C_{21}, C_{23}$  : 4,7  $\mu$ F/10V électrolytique
- $C_{22}$  : 470  $\mu$ F/10V électrolytique (sorties radiales)
- $T_1, T_2$  : transistors NPN BC108, 2N2222
- $IC_1$  à  $IC_3$  : CD4001 (4 portes NOR)
- $IC_4$  : CD4011 (4 portes NAND)
- $IC_5$  : LM741 (Ampli-OP)
- $IC_6$  : SSI202 (décodeur DTMF  $\rightarrow$  binaire)
- $IC_7$  : CD4028 (décodeur binaire  $\rightarrow$  décimal)
- $IC_8$  : LS7220 (serrure)
- $IC_9$  : ISD2590 (mémoire analogique)
- 1 support 8 broches
- 5 supports 14 broches
- 1 support 16 broches
- 1 support 18 broches
- 1 support 28 broches
- 2 transformateurs 220V/2x6V/1VA
- 2 borniers soudables 2 plots
- REL : relais 12V/1RT (NATIONAL)
- HP : haut-parleur  $\varnothing$  50 (4 ou 8  $\Omega$ )
- $I_1$  à  $I_3$  : inverseurs unipolaires pour circuit imprimé (broches coudées)
- BP : bouton-poussoir
- 16 picots



# Décodeur programmable pour afficheurs 7 segments



## Schéma

Le schéma de notre décodeur est visible en **figure 1**. Le décodeur est construit autour de deux EPROM de type 2716. C'est grâce à ces EPROM que le décodeur pourra être adapté à vos besoins. D'ailleurs, les EPROM sont souvent utilisées dans ce but. Mais rassurez-vous ! Vous n'aurez pas à vous creuser la tête pendant des heures pour calculer le contenu à programmer dans ces EPROM. Nous vous fournirons un petit programme qui vous assistera dans cette tâche.

Les signaux d'entrées que le montage doit décoder sont appliqués aux lignes d'adresses A0 à A7 des deux EPROM U<sub>1</sub> et U<sub>2</sub>. Les sorties des EPROM commandent directement l'allumage de chacun des segments des afficheurs AFF<sub>1</sub> ou AFF<sub>2</sub> et AFF<sub>3</sub> ou AFF<sub>4</sub>. Il ne reste donc qu'à programmer correctement nos EPROM pour choisir quel sont les segments des afficheurs qu'il faut allumer, en fonction de chaque combinaison possible des signaux d'entrées. Mais notre EPROM ne dispose que de 8 sorties et il n'est pas possible de piloter directement plu-

sieurs afficheurs à la fois de façon statique.

Pour contourner ce problème, la solution retenue est classique : il suffit de multiplexer la commande des afficheurs. Pour cela, le circuit U<sub>3</sub>, qui est monté en oscillateur astable, fournira la base de temps suffisamment rapide pour que l'œil humain ne s'aperçoive pas du stratagème. La sortie du circuit U<sub>3</sub> commande l'entrée A8 des EPROM U<sub>1</sub> et U<sub>2</sub>, pour indiquer quel est l'afficheur que l'on souhaite piloter. Les EPROM doivent donc contenir deux tables de décodage qui seront sélectionnées par le bit A8. La première table correspondra au traitement des entrées A0 à A3, tandis que la deuxième table correspondra au traitement des entrées A4 à A7 pour chacune des EPROM. La sortie du circuit U<sub>3</sub> pilote également le transistor qui alimente les afficheurs AFF<sub>2</sub> et AFF<sub>4</sub>. Ce signal est actif à l'état bas (sélection de la première table en EPROM). Pour commander les afficheurs AFF<sub>1</sub> et AFF<sub>3</sub>, il faut disposer d'un signal en opposition de phase avec la sortie du circuit U<sub>3</sub>. Pour cela, il suffirait logiquement

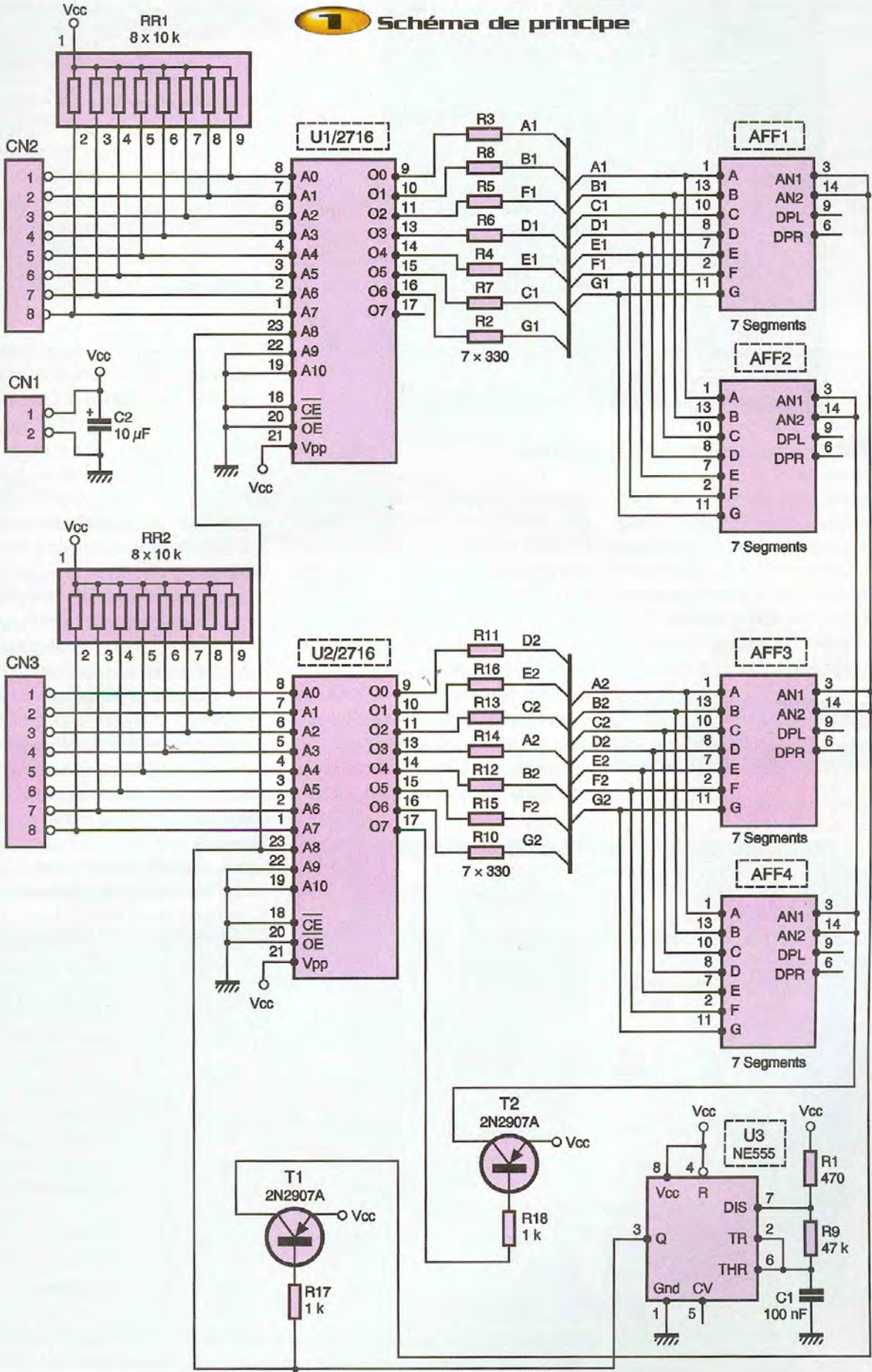
d'utiliser une porte inverseuse mais cela nécessiterait un cir-

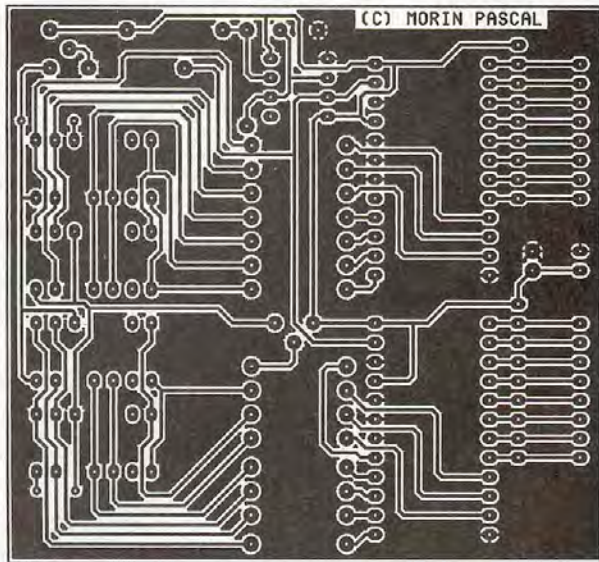
cuit supplémentaire pour le montage (ou bien un transistor et deux résistances de plus). Grâce à une petite astuce, nous avons pu nous passer de composant supplémentaire. Il suffit d'utiliser la sortie Q7 de l'EPROM U<sub>2</sub>, puisqu'elle n'était pas utilisée. Le contenu de l'EPROM U<sub>2</sub> sera calculé de telle sorte que la sortie Q7 soit programmée au niveau haut dans la première table et au niveau bas dans la deuxième. Ainsi, nous avons obtenu le signal de commande nécessaire pour piloter les afficheurs AFF<sub>2</sub> et AFF<sub>4</sub> sans avoir recours à des composants supplémentaires.

Le courant que peuvent absorber les sorties d'une EPROM est relativement faible. Or les afficheurs les plus répandus nécessitent environ 20 mA pour allumer correctement un segment. Étant donné que dans notre cas de figure les afficheurs sont multiplexés, la luminosité des afficheurs est diminuée d'autant plus que le temps de commande de chacun des afficheurs est court. C'est pour cela que nous avons préféré utiliser deux EPROM plutôt que de réaliser un multiplexage sur 4 afficheurs.

En électronique, on souhaite souvent pouvoir afficher des informations regroupées par mots de 8 ou 16 bits. Des afficheurs équipés d'un décodeur hexadécimal existent dans le commerce mais leur prix est très élevé (référence TIL311, par exemple). C'est pour cette raison que l'on fait plus volontiers appel à des afficheurs classiques auxquels on associe un décodeur adéquat. C'est le module que nous vous proposons de réaliser ce mois-ci. Mais il ne se limite pas au code hexadécimal, puisque le décodeur est programmable à volonté.

**Schéma de principe**

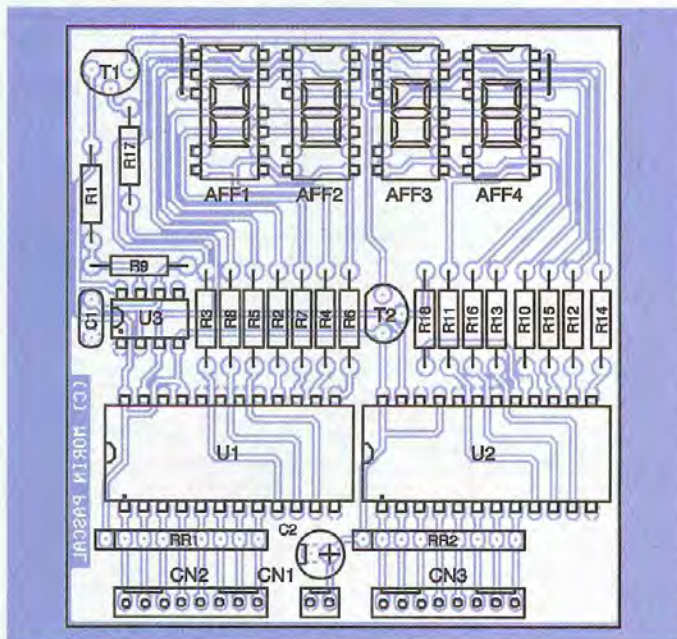




## 2 Tracé du circuit imprimé

Pour compenser les effets du multiplexage des afficheurs 7 segments, il faut généralement augmenter le courant instantané fourni aux afficheurs, afin que la valeur moyenne reste acceptable en vue d'obtenir un effet visuel satisfaisant. Dans notre cas, les EPROM  $U_1$  et  $U_2$  ne peuvent guère faire circuler plus de 10 mA dans les afficheurs (leurs sorties ne sont pas prévues pour cela). Il faudra donc utiliser des afficheurs à faible consommation dont le coût est cependant raisonnable.

Pour éviter de laisser "en l'air" les entrées des EPROM, si d'aventure certaines entrées du montage n'étaient pas connectées, nous avons ajouté des résistances regroupées dans un boîtier SIL ( $RR_1$  et  $RR_2$  sur le schéma). Il s'agit d'une précaution utile uniquement si vous utilisez des EPROM de type CMOS (2716B). En effet, pour ce type d'EPROM, les entrées sont très sensibles et le simple fait d'approcher la main du montage peut provoquer un changement d'état. Grâce aux réseaux  $RR_1$  et  $RR_2$ , vous pourrez uti-



## 3 Implantation des éléments

liser une partie seulement des entrées du montage, sans que le résultat affiché ne soit parasité par les transitions des entrées laissées en l'air.

L'alimentation du montage sera fournie par l'équipement auquel il sera connecté. Il vous faudra donc trouver une source de 5VDC parfaitement stabilisée que vous raccorderez à  $CN_1$ . Faites bien attention aux polarités de l'alimentation car le montage n'est pas protégé contre les inversions.

## Réalisation

Le dessin du circuit imprimé est visible en **figure 2**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 3**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne les connecteurs, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1 mm de diamètre. Soyez vigilant au sens des composants et respectez bien la nomenclature.

Pour programmer les EPROM  $U_1$  et  $U_2$ , vous devrez générer les fichiers binaires nécessaires en fonction du décodeur sur mesure que vous souhaitez réaliser. Pour cela, vous pourrez utiliser le programme "WHEX.AFF.EXE" qui fonctionne sous Windows 95/98 ou Windows NT4/2000. Le programme est extrêmement simple à utiliser grâce aux habitudes acquises par les utilisateurs de l'environnement Windows. La **figure 4** vous donne un aperçu de la fenêtre principale du programme.

La liste déroulante vous permet de choisir le code pour lequel vous souhaitez définir les segments à allumer. Par défaut, c'est le code hexadécimal qui est utilisé par le programme. Pour un code donné, vous pouvez modifier les segments que vous souhaitez voir allumé en agissant directement sur la représentation affichée à l'aide de la souris.

Le curseur prend la forme d'un doigt pointé sur le segment lorsque la sélection est possible. Il suffit de "cliquer" sur le bouton de gauche de la souris pour changer l'état (allumé ou éteint) du segment. Lorsque vous avez fini l'édition, vous n'avez plus qu'à enregistrer votre travail pour produire les fichiers nécessaires à la programmation des EPROM  $U_1$  et  $U_2$ . Notez que le programme vous demande, tour à tour, quel nom vous souhaitez donner au fichier



**4**  
Vue d'écran

contenant les données pour programmer  $U_1$ , et fichier contenant les données pour programmer  $U_2$ . Par défaut, les fichiers portent les extensions BIN1 pour  $U_1$ , et BIN2 pour  $U_2$ . Comme vous l'aurez peut-être remarqué sur le schéma, les sorties de l'EPROM  $U_1$  ne sont pas branchées de la même façon que les sorties de l'EPROM  $U_2$ . Ceci a été fait pour faciliter le routage du circuit imprimé. En conséquence, il n'est pas possible d'inverser l'EPROM  $U_1$  avec l'EPROM  $U_2$ . Pensez à repérer les EPROM lorsque vous les programmerez.

Le programme "WHEXAFF.EXE" est disponible par téléchargement sur le serveur Internet de la revue (<http://www.eprat.com>). Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers, vous pourrez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette formatée accompagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette). Notez que le programme "WHEXAFF.EXE" est accompagné de 4 fichiers BMP qu'il faut disposer dans le même répertoire que le fichier exécutable. Ces fichiers contiennent

l'image des segments (verticaux et horizontaux) dans l'état allumés puis éteints.

Si vous utilisez des EPROM de type CMOS (2716B), soyez attentif à la tension de programmation de vos EPROM. Certains modèles de programmeurs d'EPROM, un peu anciens, ne savent pas programmer ce type d'EPROM en 12,5V. Vous risquez donc de les détruire puisque la tension de programmation d'une 2716 classique est de 25V. Il faudra être vigilant à cette question au moment de l'achat de l'EPROM.

Avec une EPROM 2716 classique les résistances  $RR_1$  et  $RR_2$  en boîtier "SIL" ne sont pas nécessaires. Par contre, elles sont indispensables avec une EPROM de type CMOS (2716B). A la mise sous tension, l'utilisation du montage est immédiate. Lorsque les entrées du montage sont laissées en l'air, les afficheurs vous indiqueront la valeur "FF" à la mise sous tension.

P. MORIN

## Nomenclature

**AFF<sub>1</sub> à AFF<sub>4</sub> :** afficheurs 7 segments à anodes communes faible consommation (ex. : HP 5082-7650)

**CN<sub>1</sub> :** barrette mini-KK 2 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé (réf. : MOLEX 22-27-2021)

**CN<sub>2</sub>, CN<sub>3</sub> :** barrettes mini-KK 8 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé (réf. : MOLEX 22-27-2081)

**C<sub>1</sub> :** 100 nF

**C<sub>2</sub> :** 10 µF/25V sorties radiales

**RR<sub>1</sub>, RR<sub>2</sub> :** réseaux résistifs 8 x 10 kΩ en boîtier SIL

**R<sub>1</sub> :** 470 Ω 1/4W 5%

(jaune, violet, marron)

**R<sub>2</sub> à R<sub>8</sub>, R<sub>10</sub> à R<sub>16</sub> :** 330 Ω 1/4W 5% (orange, orange, marron)

**R<sub>9</sub> :** 47 kΩ 1/4W 5%

(jaune, violet, orange)

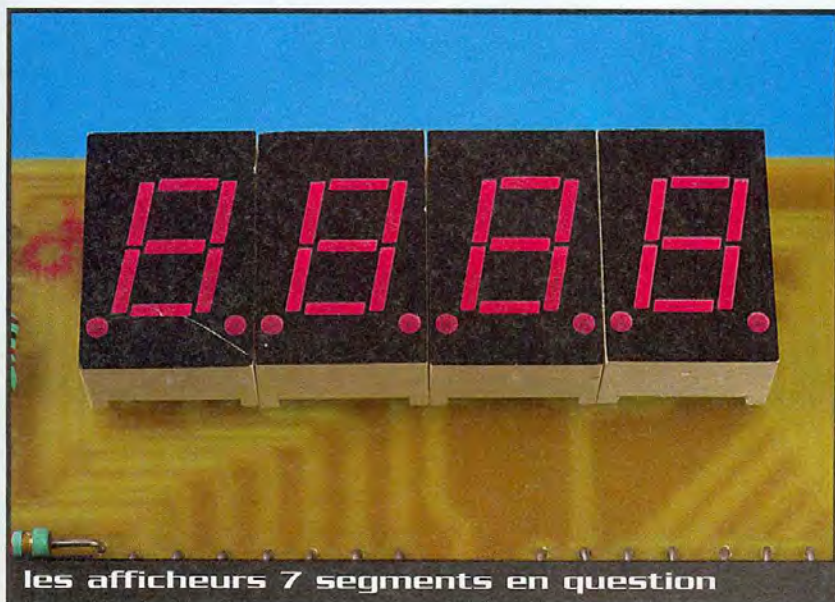
**R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub> :** 1 kΩ 1/4W 5%

(marron, noir, rouge)

**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> :** 2N2907A

**U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub> :** EPROM 2716 (temps d'accès sans importance)

**U<sub>3</sub> :** NE555



les afficheurs 7 segments en question



# Adaptateur RC5

## série



La vocation de ce petit montage est toute simple, retourner sur un port série les signaux provenant d'une télécommande infrarouge. Il peut se connecter à votre PC ou tout autre équipement disposant d'une interface RS232. Mais toutes les télécommandes ne dialoguent pas de la même manière. Le terme RC5 désigne un standard de communication développé par PHILIPS. Pour cette réalisation, il suffit d'avoir une télécommande universelle programmée pour commander un appareil de marque PHILIPS.

### Description du montage

Excepté le MAX232 pour la communication série, cette réalisation ne nécessite pas l'emploi d'un circuit intégré spécialisé. Dans ce cas, il est préférable de s'orienter vers un microcontrôleur bon marché et largement répandu. Aujourd'hui le 16F84 tient le haut du pavé au même titre que le 68705 par le passé. C'est pour cette raison qu'il devient incontournable. L'électronique du montage s'articule autour de quatre fonctions.

La première et la plus courante est l'alimentation. On retrouve un grand classique, le régulateur 78L05 accompagné de ses deux capacités.

L'énergie peut provenir d'une simple alimentation de 9 ou 12V que l'on trouve sur le marché. Mais, toutefois, si vous intégrez ce montage dans un équipement disposant d'un 5V, remplacez le régulateur par un shunt. Sur le circuit imprimé, soudez un fil entre les pastilles de droite et de gauche en laissant celle du centre libre.

La seconde fonction est l'interface série. C'est aussi un grand classique, le MAX232 avec ses quatre capacités de 10  $\mu$ F ou pour les versions récentes 1  $\mu$ F. Sur le connecteur DB9, sont connectés la masse

en 5 et TX en 2. Pour raccorder le montage à un PC, on utilise un câble droit (1 à 1, 2 à 2, ... 9 à 9) mâle/femelle.

La troisième fonction est moins courante, il s'agit de la réception et démodulation infrarouge.

Bien que complexe, cette fonction est assurée par un seul composant : le récepteur TK1836. Mais comme c'est souvent le cas pour ce type de composants, il n'est pas toujours disponible chez tous les distributeurs. Il est important de préciser que d'autres récepteurs infrarouges comme le SFH5110 mais aussi l'IS1U60 conviendront. Il en existe d'autres mais avant de faire votre choix assurez-vous qu'il démodule un signal à 36 kHz et qu'il est compatible broche à broche avec le TK1836.

Le condensateur et la résistance sont là pour protéger en absorbant les perturbations provenant de l'alimentation. Bien entendu, on n'oublie pas de placer une petite résistance de rappel au + 5V, juste histoire d'être certain d'avoir un niveau haut quand le transistor de sortie du récepteur infrarouge est bloqué.

Et enfin la quatrième et dernière fonction, la conversion du code RC5 en donnée série standard.

Cette tâche est confiée au 16F84. Il reçoit du récepteur infrarouge le code RC5 via l'entrée PA0 broche 17. Il est converti suivant un format défini par les interrupteurs DIL. Deux possibilités :

L'une retourne le signal reçu sous la forme d'une salve de 13 octets représentant en ASCII les valeurs 0x30 pour un caractère 0 et 0x31 pour un caractère 1. La trame ainsi envoyée est l'image directe sur 13 bits du flux RC5 provenant de la télécommande.

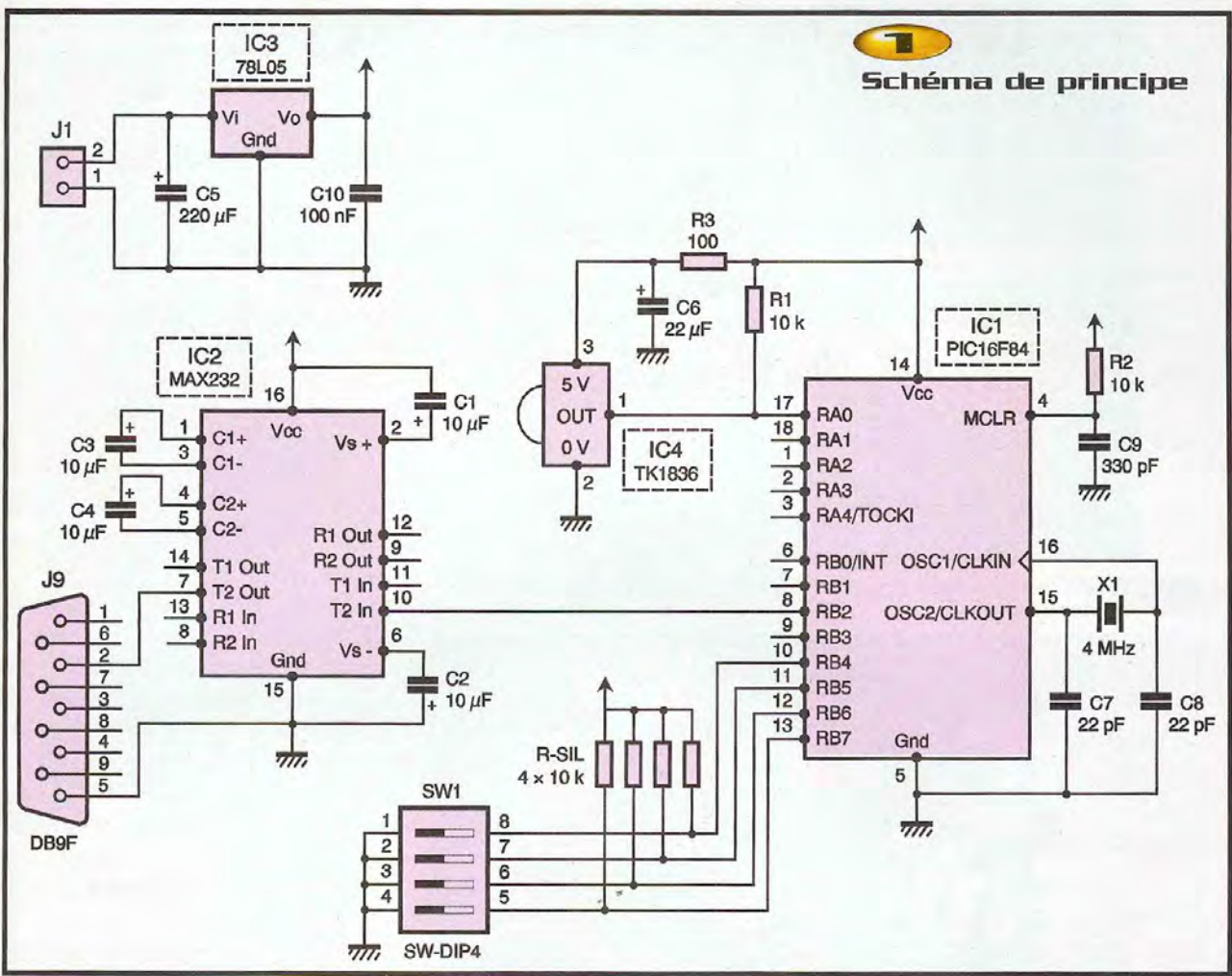
Elle se décompose de la manière suivante : Les 6 derniers caractères sont les bits de la commande. Ils représentent la touche activée. En remontant, on arrive sur les 5 bits du système qui caractérise l'appareil télécommandé (magnétoscope, télévision, etc.). Le bit juste au-dessus a, lui, un rôle fonctionnel.

C'est le bit de répétition. Il change systématiquement d'état entre chaque touche.

Ceci permet de différencier deux pressions successives d'une pression continue sur la même touche. Et enfin le premier bit qui, d'après la norme, est un bit de départ toujours à 1. Il arrive cependant qu'il soit utilisé comme septième bit pour la commande.

L'autre possibilité est toujours une

**1**  
Schéma de principe



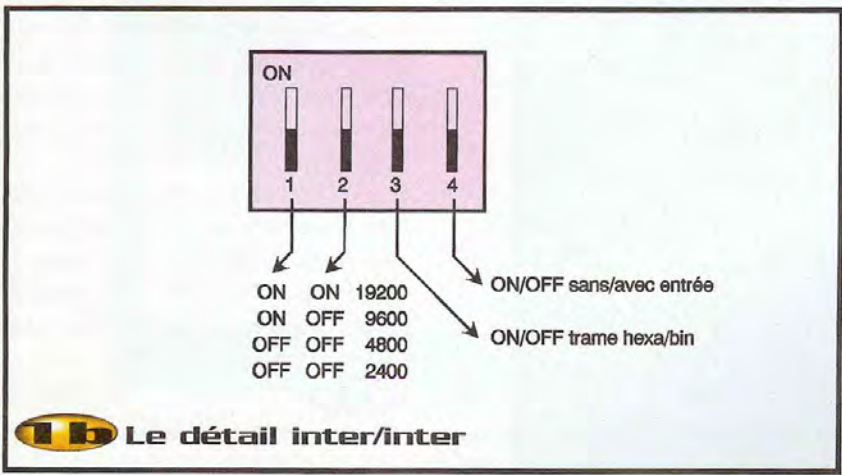
salve en ASCII mais seulement de 3 octets. La trame a, cette fois-ci, un aspect hexadécimal et représente uniquement les 12 bits significatifs du flux RC5.

Un second interrupteur ajoute les caractères 0x0A et 0x0D pour un retour chariot et un saut de ligne. Pour récupérer cette trame sous la forme d'une chaîne de caractères dans un de vos programmes, il est préférable de ne pas valider cette

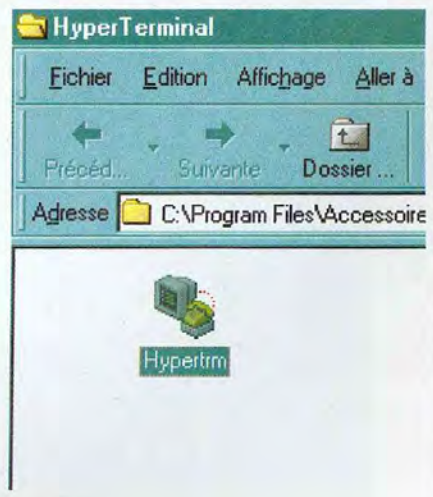
fonction. Et soyez plus malin que moi en n'oubliant pas d'ajouter un octet à 0 pour signaler la fin de chaîne.

Ces informations sont transmises au MAX232 à une vitesse fixée aussi par les interrupteurs DIL via la sortie PB2 broche 7. La communication est de type 8 bits sans parité avec 1 stop bit et couvre les vitesses 2400, 4800, 9600 et 19200 bits/s.

Reportez-vous à la **figure 1b** pour avoir le détail inter/interr. Le microcontrôleur est cadencé par un quartz de 4 MHz avec deux petites capacités de 22 pF. Il ne faut pas oublier de citer ces quatre interrupteurs DIL de configuration. Ils sont bran-



**1b** Le détail inter/interr



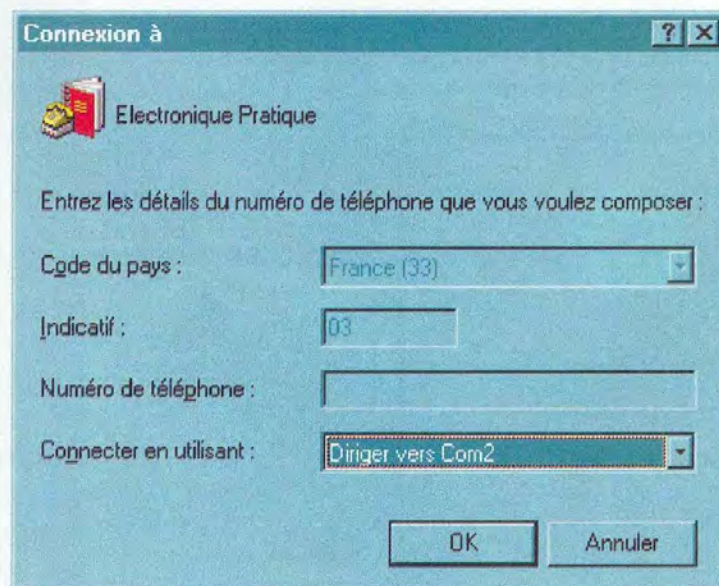
**2**  
Icône Hyper TRM



**3** Boîte de dialogue "Description de la connexion"



les interrupteurs DIL qui fixent la vitesse



chés entre la masse et les entrées RB4 à RB7 du 16F84 avec un réseau de quatre résistances à 10 k $\Omega$ .

## Essai sous Hyper Terminal

Rien de tel qu'Hyper Terminal pour essayer ce montage. C'est là un des avantages de retourner des codes ASCII par le port série. Vous trouverez ce logiciel de simulation de terminal dans les différentes versions de Windows sous les menus [Programmes] / [Accessoires] / [Communications].

S'il n'est pas présent, dans ce cas n'hésitez pas à l'installer. Une fois la fenêtre ouverte, cliquez deux fois sur l'icône hypertrm **figure 2**.

La première étape va être de renseigner la boîte de dialogue "Description de la connexion" **figure 3**. Il vous suffit de donner un nom et de choisir l'icône de la future connexion. Après avoir validé sur le bouton "OK", une nouvelle boîte apparaît "Connexion à" **figure 4**. Sous la rubrique "connecter en utilisant" choisissez le port série COM1 ou COM2 sur lequel votre montage est branché, puis cliquez sur OK.

Il s'affiche encore une dernière boîte de configuration du port série **figure 5**. Vous renseignez la première rubrique "bits par seconde" en fonction de la position des interrupteurs DIL. Mais pour le reste, vous complétez comme suit : Bits de données = 8, Parité = Aucun, Bits d'Arrêt = 1, Contrôle de flux = Aucun.

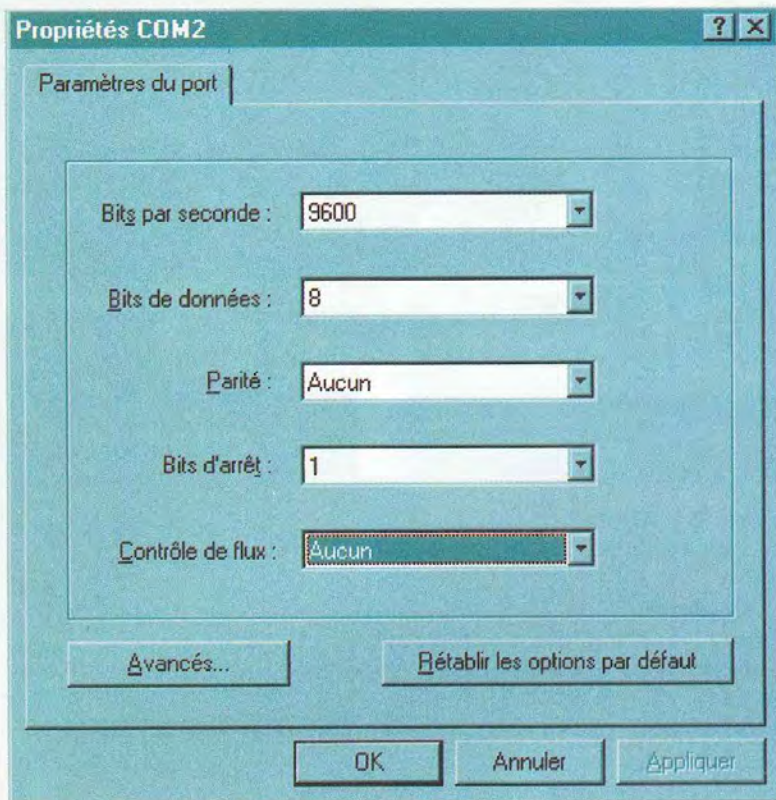
Une fois validée, vous devez observer l'affichage d'une trame selon le format choisi à chaque pression d'une touche sur la télécommande **figure 6**.

Si vous obtenez des caractères étranges, n'hésitez pas à vérifier la position des interrupteurs DIL. Vous pouvez les basculer sans éteindre le montage. La nouvelle vitesse sera prise en compte dès la prochaine trame.

Si vous souhaitez modifier la vitesse de votre nouvelle connexion, n'oubliez pas de vous déconnecter. Vous disposez pour cela des deux petits téléphones en haut à gauche de l'écran. Celui de droite vous



Boîte "Connexion à"



sur les condensateurs céramiques pendant la soudure. Plus on les chauffe plus on les dégrade. Le microcontrôleur 16F84 est, petit à petit, remplacé le 16F84A. Il n'y pas de grande différence entre ces deux versions.

Vous pouvez parfaitement prendre l'une ou l'autre sans aucun problème. Il existe de nombreux logiciels de programmation dont certains ne lisent pas les paramètres de configuration du microcontrôleur dans le fichier source. Si vous êtes dans ce cas, les voici :

- Oscillateur = XT
- WDT = OFF
- PWRT = ON
- CP = OFF

Bonne réalisation !

J.M. BALSSA

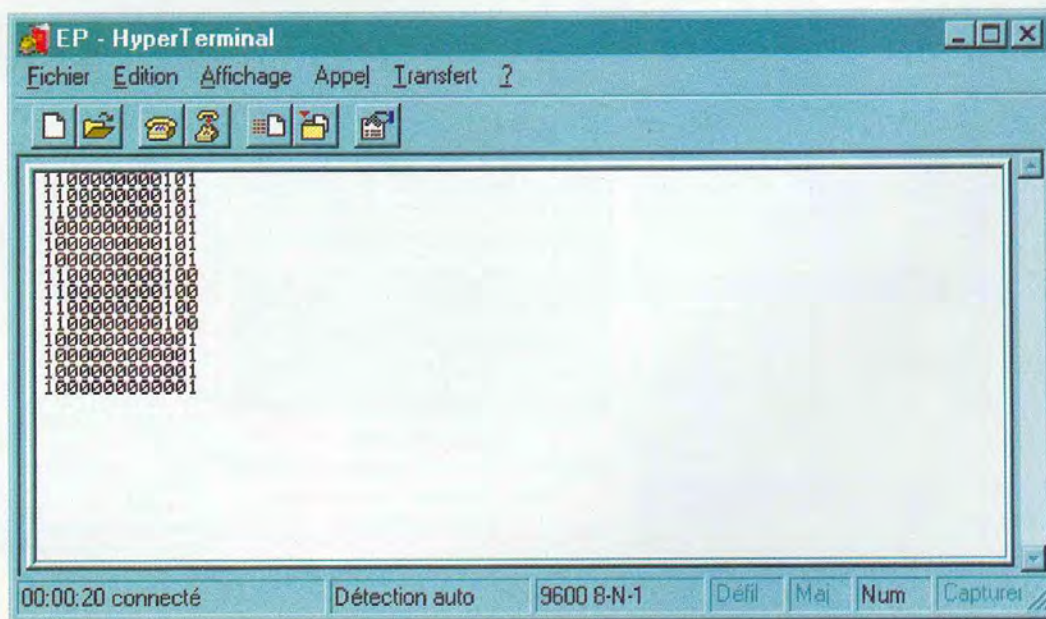
## 5 Dernière boîte de configuration

déconnecte et l'autre vous connecte à nouveau.

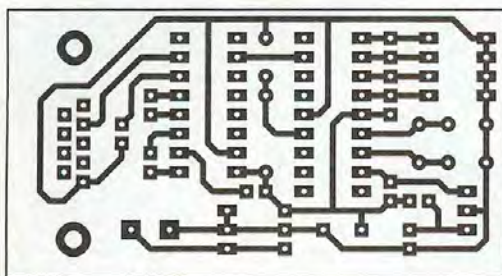
Pour changer les paramètres de votre port série, allez dans le menu Fichier Propriétés puis, dans la boîte de dialogue, cliquez sur le bouton Configurer.

## Réalisation

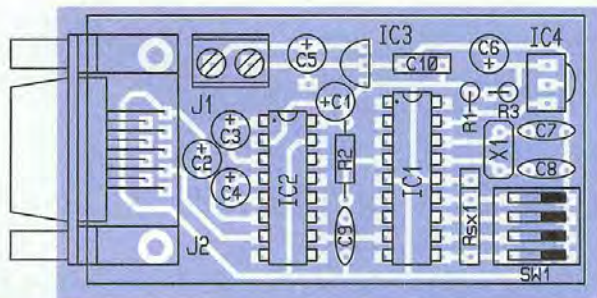
Ce montage ne présente pas de difficulté particulière. Le circuit imprimé est en simple face et de petite taille. Utilisez des supports pour les circuits intégrés et prenez garde à ne pas rester trop longtemps



## 6 Affichage d'une trame selon le format choisi



**8** Tracé du circuit imprimé



**9** Implantation des éléments

## Nomenclature

$R_1, R_2$  : 10 k $\Omega$  5% (marron, noir, orange)  
 $R_3$  : 100  $\Omega$  5% (marron, noir, marron)  
 $R_{sx}$  : 4x10 k $\Omega$  réseau de résistances 4 et 1 commun (4+1)  
 $C_1$  à  $C_4$  : 10  $\mu$ F/25V électrochimique sorties radiales  
 $C_5$  : 220  $\mu$ F/16V électrochimique sorties radiales  
 $C_6$  : 22  $\mu$ F/25V électrochimique sorties radiales  
 $C_7, C_8$  : 22 pF céramique  
 $C_9$  : 330 pF céramique  
 $C_{10}$  : 100 nF mylar  
 $IC_1$  : microcontrôleur 16F84 ou 16F84A  
 $IC_2$  : MAX232 (driver pour interface série)

$IC_3$  : 78L05 en boîtier T092  
 $IC_4$  : récepteur IR 36 kHz TK1836  
 $X_1$  : 4 MHz  
 $SW_1$  : 4 micro-inter DIL  
 $J_1$  : bornier 2 connexions au pas de 5,08  
 $J_2$  : prise DB9 femelle soudée pour circuit imprimé  
 1 support CI à 18 broches pour  $IC_1$   
 1 support CI à 16 broches pour  $IC_2$   
 1 support CI à 8 broches pour micro-Inter DIL  
 Circuit imprimé simple face de 6,5 x 4 cm

## Contact

**ETSF**

recherche

**Auteurs**

écrire ou téléphoner à

**Bernard Fighiera**

01 44 84 84 65

2 à 12 rue de Bellevue  
75019 Paris

312, rue des Pyrénées 75020 Paris

Tél. : 01 43 49 32 30 Fax : 01 43 49 42 91

Horaires d'ouverture : lundi au samedi 10 h 30 à 19 h

Multimètre DVM 890

299,00<sup>F</sup>



- Affichage LCD 3 1/2 digits
- Tension Vdc 200 mV à 1000 V
- Tension Vac 2 mV à 750 V
- Intensité d'essai 2  $\mu$  à 20 A
- Intensité AC 2 mA à 20 A
- Résistance de 200  $\Omega$  à 20 M $\Omega$
- Capacité de 2000 pF à 20  $\mu$ F
- Température 50° C à 1000° C
- Fréquence 20 kHz
- Testeur de continuité • Testeur de transistor
- Testeur de diode • Pile 9 V fournie
- Livré avec coque plastique de protection.

**PROMO**  
225 F



«Surfez» sur notre site internet de nombreuses promos «on line»

MY6013

capacimètre digital de précision  
9 calibres de mesure 1 pf à 20000  $\mu$ F

379 F

COMPYRENEES

VENTE PAR CORRESPONDANCE

Frais de port et emballage : - de 1 kg 30 F • de 1 kg à 3 kg : 39 F forfait • au-delà : NC • paiement : CB - CRBT - chèque

## MAINTENANCE VIDEO

à partir de 150 F

- THT TV
- Kit de courroie magnétoscope (suivant le modèle de 7 F à 25 F)
- Pochette de 5 inter. divers de TV et scopes 79 F
- Pochette de 5 inter. Grundig 69 F
- Pochette 70 fusibles 5 x 20 rapides 0,5 A - 1 A - 1,6 A - 2 A - 2,5 A - 3,15 A - 4 A 29 F
- Pochette 70 fusibles 5x20 temporisés 0,5 A-1 A-1,6 A-2 A-2,5 A-3,15 A-4 A 29 F
- Pochette 70 fusibles 6 x 32 0,5 A-1 A-1,6 A-2 A-2,5 A-3,15 A-4 A 59 F
- Bombe de contact KF mini 39 F moyen 49 F max 89 F
- Bombe refroidisseur mini 49 F grand modèle 89 F
- Tresse étamée 1,20 m 9,50 F 30 m 95 F

GRAND CHOIX DE PIECES DETACHEES POUR MAGNETOSCOPES ET TV, COMPOSANTS JAPONAIS.

### Pochettes condensateurs chimiques types radial

1 $\mu$ F 63 V.....10 F les 20	47 $\mu$ F 25 V.....10 F les 20	330 $\mu$ F 63 V.....25 F les 10
2,2 $\mu$ F 63 V.....10 F les 20	47 $\mu$ F 63 V.....15 F les 20	470 $\mu$ F 25 V.....13 F les 10
3,3 $\mu$ F 63 V.....10 F les 20	68 $\mu$ F 25 V.....15 F les 20	470 $\mu$ F 63 V.....35 F les 10
4,7 $\mu$ F 63 V.....10 F les 20	68 $\mu$ F 63 V.....20 F les 20	680 $\mu$ F 25 V.....13 F les 10
6,8 $\mu$ F 63 V.....10 F les 20	100 $\mu$ F 25 V.....10 F les 20	680 $\mu$ F 63 V.....38 F les 10
10 $\mu$ F 63 V.....10 F les 20	100 $\mu$ F 63 V.....20 F les 20	1000 $\mu$ F 25 V.....25 F les 10
22 $\mu$ F 25 V.....10 F les 20	220 $\mu$ F 25 V.....10 F les 10	1000 $\mu$ F 63 V.....35 F les 5
22 $\mu$ F 63 V.....15 F les 20	220 $\mu$ F 63 V.....35 F les 20	2200 $\mu$ F 25 V.....20 F les 5
33 $\mu$ F 25 V.....10 F les 20	330 $\mu$ F 25 V.....20 F les 20	2200 $\mu$ F 63 V.....45 F les 3
33 $\mu$ F 63 V.....15 F les 20		

### POCHETTES DIVERSES

- \* Pochette résistance 1/4 W 7,50 F les 100 valeurs 0  $\Omega$  - 10 M $\Omega$  • Pochette résistance 1/4 W panaché de 500 pièces 59 F (plus de 40 valeurs)
- \* Pochette résistance 1 W 10 F les 25 • Pochette LED  $\phi$  5 15 F les 30 (couleurs disponibles rouge vert jaune orange) • Pochette LED  $\phi$  3 15 F les 30 (couleurs disponibles rouge vert jaune orange)
- \* Pochette LED panachées  $\phi$  5 10 de chaque couleur 25 F les 40 • Pochette LED panachées  $\phi$  3 10 de chaque couleur 25 F les 40 • Pochette diode zener 1/2 et 1 W 39 F les 80 • Pochette BC547B 10 F les 30 • Pochette BC557B 10 F les 30 • Pochette régulateur 7805 25 F les 10 • Pochette régulateur 7812 25 F les 10
- \* 1 valeur par pochette de 100

consultez-nous sur internet

www.comppyrenees.com

composants actifs, matériel, outillages, sono, haut-parleurs, informatique

### MANUELS TECHNIQUES

Livre ECA : BAND 1 : 149 F • BAND 2 : 149 F • les 2 : 280 F

### SELECTION ET PROMO DES LIVRES

- Connaître les composants électroniques .....79 F
- Pour s'initier à l'électronique, tome 1 .....110 F
- Pour s'initier à l'électronique, tome 2 .....110 F
- Electronique, rien de plus simple .....94 F
- Electronique à la portée de tous, tome 1 .....115 F
- Electronique à la portée de tous, tome 2 .....115 F
- 304 circuits .....165 F
- Panneaux TV .....140 F
- Le dépannage TV rien de plus simple .....95 F
- Cours de TV, tome 1 .....170 F
- Cours de TV, tome 2 .....180 F
- Fonctionnement et maintenance TV couleur tome 1 .....195 F
- tome 2 .....195 F
- tome 3 .....195 F
- Les magnétoscopes VHS .....195 F
- Carte à puce .....130 F
- Répertoire mondial des transistors .....235 F
- Maintenance et dépannage PC Windows 95.225 F
- Montages électroniques autour du PC .....220 F

### NOUVEAU !

Département réception satellite démodulateur numérique à prix attractif

programmeur

de PIC + EEPROM «PCB101» version en kit 249 F pour d'autres programmeurs, cartes, interfaces, nous contacter

### KITS MANUTENANCE MAGNETOSCOPE + TV

Kit de 10 courroies  $\phi$  différents : • carrée 29 F • plate 35 F

NOUVEAUTES LIVRES 8500 pannes TV 295 F (version anglaise)