

SPECIAL

"construction enceintes acoustiques" et logiciels de calcul

Retrouvez sur ce CD-ROM

Tous les PCB
des montages
+ démo logiciels
CAAD 4.0 et
de nombreux
"sharewares"

voir page

15

- **Horloge en kit**
- **Alarme de voisinage**
- **Bortier de réveil pour PC**
- **Truqueur de voix**

T 2437 - 241 - 25,00 F



SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 241 - NOVEMBRE 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 : 01.44.84.85.45
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

Avec la participation de : U. Bouteville, A. Garrigou,
G. Isabel, R. Knoerr, M. Laury, L. Lellu, E. Lemery,
P. Morin, P. Oguic, J.-P. Roche, D. Roverch, A. Sorokine.

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

Responsable des Ventes : Sylvain BERNARD

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

PGV - Département Publicité :

2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER (84.87)

Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)

Assisté de : Karine JEUFFRAULT (84.57)

Abonnement/VPC : Anne CORNET (85.16)

Voir nos tarifs en page intérieure.

Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal.

Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits. **ATTENTION !** Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. • Pour tout changement d'adresse, joindre 3,00 F et la 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 par téléphone :

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

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

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

Télécopie : (514) 374-9684.

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

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

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



« Ce numéro
a été tiré
à 61 000
exemplaires »

Réalisez vous-même

- 24 Boucle de phase avec un convertisseur fréquence/tension
- 32 Truqueur de voix téléphonique
- 38 Boîtier de réveil automatique pour PC
- 44 Alarme de voisinage

Dossier spécial «ENCEINTES»

- 50 Acoustique pratique : du logiciel à l'enceinte
- 55 Les composants pour enceinte
- 60 Fabrication d'une enceinte
- 66 Calcul acoustique
- 72 Charges acoustiques et filtres pour enceintes
- 78 Kit d'enceinte sonorisation BEYMA Kit 400W

Montages FLASH

UAICF
RADIO TÉLÉ CLUB - TOURS
12, Rue Louis-Mirault
37000 TOURS
C.C.P. 4.454-52 W NANTES

- 16 Dispositif anti-somnolence
- 18 Barrière photoélectrique ponctuelle

04 Infos OPPORTUNITÉS

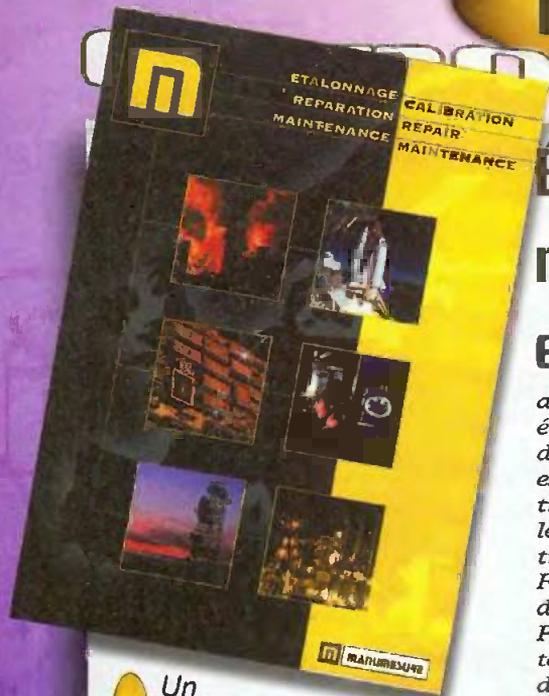
DIVERS

- 12 Internet Pratique
- 86 Horloge VELLEMAN K8009 en kit

ELECTRONIQUE PRATIQUE sera présent à EDUCATEC 99
du 24 au 28 Novembre à
Paris Expo, porte de Versailles, stand K 1301, Hall 7/1

Ce numéro contient un encart ELECTRONIQUE DIFFUSION
sur tout le tirage page de I à XII.





Étalonnage, réparation, maintenance : choisissez un expert !

activités, MANUMESURE a su étendre ses compétences à des domaines qui sont en pleine expansion. Le Contrôle de pollution sur les rejets atmosphériques, les Essais de Compatibilité Électromagnétique, et les Hautes Fréquences constituent, à ce titre, des départements à part entière. Pour ce faire, des ingénieurs et techniciens spécialement formés disposent de matériels ou d'installations dédiés, et sont prêts à intervenir sur tout le territoire français.

Ces 3 départements viennent s'ajouter au Nucléaire, au Biomédical et à la Formation.

Une nouvelle plaquette claire et illustrée

Toutes les activités de MANUMESURE sont détaillées et précisées dans une nouvelle plaquette bilingue de 14 pages. Vous y trouverez comment MANUMESURE intervient dans des domaines tels que le médical, l'enseignement, les télécommunications, la production d'énergie, le génie climatique... Quels sont les plus qui vous seront apportés et comment votre compétitivité s'en trouvera améliorée

Un contact de proximité Depuis plus de 35 ans, MANUMESURE assure la maintenance de matériels électroniques professionnels de toutes marques. Aujourd'hui, avec 20 agences en France et 6 en Europe, MANUMESURE a tissé un véritable réseau de proximité capable de prendre en charge votre matériel où que vous soyez en France ou en Europe. 120 ingénieurs et techniciens, formés en permanence aux dernières technologies, sont ainsi à votre service.

Des prestations multiples et variées Si la vérification, l'étalonnage et la réparation sont ses premières

MANUMESURE <http://www.manumasure.com>

Coffret au format Europe à tout petit prix !

Banal, certes, mais intéressant compte tenu du tout petit prix de 10 F. TTC. demandé par la société K.N. Electronic pour son acquisition. Cette opportunité séduira nos nombreux lecteurs aficionados

Ce séduisant coffret plastique (ABS) noir, cousin du célèbre D30, accepte un circuit imprimé au format Europe (200 x 120 mm) pour une hauteur d'utilisation maximum de 40 mm. Ses façades avant et arrière amovibles, sa matière facile à percer et à travailler, permettent de nombreuses finitions particulières. Son système de fixation s'effectue par vis (non fournie) accessible par le dessous.

Dans la limite des stocks disponibles chez :

K.N. Electronic
100, Bd Lefebvre
75010 PARIS
Tél. : 01.48.28.06.81

MUSIC FORCE : Année 2000 !

A un peu plus de 60 jours du réveillon du Siècle, MUSIC FORCE nous propose une plaquette 6 pages couleurs faisant la synthèse des matériels de sonorisation nécessaires pour couvrir l'événement.

Ce détaillant, soucieux d'offrir à sa clientèle des matériels performants à petits prix, recherche en permanence les meilleures sources d'approvisionnements pour le confort financier des consommateurs.

Pour exemple, en éclairage : Un laser Baby Crab 5 mW à 220 FTTC.

Un Mini Flower Musical à 199 FTTC.

En sonorisation : Un ampli SKA600 2x300Wrms sous 4 Ω avec les protections thermiques et court-circuit, bridgeable, etc. à 1995 FTTC.

Des boomers sono à partir de 290 FTTC. la paire, Ø 38 cm, 300W, saladier acier, réf. DYB 15-56

Et, pour finir : Des enceintes sono MUSIC 310, 300W avec filtre et protection à partir de 690 FTTC. l'unité.

Il va sans dire que MUSIC FORCE propose une offre globale, attractive et variée.

Sur simple demande, la plaquette couleurs Année 2000 est disponible chez :

MUSIC FORCE
6, Bd Devaux
78300 POISSY
Tél. : 01.39.65.46.68



de montages électroniques pour habiller, comme il se doit, la dernière réalisation effectuée.

Catalogue BMJ Technologies 1999-2000

Un Pro du soudage/dessoudage !

Destiné à l'ensemble des intervenants œuvrant dans le soudage et dessoudage, BMJ Technologies apporte une solution adaptée à tous les besoins, qu'ils émanent de l'industrie, la PME/PMI ou la distribution en vue du particulier. En effet, sous couvert de 42 pages couleurs abondamment renseignées en informations techniques et pratiques, ce catalogue s'articule autour de 7 grandes familles :

- Stations de soudage,
- Soudage et dessoudage,
- Dessoudage,
- Soudage et dessoudage des CMS,
- Fers à souder crayons 230V, à dessouder 230V, fers à gaz,
- Accessoires de soudage/dessoudage,
- Outillage à mains.

Toutes les techniques sont représentées et trouvent ici les matériels adaptés.

Ce catalogue est distribué gratuitement dans les points de vente du réseau BMJ Technologies ou directement avec la liste des distributeurs au 05.62.36.50.12

A noter, pour les lecteurs impatients et équipés d'un PC que vous pouvez retrouver l'intégralité de ce catalogue sur le CD-ROM **Électronique Pratique** de ce mois (voir page 15)



Un pack d'outillage électronique pour débutant

A l'issue de cette rentrée scolaire, la société VELLEMAN répond intelligemment à une attente de la part des consommateurs débutants en électronique. L'idée simple, mais astucieuse, consistait à réunir en

un «package» unique, sous blister, les outils de base nécessaires à un bon départ dans le monde de l'électronique.

Cet ensemble comprend :

- Un fer à souder 25W 230V à panne fine aux normes CE avec prise de terre,
- Une pince coupante à bec rond,
- Un tube de soudure de 20 g. en 10 mm de Δ ,
- Un support pour fer à souder métallique avec son éponge,
- Deux mini kits de la gamme VELLEMAN, à savoir : un orgue lumineux et un kit à LED lumineuses variables par potentiomètres.

Ce pack complet de démarrage, commercialisé au prix incroyablement accessible de 189 F.TTC, est disponible dans l'ensemble du réseau de points de vente VELLEMAN

Pour plus d'informations :

TEL. :
03.20.15.86.15



Le fruit de la Passion !

Nouvel acteur intervenant sur le plateau de la distribution de matériels acoustiques, PASSION Électronique nous communique le détail de sa gamme de haut-parleurs. Sous couvert de 4 familles de produits, les diverses techniques de fabrication employées répondent aux demandes du marché.

En effet, la série YDA propose en 5 diamètres (165, 205, 250, 305 et 380 mm) une famille de haut-parleurs à membrane papier rigide, rebords plissés pour une utilisation SONO. Disponible en 4 et 8 Ω, sa fourchette de prix oscille de 79 à 299 F. pièce.

La série YDY, sous 8 Ω exclusivement, se compose de 4 modèles (165, 205, 250, 300 mm) à membrane carbone, suspension caoutchouc souple pour une utilisation Hi-Fi : de 149 à 399 F. selon modèle.

La série YDW, sous 4 et 8 Ω, disponible en 4 diamètres (165, 205, 250 et 300 mm) à membrane Kevlar, suspension

caoutchouc souple pour utilisation Hi-Fi de gamme supérieure : de 199 à 499 F. l'unité. La série YDR, sous 8 Ω exclusivement, disponible en 4 diamètres (165, 205, 250 et 300 mm) à membrane polypropylène, suspension caoutchouc souple se destine plus particulièrement pour une

utilisation Hi-Fi en extérieur : de 149 à 399 F. pièce.

Ces produits se destinent, compte tenu de leurs rapports qualité/prix intéressants, à une large clientèle qui saura en tirer le meilleur parti sonore.

Pour de plus amples renseignements sur leur distribution, vous pouvez contacter :

**PASSION Électronique
B.P. 18805 -
44188 NANTES cedex 4
Tél. : 02.51.80.73.73
Fax : 02.51.80.73.72**



Le PersonalScope VELLEMAN n'est pas un multimètre graphique mais un oscilloscope portatif, aux dimensions et au prix d'un multimètre de bonne qualité. Grâce à sa haute sensibilité - jusqu'à 5mV/div - et ses fonctions supplémentaires, le HPS5 constitue l'appareil idéal pour l'hobbyiste, les techniciens de maintenance et d'auto et les concepteurs. Grâce au rapport qualité/prix favorable, le PersonalScope est l'oscilloscope le plus approprié pour des buts éducatifs d'écoles et de collèges.

Convenable pour applications pour tension réseau et des mesures sur des appareils audio, les signaux numériques, toutes sortes de capteurs, l'analyse de signaux dans les applications du



PersonalScope HPS5

secteur automobile, installations audio pour voiture, etc.

Le processeur RISC fonctionne à 20 MHz et fournit la puissance de procession pour la fonction d'installation ultrarapide et complètement automatique, ce qui facilite les mesures d'ondes.

Spécifications :

- Fréquence d'échantillonnage : 5 MHz maximale
- Bande passante d'entrée : 1 MHz (-3dB à 1V/division)
- 1 MΩ/20 pF (sonde standard)
- Résolution verticale : 8 bits (6 bits sur LCD)
- LCD graphique : 64 x 128 pixels
- Échelles dBm : de -73 dB à +40 dB (jusqu'à 60 dB avec sonde X10) ± 0,5 dB
- Échelles True RMS (CA) : 0,1mV à 80V (400Vrms avec sonde X10) précision 2,5%
- Base de temps : 20 s à 2 μs/div en 22 étapes
- Sensibilité d'entrée : 5mV à 20V/div en 12 étapes (jusqu'à

200V/div avec sonde X10)

- Tension d'alimentation : 9VCC/min 300 mA
- Batteries (option) : type Alcaline AA ou batteries rechargeables Ni-Cd/Ni-Mh (5 pièces)
- Durée de vie des batteries : max. 20 heures pour les batteries Alcaline
- Sécurité : selon la norme IEC1010-1 600V Cat II, degré de pollution 1
- Dimensions : 105 x 220 x 35 mm
- Poids : 395 g (14 oz.) batteries non comprises

Options :

- Sonde de mesure x1/x10 : PROBE60S
- Adaptateur pour 230VAC : PS905
- Adaptateur pour 110VAC : PS905USA

**Prix public : 1249 F TTC
Disponible dans l'ensemble du réseau de points de vente**

**VELLEMAN
TEL. : 03.20.15.86.15**

Le mois dernier, nous vous proposons un site décrivant une carte d'acquisition/restitution de signaux infrarouges pour PC. Nous restons ce mois-ci dans l'électronique numérique et vous proposons de découvrir une carte compteur pour PC. Dans la seconde partie de notre rubrique, nous nous dirigerons vers le site de la société allemande INFINEON.

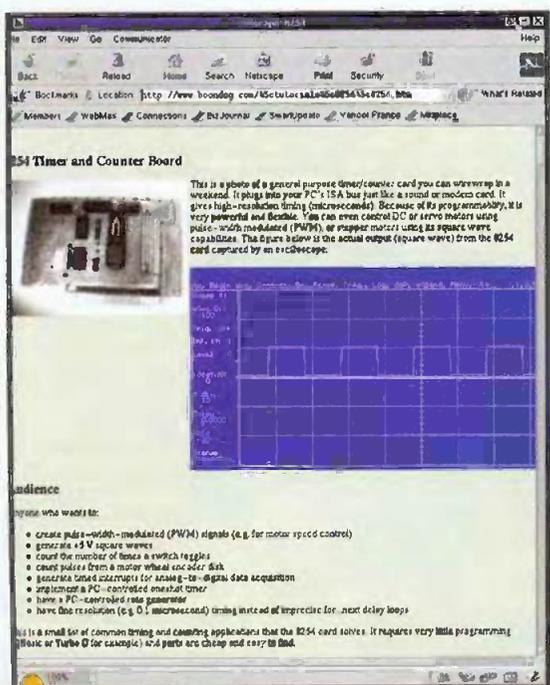
internet PR@TIQUE

Dans un laboratoire d'électronique classique, on a toujours besoin de générer des signaux réguliers et d'effectuer des comptages. La

contrepartie est que les performances de cette entrée/sortie sont limitées. Pour une carte directement connectée sur le bus, il faut tout d'abord créer un décodeur d'adresse. Pour que tout soit clair, rappelons brièvement comment se passe le transfert des données dans un ordinateur. Les bits du bus d'adresse sont fixés par le microprocesseur pour indi-

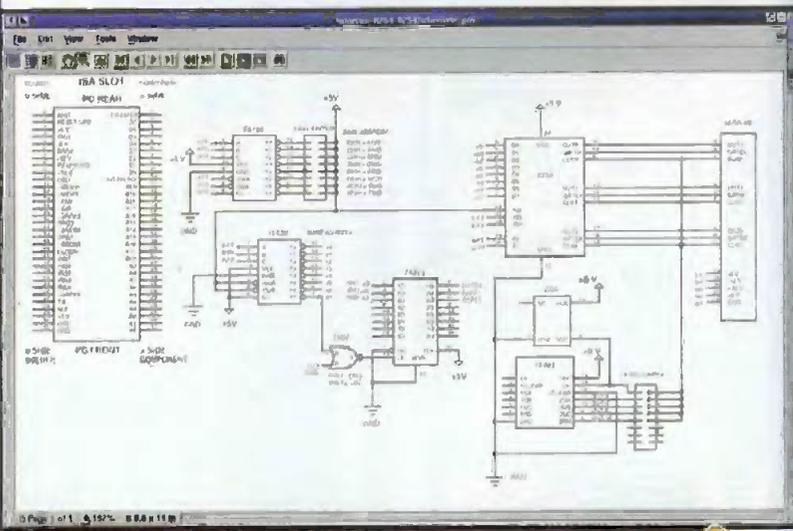
Dans un PC, il existe des adresses fixes pour les périphériques courants (interfaces séries, parallèles, etc.) mais les concepteurs ont laissé une plage d'adresse pour les cartes personnelles. C'est cette plage que l'on doit utiliser pour toutes les cartes additionnelles.

Le document disponible sur le site Web est divisé en 3 grandes parties. La première présente les applications typiques de la carte ainsi que son composant principal, le 8254. Ce dernier dispose en interne de 3 compteurs indépendants de 16 bits. Il est, de plus, complètement programmable. La deuxième partie concerne la fabrica-



1 site www.boondog.com

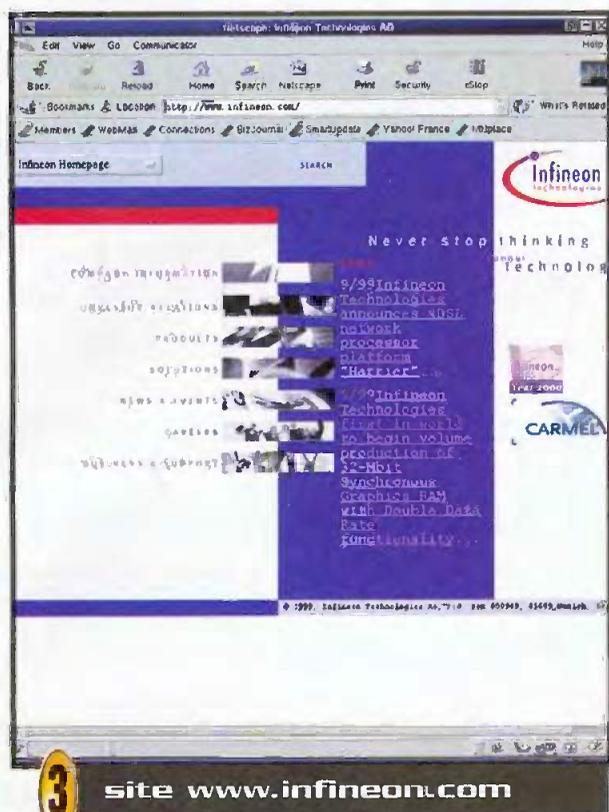
carte que nous vous proposons aujourd'hui viendra remplir complètement ces fonctions. Elle vous permettra, de plus, de réguler la vitesse de moteurs (par modulation de largeur d'impulsions), de générer des bases de temps, etc. Sa description est disponible à l'adresse <http://www.boondog.com/%5ctutorials%5c8254%5c8254.htm> (figure 1). Outre son aspect fonctionnel, elle a un intérêt pédagogique car elle se connecte directement sur le bus du PC par l'intermédiaire d'un slot ISA. En effet, la plupart des cartes que nous décrivons se connectent sur le port parallèle de l'ordinateur. Ceci offre des avantages non néglig-



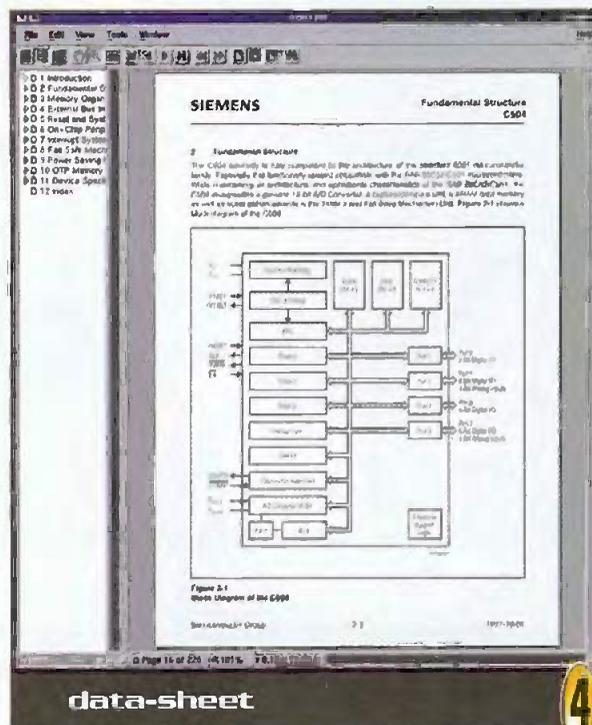
2 le schéma de principe

quer à qui les données sont destinées. Les décodeurs de chaque carte de l'ordinateur sont alors mis à contribution et un seul d'entre eux doit s'activer. Ensuite, les données sont mises sur le bus de données et la carte, dont le décodeur est activé, les traite.

tion du circuit. Son schéma de principe est disponible au format PDF (lisible avec le programme Acrobat Reader). Comme on peut le voir sur la figure 2, il est relativement simple : on a tout d'abord le système de décodage d'adresse sur la gauche puis la généra-



3

site www.infineon.com

4

data-sheet

tion de l'horloge principale et, enfin, le 8284. Toutes ses fonctions sont bien sûr décrites en détail dans le document.

La dernière partie concerne tous les aspects de la programmation de la carte. Celle-ci pourra se faire par tout langage de programmation classique : Visual C, Visual Basic ou Turbo Pascal (et même QBasic pour les ordinateurs plus anciens). Il suffit en effet de fabriquer le mot de données qui permettra de contrôler le 8254 et de le mettre sur le bus par une instruction de type OUT (ou équivalent).

Toutes les informations nécessaires sont fournies par l'auteur ainsi que quelques exemples bien utiles pour commencer.

En conclusion, nous conseillons cette carte à tous ceux qui veulent réaliser des circuits se connectant directement sur le port ISA car elle est relativement simple mais soulève les mêmes problèmes que l'on rencontre avec des systèmes plus importants. Le décodeur d'adresses pourra de plus être copié pour des réalisations futures. Nous mettons à votre disposition une liste de projets en rapport avec le bus ISA dans l'encadré n°1 (en anglais).

Comme nous vous l'annonçons dans

notre introduction, la deuxième partie d'Internet Pratique sera consacrée au site de la société INFINEON.

Il est fort probable que le nom d'INFINEON ne vous dise rien car c'est une toute jeune société, filiale de SIEMENS Semiconductors. Son site est disponible à l'adresse

<http://www.infineon.com> (figure 3). Le site est divisé en grandes catégories où l'on retrouve des informations sur la société, des offres d'emploi, des nouveautés et bien d'autres choses.

Les pages qui nous intéressent le plus sont évidemment celles qui concernent les produits disponibles à l'adresse <http://www.infineon.com/products/products.htm>. On peut y découvrir tous les domaines d'activités de la société.

Ceux-ci couvrent aussi bien les composants discrets que les mémoires ou encore les DSP (Digital Signal Processor) et les ASICS. Rappelons que les ASICS sont des composants spécifiques, créés pour les besoins d'un client en particulier. Ceux-ci sont développés sur des outils de CAO qui ressemblent à des outils de conception de circuits imprimés.

En effet, à la place de relier des composants entre eux, le développeur va relier

des portes logiques ou des modules fournis par le fabricant. Ces derniers peuvent être de simples compteurs mais aussi des interfaces séries ou Ethernet complètes (et même des processeurs et autre DSP).

C'est cette intégration qui permet d'obtenir la miniaturisation que l'on connaît aujourd'hui.

Revenons maintenant à la description du site de INFINEON.

Une fois le type de produit que l'on désire explorer a été choisi, on arrive sur une page joliment agrémentée d'une photo qui décrit succinctement ses principales applications. Il faut alors faire défiler une liste pour se diriger vers une sous catégorie avant d'arriver à l'information finale. Les composants sont présentés brièvement sous forme HTML mais des fichiers PDF sont disponibles pour le téléchargement des Data-sheet complètes (figure 4).

Voilà qui termine notre tour d'horizon du site d'INFINEON. Il ne nous reste plus qu'à vous donner rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes.

L. LELLU

<http://www.wenzel.com/pdf/files/24line.pdf> - 24 Line Parallel Interface for the PC : big file in pdf format, you might only need the schematic

<http://www.boondog.com/%5ctutorials%5c8254%5c8254.htm> - 8254 timer/counter board : The schematic, theory of operation, construction tips and parts lists

<http://www.cs.columbia.edu/~paul/circuits/8255.html> - 8255 PPI IBM PC Interface Card : better description and information how to get the circuit as kit can be found at Boondog Automation home page

<http://ftp.funet.fi/pub/doc/HW/pc/adda/adda10.zip> - ADDA10 : build and use a simple low cost analog I/O extension board for PC's, includes 500 KHz analog-to-digital converter (ADC) and a 1 MHz digital-to-analog converter (DAC), zipped file which contains circuits and source code

<http://www.primeline.net/~tait/cdr56x.html> - A Home Built (almost) Panasonic/MKE/CR56x CD-ROM Interface

<http://www.kiarchive.ru/pub/misc/hardware/soundcard/dac/slotdac.zip> - DAC schematics for PC slot : 8 bit DAC circuit, documentation in russian

http://www.ee.washington.edu/eeca/circuits/F_ASCII_Schem_PC.html#ASCIISCHEMPC_005 - Filtering PC bus POWER

<http://www.cs.tut.fi/~pam/isa8255/> - General purpose 48-bit ISA parallel I/O card

<http://www.esi.us.es/~melus/gwlhw0b.html> - General purpose 48' digital I/O dual 82c55 plus 82c54 timer XT board

<http://dustbin.virtualave.net/circuits/isaout.htm> - ISA output card : simple 8 bit output card

<http://www.jps.net/joeltr/Projects/pcat.pdf> - PCAT Interface Card : 327k pdf file, circuit design by Joel T. Retanan

<ftp://ftp.psyber.com/dlised/CIRCATS/pcdecode.pdf> - PC I/O decoder circuit : as used in lot of older PC I/O cards

<http://www.stud.ntnu.no/~oivind/Projects/Electronics/> - PC Soundcard : 16 bit soundcard

<http://www.jps.net/joeltr/Projects/pcxt.pdf> - PCXT Interface Card : 263k pdf file, circuit design by Joel T. Retanan

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, μ processeurs, μ contrôleurs, etc...



Data-Net fonctionne sur Windows® 3.1/95/98/NT3.51 et NT 4.0
Pour recevoir Data-Net, veuillez rajouter 15 Frs au prix indiqué pour participation aux frais d'expédition (35 Frs hors France métropolitaine) et adresser votre règlement par chèque ou carte bancaire à :

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

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

Dispositif anti-somnolence

A quoi ça sert ?

La fatigue au volant d'un véhicule automobile se manifeste surtout sur les longs trajets et plus particulièrement la nuit, période critique où le taux d'accident est près de deux fois plus élevé que celui noté le jour ! Les signes annonciateurs de cette fatigue sont une certaine raideur de la nuque, des sensations de picotements oculaires, la fixité du regard et peut-être la sensation de plus en plus désagréable d'un éblouissement. On constate encore des douleurs musculaires, voire des crampes. Lorsque la tête bascule brutalement en avant, il est largement temps de faire une halte, marcher quelques pas dans l'air frais et se rafraîchir ; un petit somme serait réparateur et d'ailleurs, dans la mesure du possible, il est vivement conseillé de s'arrêter environ toutes les deux heures. Notre réalisation détectera le mouvement brutal de la tête grâce au mercure contenu dans une petite ampoule de verre et disposée sur l'une des branches d'une paire de lunettes, même factice pour les besoins de la cause. Un signal strident sera généré à chaque mouvement brusque sur le capteur, signal épisodique qui, selon la programmation préalable de l'utilisateur, pourra très vite se transformer en un signal permanent parfaitement insupportable. Cette réalisation très simple devrait remplir correctement son rôle et vous aider à assurer une conduite plus fiable et plus sécurisante.

Comment ça marche ?

Le schéma complet est présenté à la **figure 1** et comporte de nombreux éléments simples. Le contact sensible se trouve donc être une petite ampoule de

verre contenant du mercure, métal liquide à la température ambiante, mais surtout conducteur, donc chargé de shunter les deux électrodes internes reliées aux fils extérieurs.

A l'état de veille, le contact n'est pas établi et le point A se trouve forcé au niveau haut à travers la résistance R_1 . L'oscillateur astable construit autour des portes NOR A et B est bloqué.

Si le conducteur incline la tête, l'oscillateur est immédiatement validé et délivre une suite de signaux rectangulaires positifs acheminés à travers la résistance R_2 vers le circuit compteur IC_3 dont nous détaillerons le fonctionnement un peu plus loin.

Une bascule monostable construite autour des portes NOR D et E mérite votre attention : si le conducteur entre dans une phase de somnolence détectée et confirmée par un premier bip sonore, on démarre un comptage des impulsions et il est possible de fixer préalablement le nombre exact d'impulsions que l'on tolère avant de produire un signal permanent. Si au contraire, le premier bip recueilli est isolé ou involontaire, donc en dehors d'une fatigue quelconque, la temporisation du monostable remettra le compteur à zéro peu de temps après.

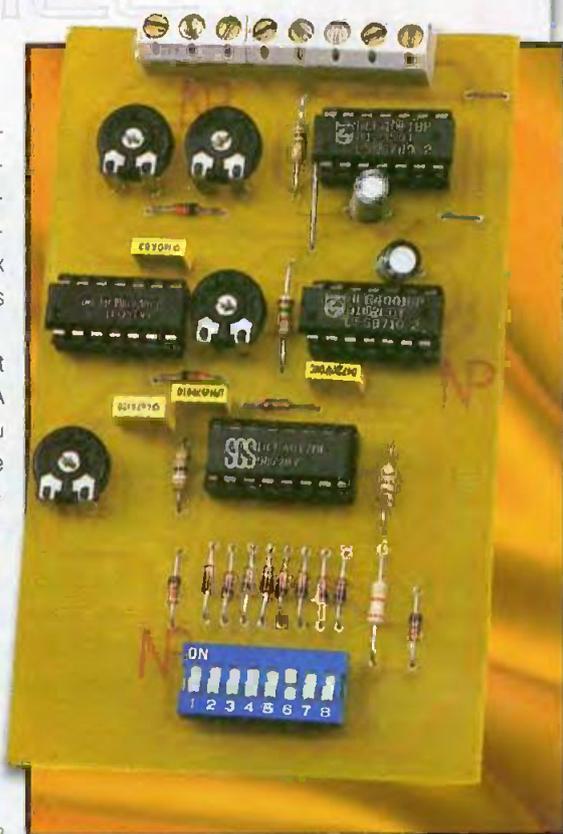
Pour produire une impulsion de mise à zéro unique sur IC_3 et non un signal de blocage permanent, on fait simplement appel au petit condensateur C_2 qui produit un bref pic positif à travers la diode anti-retour D_2 (montage dérivateur). A chaque mise sous tension, un autre bref

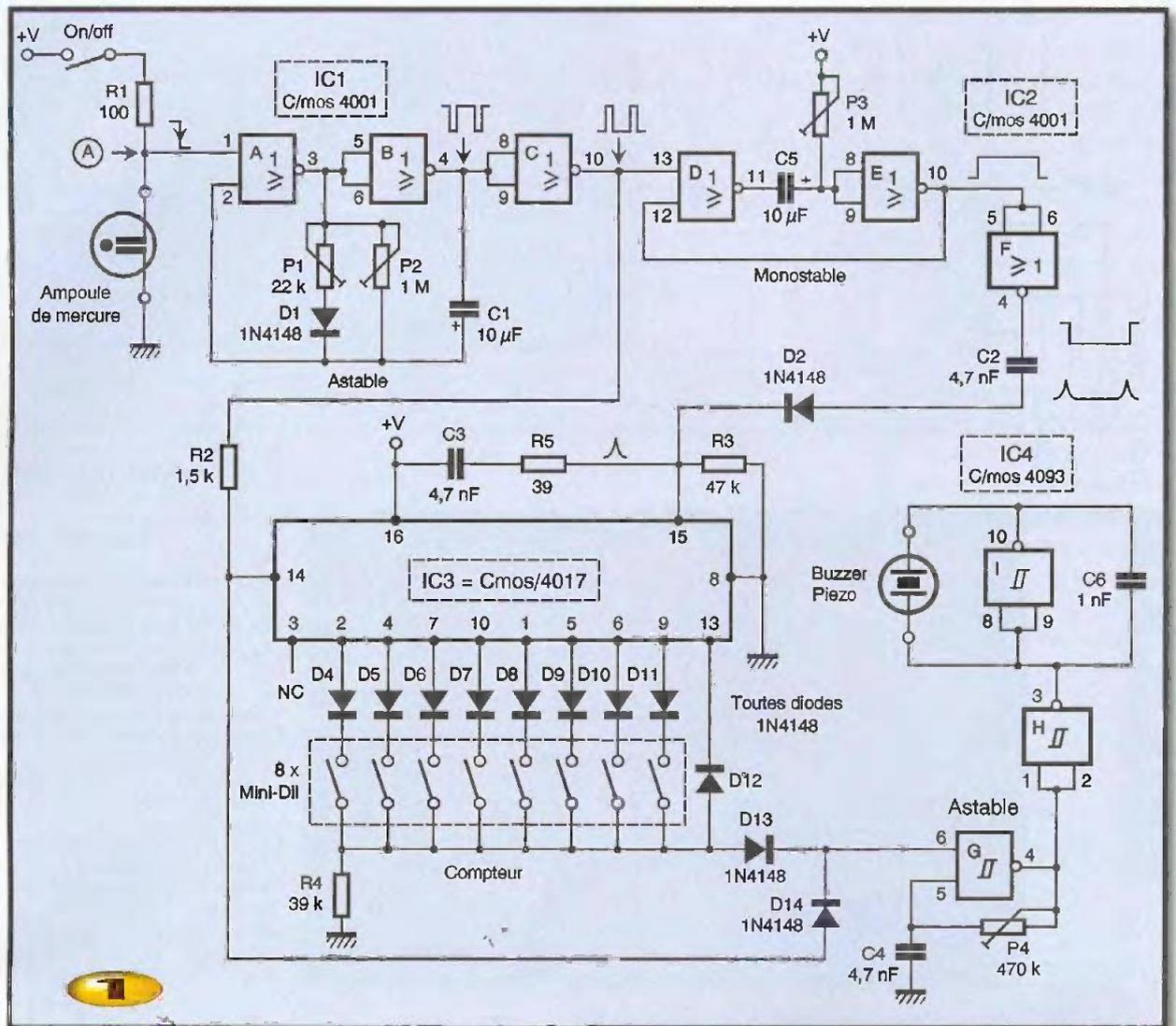
signal positif à travers la diode D_3 initialise le compteur IC_3 toujours sur sa broche 15.

A l'aide d'un bloc de 8 inters miniatures, il est possible de choisir le nombre de mouvements à détecter avant de produire un signal permanent (de 2 à 9 maximums). Le signal sonore est généré, lui, lorsque le signal de commande traverse la diode D_4 pour valider l'oscillateur G, construit autour d'une seule porte NAND trigger. Le résonateur piézo est simplement alimenté en opposition de phase aux bornes d'une porte logique du même circuit IC_4 .

Réalisation pratique

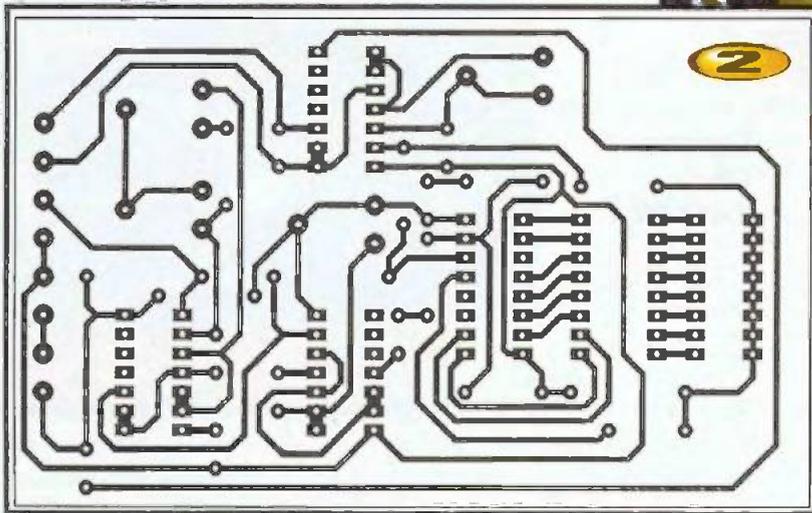
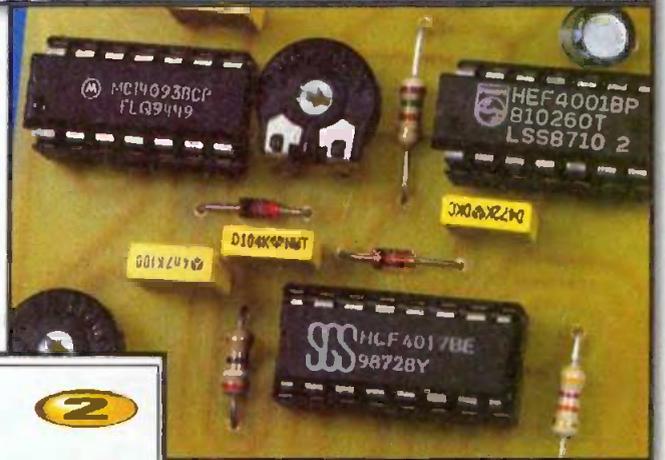
La carte imprimée dont le tracé des pistes est donné à la **figure 2**, regroupe tous les composants ; il suffira de raccorder le capteur à mercure à l'aide



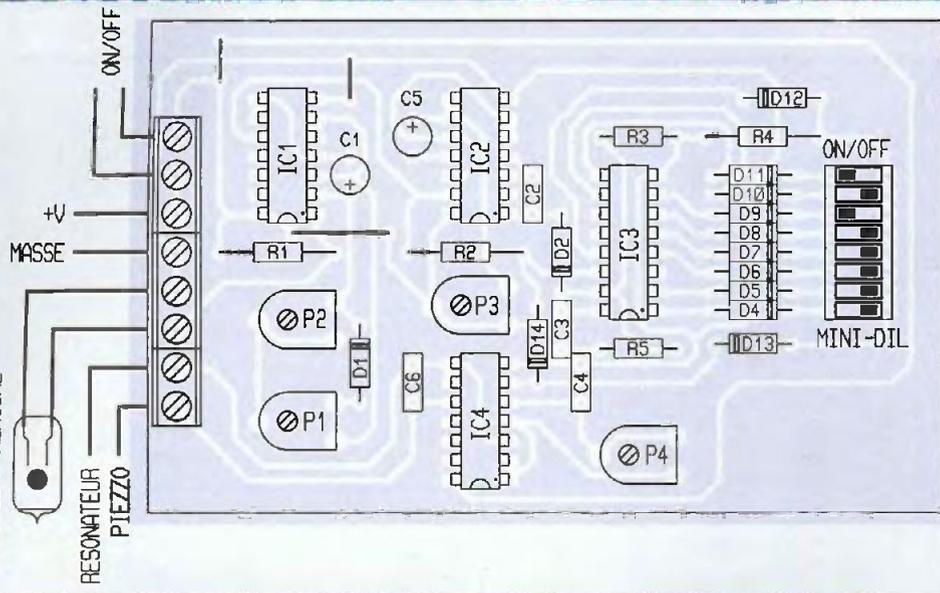


d'un cordon souple à deux conducteurs. Veillez à bien positionner le capteur de mouvement de façon à laisser le contact ouvert lorsque les lunettes sont normalement portées par un conducteur non endormi, s'entend.

Le réglage précis du monostable est aisé à l'aide de P_3 tandis que le son émis par

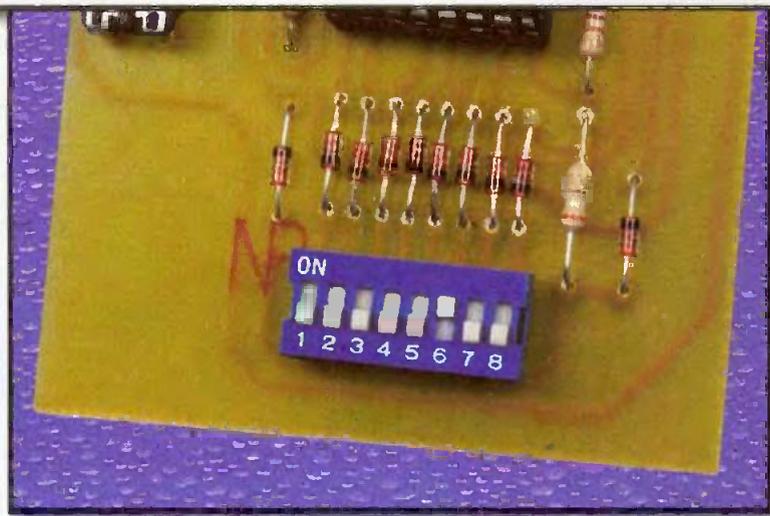


le résonateur devra être très strident à la limite du supportable pour faire réagir promptement l'utilisateur ; cela est aisé à obtenir par l'ajustable P_2 . L'intervalle entre les impulsions dépend totalement du signal produit par l'astable à rapport cyclique variable.



Nomenclature

- IC₁ : portes NOR A/B/C C/MOS 4001
- IC₂ : portes NOR D/E/F C/MOS 4001
- IC₃ : compteur décimal C/MOS 4017
- IC₄ : portes NAND trigger G/H/I C/MOS 4093
- D₁ à D₁₄ : diodes commutation 1N4148
- R₁ : 100 Ω 1/4W (marron, noir, marron)
- R₂ : 1,5 kΩ 1/4W (marron, vert, rouge)
- R₃ : 47 kΩ 1/4W (jaune, violet, orange)
- R₄ : 39 kΩ 1/4W (orange, blanc, orange)
- R₅ : 39 Ω 1/4W (orange, blanc, noir)
- P₁ : ajustable horizontal 22 kΩ
- P₂, P₃ : ajustables horizontaux 1 MΩ
- P₄ : ajustable horizontal 470 kΩ
- C₁ : 10 µF/25V chimique vertical
- C₂ à C₄ : 4,7 nF/63V plastique
- C₅ : 10 µF/25V chimique vertical
- C₆ : 1 nF/63V plastique
- 3 supports à souder 14 broches
- 1 support à souder 18 broches
- 1 bloc de 8 inters mini-DIL
- 1 contact à mercure sous verre (modèle miniature)
- 1 inter miniature
- 1 coupleur pression pile 9V
- 1 résonateur piezo
- 1 bloc de 8 bornes vissé-soudé, pas de 5mm
- Buzzer piezo
- fil souple



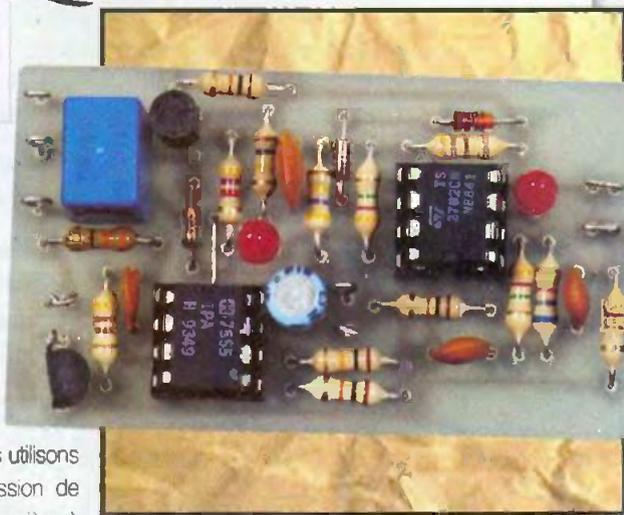
Barrière photoélectrique ponctuelle

A quoi ça sert ?

Si vous pratiquez la photo animalière, vous aurez peut-être du mal à capturer l'image de petits animaux farouches. La barrière que nous proposons ici déclenchera par exemple une prise de vue lorsqu'un animal passera à l'intersection de deux faisceaux, juste là où vous avez installé l'appât...

Comment ça marche ?

La barrière utilise deux émetteurs et deux récepteurs. Nous utilisons ici un système d'émission de lumière modulée. La barrière à lumière modulée permet de s'affranchir, dans une certaine mesure, de parasites lumineux à fluctuation lente venus de l'ex-



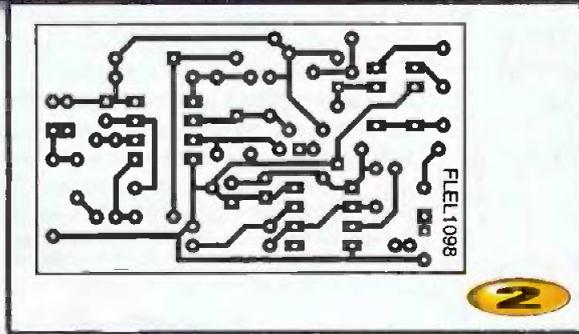
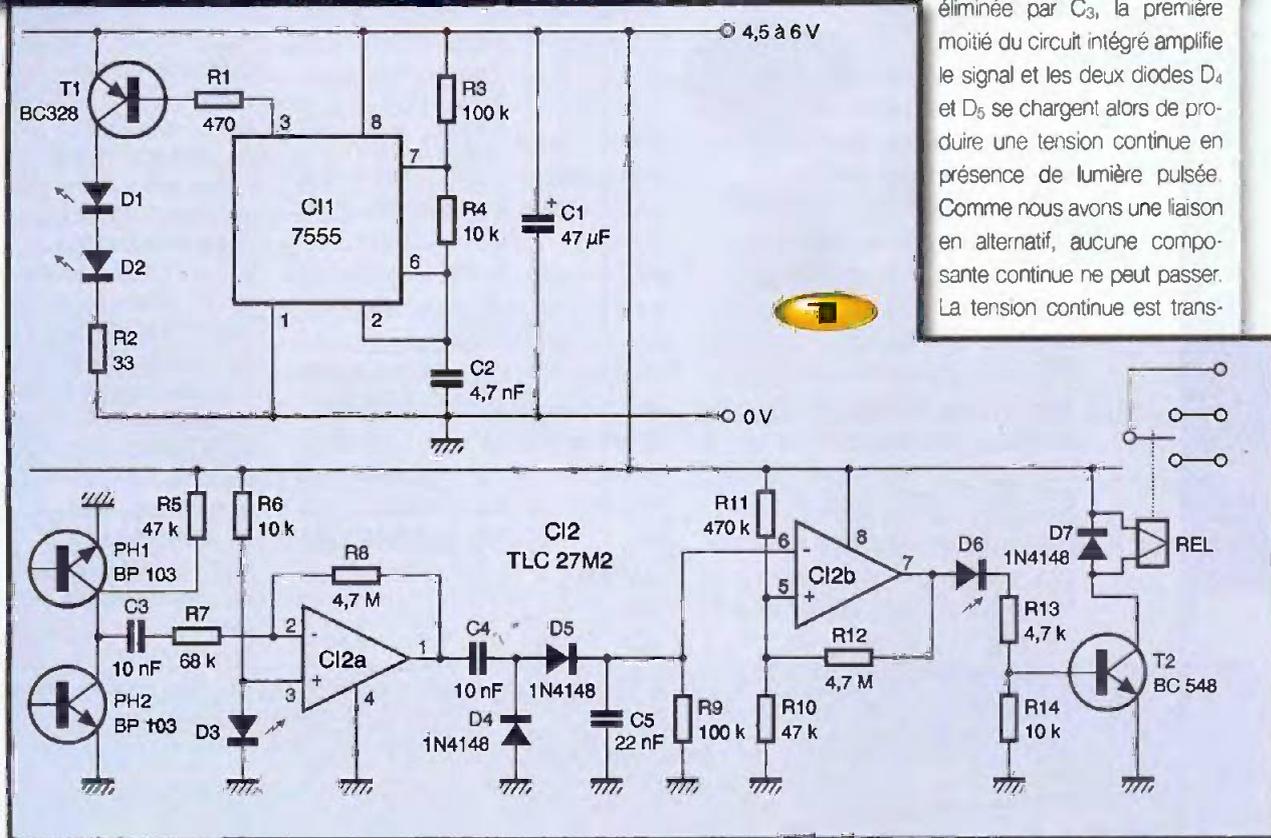
térieur. Ici, une luminosité ambiante élevée aura peu d'effet sur le fonctionnement, on ne peut en dire autant d'une barrière tra-



réseau de résistances classiques R_3 , R_4 et le condensateur C_2 . La valeur exacte de la constante de temps est sans importance et

résistance élevée au passage du courant. Il ne jouera donc plus aucun rôle. Pour que le signal de sortie disparaisse, il faut que les deux phototransistors ne reçoivent plus de lumière pulsée. Nous avons donc bien là un comportement en porte ET puisqu'il faut que les deux photodétecteurs soient occultés pour que le signal de sortie disparaisse.

La composante alternative est éliminée par C_3 , la première moitié du circuit intégré amplifie le signal et les deux diodes D_4 et D_5 se chargent alors de produire une tension continue en présence de lumière pulsée. Comme nous avons une liaison en alternatif, aucune composante continue ne peut passer. La tension continue est trans-



vaillant sur le continu. Par ailleurs, nous avons adopté un fonctionnement en mode impulsionnel permettant d'obtenir une puissance d'émission élevée avec une consommation relativement réduite. Le montage se décompose en deux sections. D'un côté nous avons un générateur d'impulsion. Il utilise un 555 que nous avons pris en version CMOS, cette version a l'avantage de moins perturber l'alimentation que la version traditionnelle. La fréquence est fixée par le

de crête dans les diodes, ici une certaine de mA.

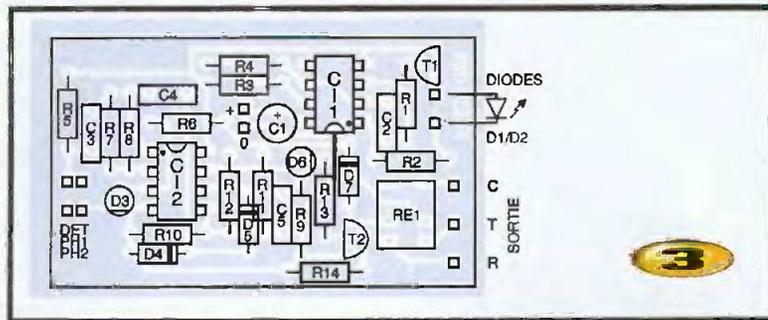
Comme nous avons deux faisceaux, il nous faut deux diodes d'émissions, elles seront câblées en série.

Il nous reste à traverser l'espace pour aller de l'autre côté de la barrière. Là, on trouve une paire de phototransistors qui, cette fois, vont être câblés en parallèle. Cette mise en parallèle constitue un circuit ET. En effet, un phototransistor qui ne reçoit pas de lumière présente une

mise à un comparateur qui utilise la seconde moitié du circuit intégré CI_1 . Le point de fonctionnement est fixé par un pont de résistances relié à l'entrée non inverseuse.

La résistance R_7 , installée entre la sortie du circuit et cette dernière entrée, lui donne l'hystérésis nécessaire à un travail en trigger de Schmitt. La diode D_6 est une diode électroluminescente qui facilite le réglage lors de la mise en place du faisceau, lorsque l'une des photodiodes reçoit de l'énergie lumineuse découpée, la diode D_6 s'éteint. A la coupure du faisceau, elle s'allume.

Le courant de sortie de CI_{2a} passe ensuite dans la jonction base/émetteur de T_2 qui commande le relais. Ce dernier peut éventuellement être omis pour commander directement un circuit compatible TTL, par exemple un déclencheur d'appareil photo à commande électrique.



Réalisation

Si le principe même du fonctionnement est simple, la réalisation demande quelques précautions, notamment en ce qui concerne les capteurs.

Ces capteurs sont des phototransistors enrobés dans une résine transparente leur servant de lentille, ils peuvent donc recevoir une énergie lumineuse de tous les côtés. Nous les avons rendus plus directifs en installant les phototransistors dans un tube métallique (le métal est étanche à la lumière). On évite ainsi une lumière directe comme celle du soleil. Pour augmenter la sensibilité des photo-détecteurs, nous avons collé à l'extrémité du tube une lentille de focalisation très économique puisqu'il s'agit d'un objectif d'appareil photo jetable que vous pourrez facilement vous procurer chez votre photographe. Tous ont approximativement la même focale. Nos capteurs ont été réalisés en utilisant des cordons terminés par des prises RCA, certains modèles ont une enveloppe souple que l'on peut enlever. Vous pouvez également utiliser des capuchons de caoutchouc ou autres solutions. A vos fonds de tiroirs. Le phototransistor se place à 25 mm environ de la lentille frontale. Toute autre technique comme de la gaine thermorétractable ou des manchons de connecteurs peut être envisa-

gés, une colle fusible permettra de fixer les composants une fois les tests réussis. Les diodes électroluminescentes émettrices n'ont pas besoin d'une protection. Il faut simplement choisir des modèles à haute luminosité (elles ne sont plus très chères) et disposant déjà d'une optique concentrant la lumière, donc avec un angle d'une dizaine de degrés.

Le câblage ne demande pas de précaution particulière n'utilisez pas de fer de 100 W, les pistes sont assez proches les unes des autres. Attention à l'orientation des circuits intégrés, ils sont inversés... Les diodes et les phototransistors doivent aussi être orientés dans le bon sens, le fil le plus long correspond à l'électrode que l'on doit relier au pôle positif.

Aucun réglage n'est à effectuer, on reliera le circuit imprimé aux connecteurs et c'est tout. Le test de bon fonctionnement s'effectuera avec les deux diodes émettrices en place (sinon, rien ne marche), par contre on n'utilisera qu'un seul photo-détecteur. Lorsque le photo-détecteur verra la source, la diode s'éteindra. Le passage de la main entre la diode et le photo-détecteur entraîne l'allumage fugitif de la diode D₆.

Cette procédure sera à reprendre lors de la mise en place. L'opération est à effectuer pour chacun des détecteurs, il ne faudra en brancher qu'un seul à la fois. Une fois les deux barrières réglées, on reconnecte le premier détecteur et c'est prêt.

L'alimentation s'effectue par une tension de 4,5 à 6V, un transfo et un régulateur de 5V conviennent parfaitement.

Le montage peut aussi être utilisé comme une barrière classique, dans ce cas, l'une des diodes émettrice sera remplacée par une résistance de 15 Ω (ou on augmente R₂ de 15 Ω). Bien sûr, un seul photo-détecteur conviendra. Les diodes électroluminescentes rouges peuvent aussi être remplacées par des diodes électroluminescentes infrarouge,

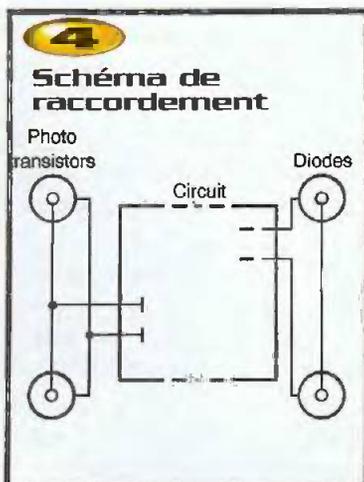
Nomenclature

- R₁ : 470 Ω 1/4 W 5% (jaune, violet, marron)
- R₂ : 33 Ω 1/4 W (orange, orange, noir)
- R₃, R₈ : 100 kΩ 1/4 W 5% (marron, noir, jaune)
- R₄, R₆, R₁₄ : 10 kΩ 1/4 W 5% (marron, noir, orange)
- R₅, R₁₂ : 47 kΩ 1/4 W 5% (jaune, violet, orange)
- R₇ : 68 kΩ 1/4 W 5% (bleu, gris, orange)
- R₉, R₁₂ : 4,7 MΩ 1/4 W 5% (jaune, violet, vert)
- R₁₁ : 470 kΩ 1/4 W 5% (jaune, violet, jaune)
- R₁₃ : 4,7 kΩ 1/4 W 5% (jaune, violet, rouge)
- C₁ : 47 µF/6,3V chimique radial
- C₂ : 4,7 nF céramique (472)
- C₃, C₄ : 10 nF céramique (103)
- C₅ : 22 nF céramique (223)
- T₁ : transistor PNP BC 328
- T₂ : transistor NPN BC 548
- D₁, D₂ : diodes électroluminescentes haute luminosité rouges
- D₃, D₆ : diodes électroluminescentes 3 mm rouges
- D₄, D₅, D₇ : diodes silicium 1N4148
- C1 : 7555 Harris (ou LINC MOS TLC 555)
- C12 : TLC 27M2
- PH₁, PH₂ : phototransistors BP103 ou autre
- Re₁ : relais Original OUC 6V.

mais une lumière visible facilite les réglages.

La figure 4 donne le schéma de raccordement pour une connexion entre composants externes et les émetteurs et capteur avec une connectique de type RCA, économique, pratique et assurant le détrompage de la polarité.

E. LEMERY



Contact

ELECTRONIQUE PRATIQUE

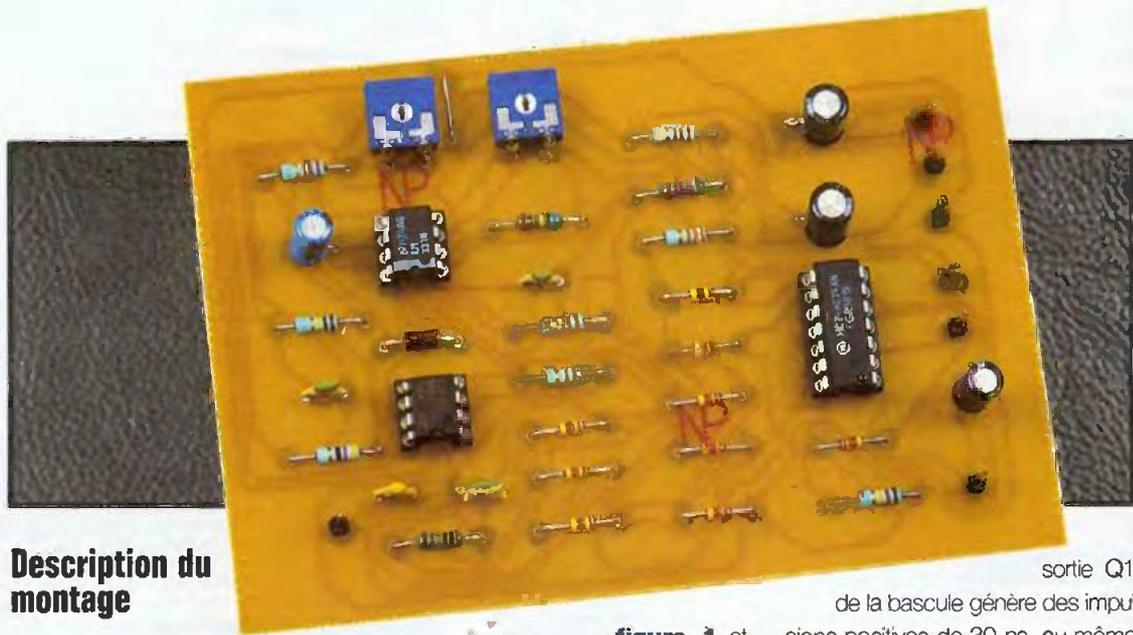
est sur **INTERNET:**

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

vos remarques etc. redac@eprat.com

Boucle de phase

avec un convertisseur fréquence/tension



Description du montage

Une boucle de phase avec un convertisseur fréquence/tension nécessite une fréquence d'entrée propre sans bruit superposé telle qu'une onde sinusoïdale ou un train d'impulsions par exemple. Cette PLL peut fonctionner sur une large plage de fréquences non seulement sur 1 ou 2 octaves, mais bien plus que 2 ou 3 décades. Elle fournit naturellement une tension en sortie qui répond rapidement au changement de fréquence sans pour autant avoir une ondulation inhérente. Ainsi, cette sorte de PLL peut être utilisée comme un convertisseur fréquence vers tension qui ne possède aucune des limitations classiques ou compromis que la plupart des convertisseurs fréquence/tension présentent.

La linéarité de ce convertisseur fréquence/tension est aussi bonne que celle du convertisseur fréquence/tension utilisé dans la chaîne de contre-réaction et cette linéarité peut être meilleure que 0,01%. D'autres avantages apparaîtront au cours de l'étude de notre montage. Le schéma de notre circuit est représenté à la

figure 1 et contient tous les blocs fonctionnels d'une PLL standard. La détection de fréquence et de phase ne consiste pas en un quadruple détecteur mais en une double bascule D classique. Quand la fréquence d'entrée F_{in} est supérieure à la fréquence de contre-réaction F_2 , la sortie Q1 de la bascule est forcée au niveau un la majorité du temps et fournit un signal d'erreur positif (à travers les diodes $D_{3, 4, 5}$ et ϕ) à l'intégrateur. C'est donc cet intégrateur qui fait office, dans notre montage, de convertisseur fréquence/tension. Si la fréquence d'entrée F_{in} est identique à la fréquence de contre-réaction F_2 , mais si les fronts montants de la fréquence d'entrée arrivent avant les fronts montants de F_2 , le rapport cyclique de la sortie Q1 de la bascule est proportionnel à l'erreur de phase. Ainsi, le signal d'erreur envoyé à l'intégrateur va décroître vers presque la valeur zéro lorsque la boucle aura atteint son verrouillage en fréquence et que l'erreur de phase entre la fréquence d'entrée F_{in} et la fréquence de contre-réaction F_2 sera nulle. En fait, dans cette condition, la

sortie Q1

de la bascule génère des impulsions positives de 30 ns, au même moment où la sortie Q2 de la bascule génère en sortie des impulsions négatives de 30 ns et la conséquence est que l'intégrateur voit à ses bornes d'entrée une charge nulle. Les impulsions de 30 ns sur Q1 et Q2 valident la remise à zéro des deux bascules qui sont alors préparées pour le prochain cycle. Cette action de détection de phase est considérablement similaire à la fonction remplie par un circuit détecteur de phase tel que le MC4044 de chez MOTOROLA, mais un MC74HC74 du même constructeur est moins cher et consomme moins de puissance. Ce composant est assez rapide pour des fréquences situées en dessous de 1 MHz (à des fréquences plus élevées, un DM74S74 peut être utilisé de façon similaire car il possède un retard très faible). L'erreur d'intégration est comprise dans le courant circulant dans R_1 ou R_2 , suivant les sorties Q1 ou /Q2 des bascules. Par exemple, lorsque la fréquence d'entrée F_{in} est supérieure à la fréquence de contre-réaction F_2 , le courant circulant dans R_1 traverse les diodes

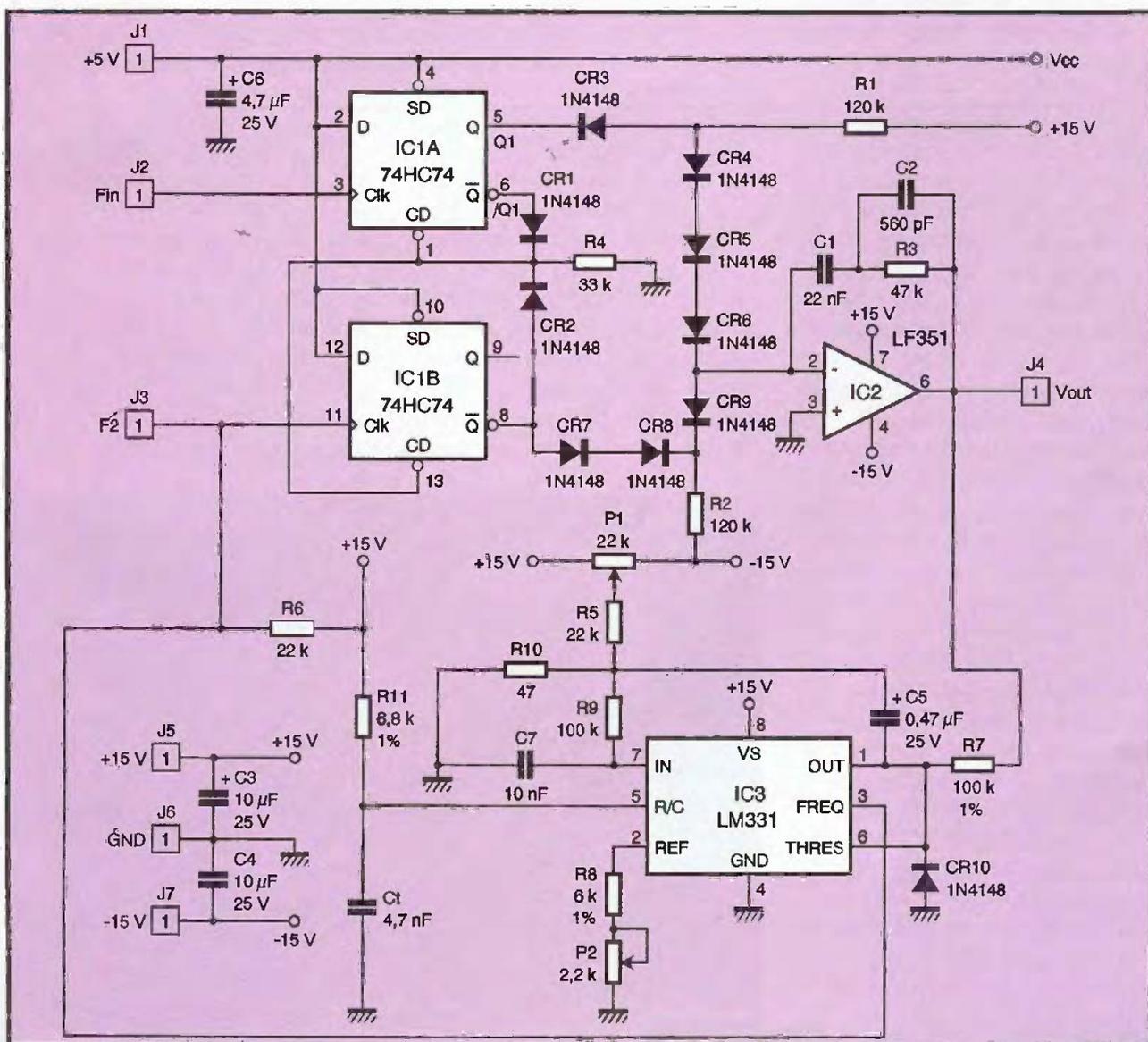
Une boucle à verrouillage de phase (en anglais «Phase-Locked Loop») est un servo-système (ou boucle de contre-réaction) qui fonctionne avec des fréquences et des phases. Les PLL sont bien connues pour être très utiles dans les systèmes de communications où elles peuvent extraire de faibles signaux noyés dans un bruit important. Nous allons étudier une sorte de boucle de phase qui ne peut pas travailler avec des signaux possédant de faibles niveaux immergés dans du bruit mais possédant cependant un ensemble d'avantages car elle utilise un convertisseur fréquence/tension.

CR₄, CR₅ et CR₆ et entraîne la sortie de l'intégrateur à devenir plus négatif. Ce comportement fait que le convertisseur fréquence/tension travaille plus rapidement et fait rapprocher la valeur de la fréquence de contre-réaction F₂ de celle de la fréquence d'entrée Fin. Il est à noter que l'amplificateur opérationnel IC₂ n'intègre pas simplement ce courant dans la capacité C₁ (une erreur que beaucoup de concepteurs de PLL commettent). La résistance R₃, en série avec C₁, joue un rôle primordial dans la réponse de la boucle, ce qui est essentiel pour la stabilité de cette dernière. La petite capacité C₂ en parallèle sur R₃ n'est pas essentielle mais améliore l'établissement de la tension de sortie. L'amplificateur utilisé dans notre circuit pour assurer la fonction d'intégrateur est un LF351 de chez NATIO-

NAL Semiconductor dont le schéma bloc interne est représenté à la **figure 2**. Ce composant est un amplificateur opérationnel faible coût, très rapide, possédant en entrée des transistors à effet de champ JFET avec des compensations internes réglables pour la tension de décalage en entrée. Le LF351 demande peu de courant d'alimentation et maintient cependant un important produit gain bande-passante et un rapide taux de balayage. De plus, les dispositifs en entrée constitués de JFET à haute tension sont très bien appairés ce qui permet d'avoir de faibles courants de polarisation et de décalage en entrée. Le LF351 est compatible broche à broche avec le LM741 et utilise le même circuit d'ajustement de la tension d'entrée de décalage ; cette propriété permet aux concepteurs de

pouvoir immédiatement remplacer le LM741 par le LF351 pour améliorer les performances sans changer le schéma de leur application. Le LF351 peut être utilisé dans des applications telles que des intégrateurs rapides (comme dans notre application), des convertisseurs numériques/analogiques, des circuits échantillonneur/bloqueur et de nombreux autres circuits demandant de faible tension d'entrée de décalage, un faible courant d'entrée de polarisation, une forte impédance d'entrée, un rapide taux de balayage et une large bande-passante. Le LF351 possède un faible bruit et une faible dérive de sa tension de décalage, mais pour les applications dans lesquelles ces paramètres sont critiques, le LF356 est recommandé. Cependant, si le courant maximum d'alimentation est important, le LF351 est le meilleur choix. La sortie de l'intégrateur est dirigée vers le

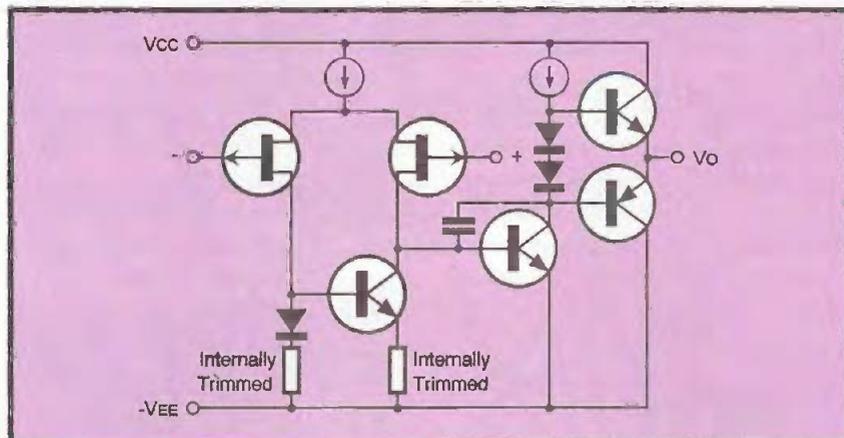
1 Schéma de principe



2

Schéma bloc interne du LF 351

convertisseur tension/fréquence. Nous utilisons dans notre circuit un LM331 de chez NATIONAL Semiconductor dont le schéma bloc interne est représenté à la **figure 3**. Ce convertisseur fonctionne avec une tension d'alimentation unique et possède une courbe de réponse très rapide avec une linéarité meilleure que 0,05% (même si un amplificateur opérationnel n'est pas utilisé ou nécessaire). De plus, le LM331 atteint un nouveau niveau très élevé de précision par rapport à la température qui peut seulement être atteint avec des modules de conversion fréquence/tension très chers ; ainsi, ce composant est idéal pour être utilisé dans les systèmes numériques qui possèdent de faibles tensions d'alimentation et peut ainsi fournir une conversion analogique/numérique à faible coût dans les systèmes contrôlés par des microprocesseurs. Le LM331 utilise un nouveau circuit de référence (band-gap) pour la compensation en température qui fournit ainsi une excellente précision sur toute la plage de température de fonctionnement, avec des tensions d'alimentation aussi basses que +4V. Le circuit de comptage est précis et possède de faibles courants de polarisation sans pour autant dégrader la réponse rapide nécessaire pour des conversions tension/fréquence de 100 kHz. Les principales caractéristiques du LM331 sont les suivantes : linéarité garantie à 0,01% maximum ; amélioration des performances pour les applications existantes utilisant des conversions fréquence/tension ; possibilité de fonctionner avec deux tensions d'alimentations séparées ou une seule ; fonctionne sous une seule alimentation de +5V ; les impulsions de sortie sont compatibles avec toutes formes de familles logiques ; excellente stabilité en température (± 50 ppm/ $^{\circ}\text{C}$) ; faible dissipation de puissance (15 mW typique sous +5V) ; grande plage dynamique (100 dB minimal à une fréquence de 10 kHz à pleine échelle) ; faible prix d'achat. La sortie du LM331 fournit en sortie la fréquence de contre-réaction F2, soit directement comme dans notre montage ou à travers un diviseur de fréquence (optionnel) ; toute référence de diviseurs de fréquence standards comme le MM74C193, CD4029 ou CD4018 peu-



vent être utilisés pourvu que ces derniers soient soumis à des limites raisonnables. Un diviseur de 2, 3, 10 ou 16 est souvent utilisé. La tension de sortie de l'intégrateur est proportionnelle à la fréquence d'entrée Fin, aussi linéaire que le convertisseur tension/fréquence peut le faire. Ainsi, la tension de sortie de l'intégrateur peut être utilisée comme la sortie d'un convertisseur fréquence/tension ultra-linéaire. Cependant, durant les brèves impulsions lorsque la bascule se ré-initialise, il peut se produire de faibles impulsions transitoires à la sortie de l'intégrateur. La valeur efficace de ce bruit peut être très petite, typiquement de 0,5 à 5 mV, mais les pics d'amplitude, quelques fois de l'ordre de 10 à 100 mV, peuvent gêner le bon fonctionnement de certains systèmes. Et, comme aucun filtre supplémentaire ne peut être ajouté dans le parcours principal de la boucle, car tout retard supplémentaire sur le chemin de convertisseur tension/fréquence entraîne

une instabilité de la boucle. A la place, la sortie peut être obtenue à partir d'un filtre séparé et d'un étage tampon qui agissent sur une autre partie du parcours de la boucle prise à la sortie de l'intégrateur. Si on applique sur l'entrée Fin des échelons instantanés de fréquences à partir de 5 kHz jusqu'à 10 kHz, on constate que la fréquence de contre-réaction F2 fait aussi des bons en fréquence très rapidement ; on peut alors observer le signal d'erreur à la sortie Q1 de la bascule. La forme d'onde critique est la sortie de l'intégrateur IC₂ ; tandis que ce composant sort de larges transitoires (causées par le courant qui traverse la résistance R₃), ces derniers entraînent le convertisseur tension/fréquence à effectuer des sauts en fréquence de 5 kHz à 10 kHz sans aucun retard. Il se produit cependant une erreur de phase significative entre la fréquence d'entrée Fin et la fréquence de contre-réaction F2, mais une inspection de ces fréquences montre que la fréquence



présentation du 74 HC 74

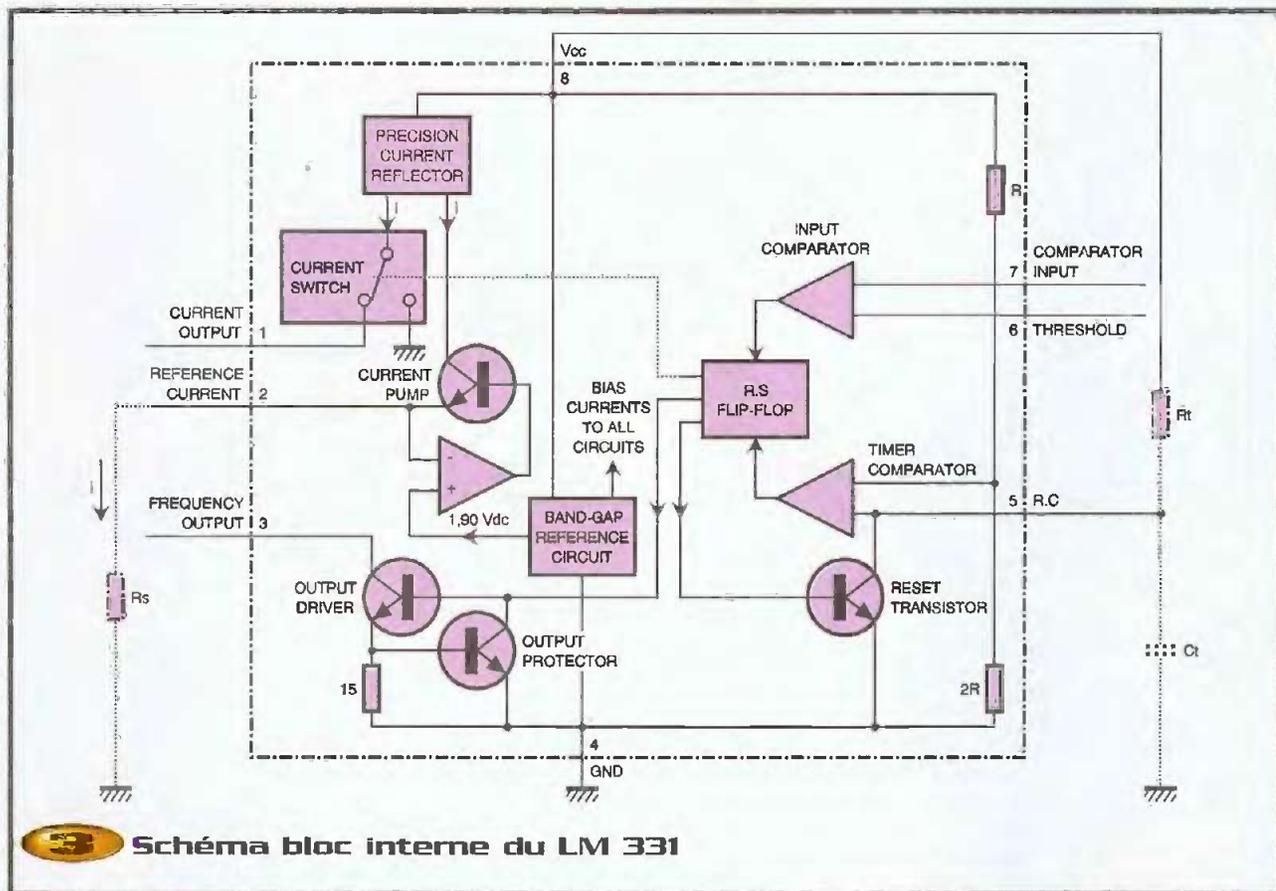
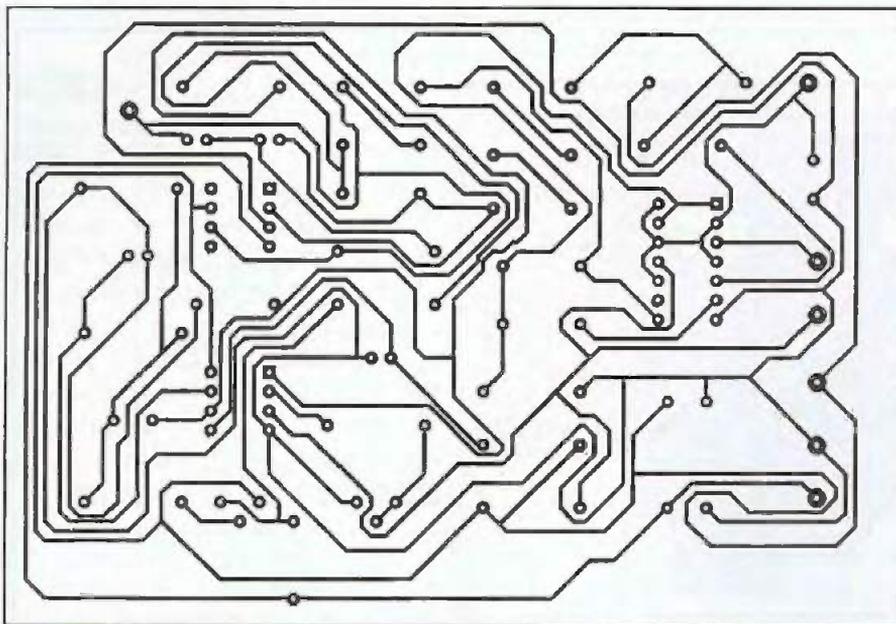


Schéma bloc interne du LM 331

de verrouillage a été pratiquement instantanée. Pas un seul cycle n'a été perdu ; la boucle de phase et son établissement prennent plus de temps à s'accomplir. Pourtant, nous savons que si la fréquence qui sort du convertisseur tension/fréquence est de 10 kHz, sa tension d'entrée doit être égale à -10V continue. S'il y a du bruit superposé, aucun filtrage n'est prévu. Nous avons discuté jusqu'à présent de PLL qui fonctionne correctement dans la gamme des fréquences ayant un rapport d'environ 1:3 ; mais si la fréquence décroît en dessous de 3 kHz, le gain de la boucle devient excessif et les courants qui parcourent les résistances R_1 et R_2 sont assez importants pour créer une instabilité de la boucle. Le gain de la boucle augmente aux fréquences les plus basses car une erreur de phase initiale entraîne le courant fixé dans R_1 et R_2 à être intégré pour un temps plus long, entraînant un changement important sur la sortie de l'intégrateur et ainsi une grande amplitude de la fréquence. Quand la fréquence est ainsi corrigée et que la période sur un cycle varie, à basse fréquence, cette dernière peut être sur-correctée et l'erreur de phase sur le prochain cycle peut être aussi large (et même par-

fois plus large) que l'erreur de phase initiale mais avec une inversion du signe. Afin d'éviter ce phénomène et pour maintenir la stabilité de la boucle aux fréquences basses, c'est-à-dire de 0,5 à 1 kHz, on peut augmenter les valeurs de R_1 et R_2 jusqu'à 1,5 M Ω ; cependant la réponse à un échelon de tension sera d'autant plus lent. Afin d'atteindre une large plage de fréquences (dans un rapport 1:20) et la rapidité optimale à toutes les fréquences, il est nécessaire d'asservir les courants qui traversent les résistances R_1 et R_2 pour qu'ils soient proportionnels à la fréquence. Heureusement, comme la sortie de l'intégrateur est normalement proportionnelle à la fréquence, il est facile de générer des sources de courants qui traversent R_1 et R_2 , ce qui augmente la rapide stabilité de la boucle sur une plage de fréquences allant de 330 Hz à 10 kHz (pour cela, il faut substituer à R_1 et R_2 un transistor monté en générateur de courant). Cependant, si la plage de fréquence est plus petite (telle que 2:1 ou 3:1), des valeurs de résistances constantes pour R_1 et R_2 ou de très simples sources de courant peuvent donner des réponses appropriées dans la plupart des applications. Il est souvent utile de possé-

der un multiplicateur de fréquences afin de fournir en sortie une fréquence 2, 3 ou 10 fois supérieure à la fréquence d'entrée ; en insérant un diviseur de fréquence par «n» dans la boucle de contre-réaction, le résultat est facilement obtenu. Bien sûr, un diviseur de fréquence par «m» peut être intercalé en amont de la fréquence d'entrée afin de fournir une échelle correcte ; la fréquence de sortie est alors égale à $F_{in}(n/m)$. Afin d'obtenir une bonne stabilité de la boucle dans un multiplicateur de fréquence avec «n» = 2, il faut se rappeler qu'un convertisseur tension vers fréquence de 20 kHz suivi d'un circuit diviseur par 2 possède exactement la même réponse de boucle et de stabilité nécessaires à un convertisseur tension vers fréquence de 10 kHz, car c'est un convertisseur tension vers fréquence de 10 kHz, même s'il fournit une sortie utile de 20 kHz ; le calcul des fréquences maximales et minimales détermine alors quel gain de boucle et quelles valeurs de composants sont nécessaires. Afin de satisfaire aux exigences d'un convertisseur tension vers fréquence de 1 kHz, il suffit simplement de multiplier par 10 les valeurs des condensateurs C_1 et C_2 de notre circuit ; il faut aussi effectuer le



4 Tracé du circuit imprimé

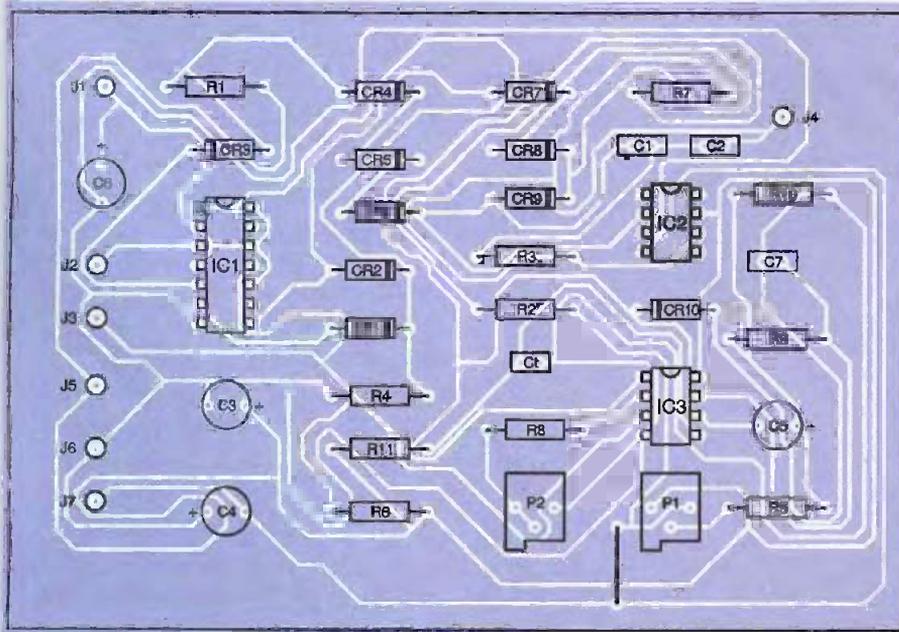
même changement sur les condensateurs C_3, C_4, C_5 et C_t . Pour un convertisseur tension vers fréquence de 100 kHz, il faut augmenter de nouveau toutes ces valeurs par un autre facteur 10. Si la PLL doit être utilisée principalement comme multiplicateur de fréquences, il faut nécessairement utiliser des composants stables et ayant de faibles coefficients de température, car la précision de la tension de sortie de l'intégrateur est importante. S'assurer aussi que le convertisseur tension vers fréquence ne fonctionne pas en dehors de ces plages

afin de pouvoir maintenir toutes les fréquences avec la même qualité et précision. D'autre part, les composants peuvent être choisis différemment si une réponse avec une instabilité libre ou si une réponse rapide est désirée.

Réalisation pratique

Le câblage de notre circuit ne pose aucune difficulté particulière (ne pas oublier de câbler le seul strap). Il est bien sûr recommandé de mettre le 74HC74, le LM331

5 Implantation des éléments



ainsi que le LF351 sur support dans le cas où l'utilisateur désirerait changer l'un de ces trois composants à la suite d'une mauvaise manipulation ou pour une autre raison. Le potentiomètre P_1 sert à régler la tension d'entrée de décalage du convertisseur tension vers fréquence et le potentiomètre P_2 sert à régler la plage de fréquence de conversion. La **figure 4** représente le circuit côté composants et la **figure 5** côté pistes.

Conclusion

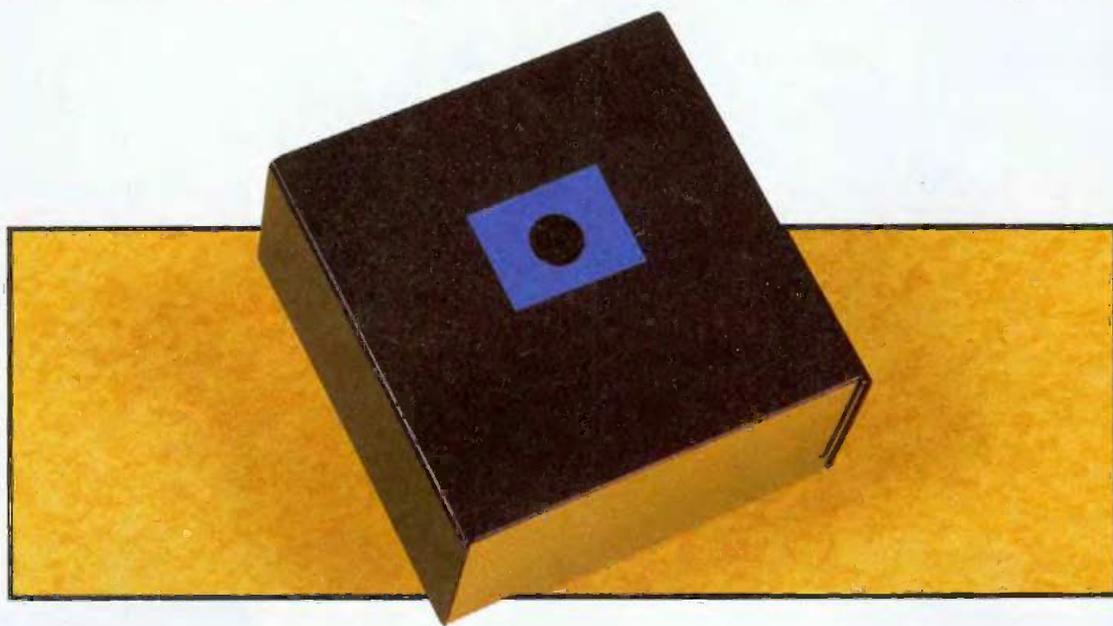
Nous avons présenté dans cet article le circuit de base d'une boucle de phase utilisant un convertisseur fréquence vers tension. Ce circuit peut être utilisé pour de nombreuses applications courantes comme, par exemple, les asservissements, les récepteurs, etc. De plus, plusieurs améliorations qui ont été mentionnées dans ce texte peuvent rendre cette PLL plus souple d'utilisation (comme un multiplicateur de fréquence par exemple).

M. LAURY

Nomenclature

- J₁ à J₇ : 7 plicots
- IC₁ : 74HC74 + support DIL14 broches
- IC₂ : LF351 + support DIL8 broches
- IC₃ : LM331 + support DIL8 broches
- CR₁ à CR₉ : diodes 1N4148
- CR₁₀ : diode 1N4007
- C₁ : 22 nF
- C₂ : 560 pF
- C₃, C₄ : 10 pF/25V
- C₅ : 0,47 pF/25V
- C₆ : 4,7 pF/25V
- C₇ : 10 nF
- Ct : condensateur 4,7 nF
- P₁ : potentiomètre 22 kΩ
- P₂ : potentiomètre 2,2 kΩ
- R₁, R₂ : 120 kΩ 1/4W (marron, rouge, jaune)
- R₃ : 47 kΩ 1/4W (jaune, violet, orange)
- R₄ : 33 kΩ 1/4W (orange, orange, orange)
- R₅, R₆ : 22 kΩ 1/4W (rouge, rouge, orange)
- R₇ : 100 kΩ 1/4W 1%
- R₈ : 6 kΩ 1/4W 1%
- R₉ : 100 kΩ 1/4W (marron, noir, jaune)
- R₁₀ : 47 kΩ 1/4W (jaune, violet, noir)
- R₁₁ : 6,8 kΩ 1/4W 1% (bleu, gris, rouge)

Un truqueur de voix téléphonique



Disons-le d'entrée, il ne s'agit pas ici de proposer à nos lecteurs un dispositif qui leur permettra de se transformer en auteurs de coups de téléphone anonymes. Au contraire, ce montage est plutôt à considérer comme un gadget amusant qui les familiarisera avec l'une des nombreuses et diverses facettes du domaine de l'audio.

Le principe (figure 1)

Truquer la voix, cela consiste à la rendre méconnaissable grâce à une altération du timbre tout en ne nuisant pas à la clarté de l'élocution.

Les signaux en provenance d'un micro sont d'abord amplifiés avant d'être présentés sur l'entrée d'une transductance active. Celle-ci est pilotée par un courant sinusoïdal. Il en résulte un signal résultat dont l'amplitude est elle-même modulée par la fréquence sinusoïdale. L'ensemble subit une dernière amplification avant d'être dirigée, soit vers un haut-parleur, soit vers une ligne téléphonique.

Le fonctionnement (figures 2 et 3)

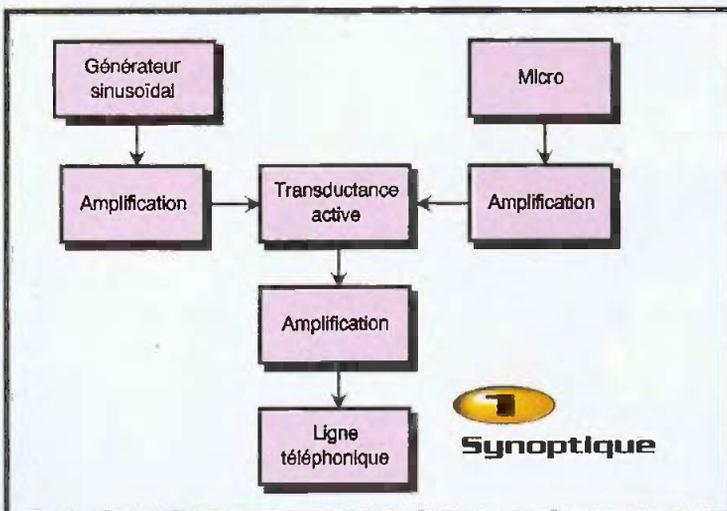
Alimentation

L'énergie provient du secteur 220V par le biais d'un transformateur abaisseur qui délivre sur son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 15V. Un pont de diodes redresse les deux alternances tandis que la capacité C_1 réalise un premier filtrage. Sur la sortie d'un régulateur 7812, on recueille un potentiel continu stabilisé

à 12V. La capacité C_2 effectue un complément de filtrage tandis que C_3 découple l'alimentation de la partie aval du montage. Certains éléments du montage travaillent en «symétrique» alors que d'autres sont alimentés sous la tension globale de 12V. Afin d'obtenir l'alimentation symétrique nécessaire, un pont de résistances d'égales valeurs R_1 et R_2 définit la référence de 6V. Le 741, référence IC₁, monté en suiveur de potentiel, fournit sur sa sortie cette référence amplifiée.

Générateur de signaux périodiques sinusoïdaux

Le circuit intégré IC₂ est un XR2206. Il s'agit d'un générateur de signaux de différentes configurations : carré, triangulaire, dents de scie. Dans le cas présent, on recueille sur la sortie (broche 2) un signal sinusoïdal dont la période est réglable grâce au curseur de l'ajustable A_3 . Cette période se détermine au moyen de la relation $T = (R_3 + A_3) C_6$. Étant donné les valeurs des composants mis en œuvre, la fréquence de la sinusoïde obtenue peut se régler



entre 10 et 200 Hz.

A l'aide de l'ajustable A_1 , on peut régler l'amplitude du signal. En agissant sur le curseur de l'ajustable A_2 , il est possible d'obtenir un signal présentant le moins de distorsion possible. Enfin, l'ajustable A_3 permet le réglage de la symétrie du signal sinusoïdal.

Le signal est amplifié par l'un des deux Ampli-OP que contient IC_3 , un LM358. Grâce à l'ajustable A_6 , il est possible de régler la valeur du gain de l'amplification à la valeur souhaitée.

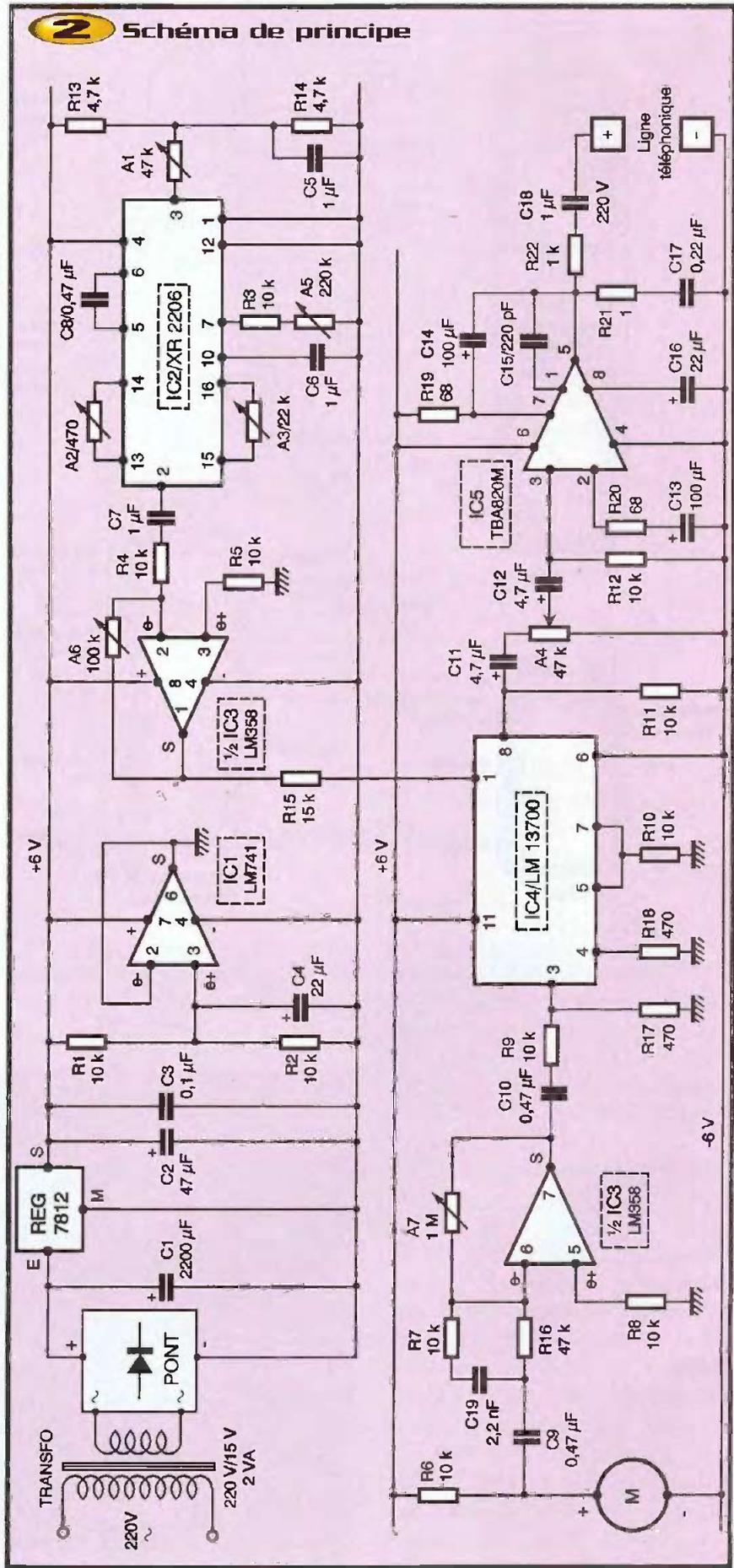
A noter que IC_3 travaille sous alimentation symétrique alors que IC_2 est directement alimenté sous le potentiel d'alimentation de 12V.

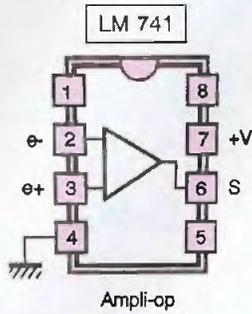
Amplification de la parole

Le micro ELECTRETT réalise une première amplification. Par la suite, le second Ampli-OP de IC_3 effectue une amplification complémentaire. Le gain de cet étage amplificateur est réglable grâce à l'ajustable A_7 . Cet étage travaille également en alimentation symétrique. A noter le traitement particulier des signaux à l'entrée de cet Ampli-OP. D'abord une entrée via C_9 et R_{16} et ensuite, en parallèle, une entrée via C_9 , C_{19} et R_7 . La valeur de R_7 étant plus faible que celle de R_{16} , on remarque que les fréquences plus élevées subissent une amplification d'un gain supérieur grâce à la présence de C_{19} qui favorise le passage de ces dernières. Cet artifice réalise déjà une première déformation de la voix à truquer.

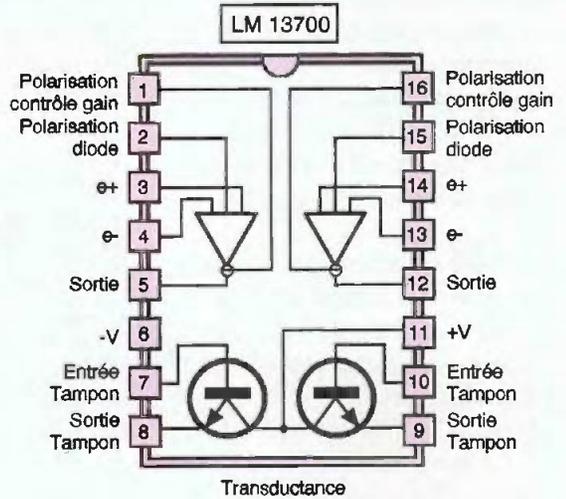
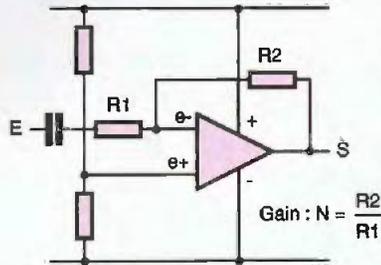
Maquillage de la voix

Le circuit référencé IC_4 est un LM13700. Il s'agit d'une transductance active ou, plus exactement, de deux transconductances dont une seule a été utilisée dans le présent montage. Son brochage est rappelé en figure 3. On distingue un Ampli-OP dont le gain est contrôlable extérieurement par l'application d'un potentiel de pilotage (broche 1). C'est cette entrée qui reçoit le signal sinusoïdal évoqué précédemment. Le signal en provenance du micro est présenté sur l'entrée directe (broche 3). Une fraction seulement de l'amplitude de ce signal est utilisée, environ 5%, grâce au pont diviseur R_9/R_{17} . La sortie 5 est reliée à l'entrée d'un étage tampon d'amplification finale. Enfin, le signal

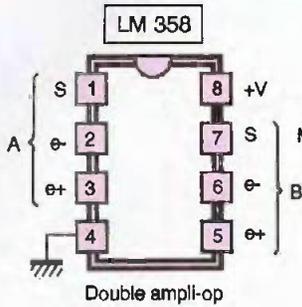




Ampli-op

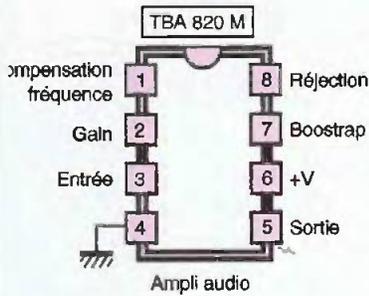


Transductance



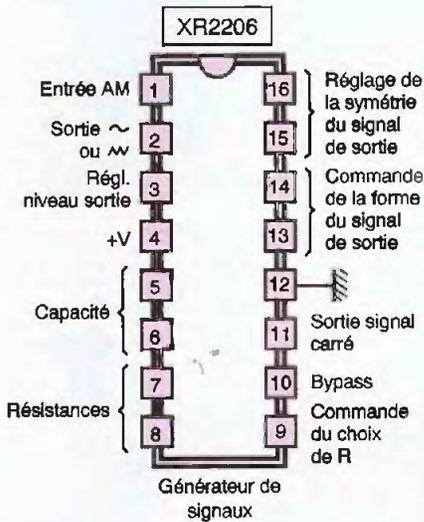
Double ampli-op

Même fonctionnement que μA 741



Ampli audio

3 Brochages



La réalisation

Circuit imprimé (figure 4)

Peu de remarques sont à faire à ce sujet. On aura recours aux méthodes de reproduction habituelles : éléments de transfert, typon ou méthode photographique. Après gravure dans un bain de perchlore de fer, le module est à rincer abondamment à l'eau tiède. Toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0.8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir, par la suite, afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants plus volumineux.

Implantation des composants (figure 5)

Après la mise en place des straps, on implantera les résistances, les supports de

ainsi «malmené» est restitué sur la sortie 8. Le fait de se servir d'un signal sinusoïdal pour piloter le truage de la voix n'est pas neutre. En effet, un signal du type carré produirait des ronflements nuisibles à la clarté du son recueilli.

Amplification finale

L'amplification finale est confiée à un ampli audio très courant. Il s'agit d'un TBA820M. Ce dernier reçoit les signaux à amplifier sur sa broche 3 par l'intermédiaire de C_{12} . Grâce au curseur de l'ajustable A_4 , il est possible de prélever une fraction plus ou moins importante de l'amplitude du signal délivré par IC_4 . A ce titre, l'ajustable A_4 sert de réglage du gain de l'amplification finale. En effet, la broche 2 est reliée à la masse par l'intermédiaire de R_{20} et de C_{13} ce qui fixe le gain interne à une valeur constante. La sortie (broche 5) délivre le signal final qui peut être dirigé via

R_{22} et C_{18} soit vers un haut-parleur, soit vers la ligne téléphonique.



circuits intégrés, les ajustables et les capacités. Attention à l'orientation des composants polarisés. On terminera par les composants de plus grande épaisseur.

Réglages

La qualité du fonctionnement du truqueur de voix repose essentiellement sur le soin que l'on aura apporté au niveau des réglages des curseurs des ajustables qui sont au nombre de 7. La méthode préconisée est la suivante (dans un premier temps tous les curseurs seront placés en position médiane) :

Ajustable A₅

Il détermine la fréquence du signal de pilotage. Si l'on dispose d'un oscilloscope, il convient de régler la fréquence à une valeur relativement faible : de l'ordre de 20 à 30 Hz. Cela correspond à une position angulaire du curseur se situant plutôt vers la droite, dans le sens horaire.

Ajustable A₁

Cet ajustable détermine l'amplitude du signal alternatif de sortie de IC₂. Généralement, la position médiane convient. Sinon, il vaut mieux disposer d'une amplitude assez faible.

Ajustable A₂

A l'aide d'un oscilloscope, il est aisé d'obtenir une sinusoïde sans distorsion. A défaut, la position médiane convient généralement.

Ajustable A₃

Même remarque que ci-dessus quant à la symétrie du signal.

Ajustable A₆

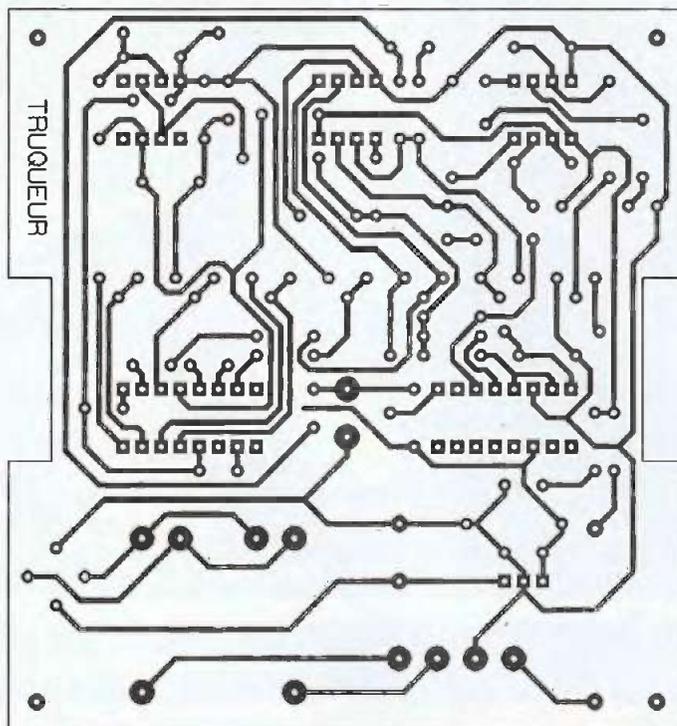
La position médiane convient généralement. Le gain augmente lorsque l'on tourne le curseur dans le sens horaire.

Ajustable A₇

Même remarque que ci-dessus, mais le gain augmente lorsque l'on tourne le curseur dans le sens anti-horaire.

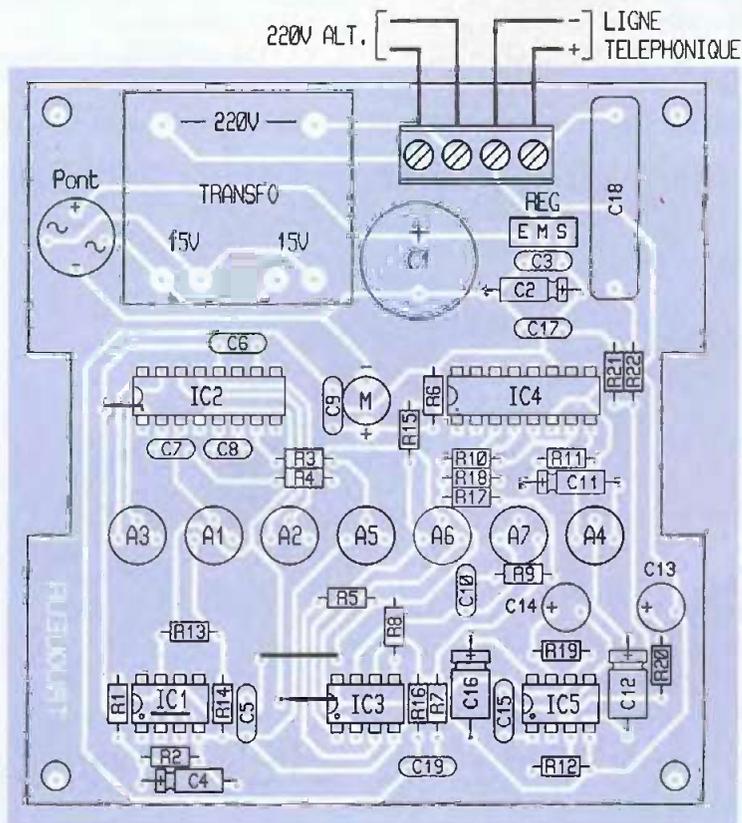
Ajustable A₄

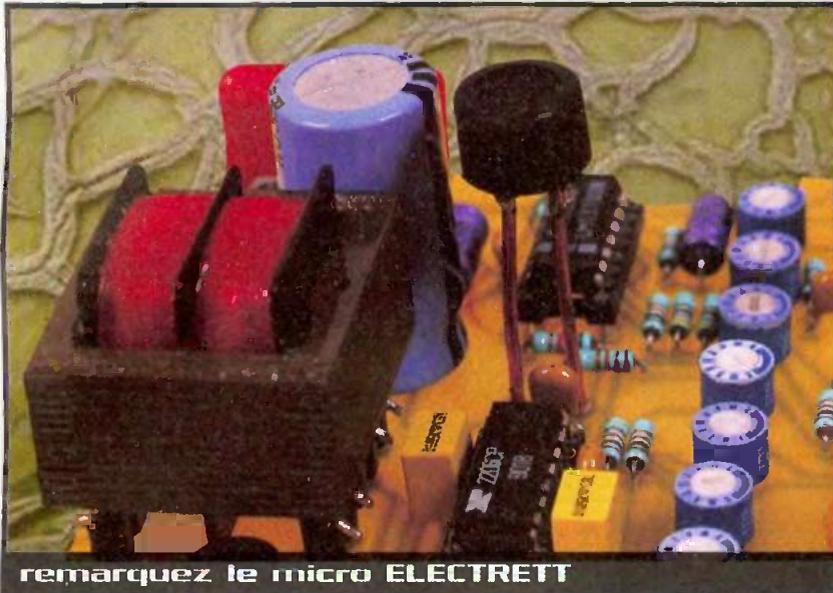
C'est le réglage de la puissance du signal de sortie. Pour les essais, on aura recours à un haut-parleur de bonne qualité. Le gain réglé à cette occasion est générale-



4 Tracé du circuit imprimé

5 Implantation des éléments





remarquez le micro ELECTRETT

ment trop grand pour être injecté dans une ligne téléphonique. Il diminue lorsque l'on tourne le curseur dans le sens anti-horaire.

Ces réglages sont à réaliser en ayant à l'idée les deux grands axes suivants : il s'agit de doser la puissance du signal issu du micro (ajustable A_7) et celle caractérisant le signal de pilotage de la transductance (ajustable A_3). Quant au degré de trucage, il repose essentiellement sur la fréquence du signal sinusoïdal (ajustable A_5).

Bon amusement.

R. KNOERR

Nomenclature

5 straps

R_1 à R_{12} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_{13} , R_{14} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_{15} : 15 k Ω (marron, vert, orange)
 R_{16} : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_{17} , R_{18} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
 R_{19} , R_{20} : 88 Ω (bleu, gris, noir)
 R_{21} : 1 Ω (marron, noir, or)
 R_{22} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 A_1 , A_4 : ajustable 47 k Ω
 A_2 : ajustable 470 Ω
 A_3 : ajustable 22 k Ω
 A_5 : ajustable 220 k Ω
 A_6 : ajustable 100 k Ω

A_7 : ajustable 1 M Ω

1 pont de diodes 500 mA
 1 régulateur 12V (7812)
 1 micro ELECTRETT (2 broches)
 C_1 : 2200 μ F/35V électrolytique, sorties radiales
 C_2 : 47 μ F/16V électrolytique
 C_3 : 0,1 μ F céramique multicouches
 C_4 , C_{16} : 22 μ F/16V électrolytique
 C_5 à C_7 : 1 μ F céramique multicouches
 C_8 à C_{10} : 0,47 μ F céramique multicouches
 C_{11} , C_{12} : 4,7 μ F/16V électrolytique
 C_{13} , C_{14} : 100 μ F/16V électrolytique, sorties radiales

C_{15} : 220 pF céramique multicouches
 C_{17} : 0,22 μ F céramique multicouches
 C_{18} : 1 μ F/250V polyester
 C_{19} : 2,2 nF céramique multicouches
 IC_1 : LM741 (Ampli-OP)
 IC_2 : XR2208 (générateur signaux)
 IC_3 : LM358 (double Ampli-OP)
 IC_4 : LM13700 (déphaseur)
 IC_5 : TBA820M (ampli audio)
 3 supports 8 broches
 2 supports 16 broches
 1 transformateur 220V/15V/2VA
 1 bornier soudable 4 plots (2x2)



toute la serie d'ajustables

Contact

ELECTRONIQUE PRATIQUE

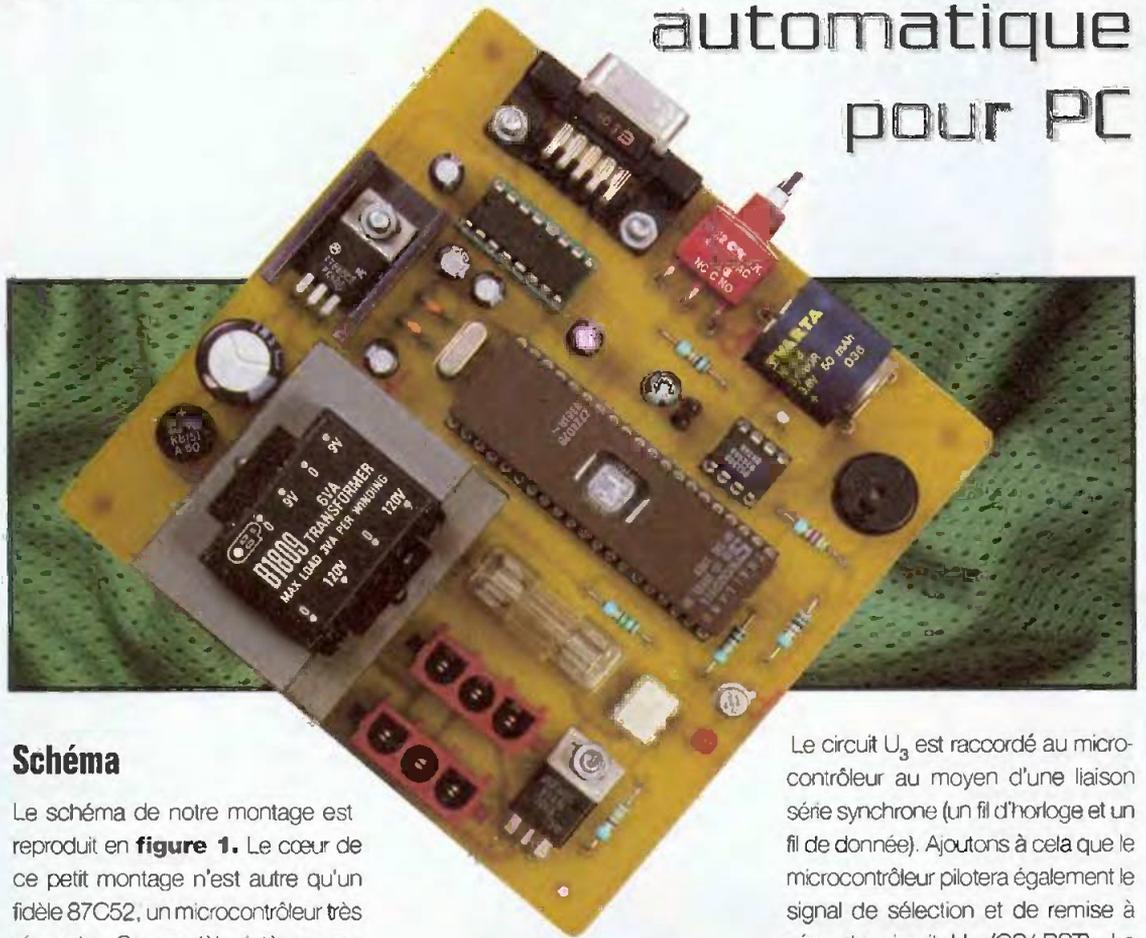
est sur

INTERNET:

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

vos remarques etc:
redac@eprat.com

Boîtier de réveil automatique pour PC



Schéma

Le schéma de notre montage est reproduit en **figure 1**. Le cœur de ce petit montage n'est autre qu'un fidèle 87C52, un microcontrôleur très répandu. Ce modèle intègre une EPROM de sorte que sa mise en œuvre est relativement simple. L'oscillateur interne du microcontrôleur est mis à profit très 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 intégrée dans le microcontrôleur permet au montage de dialoguer avec un PC par le biais d'un port série. L'UART est mise en œuvre très simplement en adaptant les niveaux des signaux par l'intermédiaire du circuit MAX232 (U_2). Rappelons que ce circuit intégré élève la tension VCC (5V) à + et - 9V pour adapter les niveaux TTL en niveaux compatibles avec une liaison RS232. Pour le reste, tout n'est plus qu'une question de logiciel. Pour conserver l'heure, le montage a besoin d'un circuit d'hor-

loge. Nous aurions pu confier cette tâche au 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 d'un circuit DS1302 fabriqué par DALLAS. L'utilisation de ce circuit procure plusieurs avantages à notre montage. Le circuit en question possède un système de charge pour un petit accumulateur. Il dispose également de 31 octets mémoire RAM qui est sauvegardée en même temps que l'heure. Ce circuit est donc idéal pour notre application, puisque nous n'avons plus qu'à ajouter une batterie (BT_1) et un quartz (QZ_2) au montage 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_3 est raccordé au microcontrôleur au moyen d'une liaison série synchrone (un fil d'horloge et un fil de donnée). Ajoutons à cela que le microcontrôleur pilotera également le signal de sélection et de remise à zéro du circuit U_3 (CS/-RST). Le microcontrôleur retenu pour notre application ne dispose pas de la logique interne nécessaire à la gestion de cette liaison série synchrone (interface SPI). C'est donc le logiciel qui se chargera de simuler le protocole adapté aux échanges avec le circuit U_3 .

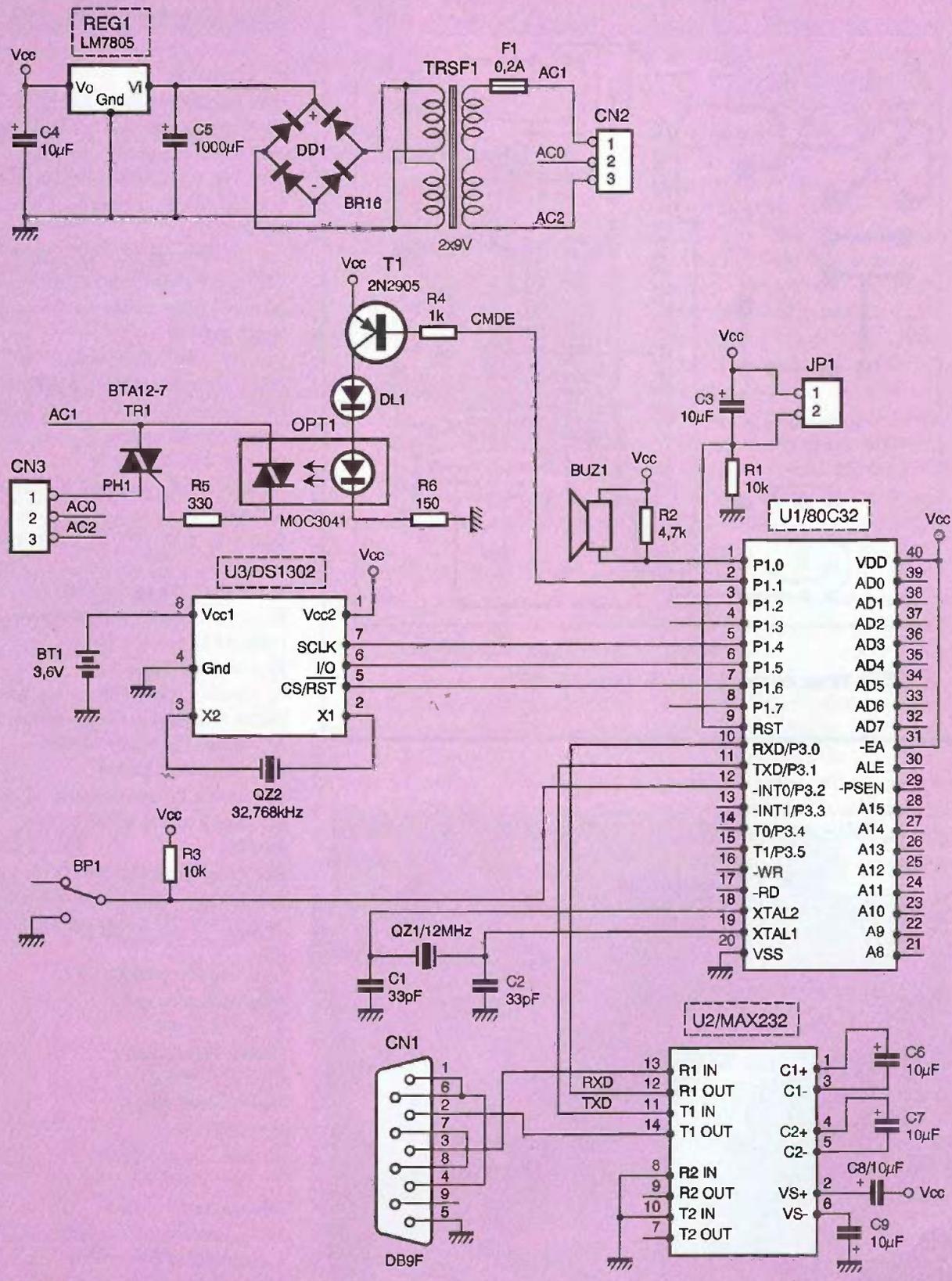
L'alimentation du montage est articulée autour du régulateur LM7805 (REG_1). Le transformateur TRSF₁ abaisse la tension secteur à environ 9V. La tension alternative fournie par TRSF₁ est redressée par DD, puis filtrée par C_5 . Enfin, REG_1 assure la régulation de la tension VCC à 5V. Quant à la tension 220V du secteur, elle sera distribuée au PC par l'intermédiaire du triac TR₁, lequel est commandé par le microcontrôleur au moyen du transistor T_1 et de l'optotriac OPT₁.

Le bouton poussoir BP₁ permet de mettre en route ou d'éteindre le PC manuellement. Bien entendu le logiciel réclame un appui suffisamment

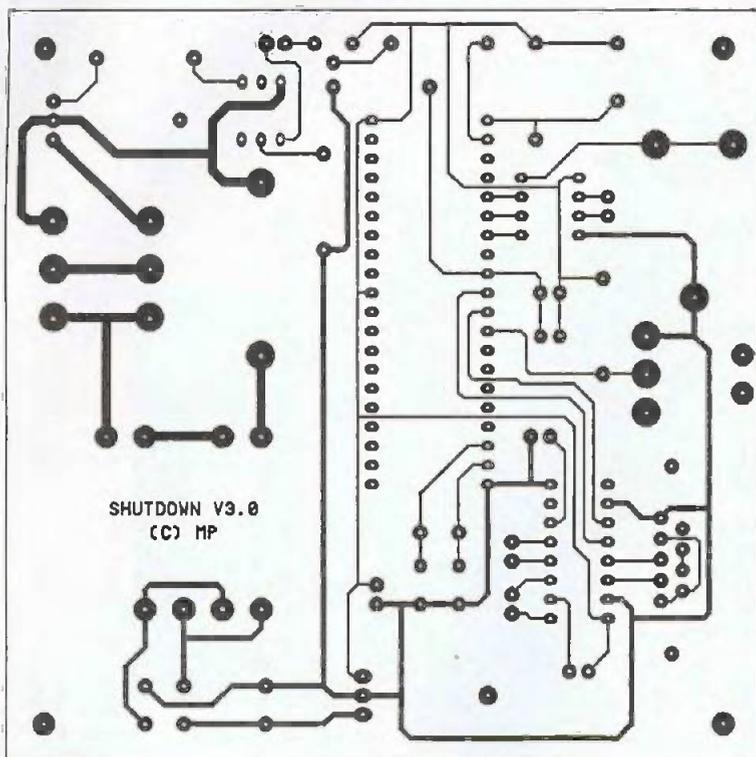
Certains ordinateurs sont équipés d'une fonction de réveil qui peut se révéler bien pratique. C'est le cas notamment de certains modèles d'ordinateurs MACINTOSH. Les PC récents disposent désormais d'une fonction de mise en veille. Mais cette fonction ne permet pas de réveiller le PC à une heure programmée.

Le petit montage que nous vous proposons dans ces pages vous permettra de programmer l'heure de mise en route et d'extinction de votre PC pour chacun des jours de la semaine.

De plus, si le montage reste connecté au port série du PC vous pourrez même l'éteindre automatiquement sur commande, après un long travail, sans plus attendre.

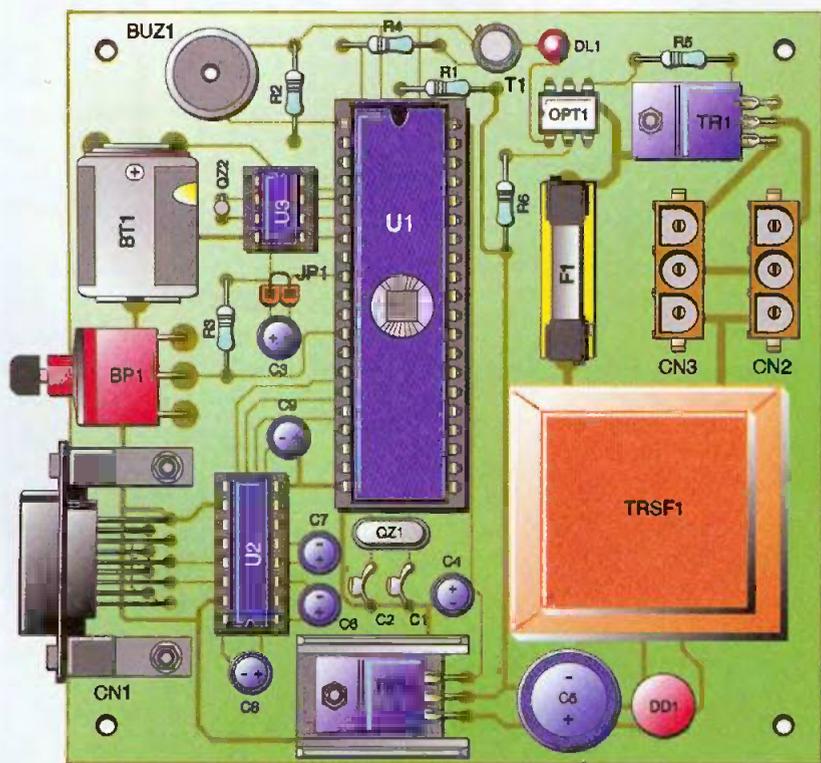


1
Schéma de principe



SHUTDOWN V3.0
(C) MP

2 Tracé du circuit Imprimé



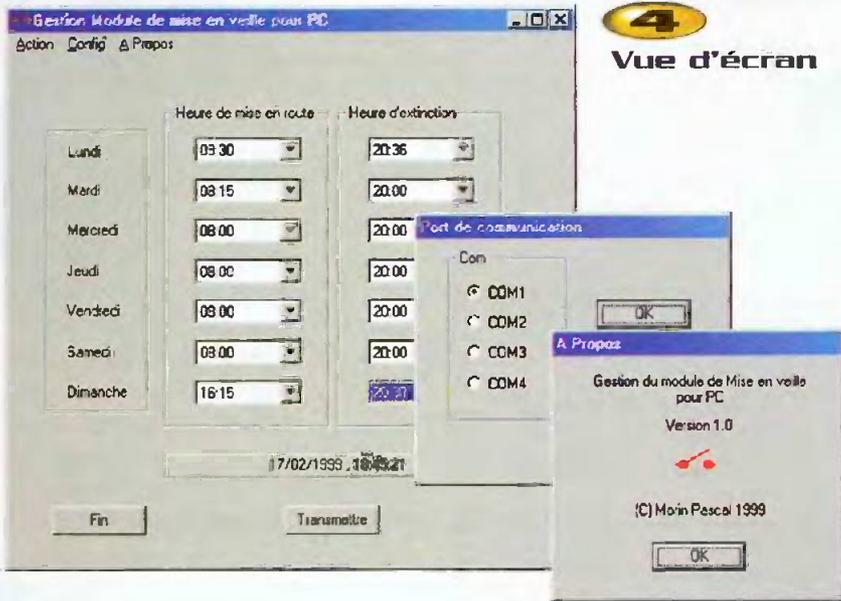
3 Implantation des éléments

Nomenclature

- P₁ : Bouton poussoir soudé à souder sur circuit imprimé
(ex. : réf. C&K E112SD1AQE)
- BT₁ : Accumulateur 3,6V/60mAH à souder sur circuit imprimé
(ex. : réf. VARTA 53306 603 059)
- BUZ₁ : Transducteur Piézo électrique au pas de 7,5mm
(ex. : MURATA réf. PKM13EPP-4002)
- CN₁ : Connecteur SubD, 9 points, femelle, sorties soudées, à souder sur circuit imprimé
(ex. : réf. HARTING 09 86 112 7601)
- CN₂, CN₃ : embases Mate N-lock série HE15, 3 contacts, sorties droites à souder sur circuit imprimé
(ex. : réf. AMP 350789-1)
- C₁, C₂ : 33 pF céramique au pas de 5,08mm
- C₃, C₄, C₅ à C₈ : 10 µF/25V sorties radiales
- C₉ : 1000 µF/25V sorties radiales
- DD₁ : Pont de diodes BR16 ou équivalent (100V/1A au pas de 5,08mm)
- DL₁ : Diode LED rouge 3mm
- F₁ : Fusible 0,2A (5x20mm) + porte fusible à souder sur circuit imprimé
- JP₁ : Jumper au pas de 2,54mm
- OPT₁ : Optotriac MOC3041
- QZ₁ : quartz 12 MHz en boîtier HC49/U
- QZ₂ : quartz 32,768 kHz en boîtier Mini-Cyl
- REG₁ : Régulateur LM7805 (5V) en boîtier TO220 + Dissipateur thermique 18°C/W (ex. : SHAFFNER réf. RAWA 400 9P)
- R₁, R₃ : 10 kΩ 1/4W 5% (Marron, Noir, Drange)
- R₂ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (Jaune, Violet, Rouge)
- R₄ : 1 kΩ 1/4W 5% (Marron, Noir, Rouge)
- R₅ : 330 Ω 1/4W 5% (Orange, Orange, Marron)
- R₆ : 150 Ω 1/4W 5% (Marron, Vert, Marron)
- TRSF₁ : Transformateur 220/2x9V/6VA à souder sur circuit imprimé (ex. : réf. OEP B1809)
- TR₁ : Triac BTA12-7
- T₁ : 2N2905
- U₁ : Microcontrôleur 87C52 (12 MHz avec EPROM interne)
- U₂ : Driver de lignes MAX232
- U₃ : Horloge temps réel DS1302

4

Vue d'écran



long sur BP₁ avant de valider un ordre d'extinction. Mais quoi qu'il en soit, lorsque l'ordre est validé vous disposerez encore de 30 s pour interrompre l'extinction. Le transducteur piézo-électrique BUZ, permet de signaler que l'heure d'extinction du PC approche (30 secondes à l'avance) par un signal sonore régulier, cadencé à 1 seconde. Puis, pendant les 5 dernières secondes le transducteur émettra un son continu pour vous signaler l'imminence de l'extinction.

Réalisation

Le dessin du circuit imprimé est visible en **figure 2**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 3**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne le pont de diode, le triac et le régulateur, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. En ce qui concerne le transformateur et l'accumulateur BT₁, il faudra percer les pastilles avec un foret de 2mm de diamètre. Enfin, en ce qui concerne le porte fusible, le bouton-poussoir et les connecteurs CN₂ et CN₃, il faudra percer les pastilles avec un foret de 2,5mm 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 transformateur, le bouton-poussoir, les connecteurs CN₂ et CN₃ et l'accumulateur. Surveillez bien le sens des composants, en parti-

culier celui des condensateurs. Choisissez bien un connecteur femelle pour le connecteur SubD 9 points. 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 le montage dialogue avec un PC. En ce qui concerne le câble nécessaire pour relier notre montage à un PC de type AT, il vous suffira de fabriquer un câble équipé 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

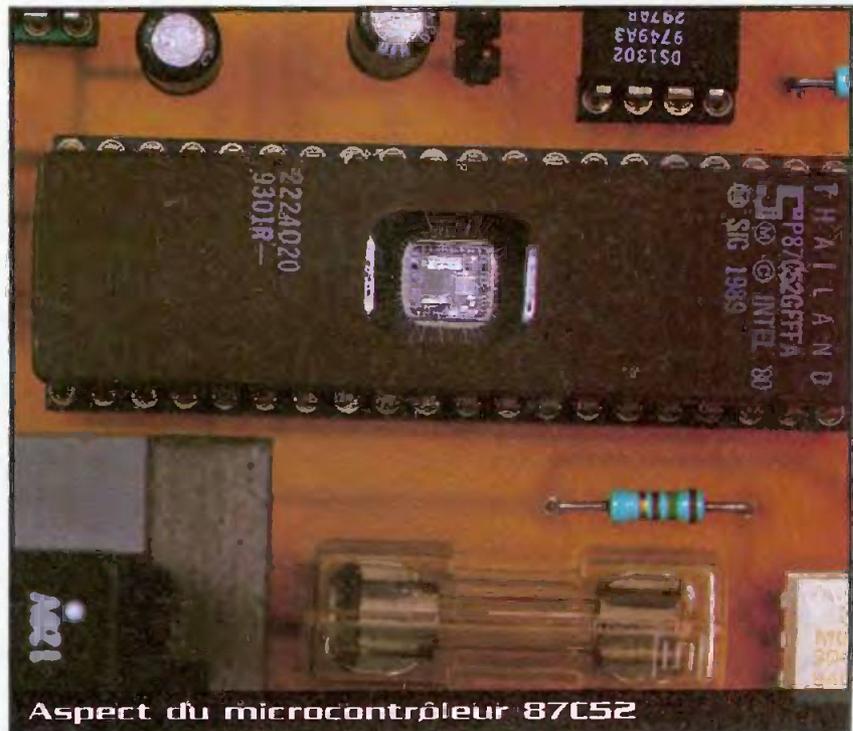
connecteurs à sertir est plus pratique mais les liaisons nécessaires étant peu nombreuses, vous pourrez utiliser des connecteurs à souder. Enfin ajoutons que le connecteur CN₁ sera immobilisé sur le circuit imprimé par deux boulons montés dans les passages prévus à cet effet. Cette précaution ne sera pas inutile lors des manipulations de câble.

Le régulateur REG₁ sera monté sur un radiateur ayant une résistance thermique inférieure à 18°C/W pour éviter d'atteindre une température de jonction trop élevée. La tension secteur arrive sur CN₂. L'alimentation du PC sera disponible sur CN₃. Pour notre maquette nous avons utilisé des connecteurs AMP de la série MATE-N-LOCK, mais vous pouvez fort vous en passer. Par exemple, vous pourrez souder les fils directement sur le circuit imprimé.

Le microcontrôleur sera programmé avec le contenu d'un fichier que vous trouverez sur notre site Internet.

Le fichier SHUTD.ROM est le reflet binaire du contenu à programmer dans la mémoire EEPROM du microcontrôleur tandis que le fichier SHUTD.HEX correspond au format HEXA INTEL. Selon le modèle de programmeur d'EPROM dont vous disposez vous utiliserez l'un ou l'autre des fichiers.

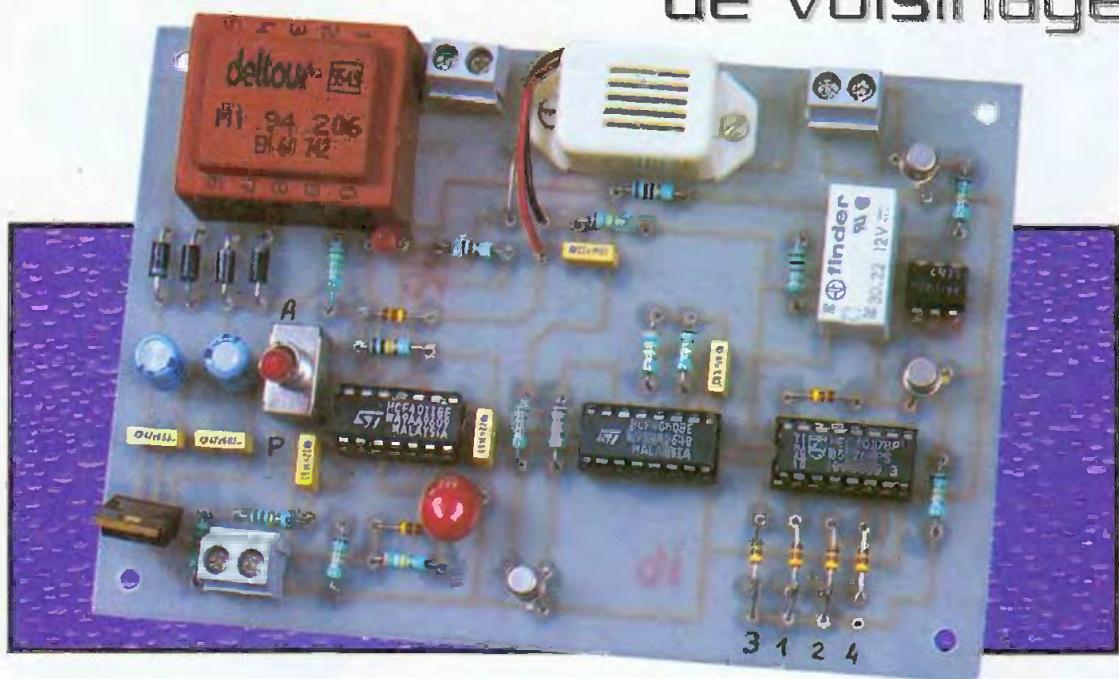
Les microcontrôleurs 87C52 existent en boîtier à fenêtre (ce qui permet d'effacer l'EPROM interne en l'exposant aux UV) ou bien en boîtier «OTP» (One Time program-



Aspect du microcontrôleur 87C52

Alarme

de voisinage



La majorité des installations d'alarme d'habitation est équipée de sirènes et d'un transmetteur téléphonique. Dans le but évident de diminuer le coût, nous avons pensé que les voisins, avec lesquels vous entretenez de bonnes relations, pourraient «télé-surveiller» au moindre coût votre pavillon ou appartement, à charge de revanche lorsqu'ils sont absents. En fait, ce dispositif permet de surveiller et de relier jusqu'à quatre logements par simple ligne bifilaire extérieure.

Le principe

Chaque habitation est contrôlée par une protection périphérique à l'aide de contacts ILS sur les portes et fenêtres. L'alarme est dissimulée, par exemple dans un placard. Un inverseur dispose de trois positions : «Arrêt», «Présent» ou «Absent».

Position «Absent»

À l'issue d'une temporisation de sortie, l'alarme est en veille. Toute ouverture, même fugitive d'une porte ou d'une fenêtre est mémorisée. À partir de cet instant, l'utilisateur dispose de 20 s pour placer le commutateur sur «arrêt» ou «présent». Si cela n'est pas réalisé, il s'agit probablement d'une entrée frauduleuse. L'alarme se déclenche chez tous les voisins qui auront placé leur commutateur sur «présent».

Position «Présent»

Dans cette configuration, l'alarme est en mode réception. C'est à dire que la détection périmétrique du logement est hors service. En revanche, si un signal d'alarme est reçu sur la ligne bifilaire, un buzzer est mis en action, de façon cyclique. Simultanément,

une LED rouge mémorise l'alarme tant que le commutateur restera dans cette position.

Cependant, la ligne filaire étant commune à toutes les habitations, il n'est nécessaire de connaître quelle habitation a émis l'alarme. Pour cela, chaque alarme dispose d'un code propre (canal 1 à canal 4). Dans l'hypothèse où l'alarme aurait été émise par l'habitation n°3, trois coups de buzzer seraient perçus sur le ou les alarmes commutées sur «présent». Le ou les personnes présentes pourraient surveiller l'habitation n°3 avec appel aux services de Police, le cas échéant. Ce type d'alarme est dite silencieuse car dépourvue de sirène. Les malfaiteurs sont alors détectés à leur insu.

Position «Arrêt»

Ici, l'alarme est inopérante, tant en mode émission qu'en réception. Il est utilisé lorsqu'une alarme s'est déclenchée et que vous souhaitez arrêter le buzzer et éteindre la LED.

L'organisation du montage

Le schéma synoptique est représenté à la **figure 1**. Le commutateur

détermine le mode de fonctionnement de l'alarme. En position «Absent», l'alarme est en veille après une temporisation de sortie de 30 s environ. Dès lors, toute ouverture, mémorisée afin de déjouer un malfaiteur rusé qui refermerait aussitôt la porte ou fenêtre derrière lui, commande un temporisateur d'entrée de 20 s. Ce délai est nécessaire pour permettre à l'utilisateur de placer le commutateur sur «Arrêt ou Présent». Si ce n'est pas fait, la base de temps est activée, autorisant l'avancement du séquenceur. Les sorties de celui-ci aboutissent sur un codage à diodes pour identifier le canal de l'alarme déclenchée.

L'information fugitive et codée de l'alarme est ensuite transmise au circuit émission de la ligne. Elle aboutira sur le circuit «réception» des alarmes des autres logements placés sur la position «Présent».

Supposons maintenant que notre commutateur soit sur «Présent», toute information issue de la ligne fera fonctionner le buzzer de façon cyclique et permettra l'allumage permanent de la LED rouge de mémorisation. Celle-ci reste allumée tant que le commutateur est sur «Présent». Rappelons que.

1 Synoptique

Le nombre de bips détermine le canal émettant l'alarme et donc identifie l'habitation «visitée».

Le fonctionnement

Le schéma de principe complet est représenté à la **figure 2**. Il fait appel principalement aux portes logiques CMOS. Examinons en détail chaque section.

Mode veille

Avant de quitter son habitation, l'utilisateur aura pris soin de placer le commutateur K_1 sur la position «Absent». C_2 est préalablement déchargé. Nous observons donc un NV0 (niveau 0 ou bas) sur l'entrée B6. La sortie B4 présente alors un NV1, forçant la remise à zéro du compteur IC_3 et de sa base de temps incorporée.

Le temps de charge de C_2 dure environ 30 s. Passé ce délai, la bascule RS constituée des portes A et B devient «libre». L'alarme est en mode veille.

Détection ouverture et mémorisation

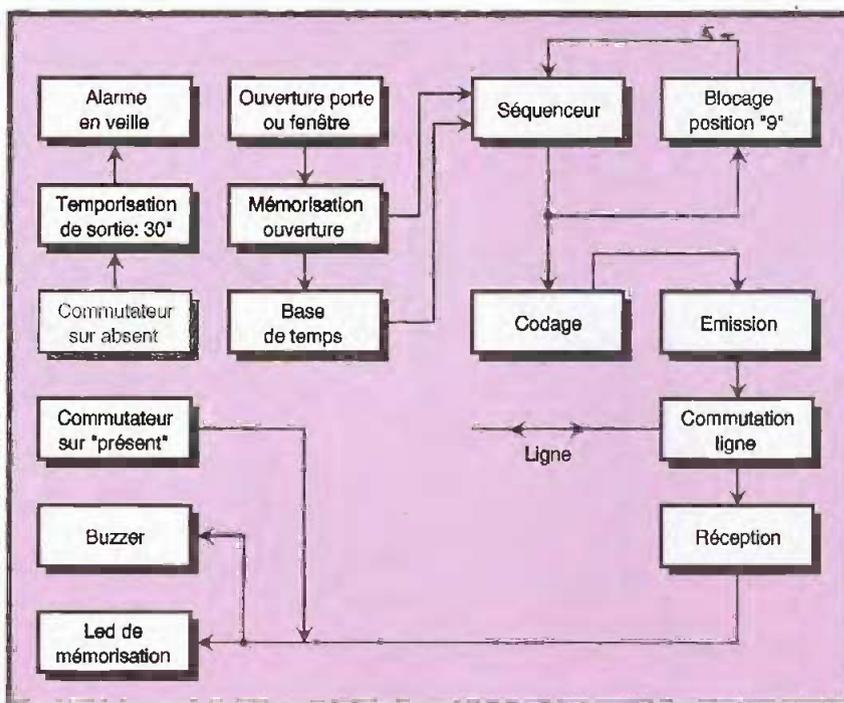
Supposons l'ouverture de la porte d'entrée par effraction. La boucle de surveillance s'ouvre. Le point B qui était auparavant au NV1, passe aussitôt au NV0, ainsi que l'entrée A1. La bascule change d'état pour mémoriser cette ouverture. La sortie A3 passe au NV1, tandis que la sortie B4 présente un NV0.

Temporisation d'entrée

IC_3 peut désormais fonctionner normalement. L'oscillateur constitué de C_4 , R_8 et R_9 délivre un signal de 26 Hz. Cette fréquence basse permet d'obtenir un délai de 20 s environ avant l'apparition d'un NV1 sur la sortie Q10. Durant ce délai, Q10 reste au NV0 et maintient le blocage de T_1 . Nous retrouvons donc sur le collecteur de T_1 un NV1 fourni par R_{16} . Le séquenceur constitué de IC_4 reste bloqué au repos.

Déclenchement de l'alarme

Q10 passe au NV1 assurant ainsi la polarisation de T_1 . Le collecteur de ce dernier présente alors un NV0. IC_4 se débloque et avance au rythme des signaux horloges issus de Q4 de IC_3 jusqu'à se bloquer en



position «9». En effet, dans ce cas, le NV1 de la sortie S9 est appliqué sur l'entrée validation de IC_4 . Ce dernier se bloque.

Codage de l'alarme

Notre dispositif est prévu pour au maximum 4 canaux, c'est-à-dire 4 habitations. Des straps permettent de mettre en ou hors service les diodes D_4 à D_7 . Supposons que nous soyons sur le canal 3. Dans ce cas, nous aurons placé les straps 1, 2 et 3. Il est à remarquer que seules, les sorties impaires du 4017 sont exploitées. Cette particularité permet de séparer les bips. A l'oreille, il est en effet, plus facile de décoder le canal alarmé par le nombre de bips transmis plutôt que la durée d'un bip unique.

Au fur et à mesure de l'avancement de IC_4 , selon que les straps 1 à 4 sont en place, T_3 est polarisé via R_{13} . Le relais RL_1 est commandé aux rythmes de ces créneaux.

Émission d'une alarme

Lorsque le relais passe en position travail, la partie réception de notre montage est déconnectée. Le +12V est envoyé en ligne via R_{14} . Simultanément, la masse est envoyée en ligne par l'autre contact. Pratiquement, une tension de 12V est envoyée cycliquement sur la ligne. R_{14} permet de protéger l'alarme dans le cas où la ligne extérieure présenterait un défaut ou serait en court-circuit. Le courant serait ainsi limité à quelques mA.

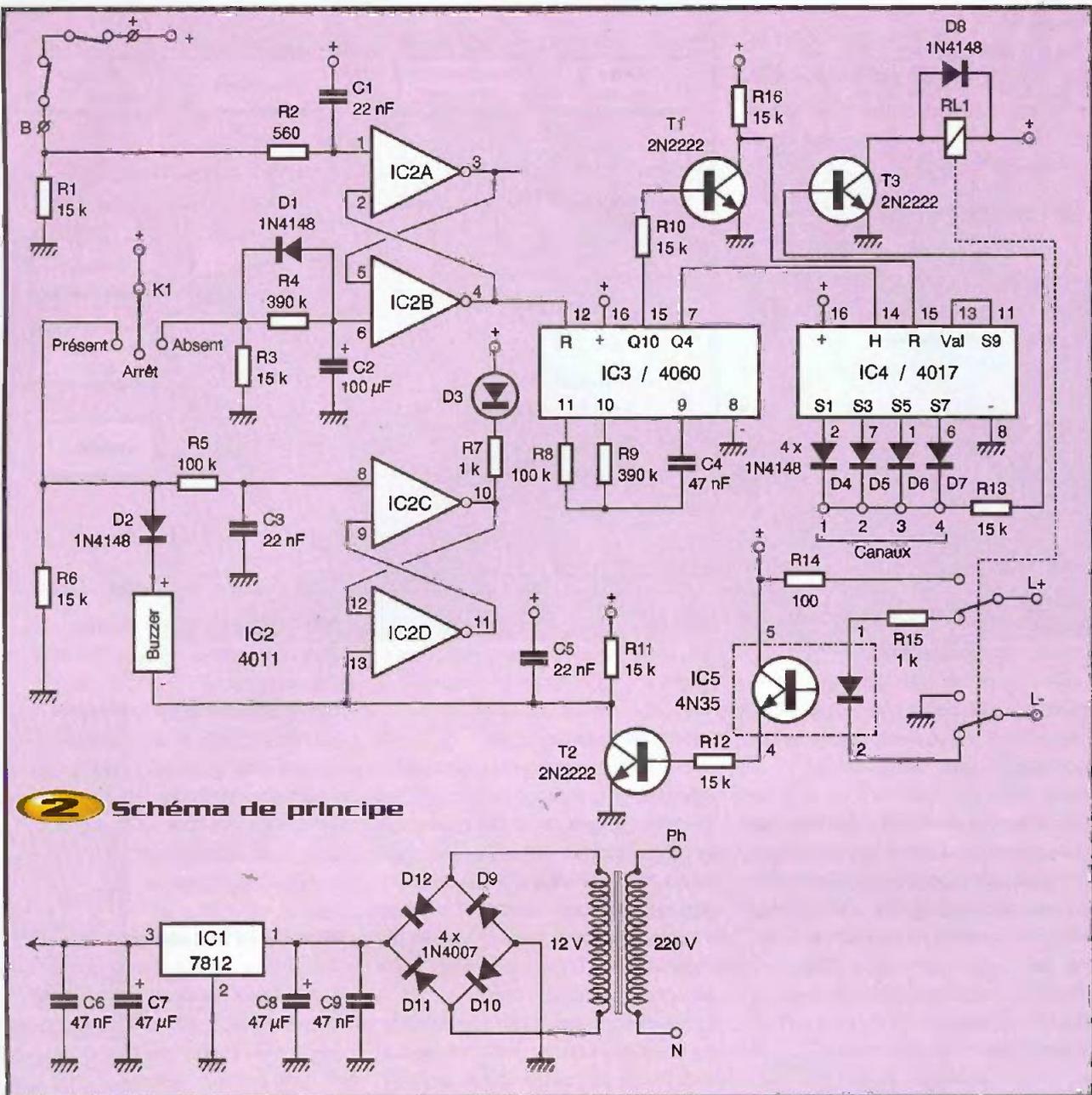
Réinitialisation d'une alarme

Après un nouveau délai de 30 s environ, Q10 repasse au NV0. T_1 se bloque. Le séquenceur est forcé au repos, une nouvelle fois. Cette disposition permet de séparer deux alarmes consécutives et autorise la réception de l'alarme d'un autre canal au cas, espérons-le, bien improbable où un autre logement aurait été également visité.

Réception d'une alarme

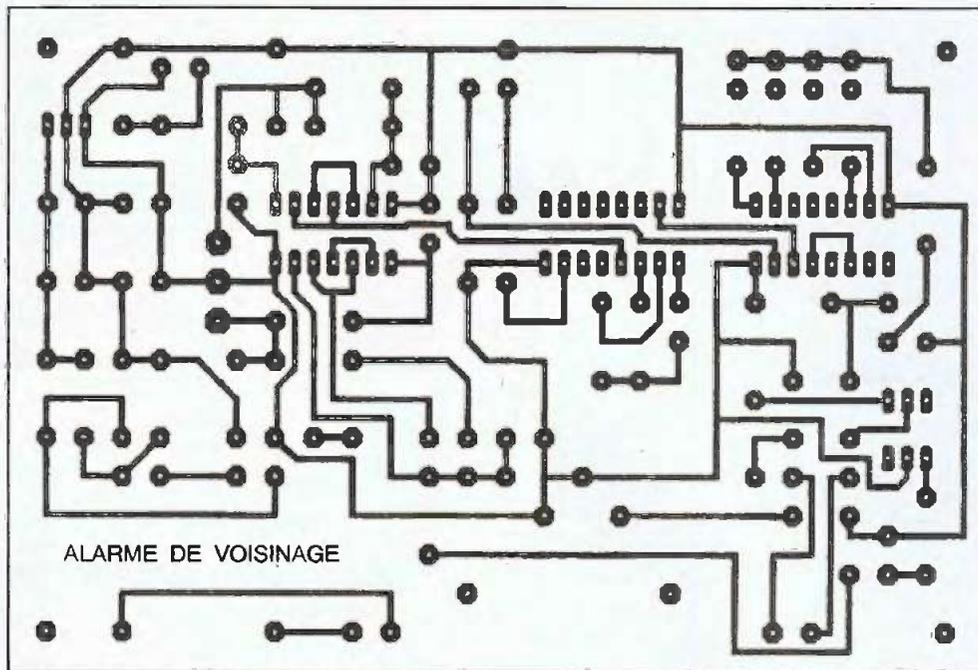
Nous supposons maintenant que le commutateur a été placé sur «Présent». Suite à effraction, l'habitation canal 2 émet une alarme, c'est-à-dire deux impulsions de 12V. La LED contenue dans l'optocoupleur IC_5 s'allume car alimentée par la ligne et par R_{15} . Le transistor de IC_5 devient passant et assure la polarisation de T_2 via R_{12} .

Il impose donc un NV0 sur la borne - du buzzer qui émet un son au rythme du relais qui envoie l'alarme. Ce NV0 est également appliqué sur l'entrée de la porte D13. La bascule constituée des portes C et D change d'état. La sortie C10 passe au NV0, assurant ainsi l'allumage au fixe de la LED rouge. Celle-ci assure la mémorisation de la réception d'une alarme. 30 s plus tard, le second message d'alarme sera perçu, activant à nouveau le buzzer. Il ne reste plus qu'à vérifier que le déclenchement de l'alarme est bien justifié et d'alerter les services compétents...



Le circuit imprimé

Le circuit imprimé retenu pour la réalisation pratique de l'alarme est représenté à la **figure 3**. N'hésitez pas à opter pour la méthode photographique. Le gain de temps est indéniable et le risque d'erreur est évité. A l'issue d'un rinçage soigneux, séchez la plaquette et procédez au perçage. 0,8 mm pour les circuits intégrés, 1 mm pour les composants standards, 1,2 mm pour les éléments plus importants tels que borniers, transfo, régulateur. Prévoyez un perçage à 2 mm pour le commutateur K₁, sauf si vous envisagez de le sortir du circuit imprimé. Pensez aux trous de fixation à 3 mm.



3 Tracé du circuit imprimé

Réalisez le repérage des différentes connexions à l'aide d'un marqueur permanent. Procédez à l'implantation des composants selon la **figure 4**. La bonne habitude consiste évidemment à insérer les composants selon leur taille, en commençant, pour des raisons de commodités, par les éléments bas.

Les circuits intégrés seront placés de pré-

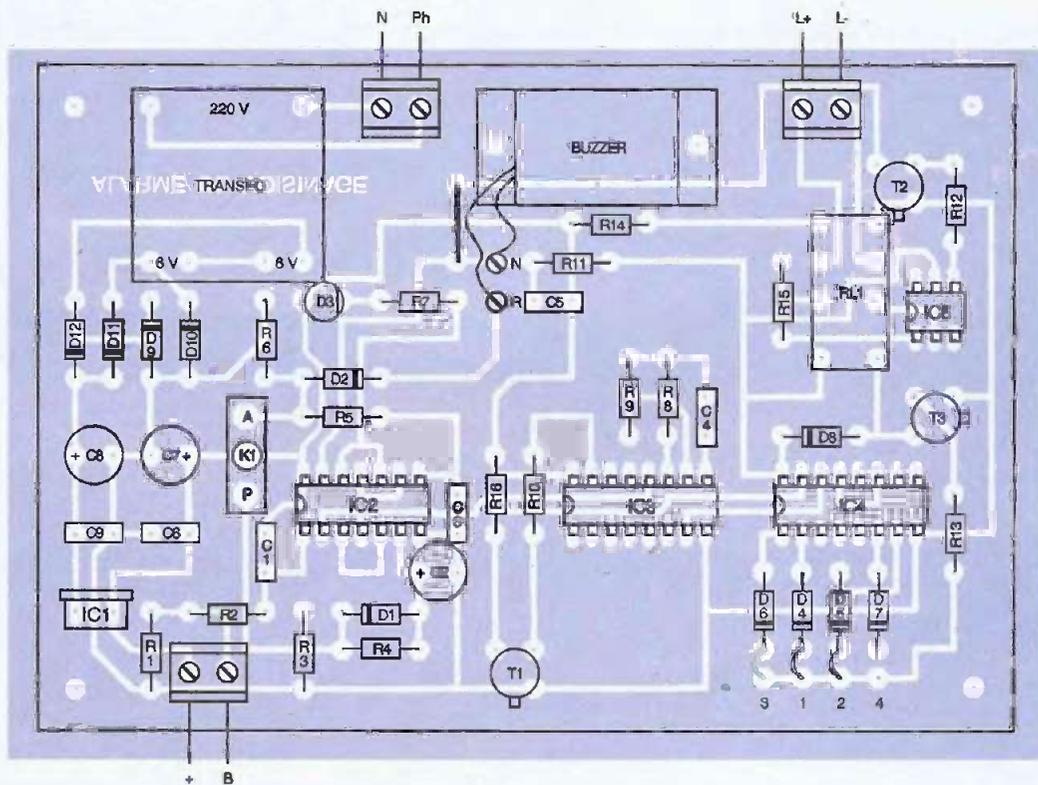
férence sur support. Le faible surcoût est largement compensé par la facilité procurée lors du remplacement d'un CI.

Fixez le buzzer à l'aide de vis de 2 mm. Veillez soigneusement à ne pas intervertir les fils noir et rouge. Après une dernière vérification, en vous aidant au besoin des photos, on pourra effectuer le test de fonctionnement de l'alarme.

La mise en service

Pour effectuer le test final, il est nécessaire de disposer de 2 cartes montées. Reliez la ligne entre les deux cartes en respectant les polarités L+ et L-. En cas d'inversion, le montage ne fonctionnera pas. Codez chaque carte différemment en vous référant à la **figure 5**.

4 Implantation des éléments



Straps à mettre en place				
	①	②	③	④
Canal 1	X			
Canal 2	X	X		
Canal 3	X	X	X	
Canal 4	X	X	X	X

5

Tableau de codages

6

Passage du câble 2 conducteurs entre les habitations

Pontez provisoirement les bornes + et B (boucle de contrôle). Alimentez les bornes Ph et N avec un cordon secteur. Tant que le montage sera raccordé au secteur, on ne devra plus intervenir sur le circuit imprimé.

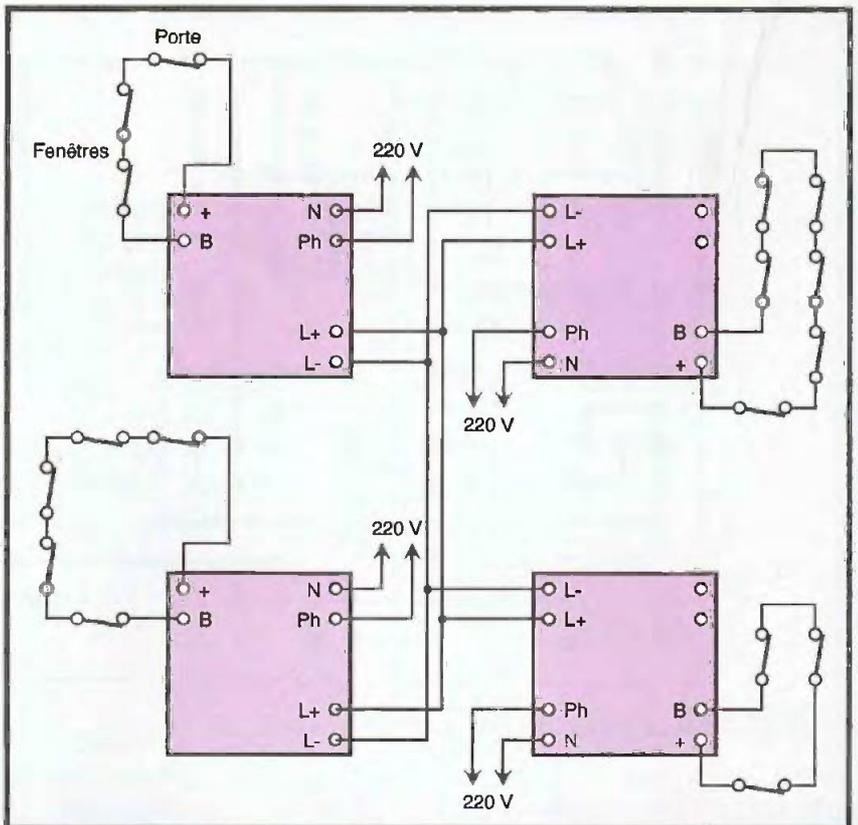
Placez le commutateur de la carte canal 2 (exemple) sur «absent» et le commutateur de la carte canal 1 sur présent. Les LED doivent être éteintes. Attendez 1 mn puis coupez fugitivement le pont +/B de la carte canal 2.

Après un retard de l'ordre de 20 s, on doit entendre deux collages successifs du relais. Simultanément, sur la carte canal 1, la LED rouge doit s'allumer au fixe et le buzzer doit émettre 2 bips. Effectuez la même vérification en plaçant la carte canal 1 sur «Absent» et la carte canal 2 sur «Présent». Dans ce cas, le buzzer de la carte canal 2 ne doit émettre qu'un seul bip.

Prévoir d'équiper les habitations avec les contacts ILS de protection périmétrique sur les portes et fenêtres. Notez que pour des raisons de simplifications, chaque habitation ne dispose que d'une zone. Passez le câble 2 conducteurs entre les habitations (figure 6). Étant donné le faible courant mis en œuvre, un simple câble téléphonique pourra convenir sans problème.

Nous espérons que ce montage assurera une protection sécurisante et économique de votre pavillon ou de votre appartement. Nous sommes sûrs qu'il favorisera les relations avec votre voisinage. Souhaitons simplement qu'il n'ait pas à fonctionner...

D. ROVERCH



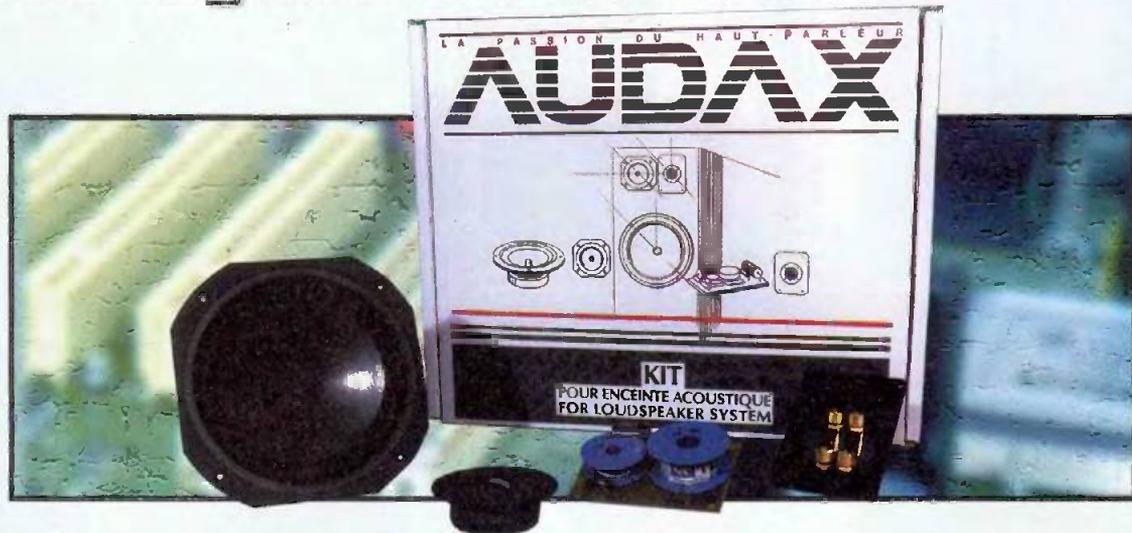
grès plan sur le buzzer 12V

Nomenclature

- | | |
|--|---|
| $R_1, R_3, R_6, R_{10} \text{ à } R_{13}, R_{16}$: 15 k Ω (marron, vert, orange) | $T_1 \text{ à } T_3$: 2N2222 |
| R_2 : 560 k Ω (vert, bleu, jaune) | IC_1 : 7812 |
| R_4, R_9 : 390 k Ω (orange, blanc, jaune) | IC_2 : 4011 |
| R_5, R_8 : 100 k Ω (marron, noir, jaune) | IC_3 : 4060 |
| R_7, R_{15} : 1 k Ω (marron, noir, rouge) | IC_4 : 4017 |
| R_{14} : 100 Ω (marron, noir, noir) | IC_5 : Dptocoupleur 4N35 |
| C_1, C_3, C_5 : 22 nF plastique | 1 support DIL14 |
| C_2 : 100 μ F/25V tantale | 2 supports DIL16 |
| C_4, C_6, C_7 : 47 nF plastique | 3 borniers à vis 2 plots |
| C_8 : 47 μ F/25V chimique vertical | 1 buzzer 12V |
| $D_1, D_2, D_4 \text{ à } D_8$: 1N4148 | 1 Inverseur 1 circuit 3 positions stables |
| D_9 : LED rouge 3 mm | 1 transfo 220V/2x12V/2VA |
| $D_{10} \text{ à } D_{12}$: 1N4004 | 1 relais Finder 12V/2RT |
| | 1 circuit imprimé |

Acoustique pratique

Du logiciel à l'enceinte...



Le logiciel de conception d'enceintes est un élément assez répandu pour que tout le monde puisse l'exploiter. Il se charge de calculer l'adaptation du haut-parleur de grave et de la boîte. En bricolant un peu les fréquences et les volumes, on arrive à se modeler une courbe de réponse en fréquence théorique qui rentre dans un gabarit de rêve à faire pâlir tous vos amis fous de hi-fi ou de sono ! Après, il faut concrétiser !

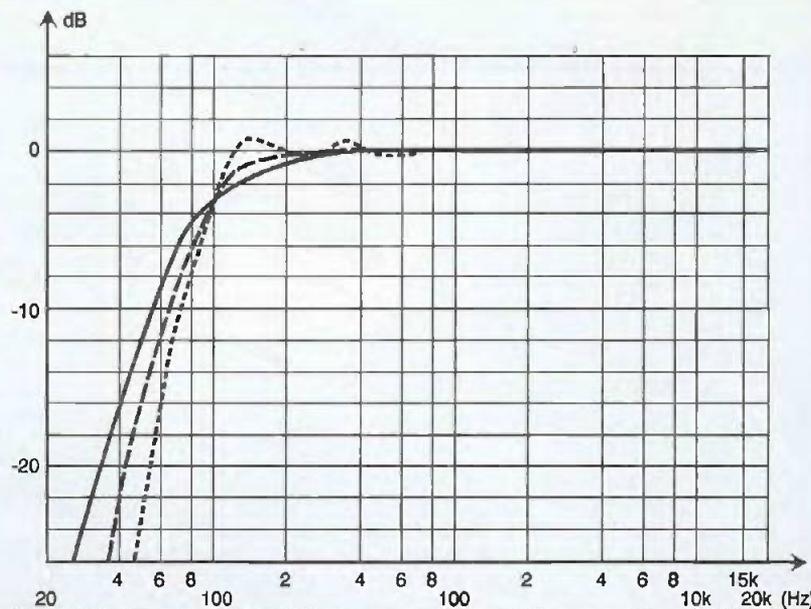
Avant de passer à la scie et au tour-nevis, le concepteur d'enceintes doit calculer les dimensions de l'enceinte. Les logiciels simples, donc accessibles, permettent de calculer le volume nécessaire par le haut-parleur de grave pour remplir ses fonctions. L'ensemble haut-parleur/enceinte est considéré comme un filtre passe-haut. En effet, un haut-parleur n'est pas un compresseur et ne peut donc augmenter la pression dans un local !

il est capable de reproduire les fréquences graves, mais plus la fréquence descend et moins il donne de niveau. Sachez aussi qu'une réponse étendue dans le grave demande un haut-parleur de grande surface de rayonnement donc de grand diamètre, haut-parleur que l'on peut éventuellement remplacer par plusieurs modèles de plus petite taille présentant la même surface de membrane.

Le haut-parleur est un élément mécanique qui, couplé à l'air, se compose de masses, de ressorts, de frottements et reçoit une force d'une bobine dite mobile parcourue par un courant, placée dans un champ magnétique et animant la membrane. Cette dernière déplace une masse d'air élastique et rayonne de l'énergie. Ces éléments fort complexes peuvent être représentés par des équivalences électriques : résistances,



L'accord d'une enceinte conduit à divers types de courbes de réponses, on les choisira en fonction de ses critères : étendue de la bande passante, régularité de phase ou autre. Toutes les courbes intermédiaires sont aussi possibles...



inductances et capacités. La partie électrique du haut-parleur (bobine) s'intègre à ces éléments. Cette équivalence permet de calculer la pression acoustique en fonction de la tension reçue. Les logiciels permettent de résoudre facilement les équations correspondant à ce schéma et donnent directement la courbe de réponse en fréquence ou l'impédance.

On retrouve dans la terminologie accompagnant les enceintes des termes identiques à la théorie des filtres actifs. Les spécialistes ayant œuvré dans le domaine de l'enceinte ont classé la réponse en Bessel, Butterworth ou Chebychev d'ordre 3, 4 ou 6 (on dit alignement en B4, C4, B6, etc.). Le logiciel va donc vous proposer une réponse de ce type mais si vous changez un tant soi peu l'un des paramètres de l'enceinte, par exemple un centimètre cube dans l'enceinte, le logiciel va décider que vous n'êtes plus en QB 4 ! Qu'importe, vous en serez très proche et votre haut-parleur répondra encore très bien et dans des conditions très proches. Si quelques-unes des courbes répondent à des critères d'amplitude et de phase très

précis, dès que l'on sort de ce strict cadre mathématique, on obtient des paramètres très proches. En réalité, on peut passer progressivement d'une courbe à l'autre par une légère modification des paramètres, il y a donc une infinité de courbes de réponse (**figure 1**).

Le choix d'une réponse en fréquence est un compromis entre l'étendue de la réponse, la réponse transitoire, celle en phase, tous ces paramètres étant liés. Si vous privilégiez la réponse en fréquence, vous prendrez un alignement type Chebychev, pour les transitoires, le Bessel sera préférable.

Comme ces paramètres dépendent du volume et de l'accord, un logiciel qui permet de superposer plusieurs courbes sera intéressant pour les comparaisons...

D'autres formes d'enceintes que le bass-reflex sont à votre disposition, l'enceinte close favorise la réponse transitoire, mais au détriment de l'efficacité (par rapport au bass-reflex), le pavillon est difficilement utilisable pour le grave compte tenu de la taille qu'il impose, en outre, sa réalisation demande certains talents de menuisier.

Une fois en possession du volume et de la taille de l'évent (surface et longueur) vous passerez à la taille de l'enceinte.

Le volume que vous avez obtenu est le volume que «voit» l'arrière du haut-parleur. Pour obtenir le volume extérieur de l'enceinte, vous devrez ajouter le volume du haut-parleur (circuit magnétique, membrane, châssis), celui de l'évent (le calcul prend en compte le volume d'air utilisé comme charge arrière et non l'inertie présentée par l'évent) ainsi que le volume de tous les éléments de remplissage : tasseaux d'assemblage, renforts internes ou pour une enceinte amplifiée, volume de l'amplificateur.

Il va de soi que, si l'enceinte est d'une grande taille par rapport au haut-parleur, la prise en compte de son volume ne sera pas indispensable, une simple estimation suffira.

Les caractéristiques finales sont plus influencées par la fréquence d'accord de l'enceinte que par son volume (ce sont les spécialistes qui le disent). Une erreur sur le volume aura moins d'importance qu'une erreur sur l'accord de l'évent.

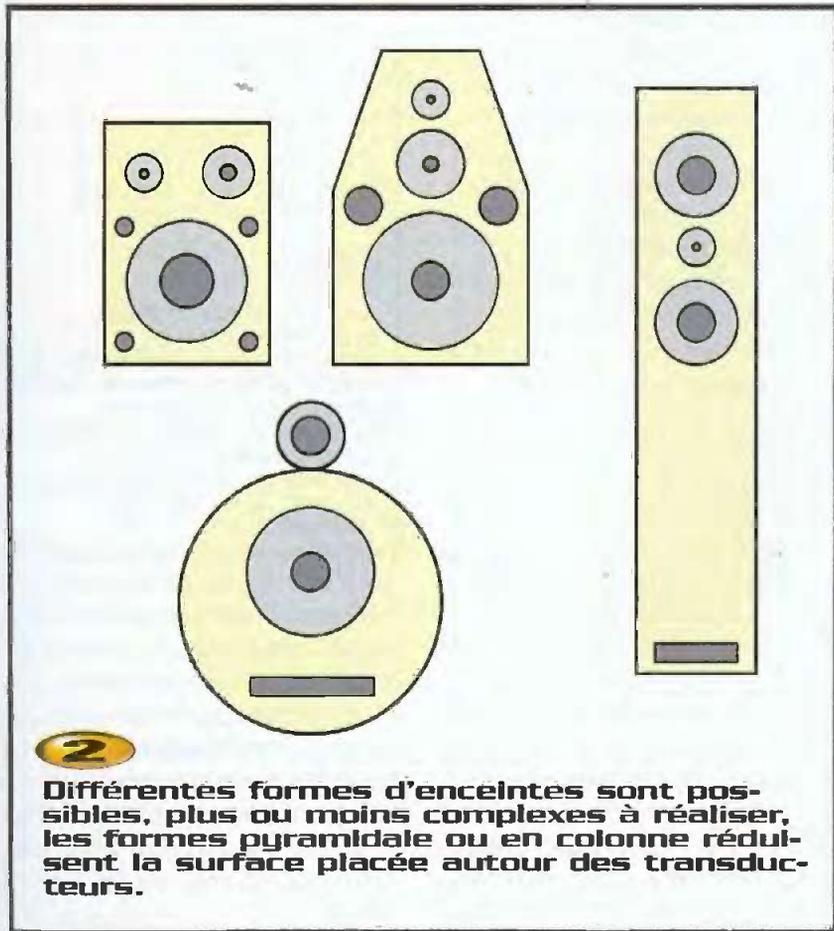
Revenons à notre enceinte, il faut la réaliser et prendre un bois assez épais pour présenter la rigidité nécessaire. Ce bois occupe, lui aussi, un certain volume, vous vous retrouverez donc avec une enceinte sans doute plus encombrante que vous ne le pensiez ! Consolez-vous en vous disant qu'une petite enceinte a du mal à fournir des basses...

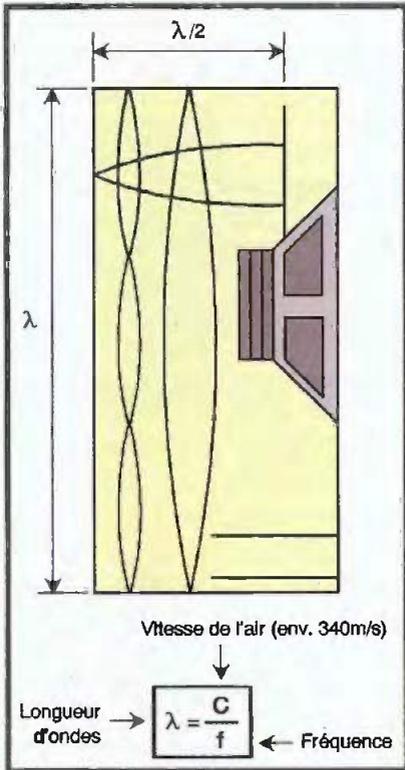
Sachez aussi que les paramètres qui vous servent à calculer votre enceinte ont été mesurés avec une puissance réduite. A puissance élevée, les résultats ne seront donc pas obligatoirement les mêmes que ceux escomptés. De toute façon, la courbe que vous lirez sur l'écran de votre ordinateur est une courbe qui tient exclusivement compte de l'enceinte, une fois placée dans son environnement, vous ne la reconnaîtrez pas.

Le haut-parleur vivra sa vie et s'assouplira sans doute avec le temps. Les caractéristiques de l'enceinte seront donc régulièrement modifiées au fil des ans...

Le bois

Le bois joue plusieurs rôles, l'aggloméré est assez économique et se trouve partout, par





contre, vous devrez de préférence le prendre insensible à l'humidité, comme l'aggloméré CTBH. Ce matériau est, par contre, plus difficile à trouver que celui d'intérieur. Le MBF est un aggloméré à fibres fines, il est assez facile à usiner, relativement tendre et ses vibrations s'amortissent rapidement. Attention, il est assez sensible aux chocs et se stratifie comme l'ardoise... Son état de surface assure une bonne présentation. Les enceintes destinées à la sonorisation seront réalisées dans du multiplis de bouleau, matériau que l'on ne trouve pas n'importe où... Il résiste nettement mieux que l'aggloméré aux transports. Il est également possible d'utiliser des techniques de contre-plaqué de deux matériaux différents associés à une colle souple, technique assurant un excellent amortissement des vibrations, mais délicate à mettre en oeuvre.

Une enceinte en forme ! (figure 2)

Un même volume d'enceinte peut donner lieu à une foule de formes depuis la sphère jusqu'à la colonne. Les formes classiques font que le haut-parleur est placé devant un plan sans inconvénient pour les fréquences basses mais qui modifie le rayonnement du haut-parleur dans l'aigu car il joue un rôle de pavillon plat. Ce pavillon change la directivité du haut-parleur et concentre son

3

Des ondes stationnaires peuvent se développer à l'intérieur de l'enceinte, la longueur d'onde se calcule, elle dépend de la fréquence et de la vitesse du son... Les ventres correspondent ici au maximum d'amplitude de la vitesse des particules de l'air.

4

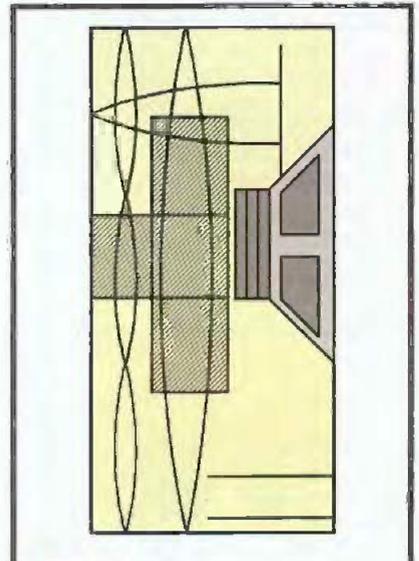
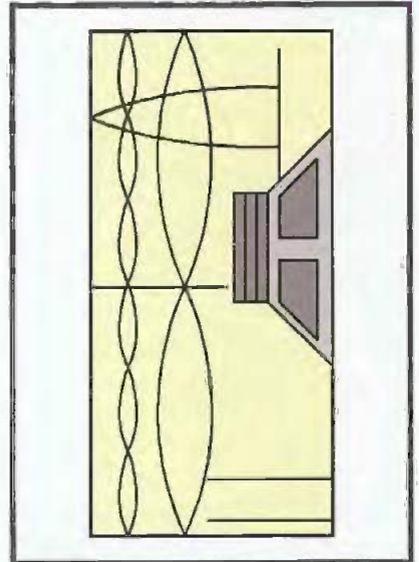
En plaçant une cloison à l'intérieur de l'enceinte, on double la fréquence des modes propres de la caisse.

rayonnement, il peut donc être intéressant de limiter sa surface, par exemple en adoptant une forme de colonne.

La colonne a l'avantage d'une surface de baffle plus petite et élève les transducteurs à la hauteur de l'oreille. Par contre, elle ne permet pas l'emploi d'un haut-parleur de gros diamètre pour le registre grave, il faudra donc le remplacer par plusieurs transducteurs de plus petit diamètre câblés en parallèle. Vous pouvez aussi réaliser une petite enceinte annexe pour le médium et l'aigu et l'installer sur un support constituant l'enceinte de grave.

La répartition du spectre de grave entre deux haut-parleurs placés verticalement fait que les fréquences de renforcement du grave par réflexion sont différentes pour les deux transducteurs, l'effet est donc plus diffus, donc moins sensible qu'avec un haut-parleur unique.

Les proportions de l'enceinte ne doivent pas être prise à la légère. Une enceinte, même close, reste un résonateur. Les parois sont fixes ; à leur surface, l'air ne peut se déplacer, on a donc à cet endroit un ventre de pression. Par contre, au milieu de l'enceinte, on aura un maximum, un ventre de déplacement de l'air. La première fréquence d'accord correspondra à la longueur d'onde de la plus grande diagonale du coffret, ou, pour une enceinte profonde à la demi-longueur d'onde correspondant à la distance entre le haut-parleur et la face arrière. Les autres fréquences propres seront généralement les harmoniques des



5

Le rembourrage interne d'une enceinte a intérêt à être placé dans une zone où l'air se déplace, donc vers les ventres de vitesse. La fixation n'est pas très simple...

fréquences correspondant aux longueurs d'onde précédentes. On fera attention à ne pas avoir de rapport trop simple entre les côtés : profondeur égale à la moitié de la largeur et hauteur égale à deux fois la largeur par exemple (figures 3 et 4). Plus une enceinte est grande et plus ses fréquences propres sont basses, l'air chemine à 340 m/s, une longueur d'onde de 1 m correspond donc à une fréquence de 300 Hz.

Ces fréquences concernent uniquement le haut-parleur de grave, ce haut-parleur ne travaille en principe que dans le grave, s'il doit émettre des fréquences tombant dans les valeurs propres du coffret, il faudra prendre des mesures.

Par exemple, en installant des cloisons en croix à l'intérieur du coffret, les fréquences propres du coffret grimperont d'une octave et deviendront moins gênantes. En outre, ces cloisons auront pour effet la rigidité du coffret.

La garniture (figure 5)

Faut-il remplir ou non une enceinte ? La garniture interne d'une enceinte joue plusieurs rôles. Le premier est celui d'une augmentation apparente du volume interne de l'enceinte. Les variations de pression interne de l'enceinte (courants d'air !) se propagent autour des fibres du remplissage. Comme les ondes parcourent un chemin plus long, tout se passe comme si les dimensions étaient plus grandes donc le volume interne plus important.

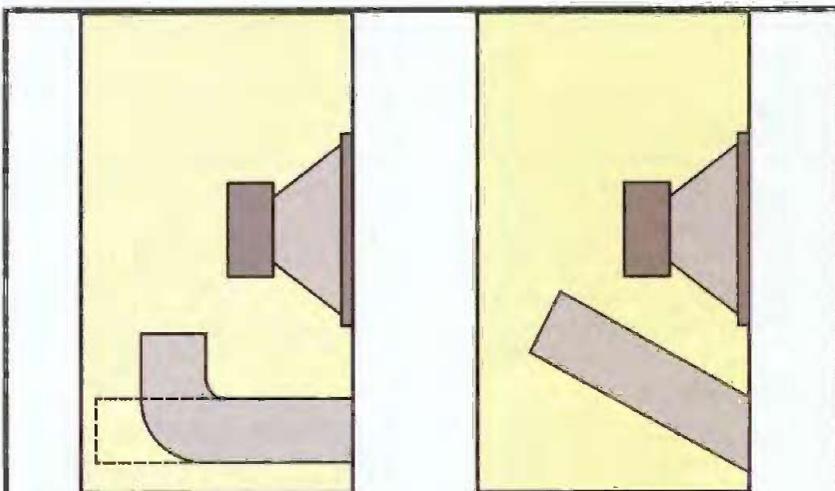
Le second rôle de ce rembourrage est d'amortir les modes propres à l'intérieur de l'enceinte. Traditionnellement, on installe cette garniture contre les parois de l'enceinte, c'est à dire là où les mouvements de l'air ont la plus faible amplitude. La meilleure place, c'est à proximité de la membrane, donc là où on trouvera les ventres de la vitesse de déplacement de l'air aux fréquences des modes propres correspond aux fréquences les plus basses. On a donc intérêt, pour cette raison, à utiliser des panneaux rigides que l'on peut maintenir sur des cloisons ou des tasseaux internes.

L'augmentation du volume dépend du type de matériau utilisé.

Un matériau idéal est de la fibre de verre rigide style Isover Telstar qui existe en panneaux rigides Panolène BP. Le problème de ce matériau est que vous n'avez besoin que d'une petite quantité et qu'il est livré en gros blocs de plusieurs mètres carrés.

La laine de verre doit éventuellement être prise en compte pour le calcul de l'enceinte, la difficulté est de connaître le coefficient à appliquer. Il dépend du matériau et du volume utilisé.

Cette laine de verre ne doit, bien sûr, pas gêner les mouvements de la membrane ni la circulation de l'air au voisinage de l'évent.



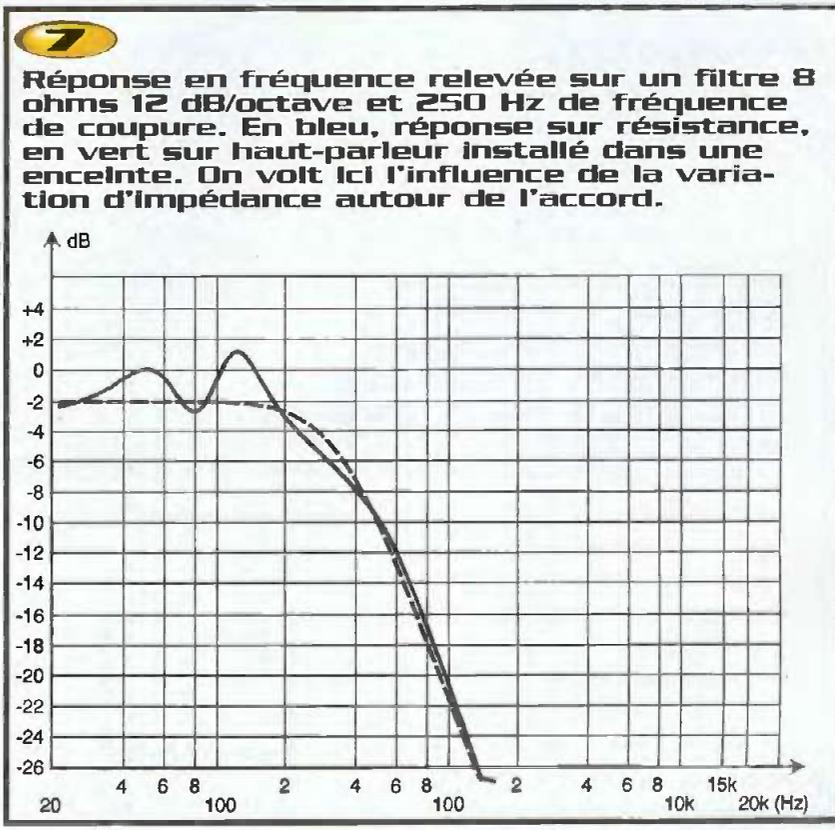
6 Si l'évent calculé est trop long, on pourra le replier (coude de plomberie) ou l'incliner.

En outre, placée contre le circuit magnétique, elle empêchera son refroidissement,

vitesse de circulation de l'air. Le calcul de l'évent peut vous donner une longueur trop importante pour l'enceinte. Dans une telle situation, une réduction de son diamètre permettra de réduire sa longueur à fréquence d'accord constante. Si vous désirez conserver un diamètre important, vous pourrez aussi couder l'évent. Attention, son extrémité ne doit pas se trouver à moins de deux fois son diamètre

L'évent

L'accord de l'enceinte type bass-reflex demande la confection d'un évent. Le logiciel vous donnera ses dimensions. Attention, un évent trop petit risque de provoquer du bruit car il imposera une trop grande



d'une paroi, on évitera ainsi de perturber le flux d'air.

L'évent pourra être tiré de l'ébénisterie (fente, tunnel) ou être cylindrique (tube de PVC pour installation sanitaire). Vous pouvez éventuellement utiliser plusieurs tubes de même longueur en parallèle dont la section s'ajoutera, une technique qui permet éventuellement de ménager une circulation d'air à l'intérieur de l'enceinte.

Le filtre (figure 7)

Le filtre d'une enceinte est chargé de répartir les fréquences entre les transducteurs de l'enceinte. Il se calcule à partir des formules. Malheureusement, l'impédance d'une enceinte est loin de se comporter comme une résistance. Un filtre calculé sur une résistance pourra donc se comporter différemment une fois chargé par l'impédance variable du haut-parleur dans son enceinte. Il est donc difficile d'optimiser soi-même un filtre, d'autant plus qu'il se chargera aussi de linéariser la réponse en fréquence de l'enceinte et éventuellement jouera sur le temps de propagation de groupe des différentes fréquences. Le mieux est de choisir le filtre qui a été conçu pour s'associer aux transducteurs. La conception du filtre est extrêmement complexe et impose un système de mesure efficace.

La finition (figures 8 et 9)

Un haut-parleur doit-il être monté devant, derrière la façade ? doit-on l'encastrer ? L'encastrement d'un haut-parleur n'est pas uniquement une question d'esthétique. La face avant joue un rôle de pavillon plat et l'élimination des angles par un encastrement évite les accidents dus à la diffraction des fréquences hautes. Cette discontinuité de façade produit des «turbulences» dans la propagation des ondes. L'inconvénient, c'est tout de même la complication que cela implique.

Il est également intéressant d'arrondir les arêtes de l'enceinte avec un rayon de 2 à 3 cm. Là encore, on régularise la réponse dans l'aigu par réduction des diffractions des ondes au niveau de la transition des surfaces.

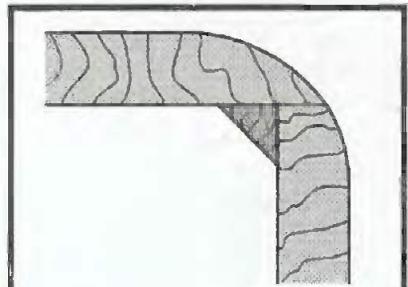
Le tissu de façade sera décoratif, il gêne relativement peu le rayonnement frontal, là où se fait généralement la mesure. Par contre, lorsqu'on s'éloigne latéralement de l'axe, les ondes doivent traverser une épais-

seur de plus en plus importante de tissus. Il en résulte sur les côtés une atténuation des fréquences les plus faciles à atténuer : les hautes. Le tissu conviendra pour une écoute de musique d'ambiance mais dès que l'on devra vraiment écouter la musique, son enlèvement sera utile.

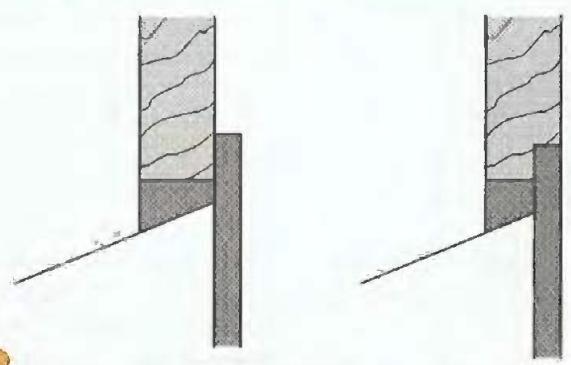
Certaines mousses polyuréthane laissent passer librement l'air et permet de bénéficier d'une écoute homogène dans toutes les directions.

Tests (figures 10 et 11)

Un générateur audio et un voltmètre permettent de faire un relevé de la courbe d'impédance d'une enceinte accordée. Lorsque la fréquence augmente, on constate une première augmentation de la tension aux bornes du haut-parleur, on passe ensuite par un minimum puis par un



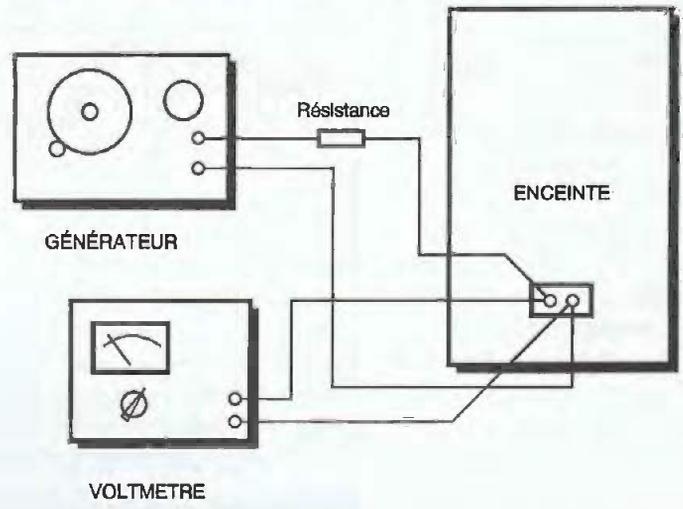
8
Les arrondis des angles doivent adopter un rayon de courbure important. La perte d'épaisseur est compensée par la présence d'un tasseau triangulaire ou quart de rond.



Le haut-parleur aura intérêt à être encastré, c'est sans doute plus facile à dire qu'à faire. Éventuellement, on contre-collera une plaque de l'épaisseur du haut-parleur...



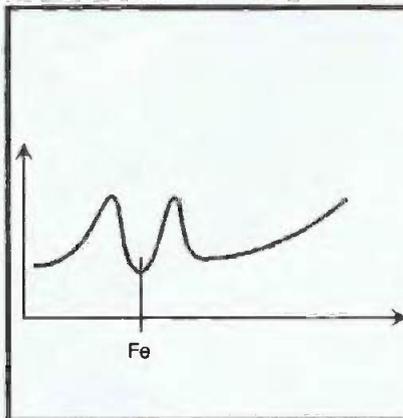
Montage pour la mesure de la fréquence d'accord de l'enceinte, cette dernière est alimentée par une résistance, on cherchera un minimum de tension coincé entre deux pics...



autre maximum. On ne retrouve plus ici la fréquence de résonance du haut-parleur, par contre, le minimum de tension correspond au minimum d'impédance et on pourra mesurer la fréquence d'accord de l'enceinte pour la corriger éventuellement par la longueur de l'avant. Si la fréquence est trop basse, on raccourcit l'évent, si elle est trop haute, on l'allonge.

A vos scies, votre pot de colle et vos tournevis...

E. LEMERY



11

Allure d'une courbe d'impédance typique de bass-reflex, la fréquence «fe» correspond à l'accord de l'évent. Les pics d'impédance n'auront pas forcément la même amplitude ! (C'est une idée répandue mais fautive !).

Les composants pour enceintes

Pour vous faciliter la vie, les fabricants d'accessoires ont mis au point toute une gamme de composants. Nous avons fait notre marché dans le catalogue de MONACOR, une firme capable de vous fournir pratiquement tout ce dont vous avez besoin, du logiciel aux bornes d'entrée.

Les enceintes acoustiques sont utilisées dans un but professionnel, en sonorisation ou en discothèque ou pour le loisir, l'écoute de la musique enregistrée. Nous avons là deux catégories de produits, les premières enceintes devront supporter les déménagements et les secondes décoreront peut-être votre intérieur. Les impératifs techniques sont très différents, l'esthétique également. Ces deux situations ont donné naissance à plusieurs familles de produits susceptibles d'être utilisés dès qu'une enceinte doit être réalisée. Nous allons vous suggérer ici des produits utiles que

certain professionnels de la fabrication n'utilisent même pas, histoire d'économiser quelques francs, nous avons déjà pu le vérifier !

Fixer les haut-parleurs

La fixation des haut-parleurs demande du soin. Le bois de l'enceinte est en général assez tendre et



Trois systèmes pour la fixation des haut-parleurs. Les pattes, métalliques ou plastique, bloquent le haut-parleur contre la façade. Les haut-parleurs légers se contentent de vis à bois, ici des BTR à filets fins et profonds. L'écrou à frapper s'enfonce à l'intérieur de la face avant, la vis maintient le haut-parleur sur l'avant.

ne supporte pas très bien l'ancrage de vis dans le bois. Cette possibilité existe toutefois mais il faudra prendre quelques précautions. Le bois utilisé est en général un aggloméré. Cette structure est très friable et une contrainte excessive arrache les fibres. Les petits haut-parleurs peuvent être simplement assujettis au bois par des vis. On utilisera ici des

vis spécialement conçues pour de l'aggloméré, vis à filets fins et profonds. Avant d'installer la vis, on percera un trou au diamètre du noyau de la vis, ainsi, les filets n'auront qu'à se frayer un passage entre les fibres sans les décoller. Sans cet avant-trou, le bois s'arrache et la vis ne tient pas très bien, surtout si on exerce un couple trop important pas difficile-

ment contrôlable.

Pour les haut-parleurs les plus lourds, il est préférable d'associer vis et écrou mais pas n'importe quel écrou. On adopte ici des écrous dits à frapper, écrous faits d'une tôle d'acier. Quatre ergots s'enfoncent dans le bois et un noyau fileté reçoit la vis. Les écrous restent à l'intérieur de l'enceinte et confortent leur position sous la pression de la vis. Attention, si vous tapez sur la tête de la vis pour l'enfoncer, vous faites tomber l'écrou. Ce composant existe en plusieurs diamètres (4, 5 et 6 mm) et reçoit des vis pour métal. Le choix de la tête est plus esthétique que technique, pour un gros haut-parleur, on préférera une tête Torx ou 6 pans creux.

Un joint déformable, autocollant ou pas, se glissera entre la face avant et le saladier du haut-parleur. Il évite les fuites d'air qui risquent d'être bruyantes.

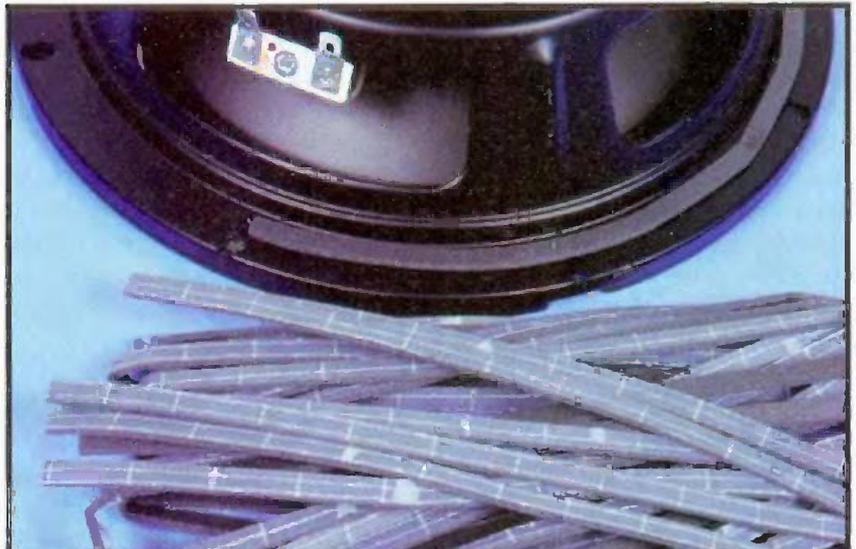
Les haut-parleurs plaqués contre la face avant peuvent également être fixés par des pattes, technique parfois utilisée en Sono. La patte maintient en même temps la grille de protection. Les pattes sont fixées par des vis ancrées dans des écrous à frapper d'un bon diamètre.

Filterer les signaux

Si vous n'utilisez pas de filtre tout fait, vous trouverez dans le commerce des composants qui vous permettront de réaliser votre filtre. Les courants mis en œuvre sont parfois importants et les résistances internes des composants peuvent ne pas être négligeables.

On trouvera des selfs à air ou des selfs à noyau magnétique. A bobinage donné, le noyau permet d'augmenter l'inductance de la self, pour une valeur donnée, la self sera plus petite et moins résistante. La section du fil et sa longueur conditionnent la résistance parasite de la self, on s'attachera à la minimiser. Les noyaux magnétiques sont généralement ouverts pour augmenter la réluctance du circuit donc réduire les risques de saturation. On utilise souvent une bobine de ferrite facile à bobiner et à fixer.

Second élément indispensable : le condensateur. Vous aurez le choix entre le chimique non polarisé, le modèle à diélectrique plastique, mylar (MKT) par exemple le condensateur au papier métallisé ou au



Un ruban d'étanchéité évite le passage de l'air et rattrape d'éventuels défauts de surface.

polypropylène (MKP), ce dernier remportant les suffrages des audiophiles. Plus petit, le condensateur chimique non polarisé vieillit moins bien que ses collègues, il contient un électrolyte liquide qui a tendance à sécher au cours des ans.

Si la bobine se fixe facilement, le condensateur demande généralement un collage et un collier de fixation si on désire que les vibrations ne coupent pas ses fils.

Le troisième composant est la résistance,

elle est là pour ajuster le niveau relatif des haut-parleurs. C'est une résistance de puissance généralement de faible valeur et de type bobinée. On la soude directement sur le circuit imprimé ou aux autres composants, sa masse n'est pas aussi importante que celle du condensateur.

Faire entrer le signal

Le signal entre sur des bornes ou un



Quelques composants pour filtres : self sur ferrite, condensateurs et résistances. Les quatre condensateurs présentés ici ont pratiquement la même valeur... Les bleus sont des MKT et MKP, le jaune un chimique non polarisé.



Les bornes longues permettent une traversée de l'épaisseur du bois. Ce dernier est isolant, pas de problème. Les douilles présentées ici sont des modèles de sécurité, elles recevront des fiches banane, elles aussi de sécurité, donc entourées d'une gaine isolante.

connecteur sur lequel se raccorderont des fils ou un autre connecteur. Pour les petites puissances, les bornes élastiques à pousser sont une formule simple et économique. Le fil dénudé arrive directement dans le trou et est maintenu par la pression d'un ressort, la section du câble est limitée. Les douilles à vis reçoivent des câbles de plus forte section ou éventuellement des cosses à fourche ou droites soudées ou

serties à l'extrémité des câbles.

Si vous jouez les pros, vous adopterez le jack (mono ou stéréo) très pratique et assurant un branchement sans erreur de polarité lorsque les puissances sont réduites. Pour les grosses enceintes, le connecteur type Speakon, composant à 2 ou 4 contacts, assure toute la sécurité de la connexion et le passage d'un fort courant.



Un simple trou suffit à encastrer ces borniers. Economique, celui de gauche reçoit les extrémités dénudées de fils avec serrage élastique de la connexion. L'autre face de la cuvette peut recevoir un circuit imprimé.

Ces composants sont installés ou s'installent sur une cuvette qui évite de les faire dépasser de la face arrière, c'est plus sûr si on désire transporter les enceintes. Vous trouverez dans le commerce des cuvettes métalliques équipées ou non de connecteurs.

Si vous avez fabriqué une enceinte de haut de gamme, vous lui offrirez des bornes de luxe, elles sont plaquées or et pourront recevoir l'extrémité de câbles au bout desquels on aura soudé des réducteurs ou des fourches du même métal.

Les bornes spéciales pour enceintes existent en deux longueurs, à vis courte, on les monte sur des plaquettes, si la vis est longue, le filetage traversera l'épaisseur des parois de l'enceinte. Une douille classique, de sécurité ou pas, peut aussi être utilisée.

Accorder l'enceinte

L'accord de l'enceinte s'effectue par un tunnel ou un tube limitant la section de l'air et renfermant un certain volume d'air. Les dimensions de l'évent, section et longueur déterminent sa fréquence d'accord.

Si vous n'avez pas le courage de vous lancer dans la menuiserie, vous pourrez vous procurer des événements tout faits. Le catalogue MONACOR en met plus de 15 modèles à votre disposition. Ils se vissent dans un trou en face avant, leur face débordante cache les irrégularités de la découpe de l'ouverture, c'est une grande qualité si la scie sauteuse ne vous aime pas.

Certains de ces événements permettent de régler un problème assez crucial, celui de la longueur d'évent. En effet, ils se composent de deux parties une fixe et une mobile, la mobile permet de régler la longueur de l'évent et par conséquent ajuste sa fréquence d'accord. Une fois l'enceinte accordée, l'application d'une colle genre Néoprène ou pour PVC interdira pour toujours le glissement du tube d'accord coulisant.

MONACOR propose un événement conçu pour les enceintes pas assez profondes. L'évent est coudé à 45°, on peut ainsi placer un événement plus long que la profondeur de l'enceinte ! Certains événements ont une forme conçue pour faciliter l'écoulement de l'air et éviter les bruits, leur longueur est constante, on ne pourra donc pas les accorder.

D'autres événements, cette fois sectionnables,

permettent l'accord, une fois le tube coupé, on ne peut plus le rallonger. À réserver aux gens minutieux et qui réfléchissent avant de couper : ces événements s'enfoncent à force dans un trou à l'avant de la façade.

Transporter l'enceinte

Vous avez fait une enceinte de sonorisation, vous aurez besoin de la transporter. Elle est lourde et glisse entre vos doigts ? Pas de problème. On vous propose toute une série de poignées, en matière plastique pour y glisser l'extrémité des doigts ou métalliques avec barre de prise ou à cuvette avec poignées escamotable. Attention à ces dernières, la poignée risque de vibrer bruyamment si elle prend du jeu.

La finition

Si vous fabriquez une enceinte Hi-Fi, vous aurez envie d'une protection frontale. Pour des raisons acoustiques, il sera préférable de la concevoir amovible. MONACOR vous propose ici un composant très spécifique, un clip composé de deux parties, une que l'on encastre en façade et l'autre qui est solidaire du cadre recevant le tissu.

Pour les enceintes de type sonorisation, les composants sont fort nombreux.

Un revêtement de tissu plastifié ou de feutre collé à la surface de l'enceinte assure une bonne protection et a l'avantage de masquer les défauts de finition de l'ébénisterie. Les coins seront protégés par des coins de

matière plastique ou de métal. Notre préférence ira vers des coins en relief empilables qui permettront non seulement de superposer les enceintes pour la sonorisation mais aussi de les ranger avec une surface au sol réduite sans risque de glissement, donc de chute.

Si le recouvrement des enceintes vous fait peur, vous pouvez trouver des cornières de matière plastique qui recouvriront les arêtes. C'est aussi une façon d'économiser la matière en découpant plusieurs panneaux au lieu de calculer le développement de la surface et de recouvrir l'enceinte avec une seule pièce.

Le haut-parleur de grave pourra être protégé par une grille du diamètre du haut-parleur, cette grille est entourée d'un jonc de caoutchouc. Plusieurs types de perforations sont proposés, à vous d'en choisir une esthétique et assez ouverte pour laisser le haut-parleur de grave s'exprimer. Prenez la solide, c'est préférable à une membrane crevée.

Vous trouverez aussi dans les catalogues des plaques d'acier perforé et peint que l'on fixera par vis, rondelles sur pieds de caoutchoucs, ils serviront d'amortisseurs. Mettez-en assez pour supporter aussi le centre de la grille. Attention aux vibrations,



Ces cuvettes à percer peuvent recevoir tous types de connecteur, d'une taille confortable, on les réservera aux enceintes d'une bonne taille.



L'évent télescopique, le tube de gauche se monte sur celui de droite et la longueur totale s'ajuste. Un point de colle termine le montage.



Vous en trouverez de toutes les tailles et même des coudés. Ils se fixent de face avant par vissage et éventuellement collage.



La grille de droite s'encastre sur une couronne vissée en même temps que le haut-parleur, celle de gauche sera fixée par pattes en même temps que le haut-parleur.



Ces clips servent à fixer une face avant de bois tendu de tissus, ils permettent de démonter facilement la façade pour une séance d'écoute hi-fi.

donc ne placez pas la grille trop près des saladiers.

Une grille de mousse de polyuréthane peut s'adapter à une grille métallique ou à tout autre plaque ou cadre qui lui servira de support. Ces mousses sont acoustiquement transparentes et ne gênent pas trop le rayonnement.

L'installation sur pied des enceintes per-

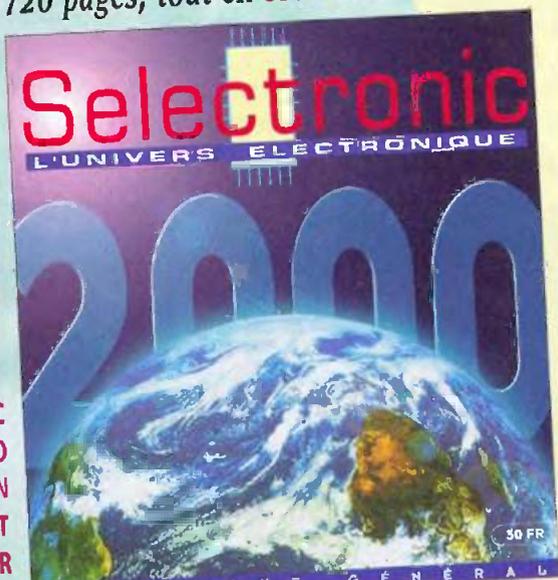
met de les installer en hauteur, une situation favorable pour la diffusion des fréquences hautes. Des inserts pour pieds sont proposés, ils se vissent à la partie inférieure d'une enceinte et permettent son installation sur pied terminé par un tube.

Le pied peut éventuellement être remplacé par un caisson de grave.

Pour les enceintes hi-fi, on commercialise des cônes qui se fixent sous l'enceinte et permettent de la faire reposer sur le sol, ces pieds, contrairement à l'idée reçue qui est celle d'un découplage donc une isolation entre le sol et l'enceinte, assurent une intime solidarité entre les deux éléments.

E. LEMERY

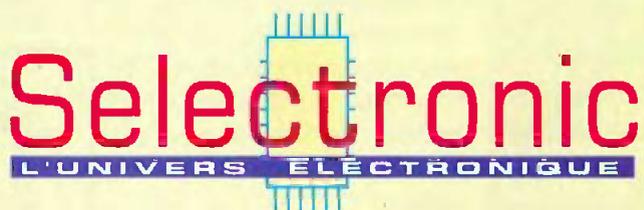
720 pages, tout en couleurs



ENVOI CONTRE

30F (chèque ou timbres-poste)

Catalogue 2000



Plus de 12.000 références
(Electronique, Robotique, Mesure, Sécurité, Audio, Météo, etc.)

Coupon à retourner à : **Selectronic** BP 513 59022 LILLE Cedex - FAX : 0 328 550 329

OUI, je désire recevoir le "Catalogue Général 2000" **Selectronic** à l'adresse suivante (ci-joint la somme de 30 F) :

Mr. / Mme : Tél :

N° : Rue :

Ville : Code postal :

"Conformément à la loi informatique et libertés n° 78.17 du 6 janvier 1978, Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant"

EP

Fabrication d'une enceinte



Vous avez décidé de ce que vous allez mettre dans l'enceinte et défini son volume interne. Il ne reste plus qu'à concrétiser, autrement dit passer à la réalisation proprement dite. Que l'on se rassure, il n'y a pas de réelle difficulté et quelques tours de main vous permettront de mener à bien ce que vous considérez peut-être comme une aventure.

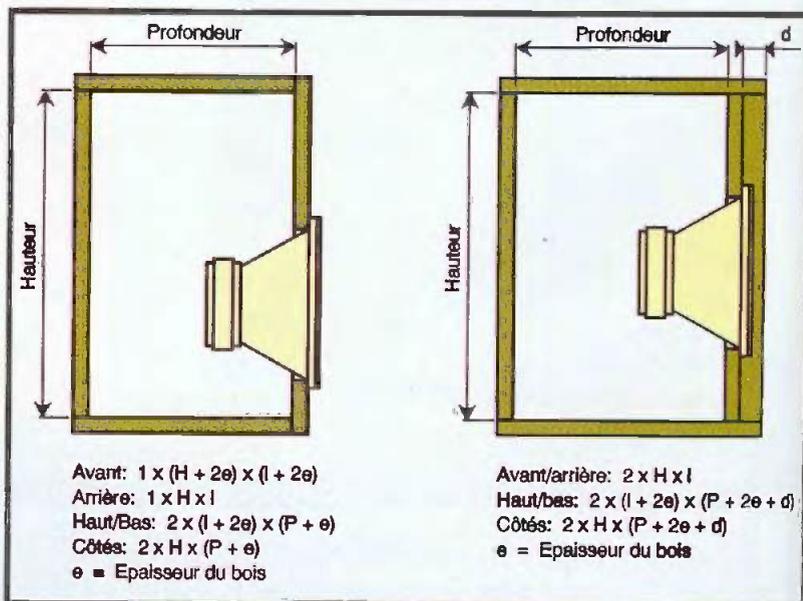
Le bois

Une opération minutieuse est la détermination de la surface de bois nécessaire à la fabrication de l'enceinte. Si vous êtes un menuisier averti, vous connaîtrez sans doute tous les mystères des techniques d'assemblage des panneaux entre eux. Le fabricant d'enceintes professionnelles a, à sa disposition, des machines qui lui permettent de réaliser l'enceinte à plat et de la plier grâce à un rainurage à 90° ne laissant que l'épaisseur du revêtement (imitation bois bien sûr) synthétique. On ne voit pas les joints et c'est très beau. Ce que nous proposons ici, c'est un assemblage des panneaux à 90°.

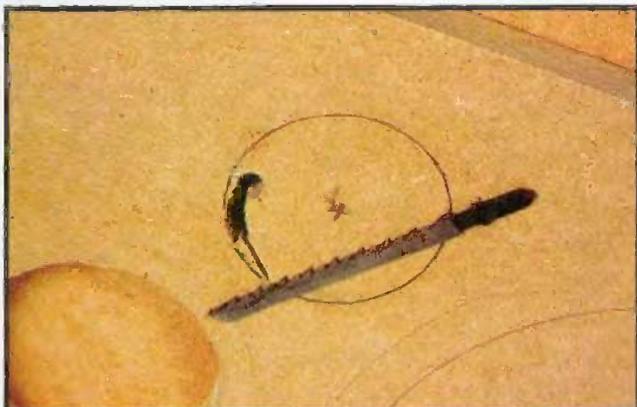
La **figure 1** donne une idée de la disposition des panneaux que nous avons choisis. La face avant, partie la plus visible de l'enceinte, sera constituée d'un seul bloc, on ne verra donc pas la tranche des faces latérales, supérieure et inférieure. Ces dernières

vont constituer une ceinture, les deux côtés sont insérés entre les faces horizontales tandis que le fond s'encastrera dans la ceinture pour fermer le coffret. Il est toujours possible d'installer des cloisons internes mais vous devrez prévoir un accès à l'intérieur de l'enceinte pour son installation, ce n'est pas une fois les 6 côtés en place que vous pourrez agir. L'accès à l'intérieur de l'enceinte reste toutefois toujours possible par l'ouverture du haut-parleur de grave, à condition

que ce dernier soit monté par l'avant. Dans le cas d'une fixation par l'arrière, vous devrez si possible permettre un accès, par exemple, en utilisant un panneau arrière vissé. L'opération de base consiste à établir les dimensions des panneaux nécessaires. Pour ce faire, vous faites le dessin de l'enceinte, histoire de fixer vos idées. Vous passez ensuite un coup de fil à votre fournisseur de bois qui précisera l'épaisseur des panneaux dont il dispose pour la vente à



Disposition des panneaux



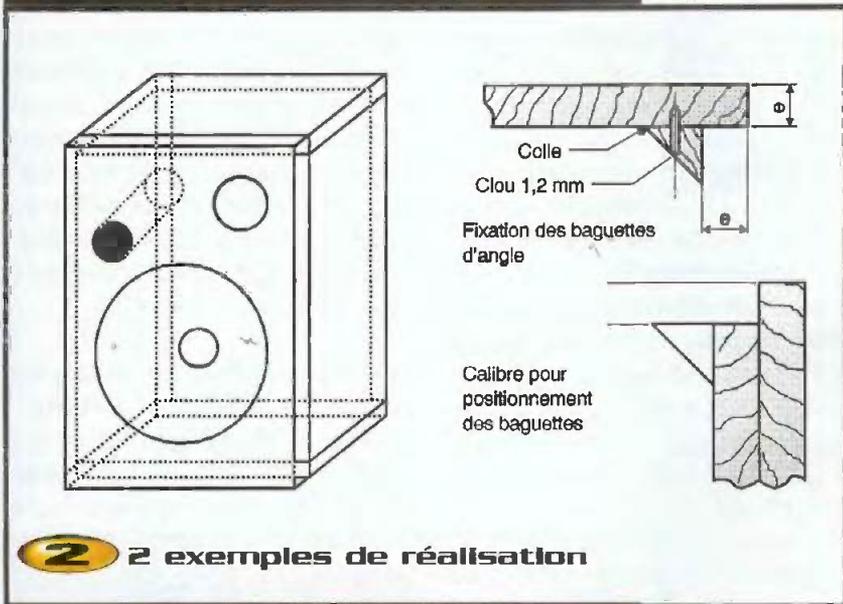
Le découpage à la scie sauteuse en suivant un cercle de petit rayon demande plusieurs passages, on élargit le trait de coupe en commençant par tailler une sécante au cercle.

la découpe. Vous en déduirez les cotes des panneaux à partir de l'épaisseur des panneaux et du volume intérieur de l'enceinte. La

figure 2 donne deux exemples de réalisation et la taille des panneaux, nous avons ajouté ici une autre forme d'enceinte, à face avant protégée par un débordement de la ceinture de l'enceinte.

quart de rond de 14 mm suffira. Au-dessous, il devient difficile de le fixer et la surface de collage qu'il présente ne joue pas beaucoup sur la solidité de l'assemblage. La somme des longueurs des arêtes internes vous donnera une idée de la longueur de baguette dont vous aurez besoin, n'oubliez pas que les baguettes sont vendues par longueurs d'environ 2 m, vous y penserez si vous voulez éviter les raccords. Les baguettes ne jouent pas simplement le rôle de fixation mécanique, elles contribuent aussi à l'étanchéité des assemblages.

La première opération consiste à établir le dessin de la face avant. On devra faire attention en plaçant les haut-parleurs ou l'évent à laisser le passage pour les baguettes d'angles, en cas de collision, on peut toujours amincir la baguette à la râpe à bois. Un régleur métallique, un compas avec mine pas trop dure (le tracé sert lors de la découpe des trous) et les haut-parleurs, vous assistent à la mise en place. Bien sûr, si les haut-parleurs sont encastrés, on devra prévoir un diamètre de perçage inférieur à celui externe du haut-parleur ! Comme les haut-parleurs sont vissés, il faut que la vis trouve suffisamment de bois autour de son noyau, une bonne raison de faire un trou assez petit.



2 2 exemples de réalisation

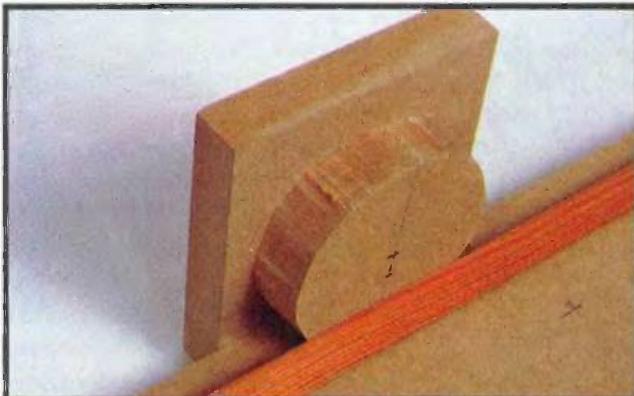


La chute du trou de l'évent sur laquelle a été collé un abrasif sert à poncer le trou, le tube y entrera à force. Notez la différence d'état de surface du trou du tweeter.

Dans notre exemple, nous utilisons des baguettes placées dans les angles. Le profil idéal à notre avis est le triangle mais ces baguettes ne sont pas courantes. A défaut, du quart de rond conviendra. Plus l'enceinte sera grande et plus le profilé sera large. Pour une enceinte de 20 litres, un

Les trous sont réalisés à la scie sauteuse, le tracé sera effectué à l'arrière, on évite de marquer la face avant et la découpe sera propre à l'extérieur. On commence par percer un trou de diamètre égal à la largeur de la lame. Pour les trous de petit diamètre, il faudra faire attention à ne pas «tordre» la lame, il faut travailler d'avant en arrière en prenant une sécante puis en suivant le tracé une fois la sécante découpée, ainsi l'arrière de la lame trouve l'espace nécessaire à son pivotement.

Si l'évent est tiré d'un tube de matière plastique, vous n'aurez pas de collerette pour cacher les arrachements du bois. La pièce ronde découpée sera percée en son centre et on collera un abrasif sur sa périphérie. On obtient ainsi une meule que l'on monte par vis et écrou sur une tige filetée. Le tour se place dans le mandrin d'une perceuse que l'on fait tourner à petite vitesse. Elle usinera un trou parfaitement rond !



L'une des chutes de la découpe des trous des H-P a servi à réaliser le guide de positionnement des baguettes d'angle.



Les baguettes sont assemblées, collées et clouées, nous avons ici fait un assemblage à 45°, qui demande de la précision et de la patience s'il faut ajuster les baguettes.

Vous avez maintenant vos 6 faces, prêtes au montage.

L'opération suivante consiste à mettre en place les baguettes d'angle, baguettes qui servent de butées pour l'assemblage. Ces baguettes seront coupées à 45° avec une boîte à onglet et une scie adaptée (nous avons pris une scie à métaux !). Vous pouvez aussi couper les extrémités droites, c'est moins beau mais aussi efficace, ça va plus vite et ça ne se voit pas ! Un guide, fait de deux épaisseurs de bois contrecollées (chute de découpe des trous) permet de mettre les baguettes en position. Avant le collage, on perce des trous du diamètre des clous (1,2 mm), on place la baguette en position (dessinée sur les faces) et on pointe leur emplacement. Cette technique assure une mise en place précise des baguettes, ces dernières ne se fendent pas et, comme la colle joue le rôle de savonnette, on évite

tout glissement. Quelques coups de marteau plus tard, on laisse sécher la colle. L'assemblage avec découpe à 45° demande une certaine précision dans la coupe des baguettes, il faudra vérifier à tout instant que la baguette soit bien à une épaisseur de distance du bord du panneau.

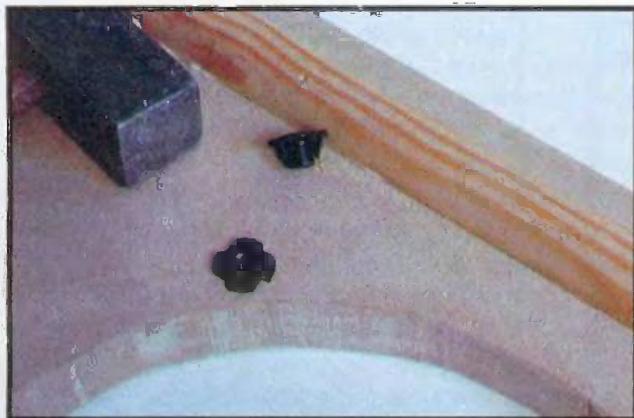
A propos de colle

La colle la plus courante est la colle blanche vinylique qui existe en plusieurs qualités, réparation ou montage avec des temps de prise plus ou moins long. Il existe aussi des colles polyuréthanes qui, conçues pour les menuiseries extérieures, résistent mieux à l'humidité que la colle vinylique. Un autre type de colle à bois, aliphatique, est utilisé par les professionnels, on ne la rencontre pratiquement pas mais nous en avons trouvé sous la marque Tite Bond (c'est américain) dans un magasin de modèle

réduit. La colle blanche convient dans la plupart des cas et on la trouve partout.

Le haut-parleur de grave est installé avec des écrous à frapper, c'est le dernier moment pour percer les trous et installer les écrous : une fois les parois en place, le marteau a du mal à frapper ! On repère la position des trous en plaçant le haut-parleur dans son ouverture et en passant un crayon dans les trous. On vérifiera l'orientation au réglelet, histoire d'aligner les vis avec les axes.

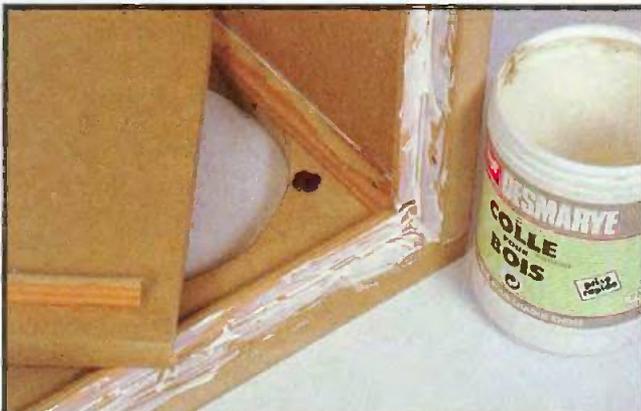
On peut passer maintenant à la pose des baguettes sur les panneaux de ceinture : trois baguettes pour les panneaux du haut et du bas, une pour chaque paroi latérale. Attention à bien respecter la position si vous voulez éviter une fastidieuse séance de ponçage !



Les écrous à frapper s'installent dans un trou un peu plus large que celui de la vis, un ou deux bons coups de marteau et ça tient.



Tous les panneaux ont reçu leurs baguettes, 3 pour le fond, 4 pour la face avant et 1 pour une face latérale.



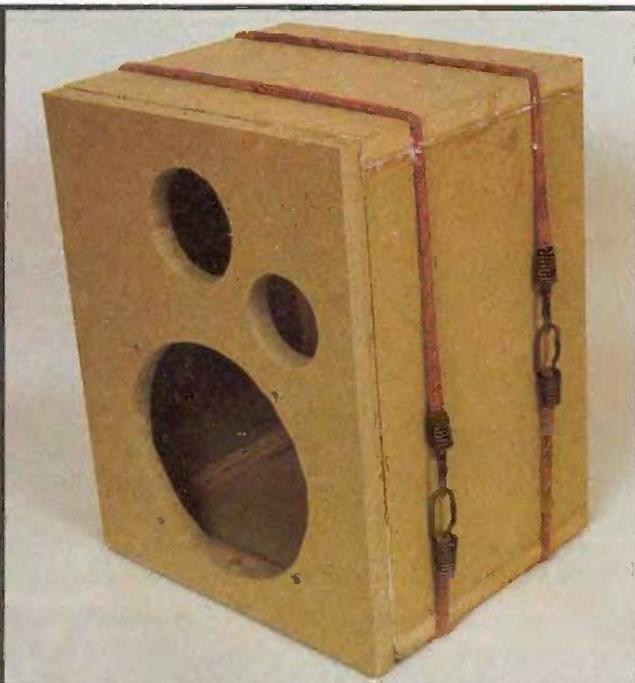
La colle sera tartinée en couche épaisse, on pourra toujours essuyer l'excédent.

Nous passons maintenant à l'assemblage. Un assemblage par vissage et collage permet d'obtenir une excellente rigidité, si vous ne voulez pas voir de têtes de vis, un collage suffit : les vis doivent en effet pénétrer dans les épaisseurs de bois par l'extérieur. Vous pouvez éventuellement pratiquer un fraisage du diamètre de la tête de la vis pour la faire pénétrer profondément, ensuite, avec un mélange de colle et de sciure, vous pourrez masquer les trous. Pour la partie inférieure, le vissage n'apparaîtra pas. L'angle de pénétration des vis doit être voisin de 45°.

Vous aurez intérêt à acheter des vis à aggloméré en grosse boîte, le prix de la vis à l'unité est nettement moins élevé que celui en blister de quelques vis.

Ici, la base est vissée à la face avant et aux faces latérales, les autres fixations sont assurées uniquement par collage. On veillera à ce que les faces affleurent les unes avec les autres pour réduire les ponçages de finition. Cet alignement est très délicat, des vis mal placées ont un effet contraire à celui escompté : les joints se dilatent au lieu de se réduire.

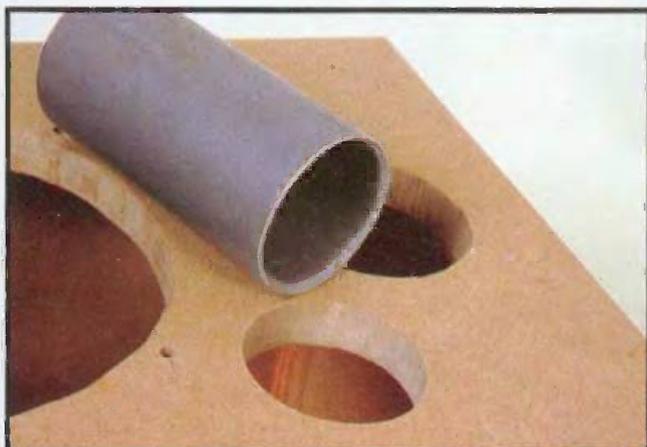
Le collage sera maintenu en pression le temps du séchage, des Sand



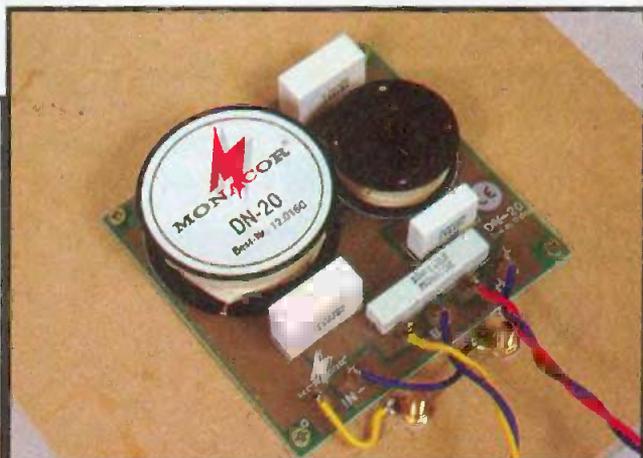
Ça commence à ressembler à une enceinte ! ici, nous avons assemblé les derniers côtés par collage, les Sandows maintiennent la pression.

dows conviennent parfaitement pour cet usage.

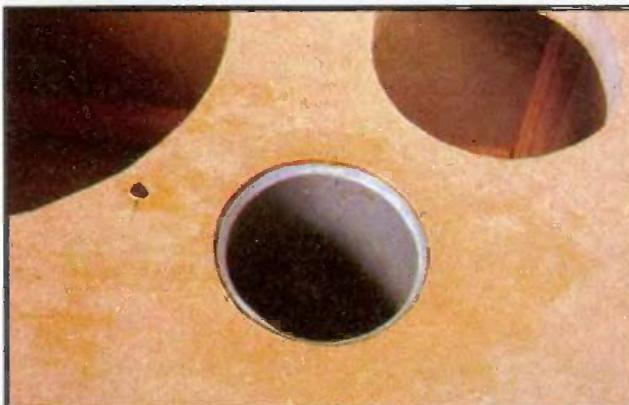
Si vous désirez une face arrière amovible, n'oubliez pas de la présenter une fois le collage des 5 faces achevé, vous pourrez ainsi repositionner légèrement les faces



L'évent a été découpé dans un tuyau de PVC, on l'usine à la scie à métaux et au cutter. La chute de découpe du trou de l'évent revêtue d'abrasif permet de poncer l'intérieur.



Le filtre a été monté en même temps que les bornes sur la face arrière. Nous avons soudé les fils sur les cosses, ces fils sont terminés par des cosses Faston qui évitent d'intervenir au fer à souder, par exemple pour inverser la phase de l'un des haut-parleurs.



L'évent a été collé avec une colle au Néoprène et enfoncé à force. On pourra chanfreiner la jonction entre le tube et la face avant à l'aide d'un papier abrasif.



Avant la pose des haut-parleurs, on dépose un joint d'étanchéité, son papier de protection s'enlève au fur et à mesure de l'avance du collage.

latérales pour un emboîtement parfait (attention alors à ne pas la coller !).

Une fois le séchage terminé, on peut installer l'évent. Si on n'en trouve pas de tout fait, on le découpe à la scie à métaux dans un tube en veillant à ce que ses deux faces soient bien parallèles, ce sera plus joli en face avant. Un évasement du tube améliorera la transition entre la façade et l'évent. Nous l'avons collé à la colle Néoprène, on peut l'enfoncer par l'avant ou, mieux, par l'arrière, il aura moins de trajet à parcourir ! Dans ce dernier cas, on pourra légèrement chanfreiner le trou de la façade pour y placer la colle.

Le tout bien sec, on passe au montage des haut-parleurs, vis à métal dans les écrous à frapper pour le grave, vis à aggloméré à tête cylindrique (ou fraisée avec rondelle) pour l'aigu.

La face arrière recevra le connecteur d'en-

trée, le choix est vaste. Le filtre sera vissé en face arrière, à l'intérieur de l'enceinte, le support de verre/époxy est préférable, sa souplesse permet de le plaquer facilement. On soude les fils entre les bornes et l'entrée du filtre en repérant la polarité des bornes et on prépare des fils qui iront aux cosses des haut-parleurs. Ces derniers seront raccordés par soudure ou cosses, ce dernier procédé permettant une inversion de phase facile.

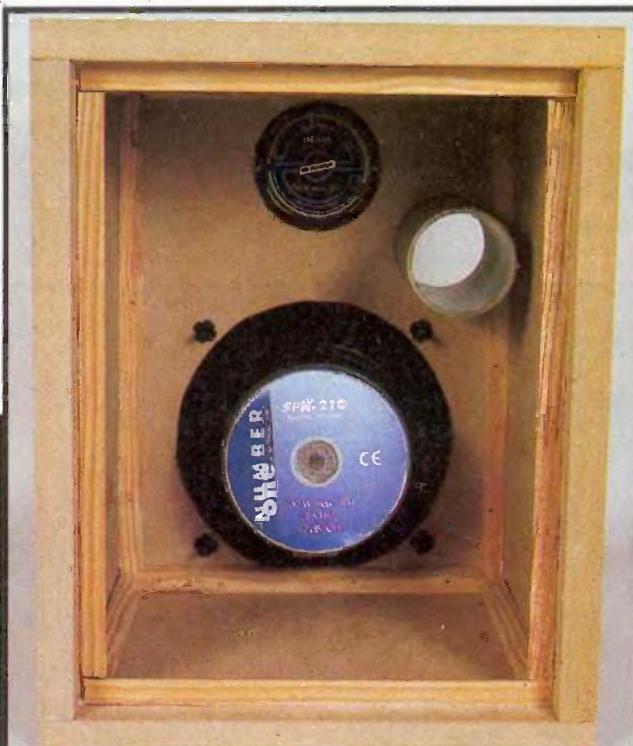
C'est fini, on branche les câbles sur les haut-parleurs et on écoute. Si le plan du kit est bon, tout se passe bien. Nous n'avons pas installé ici de rem-

bouillage interne, par contre, comme la face arrière est démontable, on peut intervenir pour modifier la longueur de l'évent ou pour installer un amortissant interne ou encore une cloison.

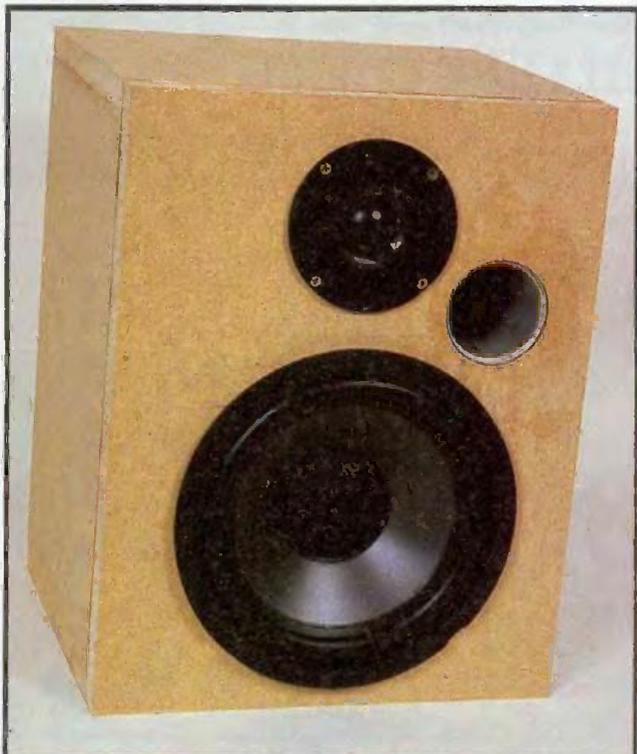
Il ne reste plus qu'à figoler, terminer la finition extérieure, poncer éventuellement les angles et prendre votre carnet de note pour analyser vos erreurs éventuelles. Ce type de



Détail des vis de la partie inférieure, celles allant vers la face avant sont inclinées à 45°.



Comment se présente l'enceinte avant l'installation de la face arrière, on pourra parfaire l'étanchéité dans les coins avec un mastic acrylique.



Ouf, c'est fini ! Relax et en avant la musique. Il reste ici un ponçage à terminer, histoire d'aligner toutes les surfaces.

réalisation peut en l'habillant façon sono : le gainage, les corsembrer facile mais nières, les coins masqueront tous les défauts. une finition parfaite demande beaucoup de soin.

E. LEMERY

Si vous n'y arrivez Réalisé avec 1 x SPH210, 1 x DT105 et un pas, consolez-vous filtre DN20 MONACOR

Nomenclature

Outillage utilisé

Crayon

Réglet

Équerre

Compas

Perceuse avec divers forets et fraise à 90°

Scie sauteuse avec lame à bois

Papier abrasif à gros grain, de préférence type résine

Abrasif sur cale en bois

Marteau

Tournevis

Petites fournitures

Clous sans tête Ø1,2 mm x L.25 mm

Colle vinylique à bois

Papier abrasif

Vis pour aggloméré 4 x 35, tête fraisée

4 écrous à frapper et vis pour métal (pour HP de grave)

Vis à tête ronde cruciforme (pour le tweeter)

Vis 3,5 x 15 pour aggloméré (fixation du filtre)

Bornes d'entrée

Baguette quart de rond de 14 mm

SURVEILLANCE VIDEO

Ce kit composé d'une caméra miniature (CCD 3.6 mm), équipée de capteurs infrarouges, et d'un système d'émission / réception sans fil, vous permettra de visualiser sur votre télévision des images d'une étonnante qualité et dans le secret le plus total. KIC 2 490 Frs ht



DÉTECTEUR D'ÉCOUTE

Détecte les enregistrements radios, en série, en parallèle, l'impédance anormale ligne, etc...

AI 6600 2299 frs ht



TRANSMETTEUR VIDEO MINIATURE

Système de transmission sans fils sur plus de 300 mètres, se branche directement sur moniteur ou TV. Dim. : 3 x 2 x 0,5 cm. TV - 200 3999 frs ht
Caméra Vidéo format rouge à lèvres 2490 iht.



MINI CAMÉRA CAMOUFLÉE

Cette merveille de la technologie est camouflée dans un bracelet. Cartouches film 8x11 standard. Réf. P950



SYSTÈME D'ALARME SANS FIL

Dormez sur vos deux oreilles avec ce système d'alarme. Il possède une sirène 120 dB incorporée, un détecteur de présence, un système de rappel de numéro téléphonique préenregistré et peut même être relié à des détecteurs porte/fenêtre (option). SC-2507 2 290 Frs ht



MODIFICATEUR DE VOIX

Modificateur de voix digitale, permet la modification de la voix en homme, femme et enfants 16 niveaux. P 8955 1590 frs ht



TRANSMISSION VIDEO

Cet appareil professionnel de surveillance vidéo emploie la ligne téléphonique standard pour acheminer les images couleurs des caméras qui y sont branchées. Ainsi, par simple appel téléphonique, vous verrez à l'écran de votre PC ce qui se passe à l'autre bout de la terre.



BROUILLEUR DE CONVERSATION

Toutes les conversations téléphoniques peuvent être brouillées. Modèle standard p 6020 1990 frs ht
Modèle cellulaire p 6030 1990 frs ht



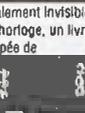
ENREGISTREUR LONGUE DURÉE

Enregistreur automatique avec adaptateur téléphonique inclus. Une cassette standard 120 mn peut enregistrer 5 heures de com. L'appareil se déclenche et s'arrête automatiquement à chaque appel. P 5016 1499 frs ht



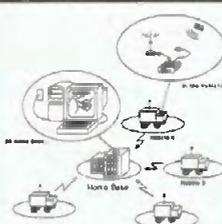
MODULE CAMERA

Ce mini-module est une caméra totalement invisible lorsqu'elle est dissimulée dans une horloge, un livre, un meuble, ... Elle est en outre équipée de propagateurs d'infrarouge pour une vision nocturne. CM-IR 650 Frs ht



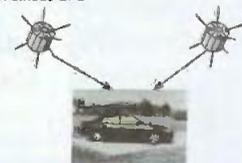
RÉPÉRAGE D'UNE FLOTTE DE VÉHICULES

• Méthode GPS (satellite)
• Aucune redevance
• Carte et programme sur PC
• Intéressant pour
Sté de transport
• A partir de 7900 FHT (par véhicule)



TRACKER DE VÉHICULES

• Appareil miniature
• Étanche et magnétique
• Pas de redevance
• Suivi en temps réel sur un PC fixe ou portable
• Méthode GPS



GUÊTEUR DE CHAMP

Posé n'importe où dans une pièce, il déclenche automatiquement l'alarme dès qu'un mouvement se produit dans l'espace sous surveillance. 4 repères peuvent être surveillés en continu, et un enregistrement vidéo possible. Vidéo-Guet 2 490 Frs ht



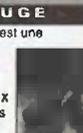
KIT VIDEO

Composé d'une mini caméra infra rouge et d'un moniteur de contrôle 5", ainsi que 20 mètres de câble et un adaptateur de tension ; cet appareillage est idéal pour la surveillance maison, porte, magasin. ST-247 1 790 Frs ht



CAMERA INFRAROUGE

Cette caméra infra-rouge thermique est une merveille technologique offrant des performances élevées applicables à des missions de surveillances, recherche, ... De petite taille (24 x 10 x 10 mm), elle est aussi étanche et très légère.



VISION DE NUIT

Lunette de vision de nuit NV 100 prête à l'emploi avec Laser Illuminator pour éclairage en nuit profonde. Divers modèles disponibles. 3490 frs ht



UNIDEV

14, rue Martel - 75010 Paris
Tél : 01 53 24 03 26 - Fax : 01 53 34 01 71

Sur Internet <http://www.uni-dev.com>

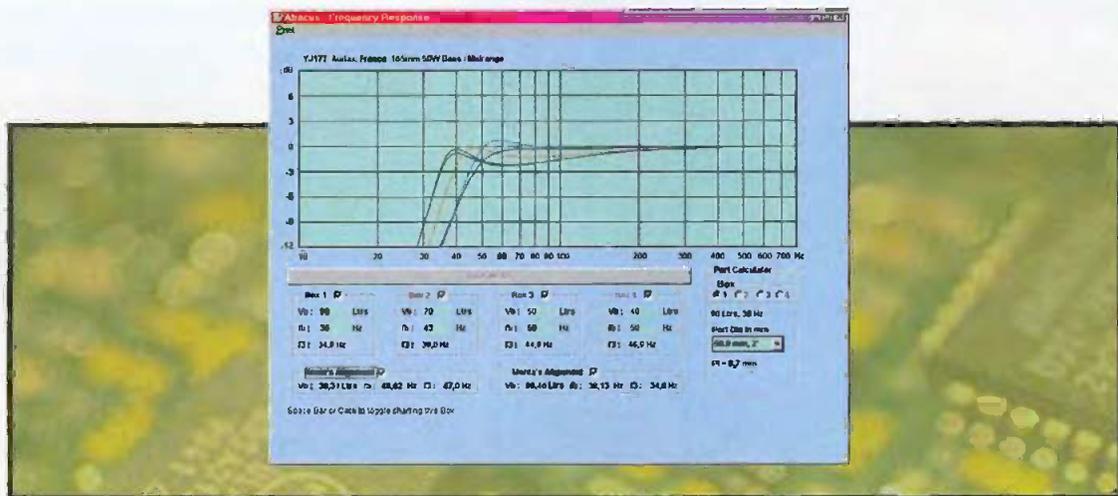
AUTRES PRODUITS

CD-ROM Virus Collection	1590 f.ht	Détecteur de bombes	2990 f.ht
Illuminateur Infrarouge	590 f.ht	Générateur ultrason antianimal	890 f.ht
Télescope détecteur de chaleur	1990 f.ht	Détecteur de Drogues	2990 f.ht
Mini Robot Programmable	1990 f.ht	(Cocaine, Héroïne, etc...)	
Émetteur récepteur Infrarouge	490 f.ht		

Catalogue «Contrôle et Surveillance» gratuit

Calcul acoustique

Calculez gratuitement votre enceinte acoustique !



Abacus : L'écran typique d'Abacus permettant la comparaison entre plusieurs charges (toutes bass-réflex). On peut visualiser clairement l'effet de la modification d'un paramètre.

Bon nombre d'amateurs souhaitent, non seulement construire, mais concevoir eux-mêmes leurs enceintes acoustiques. Une aventure que les logiciels spécialisés rendent aujourd'hui relativement abordable. De nombreux logiciels sont disponibles sur le marché à des prix très variables suivant qu'ils visent plutôt les amateurs ou professionnels

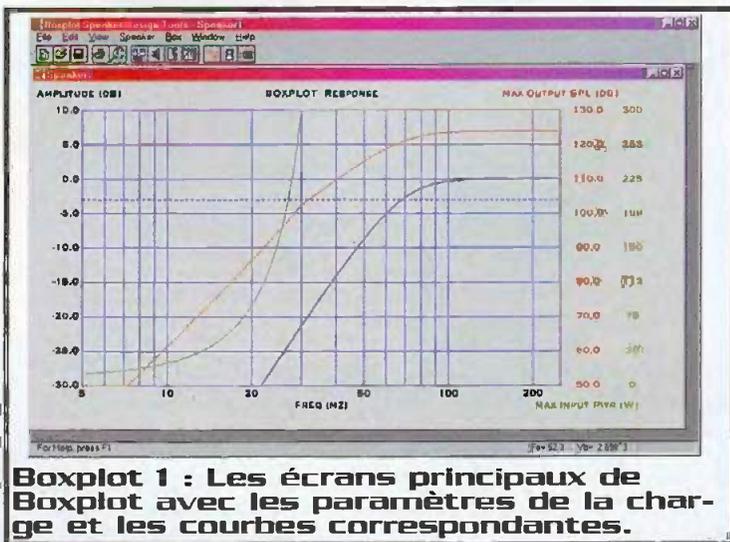
Pour un usage occasionnel et avec des exigences réduites, il suffit de faire appel aux sharewares autrement dit à des logiciels disponibles gratuitement et pour lesquels vous ne devez régler une redevance à leurs auteurs que si leur essai se révèle convainquant ! Ils sont essentiellement disponibles sur Internet (par téléchargement) car, trop spécialisés, on ne peut guère espérer les trouver dans les compilations vendues dans le commerce ou les CD-ROM offerts avec les magazines d'informatique. Nous avons analysé, pour vous, les principaux programmes disponibles. Précisons que les descriptions s'appliquent aux versions que nous avons pu obtenir lors de l'écriture de cet article : généralement, les auteurs améliorent leur création régulièrement et il est possible que des versions plus évoluées existent déjà.

Quelle machine et comment les aborder ?

Les programmes disponibles fonctionnent soit sous DOS, soit sous

Windows* 3.1 ou, beaucoup plus rarement, sous Windows 95. Très peu de programmes sont disponibles pour Macintosh. Généralement un PC très modeste suffira à utiliser la majorité des programmes disponibles : beaucoup tournent avec un 386 (pour Windows) voire un 8088 (pour DOS) ! L'interface va du très rudimentaire (et peu pratique) à des réalisations dignes des meilleurs programmes commerciaux. Certains

logiciels disposent d'écrans d'aide, d'autres sont accompagnés d'un mode d'emploi plus ou moins développé. Il va de soi que tout est en Anglais : une connaissance, même superficielle, de cette langue sera fort utile et celle du vocabulaire technique indispensable... Dans l'ensemble, une bonne connaissance de l'électroacoustique est presque indispensable. Dans le cas contraire, vous risquez de vous engager dans des



Boxplot 1 : Les écrans principaux de Boxplot avec les paramètres de la charge et les courbes correspondantes.

voies sans issue : la plupart de ces logiciels n'offrent aucun « garde-fou » pour vous obliger à rester dans les limites de validité de la théorie.

Limites et précautions d'emploi

Un logiciel de calcul ne fait qu'utiliser la théorie de fonctionnement des haut-parleurs (en grande partie due à Thiele et Small) et sa traduction en formules mathématiques. Comme toute simulation, celles que fournissent les différents logiciels peuvent être plus ou moins proches (ou plus ou moins éloignées si vous préférez) de la réalité. En effet, le nombre de paramètres qui jouent sur la restitution sonore par une enceinte acoustique est considérable. Bon nombre d'entre eux sont tout simplement ignorés par les programmes de calcul. Soit dans le but de simplifier les opérations soit, pour les plus sérieux, en raison de l'absence de possibilité de les évaluer. Il faut bien considérer que certains paramètres ne peuvent être appréhendés que par des mesures (à l'aide d'instruments spécialisés dont ne dispose généralement pas un amateur) car ils ne sont pas disponibles et que, en outre, les paramètres disponibles ne sont pas toujours très exacts : d'un exemplaire à l'autre d'un même haut-parleur et, plus encore, entre deux séries de fabrication de ce même modèle, les différences peuvent être sensibles. Une extrême précision est donc quelque peu illusoire. Sauf dans le cas où vous disposeriez d'un équipement de mesure permettant d'obtenir des données précises afin d'arriver à une mise au point très « pointue ».

Par ailleurs, de nombreux programmes se

contentent de vous calculer la charge du haut-parleur de grave. A vous de choisir les fréquences de coupure, de calculer le filtre et les atténuateurs éventuels pour le médium et l'aigu. Nous vous présentons ici les programmes les plus intéressants disponibles. Il en existe bien d'autres, avec des possibilités limitées ou alors spécialisées dans un domaine trop particulier pour intéresser la plupart des amateurs.

ABACUS : un programme simple pour s'initier

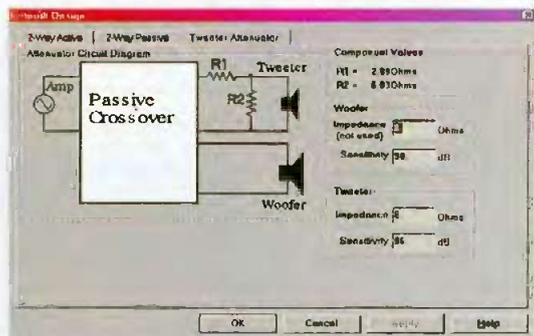
Programme qui nous vient de Dubai (Émirats Arabes Unis), ABACUS est un logiciel très simple qui permet le calcul de charge de haut-parleurs de grave en se limitant à la formule du bass-réflex. Il devrait, dans des versions ultérieures, permettre le calcul des filtres mais cette fonction n'était pas opérationnelle sur la version essayée. Son gros atout vient de sa simplicité qui en fait un excellent choix pour l'initiation à ce type de calcul. Dans un premier écran, on peut saisir les paramètres du haut-parleur choisi ou les charger en mémoire s'il a déjà été intégré à la base de données du programme (un certain nombre de haut-parleurs y sont répertoriés et vous pouvez en ajouter à volonté). Le second écran permet de comparer six charges différentes avec leurs paramètres et les courbes correspondantes : deux charges basées sur des alignements prédéterminés (Kiele et Mehta) et quatre que vous choisissez vous-même. Cette formule offre un intérêt pédagogique évident puisqu'elle permet de visualiser immédiatement l'effet de la variation d'un paramètre (en pratique, le volume de la charge ou la fréquence d'accord). Les possibilités de ce programme sont naturelle-

ment assez limitées et il ne prend pas en compte bon nombre de problèmes mais il vous permettra de vous initier. Il fonctionne avec les paramètres les plus courants (Fs, Vas, Qts) d'un haut-parleur alors que les logiciels plus évolués exigent des paramètres complets dont l'amateur ne dispose pas toujours.

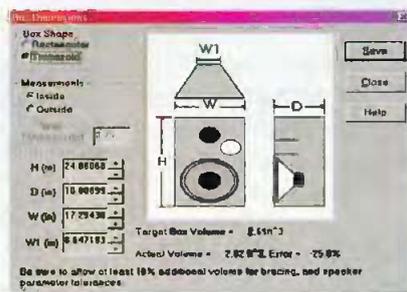
BOXPLOT : une version limitée

Plus exigeant, avec des possibilités plus étendues, BOXPLOT (3.02), dans sa version non enregistrée (gratuite), présente des limitations voulues par l'auteur. Il permet toutefois de calculer une charge bass-réflex ou close pour un haut-parleur que vous pouvez intégrer à la base de données du programme. Programme évolué, BOXPLOT exige les paramètres complets du haut-parleur. Pour les calculs de charge, il permet une optimisation automatique mais, si vous souhaitez intervenir, la chose est possible. Avec toutefois plus de difficultés que sur d'autres programmes car il utilise des paramètres connus seulement des spécialistes. Si vous lisez l'Anglais, les écrans d'aide vous permettront de vous familiariser avec eux ! Chose faite, on peut voir les courbes se modifier en temps réel lorsque vous en faites varier les valeurs : obtenir une courbe déterminée s'effectue très rapidement...

Parmi les possibilités rares, on découvre la capacité de BOXPLOT à dessiner le plan de votre enceinte et ses dimensions externes et internes en fonction de l'épaisseur des parois ! Le filtre n'est pas oublié avec le calcul des valeurs des composants et le schéma correspondant. Cette section présente des particularités intéressantes mais simplifie parfois les choses. A utiliser



Boxplot 2 : Boxplot peut vous calculer un filtre mais n'oubliez pas qu'il travaille sur des impédances théoriques...



Boxplot 3 : Calculer les dimensions d'une enceinte (éventuellement trapézoïdale) est assurément un atout de Boxplot 1

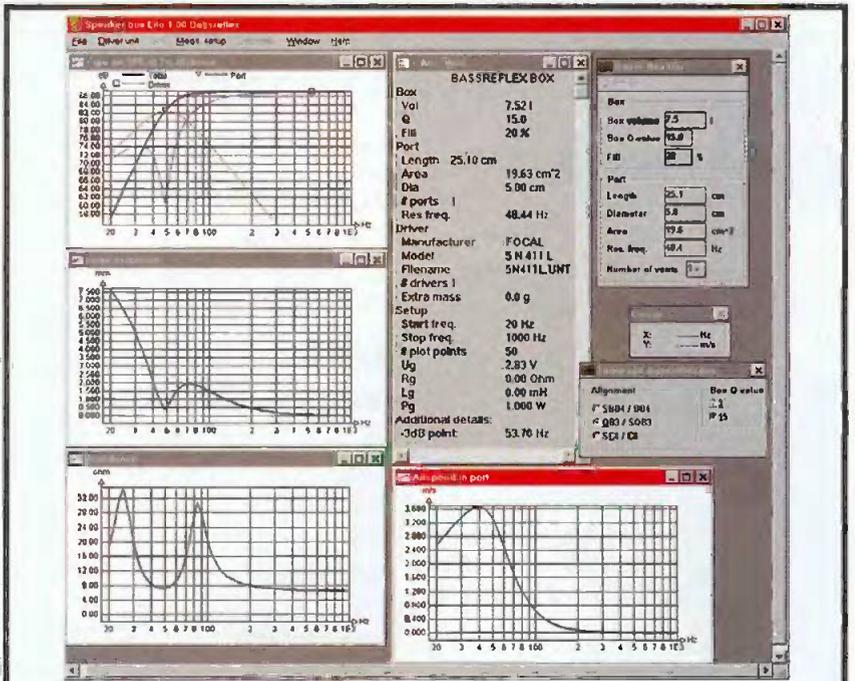
en connaissance de cause... Dans de nombreux écrans du programme, il sera nécessaire de faire la conversion entre unités américaines et système métrique : là encore prévoyez un convertisseur !

Lsp CAD Lite : un outil simple mais performant

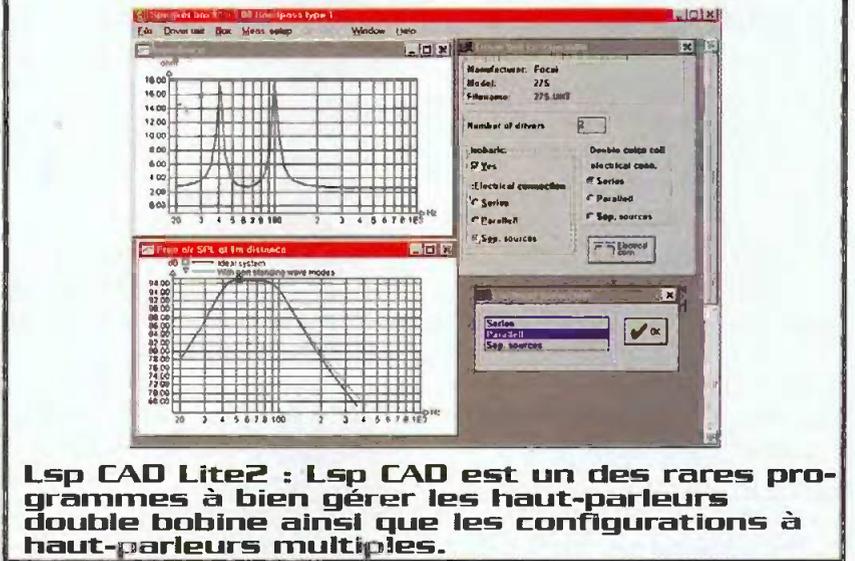
Encore un programme qui calcule la charge d'un haut-parleur de grave. Oui, mais avec des prestations rarement offertes, même par des programmes du commerce ! Signalons qu'il existe, comme le nom du programme le laisse pressentir, une version commerciale plus évoluée encore. Lsp CAD, programme suédois d'Ingemar Johansson, se présente sous la forme de deux programmes distincts : un pour la simulation, l'autre pour la gestion de la base de données des haut-parleurs. La principale différence, par rapport à la plupart des programmes existants, est la gestion parfaite des haut-parleurs double bobine – solution aujourd'hui fréquente pour la reproduction du grave – avec le choix de toutes les configurations possibles (série, parallèle, séparé). Pour les charges acoustiques, vous avez le choix (dans cette version du programme) entre clos, bass-réflex et passe-bande avec l'option «Isobarik» (configuration où deux haut-parleurs sont montés face à face). Pour la simulation, de très nombreux paramètres sont pris en compte, par exemple la résistance et l'inductance série, afin de se rapprocher plus nettement de la réalité qu'un calcul théorique simple. En dehors de la classique réponse en fréquence (avec calcul du niveau sonore à 1 m) et du module d'impédance, le programme peut afficher l'excursion du cône et la vitesse de l'air dans l'évent (s'il existe bien sûr !). On peut aussi injecter la puissance de son choix afin de constater le niveau obtenu et la limite mécanique du haut-parleur en fonction de la puissance (excursion). Ce programme est donc plein de ressources et son interface est fort agréable. Hautement recommandable...

Speaker Builder : vers l'enceinte complète

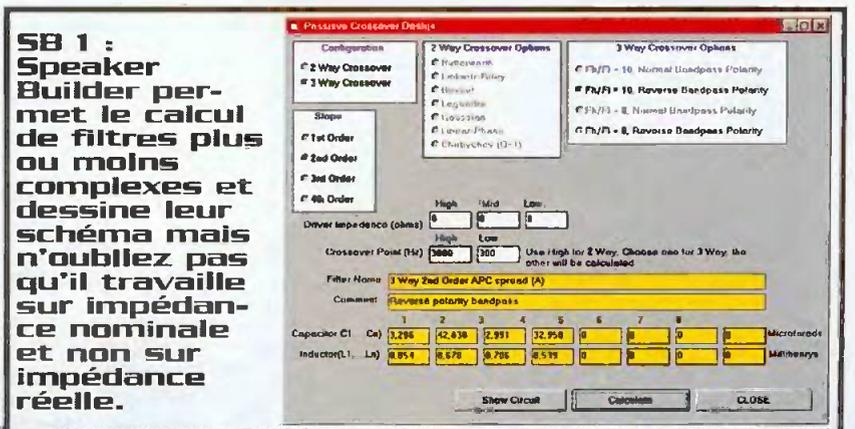
Ce programme américain de Richard Armington se veut un complément du célèbre ouvrage de Vance Dickason «The

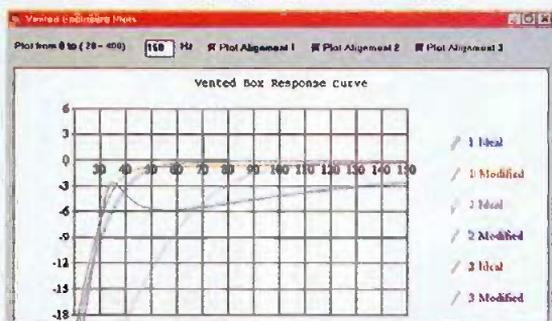


Lsp CAD Lite1 : De multiples écrans peuvent être affichés simultanément par Lsp CAD : les possibilités sont très étendues et le travail aisé...

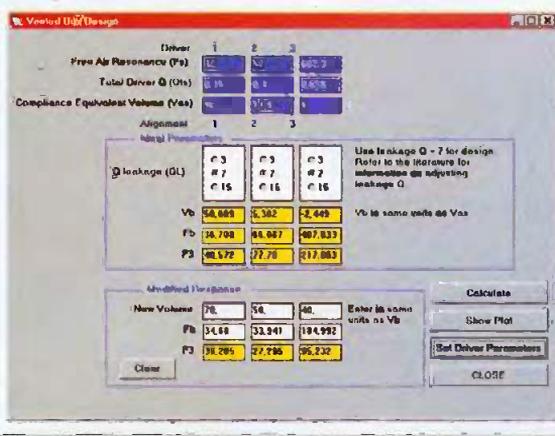


Lsp CAD Lite2 : Lsp CAD est un des rares programmes à bien gérer les haut-parleurs double bobine ainsi que les configurations à haut-parleurs multiples.





SB 3 et 4 : Comme d'autres programmes, Speaker Builder permet de comparer l'effet de la modification des paramètres de la charge.



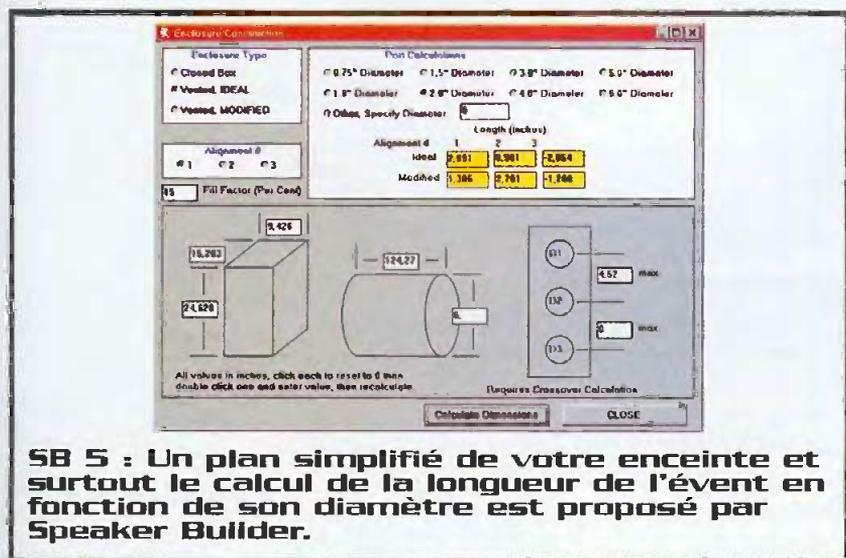
Loudspeaker Design Cookbook», la bible du constructeur amateur d'enceintes acoustiques. Il ne permet pas seulement le calcul de charge d'un haut-parleur de grave mais aussi celui des filtres nécessaires à la constitution d'une enceinte complète, deux ou trois voies. Quoique fonctionnant sous Windows, son interface est assez particulière et plutôt rudimentaire. Un peu d'habitude sera nécessaire à la manipulation. Ce

n'est pas non plus un programme très simple, des connaissances vous seront indispensables pour effectuer des choix judicieux ! Il s'adresse donc à l'amateur déjà bien au fait des principaux concepts techniques nécessaires à l'élaboration d'une enceinte. En contrepartie, il prend en compte de nombreux paramètres et saura dessiner le circuit du filtre ainsi que l'ébénisterie de l'enceinte. Parmi les grands

reproches que l'on peut lui faire, le choix de travailler par projets mais sans base de données des haut-parleurs. Pour chaque projet d'enceinte, il est donc nécessaire d'entrer les paramètres des haut-parleurs. En ce domaine, il se contente d'ailleurs de peu ce qui permettra son utilisation avec des informations limitées mais il ne saura pas prendre en compte tout ce qui peut contribuer au résultat final... Un programme qui présente donc un intérêt certain et offre certaines prestations rares mais dont il faudra savoir apprécier les limites sous peine d'être déçu par les résultats obtenus.

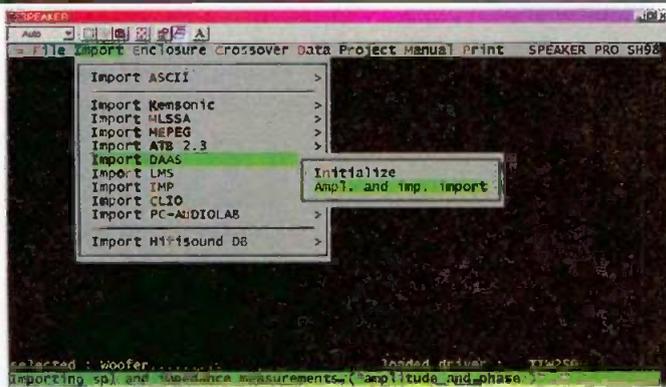
Speaker Pro 6.0 : le sens de la mesure

VISATON, le fabricant allemand bien connu de haut-parleurs et de kits d'enceintes, propose désormais son programme de conception acoustique Speaker Pro 6.0 en version shareware. Une bonne nouvelle pour les amateurs exigeants ! Ce programme fonctionne sous DOS mais on peut généralement utiliser la souris et il offre des écrans graphiques très élaborés pour représenter les différentes courbes utiles. Contrairement à la plupart des sharewares, Speaker Pro permet la conception complète d'enceintes acoustiques pouvant compter jusqu'à cinq voies. Il travaille sur données réelles et non théoriques en permettant l'import des données issues de systèmes de mesure : réponse en fréquence, impédance, phase. Les systèmes les plus courants sont gérés puisqu'on y trouve, par exemple, MLSSA, Clio, DAAS, LMS, IMP, Kemsonic. Il est également possible d'effectuer des mesures de paramètres de Thiele et Small (TSP) avec un équipement de mesure simple et d'entrer les valeurs relevées dans la base de données. Revers de la médaille de ces possibilités étendues, l'abord de ce programme est assez complexe, sa logique étant très particulière. Un mode d'emploi en ligne (mais en Anglais) peut néanmoins vous aider. Cet outil très puissant intéressera surtout ceux qui souhaitent réellement se plonger dans la conception d'une enceinte car sa maîtrise demande du temps. Et aussi du matériel de mesure pour aller au bout de ses possibilités.

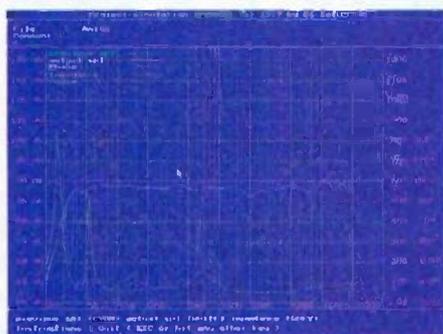


SB 5 : Un plan simplifié de votre enceinte et surtout le calcul de la longueur de l'évent en fonction de son diamètre est proposé par Speaker Builder.

J.-P. ROCHE



Speaker Pro1 : Speaker Pro importe les données fournies par de nombreux systèmes de mesure pour se placer à un niveau technique élevé.



Speaker Pro2 : Le calcul complet d'une enceinte et de ses performances prévisibles est une caractéristique de ce logiciel.



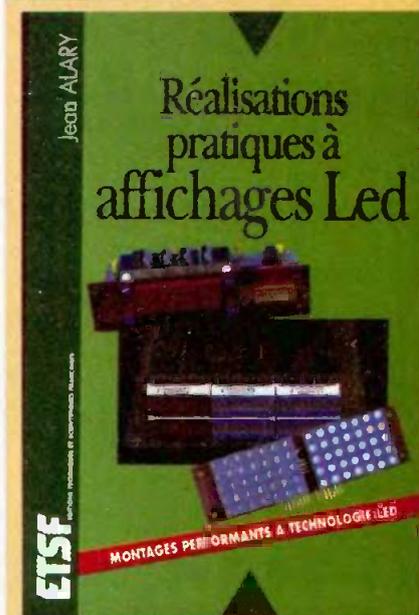
Speaker Pro3 : Une utilisation simple pour le calcul de la charge d'un haut-parleur de grave est également possible.

Le système métrique et les autres...

Un certain nombre de programmes sont d'origine américaine ou anglaise. Vous pouvez donc vous retrouver avec des unités peu familières et la conversion n'est pas toujours simple ! Là encore, l'ordinateur peut venir à votre secours : il existe des programmes de conversion

shareware ou freeware : citons, par exemple, Automatic Units Conversion (baptisé aussi Units Converter, simple et efficace) et Master Converter (plus complet mais moins pratique pour l'usage courant).

Réalisations pratiques à affichages LED



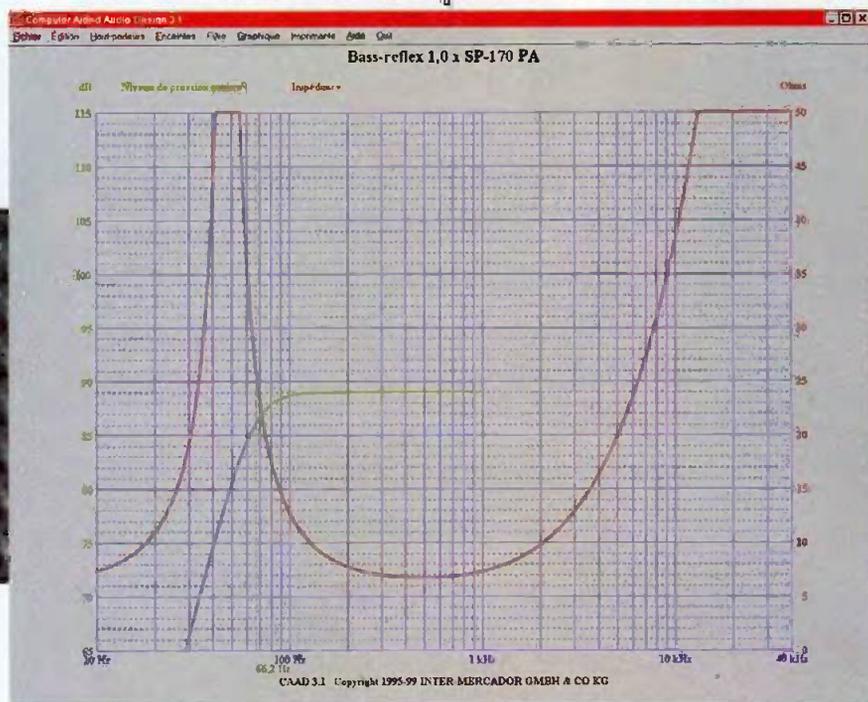
La présence prépondérante sur le marché des affichages à cristaux liquides (LCD) n'enlève en rien aux diodes électroluminescentes (LED) leurs multiples avantages. On peut aller jusqu'à prétendre qu'en matière d'affichage, il s'agit de la seule technologie efficace dans toutes les conditions d'utilisation. Que ce soit dans les locaux sombres, en extérieur ou encore en pleine lumière artificielle, les LED autorisent une lisibilité parfaite quel que soit l'angle de vision ; elles sont d'un coût modeste et largement diffusées ; elles présentent une durée de vie et une solidité mécanique à toute épreuve ; enfin leur maintenance aisée et simplifiée offre une totale maîtrise du fonctionnement.

Fort de ce constat, nous vous proposons de découvrir, tout au long de cet ouvrage, les vertus des affichages LED au travers de nombreux montages simples, utiles, peu onéreux et néanmoins performants tels que : vumètre, galvanomètre, vumètre et corrélateur de phase stéréo, vu et peak stéréo, chronomètre, assistant de labo photo N & B, fréquencemètre, décodeur, bloc afficheur multiplexé...

J. ALARY - DUNOD/ETSF
160 pages - 149 F.

Charges acoustiques

et filtres pour enceintes



En dehors des programmes disponibles plus ou moins gratuitement mais aussi de programmes professionnels haut de gamme dont le prix n'a parfois d'égal que la complexité, il existe des logiciels de conception d'enceintes acoustiques qui restent abordables par un utilisateur amateur mais néanmoins motivé.

Le plus connu est incontestablement CAAD de MONACOR, disponible pour moins de 400 F. Euphonie Audiotechnic propose également un CD-ROM regroupant trois logiciels - Boxcalc, Netcalc et Boxdraw - pour moins de 1000 F. Enfin la même société distribue désormais en France le logiciel LspCAD 3.10 pour moins de 1500 F (la version professionnelle la plus récente d'un logiciel que vous pouvez découvrir dans sa version Lite sur notre CD-ROM qui comprend également une version de démonstration). D'autres logiciels sont éventuellement disponibles par achat en ligne sur Internet.

CAAD 3 et 4

CAAD a démarré comme un programme DOS, dans sa version 2.0. Pour devenir ensuite un programme Windows dans sa version 3.0. La version 4.0 devrait être disponible au moment où vous lirez ces lignes. Nous avons disposé d'une version bêta en avant-première. La version 4

CAAD3 sait tracer de belles courbes. Dommage que l'échelle des impédances soit limitée à 50 Ω, caractéristiques réparées sur la version 4.

reprend, pour l'essentiel, les prestations de la version 3 mais avec des améliorations, comme il se doit.

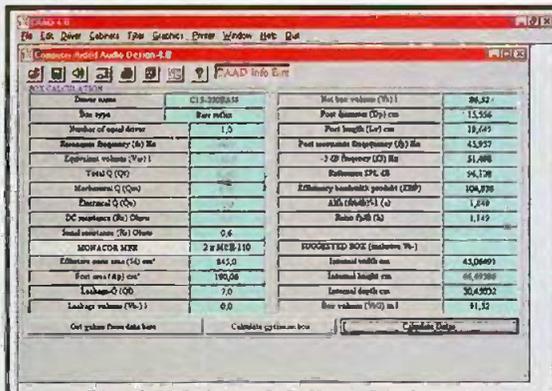
Avant de vous lancer dans l'acquisition et l'utilisation d'un logiciel de ce genre, très tentant par son prix abordable, sachez qu'il ne fera pas tout à votre place ! Si vous n'avez aucune idée du fonctionnement théorique d'un haut-parleur et si vous n'êtes pas prêt à vous plonger dans un ouvrage spécialisé, il est inutile de tenter de l'utiliser. Son emploi implique un certain nombre de connaissances. De plus, le calcul théorique effectué ne tient pas évidemment pas compte d'autres paramètres qui entrent dans la détermination des résultats obtenus en pratique : type d'amortissant acoustique interne utilisé, qualité de construction de la caisse, forme choisie, implantation de l'enceinte. Il ne suffit donc pas de charger le programme dans son ordinateur pour obtenir l'enceinte par-

faite d'un coup de baguette magique (ou de souris... !)

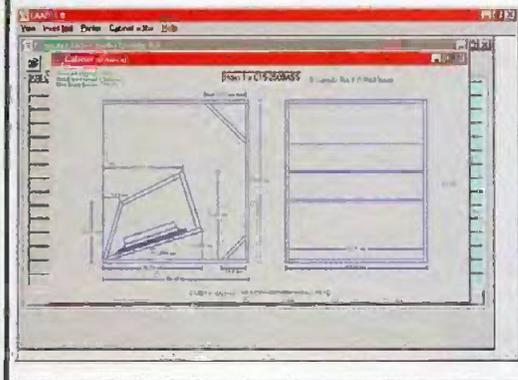
Des possibilités étendues

L'ambition de CAAD n'est pas seulement de calculer la charge d'un haut-parleur de grave dans un montage classique. Il permet le calcul d'une configuration push-pull et, avec un seul haut-parleur, on a le choix entre enceinte close, bass-réflex, symétrique, ligne acoustique et même le calcul de pavillons ! Vous pouvez intervenir sur un certain nombre de paramètres mais il est souvent difficile de savoir ce qui peut être modifié et ce à quoi on ne peut toucher. De ce point de vue, la version DOS était plus simple.

Le calcul des filtres passifs est également au programme ainsi que la compensation d'impédance (pour tenir compte des variations d'impédance du haut-parleur dans son



L'écran principal de CAAD4 est proche de celui de la version 3 mais avec quelques éléments supplémentaires fort utiles.



CAAD4 conserve la capacité à tracer le plan de votre enceinte et à étudier un pavillon !

domaine d'utilisation) et aussi celui des atténuateurs pour égaliser le niveau entre des transducteurs d'efficacité différente. Pour les filtres, vous avez surtout le choix entre les types Butterworth et Linkwitz-Riley avec des pentes de 6 à 24 dB/octave et le calcul peut porter sur des systèmes 2, 3 ou 4 voies. Toutefois le calcul est théorique, en tenant compte principalement des valeurs d'impédance que vous fournirez.

Apprentissage nécessaire

Tout travail de conception d'enceinte acoustique (que ce soit un caisson de grave ou autre) implique la connaissance des paramètres techniques du ou des haut-parleurs utilisés. Comme il serait fasti-

dieux de devoir les frapper au clavier chaque fois que l'on veut travailler, CAAD sait les mémoriser dans une base de données que vous pouvez gamir à votre guise. Les haut-parleurs MONACOR s'y trouvent déjà dans une base de donnée toute prête. Vous avez la possibilité de rechercher les haut-parleurs qui correspondent à des critères définis par vous (fréquence de résonance, Vas, Qts, puissance).

La conception d'une enceinte porte ici uniquement sur la charge du haut-parleur de grave. Le traitement des autres voies se fait exclusivement sur le plan du filtrage (calculs de filtres, de compensation d'impédance et d'atténuation). Les premiers essais ne seront pas forcément concluants : vous

pouvez, par exemple, vous retrouver avec un écart beaucoup trop long. Il faut alors modifier certaines données pour obtenir une charge réellement utilisable. Bien entendu, toutes ces données influent les unes sur les autres et vous pouvez aboutir à des résultats aberrants si vous faites les mauvais choix. De l'expérience et une lecture de la littérature spécialisée sont nécessaires pour tirer le meilleur parti d'un tel programme. Une fois le résultat souhaité obtenu, CAAD peut vous montrer votre enceinte et surtout en dessiner le plan avec ses cotes ce qui vous simplifiera la tâche.

Pour conclure

Un tel logiciel ne peut qu'intéresser les amateurs souhaitant réaliser leurs enceintes. Il nous faut toutefois répéter que son emploi demande des efforts pour en comprendre le fonctionnement. En outre, la mise en pratique des calculs théoriques effectués restera une étape décisive pour l'obtention de bons résultats auditifs.

Boxcalc 2.1

Boxcalc est avant tout un programme de calcul de charge pour haut-parleurs de grave qui sait aussi calculer un filtre deux ou trois voies. Il est accompagné d'un petit mode d'emploi expliquant sa mise en œuvre et donnant quelques informations de base sur son emploi. On constate immédiatement - comme pour tous les produits similaires - qu'un bon niveau de connaissance et une bibliothèque technique de base seront nécessaires pour une utilisation efficace ! Ne vous lancez pas dans l'aventure si vous n'avez aucune idée du fonctionnement d'un haut-parleur et si vous n'êtes pas prêt à faire l'effort nécessaire pour acquérir un certain nombre de connaissances techniques.

Un programme peu exigeant

L'installation sur le disque dur s'effectue sans aucun problème, la protection étant assurée par la présence du CD dans lecteur. Boxcalc est un programme DOS dont l'encombrement (inférieur à 400 K) est vraiment des plus raisonnables ! Boxcalc est un programme qui fonctionne sous DOS et il est très tolérant quant à l'ordinateur sur lequel il doit fonctionner : nous l'avons utilisé aussi bien sur un modèle simpliste



Boxcalc est un programme DOS qui s'utilise au clavier mais son emploi reste très simple.



Boxcalc est capable de déterminer la limite théorique du niveau sonore maximal possible en fonction de la fréquence.

(portable 8086 sous DOS) que sur un modèle plus actuel sous Windows 95. Il reconnaît automatiquement les caractéristiques de l'ordinateur utilisé et s'y adapte (en particulier pour l'affichage). Même sur le modèle de base, les calculs et l'affichage sont assez rapides (quelques secondes au maximum) pour que l'utilisation reste agréable.

Des possibilités bien choisies

La conception d'une charge acoustique implique la connaissance des paramètres techniques du ou des haut-parleurs utilisés. En particulier, ce qu'on appelle les paramètres de Thiele et Small du nom des chercheurs qui ont fondé ce type d'analyse. Boxcalc dispose d'une base de données déjà bien garnie et il est évidemment possible de l'enrichir à loisir avec de nouveaux modèles et de nouvelles marques. Des recherches très élaborées, suivant de multiples critères, sont possibles pour trouver le haut-parleur qui pourrait convenir à un projet précis. Tout cela fonctionne de façon simple et efficace.

Le programme ne permet pas seulement de calculer la charge d'un haut-parleur de grave dans un montage classique. Vous pouvez employer deux haut-parleurs en série, en parallèle ou en push-pull. Côté charge proprement dite, le choix offert comprend la charge close, bass-réflex et symétrique (dite aussi passe-bande). Des possibilités qui peuvent sembler limitées par rapport à d'autres programmes mais il est certainement préférable d'offrir des calculs correspondant à la réalité que de chercher des formules exotiques dont l'utilité pratique est douteuse et la pertinence pas forcément vérifiée.

Travaux pratiques

Le haut-parleur choisi (ou ses paramètres mémorisés), il suffit de sélectionner le type de charge et d'alignement désiré pour que le programme donne tous les paramètres de l'enceinte proposée. Il est également possible d'imposer certaines valeurs - telles que le volume de l'enceinte - pour optimiser une charge présentant des contraintes (par exemple un volume maximal utilisable). Si vous sortez des limites possibles, le programme vous l'indique ce qui évite les erreurs les plus grossières. Toutefois, dans certains cas, les garde-fous n'existent pas, aussi une certaine prudence est de rigueur : si l'utilité de certains paramètres vous échappe, restez-en à la valeur proposée par le programme ! Dans tous les cas, il est possible de mémoriser jusqu'à six calculs différents - que l'on peut obtenir sous forme de tableau pour les valeurs essentielles - ce qui permet de voir l'influence de ses choix et d'opter pour ceux qui semblent les meilleurs. L'ensemble des caractéristiques de la charge réalisée peut être visualisé et imprimé.

Des courbes explicites

Le résultat peut être exprimé sous la forme de courbes. Avec la classique courbe de réponse en fréquence mais aussi la réponse en impulsion, la tenue en puissance et le niveau maximal (dB SPL) possible en fonction de la fréquence. Des informations rarement disponibles sur les programmes de ce genre. Pour tous ces graphiques, on peut superposer les résultats de six calculs, toujours afin d'effectuer les meilleurs choix. Il s'y ajoute les courbes d'impédance et de phase - sur le même graphe - pour lesquelles aucune superposition n'est possible (la lisibilité deviendrait vite aléatoire). Dans le cas d'une enceinte

à évent, ce dernier peut naturellement être calculé avec choix du nombre d'événements. Vous pouvez imposer vos choix (par exemple leur diamètre ou leur longueur) et le programme calcule alors les autres paramètres à condition de rester dans le domaine du possible car certains choix amènent le calcul de valeurs totalement irréalistes (évent de longueur négative ou, au contraire, de plusieurs mètres). Afin de n'essayer que des valeurs réalistes, vous pouvez obtenir un graphique indiquant la longueur en fonction du diamètre. Bien entendu, tous les graphiques peuvent être imprimés. En revanche, vous ne trouverez aucun schéma de l'enceinte réalisée et ses proportions sont laissées à votre appréciation : seul le volume - interne ! - vous est fourni.

Le filtre en prime

Le calcul des filtres passifs est également possible avec Boxcalc. Toutefois, il s'agit d'un calcul purement théorique ne prenant pas en compte les caractéristiques exactes des haut-parleurs utilisés comme sait le faire un programme spécialisé tel que Netcalc. Ce dernier étant fourni sur le même CD-ROM on n'utilisera éventuellement Boxcalc que pour des travaux d'approche puisqu'on en reste ici à la théorie.

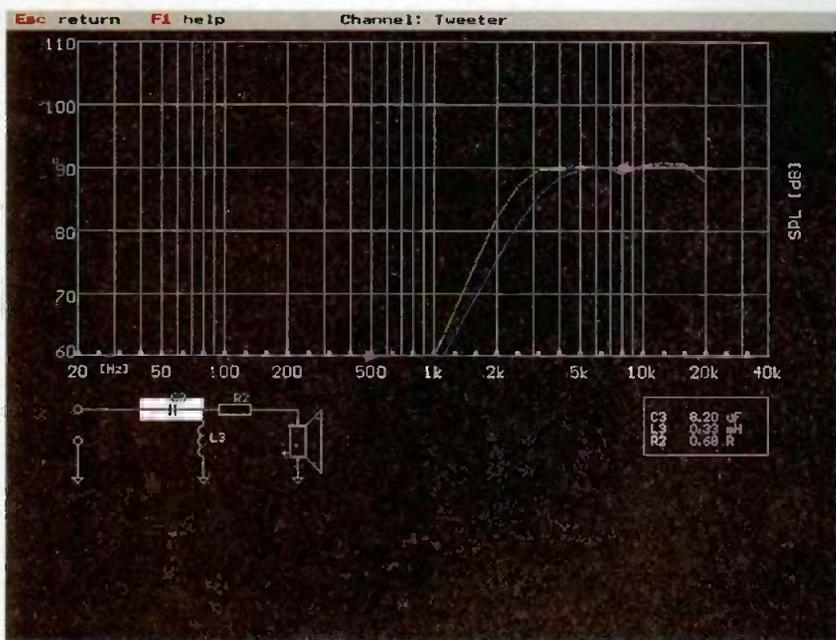
Le principal inconvénient de Boxcalc est de nécessiter la connaissance de tous les paramètres essentiels d'un haut-parleur. Si vous ne disposez que de quelques éléments - tels que ceux que l'on trouve dans les catalogues grand public - le programme refusera de fonctionner.

Pour conclure

S'il reste simple à utiliser et peu exigeant sur l'équipement informatique nécessaire, Boxcalc n'en est pas moins un programme de conception de charge acoustique de haut niveau. C'est un outil très efficace mais il demande un bon niveau de connaissance et des informations complètes sur les haut-parleurs utilisés pour être exploité convenablement.

Netcalc

Alors que la plupart des logiciels de calcul d'enceintes acoustiques proposent de vous calculer votre filtre, on pourrait se demander quelle peut être la place d'un



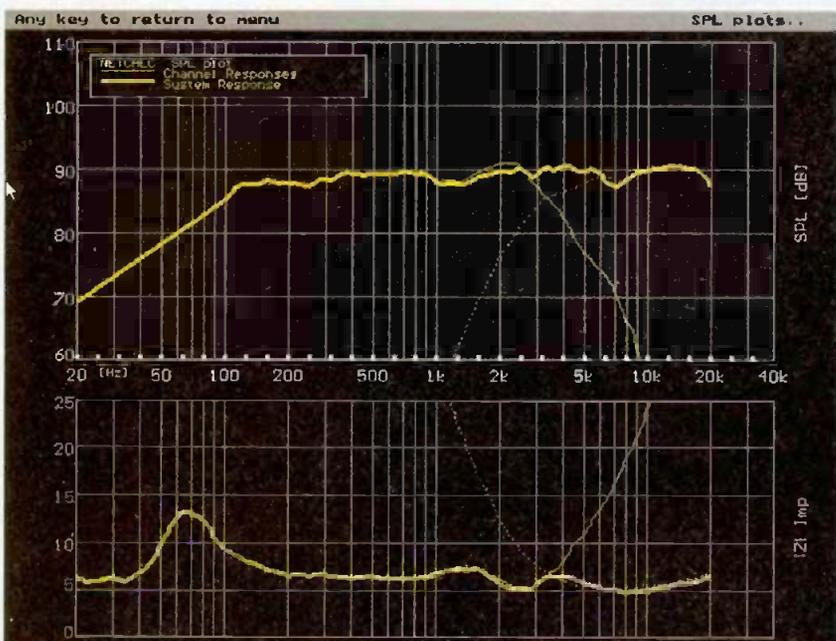
L'écran le plus spectaculaire de Netcalc, celui où vous pouvez modifier la valeur des composants du filtre et voir l'effet de ces opérations sur la réponse réelle du transducteur.

programme spécialisé. N'ayez aucune crainte de ce côté, Netcalc ne fait en rien double emploi avec ce que vous possédez peut-être déjà ! C'est un véritable outil professionnel de mise au point d'une enceinte acoustique.

Un travail sur données réelles

Contrairement aux programmes courants

qui fonctionnent en considérant que les haut-parleurs sont des transducteurs parfaits et des résistances pures, Netcalc entend effectuer un travail réaliste et non théorique. Pour cela, il faut lui fournir les courbes de réponse et d'impédance et de phase des transducteurs doivent lui être fournies. A partir de mesures effectuées par un des systèmes répertoriés (les principaux



Le résultat de l'étude apparaît sous forme de courbes vous donnant toutes les informations utiles.

modèles du marché étant acceptés) ou, si vous disposez de documents papier, en créant vous-même ces courbes dans un écran graphique. Naturellement, il faut disposer de ces données quel que soit le moyen par lequel vous les obtenez : Netcalc est un outil professionnel et ne peut fonctionner avec les données fournies dans les catalogues grand public.

Savoir optimiser

Parmi les outils très puissants fournis par Netcalc, le plus spectaculaire est assurément celui qui vous permet de faire varier la valeur des différents composants d'un filtre et de visualiser en temps réel l'effet sur la courbe de réponse réelle de l'enceinte que vous étudiez. Vous devez d'ailleurs indiquer à quelle distance se trouve le point d'écoute (en fait, de mesure !) et l'angle éventuel par rapport au centre acoustique de l'enceinte. Le programme peut aussi optimiser tout seul votre enceinte en tenant compte des divers paramètres que vous lui fournirez ! Contrairement à Boxcalc qui se commande au clavier, Netcalc, tout en étant aussi un programme DOS, répond à la souris. Bien entendu, le fonctionnement sous Windows est possible pour ces deux programmes, en mode plein écran en principe mais nous avons pu obtenir un fonctionnement en mode fenêtre.

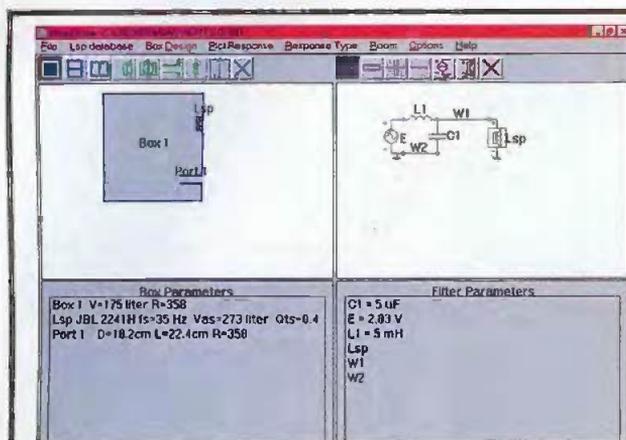
Pour conclure

Difficile de vous recommander ce programme si vous n'avez pas accès à des données de mesure puisqu'elles lui sont indispensables pour fonctionner ! Pourtant Netcalc est un outil particulièrement puissant. Paradoxalement, il montre bien ce qui sépare les professionnels des amateurs.

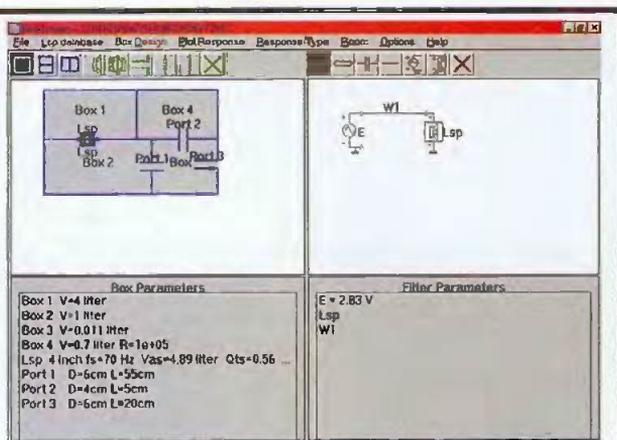
Boxdraw 2.1

Concevoir et calculer soi-même une enceinte acoustique est désormais à la portée d'un grand nombre d'amateurs grâce aux programmes pour micro-ordinateur. Boxdraw offre une approche originale du problème qui méritait bien que nous nous intéressions à elle !

La plupart des programmes de calcul acoustique ne s'intéressent qu'assez peu au confort de l'utilisateur et, sur le plan informatique, vont souvent au plus simple. Avec une interface utilisateur qui touche souvent



Un écran typique de Boxdraw avec une enceinte bass-réflex et le filtre associé.



Boxdraw sait étudier des systèmes acoustiques très complexes ce qui ne veut pas être forcément pertinent !

à l'indigence ! Boxdraw sort du lot avec un fonctionnement sous Windows et un abord nettement plus convivial. Il dispose également d'un fichier d'aide (en Anglais) que vous pouvez consulter à volonté pour obtenir des informations sur le fonctionnement du programme ou sur les diverses notions techniques utilisées et leur vocabulaire. Un atout intéressant même si des connaissances générales n'en sont pas moins nécessaires pour comprendre bon nombre de notions ! A ce stade, on constate toutefois que Boxdraw ne s'intéresse qu'au bas du spectre sonore. Il se contente du calcul de la charge du boomer ou du boomer-médium de l'enceinte acoustique envisagée et de son filtrage éventuel. Pour réaliser une enceinte complète, vous devez donc faire éventuellement appel à un autre programme. Sauf naturellement si vous construisez un caisson de grave !

Des fenêtres multiples

A l'ouverture du programme, Boxdraw laisse apparaître un écran divisé en quatre fenêtres : une pour le dessin du système

acoustique sous laquelle une autre indique sous forme textuelle les paramètres du haut-parleur et de sa charge. À côté du système acoustique, une troisième fenêtre vous montre le schéma du filtre sous laquelle se trouve la dernière fenêtre avec les paramètres textuels de ce dernier. Tout est donc visible immédiatement à l'écran et l'accès à tous les paramètres est des plus simples grâce à la souris et aux menus. Naturellement, à partir des différents paramètres définis par l'utilisateur, Boxdraw est capable de tracer des courbes caractérisant le fonctionnement du système acoustique ainsi déterminé. Pas moins de onze paramètres peuvent voir leur évolution être représentée. Généralement en fonction de la fréquence (5 à 500 Hz) mais aussi du temps pour la réponse impulsionnelle. La fenêtre de tracé des courbes peut venir en surimpression sur celle de Boxdraw ou occuper tout l'écran pour une visualisation plus précise.

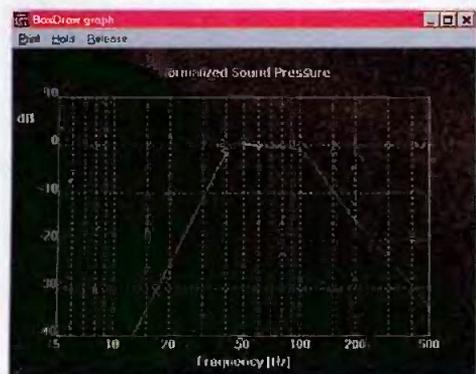
Démarrer simplement

Si les ordinateurs calculent pour vous, la

plupart des programmes demandent l'entrée de différents paramètres à la signification le plus souvent obscure pour une majorité d'utilisateurs non spécialisés. Boxdraw a l'excellente idée de proposer une sorte de mode par défaut qui va effectuer les choix à votre place pour vous proposer une charge «standard» sur laquelle vous aurez toutefois le loisir d'intervenir si la chose vous paraît nécessaire. Après avoir choisi un haut-parleur dans la base de données fournie ou y avoir ajouté les paramètres de celui que vous souhaitez utiliser, il suffit d'indiquer le type de système acoustique que vous souhaitez réaliser. Tous les calculs sont effectués en un instant et un dessin du type de charge s'affiche avec tous ses paramètres (volumes, événements) dans la fenêtre inférieure. Vous pouvez analyser son comportement à l'aide des courbes proposées et modifier les paramètres de votre choix pour voir ce qu'il en résulte. Toutefois, certains problèmes ne sont pas pris en compte par Boxdraw : en particulier, l'amortissement des volumes de charge (par de la laine de verre ou autre). Regrettons également que les haut-parleurs double bobine voient leur spécificité ignorée mais, globalement, l'approche est des plus simples et permettra de débiter facilement.

Aller plus loin avec facilité

La grande spécificité de Boxdraw est la possibilité de dessiner soi-même - dans la fenêtre destinée à cet usage - un système acoustique par sélection des différents éléments pouvant le composer. Des systèmes



Un grand nombre de courbes peut être obtenu. Ici la courbe de réponse d'un système passe-bande.

extrêmement complexes peuvent être conçus et calculés : volumes multiples communiquant par événements, utilisation de radiateurs passifs, montages en push-pull. Il existe toutefois des limites à votre imagination et certaines configurations (telle la simulation de charge infinie) ne sont pas acceptées par le programme qui exige que les haut-parleurs émettent dans le même volume. Il faut aussi rester raisonnable et savoir que, généralement, plus un système est complexe plus il est «pointu». Autrement dit, que toute variation, même faible, des caractéristiques d'un élément par rapport au calcul théorique, entraînera une dégradation importante des performances réelles.

Une réponse sous influence

Contrairement à la plupart des programmes, Boxdraw permet la conception d'un filtre adapté avec sa source de tension (ce qu'est normalement un amplificateur audio !). La présence de cette source de tension (et du haut-parleur) est même indispensable si vous souhaitez obtenir des valeurs d'efficacité et de niveau sonore en général. La conception du filtre est à

vos choix : vous réalisez le schéma souhaité (à partir de selfs, condensateurs, résistances et fils de liaison) et vous pouvez en tracer la réponse électrique. Par ailleurs, son influence sur la réponse de l'enceinte créée est prise en compte et on constate généralement qu'elle est fort éloignée de celle promise par la théorie habituelle des filtres où le calcul s'effectue comme le haut-parleur était une résistance pure, chose dont il est fort éloigné ! Contrairement à ce qui se passe pour la conception de l'enceinte, celle du filtre est sous votre seule initiative ! On peut regretter que Boxdraw ne propose pas un schéma et des valeurs type en fonction de paramètres simples tels que le type de filtre et sa fréquence de coupure. On utilisera donc un autre programme ou un ouvrage pour effectuer le choix de la structure et des valeurs des composants. Enfin, Boxdraw permet l'évaluation de la réponse obtenue - et de divers autres paramètres - lorsque le système acoustique étudié se trouve dans une pièce dont vous déterminez les dimensions en choisissant la position d'écoute et l'emplacement des

enceintes. Même si le calcul ne s'applique qu'aux pièces rectangulaires, c'est un champ d'expérimentation particulièrement attractif pour ceux qui s'intéressent à l'acoustique ! Dans bien des cas, les résultats obtenus ne manqueront pas d'effrayer ceux qui ne sont pas habitués à la chose car ils sont très éloignés des belles courbes «théoriques» d'une enceinte dans un environnement anéchoïque.

Pour conclure

La facilité avec laquelle il est possible d'aborder le calcul de charge d'un haut-parleur devient presque déconcertante avec un logiciel comme Boxdraw. Sa capacité à s'adapter à des problèmes complexes également ! Il ne faut pas pour autant se laisser griser par ces côtés un peu magiques : obtenir une enceinte acoustique performante demandera du travail ! Reste qu'un tel programme est un champ d'expérimentation passionnant recommandable à tous ceux qui s'intéressent à l'acoustique.

J.-P. Roche

Un petit circuit en une demi-heure, un plus complexe en une matinée... à partir de 195 F TTC seulement

L'AUTOROUTEUR LAYO... C'EST ÇA !

Comme le confirment 30 000 amateurs en France... quelques milliers de pros qui ne touchent plus que rarement leur superlogiciel précédent, ainsi que :

PRÉSIDENCE DE LA RÉPUBLIQUE, HOTEL MATIGNON, MINISTÈRES, PARLEMENT EUROPÉEN, OTAN, LES TROIS ARMÉES, DASSAULT, IBM, AEROSPATIALE, EDF, LES CENTRALES NUCLEAIRES, TELECOM, RATP, CITROEN, PEUGEOT, RENAULT, SAGEM, MOTOROLA, COMPAQ, PHILIPS, TEXAS INSTRUMENTS, CERN, CNRS, TEFAL, SOC, AUTOROUTES, INSTITUT PASTEUR, THOMSON CSF, CEA, COGEMA, SNCF, POSTE, ELF, RHONE-POULENC, ROCOCH, ROCKWELL, STAR, GRUNDIG, IFREMER, SATEL, ALCATEL, MATRA, 3M, AFPA, TDF, MERLIN, NUCLETUDE, COGETUDE, CANAL +, TF1, FR3, RMO, GENDARMERIE, AIR LIQUIDE, INSA, SEITA, TRANSPORTS, AEROPORTS, 90% DES UNIVERSITES et IUT, 85% DES LYCEES ET COLLEGES etc.

Pour l'électronicien créatif

386 F LAYO1E
Max. 1000 vecteurs/bastilles
Pour les amateurs
Dessin (1/1280") (pouce) = autorouteur 2800 - mais aussi simple face. 100% OPERATIONNEL (sorties à sautoyants) et en français.
700 composants dont 100 CMS, 18 couches + matériel. Importation échelonnée ou NETE et placement des composants automatisés.

750 F DOUBLE
Extension 2000 vecteurs/bastilles
Amateurs exigeants

1500 F QUATRO
Extension 4000 vecteurs/bastilles
Sociétés

TTC

Layo visualiseur W 95/98

Visualiseur de tous les LMC et/ou PLY instantanément dans une deuxième fenêtre

Layo France Sarl, Château Garamache
Sauvebonne 83400 Hyères

Tél.: 04.94.28.22.59 - Fax : 04.94.48.22.16

<http://www.layo.com>

layo@layo.com

Bomposants

VOTRE SPECIALISTE EN COMPOSANTS ELECTRONIQUES

HB COMPOSANTS

UNE SELECTION DE QUALITE :

- Composants électroniques ;
- Outillage ;
- Appareils de mesure ;
- Kits : TSM, Collège, Velleman, OK Industries ;
- Accessoires ;
- Librairie technique ;
- Haut-parleurs...

à 20 minutes de Paris, stationnement facile

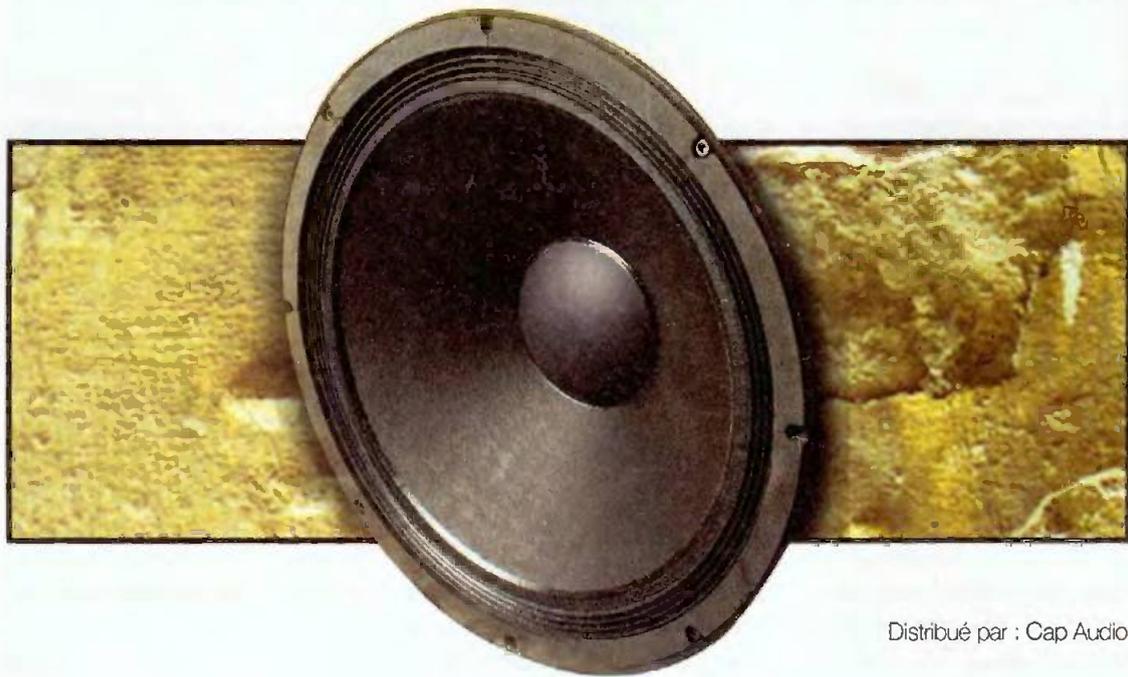
Bomposants

7 bis, rue du Dr MORERE
91120 PALAISEAU

Tél. : 01 69 31 20 37
Fax : 01 60 14 44 65

Du lundi au samedi de 10 h à 13 h et de 14 h 30 à 19 h

Kit d'enceinte sonorisation **BEYMA Kit 400 W**



Distribué par : Cap Audio

Constructeur espagnol de haut-parleurs professionnels qui équipent souvent des enceintes prestigieuses, BEYMA dispose d'une gamme dans laquelle son importateur a puisé pour proposer un kit de sonorisation de haut niveau.

Pour réaliser un kit de sonorisation simple mais capable de remplir la plupart des prestations possibles avec un équipement de base, la solution consiste à utiliser un haut-parleur de fort diamètre et à l'associer à une chambre de compression. On aura ainsi une efficacité élevée et la capacité à fournir un niveau important dans le grave.

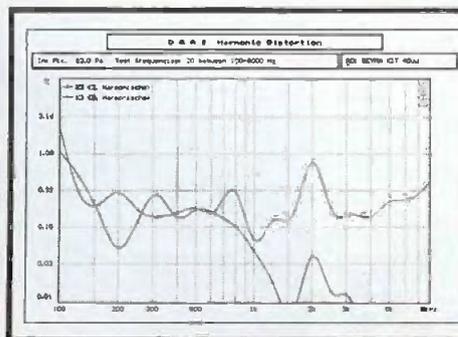
En pratique, le kit est constitué de quatre éléments : le boomer de 38 cm (15 pouces) 15M300, la compression (moteur 1 pouce) CP380/M, le pavillon TD245 et le filtre FD250. Tous les composants sont des modèles professionnels donc relativement onéreux. On

pourra éventuellement remplacer le 38 cm par un modèle plus économique comme le SM115, voire le CM15S de la série Hyperphase avec, toutefois, des performances un peu moins bonnes. Le rendement, en particulier, diminue nettement passant de 5,2 % sur le 15M300 à 3,2 % sur le SM115.

Les transducteurs : du «pro»

Le grave est confié au 15M300. Un 38 cm construit autour d'un très beau saladier de métal moulé qui supporte un énorme système magnétique ventilé et qui pèse, à lui

seul, 8 kg ! La bobine mobile est un modèle aluminium de 3 pouces (77 mm) ce qui permet d'atteindre une puissance admissible réelle de 300 W. Soulignons qu'il s'agit de «vrais» Watts et non d'une puissance de crête (à la définition, pour le moins, incertaine) comme il est de règle dans les produits grand public. En conséquence, on peut utiliser ce haut-parleur avec une amplification très puissante, la règle dans le domaine du son professionnel étant souvent de multiplier par 3 la puissance admissible (réelle, soulignons-le !) d'un transducteur pour être assuré de pouvoir lui fournir cette puissance sans écrêtage. Naturelle-



Courbes de distortion par harmoniques 2 et 3 de -20 à -80 dB ce qui correspond à des valeurs de 10 à 0,01 %. Le niveau acoustique est d'environ 94 dB SPL. Les distortions restent faibles avec une petite remontée à la fréquence de recouvrement. Un fort bon résultat.

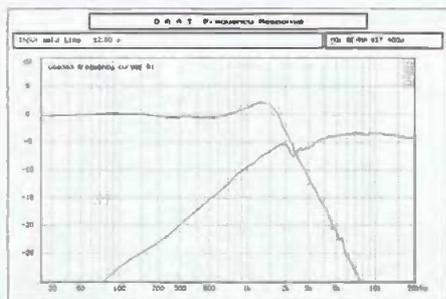
Prix public :

15M300 : environ 1650 F TTC

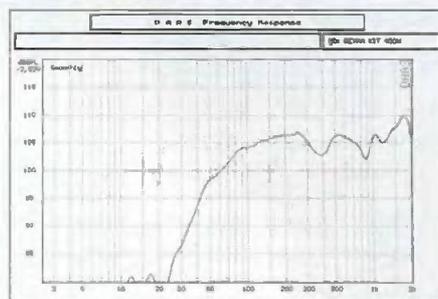
CP380/M : environ 1000 F TTC

TD245 : environ 380 F TTC

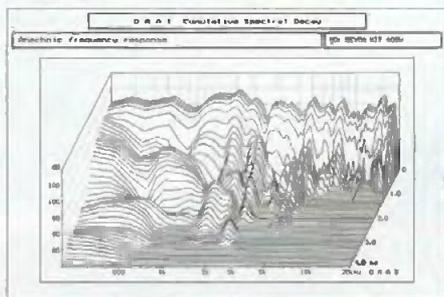
FD250 : environ 660 F TTC



Le comportement réel du filtrage, relevé aux bornes des transducteurs. Il serait sans doute possible d'optimiser un peu ce filtrage mais il n'est pas certain que le résultat en vaille la peine...



Mesurée en pression, la réponse dans le grave est relativement courte en raison du volume relativement faible de l'enceinte (pour un 38 l) et du choix de l'efficacité.



Sans la pondération tiers d'octave on voit clairement que la compression est un modèle sérieux offrant une belle linéarité jusqu'à 20 kHz environ. Le comportement temporel est très satisfaisant.

ment, il faut savoir ce que l'on fait au niveau de la manipulation du son sinon dégâts à prévoir. Ce haut-parleur est utilisé en bass-réflex, mode de charge presque universellement adopté en sonorisation. L'efficacité étant privilégiée, cette enceinte ne descend pas très bas dans le bas du spectre. Ne confondez pas sonorisation et haute fidélité ! La

réponse est toutefois suffisante pour la plupart des emplois.

Pour l'aigu, une compression 1 pouce CP380/M à diaphragme en Polyester et bobine de 1,75 pouces. Sa puissance admissible est de 50 W au-dessus de 1200 Hz et son efficacité de 110 dB (1W/1m). Ce moteur est associé à un pavillon à directivité constante TD245 dont l'ouverture est de 60 x 40°. Un choix très judicieux puisqu'on évite ainsi «d'arroser» trop large avec des conséquences déplorables lorsque la chose s'effectue dans une salle aux parois réverbérantes. En revanche, vous devrez positionner et orienter correctement votre enceinte en direction de l'auditoire. Pour des utilisations particulières, signalons qu'il existe un pavillon similaire mais avec une ouverture horizontale de 90° : le TD250.

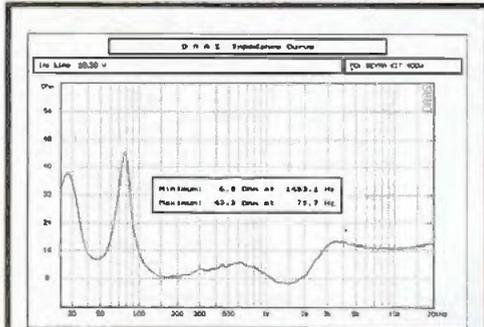
Le filtre est un FD250 qui assure une fréquence de recouvrement de 2 kHz environ avec des pentes nominales de 12 dB/octave. Ce filtre offre, par un bornier spécialisé, différentes possibilités de réglage en insérant des cavaliers entre les bornes adéquates. On peut ainsi optimiser son enceinte en fonction de ses goûts : en particulier adapter le niveau de l'aigu. Quatre niveaux sont proposés pour la compression : 0, -3, -6 et -7,5 dB.

Réalisation et essais

Pour nos essais, nous avons disposé d'une caisse toute prête en finition professionnelle (moquette noire, poignées, pied, plaque de connexion Speakon) dont l'importateur dispose encore en quelques exemplaires. Naturellement, vous pouvez réaliser vous-

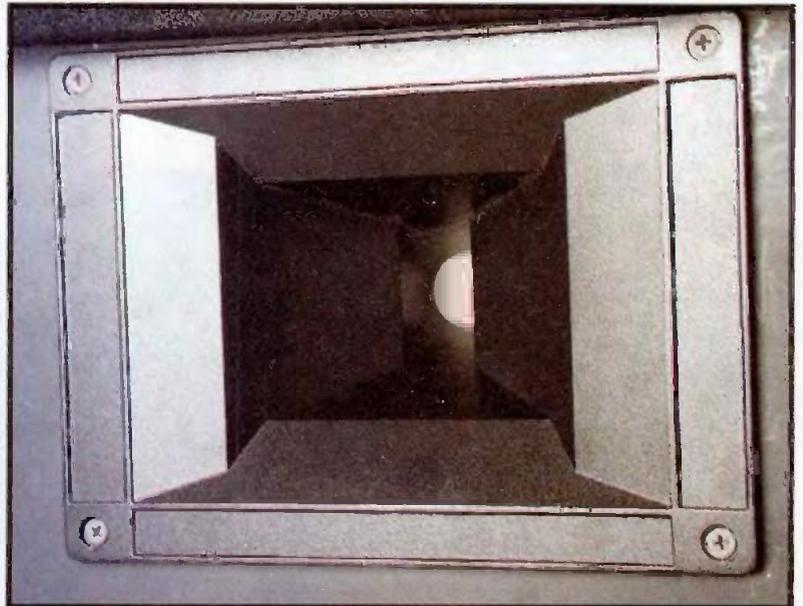


Le 38 cm est équipé d'un système magnétique impressionnant. Indispensable dans la catégorie !



L'impédance ne descend guère en dessous de 8 Ω : cette enceinte ne posera aucun problème à l'amplification. Vous pouvez même en raccorder deux par canal.

même votre caisse. Un travail un peu plus difficile qu'à l'ordinaire puisque l'enceinte est trapézoïdale, forme classique utilisée en sonorisation. Une forme n'utilisant que des angles droits est possible mais le «look» sera nettement moins bon ! A vous de voir en fonction de vos talents de menuisier. N'oubliez pas l'amortissement du volume de la caisse : ici c'est de la mousse de polyester de quelques centimètres sur toutes les parois sauf le baffle. Faites vos propres essais si vous êtes exigeants en considérant qu'une telle enceinte ne doit jamais être remplie d'amortissant. Il faut seulement utiliser des couches relativement minces sur les parois. Tous les essais ont été effectués avec les réglages «par défaut» du filtre



Le pavillon TD245 a l'aspect classique des pavillons à directivité constante.

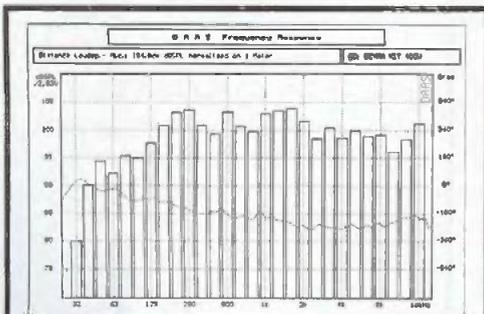
Spécifications du constructeur

15M300
 Puissance efficace : 300 W
 Impédance nominale : 8 Ω
 Efficacité : 101 dB/1W/1m
 Réponse en fréquence : 30 - 3500 Hz
 Facteur BL : 20,7 N/A
 Fréquence de résonance : 45 Hz
 Qts : 0,30
 Vas : 185 l

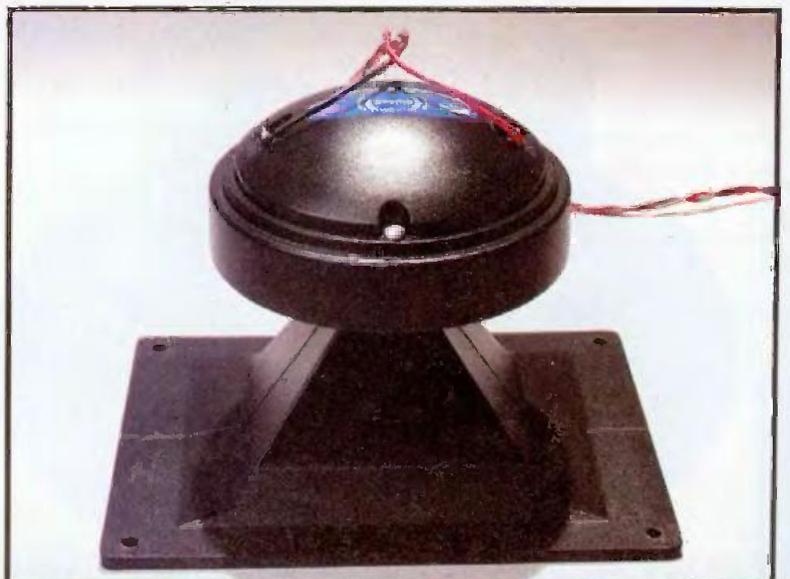
Impédance nominale : 8 Ω
 Fréquence de filtrage minimale : 1200 Hz
 Réponse en fréquence : 800 Hz - 20 kHz

CP380/M
 Puissance efficace : 50 W
 Efficacité : 110 dB/1 W/1 m

Enceinte
 Puissance admissible : 400 W
 Pression acoustique maximale : dB
 Réponse en fréquence : 60 Hz - 20 kHz
 Fréquence de transition : 2 kHz
 Angle de couverture : 60 x 40°
 Impédance nominale : 8 Ω
 Efficacité : 100 dB/1W/1m



La réponse offre une très grande étendue et une régularité satisfaisante. Dans la configuration adoptée, l'aigu est un peu en retrait. Si vous le souhaitez, il suffit de diminuer l'atténuation pour le remonter. L'efficacité est d'une bonne centaine de dB SPL. De quoi faire du bruit !



Monté sur son pavillon, le moteur CP380/M est également équipé d'un important système magnétique.



La caisse qui nous a été fournie par Cap Audio. Une réalisation professionnelle classique.

FD250. Comme les résultats sont très corrects, nous n'avons pas été plus loin. Le niveau de l'aigu pourra sembler un peu faible à certains : il suffit de modifier le niveau d'atténuation (ici de 7,5 dB) pour l'aug-

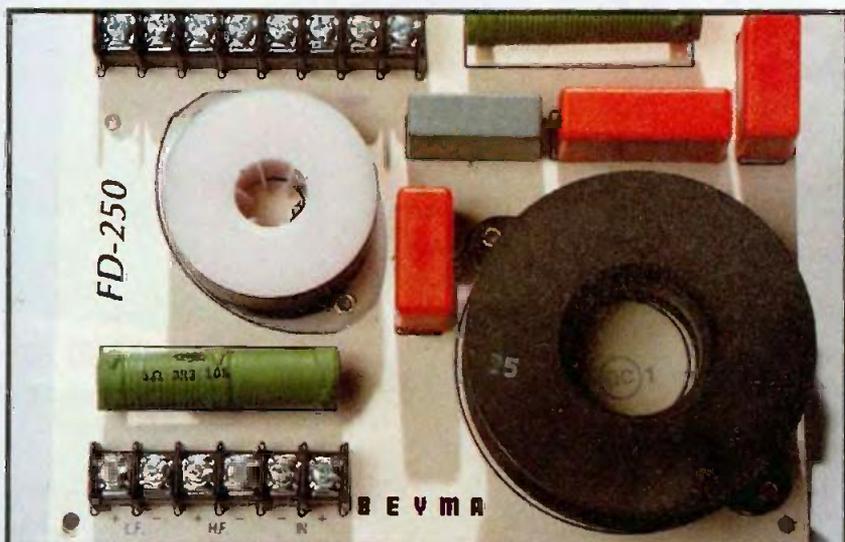
menter. Globalement, les résultats sont excellents : cette enceinte offrira bien l'efficacité promise et permettra donc d'atteindre des niveaux sonores très élevés. A condition, naturellement, de la faire précéder d'une amplification adaptée ! Vous pouvez constater sur les courbes que nous avons tracées la validité de nos informations.

Pour conclure

Construire soi-même des enceintes acoustiques professionnelles pour la sonorisation est à votre portée avec ce kit BEYMA. Le prix pourra effrayer certains d'entre vous mais il faut considérer que l'ensemble obtenu n'a rien de comparable avec les

modèles de grande diffusion équipés de transducteurs douteux.

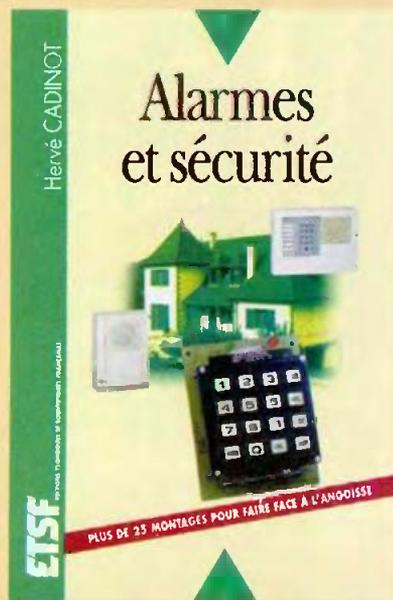
J.-P. Roche



FD250 : Le filtre utilise des composants de qualité bien dimensionnés et il permet divers réglages en mettant des cavaliers sur le bornier supérieur.

Alarmes et sécurité

PLUS DE 25 montages pour faire face à l'angoisse



Qui n'a jamais connu l'appréhension de découvrir, en retour de week-end ou de vacances, son habitation vidée après le passage de cambrioleurs ? Vol de véhicule, intrus dans la maison, fuite d'eau, départ d'incendie... les sujets de tracas sont divers et variés. Des solutions performantes permettent d'éviter que ces tracas se transforment en une réalité bien plus triste et désespérante. Le propos de cet ouvrage est de présenter tous les maillons d'un système d'alarme, tant d'un point de vue théorique que pratique, et de délivrer toute une panoplie de dispositifs électroniques d'alarmes et de sécurité à réaliser soi-même.

Très détaillés, ces montages électroniques ont été conçus par l'auteur pour être mis à la portée de tous, électroniciens débutants ou confirmés. Ils permettront la réalisation personnalisée de systèmes d'alarme ou amélioreront un système déjà en place. Quelques cas particuliers sont résolus par des dispositifs à liaisons HF.

La personnalisation de ces réalisations et les astuces d'installation proposées par l'auteur déroutent plus aisément les cambrioleurs, qui sont souvent aidés dans leurs exactions par une bonne, voire excellente connaissance des systèmes commercialisés.

H.CADINOT - DLNDD/ETSF

224 p. 165 F.

L'horloge

VELLEMAN K8009 en kit



L'horloge en kit que propose VELLEMAN sous la référence K8009 séduira plus d'un amateur, tant ses possibilités son nombreuses. Son afficheur, grand format, constitué d'une matrice à diodes LED est très attrayant également et peut aisément permettre d'utiliser cette horloge dans une boutique ou un lieu public pour un coût tout de même assez élevé pour un kit. Mais si vous êtes de ceux qui aiment à passer de nombreuses heures un fer à souder à la main, avec ce kit vous en aurez pour votre argent.

Schéma

Le schéma de la télécommande est visible en **figure 1** tandis que le schéma de l'horloge est reproduit en **figure 2**. Le cœur de l'horloge est constitué d'un microcontrôleur PIC16C71 ce qui explique la simplicité apparente du montage.

L'alimentation des circuits logiques du montage est articulée autour du régulateur 78L05 (VR₁). Le microcontrôleur et les quelques circuits du montage ne consommant pas beaucoup de courant, ce choix est tout à fait justifié (à condition de se limiter à 12V pour l'alimentation générale du montage). L'horloge sera alimentée par une tension de 12VDC qui n'a pas besoin d'être stabilisée. Une tension correctement filtrée fera très bien l'affaire à condition de pouvoir débiter au moins 300mA. Notez que la diode D₁ permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation.

Le microcontrôleur se charge de piloter une matrice constituée de 130 diodes LED. La matrice est organisée en 6 chiffres de 7 segments (avec 3 diodes LED par segment), auxquels il faut ajouter 4 diodes LED pour afficher les points qui séparent les chiffres. La matrice est multiplexée afin de limiter le courant consommé

par le montage et afin de simplifier le schéma de la carte. Les 8 sorties du microcontrôleur RB0 à RB7 pilotent des transistors NPN qui permettent de commander l'allumage d'un segment. Les transistors T₁₇ à T₂₂ pilotent la colonne qui correspond au chiffre actif. Les transistors T₁₇ à T₂₂ sont commandés par le circuit IC₅ au moyen d'un étage intermédiaire à transistors (T₁ à T₆) qui permet d'adapter les niveaux des sorties de IC₅. Le circuit intégré IC₅ est un compteur de JOHNSON dont une seule des sorties est active à la fois. Cela permet de commander successivement l'allumage des chiffres. Le microcontrôleur qui pilote la ligne d'horloge du compteur n'a plus qu'à placer les données correspondant aux segments du chiffre actif sur les sorties RB0 à RB7. Pour ne pas consommer inutilement du courant sur le régulateur, les transistors T₁₇ à T₂₂ sont alimentés directement à partir de la tension 12V d'alimentation du montage. Les résistances de limitations de courant (R₂, R₃, R₅, R₂₂, R₂₃, R₂₆ à R₃₀) ont été calculées en conséquence. Notez que le fait de mettre trois diodes LED en série ne pose pas de problème, dans le cas de ce schéma, car la tension d'alimentation est largement plus élevée que la chute de tension dans les diodes

(1,6V environ par diode). Les variations de la tension résiduelle qui apparaît aux bornes des résistances restent négligeables, ce qui n'entraîne pas de variations visibles de la luminosité des diodes LED. En contre partie, il ne faut monter ensemble que des diodes LED d'une même référence, faute de quoi certaines seront plus lumineuses que d'autres. Les fonctions Buzzer et relais sont pilotées par les sorties DO7 et DO9 du compteur. En raison du multiplexage incessant, les sorties DO9 et DO7 ne restent pas longtemps à l'état haut. Pour obtenir un état stable pour commander les fonctions associées, il est fait appel à une petite subtilité. Chaque fois que la sortie DO7 ou DO9 passe à l'état haut, les condensateurs C₁₉ ou C₂₀ se chargent rapidement au travers de la diode de liaison associée. Lorsque les sorties repassent à l'état bas, l'énergie emmagasinée dans les condensateurs permet de saturer les transistors de sortie (T₇ ou T₉) pendant plusieurs millisecondes. Cependant le multiplexage des sorties est suffisamment rapide pour que les sorties DO7 et DO9 repassent assez vite à l'état haut avant que les condensateurs ne soient trop déchargés. Finalement cela permet de commander les sorties, sans avoir à rajouter de logique

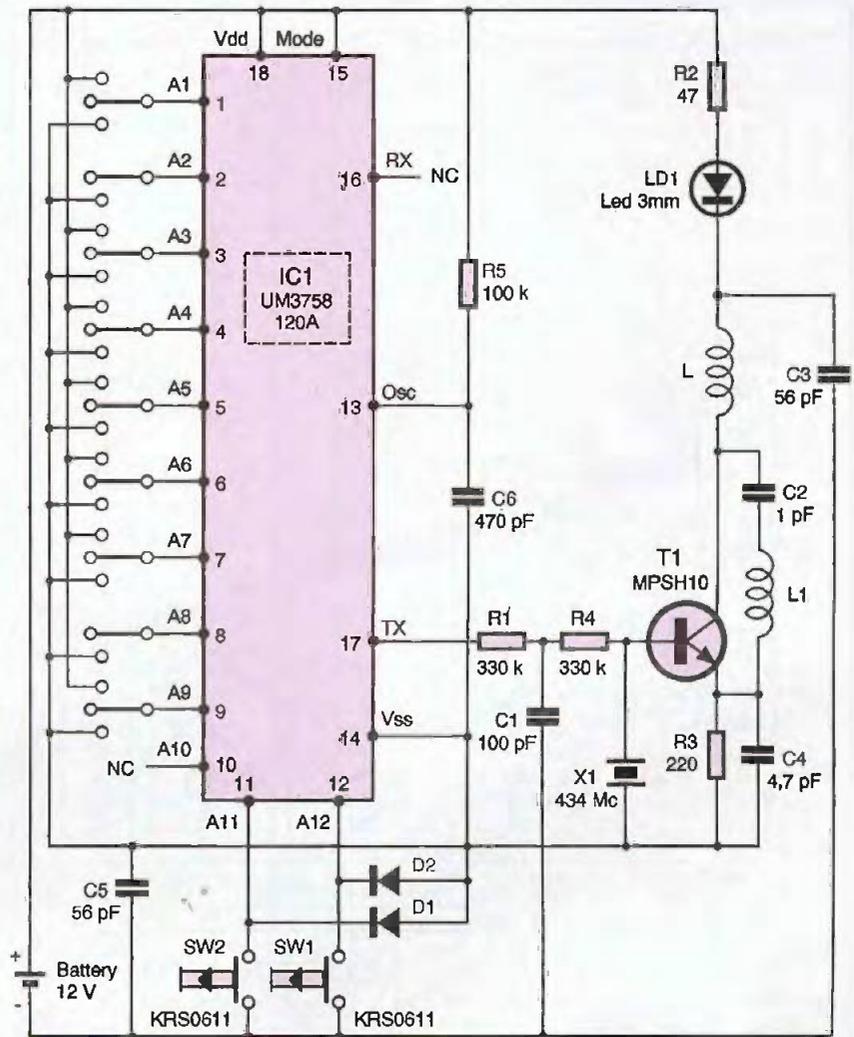
supplémentaire. Lorsque l'on ne souhaite pas activer les sorties DO7 ou DO9, il suffit d'utiliser l'entrée RAZ de IC₅ pour mettre fin prématurément au cycle en cours, avant d'atteindre la position de DO7 ou DO9.

L'horloge du microcontrôleur est mise en œuvre de façon très classique à l'aide d'un quartz et des condensateurs de déphasages associés (pour permettre d'entretenir les oscillations). Le condensateur ajustable CV₁ permet de modifier très légèrement la fréquence de résonance du quartz afin de rattraper les dérives éventuelles de l'horloge sur de longues périodes.

Le microcontrôleur disposant d'une entrée analogique, il était facile d'adjoindre à l'horloge un système de mesure de la température ambiante. Le capteur de température utilisé est un modèle LM335. Le pont diviseur formé par le capteur et R₆ impose le point de polarisation de l'amplificateur IC₁. Le pont diviseur R₆/R₇/RV₁, associé à la résistance R₆₇, impose dans R₆₈ un courant proportionnel à la différence de tension entre le point milieu de RV₁ (potentiel fixe) et la tension aux bornes du capteur (potentiel qui est fonction de la température). La tension qui apparaît en sortie de IC₁ est donc proportionnelle à la température ambiante. La résistance ajustable RV₁, qui permet de fixer l'origine du point de mesure, sera mise à profit pour calibrer la mesure à partir d'un thermomètre «étalon».

En ce qui concerne la télécommande à distance, VELLEMAN a choisi d'utiliser des circuits codeurs/décodeurs très répandus : UM3758 (IC₃ et IC₂). Chacun des circuits est monté de façon à décoder le signal émis par la télécommande pour chacune des touches. Ceci explique pourquoi les deux circuits sont montés en parallèles avec toutefois une différence de sélection pour les broches A12 et A11.

L'étage de réception HF de l'horloge est articulé autour de T₂₄ et du circuit oscillant L₂/CV₂/C₁₂. Le condensateur ajustable CV₂ permet d'accorder facilement le récepteur sur la porteuse émise par la télécommande. Le signal reçu est ensuite démodulé par le réseau R₆₂/C₁₆/R₆₃/C₁₇, puis il est amplifié par A₁, avant d'être mis en forme par A₂. La diode LED LD₁₃₁ permet de visualiser l'état des données reçues. Cette diode LED est mise à profit dans la procédure d'accord du récepteur.

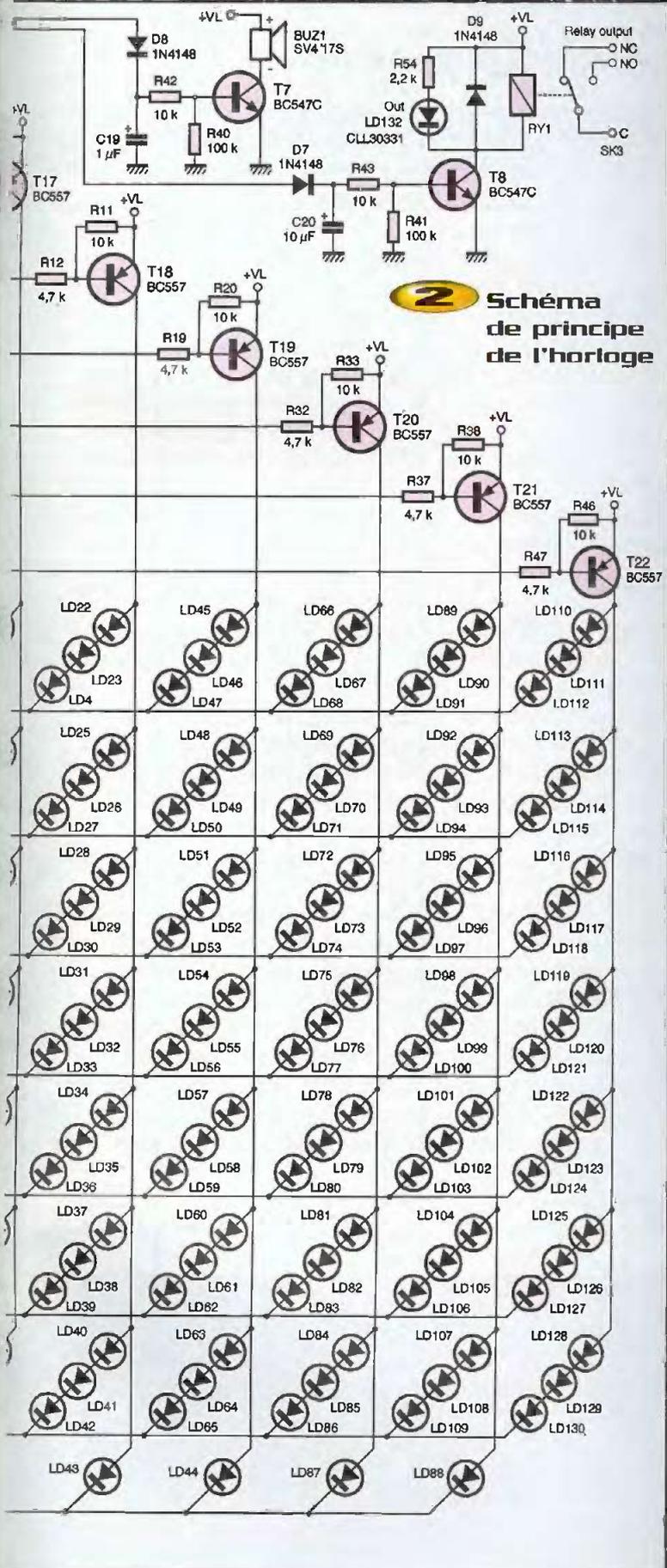
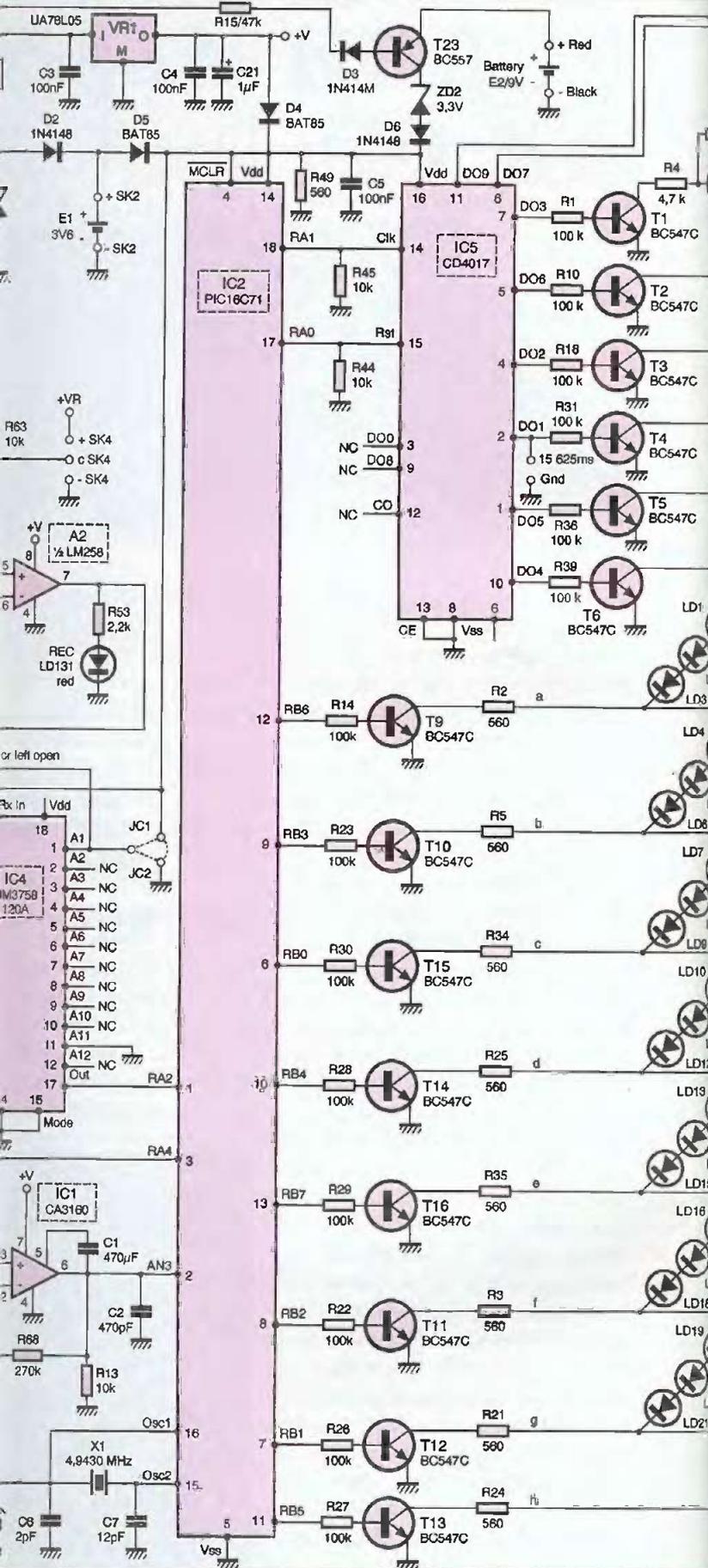


1 Schéma de principe de la télécommande.

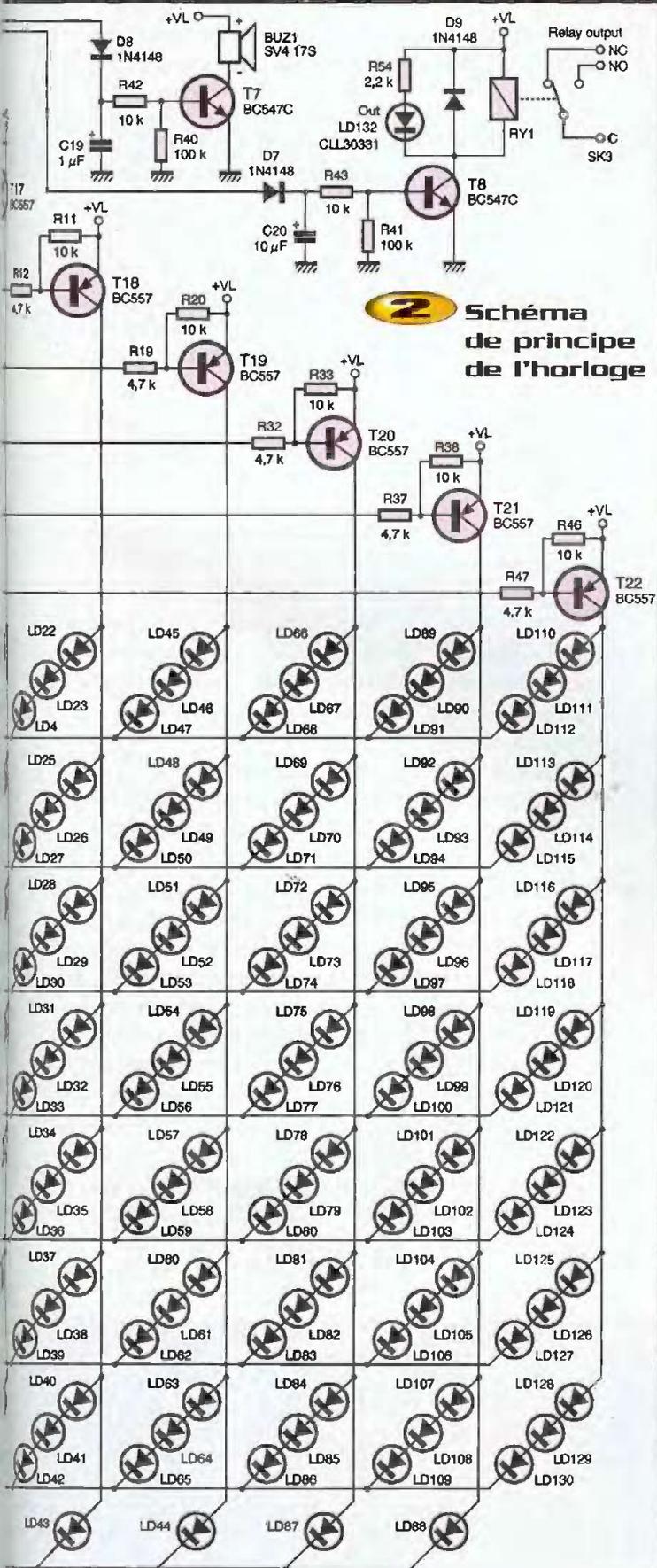
Notez qu'il est possible de transformer la télécommande HF en télécommande par fils. Pour cela il suffit de relier directement l'émetteur et le récepteur au moyen du connecteur SK₁. Bien entendu, dans ce cas de figure, les parties HF du montage

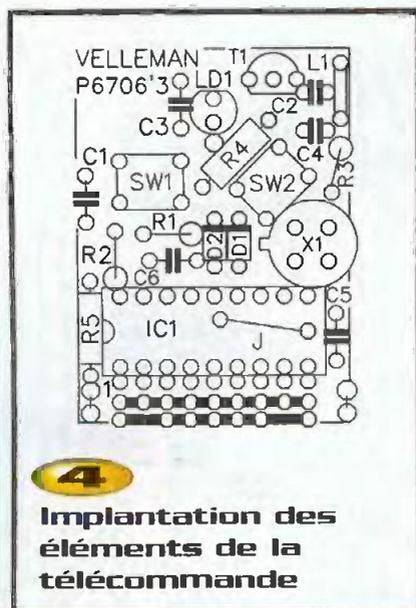
ne seront plus nécessaires. La notice prévoit de ne pas monter les composants inutiles dans la télécommande, par contre rien n'est indiqué du côté récepteur. En fait, l'horloge peut fonctionner directement dans les deux modes. Il suffit de raccorder ou





2 Schéma de principe de l'horloge





non la télécommande au connecteur SK₄. Le schéma de la télécommande est reproduit en figure 1. Grâce à l'utilisation du circuit UM3758 (monté en codeur cette fois-ci), le schéma est très simple. Les boutons poussoirs SW₁ et SW₂ permettent, au travers des broches A11 et A12, d'imposer le code que doit produire le circuit IC₁. Ce sont les mêmes broches A11 et A12 du côté des circuits décodeurs qui permettent d'identifier la touche enfoncée. En même temps qu'un bouton poussoir est maintenu enfoncé, les diodes D₁ et D₂ permettent de laisser passer le courant d'alimentation de la masse de IC₁ et de l'étage oscillateur articulé autour de T₁. Cette petite subtilité permet de ne consommer du courant que pendant qu'une touche est enfoncée. En contre partie, cela introduit un léger décalage de masse lié à la chute de tension des diodes (environ 0,7V pour une diode standard). Pour limiter l'effet du décalage de masse, ce qui pourrait perturber l'état des entrées du circuit IC₁, VELLEMAN a choisi des diodes SCHOTTKY pour D₁ et D₂, ce qui limite le décalage de masse à 0,2V environ.

La sortie du circuit IC₁ commande le fonctionnement de l'oscillateur HF au rythme du signal codé. C'est un résonateur à ondes de surface (X₁) qui est utilisé ici pour entretenir les oscillations à une fréquence autorisée par la réglementation européenne, sans avoir recours à une demande d'agrément (à condition que la puissance émise soit négligeable, ce qui

est bien le cas ici). Étant donnée la fréquence de 434 MHz à produire, seul un résonateur à ondes de surface permet d'obtenir un oscillateur ayant une stabilité suffisante. L'inductance L₁ et les condensateurs C₂ et C₄ forment un circuit accordé grossièrement sur la fréquence de la porteuse. L'inductance L₁ servira également d'antenne. Elle est constituée d'une spire montée à même le circuit imprimé pour laquelle il faudra suivre scrupuleusement la notice pour la reproduire. Le courant de polarisation de l'étage HF traverse la résistance R₂ et la diode LED LD₁, ce qui permet, au passage, de visualiser les interruptions saccadées de la porteuse entraînées par la sortie du circuit IC₁.

Lorsque la télécommande est montée en mode HF, son alimentation est assurée par une pile miniature de 12V qui n'est pas fournie avec le kit. Lorsque la télécommande est câblée directement sur le connecteur SK₄ de l'horloge, l'alimentation est fournie par le montage. Dans ce cas le signal TX du circuit IC₁ se trouve appliqué directement sur le connecteur SK₄, en ôtant la résistance R₁ pour repiquer le signal. La notice indique par le symbole #* uniquement les composants qui doivent être montés dans le mode télécommande par fils.

Réalisation

La vue d'implantation du circuit imprimé principal est reproduite en **figure 3** tandis que la vue d'implantation de l'émetteur est reproduite en **figure 4**. Tous les circuits intégrés seront montés sur des supports qui sont fournis dans le kit, ce qui est une bonne chose. La notice de montage est suffisamment explicite et les croquis permettent de visualiser immédiatement la bonne position des composants. La première étape du

montage consiste à monter l'émetteur. Avant toute chose, commencez par lire en détail toute la notice de montage et choisissez, dès le départ, le mode de fonctionnement de l'horloge : Télécommande par fils ou HF, code de l'émetteur, choix du type de contact du relais utilisé pour l'alarme. Ces choix conditionnent la mise en place de certains composants et straps.

Respectez scrupuleusement l'ordre de montage préconisé dans la notice. Si vous avez monté la télécommande dans le mode HF, la première étape, pour pouvoir vous en servir, consiste à régler le récepteur. Appuyez sur le bouton de gauche de la télécommande (le bouton N°1) et vérifiez que la diode LED de l'émetteur clignote. Dans le même temps, à l'aide du petit tournevis en plastique qui vous a été remis avec le kit, réglez la position du condensateur ajustable CV₂ (le petit condensateur ajustable situé à l'extrémité droite de l'horloge) jusqu'à ce que la diode LED REC clignote au même rythme que celle de l'émetteur.

Par la suite, vous pourrez augmenter la portée de l'émetteur en retouchant un peu la position de CV₂ (faites-vous aider par une tierce personne pour cette opération).

En guise de conclusion, disons que si le kit VELLEMAN K8009 est d'une qualité irréprochable, comme d'habitude, il est dommage que sa notice de montage ne soit pas traduite entièrement en français (seule la notice qui comporte les figures n'est pas traduite). Fort heureusement, la notice d'utilisation est, quant à elle, entièrement traduite. Au final, ce kit se révèle une bonne acquisition qui vous procurera facilement 4 à 5 bonnes heures de plaisirs pour le monter, en plus du plaisir de son utilisation.

P. MORIN

