

SPÉCIAL 148 PAGES

RETROUVEZ MICROS & ROBOTS

one numérique

**PAGE
75**

VALISER :
"PRIX, le robot
évolué à tout faire
ou presque"



**MICROS &
ROBOTS**

HORS-SÉRIE ELECTRONIQUE PRATIQUE



Les nouveautés, les tendances, les kits, les réalisations
**DES ROBOTS, ENCORE DES ROBOTS
DE PLUS EN PLUS PERFORMANTS.**

RETROUVEZ sur CD-ROM les programmes, les PCB des montages et les vidéos...

au sommaire



Robot bipède
Stud-E-Man



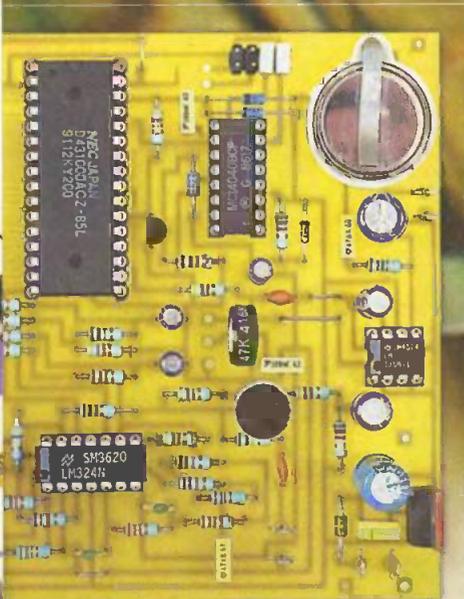
La construction
de uPoBot



Nouvelle génération
de motoreducteurs



Module
moteurs



RETROUVEZ AUSSI :

- ▷ Interface Bus Lin imprimante
- ▷ I2C en C sur PIC



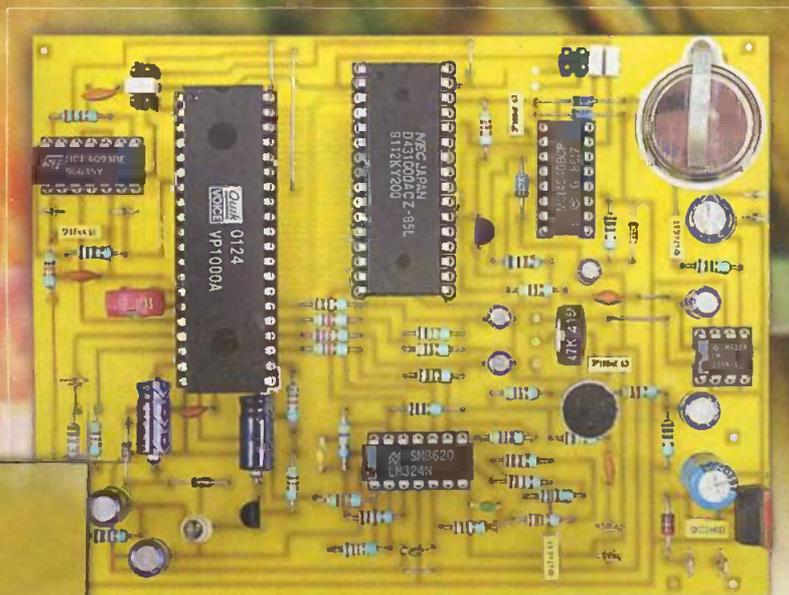
ur batterie au plomb

FRANCE : 5,00€ • DOM SURF : 5,70€
BEL : 5,50€ • CH : 8,50FS
CAN : 5,95\$ CAN • ESP : 5,20€
GR : 5,50€ • TUN : 4,7 DT • LUX : 5,50€
MAR : 60 DH • PORT CONT : 5,50€
DOM Avion : 5,70€

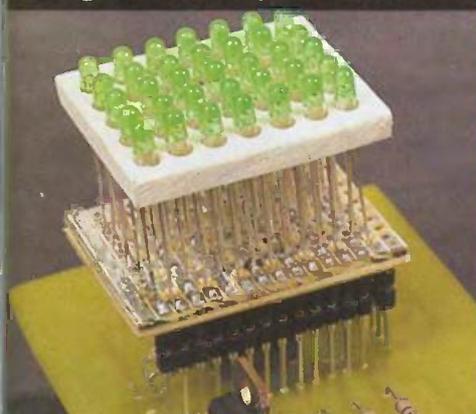
T 02437 - 280 - F. 5,00 € - RD



RÉALISEZ un magnétophone numérique



Programmateur pour Atmel



Afficheur à LED



Désulfateur pour batterie au plomb

RETROUVEZ AUSSI :

- ▷ Interface Bus Lin imprimante
- ▷ I2C en C sur PIC

FRANCE : 5,00€ • DOM SURF : 5,70€
 BEL : 5,50€ • CH : 8,50FS
 CAN : 5,95\$ CAN • ESP : 5,20€
 GR : 5,50€ • TUN : 4,7 DT • LUX : 5,50€
 MAR : 60 DH • PORT CONT : 5,50€
 DOM Avlon : 5,70€

T 02437 - 280 - F : 5,00 € - RD



SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 280 - DÉCEMBRE 2003 -

JANVIER 2004

I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

S.A. à directoire et conseil de surveillance

au capital de 786 900 €

2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.89

Internet : <http://www.electroniquepratique.com>

Principaux actionnaires :

Jean-Pierre VENTILLARD

Paule VENTILLARD

Président du directoire et Directeur de la publication :

Georges-Antoine VENTILLARD

Président du conseil de surveillance :

Paule VENTILLARD

Vice-Président : Camila VENTILLARD

Directeur de la rédaction : Bernard FIGHIERA

Directeur graphique : Jacques MATON

Maquette : Dominique DUMAS, Jean-Pierre RAFINI

Avec la participation de : F. Bigrat, U. Bouteville, X. Fenard, A. Garrigou, F. Giamarchi, P. Gueulle, R. Knoerr, E. Lémery, J.P. Mandon, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic, P. Pollet, C. Tavernier.

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

Directeur de la diffusion et promotion :

Bertrand DESROCHE

Responsable ventes :

Bénédicte MOULET Tél. : 01.44.84.84.54

N° vert réservé aux diffuseurs et dépositaires de presse :

0800.06.45.12

PGV - Département Publicité :

2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60

Directeur commercial : Jean-Pierre REITER (84.87)

Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)

E Mail : pub@electroniquepratique.com

Assisté de : Karine JEUFFRAULT (84.57)

Abonnement/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.

Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»

Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal. Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.

ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent.

Aucun règlement en timbre poste.

Forfait photocopies par article : 4,60 €.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE

Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à

Electronique Pratique aux USA ou au Canada, commu-

niquez 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 (9 numéros) pour les USA

est de 49 \$US et de 68 \$Can pour le Canada.

Electronique Pratique, ISSN number 0243 4911, is published 9

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.

Imprimé en France.



2 0 0 2

« Ce numéro
a été tiré
à 48 900
exemplaires »



Bureau de Vérification
de la Publicité

Réalisez vous-même

- 16 Réalisez un magnétophone numérique
- 24 I2C en C sur PIC : afficheur à LED
- 28 Interface Bus Lin imprimante
- 32 Programmeur de µcontrôleurs Atmel
- 42 Désulfateur pour batterie au plomb
- 46 Clavier série et DTMF
- 52 Testeur dynamique d'alimentation
- 56 Assistance téléphonique vocale
- 66 Réalisez un réflectomètre
- 72 Préampli de micro pour prise de son numérique

75 Dossier spécial «MICROS & ROBOTS»

- 76 News
- 84 La troisième génération AIBO-ERS7 par Sony
- 86 Bipède Sted-E-Man de Total Robots
- 88 Les accus et charge rapide
- 94 Détecteur simple à ultrasons
- 98 Des châssis pour vos robots
- 102 Araignée robot
- 104 Véhicule filoguidé commandé par le port série RS232 du PC
- 110 uPoBot
- 120 EPOX, le robot à tout faire
- 134 Module de commande miniature pour moteur pas à pas unipolaire
- 138 Contrôle de servomoteur par liaison série

06 Infos OPPORTUNITÉS

DIVERS

14 Internet Pratique

Photos de couverture Micro&Robots :
ERS7/Aibo par Sony - IQ Bug et Quadruped©Lextronic
Sted-E-Man©totalRobots - MotoRéducteur MFA et Antoid©seletronic

Ce numéro comporte un encart Conrad collé page 11 sur l'ensemble du tirage, ainsi qu'un encart E44 de 24 pages broché au centre de la revue sur l'ensemble du tirage paginé I à XXIV.

EPR-03 : Programmateur de BIOS et mémoire Flash, support DIP32 et PLCC32.

L'EPR-03 a été conçu pour permettre la programmation à moindre coût d'une large gamme de mémoires Flash et d'EPROMs (+200 références) pour des capacités allant de 512Ko à 8Mo en boîtiers DIP32 mais aussi PLCC32 grâce à ces deux supports soudés en standard sur le circuit imprimé. Il permet par exemple de reprogrammer facilement des BIOS de cartes mères ou de flasher des mémoires pour la réalisation de prototypes.

Il supporte les composants du type 27xxx, 28xxx, 29xxx, 39xxx, 49xxx standards (5,0V) et low-voltages (2,7V - 3,3V).

L'EPR-03 est protégé contre les

composants mis à l'envers, les courts circuits, les surtensions, les inversions de polarités.

Il se connecte sur le port parallèle de votre PC et fonctionne avec le logiciel professionnel Smartchip pour Windows 98/ME/2000/XP mis à jour régulièrement.

Prix public :
96,00 Euros TTC



SEEIT

Z.A.E. La Garrigue -5 rue de la Lucque
34725 Saint André de Sangonis

Tél&Fax : 04 67 04 19 18

E-mail : contact@seeit.fr

TARGET 3001! Logiciel de CAO version V10 "français"

TARGET 3001! a permis à une nouvelle génération de logiciels de CAO/IAO de voir le jour. Ces programmes sont en effet utilisés pour la conception, la simulation de circuits électroniques ainsi que le développement de cartes dont le routage peut être vérifié grâce à l'outil de CEM disponible dans TARGET. L'intégration dans un seul environnement de la saisie de schéma, du simulateur électronique et du PCB permet de révolutionner le travail de l'ingénieur dans le processus de conception et permet ainsi de respecter les délais de commercialisation de plus en plus courts.

TARGET 3001! n'est pas subdivisé en plusieurs modules. Chaque version est totalement intégrée et répond à des exigences professionnelles.

TARGET 3001! peut parfaitement être utilisé pour des formations ou divers besoins pédagogiques.

Les options suivantes sont disponibles :

- TARGET 3001! V10 "discover" 100 broches et pastilles, simulation avec 30 noeuds analogiques et numériques, 2 couches cuivre maximum. Gratuit inclus sur le CD du magazine

- TARGET 3001! V10 "light" 400 broches et pastilles, simulation avec 75 noeuds analogiques et numériques, 2 couches cuivre maximum : 42,24 € HT

- TARGET 3001! V10 "economy" 1 000 broches et

pastilles, simulation avec 75 noeuds analogiques et numériques, 2 couches cuivre maximum : 473,28 € HT

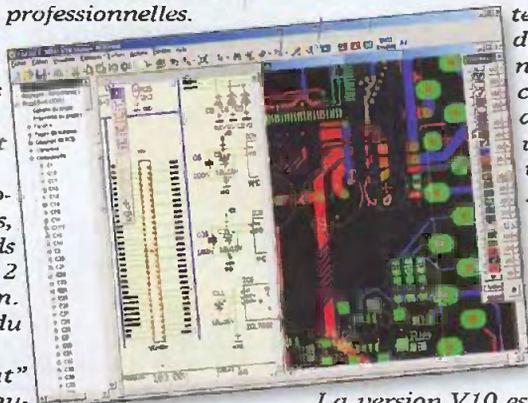
- TARGET 3001! V10 "professional" Nombres de broches et pastilles illimités, simulation avec 75 noeuds analogiques et numériques, 100 couches cuivre maximum. 1 378,45 € HT (Prix pour les écoles, 15 postes : 214,66 € HT)

- TARGET 3001! V10 "design station" Nombres de broches, pastilles et noeuds illimités, 100 couches cuivre maximum: 2 585,34 € HT (Prix pour les écoles, 15 postes : 343,97 € HT)

Version V10 - Quoi de neuf?

"Component management system" (CMS) avec prix et accès direct par Internet aux données de plusieurs milliers de composants ; "Component finder" permet la recherche ultrarapide par types, noms, valeurs ou caractéristiques ; Importation Xgerber ; Sortie Smart Gerber, combinant les avantages du XGerber et du Gerber standard ; Sortie Isel NCP ; Sortie HPGL générique ; Fonctionne sous WinXP ; nouvelle simulation.

La version V10 est en continuelle évolution et, comme client, vous pouvez télécharger gratuitement sur Internet les mises à jour concernant cette version.



Distribution et service :

INES Communication - Mr P. PHILIPPON

8, rue Claude Chappe Technopôle 2000, F-57070 METZ

Tél. : 03 87 39 08 01 - Fax : 03 87 39 08 04

Email : target@ines-communication.com - Internet : www.ines-communication.com

CATALOGUE PROMOS DE NOËL CHEZ SELECTRONIC

Traditionnellement en cette période, Selectronic nous concocte une sélection de produits aussi innovateurs que proposés à des prix attrayants. Ce catalogue composé de 24 pages réunit plus de 100 références dans les familles suivantes : mesure, robotique,



outillage, périphériques informatiques, audio/vidéo embarqué, avec notamment ce magnifique ensemble à un prix très attractif, comprenant un lecteur de DVD pour voiture + un écran couleur + sa housse de transport. Ce mini catalogue, disponible dès aujourd'hui auprès des magasins de Lille ou Paris au comptoir ou par correspondance est également

téléchargeable au format pdf sur le site : www.selectronic.fr
A noter que cette offre promotionnelle est valable jusqu'au 19 Janvier 2004.

DERNIÈRE HEURE ! 2 NOUVEAUX ROBOTS ÉTOFFENT LA GAMME DE SELECTRONIC : NOUVEAUX ROBOTS EN KIT IBOTZ HYDRAZOID



Robot qui change de direction lorsqu'il perçoit un son bref (claquement de mains, etc)
- Module électronique pré-câblé
- propulsion par

mouvement de pattes mues par un moteur continu.
- alimentation : 2 piles 1.5V R6 (non fournies)
- dimensions : h x l x L = 195 x 125 x 155 mm.

Le kit Prix NOËL :
39,90 €

TRIBOTZ

- 3 modes de fonctionnement :
- Un émetteur récepteur IR permet d'éviter les obstacles se trouvant sur le chemin du robot
- Un microphone détecte un son bref tel qu'un claquement de mains et fait changer de direction le robot
- Un capteur IR sous le robot lui permet de suivre une ligne noire tracée sur le sol
- Module électronique pré-câblé
- Propulsion par 2 roues motrices entraînées par 2 moteurs continus
- Alimentation : 1 pile 9V 6F22 et 2 piles 1.5V R6. (non fournies) - Dimensions : h x l x L = 110 x 150 x 145 mm.



Le kit Prix NOËL :
69,90 €

SELETRONIC - www.selectronic.fr
Pour de plus amples renseignements :
Magasin de Paris Tel : 01 55 25 88 00 - Magasin de Lille Tel : 03 28 55 03 28

HÉLICOPTÈRE TRC1 TELECOMMANDE 1 CANAL DE VELLEMAN

- Caractéristiques :
- atteint une altitude max. de 15 m
 - très manoeuvrable
 - capteur de température incorporé, protège le moteur contre la surchauffe, tirez la gâchette pour augmenter la vitesse de l'appareil
 - décollage vertical
 - accu rechargeable en quelques minutes
 - circuit de chargement piloté par microprocesseur
 - dimensions : 400 x 365 x 110mm
 - fréquence : 27.195MHz
 - plage de la télécommande :



Prix indicatif :
49,95 € TTC

jusqu'à 100 m en plein air
Alimentation :
- télécommande : 6 x LR6 1.5V LR6C piles alcalines (non incl.)
- hélisurface : 8 x LR20 1.5V LR20C piles alcalines (non incluses) ou adaptateur 230Vca PS1208 (option)
- hélicoptère : accu incorporé
Non disponible dans les pays suivants: Norvège, Etats-Unis.
Dans le réseau revendeurs :

VELLEMAN
ELECTRONIQUE
Tél.: 03 20 15 86 15
web : www.velleman.fr

Le bus USB est désormais familier pour tous les utilisateurs de PC. Pourtant son fonctionnement interne est loin d'être connu de tous. Fort heureusement, il est possible de trouver sur Internet des explications abordables qui permettent de se faire une idée rapide du fonctionnement du bus USB.

internet PR@TIQUE

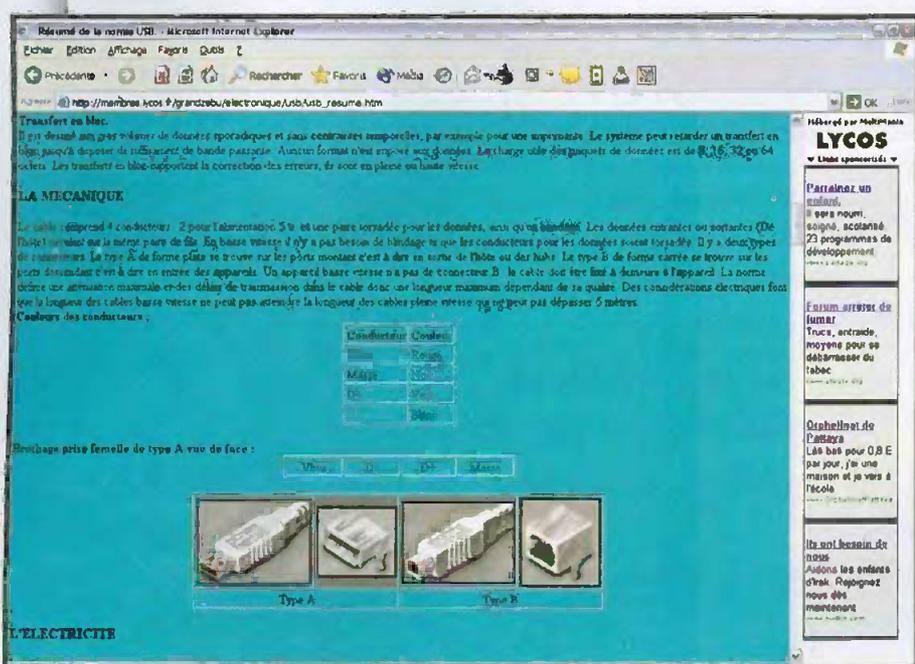
La première page que nous vous invitons à visiter se situe à l'adresse : http://membres.lycos.fr/grandzebu/electronique/usb/usb_resume.htm. Elle présente rapidement les grands principes

intéressantes qui proposent des liens sur les sites des fabricants de composants pour le bus USB. La page située à l'adresse : <http://membres.lycos.fr/grandzebu/electronique/usb/usb.htm> contient également

la description d'un petit système d'étude articulé autour du circuit Philips PDIUSB1 et qui est raccordé au port parallèle d'un PC. Le circuit PDIUSB1 n'est pas très facile à trouver pour le grand public, aussi n'hésitez pas à consulter des sites Internet professionnels tels que www.arrow.com. Mais, dans ce cas, il vaut mieux commander les composants à plusieurs, pour amortir les frais d'envois.

Si les réalisations autour du bus USB vous attirent et si vous n'êtes pas contre le fait de sortir des sentiers battus, alors le site suivant devrait vous intéresser : <http://www.linuxfocus.org/Francais/March2003/article286.shtml>. Ce site présente la réalisation d'un afficheur LCD sur bus USB piloté par un PC exploité sous Linux. La réalisation proposée utilise le fameux circuit FT232BM de la société FTDI. Ceux qui souhaitent s'affranchir de l'hégémonie de

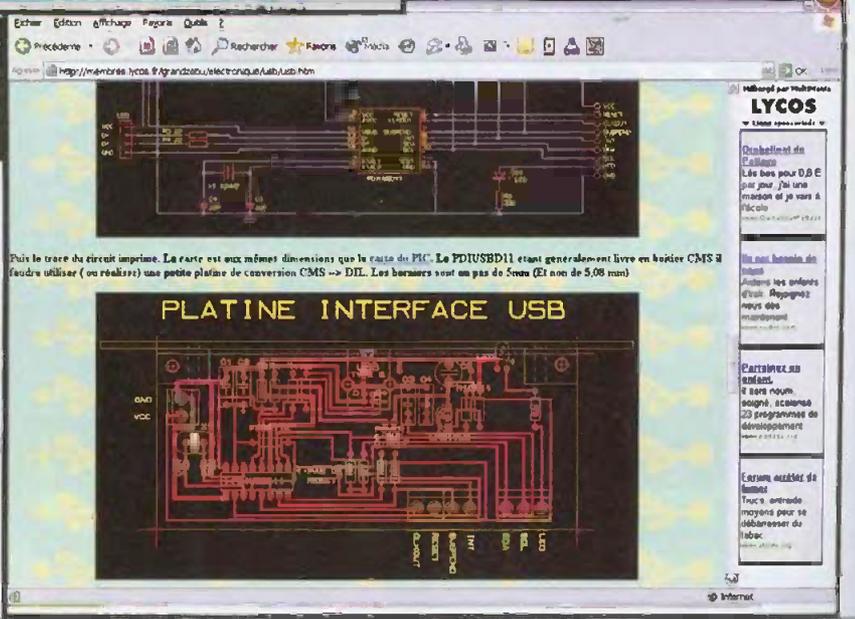
<http://membres.lycos.fr/grandzebu/electronique/usb/usb.htm>

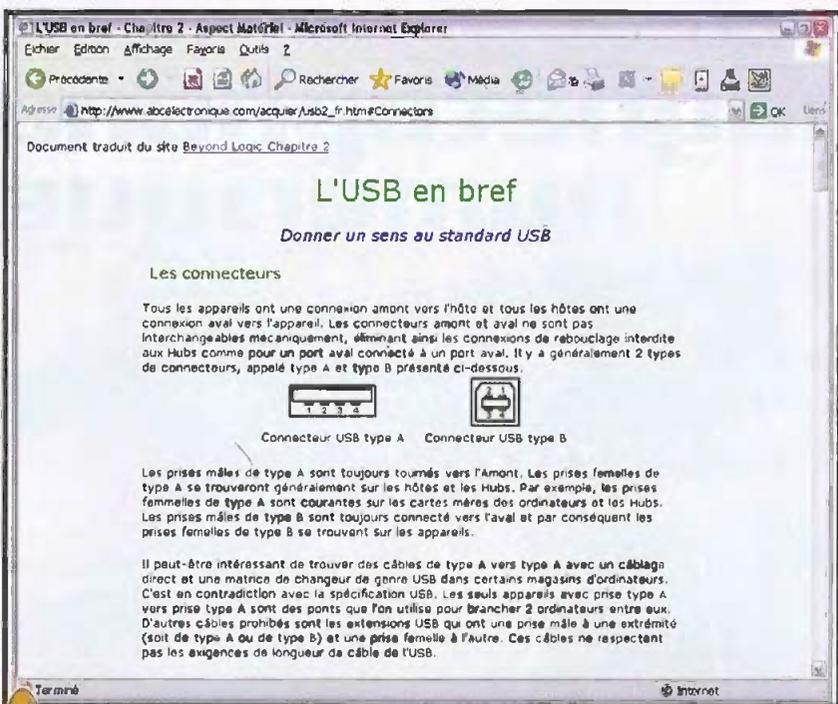


1 http://membres.lycos.fr/grandzebu/electronique/usb/usb_resume.htm

retenus lors de l'élaboration du protocole du bus USB. Les tableaux qui décrivent les nombreux descripteurs qui sont échangés sur le bus USB (pendant la phase d'énumération) peuvent être ignorés dans un premier temps. Ces détails sont utiles seulement dans le cadre d'un développement concret et peuvent donc être parcourus rapidement.

Le site que nous venons de mentionner contient également d'autres pages très





teurs francophones (on le retrouve cité de nombreuses fois sur d'autres sites) car il propose une excellente description du protocole USB, le tout entièrement en français ! De plus, ce site propose également une réalisation articulée, elle aussi, autour du circuit PDIUSB11 mais associé à un microcontrôleur PIC16F876 cette fois-ci, ce qui ne manquera pas d'intéresser nos lecteurs déjà équipés d'un kit de développement MICROCHIP.

Bien sûr, il existe de nombreux autres sites tout aussi intéressants à visiter sur ce sujet, mais beaucoup d'entre eux sont rédigés en anglais (en particulier pour tout ce qui concerne la création des pilotes USB pour Windows). Vous trouverez les plus connus d'entre eux dans la liste des liens de ce dossier.

P. MORIN

3 <http://www.linuxfocus.org/Francais/March2003/article286.shtml>

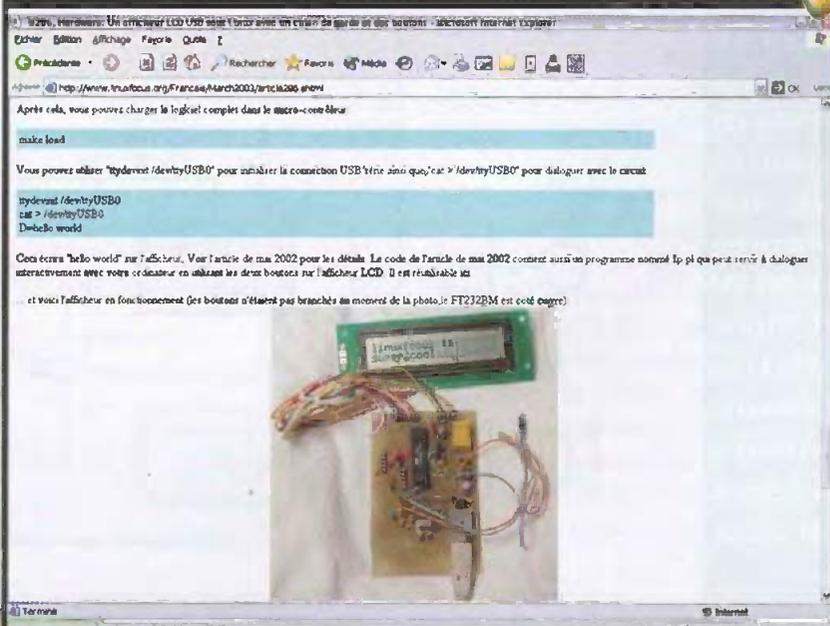
http://membres.lycos.fr/grandzebu/electronique/usb/usb_resume.htm
<http://membres.lycos.fr/grandzebu/electronique/usb/usb.htm>
<http://www.linuxfocus.org/Francais/March2003/article286.shtml>
<http://www.abcelectronique.com/acquier/USB.html>
<http://pm95.free.fr/CrsUSB.htm>
<http://membres.lycos.fr/ogiguere/vdn/vdn76/vdn76.htm>
http://worldserver.oleane.com/heissler/interface/ieee_usb/usb.html
http://perso.wanadoo.fr/peggs/micro_9.htm
<http://www.amgitweb.com/definitions/usb.htm>
<http://www.rennes.supelec.fr/ren/fr/elec/docs/usb/usb.html>
<http://www.usb.org/developers/>
<http://www.beyondlogic.org/>
<http://www.usbdeveloper.com/>
<http://www.usbman.com/>

Liste des liens de ce dossier

4 <http://www.abcelectronique.com/acquier/USB.html>

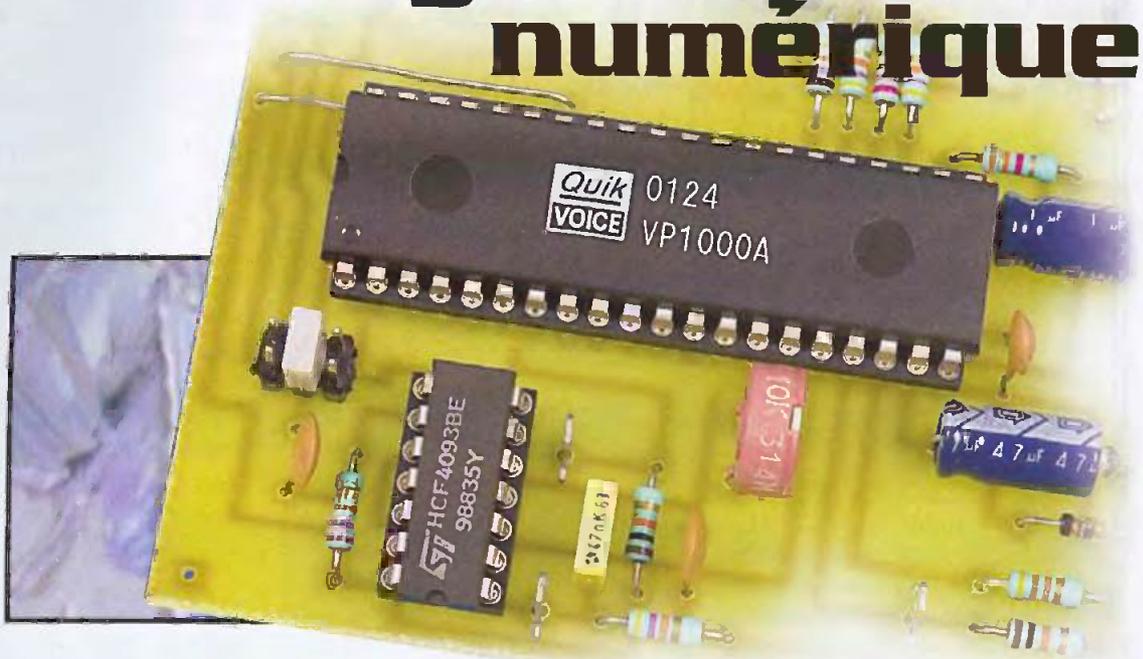
Windows dans le monde des logiciels techniques trouveront certainement cette réalisation appréciable. Parmi les points forts de cette réalisation, citons que le choix du développement sous Linux permet d'avoir accès aux fichiers sources du noyau qui gère les circuits FT232BM puisque ce dernier est fourni en open source. De plus, l'auteur indique avoir utilisé le compilateur GCC (en licence GNU, donc gratuit) pour programmer le microcontrôleur AVR qui sert de base au montage. Il s'agit donc d'une réalisation très intéressante pour quiconque souhaite comparer les moyens de développement du monde Windows aux moyens de développement du monde Linux.

Enfin le dernier site que nous vous proposons de visiter est très apprécié des lec-



Réalisez un

magnétophone numérique



Ce circuit, proposé à un prix très abordable et distribué en France par LEXTRONIC, ouvre donc à nouveau la porte à d'intéressantes réalisations dans le domaine de l'enregistrement et de la reproduction numérique des sons.

Afin de découvrir toutes ses possibilités, nous vous proposons donc de réaliser ce magnétophone numérique qui, outre ses fonctions d'enregistrement et de reproduction des sons, vous permettra aussi d'aller beaucoup plus loin avec le VP 1000 au moyen d'extensions que nous décrirons dans un prochain numéro.

Un principe simple

Le principe d'un numériseur de son ou, pour parler plus simplement, d'un

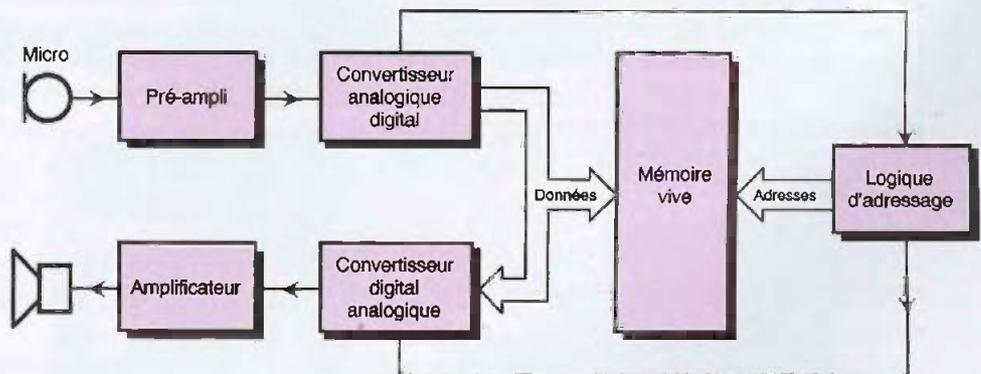
magnétophone numérique, est visible **figure 1**. Ce synoptique se comporte de la façon suivante : En position enregistrement, le signal en provenance d'un micro ou d'une entrée ligne est, après amplification convenable, appliqué à un convertisseur analogique/digital. La sortie de ce dernier attaque les lignes de données d'une mémoire qui va donc stocker sous forme numérique le signal basse fréquence. Pour ce faire, elle est commandée par une logique d'adressage qui génère une adresse mémoire lors de chaque cycle de conversion.

En position lecture, on retrouve notre mémoire et son générateur d'adresses mais, cette fois ci, les données sortant de cette dernière attaquent un

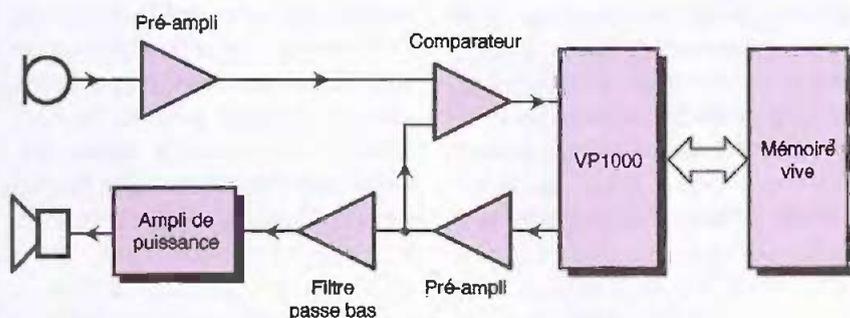
tal/analogique dont la sortie, filtrée passe bas, est suivie d'un amplificateur qui commande un haut-parleur. Ce dernier restitue donc les signaux précédemment fournis par le micro. Les convertisseurs analogiques/digitaux et digitaux/analogiques sont de type delta adaptatifs afin d'offrir un taux de compression des données numériques important. C'est grâce à ce procédé que l'on peut stocker de 20 à 40 secondes dans 256 kilobits, alors qu'avec une conversion simple il faudrait au moins 2 Mégabits de mémoire.



Principe général d'un magnétophone numérique.



Il y a déjà plus de dix ans de cela, nous vous proposons la réalisation d'un magnétophone numérique avec un circuit de la firme coréenne UMC qui avait pour nom l'UM5100. Après quelques années de bons et loyaux services, ce circuit a hélas disparu du marché. Nous saluons donc avec joie l'arrivée en France du VP 1000 de la firme ELETECH qui ressemble comme un frère jumeau à notre défunt UM 5100.



2 Synoptique de notre magnétophone numérique.

Même si la réalisation d'un tel ensemble est possible avec des composants classiques, elle reste assez délicate et, surtout, nécessite un nombre d'éléments relativement important. Fort heureusement, le VP 1000 évoqué en introduction permet de simplifier tout cela de façon appréciable et le synoptique de la figure 1 se résume alors à ce que vous pouvez découvrir **figure 2**. Le signal issu du micro, éventuellement mélangé à celui provenant d'une entrée ligne ou haut niveau, est amplifié puis attaque le circuit spécialisé via un comparateur. Une fois la conversion faite, les informations numériques sont stockées dans la mémoire vive qui est directement connectée au VP 1000. Ce dernier assure en effet, intégralement, la gestion des adresses de

cette mémoire et du signal lecture/écriture. En lecture, les informations extraites de cette dernière sont traitées par le VP 1000 avant de passer dans un préamplificateur, puis dans un filtre passe bas très énergique et, enfin, dans un amplificateur de puissance qui attaque le haut-parleur.

Le VP 1000 : un circuit bien rempli !

Cette relative simplicité se comprend aisément lorsque l'on examine le synoptique interne du VP 1000 qui vous est présenté **figure 3**. Nous y voyons tout d'abord, en partie haute, un oscillateur d'horloge suivi d'une chaîne de diviseurs qui fournissent les horloges secondaires aux différents

étages du circuit. Le dernier compteur pilote le générateur d'adresses qui commande les lignes de mêmes noms de la mémoire. Remarquons, dès à présent, que ces adresses vont de A0 à A14, c'est à dire que la capacité maximum d'adressage du circuit VP 1000, utilisé seul, est de 32 kilo octets ou 256 kilobits.

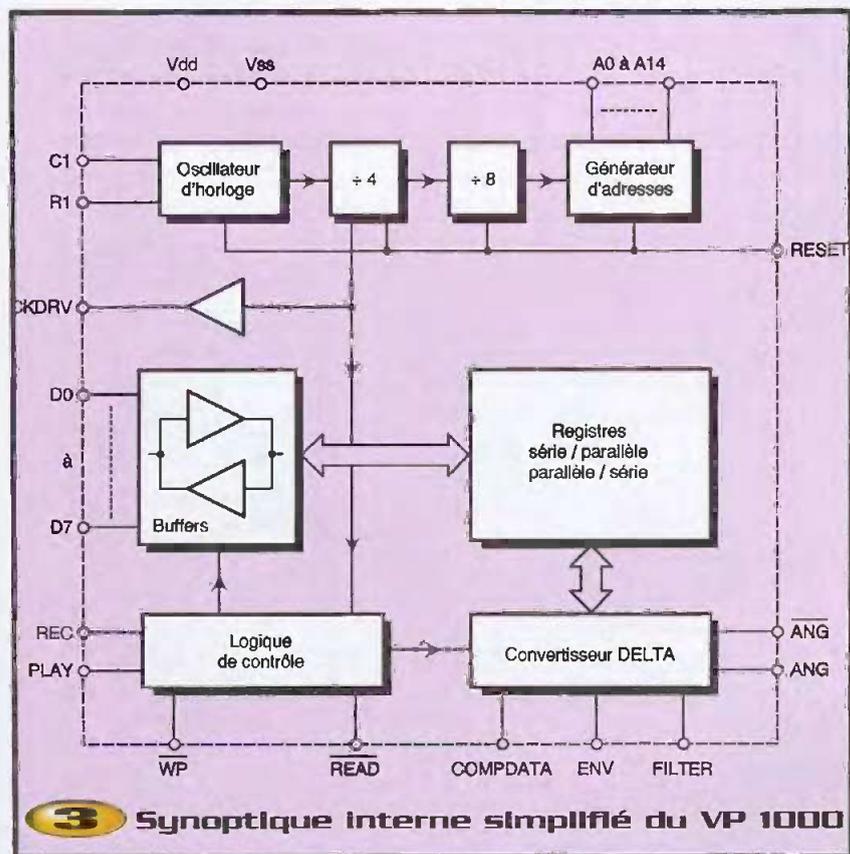
Des amplificateurs trois états se chargent de l'interface avec les lignes de données de cette même mémoire et attaquent ou sont pilotés (selon le sens de fonctionnement du circuit) par un convertisseur série/parallèle ou parallèle/série. Ce dernier est à son tour en liaison étroite avec le convertisseur digital/analogique et analogique/digital delta. Un bloc logique annexe se charge de la gestion et de la génération des divers signaux de contrôle qui valident les sous ensembles que nous venons de présenter.

Pour compléter cette rapide présentation, précisons que ce circuit s'alimente sous une tension unique de 5V et qu'il est compatible TTL au niveau de ses connexions à la mémoire. Réalisé en technologie CMOS ; il ne consomme que quelques microampères au repos.

Schéma de notre magnétophone numérique

Bien qu'il puisse vous paraître un peu chargé à l'examen de la **figure 4**, nous allons voir que le schéma de notre montage est en fait relativement simple si on l'aborde morceau par morceau. Commençons par nous intéresser à la partie mémoire.

Le VP 1000 est prévu pour s'interfacer directement avec les mémoires RAM statiques organisées en mots de 8 bits de taille pouvant aller de 2 K mots de 8 bits à 32 K mots de 8 bits. Comme les brochages et les fonctions des pattes de toutes les mémoires de ces types sont parfaitement normalisés, il ne peut y avoir aucun problème. Le VP 1000 dispose donc de 8 lignes de données D0 à D7 ; de 15 lignes d'adresses A0 à A14 ; d'une ligne lecture/écriture WP et d'une ligne de validation du boîtier mémoire en lecture /READ. Toutes ces lignes sont directement compatibles de celles présentes sur les mémoires évoquées ci-dessus et il suffit donc de faire de la connexion fil à fil.

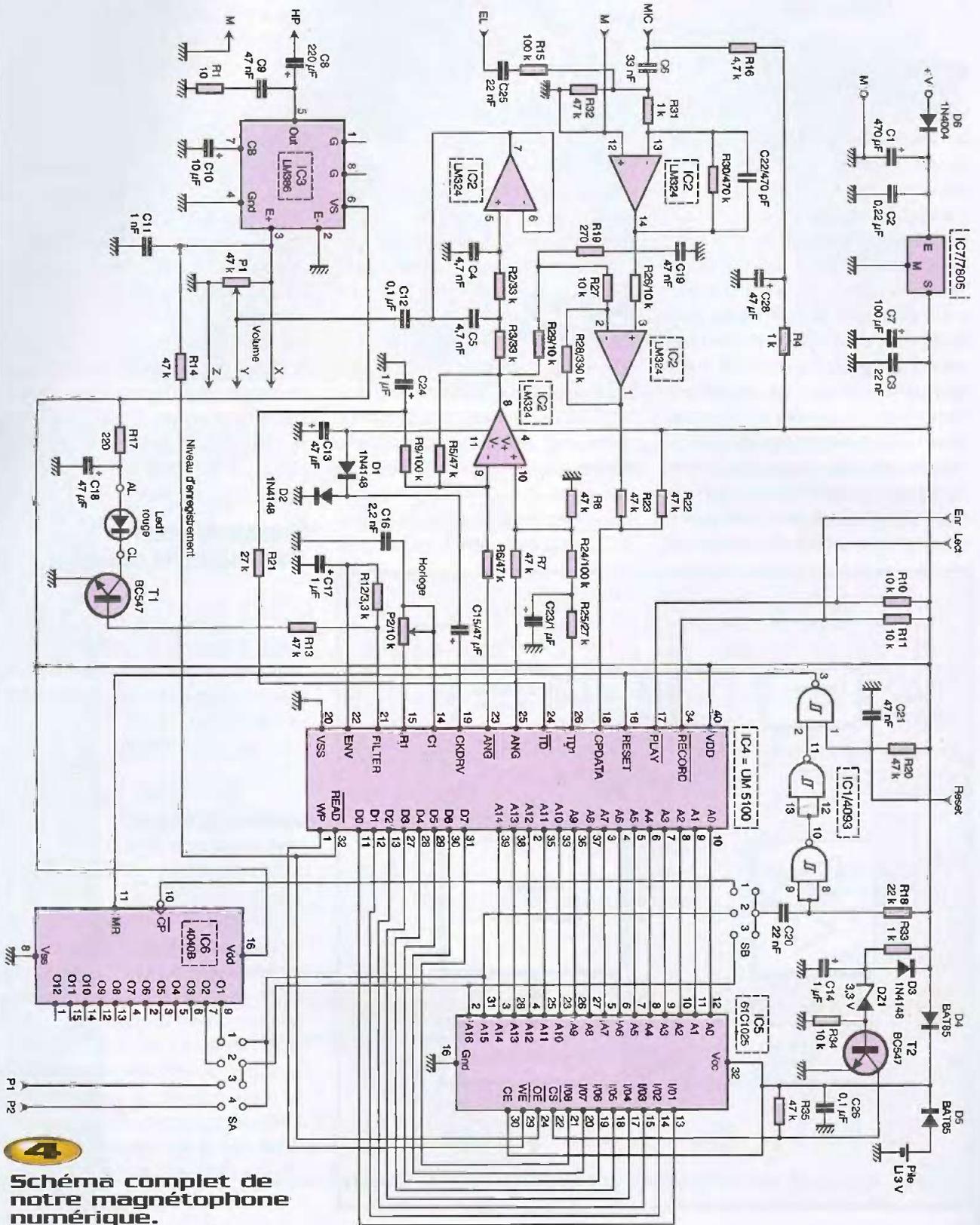


3 Synoptique interne simplifié du VP 1000

Comme une mémoire de 256 kilobits n'offre qu'une capacité d'enregistrement de 30 secondes environ, nous avons équipé notre message d'une mémoire de 1 Mégabit, à peine plus coûteuse. Il nous faut donc, pour cela, gérer ses lignes d'adresses A15 et A16. Ces lignes ne pou-

vant être pilotées directement par le VP 1000, elles sont reliées, via les straps SA dont nous verrons le rôle exact dans un instant, aux sorties d'un compteur binaire IC₆ qui n'est autre qu'un 4040 en technologie CMOS. L'entrée horloge de ce compteur étant

reliée à la ligne d'adresse A14 du VP 1000, il « continue » à compter au delà des capacités du circuit et permet donc, sans problème, de dépasser la barrière des 32 K. Afin que ce compteur parte toujours de 0, ce qui est essentiel pour un bon fonctionnement de l'ensemble, son entrée de



4

Schéma complet de notre magnétophone numérique.

remise à zéro ou RESET est reliée à celle de même nom du VP 1000.

Si l'intérêt d'utiliser une mémoire de grande capacité est de disposer d'un temps de synthèse plus long, il n'est pas dit que l'on ait besoin d'y faire appel dans tous les cas. Les straps SA permettent donc de choisir diverses options quant à la répartition de la capacité de la mémoire. Ainsi, avec SA1 et SA2 mis en place, toute la mémoire est utilisée pour un seul message d'une durée maximum de 2 minutes environ (selon la position de P_2). Avec SA1 et SA3 en place, deux messages peuvent être sélectionnés par mise à la masse ou au +5V de l'entrée P_1 ; chacun occupant une moitié de la mémoire. Avec SA3 et SA4 en place, quatre messages peuvent être sélectionnés selon les quatre combinaisons binaires appliquées à P_1 et P_2 ; chacun occupant un quart de la mémoire.

Bien sûr, pour que ces options aient un sens, il faut que le RESET du VP 1000 après enregistrement ou lecture soit effectué correctement. C'est au strap SB qu'est dévolu ce rôle car il peut, en effet, relier la circuiterie de RESET à A14 (quatre messages), à A15 (deux messages) ou à A16 (un message). Le fait de ne pas mettre en place de strap SB permet une répétition infinie du message sélectionné jusqu'à ce qu'un RESET manuel ait lieu par mise à la masse de la borne RST. Attention ! Cette opération ne doit être faite qu'en lecture car, si elle avait lieu en enregistrement, celui-ci ne prendrait jamais fin.

L'alimentation de la RAM mérite également

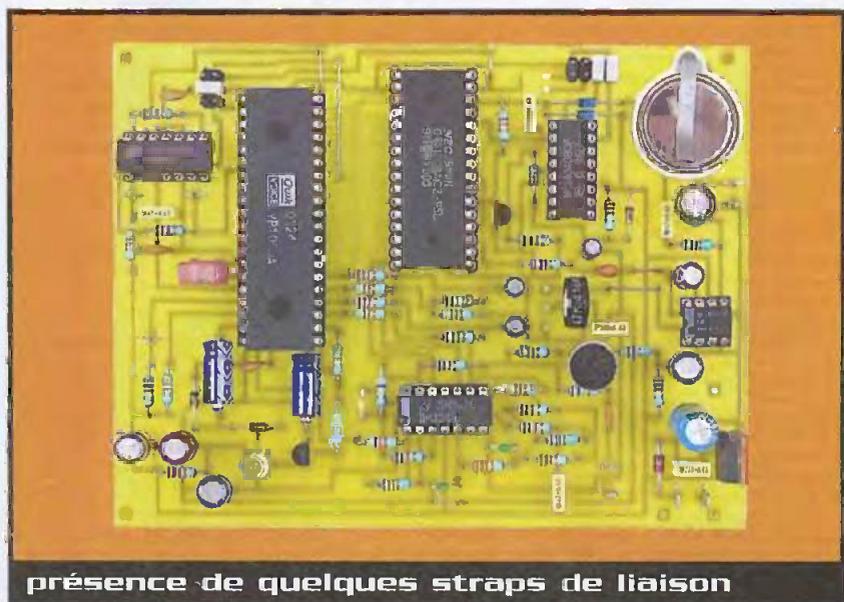
d'être examinée car, pour que celle-ci conserve son contenu même lorsque le module n'est pas alimenté, nous avons prévu une pile au lithium qui entre en action automatiquement pour toute coupure de l'alimentation. Afin que la RAM ne puisse être perturbée au moment précis de la disparition de la tension d'alimentation principale du module, la circuiterie réalisée autour de T_2 a dû être mise en place.

Lorsque le module est normalement alimenté, le transistor T_2 est saturé via R_{33} et DZ_1 . Il relie donc à la masse la patte de validation du boîtier mémoire /CS; celui-ci peut fonctionner normalement. Dès que la tension d'alimentation du module descend en dessous de 4V (les 3,3V de DZ_1 et la tension de seuil base - émetteur de T_2) le transistor T_2 se bloque faisant ainsi monter au niveau haut la ligne /CS de la mémoire. De ce fait, elle devient insensible à tout ce qui peut se passer sur ses lignes de contrôle. Simultanément, grâce à la diode D_5 , la pile au lithium prend la relève et alimente la RAM. Comme sa tension est de 3V et que la diode D_5 est une diode Schottky, caractérisée par un très faible seuil direct, la RAM reçoit au minimum 2,8V et les données qu'elle contient sont donc sauvegardées. En effet, ce type de mémoire, en position «standby» ou repos si vous préférez, est capable de sauvegarder son contenu dès que sa tension d'alimentation est au moins égale à 2V. En outre, sa consommation dans ce mode est très faible (de l'ordre de $2\mu A$) ce qui signifie que la pile au lithium peut alimenter la

mémoire pendant toute sa durée de vie soit environ 3 ans.

Les différents filtres et préamplificateurs visibles sur le synoptique de la figure 3 sont réalisés avec le quadruple amplificateur opérationnel IC_2 qui n'est autre qu'un classique LM324. Sa section 1 est le préamplificateur du micro dont le gain est fixé à 500. Remarquez que, outre une entrée bas niveau pour ce dernier, il est possible de connecter au montage une source à haut niveau via l'entrée EL. Ce premier étage est suivi par la section 2 montée en comparateur dont la sortie attaque l'entrée du codeur du VP 1000. La section 3 est montée en préamplificateur sommateur; elle est suivie par un filtre passe bas actif du deuxième ordre réalisé autour de la section 4 du LM324. Enfin, la sortie de cet étage attaque un LM386 qui n'est autre qu'un mini amplificateur de puissance dont le principal avantage est de pouvoir être alimenté en 5V. L'entrée de cet ampli est reliée à la ligne /READ du VP 1000 afin de le rendre silencieux lorsque la mémoire n'est pas en lecture, ce qui accroît le confort d'utilisation du montage en évitant toute génération de bruit parasite. Le potentiomètre P_1 permet de régler le volume de reproduction, de façon assez peu progressive mais largement suffisante pour ce type de montage. La tension d'alimentation négative nécessaire au LM324 est obtenue par un convertisseur à diodes et condensateurs réalisé autour de D_1 et D_2 en utilisant, comme source alternative, la sortie d'horloge du VP 1000. Cette horloge fixe bien évidemment la vitesse de conversion du VP 1000 et, donc, la qualité de la reproduction obtenue. Plus celle-ci est rapide, meilleure est la qualité mais, en contrepartie, moins grand est le temps d'enregistrement disponible. Afin que vous puissiez adapter le montage à vos besoins, sa fréquence est donc rendue réglable grâce au potentiomètre P_2 . Le transistor T_1 , relié à une des sorties du convertisseur delta, alimente une LED qui sert d'indicateur de modulation en position enregistrement. C'est un moyen assez grossier mais largement suffisant sur une telle application pour s'assurer que les signaux issus du micro ou de l'entrée ligne sont à un niveau correct.

Le déclenchement des phases d'enregistrement ou de lecture a lieu par mise au niveau bas de l'entrée correspondante ENR



présence de quelques straps de liaison

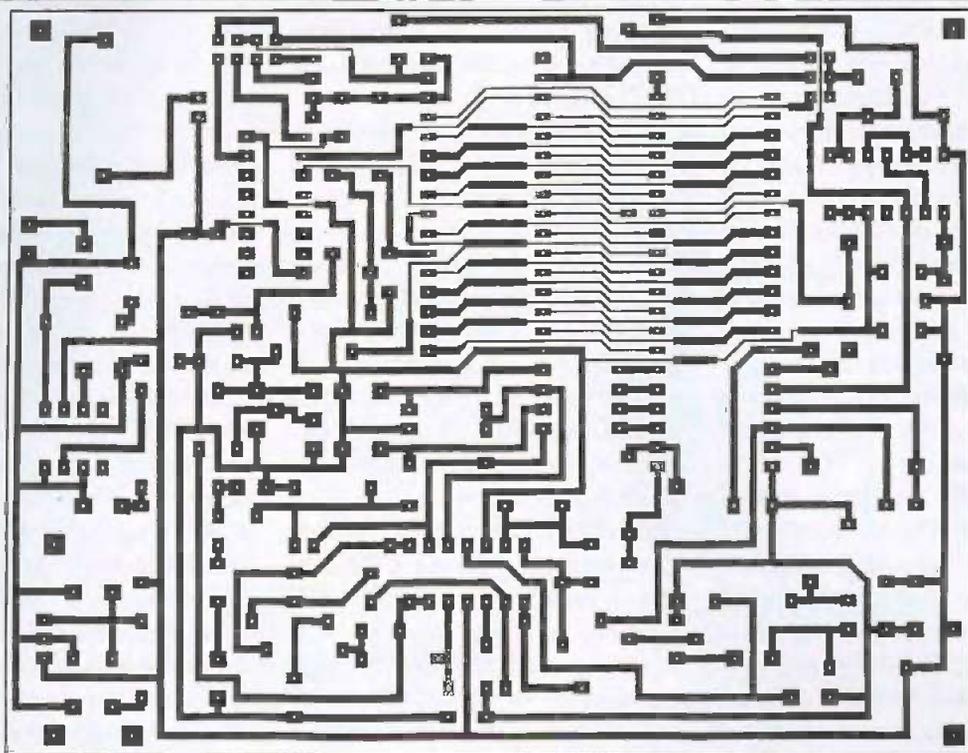
ou LECT et, même si la circuiterie de reset est gérée par la logique du montage comme nous l'avons vu ci-dessus, il est toujours possible de faire un reset forcé en reliant brièvement RESET à la masse. L'opération en cours est alors immédiate-

ment interrompue et le circuit revient en attente d'une nouvelle commande.

Réalisation

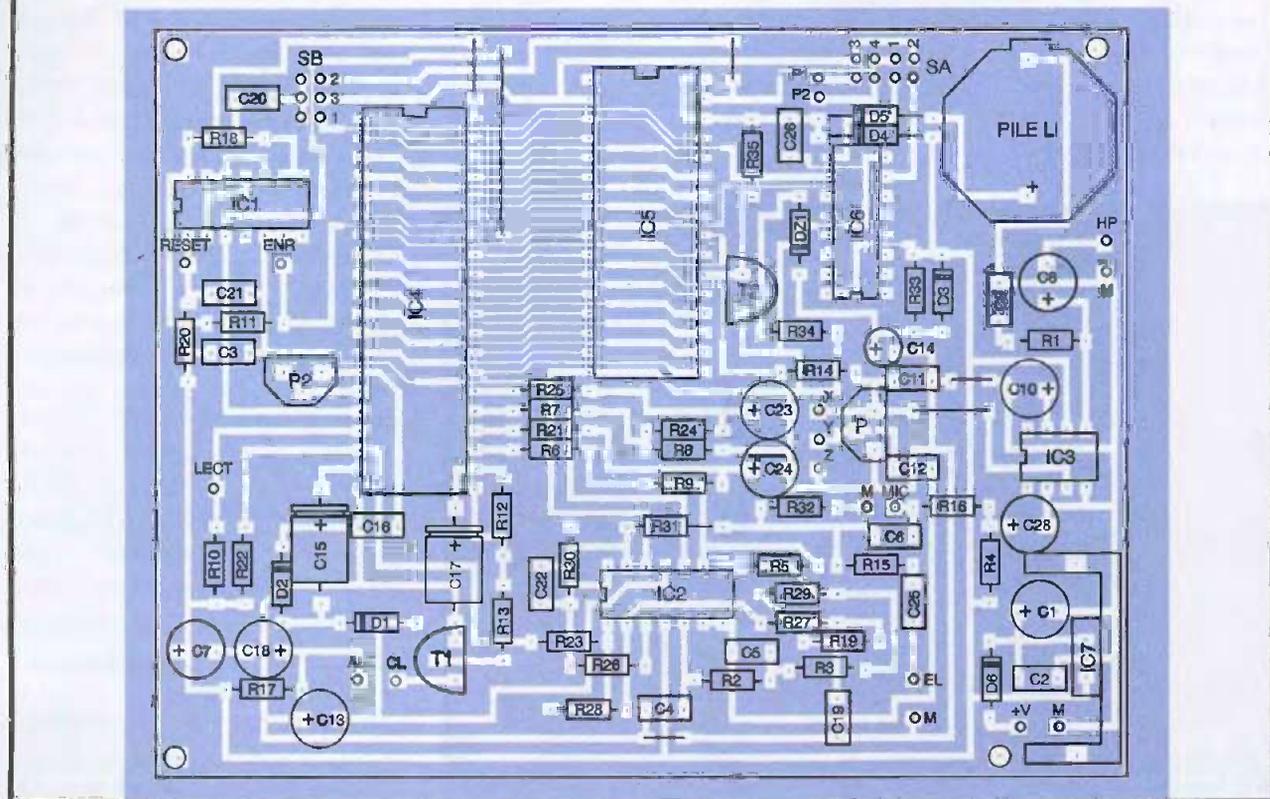
L'approvisionnement des composants ne

pose pas de problème une fois que l'on sait que le VP 1000 n'est disponible que chez LEXTRONIC qui en assure la distribution en France. Le modèle de pile au lithium choisi est le plus répandu sur le marché car c'est celui qui est utilisé pour la sauvegarde de la



5 Tracé du circuit imprimé.

6 Implantation des composants.



RAM CMOS de la majorité des PC. La RAM 1 Mégabits provient, quant à elle, de chez SELECTRONIC, mais ce composant n'a plus rien de rare et d'autres distributeurs peuvent en avoir en stock. Pour ce qui est du support 32 pattes, c'est une denrée quasiment introuvable aussi nous conseillons vous de le réaliser, comme nous l'avons fait sur notre maquette, avec des rangées de barrettes sécables à contacts tulipes.

Le circuit imprimé dont le dessin vous est proposé **figure 5** sera réalisé par méthode photo en raison de la finesse de son tracé. Il supporte tous les composants sauf, bien sûr, le haut-parleur. Avant de procéder au câblage des éléments, contrôlez soigneusement les pistes les plus fines, tant pour ce qui est des coupures éventuelles que pour ce qui est des courts-circuits avec les pastilles lors du passage entre les pattes des circuits intégrés.

L'implantation des composants ne présente pas de difficulté en suivant les indications de la **figure 6**. Veillez bien à ne pas mélanger les diodes ordinaires avec les diodes Schottky, leur marquage n'étant pas toujours très lisible surtout si elles sont en boîtier transparent. Ne montez pas la pile au lithium sur son support pour le moment, car cela aurait pour effet d'alimenter la RAM, ce qui n'est pas vraiment conseillé tant que le montage n'est pas terminé et essayé. Si vous souhaitez installer ce module dans un boîtier et déporter le potentiomètre de volume en face avant, notez que nous avons prévu à cet effet les pastilles X, Y et Z sur le circuit imprimé.

Enfin, bien qu'un emplacement soit prévu sur ce même circuit imprimé pour un radiateur destiné à IC₇, celui-ci n'est vraiment nécessaire que si vous utilisez une alimentation externe de tension supérieure à 9V et que vous faites fonctionner le montage à

fort volume sonore.

Avant de mettre votre module sous tension, contrôlez soigneusement votre travail et veillez à la bonne orientation des diodes et des condensateurs chimiques, assez nombreux sur cette réalisation.

Essais et utilisation

Reliez un haut-parleur d'impédance supérieure ou égale à 4 Ω au module ainsi qu'un micro, dynamique ou à électret. Dans le premier cas, la résistance R₁₆ ne sera pas câblée. Reliez une LED₁ aux points AL et CL et placez les deux potentiomètres P₁ et P₂ à mi-course. Mettez en place les straps SA1 et SA2 de façon à utiliser l'intégralité de la mémoire ainsi que le strap SB3 pour assurer un RESET à la fin de celle-ci. Connectez une alimentation délivrant 8 à 10V et pouvant débiter une centaine de mA.

Reliez, un court instant, le point ENR à la masse, ce qui met le circuit en enregistrement. Parlez alors devant le micro ; la LED doit s'allumer au rythme de la modulation et, au bout de plusieurs dizaines de secondes (80 à 160 environ, soit plus de 2 minutes, selon la position de P₂), l'enregistrement doit s'arrêter, ce qui est matérialisé par l'extinction de cette dernière. Reliez alors un court instant le point LECT à la masse ; le circuit passe en lecture et votre message est reproduit dans son intégralité. Pour accroître la qualité de reproduction (tout en diminuant le temps de synthèse) ou pour augmenter le temps de synthèse (en diminuant la qualité) ; vous pouvez agir sur P₂ qui règle la fréquence d'horloge du VP 1000.

Vous pouvez alors tester le rôle des divers straps. Si vous déplacez SB en 2 puis en 1 vous n'entendez plus que la première moitié, puis le premier quart de votre mes-

sage. Avec SB en position 2, SA2 enlevé et SA3 mis en place, vous pouvez sélectionner la moitié de message de votre choix en reliant le point P₁ à la masse ou au +5V. Avec SB en position 1, SA1 et SA2 enlevés mais SA3 et SA4 mis en place, vous pouvez sélectionner quatre messages par combinaisons logiques des points P₁ et P₂. Pour vous faciliter les choses, le **tableau 1** rappelle d'ailleurs les différentes combinaisons de straps et leurs rôles.

Mettez alors en place la pile au lithium dans son support. Faites un enregistrement, contrôlez sa qualité puis coupez l'alimentation du montage et attendez quelques secondes. Connectez à nouveau l'alimentation et mettez le montage en lecture. Votre message doit être reproduit comme si rien ne s'était passé. Sinon vérifiez la circuiterie localisée autour de T₂.

Notez également que, bien que ce module soit prévu pour recevoir une RAM de 1 Mégabits, rien ne vous interdit d'y monter une RAM 256 kilobits. Il suffit pour cela de la placer en partie basse du support 32 pattes, c'est à dire avec sa patte 1 sur la patte 3 de ce dernier. Il faut alors mettre en place SB1 et les straps SA sont sans effet. On ne dispose alors, compte tenu de la capacité de la RAM, que d'un message d'une durée de 30 secondes environ selon la position de P₂.

Utilisé seul, ce montage présente déjà un intérêt certain mais cet intérêt peut être accru en l'intégrant à une de vos réalisations ou à un montage du commerce. Nous vous faisons remarquer, à cet effet, que les commandes «lecture», «enregistrement», P₁ et P₂ sont des contacts fugitifs (ENR et LECT) ou permanents (P₁ et P₂) à la masse que l'on peut très bien réaliser avec de petits relais actionnés par la circuiterie de votre choix ou par des transistors montés en commutateurs.

Il est ainsi possible de télécommander toutes les fonctions de notre montage de «l'extérieur» ce qui lui ouvre d'innombrables horizons. Ce ne sont pas les seuls et nous vous inviterons, dans un prochain numéro d'EP, à découvrir des applications inédites de ce magnétophone numérique.

C. TAVERNIER

www.tavernier-c.com



Synthèse des fonctions des différents straps du montage.

Mémoire	Mode	SA1	SA2	SA3	SA4	SB1	SB2	SB3
1 Méga	1 message	F	F	O	O	O	O	F
1 Méga	2 messages (choix par P ₁)	F	O	F	O	O	F	O
1 Méga	4 messages (choix par P ₁ et P ₂)	O	O	F	F	F	O	O
256 K	1 message	X	X	X	X	F	O	O

Nomenclature

IC₁ : 4093 CMOS
IC₂ : LM324
IC₃ : LM386
IC₄ : VP 1000 (LEXTRONIC)
IC₅ : 61C1025 (ou RAM statique 256 k x 8 équivalente)
IC₆ : 4040 CMOS
IC₇ : 7805 (régulateur +5V, 1A, boîtier T0220)
T₁, T₂ : BC547 ou 548
D₁ à D₃ : 1N914 ou 1N4148
D₄, D₅ : BAT 85, BAR 28 ou équivalent (diode Schottky)
D₆ : 1N4004
DZ₁ : zéner 3,3V/0,4W
LED₁ : LED rouge (type quelconque)
R₁ : 10 Ω 1/4W 5% (marron, noir, noir)
R₂, R₃ : 33 kΩ 1/4W 5% (orange, orange, orange)
R₄, R₃₁, R₃₃ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)
R₉, R₁₉, R₂₄ : 100 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, jaune)
R₅ à R₈, R₁₃, R₁₄, R₂₀, R₂₂, R₂₃, R₃₂, R₃₅ : 47 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, orange)

R₁₈ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
R₁₀, R₁₁, R₂₆, R₂₇, R₂₉, R₃₄ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
R₁₂ : 3,3 kΩ 1/4W 5% (orange, orange, rouge)
R₁₆ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
R₁₇ : 220 Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, marron)
R₁₉ : 270 Ω 1/4W 5% (rouge, violet, marron)
R₂₁, R₂₅ : 27 kΩ 1/4W 5% (rouge, violet, orange)
R₂₈ : 330 kΩ 1/4W 5% (orange, orange, jaune)
R₃₀ : 470 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
C₁ : 470 µF 25 volts chimique radial
C₂ : 0,22 µF MKT
C₃, C₂₀, C₂₅ : 22 nF céramique
C₄, C₅ : 4,7 nF céramique
C₆ : 33 nF céramique ou MKT
C₇ : 100 µF/25V chimique radial
C₈ : 220 µF/25V chimique radial
C₉, C₁₉, C₂₁ : 47 nF MKT
C₁₀ : 10 µF/25V chimique radial

C₁₁ : 1 nF céramique
C₁₂, C₂₆ : 0,1 µF MKT
C₁₃, C₁₈, C₂₈ : 47 µF/25V chimique radial
C₁₄, C₂₃, C₂₄ : 1 µF/25V chimique radial
C₁₅ : 47 µF/25V chimique axial
C₁₆ : 2,2 nF céramique
C₁₇ : 1 µF/25V chimique axial
C₂₂ : 470 pF céramique
P₁ : potentiomètre ajustable carbone vertical de 47 kΩ
P₂ : potentiomètre ajustable carbone vertical de 10 kΩ
Pile bouton au lithium 3V CR 2032
Support pour pile bouton
Picots au pas de 2,54mm et straps associés
1 support de CI 40 pattes
1 support de CI 32 pattes (ou barrettes sécables à souder pour le réaliser)
1 support de CI 16 pattes
2 supports de CI 14 pattes
1 support de CI 8 pattes
Micro : micro dynamique ou à électret
2 fils
Haut-parleur : tout modèle d'impédance supérieure ou égale à 4 Ω

www.mini-neon.com

Le kit néon est vendu avec :

- Le néon 10 ou 30 Cm
- Le convertisseur 12V
- La connectique
- Un interrupteur.

MAGASINS

AUTOS *

ANIMATIONS LUMINEUSES

BATEAUX

12V

SCOOTERS *

PC

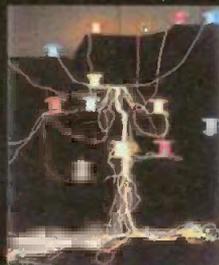
Le kit câble lumineux est vendu avec :

- 1.40m de câble lumineux
- Un convertisseur 12V
- La connectiques.

ENSEIGNES

ECLAIRAGES D'AMBIANCES

DECORATIONS



www.mini-neon.com

Mail : Infos@mini-neon.com

ORDINATEURS

HABITS

3ème FEU DE STOP

MOTOS *

AQUARIUMS

VOITURES *

Câble lumineux

* Utilisation interdite sur routes

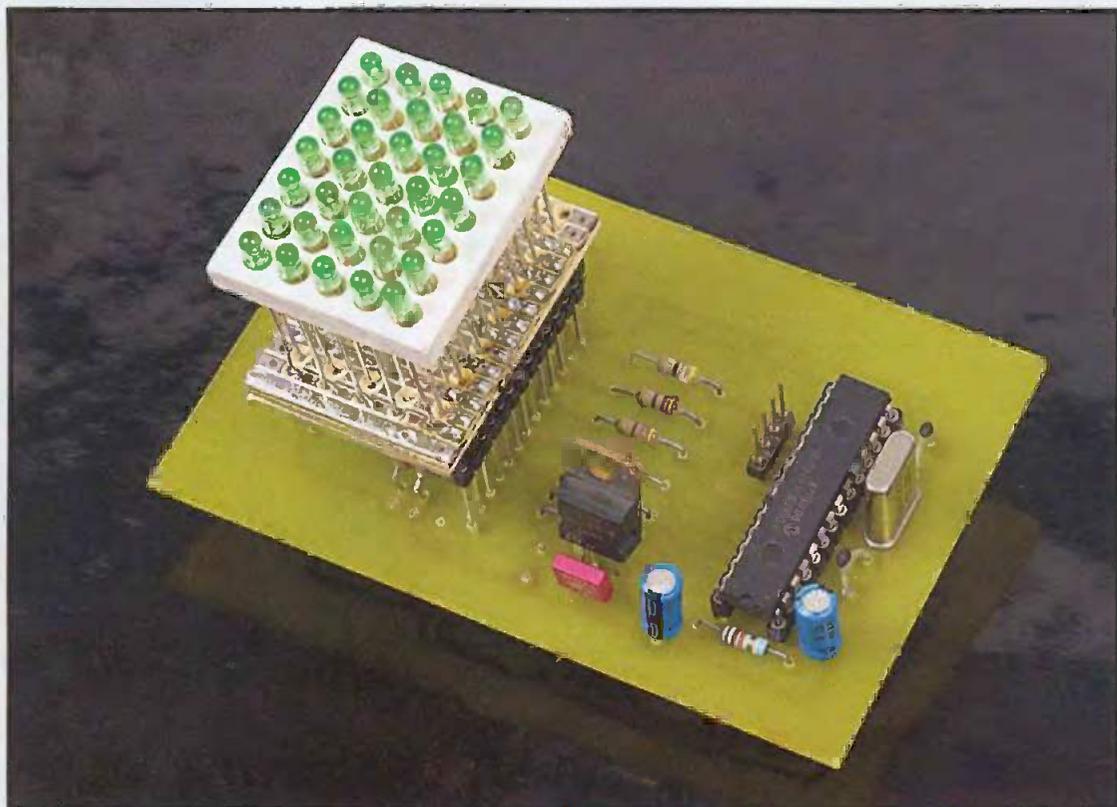
I2C en C sur PIC :

Un afficheur à LED

Le PIC 16F873

intègre un système de gestion et de commande des périphériques I2C via le port C. Il s'agit d'une des possibilités d'extension des capacités du processeur mais aussi d'un moyen de constituer des systèmes multi-processeurs communicants.

Nous vous proposons de découvrir dans cet article la configuration et l'utilisation de routines I2C en réalisant un afficheur à matrice de LED. L'ensemble des programmes est écrit en C à partir des outils décrits dans *Électronique Pratique* n°266 'Développement en langage C pour PIC'.



Le protocole I2C

Le protocole I2C a été développé par PHILIPS SEMICONDUCTEURS pour permettre de réaliser un bus de communication intra et inter cartes. Son utilisation est limitée à quelques mètres et à une vitesse de 1Mbits (dans le meilleur des cas, en général les périphériques fonctionnent à une vitesse de 100 kHz). Il s'agit d'un protocole de communication synchrone avec transfert des données sur une seule ligne. Le protocole de communication nécessite 2 lignes pour la commande de périphériques :

- une ligne horloge.
- une ligne données.

Les niveaux des signaux sont des niveaux standard TTL et les signaux sont référencés par rapport à une masse. La constitution générale d'une trame I2C est la suivante :

- le maître génère un start bit,
- le maître envoie les 7 bits de l'adresse de l'esclave et le type

d'opération (lecture ou écriture),

- l'esclave répond par un acquittement (acknowledge),
- le maître envoie les 8 bits de données,
- l'esclave répond par un acquittement,
- le maître génère un stop.

Cette description est celle des trames standards, pour certains circuits périphériques la constitution de la trame est étendue. Dans cet article, nous nous limiterons volontairement à la commande d'un circuit simple.

PIC et I2C

Les concepteurs du PIC ont eu la bonne idée d'intégrer la gestion des routines I2C en standard dans la plupart des modèles. Ainsi, le PIC 16F873, que nous allons utiliser, peut être paramétré pour commander la plupart des circuits I2C mais, aussi, pour être adressé comme un

circuit I2C. Il devient ainsi possible de fabriquer un périphérique I2C avec un PIC, ce dernier deviendra esclave sur le bus et pourra être commandé comme n'importe quel circuit I2C.

Nous nous limiterons, aujourd'hui, à l'utilisation du PIC comme maître sur le bus I2C, mais on peut imaginer construire un système I2C complet uniquement à l'aide de processeurs avec des fonctions dédiées à chacun.

Pour permettre la commande de circuits I2C, le PIC dispose de deux lignes de port dédiées :

- C₃ est le signal d'horloge du bus,
- C₄ est le signal de données du bus.

Un certain nombre de registres est utilisé pour la gestion du bus :

- SSPCON (adresse 14H) se charge de définir la configuration I2C (maître ou esclave) et de démarrer le port synchrone,
- SSPSTAT (adresse 94H) déter-

mine les contrôles à appliquer ainsi que le type de bus (SMBUS ou I2C),

- SSPADD (adresse 93H) est le diviseur qui fixe la fréquence du bus en fonction de la fréquence de l'oscillateur du PIC. La formule de calcul est la suivante :

$$* \text{clock} = F_{\text{osc}} / (4 \times (\text{SSPADD} + 1))$$

- SSPBUFF (adresse 13H) est le buffer d'émission/réception de données.

Dans le module I2C.C fourni avec cet article, vous retrouverez la fonction initI2C qui se charge de l'initialisation de ces registres pour une utilisation correcte du bus. En plus de ces registres, il est nécessaire de configurer et de traiter les interruptions pour l'utilisation de l'I2C. Pour cela un des bits suivants est utilisé :

- SSPIE (adresse PIE1.3) est le bit qui valide les interruptions I2C,

- PEIE (adresse INTCON.6) est le bit qui valide les interruptions périphériques,

- GIE (adresse INTCON.7) valide toutes les interruptions.

Une fois les interruptions validées pour l'I2C, le flag attaché à l'I2C s'appelle SSPIF et devra être traité dans la routine d'interruption suivant le schéma décrit ci-dessous.

L'envoi d'une trame I2C devra être réalisé de la façon suivante :

- le bit SEN (adresse SSPCON2) est mis à 1 ce qui a pour effet de déclencher une séquence de start bit sur le bus,

- Une fois le start bit généré, le PIC déclenche une interruption SSPIF,

- Le registre SSPBUF doit être chargé avec l'adresse de l'esclave I2C,

- L'adresse est envoyée sur le bus et l'acknowledge de l'esclave est attendu.

- Une fois l'acknowledge reçu (ou pas), une interruption SSPIF est générée,

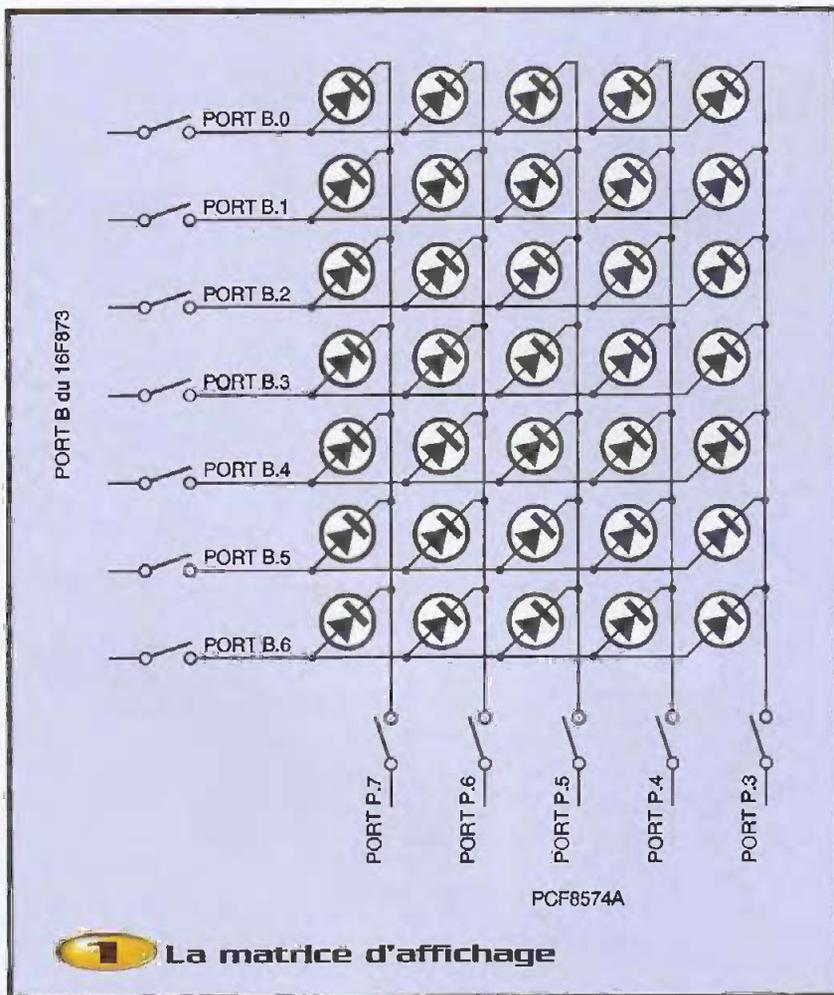
- Le registre SSPBUF doit être chargé avec la donnée à envoyer vers l'esclave,

- La donnée est envoyée sur le bus et l'acknowledge de l'esclave est attendu,

- Une fois l'acknowledge reçu (ou pas), une interruption SSPIF est générée,

- Une séquence de stop bit est générée en mettant le bit PEN à 1.

On voit qu'il est difficile, voire impossible, d'adresser un esclave I2C sans utiliser les interruptions du PIC. C'est le rôle de notre fonction d'interruption dans le module interrupt.c, celle-ci se charge de la gestion des différentes opérations une fois que le start bit a été déclenché (fonction writeI2C dans le module I2C.C).



1 La matrice d'affichage

A noter le bit ACKSTAT qui permet de déterminer si l'opération précédente s'est correctement déroulée.

Nous avons fait un tour sommaire des possibilités du PIC en I2C, sans être exhaustive cette description va nous permettre de piloter un circuit simple : le PCF8574.

Le PCF8574

Le PCF8574 est une extension à 8 entrées/sorties parallèles en I2C. Ce circuit se présente en boîtier DIL 16 pattes et est référencé de deux manières :

- PCF8574
- PCF8574A

L'adressage du PCF8574 est réalisé à l'aide des 3 broches A0, A1 et A2. Ainsi, il est possible de lui donner les adresses de 0 à 7 suivant que ses broches sont connectées au +5V ou à la masse.

L'adressage du PCF8574A est réalisé de la même façon, toutefois les adresses pourront varier de 70H à 77H, ce qui permet de multiplier le nombre de PCF8574 sur le même bus.

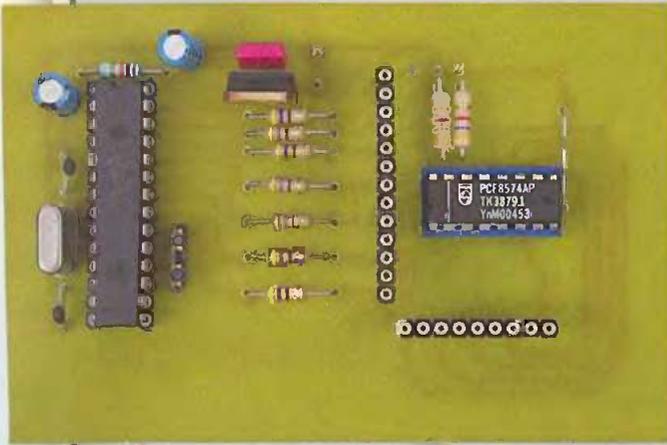
L'adressage du PCF8574

A2	A1	A0	ADRESSE
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

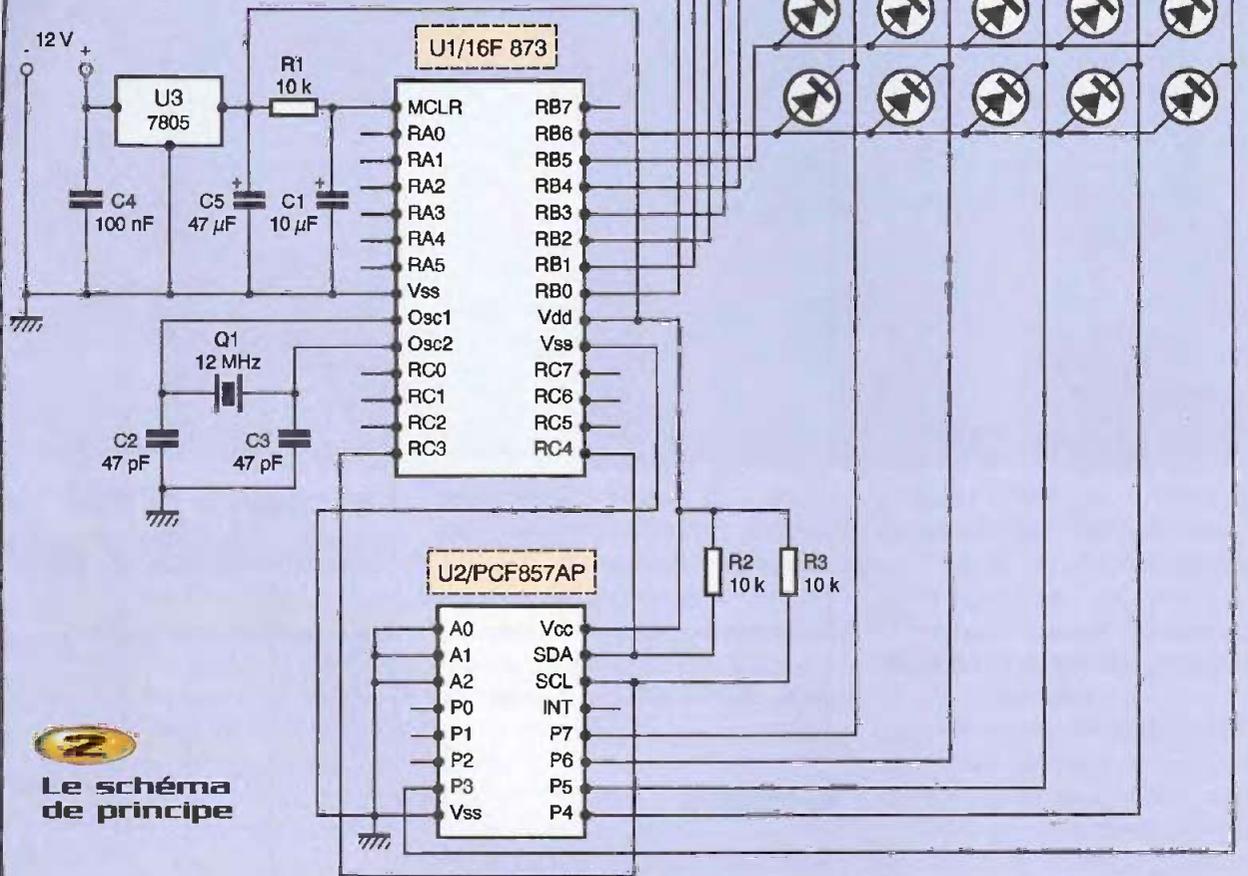
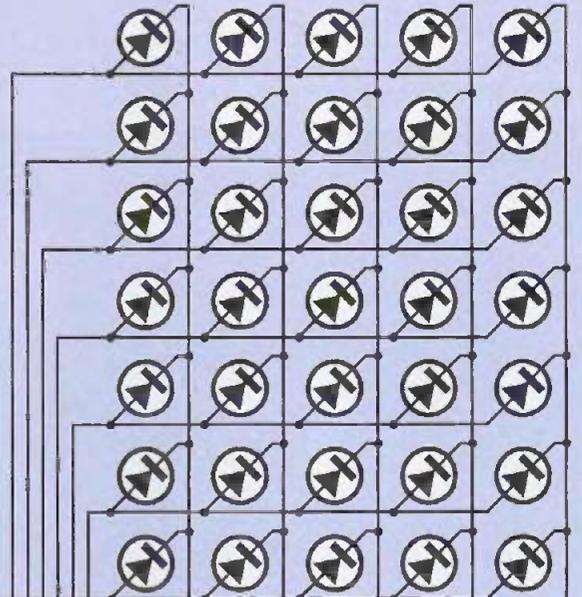
L'adressage du PCF8574A

A2	A1	A0	ADRESSE
0	0	0	0
0	0	1	71
0	1	0	72
0	1	1	73
1	0	0	74
1	0	1	75
1	1	0	76
1	1	1	77

Pour ce qui est des ports de sortie, le PCF8574 peut être utilisé soit en entrées, soit en sorties. Pour l'utiliser en entrées, il suffit de mettre des résistances de Pull-



MATRICE DE LEDS



 Le schéma de principe

Up sur les ports du circuit. Dans le cas où on veut utiliser les PCF8574 en sorties, il est à noter que ces ports sont capables de fournir une charge de 25mA, mais seulement lorsque le port est positionné au 0 logique, dans le cas contraire (port à 1) on ne dépassera pas les 400µA.

L'afficheur

L'afficheur que nous vous proposons de réaliser est une application directe du bus

I2C. En effet, la matrice d'affichage est constituée de 35 LED séparées horizontalement en 7 groupes de 5 LED. Chaque ligne horizontale est raccordée sur une ligne du PORT B du PIC, chaque ligne verticale étant raccordée à un port du PCF8574.

Le principe de commande des LED est identique à celui d'un écran à tube cathodique, il s'agit de mettre successivement à 1 les lignes horizontales, en contrôlant en même temps les lignes verticales. La rémanence des LED provo-

quera une persistance donnant l'impression de continuité. On procédera à des essais pour déterminer à partir de quelle fréquence on obtient un effet de scintillement.

Principe de câblage

Tout l'intérêt de ce montage réside dans sa modularité, en effet, comme la commande des lignes verticales est réalisée par un circuit I2C, on pourra multiplier le nombre de caractères et obtenir ainsi un

afficheur à 10 caractères, par exemple. Il suffira d'adresser le PCF8574 de chaque caractère pour obtenir une ligne complète.

On veillera, dans ce cas, à transistoriser les sorties du PORT B du PIC, en effet, il est déconseillé de tirer plus de 40mA sur une ligne de PORT.

Le programme

Le programme a été écrit en C pour le 16F873. Il permet d'afficher les 26 caractères de l'alphabet les uns après les autres.

On retrouve dans le programme les modules suivants :

- I2C.C assure l'initialisation du module I2C du PIC et gère l'envoi de données au module I2C,
- INTERRUPT.C assure la gestion des interruptions,
- TIMER.C est un module qui permet de gérer des temporisations (fonction DELAY()).
- MAIN.C est le programme principal dans lequel on trouvera également les constantes définissant les caractères. Après compilation et transfert du programme dans le PIC, on verra défiler les lettres.

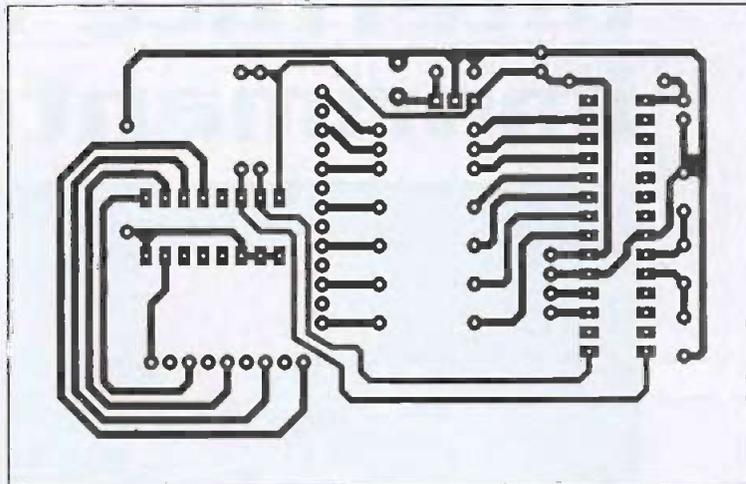
La réalisation

La réalisation de la platine ne pose pas de problèmes particuliers. On veillera à chauffer le bain correctement afin de réduire le temps de gravure évitant ainsi l'attaque des pistes.

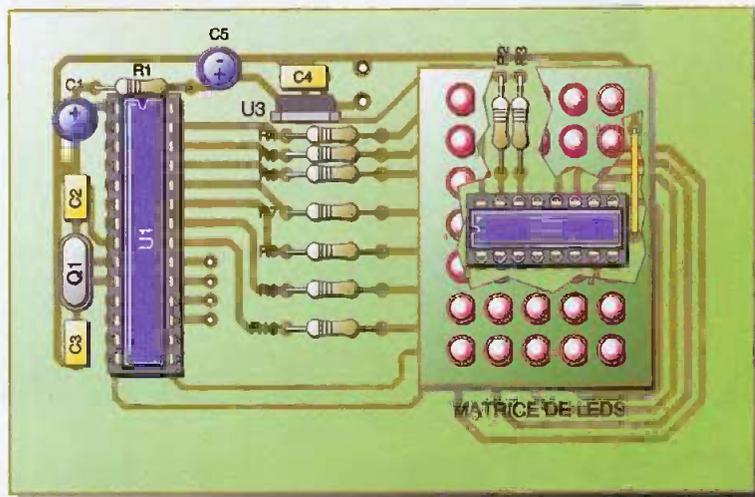
Pour la réalisation de la matrice de LED, nous avons utilisé deux morceaux de circuit type VEROBOARD montés dos à dos de façon à ce que les pistes se retrouvent perpendiculaires (voir photos). On évite ainsi de dessiner et de graver un circuit imprimé double face. On veillera, toutefois, à usiner les passages de LED pour éviter les courts-circuits. Cet usinage pourra être réalisé avec un foret de 6mm par exemple.

Conclusion

Bien que disposant de 22 lignes d'entrées sorties, le PIC 16F873 seul n'aurait pu permettre la commande de ce type de circuit. L'adjonction de périphériques I2C



3 Tracé du circuit imprimé



4 Implantation des éléments

permet, dans bien des cas, d'augmenter la capacité d'un processeur.

Nous verrons dans un prochain article qu'il existe également le bus SPI, voisin de l'I2C dans ses possibilités. Il ne s'agit pas d'un bus propriétaire. De nombreux constructeurs l'ont adopté et notamment MICROCHIP.

Sites Internet

Le site de l'auteur sur lequel vous retrouverez tous les sources et programmes de cet article et d'autres :

WWW.FREEPIC.FR.ST

J.P. MANDON

Nomenclature

R_1 à R_3 : 10 k Ω

R_4 à R_{10} : 470 Ω

C_1 : 10 μ F

C_2, C_3 : 47 μ F

C_4 : 100 nF

C_5 : 47 μ F

U_1 : PIC 16F873

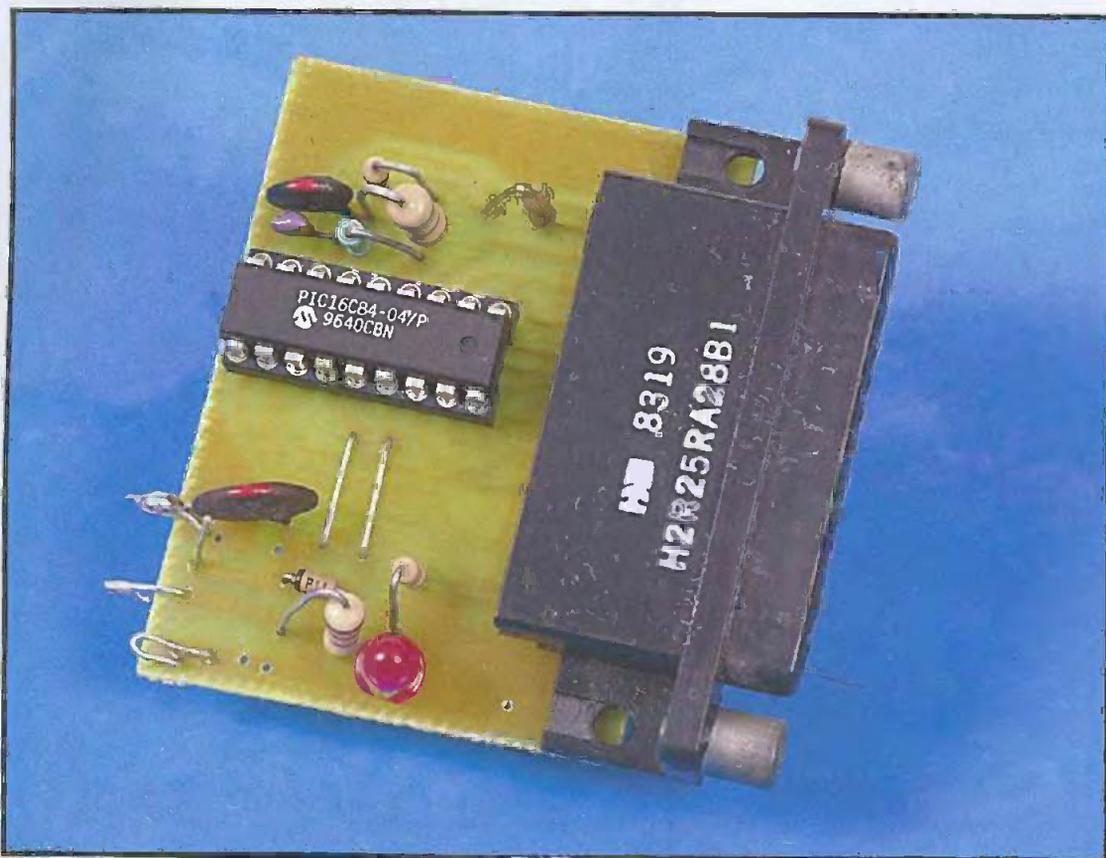
U_2 : PCF8574AP

U_3 : 7805

Q_1 : quartz 12 MHz

L_1 à L_{35} : LED

Interface bus LIN imprimante



Ce nouveau bus nous vient du monde de l'automobile. Ce bus, simple à mettre en œuvre et auto-baud, a été décrit dans EP274. Ce module est destiné à piloter une imprimante, quel qu'en soit le type. Une vieille imprimante à aiguilles fera parfaitement l'affaire dans le cas d'une application domotique par exemple.

Le module imprimante

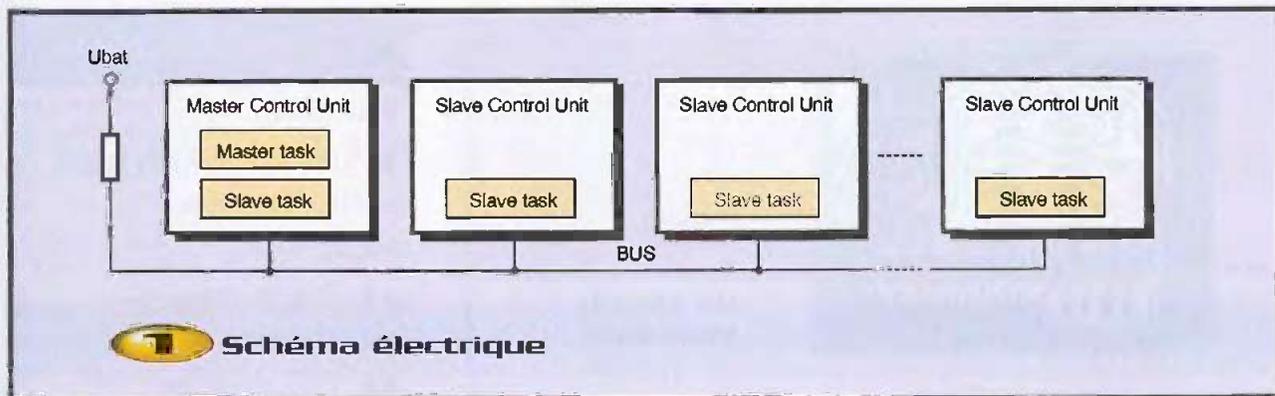
L'objectif, avec ce module, est double : réaliser un espion du bus pour développer en LIN puis, ultérieurement, offrir une sortie aux messages de service "au fil de l'eau" sur une imprimante.

Il évite aussi de monopoliser un PC comme espion lors de mises au point, l'imprimante et son interface sont plus facile à déplacer que le PC. Le bus LIN fonctionne avec un état haut à plus de 12V, pour simplifier, l'interface bus LIN n'a pas été montée sur la carte, le fonctionnement LIN se fera avec un bus à 5V. Pour une utilisation avec des tensions supérieures, il suffit de monter un diviseur de tension sur l'entrée, en mode espion l'interface ne répond jamais. La résistance R_0 et la diode D, protègent, de toutes façons, l'entrée LIN.

Le montage

Nous utilisons le PIC très classique 16F84. La caractéristique principale du protocole réside dans l'auto-détection de la vitesse. Dans ces conditions, il faut pouvoir gérer le protocole au niveau du bit, l'utilisation d'un microcontrôleur avec un module série intégré complique la gestion du protocole. Le quartz n'est pas, non plus, nécessaire. La **figure 1** donne le plan électrique. On constate un mélange des lignes de bus dans la liaison des données entre le bus Centronics et le PIC, cela permet d'avoir un circuit imprimé simple face sans strap. Le programme en tient compte. La sortie s'effectue sur un connecteur DB25 compatible PC, on utilisera un câble PC imprimante. Aucune alimentation n'est prévue sur la carte, l'interface utilise celle de l'im-

primante. En effet, de nombreuses imprimantes fournissent le +5V sur le port Centronics. Le +5V est disponible sur la ligne 18 de la prise, malheureusement le câble d'origine n'utilise pas cette ligne. Pour contourner le problème, il suffit de relier, en utilisant un câble avec une prise démontable, la ligne 18 (+5/cent) à la ligne 31, qui véhicule le signal de remise à zéro de l'imprimante. Il suffit ensuite, sur la carte LIN, de relier cette ligne (16 DB25) au +5V. Trois lignes de services sont absolument nécessaires. Le signal "strobe" est normalement à 1 (+5V), le PIC doit générer une impulsion à zéro pour indiquer qu'un caractère est disponible sur les lignes de données. Il peut le faire à condition que la ligne "busy", qui l'informe que l'interface est disponible, soit à zéro. Dès qu'un caractère est envoyé, elle

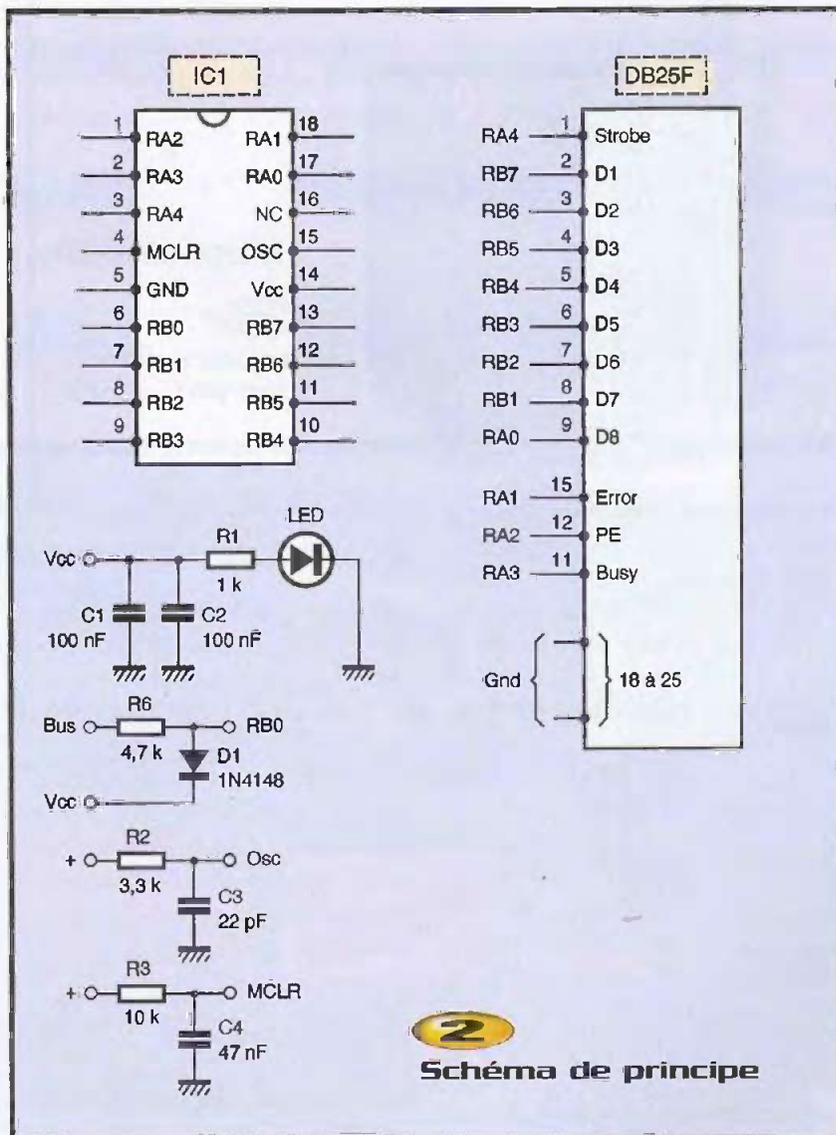


Il passe à un temps nécessaire à l'imprimante pour le digérer. Les imprimantes n'impriment pas systématiquement le caractère, mais attendent un retour chariot, un saut de ligne ou une ligne complète pour imprimer la ligne entière. Pour la forcer à imprimer la ligne en cours, il suffit de sélectionner l'imprimante. Enfin le signal erreur indique qu'il ne faut plus rien envoyer, suite à un problème. Le PIC reçoit aussi l'information " erreur papier ". Une LED indique la présence de la tension. Le port RBO a la charge de la liaison avec le bus LIN. En mode haute impédance, il reçoit les signaux, pour émettre il place la ligne à zéro. Une résistance de tirage au +5V assure le niveau 1. L'ensemble du montage tient dans la largeur d'une prise DB25, les composants sont montés debout. Le cuivre a été fait avec le logiciel de dessin freeware de B. Urbani, le fichier source permet de personnaliser son cuivre, pour une gravure directe le fichier " image " est aussi disponible.

La réalisation ne pose aucun problème. Le fichier exécutable précise la configuration, lors de la programmation, il faut vérifier que le chien de garde n'est pas autorisé et que l'oscillateur est du type RC. Quand le montage fonctionnera, il pourra être intéressant de mesurer la fréquence du signal d'horloge, de modifier la résistance et de constater que l'interface LIN fonctionne toujours !

Interface PC

L'interface PC-LIN décrit dans le n°274 va servir au dialogue avec le module imprimante pour réaliser les tests. Dans le cas d'une application, les messages pourront venir d'un autre module, par exemple d'une centrale d'alarme. Comme nous utilisons une tension haute de 5V, il faut



placer une diode zéner autour de cette tension (5V1) sur l'interface LIN-PC. On peut aussi passer la résistance R₁ de 100Ω à 470Ω pour réduire le courant demandé au PC.

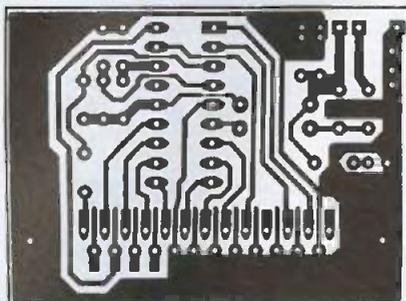
Le programme

Le source est disponible ainsi que les versions exécutable qui pourront être direc-

tement chargés dans le PIC. Avec le source, il faudra disposer de l'assembleur PIC de MICROCHIP, téléchargeable sur leur site.

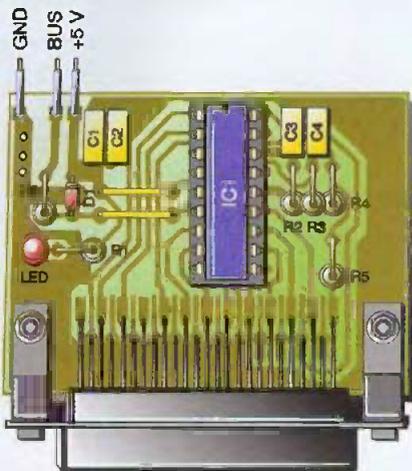
Afin d'être facile à modifier et, surtout, pour éviter les problèmes, le logiciel a été écrit le plus simplement possible, nous n'utilisons pas les interruptions ni des astuces trop pointues.

Dans toutes les versions, le début du pro-



3

Tracé du circuit imprimé



CONNECTEUR DB25 FEMELLE

4

Implantation des éléments

Nomenclature

- LED : LED
- PIC : PIC16F84 ou C avec support
- DB25 : DB25 femelle
- C₁, C₂ : 100 nF
- C₃ : 22 pF /oscillateur RC
- C₄ : 47 nF RAZ
- R₁ : 1 kΩ courant LED
- R₂ : 3,3 kΩ /oscillateur RC
- R₃ : 10 kΩ RAZ
- R₄ : 1,5 kΩ pullup Strobe
- R₅ : 220 Ω Strobe
- R₆ : 4,7 kΩ prot LIN
- D₁ : 1N4148 prot LIN

La figure 2 rappelle le format du paquet, la figure 3 celui de l'identifiant.

La figure 4 donne les codes d'erreurs, ceux ci, en dessous de 6, n'envoient pas le retour chariot, retour à la ligne afin de limiter le défilement du papier. Si la trame est correcte ou seulement avec l'erreur 6, elle est imprimée.

L'erreur 1 entraîne une impression en continue si la ligne LIN reste à zéro. Elle a été désactivée en modifiant une ligne de programme, pour l'obtenir à nouveau, il suffit de la remettre.

Le format est le suivant I DD..DD CK VITESS. Le I correspond à l'octet identifiant, D pour les données au nombre de 2, 4 ou 8 en fonction de I, puis l'octet de la somme de contrôle reçu et enfin la vitesse. Un double espace sépare chaque bloque, un espace simple pour

gramme est toujours le même : initialisation des ports, envoi du message de présentation. Viens ensuite la boucle principale qui, dans notre cas, appelle le programme de réception de trame LIN. Au retour, si la valeur du registre W du PIC est à zéro, la trame est affichée puisqu'il n'y a pas d'erreur. Dans l'autre cas, on affiche la valeur de W et le message d'erreur.

Le programme de réception est plus complexe. Les programmes de mesure du temps forment le noyau central.

Le programme d'attente logiciel est à l'image de ceux-ci et permet la gestion du temps pour effectuer la lecture des bits de la trame. Pour simplifier le programme, on détermine la vitesse uniquement en mesurant le temps du bit de départ. Pour être à la norme, il aurait fallu faire une moyenne. Une fois le temps connu, la réception est classique, l'analyse de l'octet identifiant permet de connaître la longueur de la trame. Tous les sous-programmes d'attente sont équipés d'un temps maximum d'attente (timeout). En cas de dépassement, le programme est routé vers la gestion d'erreur. Ce timeout est plus grand que celui préconisé dans la norme.

Mise en route

Avant de monter le PIC sur son support, il est préférable de vérifier l'alimentation. Si tout est correct, à la mise sous tension le message de présentation "@X.FENARD 2003 Lin_print OK" doit apparaître et la sonnette (bell) doit se faire entendre. Le module est prêt à espionner les trames qui circulent sur le bus LIN. Les performances en vitesse seront fonction de l'imprimante et de la taille de son buffer.

Tête (envoi par le Maître)			Temps	Réponse (esclave) ou Message (Maître)		
Break	Synchro	Identifiant		Dat ...	Dat	Somme de contrôle

5 Format du paquet

ID0	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	P0	P1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

ID0...ID3	Identifiant cible ou commande
ID4, ID5	Longueur du paquet : 00 ou 01 pour 2 octet de data, 10 pour 4 et 11 pour 8
P0	Contrôle de parité P0 = ID0* ID1* ID2* ID4 avec * : ou exclusif
P1	Contrôle de parité P0 = ID1* ID3* ID4* ID5 avec * : ou exclusif

6 L'identifiant

la séparation des octets. Le bus LIN est auto adaptif en vitesse, la vitesse sur 16 bits donne la valeur mesurée sur le compteur de temps interne. Sa valeur absolue n'a pas d'importance puisque le compteur n'est pas étalonné, de plus le microcontrôleur est cadencé avec un simple circuit RC. Toutefois, on doit observer que sa valeur est divisée par deux à chaque fois que l'on multiplie la vitesse pas deux. Enfin, aux vitesses élevées, sa valeur ne doit pas être trop petite.

Code d'erreur	
1	Temps synchro_break trop long
2	Écart synchro_break et synchro_field trop long
3	Temps start bit trop long
4	Synchro_field pas correcte 0x55
5	Attente start bit trop long
6	Erreur somme de contrôle



Sur le prototype, on a obtenu 0x005C à 2400 bauds, 0x002C à 4800 bauds et 0x0015 à 9600 bauds.

A 19200 bauds, le code erreur 01 apparaît signifiant la fin de la bande passante, l'interface 5V en open collecteur avec une résistance de charge élevée explique cela, on note déjà la faible valeur du compteur :0x0015 à 9600 bauds.

le programme vers son application. La particularité du bus LIN réside dans l'autobaud. Avec cela, on a la certitude de pouvoir passer des données avec une très grande latitude de charge capacitive sur le bus.

L'interface LIN 5V offre une alternative intéressante au bus propriétaire I2C et one wire dans les domaines d'applications en partie similaire. Dans sa version " légère " le logiciel LIN doit entrer dans un petit PIC type 12C508.

Evolution du logiciel

L'objectif de réaliser un espion LIN est atteint avec ce programme. Les sources peuvent servir de base pour faire évoluer

X. FENARD

[http://xavier.fenard@free.fr](mailto:xavier.fenard@free.fr)

CARTE D'ACQUISITION SUR BUS PCI et PORT USB

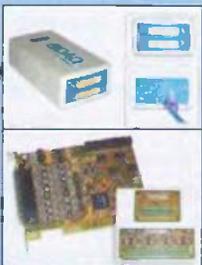
* De 8 à 64 voies d'Entrée Analogique 14-Bits

* Jusqu'à 4 voies de Sortie Digitale 14-Bits

* De 24 à 32 voies d'Entrée/Sortie Digitale avec compteur/timer

* De 16 à 32 voies d'Entrée/Sortie Relais

* 16 voies d'Entrée RTD/Thermocouple



IDENTIFICATION SANS CONTACT PAR TRANSPONDEUR

Application : Contrôle d'accès, identification des personnes, des animaux et des objets. Les transpondeurs sont avec (ou sans) mémoire et sont disponibles sous forme de badge, porte-clé, jeton, tag...



LECTEUR BIOMÉTRIQUE

Le lecteur Biométrique Précise 100 A est l'un des plus petits lecteurs à empreinte digitale au monde.

Les informations acquises par l'empreinte digitale de votre doigt vont être enregistrées sur votre serveur ou votre PC.

So facilité d'utilisation et son faible coût fait de cet appareil un outil sûr pour la sécurisation de votre PC. D'autres références existent, NC.



LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE A PUCE

Le système de développement BasicCard PRO2 comprend : 1 Lecteur/Encodeur CyBermouse (Série ou USB)

- 1 BasicCard 2 Ko EEprom
- 2 BasicCard 8 Ko EEprom
- 1 BasicCard 16 Ko EEprom (ZC 5.4)
- 1 Lecteur avec afficheur LCD (Balance Reader)
- 1 CD avec logiciel de développement
- 1 Manuel



PROGRAMMATEUR ET MULTICOPIEUR UNIVERSEL, AUTONOME, PORTABLE



LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE MAGNÉTIQUE



EMULATEUR D'EPROM ET DE MICROCONTROLEUR



SYSTEME DE DÉVELOPPEMENT VHDL



- Lecteur simple sur port série, keyboard, USB et TTL
- Lecteur/encodeur sur port série

TMS DSP



CARTES D'ÉVALUATION AVEC CPU



- 68HC 11/12/16
- 68 332
- 80C 552
- 80C 31/51
- 80C 535

COMPILATEUR C & ASSEMBLEUR



- 68HC 11/12/16
- 68 332
- 80C 31/51/552
- MICROCHIP PIC

27, rue Voltaire
72000 LE MANS

Tél : 02 43 28 15 04
Fax : 02 43 28 59 61

<http://www.hitechtools.com>
E-mail : info@hitechtools.com

HI TECH TOOLS (H.T.T.)

Programmateur pour μ C

AT89C51, AT89C52 et AT89C55



Les microcontrôleurs AT89C51, AT89C52 et AT89C55 remplacent avantageusement les traditionnels 87C51 et 87C52. Même si, pour l'essentiel, ils en reprennent l'architecture, ils se différencient par l'intégration d'une mémoire Flash au lieu d'une EPROM (4Ko pour le AT89C51, 8Ko pour le AT89C52 et 20Ko pour le AT89C55).

Vendus à un prix approchant leurs équivalents EPROM OTP, ils deviennent donc des composants de choix pour les amateurs qui peuvent les réutiliser à loisir sur de nombreux montages différents. Mais, pour cela, il faut disposer d'un outil permettant de les programmer facilement, ce que nous vous proposons de réaliser avec nous ce mois-ci.

Contrairement à de nombreux microcontrôleurs concurrents, les microcontrôleurs AT89C51, AT89C52 et AT89C55 se programment de façon parallèle (par exemple, les P89C51RD se programment à la fois par la liaison série ou de façon parallèle). Dans ce mode de programmation, il faut présenter les adresses et les données de façon stable sur les broches du microcontrôleur afin de programmer les octets les uns après les autres. Pour cela, on fait généralement appel à un second système à microcontrôleur ou à microprocesseur. Ceci pose, bien entendu, l'éternelle question «qui de la poule ou l'œuf ?». En effet, pour programmer le microcontrôleur qui sert à réaliser le programmeur, il faut un autre programmeur, lui-même étant suscep-

tible d'avoir été réalisé à l'aide d'un microprocesseur. On tourne en rond ! Si l'on remonte dans le temps, de génération de programmeurs en génération de programmeurs, on s'aperçoit qu'il a bien fallu un jour programmer les mémoires des premiers systèmes à la main ! Et ce fut effectivement le cas !

Fort heureusement, de nos jours, l'utilisation d'un PC (un système à microprocesseur donc) résout bien des problèmes dont celui qui nous préoccupe aujourd'hui (il ne viendrait à l'esprit de personne de chercher à réaliser un programmeur d'EPROM entièrement manuel à notre époque !). Cependant, avec l'avènement des systèmes d'exploitations 32 bits, l'accès aux ports physiques de la machine (port parallèle par exemple) n'est plus permis à moins de faire appel à un driver spécifique. De nombreux drivers ont été développés pour permettre aux bricoleurs éclairés de continuer à «bidouiller» avec brio autour du port parallèle. Cependant, ces drivers ne sont pas toujours très stables car, bien trop souvent, ils ouvrent de nombreuses «portes» laissant les registres du PC à la merci

des applications indécrites ou mal développées. D'ailleurs ceci explique fréquemment que des systèmes pourtant réputés très stables (tels que Windows 2000 Pro ou Windows XP pro) se plantent lamentablement lorsque des utilisateurs trop confiants ont laissé des logiciels douteux s'installer avec des droits d'administrateur. Forts de quelques expériences malheureuses dans ce domaine, nous avons décidé de ne plus utiliser ces «sharewares» ou «freewares» qui pourraient mettre en péril les PC de nos lecteurs. Que faire donc ? Ne plus utiliser le port parallèle en attendant de trouver le temps d'écrire nous-même un driver stable (et libre de droits).

En attendant, il nous reste, bien sûr, le port série pour lequel l'API de Windows offre tous les services de base pour continuer d'y accéder en toute liberté (à condition de laisser le soin au système de gérer les couches basses). Cependant, l'utilisation conventionnelle d'un port série suppose que l'autre côté de la liaison se trouve un système avec une UART qui doit, bien évidemment, être gérée par un système à microprocesseur. On tourne en rond à nouveau.

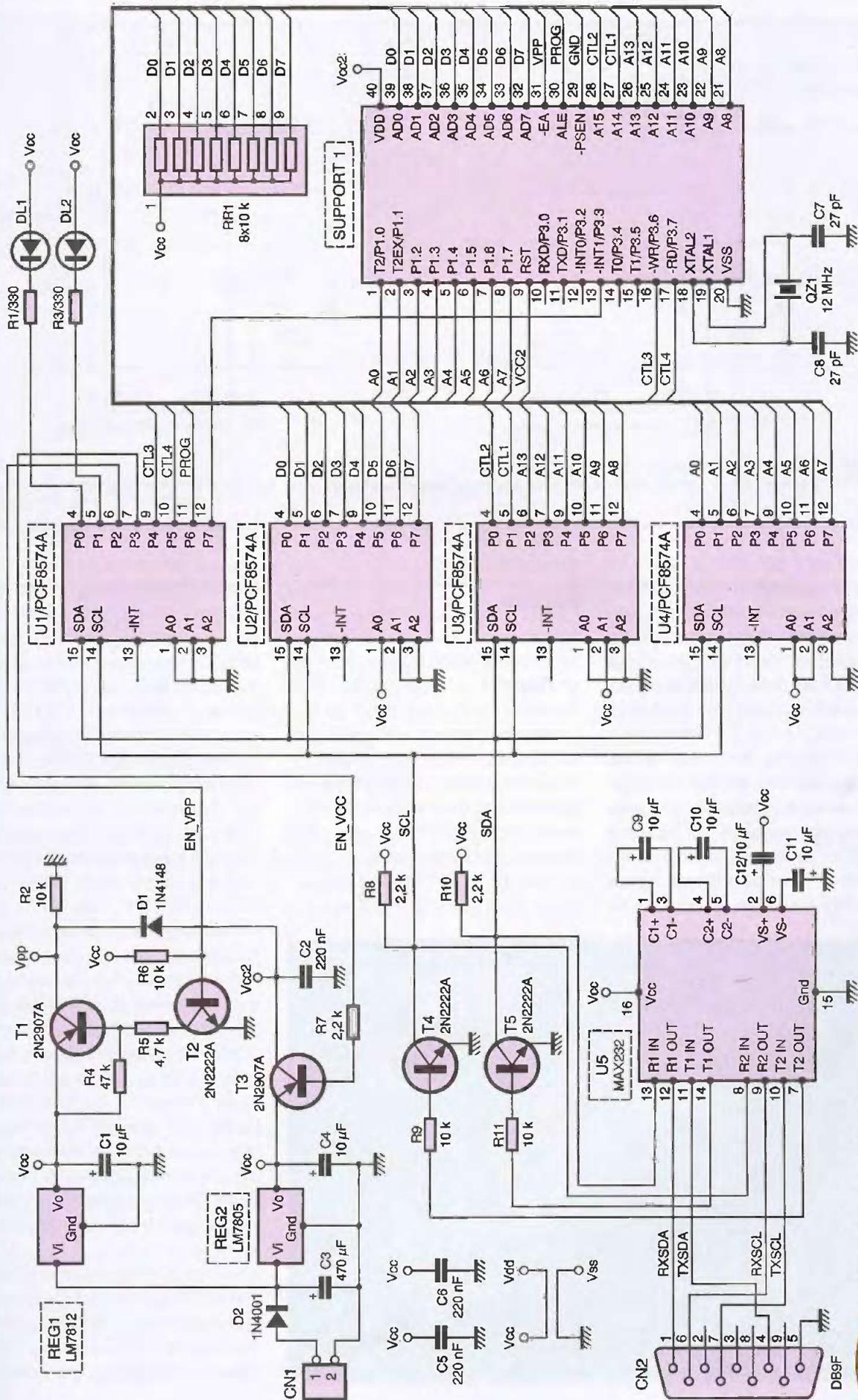
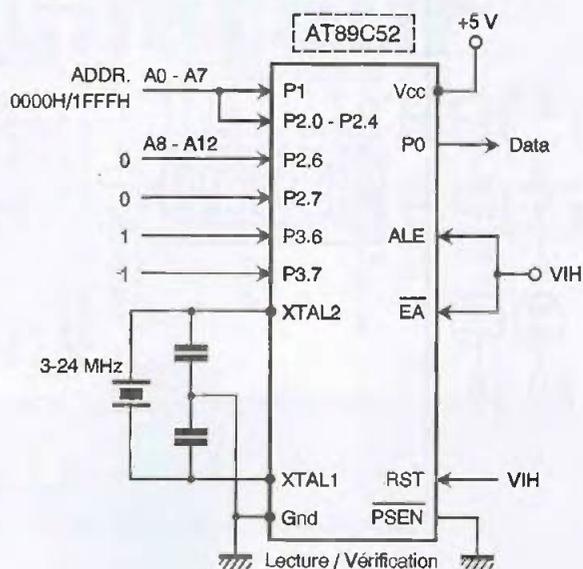
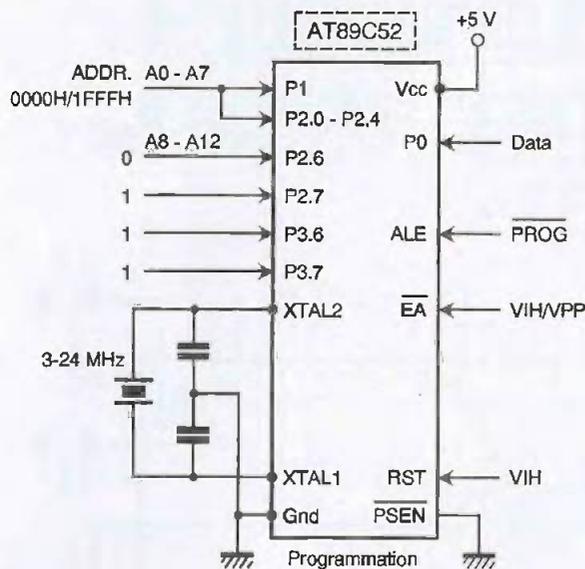


Schéma de principe



2 Configuration du support pour les opérations de programmation et lecture/vérification

Fort heureusement, il est possible malgré tout d'utiliser le port série de façon non conventionnelle car les fonctions de l'API de Windows permettent de manipuler librement les signaux de contrôle de la liaison RS232. C'est en partant de ce constat que nous est venue l'idée d'utiliser les signaux de contrôle d'un port RS232 pour simuler le protocole d'un bus I2C. Certes, le taux de transfert que l'on obtient, dans ce cas, n'est pas très élevé, mais cela reste acceptable pour certaines applications à l'usage occasionnel. Dès lors que nous disposons d'un moyen de piloter un bus I2C, il devient possible de piloter de nombreux signaux parallèles par une liaison série à l'aide des

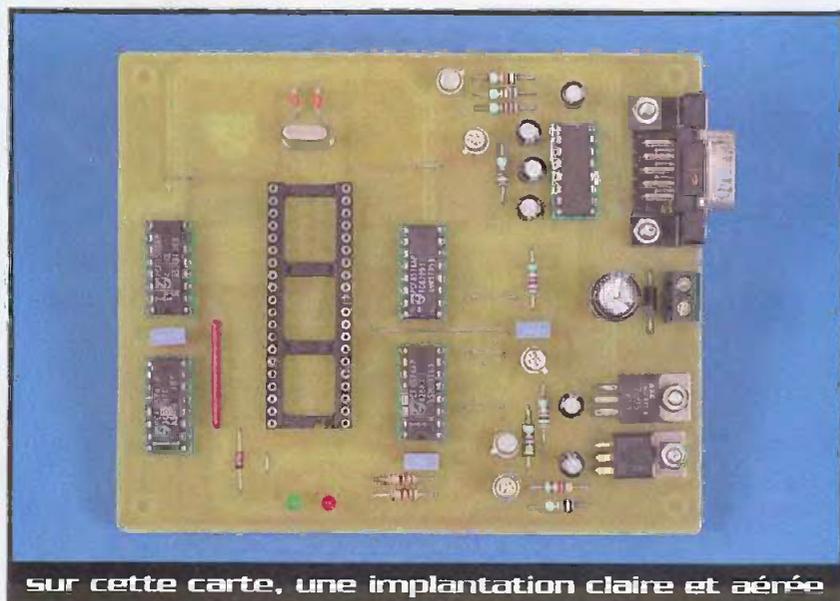
circuits PCF8574, comme vous allez le découvrir tout de suite.

Schéma

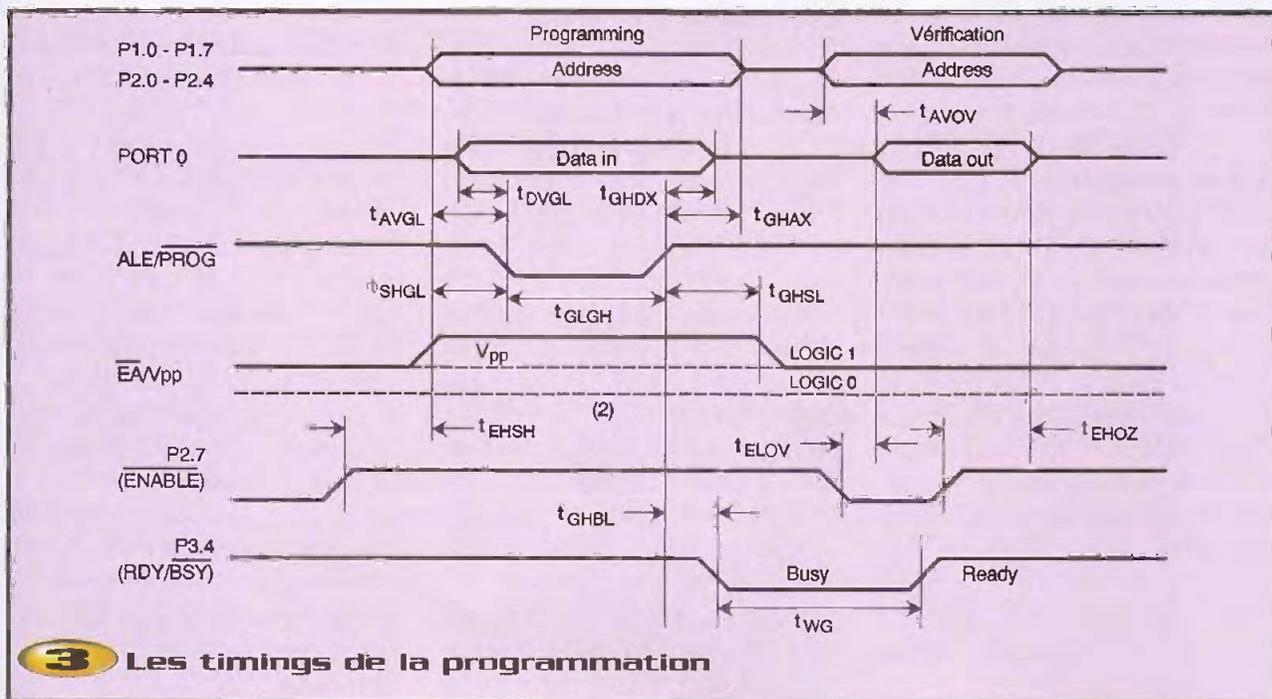
Le schéma de notre montage est reproduit en **figure 1**. Comme vous pouvez le constater, notre montage repose sur l'utilisation intensive des circuits PCF8574. Ces circuits disposent de 8 lignes bidirectionnelles. Afin d'être en mesure de piloter les lignes nécessaires à la programmation des microcontrôleurs AT89C5x, il nous a fallu en disposer au moins quatre de ces circuits sur notre schéma. En effet, pour programmer un circuit AT89C5x, il faut imposer sur

ses broches l'état correspondant aux 13 bits d'adresse et 8 bits de données de l'octet à programmer, tout en contrôlant l'état de 7 signaux de contrôle et en contrôlant les tensions VCC et VPP nécessaires. Ajoutez à cela deux signaux pour commander des diodes LED et vous arrivez aux 32 signaux que pilotent nos PCF8574 (U_1 à U_4). Le réseau résistif RR_1 n'est pas strictement indispensable à notre schéma puisque les circuits PCF8574 intègrent déjà des résistances de Pull-Up. Cependant, nous avons préféré l'ajouter pour diminuer la sensibilité du montage aux perturbations électriques externes, car les résistances de Pull-Up intégrées dans les circuits PCF8574 peuvent monter jusqu'à 100 k Ω . Pour les autres signaux, nous n'avons pas jugé cela nécessaire car le circuit à programmer contient également des résistances de Pull-Up sur les ports concernés, qui viennent en parallèles de celles des circuits PCF8574. Vous n'êtes pas obligés de monter le réseau RR_1 , mais si vous constatez que le montage est un peu trop sensible aux perturbations extérieures (par exemple lors de la mise en route d'un équipement électrique à proximité du montage) pensez à ajouter RR_1 sur votre montage.

Les circuits PCF8574 se pilotent au moyen d'un bus I2C qui n'a bien évidemment rien à voir avec une liaison RS232. Nous avons reconstitué le bus I2C au moyen de deux signaux en émission et deux signaux en



sur cette carte, une implantation claire et aérée



3 Les timings de la programmation

réception de la liaison RS232. Pour respecter la topologie en collecteur ouvert des signaux SDA et SCL, nous avons fait appel aux transistors T_4 et T_5 , lesquels seront pilotés en émission par les signaux DTR et RTS issus directement de la liaison RS232. Les signaux DCD et DSR permettront de relire l'état des lignes SDA et SCL. Le circuit MAX 232 (U_5) se chargera de mettre à niveau les signaux de la liaison RS232 grâce à ses convertisseurs DC-DC internes. Les condensateurs C_9 à C_{12} sont nécessaires au fonctionnement interne des convertisseurs du circuit U_5 .

Le programme qui accompagne ce montage est capable de fonctionner avec des circuits PCF8574 ou PCF8574A, à condition de monter la même référence de composant sur les quatre circuits à la fois (U_1 à U_4). La différence entre un circuit PCF8574 et un circuit PCF8574A réside dans l'adresse de base à laquelle le circuit répond sur le bus I2C. Les circuits PCF8574 répondent à l'adresse de base 0x20 (lorsque les entrées A0, A1 et A2 sont reliées à la masse) tandis que les circuits PCF8574A répondent à l'adresse de base 0x38 (0x40 et 0x70 si l'on inclut le bit RW dans l'octet d'adresse). Par défaut, lors de la 1ère mise en service, notre programme suppose que vous avez monté des circuits PCF8574A sur le montage. Si votre revendeur distribue uniquement des PCF8574,

vous pourrez les utiliser en modifiant une option du programme. Cette information sera enregistrée dans la base des registres de sorte que vous n'aurez à la modifier qu'une seule fois. Nous y reviendrons un peu plus tard.

L'oscillateur interne du microcontrôleur à programmer doit fonctionner pendant les différentes opérations de «lecture/programmation/effacement» pour permettre à la logique interne du microcontrôleur d'acheminer les données aux cellules mémoires concernées.

L'oscillateur est mis en œuvre de façon clas-

sique à l'aide du quartz QZ, et des condensateurs C_7 et C_8 (voir figures 2 et 3).

Les tensions de programmation appliquées au support doivent pouvoir être commutées afin de couper l'alimentation du circuit à programmer pendant les phases d'installation sur le support (pour ne pas endommager le composant).

Les transistors T_1 et T_3 seront pilotés par le circuit U_1 dans ce but. Le programme associé à ce montage vous indiquera à quel moment vous pouvez manipuler sans risque le circuit qui est placé sur le support (lorsque toutes les broches du support seront placées à 0V).



L'incontournable prise SUBD9

L'alimentation du montage est confiée au régulateur REG₂, qui fournira également la tension 5V nécessaire au composant à programmer via le transistor T₃. Notre montage ne contient pas de dispositif pour détecter une surconsommation du composant placé sur le support. Il ne pourra donc pas détecter si le composant installé sur le support est monté à l'envers. Avec le schéma retenu, le courant fourni sur la broche VCC se limitera de lui-même puisque, lorsque VCC chutera, le circuit U₁ ne pourra plus fournir autant de courant de base au transistor T₃. Mais cette limitation de courant interviendra seulement pour des courants de l'ordre de l'ampère, ce qui laisse bien assez d'énergie pour détruire le composant monté à l'envers sur le support et pour détruire, également, le transistor T₃. Soyez donc attentifs au moment d'installer un composant à programmer.

Le régulateur REG₁ fournira la tension de programmation de 12V qui est nécessaire aux circuits AT89C5x. Notez que les circuits AT89C5x-5 se programment avec une tension VPP de 5V et qu'ils ne sont pas supportés par le montage actuel. Même si vous remplacez le régulateur REG₁ par un régulateur 5V, cela ne marchera pas car les circuits AT89C5x-5 seront refusés par notre programme lors de la vérification de la signature.

La diode D₁ permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation. Elle introduit une petite chute de tension dont il faut tenir compte afin que REG₁ fonctionne correctement, lorsque la tension d'alimentation est proche de 14V. Du coup, le montage devra être alimenté par une tension supérieure ou égale à 14VDC afin d'assurer une régulation correcte de REG₁. La tension d'alimentation du montage n'a pas besoin d'être stabilisée mais elle devra être correctement filtrée. Le condensateur C₃, que nous avons ajouté sur le montage, parachèvera efficacement le filtrage. Vous pouvez donc utiliser un petit bloc d'alimentation d'appoint avec ce montage, à condition que ce dernier soit capable de fournir au moins 100mA sous 15VDC. Étant donné que nous n'avons pas prévu de monter les régulateurs sur des dissipateurs thermiques, évitez d'utiliser un bloc d'alimentation d'appoint dont la tension à vide dépasse 18V.

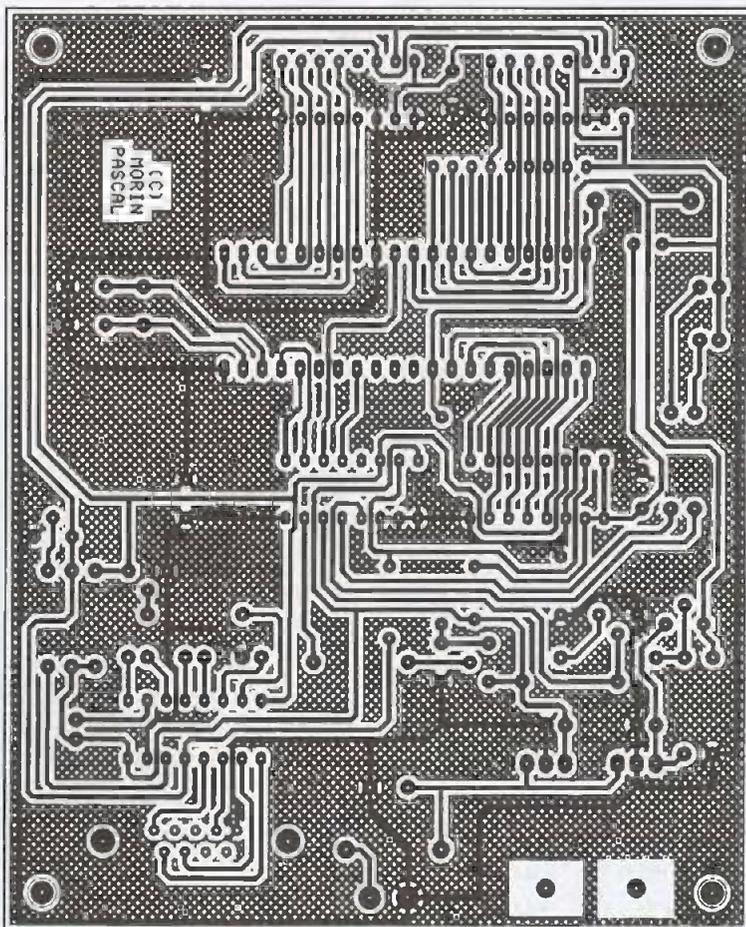
Réalisation

Le dessin du circuit imprimé est visible en **figure 4**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 5**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne CN₁, D₂, REG₁ et REG₂, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1 mm de diamètre. Avant de réaliser le circuit imprimé, il est préférable de vous procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement. Il n'y a pas de difficulté particulière pour l'implantation mais soyez tout de même attentifs au sens des condensateurs et des circuits intégrés. Respectez scrupuleusement le découplage des lignes d'alimentations si vous voulez éviter les mauvaises surprises. Vous noterez la présence de quelques straps qu'il est préférable d'implanter en premier pour des raisons de commodité, ils sont au nombre de 7.

Veillez bien à choisir un connecteur femelle pour CN₂. Car un modèle mâle accepte de s'implanter sur le circuit imprimé, mais les

points de connexions se retrouvent inversés par symétrie par rapport à l'axe vertical. Dans un tel cas, le montage ne pourrait pas dialoguer avec le PC. Soyez donc attentifs à ce point. En ce qui concerne le câble nécessaire pour relier notre montage au port série du PC, il vous suffira de fabriquer un câble équipé d'un connecteur SubD 9 points mâle d'un côté et d'un connecteur SubD 9 points femelle de l'autre côté (liaison fil à fil pour les broches 1, 4, 5, 6 et 7). L'utilisation de connecteurs à sertir est plus pratique, mais les liaisons nécessaires étant peu nombreuses, vous pourrez utiliser des connecteurs à souder sur fils. Ajoutons que le connecteur CN₂ sera immobilisé par deux bouillons montés dans les passages prévus à cet effet, afin de permettre de nombreuses manipulations du connecteur sans risquer d'arracher les pastilles du circuit imprimé.

Les régulateurs REG₁ et REG₂ n'ont pas besoin d'être montés sur un dissipateur thermique car les puissances qu'ils ont à dissiper sont minimes. Ils seront donc sim-



4 Tracé du circuit imprimé

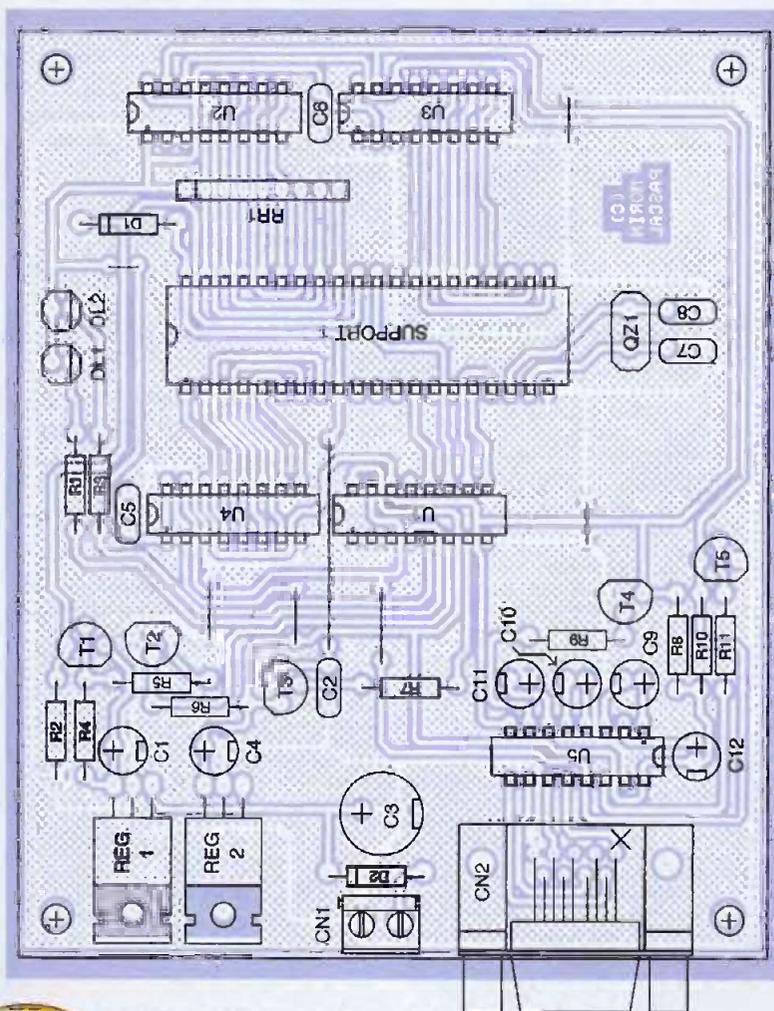
plement immobilisés sur le circuit imprimé à l'aide d'un boulon. Le support 40 broches, qui accueillera les microcontrôleurs à programmer, n'a pas besoin d'être un support à force d'insertion nulle (qui coûte très cher). La place nécessaire à ce type de support a été réservée sur le circuit imprimé pour ceux d'entre vous qui souhaitent utiliser le montage de façon intensive. Sinon, si vous envisagez de programmer seulement quelques composants de temps en temps, vous pourrez vous contenter d'un support tulipe (n'utilisez pas de support double lyre, car ils ne supportent pas un nombre élevé de manipulations).

Le programme qui permet de faire fonctionner ce montage vous sera remis par téléchargement sur le serveur Internet de la revue (www.electroniquepratique.com). Les lecteurs qui n'ont pas accès à Internet pourront demander le programme en adressant à la rédaction une disquette formatée accompagnée d'une enveloppe self-adres-

sée convenablement affranchie pour le retour (tenir compte du poids de la disquette).

Le programme qui accompagne ce montage est très simple d'utilisation. Lors de la première mise en route du programme, vous risquez d'obtenir un message d'erreur vous indiquant que le programme n'arrive pas à établir le dialogue avec le montage (pas d'acknowledge sur le bus I2C). Ceci se produit si vous avez choisi de connecter le montage à un autre port série que le port COM1, ou si vous avez monté des circuits PCF8574 au lieu de PCF8574A. Dans ce cas, il vous suffit d'ouvrir la boîte de dialogue des options du port série pour indiquer au programme à quel port vous avez connecté le montage ainsi que la boîte de dialogue des options du circuit PCF8574 pour sélectionner le type de circuit correspondant à ceux que vous avez montés sur votre montage (rappelons que vous devez monter quatre circuits de même type sur U₁ à U₄). Toujours lors de la première mise en ser-

vice du programme, vous devrez lancer la procédure de «détection automatique de la vitesse du bus I2C» (voir le menu «Configuration»). Ceci est très important pour optimiser la vitesse du bus I2C en fonction de la vitesse d'exécution de votre PC. Dans certains cas, avec un PC extrêmement rapide (tel qu'un PC à base de Pentium IV cadencé à plus de 2GHz), il est même possible que le montage ne réponde pas correctement aux sollicitations du programme tant que vous n'aurez pas lancé la procédure de détection automatique de la vitesse du bus I2C. A l'inverse, sur un PC un peu plus ancien, la vitesse de communication avec le montage pourrait s'avérer très lente tant que vous n'aurez pas lancé la procédure de détection automatique. N'oubliez donc pas de lancer, au moins une fois, cette procédure lors de la première mise en service du montage. Par la suite, vous n'aurez plus besoin d'utiliser cette procédure car les paramètres détectés seront enregistrés, automatiquement pour vous, dans la base des registres de Windows.



5 Implantation des éléments

Puisque nous en sommes à parler de la vitesse de communication avec ce montage, précisons que le programme, bien qu'ayant été optimisé pour obtenir le meilleur taux de transfert possible, ne peut pas dépasser une vitesse de programmation de plus de 35 octets par seconde (environ). Ceci est dû aux nombreux échanges avec les circuits PCF8574 qui sont nécessaires pour enchaîner les différentes phases de la programmation (ce qui représente environ 15000 transitions par secondes sur les signaux de la liaison RS232). Sur un PC qui n'exécute pas d'autres programmes en tâches de fond, le temps de programmation d'un circuit AT89C52 est de 4 minutes environ, tandis que le temps de lecture est de 2 minutes environ. Si vous n'avez pas pensé à lancer la procédure de détection automatique de la vitesse du bus I2C, ces temps peuvent facilement être multipliés par deux sur un PC à base de Pentium III cadencé à 500 MHz.

Notre programmeur utilise le contrôle d'identification des microcontrôleurs (1E51FF pour un AT89C51, 1E52FF pour un AT89C52 et 1E0655 pour un AT89C55) afin d'éviter d'endommager des composants venant d'un autre fabricant, tel qu'un

P87C51 par exemple. Ceci est important, car le protocole de programmation des autres composants nécessite souvent des tensions de programmation légèrement différentes (généralement 12,75V au lieu de 12V) et un contrôle très rigoureux de la durée de l'impulsion de programmation (typiquement 100 µs), ce qui ne peut pas être garanti avec notre montage (le programme peut être interrompu par Windows, à tout moment, pour une durée pouvant facilement dépasser 10 ms !). Cela ne pose pas de problème avec les composants AT89C5x, car ces derniers intègrent la logique nécessaire pour contrôler eux même la durée des impulsions de programmation. L'impulsion appliquée de façon externe sur la broche PROG ne sert qu'à déclencher le mécanisme de programmation interne. Il n'y a donc pas de risque pour les circuits AT89C5x si l'impulsion appliquée sur la broche PROG est plus longue que nécessaire. Ceci n'est généralement pas le cas pour les composants concurrents. Le contrôle d'identification des microcontrôleurs permet donc de garantir que le composant qui est installé sur le support est correctement supporté par notre programme. En résumé, avec ce montage, vous ne pourrez programmer que des composants ATMEL AT89C5x (vous ne pourrez pas programmer des AT89C5x-5 qui se programment avec 5V).

Ne placez jamais un composant sur le support avant que le programme ne vous y invite. Surtout ne montez pas un compo-

sant sur le support si le programme n'a pas encore établi la communication avec le montage. Vous risqueriez d'endommager le composant. Lors de l'établissement de la communication avec le montage, vous verrez les diodes LED clignoter 3 fois, puis seule la diode LED verte restera allumée. À ce moment là, toutes les broches du support sont censées être à 0V, de sorte qu'il n'y a plus de risque à placer un composant sur le support.

Lors du lancement des opérations de «lecture/programmation/effacement», le programme affiche une boîte de dialogue tandis que la diode LED verte s'éteint pour signifier que vous pouvez manipuler sans risque le composant sur le support. Pour poursuivre l'opération en cours, lorsque le composant est installé, cliquez sur le bouton OK. À la fin de l'opération, le programme affichera de nouveau une boîte de dialogue pour vous inviter à retirer le composant du support. À ce moment là, la diode LED verte sera allumée si l'opération s'est bien déroulée, sinon c'est la diode LED rouge qui s'allumera. Si vous voulez enchaîner plusieurs opérations, les unes derrière les autres (par exemple effacement puis programmation), vous pourrez laisser le composant installé sur le support, ce qui est sans risque tant que le programme n'affiche pas de message d'erreur de communication avec le montage.

Faute de temps pour finir de développer de nouvelles fonctions sur le programme qui accompagne ce montage, vous ne dispo-

seriez pas de fonctions de vérification (vérification du contenu ou d'effacement). Pour réaliser cette opération, vous pourrez procéder à la lecture du contenu du composant à vérifier, puis vous enregistrerez les données lues dans un fichier au format binaire. Vous pourrez ensuite utiliser l'utilitaire FC.EXE (File compare) qui est fourni avec Windows pour vérifier que le fichier obtenu est conforme au fichier de référence (que vous devrez transformer au format binaire si ce n'est pas déjà fait, en chargeant le fichier en mémoire à l'aide de notre programme puis en l'enregistrant, lui aussi, dans le format binaire).

P. MORIN

Nomenclature

CN₁ : bornier à vis 2 contact, bas profil
CN₂ : connecteur SubD 9 points femelle, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé [ex. réf. HARTING 09 66 112 7601]

C₁, C₄, C₉ à C₁₂ : 10 µF/25V sorties radiales

C₂, C₅, C₆ : 220 nF

C₃ : 470 µF/25V sorties radiales

C₇, C₈ : 27 pF

DL₁ : diode LED rouge 3mm

DL₂ : diode LED verte 3mm

D₁ : 1N4148 (diode de redressement petits signaux)

D₂ : 1N4001 (diode de redressement 1A/100V)

QZ₁ : quartz 12 MHz en boîtier HC49/U

REG₁ : LM7812 (12V) en boîtier TO220

REG₂ : régulateur LM7805 (5V) en boîtier TO220

RR₁ : réseau résistif 8x10 kΩ en boîtier SIL (en option, voir le texte)

R₁, R₃ : 330 Ω 1/4W 5%

(orange, orange, marron)

R₂, R₈, R₉, R₁₁ : 10 kΩ 1/4W 5%

(marron, noir, orange)

R₄ : 47 kΩ 1/4W 5%

(jaune, violet, orange)

R₅ : 4,7 kΩ 1/4W 5%

(jaune, violet, rouge)

R₇, R₈, R₁₀ : 2,2 kΩ 1/4W 5%

(rouge, rouge, rouge)

SUPPORT₁ : support tulipe DIP40

T₁, T₃ : 2N2907A

T₂, T₄, T₅ : 2N2222A

U₁ à U₄ : PCF8574 ou PCF8574A

U₅ : driver de lignes MAX232



6 Vue d'écran

Un désulfateur pour batterie au plomb

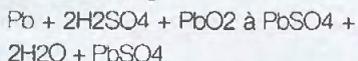


Même si vous prenez soin de votre batterie de voiture, vous avez certainement remarqué qu'elle avait une durée de vie limitée et parfois anormalement courte eu égard à son prix d'achat.. Bien que plusieurs facteurs puissent être à l'origine de ce problème, un des plus fréquents est causé par la sulfatation des électrodes de la batterie qui conduit cette dernière à perdre peu à peu sa capacité et à finir par ne même plus pouvoir être rechargée. Dans certaines situations extrêmes, cette sulfatation peut même conduire à la mise en court-circuit d'un ou plusieurs éléments.

Nous n'allons pas vous proposer un montage qui va résoudre tous les problèmes des batteries au plomb par magie. Néanmoins, le désulfateur de batterie que nous allons décrire dans les lignes qui suivent a fait ses preuves, principalement aux Etats-Unis pour le moment, et les mesures que nous avons pu réaliser sur notre maquette se sont avérées très prometteuses. Comme il revient à moins d'une vingtaine d'euros, ce qui est dérisoire par rapport au prix d'une batterie neuve de bonne qualité, pourquoi ne pas l'essayer et vous rendre compte par vous-même ?

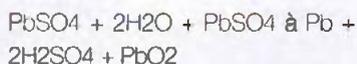
Un peu de chimie

Comme vous le savez peut-être, une batterie au plomb fait intervenir une réaction chimique que l'on peut écrire de la façon suivante, lors du processus de décharge :



En d'autres termes, le plomb poreux d'une électrode et le dioxyde de plomb poreux de l'autre se transforment, au contact de l'acide sulfurique, en sulfate de plomb et en eau.

Réciproquement, lors de la charge, la réaction chimique qui se produit est la suivante :



En d'autres termes, le sulfate de plomb et l'eau se transforment, sous l'effet du courant électrique, en plomb, dioxyde de plomb et acide sulfurique.

La réaction est théoriquement parfaitement réversible et c'est d'ailleurs pour cela qu'une batterie de ce type peut être chargée et déchargée un très grand nombre de fois.

Malheureusement, au fil du temps et surtout en raison de recharges incomplètes ou mal réalisées, la réaction «inverse», c'est-à-dire celle qui transforme le sulfate de plomb en plomb, est incomplète et laisse du sulfate de plomb présent à la surface des électrodes ou plaque de la batterie.

Le phénomène est hélas cumulatif car, comme ce sulfate de plomb est mauvais conducteur, il a tendance à s'épaissir aux endroits où il a commencé à se déposer ce qui ne fait encore qu'aggraver le phénomène. Lorsque la sulfatation d'une batterie a atteint un niveau suffisant, aucun procédé de recharge classique ne parvient à en venir à bout.

En effet, en raison du caractère mauvais conducteur du sulfate de plomb, la résistance interne de la batterie augmente ce qui diminue son cou-

rant de charge et donc l'efficacité de la réaction chimique de charge, laissant encore plus de sulfate de plomb présent sur les électrodes.

La résistance de la batterie finit par devenir de plus en plus élevée ce qui fait dire en langage courant qu'elle ne tient plus la charge. En fait, elle ne peut plus fournir de courant important en raison de sa trop grande résistance interne, ce qui revient au même.

Un procédé entièrement électrique

Ce phénomène étant connu de longue date, il existe un procédé chimique permettant d'éliminer le sulfate de plomb d'une batterie avant qu'il ne soit trop tard. Il est cependant délicat à mettre en œuvre et relativement dangereux compte tenu des produits chimiques à manipuler. Il faut, en effet, vider la batterie de son électrolyte (corrosive !) pour la remplir avec le produit «de nettoyage» (corrosif lui aussi) puis, une fois cette opération terminée, remplir à nouveau la batterie d'électrolyte fraîche.

L'approche que nous vous proposons est différente et résulte de différentes études menées aux Etats-Unis sur l'influence des courants pulsés de

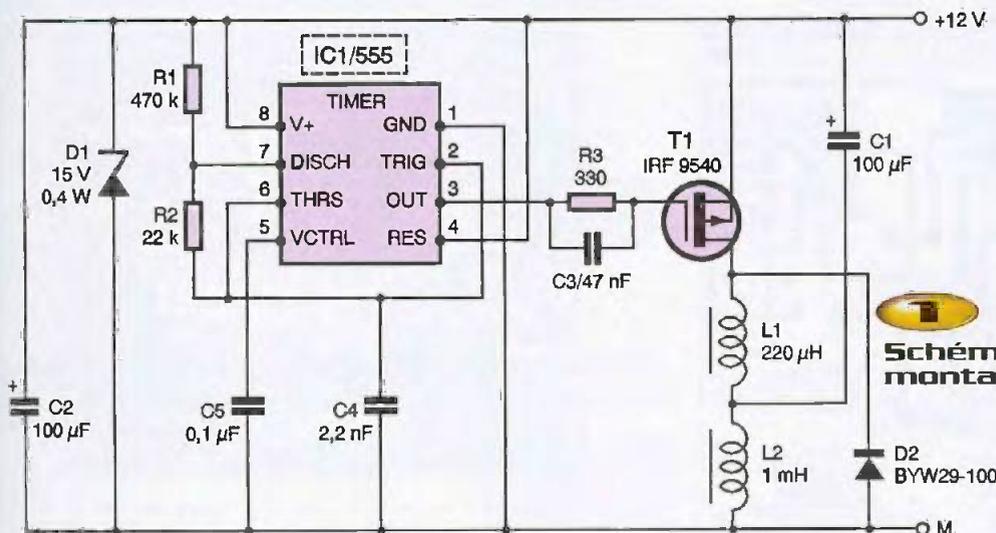


Schéma de notre montage.

forte amplitude appliqués à une batterie sulfatée. Selon ces études, et sous réserve d'appliquer à la batterie des impulsions très brèves mais de forte amplitude, les cristaux de sulfate de plomb seraient peu à peu brisés par l'agitation ionique résultante se produisant au niveau des plaques et de l'électrolyte de la batterie. Ce phénomène serait très lent mais, comme il peut être obtenu par des moyens électriques simples, cette lenteur ne pose pas de problème particulier car aucune manipulation n'est nécessaire sur la batterie à traiter.

Schéma de notre désulfateur

Le schéma que nous vous proposons est très répandu sur Internet de l'autre côté de l'Atlantique et, pour autant que nous ayons pu le vérifier, serait du à l'origine à Alastair Couper. Comme vous pouvez le constater à l'examen de la **figure 1**, il est relativement simple et présente de nombreuses similitudes avec une alimentation à découpage de type boost.

IC₁, qui n'est autre qu'un classique 555, est monté en astable travaillant à une fréquence de l'ordre du kHz. Il produit des impulsions de très courte durée sur sa sortie disponible en patte 3.

Lorsque le niveau de ces impulsions bloque T₁, le condensateur C₁ se charge à la valeur de la tension de batterie via la self L₂. Lorsque T₁ est rendu conducteur, ce qui n'a lieu qu'un très bref instant vu le rapport cyclique des impulsions produites par IC₁, le condensateur C₁ se décharge brutalement au travers de T₁ et L₁ puisqu'il est alors quasiment court-circuité par ces composants.

Dès que T₁ se bloque à nouveau, le courant généré par cette décharge ne peut s'annuler brutalement à cause de la présence de la self L₁. Il est donc envoyé à la batterie via la diode D₂. Si le condensateur C₁ est de bonne qualité et si la liaison entre le montage et la batterie est courte et réalisée en fil de bon diamètre, une crête de courant de l'ordre de 5 à 10A peut être obtenue avec une batterie moyennement sulfatée.

Compte tenu de la fréquence de fonctionnement du 555 et du rapport cyclique des signaux qu'il produit, la consommation du montage reste relativement faible et ne dépasse pas les 40mA de valeur moyenne.

Réalisation

L'approvisionnement des composants mérite d'être réalisé avec soin car toute

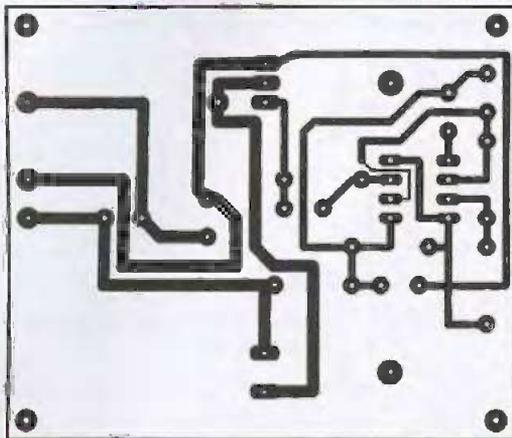
modification au niveau des selfs ou de la diode D₂ peut rendre le montage totalement inutile. Sachez donc que les selfs sont disponibles chez RADISOPARES (BP 453, 60031 Beauvais) et que la diode D₂, de référence courante, ne doit être remplacée que si vous ne pouvez pas faire autrement et uniquement par un modèle ultrarapide. De même, le condensateur C₁ doit être un modèle à faible résistance série (low ESR) tels ceux destinés aux alimentations à découpage.

L'ensemble des composants prend place sur le circuit imprimé dont le tracé fort simple vous est proposé **figure 2**. Si vous décidez de le re-dessiner, ne réduisez pas la largeur des pistes afin de ne pas augmenter leur impédance.

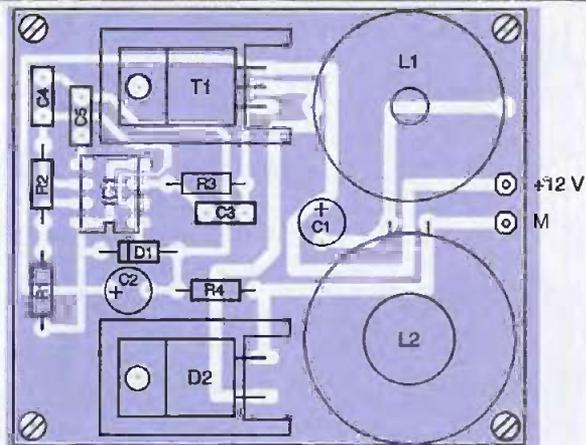
L'implantation des éléments est à faire en suivant les indications de la **figure 3** dans



utilisation d'un très classique 555



2
Tracé du circuit imprimé.



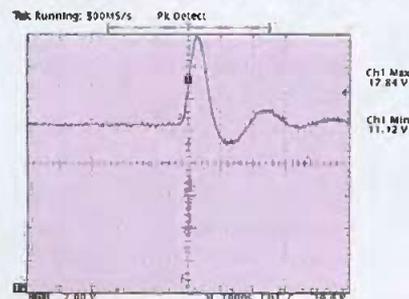
3
Implantation des composants.

l'ordre habituel : support du circuit intégré, résistances, condensateurs, pour finir par les diodes et le transistor. Ce dernier, tout comme D_2 , est monté sur un petit radiateur, sans accessoires d'isolement puisqu'il n'entre en contact avec aucun autre élément du montage.

Afin de ne pas risquer de casser les fils de la self L_2 qui est assez lourde, un collier en plastique ou un morceau de fil de câblage rigide isolé est utilisé pour la maintenir sur le circuit imprimé comme vous pouvez le voir sur la photo de notre maquette.

Utilisation

Le montage sera utilement placé dans un boîtier métallique relié à son électrode négative (repère M du circuit imprimé et du schéma). En effet, de par son principe, il génère des parasites radioélectriques assez violents qu'il est inutile de rayonner ! Il peut alors être raccordé à la batterie à traiter qui devra avoir été préalablement char-



4
Oscillogramme relevé aux bornes d'une batterie faiblement sulfatée en cours de traitement

gée afin qu'elle soit tout de même en mesure de l'alimenter. Cette liaison sera établie avec des fils courts et de 2,5 mm² de section au moins, soigneusement serrés sur les bornes de la batterie. Pour une bonne efficacité du montage, il importe en effet de minimiser les résistances parasites entre ce dernier et la batterie.

Si vous disposez d'un oscilloscope, vous pourrez examiner la tension aux bornes de la batterie et vous y verrez un oscillogramme similaire à celui de la **figure 4**. L'amplitude de l'impulsion dépend évidemment du degré de sulfatage de la batterie. Elle est d'autant plus grande que la batterie est sulfatée puisque, dans ce cas, sa résistance interne augmente.

Le montage peut alors être laissé ainsi connecté aussi longtemps que nécessaire pour rendre à la batterie sa jeunesse (ou une certaine jeunesse selon son état de départ). Certains auteurs conseillent de placer en même temps, aux bornes de la batterie, un chargeur même de faible intensité de sortie, afin d'éviter que le montage ne décharge la batterie à la longue.

Nous ne conseillons pas cette approche car l'impédance de sortie relativement faible du chargeur dégrade de manière assez importante les impulsions produites par le montage. Si vous y tenez malgré tout, placez sur les fils de liaison de la batterie au chargeur des perles de ferite qui auront alors pour effet d'augmenter son impédance vis-à-vis des signaux à haute fréquence produits par notre désulfateur. Pour la même raison, si vous utilisez ce désulfateur sur la batterie de votre véhicule, veillez à débrancher au

moins un des fils de la batterie. Dans le cas contraire, les nombreux équipements électriques qui restent toujours sous tension dans les voitures modernes (montres, alarmes, ordinateurs de bord, etc.) nuisent à l'efficacité du système.

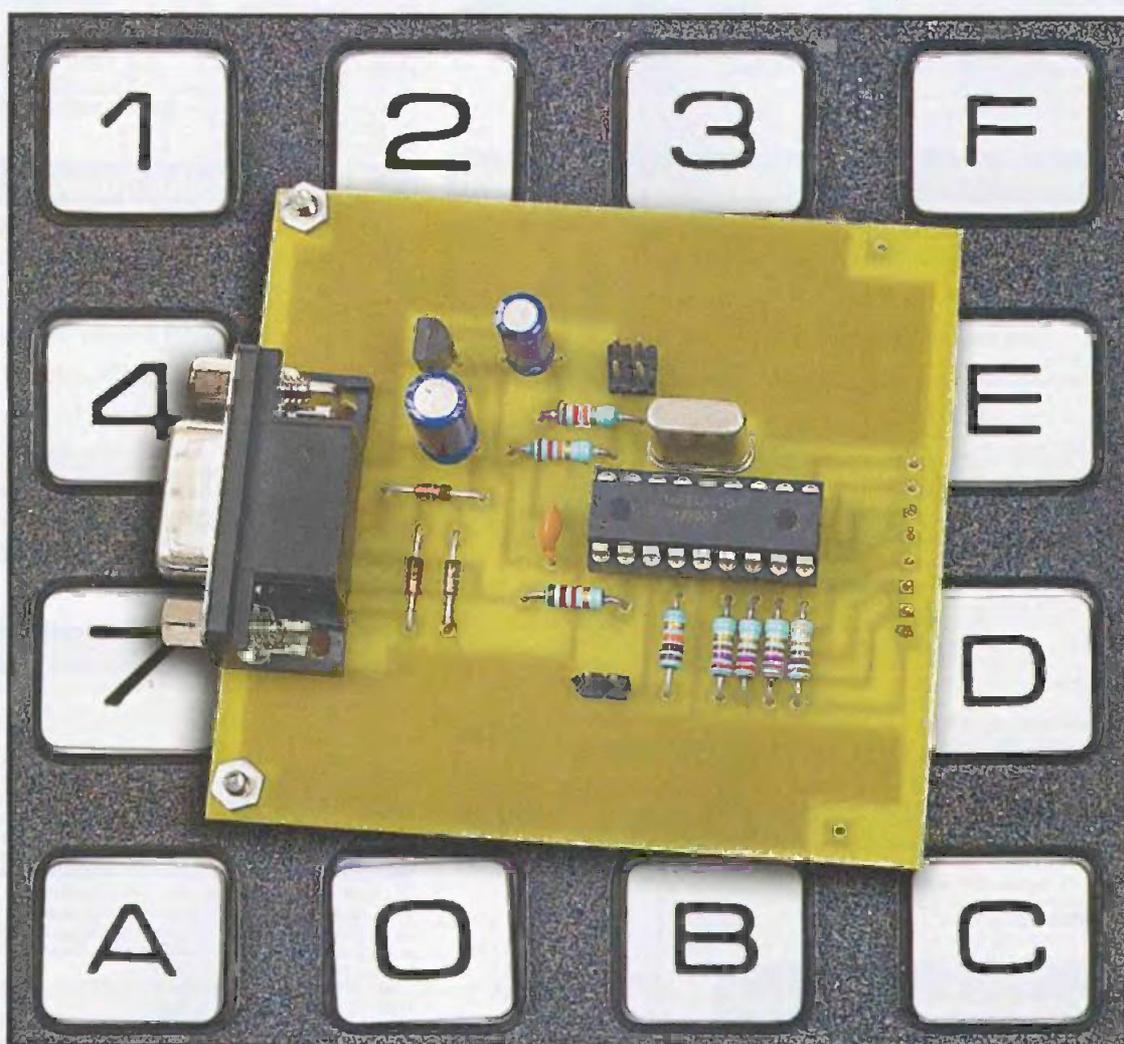
En guise de conclusion, nous tenons à vous rappeler que le phénomène de désulfatation est très lent. Une utilisation continue d'au moins une semaine est nécessaire sur une batterie au plomb à électrolyte gélifiée et elle peut atteindre un mois sur une batterie de voiture de capacité un tant soit peu importante.

C. TAVERNIER

Nomenclature

- IC₁ : 555
- T₁ : IRF 9540
- D₁ : zéner 15V/0,4W
- D₂ : 8YW 29 - 100
- R₁ : 470 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
- R₂ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
- R₃ : 330 Ω 1/4W 5% (orange, orange, marron)
- R₄ : 220 Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, marron)
- C₁ : 100 µF/25V chimique radial, faible résistance série
- C₂ : 100 µF/25V chimique radial
- C₃ : 47 nF MKT
- C₄ : 2,2 nF céramique ou MKT
- C₅ : 0,1 µF MKT
- L₁ : self torique 220 µH à 3,5A ou plus (ex. réf. 228-422 RADIOSPARES)
- L₂ : self torique de 1 mH à 1A (ex. réf. 334-9207 RADIOSPARES)
- 2 radiateurs ML 26 (SELECTRONIC)
- 1 support de CI 8 pattes

Clavier série et DTMF



Même si le titre de cet article a de quoi surprendre, car les deux fonctions qui y sont évoquées n'ont à priori que peu de rapports, vous allez très vite comprendre à sa lecture le pourquoi de cette curieuse association.

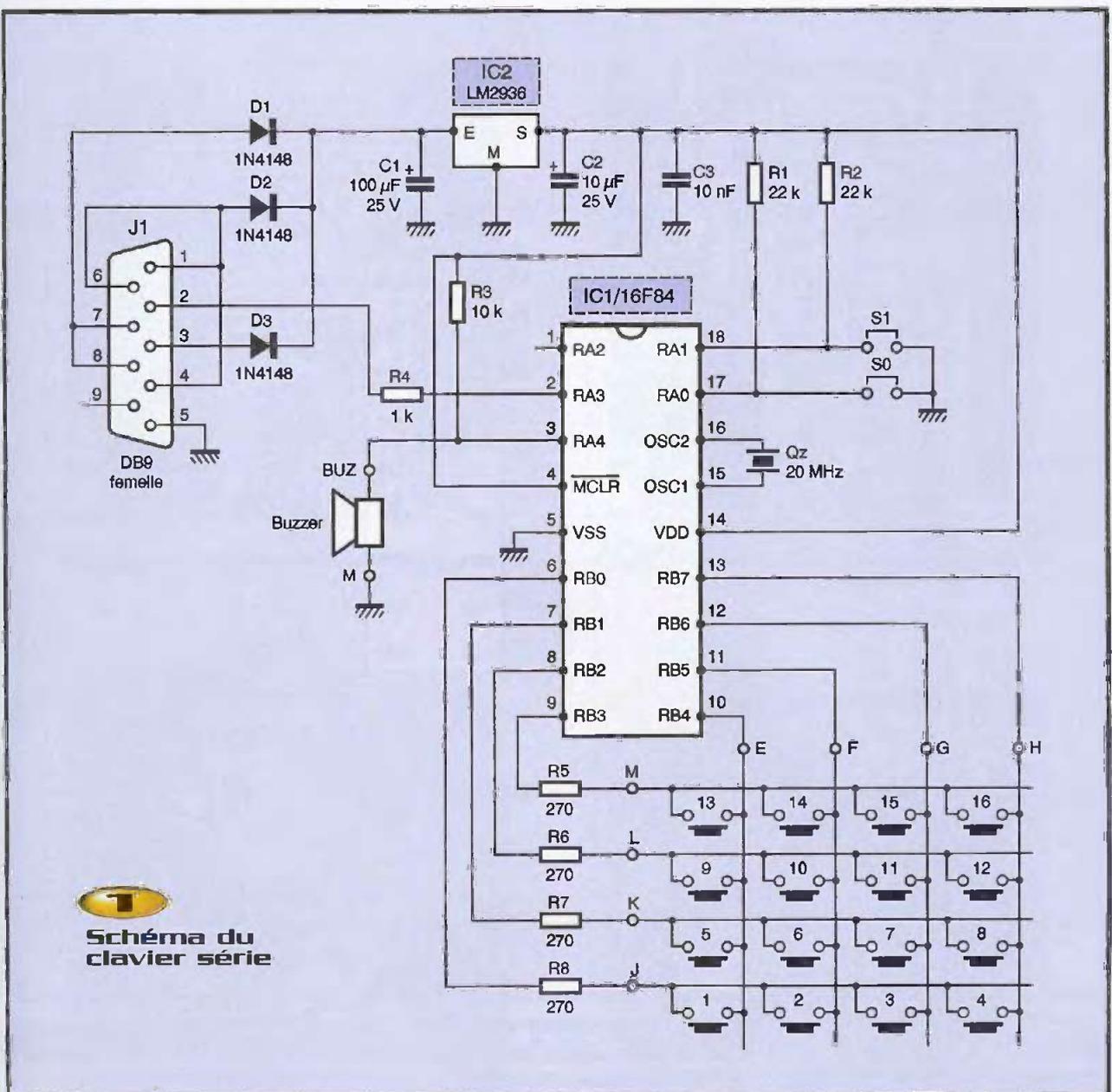
La fonction première de notre montage est, en effet, de vous permettre de raccorder, sur le port série de n'importe quel PC, un clavier standard en matrice à 12 ou 16 touches. Associé ou non à l'interface série pour afficheur LCD décrite par ailleurs dans ce numéro, il permet ainsi, à ceux d'entre vous qui utilisent un «vieux» PC pour piloter des automatismes ou des systèmes d'acquisition, de se passer de l'encombrant clavier standard ou bien encore de réaliser un clavier déporté. Cette utilisation est d'autant plus simple que notre interface

ne nécessite aucune programmation, comme nous le verrons lors de la description de son mode d'emploi, grâce à une fonction astucieuse dont nous l'avons pourvue.

Comme il restait de la place dans la mémoire du microcontrôleur utilisé et que les claviers à 12 ou 16 touches ont souvent une vocation «téléphonique», nous avons également programmé, dans ce dernier, une fonction de génération de signaux DTMF que vous êtes, bien sûr, libre d'utiliser ou non mais qui explique la double «casquette» de notre réalisation.

Schéma de la fonction clavier série

La figure 1 vous présente le schéma de la seule fonction clavier série qui peut difficilement être plus simple. Un microcontrôleur, qui peut être le classique 16F84 ou bien encore ses «successeurs», les très performants 16F627 et 16F628, qui coûtent moitié moins cher (voir notre article de présentation dans *Électronique Pratique*), se charge de balayer le clavier câblé en matrice sur son port parallèle B. Il convertit la position de chaque touche en un code sur 8 bits, librement programmable par vos soins grâce à une astuce de program-



1
Schéma du
clavier série

mation que nous verrons dans un instant, et l'envoi sur la liaison série à destination du PC via la patte RA3 de son port A. La patte RA4 de son port A est mise à profit pour commander un buzzer piézo émettant un bip à chaque bonne prise en compte d'une touche. Les pattes RA0 et RA1, quant à elles, permettent de programmer la vitesse de transmission sur la liaison série, de 300 à 9600 bits par seconde comme l'indique le **tableau 1**. La consommation du montage étant très faible, son alimentation est possible à partir des lignes de contrôle du port série. Les diodes D₁ à D₃ se chargent de prélever la tension adéquate qui est régulée à 5V par IC₁. Au risque de nous répéter (pour ceux d'entre vous qui lisent tous nos articles !) ce régulateur est un

LM2936Z5 et ne doit pas être remplacé par un 78L05. C'est en effet un régulateur à faible chute de tension et à faible consommation qui permet donc au montage de fonctionner même avec des ports série un peu «faiblards» tels ceux que l'on rencontre fréquemment sur les ordinateurs portables.

Pour vous donner une idée de la différence de performances, le 78L05

Vitesse (baud)	S1	S0
300	F	F
1200	F	0
2400	0	F
9600	0	0

1 Sélection de la vitesse de transmission du clavier série

consomme 3mA et nécessite au moins 7V en entrée pour fonctionner correctement en dérivant 10mA alors que le LM2936Z5 se contente de 5,5V en entrée et ne consomme que 200µA dans les mêmes conditions !

Schéma de la fonction clavier DTMF

Ce schéma vous est présenté **figure 2** et ressemble, bien évidemment, de très près au précédent. Les composants nécessaires à la gestion de l'interface série à destination du PC ont évidemment disparu tandis que la sortie RA2, inutilisée sur la figure 1, prend ici du service. C'est en effet sur cette patte que l'on récupère les signaux DTMF générés par

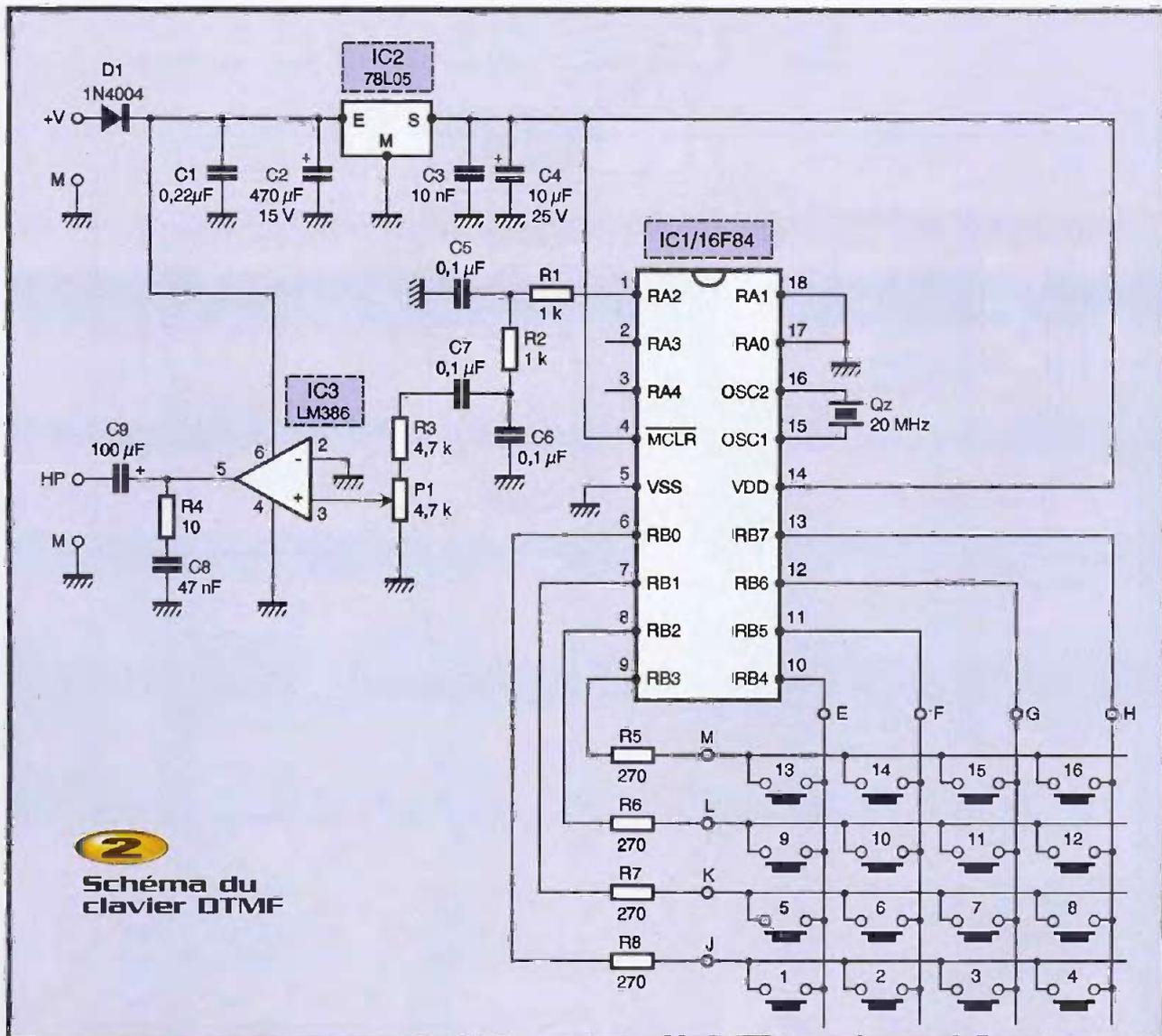


Schéma du clavier DTMF

Nomenclature

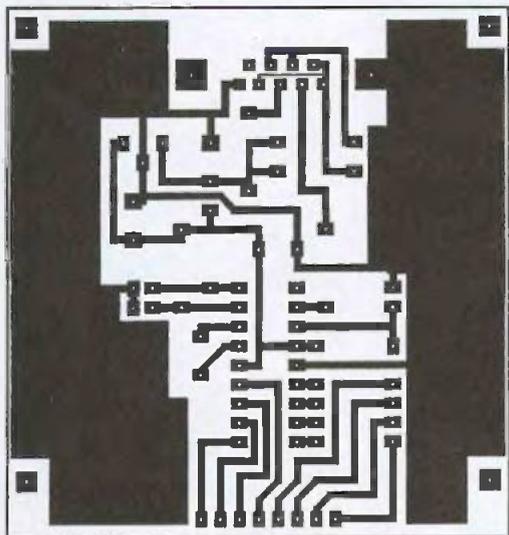
Clavier série

- IC₁ : 16F84, 16F627 ou 16F628 en version 20 MHz
- IC₂ : LM2936Z5 (ne pas remplacer par un 78L05)
- D₁ à D₃ : 1N914 ou 1N4148
- R₁, R₂ : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
- R₃ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
- R₄ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)
- R₅ à R₈ : 270 Ω 1/4W 5% (rouge, violet, marron)
- C₁ : 100 µF/25V chimique radial
- C₂ : 10 µF/25V chimique radial
- C₃ : 10 nF céramique
- Qz : quartz 20 MHz en boîtier HC18/U ou HC49/U
- Buzzer : buzzer piézo 2 fils sans électronique intégrée

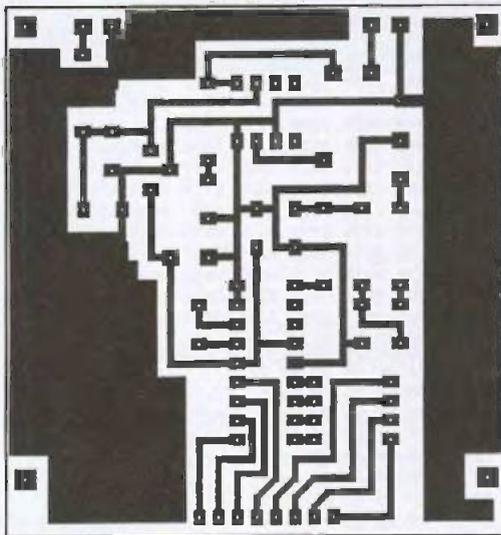
- J₁ : connecteur DB9 femelle pour CI soudé à 90°
- S₀, S₁ : 2 x 2 picots mâles au pas de 2,54mm et cavalier de court-circuit
- 1 clavier 16 touches câblé en matrice SECME ou autre (voir texte)
- 1 support de CI 18 pattes

Clavier DTMF

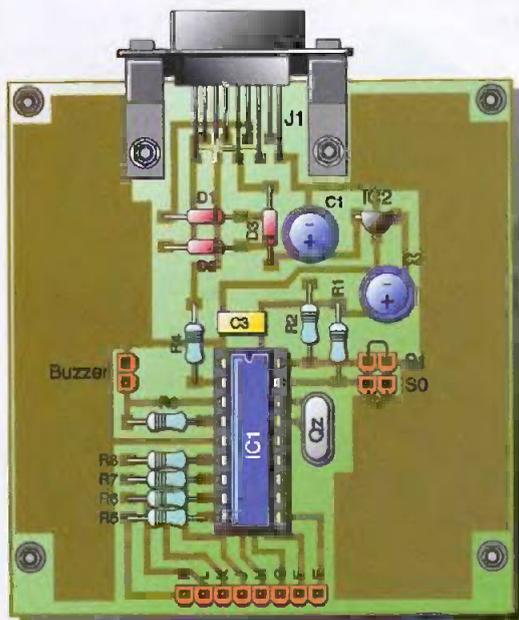
- IC₁ : 16F84, 16F627 ou 16F628 en version 20 MHz
- IC₂ : 78L05
- IC₃ : LM386
- D₁ : 1N4004
- R₁, R₂ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)
- R₃ : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
- R₄ : 10 Ω 1/4W 5% (marron, noir, noir)
- R₅ à R₈ : 270 Ω 1/4W 5% (rouge, violet, marron)
- C₁ : 0,22 µF Mylar
- C₂ : 470 µF/15V chimique radial
- C₃ : 10 nF céramique
- C₄ : 10 µF/25V chimique radial
- C₅ à C₇ : 0,1 µF Mylar
- C₈ : 47 nF Mylar
- C₉ : 100 µF/15V chimique radial
- P₁ : potentiomètre ajustable horizontal de 4,7 kΩ
- Qz : quartz 20 MHz en boîtier HC18/U ou HC49/U
- 1 clavier 16 touches câblé en matrice SECME ou autre (voir texte)
- HP : haut-parleur miniature de 8 Ω ou plus
- 1 support de CI 18 pattes
- 1 support de CI 8 pattes



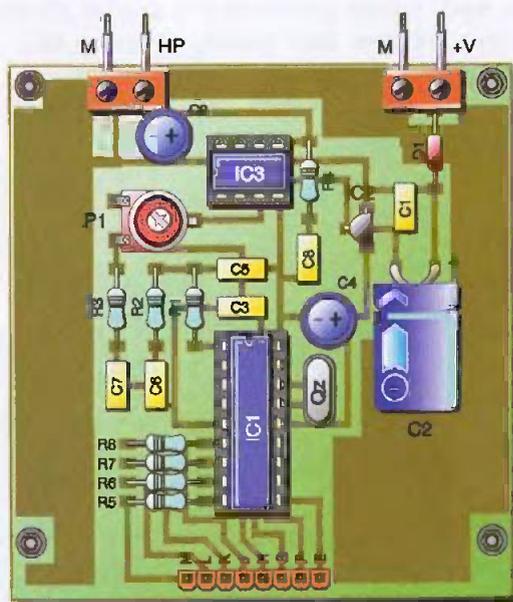
3 Tracé du circuit imprimé du clavier série



4 Tracé du circuit imprimé du clavier DTMF



5 Implantation des éléments du clavier série



6 Implantation des éléments du clavier DTMF

le microcontrôleur mais, comme cette génération est purement numérique, il faut lui faire subir un énergique filtrage grâce à R_1 , R_2 , C_5 et C_6 avant de pouvoir l'utiliser. Ces signaux sont alors appliqués, après dosage de niveau au moyen de P_1 , à un petit amplificateur BF intégré de façon à pouvoir faire fonctionner un haut-parleur miniature et disposer ainsi d'un clavier DTMF acoustique, que l'on peut plaquer sur le micro du combiné de n'importe quel téléphone.

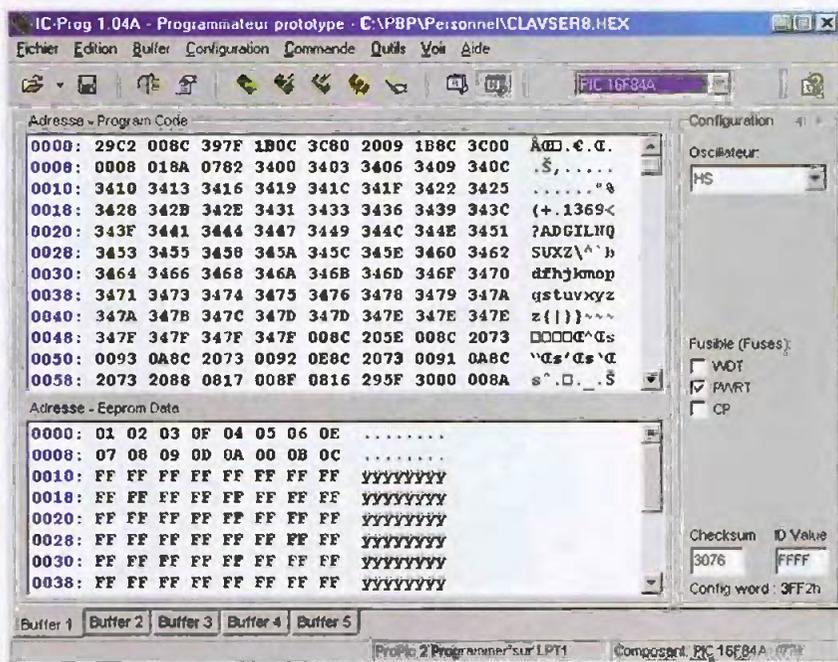
L'alimentation est confiée à une simple pile de 9V et se trouve régulée à 5V au moyen d'un banal 78L05, ici, de façon à alimenter le microcontrôleur.

La réalisation des deux versions

Nous avons dessiné deux circuits imprimés différents, un par version, mais tous deux adoptent la même taille comme vous pouvez le constater à l'examen des

figures 3 et 4. Cette taille est adaptée à celle des claviers 16 touches standards de SECME que l'on trouve chez quasiment tous les revendeurs. On peut ainsi fixer l'un ou l'autre de ces circuits au dos de ce clavier, obtenant ainsi un ensemble robuste et compact comme le montre la photo d'une de nos maquettes.

L'approvisionnement des composants ne pose pas de problème particulier. Si vous voulez utiliser un 16F627 ou un 16F628, encore assez peu répandu, sachez que



7 Le contenu initial de l'EEPROM de données est bien visible et peut être modifié par vos soins (ici dans le cas de ICProg pris à titre d'exemple)

vous en trouverez chez SELECTRONIC ou bien encore chez FARNELL.

Vous pouvez également utiliser un autre clavier que le modèle préconisé ; par exemple le modèle à 12 touches, toujours de chez SECME, mais plus spécialement prévu pour des applications téléphoniques. La seule contrainte à respecter est que votre clavier soit câblé en matrice de 4 lignes (ou moins) sur 4 colonnes (ou moins). La correspondance entre le marquage de ses touches et le code généré par le montage se règle par logiciel et ne pose donc aucun problème. Quelle que soit la version que vous aurez choisie, l'implantation des composants ne pose aucun problème en suivant les indications des figures 5 et 6. Commencez par le ou les supports de circuit intégrés, continuez par les composants passifs pour terminer par les composants actifs dont vous respecterez le sens ainsi que celui des condensateurs chimiques. Si vous utilisez le clavier SECME à 16 touches préconisé, munissez ses plots de contacts de picots à souder mâles/mâles et équipez le circuit imprimé, côté cuivre, d'une bande de contacts femelles à souder.

Le clavier s'enfiche alors simplement dans ces contacts, côté cuivre du circuit imprimé, et il suffit de le maintenir par

deux vis et entretoises pour obtenir un ensemble compact et solide analogue à notre maquette.

Si vous utilisez un clavier différent, notez bien, avant son raccordement, comment sont placées ses touches par rapport à sa matrice de connexion car cela vous sera utile lors de la programmation dont nous allons nous occuper dans un instant.

Le microcontrôleur utilisé doit évidemment être programmé avec le logiciel adéquat disponible sur notre site Internet (www.eprat.com) ou celui de l'auteur

(www.tavernier-c.com). Deux versions vous sont proposées :

- Clavser6.hex pour les versions à base de 16F627 ou 16F628,
- Clavser8.hex pour les versions à base de 16F84.

Ces deux programmes sont pré-configurés par défaut pour le clavier SECME à 16 touches préconisé et font générer par chaque touche le code hexadécimal correspondant au marquage de ces dernières (de 01 pour la touche 1 à 0F pour la touche F). Il en est de même pour ce qui est des codes DTMF.

Utilisation et configuration des codes

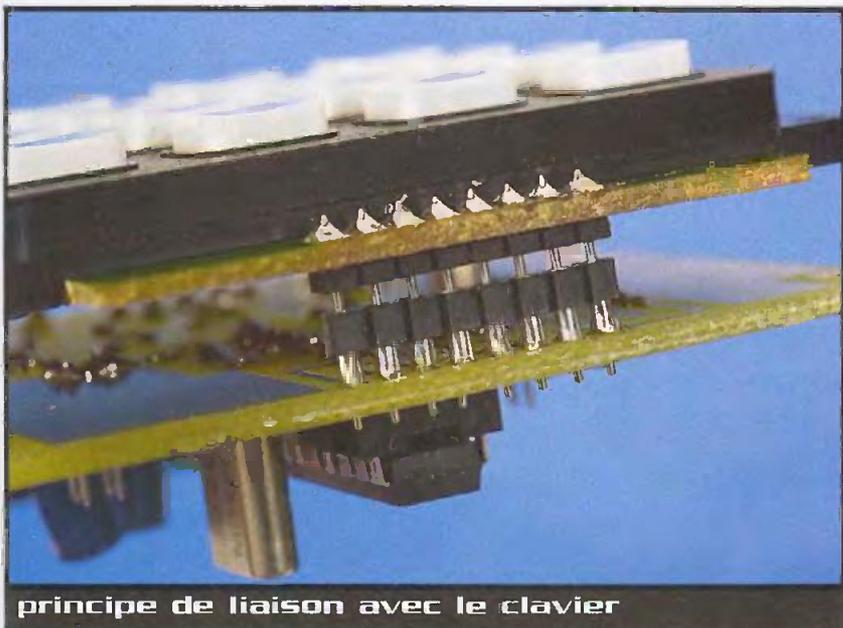
L'utilisation de la version DTMF se passe presque de commentaire. Il suffit, en effet, d'appuyer sur n'importe quelle touche pour entendre le code DTMF correspondant dans le haut-parleur. A ce propos, veillez à ne pas régler le volume à un niveau trop élevé car toute distorsion éventuelle nuit à la bonne reconnaissance de ce code.

Pour ce qui est de la réparation des codes en fonction de la touche actionnée, nous vous invitons à lire ce qui est expliqué ci-dessous pour la version série de ce clavier. Le principe de programmation de ces codes étant le même dans les deux cas.

La version série du clavier est tout aussi simple à utiliser. Il suffit de la raccorder au port série de tout compatible PC au moyen d'un câble droit, c'est à dire câblé fil à fil, et de s'assurer que le programme utilisé sur le PC met bien au niveau haut les lignes RTS et DTR afin d'alimenter le montage.

Dès lors, n'importe quel programme de terminal vous permet de vérifier le bon fonctionnement du montage. L'appui sur une touche fait en effet émettre son code à destination du PC et générer un bip par le buzzer.

N'oubliez pas, cependant, de bien configurer le port série sur la vitesse choisie



principe de liaison avec le clavier

grâce à S_0 et S_1 , comme indiqué tableau 1, et en mode 8 bits, pas de parité et un bit de stop.

Ceci étant précisé, voici comment programmer les codes générés par chaque touche du clavier. Ces codes sont stockés dans l'EEPROM de données qui équipe les PIC 16F627/628 et le 16F84. Ils sont rangés à partir de l'adresse 0 jusqu'à l'adresse F (15) de cette mémoire. L'adresse 0 contient le code de la touche repérée 1 sur les figures 1 et 2, l'adresse 1 contient le code de l'adresse 2 et ainsi de suite jusqu'à l'adresse F qui contient le code de la touche 16.

Le contenu de cette EEPROM peut être librement modifié par vos soins lors de la programmation du circuit, que ce soit avec ProPic2 ou ICProg qui sont les deux grands classiques de la programmation des PIC, car tous deux disposent d'une fenêtre de programmation de cette seule EEPROM de données ; fenêtre dans laquelle vous voyez, d'ailleurs par défaut, les codes fournis dans nos fichiers comme le montre le **figure 7**.

Pour programmer vos codes, procédez de la façon suivante :

- Identifiez la position de chacune des touches de votre clavier par rapport à l'intersection des lignes et colonnes qui le composent.

- Utilisez-le ensuite **tableau 2**, qui indique l'adresse de l'EEPROM correspondant à chaque intersection ligne/colonne, pour placer à cette adresse le code de la touche correspondante. Ce code doit être exprimé en

hexadécimal. Ainsi, si vous voulez faire générer 255 par appui sur une touche, vous placerez FF à l'adresse correspondante.

Ligne	M	L	K	J
Colonne				
E	0C	08	04	00
F	0D	09	05	01
G	0E	0A	06	02
H	0F	0B	07	03

T2 Adresses des codes des touches dans la mémoire EEPROM en fonction de leur localisation physique ligne/colonne sur le clavier

Cela demande un peu de concentration mais il ne faut, comme cela, que quelques minutes pour programmer les codes de votre choix sur n'importe quelle touche de n'importe quel clavier. C'est, on ne peut plus souple !

Pour ce qui est du clavier série, vous pouvez programmer ses codes comme bon vous semble. Pour le clavier DTMF, par contre, le logiciel programmé dans le PIC ne sait générer les tonalités DTMF standards que pour des codes numériques bien précis. Les codes 0 à 9 font évidemment générer les tonalités DTMF des chiffres 0 à 9. Le code 10 (0A en hexa) fait générer les tonalités DTMF de l'astérisque (*), le code 11 (0B en hexa) fait générer celui du dièse (#) et les codes 12 (0C) à 15 (0F) celui des touches «lettres» A à D quasiment inutilisées aujourd'hui en téléphonie.

Associé ou non à l'interface série pour afficheur LCD décrite par ailleurs dans ces pages, voici de quoi utiliser un PC sans s'encombrer de son grand clavier, ce qui suffit amplement pour de nombreuses applications en automatismes ou acquisition de données.

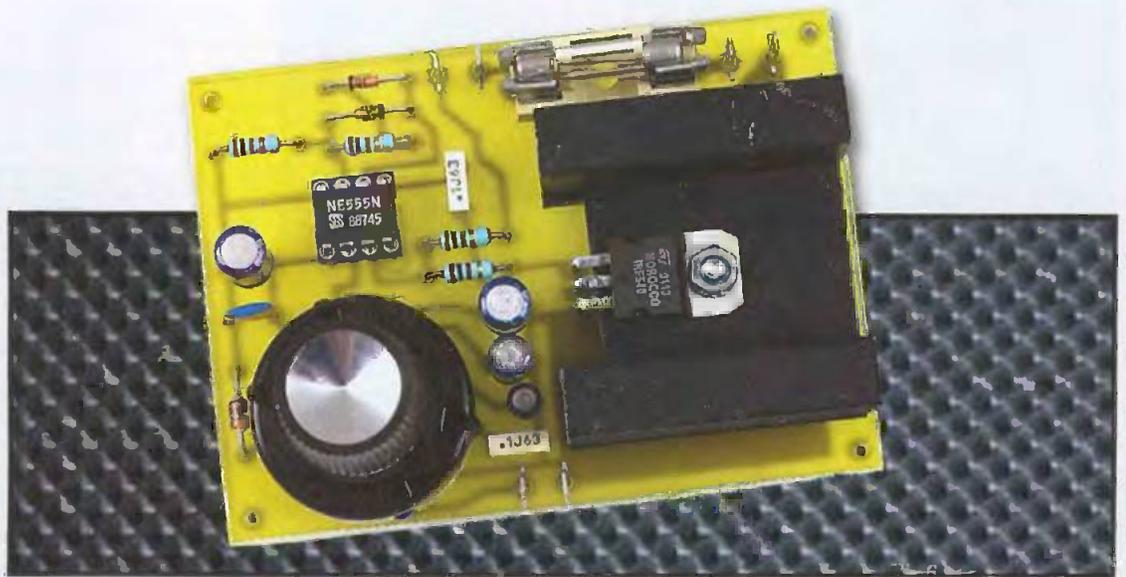
Notez aussi, avant de terminer, que les fonctions clavier série et clavier DTMF sont actives en même temps et qu'il est donc possible, si cela a une quelconque utilité pour l'une de vos applications, de les utiliser simultanément. Il suffit alors tout simplement de combiner les schémas des figures 1 et 2.

C. TAVERNIER



le PIC 16F628 cadencé à 20 MHz

Testeur dynamique d'alimentation



Lorsque l'on achète ou que l'on réalise une alimentation stabilisée, on la teste habituellement en mode statique afin de s'assurer qu'elle fournit une tension stable, que le courant consommé soit nul ou proche de la valeur maximum permise. Si un tel test peut être considéré comme suffisant pour certaines applications, il ne rend absolument pas compte des caractéristiques dynamiques de l'alimentation ; caractéristiques qui peuvent révéler bien des surprises même sur des produits de qualité.

Si le montage alimenté consomme un courant relativement constant, ce seul test statique suffit. Par contre, si sa consommation varie dans de larges proportions, il est prudent de réaliser un test dynamique afin de s'assurer que l'alimentation convient et n'est pas dangereuse pour le montage comme cela peut être le cas ainsi que nous le verrons en fin d'article. Ce test dynamique est très facile à réaliser pour peu que vous possédiez un oscilloscope, même avec une faible bande passante et, sous réserve bien

sûr, de réaliser le montage que nous vous proposons maintenant.

En quoi consiste un test dynamique ?

Lorsque l'on teste une alimentation en statique, on branche une charge en sortie et on mesure la tension délivrée en fonction du courant consommé. Sauf à avoir réalisé un piètre montage ou à avoir acheté un produit de très mauvaise qualité, on n'obtient que rarement de mauvais résultats.

Pour tester une alimentation en dynamique, on fait varier à rythme régulier la consommation en sortie de l'alimentation, d'une valeur quasi nulle à une valeur aussi élevée que l'on souhaite, dans les limites du courant maximum pouvant être fourni, bien sûr.

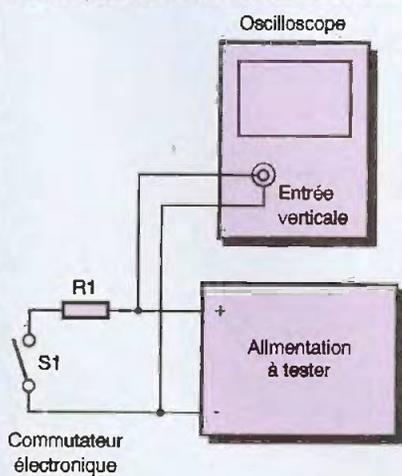
Une telle mesure, extrêmement contraignante pour une alimentation, est pourtant réaliste de ce qu'elle aura à subir si elle est utilisée, par exemple, dans un amplificateur haute fidélité en classe AB dont la consommation varie en fonction des signaux musicaux reproduits.

Le principe de test dynamique respecte donc le schéma visible

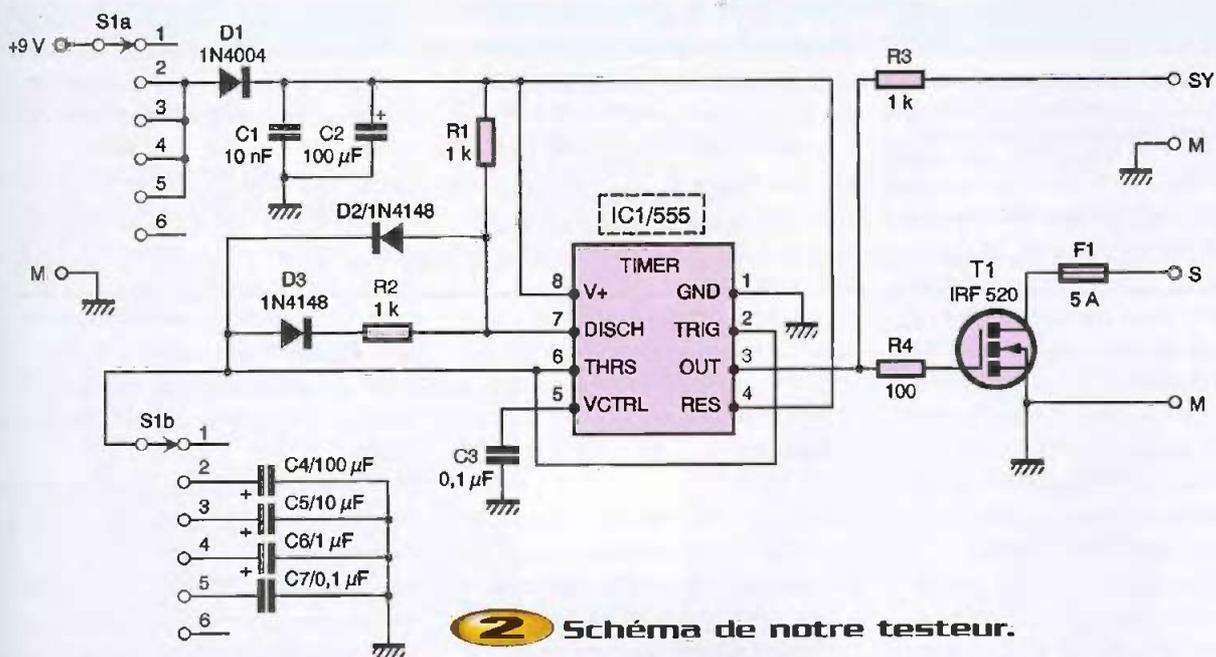
figure 1. Un oscilloscope visualise les signaux présents en sortie de l'alimentation, tandis qu'un interrupteur électronique s'ouvre et se ferme à intervalles réguliers, plaçant en sortie de cette dernière la charge constituée par la résistance R. Le courant débité par l'alimentation varie donc d'une valeur nulle à une valeur donnée par le rapport U/R ; U étant la tension de sortie en charge de l'alimentation.

Schéma de notre testeur

Ceci étant vu, le schéma de notre testeur est très facile à concevoir comme le montre la **figure 2**. L'interrupteur électronique est constitué par le transistor MOS de puissance T1. Ce choix est dicté par le fait qu'un tel transistor présente, à l'état passant, une résistance série extrêmement faible (de l'ordre de $0,16$ à $0,27 \Omega$ pour les modèles préconisés) tout en étant capable de commuter sans problème plusieurs ampères. Ce transistor est commandé par un générateur de signaux rectangulaires réalisé de manière très classique avec un banal 555. Ce dernier est monté en multivibrateur et les diodes D_2 et D_3 lui permettent de générer un signal



Principe du test dynamique d'une alimentation.



2 Schéma de notre testeur.

avec un rapport cyclique proche de 50%, ce qui n'est pas le cas du schéma d'utilisation traditionnel.

Afin de solliciter l'alimentation à diverses vitesses, la fréquence de fonctionnement de ce 555 est commutable sur quatre valeurs distinctes qui vont approximativement de 7 Hz en position 2 de S_{1b} à 5,6 kHz en position 5 de ce même commutateur. En présence d'une alimentation d'excellente qualité, ou bien encore si votre oscilloscope a la synchronisation «un peu récalcitrante», il se peut qu'il ait du mal à afficher

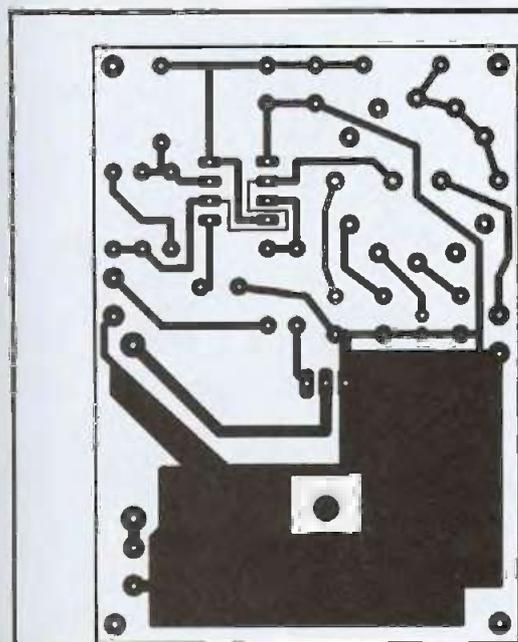
une trace stable. Une sortie synchro est donc prévue pour résoudre le problème, via la résistance R_3 depuis la sortie directe du 555. L'alimentation à tester ne pouvant en aucun cas alimenter notre montage, une simple pile de 9V fait l'affaire pour cela et la diode D_1 assure de façon classique la protection contre les inversions de polarité.

Réalisation

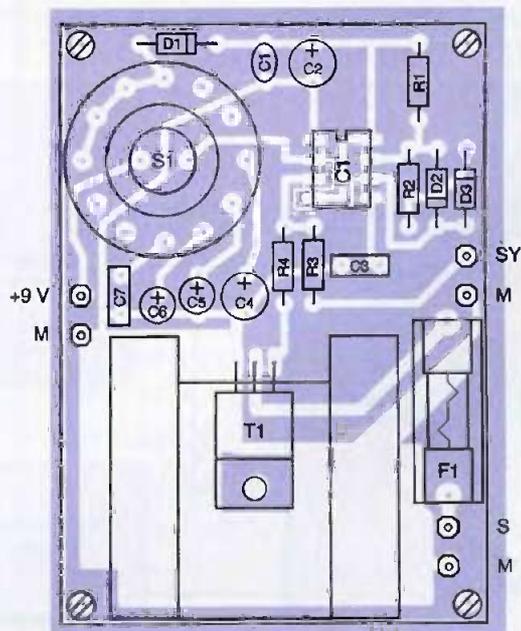
Aucune difficulté n'est à craindre pour l'approvisionnement des composants car tous

sont des classiques. Sachez seulement que notre circuit imprimé a été dessiné pour un radiateur de T_1 , type ML 33 de SELETRONIC. Veillez à le retoucher, le cas échéant, si vous utilisez un autre modèle. Le dessin de ce circuit imprimé, qui supporte tous les composants du montage, commutateur rotatif compris, est visible **figure 3** et ne présente aucune difficulté de tracé si ce n'est la piste fine placée sous le 555.

L'implantation des composants est à réaliser en suivant les indications de la **figure 4**.



3 Tracé du circuit imprimé.



4 Implantation des composants.

Commencez par le support de IC₁, poursuivez par les composants passifs que sont résistances et condensateurs et terminez en mettant en place les diodes dans le bon sens. Le transistor T₁ est vissé directement sur le radiateur, sans accessoire d'isolement puisque ce dernier ne touche aucune partie sous tension du montage. Le commutateur rotatif prend place, quant à lui, dans les pastilles prévues à cet effet pour peu que vous ayez pris soin d'acheter un modèle pour circuit imprimé. Dans le cas contraire (modèle à cosses à souder), il faudra équiper ces dernières de petits fils nus rigides qui viendront ensuite prendre place dans les pastilles du circuit imprimé. C'est plus long à faire et moins solide !

Vous pouvez aussi, si vous le désirez, déporter ce commutateur en face avant du boîtier qui recevra le montage. Utilisez alors des fils souples isolés pour en effectuer le câblage.

Le fusible placé dans le porte fusible F₁ sera un modèle rapide, dimensionné en fonction de l'alimentation à tester. Prévoyez, pour cela, un courant 1,5 fois supérieur au courant maximum que vous envisagez de faire débiter à l'alimentation.

Utilisation

Alimentez notre montage par une pile 9V et branchez la sonde de votre oscilloscope entre la sortie SY et la masse. Vous

devriez y voir un signal rectangulaire d'amplitude voisine de 9V et de fréquence variant environ de 7 à 5600 Hz en fonction de la position de S₁.

Vous pouvez alors réaliser le montage de test de la **figure 5**. La résistance R sera un modèle de puissance dont les caractéristiques sont données par les deux relations suivantes :

R (en ohms) = I_{max} (en ampères) / U (en volts) où I_{max} est le courant maximum que vous voulez faire débiter à l'alimentation et U sa tension de sortie.

P (en watts) = U (en volts) x I_{max} (en ampères).

Attention ! Compte tenu du transistor utilisé pour T₁, le courant maximum commuté par notre montage ne devra pas dépasser 8A avec un IRF520 et 12A avec un IRF530. L'examen de l'oscillogramme obtenu en sortie de l'alimentation vous permettra alors de voir précisément comment elle se comporte en présence de brutales variations de consommation.

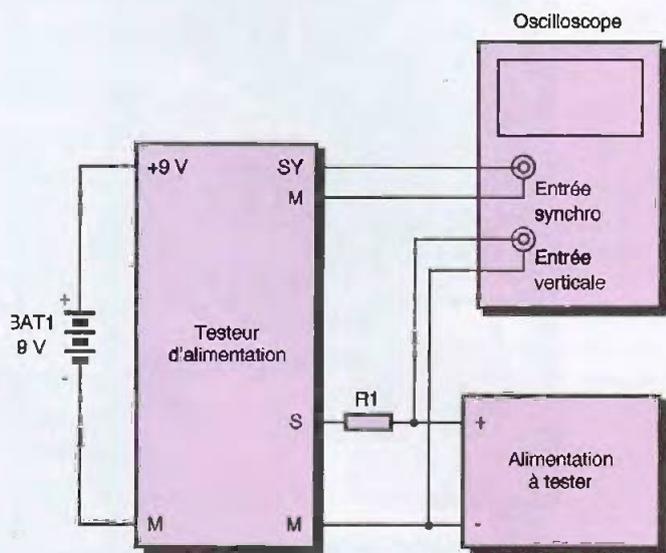
La **figure 6** vous montre ainsi, à titre d'exemple, le signal observé en sortie d'une alimentation « dite de laboratoire » pouvant débiter près de 3A sous 5V. Nous ne lui avons fait débiter ici qu'un « petit » ampère et nous constatons que, lorsque la charge s'arrête de consommer, la tension de sortie qui était bien à

5V en statique, monte à près de 14V pendant près de 200ns. Autant dire que des circuits TTL alimentés par une telle alimentation risquent de ne pas apprécier du tout ...

La même alimentation, réglée cette fois-ci sur 15V de tension de sortie et débitant toujours un courant de 1A, présente le même défaut, mais la tension monte moins haut puisque, comme le montre l'oscillogramme de la **figure 7**, elle n'atteint cette fois-ci « que » 26,7V ! Bien entendu, en mode statique, cette alimentation donne toute satisfaction...

Muni de notre outil fort peu coûteux, vous voici donc armé pour tester toutes vos alimentations, qu'elles soient de réalisation personnelle ou du commerce. Au vu des mesures que nous avons pu réaliser sur les produits les plus divers, nous sommes prêts à parier que vous risquez d'être surpris.

C. TAVERNIER



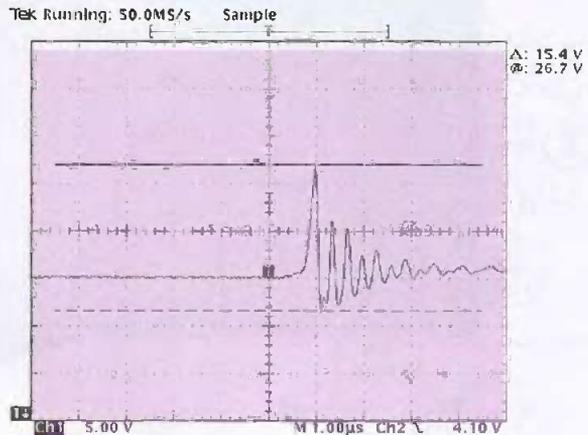
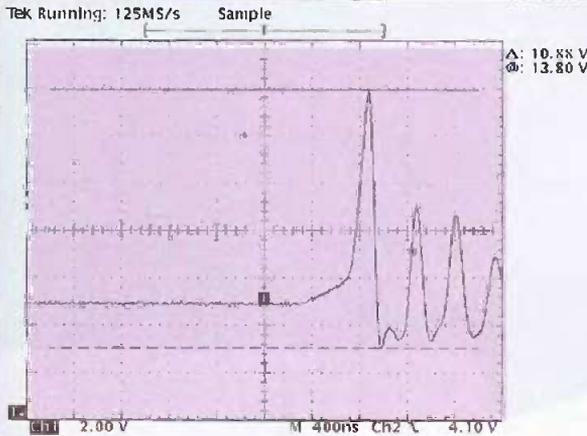
5 Mode de câblage de notre testeur.



le commutateur rotatif pour CI

Nomenclature

IC ₁ : 555	R ₄ : 100 Ω 1/4W 5% (marron noir, marron)	S ₁ : commutateur rotatif à implanter sur CI, 2 circuits 6 positions
T ₁ : IRF520 ou IRF530	C ₁ : 10 nF céramique	F ₁ : porte fusible pour circuit imprimé et fusible T20 (voir texte)
D ₁ : 1N4004	C ₂ , C ₄ : 100 µF/25V chimique radial	Radiateur
D ₂ , D ₃ : 1N914 ou 1N4148	C ₃ , C ₇ : 0,1 µF MKT	1 support de CI 8 pattes
R ₁ à R ₃ : 1 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, rouge)	C ₅ : 10 µF/25V chimique radial	
	C ₆ : 1 µF/25V chimique radial	



6

Les mauvaises surprises que peut révéler une alimentation «de laboratoire» réglée pour délivrer 5V.

7

Le phénomène est moins grave mais tout aussi présent pour 15V de tension de sortie.

www.elecson.com

Composants

Câbles

Connectique

Vidéo

Outillages

Alarme

Alimentations

Mesure

Haut-parleurs

Convertisseurs

Kits (ferroviaires)

Place Henry Frenay - 4 rue Jean Bouton
75012 PARIS

Tel: 01 43 40 29 36 - Fax: 01 43 40 37 02

HB Composants

VOTRE SPÉCIALISTE
EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

A 20 minutes de Paris, stationnement facile

UNE SÉLECTION DE QUALITÉ :

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

HB Composants

HB Composants

7 bis rue du Dr Morère
91120 PALAISEAU
Tél. : 01 69 31 20 37
Fax : 01 60 14 44 65

Du lundi au samedi de 10h00 à 13h00 et de 14h30 à 19h00

Une assistance téléphonique vocale



Le principe (figure 1)

Le montage est branché sur la ligne téléphonique. Il comporte sa propre source d'énergie sous la forme de piles. Ces dernières sont uniquement en service lorsque le combiné est décroché. Cette mise en action de l'alimentation est donc automatique si bien que les piles ne s'usent pas en dehors des périodes d'utilisation du dispositif.

Un système de décodage prend en compte les signaux DTMF (Dual Tone Multi Frequency) générés dans la ligne lors de l'opération de chiffrage, pour les stocker sous forme d'informations binaires dans un système de mémorisation. A la fin de chaque deuxième chiffre ainsi formé, une EPROM programmée en conséquence commande la plage appropriée d'une mémoire vocale qui restitue verbalement le nombre formé par

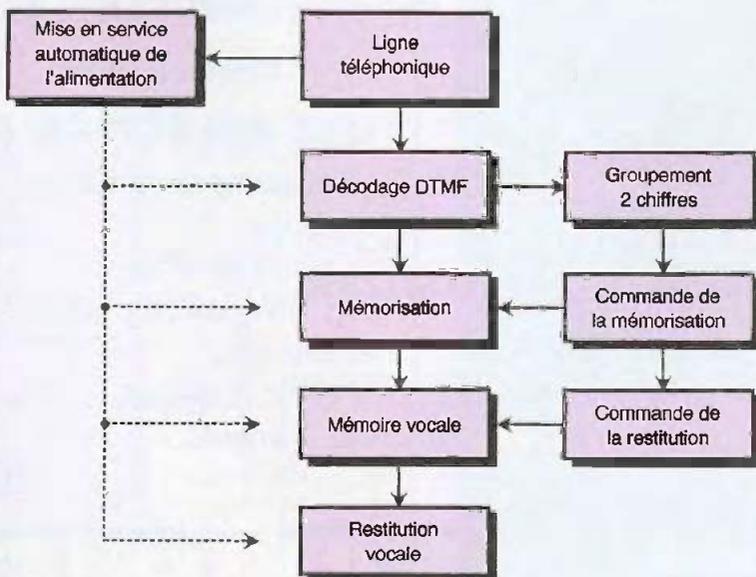
les deux chiffres, par l'intermédiaire d'un haut-parleur. Cette façon de restituer le numéro de téléphone en cours de chiffrage correspond, en fait, à la pratique usuelle d'énonciation orale d'un numéro téléphonique.

Le fonctionnement (figures 2, 3, et 4)

Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement du montage est fournie par 5 piles de 1,5V qu'un interrupteur I_1 permet d'isoler. A noter que ce dernier est normalement fermé en permanence, étant donné le système d'activation automatique de l'alimentation, comme nous le verrons plus loin. Il est seulement en position d'ouverture lors du transport du dispositif ou en cas d'arrêt volontaire du montage, afin de ne pas provoquer inutilement la décharge des piles d'alimentation.

Tant que le combiné téléphonique est raccroché, le potentiel de la ligne téléphonique est de l'ordre de 52V. Ce potentiel est pris en compte par la diode D_1 qui fait office de détrompeur de sens de branchement et le pont formé par les résistances R_1 et R_2 . Au

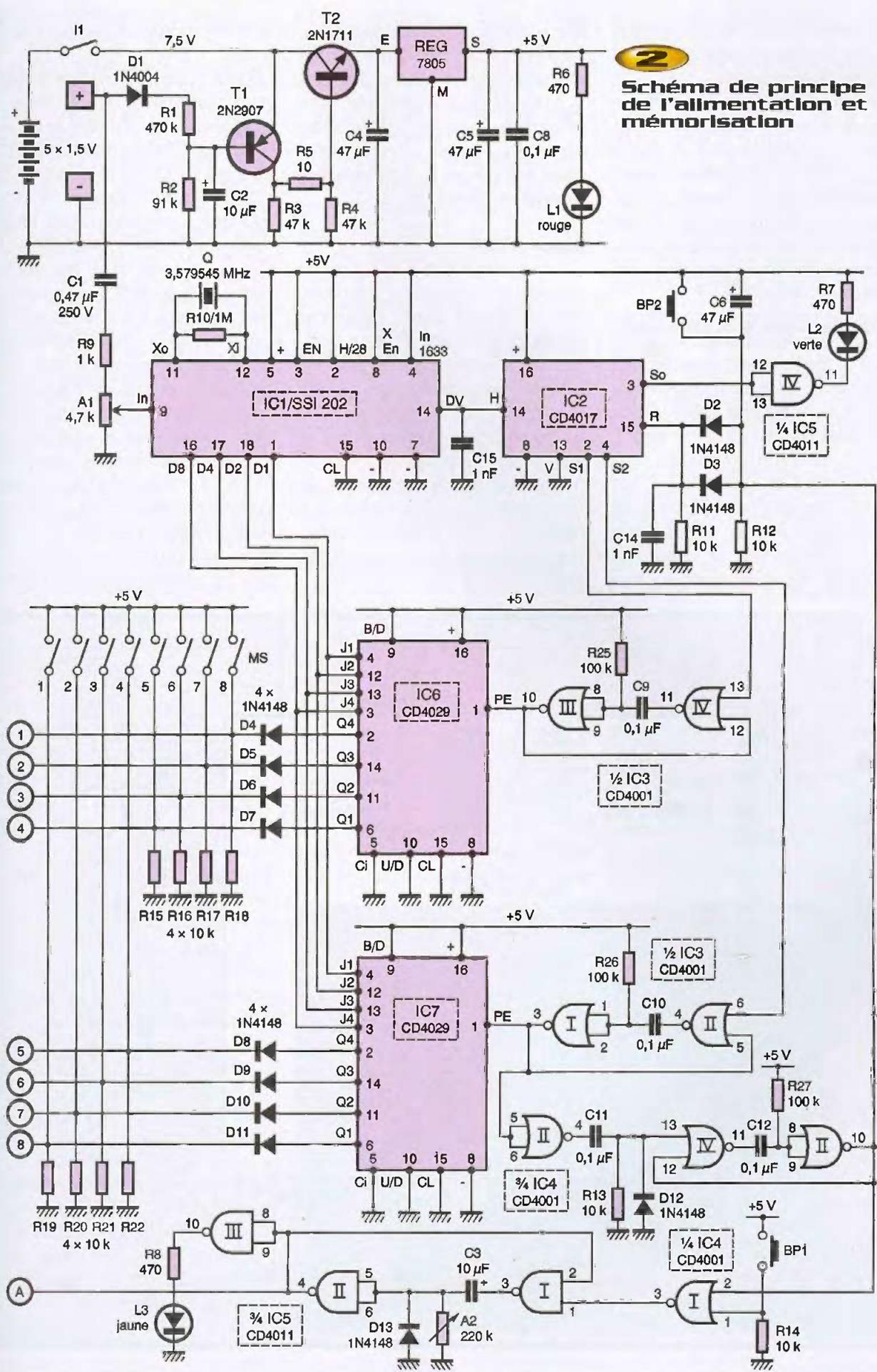


 Synoptique

Les mémoires vocales disponibles auprès des fournisseurs sous l'appellation ISD peuvent être à la base d'applications véritablement originales et utiles. Ainsi, le présent montage confirme verbalement, et par groupes de deux chiffres, le chiffrage d'un numéro de téléphone au fur et à mesure de l'opération. Il en découle une diminution des risques d'erreur lorsque le poste est disposé, par exemple, dans un endroit peu éclairé.

2

Schéma de principe de l'alimentation et mémorisation



point commun de ces dernières, on relève alors un potentiel de l'ordre de 8,3V. Le potentiel de l'émetteur de T_1 (7,5V) étant inférieur à celui de sa base, le transistor (un PNP) est en situation de blocage. En particulier son potentiel collecteur est nul et le transistor NPN T_2 est également bloqué. L'alimentation est donc coupée. La capacité C_2 filtre les variations de potentiel qui se produisent notamment lors des sonneries d'appel afin de maintenir l'alimentation dans cette situation de blocage.

Dès que l'on décroche le combiné téléphonique, le potentiel de ligne chute à une valeur de 10 à 25V suivant le type de poste. Au niveau de la sortie du pont R_1/R_2 , on relève alors un potentiel de 1,6V à 4V, valeur nettement inférieure à 7,5V. Le transistor T_1 est alors saturé et un potentiel proche de 7,5V est disponible sur le collecteur. Il en résulte la saturation du transistor T_2 qui délivre sur son émetteur un potentiel de 7,5V aussitôt présenté sur l'entrée d'un régulateur 7805. Celui-ci fournit sur sa

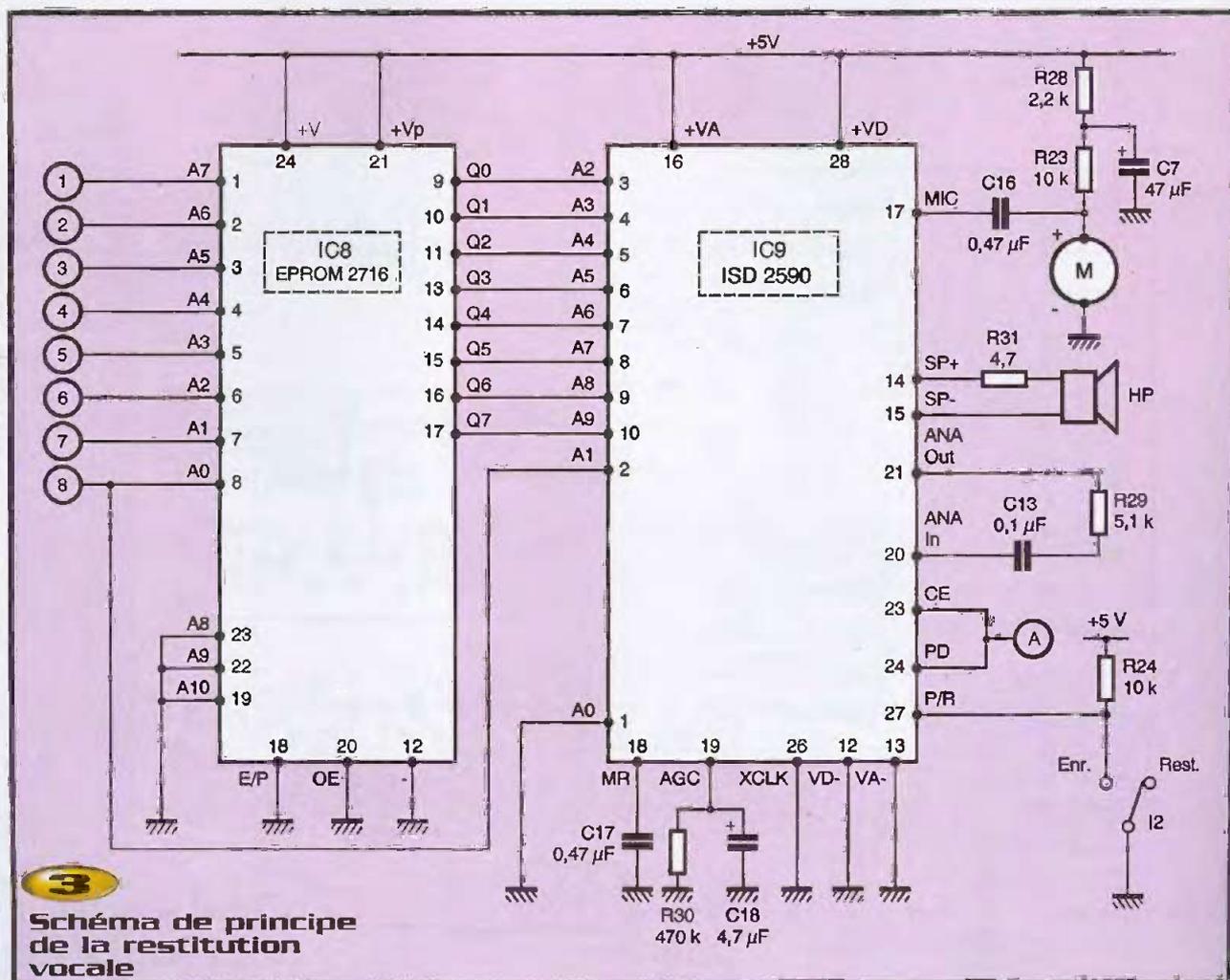
broche de sortie un potentiel stabilisé de 5V, valeur imposée par l'EPROM et le circuit ISD équipant le montage. Les capacités C_4 et C_5 participent à la stabilisation de ce potentiel tandis que la capacité C_8 découple l'alimentation du montage. La LED L_1 , dont le courant est limité par R_6 , signale la mise en service de l'alimentation.

Décodage DTMF

Le circuit intégré référencé IC_1 est un décodeur DTMF → binaire. Rappelons que les signaux DTMF (fréquences vocales) pour un chiffre donné, se traduisent par la superposition de deux fréquences sinusoidales. Ainsi, à titre d'exemple, le chiffre 7 correspond à la superposition des fréquences de 852 Hz et de 1209 Hz. Cette codification est internationale. Les signaux sont présentés sur l'entrée IN de IC_1 , par l'intermédiaire de la capacité C_1 , de R_9 et de l'ajustable A_1 . Grâce à ce dernier, il est possible de prélever une fraction plus ou moins impor-

tante de l'amplitude des signaux issus de la ligne.

Le circuit IC_1 comporte une base de temps interne très précise, puisque pilotée par un quartz extérieur de 3,579545 MHz. Lorsqu'un signal DTMF est reconnu conforme, les sorties D1, D2, D4 et D8 prennent les positions binaires. Toujours dans l'exemple du chiffre 7, la configuration binaire des sorties D est 0111 (sens de lecture D8 → D1). Dès qu'un signal DTMF est reconnu conforme, la sortie DV, habituellement à l'état bas, passe à l'état haut aussi longtemps que dure le signal DTMF d'entrée. Groupement par éléments de deux chiffres Le circuit IC_2 est un CD4017. Il s'agit d'un compteur décodeur décimal. Au moment de la mise sous tension automatique du montage, la capacité C_6 se charge à travers R_{12} . Il en résulte une brève impulsion positive sur l'entrée RAZ de IC_2 . Ce dernier est alors initialisé sur la position S0, dont la sortie correspondante présente un état haut. Il en découle un état bas sur la sortie



3

Schéma de principe de la restitution vocale

de la porte inverseuse NAND IV de IC₅. La LED L₂ s'allume. Elle matérialise la position de repos S0 du compteur IC₂. A noter qu'il est possible, à tout moment, d'obtenir cette position d'attente du compteur en appuyant sur le bouton poussoir BP₂. Dès le début du signal DTMF correspondant au chiffrage du premier chiffre, le front montant issu de la sortie DV de IC₁, et présenté sur l'entrée Horloge de IC₂ a pour effet de faire avancer d'un pas le compteur IC₂. On observe alors un état haut sur IC₁. Au signal DTMF suivant et correspondant au chiffrage du second chiffre, l'état haut se déplace de S1 sur S2, pour les mêmes raisons. Nous verrons au paragraphe suivant que cette situation est très provisoire. En effet, au bout de 7 ms environ, la bascule monostable formée par les portes NOR III et IV de IC₄ présente un front montant qui a pour effet immédiat, par l'intermédiaire de D₃, de provoquer la remise à zéro de IC₂. L'état haut est de nouveau disponible sur S0. Ainsi, et après avoir chiffré le deuxième chiffre d'un groupe de deux chiffres, le compteur IC₂ retrouve toujours sa position de repos S0.

Mémoire

Les circuits IC₆ et IC₇ sont des compteurs/décompteurs binaire/BCD «prépositionnables». Dans leur utilisation dans le présent montage, c'est cette dernière qualité qui est mise à contribution.

Lorsque le circuit décodeur IC₁ décode le signal DTMF correspondant au premier chiffre, la configuration binaire des sorties D est présentée sur les entrées JAM1 à JAM4 de IC₆. En même temps, on enregistre un front montant sur la sortie S1 de IC₂. Celui-ci est pris en compte par la bascule monostable formée par les portes NOR III et IV de IC₃ qui délivre sur sa sortie un état haut d'une durée de l'ordre de 7 ms, étant données les valeurs de R₂₅ et de C₉. Ce bref état haut commande la mémorisation de l'information binaire présente sur les entrées JAM, par le biais de l'entrée PRESET ENABLE. A partir de cet instant, on retrouve sur les sorties Q1 à Q4 la même configuration binaire que celle qui existait sur les entrées JAM1 à JAM4 au moment du front descendant du signal de mémorisation issu de la bascule monostable. Cette information subsiste tant qu'un autre signal de mémorisation ne se sera pas manifesté.

Pour les mêmes raisons, lors du chiffrage du deuxième chiffre, la bascule monostable NOR I et II de IC₃ est activée par le front montant disponible sur la sortie S2 de IC₂. Il se produit alors la mémorisation binaire de ce deuxième chiffre au sein de IC₇. La fin de l'impulsion positive de cette seconde commande de mémorisation se traduit par un front montant sur la sortie de la porte inverseuse NOR II de IC₄. Ce front montant est pris en compte par le dispositif de dérivation formé par C₁₁, R₁₃ et D₁₂. En particulier, la charge rapide de C₁₁, à travers R₁₃ a pour conséquence de présenter sur l'entrée de la bascule monostable NOR III et IV de IC₄ une brève impulsion positive de commande. La bascule délivre alors un état haut d'une durée de 7 ms qui assure d'une part la remise à zéro de IC₂, comme indiqué au paragraphe précédent et, d'autre part, commande une autre opération développée au paragraphe suivant.

Commande de la restitution vocale

L'état haut de 7 ms évoqué ci-dessus se traduit par un état bas de la même durée sur la sortie de la porte NOR I de IC₄. Cet état bas déclenche l'action de la bascule monostable formée par les portes NAND I et II de IC₅. Celle-ci délivre sur sa sortie un état bas d'une durée de 0,85 à 0,90 sec, pour des raisons que nous verrons ultérieurement. Cet état bas commande la restitution vocale par le circuit ISD. La diode D₁₃ accélère la décharge de C₃ une fois le cycle terminé, de manière à ce que la bascule soit de nouveau opérationnelle pour

une prochaine commande, éventuellement très rapprochée.

Lors de l'état bas délivré par la sortie de la bascule, la sortie de la porte NAND III de IC₅ présente un état haut. Il en résulte l'allumage pendant la même durée de la LED L₃. Enfin, grâce au bouton poussoir BP₁, il est possible à tout moment de commander la restitution vocale. Nous nous servirons de cette possibilité pour réaliser l'enregistrement du circuit ISD, ainsi que pour les opérations d'écoute de contrôle.

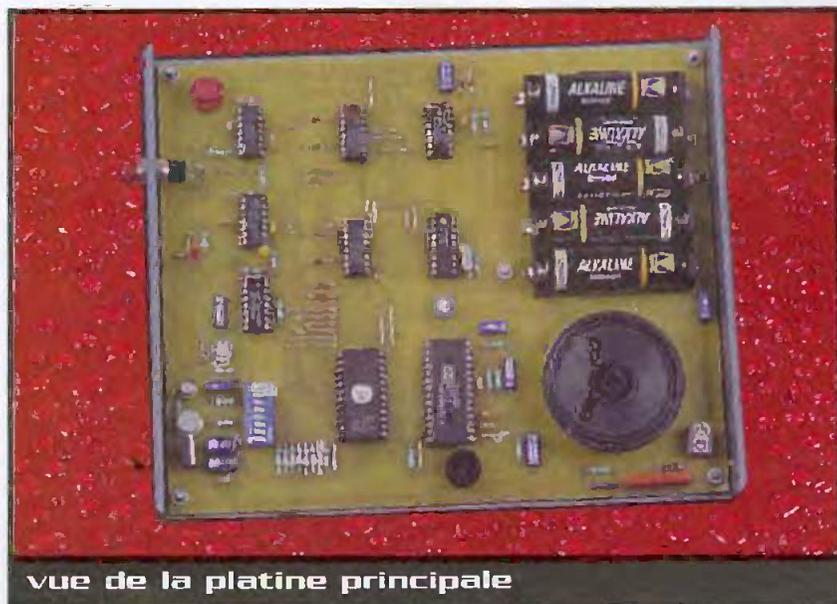
Organisation de la programmation de l'ISD

Le circuit ISD comporte une plage de mémorisation de 600 segments élémentaires correspondant à une durée totale de 90 sec.

Il s'agit donc de mémoriser vocalement 100 nombres de deux chiffres : de 00 à 99. Ainsi, la durée de chaque nombre correspond à $90/100 = 0,9$ sec. et chaque segment élémentaire se caractérise par une durée de $90/600 = 0,15$ sec, soit 150 ms.

La longueur de plage allouée à chaque chiffre est de $600/100 = 6$ segments élémentaires. Avec cette base d'organisation, le nombre 00 est mémorisé dans les segments 000 à 005, le nombre 01 se trouve dans les segments 006 à 011, et ainsi de suite. En particulier, le nombre 99 sera disponible dans les segments 594 à 599.

Grâce à 10 entrées de mémorisation, il est possible d'atteindre n'importe quel segment. Ces entrées, au niveau de l'ISD,

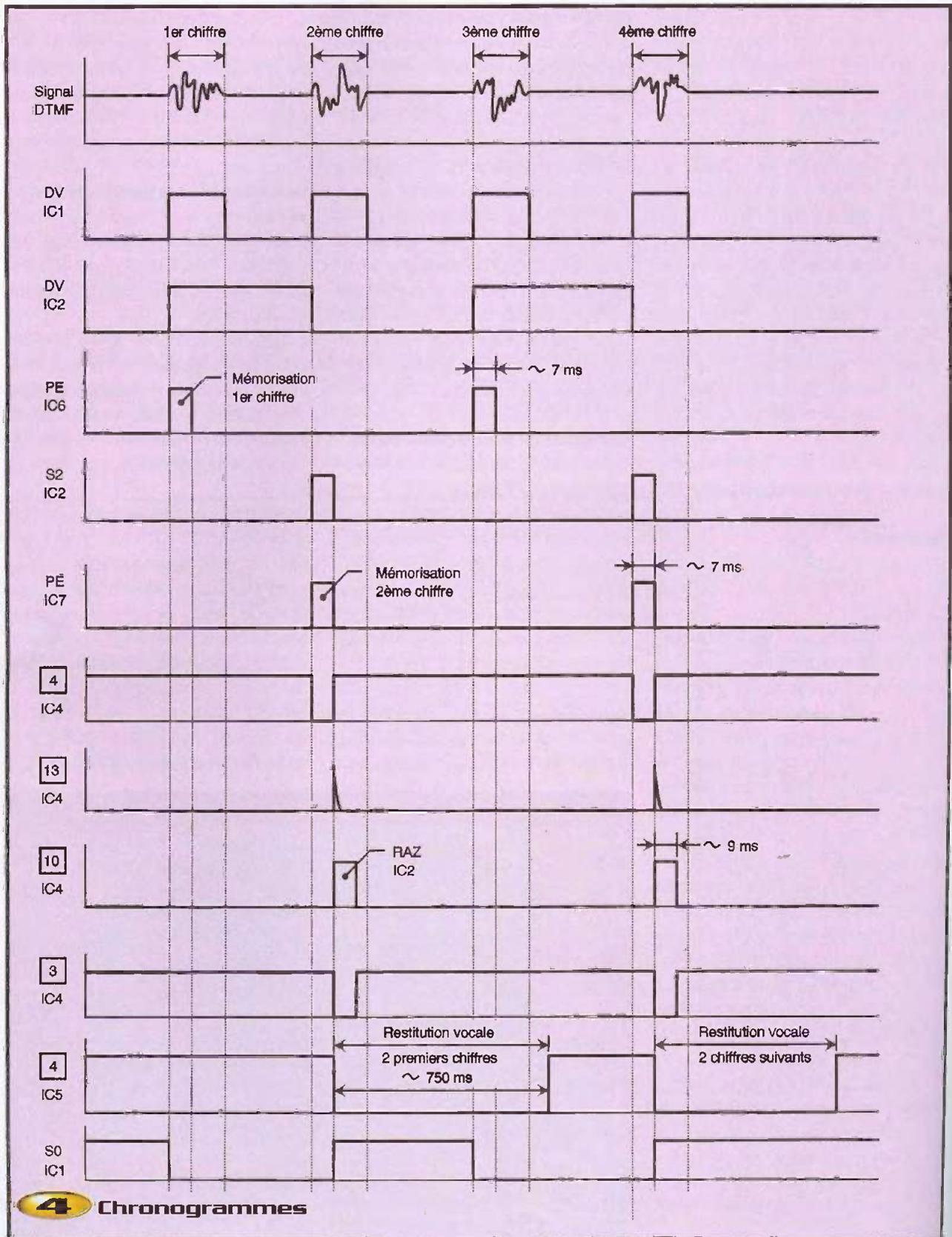


vue de la platine principale

sont repérées A0 à A9. Dès que l'état bas de commande de la restitution vocale est donné au niveau de la sortie de la porte NAND II de IC₅, le pointeur interne de l'ISD démarre du segment correspondant à la

programmation binaire de l'adresse, à ce moment précis. La restitution vocale cesse dès que cet état bas disparaît pour laisser sa place à un état haut. Cette durée étant réglée sur 0,9 sec, le pointeur

parcourt 6 segments élémentaires, ce qui correspond à la longueur de plage alloué au nombre de deux chiffres qui s'y trouve mémorisé. Ce même principe s'applique pour l'enregistrement de l'ISD.



Organisation de la programmation de l'EPROM

Une EPROM 2716 se caractérise par 8 entrées/sorties repérées Q0 à Q7. De ce fait, elle ne peut occuper que $2^8 = 256$ positions élémentaires. A première vue, il est donc impossible d'appeler n'importe lequel des 600 segments de l'ISD. En fait, il ne s'agit pas d'atteindre n'importe quel segment, mais des segments bien particuliers se succédant suivant un pas de 6. D'abord, tous les débuts de plage se caractérisent par des segments de rang pair. L'entrée A0 de l'ISD peut donc être constamment reliée à un état bas et l'EPROM est capable de «compter» ainsi jusqu'à 512... ce qui est toujours insuffisant.

On remarquera également (il suffit pour cela de connaître la table de multiplication par 6) que tous les deux débuts de plage se caractérisent par des adresses divisibles par 4. S'il s'agissait d'atteindre seulement les segments 0, 12, 24, 36, etc., l'adresse A1 de l'ISD pourrait également être reliée à un état bas.

Mais cela ne colle pas pour les segments 6, 18, 30, 42, etc. Or, il se trouve que pour les entrées/adresse utilisées de l'EPROM, à savoir A0 à A7, l'entrée/adresse A0 est à l'état bas pour le chiffre 00 (segment 000), à l'état haut pour 01 (segment 006), de nouveau à l'état bas pour 02 (segment 012), et ainsi de suite. Nous en reparlerons. Grâce à cette «astuce», il suffira de relier l'entrée A1 de l'ISD à l'entrée/adresse A0 de l'EPROM. Cette fois l'EPROM pourra

«compter» jusqu'à 1024, ce qui est plus que suffisant.

Fonctionnement de l'EPROM

Dès qu'un premier chiffre est formé au niveau du clavier, le circuit IC₆ est mémorisé. Le circuit IC₇ se mémorise aussitôt qu'un second chiffre est composé. Les états logiques disponibles sur les cathodes des diodes D₄ à D₁₁ sont présents sur les entrées/adresse A0 à A7 de l'EPROM. Celle-ci restitue sur ses sorties Q0 à Q7 des niveaux logiques précédemment programmés qui sont aussitôt utilisés pour l'adressage du segment adapté de l'ISD. Nous expliciterons ultérieurement comment établir le tableau de programmation. Les entrées/mémoire A8, A9 et A10 n'étant pas utilisées, ces dernières sont reliées à l'état bas en permanence. Ainsi, dès que le second chiffre vient d'être composé sur le clavier, l'ISD est soumis à l'adressage convenable au niveau de ses segments internes de la plage de programmation.

Fonctionnement de l'ISD

L'ISD restitue directement le message programmé sur la plage des 6 segments concernés, sur un haut-parleur, par l'intermédiaire de la résistance R₃₁ de 4,7 Ω dans le cas où on utilise un HP d'une impédance de 4 Ω . Si l'impédance du HP est de 8 Ω , on remplacera la résistance R₃₁ par un simple strap.

La commande de la restitution (comme de l'enregistrement d'ailleurs) se réalise au moyen des entrées CE et PC réunies à

cette occasion. Si l'entrée P/R est soumise à un état haut, l'ISD fonctionne en mode «restitution». Si on soumet cette entrée à un état bas, l'ISD est en mode «enregistrement».

Nous verrons que pour l'enregistrement vocal, il suffira d'agir sur les 8 interrupteurs du microswitch pour atteindre les adresses convenables de l'ISD.

Etablissement du tableau de programmation

Ce tableau est partiellement reproduit en **figure 7**. Mais nous allons expliciter comment il peut être établi. Les deux premières colonnes reprennent les nombres de deux chiffres entrant dans la déclinaison d'un numéro de téléphone. Par exemple 58. Les quatre colonnes suivantes correspondent aux sorties Qi de IC₆, sens Q4 \rightarrow Q1. Il en est de même pour IC₇ pour les quatre colonnes que l'on peut distinguer à côté. Ainsi, toujours pour l'exemple du nombre 58, on retrouve la valeur binaire 0101 (chiffre 5) et 1000 (chiffre 8), respectivement au niveau des colonnes IC₆ et IC₇.

On notera la particularité du chiffre 0 qui se trouve décodé par le décodeur DTMF sous la forme 1010 (chiffre 10). Nous en tenons bien sûr compte dans le remplissage des colonnes, à chaque fois que nous sommes en présence de cette particularité.

Les trois colonnes suivantes sont réservées à l'adressage de la programmation de l'EPROM. Il s'agit d'une notation hexagésimale. La première de ces trois colonnes est neutralisée une fois pour toutes sur la position 0. Quant aux suivantes, elles reprennent la rotation hexagésimale des chiffres codés dans IC₆ et IC₇. Ainsi 58 aura comme adressage EPROM 058 (s'il y avait un zéro, on utiliserait systématiquement la notation A, qui correspond à 10).

Les trois colonnes suivantes indiquent le numéro d'ordre du segment de début de la plage de mémorisation du nombre à décliner. Ainsi 58 correspond au segment 348. Le principe de détermination est simple : si N est le nombre, le numéro de segment correspondant se définit au moyen de la relation N° de segment = 6 x N.

Par la suite, apparaissent 10 colonnes qui correspondent aux 10 entrées-adresses A0 à A9 de l'ISD. Il s'agit, à ce niveau, de décomposer le numéro du segment en puissances entières de 2. Par exemple :



la mémoire analogique vocale

$$348 = 256 + 64 + 16 + 8 + 4$$

$$348 = 28 + 26 + 24 + 23 + 22$$

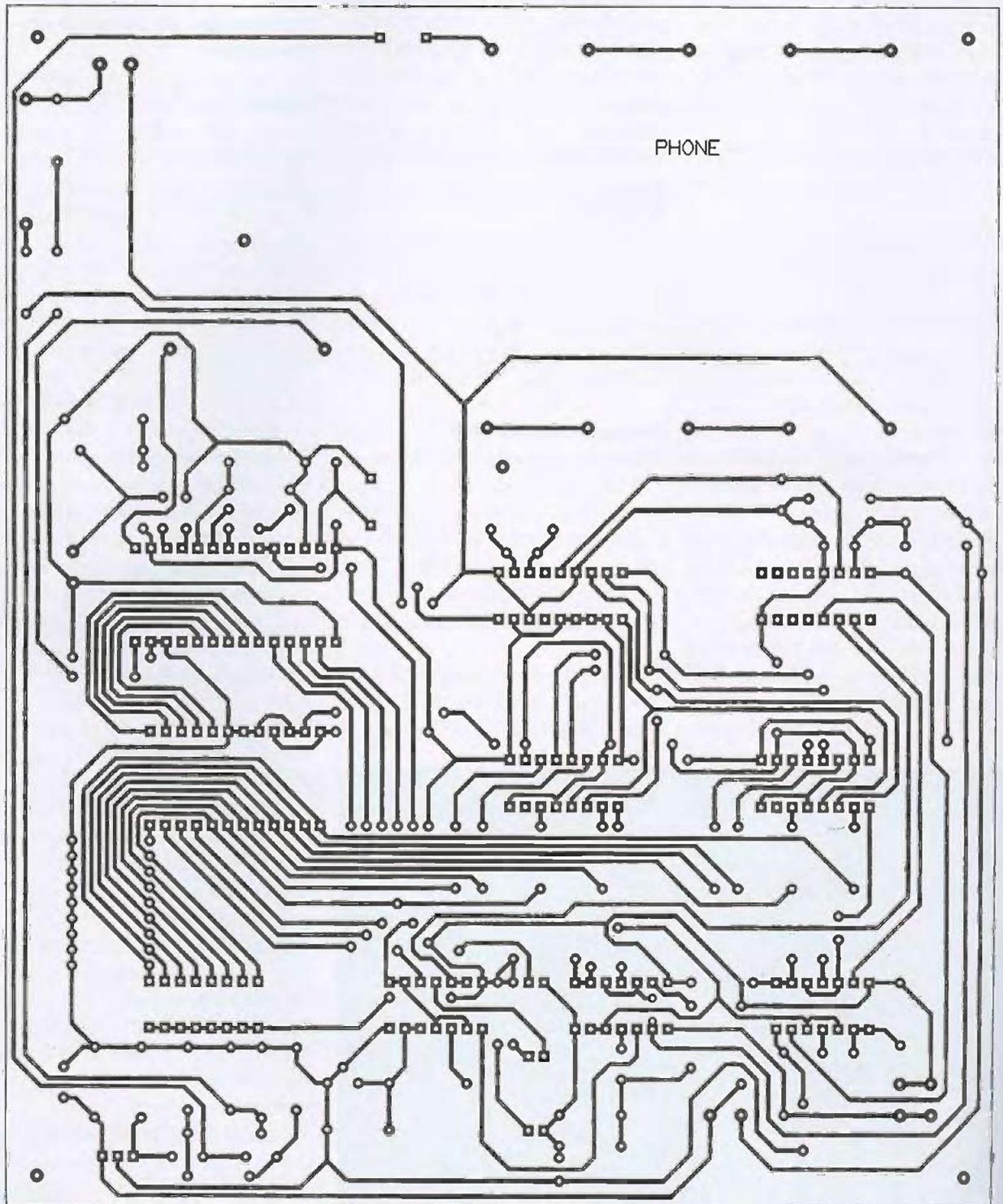
Dans ces conditions, pour l'écriture binaire de 348, il suffit de placer la valeur 1 en face de A8, de A6, de A4, de A3 et de A2.

Toutes les autres colonnes seront affectées à la valeur 0. La valeur 348 se décline alors sous la forme binaire suivante :

0101 0111 00

Les deux dernières colonnes du tableau de programmation sont réservées à la programmation hexagésimale définitive de l'EPROM. La première de ces 2 colonnes correspond à la première partie du nombre binaire précédemment explicité, soit 0101 dans le même exemple. Cela correspond à la valeur décimale 5. La partie 0111 correspond à la dernière colonne du tableau de

programmation, soit 7 pour l'exemple considéré. En fait, pour le nombre 58, l'adresse de programmation de l'EPROM sera 058 et la programmation correspondante est 57. Notons que la dernière partie (les 2 derniers chiffres) qui ne peuvent être que 00 ou 10, ne rentrent pas en ligne de compte pour la programmation de l'EPROM pour des raisons que nous avons déjà vues.



5 Tracé du circuit Imprimé

La réalisation

Circuit Imprimé (figure 5)

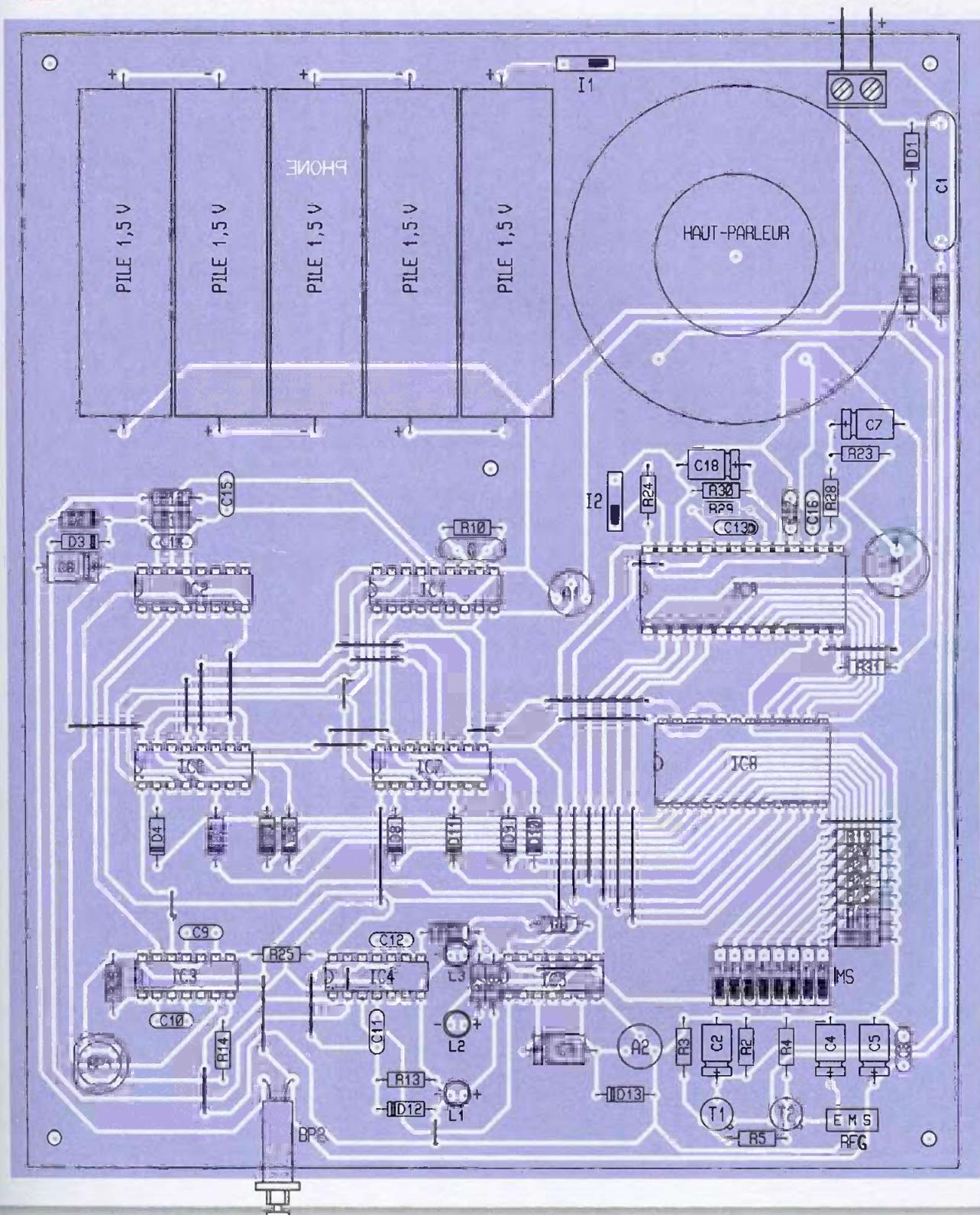
Le circuit imprimé peut être reproduit suivant les moyens habituellement utilisés : confection d'un typon ou reproduction photographique en prenant pour modèle le circuit imprimé publié. Après gravure dans un

bain de perchlorure de fer, le module est à rincer abondamment à l'eau tiède. Par la suite, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir par la suite afin de les adapter aux diamètres des connexions de certains composants davantage volumineux.

Implantation des composants (figure 6)

Après la mise en place des différents straps de liaison, on implantera d'abord les diodes et les résistances. Ensuite, ce sera le tour des ajustables, des supports de circuits intégrés et des capacités. On terminera par tous les autres composants. Attention à

6 Implantation des éléments



l'orientation correcte des composants polarisés. Le haut-parleur a directement été collé sur l'époxy. Il en est de même pour les cinq coupleurs de pile.

Mises au point

Il s'agit de régler la position des curseurs des ajustables A₁ et A₂.

Concernant A₁, la position médiane

convient généralement. On peut tester le bon fonctionnement du décodage DTMF en contrôlant, sur la broche 14 de IC₁, l'apparition d'un état haut à chaque fois que l'on

7 Programmation

Chif.	Microswitch								Adr. Progr.	N° Seg.	ISD										Prog.								
	8	7	6	5	4	3	2	1			IC6				IC7				A9	A8		A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
	Q4	Q3	Q2	Q1	Q4	Q3	Q2	Q1			512	256	128	64	32	16	8	4	2	1									
0 0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	A	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
0 2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	A	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
0 3	1	0	1	0	0	0	1	1	0	A	3	0	1	8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4
0 4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	A	4	0	2	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6
0 5	1	0	1	0	0	1	0	1	0	A	5	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	7	
0 6	1	0	1	0	0	1	1	0	0	A	6	0	3	6	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	9	
0 7	1	0	1	0	0	1	1	1	0	A	7	0	4	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	A	
0 8	1	0	1	0	1	0	0	0	0	A	8	0	4	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	C	
0 9	1	0	1	0	1	0	0	1	0	A	9	0	5	4	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	D	
1 0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	A	0	6	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	F		
1 1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	6	6	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
1 2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	7	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	
1 3	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	3	0	7	8	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	3		
1 4	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4	0	8	4	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	5	
1 5	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	5	0	9	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	6		
5 5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	5	5	3	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	5	2		
5 6	0	1	0	1	0	1	1	0	0	5	6	3	3	6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	4		
5 7	0	1	0	1	0	1	1	1	0	5	7	3	4	2	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	5	5		
5 8	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	8	3	4	8	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	5	7			
8 4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8	4	5	0	4	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7	E			
8 5	1	0	0	0	0	1	0	1	0	8	5	5	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	F			
8 6	1	0	0	0	0	1	1	0	0	8	6	5	1	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	1			
8 7	1	0	0	0	0	1	1	1	0	8	7	5	2	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	8	2			
8 8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	8	8	5	2	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	4			
8 9	1	0	0	0	1	0	0	1	0	8	9	5	3	4	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	8	5			
9 0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	9	A	5	4	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	8	7			
9 1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	9	1	5	4	6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	8	8			
9 2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	9	2	5	5	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8	A			
9 3	1	0	0	1	0	0	1	1	0	9	3	5	5	8	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	8	B			
9 4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	9	4	5	6	4	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	8	D			
9 5	1	0	0	1	0	1	0	1	0	9	5	5	7	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	8	E			
9 6	1	0	0	1	0	1	1	0	0	9	6	5	7	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0			
9 7	1	0	0	1	0	1	1	1	0	9	7	5	8	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	9	1			
9 8	1	0	0	1	1	0	0	0	0	9	8	5	8	8	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	9	3			
9 9	1	0	0	1	1	0	0	1	0	9	9	5	9	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	9	4		

appuie sur une touche du clavier téléphonique. Le cas échéant, il y a peut être lieu de diminuer quelque peu l'amplitude des signaux DTMF captés dans la ligne en tournant légèrement le curseur de l'ajustable A_1 dans le sens anti-horaire.

L'ajustable A_2 sert à régler la durée de la restitution vocale à la valeur de 0,9 sec. Si l'on dispose d'un oscilloscope, on peut effectuer très facilement ce réglage en appuyant à chaque fois sur BP_1 . Dans le cas contraire, cela n'est pas grave, il convient de placer, dans un premier temps, le curseur à fond dans le sens horaire, si bien que l'on dépasse légèrement 0,9 sec.

Programmation de l'EPROM

Rappelons qu'avant de programmer une EPROM, il convient d'être sûr qu'elle est vierge.

Cela se traduit, pour chacune de ses 211 = 2048 lignes de programmation, à obtenir sur toutes les 8 sorties Q la valeur logique 1. C'est à dire, la notation hexadécimale FF. Une EPROM peut s'effacer en exposant sa lucarne à un rayonnement ultraviolet pendant une quinzaine de minutes.

Pour la programmation, la référence est, bien entendu, le tableau de programmation déjà évoqué en se servant d'un programmeur d'EPROM. Il en existe auprès de la plupart des fournisseurs. Par ailleurs, plusieurs programmeurs simplifiés ont déjà fait l'objet de publications dans notre revue.

Programmation de l'ISD

Pour programmer l'ISD, il est impératif d'ôter les circuits IC_6 et IC_7 . Par la suite, il convient de placer l'inverseur I_2 sur «ON». On se servira des 8 interrupteurs du microswitch pour déterminer les adresses de programmation.

Autre remarque : Avant de programmer l'ISD, il est indispensable d'avoir programmé, auparavant, l'EPROM, étant donné que la programmation de cette dernière est directement mise à contribution.

On débutera donc par la valeur 00. En observant les 8 colonnes correspondant à la notation binaire de cette valeur (sorties Q de IC_6 et de IC_7), on peut se rendre compte que l'ordre de succession est inversé par rapport aux numéros de 1 à 8 inscrits sur les interrupteurs du bloc microswitch. Il convient donc de les inverser.

En voulant le faire mentalement, on risque fort de se tromper. Aussi vaut-il mieux les recopier, dans le bon sens, sur un tableau annexe. Ainsi la valeur 00 se notera : 01010101. C'est sur ces positions binaires qu'il convient de placer les interrupteurs du bloc microswitch.

Ensuite, on appuiera sur BP_1 en prononçant distinctement «zéro-zéro». Cette déclinaison verbale doit être assez rapide : en effet, le délai de 0,9 sec. (6 segments) est bien vite dépassé...

On passera ensuite à la valeur 01 et ainsi de suite jusqu'à 99. Ensuite, et après avoir placé les interrupteurs de programmation

sur les positions convenables et l'interrupteur I_2 sur «OFF», on peut passer au contrôle.

En particulier, pour la valeur 00, on entendra sans doute également tout ou une partie de la valeur 01. Cela est normal, étant donné que la position du curseur de l'ajustable A_2 est placé à fond de manière à dépasser largement 0,9 sec. Il convient donc, par essais successifs, de réduire ce délai en tournant le curseur dans le sens anti-horaire. L'objectif à atteindre est de n'entendre que la restitution «zéro-zéro».

On vérifiera ainsi toutes les valeurs. Si on décèle un défaut (généralement un dépassement de la durée), il est très facile de reprendre la programmation pour la valeur concernée en agissant sur I_2 .

Le montage est maintenant opérationnel. Il ne reste plus qu'à placer tous les interrupteurs du bloc microswitch sur «OFF» et à insérer IC_6 et IC_7 dans leur support.

Attention aussi à la polarité de raccordement sur la ligne téléphonique.

A noter, enfin, que le dispositif peut se brancher en un point quelconque de la ligne téléphonique, même loin du poste. Dans ce cas de figure, il ne s'agit plus d'une «assistance téléphonique» : il y a manifestement détournement par rapport à la mission normale du montage. On frôle de très près l'espionnage...

R. KNOERR

Nomenclature

29 straps (12 horizontaux, 17 verticaux)

R_{17}, R_{30} : 470 k Ω (jaune violet, jaune)

R_2 : 91 k Ω (blanc, marron, orange)

R_{23}, R_4 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)

R_5 : 10 Ω (marron, noir, noir)

R_6 à R_8 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

R_9 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R_{10} : 1 M Ω (marron, noir, vert)

R_{11} à R_{24} : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_{25} à R_{27} : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

R_{28} : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)

R_{29} : 5,1 k Ω (vert, marron, rouge)

R_{31} : 4,7 Ω (jaune, violet, or)

A_1 : ajustable 4,7 k Ω

A_2 : ajustable 220 k Ω

D_1 : diode 1N4004

D_2 à D_{13} : diodes signal 1N4148

L_1 : LED rouge $\varnothing 3$

L_2 : LED verte $\varnothing 3$

L_3 : LED jaune $\varnothing 3$

REG : régulateur 5V (7805)

MIC : micro ELECTRETT (2 broches)

C_1 : 0,47 μ F/250V polyester

C_2, C_3 : 10 μ F/10V électrolytique

C_4 à C_7 : 47 μ F/10V électrolytique

C_8 à C_{13} : 0,1 μ F céramique multicouches

C_{14}, C_{15} : 1 nF céramique multicouches

C_{16}, C_{17} : 0,47 μ F céramique multicouches

C_{18} : 4,7 μ F/10V électrolytique

Q : quartz 3,579545 MHz

T_1 : transistor PNP 2N2907

T_2 : transistor NPN 2N1711

Haut-parleur 4 ou 8 Ω - \varnothing 50 à 60 mm

IC_1 : SSI202 (décodeur DTMF \rightarrow binaire)

IC_2 : CDA017 (compteur/décodeur décimal)

IC_3, IC_4 : CD4001 (4 portes NOR)

IC_5 : CD4011 (4 portes NAND)

IC_6, IC_7 : CD4029 (compteur/décompteur

BCD/Binaire)

IC_8 : EPROM 2716

IC_9 : ISD2590 (mémoire analogique vocale)

3 supports 14 broches

3 supports 16 broches

1 support 18 broches

1 support 24 broches

1 support 28 broches

I_1, I_2 : microswitchs 1 interrupteur

MS : microswitch 8 interrupteurs

BP_1 : bouton poussoir pour circuit imprimé

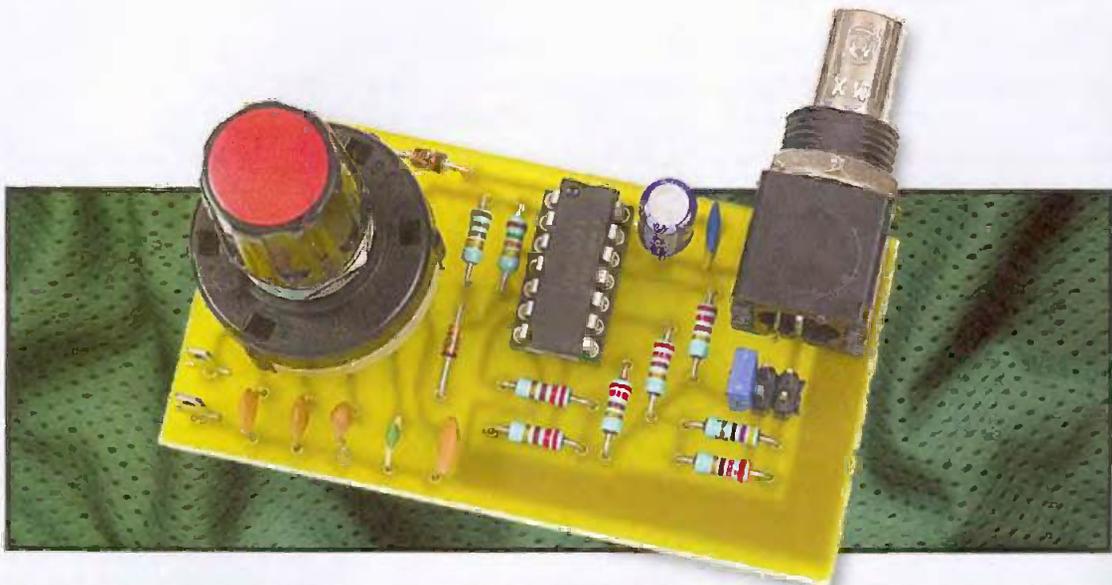
BP_2 : bouton poussoir à fixer sur face avant du boîtier

5 coupleurs pour pile LR6

5 piles LR6 (alcalines)

1 bornier soudable 2 plots

Réalisez un réflectomètre



Cet appareil au nom rébarbatif est absent des labos d'amateurs et n'a que très rarement fait l'objet de descriptions dans les magazines d'électronique. Il est pourtant très utile et ce d'autant que les réseaux informatiques envahissent nos habitations, tandis que les paraboles et leurs câbles coaxiaux de liaison courent un peu partout. En effet, il permet de dire rapidement à quelle distance de l'extrémité d'un câble se trouve tel ou tel défaut avec une excellente précision.

Si le coaxial de liaison à votre parabole est coupé ou bien, encore, si votre câble réseau est en court-circuit, il n'est donc plus nécessaire de le changer de bout en bout si vous utilisez notre réflectomètre car, confortablement assis dans votre fauteuil, vous pourrez déterminer où se situe le problème et intervenir alors seulement à cet endroit précis.

Un appareil «magique»

Pour ceux d'entre-vous qui n'ont pas étudié la théorie des lignes de transmission, un réflectomètre est un peu un appareil magique. Les autres savent pourquoi «ça fonctionne» mais l'utilisation pratique garde toujours un certain aspect merveilleux.

La figure 1 présente le principe de tout réflectomètre. Un générateur d'impulsions à flancs raides envoie ces dernières sur le câble à tester, tandis qu'un oscilloscope, relié au plus près de ce générateur, permet de les visualiser.

Si le câble ne présente aucun défaut et se trouve terminé par son impédance caractéristique, la théorie des lignes nous apprend qu'il ne se y produit aucune réflexion. Notre oscillo-

scope affiche donc seulement les impulsions produites par le générateur.

Si le câble est coupé, c'est à dire encore s'il n'est plus chargé par son impédance caractéristique mais par une impédance sinon infinie, du moins très élevée ; des réflexions s'y produisent et l'impulsion émise par le générateur lui est renvoyée «au bout d'un certain temps». L'oscilloscope affiche donc deux impulsions presque identiques : celle qui est émise et celle qui est réfléchiée. Connaissant la vitesse de propagation des signaux sur le câble, il suffit de mesurer l'écart entre ces deux impulsions pour savoir à quelle dis-

tance du générateur se trouve la coupure sur le câble.

Si le câble est en court-circuit, c'est à dire encore s'il est chargé par une impédance quasi nulle, des réflexions s'y produisent aussi et l'impulsion émise par le générateur lui est également renvoyée mais, cette fois-ci, avec une polarité inverse de celle d'origine. L'oscilloscope affiche donc deux impulsions de formes presque identiques mais de polarités opposées, celle qui est émise et celle qui est réfléchiée.

Connaissant la vitesse de propagation des signaux sur le câble, il suffit, ici aussi, de mesurer l'écart entre ces deux impulsions pour savoir à quelle

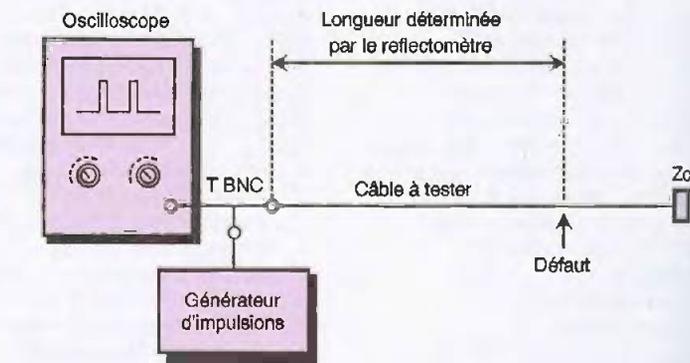
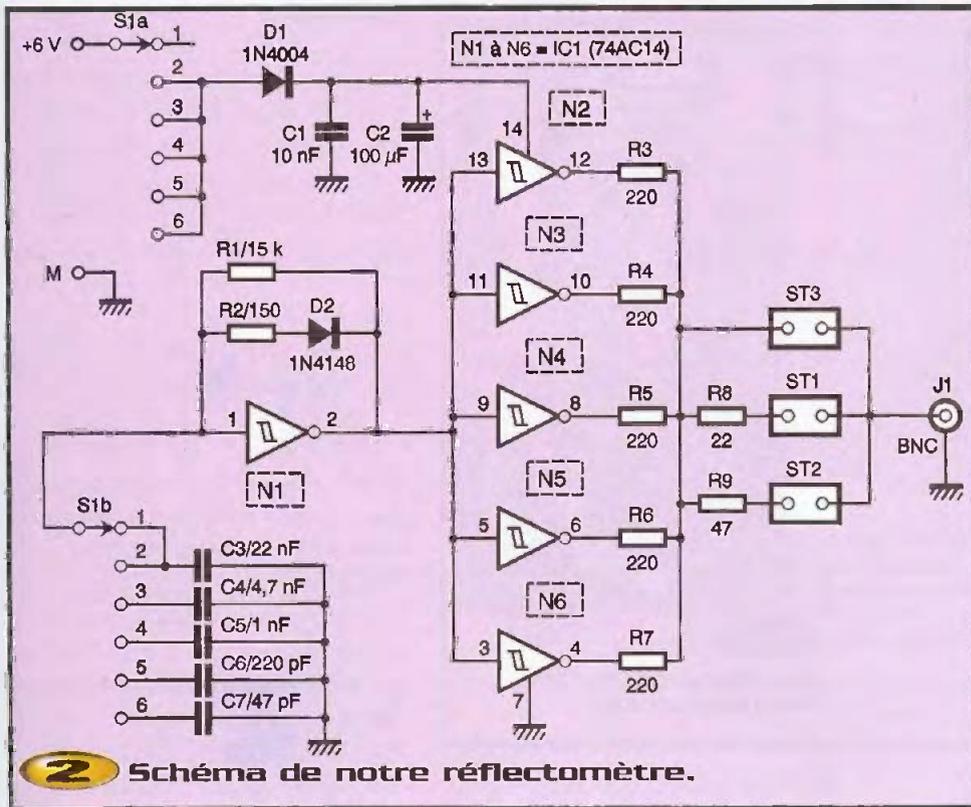


 Schéma de principe.



amateur, on peut accepter de faire ce calcul «à la main», surtout que c'est une simple règle de trois et, si l'on utilise notre propre oscilloscope ou celui emprunté à un ami, on peut alors réaliser un réflectomètre performant pour moins de 15 €. Il ne nous reste plus, en effet, qu'à construire un bon générateur d'impulsions à flancs très raides.

C'est donc ce que vous pouvez découvrir en **figure 2** et qui constitue le schéma complet de notre réflectomètre. L'inverseur logique N1 est câblé en oscillateur astable dont le rapport cyclique est très faible puisqu'il est déterminé dans un cas par R_1 et dans l'autre par R_2 . Il produit donc des impulsions très fines à une cadence relativement faible.

distance du générateur se trouve le court-circuit sur le câble.

Bien sûr, toutes les situations intermédiaires sont aussi décelables, c'est-à-dire le câble pas franchement coupé ou bien, encore, celui qui n'est pas encore complètement en court-circuit mais sur lequel des infiltrations d'eau ou le vieillissement ont fait diminuer fortement son impédance caractéristique. Dans ces cas moins francs, la réflexion est seulement de plus faible amplitude ou bien l'impulsion réflé-

chie est plus ou moins déformée, mais le principe de la mesure de distance reste le même.

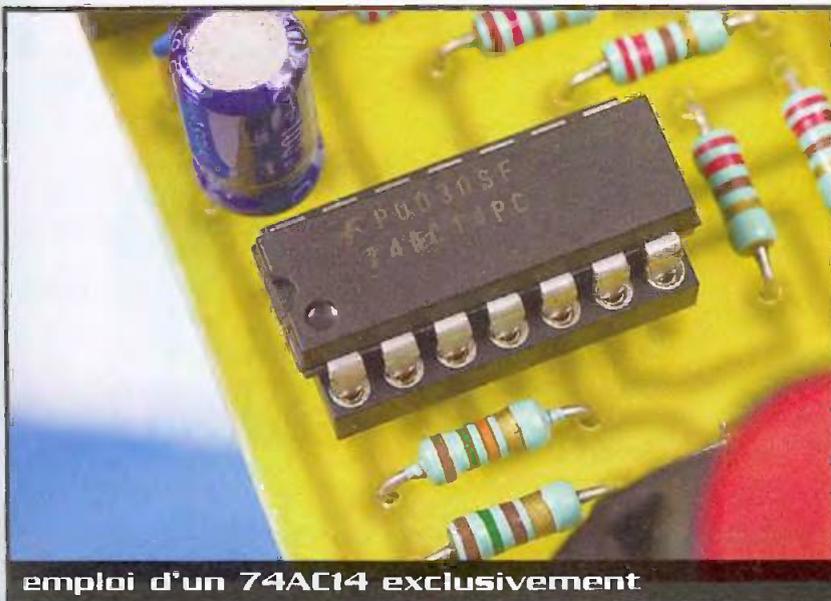
Notre réflectomètre

Un réflectomètre commercial (très cher !) intègre, en général, les deux éléments de la figure 1 associés à un microprocesseur chargé de calculer la distance à laquelle se trouve le défaut et de l'afficher sur l'écran de l'oscilloscope. Pour un usage

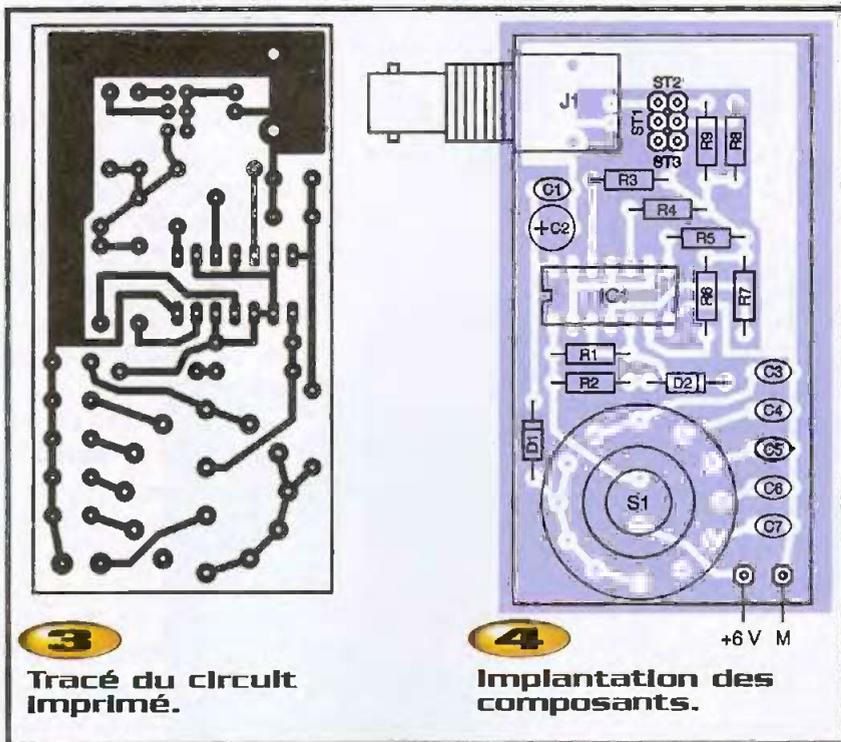
La largeur de ces impulsions est réglable sur plusieurs valeurs fixes grâce au commutateur S_{1b} . En effet, pour les câbles les plus courts, il faut générer des impulsions très courtes sinon le front montant de l'impulsion réfléchie risque d'arriver avant le front descendant de l'impulsion émise. Pour les câbles les plus longs par contre, une impulsion très courte pourrait en théorie convenir mais, dans ce cas, sa faible énergie fait que l'impulsion réfléchie risquerait d'être de très faible amplitude. On préfère donc, dans ce cas, faire appel à des impulsions plus larges.

Avec les valeurs des éléments visibles sur la figure, les impulsions générées ont une largeur de : 12 ns, 40 ns, 150 ns, 760 ns et 3,5 µs aux tolérances des composants près, bien entendu.

Les cinq autres inverseurs contenus dans IC₁ sont montés «en parallèle» grâce aux résistances R_3 à R_7 , ce qui permet tout à la fois de produire un courant de sortie important et d'avoir une impédance aussi proche que possible de celle du câble à tester. Cette impédance peut justement être choisie au moyen des trois straps ST₁ à ST₃ parmi les trois valeurs les plus répandues aujourd'hui : 50 Ω (ST₃), 75 Ω (ST₁) et 100 Ω (ST₂).



emploi d'un 74AC14 exclusivement



3

Tracé du circuit imprimé.

4

Implantation des composants.

Réalisation

L'approvisionnement des composants ne pose aucun problème particulier mais veillez bien à choisir un 74AC14 pour IC₁ à l'exclusion de toute autre technologie. En ce qui concerne S₁, choisissez un modèle à implanter sur CI et non un modèle à câbler, faute de quoi il vous faudrait retailer à la pince les cosses de sortie, ce qui n'est ni facile ni esthétique.

Le circuit imprimé que nous avons dessiné, et dont le tracé est visible **figure 3**, supporte

tous les composants du montage, S₁ et J₁ compris. En effet, pour que le réflectomètre fonctionne correctement, la liaison à l'oscilloscope doit être la plus courte possible. Notre montage peut donc «se pendre» à l'entrée de ce dernier au moyen d'un simple T BNC.

L'implantation des composants ne présente aucune difficulté en suivant les indications de la **figure 4**. Veillez seulement à monter IC₁ sur support pour le cas où un raccordement par erreur à un câble sous tension lui serait fatal !

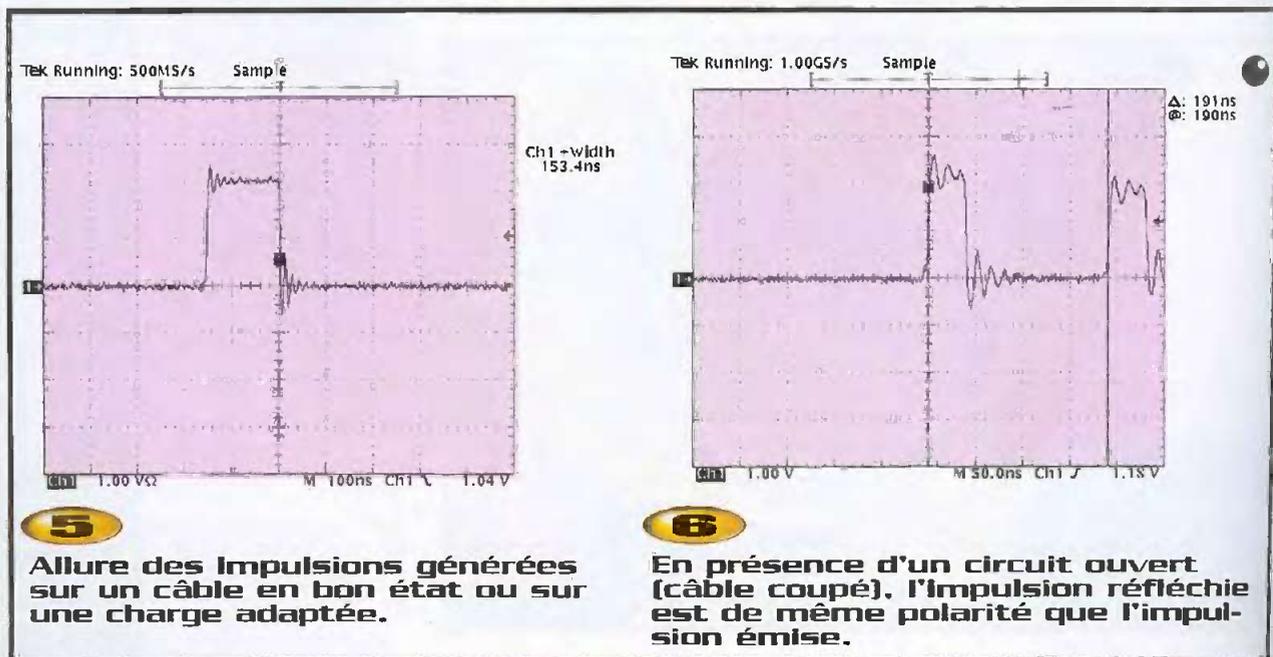
Utilisation

Alimentez le réflectomètre avec une alimentation de laboratoire délivrant 6V ou avec 4 piles de 1,5V montées dans un coupleur adéquat. Relevez sa sortie directement à l'entrée de l'oscilloscope associé au moyen d'un T BNC tandis que l'autre branche du T sera reliée à une charge coaxiale (50 ou 75 Ω à votre choix). Positionnez le strap ST₁ (75 Ω), ST₂ (100 Ω) ou ST₃ (50 Ω) en fonction de la valeur de cette charge.

Mettez le montage sous tension en tournant S₁ et vérifiez que vous obtenez bien une impulsion de largeur approximativement identique à celles indiquées lors de l'étude théorique. Comme le montre l'oscillogramme de la **figure 5**, cette impulsion doit être «propre» puisqu'il n'y a pas de câble ni de désadaptation d'impédance.

Remplacez alors la charge coaxiale par un morceau de câble dont vous laisserez l'extrémité opposée non connectée. Adaptez, si nécessaire, l'impédance de sortie du montage à celle du câble au moyen des straps ST. Pour peu que la longueur de votre câble soit compatible de la taille d'impulsion choisie par la position de S₁, vous devriez alors observer un oscillogramme semblable à celui de la **figure 6**.

Dans notre cas, les impulsions sont distantes de 190 ns, ce qui permet de conclure que le câble est «coupé» à environ 19m du réflectomètre. En effet, les

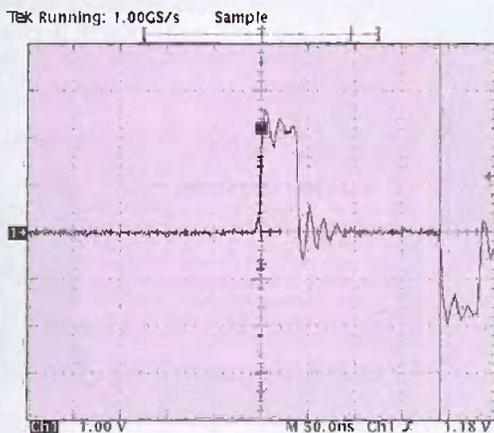


5

Allure des impulsions générées sur un câble en bon état ou sur une charge adaptée.

6

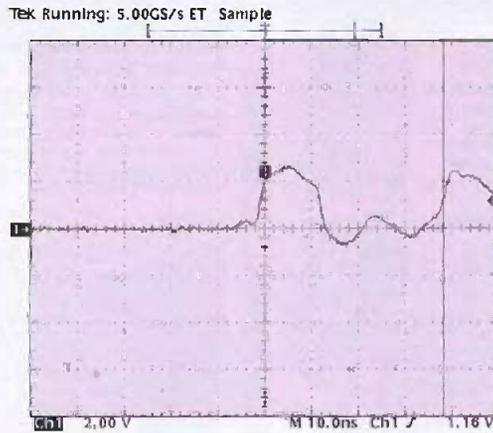
En présence d'un circuit ouvert (câble coupé), l'impulsion réfléchi est de même polarité que l'impulsion émise.



Δ: 191 ns
⊙: 190 ns

7

En présence d'un court-circuit, l'impulsion réfléchiée est de polarité opposée à l'impulsion émise.



Δ: 38.2 ns
⊙: 38.0 ns

8

Les impulsions les plus courtes sont déformées par les câbles mais la mesure reste possible sans difficulté (ici un câble coupé à 3,80m du réflectomètre).

signaux sur un câble coaxial se déplacent approximativement à la vitesse de 200m/μs. Comme le signal doit faire un aller et retour du front montant de l'impulsion émise au front montant de l'impulsion réfléchiée, on a bien :

$200 \times 0,19 / 2$ soit 19m.

Vous pouvez alors court-circuiter l'extrémité de ce même câble pour constater, comme le montre l'oscillogramme de la **figure 7** que l'impulsion réfléchiée a, maintenant, une polarité opposée à celle émise. Dans notre exemple, l'écart entre les fronts «montants» reste identique puisque nous avons conservé le même câble et que le défaut se trouve donc à la même distance du réflectomètre.

Si le câble que vous testez est très court, il vous faudra utiliser l'impulsion la plus courte produite par le générateur; c'est-à-dire encore celle de 12 ns obtenue en position 6 du commutateur S_{1b} .

L'oscillogramme obtenu sera peut-être alors un peu moins lisible comme le montre la **figure 8**. Néanmoins, la mesure de distance reste possible sans ambiguïté. Dans ce cas, on trouve 38 ns entre les deux fronts montants de même polarité. Nous sommes donc en présence d'un câble coupé à environ 3,80m du réflectomètre. La mesure réalisée avec un tel appareil est très précise pour peu que :

- vous choisissiez bien l'impédance de sortie du montage au moyen des straps ST

conformément à celle du câble à tester :
- vous connaissiez la vitesse de propagation des signaux sur le câble à tester.

La valeur par défaut à utiliser est, comme nous l'avons dit ci-dessus, de 200m/μs, mais c'est une valeur moyenne. Si vous voulez faire des mesures de précision sur un câble existant mais dont vous possédez par ailleurs un échantillon, mesurez très exactement la longueur de ce dernier puis reliez-le au réflectomètre en laissant son extrémité opposée libre.

La distance entre les impulsions, émise et réfléchiée, vous permettra alors de connaître exactement la vitesse de propagation dans ce câble particulier puisque vous connaissez sa longueur.

Vous pourrez alors utiliser ensuite la vitesse ainsi déterminée pour faire toutes les

mesures désirées sur les câbles de même type avec une excellente précision.

Muni de cet appareil fort peu coûteux, vous pouvez désormais vous attaquer à n'importe quel câble et déterminer avec précision s'il est ou non en bon état, à quel endroit se trouve le défaut et de quel type de défaut il s'agit.

Vu la faiblesse de l'investissement réalisé, il y a de quoi être satisfait !

C. TAVERNIER

Nomenclature

IC₁ : 74AC14 à l'exclusion de tout autre type

D₁ : 1N4004

D₂ : 1N914 ou 1N4148

R₁ : 15 kΩ 1/4W 5%

[marron, noir, orange]

R₂ : 150 Ω 1/4W 5%

[marron, noir, marron]

R₃ à R₇ : 220 Ω 1/4W 5%

[rouge, rouge, marron]

R₈ : 22 Ω 1/4W 5% [rouge, rouge, noir]

R₉ : 47 Ω 1/4W 5% [jaune, violet, noir]

C₁ : 10 nF céramique

C₂ : 100 μF/25V chimique radial

C₃ : 22 nF céramique

C₄ : 4,7 nF céramique

C₅ : 1 nF céramique

C₆ : 220 pF céramique

C₇ : 47 pF céramique

S₁ : commutateur rotatif 2 circuits

6 positions à implanter sur CI

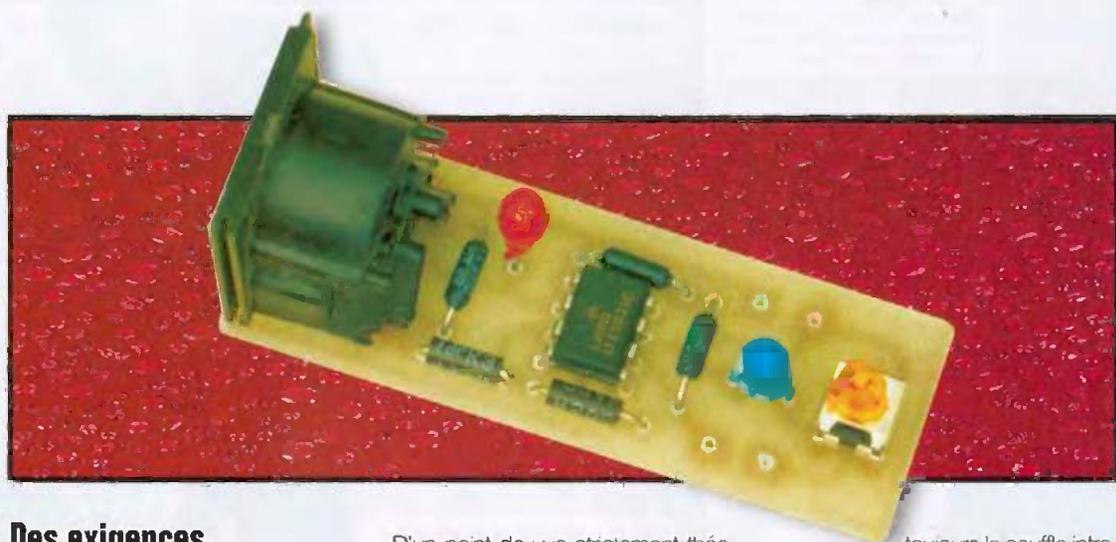
ST₁ à ST₃ : 3 x 2 picots au pas de 2,54mm

et un cavalier de court-circuit

J₁ : prise BNC à implanter sur CI

1 support de C.I. 14 pattes

Un préampli de micro pour prise de son numérique



Des exigences bien spécifiques

Tout bon préamplificateur de micro se doit d'offrir un gain important (40 dB ou davantage), une bande passante étendue (au moins 20 Hz à 20 kHz), un faible taux de distorsion (mieux que 0,002 %) et un bas niveau de bruit.

Les qualités tout à fait exceptionnelles de l'enregistrement numérique bousculent quelque peu l'ordre de ces priorités par rapport à un préampli destiné à un enregistrement magnétique.

Il existe maintenant, sur le marché, une foule d'excellents amplificateurs opérationnels capables de relever le défi, à condition de les employer à bon escient, ce qui nécessite la révision de quelques notions d'électronique analogique...

Il faut savoir que même un enregistreur audionumérique "grand public" peut exhiber des performances largement supérieures à celles de bien des magnétophones analogiques professionnels : bande passante s'étendant du continu à 20 kHz à 0,5 dB près, distorsion et pleurage pratiquement non mesurables et, surtout, une dynamique sans commune mesure.

D'un point de vue strictement théorique, la qualité "Compact Disc" de base (14 bits) permet une dynamique de 84 dB, mais on atteint 96 dB avec 16 bits, voire 144 dB avec 24 bits. Ces chiffres sont à comparer avec les 56 dB d'un bon magnétophone à cassettes (sans Dolby), les 62 dB de la plupart des magnétophones professionnels à bande quart de pouce, mais aussi avec les 100 à 110 dB de dynamique d'un orchestre symphonique. On se gardera pourtant bien d'en déduire que l'enregistrement numérique pourrait permettre de faire entrer un tel orchestre dans son salon ! En effet, dépasser de 110 dB le niveau de bruit ambiant ferait franchir allégrement le seuil de douleur ! C'est toute la différence entre la dynamique et le rapport signal/bruit, ce dernier étant la plupart du temps bien moins flatteur et justifiant l'application de compressions lors de la réalisation de CD audio (ou bien lors de leur écoute !)

Un enregistrement numérique pouvant souvent se faire sans toucher au réglage de niveau d'enregistrement en cours de route, il convient de choisir celui-ci de façon à profiter au maximum de la dynamique disponible.

Le paramètre le plus pénalisant sera

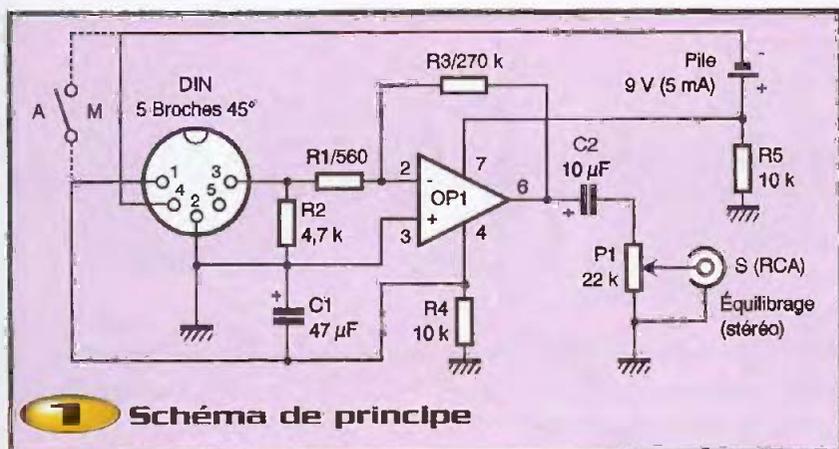
toujours le souffle introduit par le micro et son préamplificateur (éventuellement mélangeur). Souvent sensiblement supérieur au seuil du "silence numérique", on arrive facilement à l'entendre, même sur des disques produits professionnellement : il suffit de pousser le volume pendant un silence, puis de passer en "pause" pour comparer.

Les limites physiques

Les amplificateurs opérationnels les plus appréciés dans le domaine de l'audio ont un niveau de bruit tellement faible qu'ils "soufflent" moins que le micro lui-même, fût-il de type "dynamique" (et donc sans électronique incorporée).

Le tout récent INA217 de Texas Instruments, par exemple, exhibe un chiffre de 1,3 nV par racine de Hz, soit 0,18 μ V en entrée pour une bande passante de 20 kHz. Or, une résistance de 1000 Ω , quelle que puisse être sa qualité, produit un bruit d'agitation thermique, dit "Johnson noise", de 4 nV par racine de Hz à 25°C. Le calcul exact, pour une valeur de résistance et une température ambiante données, fait appel à une constante

Beaucoup d'enregistreurs audionumériques [Minidisque, DAT, etc.] ne possèdent pas d'entrée "micro", mais seulement une entrée "ligne". Cela présente l'avantage de laisser un maximum de liberté pour ajouter un préamplificateur optimisé pour le type de prise de son que l'on se propose d'effectuer avec, à la clef, des résultats bien au dessus de la moyenne.



physique incontournable, dite "de Boltzmann". Ces deux sources de bruit n'étant pas corrélées, il n'est cependant pas question d'additionner arithmétiquement leurs contributions : on applique une addition "géométrique" ou "RMS". Comme son nom l'indique (Root Mean Square), une telle addition en valeur efficace vraie consiste à prendre la racine carrée de la somme des carrés des contributions.

Dans le cas qui nous intéresse, ce total est de 4,21nV par racine de Hz, soit 0,6µV pour une bande passante de 20 kHz. Il ne monterait qu'à 5nV par racine de Hz avec un classique OP27 (3nV par racine de Hz de bruit propre), soit une différence de 1,5 dB seulement sur le rapport signal/bruit final. Ces considérations sont valables dans le cas où l'impédance de source est faible, grossièrement de l'ordre de 1000 Ω ou moins. On en retiendra qu'avec un micro dynamique (200 à 500 Ω en moyenne), de tels amplis opérationnels bipolaires sont les plus indiqués.

Pour des impédances nettement supérieures, la répartition entre bruit de l'ampli et bruit de la résistance de source serait plus favorable à des amplis à entrée FET ou LinCMOS. Nettement plus bruyants (malgré des progrès significatifs), ceux-ci présentent en revanche l'avantage d'une moindre consommation et, dit-on, d'une sonorité rappelant celle des tubes. Un bon exemple d'ampli FET est l'OP134 (8nV par racine de Hz), tandis qu'un LinCMOS bien connu est le TLE2772 (9nV par racine de Hz).

Dans notre cas de figure (adaptation d'un micro dynamique 500 Ω à une entrée "ligne" d'enregistreur de Minidisque), un bon choix sera ainsi l'OP27 ou, mieux, le TLE2027 qui présente de meilleures caractéristiques de récupération après saturation (quel preneur de son ne s'est jamais laissé surprendre ?) Il s'agit bien sûr d'amplificateurs à produit gain/bande important : 8 et 15 MHz respectivement.

Rappelons que dans le cas de l'OP27 (8 MHz), la bande passante de 20 kHz est

assurée jusqu'à concurrence d'un gain de 400 (750 pour le TLE2027). C'est amplement suffisant et rend inutile le recours à un ampli "décompensé" comme le TLE2037 (produit gain/bande de 80 MHz) qui, de surcroît, présente des risques d'instabilité lorsque le gain tombe en dessous de 5 (entrée "en l'air", par exemple).

Un schéma fort simple

Nul besoin de faire compliqué pour atteindre un très bon niveau de performances : gain de presque 50 dB pour un micro dynamique de 500 Ω avec un rapport signal/bruit de 80 dB. Malgré une alimentation mono tension (pile 9V sollicitée à hauteur de 5mA), le schéma de la **figure 1** a été conçu de façon à ce que le micro (asymétrique) puisse être couplé en liaison directe, c'est à dire sans condensateur de liaison. Cela élimine une source potentielle de "coloration" du son, ainsi que des perturbations transitoires lors de la mise sous tension.

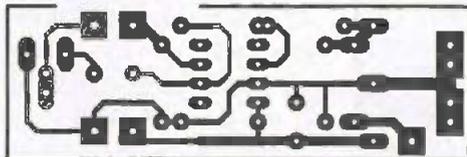
L'impédance d'entrée du montage est fixée à 500 Ω par une résistance de cette valeur (560 venant en parallèle sur 4700), afin de garantir une parfaite adaptation avec le micro. Cela entraîne le choix d'une valeur de 270 kΩ pour la résistance de contre-réaction fixant le gain global aux environs de 250. Deux résistances de 10 kΩ assurent la reconstitution d'une "masse virtuelle" par rapport à laquelle sont référencées l'entrée comme la sortie.

Un potentiomètre ajustable permet, éventuellement, l'équilibrage fin des niveaux de sortie de deux préamplificateurs identiques, en cas de prise de son stéréophonique. En principe, les excellentes caractéristiques d'offset de l'ampli-op utilisé pourraient permettre de se passer également de condensateur de liaison en sortie, mais il a semblé plus sain, pour la santé de l'enregistreur, que le préampli ne "passe" pas tout à fait le continu.

Le niveau de saturation de la sortie atteint, en effet, 3V crête, ce qui correspond à 2.12Veff. Cela peut paraître beaucoup face aux 100mV de bien des appareils audio d'amateur, mais c'est monnaie courante en numérique. Il faut bien cela, en effet, pour atteindre 82 dB de rapport signal/bruit avec un bruit global de 0,7µV en entrée (dans la bande passante de 20 kHz) multiplié par le gain de 250 fois. Cela suppose, naturelle-

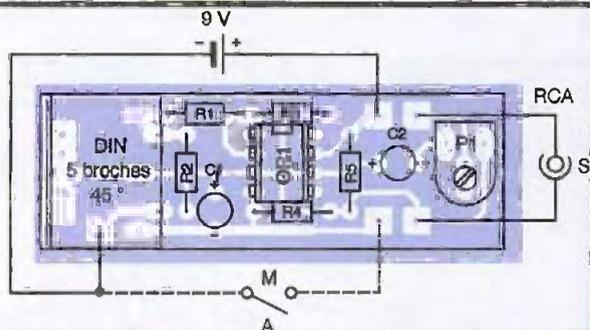


support MD et micro dynamique



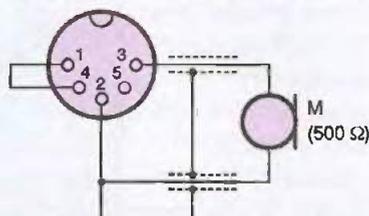
2 Tracé du circuit Imprimé

3 Implantation des éléments



ment, que la sensibilité d'entrée de l'enregistreur soit réglée, une fois pour toutes, de façon à ce que son modulo mètre indique 0 dB pour 2,12Veff.

Sur un enregistreur de Minidisque Sharp MD-MT180 H, par exemple, cela ne correspond jamais qu'à un niveau "LINE 22" sur une échelle allant de 1 (sensibilité la plus faible) à 30 (sensibilité maximum). A raison de 2 dB environ par "cran" de réglage, on sera bien conscient que pousser la sensibilité à "LINE 30" (par exemple pour enregistrer de plus loin) dégraderait mécaniquement le rapport signal/bruit de 16 dB, le ramenant à la valeur (encore honorable !) de 66 dB. C'est d'ailleurs à partir de cette considération qu'a été choisi le gain de 250 fois, sensiblement supérieur aux 100 fois (40 dB) de bien des préamplis de micro.



4 Câblage en inter M/A.

Ce compromis nous paraît convenir à une majorité de situations de prise de son "amateur", mais si des sons particulièrement intenses devaient être captés, alors il pourrait être opportun de réduire le gain pour éviter tout risque de saturation.

Une autre approche serait de doubler tout simplement la tension d'alimentation, faisant ainsi passer le niveau de saturation à 5,3Veff et le rapport signal/bruit à la bagatelle de 90 dB (à condition, bien sûr, de diminuer le niveau d'enregistrement de 8 dB).

Réalisation pratique

Dans l'environnement électromagnétique perturbé qui est le nôtre (un grand merci aux téléphones portables !), il est important de miniaturiser afin de limiter la longueur des "antennes" parasites. Rappelons, en effet, qu'un conducteur de 4cm serait quasiment accordé sur 1800 MHz ! Sans aller jusqu'à utiliser la technologie CMS, le circuit imprimé de la **figure 2** répond à cet impératif, pourvu qu'il soit logé (avec la pile) dans un boîtier métallique relié à la masse. Son implantation (**figure 3**) a été étudiée pour

que l'entrée "micro" se fasse par une prise DIN, dont un câblage astucieux permet l'utilisation (facultative) en interrupteur "marche/arrêt", selon le schéma de la **figure 4**.

Il est cependant possible de la remplacer par une embase "Preh" à verrouillage (pour réutiliser au mieux les excellents micros pour magnétophones Uher), ou par un classique jack 6,35mm.

Côté sortie, il est avantageux de prévoir deux embases RCA branchées en parallèle, ce qui permet, si nécessaire, d'attacher deux entrées stéréo avec un même signal mono. Il sera avantageux (mais pas obligatoire) d'utiliser des résistances à couche métallique de précision (1%), et des condensateurs "tantale goutte".

Précisons, pour finir, que cette réalisation a été essayée à quelques mètres seulement des antennes d'une station relais GSM 1800, sans dégradation perceptible de ses performances.

P. GUEULLE

Nomenclature

- OP₁ : ampli-op OP27 ou mieux (voir texte)
- P₁ : potentiomètre ajustable 22 kΩ
- R₁ : 560 Ω (vert, bleu, marron)
- R₂ : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
- R₃ : 270 kΩ (rouge, violet, jaune)
- R₄, R₅ : 10 kΩ (marron, noir, orange)
- C₁ : 47 μF/16V (tantale goutte)
- C₂ : 10 μF/25V (tantale goutte)
- 1 pile 9V et son clip
- 1 boîtier métallique
- 1 embase DIN 5 broches 45° pour CI
- 1 ou 2 embases RCA pour châssis
- 1 inter unipolaire (facultatif)

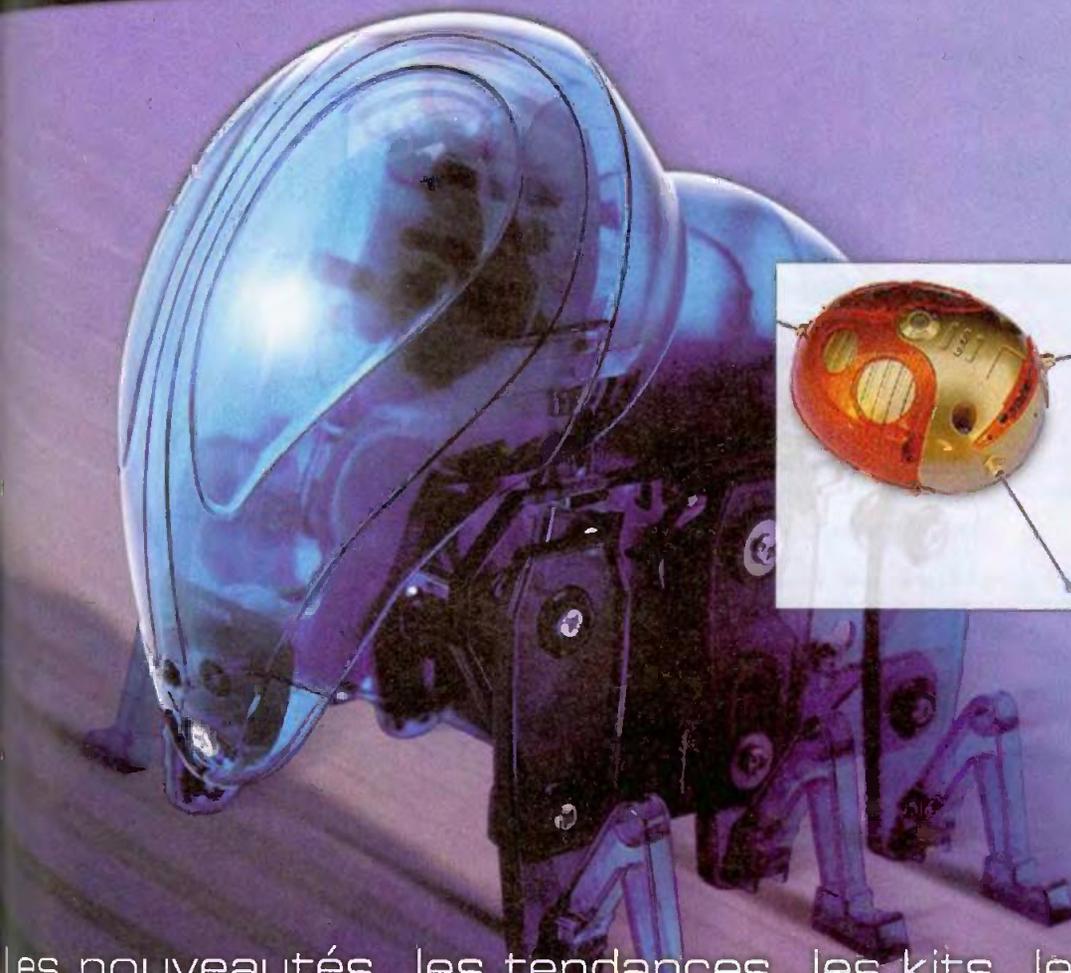
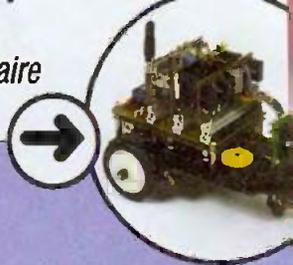


le boîtier et son électronique à côté d'un enregistreur/lecteur MD

MICROS & ROBOTS

HORS-SERIE ELECTRONIQUE PRATIQUE

EPOX, le robot évolutif à tout faire ou presque



Les nouveautés, les tendances, les kits, les réalisations.

DES ROBOTS, ENCORE DES ROBOTS, DE PLUS EN PLUS PERFORMANTS.

RETROUVEZ sur CD-ROM les programmes, les PCB des montages et les vidéos...

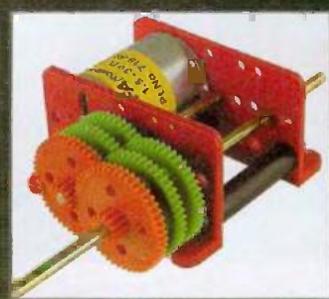
au sommaire



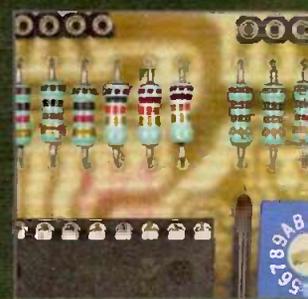
▶ Robot bipède Sted-E-Man



▶ La construction de uPoBot



▶ Nouvelle génération de motoréducteurs



▶ Module pour moteurs pas à pas

NEWS

LES MARCHEURS DE LYNXMOTION

L'engouement pour les robots marcheurs ne cesse de croître. Il est vrai qu'ils ont un petit côté animal que nous affectionnons particulièrement. C'est pour cela que Robopolis a décidé de présenter les produits Lynxmotion qui offrent une gamme variée.

Leurs châssis permettent de réaliser très facilement des robots marcheurs pilotés par servomoteurs. Libre à vous d'y ajouter une carte à base de BASIC Stamp, de les piloter à partir d'un PC via une carte de commande pour servomoteurs ou d'y installer votre propre électronique. 3 modèles ont retenu notre attention :

Hexapod I

Les hexapodes sont les marcheurs les plus simples à programmer. Grâce à la technique du tripode alterné, le robot ne perd jamais l'équilibre. L'Hexapod I utilise cette méthode de marche et se sert de trois servomoteurs. Le robot est fourni avec un BASIC Stamp I et sa carte électronique (First Step).

Comme tous les robots Lynxmotion, le châssis est en Lexan, matériau facilement usinable, et dispose de nombreux percages pour y ajouter toutes sortes de capteurs. C'est le robot idéal pour débiter. Longueur: 20 cm, largeur: 30 cm, hauteur: 10 cm.

Le kit Hexapod I: 274.90 €

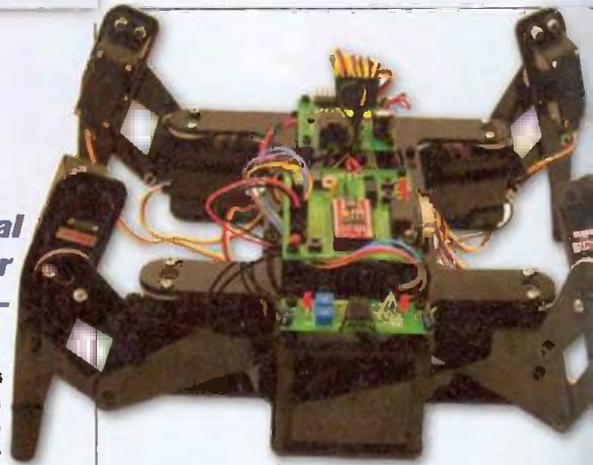
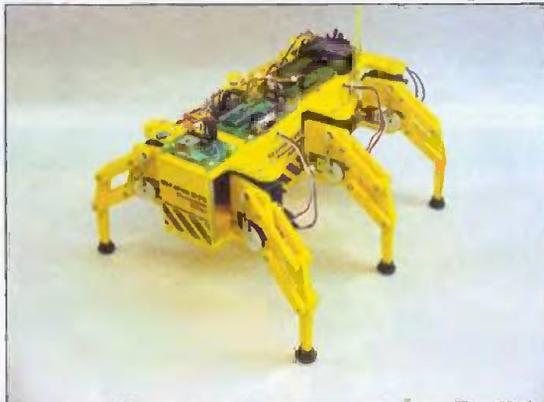
Hexapod II

Ce robot impressionnant possède 12 servomoteurs, soit 2 mouvements par patte (épaule et coude). Il est alors possible de réaliser toutes sortes de marche (6 pattes donnent des milliers de possibilités). La forme spéciale des pattes permet de réduire les efforts sur les servomoteurs et donc de réduire la consommation au repos.

L'Hexapod II est fourni sans électronique vous permettant ainsi de le personnaliser au mieux.

Vous pouvez par exemple l'équiper de capteurs (infrarouge, ultrasons,...) Longueur: 30 cm, largeur: 30 cm, hauteur: 17 cm.

Le kit Hexapod II: 679.00 €



QUADRAPOD

Le pilotage d'un quadrupède est un challenge très intéressant à relever. En effet, la plupart des marches d'un robot à quatre pattes sont effectuées avec un déséquilibre quasi-permanent. Le pilotage est donc plus délicat que pour un hexapode mais quel plaisir de le voir se dresser sur ses pattes et avancer d'un air méchant vers vous.

Comme pour l'Hexapod II, vous pouvez ajouter l'électronique de votre choix avant de lui programmer différentes marches.

Longueur: 20 cm, largeur: 30 cm, hauteur: 17 cm.

Le kit Quadrapod: 539.90 €

Tous ces modèles sont disponibles chez ROBOPOLIS, 107 Boulevard Beaumarchais, 75003 Paris et sur robopolis.com.

Le Quadrapod est en démonstration permanente au magasin.

*A noter: le kit Hexapod II est également distribué par Selectronic
Tél 03 28 55 03 28 - www.selectronic.fr*

DES IDÉES DE CADEAUX !



Eh oui, la fin de l'année approche à grand pas et nous voilà déjà en quête d'idées cadeaux. Et si cette fois-ci, on trouvait des cadeaux personnalisés pour les férus de mécanique et construction que nous sommes?

À découvrir chez **ROBOPOLIS - La boutique des robots** : 107 bd Beaumarchais 75003 Paris
site de vente en ligne : robopolis.com



POUR LES CRÉATEURS EN HERBE, VOICI LES JEUX DE CONSTRUCTION ÉDUCATIFS DE CAPSELA.

Avec la gamme *Scientifique*, l'enfant, à partir de 7 ans, assemble des modules pour créer des véhicules terrestres ou aquatiques. Les capsules transparentes permettent de voir et comprendre les mécanismes de base tels la transformation d'énergie, les moteurs, les engrenages ou encore les notions de couple et de vitesse. Un livret "comment ça marche" avec des principes scientifiques est fourni ainsi que des idées de prototypes expliquées via des plans détaillés.

Toutes les boîtes sont compatibles entre elles et un émetteur/récepteur peut être rajouté pour télécommander à distance les créations.

Amphi-Trooper de Capsela : 59€
Epsilon de Capsela : 60€

Destinée aux enfants à partir de 5 ans, la gamme *Creatron* est orientée jeu et permet de créer ses propres robots en emboîtant les capsules par simple pression.

Destructor de Capsela : 35€



EN CADEAU INSOLITE, VOILÀ LES GIGOTEURS,

créés par le designer brésilien Chico Bicalho, ces mécanismes reprennent le principe du contre-poids déséquilibrant l'objet et le faisant ainsi gigoter dans tous les sens.

De différentes tailles et couleurs, les gigoteurs séduisent à coup sûr !

ET SI VOUS CHERCHEZ UN CADEAU UNIQUE, DÉCOUVREZ LES CRÉATIONS ROBOT FACTORY DE SERGE JUPIN.

Cet artiste de Montpellier réalise des automates avec des mécanismes à ressort à clé et un tas de pièces de récupération.

L'oiseau d'une extrême finesse de la série Zeebedy picore avec son long bec alors que le pingouin Gus se dandine de gauche à droite.

Chaque pièce est unique et numérotée, les séries étant limitées à 100 exemplaires, et représente des saynètes différentes.

Zeebedy : 70€
Gus : 70€



Cranky : 12,40€
Crittter : 12,40€

NEWS

PREMIER CATALOGUE OUTILLAGE / ATELIER D'OPTI-MACHINES

« L'OUTILLAGE PROFESSIONNEL ACCESSIBLE AUX PARTICULIERS »

Il est difficile aujourd'hui de s'approvisionner en Outillage de Qualité pour un particulier. La porte des fabricants est souvent inaccessible aux bricoleurs et leur seul recours reste alors le Système D.

Fort de ce constat et en réponse à une demande de plus en plus importante, la société

Opti-Machines lance son Premier Catalogue Outillage / Atelier.

S'appuyant sur son expérience des Machines-Outils de Qualité Allemande Optimum-Quantum, ce nouveau catalogue est un complément indispensable pour tous ceux qui désirent équiper leur atelier et compléter leur outillage.

On y trouve plus de 800 Références couvrant les Accessoires de Perçage, Tournage, Fraisage, de nombreux forets, fraises, outils coupants à l'unité.

Les rubriques Outillage à main, Métrologie, Air Comprimé, Atelier et Entretien complètent généreusement cette offre : du pied à coulisse digital à l'huile de coupe soluble, du coffret de douilles «spécial pouce» au compresseur, chacun y trouvera forcément réponse à ses besoins.

Tous les produits font l'objet d'une sélection rigoureuse (80 % des fabricants sont européens) et l'outillage à main est garanti à vie. Et lorsque vous découvrirez les prix de ce catalogue vous réaliserez que l'outillage professionnel est enfin accessible aux particuliers.

N'hésitez pas à comparer en commandant le CATALOGUE OUTILLAGE / ATELIER d'OPTI-MACHINES (80 pages couleurs et tarifs) contre 10 timbres à 0,5 € ou un chèque de 5 €. Opti-Machines livre dans toute la France.

OPTI-MACHINES

Parc d'Activités du Vert Bois

Rue Jean-Baptiste Lebas - 59910 BONDUES

Tél : 03 20 03 69 17 - Fax : 03 20 03 77 08

optimachines@wanadoo.fr - www.optimachines.com



NOUVEAU ! MOTEURS ET MOTORÉDUCTEUR MFA

Sélectronic distribue la gamme complète MFA qui offre un choix incomparable de pignons, pelles, vis sans fin, systèmes transmission, etc. ainsi que des moteurs de taille et de puissance très variées, à des prix très attractifs.

Moteurs MFA

Plus de 10 produits dans la gamme dont les paramètres électriques varient de 1,5 à 24V de tension service, de 5167 à 26000 tr/mn et, pour les paramètres mécaniques, d'un axe de 2 à 6,35mm diamètre.

- Réf. RE-140 : 4,60 € TTC
- Réf. RE-140/1 : 4,90 € TTC
- Réf. RE-280 : 5,60 € TTC
- Réf. RE-280/1 : 7,50 € TTC
- Réf. RE-360 : 9,10 € TTC
- Réf. RE-380 : 10,00 € TTC
- Réf. RE-385 : 10,40 € TTC
- Réf. RE-540 : 13,00 € TTC
- Réf. RE-540/1 : 14,10 € TTC
- Réf. RE-550/1 : 13,70 € TTC
- Réf. RE-800 : 39,90 € TTC
- Réf. RE-850 : 39,90 € TTC
- Réf. RE-700 : 65,60 € TTC

Kits de moteur-réducteur modulaire économique

Assemblage facile, 6 réduction possibles :
4:1 - 16:1 - 64:1

- 256:1 -
1024:1 -
4096:1, sortie sur axe double 3mm de diamètre et longueur 110mm, dimensions : (Lxlxh)



- 110x53x30mm
- Réf. 917D : 8,10 € TTC
- Réf. 920D : 12,80 € TTC
- Réf. 927D : 14,40 € TTC

DERNIÈRE HEURE!

Robopolis nous communique que Aibo ERS-7 de Sony est en démonstration au magasin. Pour plus d'information, consultez www.robopolis.com - tél : 01 44 78 01 18

SELECTRONIC - BP 513 - 59022 Lille cedex
Tél. : 0 328 550 328 - Web : www.selectronic.fr

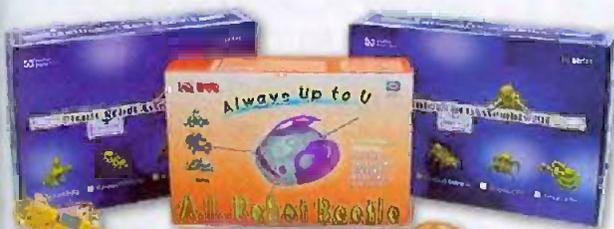
ENJOYMOBIL™ >> MAQUETTES DE ROBOTS

La société Lextronic propose une nouvelle gamme de petites maquettes de robots dont la conception extrêmement génieuse fait appel à des plaques en polystyrène cartonné dans lesquelles sont prédécoupées près de 60 pièces associées à une cinquantaine de petites rotules et clips de fixation. L'ensemble pourra être assemblé en près de 2 heures sans aucune goutte de colle ! Destinée principalement aux enfants à partir de 10 ans, la gamme comprend 3 robots différents « Platoon », « Jecal » et « Prototype » proposés chacun à 13,50 € TTC.



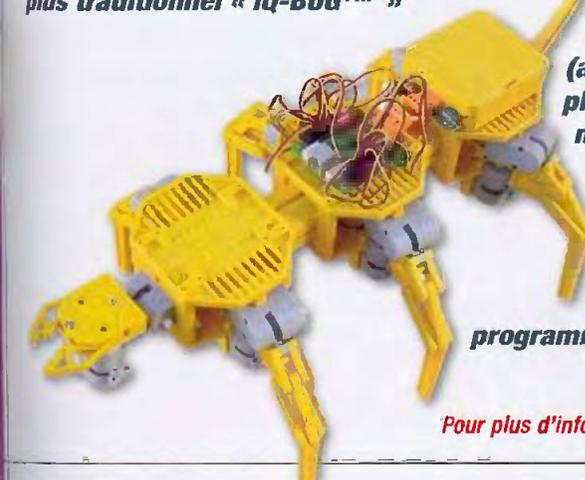
ROBOTS DIDACTIQUES « JOINMAX DIGITAL™ »

Présentés en avant première lors du salon EDUCATEC et disponibles en France à la commercialisation courant 2004, la gamme de robots didactiques programmables « JoinMax Digital™ » proposée par la société Lextronic se distingue par d'étonnantes possibilités. Les robots « JM-DOG », « hexapod Monster », « Quadruped » et le bras articulé « Smart Arm » sont conçus à partir d'un nouveau servomoteur très novateur, lequel dispose d'un axe transversal en plus du traditionnel palonnier. Cette conception permet la création d'articulations très complexes. A titre indicatif, le robot « JM-DOG » dispose de près de 15 mouvements de liberté vous permettant de faire évoluer ce dernier de différentes façons : il pourra ainsi marcher, « trotter », faire le « beau », « lever la patte », se rouler par terre, se mettre en équilibre sur la tête, se mettre assis, couché, se pencher de tous les côtés, déplacer des objets en les poussant...



Chaque robot est équipé d'une platine de gestion, d'un câble et d'un logiciel spécial qui vous permettront de gérer tous les servomoteurs à partir d'ordres séries depuis un compatible PC afin que vous puissiez créer, éditer et décomposer tous les mouvements des robots (avec sauvegarde possible sous forme de fichiers – vous permettant ainsi de vous échanger les mouvements les plus originaux). Le logiciel permet également de télécharger vos mouvements dans les robots afin que ces derniers les reproduisent seuls à la manière d'un petit automate. Le but ultime étant par la suite de piloter les robots à partir de votre propre électronique (microcontrôleur, PICBASIC, etc...) en les associant à des capteurs additionnels. En marge de ces modèles, on notera également la présence d'un robot plus traditionnel « IQ-BUG™ »

doté de différents capteurs (antennes « palpeur », microphone, LDR...) dont les mouvements et réactions pourront être entièrement conditionnés et reprogrammés à partir d'un logiciel livré (soit par des icônes graphiques, soit en langage « C », soit par un programme dédié).



Pour plus d'infos consultez le www.lextronic.fr

NEWS

KIT ROBOTIQUE
POUR DÉBUTANTS

Idée ingénieuse en vue de créer votre robot. Un assortiment de systèmes de transmission comprenant :

1 moteur + boîte de vitesse 917D/A, 1 coupleur 3mm/3mm 917D-8, 3 pignons 917D-2401, 2 pignons 917D-2404, 1 vis sans fin 917D-2420, 1 crémaillère 917D-2430, 1m de chaîne 917D-2440, 2 pignons doubles 917D-2452, 4 pignons doubles 917D-2456, 1 pignon 917D-2458, 4 roues 37mm

917D-2506, 1 assortiment de visserie (30 pcs), mousse adhésive double face, 2 roues à chaîne 917D-2446, 2 roues à chaîne 917D-2445, 1 pignon à couronne 917D-2540, 1 pignon 20 dents 917D-2403, 5 bandes perforées 917D-2531, 1 plaque perforée 917D-2540, 3 axes 110mm 917D-2551, 3 axes 60mm 917D-2553, 4 roues 56mm 917D-2509, 1 support de pile R20, 1 pile 1,5V (R20), 1 interrupteur, 1 mini-tournevis

Le kit complet, référence 917D-14, au prix TTC de 56,60 €

Quatre nouveautés de kits robots éducatifs

ANTOÏD

Robot fourmi qui se déplace sur ses 6 pattes et utilise ses capteurs infrarouges pour détecter et éviter les obstacles sur son passage.

Distance de détection : 50cm max. - alimentation : 1 pile 9V (électronique), 2 piles 1,5V (mécanique) - dimensions : 15x15x18cm

Ces kits éducatifs permettent de s'initier à l'électronique de base, la mécanique et la robotique. Ils sont très faciles à monter et ne nécessitent pas d'outillage spécifique ni de soudure. Fournis sans pile.

Le kit : 69,00 € TTC

SOUNDRACKER

Robot disposant d'un capteur de son pour détecter et éviter les obstacles sur son passage. Il fera demi-tour s'il détecte un son ou un obstacle sur son passage.

Distance de détection : 50cm max. - alimentation : 2 piles 1,5V - dimensions : 14x12,5x9,5cm.

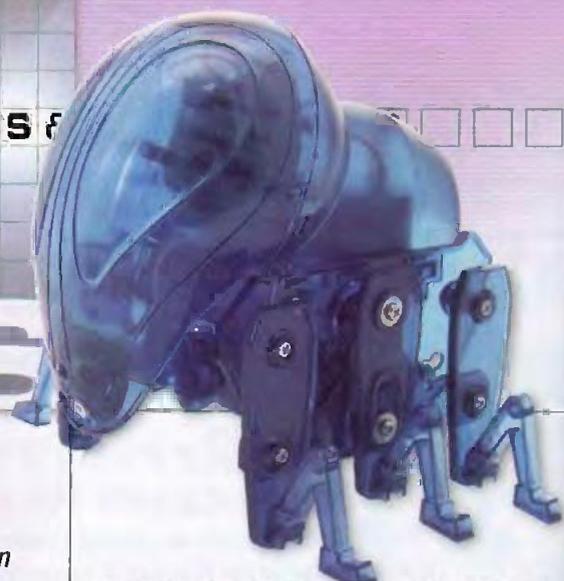
Le kit : 45,00 € TTC



JUNGLE ROBOT

Voilà un curieux robot qui est malin comme un singe : il est capable de se déplacer au sol ou bien suspendu à une corde grâce à ses jambes ou à ses bras dont vous l'aurez équipé suivant le cas.

Grâce à son circuit électronique équipé d'un microphone, il se met en marche par un signal sonore et évolue suivant un temps de fonctionnement programmé par avance. Puis se



remet au repos jusqu'au prochain ordre ! Le JUNGLE ROBOT est parfait pour les débutants en robotique : livré en kit, il permet de s'initier aux principes du mouvement et de la détection. Il comporte un circuit imprimé pré-câblé, la mécanique d'animation et toute la quincaillerie nécessaire à l'assemblage. Seuls quelques outils à main de base sont nécessaires pour son assemblage sans soudure. Dimensions : 13x11,5x14cm - alimentation : 2 piles ou accus 1,5V R6 (AA) non fournis - à partir de 10 ans.

Le kit : 36,50 € TTC

ROCKIT
ROBOT

Encore un kit OWI primé aux USA :

ROCKIT est un robot intelligent équipé d'un capteur de contact et d'un capteur sonore.

De fait, il fait demi-tour ou change de direction s'il rencontre un obstacle ou s'il entend un claquement de mains.

De plus, il est très amusant à observer.

Le robot ROCKIT est parfait pour les débutants en robotique : livré en kit, il permet de s'initier aux principes du mouvement et de la détection.

Il comporte un circuit imprimé pré-câblé, la mécanique d'animation et toute la quincaillerie nécessaire à l'assemblage. Seuls quelques outils à main de base sont nécessaires pour son assemblage sans soudure. Dimensions : 11,5x13x9cm - alimentation : 2 piles ou accus 1,5V R6 (AA) non fournis - à partir de 10 ans.

Le kit : 45,30 € TTC



SELECTRONIC

BP 513 - 59022 Lille cedex

Tél. : 0 328 550 328 - Web : www.selectronic.fr

NEWS

ER1 evolution robotics

**LE PREMIER SYSTÈME DE ROBOTIQUE
PERSONNELLE AUTONOME POUR LA
SURVEILLANCE, DISTRIBUÉ EN FRANCE PAR
ROBOTS-SHOP**



Nous vous avons présenté dans notre numéro 4 de Micro&Robots en novembre 2002 le lancement de l'ER-1.

À cette époque, ce matériel n'était disponible qu'aux Etats-Unis aussi jugeons nous intéressant de reprendre cette information pour les lecteurs qui souhaiteraient maintenant le découvrir chez l'importateur français: ROBOTS-SHOP.

"La société EVOLUTION ROBOTICS a mis au point un système robotique intelligent

et modulable faisant intervenir un ordinateur portable (non fourni) sur une plateforme mobile équipée d'une caméra vidéo adaptée à la plupart des modèles disponibles sur le marché. Les services et possibilités de ce système, voué à des fins domestiques et ludiques, n'auront de limites que votre imagination.

Muni d'un logiciel performant et simple d'utilisation, vous pourrez programmer votre robot à opérer les tâches suivantes : reconnaître un objet ou un endroit, prendre des photos ou des vidéos, envoyer ou recevoir des Email et, même, le piloter par reconnaissance vocale de votre propre voix !

Quelques tâches spectaculaires : Voyez ce qu'il voit en «live» ou par Internet à distance, pilotez votre robot dans votre habitat, à distance via le net, recevez un Email lorsqu'il se produit un événement anormal à votre domicile...



Ce robot introduit dans le foyer de chacun une dimension d'assistance nouvelle incluant toutes les possibilités d'un ordinateur portable du moment avec une mobilité et une interactivité lui conférant, ainsi, une place privilégiée dans notre mode de vie actuel.

ER1 (version montée) inclut plate-forme mobile complète avec logiciel d'installation et de programmation, caméra vidéo, chargeur externe de batteries (ordinateur portable non fourni).

Configuration ordinateur requise : PC portable mini 800 MHz, Windows 98 ou plus + PC séparé avec accès Internet + système sans fil 802.11 en options. De nombreuses options (bras avec pince, capteurs supplémentaires, structures supplémentaires...) sont disponibles. Actuellement le manuel et l'interface de l'ER-1 sont en anglais."

ER1 est commercialisé au prix de 629 €

Maintenant disponible en France chez Robots-shop, une marque de L et Cie,

**6bis rue de la paroisse,
78000 Versailles
tél. 01 39 51 10 54
www.robots-shop.com**



Le nouvel AIBO est né ! Il entre désormais dans une nouvelle phase de son évolution. Lors de la sortie de la première génération, l'avancée technologique concernait l'intelligence artificielle et le fait que le robot se déplace sur 4 pattes. La deuxième génération voyait une avancée au niveau de la communication. La reconnaissance vocale était incorporée dans le produit. Avec l'ERS 7, la troisième génération, l'avancée technologique est plus claire et réellement définie. Elle montre un souhait et une vision. Un souhait de plaire aux détenteurs actuels de AIBO, c'est en effet le premier AIBO fait entièrement à partir des commentaires de nos clients. Et une vision d'amener AIBO à un niveau d'utilité et de divertissement jamais vu auparavant.

Le niveau technologique de AIBO est incroyable. Il possède désormais des compétences de communications améliorées et des niveaux de fonctionnalités inédits. La mémoire intégrée permet à AIBO de conserver sa personnalité qu'il va développer tout au long de son cycle de vie. Cette mémoire est de 32 Méga octets. La mémoire interne (SDRAM) a été aussi améliorée et maintenant est de 256 Méga octets. Le processeur a été changé et, au lieu d'une vitesse de 386 MHz, il est aujourd'hui de 576 MHz. Il s'agit toujours d'un processeur MIPS R7000, RISC de 64 bits.

En plus de ces améliorations, il est désormais le robot de compagnie le plus communicant, avec une connectivité LAN sans fil intégré (IEEE 802.11b). Son Memory Stick est de 32 Méga octets, lui permettant de prendre plus de photos et d'avoir également plusieurs logiciels par Memory Stick. Plus tard, l'utilisateur sera capable de télécharger des nouveaux logiciels à partir du site officiel d'AIBO et de remplir son Memory Stick, tout en gardant la même personnalité.

Grâce à ses capacités plus développées de connectivité aux périphériques portables (tels les PDA ou téléphones intelligents), AIBO pourra réaliser des actions encore plus utiles dans la vie quotidienne de son propriétaire.

Un affichage diode/LED encore plus riche lui permet également d'exprimer encore plus d'émotions telles la peur, le mécontentement, la surprise, la joie, la tristesse, la colère, le réflexe, la pensée, actif/passif, aime/déteste.

Les capteurs tactiles situés sur le corps d'AIBO sont désormais électrostatiques et donnent de manière immédiate un retour sur la compréhension de AIBO. L'ERS 7 dispose de 20 moteurs lui permettant de se déplacer et de réagir à son environnement. Enfin, l'ERS 7 est livré avec son nouveau jouet, un petit os rose qu'il peut attraper avec son nouveau moteur de bouche et vous le ramener !

Le nouveau logiciel permet à AIBO de se comporter de manière autonome tout en profitant des applications PC. Plus tard, nous ajouterons du contenu et des applications qui viendront améliorer sa personnalité.

En mode autonome, un comportement proche de l'animal de compagnie permet à AIBO de reconnaître le visage et la voix de son propriétaire, et de trouver sa station d'alimentation afin de recharger sa batterie.

Pour la première fois, ce logiciel offre également une reconnaissance visuelle qui lui permet de distinguer des formes et des motifs. En outre, les nouvelles cartes AIBO possèdent de nombreux motifs permettant de communiquer différemment avec AIBO.

Ces cartes lui permettent de recevoir un certain nombre d'instructions, comme régler son heure de réveil ou prendre une photo. En effet, AIBO devient de plus en plus votre compagnon. Donc, en tant que tel, vous pouvez régler son heure de réveil ainsi que son heure de coucher. Nous sommes donc en présence d'un robot capable de 24 heures d'autonomie !



ERS-7 © AIBO par SONY



ERS-7 © AIBO par SONY



ERS-7 © AIBO par SONY

génération par SONY

SUR LE MARCHÉ

AIBO

En conclusion, nous pouvons voir donc que l'ERS 7 sort de l'ordinaire. Son avancée technologique est telle que nous avons changé le degré de génération ainsi que le concept du nom (de ERS 210/220 à ERS 7).

De plus en plus, la technologie évoluera. Désormais les équipes de développement du robot bipède et de AIBO font partie du même groupe, ce qui facilitera une interaction et une intégration entre les technologies.

Aujourd'hui déjà nous pouvons voir que AIBO a les mêmes fonctions que QRIO (détection d'obstacles, reconnaissance d'objets, marche fluide...). Ceci nous permet de voir l'avenir avec beaucoup d'optimisme pour les robots de compagnie !

© 2003 Sony Entertainment Robot Europe. Tous les droits réservés. Sony, AIBO, CLIE, VAIO, et Memory Stick sont des marques déposées de Sony Corporation, Japon. Wireless LAN ne peut être utilisé seulement dans la liste de pays énumérés ci-après. Pour ceux écrits en caractère gras, il y a certaines restrictions concernant l'utilisation du produit. AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LU, NL, NO, PT, SE, UK. Les renseignements et présentations dans la présente brochure ne sont donnés qu'à titre indicatif et sans aucun engagement de la part de Sony.

Sony Entertainment Robot Europe, une division de Sony Service Centre (Europe) N.V., The Corporate Village, Da Vincilaan 7 D-1, B-1935 Zaventem, Belgique. © 2003 Octobre 2003.



ERS-7©AIBO par SONY



ERS-7©AIBO par SONY

**ADRESSE
INTERNE**

Site de Sony Enterta
Robot Europe
aibo@eu.aibo.com
www.eu.aibo.com

SAINT-QUENTIN RADIO

SPECIAL FÊTES DE FIN D'ANNEE

ROBOTS EN BOIS

KNS1

Tyrannomech. Robot marcheur bipède.

Prix : **22,50 €**

KNS2

Stegomech. Robot marcheur quadrupède

Prix : **22,50 €**

KNS3

Robomech. Robot bipède.

Prix : **22,50 €**

KNS4

Coptermech. Robot rouleur

Prix : **22,50 €**

KNS5

Automech. Robot rouleur

Prix : **22,50 €**

KNS6

Trainmech. Robot rouleur

Prix : **22,50 €**

Robots sans soudure.
Alim 2 piles AA non fournies

ROBOTS EN KIT

KSR1

Robot à commande sonore + détecteur d'obstacles

Prix : **17 €**

KSR2

Grenouille obéissante. Sonore. Avance dans toutes les directions.

Prix : **22 €**

KSR3

Robot hexapode muni de capteurs infrarouges, évitement d'obstacles

Prix : **26 €**

MK127

Microbug coureur. Capteur de lumière, photosensibilité réglable

Prix : **13,95 €**

MK129

Microbug rampant. Capteur de lumière, 2 types de marche.

Prix : **17,95 €**

MINI-KITS VELLEMAN

MK117

Arbre de Noël de luxe à LED

Prix : **18,50 €**

MK119

Roulette électronique. Pr

19,95 €

MK122

Cloche à LED animée. Prix :

11,95 €

MK123

Horloge roulette. Prix :

18 €

MK130

Sapins de Noël. Prix :

11,95 €

MK149

Love testeur. Prix :

16 €

KITS ÉLECTRONIQUES VELLEMAN

K6706B

Émetteur codé RF 2 canaux en boîtier télécommande portables. Prix :

21,25 €

K6727

Platine récepteur codé RF 2 canaux. Prix :

30,50 €

VTLAN2

Testeur de réseaux LAN pour RJ12, RJ11, RJ10 & BNC.

Prix : **69 €**

Vente par correspondance : minimum de commande 15 € - colisissimo suivi jusqu'à 1,5 kg : 6,80 € - de 1,5 kg à 5 kg : 9,20 € - de 5 kg à 10 kg : 12,80 € - au-delà nous consulter.
Contre-remboursement de 0 à 5 kg : 14 € (au-delà nous consulter). Prix donnés sous réserve de modification.
Mode de paiement choisi : chèque, carte bleue. Pour les DOM-TOM 11 € par kg, envoi en recommandé, se renseigner auparavant auprès de nos services.

SAINT-QUENTIN RADIO 6, rue Saint-Quentin, 75010 Paris - Tél. : 01 40 37 70 74 - Fax : 01 40 37 70 91

Robot Bipède

SUR LE MARCHÉ

«Sted-E-Man»

L'original robot bipède Sted-E-Man rompt avec le modèle standard des mini-robots bipèdes qui traînent des pieds. Par ses étonnantes facultés, Sted-E-Man plaira certainement autant aux roboticiens professionnels qu'aux amateurs. Ce qui le rend si unique, c'est sa possibilité de tourner d'un bond à 45° et de faire instantanément un tour complet. Il doit tout cela à sa faculté de déplacer son centre de gravité en dehors du polygone de stabilité.

COMMENÇONS PAR LE DÉBUT !

Sted-E-Man a été initialement conçu en vue de concourir dans les compétitions Techno Games de la BBC.

Une fois de retour, il a été redessiné plusieurs fois jusqu'à aboutir à sa conception actuelle.

Sted-E-Man est proposé en kit, accompagné des manuels détaillés de construction et de programmation. Le CD joint contient des clips vidéo, des exemples de codes et d'autres fichiers au format pdf.

Sted-E-Man n'a rien du kit que vous terminez en une après-midi, même pluvieuse. Lorsque vous en aurez assez de lui, il deviendra une plate-forme robotique prête pour d'autres expériences.

Sted-E-Man a été fabriqué avec précision à partir de robustes pièces de Plexiglas découpées au laser. Au cours de la construction, vous commencerez à comprendre les mécanismes qu'il utilise pour marcher, comment il fonctionne et quels projets vous pourrez envisager avec lui. Vous remarquerez aussi l'émergence de sa personnalité au fur et à mesure de la progression de sa construction.

Sted-E-Man n'a pas de structure délicate qui tombera en morceaux quelques jours après sa naissance. Découpé dans des plaques de 3 mm d'épaisseur et assemblées par des boulons et des écrous d'acier, il a été conçu pour «vivre» longtemps. Il marchera des jours, des semaines et des mois durant !

APPRENDRE À MARCHER À STED-E-MAN

L'une des grandes originalités de Sted-E-Man est qu'il est impossible de le pré-programmer. Chaque Sted-E-Man est légèrement différent. Cela veut dire que vous

devrez vous-mêmes apprendre à Sted-E-Man à marcher, pas après pas.

Son cerveau se base sur un microcontrôleur OOPic-R* ou OOPic-C*, mais si vous le désirez, vous pourrez l'associer à d'autres.

Le manuel de programmation décrit intégralement les codes nécessaires à l'OOPic et comment les appliquer. Votre première aventure dans la programmation du robot consiste à mouvoir chaque servo séparément. Vous enchaînez alors avec chaque jambe puis vous permettez à Sted-E-Man de se tenir debout tout seul sur ses deux jambes.

Le robot et son maître apprennent tous les deux pendant ce processus d'éducation de la machine. Le sommet de cet art est atteint lorsque Sted-E-Man sait marcher et tourner tout seul. Vous en serez alors un parent particulièrement fier.

COMMENT MARCHE STED-E-MAN

Sted-E-Man se meut avec quatre servos, deux pour les chevilles et deux pour les hanches. Les deux servos des chevilles demandent le plus de couple.

Ce sont donc des HS-645MG à pignons métalliques de Hitec. Le composant clé permettant au robot bipède de marcher comme il le fait sont ses pieds, ils améliorent sa stabilité et permettent au centre de gravité de se déplacer hors du polygone de sustentation.

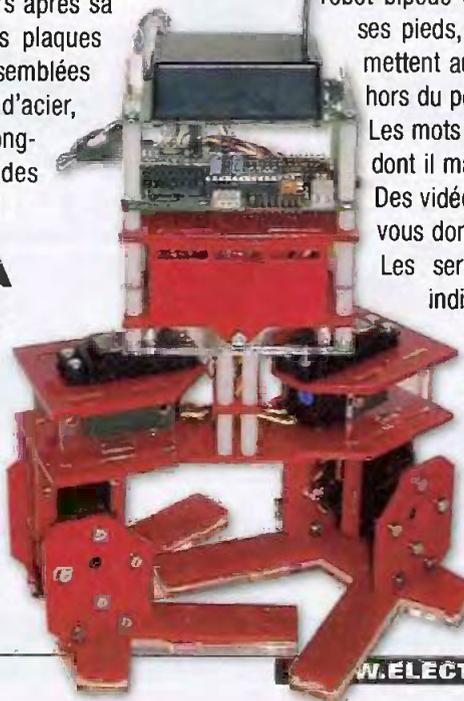
Les mots ne suffisent pas à décrire la façon dont il marche.

Des vidéos sur le site www.totalrobots.com vous donneront une idée de sa propulsion.

Les servomécanismes sont commandés individuellement par le cerveau de Sted-E-Man, comme le sont les jambes des humains. Bien entendu, dans le cas présent, c'est un microcontrôleur qui émule le cerveau !

QUE FAIT DONC STED-E-MAN DE PLUS ?

Une fois que Sted-E-Man a

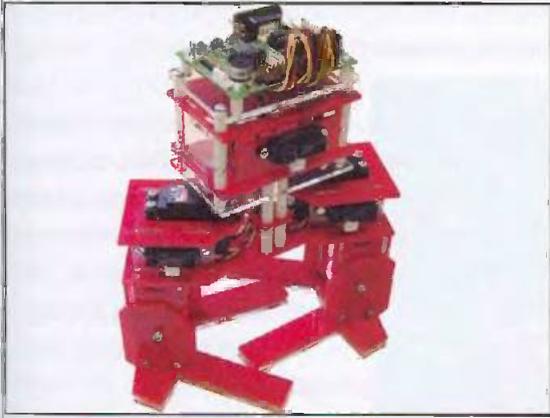
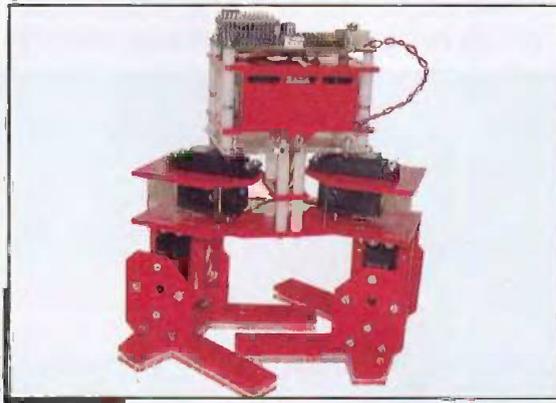
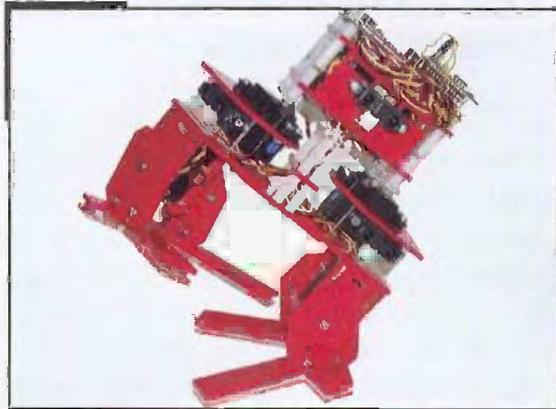


de Total Robots SUR LE MARCHÉ

TOTAL

appris à marcher, vous pourrez suivre d'autres voies. Vous lui donnerez de l'autonomie en le dotant de capteurs infrarouges. Les trous sont déjà percés pour accueillir des capteurs GP2D12. Vous pourrez aussi installer des capteurs à ultrasons qui permettront au Sted-E-Man de se mouvoir tout seul, en totale autonomie et en évitant les obstacles présents sur son chemin.

Vous pouvez également ajouter des modules de télécommande par radio qui vous permettront de le téléguider !



ADRESSES INTERNET

Si vous désirez en savoir plus, regardez ses vidéos, ses manuels de construction et de programmation, encore prenez connaissance de la liste des 20 projets que vous pourrez entreprendre avec Sted-E-Man, rendez-vous sur le site ; www.totalrobots.com

TR Control Solutions

Innovative Products Imaginative Solutions



I²C and Serial LCD Modules

Serial - Ethernet Connectivity



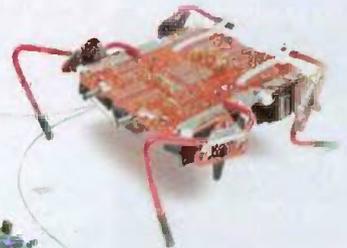
Rapid Development Micro-Controllers

Visit our site www.trcontrolsolutions.com or Phone us on 020 8823 9230

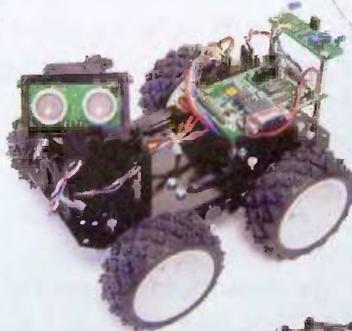
TOTALROBOTS

Robotics, Control & Electronics Technology

BEAM Robots



Programmable Mobile Robots



Robot Arms



Visit our site www.totalrobots.com or Phone us on 020 8823 9220



LES ACCU E LA CHARGE

TECHNOLOGIES

LES CARACTÉRISTIQUES DES BATTERIES

La capacité d'une batterie s'exprime en Ampère/heure ou éventuellement en Watt/heure. Le Watt/heure étant le produit de l'Ampère/heure par la tension de la batterie. Ces spécifications sont assez globales et varient avec les conditions de décharge de la batterie. La capacité de la batterie est définie dans des conditions spécifiques normalisées par le CEI, Commission Électrotechnique Internationale. Lorsque l'on demande à une batterie de se décharger plus rapidement, elle ne restitue pas toute l'é-



nergie que l'on pense. Plus la décharge est rapide et moins la capacité disponible est importante. Le rendement de la décharge dépend aussi de la technologie de l'accumulateur...

Un élément de batterie se caractérise aussi par une tension à vide et une résistance interne (**figure 1**). La tension va progressivement diminuer lorsque la batterie se videra tandis que la résistance interne freinera le passage du courant. Plus le courant demandé sera élevé et plus la chute de tension dans la résistance sera importante. Lorsqu'une batterie est déchargée rapidement, la chute de tension dans cette résistance produit un échauffement par effet joule. On ne s'étonnera donc pas d'une élévation de température.

Les divers éléments commercialisés ont une tension nominale. Cette tension, mesurée à vide, dépend de la technologie de l'accumulateur.

L'accumulateur au plomb a une tension nominale de 2V par élément. Elle est de 1,2V pour les accumulateurs nickel/cadmium (Ni/Cd) ou nickel/hydrure métallique (Ni/MH). L'accumulateur Lithium Ion a une tension nominale de 3,6V, trois fois la tension d'un

accu Ni/Cd. Cette tension, dite nominale, est une tension qui constitue une moyenne. En effet, en début de décharge, la tension est plus haute qu'à la fin. Vous l'avez sans doute déjà constaté...

Un élément important dans le choix d'une source d'énergie autonome est la masse à embarquer. Pour des raisons évidentes, le plomb reste l'accumulateur le plus lourd, on l'évitera autant que possible et on le réservera à des applications fixes. Le plus léger, à capacité égale, est l'accumulateur Li-Ion, on le rencontre beaucoup dans des téléphones mobiles, des caméscopes, des ordinateurs portables et des applications professionnelles.

L'accumulateur au plomb n'aime pas être complètement déchargé, il se sulfate, sa résistance interne augmente considérablement et interdit tout fonctionnement. Par contre, une fois chargé, il conserve sa charge et mettra très longtemps à se décharger.

L'accumulateur Ni/Cd peut rester déchargé sans problème. Il a tendance à s'auto-décharger assez rapidement. On aura donc intérêt à le charger ou à compléter sa

charge au moment de l'utiliser. Par contre, une décharge profonde n'est pas non plus à recommander, surtout si tous les éléments n'ont pas rigoureusement la même capacité. Ces éléments peuvent s'inverser (une batterie Ni/Cd peut être rechargée à l'envers !) et se mettre en court-circuit. Ce court-circuit se produit élément déchargé et est sans danger... On aura donc intérêt à surveiller la décharge de ces accumulateurs. Les accus Ni/Cd présente un effet parfois baptisé «de mémoire». S'il a été rechargé après une décharge incomplète, on ne récupère pas la totalité de la charge. On recommande alors d'effectuer de temps en temps une décharge plus complète (et contrôlée), elle redonne la pleine capacité à la batterie.

Attention à cette décharge complète, elle doit s'arrêter pour une tension de 0,8 à 1V par élément. L'accumulateur doit donc être connecté à un système de surveillance qui se chargera des opérations en toute sécurité.

L'accumulateur Li-Ion demande une charge partielle pour son stockage tandis que la décharge doit être stoppée à 2,5V par élément.

Habituellement un accumulateur, quelle que soit sa technologie, se recharge en «un certain temps».

Malheureusement, certains utilisateurs sont pressés et ont besoin d'une recharge rapide : ils ont simplement oublié

de mettre leurs accus en charge la veille au soir... La robotique embar-

quée, comme d'ailleurs le modèle réduit, a d'autres exigences, surtout lors de compétitions.

Le mobile doit être léger, ne travaillera que pendant un

temps limité à quelques minutes et, bien sûr, sera en

pleine forme au début du combat... Il faut également

disposer de l'autonomie maximale pour le poids minimum.

LA CHARGE RAPIDE DES ACCUMULATEURS AU PLOMB

L'accumulateur au plomb peut se charger rapidement, à condition bien sûr qu'il supporte un courant élevé. Un fabricant japonais de baladeurs profitait de la tension relativement élevée de 2V pour assurer une alimentation avec un seul élément. Lorsque la batterie au plomb est complètement chargée, il se produit un dégagement d'hydrogène et d'oxygène résultant de la décomposition de l'eau de l'électrolyte. Dans les batteries scellées, le constructeur prend ses précautions pour limiter ces dégagements avec une recombinaison de l'un des gaz sur une électrode sitôt la charge terminée. Il en résulte un dégagement de chaleur. Pratiquement, le dégagement de gaz se produit avant la fin de la charge.

Avec un tel accumulateur, il est possible de débiter avec une charge très rapide, par exemple 10 C, C étant le courant correspondant à la capacité en une heure. On doit ensuite réduire progressivement le courant pour terminer la charge.

Cette méthode de charge permet de disposer très rapidement d'une partie de la capacité totale de la batterie mais suppose un chargeur bien conçu. Ici, on surveille attentivement la tension de fin de charge qui est approximativement de 2,4V pour un élément. Cette tension dépend du courant de charge qui a été choisi, par ailleurs, il faut appliquer un coefficient de température moyen de -5mV par degré.

La **figure 2** donne la variation de la tension et de la température d'un accu au plomb étanche au cours de la charge. En **figure 3**, nous avons les courbes de charge recommandée.

Le chargeur limitera le courant à la valeur maximale autorisée et aura une tension maximale de sortie égale à la tension de fin de charge. On constatera alors une diminution progressive du courant de charge.

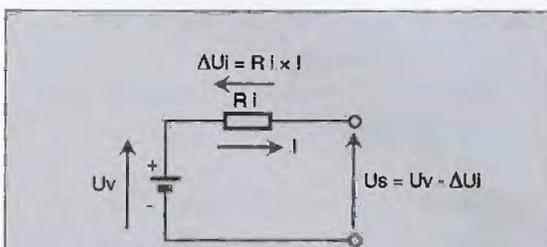
LES ACCUMULATEURS ÉTANCHES NI/CD ET NI/MH

Ces accumulateurs sont les plus répandus. On les rencontre sous une foule de présentations : bouton, cylindrique ou prismatiques. Les capacités ont beaucoup évolué, ainsi, l'élément cylindrique de type R6, long-

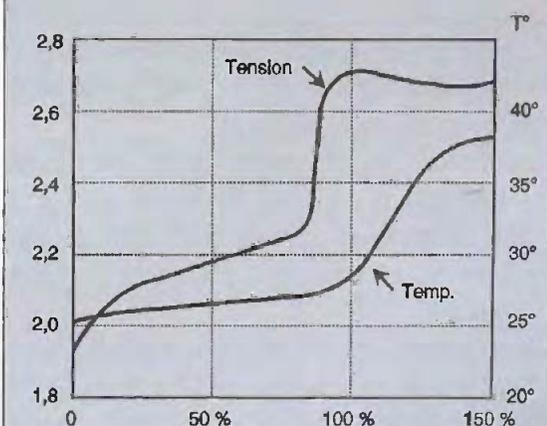


temps associé à une capacité de 450mAh est passé à 1800mAh dans les versions Ni/MH, capacité que l'on rencontrait auparavant uniquement sur des éléments d'une taille équivalente à celle des piles R 14 ! Certains producteurs annoncent une capacité encore supérieure mais la durée de vie de ces éléments risque d'en souffrir. Par ailleurs, ces éléments

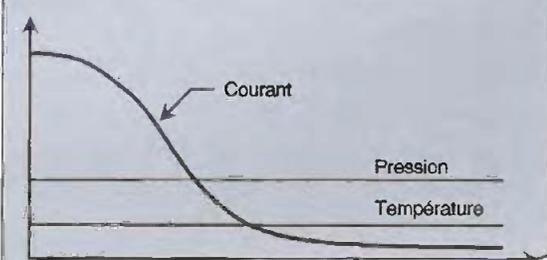
▶ **FIGURE 1**



▶ **FIGURE 2**



▶ **FIGURE 3**





TECHNOLOGIES

ACCUS

présentent une résistance interne supérieure à celle des éléments Ni/Cd. On passe ainsi de 13 à 21 m Ω pour un élément de type LR6 et de 6 à 21 m Ω pour un élément de même capacité mais avec un encombrement différent. Cette résistance interne (à multiplier par le nombre d'éléments) peut réduire la puissance disponible lorsqu'un courant élevé est demandé.

Cette variation de résistance interne n'est pas toujours là, chez SAFT, l'élément de type VH Cs3000 a une capacité de 3000mAh et une résistance interne de 5 m Ω , elle est identique à celle annoncée pour un élément de même taille et de capacité moitié.

L'élément Cs est d'une taille supérieure à celle de l'élément AA ou LR6.

La charge traditionnelle des accumulateurs Ni/Cd étanches, celle marquée sur l'accu, est généralement de 16 heures à un courant de 0,1 C, C étant la capacité. Un accu de 450mAh se charge donc à 45mA. Une fois cette charge terminée, on peut passer à une charge au vingtième de la capacité, on maintient alors l'accumulateur chargé sans problème pour sa durée de vie. C'est la charge dite d'entretien.

La **figure 4** donne quelques courbes de charge des accumulateurs Ni/Cd. La tension augmente doucement au début de la charge puis s'accroît plus rapidement avant de passer par un maximum et de décroître. La température augmente doucement puis plus rapidement en fin de charge. Ces courbes permettent de définir plusieurs méthodes d'arrêt de la charge qu'elle soit rapide ou non.

Une méthode très pratique dite -Delta V, -DV, consiste à détecter la diminution de tension qui suit le palier. On mémorise la tension et on utilise un comparateur qui déclenchera la coupure de la charge (**figure 5a**).

SAFT recommande pour ses batteries une baisse de 10mV pour les accumulateurs Ni/Cd et 5mV pour les éléments Ni/MH. La montée en température (**figure 5b**) peut aussi être détectée, la température de fin de charge est généralement de 45°. Cette méthode est peu précise et dépend aussi de la température ambiante, elle demande la présence d'un capteur en contact avec la batterie. Par contre, une détection de température peut compléter une autre méthode de coupure en fin de charge et assurer ainsi une sécurité supplémentaire.

Plus intéressante est la détection d'une variation positive de température en fonction du temps (**figure 5c**). On détecte alors la pente de la courbe, c'est à dire la dérivée de la température par rapport au temps(DT/Dt). La pente préconisée par SAFT est de 0,5 à 1°C/minute, elle dépend des éléments.

La charge rapide demande des éléments conçus pour cette méthode de charge. Elle est possible pour d'autres éléments, mais dans des conditions de sécurité incertaines et au détriment du nombre de cycles de charge et de décharge.

L'ACCUMULATEUR LI-ION

Le dernier-né des accus (1990) à être produit en grande série bénéficie d'une haute tension nominale permettant de n'utiliser qu'un ou deux éléments là où il en faut trois fois plus avec une technologie Ni/Cd. Sa résistance interne, encore élevée, fait des progrès constants, pour l'instant, un accu déchargé en une heure dégage pas mal de calories... On pense toutefois l'améliorer suffisamment pour l'intégrer à de l'outillage portatif... Encore un peu de patience et il sera prêt pour la robotique à haut courant.

Les éléments prismatiques proposés par SAFT intègrent de multiples protections.

En cas d'excès de pression interne, un coupe-circuit s'ouvre définitivement et coupe le courant de sortie... Le séparateur interne est constitué de trois couches de polypropylène et de polyéthylène, si la température interne dépasse 130°, le polyéthylène fond et limite les échanges d'ions dans la batterie... Ces protections évitent les problèmes d'emballage thermique, la résistance interne de la batterie diminuant avec l'élévation de température. A titre d'exemple, pris chez SAFT, un élément de même capacité pèsera le même poids en technologie Ni/Cd ou Li-Ion, mais ce dernier aura une tension nominale trois fois plus élevée. Résultat : à énergie identique, le Li-Ion sera trois fois plus léger. Côté résistance interne, les trois éléments en série auront une impédance égale au quart de la valeur du seul élément Li-Ion, c'est un paramètre dont il faudra tenir compte.

Ce type d'accumulateur présente pas mal d'avantages : haute densité d'énergie, haute tension nominale, pas d'effet mémoire, nombre de cycles élevé,

FIGURE 4

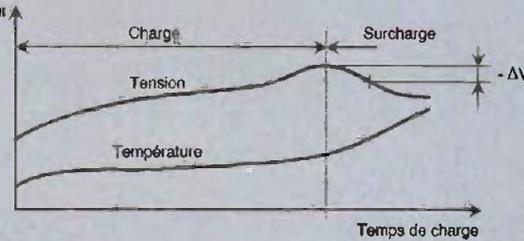
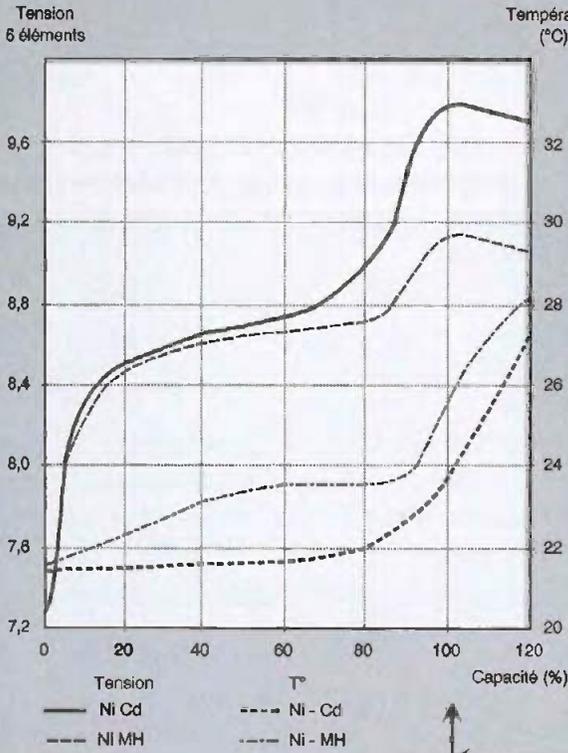


FIGURE 5A

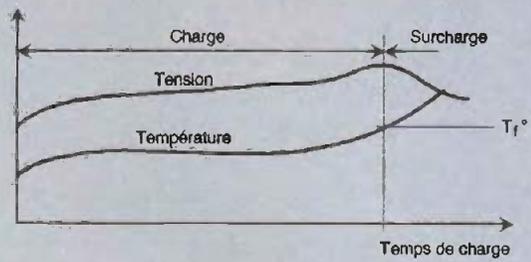


FIGURE 5B

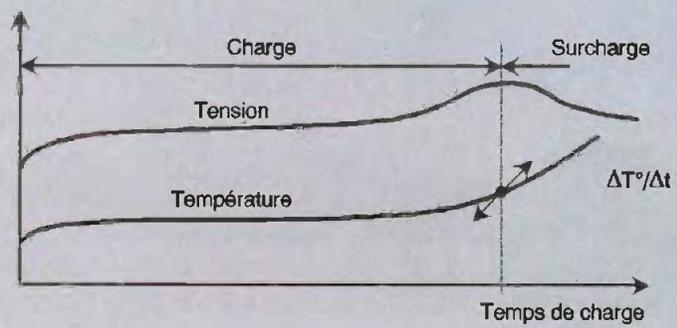


FIGURE 5C

auto-décharge réduite à moins de 10% par mois et facilité de mesure de la capacité disponible. La décharge demande une surveillance : au-dessous de 1V par élément, ce qui peut arriver si la charge n'est pas déconnectée, une perte de capacité peut se produire. Le stockage doit être effectué batterie non déchargée.

La charge des accus Li-Ion est aussi simple que celle des batteries au plomb.

La technique de charge recommandée est dite à courant constant/tension constante.

La première partie de la charge (figure 6) s'opère avec un courant limité à la valeur prescrite par le constructeur. Le générateur de courant a une tension de sortie fixée par les recommandations du constructeur qui préconise une tension dépendant de la technologie utilisée.

Lorsque la tension s'approche de la valeur finale, le

courant se réduit tout seul. Il suffit alors de détecter un courant minimum, donné lui aussi par le constructeur, pour commander l'arrêt de la charge.

Cette technique de charge permet d'obtenir une grande partie de la capacité en une heure mais la charge complète de la batterie demandera un temps supérieur. Le courant de charge maximum sera de 1C (Donnée SAFT et SONY).

Bien entendu, ces chiffres peuvent être modifiés compte tenu de l'évolution des technologies...

Le début de charge des batteries demande également quelques précautions. Les variations de tension peuvent entraîner l'entrée en service de la coupure de fin de charge par variation aléatoire de la tension de charge. Pour les batteries Li-Ion, un courant trop important peut entraîner une contrainte excessive.



TECHNOLOGIES

ACCUS

LES CHARGEURS

Vous trouverez dans le commerce des chargeurs spécifiques généralement associés aux accumulateurs. Ils utilisent ces diverses techniques de contrôle de la charge, notamment dans le secteur du modèle réduit, un domaine où la charge rapide est appréciée.

Les fabricants de semi-conducteurs ont, bien sûr, attaqué ce marché, motivés par l'outillage portatif, l'informatique portable ou la téléphonie.

QUELQUES CIRCUITS INTÉGRÉS DE CHARGE...

U 2400 B TELEFUNKEN puis VISHAY SILICONIX

Un des premiers circuits spécifiques. Assure la décharge avant la charge pour bénéficier de toute la capacité. Commande la charge en 30 minutes, 1 ou 3 heures. Détecte les batteries hors service. Capteur de température de sécurité, stoppe la charge. Détecteur de surtension de charge. Indication d'état de charge.

U 2407B VISHAY SILICONIX

Chargeur rapide, moins de 10 minutes. Contrôle par $D2V/Dt2et -dV$. Mesure de tension par convertisseur AN. Détection de température. Indication d'état de charge.

Bq2003 BENCHMARK/TEXAS Instruments

Coupe de charge par DT/Dt ou $-DV$. Sécurité de

charge assurée par contrôle de température, de durée et de tension de fin de charge.

Possibilité de plusieurs étapes de charge. Décharge préliminaire prévue.

Bq2000 BENCHMARK/TEXAS Instruments

Le Bq2000, sorti il y a un an, commence par détecter le type de batterie et choisit alors l'algorithme de charge.

Il est prévu pour les accus Ni/Cd, Ni/MH et Li-Ion. La fin de charge est du type $-DV$ pour les premiers et courant mini pour le dernier avec, en prime, un temps maxi de charge.

On utilise une charge à courant constant avec, pour le Li-Ion, une phase finale à tension constante. Un contrôle thermique ajoute une protection supplémentaire. Le circuit se prête à la conception de chargeur à découpage. Enfin, le tout se présente dans un boîtier à... 8 pattes...

ADP 3810/11 ANALOG Devices

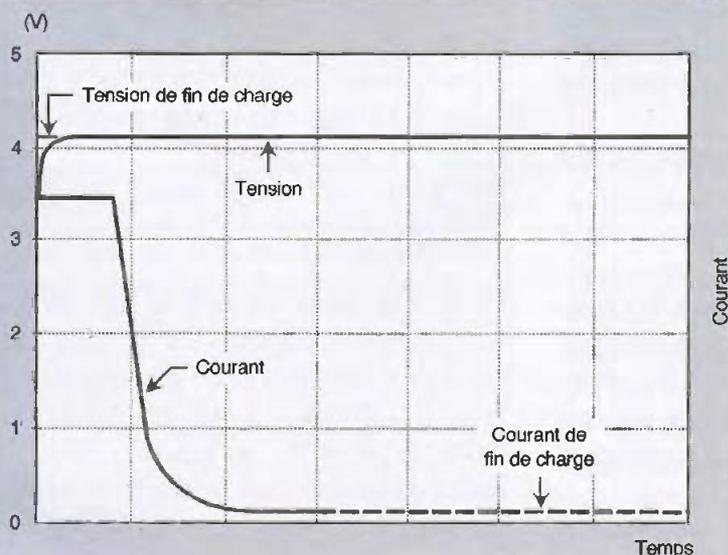
Ce circuit est conçu pour les batteries Li-Ion et travaille à courant constant/tension constante. Le premier intègre un diviseur de tension de précision, le second demande des composants internes permettant une adaptation.

LINEAR Technology et MAXIM ont à leur catalogue une très longue collection de circuits simples et multiples conçus pour les divers types de batteries évoqués précédemment. Certains sont destinés à une gestion par microcontrôleur...

S'agissant des batteries au plomb, elles peuvent se

charger comme les batteries au lithium et utiliser des circuits conçus pour elles, on adaptera le circuit de mesure de la tension de fin de charge. La charge rapide, c'est possible ! Mais elle demande des précautions. Les fabricants de batteries seront à même de vous donner les conseils permettant une charge optimale de leurs composants.

FIGURE 6



Voici un nouveau

détecteur à

ultrasons dont

l'originalité est dans

la simplicité.

Malgré ses faibles

dimensions et ses

composants

standard, il a fait ses

preuves lors du

dernier concours de

robotique entre les

1.U.T.G.E.I.I.

Derrière l'adjectif

« simple », se

cachent deux idées.

La première est une

détection en tout ou

rien, la deuxième est

dans le principe

même de

fonctionnement du

détecteur

PRINCIPE

L'idée de départ était de réaliser un détecteur à ultrasons le plus simple possible. On a donc éliminé les systèmes à microprocesseur ou à logiques séquentielles. On a aussi éliminé l'idée d'émettre en permanence et de mesurer l'amplitude du signal reçu. Résultat : impossibilité de mesurer des distances mais seulement une détection en tout ou rien. C'est à dire que si un objet est à une distance inférieure à un seuil réglable, celui-ci est détecté. Mais une fois détecté, il reste verrouillé même si l'objet recule un peu. On constate une petite hystérésis générée par l'idée principale du montage.



L'idée choisie est d'utiliser le principe de l'effet Larsen, bien connu dans le domaine musical. L'effet Larsen, ou réaction acoustique, apparaît lorsque le son émis par le haut-parleur revient au microphone.

Lorsqu'un objet réfléchissant est suffisamment proche du récepteur à ultrasons, celui-ci reçoit un faible signal ultrason généré par l'émetteur. Signal qui est immédiatement amplifié et envoyé à l'émetteur. Le signal est entretenu par la réaction puis est mis en forme afin de pouvoir être exploité comme une entrée compatible avec les circuits logiques ou autres microprocesseurs.

Cette réaction acoustique est optimum sur la fréquence des ultrasons, en raison de la présence des deux éléments : émetteur et récepteur optimisé pour ces fréquences.

Ce principe simpliste présente quelques inconvénients évidents, dont le plus important est la nature de l'objet à détecter et un autre plus insidieux est sa sensibilité aux sonorisations trop fortes.

SCHÉMA ÉLECTRONIQUE (FIGURE 1)

Le schéma montre deux parties, l'une est l'amplification des signaux ultrasons et l'autre est la mise en forme des signaux pour obtenir une compatibilité avec d'autres systèmes.

Le récepteur ultrason US_1 est amplifié par un premier étage à transistor bipolaire dont le gain est réglable par RV_1 . Cette résistance ajustable permet de régler la distance de capture des obstacles.

Le lien entre les deux étages se fait par une liaison capacitive. La composante alternative du signal est transmise au second étage par la capacité C_1 .

Ce point est très important, car le deuxième étage est réglé pour que la tension sur le collecteur de T_2 soit juste au-dessus du seuil de déclenchement du 555 monté en monostable.

Lorsque l'effet Larsen apparaît, la tension sur le collecteur de T_2 passe sous les $1/3$ de V_{cc} et déclenche le monostable réalisé autour du classique 555. La sortie de ce circuit, qui était à l'état bas au repos, passe à l'état haut pendant 1 seconde environ. Cette durée étant obtenue par le choix des deux composants R_4 et C_2 . La durée est égale au produit :

$1,1 \cdot R_4 \cdot C_2$.

Afin de vérifier le bon fonctionnement du détecteur, une LED verte a été ajoutée au montage. N'oublions pas le bon gros condensateur C_4 , indispensable en présence de charges inductives tels que les moteurs d'un robot.

RÉALISATION (FIGURES 2,3 ET 4)

Pour améliorer le fonctionnement, il a été choisi de réaliser un circuit en double face. Le plan de masse obtenu évite l'emploi d'une surface métallique en arrière du montage, astuce souvent recommandée lors de l'utilisation d'un système à ultrasons. Les deux éléments ultrasonores seront soudés du côté soudure à la fin.

Les composants passifs seront soudés en premier à l'exception de C_4 . Puis les deux transistors et le support pour Cl_1 . La LED sera soudée pour dépas-

FIGURE 1

Schéma de principe original de ce détecteur. La résistance ajustable permet de régler la distance de capture des obstacles.

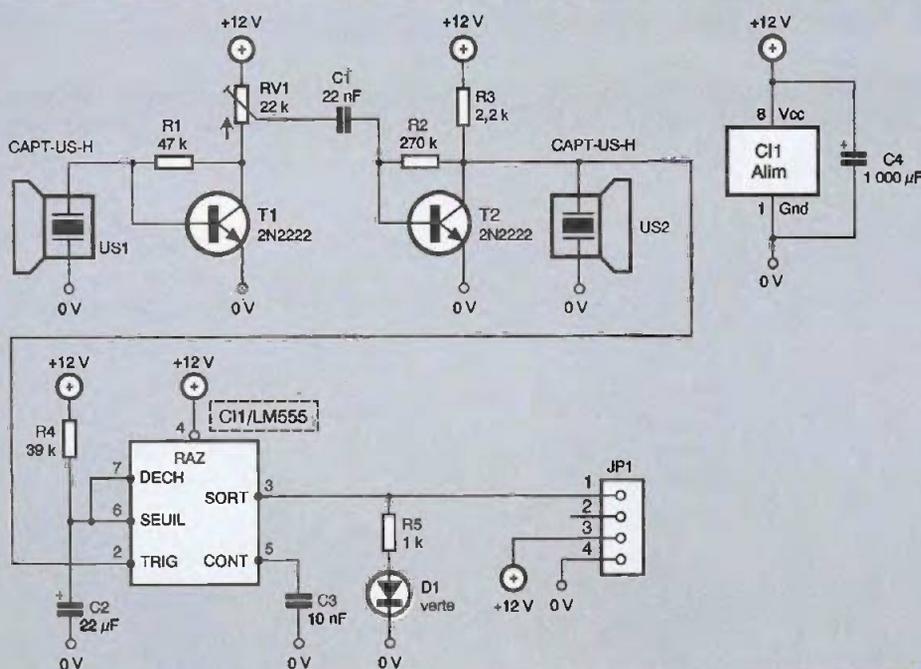


FIGURE 2

Tracé du circuit imprimé coté composants.

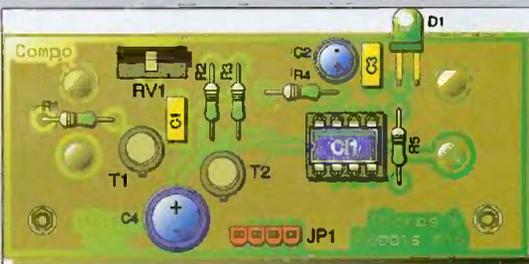
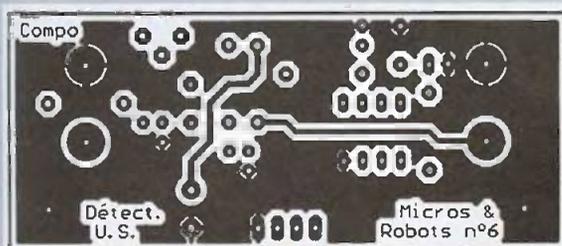


FIGURE 4

Implantations des éléments cotés composant et cuivre.

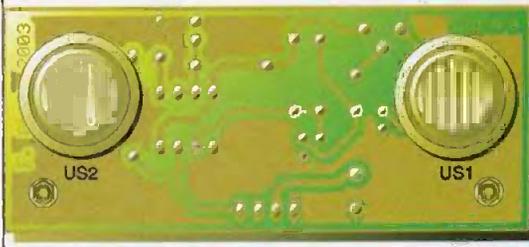
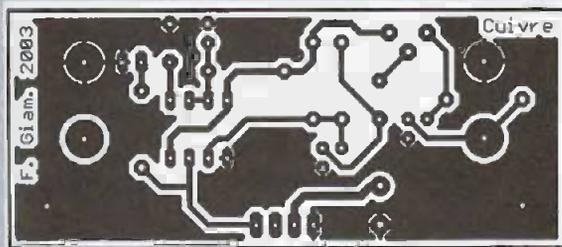
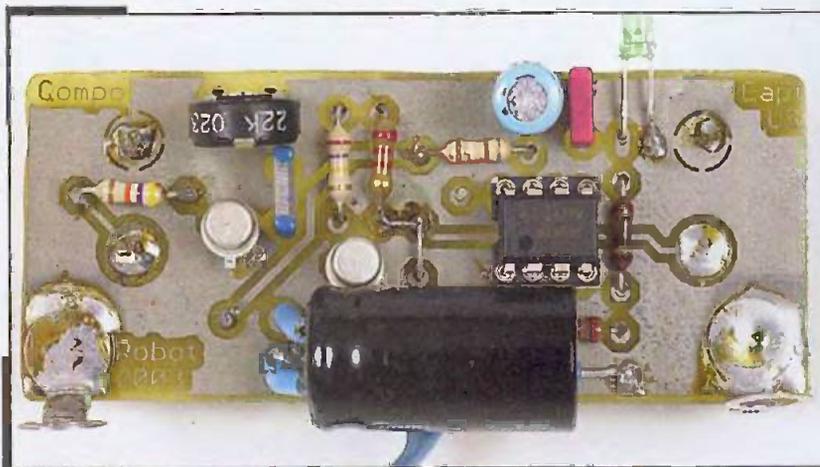


FIGURE 3

Tracé du circuit imprimé coté cuivre.

ser le circuit imprimé. Le condensateur C4 sera soudé pour être placé sous le récepteur US1. Quelques soudures sont à faire du côté composants : sur R3 et C4 des deux côtés, D1 côté cathode.

Pour finir, placer l'émetteur et le récepteur à ultrasons US1 et US2 côté cuivre et souder côté composants.

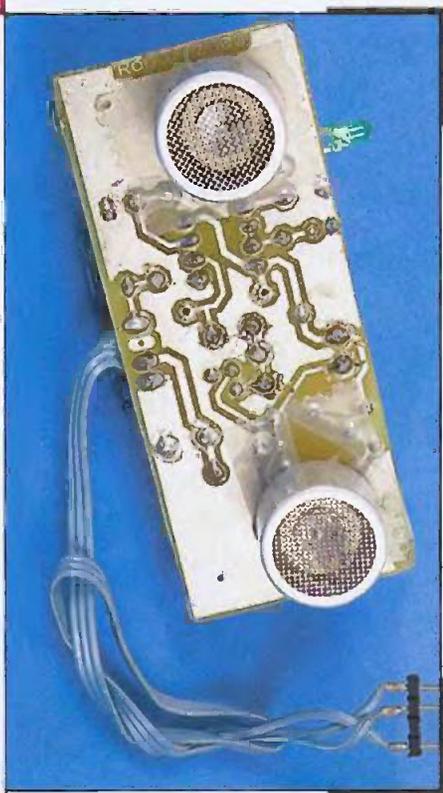


Vous remarquerez quelques divergences par rapport aux des.

TECHNOLOGIE

DETECTEUR

Les deux transducteurs
coté cuivre.



REMARQUE

Il peut être nécessaire de modifier la résistance d'entrée R_1 en fonction de votre application, en augmentant ou réduisant sa valeur pour compenser le gain interne en courant du premier transistor T_1 .

F. GIAMARCHI

NOMENCLATURE

R_1 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_2 : 270 k Ω (rouge, violet, jaune)
 R_3 : 2,2 k Ω (rouge, rouge, rouge)
 R_4 : 39 k Ω (orange, blanc, orange)
 R_5 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

RV_1 : 22 k Ω (vertical)

C_1 : 22 nF/16V (radial)

C_2 : 22 μ F/16V (radial)

C_3 : 10 nF

C_4 : 1000 μ F/16V (radial)

T_1, T_2 : 2N2222

CI_1 : LM555

D_1 : LED 3mm verte

US_1, US_2 : émetteur et récepteur ultrasons

1 support pour CI : DIP8

JP_1 : nappe 3 fils

816 pages, tout en couleurs

NOUVEAU

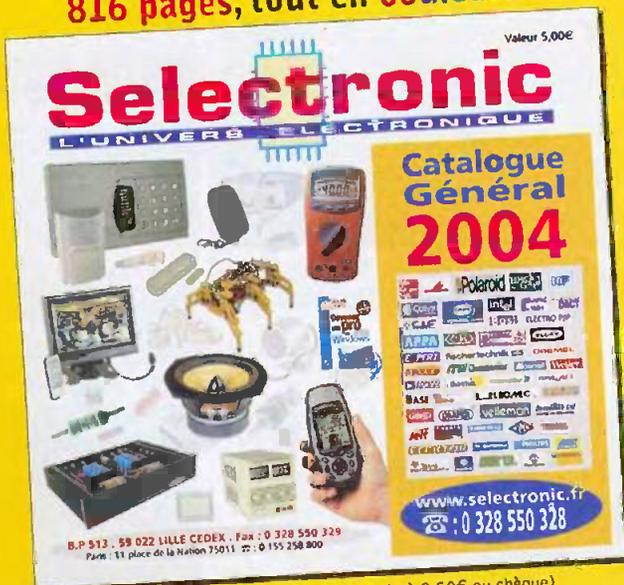
Catalogue Général

Selectronic

L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Connectique, Electricité.
Outillage. Librairie technique.
Appareils de mesure.
Robotique. Etc.

Plus de 15.000 références



Envoi contre 5,00€ (10 timbres-poste à 0,50€ ou chèque)

Coupon à retourner à : **Selectronic B.P 513 59022 LILLE Cedex**

OUI, je désire recevoir le **Catalogue Général 2004 Selectronic**
à l'adresse suivante (ci-joint 5,00€ en timbres-poste (10 timbres de 0,50€) ou chèque) :

EP

Mr. / Mme : Tél :

N° : Rue :

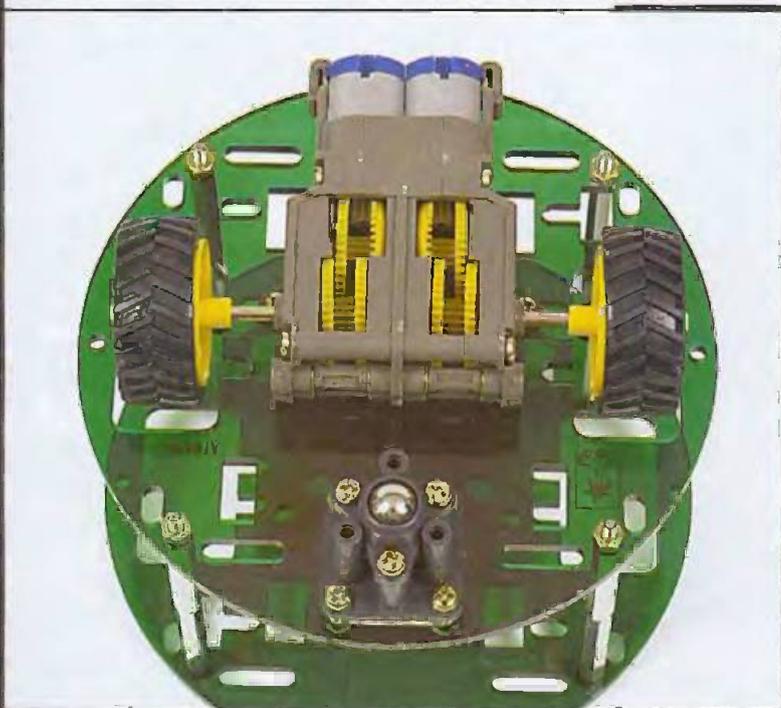
Ville : Code postal :

"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"

A en juger par votre courrier, vous êtes nombreux à vouloir réaliser des robots, que ce soit ceux décrits dans nos pages ou bien qu'ils soient le fruit de votre imagination, mais vous butez très souvent sur la partie mécanique et, plus précisément, sur la fabrication de la partie châssis et propulsion. Nous ne pouvons donc que saluer l'initiative de notre annonceur bien connu LEXTRONIC (www.lextronic.fr) consistant à proposer à la vente, pour un prix modique de surcroît, différents modèles de châssis de robots, associés ou non à des bloc moteurs de propulsion parfaitement adaptés. Nous avons donc décidé de nous procurer tous les modèles actuellement disponibles afin de pouvoir vous présenter objectivement leurs principales caractéristiques.

UN CHÂSSIS TRÈS SIMPLE : LE MRM-010

Ce châssis avec bloc moteur, produit par MICROROBOT (www.microrobot.com), est le plus économique de la série mais est aussi le plus simple. Il est fourni tout monté et se compose, en fait, d'un bloc de plastique moulé intégrant deux compartiments capables de contenir chacun deux piles ou batteries au format R6 (AA). La connectique prévue permet d'utiliser ces quatre piles en série d'un seul tenant ou bien encore de les coupler deux par deux, ce qui permet ainsi de disposer d'un point milieu et donc de deux ten-



sions de 3V symétriques par rapport à la masse. Deux moteurs, munis chacun d'une roue à bandage caoutchouté, équipent le centre de ce châssis et permettent ainsi de réaliser très facilement une commande de direction en alimentant les deux moteurs avec la même polarité ou avec des polarités opposées.

Le rôle de la roue folle, ou roue jockey ou encore de la «ball caster» des américains, est tenu ici par deux petits bossages en plastique situés en partie basse du châssis. Cette solution simpliste est acceptable pour des déplacements sur un sol lisse auquel il sera prudent de cantonner ce châssis.

Différents trous de fixation sont prévus sur la jupe située en partie basse du châssis, facilitant la mise en place de capteurs.

Comme c'est le cas pour la majorité des châssis motorisés simples du commerce, les moteurs sont

prévus pour fonctionner sous 3 à 6V ce qui convient fort bien à une commande par pont en H alimenté sous 5 ou 6V par exemple.

UN CHÂSSIS TOUT MÉTAL : LE MRM-555

Toujours produit par MICROROBOT (www.microrobot.com), ce châssis est entièrement en aluminium et, bien que ses dimensions soient à peine supérieures à celles du MRM-010, il permet plus facilement de monter la partie électronique du robot grâce à sa grande surface plane dégagée. Il ne comporte pas de

compartiment à piles ou à batteries, mais est fourni avec deux moteurs de propulsion indépendants, comportant chacun leur propre démultiplication à engrenages métalliques leur conférant un couple raisonnable.

Comme précédemment, ces moteurs sont prévus pour une alimentation comprise entre 3 et 5V. Le MRM-555 étant vendu en kit, ils doivent être assemblés sur le châssis, ce qui s'avère être très simple puisqu'il suffit d'utiliser, pour cela, les vis fournies et les trous déjà percés à cet effet. Il ne reste plus alors qu'à enfoncer sur l'axe de sortie de leur «boîte de vitesse», les roues à bandage plastifié fournies, de couleur très «flashy» ; mais qui a dit qu'un robot devait être triste ?

La roue folle est ici encore réalisée de façon très simple puisque c'est un simple écrou à tête bombée qui est vissé à l'extrémité de la partie arrondie du châssis. Notre MRM-555 préférera donc, lui aussi, les sols relativement lisses et sera donc réservé à un usage intérieur.

UN CHÂSSIS POUR DEUX ROBOTS : POLOLU 1 ET 2

Partant d'une base unique constituée d'un disque en matériau acrylique prédécoupé, disponible en diverses couleurs, la firme POLOLU (www.pololu.com) nous propose trois versions différentes de châssis de robot.

La première n'est autre que le disque seul pour ceux

d'entre vous qui souhaitent assembler leur propre système de propulsion.

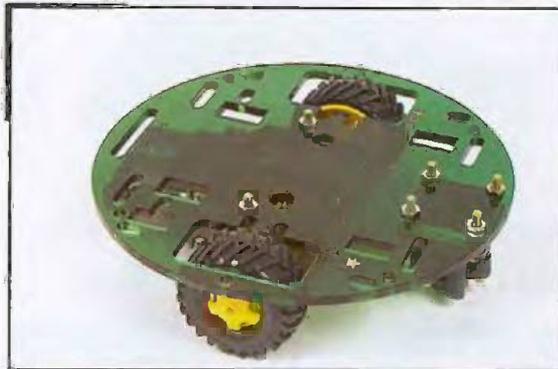
La seconde, plus intéressante, est baptisée Pololu 1. Elle utilise le disque de base associé à une boîte de vitesse équipée de deux moteurs entraînant chacun indépendamment deux roues à pneus caoutchoutés. Comme vous pouvez le constater sur les photos qui illustrent cet article, la boîte de vitesse et les roues ont un look plus «maquette» que sur les robots précédents, ce qui n'est pas surprenant lorsque l'on sait qu'ils sont fabriqués par TAMIYA, marque célèbre pour ses splendides véhicules radiocommandés de tous types.

Cette boîte de vitesse est d'ailleurs fournie en kit dans sa boîte TAMIYA d'origine et son assemblage ajoute encore au plaisir d'utiliser ce châssis. La roue folle est, elle aussi, produite par TAMIYA mais est, cette fois-ci, constituée par une bille rotative maintenue dans une cage en plastique.

Sans être pour autant un véhicule tout terrain, Pololu 1 pourra donc tout de même s'aventurer hors des carrelages et parquets bien lisses eu égard à la taille de ses roues et de sa bille tenant lieu de roue folle. L'alimentation des moteurs a lieu, ici aussi, sous 3 à 6V. Quant à la vitesse de rotation des roues, sachez qu'elle peut être choisie lors de l'assemblage de la boîte de vitesse qui propose deux taux de démultiplication. Bien que Pololu recommande le rapport 1 : 203 afin de bénéficier du maximum de couple, rien ne vous interdit de choisir l'autre si vous voulez faire un robot rapide (mais qui devra alors être relativement léger).

Si la place disponible sur le châssis circulaire de Pololu 1 ne suffit pas à votre imagination créatrice ; vous pouvez acquérir Pololu 2, ou bien encore transformer ultérieurement votre Pololu 1 en Pololu 2. En effet, comme vous pouvez le constater sur les photos, Pololu 2 n'est autre qu'un châssis de base Pololu 1 muni de quatre longues entretoises métal-

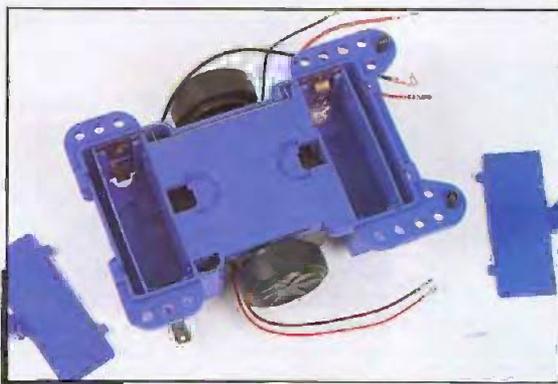
liques et équipé d'un deuxième châssis circulaire nu. Bien qu'il soit assez haut, la stabilité de l'ensemble est assurée en raison du centre de gravité



POLOLU 1 : base précédemment utilisée pour la réalisation de LUXROBOT.



La version POLOLU 2 équipée d'un étage supplémentaire.



Les deux compartiments permettent de recevoir les piles d'alimentation.

OPTI-MACHINES

www.optimachines.com

PLUS DE 100 MACHINES DE QUALITÉ ALLEMANDE ET 1000 ACCESSOIRES

Tours de 250 mm à 1000 mm d'E.P.

D 140 Vario	D 210	D 250
E.P. 250 mm	E.P. 400 mm	E.P. 550 mm
55x32x26 cm	88x50x48 cm	101x50x50 cm
549 € H.T.	889 € H.T.	1179 € H.T.

Fraiseuses

RF 20 Vario	F 25	F 30
Cap. 20 mm	Cap. 25 mm	Cap. 32 mm
600 W	750 W	1,5 kW
Tab. 58x70 cm	Tab. 58x70 cm	Tab. 73x71 cm
1020 € H.T.	1379 € H.T.	1729 € H.T.

Perceuses de 13 à 40 mm

B 14 F	B 16 F	B 26 PRO	B 33 PRO
H. 70 cm	H. 82 cm	H. 167 cm	H. 172 cm
24 Kg	38 Kg	82 Kg	135 Kg
109 € H.T.	195 € H.T.	445 € H.T.	849 € H.T.

Scies

S 90 G	S 120 G	S 130 GH
Cap. 90 mm	Cap. 115 mm	Cap. 128 mm
712x541 cm	1022x1940 cm	982x38106 cm
279 € H.T.	355 € H.T.	499 € H.T.

Lapidaire

TS 30S	OSM 150	PSM 200
Ø 305 mm	Ø 150 mm	Ø 200 mm
189 € H.T.	59 € H.T.	189 € H.T.

Accessoires

59 € H.T.

17,90 € H.T.

39,90 € H.T.

Parc d'Activités du Vert Bois
Rue J.B. Lebas 59910 BONDUES
Tél : 03 20 03 69 17 - Fax : 03 20 03 77 08

quantum

OPTIMUM

Comparez nos catalogues (180 pages couleur et tarifs) contre 10 timbres à 0,5 € ou un chèque de 5 € Précisez Micro et Robots

CONSTRUCTIONS

CHÂSSIS

Le MRM-010.

ADRESSES INTERNET

Site de l'auteur :

www.tavernier-c.com

Site du distributeur en

France :

www.lextronic.fr

Site du fabricant des

MRM-010 et MRM-555 :

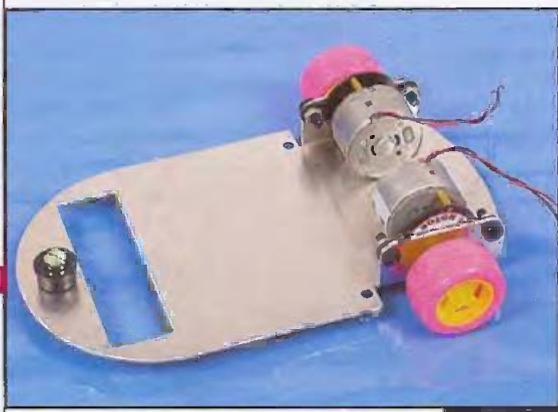
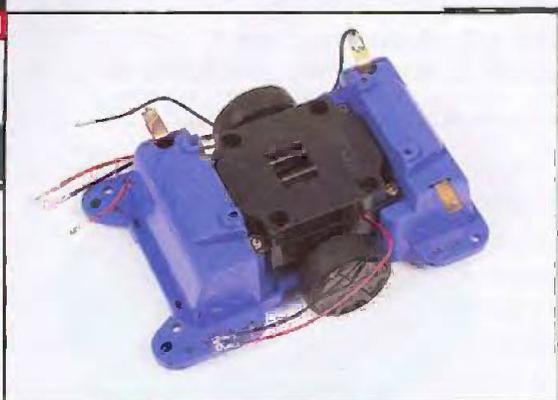
www.microrobot.com

Site du fabricant des

Pololu 1 et 2 :

www.pololu.com

Le châssis tout métal
MRM-555.



relativement bas imposé par la position des moteurs contenus dans la boîte de vitesse.

Par contre, et ceci est valable bien sûr pour les Pololu 1 et 2, il faut prendre la précaution de répartir la charge de ces robots de façon à peser du côté de la «roue» folle pour qu'elle puisse jouer correctement son rôle en restant en contact avec le sol.

CONCLUSION

Avec des prix très raisonnables, puisqu'ils s'échelonnent de 30 à 70 euros environ, ces châssis devraient être à même de résoudre le problème de tous ceux d'entre vous qui sont tentés par la robotique mais que la réalisation mécanique du châssis et de la propulsion a fait jusqu'à présent renoncer à passer aux actes.

C. TAVERNIER

Commandez le CD-ROM de ce numéro

Au sommaire : tous les programmes et PCB d'EP des n° 277-278-279-280 + Micros & Robots inclus

Réalisez un magnétophone numérique - I2C en C sur PIC : afficheur à LED - Interface Bus Lin imprimante - Programmeur de µcontrôleurs Atmel - Désulfateur pour batterie au plomb - Clavier série et DTMF - Testeur dynamique d'alimentation - Assistance téléphonique vocale - Réalisez un réflectomètre - Préampli de micro pour prise de son numérique

Dossier spécial «MICROS & ROBOTS»

News - La troisième génération AIBO ERS-7 par Sony - Bipède Sted-E-Man de TotalRobots - Les accus et charge rapide - Détecteur simple à ultrasons - Des châssis pour vos robots - Araignée robot - Véhicule filoguidé commandé par le port série RS232 du PC - uPoBot - EPOX, le robot à tout faire - Module de commande miniature pour moteur pas à pas unipolaire - Contrôle de servomoteur par liaison série

et aussi : démos, vidéos, catalogues, sites internet et informations commerciales...

CD-ROM disponible première quinzaine de décembre

www.electroniquepratique.com



Oui ! je vous remercie de m'envoyer le CD-ROM Electronique Pratique n° 277-278-279-280 + Micros & Robots inclus

Je participe aux frais d'envoi et d'emballage, je joins un chèque de 3 € à l'ordre de Electronique Pratique (France métropolitaine uniquement, 3,80 € pour DOM-TOM et étranger)

Nom : Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville : Pays :

A retourner accompagné
de votre règlement à :

**Electronique Pratique
(CD-ROM)**

18-24, quai de la Marne

75164 Paris cedex 19

Tél. : 33(0)1 44 84 85 16

Fax : 33(0)1 44 84 85 45

2006

Les robots mar-

cheurs sont tou-

jours plus intéres-

sants car plus pro-

ches de nous.

Cette araignée ne

devrait pas générer

de phobie, mais plu-

tôt de la curiosité.

PRINCIPE

L'ossature de l'araignée est réalisée avec des plaques de circuit imprimé soudées ou vissées entre elles.

Les pièces n°1, 2 et 3 sont des morceaux de plaque de circuit imprimé simple face. Les autres pièces sont aussi des morceaux de circuit imprimé sans cuivre.

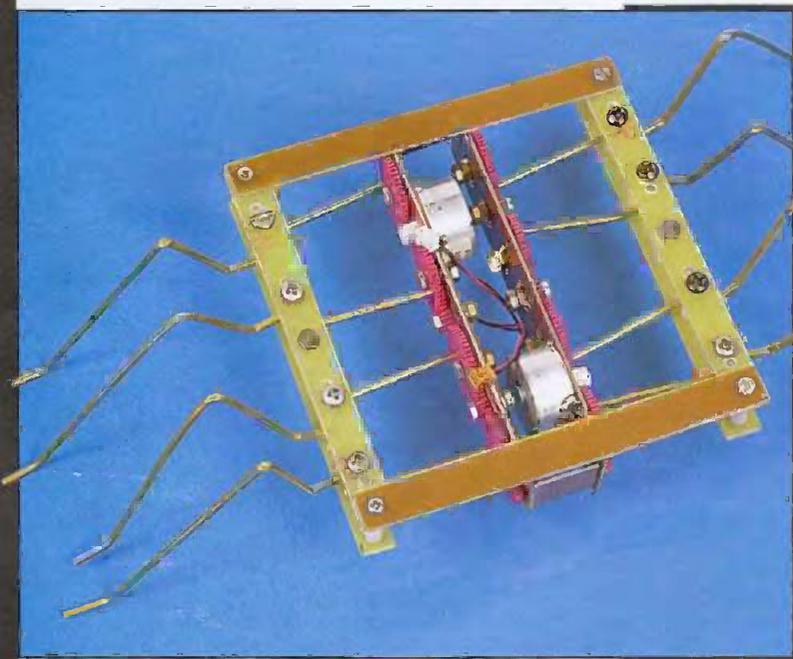
Les huit pattes fonctionnent par paires. Le mouvement des pattes est obtenu par déplacement circulaire de l'extrémité de chaque patte. On utilise des engrenages avec des trous pour loger l'extrémité des pattes. Le milieu de chaque patte tourne librement dans un trou percé dans une entretoise.

Les engrenages doivent être positionnés en premier avant les moteurs. Les grands engrenages sont placés avec vis rondelle et un écrou. L'écrou doit être soudé. Un deuxième écrou sera placé plus tard pour bloquer l'ensemble. Les petits engrenages sont placés ensuite et ajustés pour que l'ensemble, grands et petits engrenages, tourne sans point dur.

Les moteurs sont placés avec le même soin et soudés. Il peut être nécessaire de retoucher les diverses pièces avant d'obtenir le bon réglage.

Les engrenages doivent être réglés ensemble, aussi par rapport à la position des trous sur les grands engrenages.

Les deux pièces n°1 sont assemblées avec les deux pièces n°2 par soudure. Puis les deux pièces n°3 sont soudées par-dessus ensuite.



RÉALISATION DES PARTIES LATÉRALES

Il faudra percer 8 entretoises pour faire tenir les pattes et permettront le principe de fonctionnement de l'araignée. Chaque entretoise doit être percée à un tiers d'un côté.

Les pièces n°4 sont vissées par des vis 6 M3 de 20mm avec entretoises. Une rondelle doit être placée avec chaque entretoise afin de créer un jeu.

Il faut former les huit pattes avec une tige de laiton de 2mm.

Suivant la position de la patte, deux formes doivent être créées.

RÉALISATION DE LA PARTIE CENTRALE

Il faut préparer les huit engrenages support des pattes. Chaque disque, rouge ou blanc, est séparé en deux. A l'aide d'un cutter, il faut séparer chaque engrenage. On obtient deux engrenages, un petit et un grand. Les huit grands engrenages seront utilisés alors que seulement quatre petits engrenages sont nécessaires pour la suite.

Commencer par percer chaque pièce avec un foret de 3,2mm. Il sera certainement nécessaire de revenir sur chaque trou de fixations avec une petite lime ronde.

NOMENCLATURE

2 pièces n°1

2 pièces n°2

2 pièces n°3

4 pièces n°4

2 moteurs type CDrom

Divers engrenages Conrad (réf. Conrad : 0297 704-17)

Tige de laiton 2mm 1m

12 vis M3 10mm

16 vis Parker M3,5 de 5mm

6 vis M3 20mm

14 entretoises M3 15mm

Diverses rondelles, rondelles frein et écrous M3

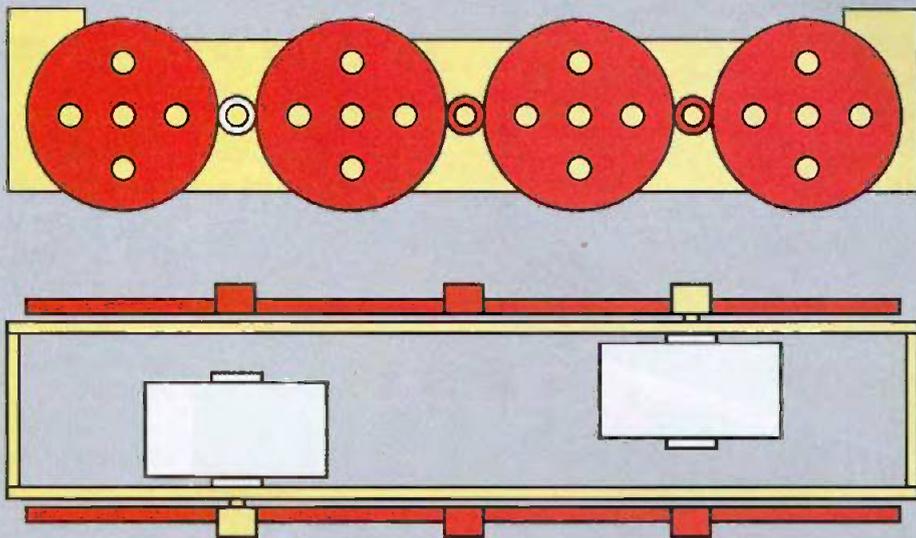
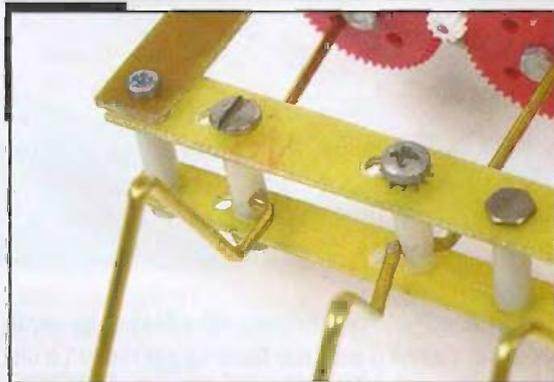
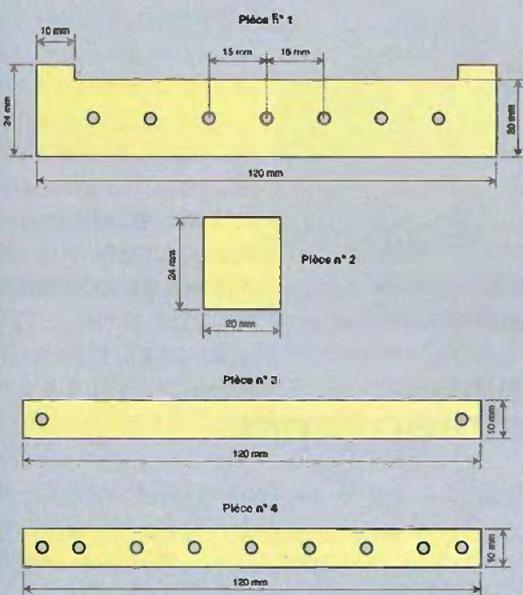


FIGURE 1

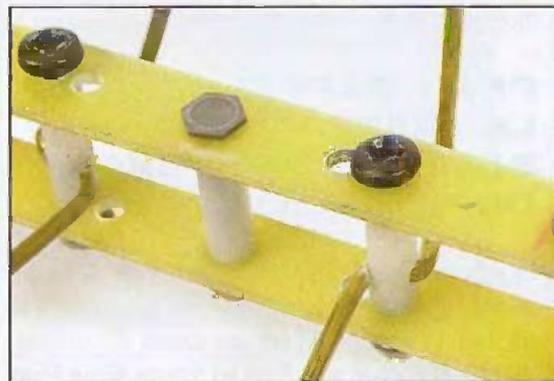
L'ossature, les engrenages et les deux moteurs



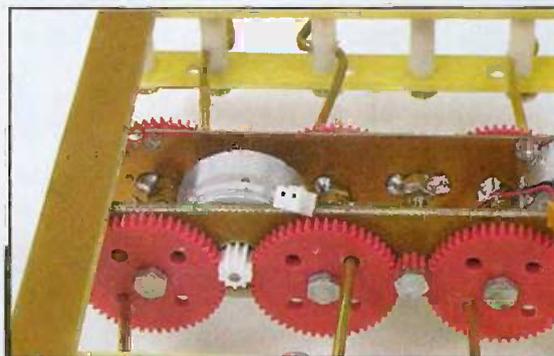
Le mouvement des pattes s'obtient par le déplacement circulaire de l'extrémité.

FIGURE 2

Les pièces.



Chaque entretoise doit être percée à un tiers d'un côté.



On remarquera la position du moteur, vis à vis des engrenages.

REMARQUES

Il est important que chaque moteur possède un couple suffisant pour l'ensemble et une vitesse suffisamment basse. Il peut être nécessaire d'ajouter un engrenage réducteur de vitesse.

Il faudra penser aussi à la réalisation finale qui fait appel à une batterie pour les robots autonomes. Ce point supplémentaire est essentiel pour la recherche du bon moteur ou du bon rapport de réduction.

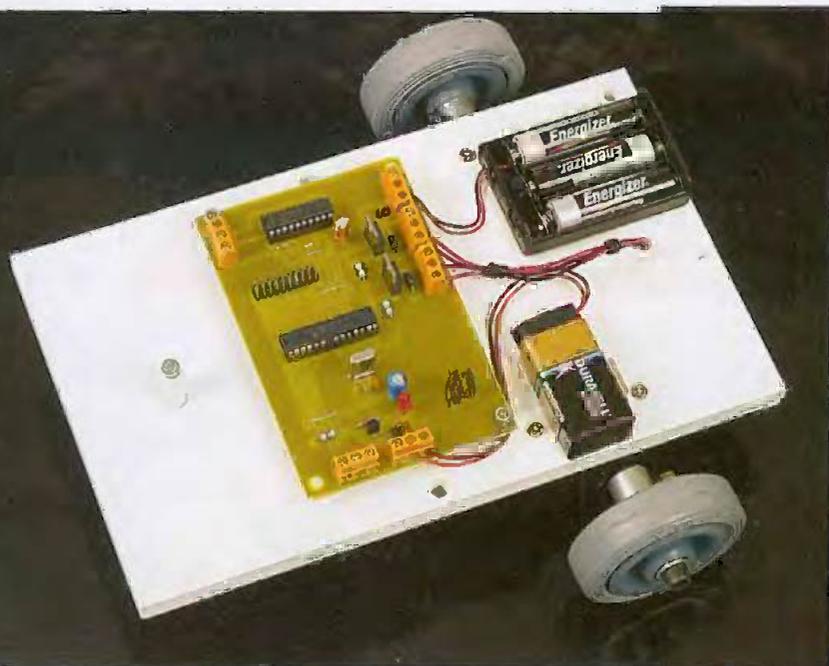
Bonne construction...

F. GIAMARCHI

Le propos de cet article est de montrer comment réaliser un petit véhicule filoguidé commandé par le port série RS232 du PC. Le cœur de ce robot est un PIC 16F876 dont on exploite principalement les ressources suivantes :

- Générateurs de PWM pour la commande des moteurs de tractions,
- USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter) en mode asynchrone à 9600 bauds pour la communication avec le PC.

Ce véhicule est commandé par l'intermédiaire d'une interface graphique fonctionnant sous Windows. Il est une extrapolation du variateur de vitesse à PIC présenté dans *Micros et Robots* N°4 de Novembre 2002. La configuration retenue (vue de dessus) est donnée en **figure 1**.



PETIT RAPPEL : LA PWM (FIGURE 2)

La PWM (Pulse Width Modulation ou Modulation de largeur d'impulsion) est un mode de commande des moteurs à courant continu par un signal carré de période constante mais dont le rapport cyclique (rapport entre la durée de l'état haut du signal et la période de ce signal) est variable.

Le principal avantage de la PWM réside dans le fait que la commande de puissance du moteur est très souvent réalisée par un transistor de type MOSFET fonctionnant en commutation : puisqu'il n'y a que très peu de pertes, Le rendement est donc excellent. Même à faible vitesse, le couple disponible sur l'arbre du moteur reste élevé, ce qui rend un tel mode de commande idéal

Le changement de direction est effectué en modifiant la vitesse d'une roue tractrice par rapport à une autre. Par exemple, si on augmente la vitesse de la roue gauche, le véhicule tourne à droite...

pour notre véhicule.

PETIT RAPPEL : LA TRANSMISSION SÉRIE ASYNCHRONE DE DONNÉES

Le principe d'une liaison série est de transmettre, sur un seul fil, les bits de donnée l'un à la suite de l'autre. Le port série du PC est une liaison asynchrone : les bits de donnée sont émis au rythme d'une horloge située dans l'émetteur, mais ce signal d'horloge n'est pas transmis au récepteur. La **figure 2** présente le message d'une donnée série.

ANALYSE DU SCHÉMA STRUCTUREL

Comme le montre le schéma **figure 9**, la structure du robot a été simplifiée à l'extrême et, Hormis le MAX233 de chez MAXIM, Les composants utilisés sont courants.

Dès que le récepteur de l'USART détecte le bit de start (passage de 1 à 0 de la ligne série), son horloge interne se cale automatiquement sur le début du message. Bien évidemment, cela impose que la fréquence de l'horloge de réception soit égale à la fréquence de l'horloge d'émission (ou quasiment égale, car en pratique une infime différence ne générera d'erreurs significatives).

Précisons que le MAX233 est une version améliorée du MAX232 : Ce circuit réalise l'adaptation de niveau entre les signaux issus de l'interface RS232 (de 3 à 25V pour un 0 logique, de -25V à -3V pour un 1 logique) et les signaux logiques reconnus par les circuits de technologies C-MOS, catégorie à laquelle appartiennent les PIC.

Le MAX233, comme son petit frère le MAX232, permettant une communication bidirectionnelle (PC => utilisation et Utilisation => PC), il sera donc possible de faire remonter des informations (issues par exemple de capteurs) vers le PC et de les exploiter. Le MAX233 a été préféré au MAX232 car, hormis une petite capacité de découplage, celui-ci ne nécessite pas de capacités externes pour son fonctionnement (quatre sont nécessaires pour le MAX232). Ces capacités étant intégrées dans le boîtier, le tracé

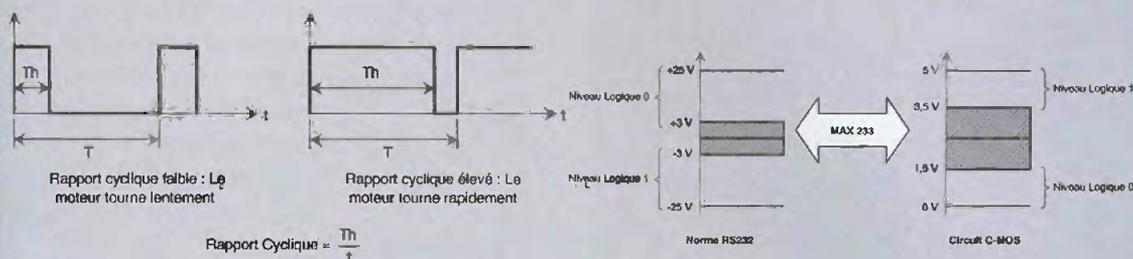
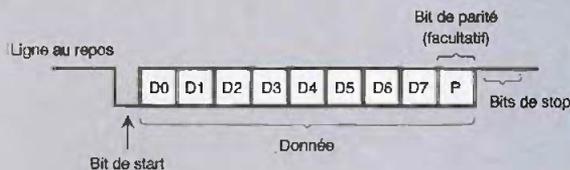
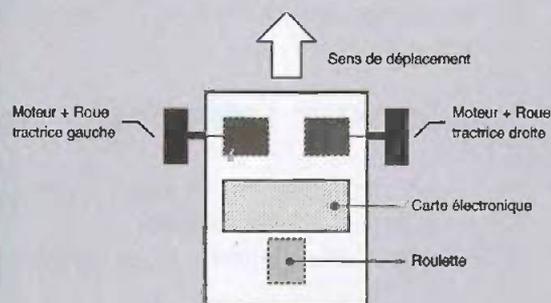


FIGURE 1
Configuration retenue.

FIGURE 2
Message d'une donnée série.

FIGURE 3
La PWM.

FIGURE 4
Le MAX233 est une version améliorée du MAX232.

du circuit imprimé est grandement simplifié...

La connexion au port série du PC se fait par le bornier B₂ sur lequel sera branché le câble de liaison connecté aux broches 3 (TD) et 5 (OV) du connecteur RS232, dans le cas d'une liaison unidirectionnelles PC => carte (**figure 10** pour la réalisation du câble). Dans le cas d'une liaison bidirectionnelle, il faut un troisième fil relié à la broche 2 (RD) du connecteur RS232.

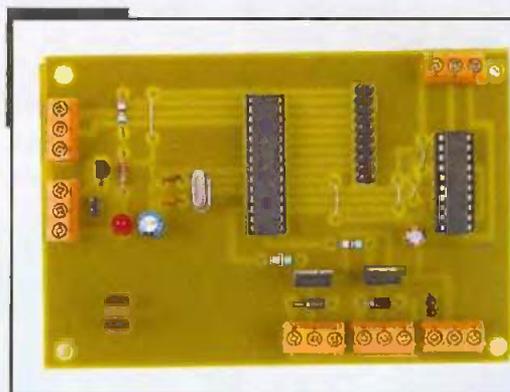
Je rappelle aux lecteurs que, en théorie et dans le cas d'une liaison filaire, la longueur de fil ne doit pas excéder 15 mètres.

Le port B du PIC est branché sur le connecteur J₁ (avec le 5V et le 0V) afin de réaliser un port d'extension permettant, par exemple, d'exploiter des capteurs de type tout ou rien. Les bits RA0/AN0 et RA1/AN1 sont également reliés au bornier B₃ afin de permettre l'exploitation de capteurs de type analogique (le partage de ressources important du PIC permet également d'utiliser ces deux bits pour exploiter des données logiques).

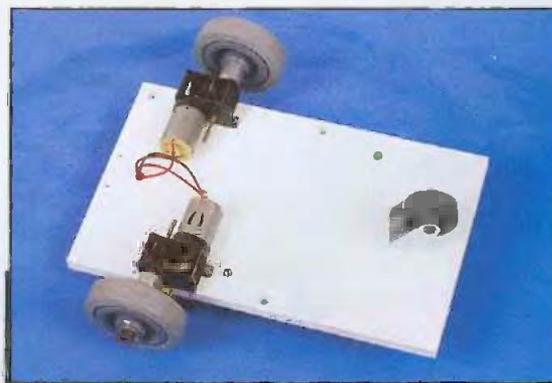
Le bornier B₆ permet de connecter l'alimentation 9V nécessaire au fonctionnement de l'électronique. Un régulateur fixe la tension d'alimentation du PIC à une valeur de 5V. Il faut veiller à prendre soin de ne pas inverser le + et le - de la pile car il n'y a pas de diode de protection ! Le cavalier J₂ sert tout simplement d'interrupteur. Une sortie 5V est prévue si on souhaite alimenter des capteurs.

Le circuit de cadencement (l'oscillateur) est réalisé

par un quartz de 4 MHz associé à deux condensateurs de 22 pF. L'utilisation d'un quartz est ici impérative pour des questions de précisions liées à la vitesse de transmission des données entre l'USART du PIC et le port série du PC.



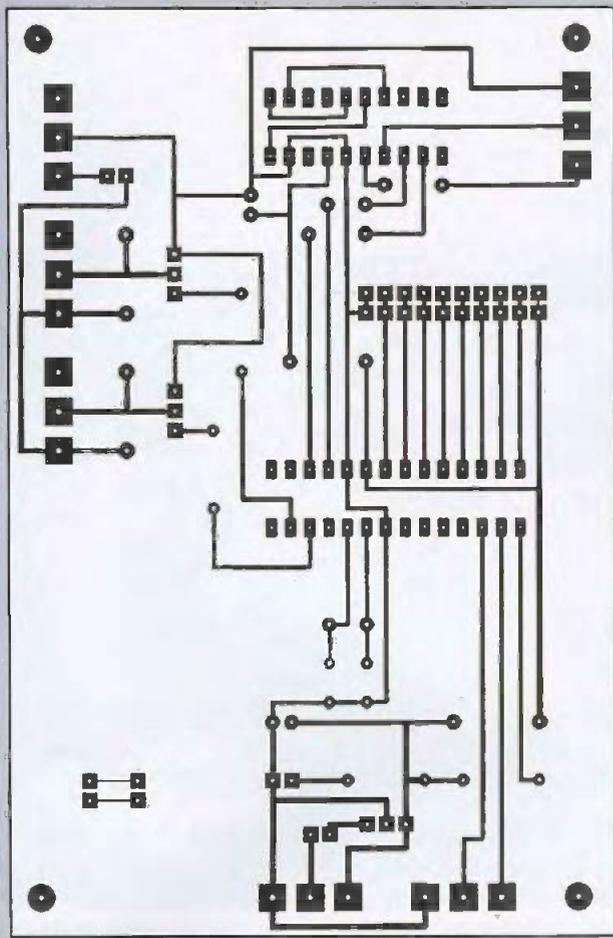
Présentation du module électronique.



La plateforme vue de dessous. On distingue les deux motoréducteurs et la roue folle.

FIGURE 5 

Tracé du circuit imprimé.



La commande de puissance des moteurs est réalisée par des transistors MOSFET IRF530 connectés à chaque sortie des générateurs PWM du PIC par l'intermédiaire d'une simple résistance. On prend soin de ne pas omettre les diodes D₁ et D₂ (diodes de roue libre) qui protègent le transistor contre les effets inductifs de l'induit du moteur. Les moteurs sont connectés par l'intermédiaire des borniers B₄ et B₅. Le bornier B₆ permet la connexion de l'alimentation (entre 4,5V et 12V) des moteurs. Le cavalier J₃ sert, lui aussi, d'interrupteur.

Afin de ne pas perdre les cavaliers J₂ et J₃ lorsque le

véhicule est mis à l'arrêt, ceux-ci seront placés sur les connecteurs J₄ et J₅ (une petite astuce parfois bien utile...)

CIRCUIT IMPRIMÉ

Celui-ci ne présente aucune difficulté. Lors du montage des composants, il faut prendre soin de ne pas oublier les divers straps (figures 5 et 6).

PROGRAMME

Il est écrit en assembleur PIC. Les commentaires ajoutés permettent de comprendre l'organisation du programme. Les lignes comprises entre les étiquettes DEBUT et boucle concernent l'initialisation du circuit :

- USART en mode asynchrone avec une vitesse de réception/transmission de 9600 bauds,
- Mise en sortie du port B,
- Mise en mode PWM des sorties RC2/CCP1 et RC1/T10SI/CCP2. Le circuit interne de PWM est configuré de manière à obtenir un signal dont la fréquence est égale à environ 4 kHz

J'invite les lecteurs à consulter la documentation MICROCHIP du 16F876 pour connaître les détails de la configuration de l'USART et du générateur PWM.

Les lignes comprises entre l'étiquette boucle et l'instruction END permettent d'affecter la consigne de vitesse reçue au bon moteur. Cette étape mérite une petite explication.

La donnée reçue par le port série à un format de 8 bits :

- 6 bits représentatifs de la consigne de vitesse,
- 1 bit qui, selon son état, détermine si la consigne est envoyée au générateur PWM pilotant le moteur droit ou bien au générateur PWM pilotant le moteur gauche,
- 1 bit inutilisé.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
Affectation	Inutilisé	Consigne de vitesse					

La démarche est la suivante :

- On attend que le buffer de réception de l'USART soit plein,
 - On teste l'état du bit B7,
 - Selon l'état, on transfère les bits B0 à B5 dans le registre correspondant d'un des deux générateurs PWM après masquage des bits B6 et B7 qui sont inutiles.
- Le fichier objet nécessaire à la programmation du PIC est le fichier « robot-serie.hex »

Fixation du moteur.



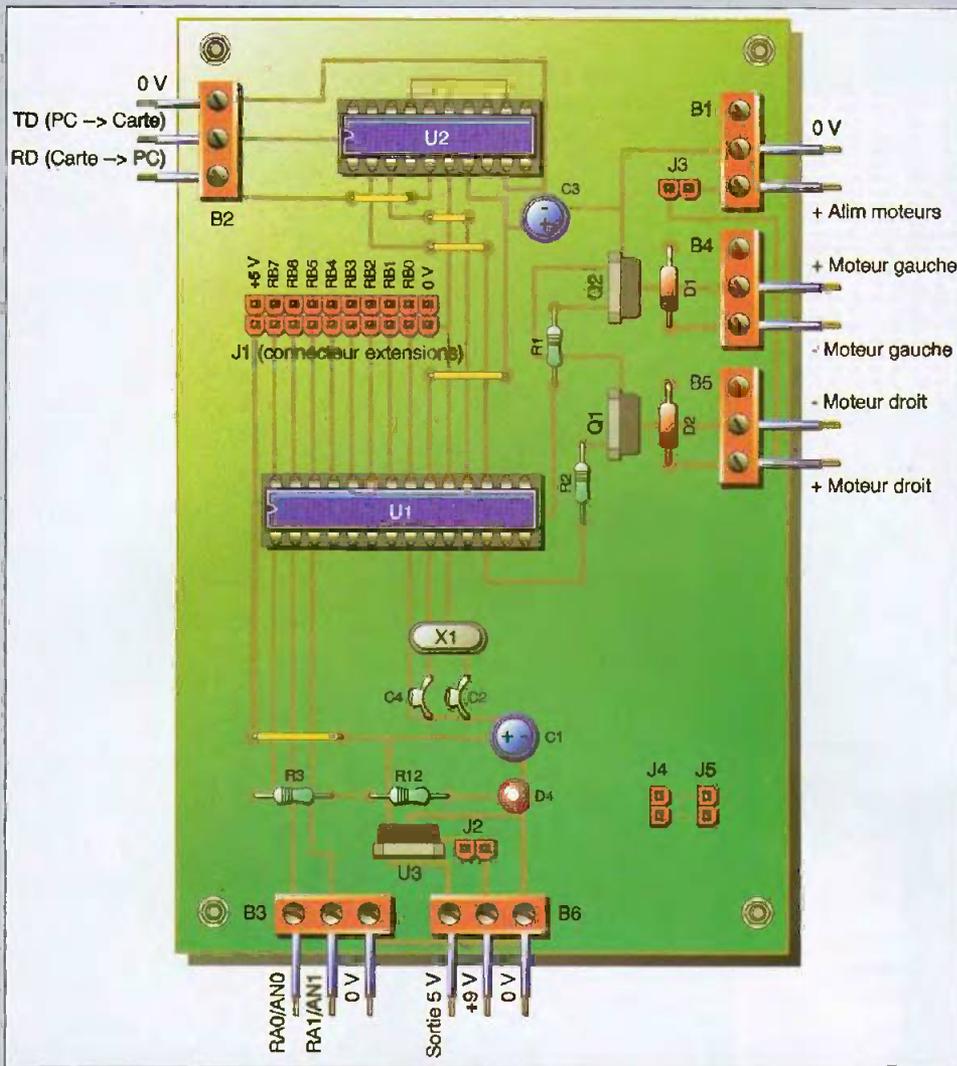


FIGURE 6
Implantation des éléments

PROGRAMMATION DU PIC ET LOGICIEL DE COMMANDE

La programmation du PIC peut se faire avec de nombreux outils.

La plus simple est d'utiliser l'excellent logiciel (gratuit de surcroît) ICPROG. Il faut seulement prendre soin de bien respecter quelques règles de configuration (type d'oscillateur, Watchdog...). La **figure 7**, représentant l'interface utilisateur de ICPROG, montre la configuration à respecter pour notre application.

L'interface graphique de commande du véhicule est très simple d'utilisation comme le montre la **figure 8** (au démarrage, les commandes sont inactives et il faut tout d'abord

choisir le port de communication pour les activer).

F. BIGRAT

NOMENCLATURE

- R_1, R_2 : 3,9 k Ω
- R_3 : 3,3 k Ω
- R_{12} : 2,2 k Ω
- C_1 : 22 μ F
- C_2, C_4 : 22 pF
- C_3 : 1 μ F
- U_1 : PIC 16F876A
- U_2 : MAX233A
- U_3 : 7805
- Q_1, Q_2 : transistors IRF530
- D_1, D_2 : 1N4001
- D_4 : diode LED
- B_1 à B_6 : borniers 3 plots
- J_1 : connecteur H10
- J_2 à J_5 : connecteurs H2
- X_1 : quartz 4 MHz

ADRESSES INTERNET

Site de MICROCHIP :
Documentation complète
PIC 16F876
www.microchip.com

Documentation complète
MAX 233 :
www.maxim-ic.com

Site de DUNOD :
éditeur de l'ouvrage "Les
microcontrôleurs PIC" par
C. Tavernier
www.dunod.fr

Site de HACHETTE :
www.hachette-livres.com
éditeur de l'ouvrage "Le guide
du technicien en électronique"
par C. Cimelli et R. Bourgeois

CONSTRUCTIONS

FILOGUIDÉ

FIGURE 7

Interface utilisateur de ICPROG.

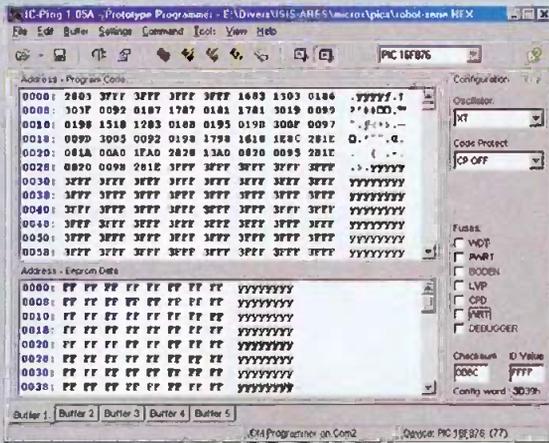


FIGURE 8

Interface graphique de commande.

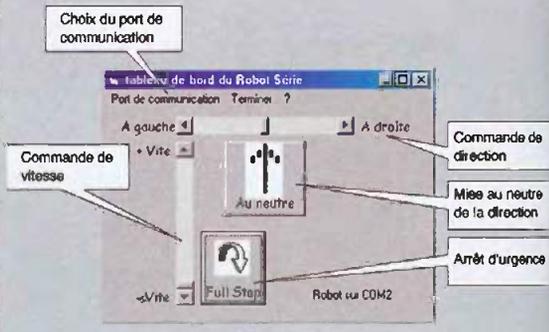


FIGURE 10

Réalisation du câble.

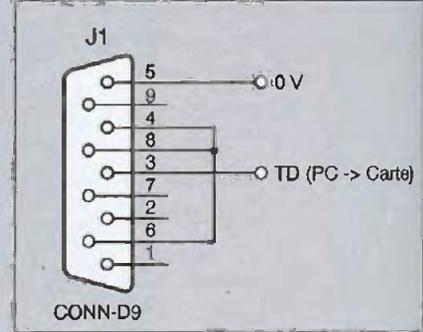
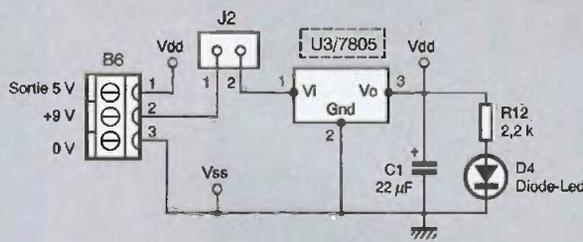
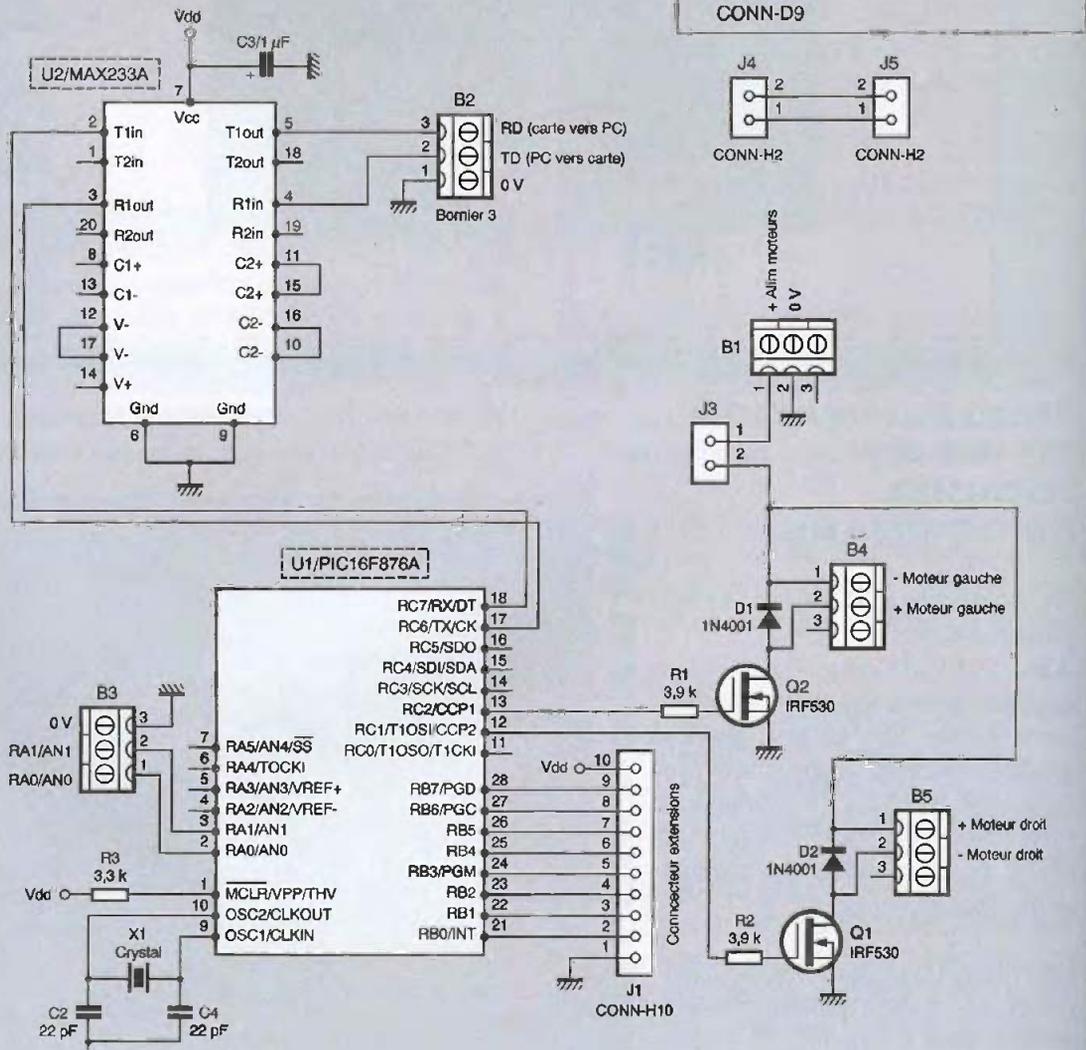


FIGURE 9

Schéma de principe.



CONCEPT DE BASE

Pour ce robot, l'objectif recherché est de fournir une plateforme facile à réaliser, de taille réduite, propre à évoluer sur une table ou un bureau, mais offrant des possibilités expérimentales dépassant l'évitement d'obstacles ou la sortie de labyrinthe. Trop souvent pour des robots de cette taille et de ce budget, on reste limité à un système rudimentaire ne pouvant pas aller au-delà des expériences de base avec des capteurs IR ou des bumpers.

L'ambition avouée est de s'approcher des robots d'études, présents sur le marché, qui permettent aux étudiants d'évaluer les algo-

par inversion du sens de rotation des roues (en tournant sur place). Lors de cette rotation, on peut être certain que si l'avant du robot n'était pas au contact de l'obstacle au moment de la détection, aucune partie du châssis ne toucherait l'obstacle durant le dégagement.

Par opposition, les châssis rectangulaires impliquent une logique de dégagement nettement plus complexe pour garantir que les bords ou l'arrière du robot ne viendront pas frotter l'obstacle au cours du mouvement.

Rappelons que si le châssis du robot frotte sur un obstacle, il va en découler un probable dérapage d'une des roues et, donc, une perte de position pour

le programme de guidage. La roue tournant, les capteurs odométriques continuent à informer la CPU d'un déplacement qui ne se réalise pas réellement. Au sortir de cette collision, l'algorithme de positionnement travaille alors avec un cap et une position erronés.

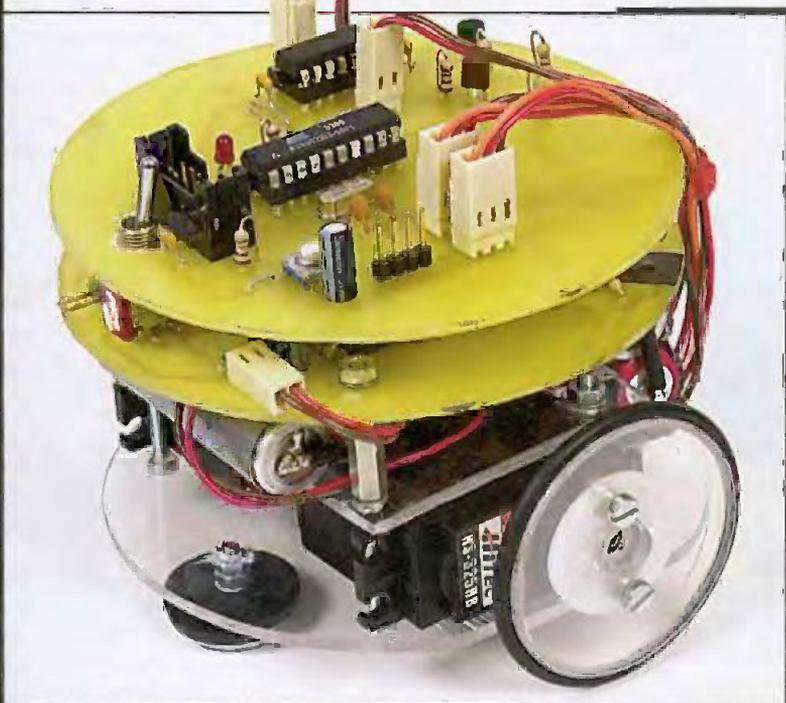
Un autre élément de géométrie très important concerne l'épaisseur des roues. Pour réaliser des asservissements en position et/ou vitesse, il est primordial d'avoir un "modèle géométrique" du robot le plus précis possible. Par "modèle géométrique" il faut entendre : connaître avec précision le diamètre des roues et la distance séparant ces deux roues.

Imaginez que vous voulez que votre robot fasse un quart de tour sur place. Il faut que chacune des roues parcourt, en sens opposé, le périmètre d'un quart de cercle ; cercle dont le diamètre correspond à l'écartement des deux roues (figure 1b).

Les capteurs odométriques mesurent le déplacement des roues en nombre de tours, de dixièmes ou de centièmes de tours pour savoir quand arrêter le mouvement... Pour cela, il est indispensable d'avoir deux données.

En premier lieu, le diamètre des roues car on ne mesure pas directement la distance parcourue par la roue mais le nombre de tours qu'elle fait. Par conséquent, pour connaître la distance parcourue lors d'un tour, il nous faut calculer $\pi \times \text{diamètre de la roue} \times \text{nb de tours}$ (figure 1a)

Et, en second lieu, l'écartement entre les roues. Avec des roues larges, il est impossible de détermi-



rièmes de positionnement ou d'asservissement de type PID.

Le cahier des charges initial incluait une re-programmation aisée, la disponibilité d'un compilateur C, des capteurs odométriques (indispensables à un asservissement), une taille réduite, un coût limité, une construction ne nécessitant pas un outillage particulier, des matériaux et des composants courants.

CONCEPTION MÉCANIQUE

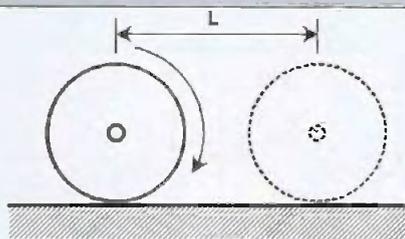
Le robot est un modèle à roues différentielles (type char), doté d'un châssis circulaire de 100mm de diamètre. Le choix de la géométrie est dicté par la symétrie centrale du disque ; en effet, lors de la détection d'un obstacle par les capteurs IR de proximité, le châssis circulaire garantit un dégagement

Le robot que nous présentons ici mérite un intérêt particulier. En effet, hormis une construction simple à la portée de tous, il présente de grandes possibilités d'expérimentations et d'évolutions. On pourra remarquer que les servos sont dépouillés de leur électronique et sont traités en simple motoréducteur piloté en PWM (pour un meilleur contrôle).

Autre spécificité importante, un capteur IR est intégré au servo offrant ainsi une information odométrique.

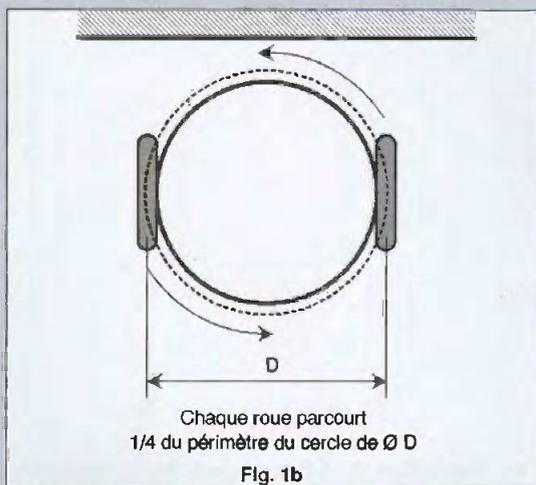
Ceci ouvre les portes à des algorithmes d'asservissements en vitesse ou en position.

Nous reviendrons en fin d'article sur les extensions possibles, en particulier grâce à la caméra CMUCAM



Avec $L = \pi \times \text{NB Tours} \times \text{Diamètre Roue}$

Fig. 1a



Chaque roue parcourt
 $1/4$ du périmètre du cercle de $\varnothing D$

Fig. 1b

FIGURE 1
Importance de la dimension et de l'espacement des roues

ner en permanence où se situe le point de contact roue/sol ; est-ce le milieu de la roue, le bord intérieur, le bord extérieur ?

Les roues les plus étroites possibles n'offrent, elles, aucune ambiguïté le point de contact. Le "modèle géométrique" (diamètre des roues, écartement des roues) est alors très bien connu.

euros en grande surface de bricolage, sont consti-

CONSTRUCTION

LE CHÂSSIS

Le matériau de base est du plexiglas de 3mm, facile à se procurer dans les grandes surfaces de bricolage.

La première étape consiste à reproduire le plan du châssis et de ses perçages sur le plexiglas et d'en faire la découpe. Un des intérêts de ce matériau est sa transparence. Pour les tracés, il suffit de poser sa plaque de plexiglas sur le plan et de le reproduire à l'aide d'une pointe à tracer.

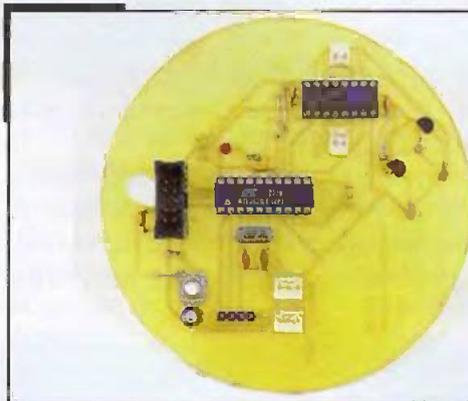
La découpe peut se faire, soit à la scie sauteuse, soit à la scie à main, en procédant par "approximation successives" puis en réalisant la finition à la lime ou au papier de verre.

Il ne faut pas travailler trop vite dans le plexiglas sous peine de le voir fondre. Cette recommandation est valable tant pour les découpes que pour les perçages.

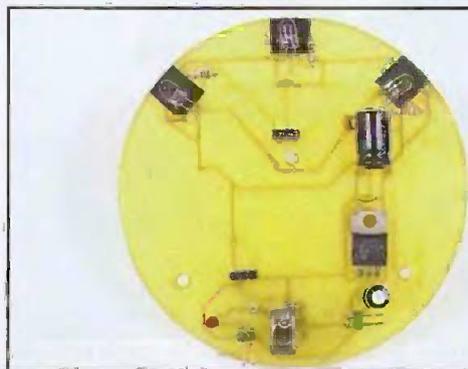
Une fois le châssis découpé et percé, il faut effectuer les mêmes opérations pour la réalisation de la pièce rectangulaire de fixation des moteurs.

LES ROUES

La réalisation des roues passe par la découpe de quatre disques de 45mm de diamètre. Pour cela, il faudra se munir d'une scie cloche à fixer sur une perceuse. Ces scies, que l'on trouve pour quelques



Présentation du module supérieur.



Aspect du module inférieur.



Principe de la liaison entre les deux platines

FIGURE 2

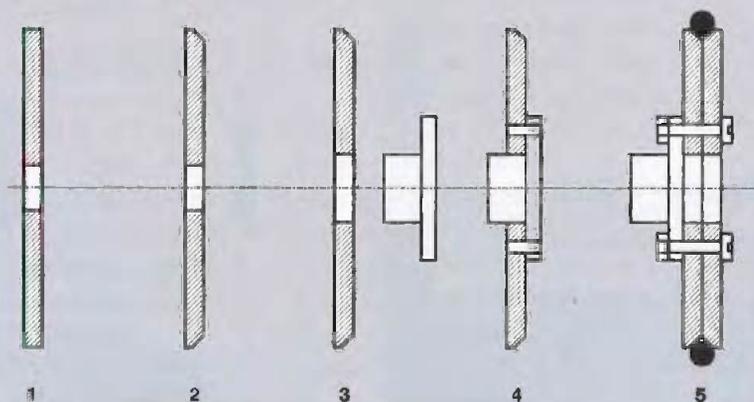
Étape 1: découpage des flasques

Étape 2: chanfreinage sur tout le périmètre

Étape 3: agrandissement du trou central à la taille du moyeu de palonnier

Étape 4: percement des flasques et du palonnier

Étape 5: assemblage final et mise en place du joint torique.



tuées d'un support et d'une série de lames métalliques circulaires et concentriques. Il faut toutes les démonter et ne remonter que celle qui avoisine les 45 mm. La découpe se fait sans encombre à condition de tourner lentement. Ne vous inquiétez pas d'un résultat d'allure passable. Un peu de papier de verre et en quelques minutes vous aurez quatre disques parfaits.

Chacun des disques devra voir son bord biseauté (figure 2) sur tout le périmètre. De cette façon, en plaçant les disques face à face, bord biseauté à l'intérieur, vous obtenez un disque plus large, pourvu d'une

gorge. Cette dernière supportera un joint torique de 45mm qui fera office de bande de roulement.

La finalisation des roues passe par un élargissement du trou central laissé dans les disques par le foret de la scie cloche. Ce trou doit passer au diamètre extérieur du moyeu du palonnier de servo que vous allez utiliser (figure 2 étape 3). Il faut, ensuite, enfoncer le palonnier dans un des disques (figure 2 étape 4) et effectuer 2 perçages de 3mm. Le fait d'avoir agrandi le trou central du disque et d'y placer le palonnier assure un parfait centrage de celui-ci. L'opération se répète avec le second disque pour lui assurer le même perçage que le premier. Le palonnier est alors sorti, les deux disques mis face à face, biseau à l'intérieur, le palonnier s'applique contre les disques et le tout est maintenu par deux boulons M3.

Le joint torique peut alors prendre place, la première roue est terminée.

Construire la seconde de la même façon.

LES SERVOS

Ils sont ici considérés comme de simples motoréducteurs. Des modifications s'imposent donc.

Choisissez des servos dit "standards", ouvrez les et retirez toute l'électronique interne ainsi que le potentiomètre de recopie de position.

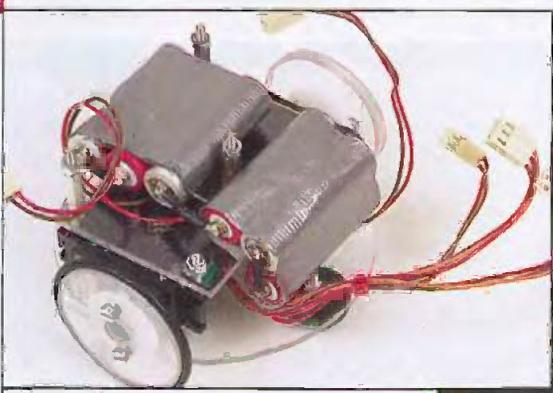
Dans la partie supérieure, là où se trouvent les pignons, retirez le pignon de sortie (le plus gros à l'opposé du moteur). Ce pignon porte une butée vouée à limiter sa rotation ; celle-ci doit être coupée délicatement à l'aide d'une petite pince coupante (voir les articles déjà parus dans ces colonnes et traitant de la modification des servos). Remontez ce pignon dans la coque supérieure du servo pour vérifier qu'il tourne librement sans accrocher.

Le servo étant ouvert, nous allons continuer à travailler dessus. En premier, réalisez un perçage du "pont interne" du servo qui soutient les pignons. Ce

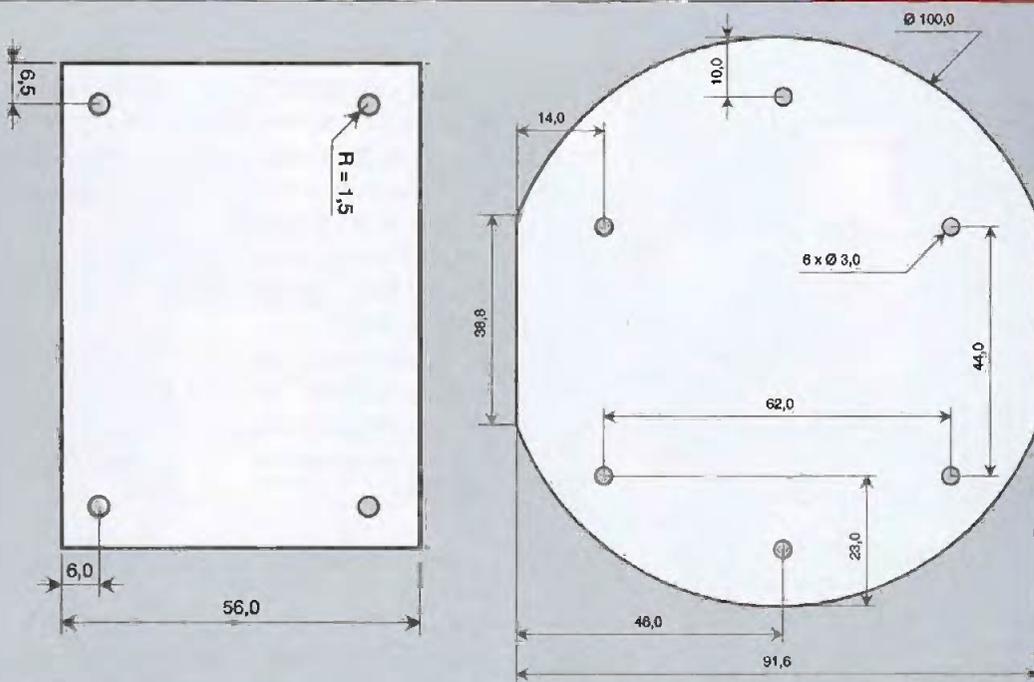
Position des capteurs.



Les deux groupes de trois accumulateurs.



Dimensions de la platine et du châssis.



perçage de 4mm par 7mm environ est à faire depuis l'intérieur en passant entre le moteur et le logement du potentiomètre.

Pour finir, il reste à dégraisser la partie inférieure du premier pignon en prise avec le moteur (celui qui tourne justement au dessus du trou que nous venons de réaliser) et de peindre, à moitié, celui-ci avec de la peinture à maquette noir mat.

Une fois la peinture sèche la partie supérieure du servo peut-être remontée.

En faisant tourner le servo à la main, vous devez voir, depuis le dessous, une succession de blanc et de noir par le trou que nous avons fait.

Ceci va être exploité par notre capteur odométrique IR pour générer des signaux carrés correspondant aux tours du pignon.

CAPTEURS ODOMÉTRIQUES

Ces capteurs sont faits à partir d'un module SPD8600 et d'une diode IR associée la SEP8506.

Le SPD8600 est en fait un module IR complet comprenant une photodiode, un amplificateur, un régulateur de tension et un trigger de Schmitt. À condition d'alimenter ce module en 5V, on obtient des signaux compatibles TTL.

La mise en œuvre du SPD8600 est très simple .

Une résistance de pull-up de 390 Ω , une capa de 33 pF et une résistance d'environ 100 Ω pour limiter le courant dans la diode IR

Cet ensemble doit prendre place à l'intérieur du servo de façon à ce que le SPD8600 et la diode

SEP8506 soient face au trou pratiqué dans le pont intérieur du servo.

Compte tenu de la diversité des servos disponibles, il n'est pas possible de fournir un typon pour cette réalisation, il faudra adapter un montage sur mesure en fonction de la place disponible dans vos servos. Vous pouvez tout de même vous inspirer de l'exemple réaliser dans des servos HITEC 325HB à partir d'un bout d'époxy de prototypage de 16x16mm.

FINALISATION DES MOTEURS ET TEST DES CAPTEURS

Il ne reste plus qu'à souder deux fils sur les bornes des moteurs (pensez à faire des branchements inverses sur les deux moteurs de manière à ce qu'ils tournent en sens inverse) et à sortir les 3 fils des capteurs (5V, Gnd et signal).

Une fois les servos totalement remontés, alimenter le capteur et vérifier à l'oscilloscope que vous obtenez bien des signaux carrés sur la sortie en faisant tourner le palonnier du servo à la main.

Si ce n'est pas le cas, l'alignement optique du SPD8600 et du SEP8506 avec le trou n'est pas bon. Démontez et vérifiez. En deux ou trois essais maxima, vous devez arriver à un résultat correct.

DESCRIPTION ÉLECTRONIQUE

Un des points forts de ce robot est son électronique simple. Le schéma se décompose en deux parties

FIGURE 4

Schéma de principe du capteur odométrique.

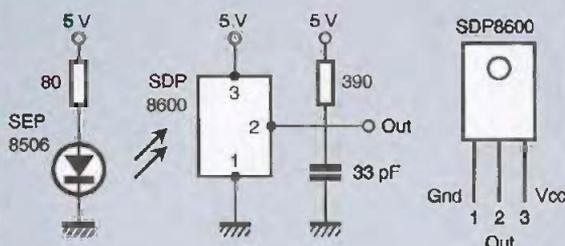
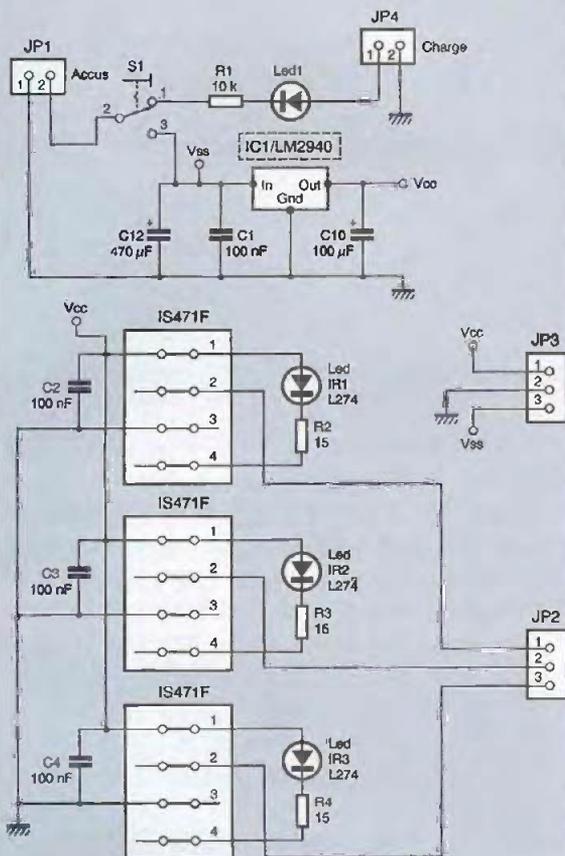


FIGURE 5

Schéma de principe de la section d'alimentation et des capteurs.



pour les deux ponts du robot,

LE PONT INFÉRIEUR PORTE L'ALIMENTATION ET LES CAPTEURS DE PROXIMITÉ.

La partie alimentation se passe de commentaire. Elle est centrée sur un régulateur low-drop LM2940-5 et des capas habituelles. Elle comporte, en outre, un petit circuit de charge constitué d'une LED et d'une résistance ayant pour vocation de limiter le courant de charge et d'éviter une inversion de polarité. La LED offre, de plus, un témoin de charge.

Un inter 3 contacts joue le rôle de coupe circuit ; la position OFF correspondant à la charge si une tension est présente sur le connecteur.

Côté capteur de proximité, j'ai opté pour des modules IS471F qui comprennent un modulateur pilotant une LED IR externe, un ampli, un détecteur de

phase et une mise en forme des signaux pour fournir un signal compatible TTL. Ces modules sont très efficaces, ne se brouillent pas entre eux et sont quasi insensibles aux éclairages externes. Une capa de 100 nF est seulement nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du module.

La LED IR choisie est une LD274 pour sa directivité. Une résistance de 15 Ω est montée en série pour limiter la portée.

Cet ensemble sera reproduit 3 fois pour constituer les détecteurs droit, gauche et avant.

Les alimentations et signaux des capteurs remontent à la platine supérieure via les deux connecteurs 3 broches.

LE PONT SUPÉRIEUR PORTE LA LOGIQUE DE COMMANDE ET DE PUISSANCE.

La partie commande est architecturée autour d'un microcontrôleur ATMEL 90S2313 que l'on ne présente plus. Celui-ci se voit adjoindre un circuit de reset basique formé d'un contact, d'une résistance de 10 k et d'une capa de 1 μ F.

Deux capas de 33 pF et un quartz de 8 MHz forment son oscillateur.

Une capa de 100 nF découple son alimentation. Cela suffit à le faire fonctionner.

Côté éléments externes, on ne trouve qu'une LED en série avec une résistance de 10 k directement reliée à la patte PORTB5.

L'interface de programmation ISP est constituée d'un connecteur 10 contacts (éventuellement un HE 10 conviendra) au standard ATMEL (se reporter au Datasheet du 90S2313 pour la description du mode de programmation ISP).

Côté puissance, nous utiliserons un double pont en H de STMicro, le L293D (le D est important car il précise que les diodes de roue libre sont intégrées).

Chaque pont en H se verra appliquer un signal PWM sur les entrées Enable directement en provenance du 90S2313. Ce "hachage" permettra de commander les moteurs en vitesse. Le sens de rotation étant défini par l'état des inputs correspondants.

Pour assurer que les branches des ponts en H ne puissent pas avoir leurs parties supérieure et inférieure simultanément. La commande provenant du 90S2313 est appliquée directement sur une des entrées et inversée sur l'autre grâce à un transistor, ici un 2N2222.

On notera simplement la présence de 5 connecteurs : 2 pour les moteurs, 2 pour les capteurs odométriques de moteurs, attaquant directement les entrées INTO et INT1 (interruptions externes) du 90S2313 permettant un traitement logiciel aisé.

Il ne reste qu'à noter la présence d'un connecteur 4

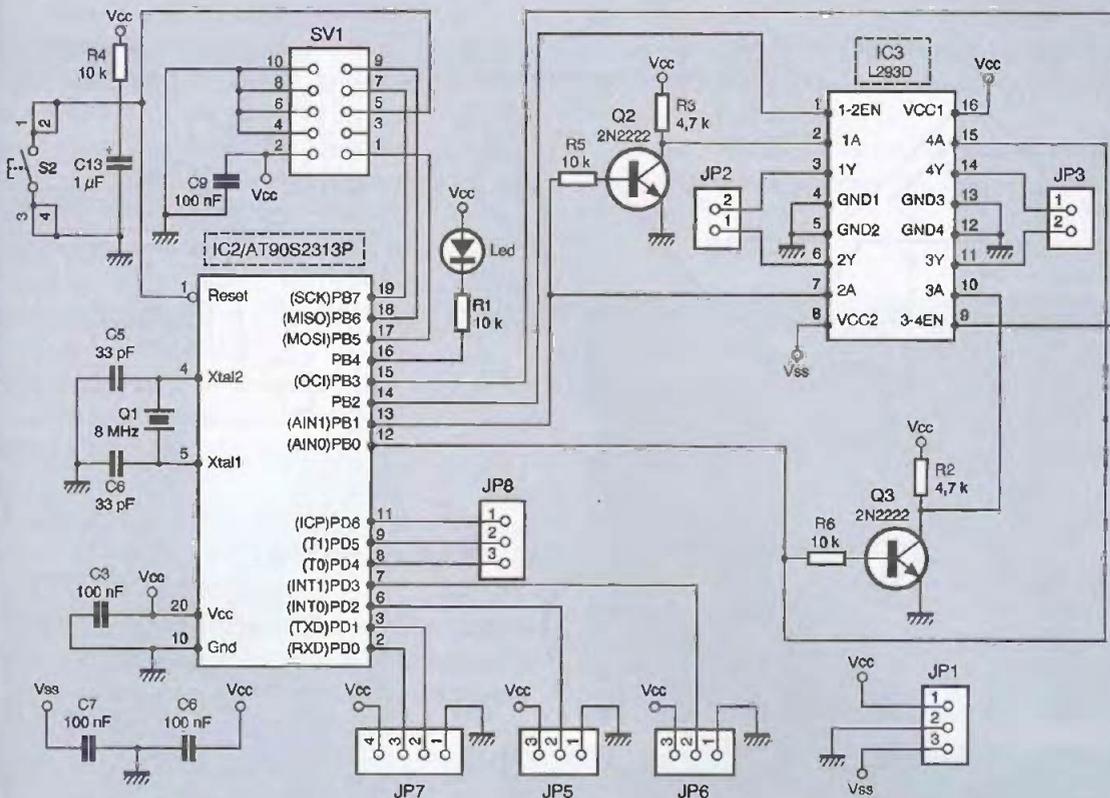


FIGURE 6

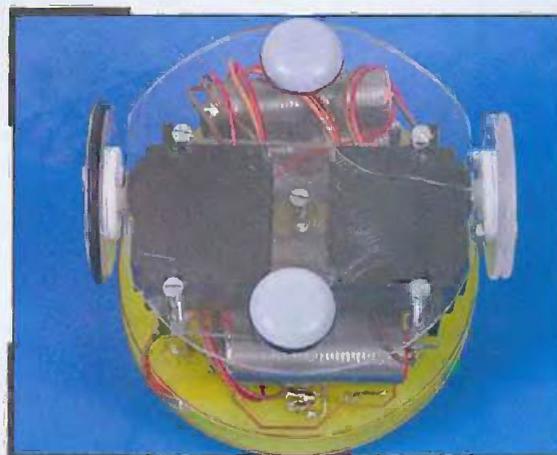
Schéma de principe du cœur du robot.

broches permettant d'accéder à l'UART du 90S2313. Ceci permettra de sortir des informations de debug sur un terminal, ou de placer un programme monitor dans le 90S2313 pour commander le robot via des ordres en ASCII et de relire les capteurs par le même moyen, permettant ainsi de faire tourner les algorithmes à tester sur un PC. Ou bien encore, et pour finir, de connecter une caméra CMUCAM et de transformer le uPoBot en suiveur de ligne ou de balles (effet garanti lors d'une démo).

RÉALISATION

L'électronique ne devrait poser aucun problème. Comme à l'accoutumée, souder en premier les straps puis les supports, ensuite les composants passifs et les connecteurs. Sur le pont inférieur, il faut noter que les diodes IR sont montées côté composants alors que les IS471F sont soudés côté cuivre. Les diodes doivent être soudées puis coudées pour "éclairer" à l'horizontal. Un autocollant noir est nécessaire sous chacune des diodes car, en son absence, on peut noter que le module IS471F fait de l'hystérésis. Prendre garde à la polarité des capas polarisées ainsi qu'au sens des diodes. Les circuits sont assez simples pour être facilement

réalisables et marcher du premier coup. Notez les connecteurs type HE14 pour les moteurs, les capteurs et les alimentations (accus et chargeurs). Ces connecteurs sont peu onéreux et offrent une facilité de connexion/déconnexion lors des montages et démontages, ce qui est bien confortable. Le seul point particulier à noter concerne la présence de connecteurs inter-carte. Les connecteurs femelles se montent classiquement côté composants sur le pont inférieur alors que les mâles se placent côté cuivre sur le pont supérieur. Ces derniers ne doivent pas être trop enfoncés dans



Position des deux patins en Teflon.

FIGURE 7

Tracé du circuit imprimé du module supérieur.

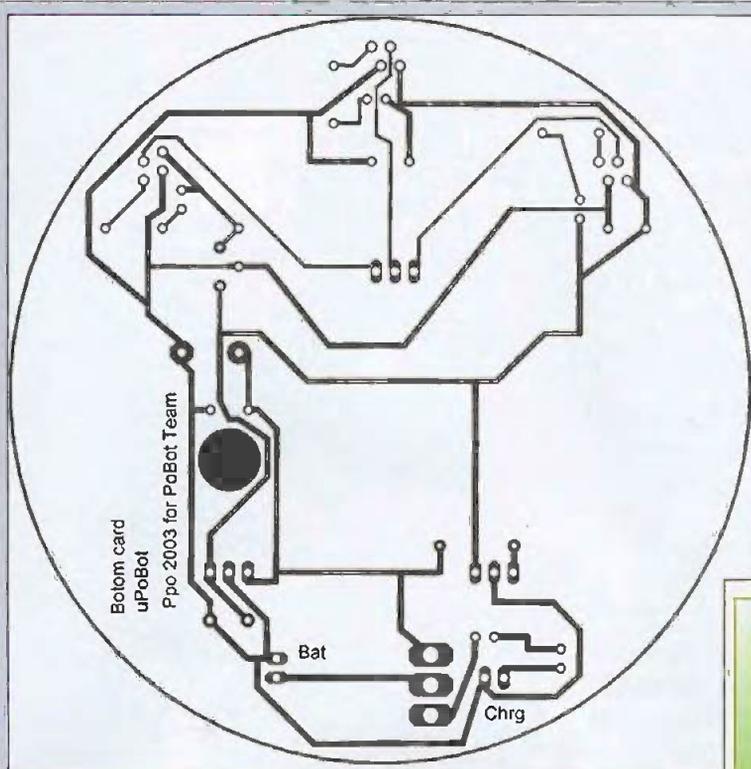


FIGURE 8

Tracé du circuit imprimé du câble AVR.

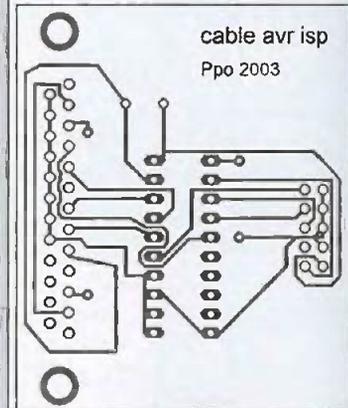


FIGURE 9

Implantation des éléments.

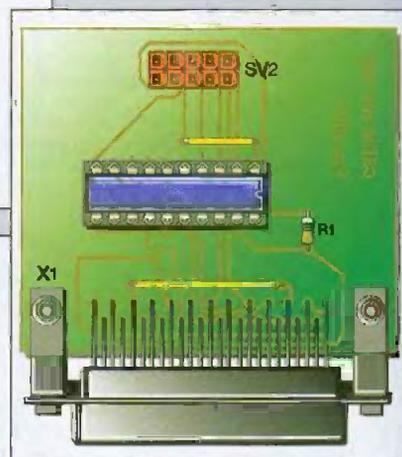
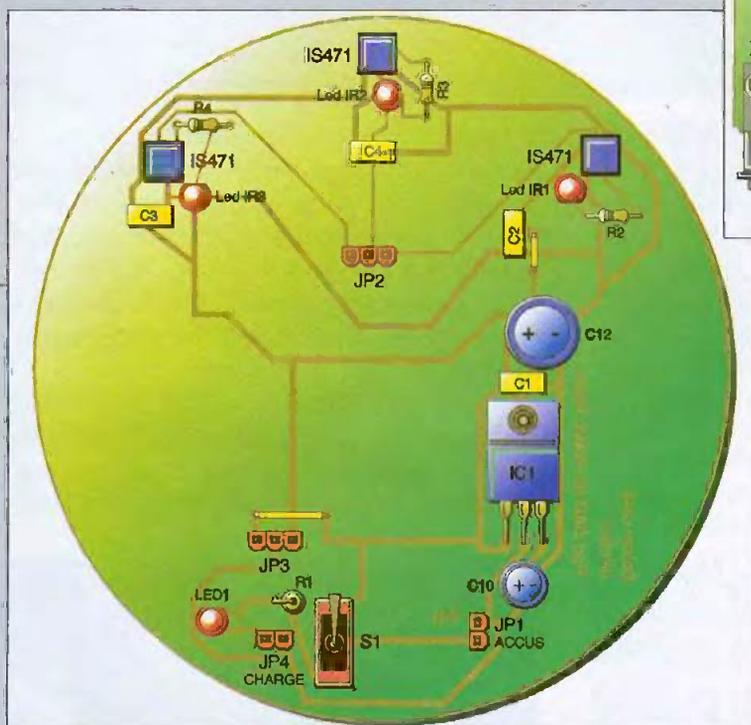


FIGURE 10

Implantation des éléments.



LES ACCUS

6 éléments de 700mAh Ni/Cd constituent la source de propulsion du uPoBot. En faire 2 groupes de 3. Le premier, à plat, prendra place à l'arrière sous le pont inférieur, le second, en L, se placera sous le pont inférieur, devant l'entretoise centrale. Les éléments sont reliés en série au connecteur accus du pont inférieur.

leurs trous car il faut pouvoir glisser le fer entre la piste et l'isolant plastique pour réaliser la soudure. Dernier point, percer le pont supérieur pour laisser dépasser le levier de commande de l'interrupteur. L'électronique est terminée.

ASSEMBLAGE FINAL

Les roues sont montées via les palonniers sur les servos et ces derniers sont pris en sandwich entre les deux pièces en plexiglas que sont le châssis et le rectangle de fixation, des vis M3 de 35mm relient

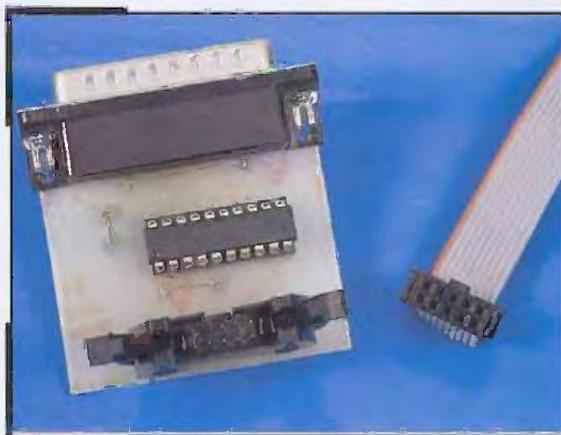
l'ensemble et assurent le blocage des servos. Trois entretoises permettent la fixation du pont inférieur, deux prolongent directement les vis M3 arrière et une se fixe via une vis M3 de 8mm sur le perçage avant de la pièce en plexiglas supérieure.

Le pont supérieur se place sur les connecteurs du pont inférieur.

L'assemblage est terminé, il ne reste qu'à fixer deux patins en "Teflon" (vendus pour être utilisés sous les pieds des meubles), l'un à l'arrière l'autre à l'avant, à l'aide de deux boulons M3.

Pour rendre votre robot fonctionnel, il suffit désormais de connecter les câbles provenant des moteurs et des capteurs.

Pour finir le volet logiciel, la société CYBERBOTICS offre dans la version de démonstration du simulateur de robots WEBOTS (version de démo sur <http://www.cyberbotics.com>) une modélisation du uPoBot qui vous permettra de tester vos algorithmes en simulation 3D.



Le module de programmation et son câble.

CÂBLE DE PROGRAMMATION

En annexe, sont fournis schémas et typon du câble de programmation au standard ATMEL, permettant via un logiciel comme PONYPROG de programmer simplement toute la famille 90Sxxxx. Ce câble n'appelle aucun commentaire ; soyez juste attentif au sens du connecteur HE10 de la platine ainsi que ceux qui seront sertis sur la nappe.

PROGRAMMATION

La programmation du uPoBot requiert un compilateur C.

Je suggère d'utiliser celui d'ImageCraft (version de démo téléchargeable sur le site <http://www.imagecraft.com/software>), ou AVRGCC (version pour ATMEL du compilateur sous licence GPL, GCC, www.avrfreaks.com/AVRGCC).

Des exemples de code sont téléchargeables sur le site de l'auteur (<http://pobot.fr.st>), ils sont régulièrement mis à jour et des évolutions sont périodiquement en ligne. Ces exemples serviront de base à vos propres expérimentations.

Une fois votre code compilé, utilisez, par exemple, PONYPROG (freeware téléchargeable sur <http://www.LancOS.com>) pour réaliser le transfert dans le 90S2313. Notez que l'ensemble de ces outils (câble de programmation compris) n'est évidemment pas limité à la programmation du uPoBot mais peut être utile pour réaliser et charger du code dans tout micro ATMEL, y compris les ATMEGA.

NOMENCLATURE

C_1 à C_4 : 100 nF

C_{10} : 100 μ F

C_{12} : 470 μ F

IC_1 : LM 2940

IR_1 à IR_3 : IS471F

JP_1 , JP_4 : connecteurs 2 contacts pas 2,54mm

JP_2 , JP_3 : connecteurs 3 contacts pas 2,54mm

$LEDIR_1$ à $LEDIR_3$: L274

R_1 : 10 k Ω

R_2 à R_4 : 15 Ω

S_1 : inter 3 points

LED_1 : LED 3mm

C_3 , C_7 à C_9 : 100 nF

C_5 , C_6 : 33 pF

C_{13} : 1 μ F

IC_2 : AT90S2313P

IC_3 : L293D

JP_1 , JP_5 , JP_6 , JP_8 : connecteurs 3 broches pas 2,54mm

JP_2 , JP_3 : connecteurs 2 broches pas 2,54mm

JP_7 : connecteur 4 broches pas 2,54mm

Q_1 : 8 MHz

Q_2 , Q_3 : 2N2222

R_1 , R_4 à R_6 : 10 k Ω

R_2 , R_3 : 4,7 k Ω

S_2 : switch type OMRON B3F-10

SV_1 : connecteur HE10 - 10 contacts

LED : LED 3mm

FIGURE 11

Tracé du circuit imprimé du module inférieur.

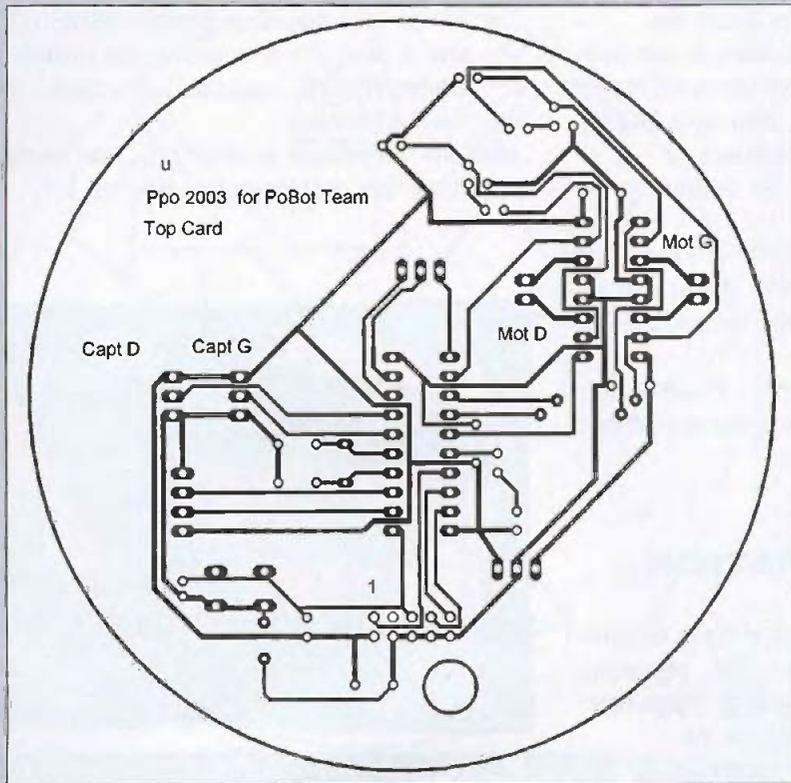


FIGURE 12

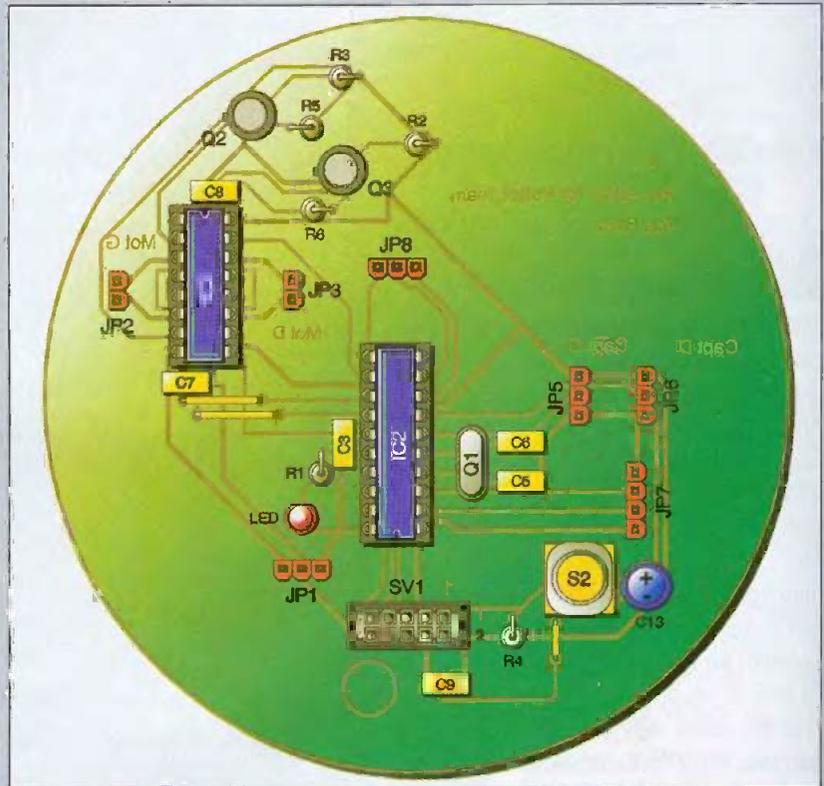
Implantation des éléments.

CONCLUSIONS

Vous voici en possession d'un robot réellement intéressant, propre à fournir des heures d'expérimentation tant dans la découverte des asservissements que dans la programmation des 90S2313. Ne vous gênez pas pour doter votre robot d'une caméra CMUCAM au rapport qualité/prix imbattable et accroître encore les champs d'expérimentation.

Il est aisé de fixer cette caméra sur le pont supérieur puis de relier son entrée série TTL au connecteur de l'UART du 90S2313.

L'exploitation logicielle de ce périphérique de vision se fait en quelques lignes de code et vous permettra de reproduire le comportement des robots vus dans



le film de démonstration de la CMUCAM (à télécharger sur www.lextronic.fr).

P. POLLET

GÉNÉRALITÉS

La caractéristique prédominante de EPOX est la faculté qu'il possède de voir. Doté d'une caméra, il peut en effet reconnaître une forme colorée qu'il aura préalablement mémorisée. Il se fera alors un devoir de suivre cette forme jusqu'à ce qu'il la rattrape, puis il se campera devant elle et attendra qu'elle se remette en mouvement. Cette fonction du robot a été rendue possible par l'emploi d'une petite merveille, le module CMUCAM. Celui-ci est équipé d'un capteur vidéo couleur CMOS associé à une optique réglable. Il fournit une image d'une résolution de 352x288 pixels, résolution nettement suffisante pour les applications envisagées. Il est également équipé d'un microcontrôleur de type SX28 cadencé à une fréquence de 75 MHz. Les autres caractéristiques de la CMUCAM sont les suivantes :

- résolution maximale gérée par le microcontrôleur : 143x80 pixels
- suivi de couleur à 17 images par seconde
- port RS232 configurable de 9600 à 115000 bauds
- possibilité de reprogrammation du microcontrôleur SX28
- sortie pour la commande d'un servomoteur
- programme de test pouvant être utilisé tel quel pour la commande d'un robot
- consommation de 200mA sous +6V
- dimensions : 57x44x45mm

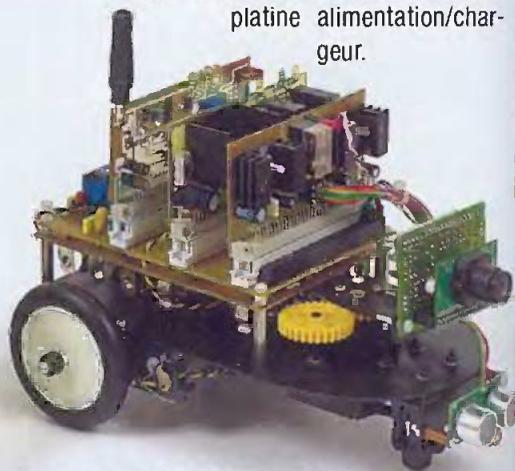
EPOX est également doté d'un récepteur radio de télécommande et peut ainsi être commandé à distance au moyen de plusieurs dizaines d'ordres. Comme nous le verrons plus loin, nous n'avons pas utilisé toutes ces possibilités dans le programme présenté. Libre à vous de réaliser ces modifications puisque nous vous en offrons la possibilité.

Le dessin donné en **figure 1** représente le synoptique du robot qui est donc composé :

- d'une platine principale supportant le microcontrôleur
- d'une platine d'alimentation/chargeur à batteries Ni/Mh
- d'une carte de réception radio
- d'une carte d'alimentation à régulateurs
- d'une carte de commande des deux moteurs de propulsion
- d'un sonar avant et d'un sonar arrière

- d'un buzzer de signalisation
- d'un module CMUCAM supporté par un servomoteur dont il gère entièrement les déplacements
- d'une platine très simple en époxy (d'où le nom du robot) supportant toute l'électronique et la mécanique

Entrons maintenant dans le vif du sujet en commençant la description de EPOX par la platine alimentation/chargeur.



LA PLATINE ALIMENTATION/CHARGEUR

Le schéma de principe de la platine alimentation/chargeur est donné en **figure 2b**, dans sa partie inférieure. Sur ce dessin, on peut également apercevoir la platine à microcontrôleur que nous étudierons plus tard. Elle est équipée de huit batteries qui seront obligatoirement de type Ni/Mh et d'une capacité minimale de 1800mAh. Certains composants du robot, en particulier la CMUCAM et les moteurs de propulsion, consomment en effet un courant non négligeable.

Afin de ne pas devoir enlever les batteries pour les recharger, et cela ne nécessitant que quelques composants supplémentaires, nous avons doté la platine d'un chargeur performant ne nécessitant qu'un régulateur de tension de type 7805 et quelques composants passifs. Le régulateur de tension IC3 est configuré, au moyen de la diode DEL3 et de la résistance R5 (ou R6 suivant la position de l'inverseur SW1), en générateur de courant constant. La LED et la résistance constituent une charge constante, pour une tension de sortie constante ; le courant circulant dans ce réseau est alors également (pratiquement) constant. C'est ce courant constant qui circulera dans la charge constituée par les huit accumulateurs. Bien que cette charge ne soit pas constante, elle n'aura aucune influence sur la valeur du courant y circulant.

Cette façon de procéder est très simple et très efficace.

Ou presque... Nous vous proposons en effet la réalisation d'un robot mobile que l'on peut qualifier d'évolutif de par son logiciel de gestion. Programmé en langage BASIC, il sera aisé, si on le souhaite, de lui ajouter des fonctions en plus de celles dont il est déjà doté. Quelques lignes et deux ou trois composants supplémentaires suffiront, par exemple, à lui faire suivre une ligne tracée au sol. Commençons maintenant la description de ce robot...

ce mais comporte malgré tout un petit inconvénient. Le régulateur introduit une chute de tension de 5V et la LED, une chute de 1,5V. D'autre part, afin de fonctionner correctement, le régulateur nécessite une tension d'entrée supérieure de 3V à celle de sortie. Si nous additionnons tous ces chiffres, nous obtenons une «perte» de 9,5V. Ainsi, pour recharger correctement huit accus dont la tension en fin de charge avoisinera 11,6V, il conviendra de disposer en entrée du chargeur d'une tension qui ne devra pas être inférieure à 22V (nous choisirons 24V). Malgré ce petit inconvénient facilement surmontable, nous utilisons ce système depuis des années sans aucun problème. Les résistances R_5 et R_6 déterminent le courant de charge : R_5 fixe à environ 80mA la charge d'entretien et R_6 fixe ce courant à 180mA, ce qui constitue la pleine charge. Si une autre capacité de batteries est utilisée, les valeurs des résistances R_5 et R_6 seront calculées de la manière suivante :

$$I_{charge} = V_s / R$$

où I_{charge} est le courant de charge souhaité et $V_s = 6,5V$. La puissance des résistances sera évidemment calculée au moyen de $P = R \times I^2$.

La diode DEL_2 signale la connexion d'une tension continue en entrée du chargeur, tandis que la diode DEL_3 signale la charge des accumulateurs. La tension continue de 24V nécessitera un transformateur pouvant débiter environ 300mA suivi d'un pont redresseur constitué de quatre diodes 1N4001 ou un pont moulé.

Un second interrupteur permet la mise sous tension de l'ensemble du robot.

LA RÉALISATION

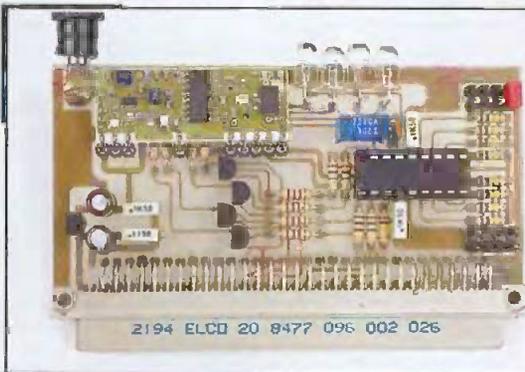
Le tracé du circuit imprimé est donné en **figure 3**, tandis que la **figure 4** représente le dessin d'implantation des composants. Les trous de fixation répartis à la périphérie de la carte sont percés à un diamètre de 3mm. Le câblage de la platine ne présente pas de grandes difficultés. Les accumulateurs sont placés directement sur des supports soudés. Nous avons trouvé ceux-ci chez RADIO SPARES, mais nous pensons que d'autres revendeurs comme SELECTRONIC en disposent. Il conviendra de prendre garde à la polarité des accumulateurs lors de leur insertion dans les supports, ceux-ci n'étant pas repérés.

Le régulateur sera obligatoirement fixé sur un dissipateur thermique. Les résistances de puissance R_5 et R_6 devront présenter une puissance de 2W.

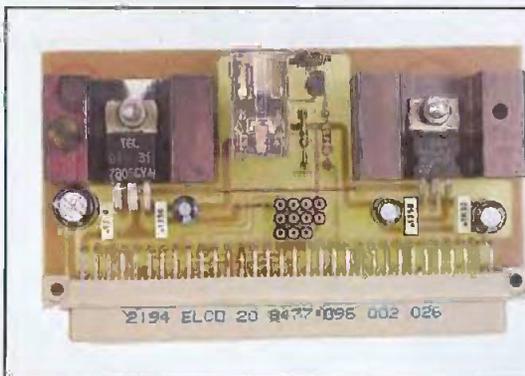
Les essais se résument à la mesure des courants de charge lorsque la tension continue externe est connectée à l'entrée du chargeur.

LA PLATINE À MICROCONTRÔLEUR

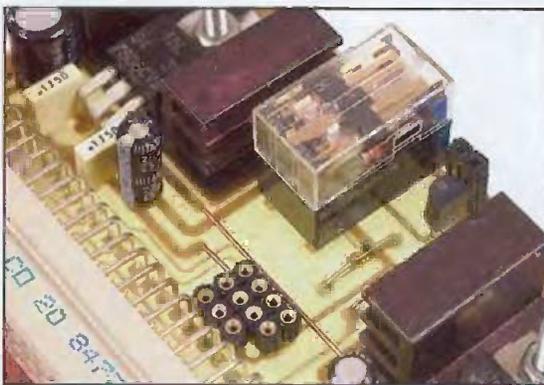
Le schéma théorique de la platine est donné en **figure 2a**, dans sa partie supérieure. Le microcontrôleur qui est l'âme de EPOX est de type PICBASIC-3H. C'est un microcontrôleur programmable en langage



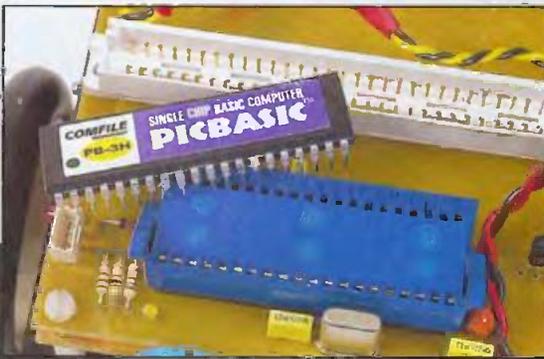
Présentation de la carte réception de la télécommande.



La carte de commande de la caméra et des sonars.



Le relais de commande du type HB2 NATIONAL de 5V.



Le support CI 40 broches qui reçoit le PIC Basic.

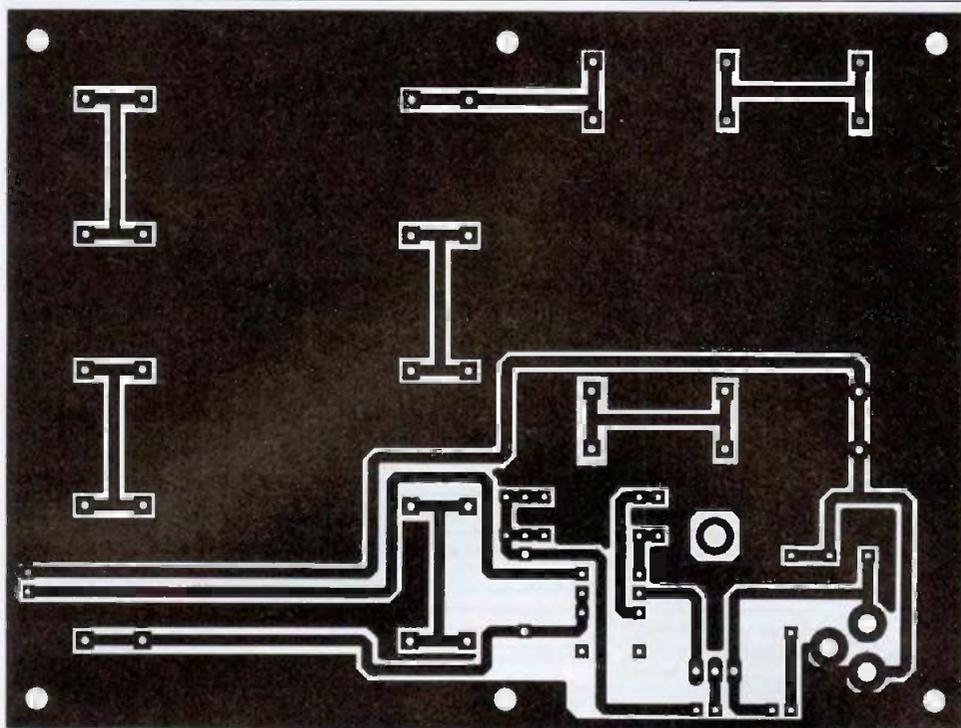


FIGURE 3

Tracé du circuit imprimé de la platine d'alimentation.

PICBASIC-3H	
Reset	1
I/O0-AD0	2
I/O1-AD1	3
I/O2-AD2	4
I/O3-AD3	5
CLKIN	6
I/O4-AD4	7
I/O5-AD5	8
I/O6-AD6	9
I/O7-AD7	10
+5 Vcc	11
Grnd	12
OSCIN	13
OSCCOUT	14
I/O8	15
I/O9-PWM0	16
I/O10-PWM1	17
I/O11	18
I/O16	19
I/O17	20
PCOUT	40
PCIN	39
PICBUS	38
I/O28	37
I/O27	36
I/O26	35
I/O25	34
I/O24	33
+5 Vcc	32
Grnd	31
I/O23	30
I/O22	29
I/O21	28
I/O20	27
I/O15	26
I/O14	25
I/O13	24
I/O12	23
I/O19	22
I/O18	21

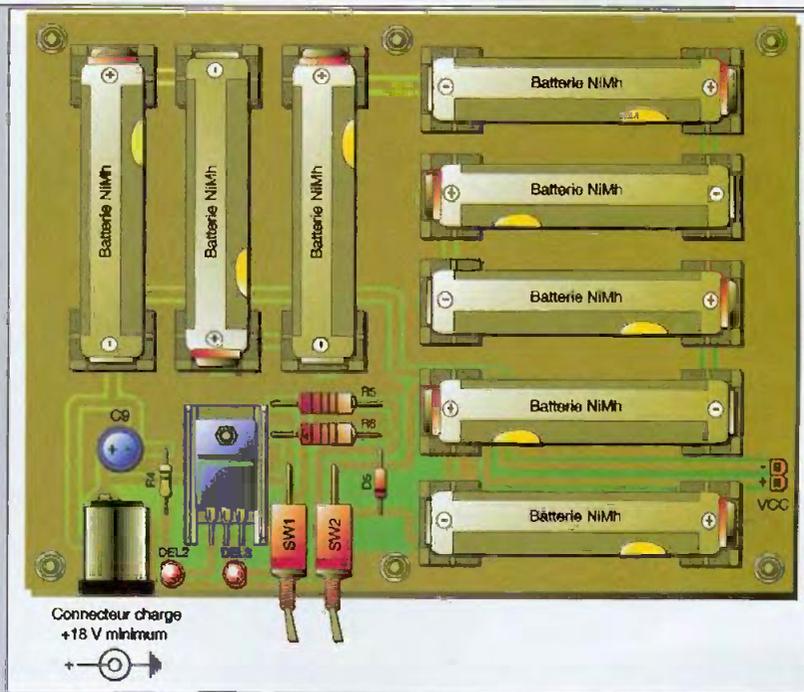


FIGURE 4

Implantation des éléments.

FIGURE 5

Brochage du PIC BASIC -3H.

Low Drop (faible tension de déchet) de type LM2941AZ-5 qui ne nécessite qu'une tension supérieure de 1V à celle de sortie.

Ainsi, si la tension fournie par les accumulateurs devient très faible et descend à 6V, le microcontrôleur fonctionnera malgré tout. C'est ce type de composant que nous avons utilisé pour les trois cartes que nous étudierons plus loin.

Les lignes d'entrées/sorties du microcontrôleur sont

distribuées à quatre connecteurs : trois sont des connecteurs pour carte Europe et le quatrième est simplement une double rangée de connecteurs femelles qui sera utilisée, par exemple, pour la connexion du buzzer et pour d'éventuels détecteurs supplémentaires.

Un connecteur miniature à trois points permet la connexion du câble de programmation. Une diode LED signale la mise sous tension de la platine.

FIGURE 6 ◀

Tracé du circuit imprimé.
de la platine à
microcontrôleurs.

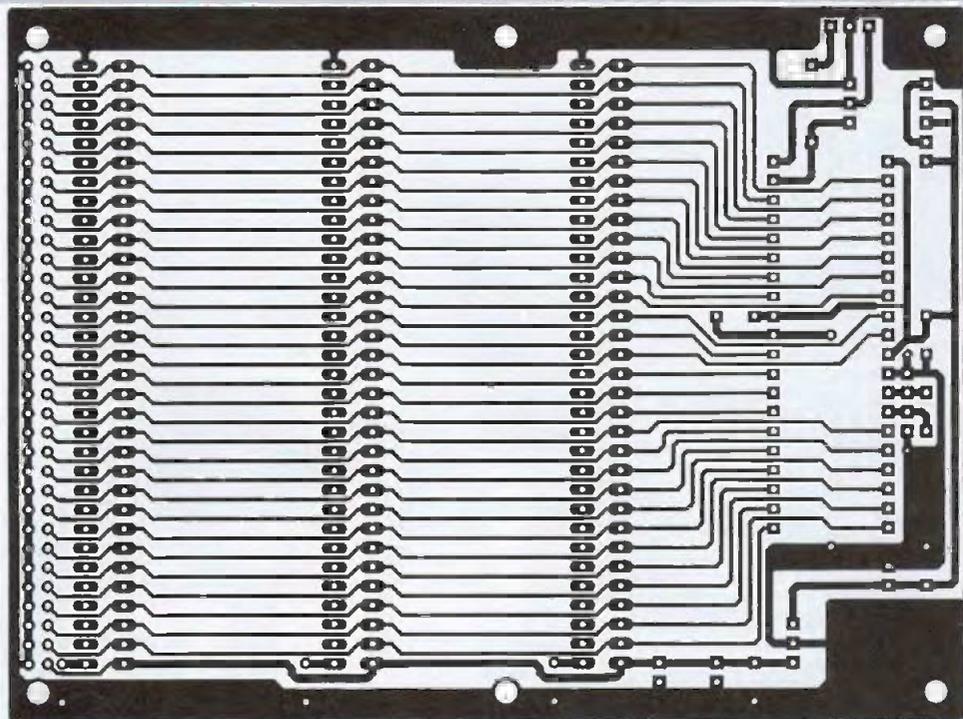
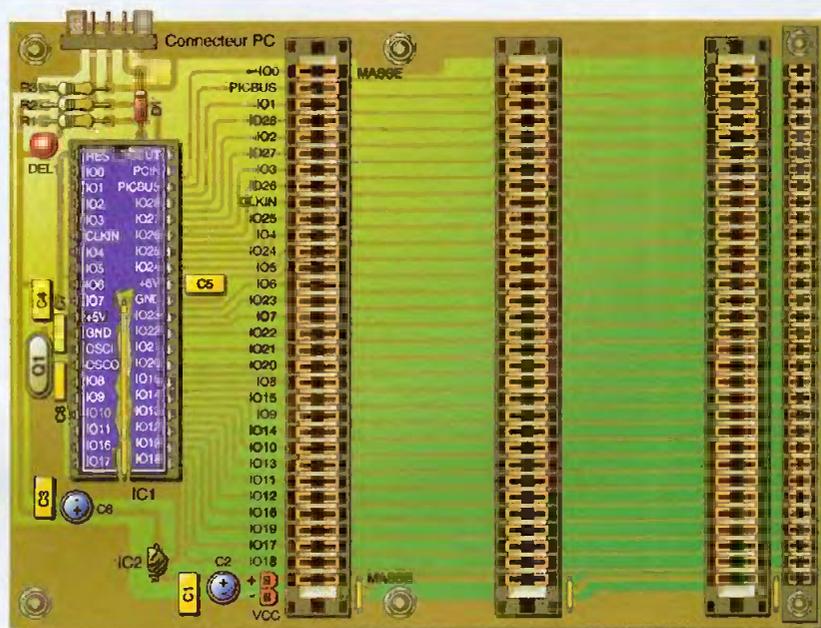


FIGURE 7 ◀

Implantation des
éléments.



LA RÉALISATION

La **figure 6** donne le tracé du circuit imprimé de la platine à microcontrôleur. On utilisera le schéma d'implantation des composants représenté en **figure 7** afin de réaliser le câblage.

Lors du perçage de la platine, tous les trous permettant le passage des broches des quatre connecteurs seront percés à un diamètre de 1mm. Les six trous répartis autour de la platine le seront à un diamètre de 3mm.

Prendre garde, lors de son implantation, au sens du

régulateur de tension en boîtier T092. Même remarque pour la diode D1.

Le côté cuivre de la platine est nettoyé au moyen d'acétone afin d'enlever l'excédent de résine et passé au vernis protecteur. Les mêmes opérations seront effectuées pour la platine alimentation/chargeur.

Après une ultime vérification, on pourra fixer les deux platines ensemble, les deux côtés cuivre en vis-à-vis. Pour cela, on passera une vis de 1 cm à chaque coin de la carte à microcontrôleur que l'on bloquera au moyen de deux écrous chacune. On passera ensuite la carte alimentation/chargeur dans ces quatre vis et

on la bloquera au moyen de quatre entretoises de 25mm de hauteur filetées à leurs deux extrémités. Ainsi, l'ensemble pourra être placé sur le châssis du robot et fixé par des vis au moyen de ces entretoises. On pourra alors procéder à des essais en connectant le câble entre la carte et le PC. Après connexion, on mettra sous tension et l'on lancera le logiciel de programmation. On vérifiera, après avoir entré un petit programme du style :

```
CONST DEVICE=3H
DIM F AS BYTE
FOR F=0 TO 10
BEEP 28
DELAY 500
NEXT F
```

que dix bips sont émis par le buzzer connecté entre le port I/O28 et la masse. Cela est la preuve que tout fonctionne parfaitement et que nous pouvons passer à l'étape suivante.

LA CARTE DE COMMANDE DE LA CAMÉRA ET DES SONARS

Nous commençons la description des trois cartes qui viennent s'enficher dans la carte «mère» par la description de celle supportant les alimentations de la caméra et des sonars.

Son schéma de principe est donné en **figure 8**.

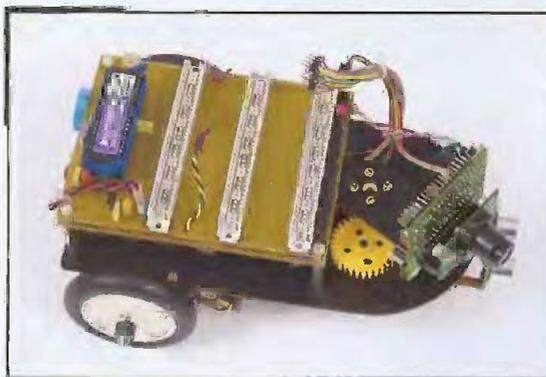
La caméra nécessite, pour son fonctionnement, une tension d'environ 6V. Nous avons donc choisi un régulateur faible perte pour les mêmes raisons évoquées plus haut. N'ayant pas trouvé de composants dispensant cette tension, nous avons pris un LM2940CT5 (5V) et nous avons relié sa broche de masse à cette dernière par l'intermédiaire de deux diodes de type 1N4148. Cette façon de faire permet de relever la tension de 1,2V environ. La tension de sortie parvient au contact d'un relais dont l'encenchement est activé par la mise à 1 de la ligne I/O8. Ainsi, la caméra ne sera mise sous tension que lorsque l'on souhaitera l'utiliser. Cela permet une substantielle économie d'énergie, celle-ci consommant un minimum de 200mA.

Le module CMUCAM est fixé, au moyen d'un bras, sur le palonnier d'un servomoteur de type classique utilisé en télécommande de modèles réduits. Entre le palonnier et le bras se trouve un pignon rendu solide de l'ensemble au moyen de vis de petit diamètre (2mm). Il va sans dire que l'axe du pignon doit correspondre à l'axe de rotation du servomoteur.

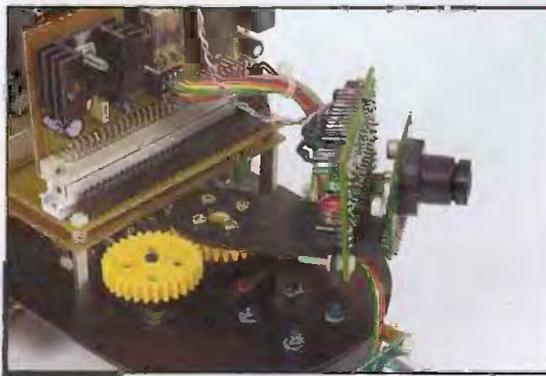
A proximité immédiate du servomoteur, est fixé un potentiomètre sur l'axe duquel est enfoncé un second pignon de mêmes caractéristiques. Lorsque

le servomoteur se met en rotation, il entraîne l'axe du potentiomètre. On obtient ainsi un asservissement de la position de la caméra. Le potentiomètre est alimenté par une tension de 5V. Sur son curseur est prélevée une fraction de cette tension qui est envoyée à l'une des entrées du convertisseur A/D contenu dans le PICBASIC-3H (l'entrée I/O7). Lors de la fixation du potentiomètre, on réglera le point milieu, c'est-à-dire lorsque la caméra est droite par rapport à l'axe du robot, à environ 2,5V. Cela facilitera la mise au point du programme puisque une tension de 2,5V correspond à un résultat de 512 (convertisseur 10 bits, 1024 pas).

Les sonars sont alimentés par une tension de 5V générée par un second régulateur LM2940CT5. Ces sonars sont de type MSU 04 et sont disponibles auprès de la société LEXTRONIC. Leur schéma de branchement est donné en **figure 9**. Ils ne nécessitent que quatre fils : la connexion de masse, la connexion +5V et celles d'entrée et de sortie des signaux. Leur mode de fonctionnement est très simple : il suffit de leur envoyer une impulsion de 10 µs et de récupérer l'impulsion de sortie qui correspond à l'écho et qui varie selon la distance entre 100 µs et 18 ms. Il suffit ensuite que le PICBASIC-3H lise la durée de l'écho et qu'il la convertisse en centimètres afin de connaître la distance séparant EPOX d'un obstacle. Le premier sonar est géré par les lignes I/O9 et I/O10, tandis que le second l'est par les lignes I/O11 et I/O12.



On distingue la carte «mère» qui recevra les trois autres cartes.



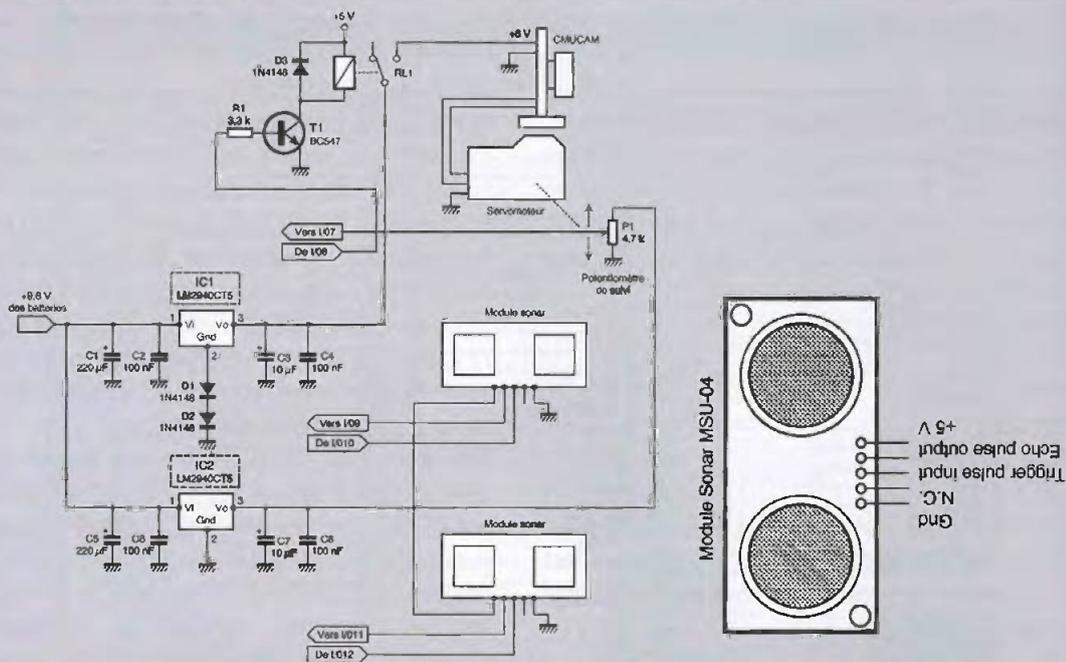
Exploitation de l'axe de sortie du servomoteur pour le balayage de la caméra de reconnaissance couleur.

FIGURE 8

Schéma de principe de la carte de commande.

FIGURE 9

Le branchement des sonars ne nécessite que quatre fils.



LA RÉALISATION

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 10** et son schéma d'implantation est représenté en **figure 11**. Peu de composants étant à implanter, le câblage ne devrait pas présenter de difficultés. On soudera tout d'abord les straps. Deux points à respecter : le strap placé sous les pattes du régulateur

de tension IC2 doit être isolé ; d'autre part, le circuit imprimé étant simple face, nous n'avons pas pu tracer une piste, celle reliant le curseur du potentiomètre à la broche du connecteur I/O7. Cette piste sera remplacée par un morceau de fil fin isolé et qui sera soudé du côté cuivre comme indiqué sur le dessin d'implantation.

Les deux régulateurs seront fixés sur des dissipateurs thermiques. Les sorties et entrées de la carte seront constituées par des morceaux de barrette sécable de supports marguerite. Lorsque ces supports seront soudés, il suffira d'y insérer d'autres morceaux de barrette et d'y souder les départs et les arrivées. Le démontage de la carte en sera ainsi facilité.

Comme pour les autres cartes, une fois le câblage achevé, on la nettoiera et on la vernira.

Les essais consisteront à enficher la carte dans l'un des connecteurs de la carte «mère» et à mesurer les tensions de sortie des régulateurs. Les autres essais se feront lors de la programmation.

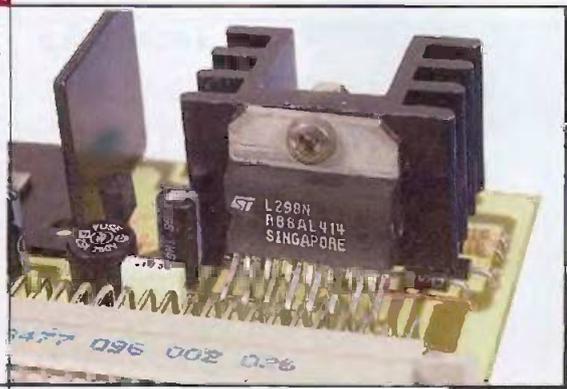
LA CARTE ALIMENTATIONS ET COMMANDE DES MOTEURS DE PROPULSION

Le schéma de principe de cette carte est représenté en **figure 12**. L'alimentation des moteurs nécessite deux tensions : l'une pour les bobinages et l'autre pour la logique du circuit intégré de commande. La première est fournie par un LM317 dont la tension de sortie est réglable et la seconde par un LM2941AZ-5. Les moteurs utilisés ne consommant

Aspect de la carte de commande des moteurs de propulsion.



C'est un circuit intégré spécifique L298N qui remplit cette fonction.



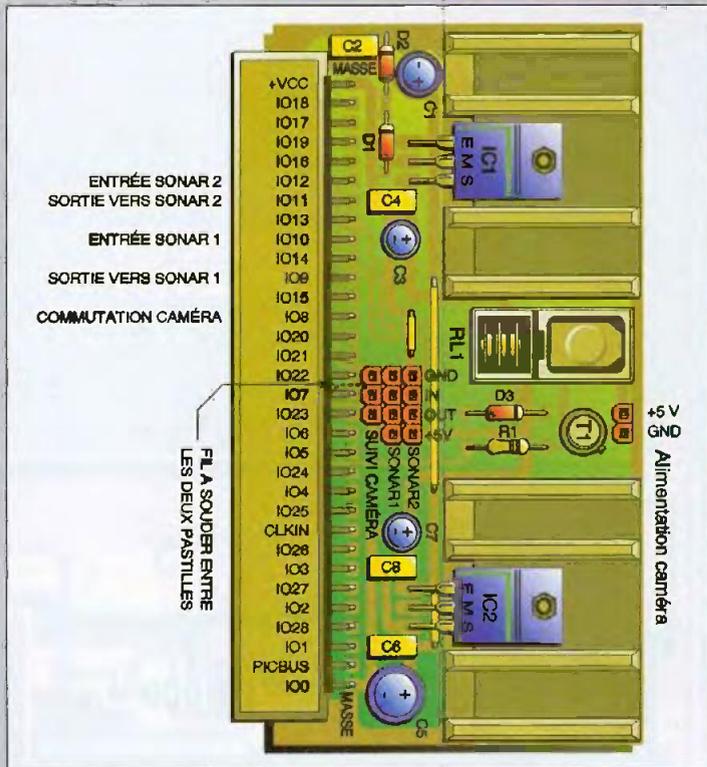
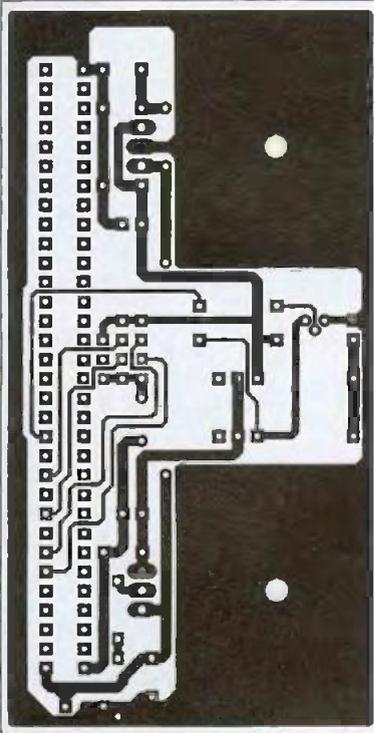


FIGURE 10
Tracé du circuit imprimé de la carte de commande.

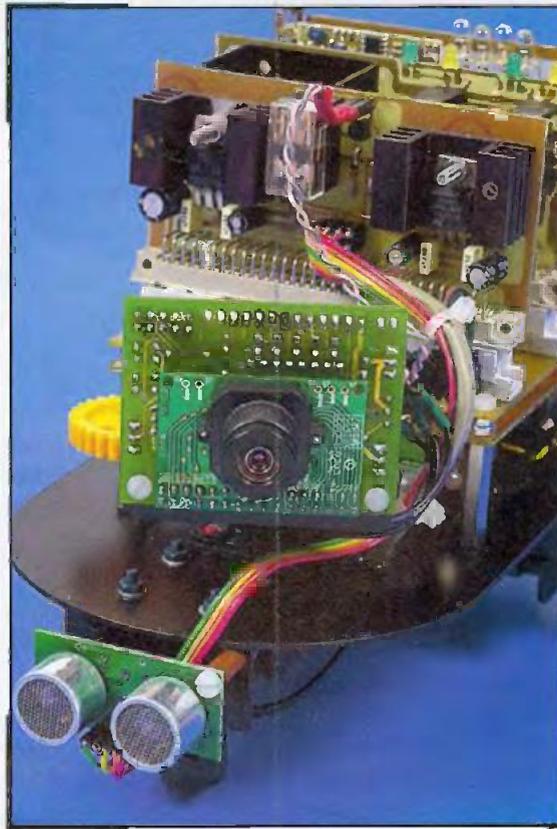
FIGURE 11
Implantation des éléments

pas un courant très élevé, le LM317 ne s'échauffera pas excessivement.

Nous avons pensé, au départ de la construction du robot, implanter des transistors de puissance configurés en pont, ce qui aurait fonctionné parfaitement. Mais faute de place sur la platine, nous avons choisi une autre solution qui consiste à utiliser un réseau de transistors intégrés, le L298N. De plus, ce circuit comporte la logique nécessaire sous forme de portes qui permet la mise en, ou hors, service des sorties. Ce circuit intégré se trouve plus couramment dans les circuits de commande de moteurs pas à pas, mais le constructeur l'a également prévu pour l'alimentation des moteurs à courant continu. Il peut fournir un courant de 2A sous une tension maximale de 46V. Pour information, les deux ponts du L298N peuvent être mis en parallèle afin d'augmenter le courant de sortie qui passe alors à 3,5A maximum. Des diodes 1N4001 protègent les transistors de sortie. Elles doivent, en principe, être de type rapides. Mais cela ne s'est pas avéré nécessaire dans cette application. Les résistances connectées aux broches 1 et 15 du circuit sont surtout utilisées lorsque le L298N est câblé avec le L297 comme palpeuse de courant. Dans le cas présent, elles constituent une certaine protection en cas de court-circuit. Deux diodes montées tête-bêche ont été mises en parallèle sur les bobinages des moteurs afin de visualiser le sens de rotation de ceux-ci. Cinq lignes du microcontrôleur pilote cette interface.

LA RÉALISATION

Le tracé du circuit imprimé est donné en **figure 13**. Le schéma de l'implantation des composants est représenté en **figure 14**. Les straps sont ici un peu



Le robot en pleine action. Il faut savoir que le module CMUCAM se fixe au moyen d'un bras sur le palonnier d'un servomoteur.

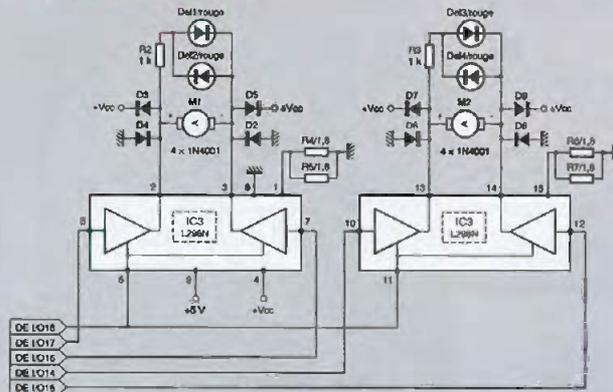


FIGURE 12

Schéma de principe de la carte de commande des moteurs de propulsion.

FIGURE 13

Tracé du circuit imprimé de la carte de commande des moteurs de propulsion.

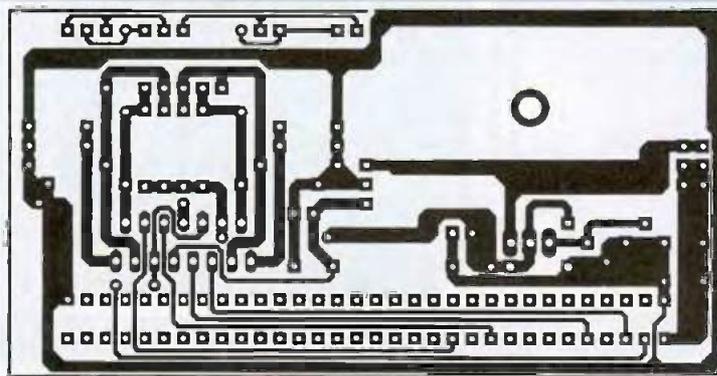
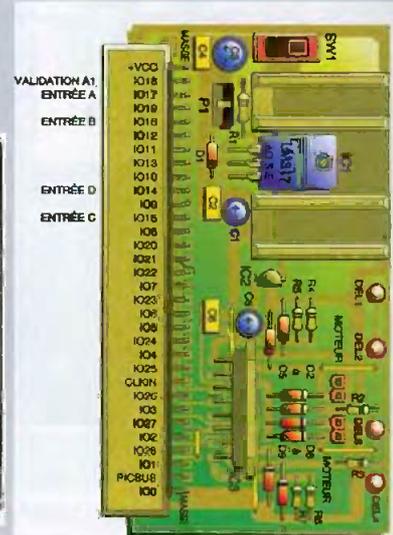
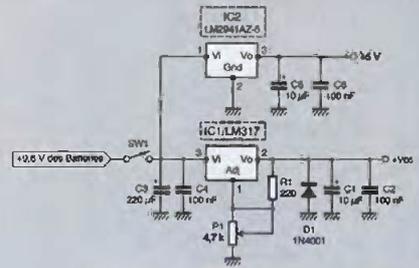


FIGURE 14

Implantation des éléments de la carte de commande des moteurs de propulsion.



plus nombreux. Ceux implantés sous le L298N seront obligatoirement isolés. Le régulateur de tension LM317 et le L298N seront fixés sur des dissipateurs thermiques. Le raccordement aux moteurs se fera du côté cuivre où seront soudées des petites cosses.

Les seuls essais qui sont à effectuer, pour le moment, sont la mesure des tensions de sortie des régulateurs. La résistance ajustable du LM317 sera réglée afin d'obtenir une tension de sortie de 4V.

LA CARTE RÉCEPTEUR DE TÉLÉCOMMANDE

Le schéma de principe de la carte récepteur de télécommande est représenté en **figure 15**. Afin de simplifier la mise en œuvre et de disposer de plusieurs canaux, nous avons utilisé un circuit intégré spécifique, l'ICP400. Ce circuit, associé au codeur UM3750A en émission, permet la réception sur quatre canaux en mode simultané.

L'ICP400 est un PIC programmé. Il remplace en fait quatre circuits UM3750A. Son fonctionnement est très simple : tant que durera l'appui sur un ou plusieurs contacts à l'émission, les sorties correspondantes passeront à l'état haut. Mis à part l'avantage de la simultanéité des commandes, un codage est égale-

ment généré par le codeur de l'émetteur. Ce qui permettrait éventuellement l'emploi de plusieurs circuits en même temps, sans aucun risque de brouillage. Le cadencement de l'ICP400 est réalisé au moyen d'un réseau RC. A ce propos, il convient de signaler un point important. Nous avons remplacé la résistance fixe par une résistance variable multitours. Il nous est en effet arrivé quelques déboires : la fréquence doit obligatoirement être calée sur celle du codeur, sinon les sorties ne répondent pas à chaque fois. On réglera donc cet ajustable lorsque l'émetteur sera réalisé.

Huit résistances ramènent au niveau haut les entrées de codage qui peuvent être connectées à la masse à l'aide de huit micro-interrupteurs. Quatre LED signalent par leur illumination la bonne réception des ordres.

Les sorties sont reliées à quatre entrées du PICBASIC-3H à l'aide de quatre résistances d'une valeur de 100 Ω.

Le récepteur utilisé est un module hybride de marque TELECONTROLLI, le RRS3, fonctionnant à une fréquence de 433,92 MHz. Une antenne externe est nécessaire. Nous avons choisi un modèle miniature, la portée n'étant pas un problème dans notre cas. Alimentée sous 5V, la carte comporte un régulateur de type LM2914Z-5.

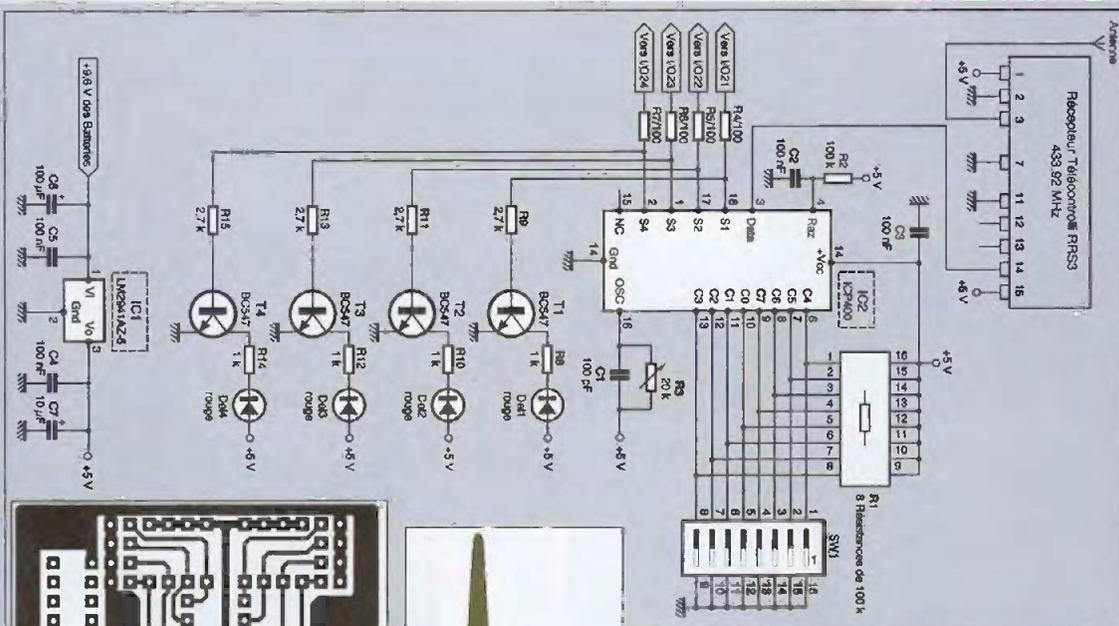


FIGURE 15
Schéma de principe de la carte récepteur.

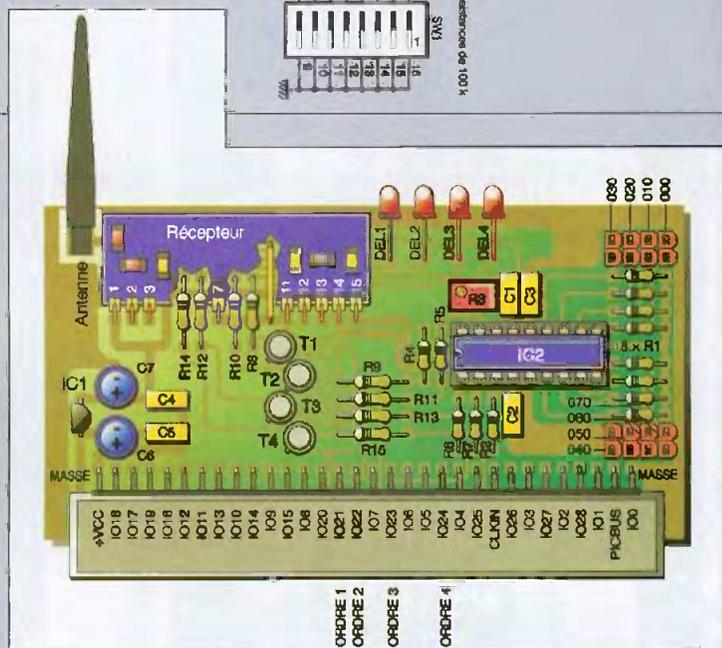
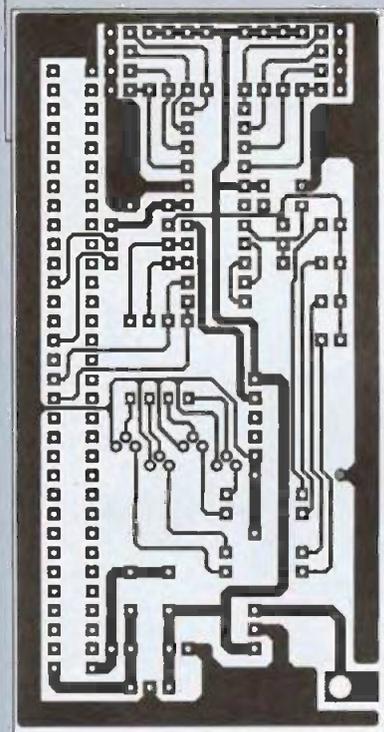


FIGURE 16
Tracé du circuit imprimé de la carte récepteur.

FIGURE 17
Implantation des éléments.

LA RÉALISATION

Le tracé du circuit imprimé est donné en **figure 16**, tandis que la **figure 17** représente le dessin de l'implantation des composants.

Nous n'avons pas de remarques particulières à formuler quant au câblage de la carte.

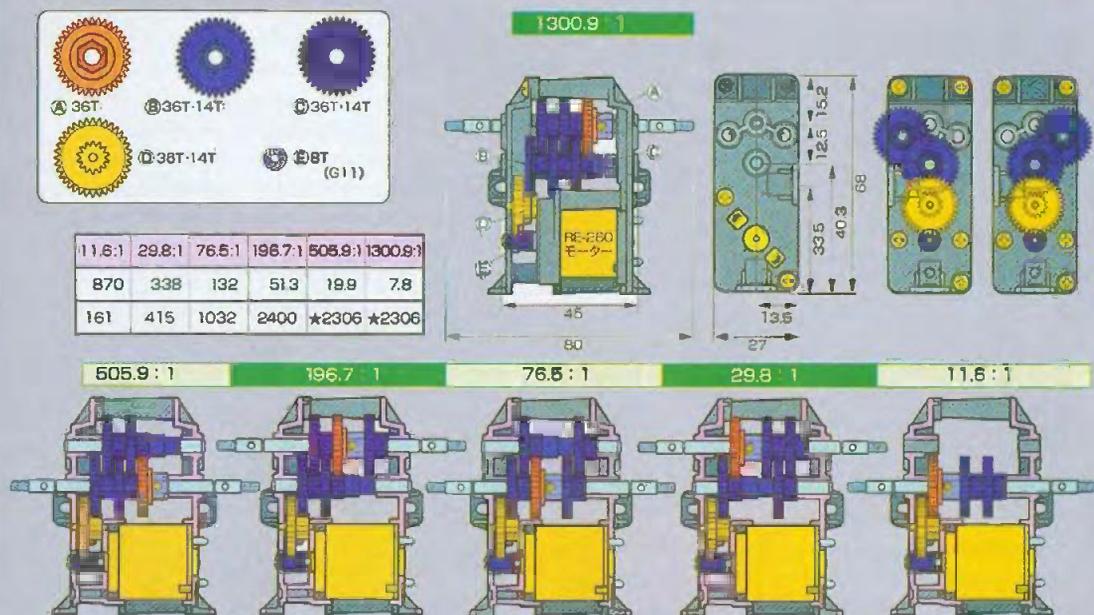
Les micro-interrupteurs SW₁ seront des morceaux de barrettes sécables de picots sur lesquels on pourra enficher des cavaliers (type informatique). L'ICP400 sera de préférence inséré dans un support.

Nous pourrions procéder aux essais du montage que lorsque l'émetteur sera construit, ce que nous allons maintenant entreprendre.

L'ÉMETTEUR DE TÉLÉCOMMANDE

Le schéma de principe de la platine émetteur est représenté en **figure 18**. Afin d'en simplifier la conception, nous avons choisi un encodeur de clavier de type 74C922, ce qui nous a permis d'utiliser un clavier à 16 touches. Ses quatre sorties représentent le code binaire de la touche enfoncée (0 à F), soit seize combinaisons possibles. Nous verrons à l'utilisation que seules quinze commandes seront nécessaires, le 0 étant inutile.

Les sorties commandent chacune un relais DIL dont le contact connecte à la masse les quatre entrées du circuit codeur UM3750A. Une DEL signale la



► **FIGURE 21**

Tableau récapitulatif de tous les rapports disponibles des moteurs TAMIYA.

doivent s'illuminer. Sinon, commencer par le réglage de la résistance multitours de l'oscillateur de l'ICP400 et tout rentrera dans l'ordre. Sinon, une erreur de câblage ou un composant défectueux pourrait être à l'origine de ce dysfonctionnement.

Nous voici arrivés au terme de la description de l'électronique de EPOX. Il ne nous reste plus qu'à voir les moteurs que nous avons choisis, et comment réaliser le châssis.

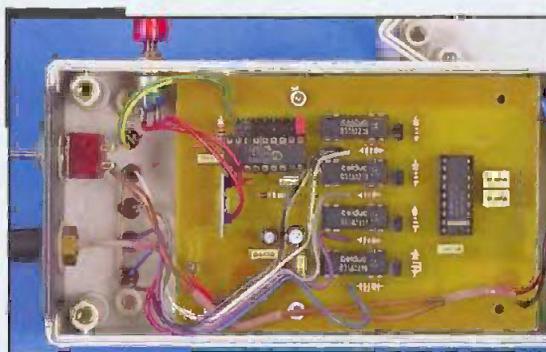
LA MOTORISATION

De nombreux moteurs peuvent être choisis, pour peu qu'ils soient équipés d'une démultiplication. Notre choix s'est porté sur un modèle disponible chez SELECTRONIC, de marque TAMIYA et de référence 72003. Ce qui nous a séduit, mis à part son prix, c'est la possibilité de disposer de six vitesses de rotation avec un couple important : plus de 2 kg/cm à 7,8 tr/mn. Nous déconseillons cependant cette vitesse car elle est trop lente pour le robot. On choisira de préférence 19,9 ou 51,3 tr/mn. Le dessin donné en **figure 21** donne tous les rapports possibles, ainsi que le nombre de tr/mn et le couple disponible.

Signalons que ce moteur est vendu en kit et qu'il est d'une qualité irréprochable, si ce n'est un léger jeu dans les pignons, ce qui est inévitable avec ce type de matériel.

LE CHÂSSIS

Le dessin de la **figure 22** donne les dimensions de la platine que nous avons réalisée. Ceci n'est donné qu'à titre indicatif car nous avons souhaité réaliser un ensemble assez compact. Libre choix est donné aux futurs constructeurs. Il est construit en époxy cuivré double face, taillé dans une carte de 200x150mm. Ce matériau est très facile à couper, à limer et à percer, et présente toutes les garanties de solidité requises.



► Le module émetteur de la télécommande à l'intérieur de son coffret.



► Détails de la carte alimentation.

Carte microcontrôleur et carte alimentation/chargeur

- R_1, R_2 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R_3, R_4 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_5 : 82 Ω 2 W
- R_6 : 36 Ω 2 W
- C_1, C_3 à C_5 : 100 nF
- C_2 : 47 μ F/16V
- C_6 : 10 μ F/16V
- C_7, C_8 : 22 pF
- C_9 : 1000 μ F/35V
- DEL₁ à DEL₃ : diodes électroluminescentes rouges
- D_1 : 1N4148
- D_2 : 1N4001
- IC₁ : PICBASIC-3H (LEXTRONIC)
- IC₂ : LM2941AZ-5
- IC₃ : 7805
- 1 support pour CI 40 broches
- 1 dissipateur thermique pour boîtier TO220
- 1 connecteur pour circuit imprimé femelle
- 3 connecteurs DIN41612 mâle droit 64 points (a+c) pour circuit imprimé
- 1 barrette femelle droite au pas de 2,54 mm double rangée 32 points pour circuit imprimé
- 1 barrette mâle coudée au pas de 2,54 mm double rangée 32 points pour circuit imprimé
- 1 quartz 20 MHz
- 2 inverseurs miniatures pour circuit imprimé
- 1 buzzer sans oscillateur

Carte alim caméra et sonars

- R_1 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
- P_1 : potentiomètre 4,7 k Ω axe 4 mm courbe A
- C_1, C_5 : 220 μ F/16V
- C_2, C_4, C_6, C_8 : 100 nF
- C_3, C_7 : 10 μ F/16V
- T_1 : BC547
- D_1 à D_3 : 1N4148
- IC₁, IC₂ : LM2940CT5
- 2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
- 2 modules sonar MSU 04 (LEXTRONIC)
- 1 module caméra CMUCAM (LEXTRONIC)
- 1 servomoteur de type classique
- 2 pignons diamètre 30, module 1 axe 4mm
- 1 relais HB2 NATIONAL bobine 5V
- Barrette sécable de supports marguerite
- 1 connecteur DIN41612 femelle coudé 64 points (a+c) pour circuit imprimé

Carte alimentation et commande des moteurs

- R_1 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- R_2, R_3 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_4 à R_7 : 1,8 Ω 1/2W (marron, gris, or)
- P_1 : résistance ajustable verticale 4,7 k Ω
- C_1, C_5 : 10 μ F 16 V
- C_2, C_4, C_6 : 100 nF
- C_3 : 220 μ F 16 V
- D_1 à D_9 : 1N4001
- IC₁ : LM317
- IC₂ : LM2941AZ-5
- IC₃ : L298N

- 2 dissipateurs thermiques pour boîtier TO220
- 1 micro-interrupteur
- 1 connecteur DIN41612 femelle coudé 64 points (a+c) pour circuit imprimé

Carte récepteur de télécommande

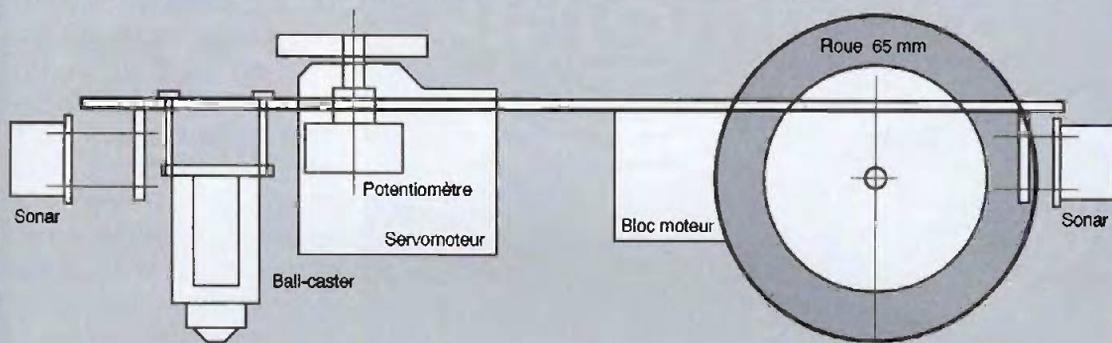
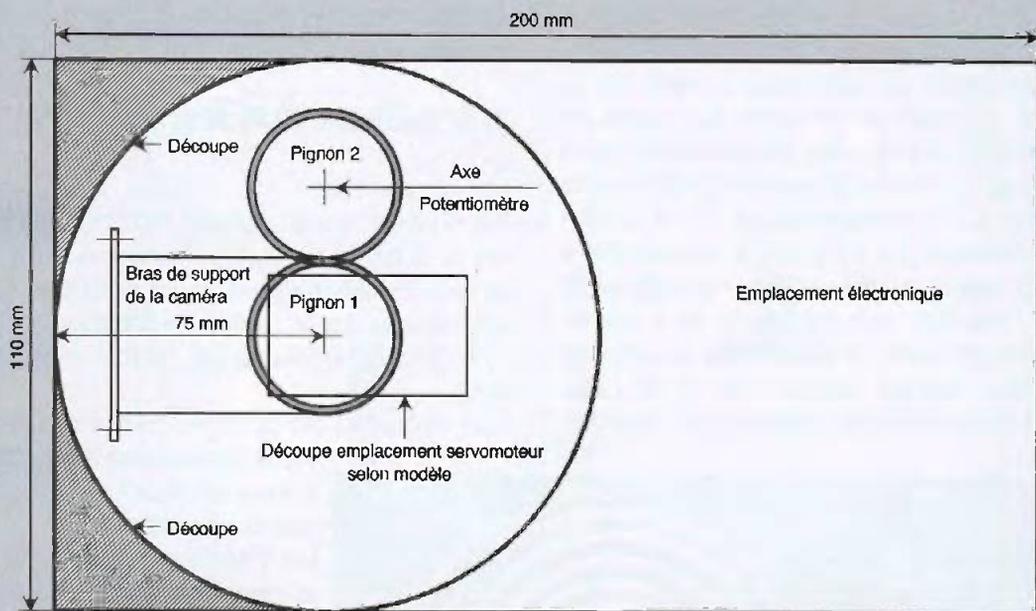
- R_1 : 8 résistances de 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R_2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R_3 : résistance ajustable multitours 20 k Ω
- $R_8, R_{10}, R_{12}, R_{14}$: 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- $R_9, R_{11}, R_{13}, R_{15}$: 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
- C_1 : 100 pF
- C_2 à C_5 : 100 nF
- C_6 : 100 μ F 16 V
- C_7 : 10 μ F 16 V
- T_1 à T_4 : BC547
- DEL₁ à DEL₄ : diodes électroluminescentes rouges
- IC₁ : LM2941AZ-5
- IC₂ : ICP400 (LEXTRONIC)
- 1 module récepteur TELECONTROLLI RRS3 (LEXTRONIC)
- 1 antenne miniature
- 1 support pour CI 18 broches
- Barrette sécable de picots
- Cavaliers (type informatique)
- 1 connecteur DIN41612 femelle coudé 64 points (a+c) pour circuit imprimé

Carte émetteur de télécommande

- R_1 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R_2, R_7 à R_{10} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_3 à R_6 : 2,7 k Ω (rouge, violet, rouge)
- C_1 : 220 pF
- C_2, C_5, C_6, C_8 : 100 nF
- C_3, C_4 : 1 μ F
- C_7 : 220 μ F/16V
- C_9 : 10 μ F/16V
- T_1 à T_4 : BC547
- DEL₁ à DEL₅ : diodes électroluminescentes rouges
- IC₁ : LM2941AZ-5
- IC₂ : UM3750A
- IC₃ : 74C922
- 1 module émetteur TELECONTROLLI RT5
- 1 antenne
- 4 relais DIL D31A3210
- 2 supports pour CI 18 broches
- 1 interrupteur pour châssis
- 1 bouton-poussoir pour châssis
- 1 clavier 16 touches matricé
- 1 accumulateur Ni/Mh 8,4V/100mAh

Robot

- 2 moteurs TAMIYA 72003 réf. 22.8530-4
- 1 «ball-caster» en saillie (LEXTRONIC)
- 1 plaque d'époxy cuivrée double face de 200x150mm
- 2 roues 65mm de diamètre



► **FIGURE 22**

Dimensions de la platine. Le châssis est constitué d'une plaque d'Epoxy dont les dimensions pourront varier suivant les désirs de miniaturisation des robots.

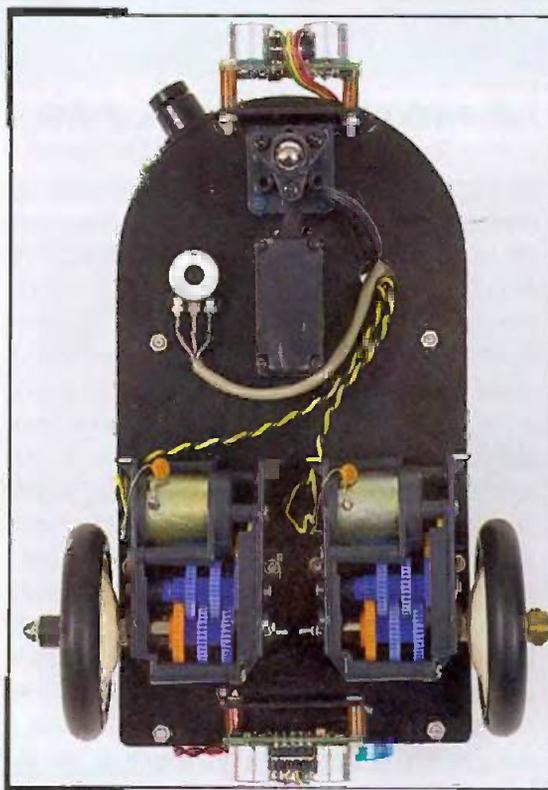
LE LOGICIEL

Nous avons conçu un logiciel qui n'exploite pas toutes les possibilités de EPOX. A la mise sous tension, il émet des sons, puis un bip régulier et attend un ordre de la télécommande. En attente, si on s'approche trop près de lui, par l'avant ou par l'arrière, il recule ou il avance et se remet en attente. Il possède trois fonctions principales :

- 1 : fonctionnement au moyen de la caméra
- 2 : fonctionnement en suivant un mur et en contournant les obstacles
- 3 : fonctionnement au moyen de la télécommande

Nous donnons le programme que vous pourrez télécharger et qui permettra d'élaborer d'autres fonctions. Nous espérons que ce robot plaira à ceux qui le réaliseront et leur permettra d'élaborer de nouveaux petits montages détecteurs qui doteront EPOX de nouvelles fonctions.

P. OGUIC



► *Le dessous du robot dévoile bien sûr les deux moto-réducteurs TAMIYA.*



Module de commande pour moteur pas à pas

CONSTRUCTIONS

Comme vous l'avez certainement remarqué, les tendances et les modes n'échappent pas à l'électronique de loisirs avec l'arrivée fréquente de modules «prêts à l'emploi» dans les catalogues et les vitrines des revendeurs de composants. Ceux-ci n'affichent pas particulièrement un prix attractif mais offrent plutôt une solution clés en main à un problème donné. Bien souvent basé sur un microcontrôleur d'un coût peu élevé, ils restent assez simples au niveau de l'électronique.

Nous vous proposons, sur ce principe, de réaliser un module de commande pour moteur pas à pas unipolaire permettant des commandes sophistiquées. La rotation du moteur se gère selon deux modes sur trois entrées. En tout ou rien sur deux entrées (avant ou arrière) et en largeur d'impulsion suivant le même protocole que les servomécanismes (1 ; 1,5 ou 2ms.) sur la troisième. Une sortie envoie une impulsion à chaque cycle de rotation. La vitesse se règle sur 16 pas à l'aide d'une roue codeuse, ou sur 4 entrées. Dernières précisions : le circuit simple face offre des dimensions vraiment réduites et le prix est nettement inférieur à celui des équivalents commerciaux.

sants ou même d'en récupérer sur de vieux équipements.

SCHÉMA DE PRINCIPE

Le microcontrôleur Cl₁, employé ici, est un PIC16F628, digne successeur du PIC16F84. Le schéma de la **figure 1** montre un nombre restreint de composants dans son entourage ; profitons-en pour vous signaler que les pattes des composants, non raccordées et laissées en l'air, le sont volontairement.

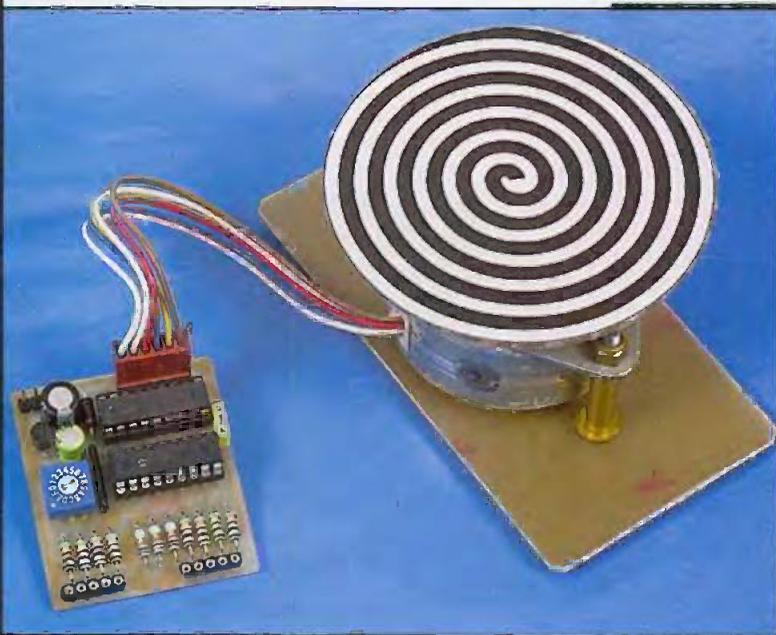
Vous constaterez que ce PIC se passe très bien de circuit d'initialisation et d'horloge externe, ces deux fonctions étant assurées en interne !

Les 4 dernières lignes du port B, configurées en sorties, commandent quatre amplificateurs inverseurs à collecteurs ouverts intégrés dans le circuit Cl₂ : un ULN2803. Les sorties de Cl₂ (broches 11 à 14) attaquent directement les enroulements du moteur pas à pas. Les traditionnelles diodes de protection sont également intégrées au sein de Cl₂. Si vous utilisez le même moteur que sur la maquette, un des modèles les plus répandus, vous pouvez vous fier aux couleurs de fils citées sur le schéma.

Les lignes 1, 2 et 3 du port B, configurées en entrées, recueillent les ordres de commande. Les deux premières ordonnent la marche avant ou arrière si l'une d'elles est reliée à la masse. Les résistances R₆ et R₇ protègent le PIC, les résistances R₉ et R₁₀ maintiennent un état haut sur les entrées au repos. La ligne 3 du port B reçoit le signal de type servomécanisme, la largeur des impulsions est mesurée par le PIC. La résistance R₈ protège l'entrée et R₁₁ force un état logique bas au repos.

La ligne 0 du port B fournit une impulsion à chaque cycle de rotation du moteur. Elle peut simplement alimenter une LED, mais son principal rôle consiste plutôt à renseigner un éventuel circuit de commande externe sur le nombre de cycles effectués. La résistance R₁ protège la sortie en limitant le courant dans la LED.

Les 4 premières lignes du port A ont pour mission de déterminer la vitesse de rotation du moteur. Le réseau de résistances RES₁ maintient un niveau logique haut au repos. La roue codeuse RC₁, par une



LE MOTEUR PAS À PAS

Un moteur à courant continu, fréquemment utilisé en robotique ou en modélisme, se contente d'une simple tension continue appliquée sur le collecteur de son rotor pour tourner, l'inversion du sens de rotation s'obtient en inversant les polarités. Le fonctionnement d'un moteur pas à pas est plus complexe. Il existe deux types de moteurs pas à pas : les unipolaires et les bipolaires. Le principe général reste identique : plusieurs bobines disposées autour d'un rotor reçoivent des impulsions, selon un cycle donné, sur deux enroulements simultanément. A chaque impulsion, le rotor tourne d'un angle correspondant ; ces moteurs offrent ainsi une très grande précision. Ils s'utilisent en informatique pour les disques durs, imprimantes, lecteurs et graveurs de CD, etc. Dans l'industrie, ils s'emploient sur les machines outils, en robotique, etc. Il est facile de trouver ces moteurs à bas prix chez la plupart des revendeurs de compo-

Commande miniature à pas unipolaire

CONSTRUCTIONS
MODULE

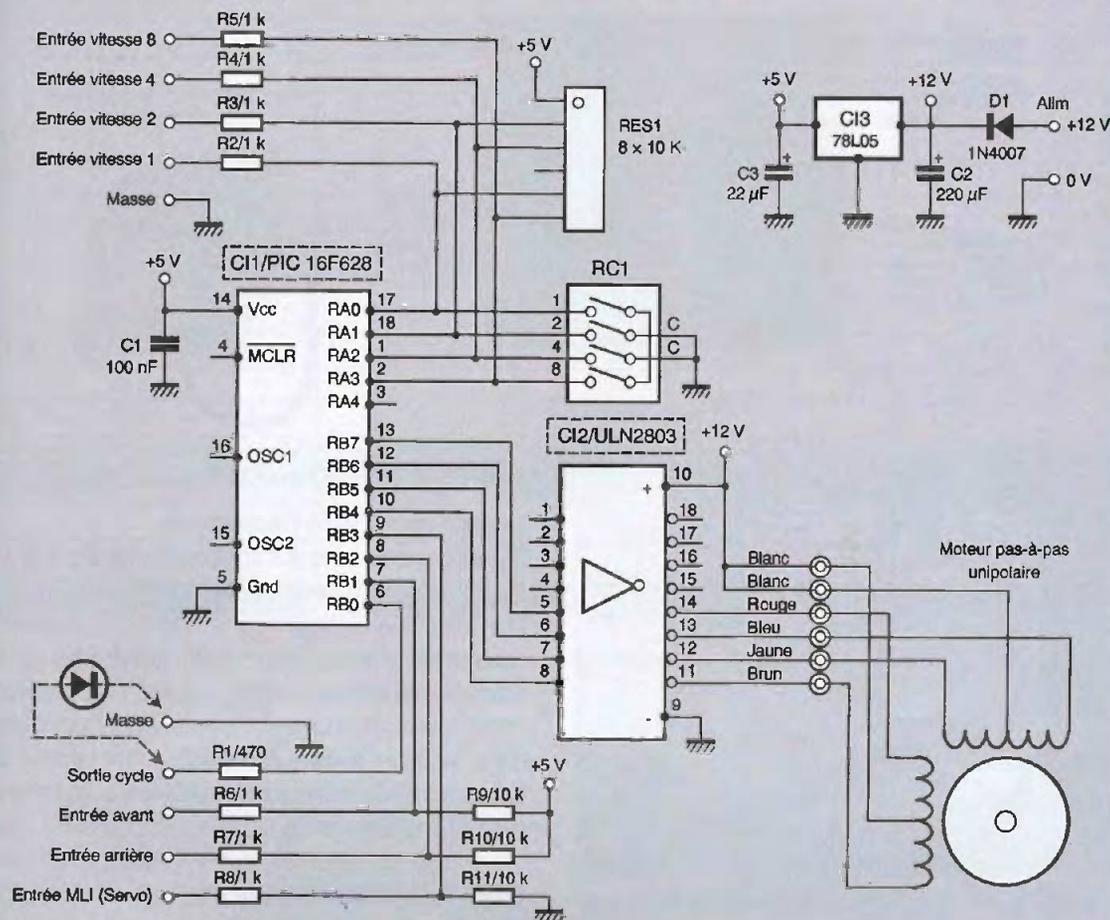


FIGURE 1
Le schéma de principe s'articule autour du PIC16F628, digne successeur du PIC16F84.

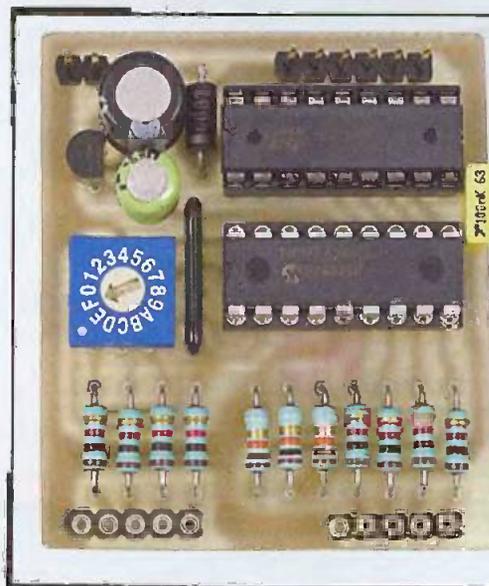
de ses seize positions, force une ou plusieurs entrée(s) à la masse. Lorsque la roue codeuse est en position «0», aucune liaison n'est établie, il est alors possible de sélectionner, en mode digital, la vitesse en appliquant une masse sur les «entrées de vitesse». Cette opération s'effectue : soit manuellement, soit par un circuit électronique externe. Les résistances R_2 à R_5 protègent les entrées.

L'alimentation générale est issue de la tension de service du moteur (+12V). La diode D_1 protège le montage d'une inversion de polarités accidentelle. Le condensateur C_2 filtre cette tension. La tension de +5V nécessaire au microcontrôleur est créée à partir du +12V à l'aide du régulateur positif C_3 . Le condensateur C_3 la filtre, alors que C_1 découple, au plus près, l'alimentation du PIC.

LA RÉALISATION

Le dessin du tout petit circuit imprimé simple face (43x49mm) est donné à la **figure 2**. Le transfert du typon sur la plaque cuivrée est réalisé, de préférence, par la méthode photographique afin d'obtenir les

meilleurs résultats. La technique des transferts auto-collants est à proscrire pour cette réalisation, certaines pistes fines passant entre les pattes de circuits intégrés, risquent d'occasionner des courts-circuits. La plaque est alors gravée dans un bain de perchlo-



Présentation du module ; on distingue en noir le réseau de résistances.

FIGURE 2

Implantation des éléments

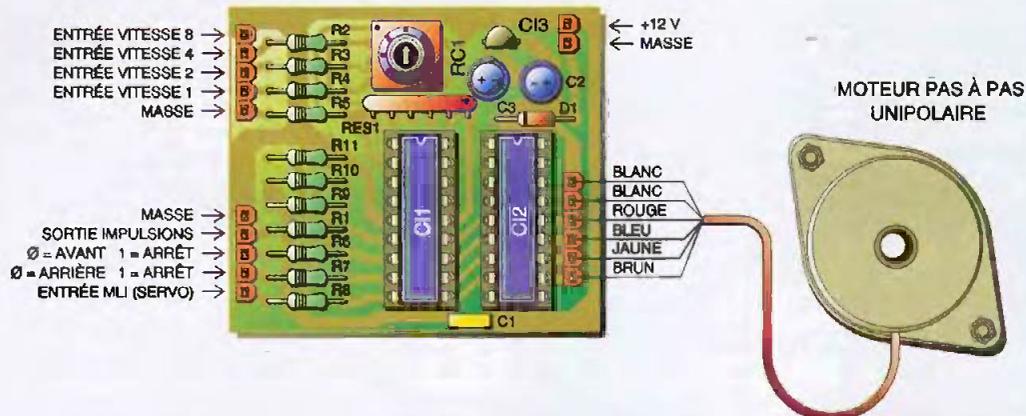
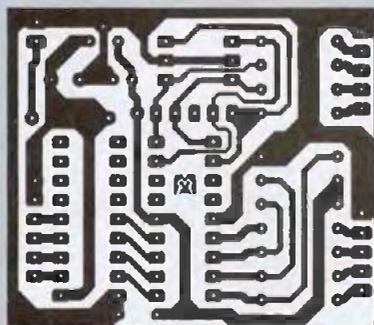


FIGURE 3

Tracé du circuit imprimé.



rure de fer, puis abondamment rincée. Il faut ensuite percer les pastilles à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre ; certains trous doivent être alésés à 1mm. Pour l'opération de câblage, suivez scrupuleusement le plan d'implantation des composants de la **figure 3**. Soudez, en premier lieu, les résistances puis poursuivez le travail en fonction de la taille et de la fragilité des composants en respectant cet ordre : la diode, les supports de circuits intégrés, le réseau de résistances, les connecteurs constitués de barrettes sécables femelles de type tulipe pour les entrées de commandes, le condensateur au mylar, la roue codeuse (facultative), le régulateur C13, les condensateurs chimiques et, enfin, les connecteurs constitués de barrettes sécables mâles pour le raccorde-

Allure d'un moteur pas à pas unipolaire.



ment du moteur et de l'alimentation.

Prenez garde au sens des composants polarisés (circuits intégrés, diode et condensateurs chimiques). Mais méfiez-vous également du réseau de résistances qui comporte un point commun. Les dernières soudures effectuées, il est nécessaire de vérifier minutieusement les pistes du circuit à la recherche d'une coupure accidentelle ou d'un malencontreux court-circuit. Contrôlez aussi l'implantation des composants une dernière fois.

PROGRAMMATION ET UTILISATION

Nous allons décrire le principe du programme à charger dans le PIC16F628.

Les premières instructions orientent les différentes lignes des ports (entrée ou sortie) et déclarent les variables.

Les sous-programmes sont au nombre de deux pour les deux sens de marche. Chacun d'eux effectue plusieurs opérations : d'abord le test des 4 entrées de vitesse, puis l'envoi de 4 groupes d'impulsions doubles (tableau 1) pour les enroulements du moteur (2 par 2). La variable du test de vitesse sert à introduire une pause entre les impulsions. Parallèlement, la sortie de cycle est mise à jour (niveau logique 1 après les secondes impulsions et remise à 0 après les quatrièmes).

La boucle principale du programme commence par le test des 3 entrées de commande.

Si l'entrée «avant» est reliée à la masse, le sous-programme de marche avant est appelé pour effectuer un cycle de rotation de 4 pas, puis l'entrée «avant» est testée à nouveau. Si elle se trouve toujours raccordée à la masse le cycle recommence, sinon un saut est effectué pour retourner sur la boucle principale.

FIGURE 4

Paramètres de configuration des fusibles du PIC.

MARCHE AVANT					
PAS	RB4 (brun)	RB5 (jaune)	RB6 (bleu)	RB7 (rouge)	Valeur sur 4 bits
1	1	0	1	0	5
2	1	1	0	0	3
3	0	1	0	1	10
4	0	0	1	1	12
1	1	0	1	0	5
MARCHE ARRIÈRE					
PAS	RB4 (brun)	RB5 (jaune)	RB6 (bleu)	RB7 (rouge)	Valeur sur 4 bits
1	0	0	1	1	12
2	0	1	0	1	10
3	1	1	0	0	3
4	1	0	1	0	5
1	0	0	1	1	12

Le test de l'entrée «arrière» fonctionne de manière identique pour le sous-programme de marche arrière.

Si l'entrée «MLI» présente un niveau logique haut, provenant d'une impulsion obéissant au protocole des servomécanismes, un saut vers une boucle secondaire destinée à mesurer la largeur de l'impulsion est effectué. Entre 1 et 1,4ms le moteur tourne en avant, entre 1,6 et 2ms il tourne en arrière en appelant le sous-programme adéquat. Dans tous les autres cas, le moteur s'arrête par la mise à 0 des sorties RB4 à RB7.

Si une des entrées «avant» ou «arrière» est remise à la masse, un saut est effectué pour retourner sur la boucle principale.

Trois fichiers sont disponibles sur le site Internet de la revue :

- PICPAP.BAS : fichier développé à l'aide de l'excellent compilateur basic pour PIC « BASIC MICRO » commercialisé, pour information, par la société Optiminfo®. Il n'est pas nécessaire d'acquérir ce logiciel pour analyser le fichier et programmer le PIC.

- PICPAP.ASM : fichier assembleur issu du compilateur ci-dessus. L'étude de ces deux fichiers accompagnée de la description qui précède vous permettra de bien assimiler la logique de fonctionnement du montage.

- PICPAP.HEX : fichier à programmer en mémoire du PIC16F628. Tous les paramètres de configuration des fusibles du PIC sont inclus mais, pour information,

la **figure 4** vous les rappelle. Vous devez posséder un programmeur PIC, parmi les plus simples, se raccordant à votre PC. Plusieurs programmeurs ont fait l'objet d'une étude dans notre magazine et il existe également des modèles commerciaux à tous les prix, voyez les annonceurs de la revue.

Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet afin de télécharger ces fichiers, peuvent les obtenir en adressant à la rédaction une disquette formatée sous enveloppe auto-adressée suffisamment affranchie.

Y. MERGY

NOMENCLATURE

- R_1 : 470 Ω 5% (jaune, violet, marron)
- R_2 à R_8 : 1 k Ω 5% (marron, noir, rouge)
- R_9 à R_{11} : 10 k Ω 5% (marron, noir, orange)
- RES₁ : réseau de 5 résistances de 10 k Ω
- C_1 : 100 nF (mylar)
- C_2 : 220 à 1000 μ F/25V (électrochimique à sorties radiales)
- C_3 : 10 à 47 μ F/16V (électrochimique à sorties radiales)
- CI_1 : PIC 16F628
- CI_2 : ULN2803
- CI_3 : 78L05
- D_1 : 1N4007
- 2 supports de CI 18 broches
- 10 broches de barrette sécable femelle type tulipe
- 8 broches de barrette sécable mâle droite
- RC₁ : roue codeuse hexadécimale horizontale (disponible chez St Quentin Radio)
- Moteur pas à pas unipolaire 12V 7,5°/pas, 48 pas/tour

Contrôle de par liaison

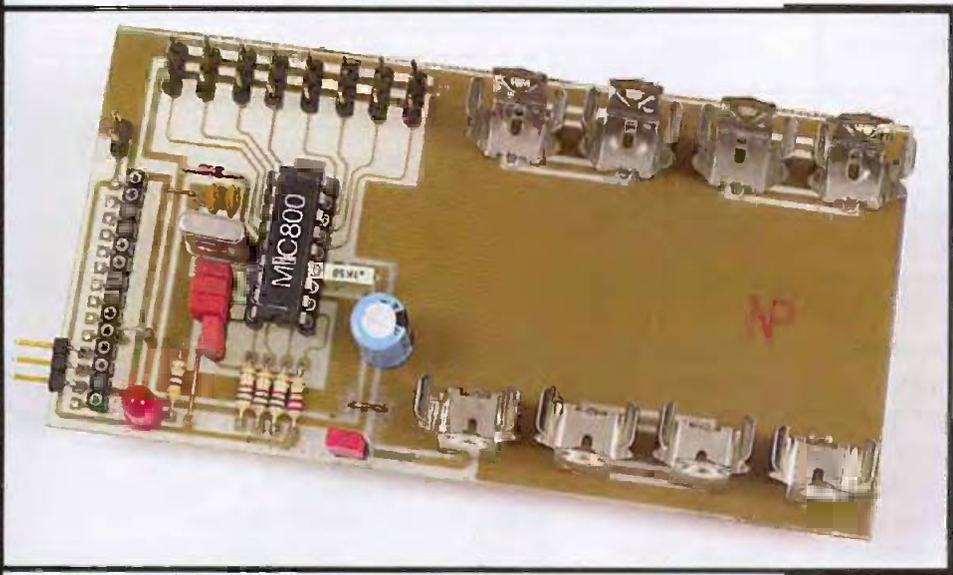
CONSTRUCTIONS

Le montage proposé dans cet article permet la commande simultanée de huit servomoteurs de radiocommande par l'intermédiaire de l'interface série d'un ordinateur de type PC ou par des données sérielles générées par un microcontrôleur. On se rend compte immédiatement de l'intérêt d'une telle réalisation...

LE CIRCUIT INTÉGRÉ MIC 800

Le MIC 800 est un microcontrôleur vendu programmé pour la gestion de huit servomoteurs de type radiocommande. Ses principales caractéristiques sont :

le maintien automatique de la position de tous les servomoteurs sans répétition des ordres



- il possède une interface série asynchrone standard directement compatible TTL et CMOS et RS232 au moyen d'une résistance. La liaison doit être paramétrée à 2400 bits par seconde, sur 8 bits et sans parité. Si le circuit est commandé par un microcontrôleur, il faudra configurer ce dernier afin qu'il génère des signaux en logique négative (MODE N2400 pour le STAMP BASIC)

- de sélectionner de 1 à 8 circuits par l'intermédiaire de trois broches de sélections d'adresse, ce qui permet de commander jusqu'à 64 servomoteurs. L'adressage doit être fait de la manière suivante :

AD0	AD1	AD2	ADRESSE
0	0	0	S
1	0	0	T
0	1	0	U
1	1	0	V
0	0	1	W
1	0	1	X
0	1	1	Y
1	1	1	Z

La liaison de ces trois lignes à la masse doit être directe tandis que celle au +VCC peut être soit

directe, soit par l'intermédiaire de résistances de 10 k Ω . Elles ne doivent pas être laissées en l'air car elles prennent alors un niveau indéfini.

D'autre part, la position de ces trois lignes n'est lue qu'à la mise sous tension du circuit intégré. Tout changement dans le positionnement des commutateurs d'adresses doit être suivi d'un RESET (par remise sous tension ou par mise à la masse de l'entrée correspondante)

- aucun langage de programmation spécifique n'est nécessaire

- un très faible nombre de composants externes est nécessaire

- le circuit est alimenté sous une tension unique comprise entre 4,5 et 5,5V

- il est présenté dans un boî-

tier plastique possédant 18 broches

A la mise sous tension du circuit intégré, toutes ses sorties restent inactives. Dès qu'un ordre à destination des servomoteurs a été envoyé, il génère en permanence les impulsions nécessaires sur la sortie correspondante pour que le servomoteur conserve sa position et, ce, quel qu'en soit le nombre (1 à 8). Lorsque plusieurs ordres sont envoyés successivement au même servo, il n'est pas nécessaire de répéter les caractères d'adressage du circuit et du servo tant que l'on ne change pas de circuit et de servo.

LA PROGRAMMATION DU MIC 800

La commande des servomoteurs connectés au MIC 800 est très simple puisque celle-ci ne nécessite aucune programmation spécifique. Il suffit que le système commandant le circuit envoie des ordres sous forme de caractères ASCII selon le format suivant :

MNxxx suivi du caractère « retour chariot » (code ASCII 13 en décimal) où

- M est une lettre comprise entre S et Z représentant

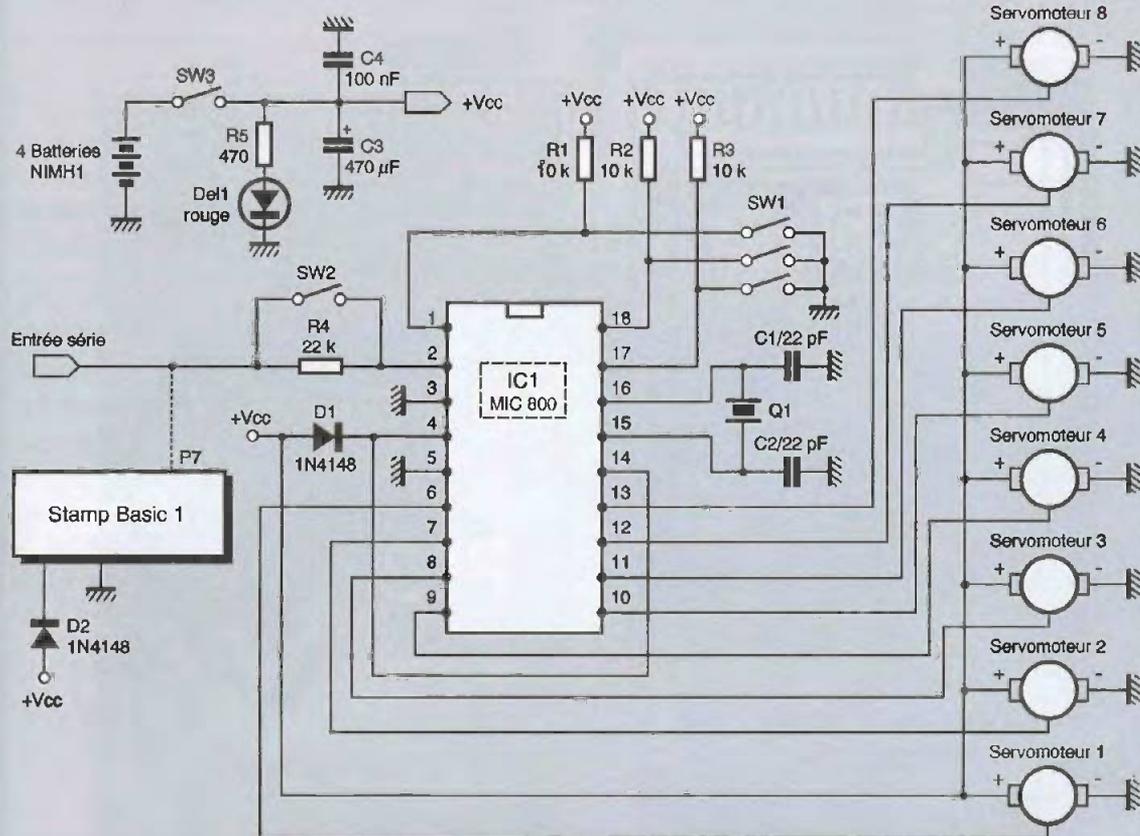


FIGURE 1

Schéma de principe du contrôle de huit servomoteurs.

l'adresse du MIC 800 auquel est destiné l'ordre - N est une lettre comprise entre A et H représentant l'adresse du servomoteur auquel est destiné l'ordre sur le circuit préalablement adressé

- xxx est un nombre compris entre 0 et 128 qui détermine la position du servomoteur.

Par exemple, il convient d'envoyer « SAxxx » suivi du caractère « retour chariot » afin de commander le premier servomoteur (adresse A) du circuit adressé en S ou « WHxxx » + « retour chariot » pour commander le dernier servomoteur (adresse H) du circuit adressé en W.

Le nombre « xxx » pourra prendre une valeur comprise entre 0 et 128 :

- pour xxx=1, le servomoteur tourne vers sa position extrême dans le sens anti-horaire, ce qui correspond à une largeur d'impulsion de commande de 0,667 ms

- pour xxx=128, le servomoteur tourne vers sa position extrême dans le sens horaire, ce qui correspond à une largeur d'impulsion de commande de 2,333 ms. Les valeurs comprises entre 1 et 128 permettent d'atteindre toutes les positions intermédiaires possibles. Le neutre est obtenu pour xxx=64 (largeur d'impulsion de 1,5 ms).

LE SCHÉMA DE PRINCIPE

Le schéma de principe de notre réalisation est donné en **figure 1**. Ce n'est, ni plus ni moins, que le schéma d'application fourni par la société MICTRONICS, fabricant du circuit intégré. Nous n'avons ajouté que quelques connexions supplémentaires.

Les commutateurs SW₁ permettent de paramétrer l'adresse du circuit. Ils seront positionnés à 0 si un seul circuit est utilisé.

L'interrupteur SW₂ permet de déterminer la nature de la liaison série : si un microcontrôleur de type STAMP



Le MIC800 est un microcontrôleur vendu programmé pour la gestion de huit servomoteurs

FIGURE 2

Tracé du circuit imprimé de dimensions restreintes.

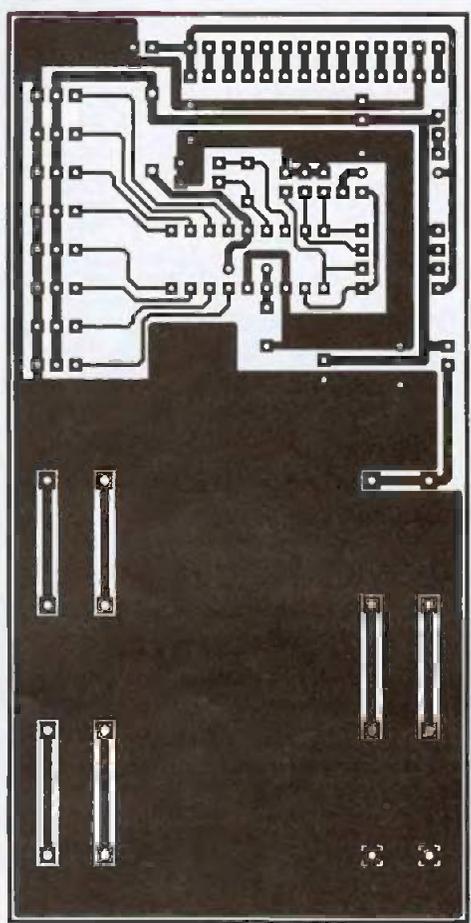
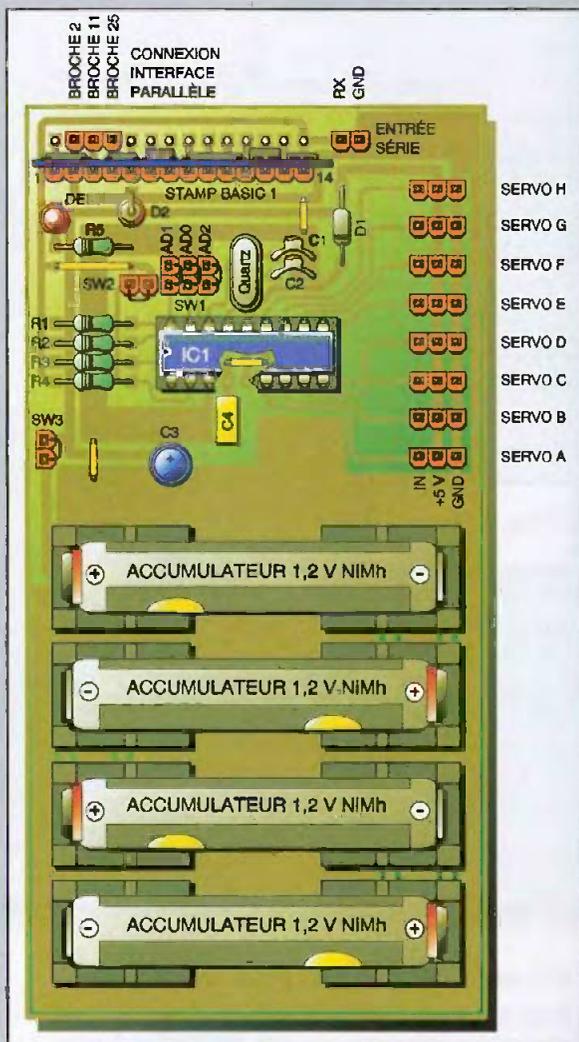


FIGURE 3

Implantation des éléments, y compris des quatre petits accumulateurs.



BASIC 1, dans notre cas, est utilisé, il sera fermé et court-circuitera la résistance R4. Dans le cas d'une liaison RS232, il sera ouvert afin de mettre la résistance en circuit. Il conviendra de ne jamais connecter une liaison RS232 si un STAMP BASIC 1 est implanté sur la platine, car cela risquerait de le détruire.

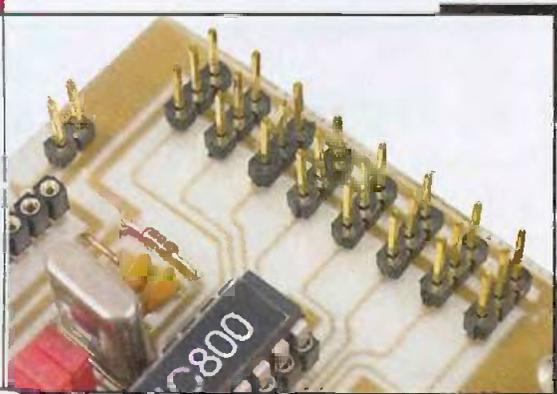
L'interrupteur SW3 met le circuit sous tension.

L'alimentation est obtenue au moyen de quatre éléments Ni/Mh d'une capacité de 1300 mAh ou plus, ce qui rend le système portable. Ces batteries complètement chargées présentent une tension supérieure à 5,5V. C'est pourquoi nous avons alimenté le circuit MIC 800 et le STAMP BASIC 1 au moyen de deux diodes par mesure de sécurité. La chute de tension engendrée est suffisante puisque les circuits sont alors alimentés sous une tension d'environ 4,8V. Les deux condensateurs de 22 pF, connectés entre le quartz et la masse, ne seront implantés que si les oscillations ne sont pas obtenues immédiatement à la mise sous tension de la platine.

LA RÉALISATION

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 2**, tandis que la **figure 3** représente le schéma d'implantation qu'il convient d'utiliser pour le câblage de la platine.

On distingue les liaisons à trois picots pour les huit servomoteurs.



Les commutateurs sont constitués par des morceaux de barrette de picots qui sont sectionnés par deux. Il suffit d'utiliser des cavaliers de type informatique positionnés sur les picots pour établir le contact. Les connecteurs des servomoteurs utilisent les mêmes picots (par morceaux de trois picots).

Afin de connecter les batteries, on utilise des supports à souder qui établissent le contact et qui maintiennent les éléments.

Si l'on souhaite utiliser un module STAMP BASIC 1, il faut souder une rangée de supports tulipe pour le positionner sur la platine.

Avant la mise sous tension et les essais, il convient de procéder à une vérification du câblage afin de détecter tout court-circuit ou micro-coupure. Pour la phase des essais, on se référera au paragraphe de début.

P. OGUIC

NOMENCLATURE

R_1 à R_3 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R_4 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R_5 : 470 Ω (jaune, violet, marron)

C_1, C_2 : 22 pF

C_3 : 470 μ F/25V

C_4 : 100 nF

D_1, D_2 : 1N4148, 1N4001

DEL_1 : diode électroluminescente rouge

IC_1 : MIC 800 (SELECTRONIC)

1 support pour CI 18 broches

8 connecteurs de batteries à souder

1 barrette sécable de supports tulipe

1 barrette sécable de picots

5 cavaliers de type informatique

numéro 4 novembre-décembre 2003 4€

C'est déco

la maison pratique

Cd éco

14 pages d'aménagement
spécial chambre
shopping
100 idées-cadeaux
mode-déco
le grand retour
du baroque

Créez votre
table de fête

bricolage expert
chassez les couleurs

guide d'achat
13 sommiers et matelas

leçon de pose
le mobilier propreté

récup
du buffet au cache-radiateur

**En vente
chez votre marchand
de journaux
dès le 13 novembre 2003**

BASIC TIGER

Réaliser vos applications
rapidement grâce au puissant
module d'interface
(Ethernet, Web, IO64, etc).

Module Ethernet :

- * Connexions sur réseaux 10/100 MB
- * Protocoles ARP, IP, TCP, DHCP, DNS
- * En format DIP28, 5V, compatible 3V

Prix : 42 € TTC

Kit de Développements :

- * Basic Multitâches 100 000 instructions/s.
- * Jusqu'à 4MB de Flash et 2 MB de mémoire
- * Drivers pour ethernet, web, CAN, écrans graphiques 240*128, smart média, 4086 E/S.

Starter Kit à partir de 140 € TTC incluant un cadeau de Noël.

Autres kits disponibles, nous consulter.

 **optiminfo**

Route de Ménétreau 18240 Boulleret
Tél : 0820 900 021 Fax : 0820 900 126
Site Web : www.optiminfo.com

