

ELECTRONIQUE PRATIQUE

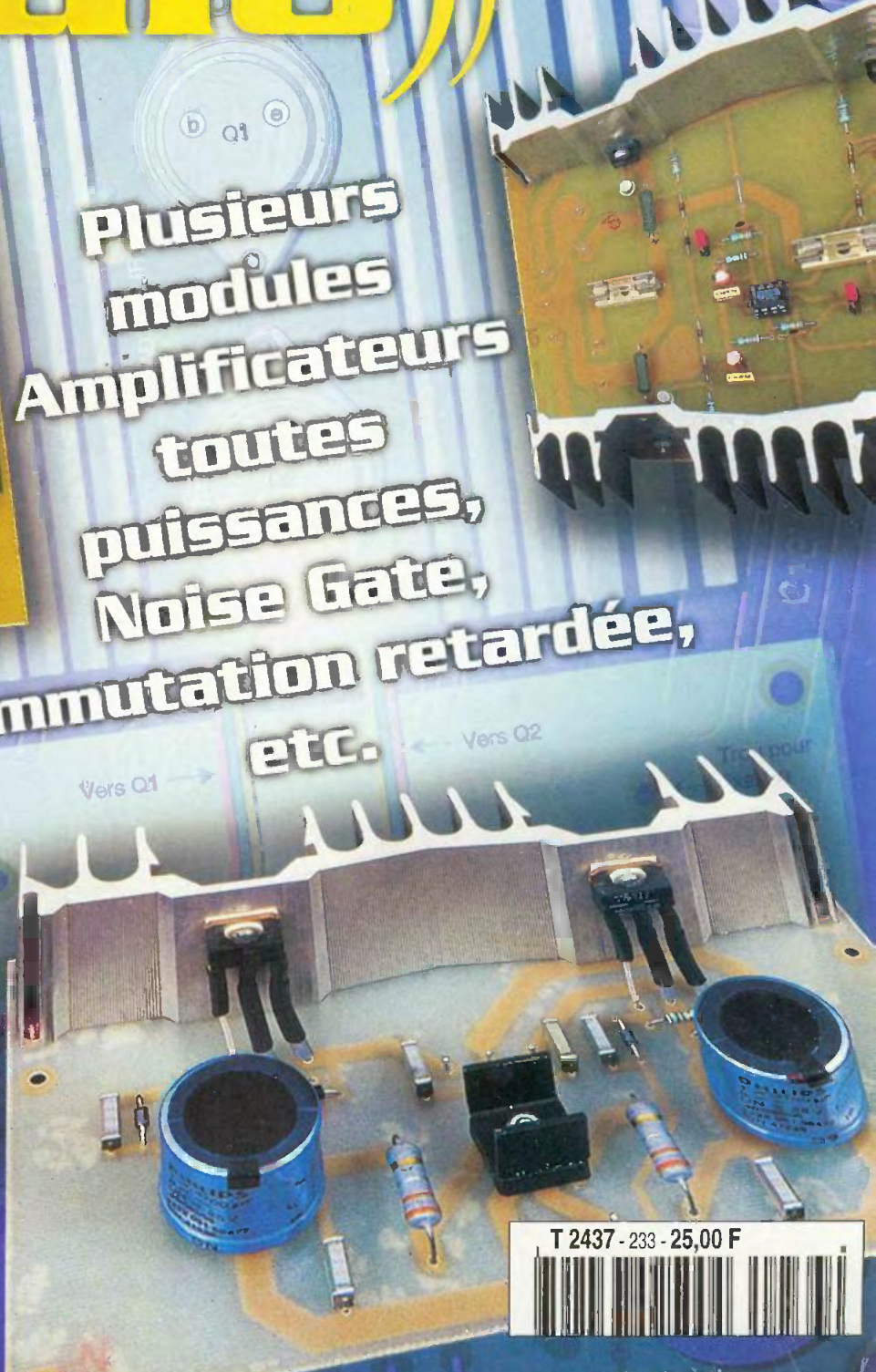
Fevrier 1999

SPECIAL (Audio)

Plusieurs
modules
Amplificateurs
toutes
puissances,
Noise Gate,
Commutation retardée,
etc.

**Nouvelle
formule**

- Convertisseur
DE TENSION**
- Testeur
DE SERVOS**
- Sculpture
LUMINEUSE**



T 2437 - 233 - 25,00 F



SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 233 - FÉVRIER 1999
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 : 01.42.41.89.40
Télex : 220 409 F

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
Directeur général adjoint : Jean-Louis PARBOT
Directeur graphique : Jacques MATON
Directeur de la rédaction : Bernard FIGHIERA (84.65)
Maquette : Jean-Pierre RAFINI
Couverture : R. Marai

Avec la participation de : U. Bouteville,
E. Champeboux, A. Garrigou, G. Isabel, R. Knoërr,
M. Laury, L. Lellu, E. Lemery, J.F. Machut, Y. Mergy,
P. Morin, A. Sorokine, C. Tavernier.

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

Marketing : Corinne RILHAC Tél. : 01.44.84.84.52
Diffusion : Sylvain BERNARD Tél. : 01.44.84.84.54
Inspection des Ventes :
Société PROMEVENTE : Lauric MONFORT
6 bis, rue Fournier, 92110 CLICHY
Tél. : 01.41.34.96.00 - Fax : 01.41.34.95.55

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 REITÈR (84.87)
Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)
Assisté de : Karine JEUFFRAULT (84.57)
Abonnement/VPC : Anne CORNET (85.16)
Voir nos tarifs en page abonnements.
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 faciliteriez 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 dernière 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, communiquez avec Express Mag :
USA : P.O.Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239
CANADA : 4011, boul.Robert, Montréal, Québec, H1Z 4H6
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 \$Can pour le Canada. Electronique Pratique, ISSN number 0243 4911, is published 11 issues per year by Publications Ventillard at P.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. USA 12901 - 0239.



« Ce numéro a été tiré à 62 000 exemplaires »

BVP
Bureau de Vérification de la Publicité

Réalisez vous-même

- 8 Sculpture lumineuse
- 28 Auto servotest
- 72 Convertisseur de tension efficace en tension continue
- 78 Secret téléphonique
- 88 Sonnette anti-intrus

Spécial "Montages AUDIO"

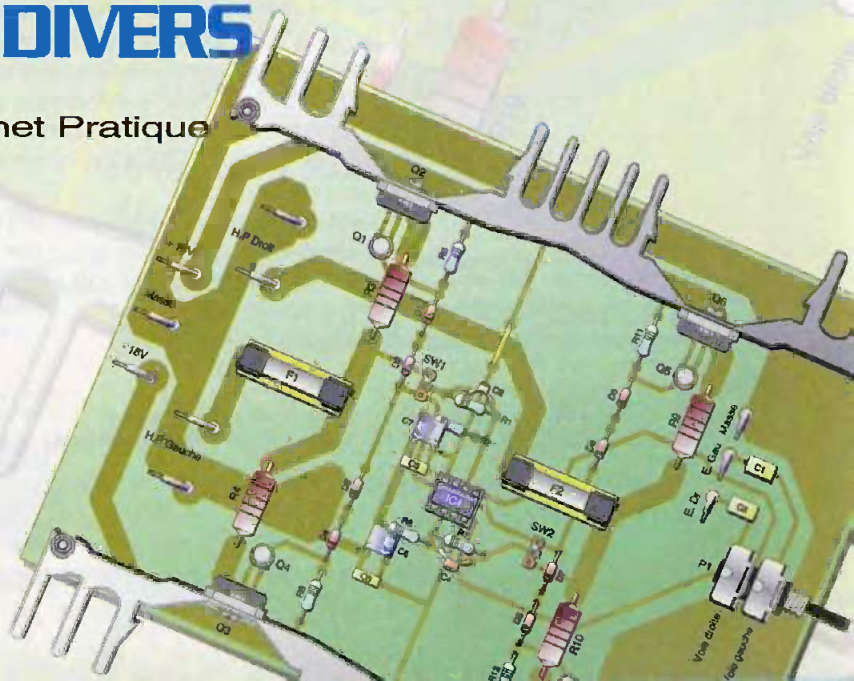
- 34 Introduction • 37 : Ampli Hi-Fi 2x40W/8Ω • 44 : Ampli Hi-Fi 2x10W/8Ω • 49 : Commutation retardée pour HP • 51 : Module d'amplification 100W/4Ω • 55 : Noise Gate stéréo • 57 : Module d'amplification 30W/8Ω • 62 : Ampli de sonorisation 2x100W/4Ω

Montages FLASH

- 16 Balise de détresse pour vol libre • 17 : Balise pour avion RC • 19 : Chargeur de batterie à panneau solaire • 21 : Récepteur I.R. 36 kHz

4 Infos OPPORTUNITÉS DIVERS

- 12 Internet Pratique



Testeur de câble WAVETEK série 540

Générateur de tonalité et sonde
à récepteur inductif



Outils permettant de vérifier et de localiser facilement les liaisons filaires : téléphones, réseau LAN, circuit de sécurité et d'alarme, CCTV, installations audio/vidéo, liaisons capteur transmetteur, éclairage, câble TV et répartiteur coaxial :

- Teste la continuité des connexions à chaque extrémité du câble, localise et identifie les câbles et les conducteurs.
- Présentation moderne, ergonomique et très fine.
- Émet et détecte les signaux standards 900/1100 Hz et contrôle la continuité.

- Conception «Tech-Preferred™», de forme élancée avec du caoutchouc facilitant la préhension sensation et augmentant la longévité.
- Pointe de la sonde, unique, en caoutchouc ne peut être fendue ou cassée.
- Indication visuelle par LED du bon câble.
- Bornes de sortie pour écouter extérieur.
- Réglage du volume.
- Utilise les connecteurs RJ11, RJ45 et une paire de pinces crocodiles pour faciliter le raccordement sur une paire torsadée.
- Piles 9V incluses.

Prix indicatif : 917,00 F TTC

Disponible dans le réseau de distribution :
MB Électronique • TEL. : 01.39.67.67.67

Le Nec Plus Ultra du répertoire de composants



SEMICON 99, le «grand livre de JAEGER» répertorie 95000 références de semi-conducteurs (transistors, diodes, thyristors, circuits intégrés) dans l'ordre alphabétique avec, en plus cette année, les noms des fournisseurs. En outre, de très nombreux types de comparaisons et plusieurs milliers de fournisseurs internationaux renforcent le renseignement. Nouveautés cette année, les codes de tampons pour les SMD, dates élargies, désignations standards des boîtiers (TO, DO, SOT, SOD, etc.), type complémentaire pour les transistors...

Véritable bible du SAV, des laboratoires d'électronique ou du particulier amateur, le SEMICON 99 s'inscrit parfaitement comme un outil indispensable dans la bibliothèque de l'électronicien.

SEMICON 99 : 460 F. TTC

Disponible notamment chez : KN Electronic
100, Bd Lefebvre 75015 PARIS
TEL. : 01.48.28.06.81

«EASY Start» ou comment démarrer sa voiture quand la batterie est faible ?

Tout simplement en insérant la fiche allume-cigares noire de l'appareil dans le véhicule qui «tourne» et la rouge dans le véhicule en panne. EASY Start permettra d'aider au démarrage des petits véhicules dotés de batteries à faible ampérage (Diesel et camionnettes, s'abstenir). Il va sans dire que la batterie affaiblie de l'auto en panne doit être en bon état et subissait momentanément une faiblesse passagère (due au froid par exemple). Moins contraignant que les câbles traditionnels, EASY Start offre le mérite de dépanner rapidement et proprement à faible coût (179 F. TTC).



Disponible dans le réseau de distribution : VELLEMAN Électronique
TEL. : 03.20.15.86.15

Adresse

ELECTRONIQUE PRATIQUE

est sur
INTERNET:

composez
<http://www.eprat.com>.

Détecteur de Monoxyde de carbone

[gaz] Ch-138



Le Monoxyde de carbone est un gaz inodore, incolore, toxique et

mortel.

Il est produit par la combustion incomplète du bois, du gaz naturel ou de différents carburants comme le fuel ou alcools à brûler de chauffage. Aussi, possesseurs/utilisateurs d'une cheminée à bois, d'un chauffage à gaz naturel, poêle à mazout et autres à alcool, une vigilance particulière s'impose pour votre sécurité et celle de vos familles en cas de disfonctionnement de vos systèmes de chauffage.

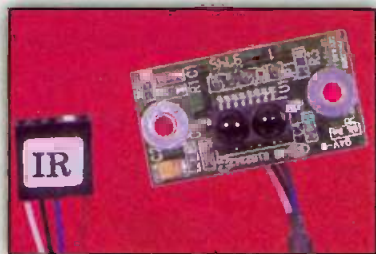
Le Ch-138 consiste en un boîtier, tout en un, muni d'un capteur spécial déclenchant une alarme en cas de dépassement acceptable de 100 PPM (particules par millions) de Monoxyde de carbone dans l'atmosphère de votre habitation. Une diode LED rouge signalera l'excès de gaz pour les personnes malentendantes. L'installation se fait sur un mur à 1,50 m du sol, dans un endroit bien aéré, à proximité des sources potentielles d'émission du gaz. Alimentation secteur 220V.

Prix approximatif : 315 F. TTC

Disponible dans le réseau de distributeurs :

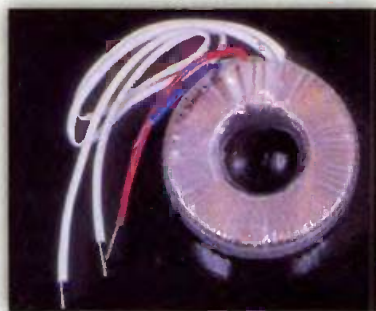
VELLEMAN Électronique
Téléphonez au :
03.20.15.86.15 pour
demander votre point de
vente le plus proche de
votre domicile

Module infrarouge



Une nouveauté intéressante, le module infrarouge pour transfert de données entre deux ordinateurs ou POA. Le branchement se réalise sur les cartes mères équipées de l'interface IRDA.

Prix : 37,00 F



Transfo torique

A signaler également un transformateur torique 12V/60VA (5A) Ø 75 mm. Hauteur : 25 mm.

Prix : 59,00 F

Afficheur grandes dimensions



De marque EPSON. Il s'agit d'un afficheur rétro-éclairé graphique à cristaux liquides. Il offre une résolution de 320 x 240 points pour une taille d'écran de 10,4 x 7,9 cm.

Prix : 198,00 F

- Le connecteur spécial nappe souple : 9,00 F
 - Option carte Blacklight (rétro-éclairage) : 95,00 F
 - Option avec documentation complète : 35,00 F
- Ou le lot complet : 320,00 F

MEGAMOS Composants

B.P.287 - 68316 ILLZACH cedex TEL. : 03.89.61.52.22

Super mini lampe

A tube ultraviolet avec torche, alimentation 4 piles AA, petite et légère, elle égayera vos soirées créant une atmosphère feutrée en mode fluo.

Son faible prix (55 F.) fait de ce petit gadget un accessoire amusant pour Dance Party entre amis.

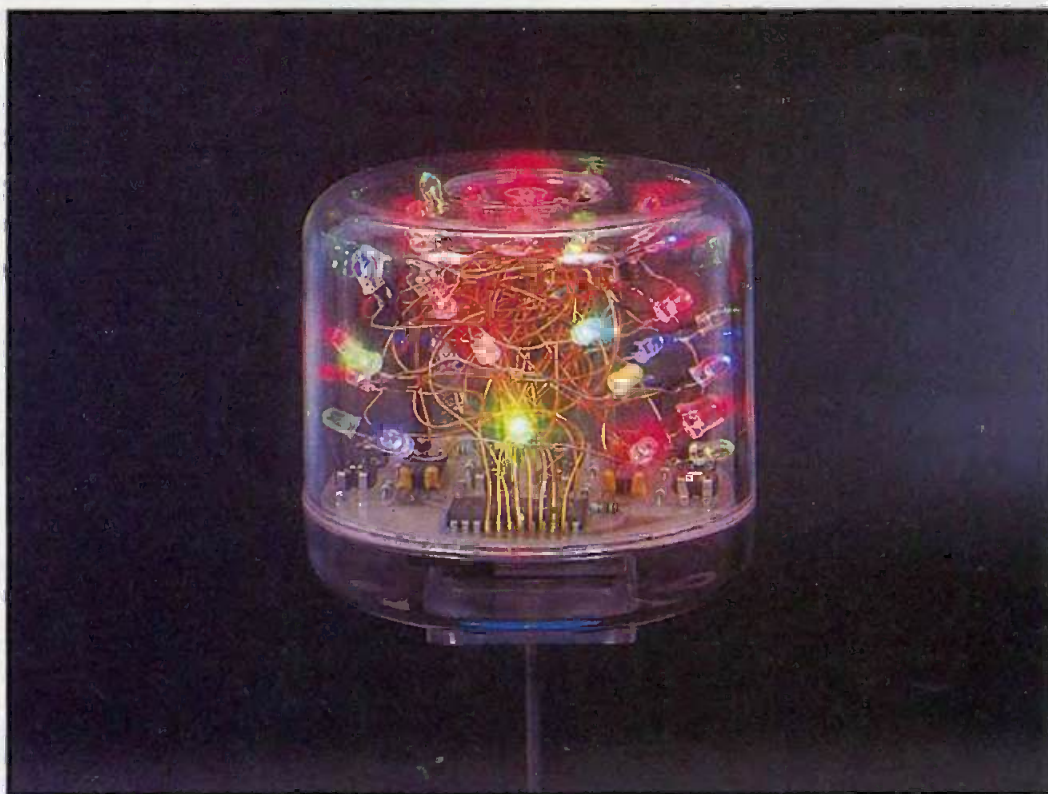


Disponible dans le réseau de distribution :

VELLEMAN Électronique
Tél. : 03.20.15.86.15

Sculpture

lumineuse



Disons le tout de suite, le montage que nous vous proposons ce mois-ci laisse une place importante à notre côté artistique et ne présente aucun intérêt particulier sinon celui de vous régaler la vue avec des effets lumineux multicolores et variés. Cette sculpture lumineuse est aussi originale par sa conception qui laisse une large place au sens créatif de chacun

Synoptique

Le but consiste à commander 32 LED différentes de façon presque aléatoire. En fait, ces LED seront réparties en deux groupes indépendants de 16 LED, aussi deux de celles-ci seront-elles allumées simultanément. Pour simplifier, nous allons nous berner à décrire le fonctionnement d'une moitié de l'ensemble électronique, l'autre étant bien évidemment identique.

Le cœur du montage repose sur l'utilisation d'un multiplexeur/démultiplexeur analogique 16 voies vers 1. Ce type de circuit peut être assimilé à un commutateur rotatif à 16 positions. Comme son homologue mécanique, le multiplexeur/démultiplexeur ne peut réaliser qu'une seule liaison à la fois entre le commun et l'une des 16 voies. Le rang de la connexion ne dépend que du code binaire présent sur ses quatre entrées A, B, C et D. D'habitude ce code est généré par un compteur binaire et la succession des connexions se réa-

lise toujours dans le même ordre, ce qui peut entraîner une certaine lassitude à la longue.

Dans notre application, chaque entrée du multiplexeur/démultiplexeur est commandée indépendamment l'une de l'autre par un oscillateur basse fréquence possédant une constante de temps différente. Le résultat en est une combinaison quasi aléatoire de l'ordre des connexions et ce, d'autant plus que les variations de température tendent à augmenter la désynchronisation des oscillateurs.

Schéma

Comme nous vous l'avons précisé dans le paragraphe précédent, la description se limitera à une moitié du schéma permettant la commande de 16 LED.

Les quatre portes du circuit trigger de Schmitt associées chacune à un ajustable, une résistance et un condensateur forment quatre oscilla-

teurs basse fréquence variables. Ce sont respectivement R_1, R_6, C_1 pour 8, 9, 10 de IC_1 , R_2, R_5, C_2 pour 4, 5, 6 de IC_1 , R_3, R_7, C_3 pour 1, 2, 3 de IC_1 et, enfin R_4, R_8, C_4 pour 11, 12, 13 de IC_1 . Les sorties 10, 11, 4, 3 des quatre oscillateurs commandent respectivement les quatre entrées binaires A, B, C, et D du multiplexeur IC_2 . Le point commun représentant par analogie le curseur d'un commutateur rotatif est relié à la borne positive de l'alimentation par l'intermédiaire d'une résistance limitatrice R_9 . Les 16 sorties, quant à elles, sont reliées aux anodes des LED et les cathodes sont ramenées à la masse par un fil commun. Chaque interrupteur analogique permet le passage nominal d'un courant de 25 mA, mais en réalité, le courant maximum supporté est supérieur. L'alimentation est effectuée par une pile 9V et les deux condensateurs C_5 et C_6 en permettent un découplage énergétique au plus près du circuit.

L'autre moitié du schéma est iden-

Attention : seule une moitié du schéma est représentée.

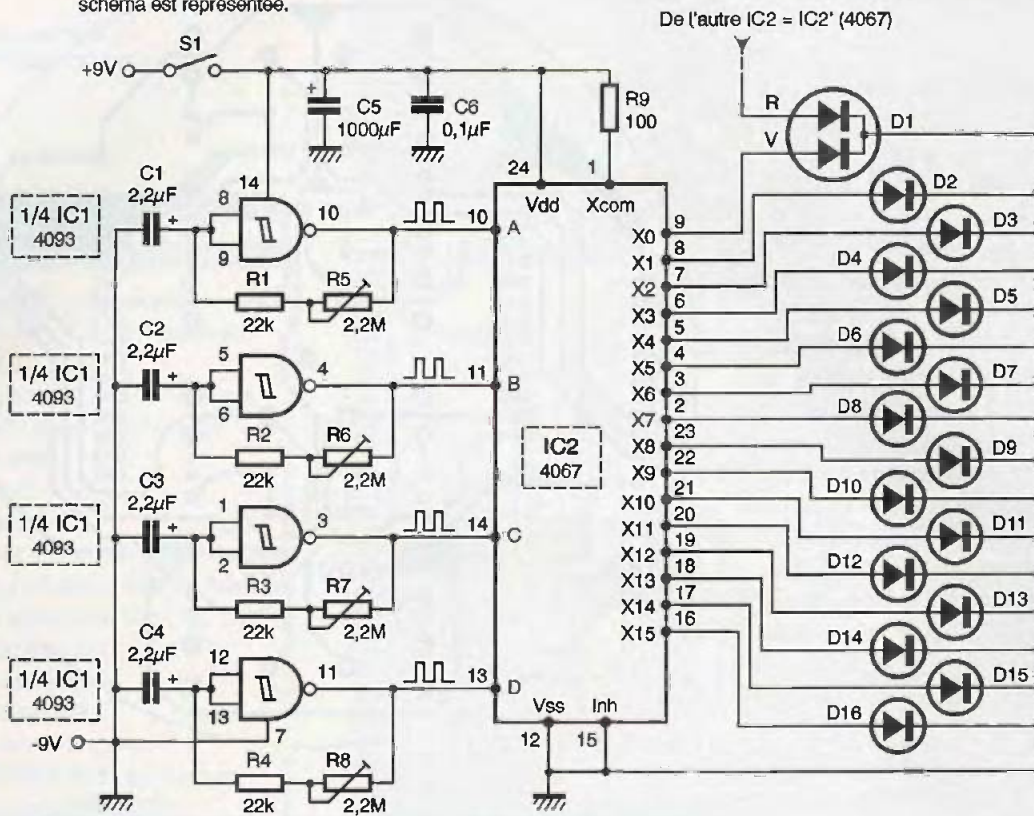


Schéma de principe

tique et dans la nomenclature, les composants sont désignés de façon identique avec un prime.

Réalisation

Comme vous avez déjà pu le constater à la vue des photographies de la réalisation, tout l'intérêt esthétique de celle-ci réside dans la forme circulaire adoptée. Qui dit "forme circulaire" dit, hélas, circuit imprimé plus difficile à réaliser sauf si vous utilisez la méthode suivante :

On réalise le circuit imprimé sur une plaque d'époxy carrée par tout moyen à votre convenance. Après perçage de tous les trous des composants, on réalise le perçage du trou central de diamètre 5 ou 6 mm repéré par une pastille.

On dégrossit ensuite la forme circulaire en coupant des angles successifs de plus en plus petits et on finit à la lime. Une fois cette phase terminée, on fixe une vis à métaux longue, de diamètre 5 ou 6 mm avec un écrou et une rondelle éventail dans le trou central et on fixe celle-ci dans le mandrin d'une perceuse utilisée à basse vitesse. On se sert alors de cette perceuse comme

d'un tour en prenant appui sur un point fixe et en faisant frotter le plat d'une lime sur la périphérie du circuit imprimé. On obtient de cette façon une forme circulaire parfaite que l'on pourra ajuster légèrement à force dans le boîtier utilisé.

Une fois ce circuit terminé, on dispose les 10 résistances, 6 condensateurs et 8 ajustables sans oublier les supports de circuits intégrés. Une fois l'électronique terminée, il reste à assurer la partie purement créative de la réalisation.



Utilisation de composants classiques

2 Tracé du circuit imprimé

Le boîtier utilisé dans la maquette est une boîte à coton pour salle de bain que l'on peut trouver dans un certain "BAZAR", mais il est bien entendu que toute latitude vous est laissée dans le choix d'un autre modèle. Peut-être faudra-t-il revoir les dimensions du circuit imprimé en conséquence.

Dans la partie inférieure du boîtier, un trou vertical de diamètre 4 mm est percé et un axe MECCANO y est collé en place à l'aide de colle de composants. A son autre extrémité, une grande poulie munie d'un pneu y est fixée. Cette partie inférieure contient la pile de 9V munie de son clip connecteur et l'interrupteur général S_1 . Les LED, quant à elles, seront reliées au CI par 32 morceaux de fil émaillé thermosoudable de diamètre 6/10^{ème} d'une longueur d'environ 15 cm soudés sur chacune des 16 sorties d'IC₂ et d'IC₃. Le commun des LED n'a pas besoin d'être isolé et un fil de cuivre étamé assez long fera donc l'affaire.

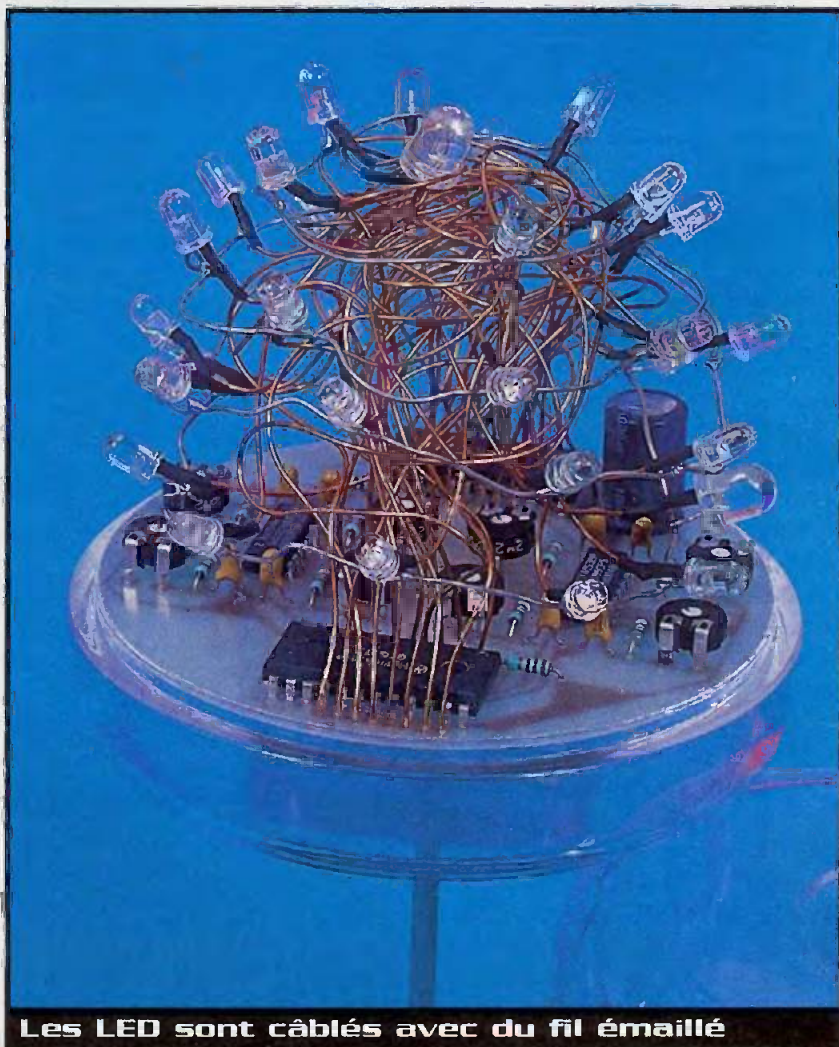
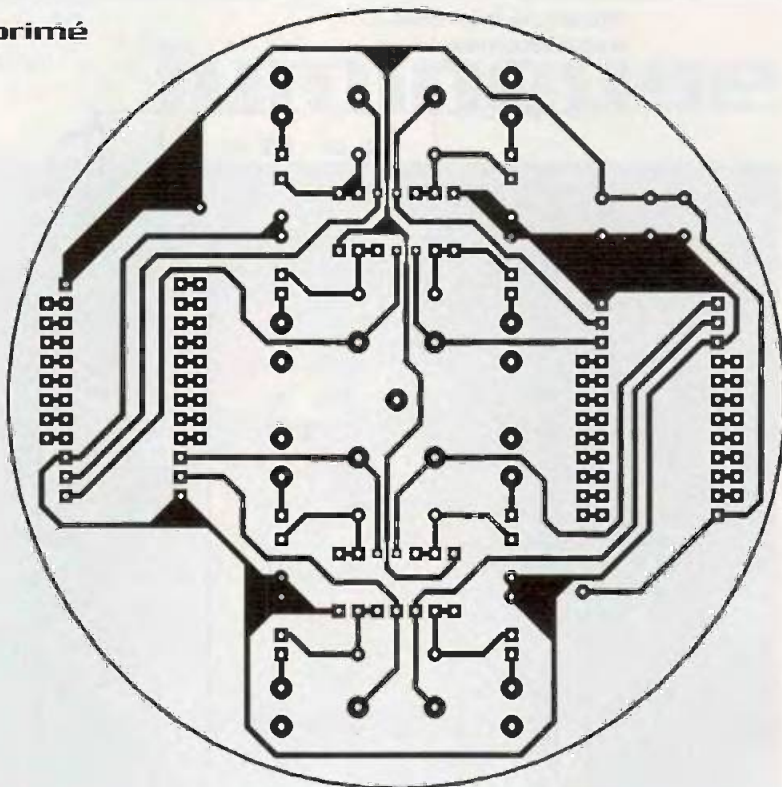
Après cela, tout est affaire de goût, et la disposition des LED et des fils n'a pas d'importance pratique : inspirez-vous des photos ou faites à votre guise.

Une attention particulière devra quand même être accordée au choix des LED. On utilisera de préférence des modèles $\Delta 5$ mm de très haute luminosité ayant une intensité lumineuse d'au moins 300 mcd pour un courant de 20 mA, dans les couleurs rouge, verte ou jaune et avec un angle d'émission assez ouvert. Il existe des LED magnifiques très haute luminosité dans les couleurs bleue ou vert pur (longueur d'onde 525 nm) mais celles-ci sont hélas fort chères (RADIO SPARES). Tout dépendra donc de la somme que vous désirez consacrer à cette réalisation.

Une fois toutes les LED soudées en respectant leurs polarités (l'émail fond localement avec la chaleur de la panne de fer), on vérifiera le fonctionnement correct du montage qui doit être immédiat.

On procédera enfin au réglage empirique des huit ajustables afin d'obtenir un clignotement rapide agréable à l'œil.

Nul doute que ce montage vous ravira la vue et trouvera une place de choix dans votre intérieur coquet.



Les LED sont câblés avec du fil émaillé

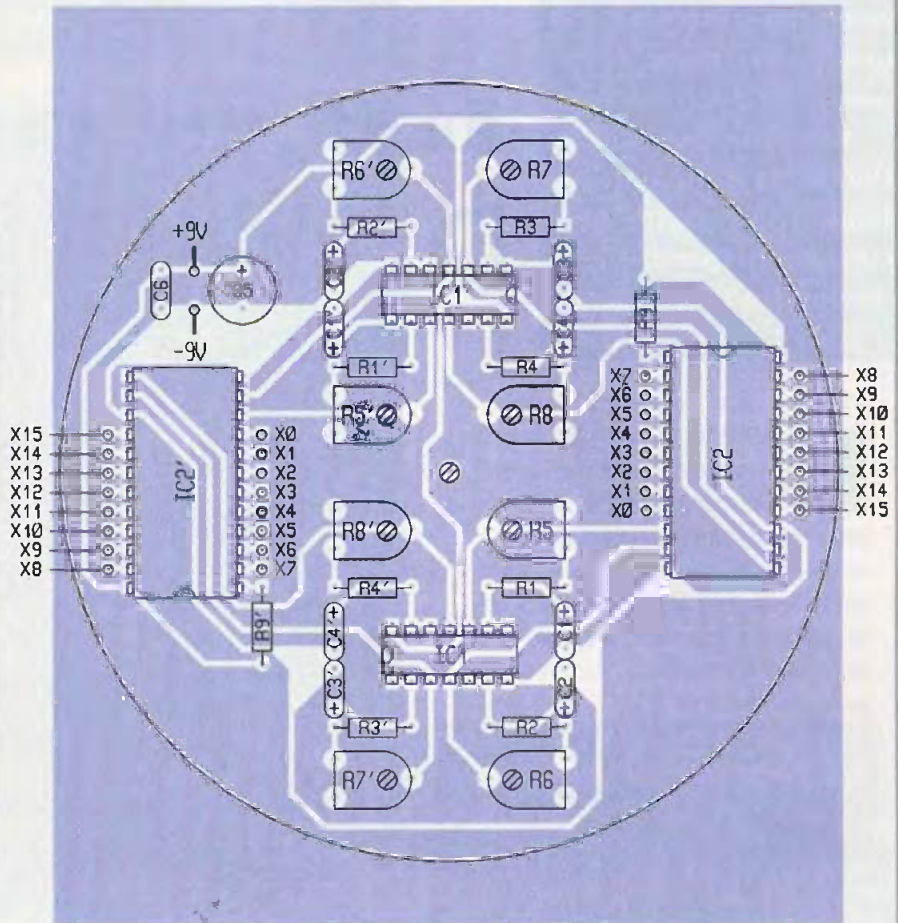
E. CHAMBLEBOUX

3

Implantation des éléments

Nomenclature

- R₁ à R₄, R'₁ à R'₄ : 22 kΩ 1/4W
- R₅ à R₈, R'₅ à R'₈ : 2,2 MΩ ajustable
- R₉, R'₉ : 100 Ω 1/4W
- C₁ à C₄, C'₁ à C'₄ : 2,2 μF/16V tantale
- C₅ : 1000 μF/16V chimique radial
- C₆ : 0,1 μF MKT
- IC₁, IC'₁ : 4093
- IC₂, IC'₂ : 4067
- D₁ à D₃₂ : LED Ø5 très haute luminosité
(ex. Stanley KR5005S, Hewlett Packard HLMP-C515, Everlight 383 UBC, chez RADIOSPARES)
- Pile 9V + connecteur
- 1 interrupteur M/A
- 1 boîtier rond transparent
- 1 axe MECCANO de 15 cm de long.
- 1 poulie + pneu MECCANO
- Fil émaillé 6/10ème
- Fil étamé 6/10ème



OFFRE LIMITEE AUX 200 PREMIERS LABOS

LABO COMPLET - CIRCUIT IMPRIME

Insoleuse ultra violet BC 10
 Format utile : 180 x 400 mm. Puissance : 30 W
 Dimensions L x l x H : 480 x 290 x 135 mm. Poids : 5,5 kg
 Coffret alu et PVC avec couvercle presseur garni de mousse.
 Une minuterie de 0 à 7' faisant interrupteur avec son bouton de commande.
 Contact de sécurité à l'ouverture.



Graveuse à pulvérisation basse tension 12 V

Moteur turbine : 1
 Voltage courant continu : 12 V - 0,75 A
 Vitesse de rotation à vide : 8200 tr/mn
 Tension alim. 220 V - 50 Hz
 Contenance : 2,5 l
 Dimension L x l x H : 350 x 200 x 280 mm
 Poids : 2,8 kg

EN CADEAU : le logiciel de simulation Turbo Analogic pour simuler vos circuits en les dessinant à l'écran : valeur 717 F TTC

3807 F TTC

3090 F TTC

POINÇONNEUSE ENCOCHEUSE MANUELLE



CAPACITÉ DE L'OUTIL
 Epoxy bakélite : épais. 1,6/10^e mm
 Aluminium : épais. 1,5/10^e mm
 Plastique : épais. 1,5/10^e mm
 Acier : épais. 1,2/10^e mm

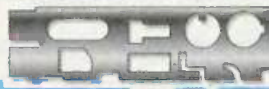


442 F TTC

342 F TTC

- ENCOCHES
- DETROMPEUR
- DETOURAGE
- TROUS ROUNDS ou CARRÉS
- RAYON mini 7,5 mm

DÉCOUPES RÉALISABLES

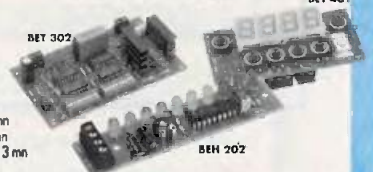


EVER : MODULES ELECTRONIQUES

- Circuits en verre époxy avec vernis épargne et sérigraphie. Connexions sur borniers
- Chaque module a été vérifié et testé

- BEF 001 alim. 5V - 300 mA
- BEF 002 alim. 5V - 300 mA avec transfo monté
- BEF 003 alim. 5V - 1 A
- BEF 004 alim. 5V - 2 A
- BEF 101 alim. 6V - 300 mA
- BEF 102 alim. 6V - 300 mA avec transfo monté
- BEF 103 alim. 6V - 1 A
- BEF 301 alim. 9V - 300 mA
- BEF 302 alim. 9V - 300 mA avec transfo monté
- BEF 303 alim. 9V - 1 A
- BEF 304 alim. 9V - 2 A
- BEF 401 alim. 12V - 300 mA
- BEF 402 alim. 12V - 300 mA avec transfo monté
- BEF 403 alim. 12V - 1 A
- BEF 404 alim. 12V - 2 A
- BEF 405 alim. 15V - 5 A
- BEF 503 alim. 15V - 1 A
- BEF 504 alim. 15V - 2 A
- EF 601 alim. 24V - 300 mA
- EF 603 alim. 24V - 1 A
- EF 604 alim. 24V - 2A
- EF 604 alim. 24V - 5 A
- EF 601 alim. 24V - 300 mA
- EF 701 alim. variable 1,25 à 24V - 300 mA
- EF 702 alim. variable 1,25 à 24V - 1 A
- EF 704 alim. variable 3 à 30V - 5 A
- ET 201 min. 12V - relais 3 A - 1 sec. à 3 mm
- ET 202 min. 12V - relais 3 A - 1 mn à 99 mn
- ET 301 min. 220V - triac 600 W - 1 sec. à 3 mm

- ET 302 min. 220V - triac 600 W - 1 mn à 99 mn
- ET 401 min. 5V - relais 2 A - 1 sec. à 99 mn
- ER 201 variateur 220 V - 300 W
- ER 203 variateur 220 V - 1500 W (filtré)
- ER 204 variateur 220 V - 2500 W (filtré)
- ER 302 variateur 220 V - 600 W
- ER 402 variateur 220 V - 500 W (charge inductive)
- ER 403 variateur 220 V - 1500 W (charge inductive)
- TE 201 musique d'attente pour téléphone (radio FM)
- EH 202 Vu mètre à LED 12 V
- EH 302 ampli 1 W mono
- EH 303 ampli 6 W
- EH 305 ampli 20 W
- EH 403 ampli 1 W stéréo
- EH 405 ampli 15 W stéréo
- EH 601 préampli universel
- EH 602 préampli universel stéréo
- EC 101 compteur 1 s à 9999 sec. relais 2 A
- VA 301 serrure codée 4 chiffres



CATALOGUE EP 8 - 6000 ARTICLES SUR DEMANDE



11 rue Charles Michels - 92220 BAGNEUX
 Fax : 01 45 47 16 14
 Internet - <http://www.cif.fr>

Tarif avril 97 pratique chez tous les distributeurs CIF

Fidèle à notre habitude, notre rubrique sera divisée en deux grandes parties. La première s'intéressera à un site présentant un cours sur les DSP et le traitement du signal. La deuxième sera consacrée, quant à elle, à la société californienne CIRRUS LOGIC.

internet PR@TIQUE

Les DSP (ou Digital Signal Processor) connaissent un succès grandissant du fait de l'explosion de l'électronique grand public. On est en effet de plus en plus entouré d'appareils demandant de grandes puissances de calcul comme les téléphones portables, les consoles de jeux et autres cartes accélératrices 3D. Le point commun de toutes ces applications est

opérateurs mathématiques complexes directement intégrés sur la puce. Ils se programment donc différemment et nécessitent une connaissance importante en traitement du signal pour être utilisés.

Le site que nous vous proposons dans cette première partie propose un cours complet permettant à tous de

nu. Le cours est divisé en 9 gros chapitres. Pour les néophytes, la lecture devra se faire absolument dans l'ordre pour éviter d'être perdu. La première partie "Basics" fournit tous les prérequis, nécessaire à la bonne compréhension des rubriques suivantes. On y trouve la

1 <http://www.bores.com/courses/intro/index.htm>

Introduction to DSP

Index

The BORES Signal Processing, DSP course - Introduction to DSP - is being made available on line. At the moment only the first seven modules are available, but the course will be updated over the next few months to include all modules:

- **basics** - sampling, aliasing, reconstruction and quantisation
- **time domain processing** - correlation and convolution
- **frequency analysis** - Fourier transforms, resolution, spectral leakage and windowing
- **filters** - including FIR filters
- **IIR filters** - design, realisation, and quantisation effects
- **DSP processors** - real world requirements, special features, evolution
- **implementing a DSP processor**
- **typical DSP system architectures**
- **DSP software** - programming tools and operating systems

You may also want to visit our advanced DSP course:

- **Advanced DSP course**

The course is intended for self study over the Internet only. All material is copyright, and you are not permitted to make copies, either for personal use or for teaching purposes. You can contact us for clarification of these conditions in particular circumstances.

The complete course - Introduction to DSP - is presented regularly as a one day, "hands on" workshop where delegates use DSP hardware and software to complete exercises intended to help in understanding the concepts which are introduced. These courses are free of charge to BORES customers - a charge is made to non-customers. [Course details](#) are available on line.

Because new modules are being added to construct the complete course, some links which lead to further modules, may yet possibly be broken. Links within the existing modules should work. When all modules are posted, all links should work.

Please [contact us](#) with any comments or suggestions.

Go to first module

Go back to BORES Home Page

BORES Signal processing

Introduction to DSP

Basics

Antialiasing

Nyquist showed that to distinguish unambiguously between all signal frequency components we must sample at least twice the frequency of the highest frequency component. To avoid aliasing, we simply filter out all the high frequency components before sampling.

Note that antialias filters must be analogue - it is too late once you have done the sampling.

This simple brute force method avoids the problem of aliasing. But it does remove information - if the signal had high frequency components, we cannot now know anything about them.

Although Nyquist showed that provide we sample at least twice the highest signal frequency we have all the information needed to reconstruct the signal, the sampling theorem does not say the samples will look like the signal.

A high-frequency signal
sampled fast enough
may still look wrong

Page d'introduction 2

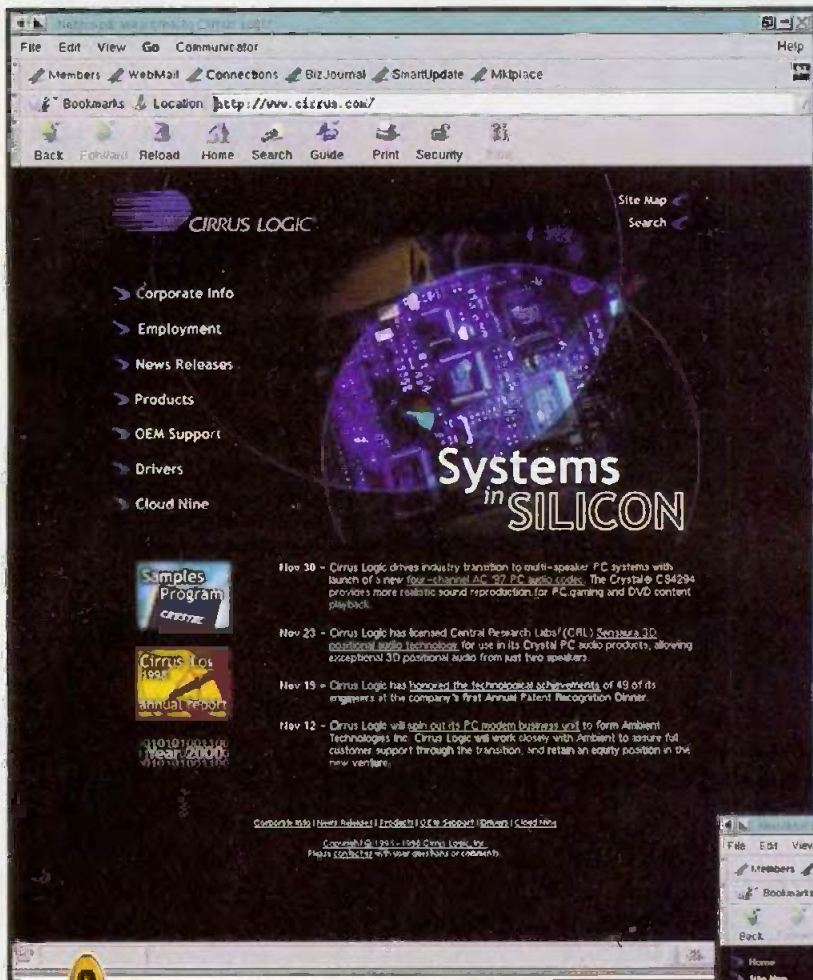
qu'elles doivent traiter un grand nombre de signaux en un temps très court.

Les microprocesseurs classiques étant inaptes à répondre à d'aussi grandes charges de travail, les ingénieurs ont créé les DSP. Ces derniers contiennent des

comprendre et d'analyser la programmation de ces composants. Il est disponible à l'adresse <http://www.bores.com/courses/intro/index.htm> (voir **figure 1**). On voit tout de suite que l'accent n'a pas été porté sur la présentation mais plutôt sur le conte-

définition d'un DSP, d'un signal ainsi que les règles sur l'échantillonnage et la génération de signaux. Chaque concept est défini à l'aide d'opérateurs mathématiques et illustré par des schémas de qualité (voir **figure 2**).

Les chapitres 2 et 3 présentent respectivement l'analyse temporelle et fréquentielle des signaux. On peut ainsi



3 site cirrus

apprendre ou réapprendre ce qu'est une corrélation, une auto-corrélation ou encore une transformée de Fourier. Les exemples fournis permettent de se rendre compte de l'utilité de chaque opération.

Les deux parties suivantes s'intéressent à la réalisation des filtres. Elles font donc logiquement appel aux concepts des chapitres précédents. L'auteur s'intéresse ensuite aux différents DSP disponibles sur le marché ainsi qu'à la façon de les programmer.

En conclusion, si vous souhaitez améliorer vos connaissances en traitement du signal et DSP, nous vous conseillons vivement de lire ce cours, accessible à tous et vraiment très complet.

Comme nous vous l'annonçons dans notre introduction, la deuxième partie d'Internet Pratique sera consacrée à l'étude du site de la société CIRRUS LOGIC, disponible à l'adresse :

<http://www.cirrus.com>. CIRRUS a été fondée en 1984 et s'est tout d'abord spécialisée dans les circuits d'acquisitions de

données. En effet ses premières références étaient des CAN (Convertisseurs Analogique/Numérique) et CNA (Convertisseur Numérique/Analogique). Rappelons que les CAN renvoient sous forme numérique des mesures de grandeurs analogiques. Ils sont utilisés par exemple dans tous les codeurs audio permettant de créer les disques compacts. Les CNA proposent la fonction inverse et génèrent un signal analogique à partir de valeurs numériques.

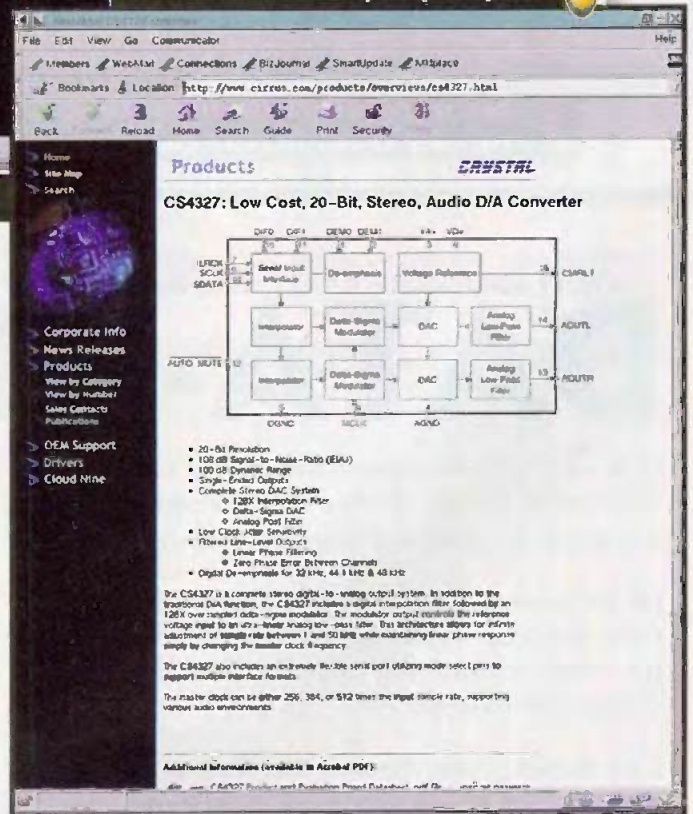
Après 1990, CIRRUS a mis à profit ses grandes connaissances du traitement de signal dans la création de nouveaux circuits dont notamment des DSP.

La première page du site, représentée sur la **figure 3**, est divisée en 2 parties. La

colonne de gauche est constituée d'une liste de liens renvoyant vers les différentes rubriques du serveur. La partie centrale contient un large logo et les dernières informations concernant l'actualité de la société. Cette liste est très intéressante car elle permet d'un seul coup d'œil de se rendre compte si de nouveaux produits sont disponibles.

La rubrique "Corporate Infos" présente l'historique de la société ainsi que les offres d'emplois, les revendeurs et d'autres informations plus générales. Comme son nom l'indique, la rubrique "News Releases" permet au visiteur de lire les dernières annonces de CIRRUS. La partie Product propose, quant à elle, de rechercher et d'étudier tous les composants de CIRRUS. Pour simplifier la recherche, ils sont rangés par grande catégorie, elles-mêmes divisées en

présentation intégrant synoptique et caractéristiques principales



paragraphes. Lorsque l'on sélectionne un de ces derniers, le serveur nous renvoie une page dans laquelle chacune des références est associée à un descriptif d'une ligne (par exemple "CS4327: Low-cost, 20-bit, stereo D/A converter"). On peut alors cliquer sur le composant qui nous intéresse pour

CIRRUS Design Notes for a 2-Pole Filter

Figure 2. Multiple-Feedback Low-Pass Filter

Step 2: Select the desired filter type, Butterworth, Bessel, etc. and the corner frequency, F_c , for the final design. The filter response and corner frequency determine the audio band phase and amplitude response. The filter type determines the pole locations and therefore α and β . Table 1 lists the normalized pole locations for several filter types.

FILTER TYPE	α	β
Butterworth	0.7071	0.7071
Bessel	1.1050	0.6968
0.01 dB Chebyshev	0.6743	0.7075
0.1 dB Chebyshev	0.6104	0.7105

Table 1. Normalized Pole Locations

Step 3: Select standard values for C_3 and C_5 . Notice in Step 4 that K (C_3/C_5) and H_0 must be selected such that $\sqrt{\zeta^2 - K(1 - H_0)}$ is real.

Step 4: Given F_c , H_0 , C_3 , C_5 , α and β , calculate R_1 , R_2 and R_3 using the following equations. H_0 will be a negative number due to the inverting op-amp.

$$\zeta = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}$$

$$\alpha_0 = 2\pi F_c \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

$$K = \frac{C_3}{C_5}$$

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_0 C_2 (\zeta^2 \pm \sqrt{\zeta^2 - K(1 - H_0)})}$$

$$R_4 = \frac{\zeta \pm \sqrt{\zeta^2 - K(1 - H_0)}}{\alpha_0 C_5}$$

$$R_1 = \frac{-R_3}{(-H_0)}$$

Step 5: It is recommended that R_1 be a minimum of 10 kohm to meet the CS4327 load requirements. However, values larger than 10 kohm can lead to small capacitor values (ten's of picofarads) where stray capacitance can be an appreciable amount of the total circuit capacitance. It may be necessary to adjust the capacitor values chosen in Step 3 to minimize the effects of stray capacitance and meet the minimum load requirement.

Step 6: The resistor values calculated in Step 4 are generally not standard values. Select standard values which are nearest the calculated values. This should not create a large change in the filter characteristics since metal film resistors are available in approximately 2.5% increments which allows for component selection near the calculated values.



5 formules nécessaires aux calculs des différents éléments

obtenir une présentation plus complète intégrant son synoptique et ses caractéristiques principales (**figure 4**).

Si le composant convient à l'application que l'on désire créer, on est alors libre de charger toute la DataSheet au format PDF. Il est à noter que CIRRUS propose aussi des schémas de principe complets utilisant ses composants.

Ceci simplifie grandement le travail de l'utilisateur car il connaît par avance la faisabilité de son circuit. En effet, ces schémas sont soigneusement testés par CIRRUS avant d'être livrés au visiteur. De plus, l'aspect pédagogique de ces documents est incontestable. En effet, outre le schéma déjà réalisé, CIRRUS rappelle toutes les formules nécessaires au calcul des différents éléments (voir **figure 5**).

La partie "OEM Support" permet à tous les grossistes de demander des informations sur les différents produits. En tant qu'utilisateur, il convient de se reporter à la rubrique Driver contenant les derniers éléments logiciels permettant de faire fonctionner les cartes à base de produits CIRRUS. On peut alors se rendre compte de la diversité des clients que compte la compagnie (EPSON, IBM, HEWLETT PACKARD, ...).

En conclusion, ce site nous a semblé tout à fait intéressant car il propose de nombreuses notes d'applications en plus des classiques DataSheet au format PDF.

Il ne nous reste plus qu'à vous donner rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes du vaste monde de l'électronique sur Internet.

L. LELLU

L'ENCYCLOPÉDIE DES CIRCUITS ÉLECTRONIQUES

DATA-NET

10 CDs, 180.000 circuits, 300.000 pages d'infos pour 395 Frs TTC seulement

Que vous soyez électronicien débutant ou confirmé, cette encyclopédie est une véritable mine d'information et vous fera gagner des centaines d'heures de recherche.

Les dix premiers CD-ROM de l'encyclopédie contiennent les fiches techniques de plus de **180.000 circuits** répartis sur **61 fabricants**, soit plus de **300.000 pages** d'information au format PDF !

C'est comme si vous disposiez chez vous, de plus de **460 data-books** et que vous puissiez retrouver une fiche technique de composant en un clin d'œil grâce à un moteur de recherche ultra performant.

De plus, les dix CD-ROM de l'encyclopédie Data-Net, sont disponibles au prix de **395 Frs TTC seulement !...** (60,22 €)

Transistors, Diodes, Thyristors, Mosfets, CIs, Mémoires, µprocesseurs, µcontrôleurs, etc...

Data-Net fonctionne sur Windows® 3.1/95/NT3.51 et NT 4.0

Pour recevoir Data-Net chez vous, veuillez adresser votre règlement par chèque ou carte bancaire à

Technical Data Systems
501 Av. de Guignon - BP 32
83180 SIX FOURS cedex

Tél 04 94 34 45 31 - Fax 04 94 34 29 78

Balise de détresse pour vol libre

► A quoi ça sert ?

La localisation d'un aéronef perdu n'est pas toujours facile. Nous vous proposons donc ici la réalisation d'une balise qui permettra de retrouver un modèle réduit de vol libre perdu dans un champ ou une forêt.

Comment ça marche ?

La balise que nous présentons ici est un émetteur modulé en amplitude par un signal audio. L'émetteur est placé dans l'aéronef envoyé dans les airs, il entre automatiquement en service dès qu'un laps de temps programmé a été atteint.

Les modèles réduits évoluant en vol libre ont en général un temps de vol plané limité.

une minuterie et un générateur de signaux compatible avec les possibilités de modulation de l'émetteur.

Pour limiter la consommation au strict minimum pendant la phase de temporisation, nous avons utilisé un circuit CMOS travaillant en régime statique, c'est à dire avec une consommation nulle. La mise en service de la minuterie s'effectue par mise sous tension, un simple interrupteur ou un jack de 2,5 mm que l'on enlève au moment du départ suffit pour assurer la mise en route. Le condensateur C_1 se charge progressivement par la résistance R_1 . A la mise sous tension, il est vide et les broches 5 et 6 de CI_1 sont positives. La sortie du trigger b est au zéro. Le condensateur se charge et la tension des entrées de CI_1 diminue, une fois le seuil atteint, le basculement a lieu et la sortie du circuit passe à l'état 1.

L'oscillateur construit autour de CI_1 est alors autorisé à fonctionner (le CD 4093 est un quadruple trigger de Schmitt à porte ET en logique positive), il va découper le signal à une cadence lente. Son signal de sortie est inversé et envoyé vers un oscillateur plus rapide capable de délivrer un signal audible. La sortie de CI_1 rend le transistor T_1 conducteur, il met à la masse l'alimentation du module d'émission EM_1 .

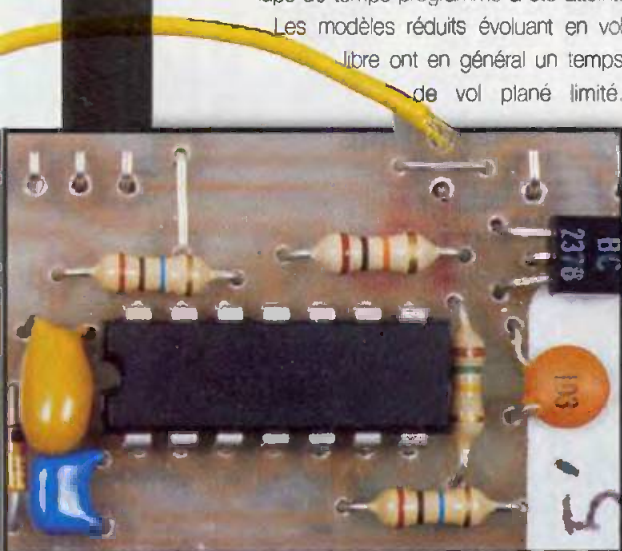
Le signal audio est envoyé sur l'entrée de modulation du module AUREL.

L'émetteur est mis en service par la sortie de CI_1 , ce qui permet de diviser par 2 la consommation du module.

Attention, l'émission à partir d'un aéronef en vol est interdite ou soumise à autorisation. Ce type de balise entre en service au bout d'un temps pré-réglé au bout duquel l'aéronef est censé être revenu au sol. Il n'y a pas ici d'altimètre ou autre système de détection de l'arrivée au sol de l'appareil.

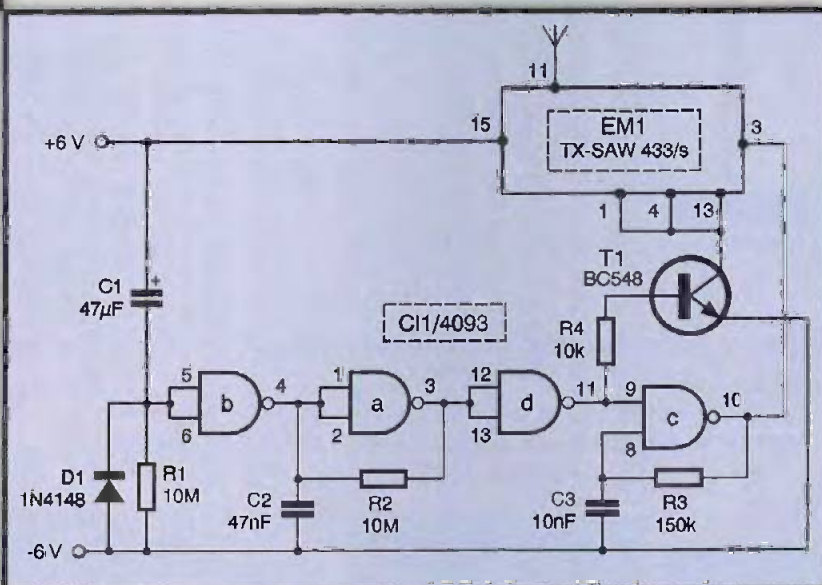
Réalisation

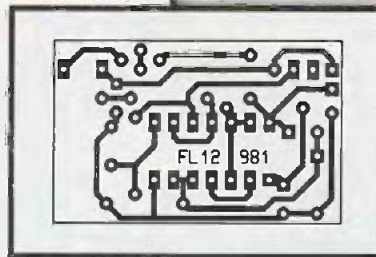
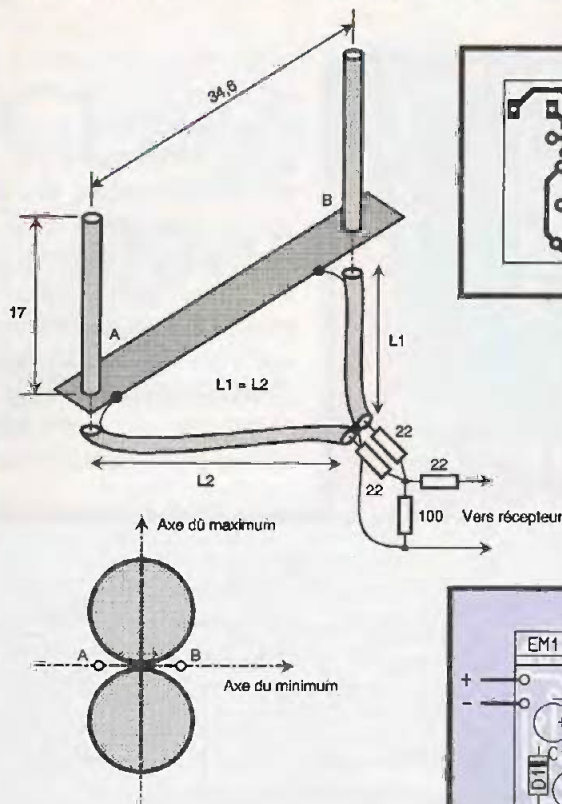
La figure 2 donne le schéma du circuit imprimé, il sera réalisé de préférence avec du stratifié de 0,8 mm d'épaisseur, c'est plus léger. La figure 3 donne l'implantation des composants. On commencera par implanter les composants à l'exception de C_1 et du module EM_1 . Les fils des composants seront plaqués contre le circuit avant coupure des fils et soudure. Pour la vérification du fonctionnement, on installera provisoirement à la place de C_1 un condensateur de 1 μ F. La constante de temps sera beaucoup plus faible que celle disponible en fonctionnement normal. Le module sera remplacé par une diode électroluminescente en



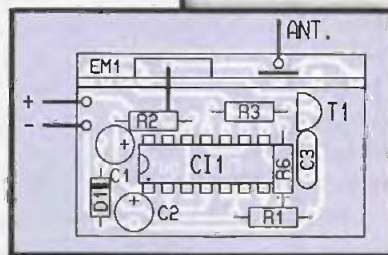
Cette limitation est confiée à un déthermaliseur, c'est à dire un dispositif qui, peu après que le "maxi" ait été atteint (3 minutes) modifie l'incidence de l'empennage arrière afin que l'aéronef perde de la portance et descende. Il arrive que ce dispositif mécanique ou à mèche ne fonctionne pas et l'avion s'en va. Il ne reste plus qu'à courir en souhaitant qu'une "pompe" un peu trop violente ne l'emène trop loin.

Cette balise est un élément de sécurité. Elle utilise un module d'émission accordé sur 433,92 MHz, associé à





plastique (par exemple tiré d'une chemise transparente en polycarbonate). On soude alors les fils d'alimentation avant d'installer le module, compo-



alignés en direction de l'émetteur, le niveau du signal est minimum, chacune des antennes recevra un signal en opposition de phase et il y aura annulation. Le maximum d'intensité se produit lorsque l'émetteur est sur la médiatrice des antennes. La détection du minimum est plus facile à percevoir que le maximum. Ce système ne permet pas de lever l'ambiguïté de 180° concernant la direction de l'émetteur. Comme on connaît grossièrement la direction de l'aéronef, le système ne posera pas de problème directionnel.

Ce type d'émetteur peut aussi être utilisé pour faire de la "chasse au renard", c'est à dire de la recherche d'une balise qui a été camouflée et que l'on retrouve par goniométrie.

Bons vols et n'oubliez pas d'allumer la mèche du détermalo !

E. LEMERY

série avec une résistance de 4700 Ω placée entre le pôle positif de l'alimentation et le collecteur de T₁. On met le circuit sous tension et on attend que la diode s'allume, ce qui prend une dizaine de secondes. Si c'est le cas, on remplace C₁ par le 47 μ F et on enlève la diode. Le module pourra être placé sur le module EM₁ perpendiculairement au circuit de base. Il peut aussi, comme nous l'avons fait, être installé sous le circuit. Auparavant, on prendra soin de couper à ras tous les fils qui sont trop longs. Un coup de lime remettra tout à niveau si nécessaire. On déposera un morceau d'adhésif double face au niveau du circuit intégré. Il servira à coller un film

sants à l'extérieur. On soudera également un morceau de fil de 18 cm de longueur, il sert d'antenne d'émission quart d'onde. Le module peut être installé directement dans le modèle réduit sur de la mousse. On l'associera à quelques piles AG3 placées en série et permettant d'atteindre de 6 à 9V. La consommation est de 2 à 3 mA. La localisation s'effectue à partir d'un module de réception associé à une antenne directive, **figure 4**. Elle est constituée de deux brins distants d'une demi-longueur d'onde et dont les signaux s'ajoutent dans un mélangeur passif et résistif. Lorsque les brins sont

Nomenclature

- R₁, R₂ : 10 M Ω 1/4W 5%
- R₃ : 150 k Ω 1/4W 5%
- R₄ : 10 k Ω 1/4W 5%
- C₁ : 47 μ F chimique radial 6,3V
- C₂ : 47 nF Céramique
- C₃ : 10 nF Céramique
- T₁ : Transistor NPN BC 548, 237, 238 ou autre
- C1 : Circuit intégré CD 4093
- D₁ : Diode silicium 1N4148
- EM₁ : Module émetteur AUREL TX-433/s
- Antenne 18 cm environ, alimentation, interrupteur

Balise pour avion RC

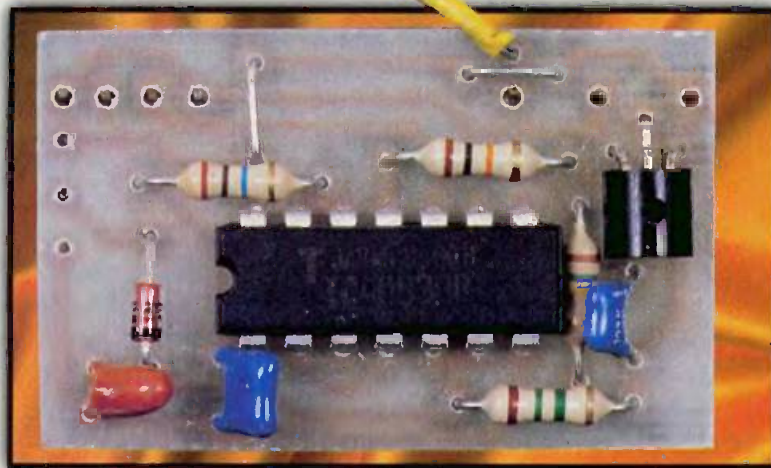
► A quoi ça sert ?

La balise pour avion RC se distingue de celle pour vol libre par une mise en service de l'émetteur assurée par la disparition des signaux émis par l'émetteur.

Comment ça marche ?

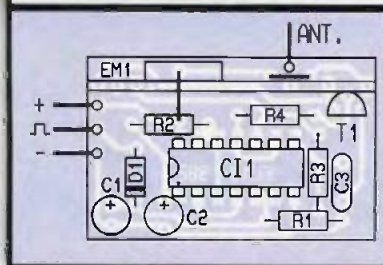
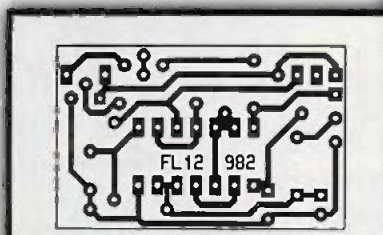
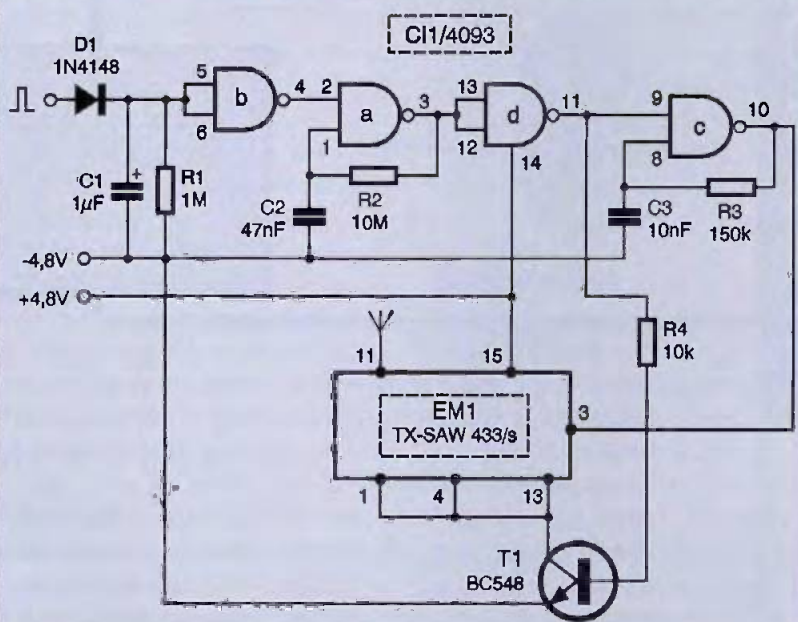
La balise pour avion radiocommandé est constituée d'un émetteur qui entre en service lorsque le récepteur arrête ses émissions ou que le récepteur sort de la portée de l'émetteur et ne reçoit plus rien.

Le récepteur délivre, lors de la réception des signaux, des trains d'impulsions positives espacées de 20 ms environ. Chaque servo reçoit une impulsion de 1,5 ms seconde environ toutes les 20 ms. Ces impulsions sont envoyées sur l'entrée de notre balise et chargent, au travers de la diode D₁, le condensa-



tection isolant et fixé par un adhésif double face. On pourra vérifier le fonctionnement en utilisant un émetteur de radiocommande associé à son récepteur, l'émission pourra être détectée par un ondemètre à diode ou un récepteur 433 MHz comme nous en avons décrit dans le magazine. Les modules à super-réaction comportent une sortie de contrôle permettant d'écouter le signal. La détection se fait en utilisant une antenne directionnelle type Yagi (on en

teur C_1 . Ce condensateur est déchargé lentement par C_1 . Tant que le récepteur reçoit des signaux, le condensateur C_1 reste chargé. La sortie de CI_{1b} est à zéro. L'oscillateur CI_{1b} est arrêté. Si les signaux disparaissent, le condensateur C_1 se décharge, la sortie de CI_{1b} passe à 1, ce qui permet à CI_{1a} de passer en mode oscillatoire. La sortie de CI_{1a} passe de 1 à une suite de 1 et de zéro, CI_{1d} inverse ce signal. La sortie de CI_{1d} commande la mise sous tension du module d'émission et l'oscillation de CI_{1c} . Ce dernier envoie sur l'entrée de modulation de l'émetteur une tension audio. L'alimentation de la balise est assurée par la batterie du modèle réduit, elle



fournit une tension de 4,8V convenant parfaitement au module d'émission. Les signaux d'entrée du module sont pris sur une voie libre ou en parallèle sur un servo. Une fois le condensateur chargé, la sortie du décodeur du récepteur ne s'apercevra de rien, l'impédance d'entrée étant voisine de 1 MΩ, exception faite des

quelques périodes nécessaires pour charger C_1 .

Réalisation

Le câblage commence par l'installation des composants de l'oscillateur, autrement dit tous les composants, sauf le module d'émission. On branchera une diode et une résistance pour vérifier le système.

En portant l'anode de la diode D_1 au pôle positif de l'alimentation, le condensateur C_1 se charge, la diode doit être éteinte. En déconnectant la diode D_1 , la diode électroluminescente doit clignoter. Il reste à installer le module au dos du circuit imprimé après avoir arasé les queues des composants de la platine principale. Les fils, allant vers le récepteur, seront soudés avant la mise en place du module. On interposera un film de pro-

trouve chez les radioamateurs) ou une antenne à deux éléments espacés d'une demi-longueur d'onde et dont les signaux sont mélangés (voir balise de vol libre).

E. LEMERY

Nomenclature

- R₁** : 1 MΩ 1/4W 5%
- R₂** : 10 MΩ 1/4W 5%
- R₃** : 150 kΩ 1/4W 5%
- R₄** : 10 kΩ 1/4W 5%
- C₁** : 1 μF chimique radial
- C₂** : 47 nF Céramique
- C₃** : 10 nF Céramique
- CI₁** : Circuit intégré CD 4093
- T₁** : Transistor NPN BC 548, 238 etc.
- D₁** : Diode silicium 1N4148
- EM₁** : Module émetteur AUREL TX-433/s
- Antenne 18 cm environ

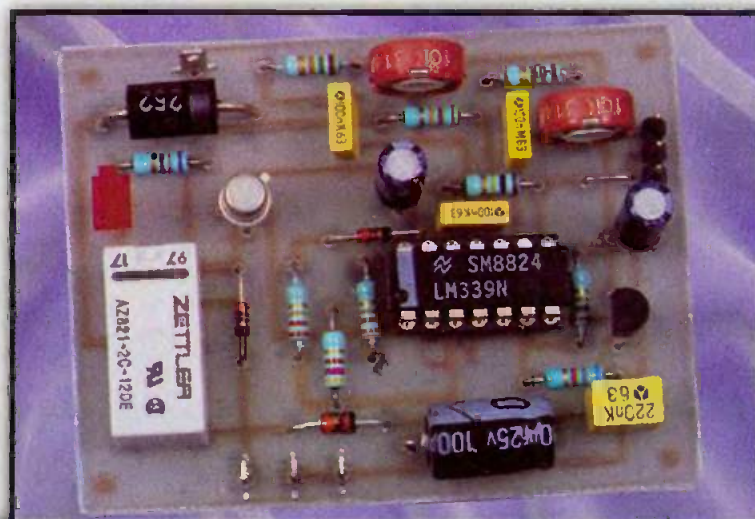
Chargeur de batterie à panneau solaire

► A quoi ça sert ?

Réservés longtemps à une élite fortunée sous leur forme complète ou à des bricoleurs habiles pour leurs versions "chutes à assembler" ; les panneaux solaires sont aujourd'hui entrés dans l'âge adulte avec l'arrivée sur le marché de divers modèles prêts à l'emploi, délivrant un courant raisonnable et proposés à un prix qui, sans être particulièrement bas, les place tout de même à la portée du plus grand nombre d'entre-vous. Le soleil étant un paramètre émi-

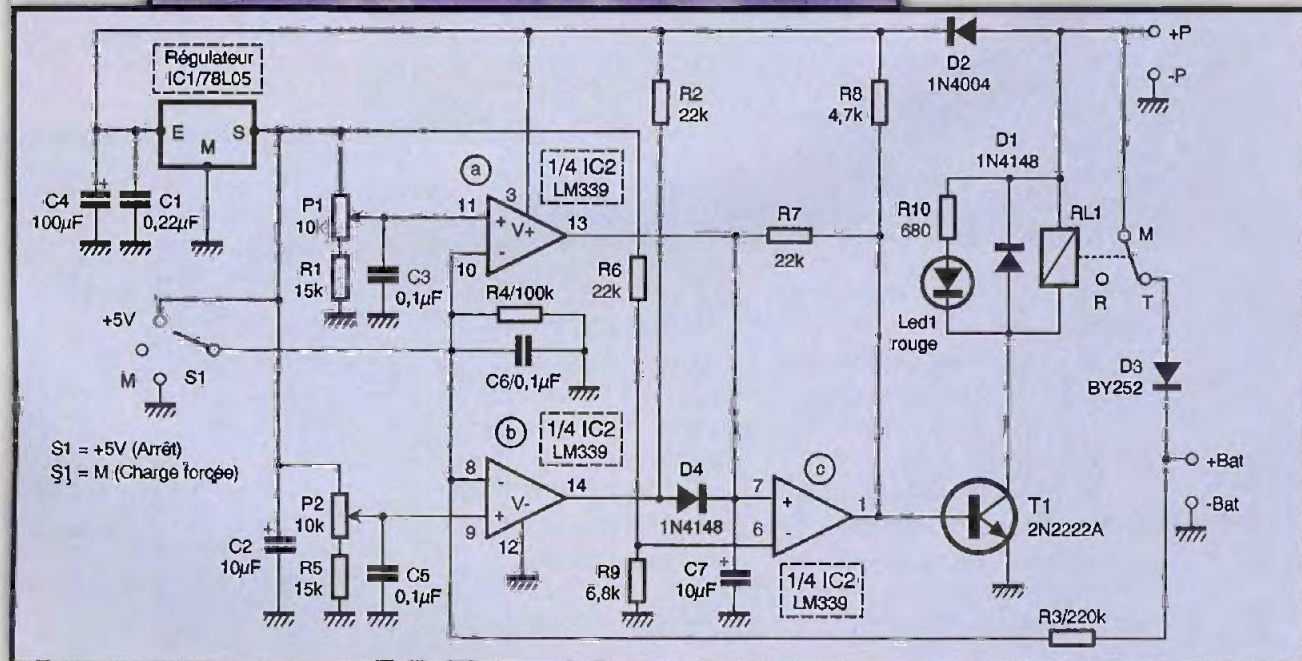
nemment variable, surtout dans certaines régions, il n'est pas concevable de réaliser une alimentation digne de ce nom à base de panneau solaire sans lui adjoindre une batterie tampon se substituant au panneau lorsque l'astre du jour fait défaut. La solution brutale consistant à relier le panneau à la batterie via une diode (pour éviter à la batterie de se décharger dans le panneau en l'absence de soleil) fonctionne, certes, et a le mérite d'être simple. Elle a aussi le mérite de venir rapidement à bout de la meilleure des batteries si votre panneau

est un peu musclé ou si l'ensoleillement est important. Aucun contrôle de surcharge de la batterie n'est en effet possible en procédant de la sorte. Nous vous proposons donc de réaliser, pour une centaine de francs environ, ce petit montage destiné à optimiser la charge de votre batterie à partir de n'importe quel panneau solaire tout en la protégeant des surcharges accidentelles. Vu l'allongement de durée de vie de la batterie qu'il permet de réaliser, c'est un investissement très rapidement amorti.



Comment ça marche ?

Notre montage n'est rien d'autre qu'un double comparateur qui connecte le panneau à la batterie lorsque la tension aux bornes de cette dernière est trop basse et qui la déconnecte dès qu'elle dépasse un certain seuil. Comme il agit par seule mesure de la tension de la batterie, il est plus particulièrement destiné aux batteries au plomb, à électrolyte liquide ou gélifié, qui s'accoutument au mieux de cette



façon de faire. La tension de la batterie est divisée par R_3 et R_4 avant d'être appliquée à l'entrée des deux comparateurs IC_{2a} et IC_{2b} . Lorsqu'elle est inférieure au seuil déterminé par P_2 , la sortie de IC_{2b} passe au niveau haut ce qui entraîne également la sortie de IC_{2c} au niveau haut. T_1 est saturé et le relais RL_1 colle, ce qui permet au panneau solaire d'alimenter la batterie et donc de la recharger via D_3 . Lorsque la tension aux bornes de la batterie dépasse le seuil fixé par P_1 , la sortie de IC_{1a} passe au niveau bas ce qui fait faire de même à IC_{1c} et provoque donc le décollage du relais évitant ainsi toute surcharge de cette dernière. Afin que les seuils déterminés par P_1 et P_2 soient stables, ceux-ci sont alimentés via le régulateur intégré IC_1 , soigneusement

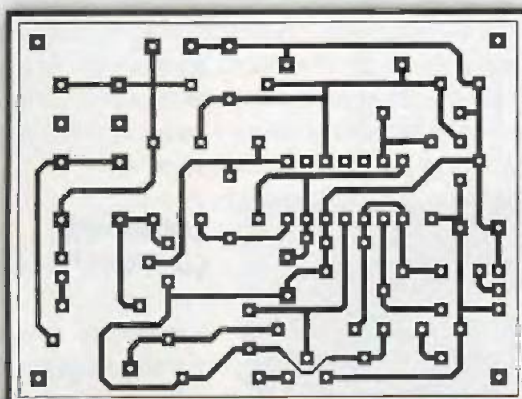
contraire, de forcer une charge lorsque le besoin s'en fait sentir. Pour un fonctionnement automatique, cet interrupteur reste évidemment en position médiane.

La réalisation

Le circuit imprimé que nous vous proposons supporte tous les composants du montage ; composants dont l'approvisionnement est très facile tant ils sont classiques. Avec les valeurs des éléments prévus, le courant de charge maximum que peut commuter le montage est de 2,5 A, ce qui est largement au-delà des possibilités des panneaux solaires courants actuels. Si toutefois vous voulez aller au-delà, il suffirait de remplacer RL_1 par un modèle pouvant couper plus de courant et de faire de même avec D_3 .

Pour une bonne stabilité des réglages et, compte tenu du fait que le montage va sans doute passer pas mal de temps dehors, l'usage pour P_1 et P_2 de potentiomètres CERMET à la "place de modèles car-

immédiat mais nécessite de régler P_1 et P_2 ce qui peut être fait très facilement avec une simple alimentation stabilisée. Pour cela, court-circuitez les points +BAT et +P et alimentez le montage entre -P et +P avec votre alimentation stabilisée. Placez S_1 en position médiane et ajustez P_1 et P_2 pour que le relais



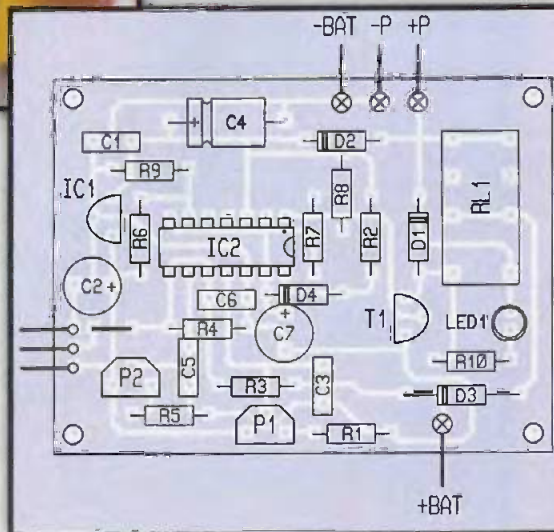
découpé de la tension provenant du panneau solaire via D_2 et C_4 . En effet, lors de la commutation du relais, cette tension fluctue de façon importante ce qui pourrait affecter le fonctionnement des comparateurs.

Un interrupteur a été prévu pour prendre le contrôle manuel du montage en forçant au niveau haut ou bas la tension présente sur les entrées de IC_{2a} et IC_{2b} . Il est ainsi possible d'interrompre ou, au

bonne est recommandé. Le câblage ne présente aucune difficulté et doit être réalisé dans l'ordre classique : composants passifs puis composants actifs en veillant à l'orientation des composants polarisés (diodes, transistors, chimiques). Le fonctionnement est

Nomenclature

- IC₁ :** 78L05 (régulateur +5V/100 mA, boîtier TD92)
- IC₂ :** LM339
- T₁ :** 2N2222A
- D₁, D₄ :** 1N914 ou 1N4148
- D₂ :** 1N4004
- D₃ :** BY252, BY255, 1N5402
- LED₁ :** LED rouge
- Panneau solaire :** TGM 500-12 (500 mA), TGM 750-12 (750 mA), TGM 1000-12 (1 A) par exemple (Selectronic)
- R₁, R₅ :** 15 k Ω 1/4W 5% (marron, vert, orange)
- R₂, R₆, R₇ :** 22 k Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
- R₃ :** 220 k Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)
- R₄ :** 100 k Ω 1/4W 5% (marron, noir, jaune)
- R₈ :** 4,7 k Ω 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
- R₉ :** 6,8 k Ω 1/4W 5% (bleu, gris, rouge)
- R₁₀ :** 680 Ω 1/4W 5% (bleu, gris, marron)
- C₁ :** 0,22 μ F mylar
- C₂, C₇ :** 10 μ F/25V chimique radial
- C₃, C₅, C₆ :** 0,1 μ F mylar
- C₄ :** 100 μ F/25V chimique axial
- RL₁ :** relais miniature FBR 244 FUJITSU ou équivalent 12V/2RT/1 A
- P₁, P₂ :** potentiomètre ajustable vertical CERMET de 10 k Ω pour CI
- S₁ :** commutateur 1 circuit 3 positions
- 1 support de CI 14 pattes**



soit décollé lorsque la tension de votre alimentation est de 14,5V environ et qu'il soit collé lorsqu'elle est de 13V environ.

Si le montage doit être utilisé en extérieur, il faut le placer dans un boîtier le

protégeant de l'humidité. Vous veillerez également à ne pas le laisser en plein soleil car un échauffement excessif pourrait modifier les seuils de commutation déterminés par P₁ et P₂. Le respect de ces deux précautions d'emploi doit

vous assurer de nombreuses années de bons et loyaux services.

C. TAVERNIER

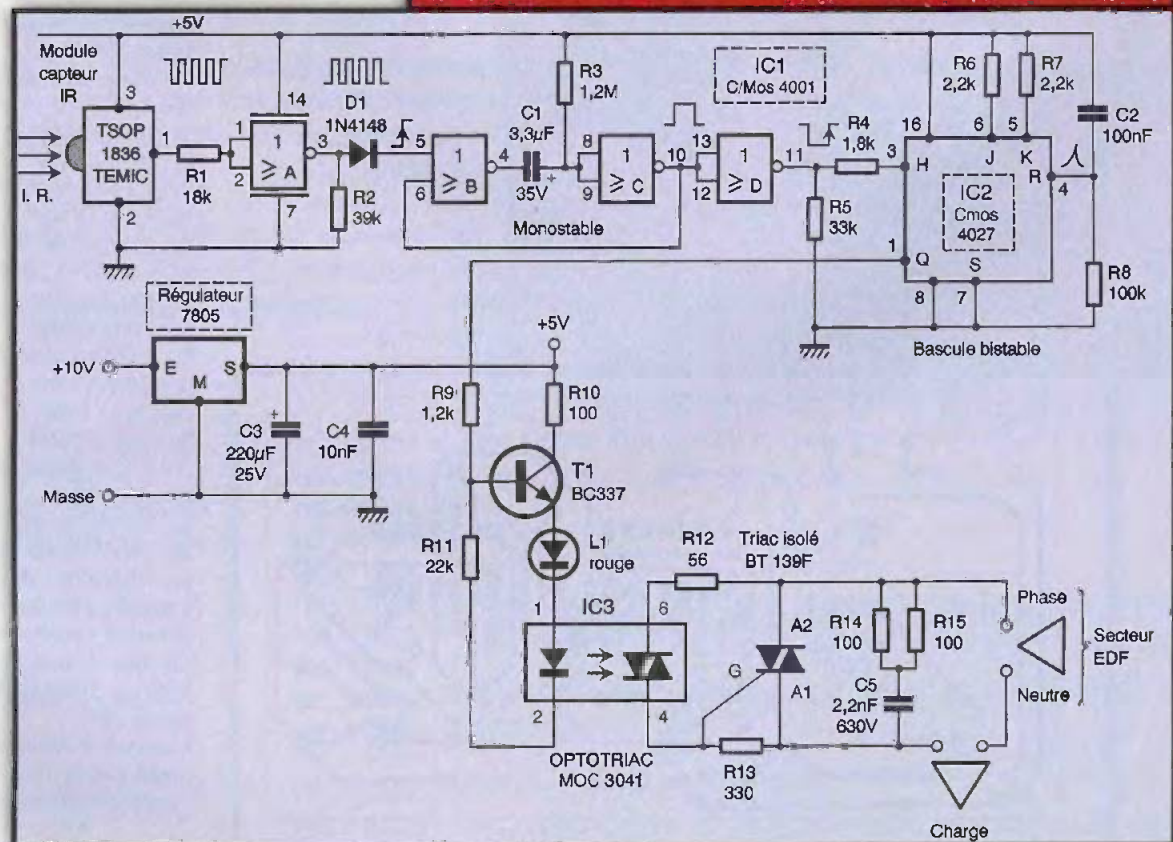
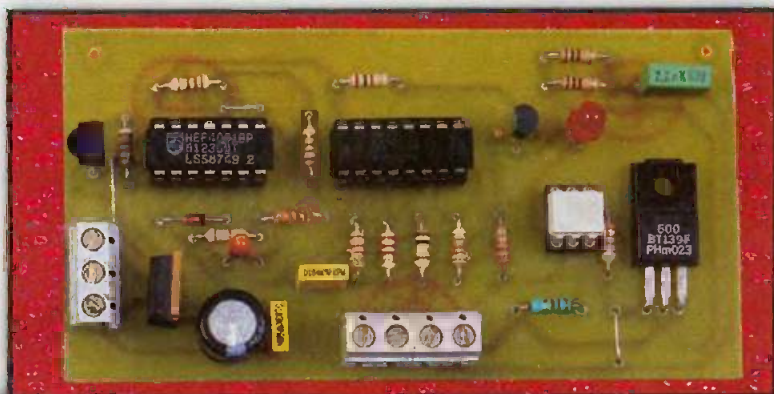
Récepteur I.R. 36 kHz

► A quoi ça sert ?

De nos jours, la notion de confort est étroitement liée à la possibilité de télécommande ; la domotique permet en effet, outre le téléviseur ou la chaîne HI-FI, de piloter à partir d'un petit boîtier compact l'ouverture ou la fermeture des stores ou rideaux, des portails de garage ou extérieur ou encore, la luminosité de l'éclairage. Le vecteur de transmission est souvent une fréquence du domaine infrarouge donc non visible. Bien entendu, un système de codage très sophistiqué permet de donner un ordre précis, unique et fiable à la fois. La transmission de ces informations connaît surtout le code dit RC5, une

modulation avec une longueur de mot de 14 bits et une porteuse le plus souvent calée sur 36 kHz. Devant la profusion des boîtiers de télécommande divers dans une maison, pourquoi ne pas exploiter

ces signaux pour activer un récepteur différent, sensible simplement au fait qu'une salve de rayonnement infrarouge parvient sur une cible dotée d'un capteur sensible adapté.



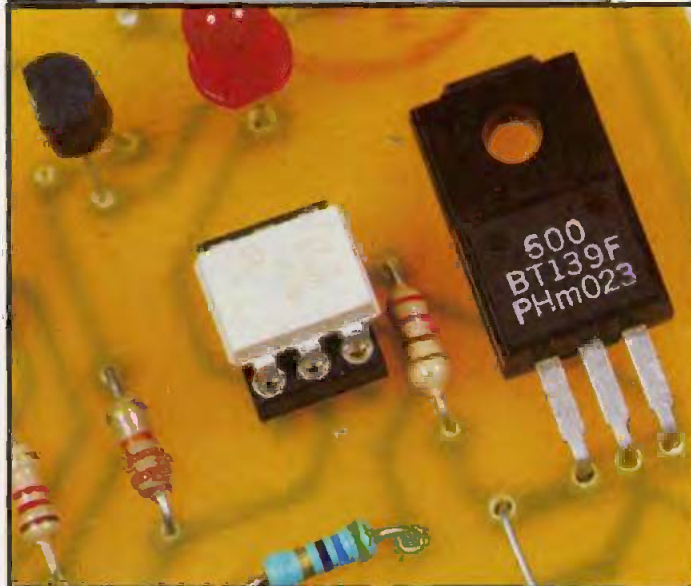
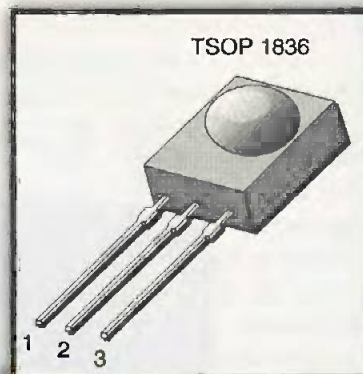
Un simple composant intégré bon marché suffira à détecter l'action sur n'importe quelle touche d'un boîtier de télécommande quelconque, pour peu toutefois que sa porteur soit adaptée au composant choisi. Le code reçu importe peu, seule sa présence déclenche une bascule bistable capable d'activer un étage de puissance à relais ou statique comme c'est le cas sur notre maquette. Il suffira donc de construire un récepteur I.R. pour disposer bientôt d'un ensemble de télécommande fiable et économique.

Comment ça marche ?

Il n'est pas question ici de sécurité ni de code permettant de sélectionner un ordre parmi plusieurs. Il est donc clair que l'objet de cette réalisation ne doit pas se trouver dans le champ d'action normal de la télécommande de votre téléviseur ou de votre magnétoscope, sous peine de se mettre en service inopinément. A cette restriction près, toutes les possibilités sont envisageables, puisque la sensibilité du module récep-

teur utilisé permet d'espérer plusieurs dizaines de mètres en portée.

Le schéma au grand complet est donné à la **figure 1**. Le capteur photosensible est en fait un module intégré de réception infrarouge, comportant une diode PIN et un préamplificateur ; on trouve encore un contrôle automatique de gain, un filtre passe bande et un démodulateur. Nous avons choisi chez le constructeur TEMIC un modèle d'une fréquence de 36 kHz, à savoir la référence TSOP1836 dans un boîtier spécifique à 3 broches. Une alimentation de 5V étant requise pour ce capteur, nous trouvons bien un régulateur 7805 en entrée associé à des condensateurs de filtrage.

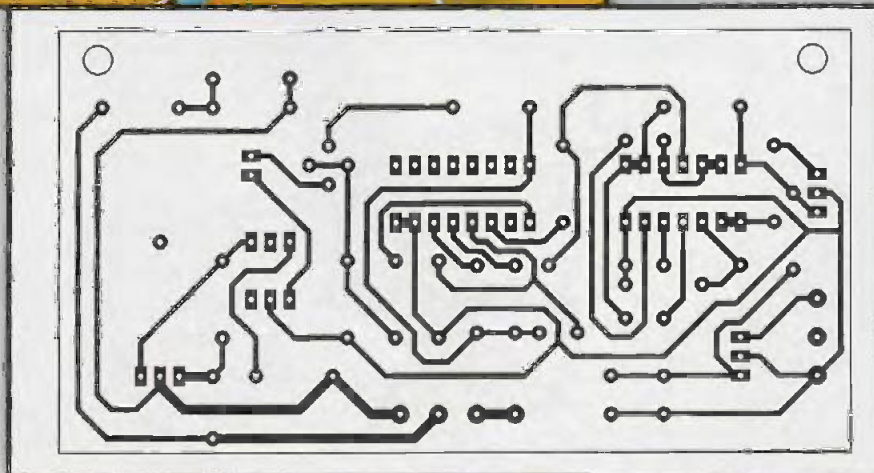


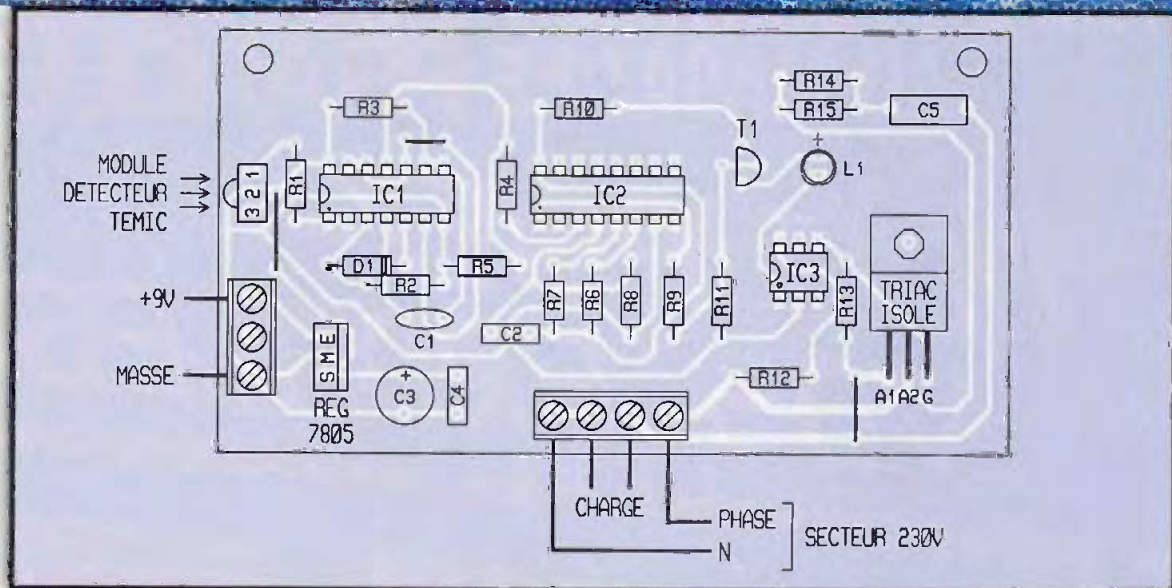
N'importe quelle touche actionnée sur un boîtier de télécommande standard se traduira sur la broche 1 du capteur par une salve codée négative qu'il n'est pas utile de déchiffrer puisque le seul premier front négatif nous intéresse ici. Le signal est inversé par la porte NOR A, puis acheminé à travers la diode D_1 vers l'entrée de commande d'une bascule monostable construite, elle aussi, autour des portes NOR B et C.

L'impulsion positive à l'entrée génère à son tour un créneau positif de quelques secondes pour inhiber toute autre commande ou une pression prolongée sur le poussoir du boîtier de télécommande. En introduisant une dernière porte NOR montée en inverseur, nous retardons le moment où le front montant unique du signal pourra enfin commander l'entrée d'une bascule bistable. Nous retrouvons sans surprise le célèbre circuit CMOS 4027, une double bascule JK dite bascule maître - esclave. En reliant les entrées J & K de IC_2 au niveau haut à travers les résistances R_6 et R_7 , nous retrouvons pour chaque impulsion à l'entrée un fonctionnement en bistable, c'est à dire comme celui du télérupteur d'éclairage bien connu : une impulsion pour mettre la sortie Q à 1, une autre pour la remettre à 0. A signaler qu'à la mise sous tension du dispositif, le condensateur C_2 associé à la résistance R_8 produit une brève impulsion positive de RAZ, initialisant notre broche 1 au niveau bas. Il ne reste plus qu'à exploiter la

Nomenclature

- 1** module capteur de réception IR TEMIC, modèle TSOP1836 (MEGAMOS)
- IC₁** : quadruple NOR CMOS 4001
- IC₂** : double bascule JK CMOS 4027
- IC₃** : optotriac MOC3021 ou mieux 3041
- D₁** : diode commutation 1N4148
- T₁** : transistor NPN BC337
- 1** triac isolé BT139F
- 1** régulateur intégré 5V positif 7805, boîtier TO220
- L₁** : diode électroluminescente 5mm rouge
- R₁** : 18 k Ω 1/4W
- R₂** : 39 k Ω 1/4W
- R₃** : 1,2 M Ω 1/4W
- R₄** : 1,8 k Ω 1/4W
- R₅** : 33 k Ω 1/4W
- R₆, R₇** : 2,2 k Ω 1/4W
- R₈** : 100 k Ω 1/4W
- R₉** : 1,2 k Ω 1/4W
- R₁₀, R₁₄, R₁₅** : 100 Ω 1/4W
- R₁₁** : 22 k Ω 1/4W
- R₁₂** : 56 Ω 1/4W
- R₁₃** : 330 Ω 1/4W
- C₁** : 1 à 3,3 μ F/35V tantale
- C₂** : 100 nF/63V
- C₃** : 220 μ F/25V chimique vertical
- C₄** : 10 nF/63V plastique
- C₅** : 2,2 nF/400 à 630V non polarisé
- 1** support à souder 14 broches
- 1** support à souder 16 broches
- 1** support à souder 6 broches tulipe
- 1** bloc de 3 bornes vissé soudé, pas de 5mm
- 2** blocs de 2 bornes vissé soudé, pas de 5mm
- 1** coupleur pression pile de 9V





sortie du circuit IC₂. Il est possible à cet instant de monter un petit relais commandé par le transistor T₁. Notre choix s'est plutôt porté sur une sortie de puissance totalement statique. On trouve la LED rouge L₁ en série avec celle contenue dans un petit optotriac du genre MOC 3021 ou, mieux encore, 3041 qui comporte un dispositif de détection du zéro. Le triac isolé en sortie, sans dissipateur, est capable de commander en toute sécurité plusieurs centaines de watts sous une tension de 230V.

Réalisation pratique

Le tracé des pistes de cuivre du circuit imprimé est relativement dense. Trois straps en fil nu tendu sont insérés en premier lieu ; nous conseillons de monter les circuits intégrés sur un support de bonne qualité, à broches tulipe de préférence. Il serait prudent de protéger cette réalisation par une mise sous boîtier isolant, en prévoyant la place de la pile miniature de 9V pour la partie détection et mise en forme.

La face sensible du module de détection sera accessible au rayonnement infrarouge et orientée vers celui-ci à la mise en place. Si le délai de réponse semble trop long entre l'impulsion de commande et l'allumage de la LED rouge, on pourra diminuer la valeur du condensateur chimique C₁, sans toutefois descendre sous une valeur de 680 nF.

G. ISABEL

Commandez vos circuits imprimés pour vos montages flash

ELECTRONIQUE PRATIQUE

Les circuits imprimés que nous fournissons concernent uniquement les montages flash. Ils sont en verre époxy 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 IMPRIMES NOUS VOUS PROPOSONS CE MOIS-CI :

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| • Balise de détresse vol libre | réf. 02991 |
| • Balise pour avion RC | réf. 02992 |
| • Chargeur de batterie | réf. 02993 |
| • Récepteur IR | réf. 02994 |
| • Répulsif anti-moustiques | réf. 01991 |
| • Prolongateur télécommande IR | réf. 01992 |
| • Champignon pour jeux de société | réf. 01993 |
| • Séquenceur | réf. 12981 |
| • Micro karaoké | réf. 12982 |
| • Potentiomètre | réf. 12983 |
| • Synchro beat | réf. 12984 |
| • Synthétiseur stéréo standard | réf. 11981 |
| • Commande vocale | réf. 11982 |
| • Relais statique | réf. 11983 |
| • Préampli RIAA multimédia | réf. 10981 |
| • Ecouteur d'ultra-sons | réf. 10982 |
| • Fréquence-mètre 50 Hz | réf. 10983 |

BON DE COMMANDE CIRCUITS IMPRIMES MONTAGES FLASH

NOM : PRENOM :

ADRESSE :

CODE POSTAL : VILLE : PAYS :

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 : chèque bancaire CCP à l'ordre d'Electronique Pratique

carte bleue

expire le : [] [] [] Signature :

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

Auto-Servotest



Aucun modéliste, quelle que soit sa spécialité : avion, bateau, voiture..., ne pourrait se passer de servomécanismes ; appelés plus communément "servos". Ces tous petits appareils ont pour mission d'actionner proportionnellement les fonctions des modèles réduits, le plus fidèlement possible. Le présent montage vous permet de tester manuellement la précision et la fiabilité dans le temps des servos ; mais aussi automatiquement selon les 7 déplacements de votre choix à votre cadence. Ajoutons pour finir qu'il est très compact, modélisme oblige, et que l'emploi de composants courants en fait une réalisation vraiment économique.

Rappels sur les signaux de commande

Pour bien comprendre le schéma de cette réalisation il est nécessaire de décrire, en quelques mots et un petit chronogramme, le fonctionnement des servomécanismes en radiocommande. Chaque servo est composé d'un petit amplificateur, commandant un moteur agissant sur une mécanique de sortie.

Un potentiomètre d'asservissement est actionné par les derniers pignons afin d'informer l'amplificateur sur la position finale du servo. L'amplificateur obéit à des signaux en forme de créneaux positifs d'une amplitude variant de 0,9 ms (course minimale) à 2,1 ms (course maximale) espacés de 20 ms.

En radiocommande, 5 à 6 servos reçoivent leurs informations dans ce laps de temps. Un circuit est chargé

de séparer les créneaux destinés à chacun d'eux.

Notre montage se contente de fournir les informations pour un seul servo.

Synoptique de fonctionnement

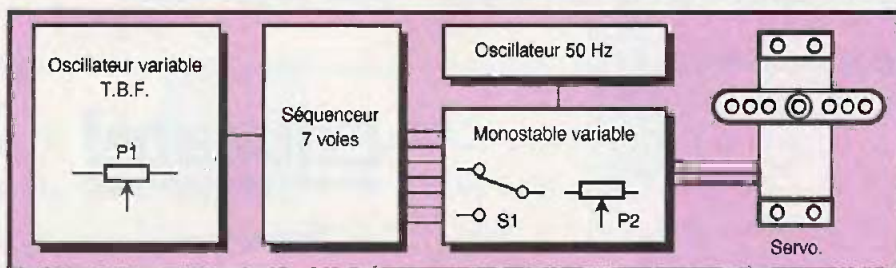
La **figure 1** vous présente les quatre étages constitutifs. Un premier oscillateur réglable délivre les impulsions de cadencement au séquenceur chargé de balayer les sept positions par commutation électronique de résistances. Le deuxième oscillateur génère une fréquence de 50 Hz, servant à déclencher le monostable commandant le servo. Un commutateur permet de choisir les déplacements automatiques ou un réglage manuel.

Schéma de principe

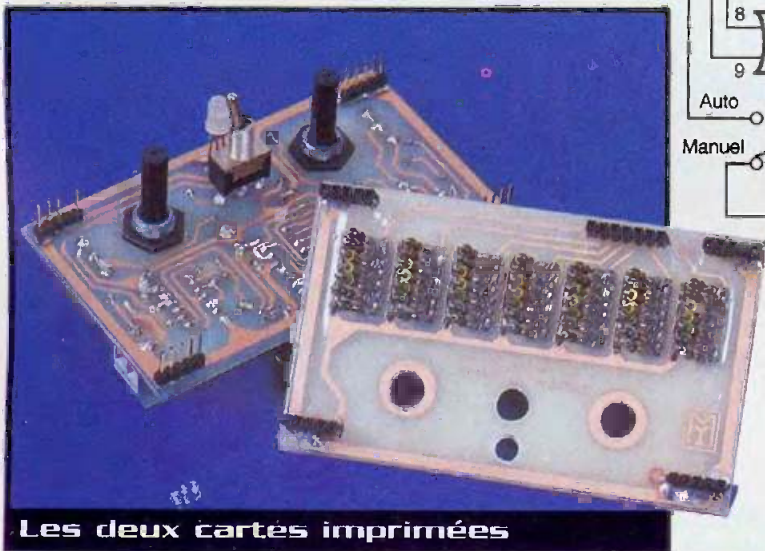
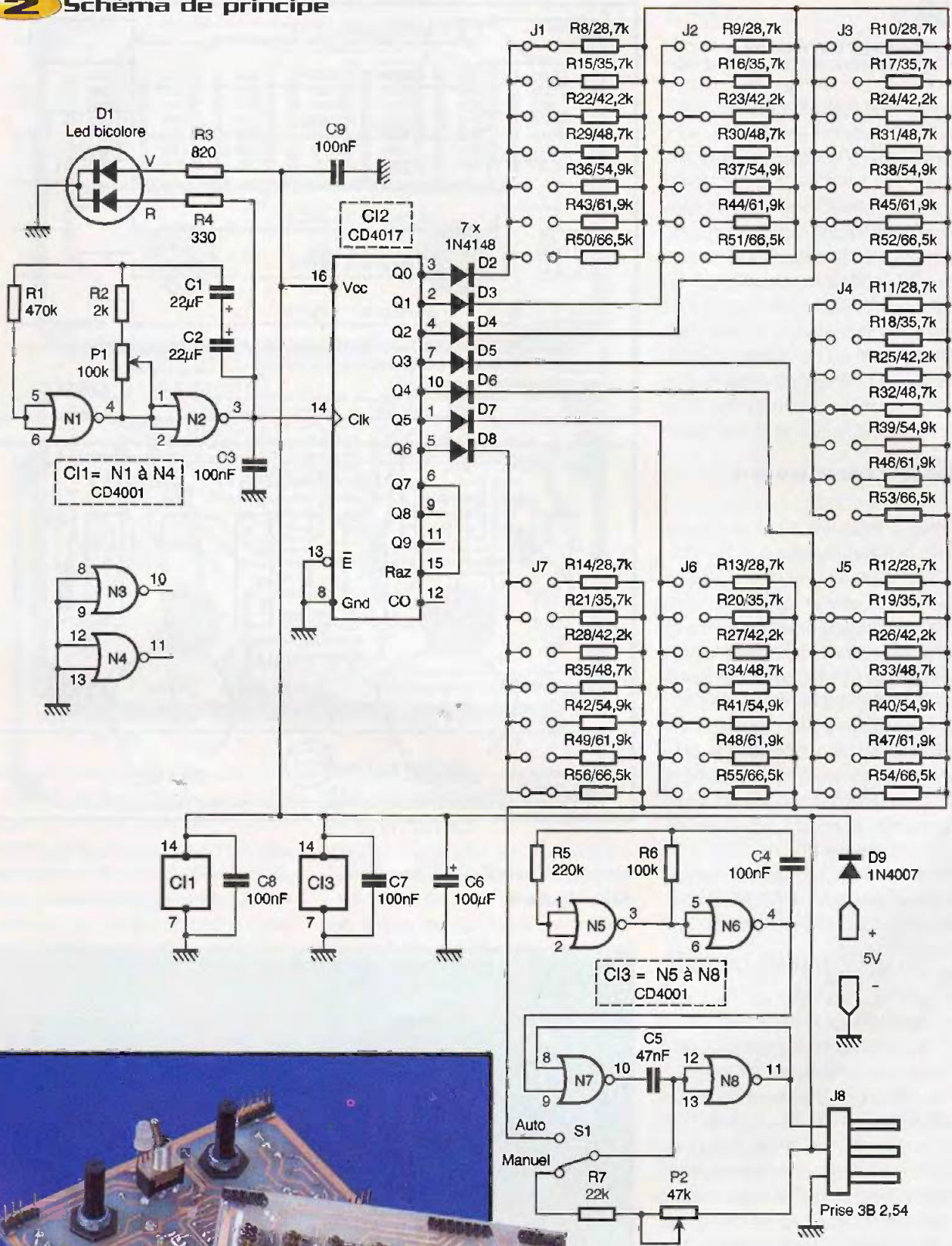
Il est donné à la **figure 2**. Les portes "non-cu" N1 et N2 ainsi que les résistances R_1 , R_2 , les condensateurs C_1 , C_2 et le potentiomètre P_1 constituent le premier oscillateur à très basse fréquence. Signalons un point particulier intéressant : l'emploi de deux condensateurs chimiques polarisés (C_1 et C_2) de valeur égale branchés en série, mais en opposition afin de former un condensateur non polarisé de valeur égale à l'un des deux. Le signal de sortie attaque le compteur C_2 après avoir subi une légère déformation par le condensateur C_3 ; il a pour but de maintenir l'état du compteur durant toute la période. La LED bicolore D_1 joue un double rôle ; elle signale la présence de la tension d'alimentation (verte) et répercute les impulsions d'horloge du compteur



Synoptique de fonctionnement



2 Schéma de principe



Les deux cartes imprimées

(orange par combinaison du vert et du rouge). Les résistances R₃ et R₄ limitent respectivement le courant de la LED D₁ pour les couleurs verte et rouge. A chaque top d'horloge, le compteur C₁₂ change l'état de ses sorties. Celles-ci passent de l'état bas à +5V à tour de rôle ; alimentant ainsi la résistance (R₈ à R₅₆)

3

Chronogrammes

sélectionnée dans son groupe (J_1 à J_7) à travers une diode anti-retour (D_2 à D_8). Lorsque la sortie Q_7 passe à l'état haut, elle initialise le compteur et le cycle recommence.

Les portes "non-ou" N_5 , N_6 , des résistances R_6 , R_6 et du condensateur C_4 forment le deuxième oscillateur. Il travaille à la fréquence de 50 Hz et produit ainsi un front montant destiné au monostable qui fait suite, toutes les 20 ms. Les portes "non-ou" N_7 , N_8 , le condensateur C_5 et une résistance "R" constituée : soit de R_7 et du potentiomètre P_2 , soit d'une des résistances R_8 à R_{56} , forment le monostable ali-

4 face avant

mentant l'amplificateur du servomécanisme en créneaux positifs.

Les condensateurs C_7 à C_9 découplent les alimentations des circuits intégrés. La diode D_9 protège le montage contre les inversions de la tension d'alimentation et le condensateur C_6 effectue un éventuel filtrage de +VCC. Il a été choisi, pour R_6 à R_{56} , des résistances de précision à 1%, mais la largeur des créneaux de commande peut varier malgré tout dans de faibles proportions dépendant de la tolérance du condensateur C_6 (voir le chronogramme en **figure 3**).

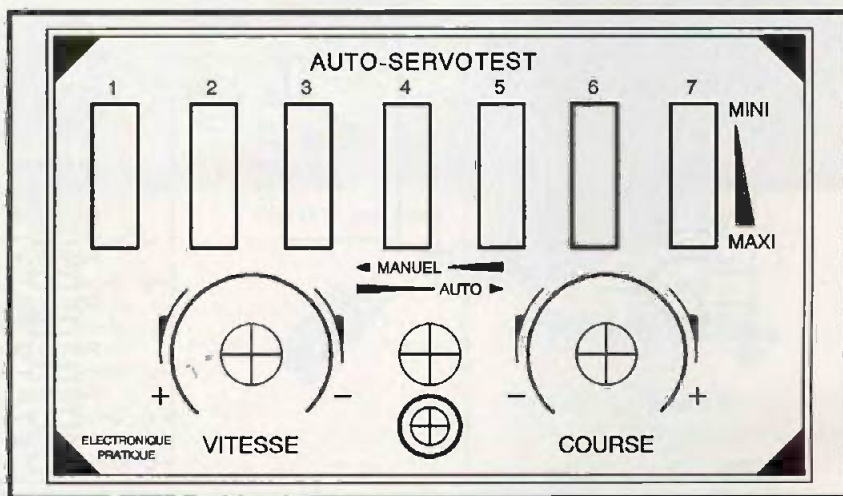
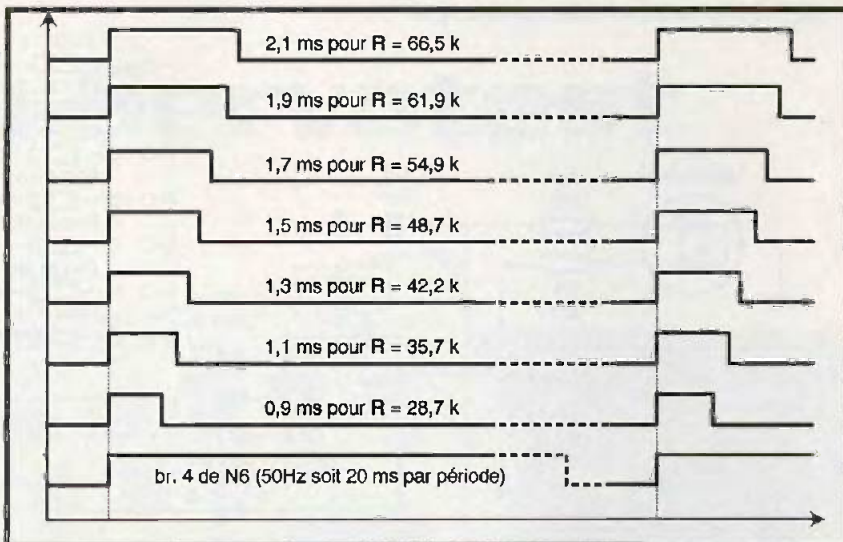
D'après les calculs, il convient d'opter pour les valeurs suivantes de "R" générant respectivement des créneaux de 0,8 à 2,2 ms au pas de 0,1 ms :

25,5 k Ω ; 28,7 k Ω ; 32,4 k Ω ; 35,7 k Ω ; 38,3 k Ω ; 42,2 k Ω ; 45,3 k Ω ; 48,7 k Ω ; 52,3 k Ω ; 54,9 k Ω ; 57,6 k Ω ; 61,9 k Ω ; 64,9 k Ω ; 66,5 k Ω ; et 69,8 k Ω prises dans la série des résistances E96 à 1%.

Sur notre montage, seules les résistances correspondant aux signaux de 0,9 ; 1,1 ; 1,3 ; 1,5 ; 1,7 ; 1,9 et 2,1 ms ont été employées afin d'obtenir 7 valeurs de commutation ; mais chaque utilisateur peut en choisir d'autres comprises entre 0,8 et 2,2 ms. En modifiant le circuit imprimé, il est possible d'aller jusqu'à 10 commutations en utilisant les 10 sorties du compteur C_2 .

Les circuits imprimés

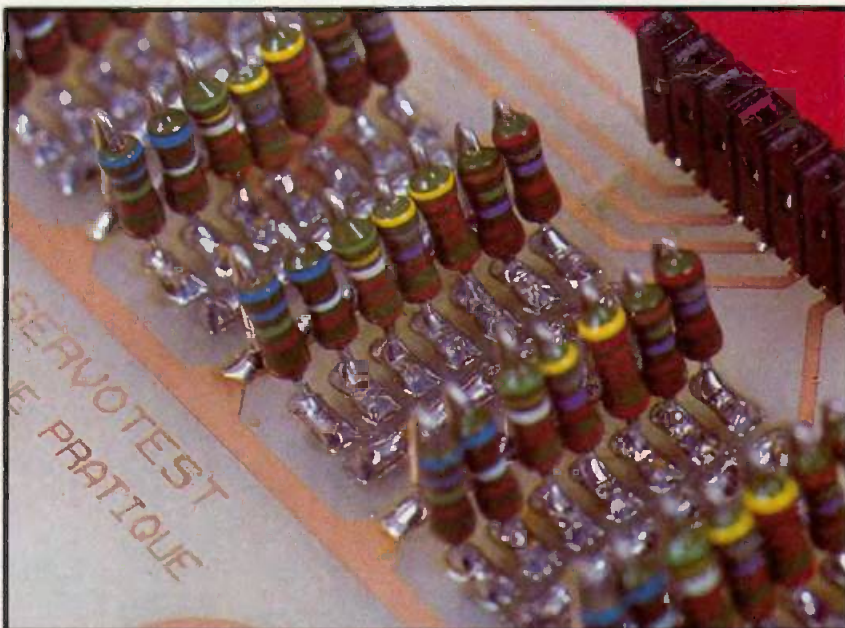
Afin d'obtenir une réalisation suffisamment compacte digne du modélisme, il a fallu superposer deux circuits imprimés simple face. Leur gravure n'appelle aucun com-



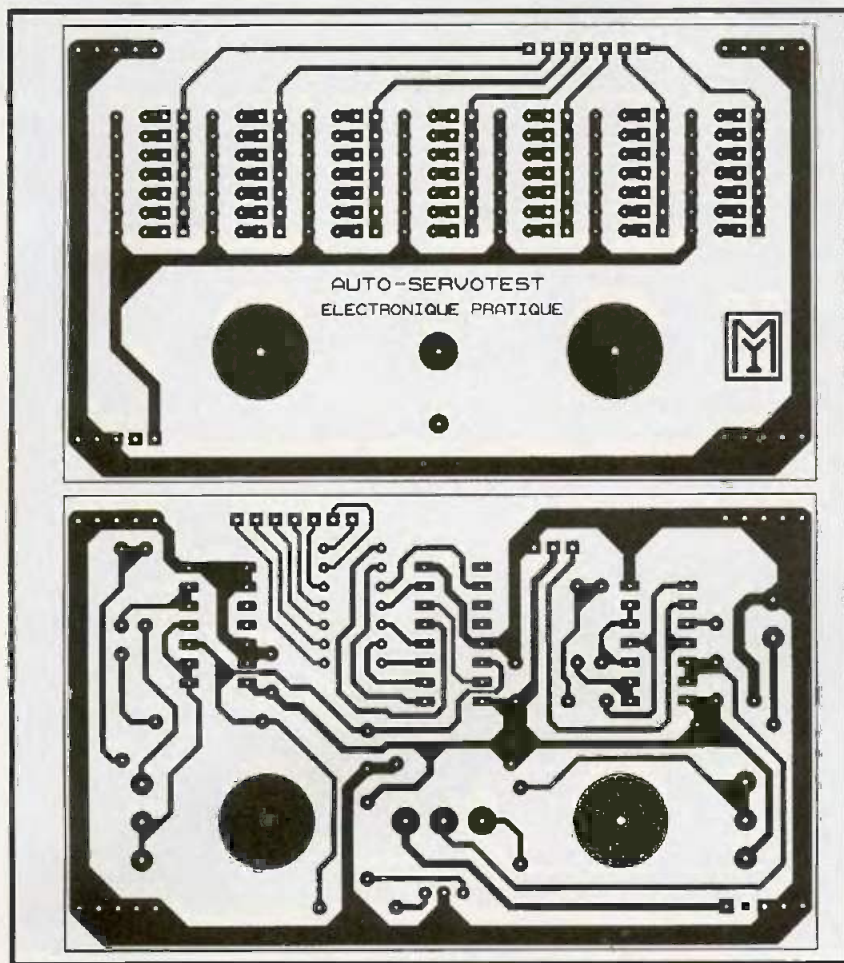
mentaire particulier mais la méthode photo se révèle être la plus simple et la plus fiable (voir la **figure 5**).

L'opération de perçage est un peu déli-

cate. Il convient de ne pas perforer les pastilles des composants soudés sur la face cuivrée. Les autres trous sont percés avec un foret de 0,8 mm de diamètre et



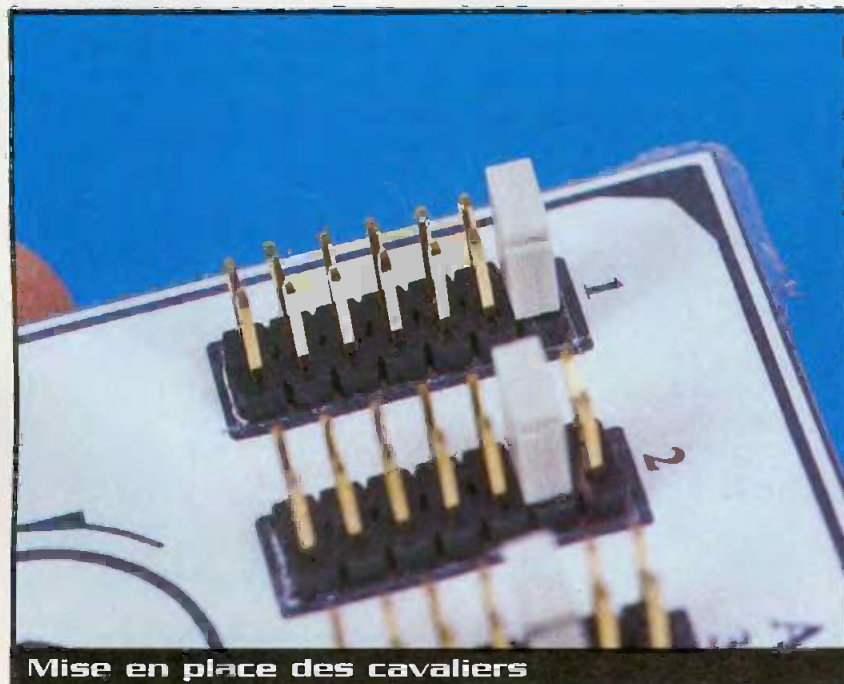
Les résistances sont montées verticalement



éventuellement alésés à des diamètres supérieurs en fonction des queues de composants. Les trous des potentiomètres sont au diamètre 10 mm sur le circuit inférieur et 7 mm sur le circuit supérieur pour le passage des axes.

Implantation des composants et réalisation

Elle est donnée à la **figure 6**. Les 2 circuits sont reliés par simple embrochage



Mise en place des cavaliers

5

Tracé des circuits imprimés

de connecteurs, les deux faces cuivrées vers l'intérieur. Le circuit supérieur sert aussi de face avant pour les commandes. Prenez le circuit supérieur. Commencez par souder les 14 petites barrettes mâles sécables qui serviront à sélectionner la course du servo pour chaque position. Soudez ensuite, verticalement mais du côté cuivre, les 49 résistances de précision en repérant bien leur valeur. Toujours du côté cuivre, mettez en place les 5 connecteurs femelles destinés à établir les liaisons électrique et mécanique entre les deux circuits.

Le circuit inférieur est moins délicat à câbler. Soudez les composants par ordre de taille et de fragilité. Débutez par les résistances, les diodes, les 3 supports de circuits intégrés, les condensateurs mylar, les condensateurs électrochimiques, le connecteur de sortie J_3 pour le servo et le bornier d'alimentation. Soudez ensuite, sur la face cuivrée, les 5 connecteurs mâles destinés à l'emboîtement des deux circuits, l'inverseur et la LED bicolore. Les potentiomètres sont vissés puis soudés ; les écrous étant situés du côté cuivre. Prenez garde de ne pas inverser l'implantation des composants polarisés. Pour mémoire, il s'agit bien sûr des circuits intégrés, mais aussi des diodes, de la LED et des condensateurs électrochimiques.

Mise en service

Avant de mettre sous tension une nouvelle réalisation, il est impératif de bien examiner, au besoin avec une loupe, les pistes des circuits imprimés à la recherche d'une bande de cuivre coupée ou, d'un court-circuit dû à une goutte de soudure trop généreuse par exemple. Contrôlez une dernière fois l'implantation des composants. N'insérez pas les circuits intégrés dans leur support. Raccordez une pile de 4,5V ou une batterie de 4,8V au bornier d'alimentation et vérifiez, au moyen d'un voltmètre, la valeur de la tension entre les broches 7 et 14 ou, 8 et 16, des supports selon le modèle (14 ou 16 broches). Vous devez trouver environ 4,5V. Si tout va bien, hors tension, embrochez les circuits intégrés sur leur support en veillant bien à leur sens.

6

Implantation des éléments

Nomenclature

Résistances à 5%

- R₁ : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
- R₂ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- R₃ : 820 Ω (gris, rouge, marron)
- R₄ : 330 Ω (orange, orange, marron)
- R₅ : 220 kΩ (rouge, rouge, jaune)
- R₆ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₇ : 22 kΩ (rouge, rouge, orange)

Résistances de précision à 1% (voir texté)

- R₈ à R₁₄ : 28,7 kΩ (rouge, gris, violet, rouge, marron)
- R₁₅ à R₂₁ : 35,7 kΩ (orange, vert, violet, rouge, marron)
- R₂₂ à R₂₈ : 42,2 kΩ (jaune, rouge, rouge, rouge, marron)
- R₂₉ à R₃₅ : 48,7 kΩ (jaune, gris, violet, rouge, marron)
- R₃₆ à R₄₂ : 54,9 kΩ (vert, jaune, blanc, rouge, marron)
- R₄₃ à R₄₉ : 61,9 kΩ (bleu, marron, blanc, rouge, marron)

R₅₀ à R₅₆ : 66,5 kΩ

- (bleu, bleu, vert, rouge, marron)

Potentiomètres

- P₁ : 100 kΩ linéaire horizontal
- P₂ : 47 kΩ linéaire horizontal

Condensateurs

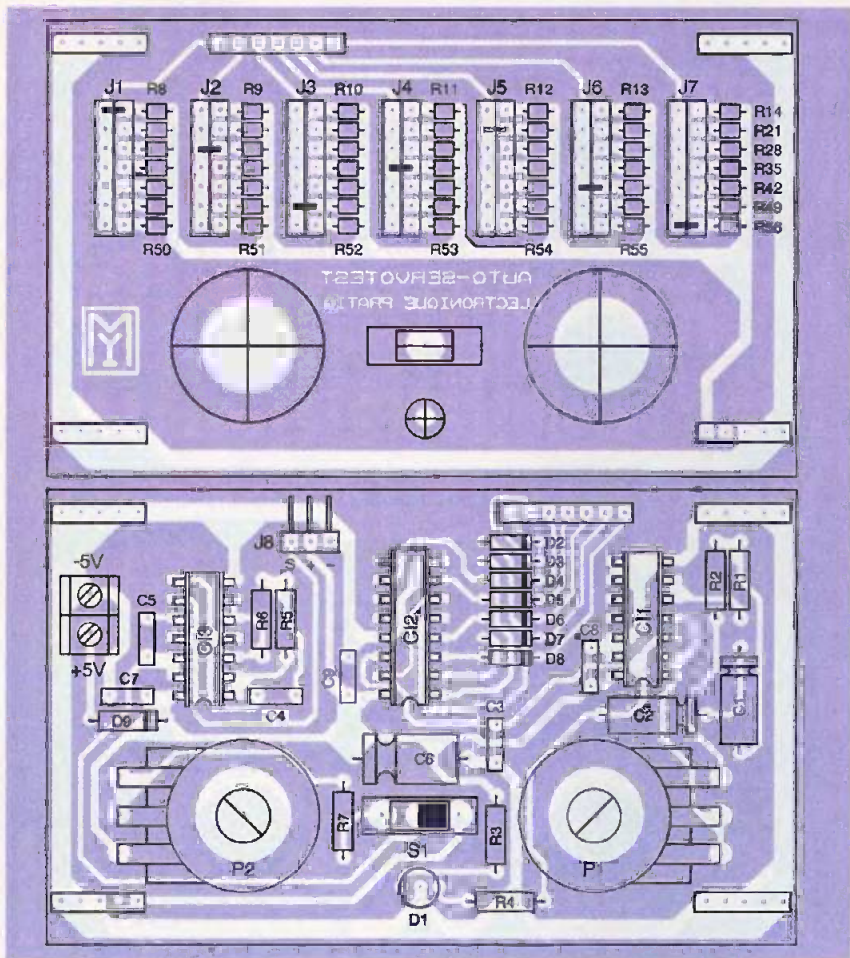
- C₁, C₂ : 22 µF/25V [électrochimique à sorties axiales]
- C₃, C₄, C₇ à C₉ : 100 nF (mylar jaune)
- C₅ : 47 nF (mylar jaune)
- C₆ : 100 à 220 µF/25V [électrochimique à sorties axiales]

Semi-conducteurs

- D₁ : LED 5mm. bicolore à 3 broches
- D₂ à D₈ : 1N4148
- D₉ : 1N4007
- CI₁, CI₃ : CD 4001
- CI₂ : CD 4017

Divers

- J₁ à J₇ : barrettes sécables mâles 2x7 broches + cavalier
- 4 barrettes sécables mâles et 4 femelles de 5 broches
- 1 barrette sécable mâle et 1 femelle de 7 broches
- J₈ : connecteur mâle soudé (barrette sécable 3 broches)
- 1 bornier à 2 broches (pas de 5,08)
- S₁ : commutateur 1 circuit à 2 positions (inverseur)

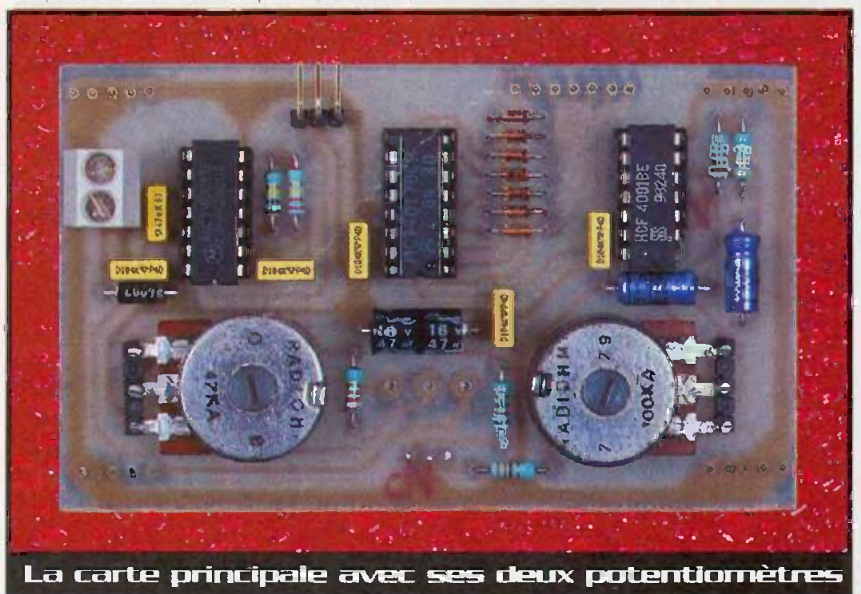


Utilisation

Une fois les deux circuits assemblés et sous tension, il vous suffira de mettre l'inverseur en position manuelle et d'actionner le potentiomètre P₂ pour vous assurer du bon fonctionnement du testeur manuel. Pour le testeur automatique, vous devez implanter un cavalier sur chaque groupe de déplacements afin de sélectionner votre séquence de courses. Le potentiomètre P₁

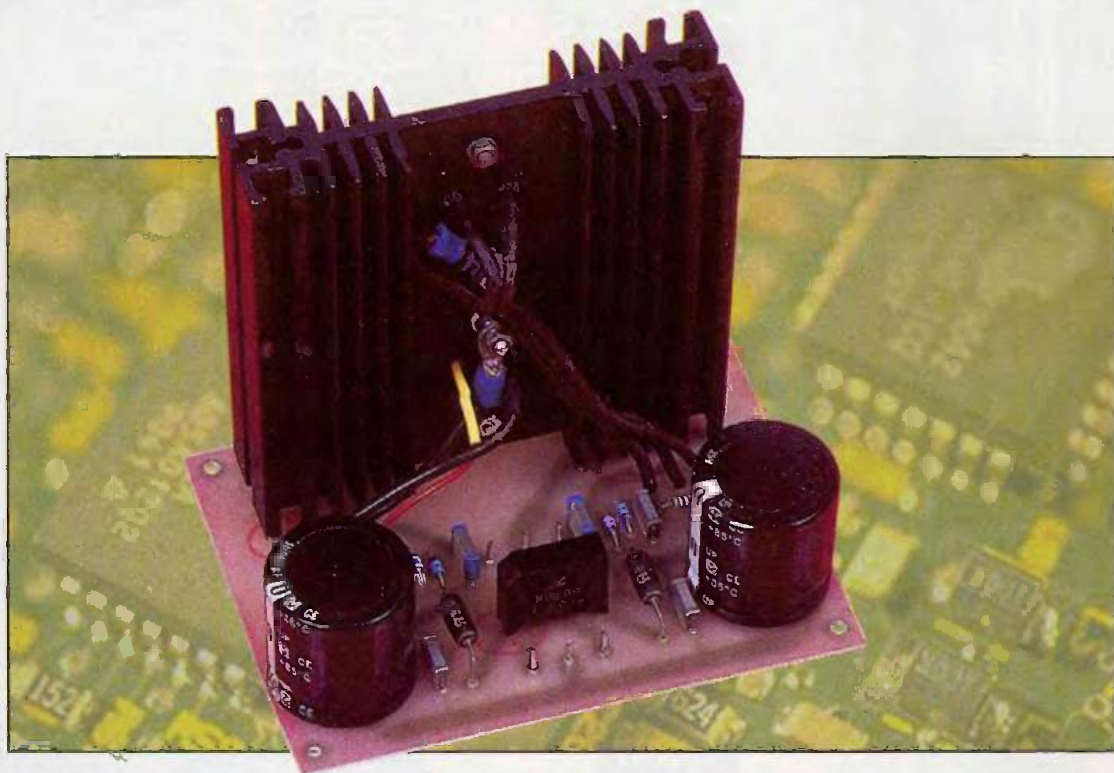
permet de régler au mieux la vitesse de séquençement des déplacements. Ne choisissez pas une vitesse trop rapide si vous demandez des courses à grande amplitude entre mini. et maxi. car le servomécanisme n'aurait pas le temps de finir son déplacement entre chaque pas.

Y. MERGY



La carte principale avec ses deux potentiomètres

Numéro spécial "Montages AUDIO"



Ce numéro spécial dédié aux montages audio vous propose un éventail diversifié d'amplificateurs, et éléments associés. Il répond à une demande importante de nos lecteurs qui désirent, pour un coût souvent inférieur à celui du marché, s'équiper en matériel audio de qualité.

On parle couramment du rapport Qualité/Prix, et c'est ce qui doit guider votre choix dans tous vos achats. Lorsque l'on vous propose des enceintes amplifiées pour PC de 140W PMPO (Type Créative PC Work CSW100), il faut savoir que la puissance efficace continue réelle n'est que de 2x3,5W avec, tout de même, un caisson de basse de 10W ! D'ailleurs comment pourrait-on loger de tels amplificateurs, avec leurs alimentations, dans des boîtiers de taille aussi réduite que ceux proposés ? Il ne faut donc pas s'étonner du prix proposé qui est aux environs de 500F. Si vous désirez réaliser cette même configuration de 140W (qui seront toujours, pour nous, des watts efficaces), cela vous reviendra bien sûr un peu plus cher.

Lorsque l'on réalise son amplificateur soi-même, on a d'abord la satisfaction d'avoir confectionné un montage de ses propres mains, mais on connaît surtout les caractéristiques des composants que l'on a utilisés et

ce qu'ils sont capables de nous apporter.

Les amplificateurs audio

Généralités

Nous avons abordé en introduction le problème des différents watts que l'on peut trouver. Il nous semble donc important d'apporter quelques précisions à ce sujet.

- **Puissance totale** : c'est le cumul de toutes les puissances musicales que peut fournir l'amplificateur. Ainsi un amplificateur stéréo 2x100W musicaux sera-t'il gratifié dans le commerce d'une puissance (totale) de 200W.

- **Puissance musicale** : C'est la puissance maximale que l'amplificateur est capable de produire sur l'impédance prévue pour l'utilisation normale, pendant 1 seconde et avec un signal d'entrée de 1kHz. Signalons que l'on ne tient pas compte de la non-linéarité.

- **Puissance RMS** : c'est la puissance maximale continue admissible. Seule cette puissance est réellement représentative de ce que peut fournir un amplificateur.

Voici d'autres critères d'appréciation d'un matériel audio :

- **Le rapport Signal/Bruit** : Il doit être le plus élevé possible, dépassant les 100dB pour du matériel de grande qualité ;

- **La bande passante** : elle indique la plage des fréquences qui sont traitées par le matériel. Pour pouvoir bénéficier de l'appellation HI-FI, la gamme de fréquences doit couvrir au moins la plage 20Hz à 20kHz ;

- **La distorsion** : c'est un critère qui est paradoxalement plus difficile à apprécier. En effet, les amplificateurs à transistors de moyenne puissance doivent avoir des distorsions très réduites (inférieures à 0,1%) pour que l'oreille ne la remarque pas. Un amplificateur de sonorisation assomme nos oreilles d'une puissance très élevée et nous sommes moins sen-



Principe de fonctionnement

sibles à la distorsion qui peut atteindre 1%. Quant aux amplificateurs à tubes, les montages à pentodes doivent avoir une distorsion réduite et inférieure à 0,1%, mais les montages à triodes peuvent avoir une distorsion de 1%.

Les classes de fonctionnement

On distingue différents modes de fonctionnement des amplificateurs audionumériques qui répondent aux noms de classe A, classe AB et classe B.

D'où proviennent les différences ? Cela correspond en fait au mode de polarisation de l'étage de sortie de l'amplificateur. Lorsque ce dernier est constitué d'un seul transistor ou tube, le fonctionnement est toujours en classe A. La distorsion est très faible, la musicalité exceptionnelle, mais la puissance consommée au repos est importante. L'utilisation d'un transformateur de sortie dans un amplificateur à tubes permet également d'obtenir un fonctionnement en classe A mais cette fois avec deux tubes en sortie.

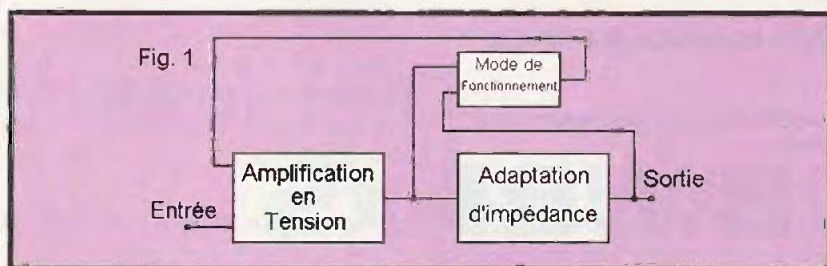
En classe AB, ce qui correspond à la majorité des amplificateurs du marché, les 2 transistors de sortie (ou lampes) sont faiblement polarisés. Ceci permet de dissiper au repos une puissance plus faible que précédemment avec une bonne qualité musicale. En fonction du degré de polarisation de l'étage de sortie, on peut différencier la classe AB1 et la classe AB2.

En classe B, les transistors ne sont sollicités qu'en présence du signal à amplifier, ce qui fait que la puissance dissipée au repos est nulle. Dans le cas d'utilisation de tubes, cette puissance est très faible. L'inconvénient de ce mode de fonctionnement, est qu'il entraîne une distorsion importante (distorsion de croisement). Si l'amplificateur est utilisé au maximum de puissance, l'effet de cette distorsion tend à s'atténuer. Mais si on veut remédier à ce problème il faut que l'étage soit contre-réactionné par un amplificateur opérationnel.

Les montages associés aux amplificateurs

Les vumètres

Les vumètres sont des indicateurs visuels de niveaux de tension. La première géné-



ration consistait en des cadres mobiles à aiguille, mais ils sont maintenant constitués de diodes électroluminescentes ou directement intégrées dans des afficheurs à cristaux liquides rétro-éclairés. Les vumètres à LED ont fait l'objet de nombreuses publications et sont très faciles à réaliser. Ils se branchent généralement à la sortie du préamplificateur, mais on peut trouver des modèles à brancher en parallèle sur les haut-parleurs.

La commutation retardée des haut-parleurs

La commutation retardée permet d'éviter d'entendre des claquements dans les haut-parleurs à la mise sous tension. En effet, ce n'est pas agréable à l'oreille et les haut-parleurs peuvent s'en passer. De tels montages ne nécessitent que peu de composants et nous vous proposerons une version adaptable sur tous les amplificateurs.

Les tables de mixage

La table de mixage permet de mélanger à volonté le son de plusieurs sources sonores. En fonction de l'utilisation que l'on veut en faire, elle possèdera des entrées "ligne", "phono", "micro" voire des entrées

"Péritel". Équipées de vumètres et de sortie pour casque, les plus sophistiquées ont des réglages de tonalité séparés pour chaque entrée et peuvent compter plus de 20 pistes.

Les modules de réverbération et les bruiteurs

Les chambres d'écho et les bruiteurs ne sont pas indispensables dans le domaine de la Hi-Fi, mais sont assez courants en sonorisation. Quant aux modules de réverbération, distorsion, Wah-Wah et autres, ils ne servent pratiquement que pour l'utilisation d'instruments de musique.

Le livre "Lignes à retard numériques et effets spéciaux" de Bernard DALSTEIN et paru aux éditions ETSF donne quelques exemples de tels montages.

Les noise-gates

Le noise-gate permet d'éviter d'entendre du souffle dans les haut-parleurs lorsqu'il n'y a pas de signal audionumérique. Utilisé principalement pour les guitares et les basses, nous verrons une extension simple de ce montage permettant la mise en stand-by automatique d'amplificateurs Hi-Fi.



La section électronique d'une alimentation de puissance

Quel amplificateur choisir ?

Amplificateurs à transistors et à tubes

Les amplificateurs à tubes, appelés également amplificateurs à lampes, sont les ancêtres de nos amplificateurs actuels. Alors pourquoi plaisent-ils toujours ? Ils sont lourds, nécessitent de la haute tension, dissipent beaucoup de chaleur, coûtent cher à réaliser mais... ils ont un son d'une grande musicalité. Ils procurent un son chaud très apprécié des guitaristes et de tous ceux pour qui le heavy metal, et autres musiques aux sons trop denses et rageurs, n'est pas la panacée. Ce son si particulier provient de l'utilisation de triodes en pré-amplification et également de la saturation du transformateur de sortie.

Les amplificateurs à transistors procurent, eux, un son très clair exempt de ces harmoniques pairs qui caractérisent le son des tubes. Ces amplificateurs permettent d'amplifier le son avec une très faible distorsion, mais ont le défaut d'avoir une saturation brutale qui se traduit par la génération d'harmoniques impairs. Néanmoins, si on ne pousse pas le volume au-delà d'une certaine limite, le son est d'excellente qualité, bien qu'un peu froid à notre goût.

Les amplificateurs modulaires

Les amplificateurs modulaires permettent de composer, à l'aide de différents modules, un amplificateur personnalisé. On choisit le préamplificateur en fonction de l'application envisagée (Hi-Fi, microphones, guitare...) et on lui adjoint un module ampli-

ficateur à la puissance souhaitée. Ceci permet, par exemple, de réaliser des amplificateurs hybrides ayant un préampli à tubes et un module de puissance à semi-conducteurs (amplificateur intégré ou transistors).

Choisir un amplificateur n'est donc pas simple et nous vous proposerons, à travers différents montages, plusieurs solutions.

La réalisation de votre amplificateur

Le circuit imprimé

Le circuit imprimé est important à plus d'un titre. Entre la Bakélite et l'époxy, il ne faut avoir aucune hésitation et préférer bien sûr l'époxy qui a des caractéristiques mécaniques bien plus intéressantes. Si on a le choix et les moyens, on ira jusqu'à choisir du circuit imprimé ayant une épaisseur de cuivre de 70µm contre 35µm habituellement (disponible chez Radiospares). En effet, les intensités mises en jeu peuvent être très importantes (7 ampères pour un ampli 100W/4 Ω) et on peut ainsi limiter l'échauffement des pistes et du montage en général.

Dans tous les cas, il faut veiller à faire des pistes larges dès qu'on en a la possibilité. De même, il faut parfois préférer un strap (cavalier) à une piste trop longue.

Enfin, si on utilise des composants qui craignent la chaleur (condensateurs, diodes, transistors ou amplificateurs opérationnels de préamplification), il faut les disposer de manière adéquate sur le circuit imprimé, quitte à agrandir ce dernier.

Mais pas de panique, les amplificateurs que

l'on trouve sur le marché ne répondent pas tous à ces critères et fonctionnent pourtant correctement. La seule différence est la fiabilité dans le temps.

L'alimentation

L'alimentation a un rôle primordial. Elle va bien sûr déterminer la puissance disponible en sortie, mais également la réponse de l'amplificateur dans le registre des graves. Pour des puissances faibles et allant jusqu'à un total cumulé de 100W efficaces, on peut les réaliser sur un circuit imprimé. Pour les puissances supérieures, par exemple 2x60 W_{RMS}, on préférera un câblage volant réalisé avec du fil de section variant entre 1,5 mm² et 2,5 mm² et des cosses à sertir.

Le transformateur torique offre de nombreux avantages par rapport au transformateur à équerres. Il est beaucoup moins lourd et rayonne un champ magnétique beaucoup plus faible. Il coûte néanmoins beaucoup plus cher que l'autre pour des petites puissances, mais revient au même prix pour des puissances supérieures à 300VA. Si on en a la possibilité, on isolera l'alimentation dans un boîtier métallique relié à la masse et à la terre.

Le câblage et la mise en boîtier

Tout câblage doit être réalisé avec du fil de section suffisante pour limiter les pertes en lignes et éviter l'échauffement des conducteurs. De plus, pour les signaux de faible amplitude (micro, phono, guitare...) les liaisons se font avec du fil blindé. Ce blindage ne doit être relié à la masse que par une de ses extrémités pour éviter les boucles de masse qui ont une fâcheuse tendance à faire antenne et capter des parasites. Ce qui est valable pour l'alimentation le reste pour l'amplificateur, et ce dernier prendra place dans un coffret métallique relié à la terre. Il faut également veiller à ce que les aérations soient suffisamment importantes et proches des composants dissipant une puissance élevée. Dans le doute, il est conseillé de percer d'autres aérations et d'utiliser, pourquoi pas, un petit ventilateur brushless (il ne génère pas de parasites). Pour le passage du câble secteur, n'oubliez jamais de mettre un presse-étoupe et préférez même l'utilisation d'un socle secteur. Ce dernier pourra, si vous le désirez, recevoir le fusible de protection secteur et le cas échéant un filtre antiparasite.

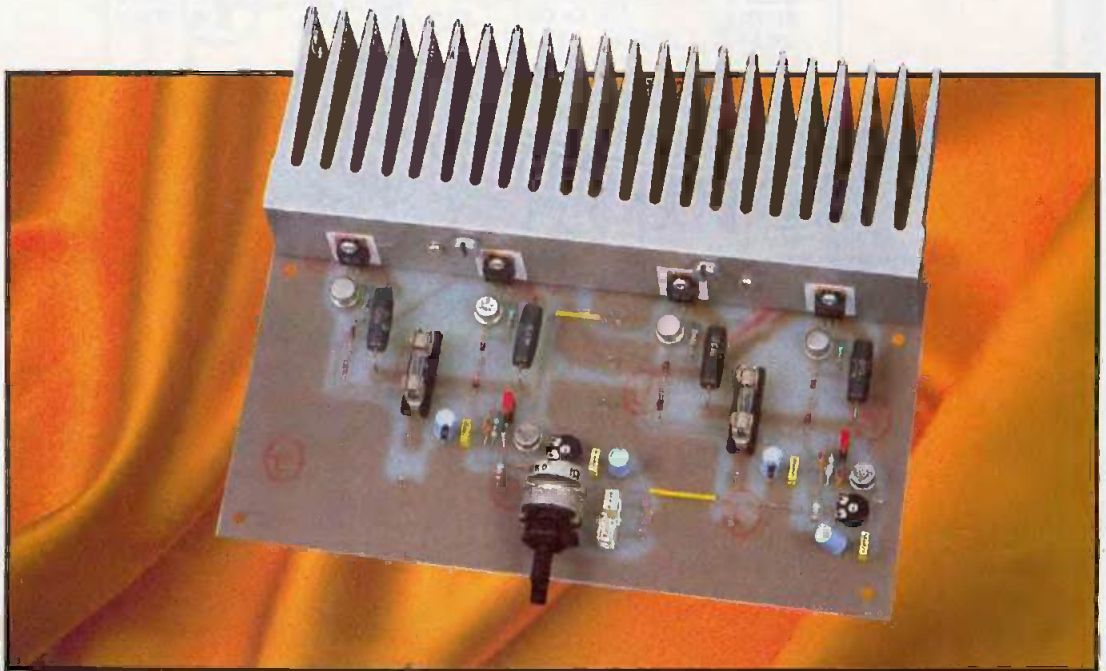


Le rôle primordial d'une alimentation bien calculée

J.F. MACHUT

Amplificateur Hi-Fi

2x40W/8Ω



De conception simple et robuste, cet amplificateur possède une dynamique remarquable et une grande profondeur dans les graves. Sa puissance de 2x40W efficaces permet de l'utiliser dans des pièces aux volumes assez importants (150m³) sans avoir besoin de le pousser dans ses retranchements. Couplé à des enceintes d'au moins 80W de puissance nominale, il vous donnera entière satisfaction.

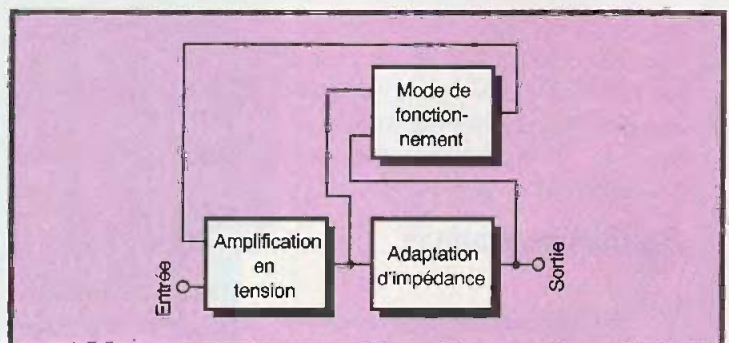
Schéma fonctionnel de l'amplificateur

Le schéma fonctionnel de l'amplificateur (figure 1) est très simple, et n'appelle aucun commentaire particulier. On remarque une possibilité de choisir le mode de fonctionnement. Ceci permet de faire travailler l'amplificateur en pure classe AB ou en classe AB contre-réactionnée. L'avantage de la contre-réaction est de pouvoir augmenter la puissance de sortie sans craindre un emballement thermique des transistors de puissance. En revanche, l'absence de contre-réaction améliore la dynamique de l'amplificateur. Nous préférons personnellement la première solution car la différence de qualité du son n'est guère perceptible à l'oreille.

Schéma structurel retenu (figure 2)

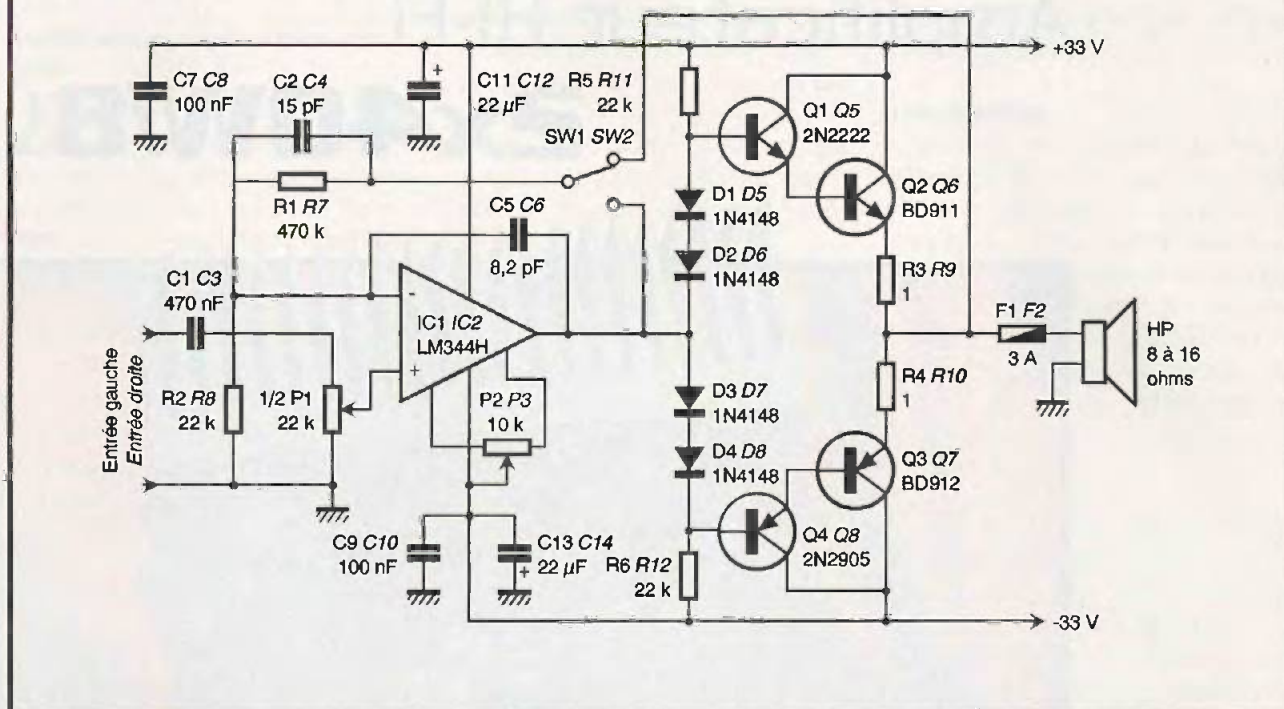
L'amplification en tension est réalisée par l'amplificateur opérationnel IC₁. Il est câblé en amplificateur non-inverseur et son gain vaut : $1 + R_1/R_2 = 22,36$. Le condensateur C₁, associé au potentiomètre P1, réalise un filtre passe-bas de fréquence de coupure $F_1 = 1/(2 \cdot \pi \cdot C_1 \cdot P_1) = 15,4\text{Hz}$. On trouve également un filtre passe-haut formé de C₂ et R₁ qui nous donne une fréquence de coupure valant $F_2 = 1/(2 \cdot \pi \cdot C_2 \cdot R_1) = 22,6\text{kHz}$. Le condensateur C₅ empêche l'am-

plificateur opérationnel d'entrer en oscillation, mais à l'inconvénient de limiter les fréquences hautes : sa valeur doit donc être aussi faible que possible. Nous avons dit précédemment que l'amplificateur pouvait fonctionner en classe AB contre-réactionnée ou non. Le choix se fait par les deux cavaliers SW₁ et SW₂. Si on relie R₁/C₄ à R₂/R₃, la contre réaction est globale, sinon elle ne sera que locale. Avec contre-réaction globale, il est possible d'obtenir un gain de puissance de 4W en sortie, mais il faut pour cela remplacer les résistances R₃ et R₄ de 1Ω 6W par des résis-



Synoptique

2 Schéma de principe



tances de $0,1\Omega$ 3W. Les résistances R_5 et R_6 , associées aux diodes D_1 à D_4 , permettent de maintenir les transistors de sortie dans un état de légère conduction, c'est la classe AB. Si on diminue la valeur de ces résistances, le courant de polarisation des transistors augmente et on s'éloigne du fonctionnement en classe B (générateur de la fameuse distorsion de croisement).

Les condensateurs C_7 à C_{14} sont chargés du filtrage de la tension d'alimentation à laquelle nous allons maintenant nous intéresser.

L'alimentation de l'amplificateur (figure 3)

Un transformateur à point milieu secondaire nous fournit des tensions de 25V- qui vont être redressées par le pont de diodes P_1 . On obtient ainsi deux tensions continue de +33V et -33V que les condensateurs C_1 à C_4 stabilisent. Ils ont un rôle de stockage d'énergie alors que les condensateurs C_5 et C_6 servent à filtrer les parasites. Quant aux résistances R_1 et R_2 , elles permettent de limiter le courant lors de la première charge des condensateurs.

Réalisation pratique

Les deux circuits imprimés sont très faciles à réaliser, que l'on utilise une

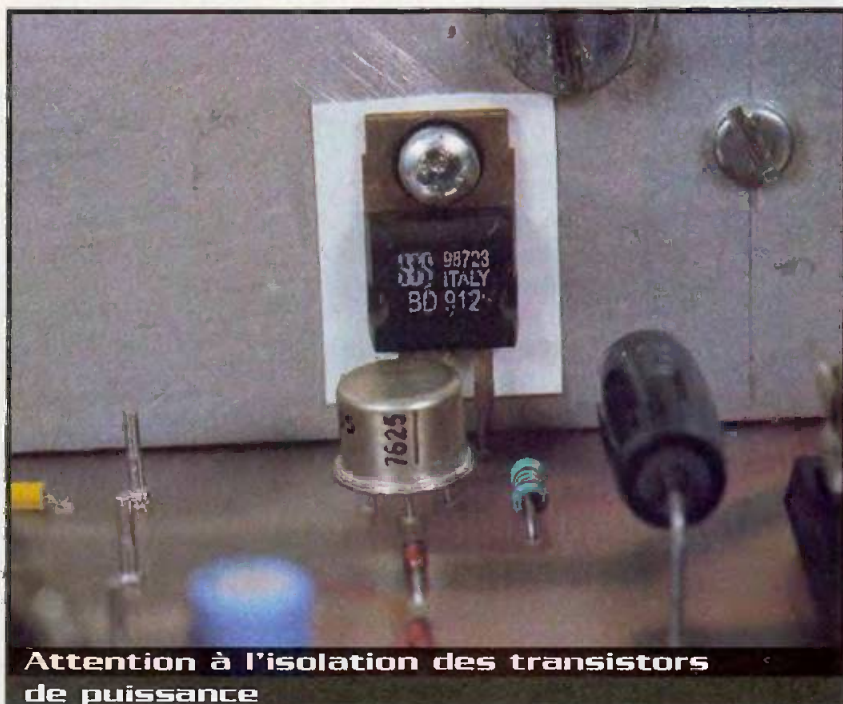
méthode photographique ou pas. Il faut cependant veiller à ne pas rétrécir la largeur des grosses pistes car les intensités mises en jeu dans les circuits atteignent plusieurs ampères. On utilisera bien sûr du circuit imprimé simple face en époxy de préférence.

On commencera par souder les composants de petite taille, straps, diodes et résistances, le circuit intégré puis les petits condensateurs LCC. On terminera par les transistors, les supports pour

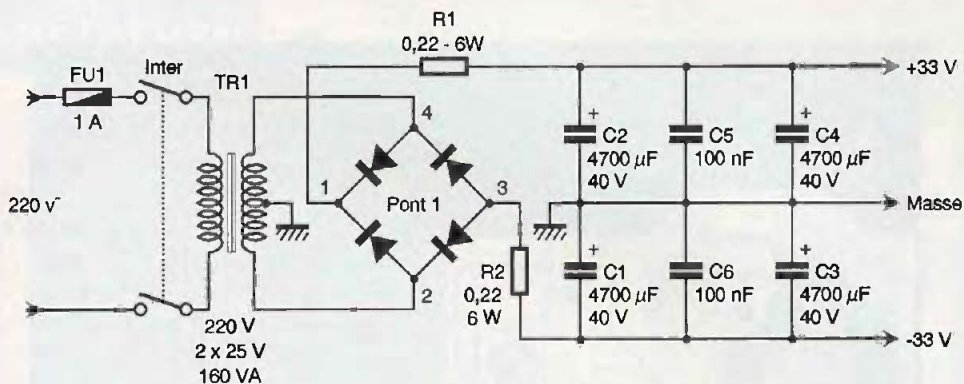
fusibles, les résistances de puissance et le potentiomètre.

Comme nous l'avons fait, il faudra équiper le pont de diodes d'un petit radiateur. Malheureusement on ne peut trouver, dans le commerce, de dissipateurs prévus pour une telle application, ce qui nous oblige à improviser avec ce dont on peut disposer.

Pour le radiateur accueillant les transistors de puissance, choisissez un modèle de type "peigne" d'une valeur maximale



Attention à l'isolation des transistors de puissance



3 Schéma de principe

de $0,8^{\circ}\text{C/W}$. Si on utilise un ventilateur, il est alors possible d'utiliser des radiateurs de résistance thermique plus élevée (jusqu'à $1,5^{\circ}\text{C/W}$). Outre cela, il est important que le radiateur soit bien fixé au circuit imprimé afin d'éviter que les manutentions et les vibrations

n'endommagent les pattes des transistors. Enfin, n'oubliez pas d'isoler du radiateur les transistors de puissance. Pour cela, utiliser des intercalaires en silicone et des canons isolants.

Mise en route et essais

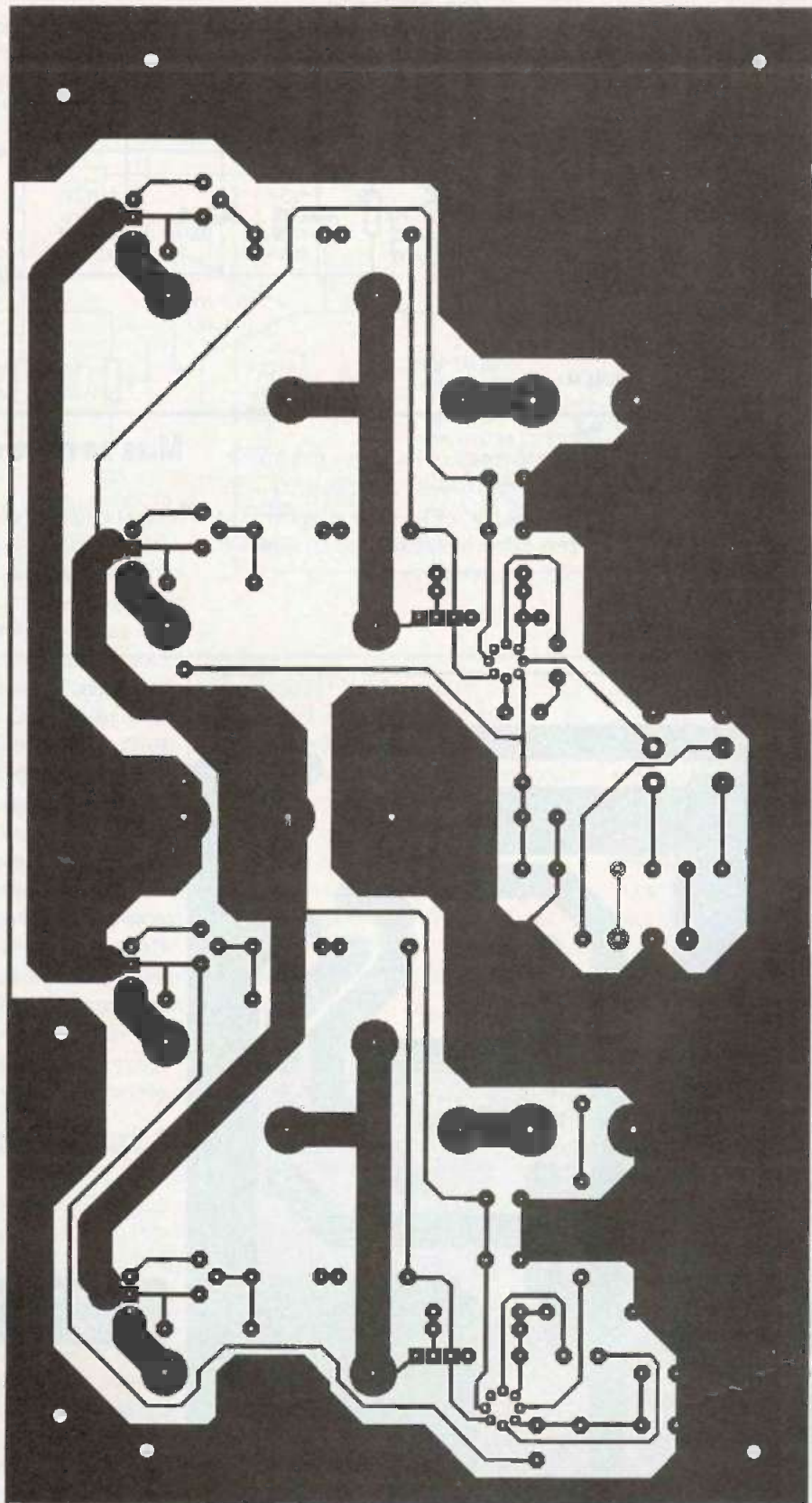
Vérifier une dernière fois l'implantation des composants, le sens des diodes et des condensateurs, puis s'assurer qu'aucune des pistes ne soit coupée ou en contact avec sa voisine. Mettre les deux ajustables P_2 et P_3 au point milieu et positionner les 2 cavaliers de façon à ce qu'ils relient R_1/C_2 à la sortie de IC_1 et R_7/C_4 à la sortie de IC_2 . On peut ensuite brancher l'amplificateur pour effectuer un réglage précis de P_2 et P_3 . Sans appliquer de signal audio et en utilisant un voltmètre continu sur le calibre 200mV, faire varier P_1 et P_2 jusqu'à obtenir 0V sur chacune des sorties HP. Ce petit réglage, simple à effectuer, permet de corriger l'offset des amplificateurs opérationnels qui, de toute façon, ne nuit pas aux haut-parleurs. Lorsque ceci est fait, votre amplificateur est prêt à fonctionner.

J.F. MACHUT

Caractéristiques techniques mesurées :

Bande passante à -3dB :
16Hz... 20kHz
Sensibilité d'entrée pour
 P_{max} : 1,12V efficaces
Puissance efficace : 40W efficaces

4 Tracé du circuit imprimé de l'alimentation



4 Tracé du circuit imprimé de l'amplificateur

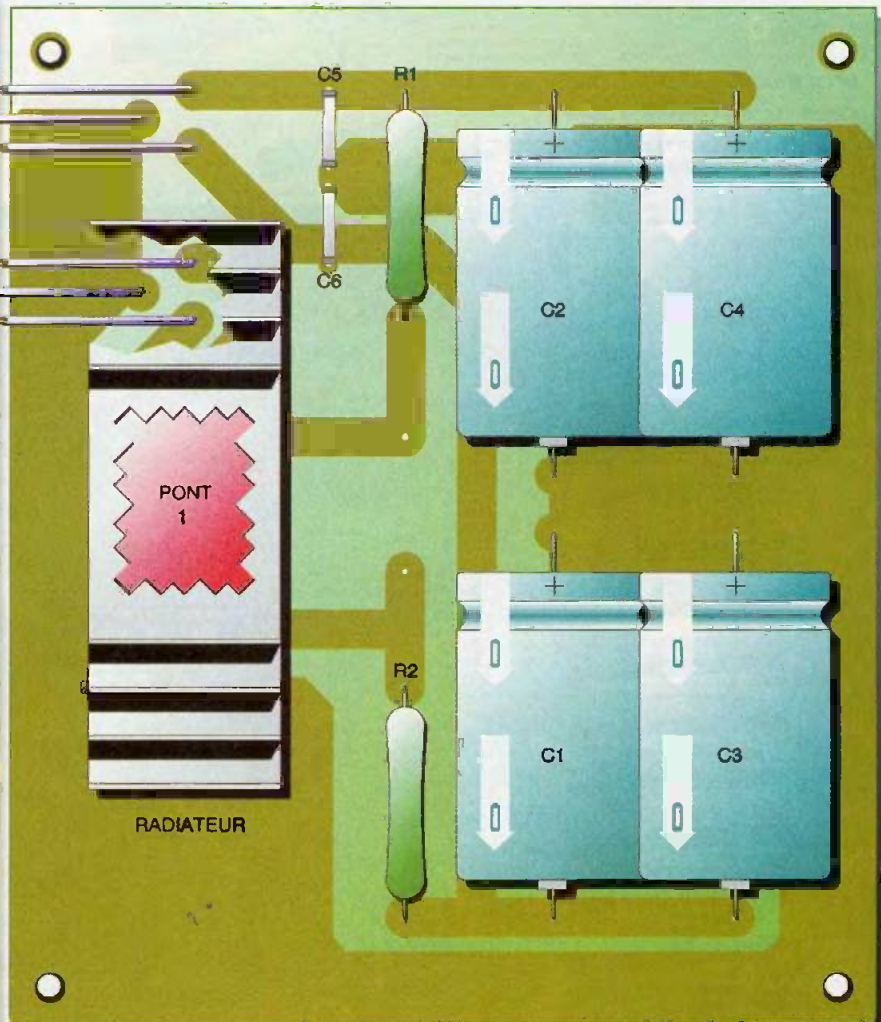
Nomenclature

Amplificateur

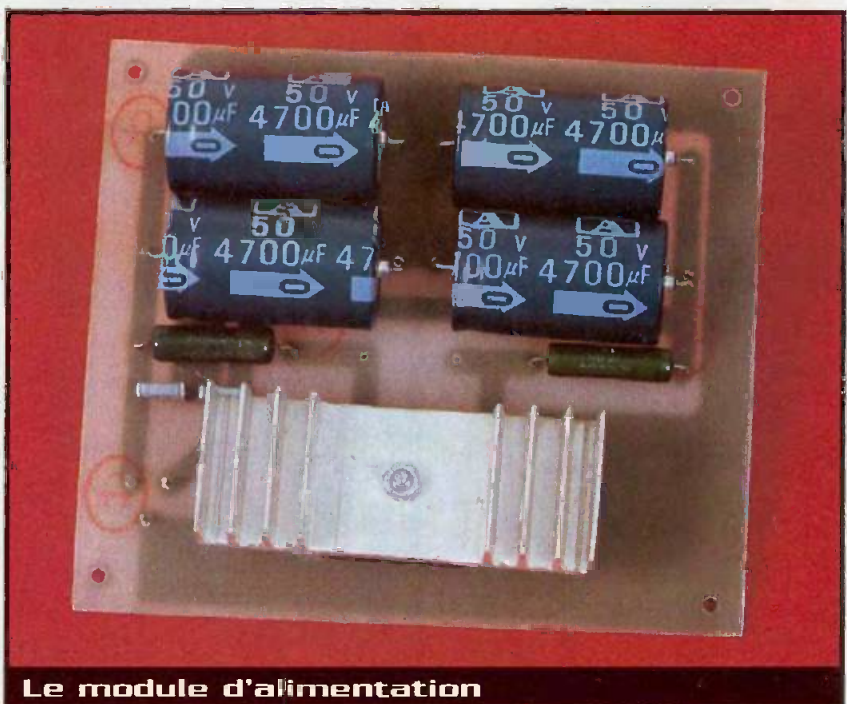
- +33 V
- MASSE
- 33 V
- R₁, R₇ : 470 kΩ couche métal 1/2W
- R₂, R₈ : 22 kΩ couche métal 1/2W
- R₃, R₄, R₉, R₁₀ : 1 Ω 6W type RB57
- R₅, R₆, R₁₁, R₁₂ : 22 kΩ couche métal 1/2W
- P₁ : potentiomètre Log. Stéréo axe 6mm 2x22 kΩ
- P₂, P₃ : ajustables 10kΩ
- D₁ à D₈ : 1N4148
- Q₁, Q₅ : 2N2222
- Q₂, Q₆ : BD911
- Q₃, Q₇ : BD912
- Q₄, Q₈ : 2N2905
- IC₁ : LM344H (= HA2640, HA2645)
- C₁, C₃ : 470 nF/63V LCC
- C₂, C₄ : 15 pF/50V céramique
- C₅, C₆ : 8,2 pF/50V céramique
- C₇ à C₁₀ : 100 nF/63V LCC
- C₁₁ à C₁₄ : 22 μF/40V chimiques radiaux
- F₁, F₂ : fusibles 3A rapide
- 2 supports fusibles
- SW₁, SW₂ : barrette header 1 rangée avec 2 cavaliers
- 5 straps
- Circuit imprimé 11,5 x 22cm
- Radiateur de type peigne Rth < 0,8°C/W

Alimentation

- R₁, R₂ : 0,22 Ω 6W type RB57
- C₁ à C₄ : 4700 μF/40V chimiques axiaux
- C₅, C₆ : 100 nF/100V MKT pas 10,16mm
- Pont 1 : Type FB2502L (pont carré 25A/200V à souder)
- Transformateur 2x25V/160VA
- Interrupteur secteur bipolaire
- Fusible 1A temporisé
- Support fusible
- Circuit imprimé 12x13,5cm
- Radiateur avec Rth < 5°C/W



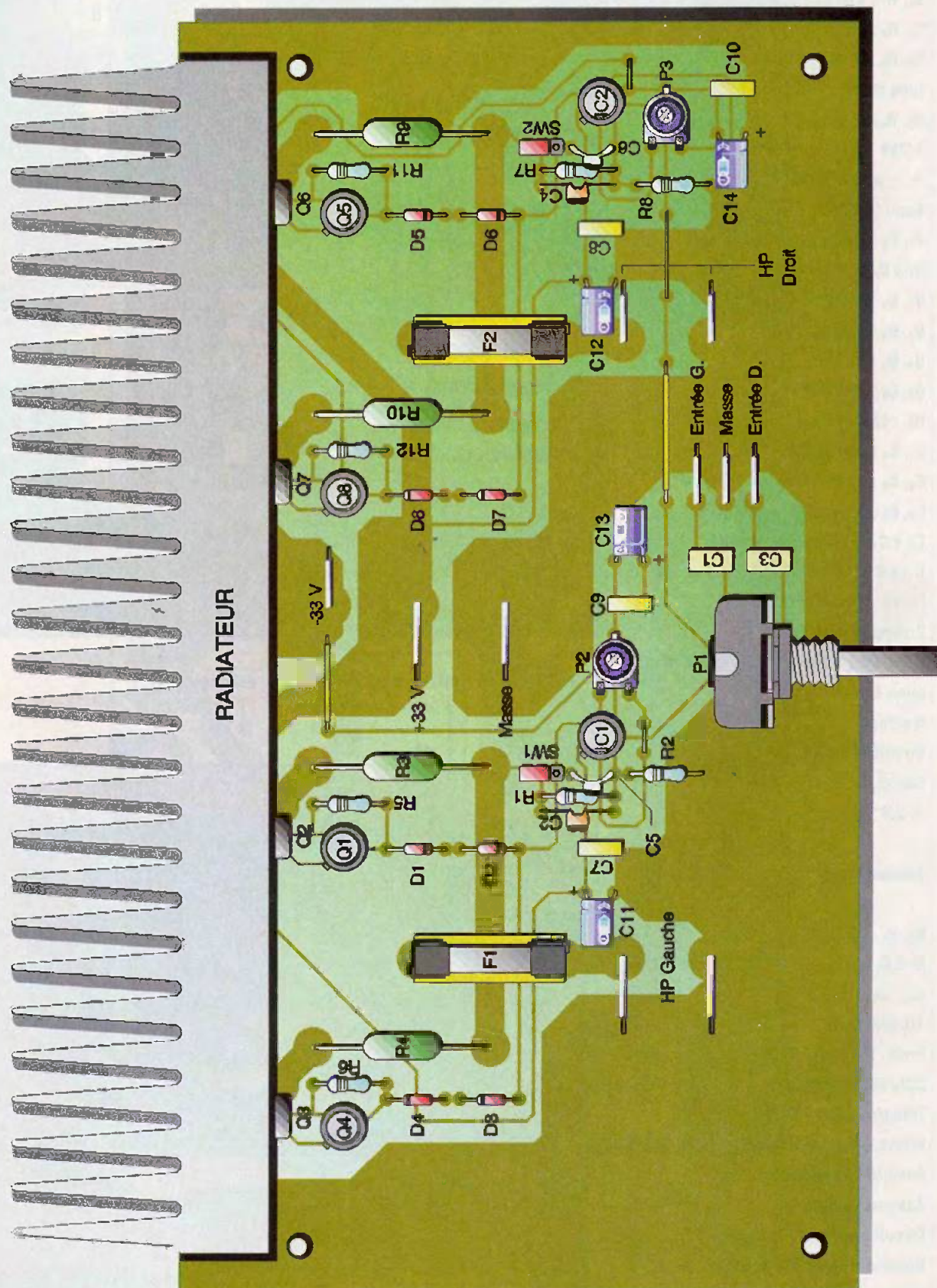
Implantation des éléments de l'alimentation



Le module d'alimentation

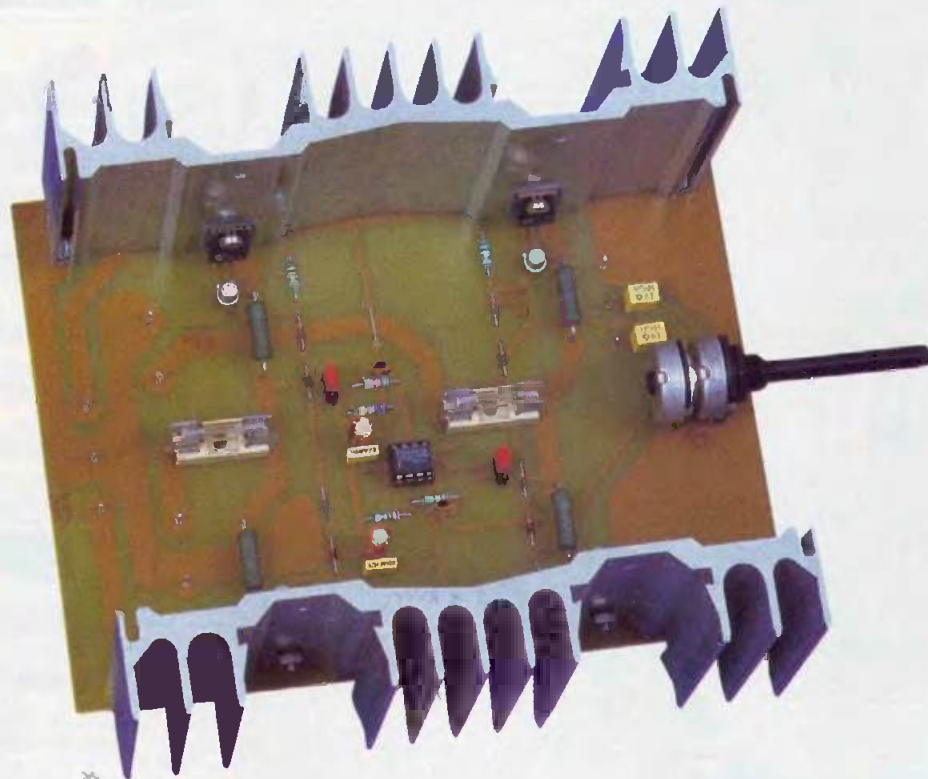
6

Implantation des éléments du module amplificateur



Amplificateur Hi-Fi

2x10W / 8 Ω



De conception simple, cet amplificateur possède une bonne dynamique et un très bon rendu des graves. Sa puissance, certes modeste, de 2x10W efficaces permet une utilisation confortable dans des pièces de taille réduite, comme en appartement. Couplé à des enceintes d'au moins 20 W de puissance nominale, il vous donnera entière satisfaction.

Schéma fonctionnel de l'amplificateur

Le schéma fonctionnel de l'amplificateur (figure 1) est très simple et n'appelle aucun commentaire particulier. On remarque une possibilité de choisir le mode de fonctionnement. Ceci permet de faire travailler l'amplificateur en pure classe AB ou en classe AB contre-réactionnée. L'avantage de la contre-réaction est de pouvoir augmenter la puissance de sortie sans craindre un emballement thermique des transistors de puissance. En revanche, l'absence de contre-réaction améliore la dynamique de l'amplificateur.



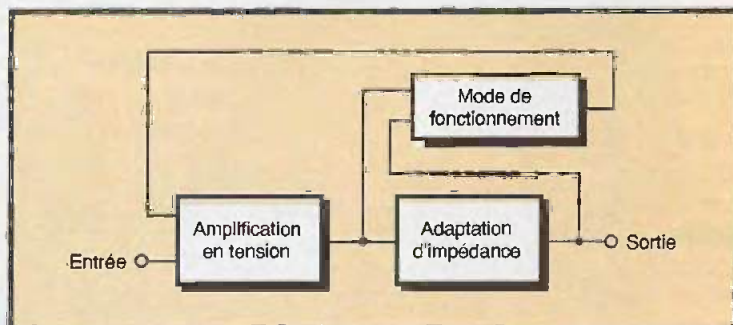
Schéma fonctionnel de l'amplificateur

Schéma structurel retenu (figure 2)

L'amplification en tension est réalisée par l'amplificateur opérationnel IC₁. Il est câblé en amplificateur non-inverseur et son gain vaut $1 + R_1/R_2 = 13,2$. Le condensateur C₁, associé au potentiomètre P₁, réalise un filtre passe-bas de fréquence de coupure $F1 = 1/(2 \cdot \pi \cdot C_1 \cdot P_1) = 10,9$ Hz. On trouve également un filtre passe-haut formé de C₂ et R₁, qui nous donne une fréquence de coupure valant $F2 = 1/(2 \cdot \pi \cdot C_2 \cdot R_1) = 21,9$ kHz. Nous

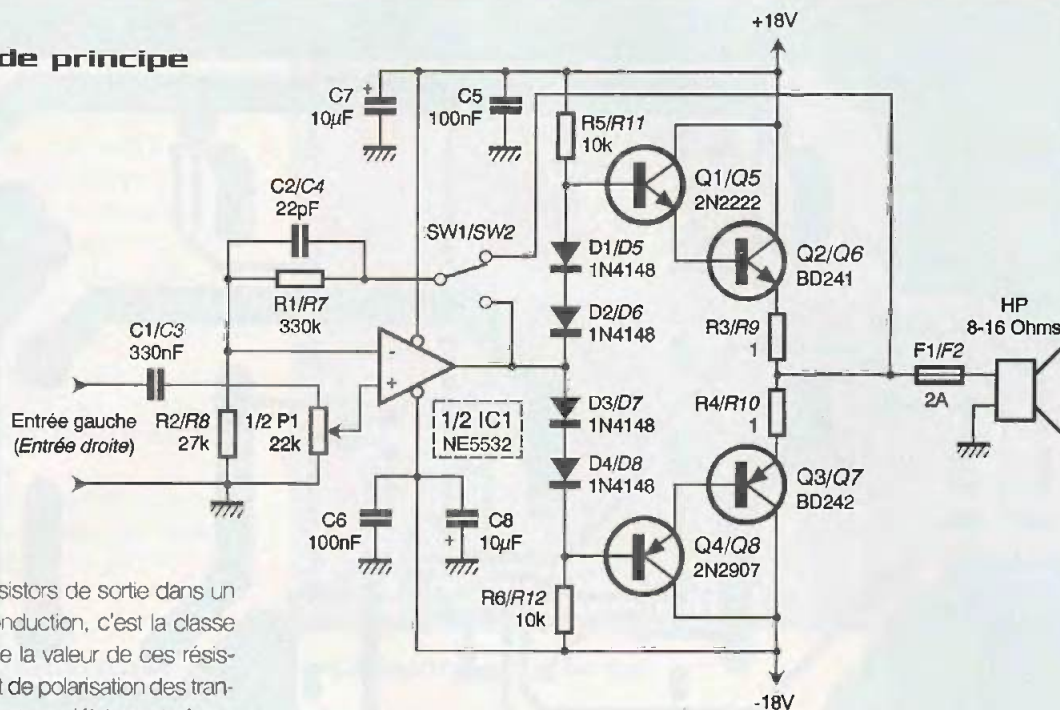
avons dit précédemment que l'amplificateur pouvait fonctionner en classe AB contre-réactionnée ou non. Le choix se fait par les deux cavaliers SW₁ et SW₂. Si on relie R₁/C₂ à R₃/R₄, la contre réaction est globale, sinon elle ne sera que locale. Avec contre-réaction globale, il est possible d'obtenir un peu de puissance supplémentaire, mais il faut pour cela remplacer les résistances R₃ et R₄ (1 Ω 3W) par des résistances de 0,1 Ω 1W.

Les résistances R₅ et R₆, associées aux diodes D₁ à D₄, permettent de



2

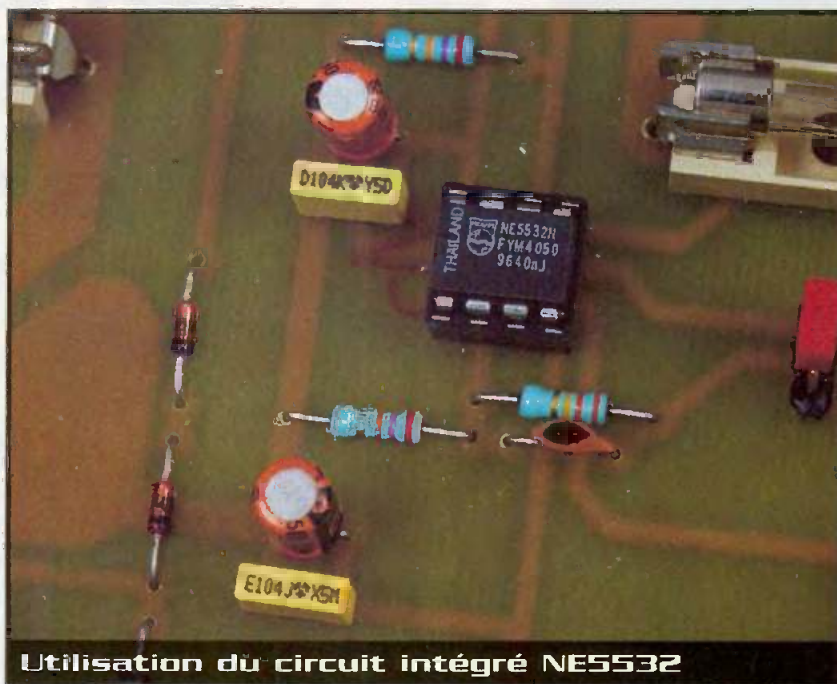
Schéma de principe



maintenir les transistors de sortie dans un état de légère conduction, c'est la classe AB. Si on diminue la valeur de ces résistances, le courant de polarisation des transistors augmente et on s'éloigne du fonctionnement en classe B (générateur de la fameuse distorsion de croisement). Les condensateurs C_5 à C_8 sont chargés du filtrage de la tension d'alimentation à laquelle nous allons maintenant nous intéresser.

L'alimentation de l'amplificateur (figure 3)

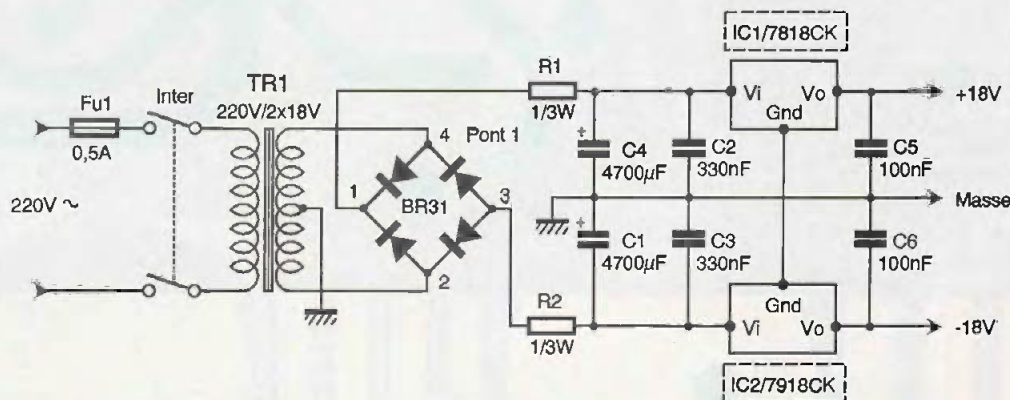
Un transformateur à deux enroulements secondaires nous fournit des tensions de 18V~ qui vont être redressées par le pont de diodes P_1 . On obtient ainsi deux tensions continue de +24V et -24V que les condensateurs C_1 et C_4 stabilisent. Ils ont un rôle de stockage d'énergie alors que les condensateurs C_2 et C_3 servent à filtrer les parasites. Quant aux résistances R_1 et R_2 , elles permettent de limiter le courant lors de la première charge des condensateurs et de maintenir une petite chute de tension. On fait ensuite appel à IC_1 et IC_2 pour réguler ces tensions à +18V et -18V.

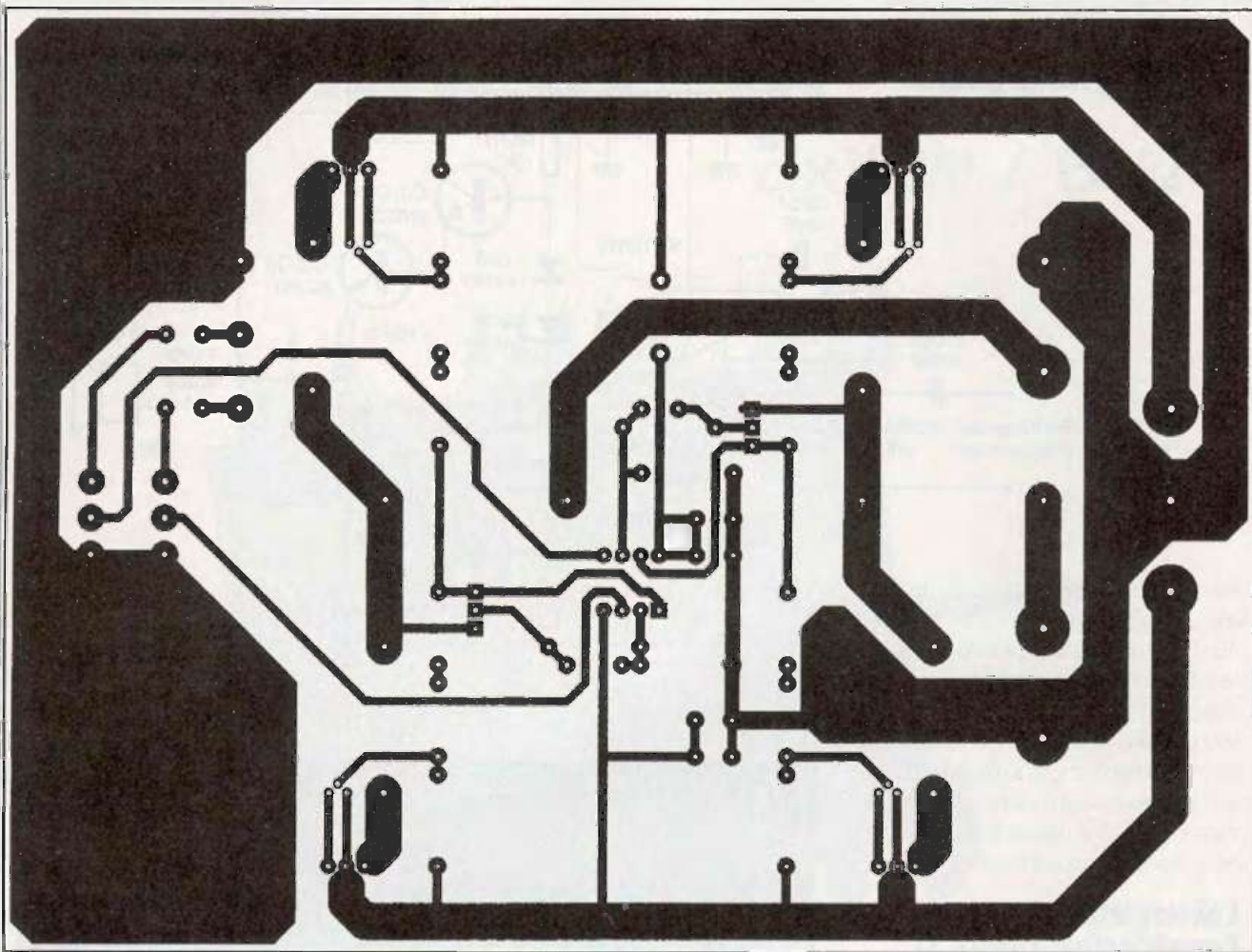


Utilisation du circuit intégré NE5532

3

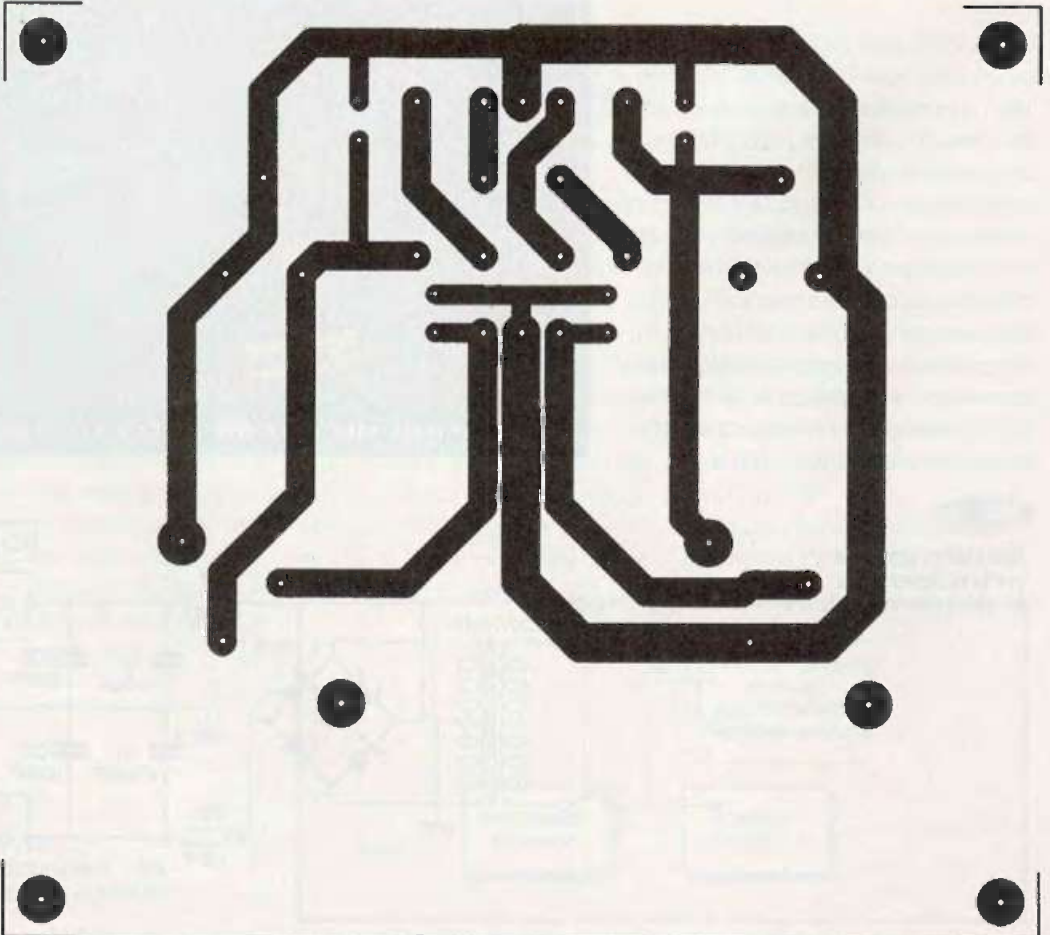
Schéma de principe de l'alimentation





4

Tracé du circuit imprimé de l'ampli



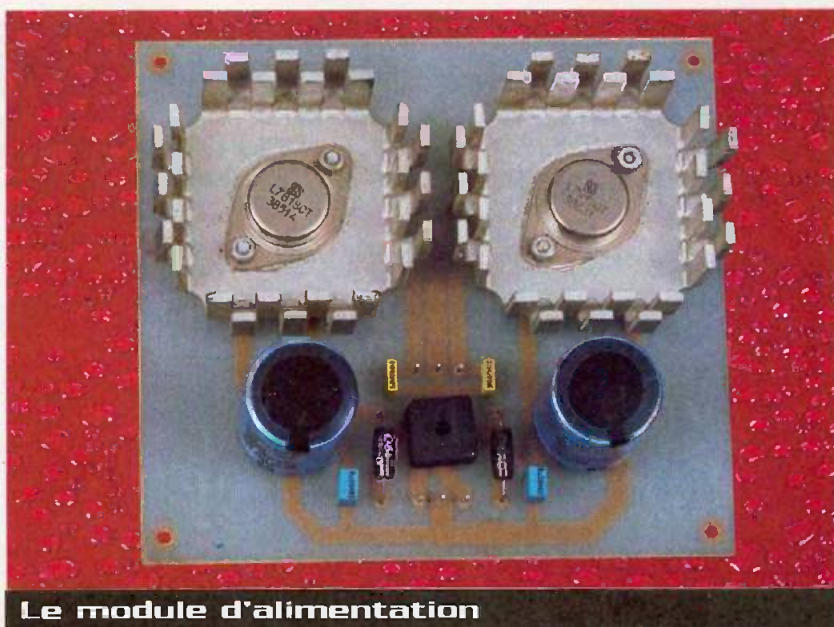
6

Tracé du circuit imprimé de l'alim

Réalisation pratique

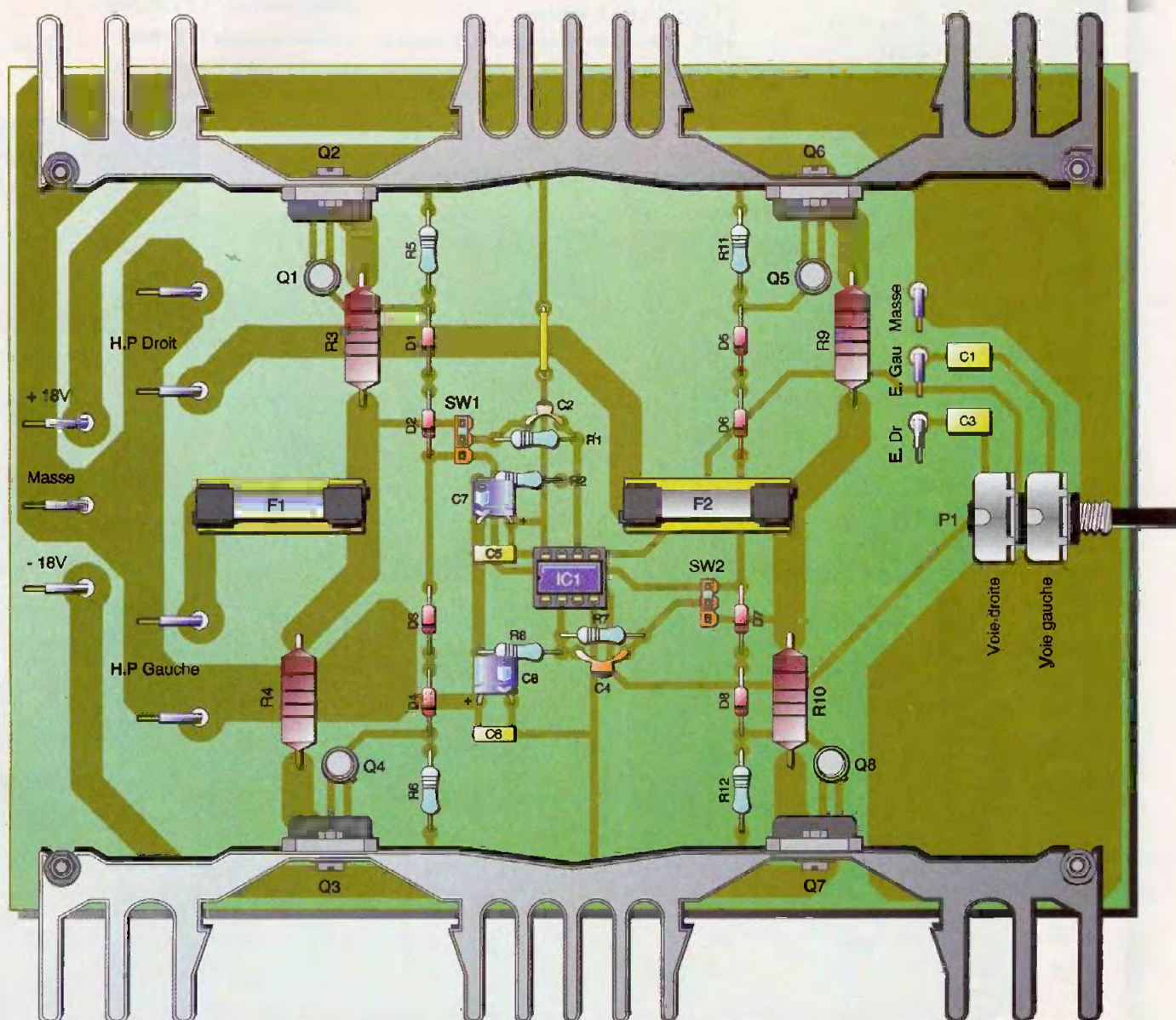
Les deux circuits imprimés (figures 4 et 6) sont très faciles à réaliser, que l'on utilise une méthode photographique ou pas. Il faut cependant veiller à ne pas rétrécir la largeur des grosses pistes car les intensités mises en jeu dans le circuit d'alimentation atteignent plusieurs ampères. On commencera par souder les composants de petite taille, straps, diodes et résistances, le circuit intégré puis les petits condensateurs LCC. On terminera par les transistors, les supports pour fusibles, les résistances de puissance et le potentiomètre.

Pour les radiateurs accueillant les transistors de puissance, choisissez des modèles d'une valeur maximale de 2°C/W. Il est



Le module d'alimentation

5 Implantation des composants de l'ampli



important que les radiateurs soient bien fixés au circuit imprimé afin d'éviter que les manutentions et les vibrations n'endommagent les pattes des transistors. Enfin, n'oubliez pas d'isoler du radiateur les transistors de puissance. Pour cela, utiliser des intercalaires en silicone et des canons isolants.

Mise en route et essais

Vérifier une dernière fois l'implantation des composants (**figures 5 et 7**), le sens des diodes et des condensateurs, puis s'assurer qu'aucune des pistes ne soit coupée ou en contact avec sa voisine. Aucun réglage n'est nécessaire, l'amplificateur peut être raccordé à son alimentation et à une source audio telle un lecteur de CD, il est prêt à fonctionner. Nous avons mesuré les caractéristiques suivantes :

Bande passante à -3dB : 11 Hz à 24 kHz
Sensibilité d'entrée : 0,7V efficaces pour Pmax

Puissance de sortie : 10 W efficaces

Impédance d'entrée : 22 k Ω

Nomenclature

Amplificateur

R₁, R₇ : 330 k Ω couche métal 1/2W
R₂, R₈ : 27 k Ω couche métal 1/2W
R₃, R₄, R₉, R₁₀ : 1 Ω 3W type RB59
R₅, R₆, R₁₁, R₁₂ : 10 k Ω couche métal 1/2W
P₁ : potentiomètre Log. Stéréo axe 6mm 2x22 k Ω
D₁ à D₈ : 1N4148
Q₁, Q₅ : 2N2222
Q₂, Q₆ : BD241
Q₃, Q₇ : BD242
Q₄, Q₈ : 2N2907
IC₁ : NE5532
C₁, C₃ : 330 nF/63V LCC
C₂, C₄ : 22 pF/50V céramique
C₅, C₆ : 100 nF/63V LCC
C₇, C₈ : 10 μ F/25V chimiques radiaux
F₁, F₂ : fusible 2A rapide
2 supports fusibles
1 support DIL 8 broches
SW₁, SW₂ : barrettes header 1 rangée avec 2 cavaliers

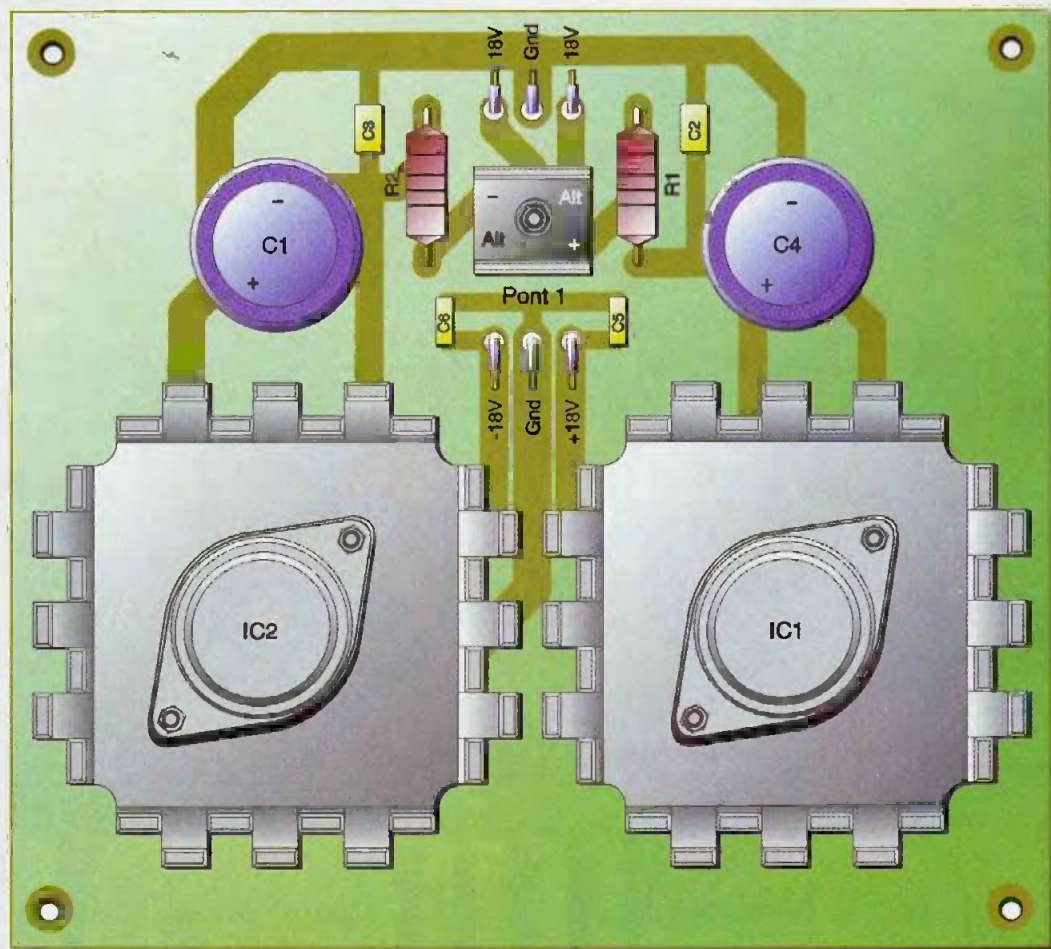
1 strap

Circuit imprimé 12,7 x 17,2cm
2 radiateurs Rth < 2°C/W
4 kits d'isolation pour T0220

Alimentation

R₁, R₂ : 1 Ω 3W type RB59
C₁, C₄ : 4700 μ F/25V chimiques FR5
C₂, C₃ : 330 nF/63V LCC
C₅, C₆ : 100 nF/63V LCC
Pont₁ : BR31 (pont carré 3A 100V)
IC₁ : LM7818CK (TO3)
IC₂ : LM7918CK (TO3)
Transformateur 2x18V/46VA
Interrupteur secteur bipolaire
Fusible 0,5A temporisé
Support fusible
Circuit imprimé 12,5 x 13,7cm
2 radiateurs pour T03 C0890
ou ML16 (Rth < 8°C/W)

7 Implantation des composants de l'alimentation



Commutation retardée

pour H.P.



Ce petit montage, très simple à réaliser et bon marché, permet de relier les haut-parleurs à l'amplificateur avec un temps de retard d'environ 3 secondes. Ceci permet d'éviter les claquements des haut-parleurs à la mise sous tension de l'amplificateur, ce qui soulage nos oreilles et protège la membrane des haut-parleurs.

L'alimentation de notre montage peut être comprise entre 15 et 44V, ce qui permet de l'utiliser avec pratiquement tous les amplificateurs que vous aurez l'occasion de réaliser. On voit sur le schéma structurel, **figure 1**, que l'on dispose de 3 entrées, une couvrant la plage de 15 à 24V, une autre la plage de 25 à 34V et une dernière de 35 à 44V.

Cette astuce permet d'utiliser des diodes zéner 1,3W classiques à bon marché et de ne câbler que celles qui concernent l'entrée choisie. La tension d'entrée est ainsi abaissée en fonction de la valeur des diodes zéner utilisées et peut ensuite alimenter un régulateur

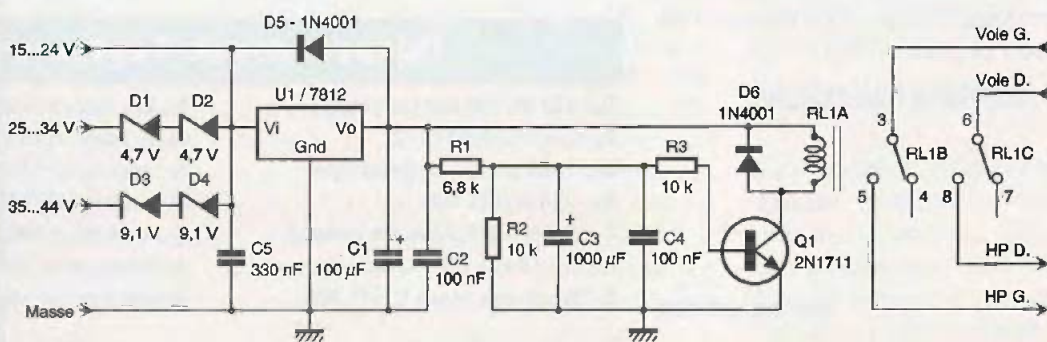
de tension de type 7812. Rappelons que la tension d'entrée d'un tel régulateur doit être comprise entre 15 et 19V pour assurer une régulation optimale de la tension, et que la tension maximale d'utilisation est de 25V. Si la tension d'entrée est supérieure à 19V, on équipera le régulateur d'un petit dissipateur thermique.

Le condensateur C_5 filtre la tension d'entrée et les condensateurs C_1 et C_2 la tension de sortie. Cette dernière alimente un pont diviseur de tension formé des résistances R_1 et R_2 . Avec les valeurs choisies, on obtient le générateur de Thévenin équivalent à la **figure 2**.

Ainsi, la résistance équivalente de $4\text{ k}\Omega$ va charger le condensateur C_3 avec une constante de temps $p=RC=4$ secondes. Au bout de 4 s, le condensateur est déjà chargé à 63% de sa valeur (on néglige le courant dans R_3 qui est négligeable en début de charge) soit $7,14 \times 0,63 = 4,5\text{V}$. On obtient donc :

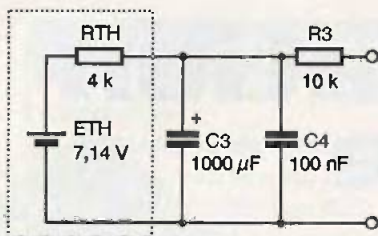
$I_b = (4,5 - 0,6) / 10000 = 390\text{ }\mu\text{A}$.
Si on considère un gain de 100, le transistor est polarisé avec un courant I_c valant $100 \times 0,39 = 39\text{mA}$, le relais est donc excité. En fin de charge du condensateur, on a $I_b = (7,14 - 0,6) / 14000 = 467\text{ }\mu\text{A}$, donc un courant de collecteur $I_c = 46,7\text{mA}$.

Schéma de principe



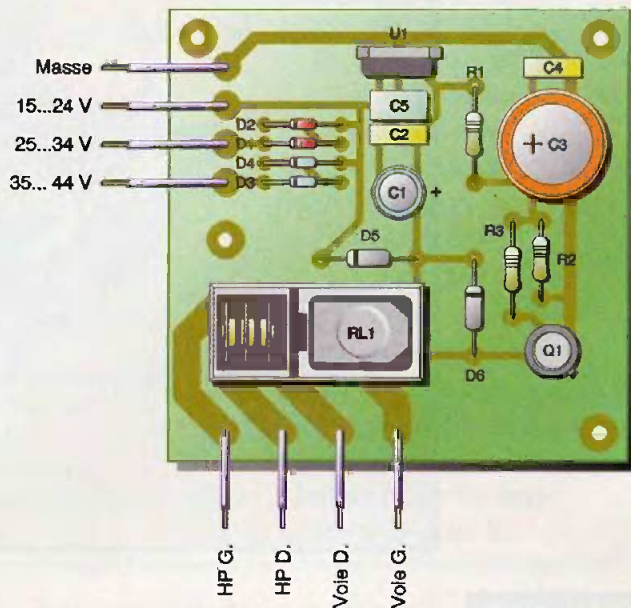
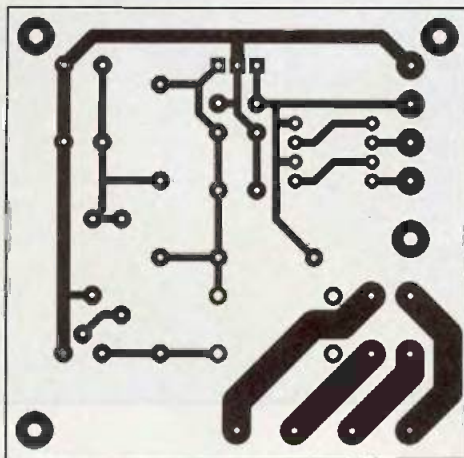
2

Générateur de Thévenin équivalent



3/4

Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments



Réalisation (figures 3 et 4)

Le circuit imprimé est très facile à réaliser et n'appelle aucun commentaire particulier. Il faut toutefois veiller à ne pas diminuer la largeur des pistes du relais car, en fonction de la puissance de l'amplificateur, l'intensité sera plus ou moins élevée. On soudera d'abord les composants de faible taille et on terminera par les composants de volume plus important, comme le relais et le régulateur avec son radiateur. Avant la mise sous tension, vérifier le sens des diodes et condensateurs, ce qui vous évitera peut-être une surprise désagréable. On peut ensuite mettre le montage sous tension, le relais doit coller au bout de quelques secondes et le test du montage se fait en fait à l'oreille ! Si on veut augmenter la durée, il suffit de remplacer C₃ par un condensateur de valeur plus élevée.

J-F MACHUT

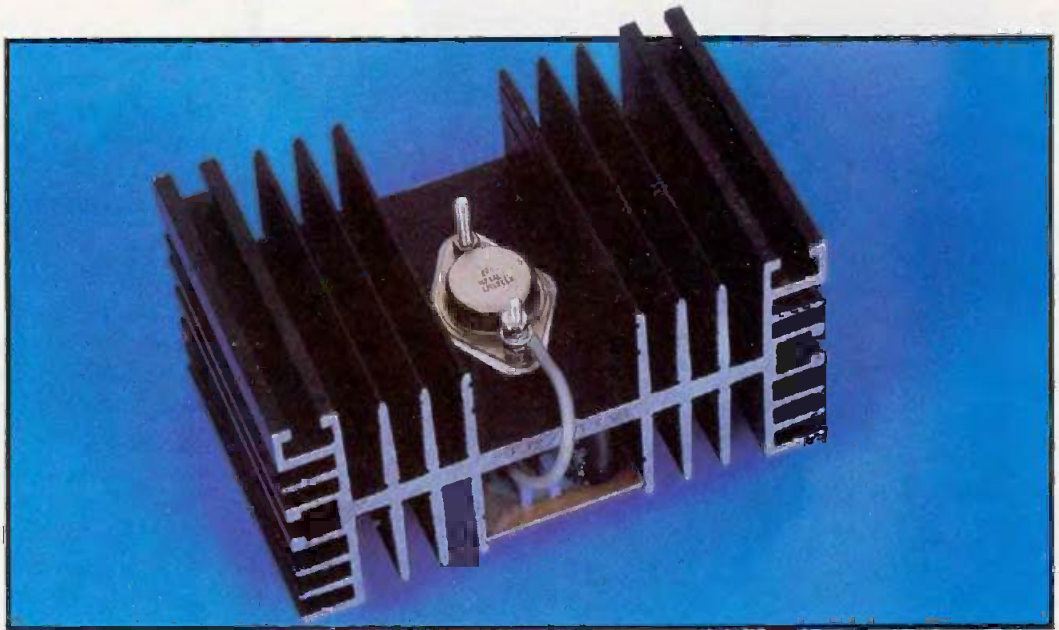


Le relais assurant la communication

Nomenclature

C ₁ : 100 μF/16V électrolytique	D ₃ , D ₄ : diodes zéner 9,1V/1,3W
C ₂ , C ₄ : 100 nF/63V LCC	D ₅ , D ₆ : diodes 1N4001
C ₃ : 1000 μF/16V électrolytique	U ₁ : régulateur LM7812
C ₅ : 330 nF/63V LCC	RL ₁ : relais 12V/2RT format/Europé
R ₁ : 6,8 kΩ 1/4W couche carbone	Q ₁ : transistor 2N1711
R ₂ , R ₃ : 10 kΩ 1/4W couche carbone	Radiateur pour T0220
D ₁ , D ₂ : diodes zéner 4,7V/1,3W	Circuit Imprimé simple face

Module d'amplification 100W / 4 Ω



Le schéma structurel (**figure 1**) correspond à une note d'application du constructeur. Le LM12CLK est un amplificateur opérationnel de puissance et, comme tel, on peut le câbler en amplificateur, en intégrateur ou encore en oscillateur...

Pour notre application, il est câblé en amplificateur non-inverseur de gain $A_v = 1 + R_3/R_2 = 16$. Si on veut augmenter le gain, il suffit d'augmenter la valeur de R_3 tout en gardant le produit $R_3 \times C_6$ constant. En effet, R_3 et C_6 définissent la fréquence de coupure haute. Avec les valeurs choisies, on obtient : $F_1 = 1/(2 \cdot \pi \cdot R_3 \cdot C_6) = 26,8$ kHz. Les fréquences basses sont limitées par le couple $R_1 \times C_1$ à une fréquence $F_2 = 1/(2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C_1) = 15,9$ Hz. Les diodes D_1 et D_2 protègent la sortie de l'amplificateur opérationnel en limitant cette tension à $V_{DD} + V_D$ et $V_{SS} - V_D$ soit $+30,5V$ et $-30,5V$.

L'alimentation de l'amplificateur (figure 2)

Nous avons opté pour une alimentation stabilisée à $\pm 30V$ qui permet d'obtenir le maximum de l'amplificateur opérationnel. Son fonctionnement est très simple, un transformateur fournit 2 tensions alternatives de $27V$ qui sont redressées par un pont de diodes. Les résistances R_1 et R_2 limitent le courant lors de la première charge des condensateurs (mise sous tension). On obtient ainsi deux tensions continues de $\pm 35V$ que l'on va abaisser à $\pm 30V$. Pour se faire, on polarise 2 transistors (Q_1 et Q_2) à des tensions fixes dont la valeur dépend des diodes zéner D_1 à D_4 . Avec les valeurs choisies, on a $V_z = 32V$, ce qui nous donne une tension de sortie valant $30V$ (Q_1 et Q_2 sont des transistors Darlingtons ayant un

V_{be} variant, en fonction de la valeur du courant I_C , entre $1,2V$ et $2V$). Quant aux diodes D_5 et D_6 , elles protègent les transistors des tensions V_{ce} négatives (mise hors tension)

Les valeurs des composants sont données pour l'alimentation d'un module amplificateur. Si on souhaite réaliser un amplificateur stéréo, il convient de doubler la valeur de C_1 et C_4 et de porter la puissance du transformateur à $300VA$. Si on en a les moyens, il est préférable de réaliser 2 alimentations indépendantes, une pour chaque voie.

Réalisation pratique

Dans le cas d'une alimentation "boostée" pour alimenter 2 modules, les courants mis en jeu sont trop importants pour pouvoir utiliser un circuit imprimé, et il est donc vivement conseillé de réaliser un

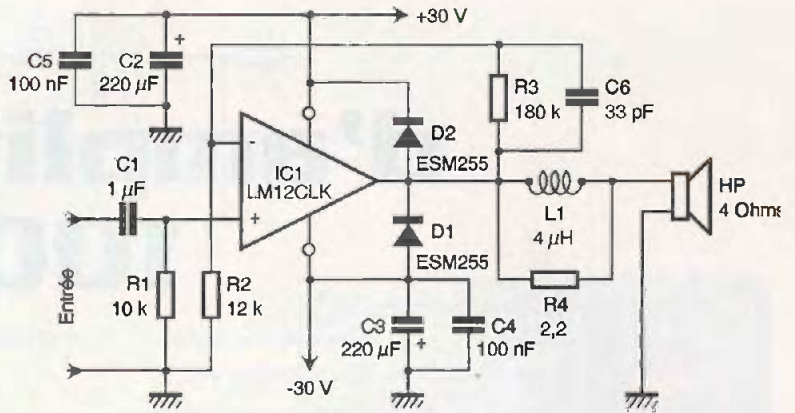
L'utilisation d'un circuit monolithique permet de réaliser des modules d'amplification de forte puissance à coût réduit. L'encombrement est également très faible puisqu'il se limite généralement au volume imposé par le dissipateur thermique.

1

Schéma de principe de l'amplificateur

câblage volant avec du fil de section adaptée ($S > 1,5 \text{ mm}^2$). On peut ainsi choisir des condensateurs FRS ou TFRS à sorties sur borniers à vis et un pont de diodes à cosses.

Les deux circuits imprimés (figures 3 et 5) sont très faciles à réaliser, que l'on utilise une méthode de gravure directe ou une méthode photographique. Pour le module amplificateur, le circuit imprimé est inséré dans le radiateur -des rainures sont prévues à cet effet- et il est important

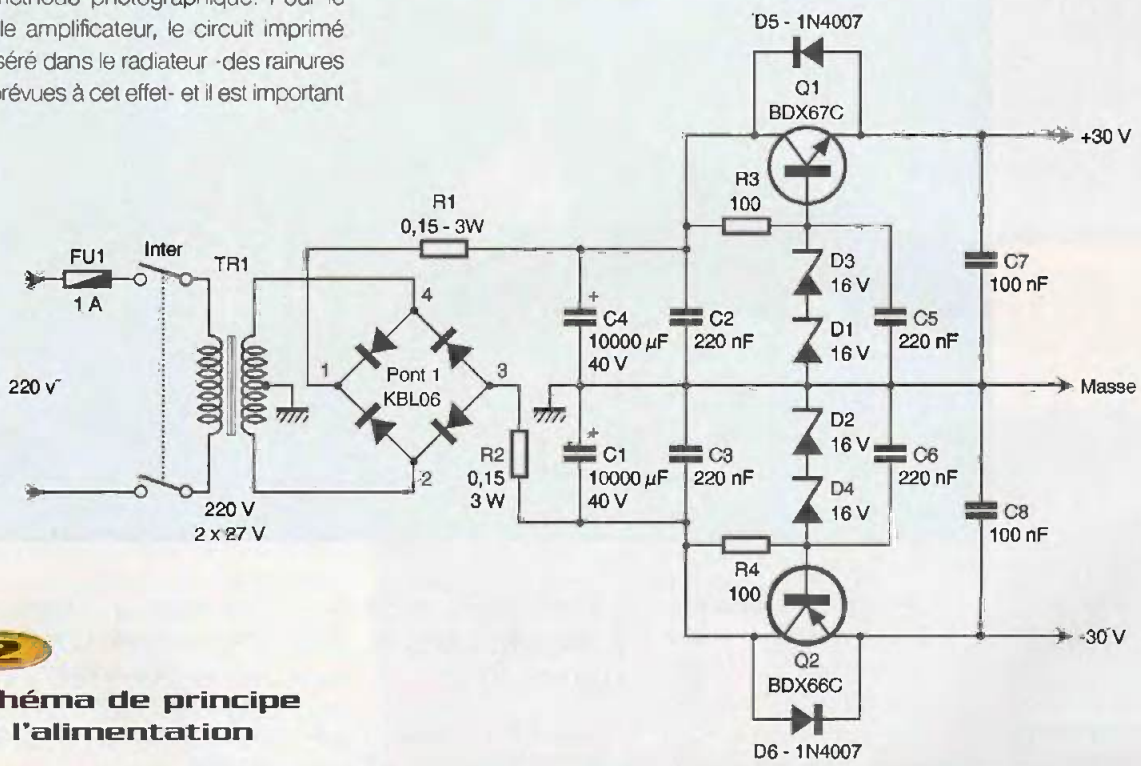


2

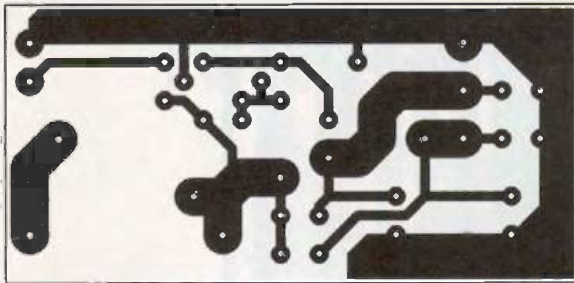
Schéma de principe de l'alimentation

de bien mesurer la taille disponible. On choisira, comme radiateur, un modèle ayant une résistance thermique inférieure à $0,9^\circ\text{C/W}$. Par exemple 10cm de type CO2044P (SEEM) ou P2327 (Sélectronic) ou KL125 (Seifert Electronic) ou WA508 (Schaffner). Quant au radiateur supportant les transistors de l'alimentation, on choisira un modèle avec $R_{th} < 2^\circ\text{C/W}$ (10cm de S53 par exemple) ou $R_{th} < 1^\circ\text{C/W}$ si on alimente 2 modules (P2327 ou 25cm de S53...).

Pour relier le LM12CLK au circuit imprimé, nous avons utiliser des petits bouts de fil monobrin de $1,5 \text{ mm}^2$ de section, que nous avons isolé avec de la gaine thermorétractable et pour obtenir L1, nous vous conseillons de bobiner une dizaine de spires de fil $1,5 \text{ mm}^2$ émaillé sur un forêt de 5mm ou 6mm.



Réalisation de la bobine L1



3
Tracé du circuit imprimé du module amplificateur

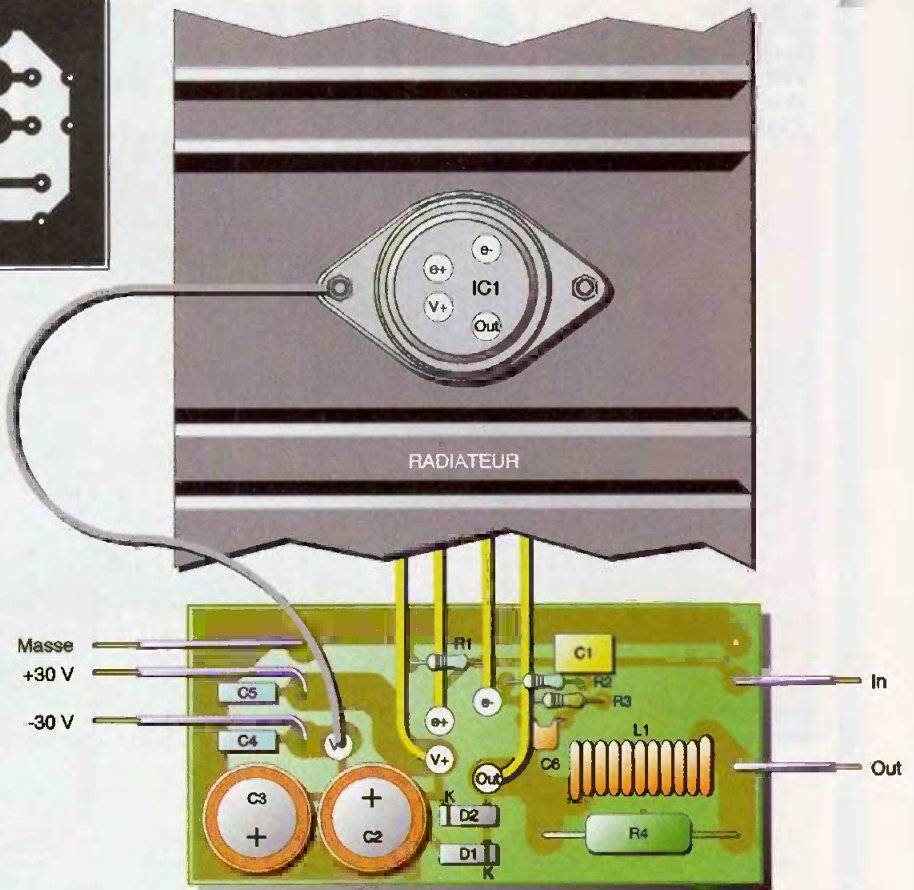
4
Implantation des éléments

Mise en route et essais

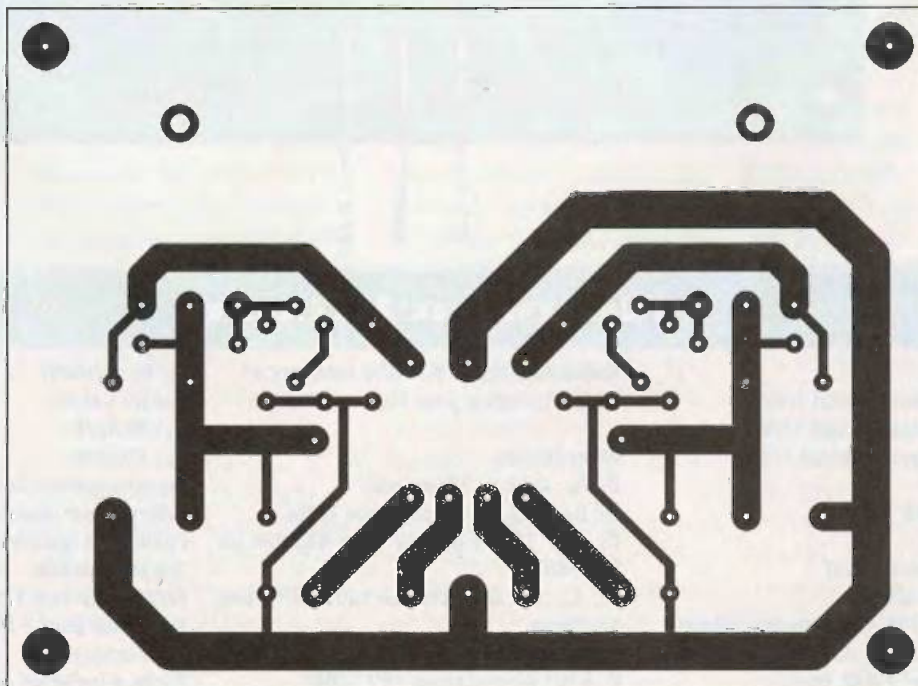
Avant de mettre l'amplificateur sous tension, il faut vérifier que les pattes du LM12CLK sont bien isolées du radiateur et que les diodes et condensateurs sont implantés correctement. Aucun réglage n'est nécessaire, l'amplificateur est prêt à fonctionner. Avec des enceintes de 4Ω, nous obtenons un son d'une grande qualité, et d'une puissance impressionnante. Nous avons mesuré les caractéristiques techniques suivantes :

Puissance de sortie :
100 W / 4Ω et 50 W / 8Ω
Bande passante : 17 Hz à 26 kHz

Distorsion : 0,01%
Sensibilité d'entrée : 1,25 Veff pour Pmax
Impédance d'entrée : 10 kΩ

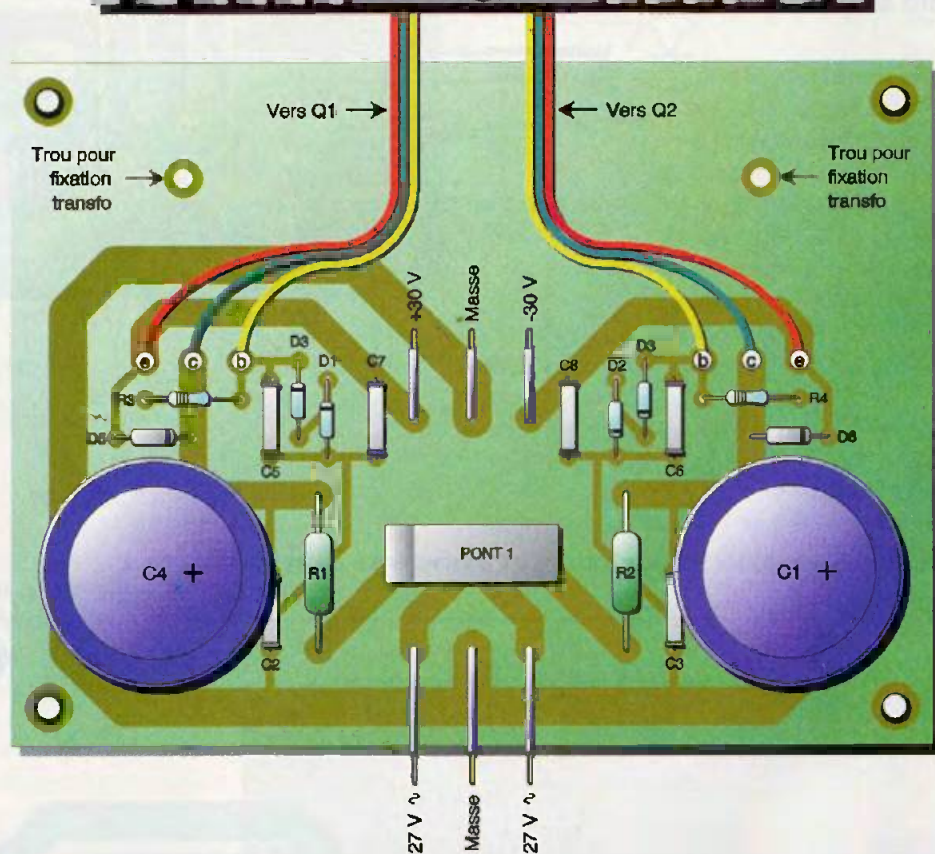
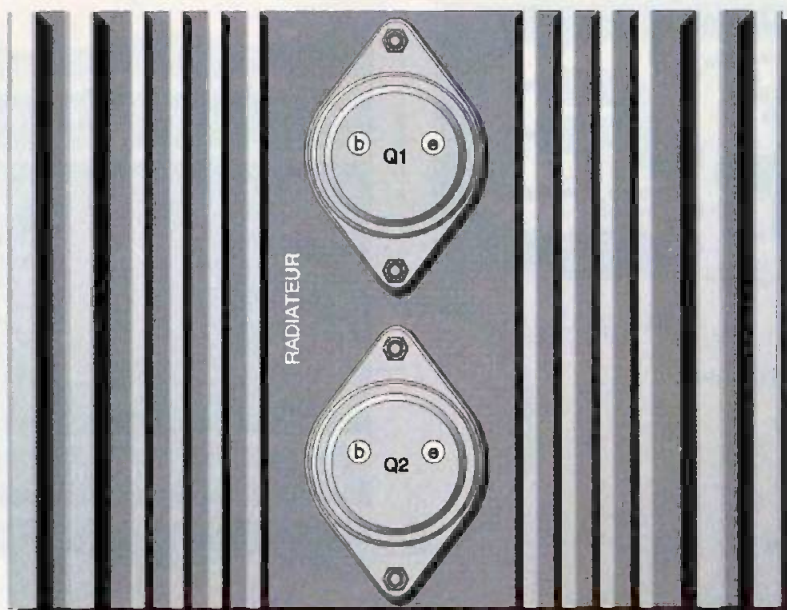


5 Tracé du circuit imprimé du module alimentation



6

Implantation des éléments de l'alimentation



Nomenclature

Amplificateur

R₁ : 10 kΩ couche métal 1/2W
R₂ : 12 kΩ couche métal 1/2W
R₃ : 180 kΩ couche métal 1/2W
R₄ : 2,2 Ω 3W
D₁, D₂ : ESM255
IC₁ : LM12CLK
L₁ : 4 μH 5A (voir texte)
C₁ : 1 μF/63V LCC
C₂, C₃ : 220 μF/35V chimiques radiaux
C₄, C₅ : 100 nF/ 63V LCC
 Circuit imprimé 7,5x3,7cm

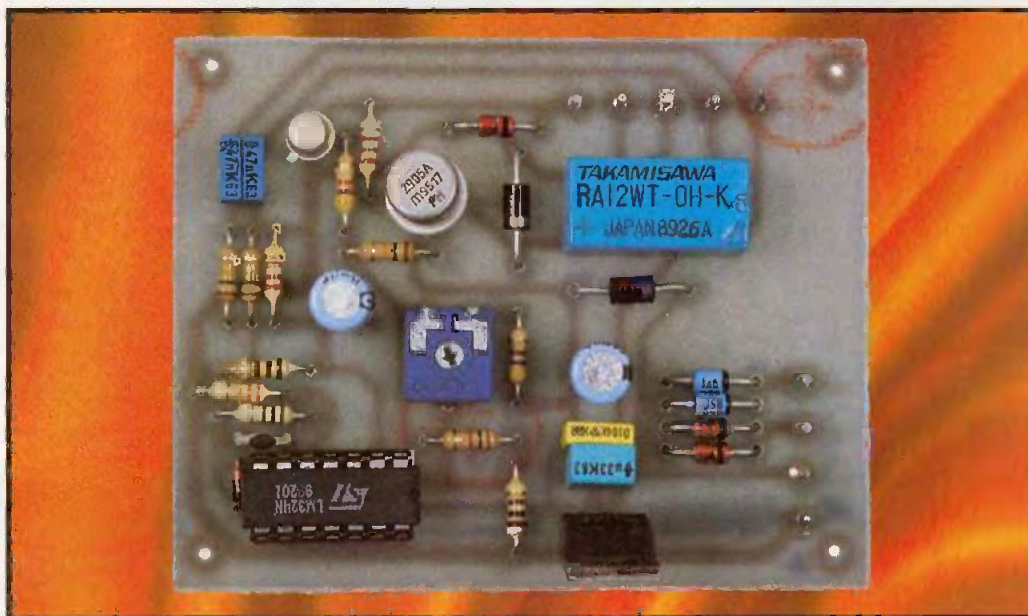
Radiateurs R_{th} < 0,9°C/W (voir texte)
 1 kit d'isolation pour T03

Alimentation

R₁, R₂ : 0,15 Ω 3W ou plus
R₃, R₄ : 100 Ω couche métal 1/2W
C₁, C₄ : 10000 μF/40V type SNAPIN ou SNAPSIC
C₂, C₃, C₅, C₆ : 220 nF/100V MKT pas 10,16mm
C₇, C₈ : 100 nF/100V MKT pas 10,16mm
D₁ à D₄ : Diodes zéner 16V 1,3W

D₅, D₆ : 1N4007
Pont₁ : KBL06
Q₁ : BDX67C
Q₂ : BDX66C
 Transformateur 2x27V/160VA
 Interrupteur secteur bipolaire
 Fusible 1A temporisé
 Support fusible
 Circuit Imprimé 12x9cm
 Radiateur pour 2 T03 (voir texte)
 2 kits d'isolation pour T03

Noise gate stéréo



Le petit montage, simple à réaliser et peu onéreux, réalise 2 fonctions. Il permet d'abord de relier automatiquement les entrées de l'amplificateur à la masse en absence de signal sonore, ce qui évite les bruits de souffle dans les haut-parleurs, mais permet également de mettre en stand by certains modules d'amplification (TDA7294, TDA2052...

L'alimentation de notre montage peut être comprise entre 15 et 44V, ce qui permet de l'utiliser avec pratiquement tous les amplificateurs que vous aurez l'occasion de réaliser. On voit sur le schéma structurel, **figure 1**, que l'on dispose de 3 entrées, une couvrant la plage de 15 à 24V, une autre la plage de 25 à 34V et une dernière de 35 à 44V. Cette astuce permet d'utiliser des diodes zéner 1,3W classiques à bon marché et de ne câbler que celles concernant l'entrée choisie. La tension d'entrée est ainsi abaissée en fonction de la valeur des diodes zéner utilisées et peut ensuite alimenter un régulateur de tension de type 7812. Si la tension d'entrée de ce circuit est supérieure à 19V, on lui ajoutera un petit dissipateur thermique.

Le condensateur C_3 filtre la tension d'entrée et les condensateurs C_1 et C_2 la tension de sortie. La diode D_5 protège le régulateur de tension car lorsque l'on coupe l'alimentation, la tension de sortie devient supérieure à la tension d'entrée (stockage d'énergie dans C_1). Les condensateurs C_4 et C_5 , associés aux résistances R_2 et R_3 , réalisent

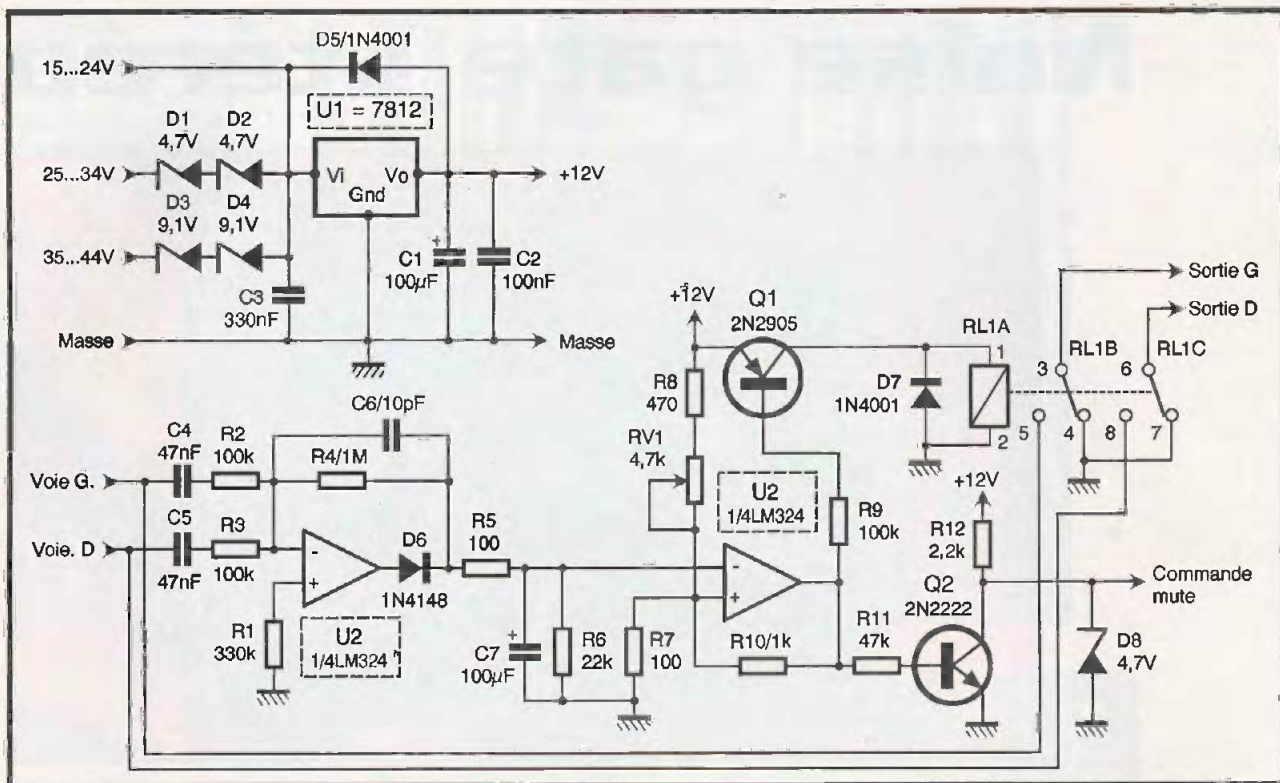
un filtrage de type passe haut de fréquence de coupure 34 Hz alors que C_6 , associé à R_4 , réalise un filtrage de type passe bas de fréquence de coupure 15,9 kHz. Le signal sonore provenant d'un étage de préamplification (table de mixage, égalizer...) est ainsi filtré, puis redressé par l'amplificateur U_2 et la diode D_6 (redressement sans seuil). Ce redressement est effectué tout en ajoutant un gain en tension et la tension de sortie vaut $V_s = 10 \times (V_g + V_d)$. On charge ensuite le condensateur C_7 à cette tension grâce à la résistance R_5 qui limite le courant d'appel. Enfin, cette tension est comparée à une tension de référence ajustable par le potentiomètre RV_1 . Si la référence est supérieure au signal musical, le relais ne colle pas et la sortie "commande mute" reste à l'état bas. Par contre, si le signal redressé donne une tension supérieure au seuil fixé, le relais colle et la sortie "commande mute" passe à 4,7V.

Le comparateur est bâti autour d'un second amplificateur opérationnel du circuit U_2 . La résistance R_{10} crée une hystérésis qui, lorsqu'il y a absence de son, augmente la tension de référence. Il

faut donc qu'il y ait ensuite un son assez important pour que le comparateur commande l'excitation du relais. Cet effet d'hystérésis permet d'éviter, lorsque le signal redressé est très proche (en plus ou en moins) de la tension de référence, d'avoir en peu de temps une dizaine d'excitations successives du relais... Si vous jugez que l'effet d'hystérésis est trop prononcé, il est possible d'augmenter la valeur de la résistance jusqu'à 4,7 k Ω .

Le transistor Q_1 commande le relais sur un état bas de la sortie de l'amplificateur opérationnel (c'est un modèle PNP). Si le relais reste "collé" même quand la sortie est à l'état haut, c'est que l'amplificateur opérationnel n'est pas capable de fournir une tension assez élevée (10V au lieu de 11V par exemple). On y remédie facilement en intercalant une diode entre le +12V et l'émetteur de Q_1 (barre de la diode côté transistor).

Le transistor Q_2 , associé aux résistances R_{11} et R_{12} , permet d'inverser le signal V_s issu de l'amplificateur opérationnel. Lorsque ce dernier est à +11V, le transistor conduit et met la com-



1 Schéma de principe

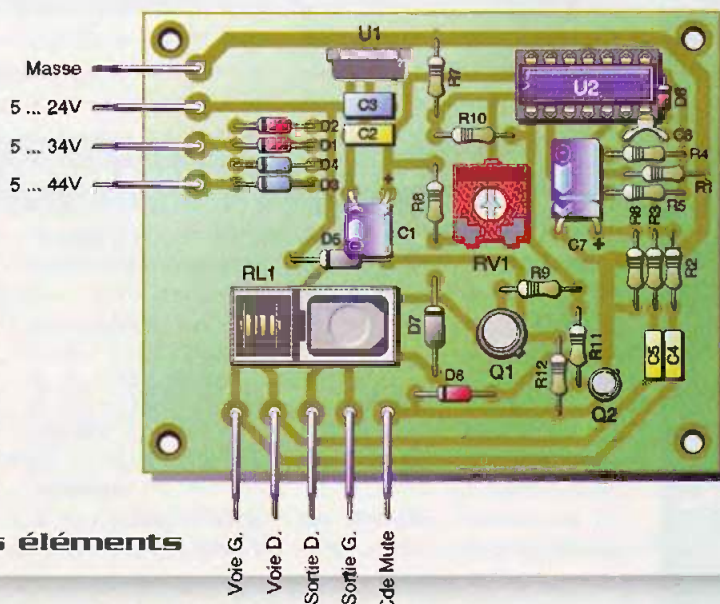
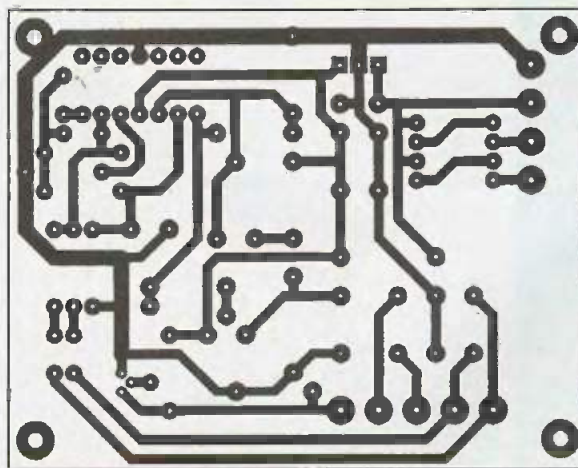
2 Tracé du circuit imprimé

mande mute à la masse. En revanche, lorsque $V_s = 0,5V$, Q_2 est bloqué (circuit ouvert) et la commande mute est reliée au +12V par l'intermédiaire de la résistance R_{12} .

Réalisation (figures 2 et 3)

Le circuit imprimé est très facile à réaliser et n'appelle aucun commentaire particulier. On soudera d'abord les composants de faible taille et on terminera par les composants de volume plus important, comme le relais et le régulateur (avec un radiateur si besoin). Avant la mise sous tension, vérifier le sens des diodes et condensateurs, ce qui vous évitera peut-être une surprise désagréable.

On peut ensuite brancher un élément de chaîne HI-FI et mettre le montage sous tension. Mettre AV_1 au maximum, de manière à avoir une faible tension de référence. Dès l'apparition d'un signal sonore, le relais doit coller. Si on diminue AV_1 , la tension de ré-



3 Implantation des éléments

rence augmente et le relais finit par ne plus être excité. Si cela fonctionne correctement, il ne vous reste plus ensuite qu'à mettre AV₁ dans la position la plus adéquate pour que le relais colle dès qu'il y a un peu de musique, et se mette au repos entre les morceaux ou lorsque le disque compact est terminé...

PS :
R₃ peut descendre à 47k Ω
(jaune, violet, orange)

J-F MACHUT



Utilisation d'un relais miniature

Nomenclature

R ₁ : 330 k Ω 1/4W couche carbone	RV ₁ : 4,7 k Ω ajustable carb. monotour hor.	D ₆ : diode 1N4148
R ₂ , R ₃ , R ₉ : 100 k Ω 1/4W couche carbone	C ₁ , C ₇ : 100 μ F/16V électrolytique	Q ₁ : 2N2905
R ₄ : 1 M Ω 1/4W couche carbone	C ₂ : 100 nF/63V LCC	Q ₂ : 2N2222
R ₅ , R ₇ : 100 Ω 1/4W couche carbone	C ₃ : 330 nF/63V LCC	U ₁ : LM7812
R ₆ : 22 k Ω 1/4W couche carbone	C ₄ , C ₅ : 47 nF/63V LCC	U ₂ : LM324
R ₈ : 470 Ω 1/4W couche carbone	C ₆ : 10 μ F/50V céramique	Relais 12V (voir photo)
R ₁₀ : 1 k Ω 1/4W couche carbone	D ₁ , D ₂ , D ₈ : diodes zéner 4,7V 1,3W	Support CI 14 broches lyre
R ₁₁ : 47 k Ω 1/4W couche carbone	D ₃ , D ₄ : diodes zéner 9,1V 1,3W	Circuit imprimé simple face
R ₁₂ : 2,2 k Ω 1/4W couche carbone	D ₅ , D ₇ : diodes 1N4001	

Ce montage est d'un rapport qualité/prix sans égal. En effet, pour une puissance confortable de 30W et une distorsion inférieure à 0,03 % (Pout = 15W et f=1 kHz), un module d'amplification avoisine les 60 francs et l'alimentation pour 2 modules 280 francs. Comme nous avons pu le vérifier avec notre prototype, cette réputation n'est pas surfaite et mérite toute votre attention.

Module d'amplification

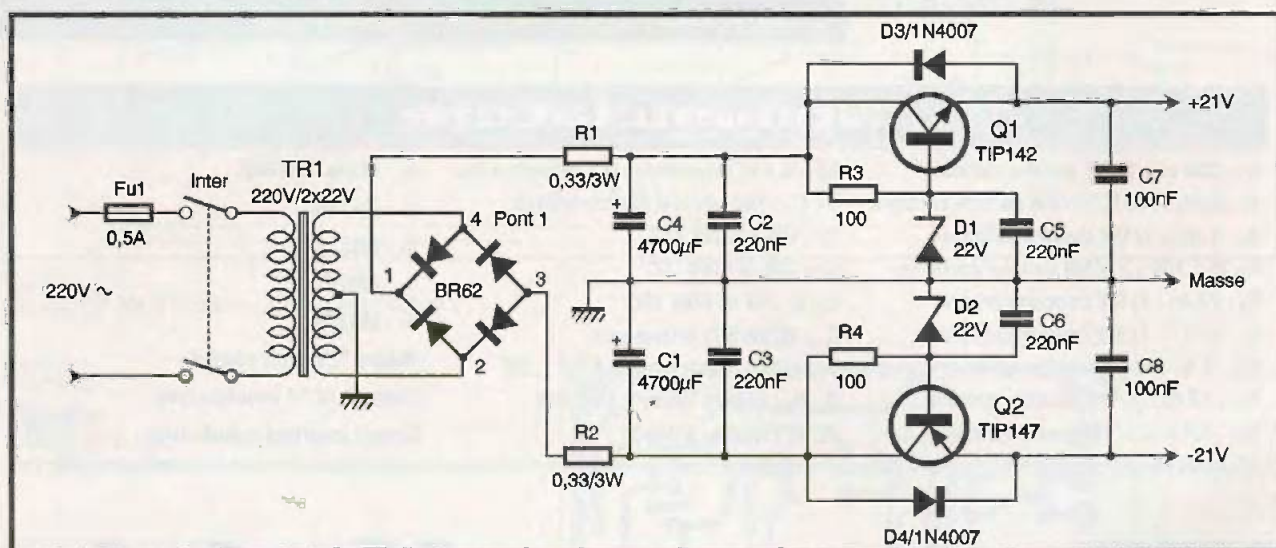
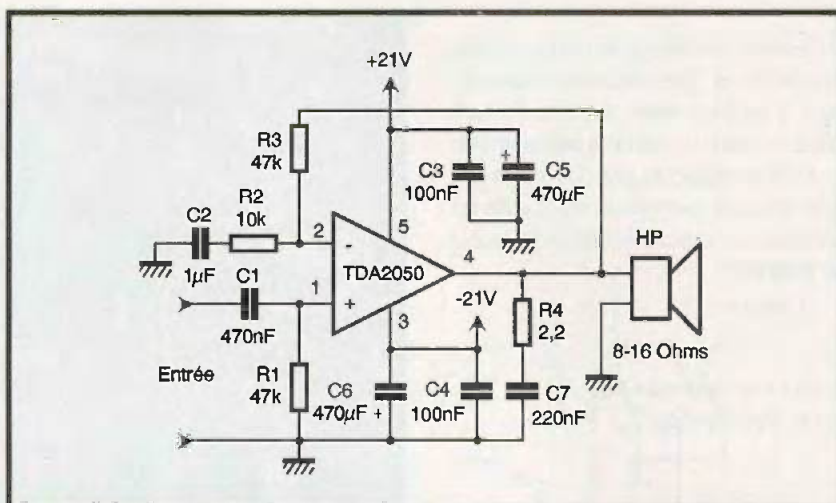
30W / 8 Ω



1

Schéma de principe

Ce schéma structurel (**figure 1**) correspond à une note d'application du constructeur. Le TDA2050 est un amplificateur opérationnel de puissance capable de délivrer jusqu'à 32W sous 8 Ω et 35W sous 4 Ω. Pour notre application, il est câblé en amplificateur non-inverseur de gain $Av=1+R_3/R_2 = 5,7$. Si on veut augmenter le gain, il suffit de diminuer la valeur de R_2 tout en gardant le produit $R_2 \times C_2$ constant. En effet, R_2 et C_2 définissent une fréquence de coupure basse. Avec les valeurs choi-



2

Schéma de principe

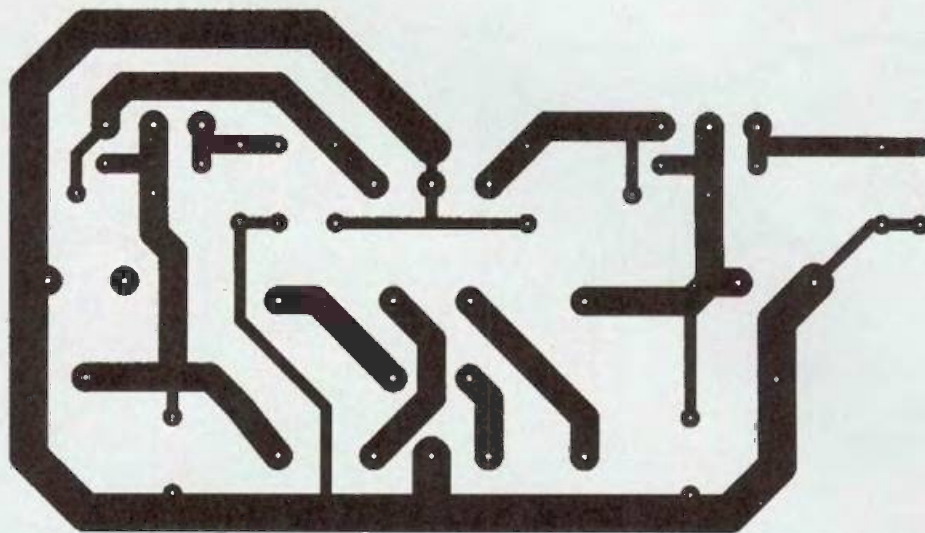
sies, on obtient $F1=1/(2 \cdot \pi \cdot R_2 \cdot C_2) = 15,9\text{-Hz}$. Les fréquences basses sont également limitées par le couple $R_1 \times C_1$ à une fréquence $F2=1/(2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C_1) = 15,9\text{-Hz}$. Comme $F1=F2$, nous avons globalement un filtre passe haut du deuxième ordre. Les composants R_4 et C_7 empêchent l'amplificateur d'entrer dans un régime oscillatoire. Quant aux condensateurs C_3 à C_6 , ils réalisent un filtrage de l'alimentation,

L'alimentation de l'amplificateur (figure 2)

Nous avons opté pour une alimentation stabilisée à $\pm 21\text{V}$ qui permet d'obtenir les 30W de l'amplificateur opérationnel. Son fonctionnement est très simple, un transformateur fournit 2 tensions alternatives de 20V qui sont redressées par un pont de diodes. Les résistances R_1 et R_2 limitent le courant lors de la première charge des condensateurs (mise sous tension). On obtient ainsi deux tensions continues de $\pm 26\text{V}$ que l'on



Remarquez les dimensions du dissipateur



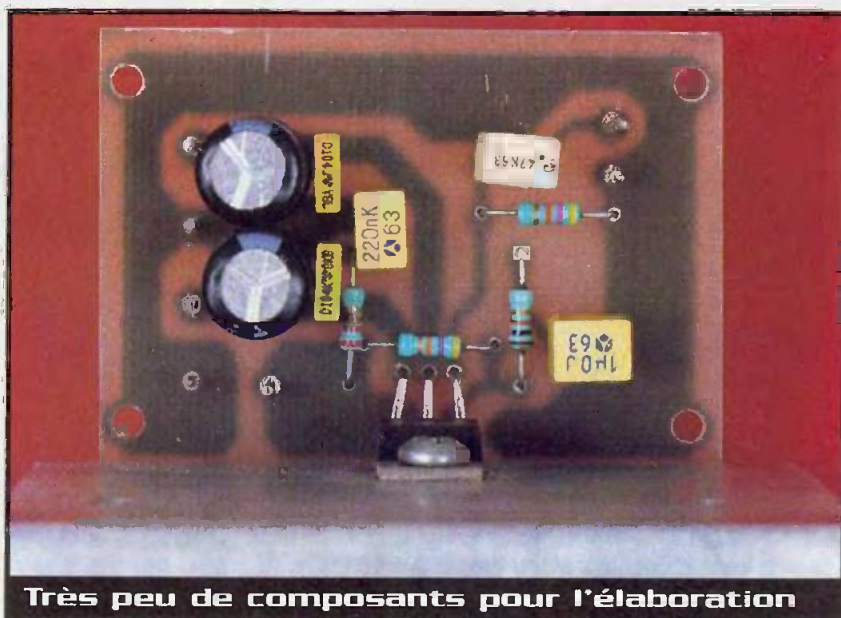
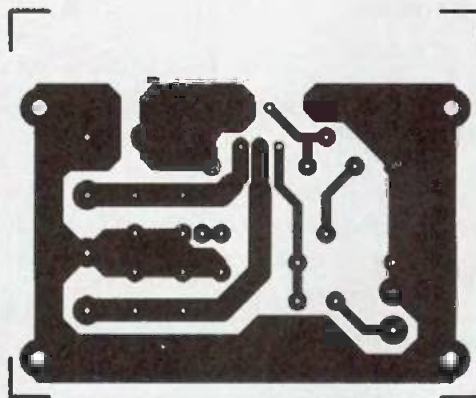
3 Tracé du circuit imprimé du module alimentation

5 Tracé du circuit imprimé du module amplificateur

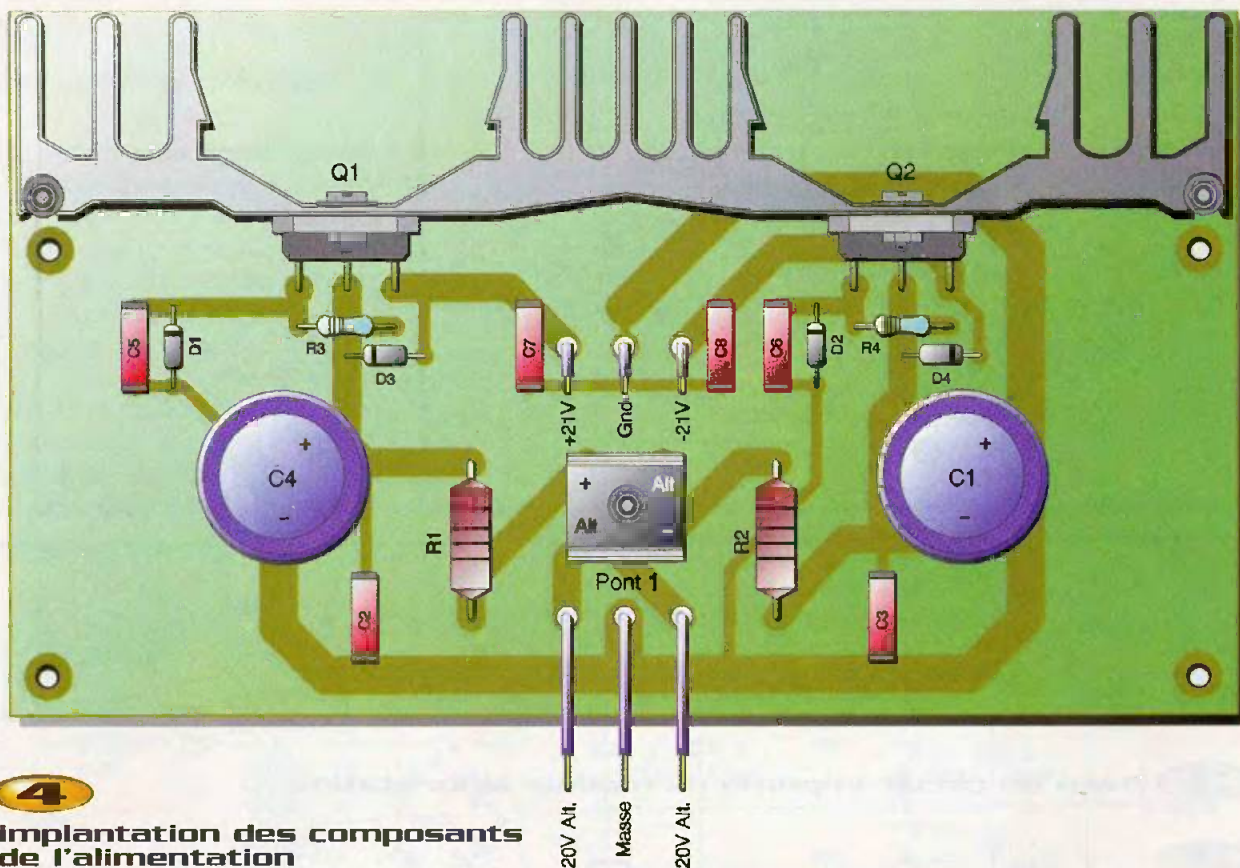
va abaisser à $\pm 21V$. Pour se faire, on polarise 2 transistors (Q_1 et Q_2) à des tensions fixes dont la valeur dépend des diodes zéner D_1 et D_2 (22V). Quant aux diodes D_3 et D_4 , elles protègent les transistors des tensions V_{ce} négatives (mise hors tension)

Réalisation pratique

Les deux circuits imprimés (figures 3 et 5) sont très faciles à réaliser, que l'on utilise une méthode de gravure directe ou une méthode photographique. Après avoir vérifier la continuité des pistes à l'ohmmètre et l'absence de court-circuit, on pourra souder les composants en respectant un ordre croissant des tailles. Pour l'amplificateur comme pour l'alimentation (figures 4 et 6), on choisira des radiateurs ayant une résistance thermique inférieure à $2^{\circ}C/W$. Du profilé de type peigne convient parfaitement, mais on peut également prendre d'autres formats adaptés au boîtier qui recevra notre montage. Les transistors de l'alimentation doivent être isolés du dissipateur thermique, mais on peut ne pas isoler le circuit amplificateur. Attention, le radiateur se trouve alors porté au potentiel -21V et si vous utilisez un boîtier métallique, méfiez-vous des courts-



Très peu de composants pour l'élaboration



4 Implantation des composants de l'alimentation

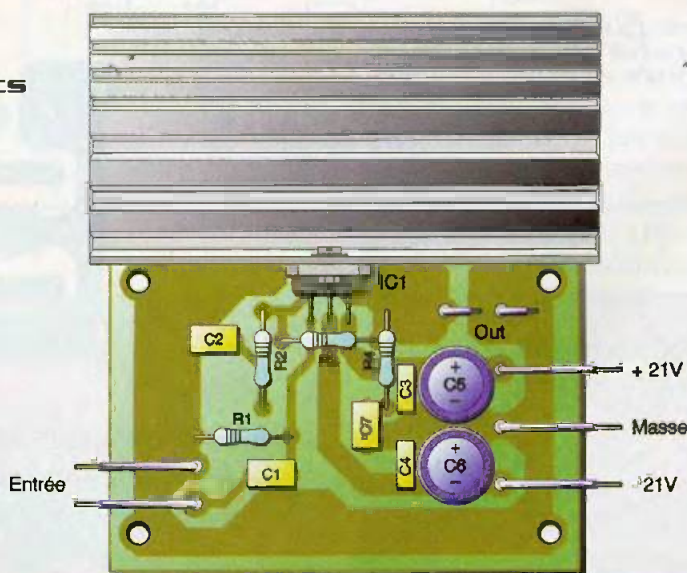
6 Implantation des composants de l'amplificateur

circuits ! Enfin, n'oubliez pas de fixer les radiateurs aux circuits imprimés, car les pattes de l'amplificateur et des transistors risquent de casser à brève échéance.

Mise en route et essais

Avant de mettre l'amplificateur sous tension, il est important de vérifier que les diodes et condensateurs sont implantés correctement. Aucun réglage n'est nécessaire, l'amplificateur est prêt à fonctionner. Avec des enceintes de 8 Ω, nous obtenons un son de très bonne qualité. La puissance est suffisante pour une écoute dans une pièce d'environ 75m³, mais ne permet tout de même pas de sonoriser une soirée un peu bruyante. Nous avons mesuré les caractéristiques techniques suivantes :

Puissance de sortie : 29W / 8Ω
 Bande passante : 19 Hz à plus de 40 kHz
 Distorsion : 0,5% à 25W sur toute la plage des fréquences
 Sensibilité d'entrée : 2,7 Veff pour Pmax
 Impédance d'entrée : 47 kΩ



Nomenclature

Amplificateur

R₁, R₃ : 47 kΩ couche métal 1/2W
 R₂ : 10 kΩ couche métal 1/2W
 R₄ : 2,2 Ω couche métal 1/2W
 IC₁ : TDA2050
 C₁ : 470 nF/63V LCC
 C₂ : 1 μF/63V LCC
 C₃, C₄ : 100 nF/63V LCC
 C₅, C₆ : 470 μF/25V électrolytiques
 Circuit imprimé 6,2x5,2cm
 Radiateurs R_{th} < 2°C/W
 1 kit d'isolation pour T022Q

Alimentation pour 2 voies

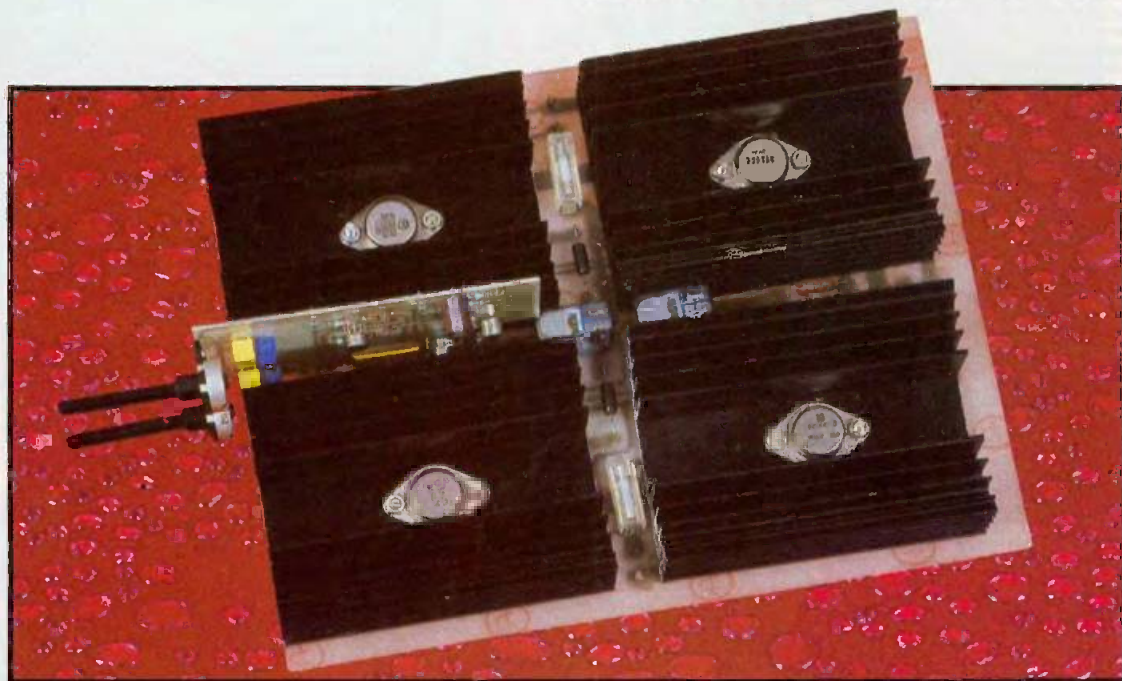
R₁, R₂ : 0,33 Ω 3W ou plus
 R₃, R₄ : 100 Ω couche métal 1/2W

C₁, C₄ : 4700 μF/35V FRS ou TFRS
 C₂, C₃, C₅, C₆ : 220 nF/100V MKT pas 10,16mm
 C₇, C₈ : 100 nF/100V MKT pas 10,16mm
 D₁, D₂ : Diodes zéner 22V/1,3W
 D₃, D₄ : 1N4007
 Pont₁ : BR62
 Q₁ : TIP142
 Q₂ : TIP147
 Transformateur 2x20V/100VA
 Interrupteur secteur bipolaire
 Fusible 0,5A temporisé
 Support fusible
 Circuit imprimé 16,2x9,1cm
 Radiateurs R_{th} < 2°C/W
 2 kits d'isolation pour TOP3

J-F MACHUT

Amplificateur de sonorisation

2 x 100 W/4 Ω



Présentation

Cet amplificateur fonctionne en classe AB et est contre-réactionné. Le principe de la classe AB est de maintenir les transistors à la limite de la polarisation (classe AB2) ou légèrement polarisés (classe AB1), de telle sorte qu'ils n'aient pas à dissiper une puissance trop élevée au repos tout en limitant les problèmes de distorsion de croisement. Rappelons que cette distorsion apparaît lorsque le signal passe par 0V (Extinction d'un des deux transistors et mise en conduction du deuxième). Pour s'affranchir définitivement de cette distorsion, on effectue une contre-réac-

tion de l'étage amplificateur, ce qui nous permet d'avoir à contrôler le gain en tension de l'étage. Comme le montre le schéma de la **figure 1**, un amplificateur de sonorisation ne possède pas de correcteur de tonalité (qui est plutôt situé sur la table de mixage), mais possède par contre un indicateur de saturation (peak).

Schéma électronique retenu

Comme on peut le constater, le schéma structurel (**figure 2**) n'est pas très compliqué et il est aisé de l'identifier aux fonctions principales décrites dans le schéma fonctionnel

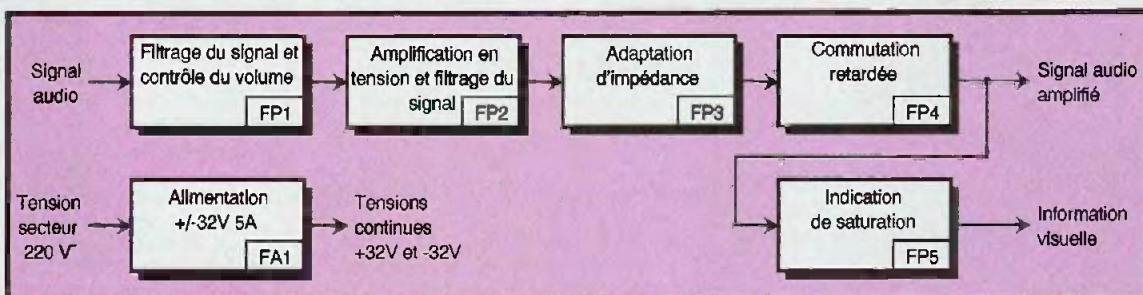
de degré 2. Ainsi, la fonction de filtrage FP1 est assurée par C_1 et P_1 . Ces deux composants définissent un filtre passe-haut passif du 1er ordre et de fréquence centrale :

$$F_0 = \frac{1}{(2 \times \pi \times P_1 \times C_1)} = 15 \text{ Hz}$$

Le contrôle du volume est directement effectué par P_1 qui est câblé en diviseur de tension. La fonction principale FP2 est réalisée par les composants IC_1 , R_1 , R_2 et C_2 . IC_1 est un amplificateur opérationnel haute tension, capable de fonctionner sous une alimentation de $\pm 35V$. Il est câblé en amplificateur non-inverseur dont le gain en tension vaut :

$A_v = 1 + R_2/R_1 = 23$. Ainsi, en considérant un signal d'entrée ayant une

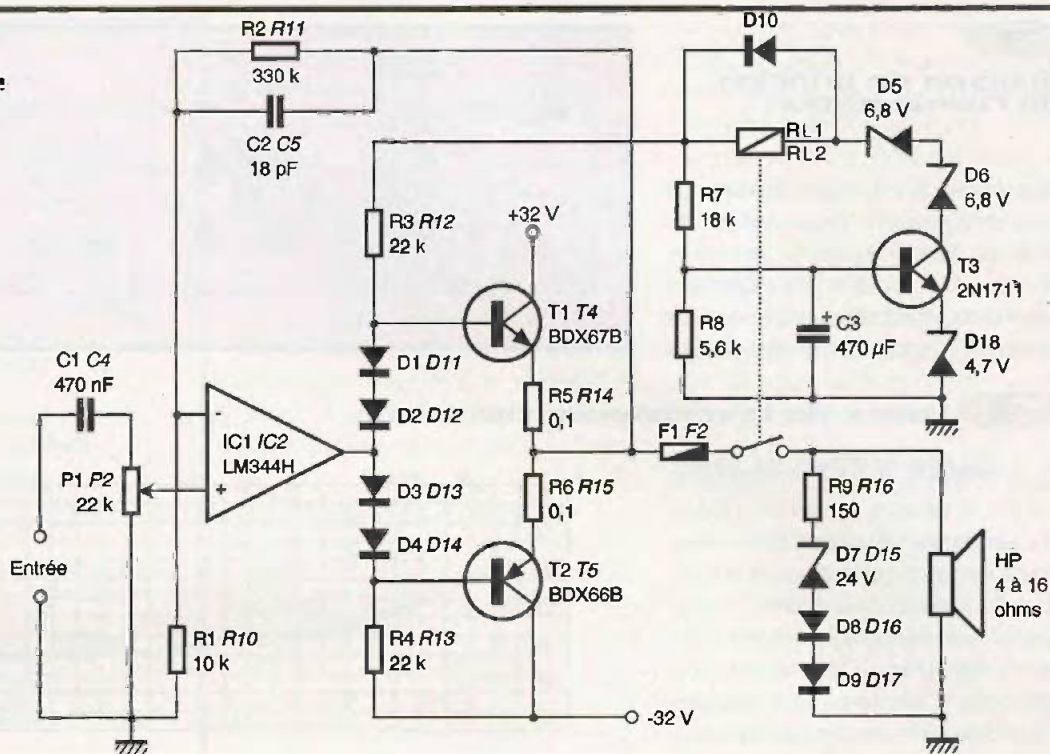
1 Synoptique



Nous vous présentons ici un amplificateur de sonorisation de puissance 2x100 Weff sous 4 Ω, puissance confortable pour une utilisation dans des locaux de taille moyenne.

Si nous vous proposons un tel montage, c'est que, contrairement à l'habitude, cet amplificateur revient moins cher à construire qu'à acheter dans le commerce.

2 Schéma de principe



amplitude de $0,87V_{eff}$, on obtient en sortie une tension pouvant atteindre, selon la position de P_1 , une tension de $0,87 \times 23 = 20V_{eff}$. Cette tension de $20V_{eff}$ aux bornes d'une charge de 4Ω correspond bien à une puissance efficace de 100 W. Notons que la valeur crête du signal vaut $\sqrt{2} \times 20 = 28,3V$. L'adjonction du condensateur C_2 en parallèle sur R_2 crée un filtre passe-bas de fréquence

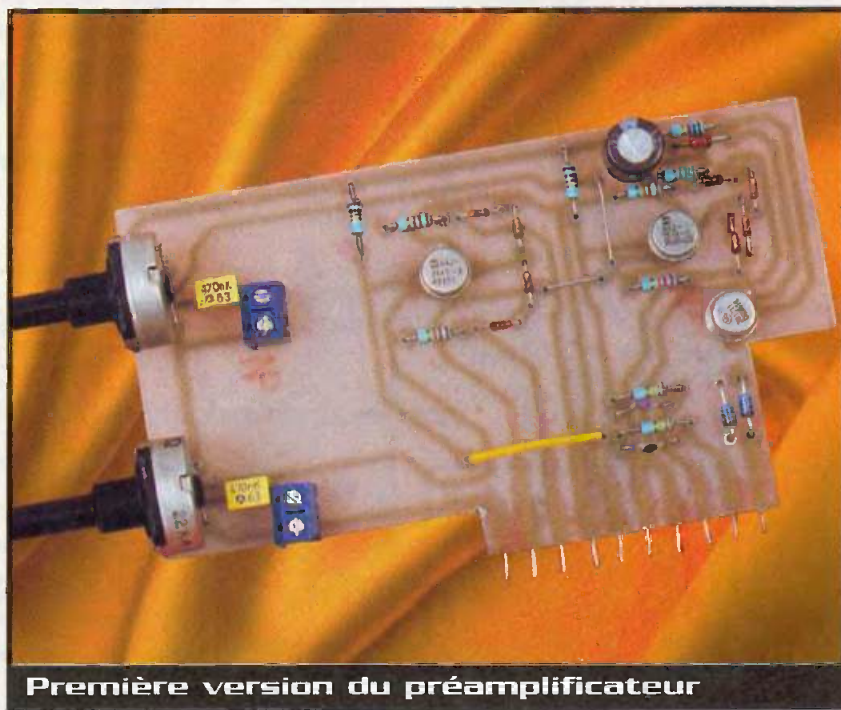
$$F1 = \frac{1}{2 \times \pi \times R_2 \times C_2} = 22 \text{ kHz}$$

La fonction principale FP3 "adaptation d'impédance" est réalisée par les diodes D_1 à D_4 , les transistors T_1 et T_2 et les résistances R_3 à R_6 . Elle est nécessaire car l'amplificateur opérationnel LM344H n'est pas capable de fournir une intensité dépassant une dizaine de milliampères. Or, si l'on met directement aux bornes du haut-parleur de 4Ω une tension de $20V_{eff}$, il devrait circuler 5A dans le circuit. On fait donc appel à deux transistors Darlington de puissance qui amplifient le courant de l'amplificateur opérationnel. Leur gain est d'environ 1000 et on déduit que le courant fourni (ou absorbé) par l'amplificateur IC_1 sera voisin de 5mA, valeur compatible avec ce que peut fournir le composant. Les diodes D_1 à D_4 sont rendues passantes par les résistances R_3 et R_4 . On maintient ainsi, lorsque le potentiel en sortie de l'amplificateur opérationnel est à 0V, une tension de $2 \times 0,6V = +1,2V$ sur la base de T_1 et une tension

de $-1,2V$ sur la base de T_2 . Nos transistors sont donc bien polarisés en classe AB, ils sont juste passants. Ceci nous permet de calculer l'intensité qui circule dans ces transistors au repos $I_{b1} = I_{R3}/2 = (32-1,2) / (22000 \times 2) = 700\mu A$. On peut donc en déduire que le courant de collecteur I_c vaut $0,7 \times 1000 = 700mA$ et que la puissance dissipée au repos vaut $22,4W$ ($V_{ce} \times I_c$). Les résistances R_5 et R_6 permettent de faire des mesures de courant et servent à la stabilité thermique des transistors. Si notre

amplificateur n'était pas contre-réactionné, il faudrait prendre des résistances de valeur nominale égale à 10% de la valeur de la charge, soit $0,4 \Omega$.

Pour réaliser la commutation retardée des haut-parleurs (FP4), on utilise un relais dont l'alimentation ne se fait qu'au bout de quelques secondes. Les résistances R_7 et R_8 forment un diviseur de tension. Cette tension, qui vaut $(32 \times R_8) / (R_7 + R_8) = 7,6V$ charge le condensateur C_3 . La constante de temps vaut : $\tau = (R_7 // R_8) \times C_3$, ce qui

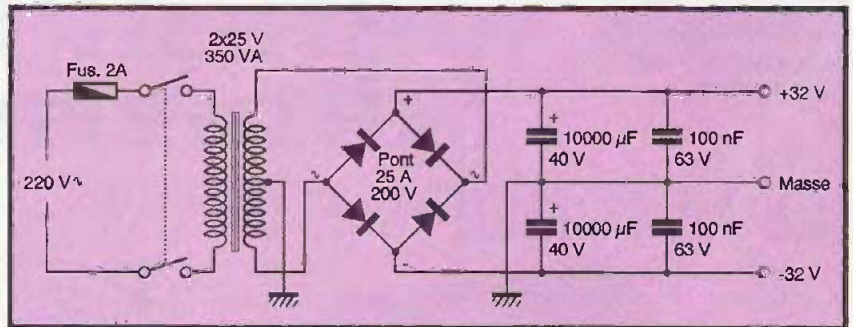


Première version du préamplificateur

3

Schéma de principe de l'alimentation

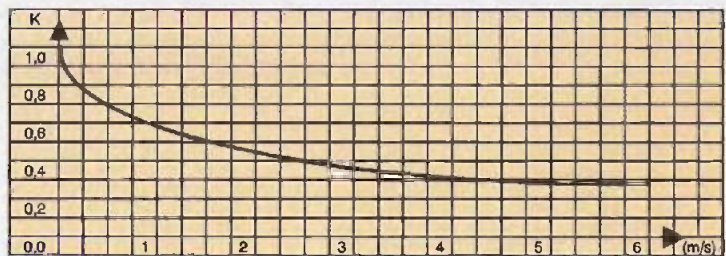
nous donne $\pi = 2$ s. Si on considère que le condensateur est chargé au bout de $3 \times \pi$, la durée de charge est de 6 secondes. Mais en fait, le relais colle avant et plus précisément dès que la tension aux bornes de C_3 devient supérieure au seuil



4

Valeur de la résistance thermique

de zéner de $D_{1B} + 0,6V$. En effet, à ce moment, le transistor T_3 entre en conduction. La fonction principale FP5 d'indication de saturation est réalisée par la résistance R_9 associée aux diodes D_7 à D_9 . Lorsque la tension de sortie devient supérieure à $V_{D7} + V_{D8} + V_{D9}$ soit $24 + 0,6 + 1,5 = 26,1V$, les diodes sont passantes et la LED D_9 peut s'allumer. Lorsque la tension de sortie est négative, la diode D_8 est polarisée en inverse et protège la LED qui ne supporte pas les tensions inverses trop importantes. La fonction annexe FA est l'alimentation de l'amplificateur. Nous ne donnerons que le schéma structurel de cette dernière, sachant que le routage de son circuit imprimé est facile à réaliser. Faites très attention cependant au choix des composants. Nous faisons ici de l'électronique de puissance, ce qui implique une dissipation thermique des composants. Ainsi, prévoyez un radiateur pour le pont de diodes ou montez-le sur le boîtier métallique. De même, choisissez, pour les condensateurs, des modèles prévus pour le filtrage d'alimentations (CO38, CO39, Snap In...). Enfin, pour le câblage, utilisez du fil de section supérieure à 2 mm^2 . Pour limiter les rayonne-



ments électromagnétiques du transformateur, on choisira un modèle torique, capoté ou non.

Réalisation pratique

Étant donné les intensités mises en jeu dans le circuit, les pistes de puissance sont très larges (jusqu'à 8mm) et les plus courtes possibles. Nous avons choisi d'intégrer les dissipateurs thermiques au circuit imprimé de manière à éviter le plus possible les connexions volantes qui sont génératrices de parasites (elles font "antenne") et qui donnent très souvent du fil à retordre ! Le câblage s'en trouve ainsi grandement facilité et nous verrons plus loin différentes manières de mettre les circuits imprimés en boîtier. Les autres pistes

ne sont jamais inférieures à 1,5mm de large, ce qui permet d'utiliser n'importe quelle méthode de gravure. Néanmoins, après avoir gravé vos circuits, il faut impérativement vérifier la continuité des pistes à l'ohmmètre et l'absence de court-circuit entre pistes voisines. Faute d'avoir suffisamment fait attention, nous avons grillé les transistors de puissance d'une voie : les composants n'admettent aucune erreur de polarisation...

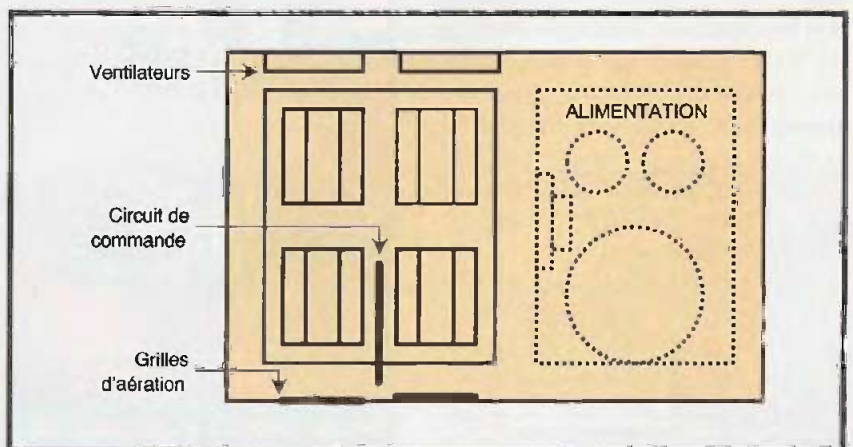
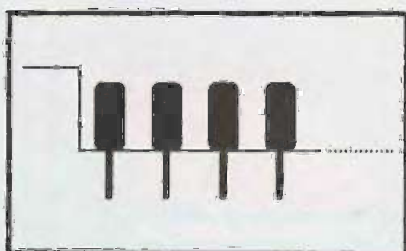
Quant aux radiateurs, leurs valeurs devant être très faibles (= radiateurs volumineux), on choisit des modèles courants de type ML48 dont la résistance thermique R_{th} vaut $1^\circ\text{C}/\text{Watt}$ pour une longueur de 12cm, auxquels on va associer des ventilateurs. En effet, nos radiateurs vont être montés à plat (horizontalement) et le fabri-

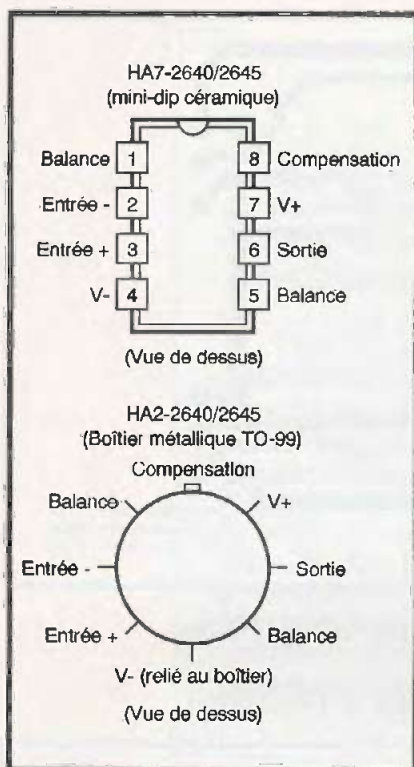
5

Emplacement des éléments

6

Liaisons du module de commande





7 Brochages

quant nous donne la résistance thermique pour un montage vertical. Il faut donc considérer que nos radiateurs perdent 20% de leur efficacité et leur résistance thermique réelle devient $1,2^{\circ}\text{C/W}$. Si on utilise notre amplificateur avec des haut-parleurs de $8\ \Omega$ un ventilateur suffit. En revanche, pour l'utilisation nominale que nous avons prévue ($2 \times 100\text{W}_{\text{eff}}$ sous $4\ \Omega$), il faut en utiliser deux. Comment choisir ces derniers ? La valeur de la résistance thermique du radiateur va décroître en fonction de la vitesse de l'air circulant dans ses environs immédiats suivant la courbe proposée **figure 4** (données du constructeur SEEM) ; $R_{thf} = R_{th} \times k$.

Nous avons réalisé deux circuits de commande. Le premier vient s'enficher directement sur le circuit de puissance et les axes des potentiomètres de volume sont alors l'un au-dessus de l'autre. Le second est, lui, relié à la carte de puissance par des fils, ce qui permet de disposer cette carte de commande un peu où on le désire. Pour pouvoir enficher le premier circuit, il suffit de souder des pattes de composants sur la base du circuit imprimé. Ce circuit étant situé à proximité immédiate des radiateurs, il doit être ventilé. De plus, il est important de vérifier que les soudures

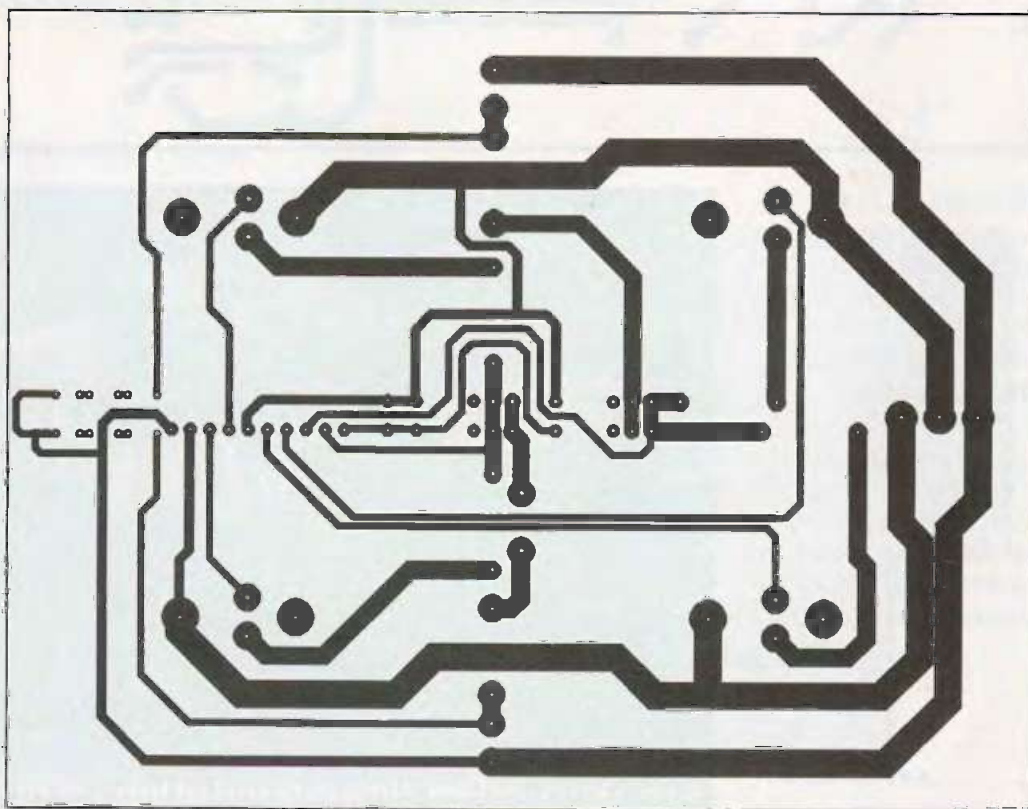
ne touchent pas le radiateur. On pourra, au besoin, glisser une feuille de plastique assez épais ou mieux, une chute d'époxy débarrassée de son cuivre, entre ce dernier et le circuit. Les ventilateurs seront disposés au fond du boîtier et il faudra prévoir des grilles d'aération sur la face avant. Voici un schéma représentant le boîtier vu de dessus.

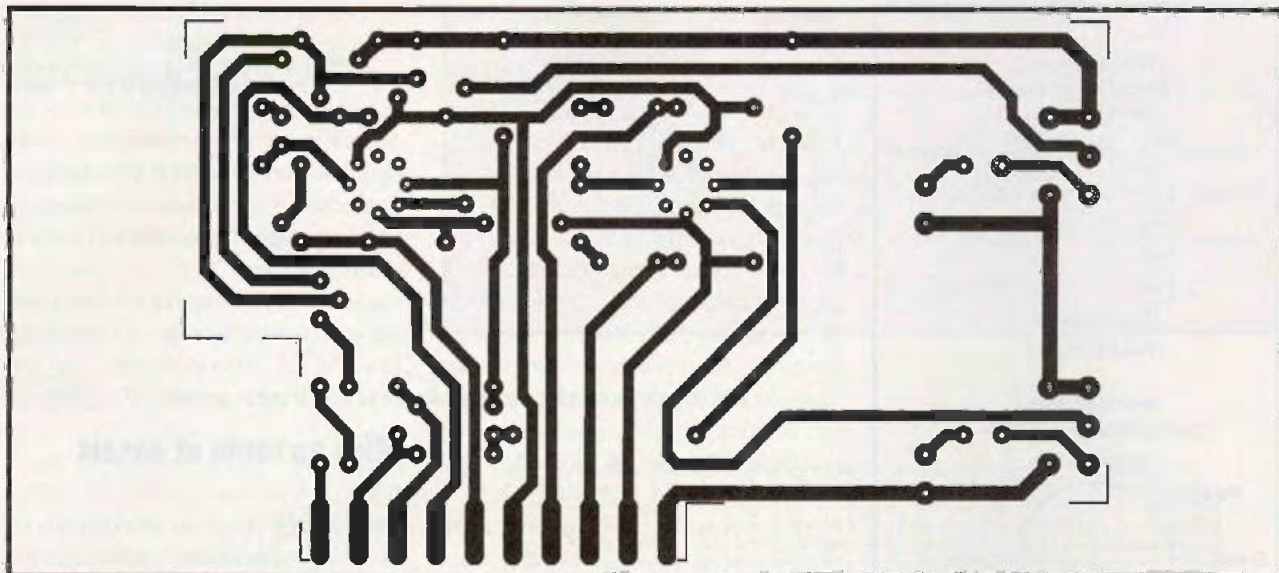
Les branchements électriques se réduisent aux trois câbles d'alimentation (masse -32V et +32V), au branchement des haut-parleurs et aux deux entrées.

Mise en route et essais

Il est impératif de vérifier une dernière fois la bonne implantation des composants avant de mettre l'amplificateur sous-tension. Au bout de 4 secondes, les relais collent et on entend un très léger bruissement dans les haut-parleurs. Si les relais ne collent pas, il faut vérifier le circuit de retardement et faire des mesures de tension. Au besoin, s'il n'y a pas assez de tension aux bornes des bobines de relais, on pourra diminuer les valeurs de D_5 et D_6 . Ensuite, aucun réglage n'est nécessaire et il suffit de brancher une source sonore de haut niveau sur les entrées. Pour notre

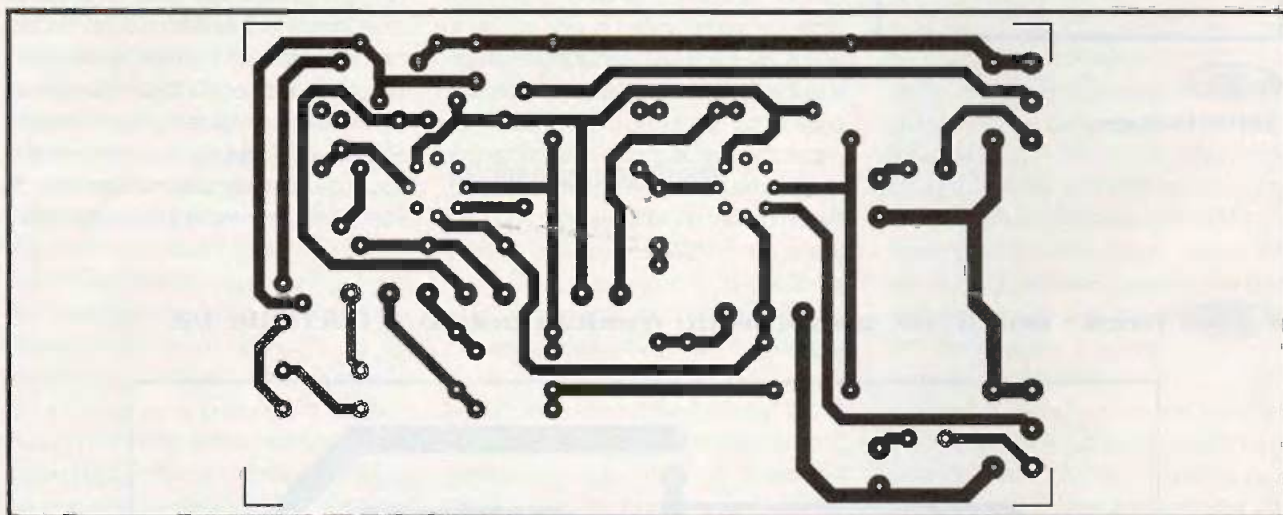
8 Tracé du circuit imprimé du module publié à l'échelle 1/2





9 Tracé du circuit imprimé du pilote 1^{ère} version à l'échelle

10 Tracé du circuit imprimé du pilote 2^{ème} version à l'échelle



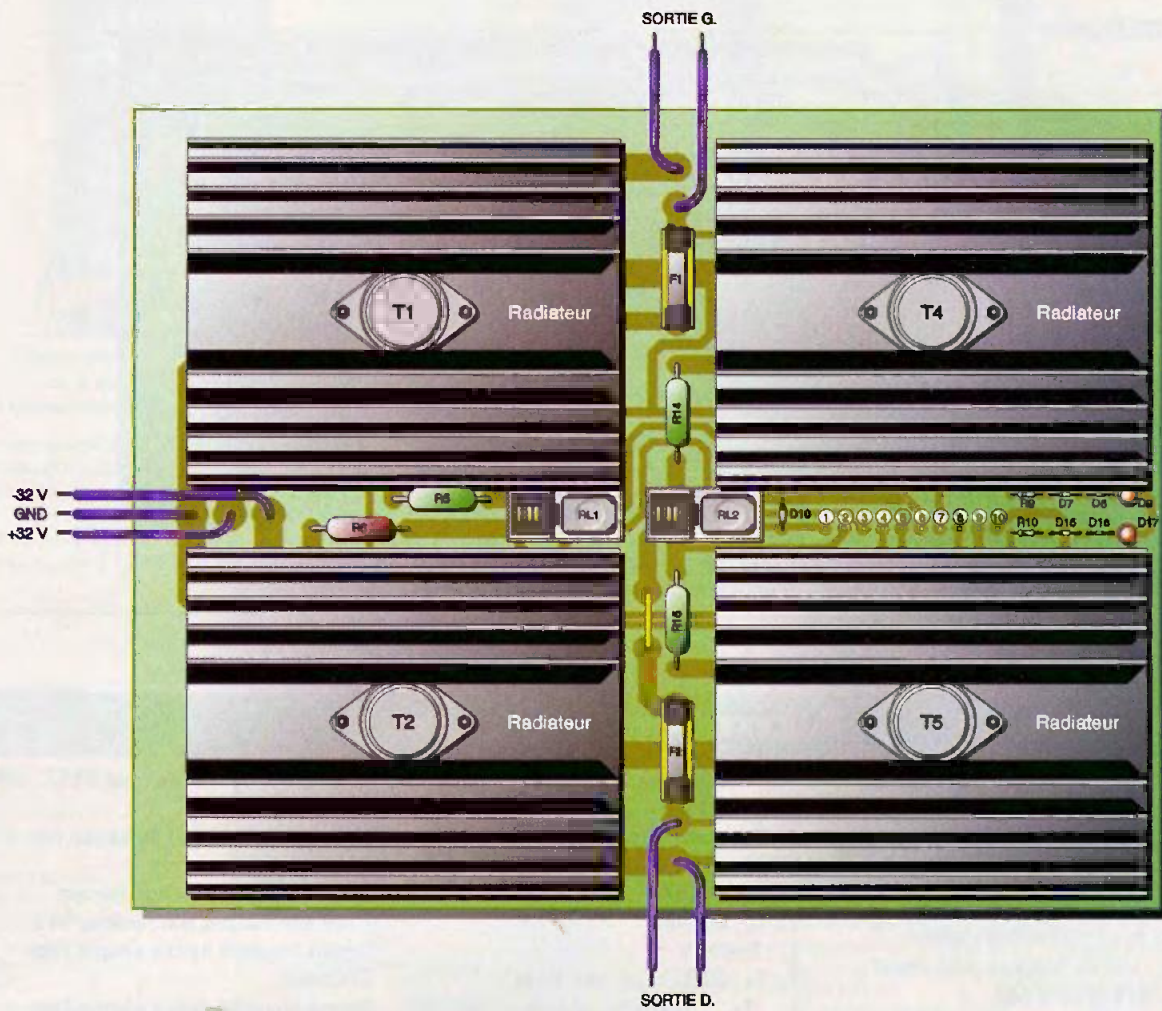
part, nous utilisons toujours un lecteur de Compact Disc et un CD de type DDD qui a une absence totale de bruit. Les résultats sont à la mesure de nos espérances, le son est très bien équilibré avec une réponse puissante dans les graves. Nous avons mesuré une puissance de 91Weff sous 4 Ω.

Après avoir recherché les causes de ce petit manque de puissance, nous avons incriminé le circuit LM344H qui, alimenté en $\pm 34V$, n'est pas capable de fournir plus de $\pm 27V$ en sortie alors que l'on pouvait espérer, au vu de la documentation constructeur, $\pm 29V$.

J-F. MACHUT

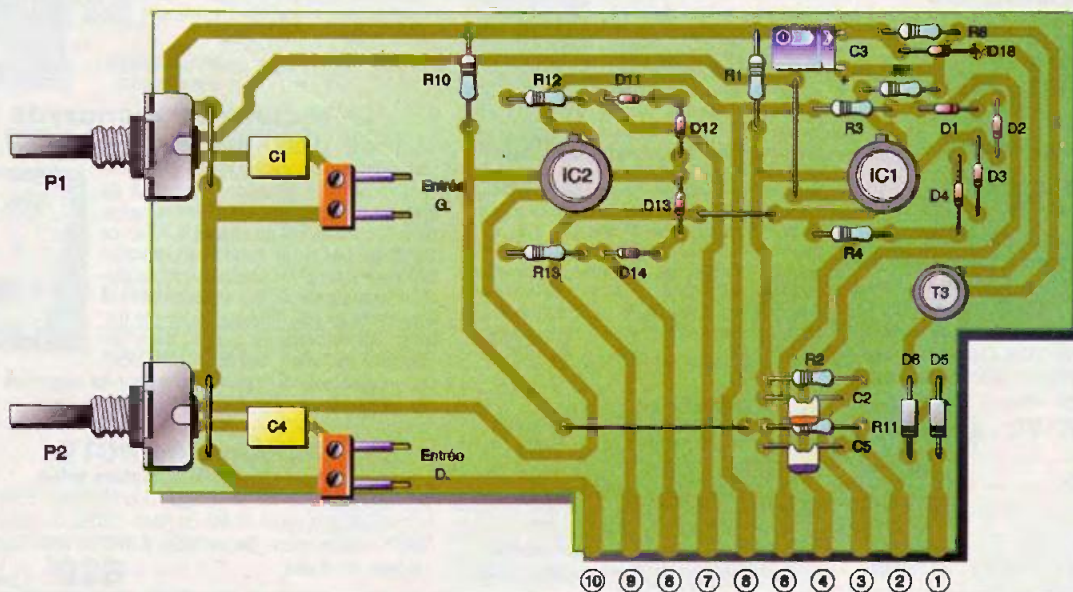


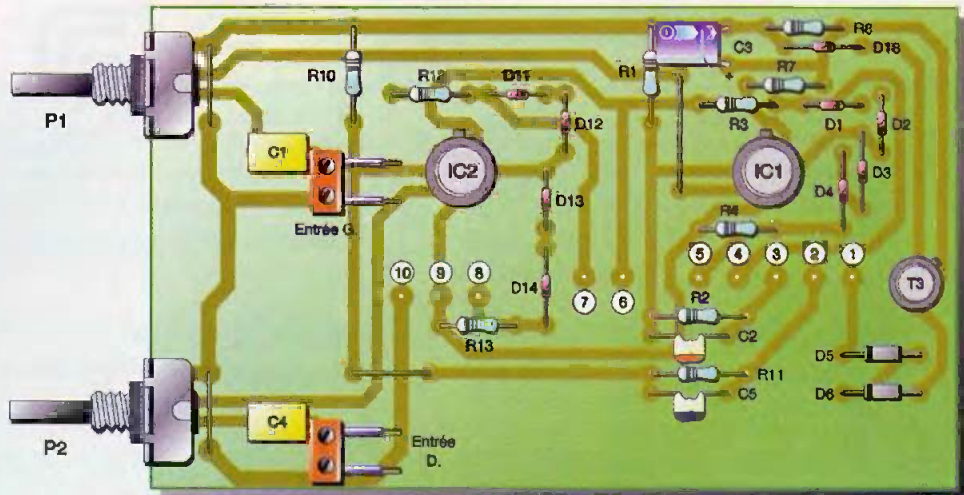
Les deux relais de commutation retardée



11 module principal à l'échelle 1/2

12 grandeur réelle





13 à l'échelle

Nomenclature

R₁, R₁₀ : 10 kΩ 1/2W couche métal
R₂, R₁₁ : 330 kΩ 1/2W couche métal
R₃, R₄, R₁₂, R₁₃ : 22 kΩ 1/2W couche métal
R₅, R₆, R₁₄, R₁₅ : 0,1 Ω 3W vitrifiée
R₇ : 18 kΩ 1/2W couche métal
R₈ : 5,6 kΩ 1/2W couche métal
R₉, R₁₆ : 150 Ω 1/2W couche métal
C₁, C₂ : 470 nF/63V LCC
C₃, C₅ : 18 pF/100V céramique fils longs
C₄ : 470 µF/16V électrolytique
D₁ à D₄, D₈, D₁₁ à D₁₄, D₁₈ : diodes 1N4148
D₅, D₆ : diodes zéner 6,8V 1/3W

D₁₈ : diode zéner 4,7V 1/3W
D₇, D₁₅ : diodes zéner 24V 1/3W
D₉, D₁₇ : LED rouge 5mm
IC₁, IC₂ : LM344H (= HA2-2645)
T₁, T₄ : BDX67B
T₂, T₅ : BDX66B
T₃ : 2N1711
P₁, P₂ : 22 kΩ Log axe 6mm
F₁, F₂ : fusibles rapides 6A/250V 5x20mm
2 supports fusibles 5x20mm
Cavaliers de liaison verticaux et horizontaux

50cm de radiateur de type ML48, SL48 ou WA408
ou 4 radiateurs pour T03 avec R_{th} < 1,2°C/W
2 relais 12V/2RT format Europe
4 kits d'isolation pour boîtier T03
Circuit imprimé époxy simple face 27x20cm
Circuit imprimé époxy simple face 11x7,5cm ou 11x6,5cm (voir texte)
Alimentation ± 32V/5A (voir texte)

Caméra vidéo CDD miniature couleur 930^F + port 40 F

- Capteur CDD 320000 pxels
 - Focus manuel 10 mm à l'infini
 - Balance des blancs auto
 - Sortie standard PAL
 - Luminosité mini 10 lux
 - F 3.8/f = 4 mm
 - Poids 105 g
 - Bloc alim. 4,5 V
- Documentation sur demande

Kit vidéo avec détecteur IR

Le kit comprend : 1 caméra CCTV N/B avec micro incorporé + 1 câble de 20 m + 1 câble liaison TV + 1 câble de liaison magnétoscope + 1 boîtier de distribution + 1 alim. 220/12 V. La caméra s'enclenche automatiquement dès l'apparition d'une présence et l'image s'affiche sur l'écran du TV même si vous regardez un autre programme.

Documentation sur demande

1490^F

+ port 55 F



Pollumètre® Air

le premier détecteur individuel de pollution d'air

Vous aide à mieux vous protéger des agressions de la pollution atmosphérique. Système de haute technologie, piloté par micro-processeur qui analyse la qualité de l'air ambiant. Détecte et mesure en volume la concentration du principal polluant atmosphérique - le monoxyde de carbone (CO) - gaz dangereux Inodore et incolore. Le taux de monoxyde de carbone est Indiqué en particule par million (ppm). Un ppm CO = 1 cm³ de CO dans 1 m³ d'air. Recommandé pour femmes enceintes, enfants, sportifs, troisième âge, personnes soucieuses de préserver une bonne santé respiratoire ou cardiaque. Utile à la maison, à l'école, sur son lieu de travail, pour les loisirs.

Documentation sur demande.

595^F

+ port 40 F

AES 91290 ARPAJON
 61 bis, avenue de Verdun

Tél. : 01 64 90 07 43
 Fax : 01 64 90 10 26

Joindre règlement à la commande
 paiement par chèque bancaire ou CB



GRIP1 détecteur de fuites pour fours à micro-ondes

Système breveté fabriqué sous licence ONERA (Office National d'Etudes et de Recherche Aéronautiques) GRIP1 est une Invention de l'ONERA/CERT à Toulouse Département Etudes et Recherches en Micro-Onde

175^F + port 30 F

Documentation sur demande

Détecteur de monoxyde de carbone (gaz) Ch-138

Le monoxyde de carbone est un gaz mortel produit par la combustion incomplète du bois, du gaz naturel ou de différents carburants comme le fuel ou alcools à brûler de chauffage. Le Ch-138 consiste en un boîtier tout en un muni d'un capteur spécial déclenchant une alarme en cas de dépassement acceptable de 100 PPM (particules par millions) de monoxyde de carbone dans l'atmosphère de votre habitation. Une diode LED rouge signalera l'excès de gaz pour les personnes malentendantes. Alim. secteur 220 V

295^F + port 40 F

MIRO vidéo PCTV la carte tuner TV et capture vidéo

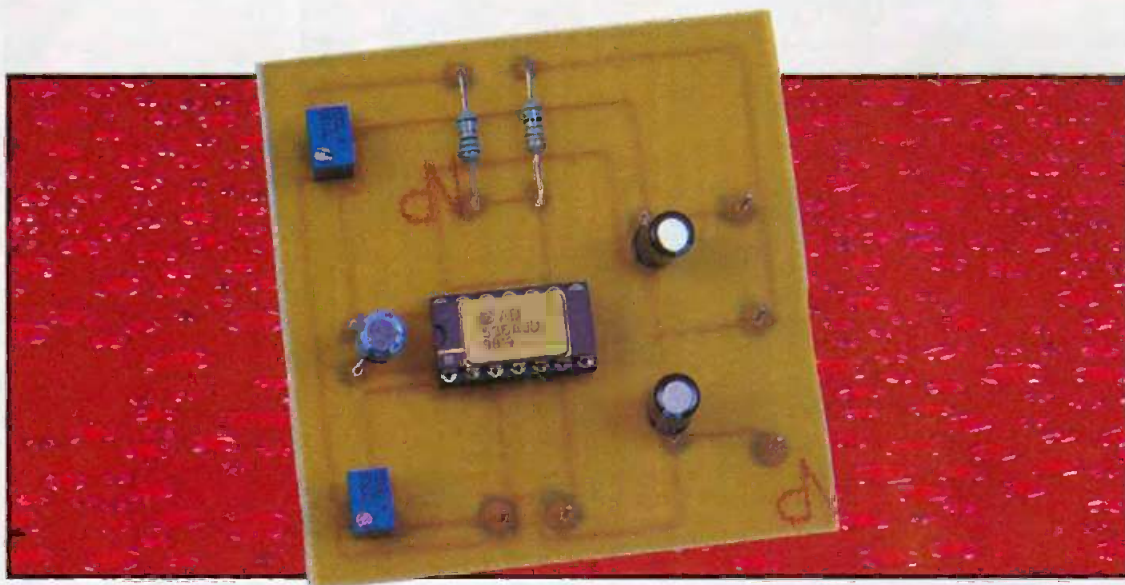
La TV avec tous ses avantages. Configuration conseillée : Pentium 90 MHz mini - 16 Mo de RAM - 30 Mo de disque dur - Slot PCI bus master - Source vidéo S-VHS et VHS - Carte son Windows 95 et plus

820^F + port 30 F



Convertisseur

de tension efficace en tension continue



Le circuit qui est décrit dans cet article met en œuvre l'AD536A de chez Analog Devices qui est un circuit intégré monolithique complet qui effectue la conversion de la valeur efficace vraie d'un signal alternatif en une valeur continue. Ce composant offre des performances comparables et même supérieures à des modules hybrides ou composés de plusieurs éléments et qui coûtent beaucoup plus cher.

Étude du montage

L'AD536A calcule directement la valeur efficace vraie de n'importe quelle forme d'onde à l'entrée pourvu que cette dernière contienne des composantes alternatives et continues. Il a un schéma de compensation du facteur de crête qui permet des mesures avec 1% de taux d'erreurs jusqu'à des facteurs de crête de 7. La large bande-passante de ce circuit étend la capacité de mesure jusqu'à 300 kHz avec une erreur de 3 dB pour des niveaux de signaux au-dessus de 100 mV. Une caractéristique importante de l'AD536A qui n'était pas disponible précédemment dans les convertisseurs de valeur efficace est une sortie en décibels (dB). Le logarithme du signal de sortie est sorti sur une broche séparée pour permettre la conversion en décibels avec une plage dynamique utile de 60 dB. En utilisant une référence de courant d'alimentation externe, le niveau de 0 dB peut être établi comme l'utilisateur le souhaite pour correspondre à n'importe quel niveau d'entrée entre 0,1 et 2V en valeur effi-

cace. L'AD536A a été ajusté au niveau de la puce du composant pour les tensions de décalage en entrée et en sortie, et pour la symétrie des formes d'onde positives et négatives (erreur d'inversion en continue), pour une précision à grande échelle à 7V de tension efficace. Il y a une protection complète pour les entrées et les sorties. Le circuit d'entrée peut admettre des tensions de surcharge bien au-delà des tensions d'alimentation. La perte d'une tension d'alimentation avec un signal connecté à l'entrée n'entraînera pas la destruction du circuit. La sortie est protégée contre les courts-circuits. L'AD536A représente une solution implicite de l'équation de la valeur efficace qui surmonte la plage dynamique aussi bien que les autres limitations inhérentes dans un calcul simple d'une valeur efficace. Le calcul actuel effectué par l'AD536A suit l'équation suivante :

$$V_{rms} = \text{Avg} ((V_{in} \times V_{in}) / V_{rms})$$

La **figure 1** représente un schéma simplifié de l'AD536A ; il est divisé en quatre parties majeures : le circuit de la valeur absolue (redresseur actif), les

opérations de mise au carré et de division, le miroir de courant et l'amplificateur intermédiaire. La tension d'entrée V_{in} , qui peut être alternative ou continue, est convertie en un courant unipolaire I_1 par le redresseur actif A1, A2. I_1 commande une entrée du circuit effectuant les opérations de mise au carré et de division qui a la fonction de transfert suivante :

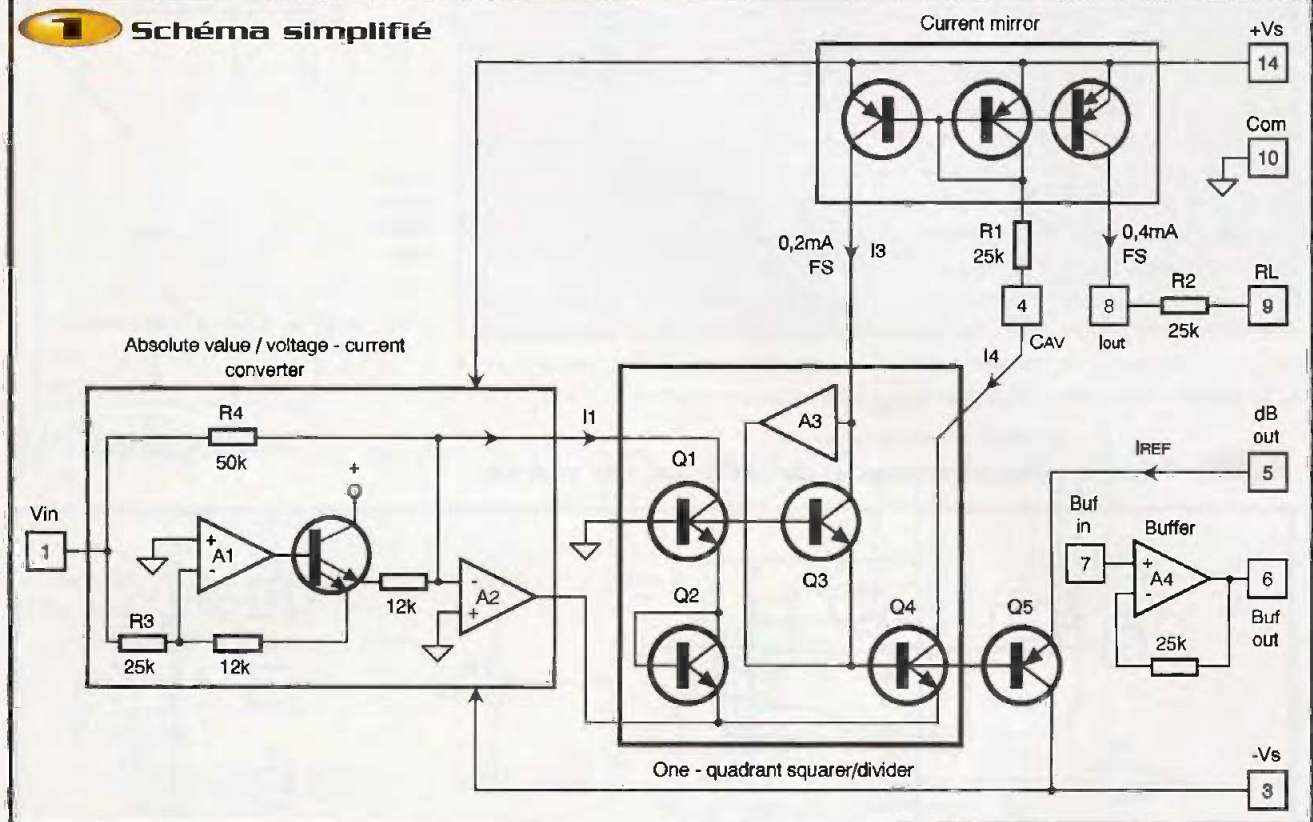
$$I_4 = ((I_1 \times I_1) / I_3)$$

Le courant de sortie I_4 , sortant du circuit effectuant les opérations de mise au carré et de division, commande à son tour le miroir de courant à travers un filtre passe-bas formé par R_1 et la capacité connectée extérieurement C_{av} . Si la constante de temps $R_1 \times C_{av}$ est beaucoup plus grande que la plus longue période du signal d'entrée, alors I_4 est effectivement moyenné. Le miroir de courant retourne un courant I_3 , qui est égal à $\text{Avg} (I_4)$, vers le circuit qui effectue les opérations de mise au carré et de division pour compléter le calcul implicite de la valeur efficace. Ainsi :

$$I_4 = \text{Avg} ((I_2 \times I_2) / I_4) = \text{valeur efficace de } I_1.$$

Le miroir de courant fournit aussi le courant de sortie tout qui est

1 Schéma simplifié



égal à $2 \times I_4$. I_{out} peut être utilisé directement ou converti en une tension avec R_2 et tamponné par A4 pour fournir une tension de sortie à faible impédance. Il en résulte alors une fonction de transfert de l'AD536A :

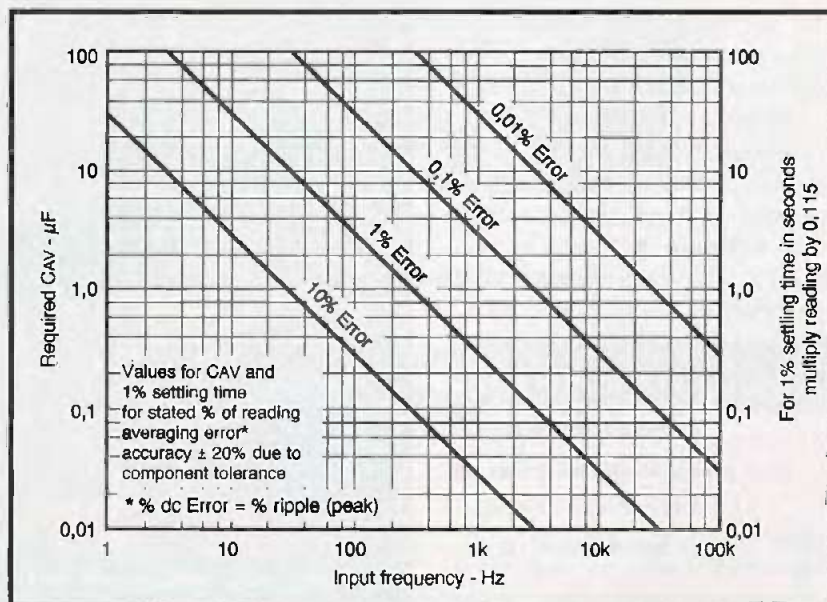
$$V_{out} = 2 \times R_2 \times I_{rms} = V_{rms}$$

La sortie en décibels est tirée de l'émetteur de Q3 puisque la tension à ce point est proportionnelle à $(-\log(V_{in}))$. L'émetteur suiveur Q5 tamponne et décale le niveau de cette tension ; ainsi, la tension de sortie en décibels est nulle quand le courant d'émetteur de Q5 fourni extérieurement est approximativement égal à I3.

L'AD536A est simple à connecter pour la majorité des mesures de valeur efficace de hautes précisions, ne demandant seulement qu'une capacité extérieure pour établir la constante de temps de moyennage. Dans cette configuration, le circuit mesurera la valeur efficace des niveaux alternatifs et continus qui se trouvent à l'entrée, mais présentera une erreur pour les entrées ayant des fréquences basses, erreur qui est une fonction du filtre capacitif, C_{av} , comme le montre la **figure 2**. Ainsi, si une capacité de $4 \mu F$ est utilisée, l'erreur de moyennage additionnel à 10 Hz sera de

0,1% ; à 3 Hz il sera de 1%. La précision aux fréquences plus élevées correspondra à la spécification. Si on désire rejeter l'entrée continue, une capacité non polarisée doit être ajoutée en série avec l'entrée. Si l'AD536A est commandé par des alimentations qui ont une quantité considérable d'ondulations hautes fréquences, il peut être envisageable de filtrer toutes ces alimentations avec la masse par des capacités de $0,1 \mu F$ qui seront placées aussi proche que possible du composant. La plage des signaux d'entrée et de sortie est

une fonction des tensions d'alimentation comme le montre le **figure 3**. L'AD536A peut aussi être utilisé dans un mode de tension de sortie non tamponnée en déconnectant l'entrée de l'étage tampon. La sortie apparaît alors non tamponnée à travers la résistance de $25 k\Omega$. L'amplificateur tampon peut alors être utilisé pour d'autres applications. De plus, l'AD536A peut être utilisé dans un mode de courant de sortie en déconnectant la résistance de $25 k\Omega$ de la masse. Le courant de sortie est disponible sur la broche 8 avec une



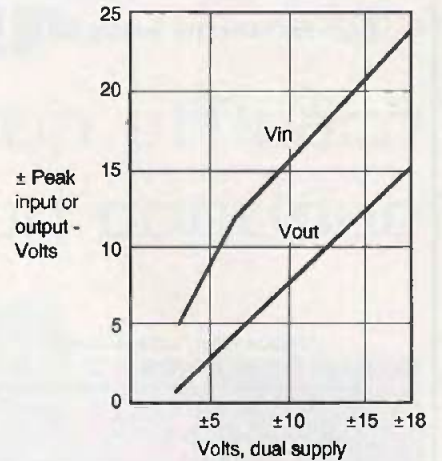
2 Erreurs aux fréquences basses

échelle nominale de 40 μA en sortie par volt de tension efficace en entrée.

Si on désire améliorer la précision de l'AD536A, des potentiomètres extérieurs peuvent être ajoutés ; c'est l'objet de notre montage qui est représenté à la **figure 4**. P_2 est utilisé pour régler la tension de décalage ; à noter que ce circuit contient une résistance de 360 Ω en série avec la résistance de 25 k Ω interne. Cette résistance entraînera une augmentation de 1,5% du facteur d'échelle qui est rattrapé avec le potentiomètre P_1 . La plage d'ajustement du

nelle à C_{av} , une augmentation par un facteur 10 de la valeur de la capacité entraîne une réduction par un facteur 10 de l'ondulation.

Lorsqu'on mesure des formes d'ondes avec d'importants facteurs de crête (comme des trains d'impulsions avec un faible rapport cyclique), la constante de temps doit être d'au moins 10 fois la période du signal. Par exemple, un train d'impulsions de 100 Hz demande une constante de temps de 100 ms, ce qui correspond à une capacité de 4 μF



Plage des signaux d'entrée et de sortie

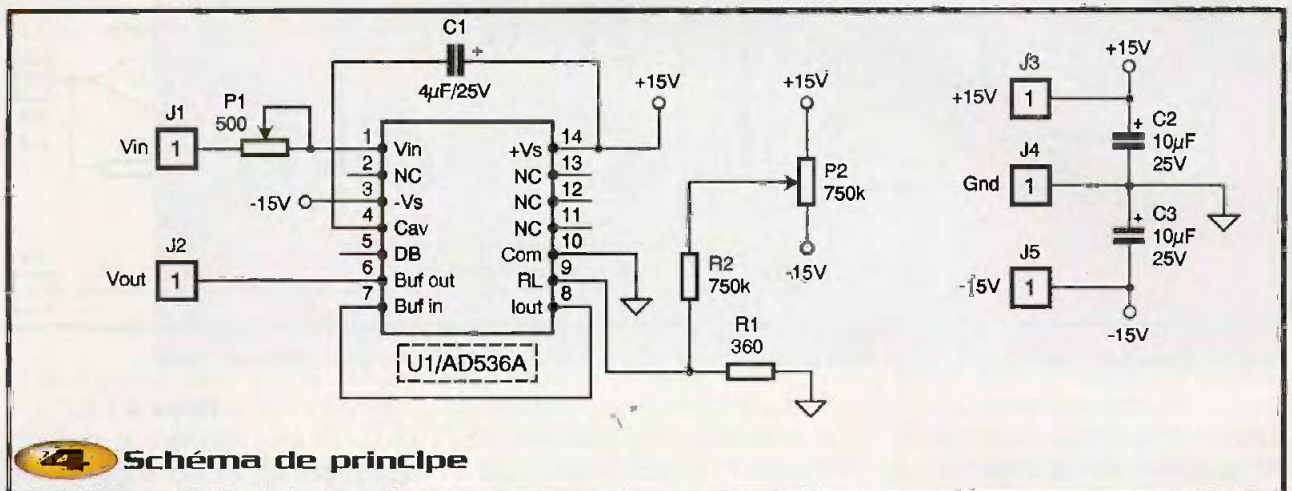


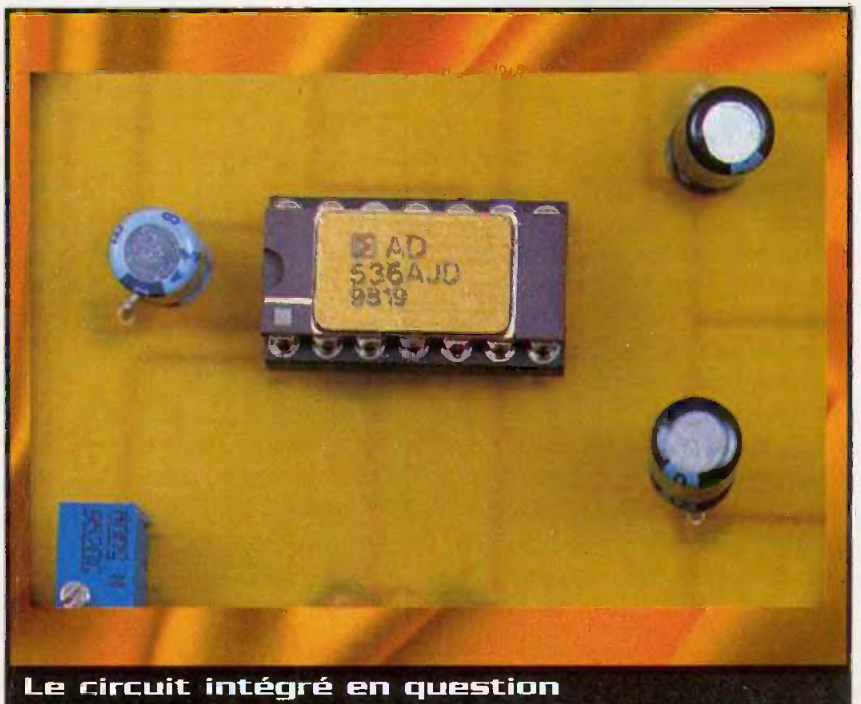
Schéma de principe

facteur d'échelle est de $\pm 1,5\%$. L'avantage majeur de réglages extérieurs est d'optimiser les performances du composant pour une plage de signal réduite ; l'AD536A est réglé en interne pour une plage de 7V en valeur efficace à pleine échelle.

L'AD536A calcule la valeur efficace à la fois des signaux alternatifs et continus. Si l'entrée est un signal continu à variations lentes, la sortie du circuit suit exactement l'entrée. Aux fréquences plus élevées, la sortie moyennée de l'AD536A approche la valeur efficace du signal d'entrée ; sa sortie actuelle diffère de la sortie idéale par une erreur continue (ou moyenne) et une petite quantité d'ondulations comme le montre le **figure 5**. L'erreur continue dépend de la fréquence d'entrée du signal et de la valeur de C_{av} . La figure 2 peut être utilisée pour déterminer la valeur minimale de C_{av} qui établit alors un pourcentage donné d'erreur en continu au-dessus d'une fréquence donnée. La composante alternative du signal de sortie est l'ondulation. Il y a deux façons de réduire cette ondulation. La première méthode consiste à utiliser une forte valeur pour C_{av} . Puisque l'ondulation est inversement proportion-

(constante de temps = 25 ms/ μF). Le désavantage majeur d'utiliser de fortes valeurs de capacité pour supprimer l'ondulation est que le temps d'établissement pour un changement d'échelon du niveau

d'entrée augmente proportionnellement. La figure 2 montre que la relation entre C_{av} et 1% du temps d'établissement est de 115 ms pour chaque μF de C_{av} . Le temps d'établissement est deux fois plus



Le circuit intégré en question

5 Ondulation

élevé pour des signaux qui décroissent que pour des signaux qui augmentent (les valeurs de la figure 2 sont pour des signaux qui décroissent). Le temps d'établissement augmente aussi pour des signaux à faibles niveaux.

Une meilleure méthode pour réduire les ondulations en sortie consiste à intercaler un filtre passe-bas entre les broches 8 et 7 de l'AD536A.

Réalisation pratique

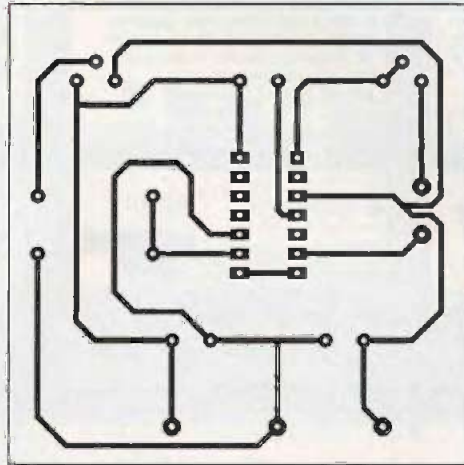
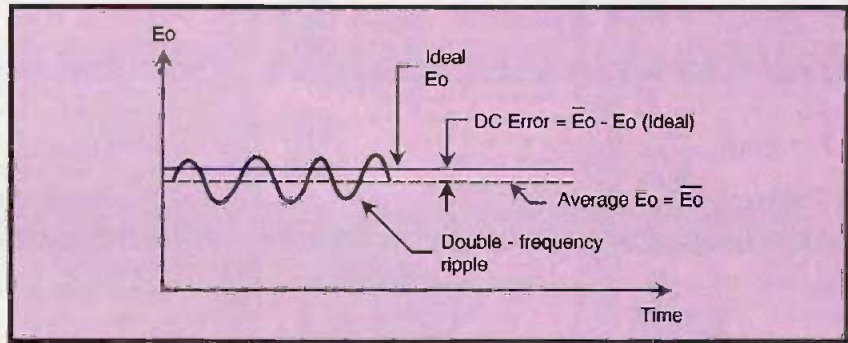
Le câblage ne pose pas de problème ; il n'y a pas de strap à placer. Il est recommandé de mettre un support pour l'AD536A dans le cas où une expérience destructrice surviendrait pour ce composant. La **figure 6** représente le circuit côté composants et la **figure 7** le circuit côté soudures.

La procédure pour régler le circuit est la suivante : mettre à la masse l'entrée V_{in} et ajuster P_2 pour obtenir 0V en sortie V_{out} (on pourra aussi retoucher à P_2 afin d'obtenir la tension de sortie correcte pour la plus faible valeur de V_{in} désirée).

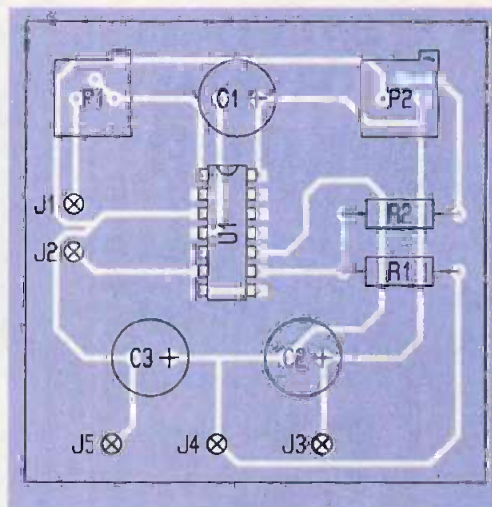
Connecter ensuite à l'entrée V_{in} le niveau désiré de pleine échelle, soit un signal continu ou un signal calibré alternatif (1 kHz est la fréquence optimale) ; puis régler P_1 afin d'obtenir en sortie V_{out} la valeur correcte, c'est-à-dire qu'à une entrée continue de 1,000V doit correspondre une sortie continue de 1,000V. Bien sûr, un signal sinusoïdal de $\pm 1,000V$ crête-à-crête doit donner en sortie 0,707V continu.

Conclusion

Avec très peu de composants externes, L'AD536A calcule le niveau de valeur efficace vraie d'un signal d'entrée alternatif complexe (ou alternatif mélangé à du continu) et donne un niveau de sortie équivalent en continu. La valeur efficace vraie d'une forme d'onde est une quantité plus utile que la moyenne redressée puisqu'elle est en relation directe avec la puissance du signal. La valeur efficace d'un signal statistique est aussi en relation avec sa déviation standard.



6 Tracé du circuit imprimé



7 Implantation des éléments

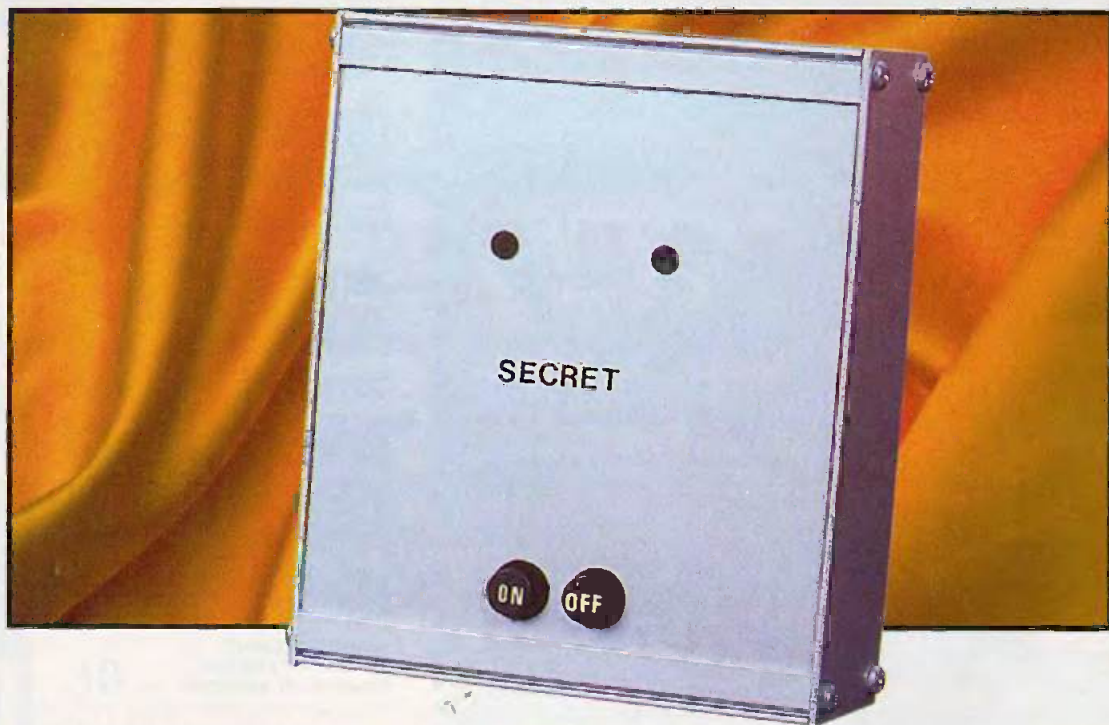
Nomenclature

U₁ : AD536A	P₁ : potentiomètre 500 Ω
C₂, C₃ : 10 µF/25V	P₂ : potentiomètre 750 kΩ
C₁ : 4 µF/25V	1 support DIL 14 broches
R₂ : 750 kΩ 1/4W (violet, vert, jaune)	J₁ à J₅ : prises de test un point
R₁ : 360 Ω 1/4W (orange, bleu, marron)	

M. LAURY

SECRET

téléphonique



Lorsque plusieurs postes sont branchés sur la même ligne, il peut être intéressant d'avoir la certitude qu'aucune autre personne ne peut suivre la communication téléphonique. C'est le but de ce montage à partir duquel on peut à volonté isoler ou, au contraire, remettre en service, tous les autres postes de la même ligne.

Le principe (figure 1)

Précisons d'emblée qu'il est nécessaire de réaliser autant de fois le montage décrit, qu'il existe de postes téléphoniques branchés sur la même ligne. Ainsi, aucun poste n'est prioritaire sur l'autre. C'est l'utilisateur qui commande la fonction "Secret" en premier qui devient le maître d'œuvre du système, que les autres postes soient décrochés ou non. De même, lorsque la ligne est appelée, tous les postes émettent le signal de sonnerie. Il peut d'ailleurs se produire que deux ou plusieurs postes prennent la ligne à cette occasion. Tous les utilisateurs disposent donc d'un boîtier identique à celui qui est décrit dans cet article. Ce boîtier comporte deux boutons-poussoirs : OFF et ON. Le premier utilisateur appuyant sur le bouton "ON" provoque instantanément la coupure de tous les postes téléphoniques, sauf le sien. Une LED rouge confirmant la fonction "Secret" est alors allumée sur tous les postes, y

compris celui qui est à l'origine de la commande. Il n'y a d'ailleurs qu'à partir de ce dernier que l'on peut éventuellement supprimer la fonction "Secret" en appuyant sur le bouton "OFF". Dans ce cas, tous les autres postes sont remis en service et la LED de signalisation s'éteint. Cette remise en service est automatique dès que l'on libère la ligne. Enfin, une seconde LED signale en permanence si le poste raccordé au boîtier est en service ou non.

Le fonctionnement (figures 2 et 3)

Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage est prélevée du réseau 220V par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre sur son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 12V. Un pont de diodes redresse les deux alternances. La capacité C_1 effectue un premier filtrage. Sur la sortie d'un régulateur 7805, on recueille un potentiel continu, stabilisé à 5V, valeur imposée par

l'utilisation de certains composants du montage. La capacité C_2 réalise un complément de filtrage, tandis que C_3 découple le montage de l'alimentation.

Détection de la prise de ligne

Le potentiel de ligne est contrôlé en permanence, que le poste téléphonique correspondant soit en service ou isolé. Une fraction de ce potentiel est disponible au point commun des résistances R_{16} et R_{18} , ces dernières formant un pont diviseur. Lorsque la ligne est libre, on relève aux bornes de cette dernière un potentiel continu de l'ordre de 50V, ce qui se traduit par un potentiel de 4,5V sur la sortie du pont diviseur. Dès que la ligne est prise, le potentiel chute à une valeur allant de 8 à 24V, suivant les caractéristiques du poste. Il en résulte une valeur de 0,7 à 2,1V au niveau du pont diviseur. En cas de sonnerie d'appel, rappelons que le potentiel correspondant est du type sinusoïdal, 50 Hz, mais sans inversion de sens

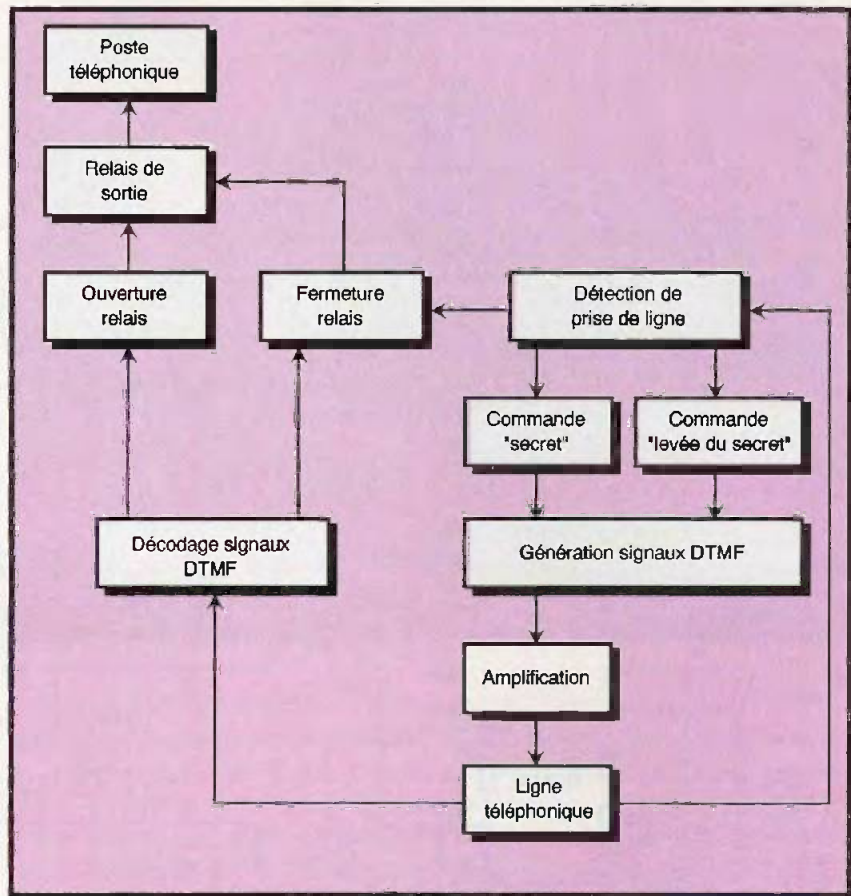
1 Synoptique

du courant. Il s'ensuit un signal dont les crêtes atteignent 100V et les minima 0V. La capacité C_6 intègre ces variations si bien qu'au niveau du pont diviseur, le potentiel continu ondulé reste supérieur à 50V. La sortie du pont diviseur R_{16}/R_{18} est reliée à l'entrée directe d'un "741" monté en comparateur de potentiel. L'entrée inverseuse, quant à elle, est soumise à un potentiel fixe de 2,5V par le biais du pont diviseur R_7/R_8 . Deux cas peuvent donc se produire :

- la ligne est libre, ce qui a pour conséquence que le potentiel auquel est soumise l'entrée directe est supérieur à celui qui caractérise l'entrée inverseuse : la sortie de IC_4 présente un état haut,
- la ligne est prise, la relativité des potentiels, évoquée ci-dessus, s'inverse : la sortie de IC_4 passe à l'état bas.

Liaison du poste avec la ligne

Lorsque la ligne est libre, la sortie de la porte NOR II de IC_2 est à l'état bas et celle de la porte NOR I de IC_2 est à l'état haut. Les portes NOR III et IV de IC_1 forment une bascule R/S (Reset/Set). Pour toute impulsion positive, même brève, sur l'entrée 13, la sortie 10 de la bascule passe à l'état haut stable. De même, toute impulsion positive sur l'entrée 9 a pour conséquence le passage de la sortie 10 à l'état bas. Dans le cas présent, l'entrée 13 est soumise à un état haut. La sortie de la bascule présente donc un état haut. Le transistor T_1 est saturé. Il comporte dans son circuit collecteur le bobinage d'un relais 1RT qui se ferme. En se fermant, il assure la liaison entre la ligne téléphonique et le poste contrôlé. La diode D_1 protège le transistor T_1 des effets liés à la surtension de self. Quant à R_3 , il s'agit d'une résistance qui limite le potentiel aux bornes du bobinage à une valeur de l'ordre de 12V qui représentent la tension nominale de fonctionnement. Si R est la résistance ohmique du bobinage du relais et si U_v est le potentiel disponible sur l'armature positive de C_1 , la valeur de R_3 peut être déterminée par le biais de la formule : $R_3 = (U - 12 / 12) \times R$



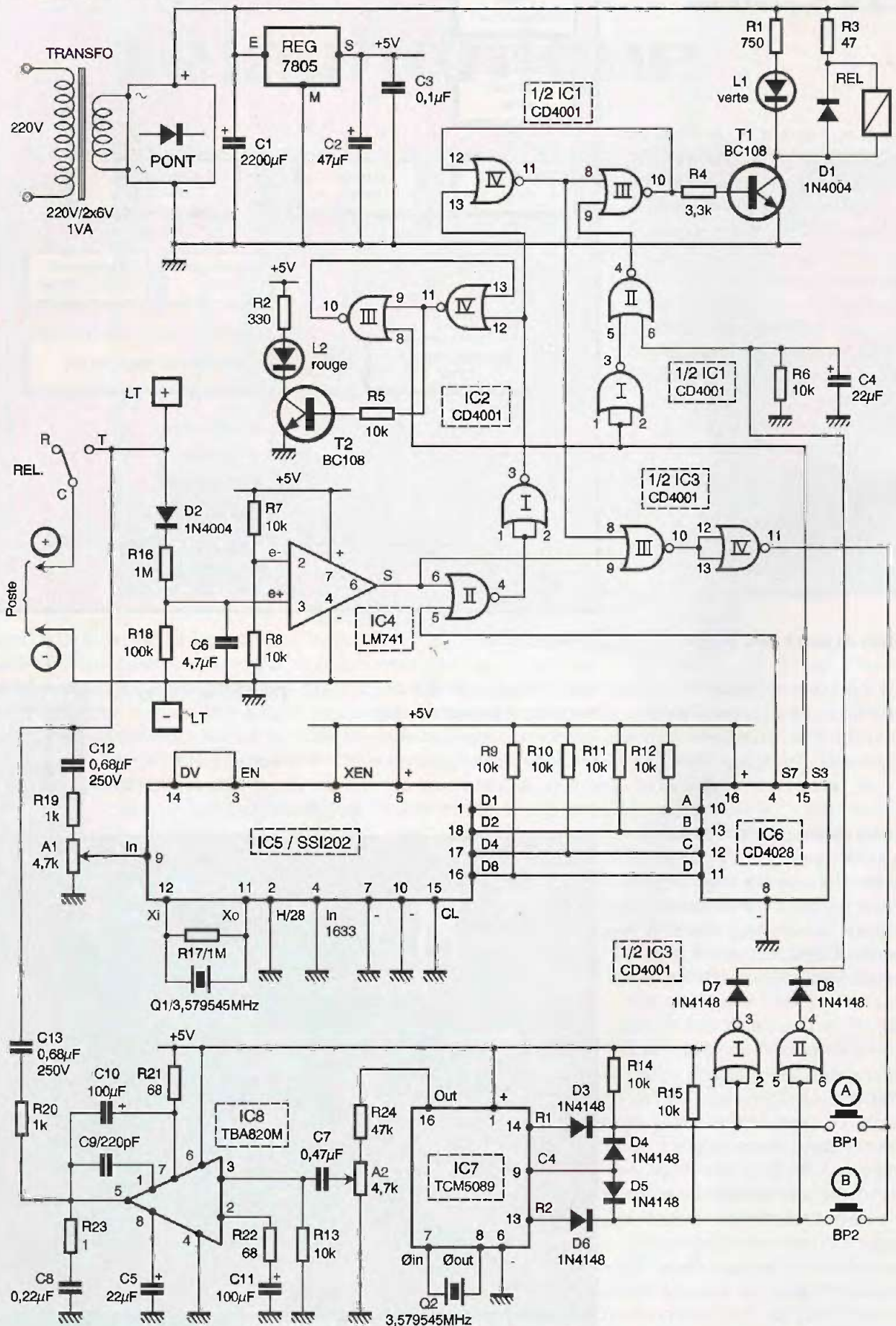
Enfin, la LED verte L_1 , dont le courant est limité par R_1 , signale la fermeture du relais d'utilisation. En définitive, on peut retenir de ce paragraphe, qu'en cas de ligne libre, la liaison poste/ligne est établie en permanence. Les portes NOR III et IV de IC_2 forment une seconde bascule R/S. Étant donné que, dans la

situation décrite, l'entrée 12 est soumise à un état haut permanent, la sortie 10 est à l'état haut, tandis que la sortie 11 est à l'état bas. Il en résulte le blocage du transistor T_2 et l'extinction de la LED rouge L_2 . Nous verrons ultérieurement que cette dernière signale la fonction "Secret".



Aspect de la carte réalisée

2 Schéma de principe



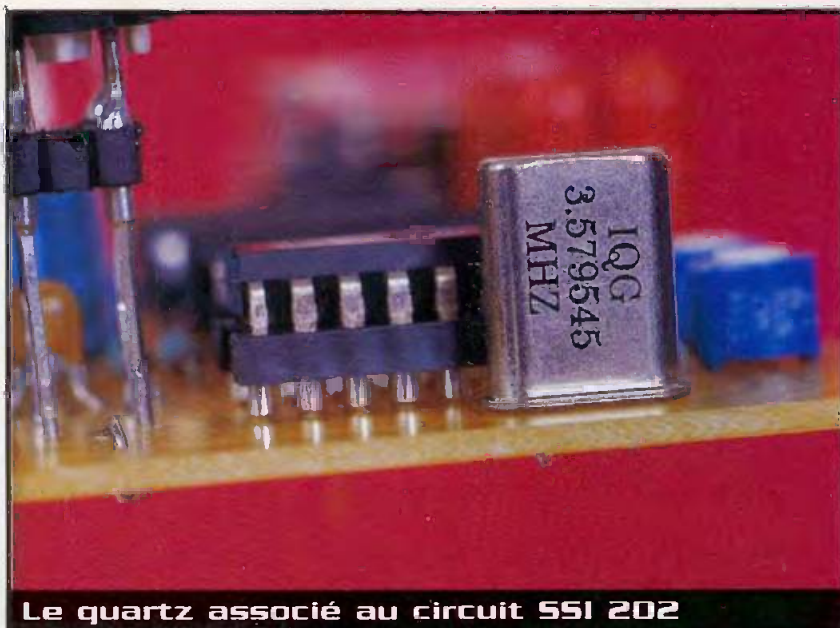
Commande de la fonction "Secret"

Le circuit intégré référencé IC₇ est un TCM5089. Il s'agit d'un encodeur DTMF (Dual Tone Multi Frequency). Son brochage est rappelé en **figure 3c**. Il est piloté par un quartz de 3.579545 MHz, externe, qui constitue la base de temps. En reliant simultanément l'une des entrées "R" et l'une des entrées "C" à l'état bas, on recueille au niveau de la sortie "OUT" un signal DTMF. Rappelons que ce dernier se caractérise par la superposition de deux fréquences sinusoïdales normalisées au niveau des valeurs, sur le plan international. Les notions de R et de C correspondent en fait à la disposition en rangées et colonnes des touches d'un clavier téléphonique digital. Ainsi, en reliant simultanément R3 et C1 à un état bas, le son DTMF émis correspond à un 7. Dans la présente application, nous avons fait appel aux touches A et B d'un clavier de 16 touches. Les fréquences émises par la mise en œuvre de la quatrième colonne ne sont pas utilisées en chiffrement téléphonique. Ainsi, il n'y a aucun risque de mauvaise manœuvre, au cas où un utilisateur agirait, volontairement ou non, sur une touche de son clavier. En appuyant sur le bouton-poussoir A (BP₁), les entrées R1 et C4 sont donc soumises simultanément à l'état bas par l'intermédiaire de D₃ et D₄. Il en résulte un signal DTMF correspondant à la touche A. Ce signal est aussitôt pris en compte par IC₆, qui est un amplificateur audio. Grâce au curseur de l'ajustable A₂, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante du signal émis par IC₇ et doser ainsi la puissance du signal amplifié, avant de l'injecter dans la ligne téléphonique à travers R₂₀ et C₁₃. Pour que les boutons A (et B) soient opérationnels, il est nécessaire que la sortie 11 de la porte NOR IV de IC₃ présente un état bas. Si elle présentait un état haut, les entrées R, R2, C4 ne sauraient être soumises à un état bas.

L'examen du schéma fait apparaître deux raisons pour lesquelles l'appui sur BP₁ ou BP₂ ne serait suivie d'aucun effet :

- la ligne est libre, la sortie de IC₄ est à l'état haut, celle de la porte NOR III de IC₃ est à l'état bas et enfin la sortie de la porte NOR IV de IC₃ est à l'état haut. Il n'y aurait en effet aucun intérêt à appuyer sur BP₁ ou BP₂ alors qu'aucun poste n'est décroché,

la bascule R/S NOR III et IV est désactivée, c'est à dire que le poste est isolé de la ligne, suite à une commande "Secret" émanant d'un autre poste. Dans ce cas, la sortie 11 de la porte IV de IC₁ présente un état haut. Il en résulte également un état haut sur la sortie 11 de la porte IV de IC₃. En définitive, une fois qu'un poste est isolé suite à la commande "Secret" émanant d'un autre poste, il n'est plus possible, à partir du poste concerné, de commander quoi que ce soit à partir de BP₁ ou BP₂.



Le quartz associé au circuit SSI 202

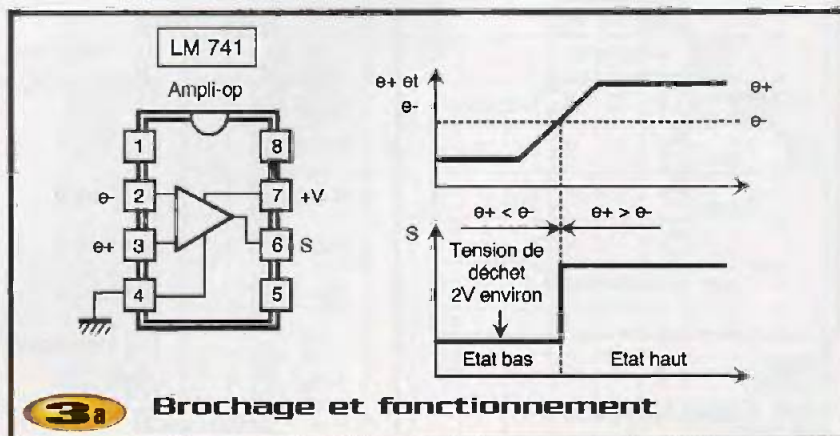
Le circuit référencé IC₅ est un SSI202, c'est un décodeur DTMF → binaire. Il reçoit les signaux DTMF, en provenance de la ligne téléphonique par l'intermédiaire de C₁₂ et R₁₉. Grâce à l'ajustable A₁, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante de l'amplitude du

signal. Le circuit est également piloté par un quartz de la même valeur que celui qui est utilisé pour l'encodeur. Le tableau de décodage de la figure 3 met en évidence, pour l'entrée HEX/B28 soumis à l'état bas, une réponse au niveau des sorties Di, telle que l'on relève pour la réception du signal correspondant à la touche A la valeur binaire : 0011 (sens de lecture D8 Æ D1). A noter qu'en l'absence de signaux DTMF (ou en présence de signaux non reconnus) les sorties Di sont découplées de la structure interne de IC₅. Par l'intermédiaire des résistances R₉ à R₁₂, les sorties sont donc forcées à l'état haut dans ce cas. Elles sont reliées aux entrées A, B, C et D de IC₃ qui est un CD4028, c'est à dire un décodeur BCD → décimal.

Pour toute valeur binaire supérieure à 9, toutes les sorties Si de ce décodeur présentent un état bas. En revanche, lorsque le signal DTMF correspond à la touche A,

Neutralisation des autres postes

Le circuit référencé IC₅ est un SSI202, c'est un décodeur DTMF → binaire. Il reçoit les signaux DTMF, en provenance de la ligne téléphonique par l'intermédiaire de C₁₂ et R₁₉. Grâce à l'ajustable A₁, il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante de l'amplitude du



3a

Brochage et fonctionnement



la valeur de décodage évoquée ci-dessus a pour conséquence l'apparition d'un état haut sur la sortie S3. Il en résulte le passage à l'état bas de la bascule R/S NOR III et IV de IC₂, dont la sortie passe à l'état bas. La sortie 11 passe donc à l'état haut et la LED rouge L₂ s'allume. A noter que toutes les LED L₂ des autres boîtiers s'allument également. Elles restent allumées en signalant que la fonction "Secret" vient d'être commandée. Le signal DTMF correspondant à la touche A a également pour effet de faire passer la sortie de la porte NOR I de IC₁ à un état bas. Deux cas sont à considérer à ce niveau :

Cas des autres boîtiers :

La sortie de la porte NOR II de IC₁ passe à l'état haut. Il en résulte la désactivation de la bascule R/S NOR III et IV de IC₁ ; la

sortie de cette dernière passe à l'état bas, le transistor T₁ se bloque et le relais d'utilisation s'ouvre. Le poste est isolé de la ligne.

Cas du boîtier de commande :

Le fait d'appuyer sur le bouton-poussoir BP₁ (ou BP₂ d'ailleurs) fait apparaître un état haut au niveau des anodes communes de D₇ et de D₈. La sortie de la porte NOR II de IC₁ est ainsi forcée à l'état bas et la bascule R/S NOR III et IV de IC₁ n'est pas désactivée : le relais d'utilisation reste fermé.

Au moment où l'on relâche BP₁, le signal DTMF cesse mais au niveau des sorties Di de IC₆, les états logiques, résultat du décodage, subsistent encore pendant quelques millisecondes. Cet hystérésis est dû à la conception interne du SSI202. Sans précaution particulière, on

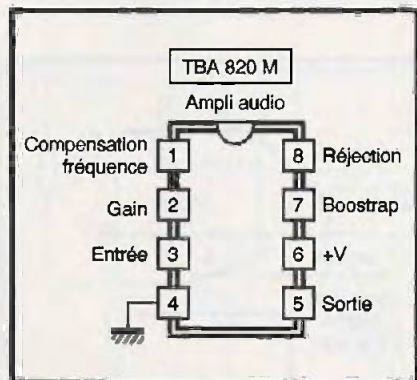
assisterait à la désactivation de la bascule R/S. Pour éviter cela, la capacité C₄, encore chargée au moment où l'on relâche BP₁, maintient pendant plusieurs dizaines de millisecondes l'entrée 6 de la porte NOR II de IC₁ à l'état haut.

Suppression de la fonction "Secret"

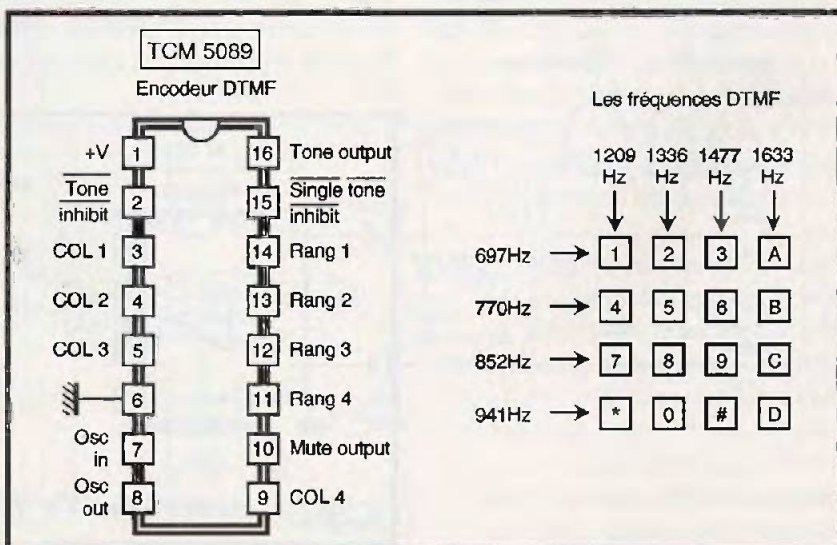
En appuyant sur BP₂, les entrées R2 et C4 de IC₇ sont simultanément soumises à un état bas, ce qui correspond aux signaux DTMF de la touche B du clavier de référence. Rappelons que cette opération d'appui sur un BP est uniquement suivie d'effet à condition d'être commandée du boîtier qui était auparavant à l'origine de la mise en action de la fonction "Secret". Au niveau des sorties Di de IC₅, apparaît alors l'indication binaire 0111 (sens de lecture D_B → D₁), comme l'indique le tableau de décodage de la figure 3. La sortie S7 de IC₆ présente alors un état haut.

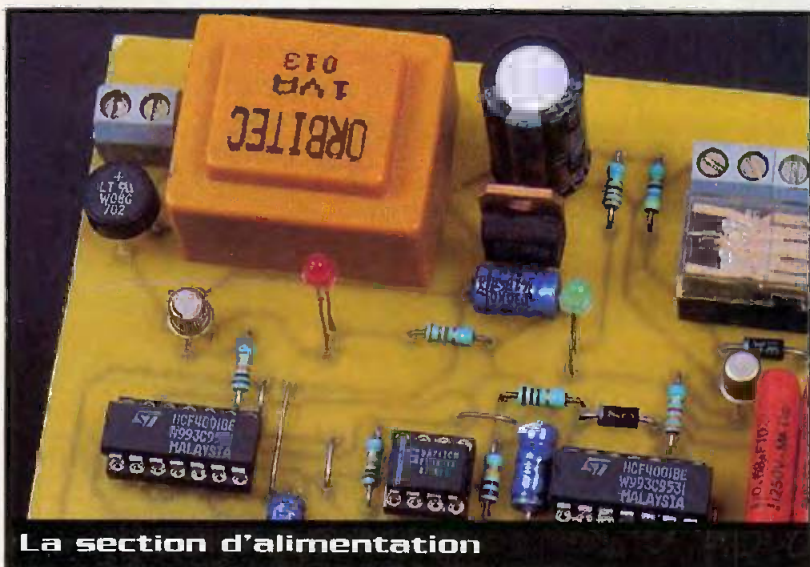
Cela se produit pour tous les boîtiers. Il en résulte un état bas sur la sortie de la porte NOR II de IC₂ et un état haut sur la sortie de la porte I du même circuit. La bascule R/S NOR III et IV de IC₂ est activée et la sortie de la porte NOR IV repasse à l'état bas. La LED rouge L₂ s'éteint sur tous les boîtiers. Quant à la bascule R/S NOR III et IV de IC₁, elle se trouve également activée sur tous les boîtiers, sauf pour le boîtier à l'origine de la commande, où l'activation n'avait pas cessé. Les transistors T₁ des autres boîtiers se saturent et les relais d'utilisation se ferment. Tous les postes sont de nouveau en service.

3a Brochages



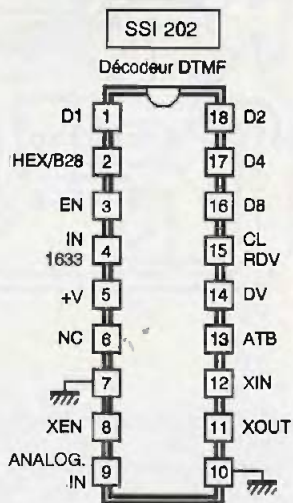
3c Les fréquences DTMF





La section d'alimentation

	HEX/B28 = 1				HEX/B28 = 0			
	D8	D4	D2	D1	D8	D4	D2	D1
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	1
9	1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	1
*	1	0	1	1	1	1	0	0
#	1	1	0	0	1	1	1	0
A	1	1	0	1	0	0	1	1
B	1	1	1	0	0	1	1	1
C	1	1	1	1	1	0	1	1
D	0	0	0	0	1	1	1	1



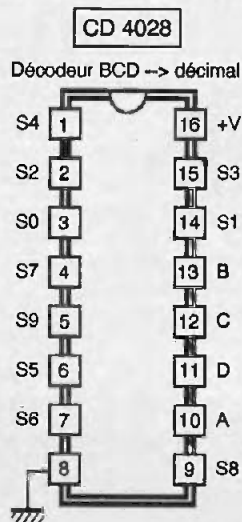
R.Knoerr

3d-e Tableaux de fonctionnement

La réalisation

Circuit Imprimé (figure 4)

La réalisation du circuit imprimé n'appelle pas de remarque particulière. Tous les moyens habituels peuvent être utilisés : application directe des éléments de transfert sur le cuivre de l'époxy, confection d'un typon, méthode photographique. Après gravure dans le perchlore de fer, le module est à rincer soigneusement dans de l'eau tiède. Toutes les pastilles sont à percer à l'aide



D	C	B	A	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront à agrandir par la suite afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants davantage volumineux.

Implantation des composants (figure 5)

Après la mise en place des straps de liaison, on implantera d'abord les diodes, les résistances et les supports des circuits intégrés. On terminera par les composants les plus volumineux. Attention à l'orientation des composants polarisés.

Mise au point

Généralement, la position médiane des curseurs des ajustables convient. Pour la puissance des signaux DTMF émis par IC7, l'expérience montre que cette dernière est généralement trop grande ce qui risque de dénaturer la forme des signaux. Le curseur de l'ajustable A₂ peut donc être à disposer légèrement à gauche de la position médiane. La même remarque s'applique pour l'ajustable A₁ qui dose l'amplitude du signal présenté sur l'entrée du décodeur DTMF. Enfin, signalons en guise de rappel que tout branchement sur une ligne téléphonique non privée doit recevoir auparavant l'agrément de France TELECOM.

4 Tracé du circuit imprimé

Nomenclature

14 straps (4 horizontaux, 10 verticaux)

R₁ : 750 Ω (violet, vert, marron)

R₂ : 330 Ω (orange, orange, marron)

R₃ : 47 Ω (jaune, violet, noir) voir texte

R₄ : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)

R₅ à R₁₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)

R₁₆, R₁₇ : 1 MΩ (marron, noir, vert)

R₁₈ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)

R₁₉, R₂₀ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)

R₂₁, R₂₂ : 68 Ω (bleu, gris, noir)

R₂₃ : 1 Ω (marron, noir, or)

R₂₄ : 47 kΩ (jaune, violet, orange)

A₁, A₂ : ajustables 4,7 kΩ

D₁, D₂ : diodes 1N4004

D₃ à D₈ : diodes signal 1N4148

L₁ : LED verte Ø3

L₂ : LED rouge Ø3

Pont de diodes 0,5A

REG : régulateur 5V (7805)

Q₁, Q₂ : quartz 3,579545 MHz

C₁ : 2200 µF/25V électrolytique (sorties radiales)

C₂ : 47 µF/10V électrolytique

C₃ : 0,1 µF céramique multicouches

C₄, C₅ : 22 µF/10V électrolytique

C₆ : 4,7 µF/10V électrolytique

C₇ : 0,47 µF céramique multicouches

C₈ : 0,22 µF céramique multicouches

C₉ : 220 pF céramique multicouches

C₁₀, C₁₁ : 100 µF/10V électrolytique (sorties radiales)

C₁₂, C₁₃ : 0,68 µF/250V époxy

T₁, T₂ : transistors NPN BC108, 109, 2N2222

IC₁ à IC₃ : CD4001 (4 portes NOR)

IC₄ : LM741 (Ampli-OP)

IC₅ : SSI202 (décodeur DTMF)

IC₆ : CD4028 (décodeur BCD → décimal)

IC₇ : TCM5089 (encodeur DTMF)

IC₈ : TBA820M (ampli audio)

2 supports 8 broches

3 supports 14 broches

2 supports 16 broches

1 support 18 broches

1 transformateur 220V/2x6V/1VA

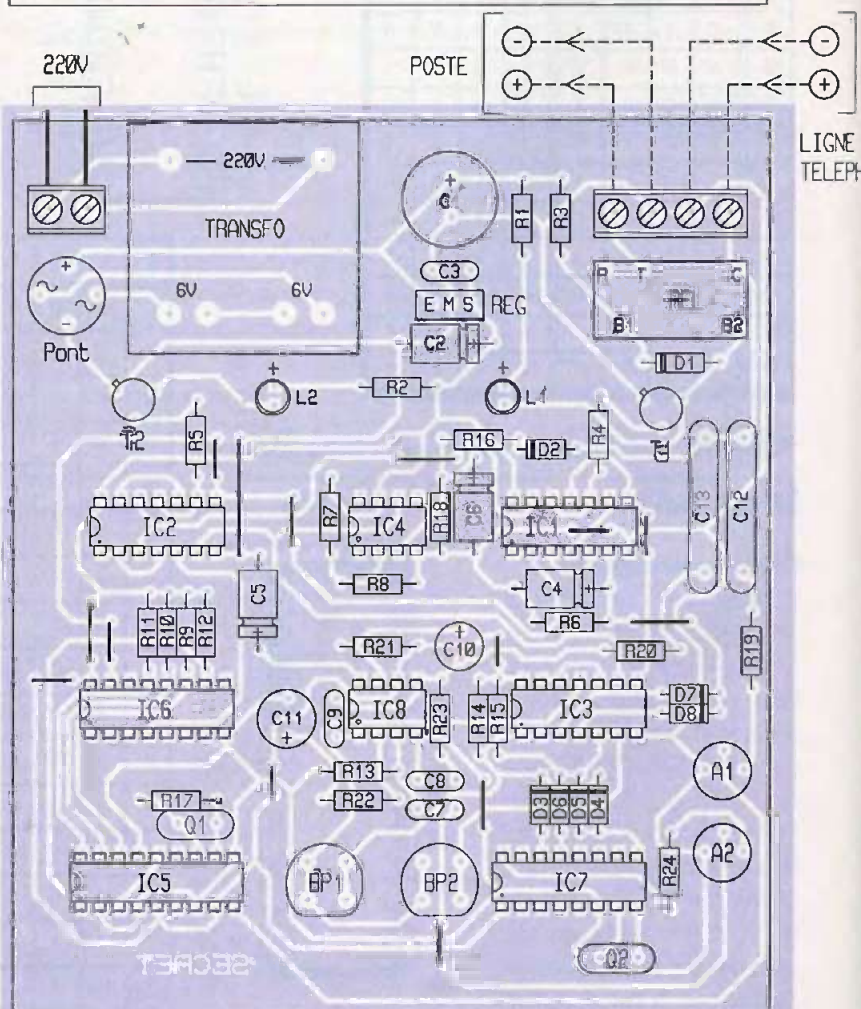
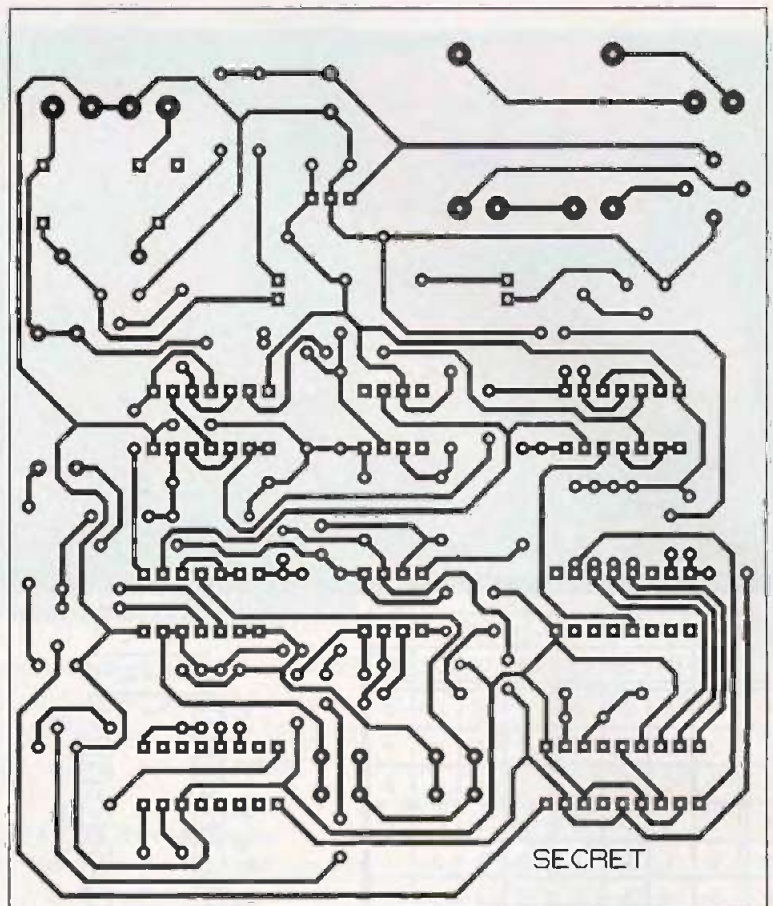
1 bornier soudable 2 plots

1 bornier soudable 4 plots (2x2)

1 relais 12V/1RT (type NATIONAL)

BP₁, BP₂ : boutons-poussoirs

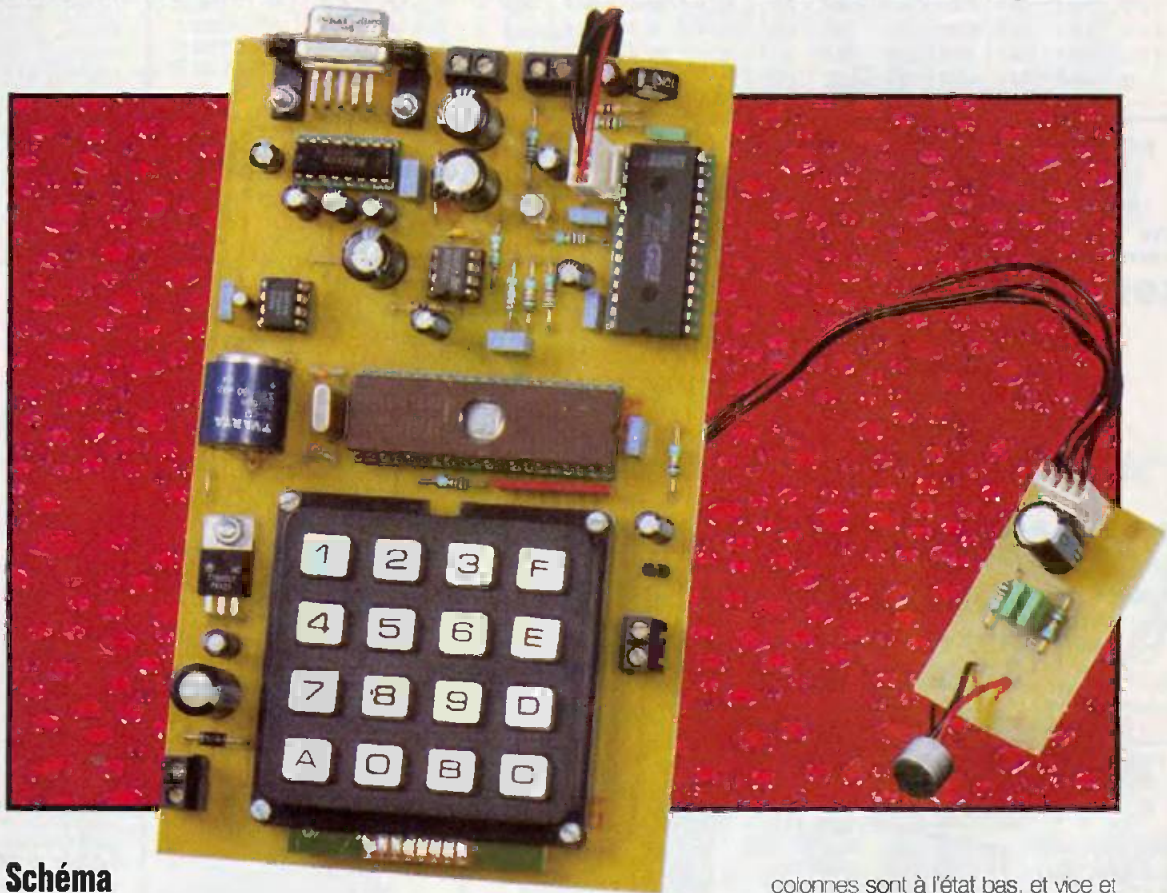
pour circuit imprimé



5 Implantation des éléments

Mettez un Microcontrôleur dans vos Montages

Sonnette anti-intrus



Qui n'a jamais été réveillé tôt le week-end, ou bien tard dans la nuit, par un visiteur sans gêne ? Avouez qu'il y a de quoi agacer même les plus pacifiques.

Plutôt que de débrancher la sonnerie, nous vous invitons à réaliser un petit montage qui se chargera de filtrer la sonnerie en fonction de l'heure. Avec cet appareil, vous pourrez programmer une plage horaire différente pour chaque jour de la semaine. De plus l'appareil autorise la sonnerie en dehors des heures permises pour les personnes à qui vous aurez communiqué son code.

Schéma

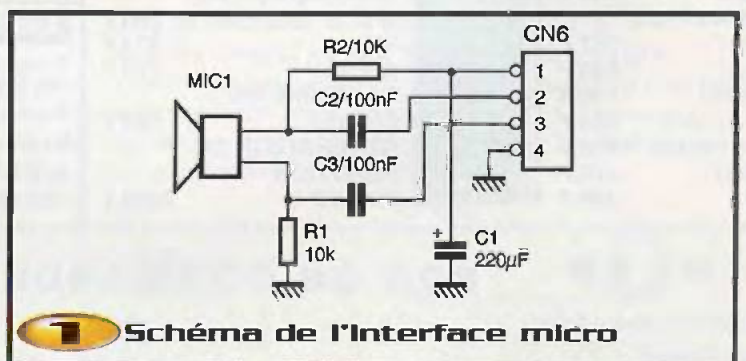
Les schémas de notre montage sont visibles en **figures 1 et 2**. Le cœur du montage est un microcontrôleur 87C51. Contrairement à notre habitude, nous avons choisi un modèle avec EPROM interne en raison du nombre de broches nécessaires à l'application. L'oscillateur interne du microcontrôleur est mis en œuvre simplement au moyen d'un quartz et des condensateurs associés (C_1 et C_2). Ne modifiez pas la valeur de ces condensateurs sous peine d'empêcher l'oscillateur de démarrer. La remise à zéro du microcontrôleur est confiée à une simple cellule RC, comme à notre habitude. L'UART du microcontrôleur est mis en œuvre de façon habituelle, lui aussi, au moyen du circuit MAX232 qui se chargera d'adapter les niveaux des signaux de part et d'autre, pour relier l'appareil au port série d'un ordinateur de type PC.

Le clavier du montage est raccordé directement au port P0 du microcontrôleur. Les sorties du port comportent des transistors MOS montés en drain ouvert. Il faut ajouter des résistances de rappel au +5V (RR_1) pour obtenir un niveau haut lorsque les transistors en question sont dans l'état bloqué.

Pour gérer le clavier, le programme se chargera de placer tour à tour les lignes à l'état haut tandis que les

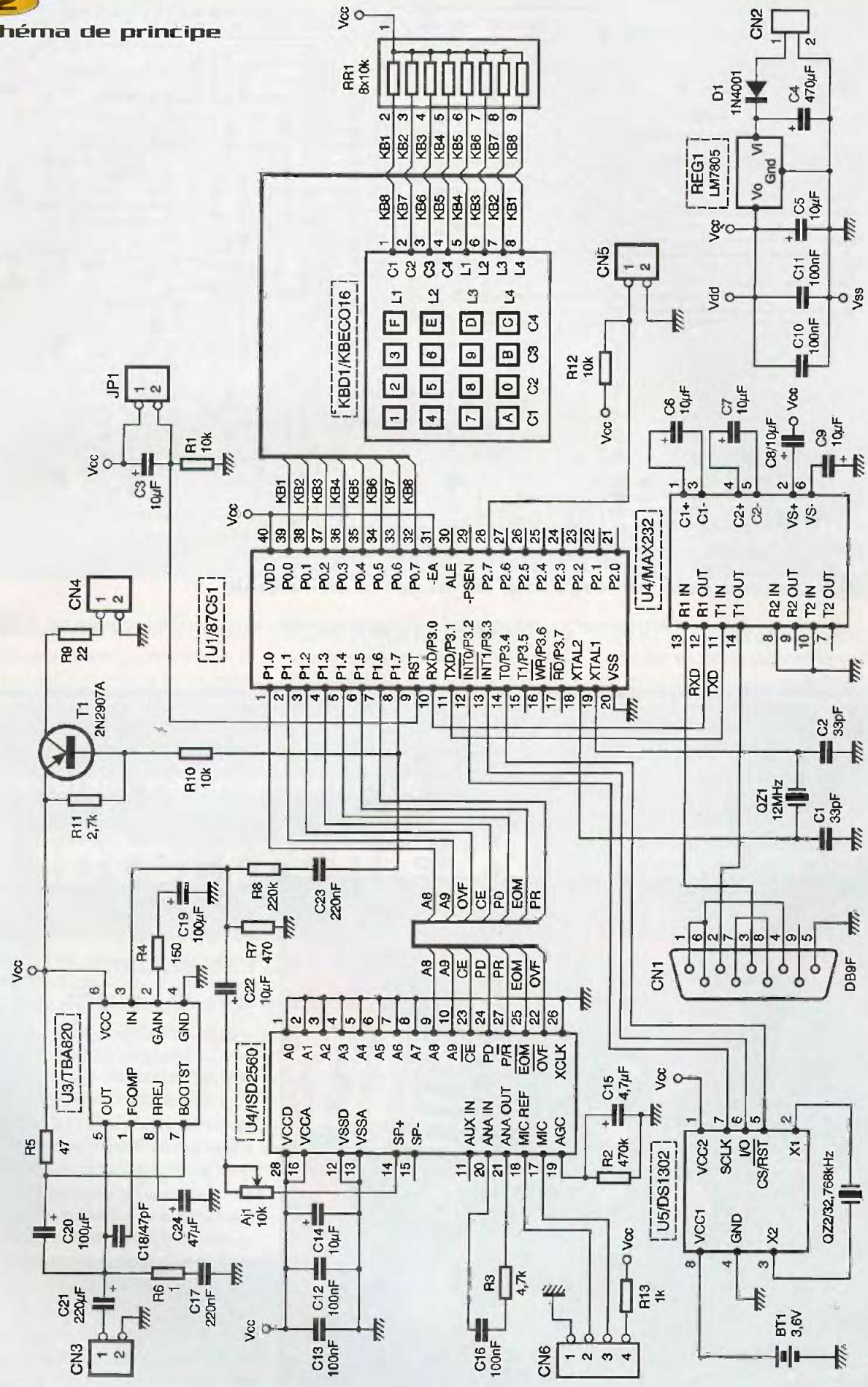
colonnes sont à l'état bas, et vice et versa, afin de déterminer si une touche est enfoncée.

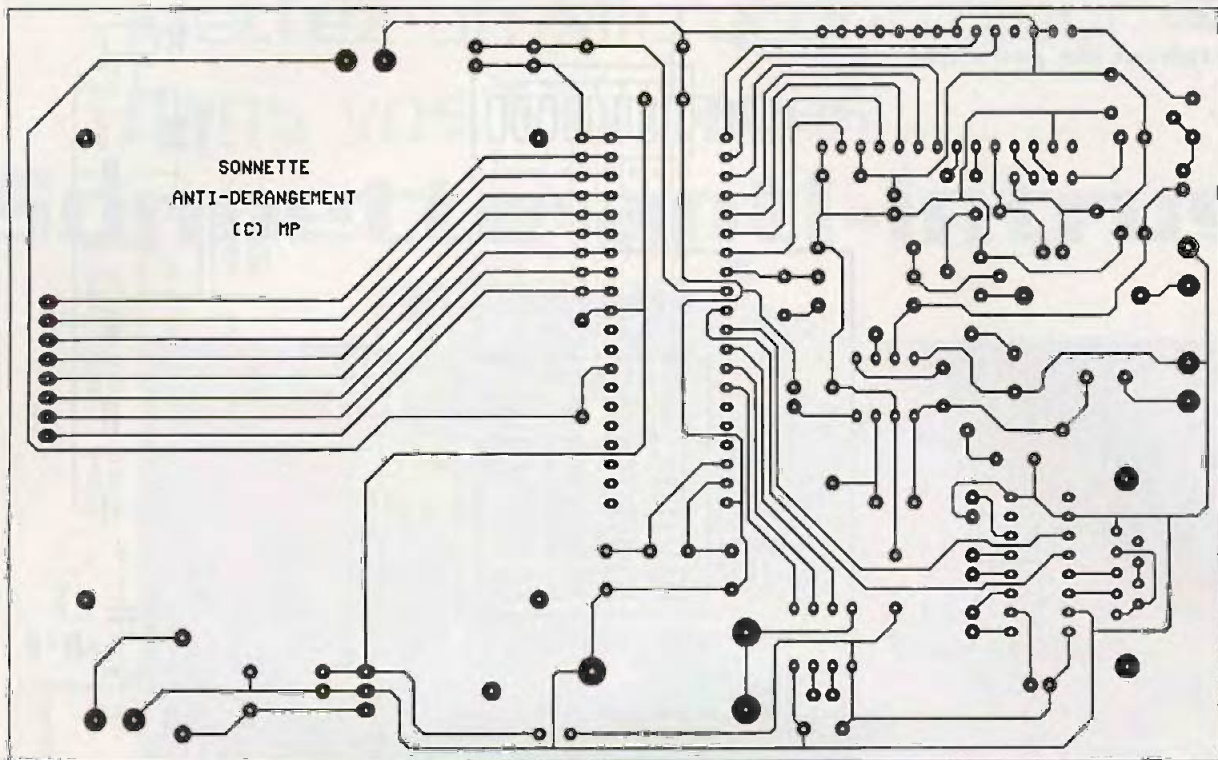
Le clavier ne sera utilisé que pour permettre la saisie du code. Pour simplifier l'architecture du logiciel, nous avons préféré ajouter un bouton poussoir au montage afin de commander la sonnerie. Le bouton poussoir sera branché sur CN_6 . Une résistance de rappel au +5V permet de maintenir l'entrée P2.7 à l'état haut au repos. Lorsque le bouton poussoir



1 Schéma de l'Interface micro

Schéma de principe





3 Tracé du circuit imprimé de la carte principale

est enfoncé l'entrée passe à 0V. Le programme se chargera de scruter régulièrement cette entrée pour prendre en compte la demande de sonnerie. Selon l'heure qu'il sera, le programme autorisera la sonnerie ou bien un message d'accueil sera diffusé à l'attention de votre visiteur.

Le montage a donc besoin d'une petite horloge. Nous aurions pu confier cette tâche au programme microcontrôleur lui-même,

au moyen d'un timer et d'une routine d'interruption appropriée. Mais en cas de coupure (même brève) de l'alimentation du montage l'heure serait immédiatement perdue. C'est pour cette raison que nous avons préféré ajouter un petit circuit d'horloge temps réel. Il s'agit du circuit DS1302 (U_5). L'utilisation de ce circuit procure plusieurs avantages à notre montage. Le circuit en question possède un circuit de

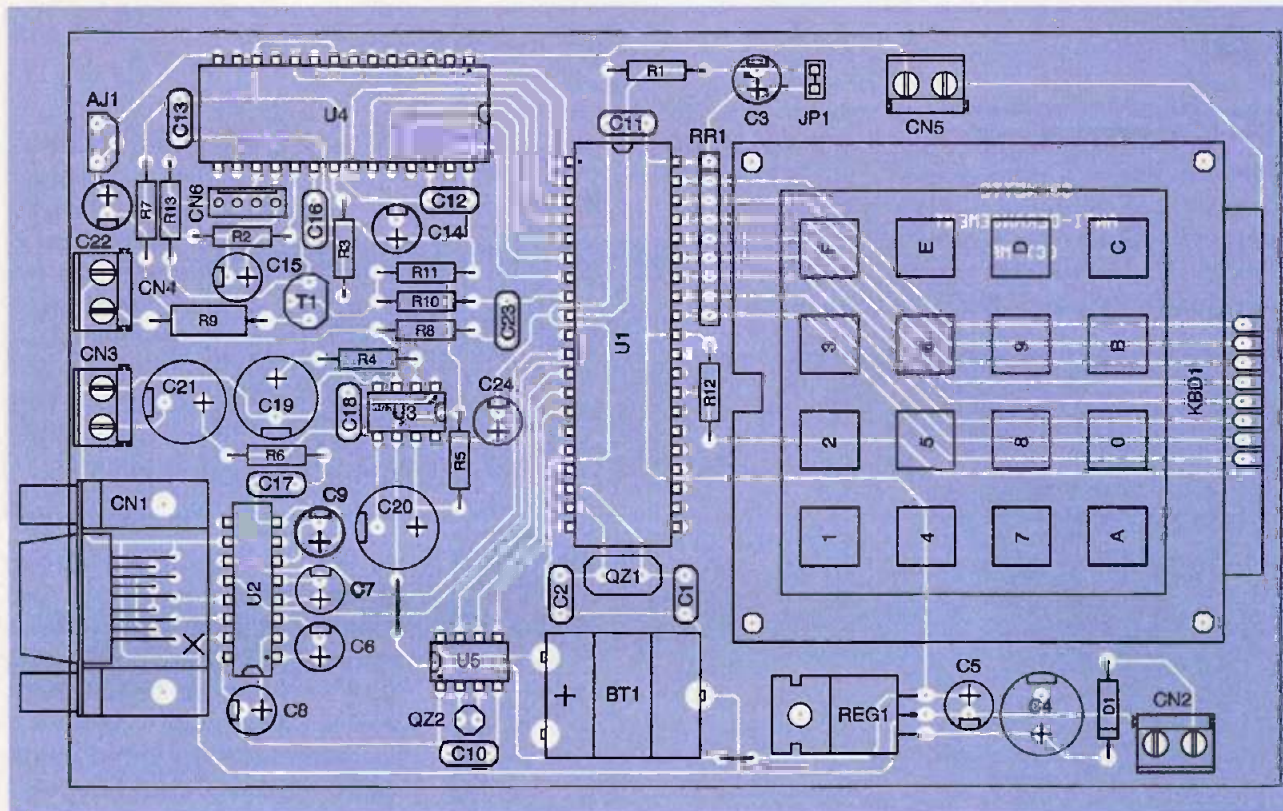
charge pour une petite batterie et un peu de mémoire RAM qui reste sauvegardée en même temps que l'heure. C'est donc idéal pour notre application, puisque nous n'avons plus qu'à ajouter une batterie (BT_1) et un quartz (QZ_2) au circuit pour remplir la fonction. Notez que les condensateurs habituels associés à un oscillateur à quartz ne sont pas nécessaires avec le circuit DS1302.

Le circuit U_5 est raccordé au microcontrôleur au moyen d'une liaison série synchrone (sur deux fils : horloge et donnée), en plus du signal de sélection et de remise à zéro de U_5 (CS/RST). Le microcontrôleur retenu ne dispose pas de la logique interne nécessaire à la gestion de cette liaison série synchrone. C'est donc le logiciel qui se chargera de simuler le protocole adapté aux échanges avec le circuit U_5 .

Pour diffuser les messages vocaux, nous avons fait appel à un circuit parfaitement adapté à cette fonction : le circuit ISD2560 (U_4). Ce circuit dispose d'une interface pour des boutons poussoirs mais il est également très simple à piloter à partir d'un microcontrôleur. Toutes les broches d'adresse du circuit U_4 sont mises à la masse à l'exception des broches A8 et A9 qui seront pilotées par le microcontrôleur. Ces broches déterminent le mode de fonctionnement du circuit (circuit piloté par des boutons poussoirs ou par un microcontrôleur) et permet-



La liaison SUBD 9 points



4 Implantation des éléments de la carte principale

La biennale de l'électronique



Intertronic 99

13-16 avril 1999

Paris Expo - Porte de Versailles - Hall 3

Le monde de l'électronique change et change vite

- « Un changement majeur réside dans la restructuration des grandes sociétés qui se concentrent sur leurs « tâches de fond », telles que la conception et le marketing et confient à des tiers le soin de fabriquer.
- L'autre changement est le besoin croissant d'information complète, forte et suivie pour connaître les évolutions technologiques et adapter en permanence l'outil de travail.
- Un autre impératif est celui d'apporter au marché, dans les délais les plus brefs et à des coûts réduits, les produits nouveaux qu'il requiert.

- Dans ce contexte, le rôle des acteurs de la production : équipements, produits et services, devient de toute évidence primordial.
- Le dialogue doit être constant, la communication forte.
- L'importance de la section Production à Intertronic 99 est en conséquence claire : ses participants sont présents pour démontrer effectivement les performances de leurs matériaux, équipements et services. »
- Un événement à ne pas manquer tant pour les exposants que pour les visiteurs.

Jean-Claude Hennebert
Président du GFIE Groupement
des Fournisseurs de l'Industrie Electronique

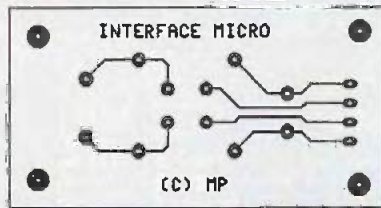
**Vous voulez exposer à Intertronic 99 ?
Recevoir une invitation ?
3 moyens pour nous contacter :**

- Par téléphone : 33 (0)1 47 56 52 04 • Par fax : 33 (0)1 47 56 21 40
- Par internet : www.intertronic.com



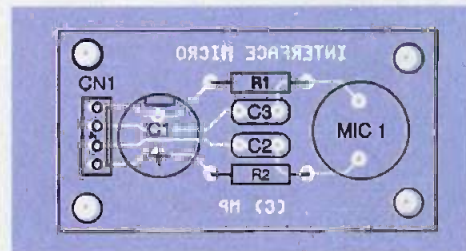
5

Tracé du circuit imprimé de l'interface micro



6

Implantation de ses éléments



tent également de définir le poids fort de l'adresse de départ du message à diffuser (ou à enregistrer). Dans notre cas de figure, cela nous permet de disposer de 3 messages vocaux différents d'une durée de 20 s chacun. Nous avons volontairement raccourci un peu les messages pour éviter les effets de bord.

Les signaux de contrôle du circuit U_4 sont raccordés également au microcontrôleur, cela va de soit. Le signal P/R permet d'informer le circuit U_4 de la nature de l'opération à effectuer (1 : lecture, 0 : enregistrement). Le signal PD met le circuit en mode veille ('Power Down') et le signal -CE valide l'opération demandée par le signal P/R. Les signaux -OVF et -EOM sont émis par le circuit U_4 afin d'informer le microcontrôleur de l'état en cours. En mode lecture, le signal -EOM indique que la fin du message enregistré est atteinte. Lors de l'enregistrement, le circuit se charge d'ajouter un signal à la fin du message, un repère qui permet de générer le signal EOM. Lorsque le repère est atteint, la fin de la lecture n'est pas automatique. Le microcontrôleur devra surveiller le signal EOM et interrompre la lecture lorsque le signal passe à l'état actif, sinon le circuit U_4 enchaînera avec la lecture des messages suivants. Il en va ainsi jusqu'à ce que la fin de la mémoire du circuit U_4 soit atteinte. Dans ce cas c'est le signal -OVF qui devient actif à son tour.

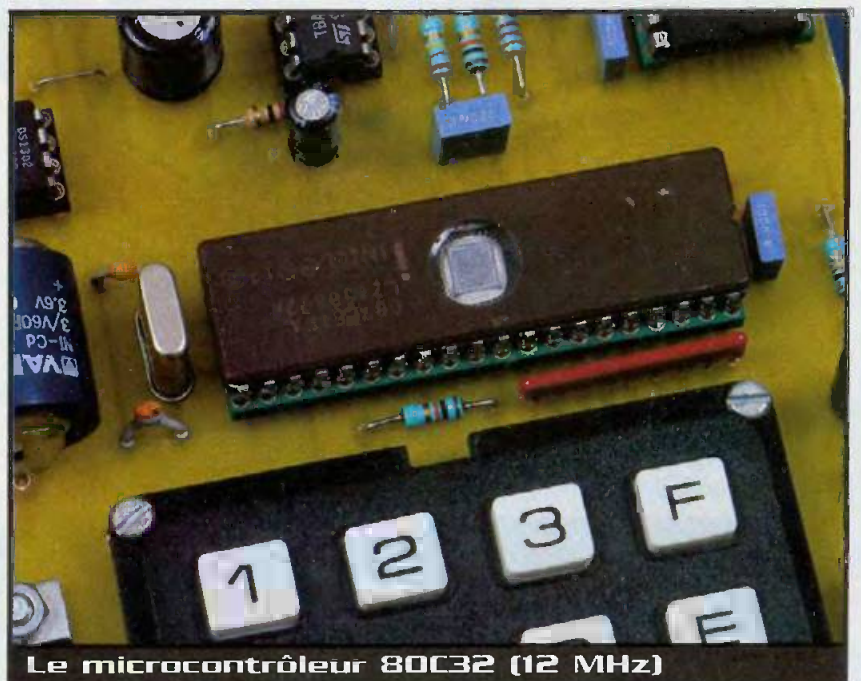
Du côté des signaux analogiques, le circuit U_4 est mis en œuvre selon les préconisations de la spécification technique du constructeur. Le circuit U_4 est capable de piloter directement un haut-parleur. Cependant nous avons préféré lui adjoindre un amplificateur externe pour permettre de régler le volume. C'est le rôle du circuit U_3 qui n'est autre qu'un bon vieux TBA820 mis en œuvre de façon

classique. Le signal audio produit par U_4 est couplé capacitivement (C_{22}) à l'entrée de U_3 et l'ajustable AJ_1 permet de régler le niveau sonore. Le port 'P1.7' du microcontrôleur est utilisé pour fournir le signal audible de la sonnerie. La résistance R_8 permet d'en injecter une fraction sur l'entrée du circuit U_3 afin que votre visiteur puisse entendre également la sonnerie. Le transistor T_1 , quant à lui, permet de piloter un second haut-parleur destiné uniquement à produire la sonnerie, et que vous pourrez déporter de quelques mètres du montage.

Le microphone nécessaire pour enregistrer les messages sera raccordé au connecteur CN6. Nous avons prévu de pouvoir utiliser un microphone à électret ou bien un microphone dynamique classique. C'est d'ailleurs avec ce dernier que l'on obtient la meilleure reproduction du

son de la voix sur ce montage. Si vous souhaitez utiliser un microphone dynamique, vous pourrez le raccorder entre les broches 2 et 3 du connecteur CN6. Pour utiliser un microphone à électret, vous devrez ajouter la petite interface dont le schéma est visible en figure 2. Dans ce cas, les 4 fils de CN6 seront raccordés à la petite plaquette additionnelle dont le circuit imprimé est reproduit dans ces pages.

Le système sera alimenté par une tension de 12VDC qui n'a pas besoin d'être stabilisée à condition d'être redressée et suffisamment filtrée. Par exemple, vous pourrez utiliser un petit bloc d'alimentation d'appoint à condition qu'il soit capable de délivrer un courant de 300mA minimums. La diode D_1 permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation.



Le microcontrôleur 80C32 (12 MHz)

Réalisation

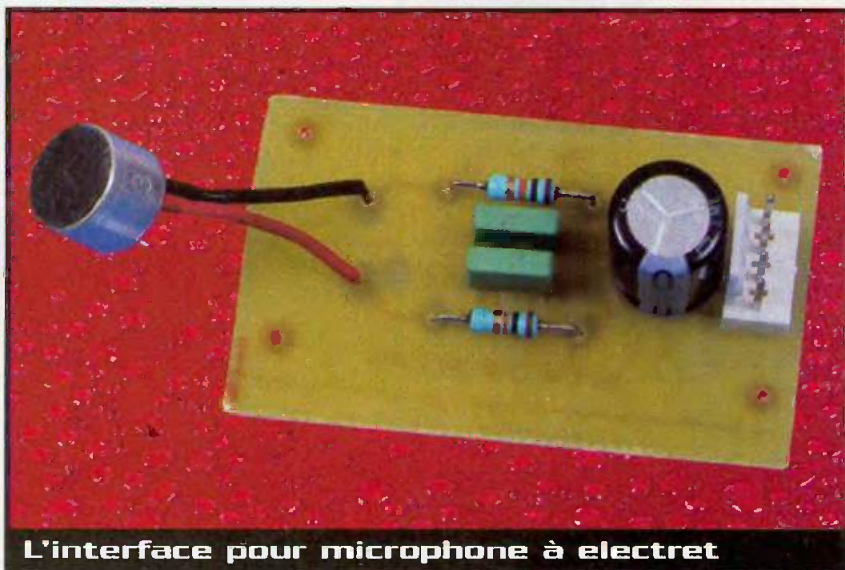
Le dessin du circuit imprimé de la carte principale est visible en figure 3. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 4**. Le dessin du circuit imprimé de l'interface micro est visible en **figure 5**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 6**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne D₁, REG₁, CN₆, les borniers à vis et le clavier, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. Enfin, en ce qui concerne AJ₁ et la batterie, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1,3mm de diamètre.

Avant de réaliser le circuit imprimé, il est préférable de vous procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement. Cette remarque concerne particulièrement le clavier et le microphone à électret (si c'est le modèle que vous souhaitez utiliser). Pour le reste de l'implantation, il n'y a pas de difficulté particulière. Soyez tout de même attentifs au sens des condensateurs et des circuits intégrés. Respectez scrupuleusement le découplage

des lignes d'alimentations si vous voulez éviter les ronflements un peu trop perceptibles. Vous noterez la présence de deux straps sur la carte principale qu'il est préférable d'implanter en premier pour des raisons de commodité.

Veillez bien à choisir un connecteur femelle pour CN₁. Car un modèle mâle s'implante parfaitement, mais les points de

connexions se retrouvent inversés par symétrie par rapport à l'axe vertical. Dans ce cas, il n'y a aucune chance pour que votre montage dialogue avec votre PC, à moins de fabriquer un câble spécial pour rétablir l'ordre voulu. En ce qui concerne le câble nécessaire pour relier notre montage à un port série d'ordinateur PC de type AT, il vous suffira de fabriquer un câble équipé



L'interface pour microphone à électret

La biennale de l'électronique



Intertronic 99

13-16 avril 1999

Paris Expo - Porte de Versailles - Hall 3

Le SIMTEC présent à Intertronic

- Depuis 1995, le Salon Intertronic est devenu, au fil des années, une référence pour la Production et le Test des cartes électroniques.
- Le comité TEST du SIMTEC qui regroupe les fournisseurs de testeurs, ainsi que les sociétés de services dans les domaines des interfaces et des programmes de test, considère Intertronic comme un point fort de sa stratégie marketing.
- Ces dernières années, de nombreuses techniques de test ont vu le jour, telles que, testeurs à sondes mobiles, testeurs optiques (AOI) rayons X (AXI), ainsi que de nouvelles générations de testeurs in-situ et fonctionnels.
- A Intertronic 99 le SIMTEC, accompagné des grands noms de la profession fera une large place à ces matériels innovants.

Vous voulez exposer à Intertronic 99 ?

Recevoir une invitation ?

3 moyens pour nous contacter :

- Par téléphone : 33 (0)1 47 56 52 04 • Par fax : 33 (0)1 47 56 21 40
- Par internet : www.intertronic.com



7

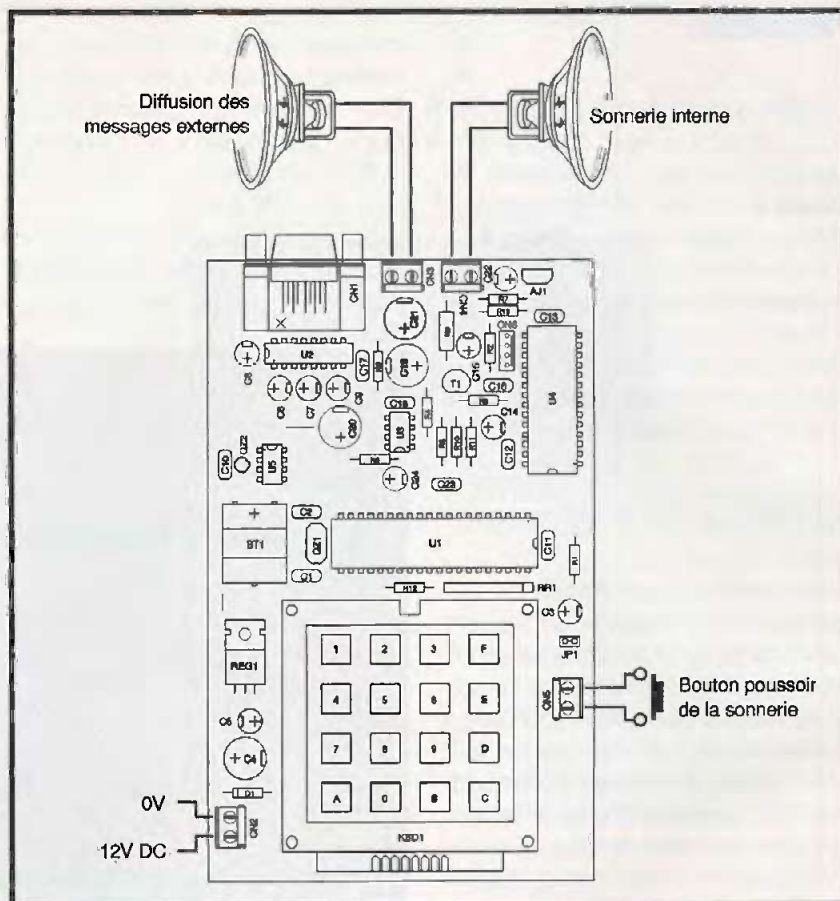
Schéma d'ensemble

d'un connecteur DB9 mâle d'un côté et d'un connecteur DB9 femelle de l'autre côté (liaison fil à fil de la broche 1 à la broche 9). L'utilisation de connecteurs à sertir est plus pratique, mais les liaisons nécessaires étant peu nombreuses vous pourrez utiliser des connecteurs à souder. En raison des nombreuses sollicitations possibles, le connecteur CN₁ sera immobilisé à l'aide de deux boulons dans les passages prévus à cet effet. Le régulateur REG₁ pourra être monté sur un dissipateur thermique, mais ce n'est pas une nécessité si la tension d'alimentation ne dépasse pas 12VDC.

Le microcontrôleur sera programmé avec le contenu d'un fichier que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur notre dite Internet (eprat.com). Le fichier 'SONET.BIN' qui vous sera remis est le reffet binaire du contenu à programmer dans le microcontrôleur tandis que le fichier SONET.HEX correspond au format HEXA INTEL. Si vous n'êtes pas équipé du matériel nécessaire pour programmer le microcontrôleur, renseignez-vous auprès de votre fournisseur, il pourra peut-être vous rendre ce service (moyennant un somme modique, bien sûr, à moins que vous ne soyez un très bon client). Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers, vous pourrez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette 3 1/4 HD formatée et accompagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette).

Le montage est relativement simple à mettre en route grâce au programme 'SONNETTE.EXE' conçu pour Windows 98/98/NT4 qui lui est associé. Le programme vous sera remis avec les fichiers nécessaires pour programmer le microcontrôleur. Le programme n'est utile que pour la phase de configuration du montage. Par la suite, vous ne serez pas obligé de laisser le port série raccordé au montage; l'appareil étant autonome.

Lors de la première exécution du programme, ce dernier vous demandera quel est le port série du PC qui est raccordé au montage. Ce paramètre sera enregistré dans la base des registres ainsi que d'autres informations de configuration, pour vous éviter de les saisir à chaque utilisation du programme. Le programme 'SON-



Nomenclature

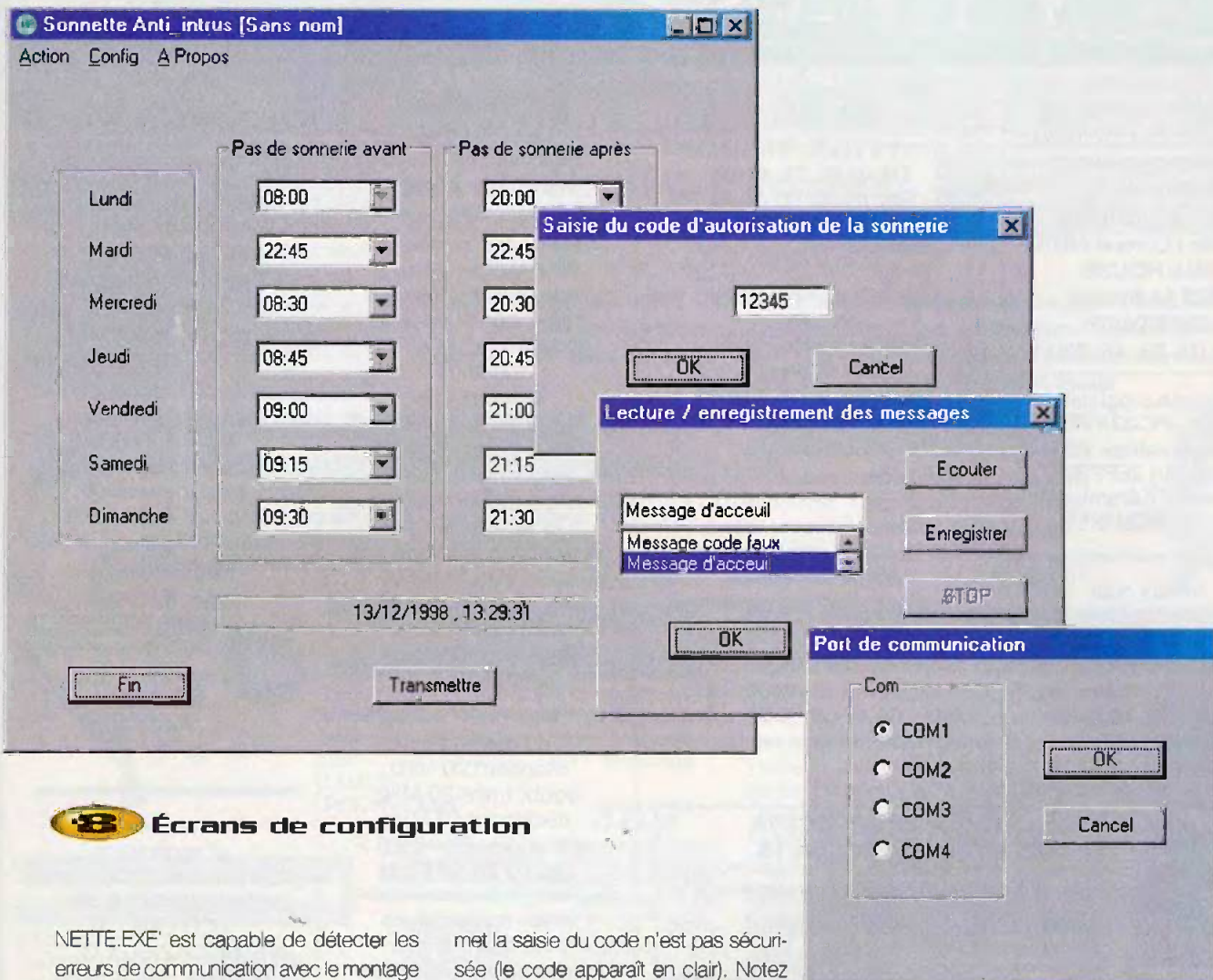
Carte Principale

R₁, R₁₀, R₁₂ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
 R₂ : 470 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
 R₃ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
 R₄ : 150 Ω 1/4W 5% (marron, vert, marron)
 R₅ : 47 Ω 1/4W 5% (jaune, violet, noir)
 R₆ : 1 Ω 1/4W 5% (marron, noir, noir, argent)
 R₇ : 470 Ω 1/4W 5% (jaune, violet, marron)
 R₈ : 220 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)
 R₉ : 22 Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, noir)
 R₁₁ : 2,7 kΩ 1/4W 5% (rouge, violet, rouge)
 R₁₃ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)
 RR₁ : réseau résistif 8x10 kΩ
 AJ₁ : ajustable 10 kΩ
 BT₁ : diode zéner 3,6V 1/4W
 CN₁ : connecteur SubD, 9 points, femelle, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé (par exemple référence HARTING 09 66 112 76011).
 JP₁ : cavalier
 CN₂ à CN₅ : HEADER2
 CN₆ : barrette mini-KK, 4 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2041.
 C₁, C₂ : condensateur céramique 33 pF au pas de 5,08mm
 C₃, C₄ à C₆, C₁₄, C₂₂ : 10 μF/25V sorties radiales
 C₄ : 470 μF/25V sorties radiales

C₁₀ à C₁₃, C₁₆ : 100 nF
 C₁₅ : 4,7 μF/25V sorties radiales
 C₁₇, C₂₃ : 220 nF
 C₁₈ : Condensateur céramique 47 pF au pas de 5,08mm
 C₁₉, C₂₀ : 100 μF/25V sorties radiales
 C₂₁ : 220 μF/25V sorties radiales
 C₂₄ : 47 μF/25V sorties radiales
 D₁ : 1N4001 (diode de redressement 1A/100V)
 KBD₁ : clavier matriciel 16 touches, référence SECME ECO 16 250 06
 QZ₁ : quartz 12 MHz en boîtier HC49/U
 QZ₂ : quartz 32,768 kHz en boîtier Mini-Cyl
 REG₁ : régulateur LM7805 (5V) en boîtier TO220
 T₁ : 2N2907A
 U₁ : microcontrôleur 80C32 (12 MHz)
 U₂ : driver de lignes MAX232
 U₃ : amplificateur audio TBA820
 U₄ : circuit de synthèse vocale ISD2560
 U₅ : horloge temps réel DS1302

Interface pour microphone à électret

CN₁ : barrette mini-KK, 4 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-27-2041.
 C₁ : 220 μF/25V sorties radiales
 C₂, C₃ : 100 nF
 MIC₁ : microphone à électret
 R₁, R₂ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)



Écrans de configuration

NETTE.EXE est capable de détecter les erreurs de communication avec le montage et il ne manquera pas de vous avertir si la connexion est défectueuse.

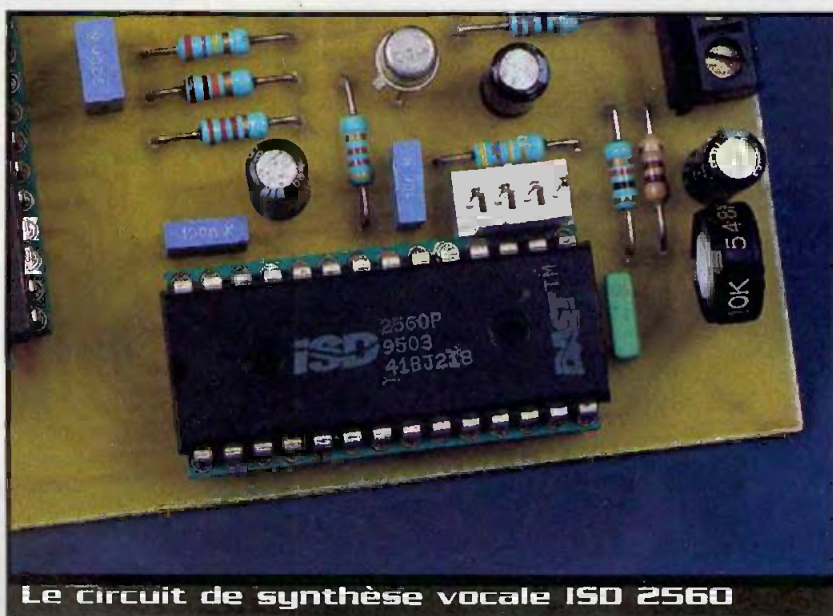
L'utilisation du programme est vraiment évidente, aussi nous n'aurons pas grand chose à vous expliquer. La boîte de dialogue qui apparaît au lancement du programme regroupe tous les paramètres liés aux horaires qui seront acceptés par le montage pour autoriser la sonnerie. Les plages horaires sont définies par pas de 15mn, ce qui a permis de coder la valeur résultante sur un octet. Cela était indispensable car le circuit DS1302 ne dispose que de 31 octets de RAM. Pour information, sachez que le code de la sonnerie occupe 5 octets tandis que les 7 plages horaires occupent 14 octets.

Le menu 'configuration' vous permettra de définir le code de la sonnerie et vous permettra également d'enregistrer ou d'écouter les différents messages. Notez qu'à la première mise en service, il est indispensable de commencer par l'enregistrement des messages, sinon la lecture produira un résultat imprévisible. Notez que par soucis de simplicité, la boîte de dialogue qui per-

met la saisie du code n'est pas sécurisée (le code apparaît en clair). Notez également que le code de la sonnerie doit obligatoirement comporter 5 chiffres hexadécimaux, ceci afin de ne pas avoir à gérer un code de longueur variable. Les fichiers sources des programmes étant fournis, vous aurez tout loisir de modifier la

longueur du code si le cœur vous en dit (à condition de disposer des compilateurs adéquats).

P. Morin



Le circuit de synthèse vocale ISO 2560