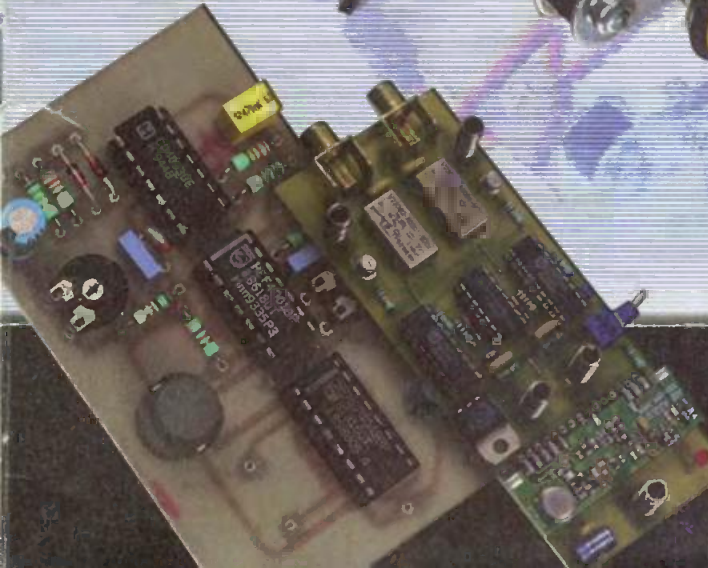
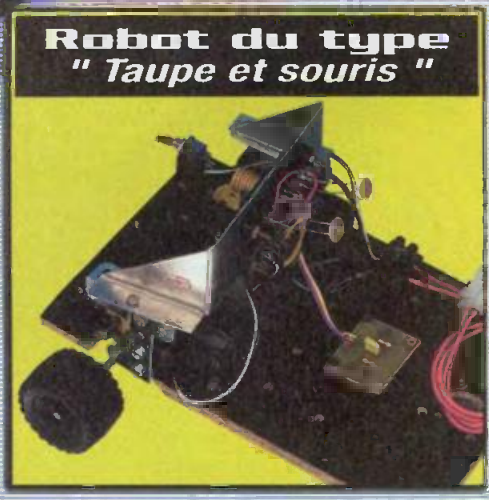


**SPECIAL**

# ROBOTS MOBILES

**Réalisations :**

- Actionneurs,**
- Commandes de servos,**
- Moteurs pas à pas,**
- Capteurs, Ensemble  
de commande  
vocale, etc.**



**Et aussi :**

- Détecteur d'incendie**
- Déchargeur d'accus**

T 2437 - 246 - 25,00 F

BELGIQUE : 156 FB - LUXEMBOURG : 156 Ft. - SUISSE : 6.40 FS - ESPAGNE : 650 Ptas - Canada : \$ Can 5.95 - MAROC : 50 Dh - ANTIILLES - GU. 29



# SOMMAIRE

## ELECTRONIQUE PRATIQUE

N° 246 - AVRIL 2000  
I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

S.A. au capital de 5 160 000 F  
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.45

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

Principaux actionnaires :

M. Jean-Pierre VENTILLARD  
Mme Paule VENTILLARD

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

Avec la participation de : U. Bouteville, A. Garrigou,  
F. Giamarchi, G. Isabel, F. Jongbloët, R. Knoerr,  
M. Laury, E. Lémery, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic,  
A. Sorokine, C. Tavernier.

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

Directeur de la diffusion et promotion :

Bertrand DESROCHE

Responsable ventes :

Sylvain BERNARD 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 : [lehp@le-hp.com](mailto:lehp@le-hp.com)

Assisté de : Karine JEUFRFAULT (84.57)

Abonnement/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.

Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»

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

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

• Pour tout changement d'adresse, joindre 3,00 F et la der-  
nière bande.

Aucun règlement en timbre poste.

Forfait photocopies par article : 30 F.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE

Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à  
Electronique Pratique aux USA ou au Canada, commu-  
niquez avec Express Mag par téléphone :

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

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

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

Télécopie : (514) 374-9684.

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

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

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



« Ce numéro  
a été tiré  
à 53 400  
exemplaires »

## Réalisez vous-même

- 18 Détecteur d'incendie
- 24 Déchargeur d'accus
- 74 Générateur de fonctions
- 80 Clavier 16 touches sur 1 fil

## Dossier spécial «ROBOTS MOBILES»

- 30 Les petits robots - 35 : La taupe - 40 : La souris -  
44 : Commande de servos avec Basic Stamp -  
48 : Un servo comme moteur à propulsion -  
54 : Commande vocale pour robot -  
60 : Commande de moteurs pas à pas avec Basic  
Stamp - 64 : Mobile radiocommandé 2 canaux -  
86 : Commande de moteurs pas à pas pilotés par  
une souris.

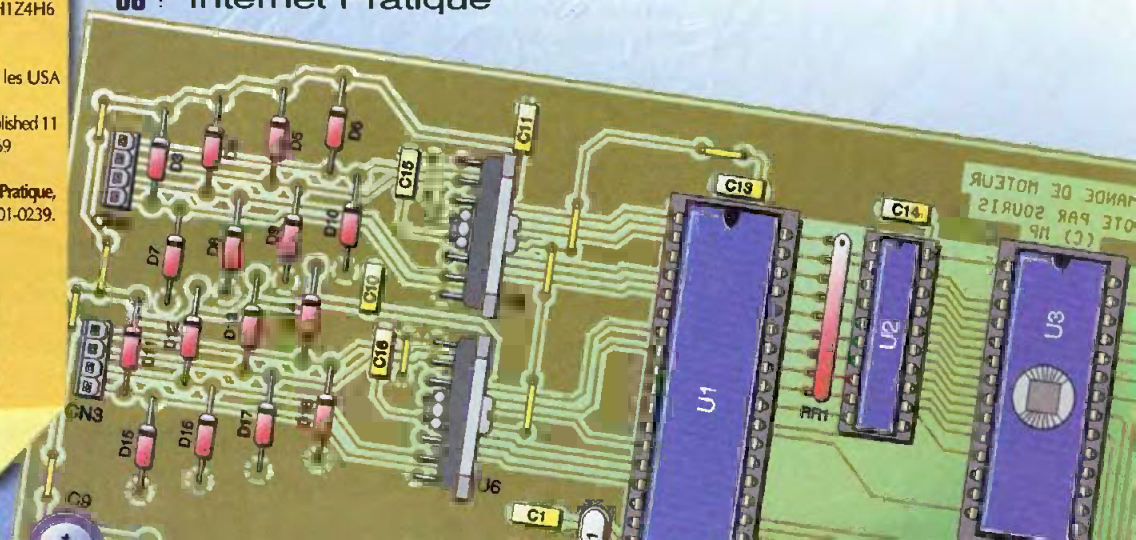
## Montages FLASH

- 10 Stroboscope
- 12 Voltmètre bipolaire
- 14 Commande flash multiple

## 04 Infos OPPORTUNITÉS

## DIVERS

- 08 Internet Pratique





## Bras manipulateur 5 axes ROBOTARM

La société MEDELOR S.A., distributeur de composants électroniques, nous informe qu'elle commercialise un bras manipulateur 5 axes piloté par PC et, ce, au prix extrêmement intéressant de 295 F.TTC, compte tenu des possibilités que ce produit complet et opérationnel immédiatement délivre.

Cet ensemble comprend : le bras manipulateur + la carte montée d'interface pour PC (sous Windows 95 - 3.1 ou DOS) et existe même en version 98 + le logiciel d'exploitation «ButorB» (dont les codes sources sont fournis !).

Les caractéristiques techniques du bras sont les suivantes :

- Fabrication ABS injecté,
- 5 moteurs à courant continu (commande électronique),
- Alimentations  $\pm 3V$  (4 piles R20 non fournies),
- Mouvement en porte à faux compensés,
- 2 ports

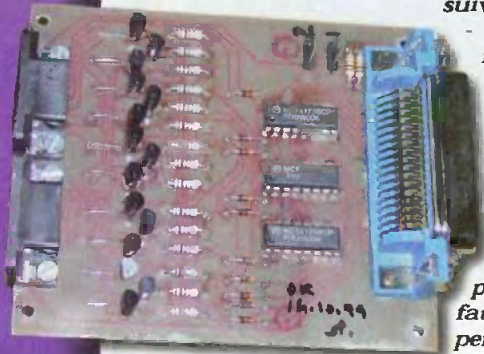
SubD 9 broches donnent accès aux 10 mouvements des 5 axes concernés,

- Ce bras peut déplacer un objet de la taille d'une balle de tennis,
- Le point le plus éloigné atteint est à 40 cm de l'axe de la base.



**MEDELOR S.A.**  
**42800 TARTARAS**  
**Tél. : 04.77.75.80.56**  
**Fax. : 04.77.83.72.09**

- Le point le plus élevé atteint est à 48 cm du sol, le plus bas à 8 cm sous le sol,
  - Rotation de la base : 360°
- Fourni avec notice et schémas internes + 3 accessoires d'embout (pince, doigt magnétique et pelle).



## Mallettes de mesure VELLEMAN

La société VELLEMAN Électronique introduit sur le marché deux mallettes de mesure particulièrement adaptées aux besoins des électriciens et électroniciens de maintenance qui évoluent sur site.

**Le combiné digital DCM97K**

Constitué d'une base de multimètre digital sur laquelle peut s'enficher une pince ampèremétrique. Le technicien de terrain appréciera cette polyvalence compte tenu de la variété de ses interventions qui mêlent aujourd'hui de plus en plus les tests d'appareils électroniques aux implantations électriques.

La base multimètre bénéficie des caractéristiques suivantes :

- Digit 3200 points - Bargraph analogique 33 segments - Autoranging et sélection manuelle - Fonction Data Hold - Autopower off - Backlight - AC/DC - test résistance - diode et continuité - Beeper - Fonction ampèremètre muni de la pince - Gamme de courant 0,1A à 300A RMS - Sortie 1mVAC/0,1A
- Cet ensemble, aux normes



IEC 1010 et UL 1244 - ISO 9001, est commercialisé avec sa mallette au prix de 539 F.TTC.

**La pince ampèremétrique digitale DCM267**

Est un appareil tout en un, complet, incluant les caractéristiques suivantes :

- AC/DC 3 1/2 digits 7 segments
- Afficheur 18 mm LCD
- Backlight Data Hold

- Test résistance - Température de 0 à 750° - Test de fréquence 2 kHz à 20 kHz - Diode et continuité - livré en mallette avec pile et accessoires (cordons test + sonde de température) - normes IEC 1010 - UL 1244.

L'ensemble est commercialisé au prix de 439 F.TTC.

Disponibles dans le réseau de distribution **VELLEMAN**

**Tél. : 03.20.15.86.15**

**Site Internet : [www.velleman.be/index.fr](http://www.velleman.be/index.fr)**





## ARTEC 2000

### Coupe de France et coupe d'Europe de robotique

(28/05/2000 - 04/06/2000)

La municipalité de LA FERTE BERNARD organise pour la septième année, le festival international des Arts et Technologies (ARTEC) et accueillera les épreuves de la coupe de France et coupe d'Europe de Robotique les 3 et 4 juin 2000.

Cet événement se positionne comme le premier rassemblement européen d'élèves ingénieurs et mobilise la présence de toutes les écoles et universités en la matière.

Le festival ARTEC s'articule en 2 parties et favorise l'ingéniosité déployée par les élèves, à commencer par les collégiens et lycéens. En effet, une épreuve réservée aux écoles primaires, collèges et lycées, dénommée «Défis et challenges» a pour objectif de sensibiliser les jeunes à la technologie et aux sciences. Les moyens mis en place pour la réalisation de leurs robots correspondent à leurs niveaux scolaires respectifs, encadrés par l'ANSTJ et par un ou plusieurs professeurs.

Une trentaine d'équipes en 1999 a participé à ce concours.

La coupe de France et coupe d'Europe de Robotique, à l'origine pour les écoles d'ingénieurs, n'a cessé de se développer et de séduire les étudiants. Elle s'est ouverte aux universités, IUT et

lycées technologiques (environ 150 écoles en France). 1999 a vu 140 équipes participer, représentant 90% des institutions françaises.

L'objectif : réaliser un robot autonome pouvant participer à des rencontres prenant la forme de duel.

de LA FERTE BERNARD. VM Productions (E=M6, E=M6 junior, passé simple, etc.) et l'ANSTJ, la coupe de France de robotique, font l'objet d'une émission spéciale «E=M6» diffusée le 3ème dimanche de juin à 20 heures.

L'opération rencontrant un immense succès verra, le lendemain,



Électronique, informatique, mécanique sont au programme durant près de 6 mois d'études. Chaque année, un thème est imposé et après «les châteaux forts» retenus en 1999, la version 2000 portera sur «la fête foraine».

Co-organisée par la Ville

se dérouler la coupe d'Europe mettant en œuvre de nombreux pays européens et, cette année, accueillera un invité exceptionnel de choix : le M.I.T. de Boston.

Pour de plus amples renseignements :

Hôtel de Ville de  
LA FERTE BERNARD  
13, rue Vlet

72400 LA FERTE BERNARD

Tél. : 02.43.71.70.00

Fax. : 02.43.71.73.73

E-Mail :

J.greller@caramail.com

E-Mail :

tobi@anstj.mlme.univ-paris8.fr





## Les cinq sens « relayés » sur Internet

**1** Au salon des «Systèmes Embarqués», qui se tenait du 16 au 18 février 2000 à Nuremberg (Allemagne), National Semiconductor présentait un large éventail de solutions conçues autour de sa famille de microcontrôleurs COP8. Le thème central en était «la perception du monde réel à l'aide de solutions analogiques embarquées». Cinq démonstrations basées sur le nouveau produit COP8.COM de National illustraient la vue, l'ouïe, le toucher, le goût et l'odorat. COP8.COM est un outil logiciel évolué fonctionnant avec les microcontrôleurs COP8. Il permet aux équipements ainsi développés d'être facilement connectés sur Internet. Les applications pratiques vont des usages domestiques courants aux systèmes industriels les plus variés.

- L'odorat est illustré par une petite carte contenant un COP8ACC et un détecteur de gaz et de fumée. L'ensemble est relié à un capteur de température, un



- convertisseur A/N de précision et divers circuits analogiques et permet la reconnaissance de gaz, fumées et autres substances.
- Un terminal WepPAD™ de National, équipé d'un écran tactile LCD, démontre le sens du toucher. Le COP8 inclus dans le WebPAD reconnaît tous les mouvements effectués sur l'écran et assure leur exécution.
- Le plus complexe de nos cinq sens, la vue, est illustré avec un appareil photo numérique.

La technologie CMOS

des capteurs d'images de National permet de transformer une image granulaire en un document proche de la qualité photographique, pour de nombreuses applications telles que les caméras vidéo et les appareils photo numériques.

- Pour montrer le goût, National Semiconductor utilise une carte COP8SGx avec afficheur LCD, configurée pour la mesure de pH. Elle enregistre l'acidité et l'alcalinité.

- Enfin, le dernier-né des amplis audio Boomer de National, le LM4872 est associé à un COP8 et un microphone pour fournir le parfait support au sens de l'ouïe.

Étaient également démontrés, lors de cette manifestation, les outils de développement et compilateurs pour COP8.

Pour de plus amples informations :

**National Semiconductor France**

Email : [thierry.lenormand@msc.com](mailto:thierry.lenormand@msc.com)

## Premier oscilloscope professionnel piloté par PC

(2 canaux, numérique, 150 MHz)

**1** Ces oscilloscopes et scopes pour signaux mixtes sont conçus sous la forme de périphériques pour PC. Les fonctions d'acquisition et de traitement du signal sont regroupées dans un module externe qui permet de garantir des niveaux de performance de reproductibilité et de qualité d'un appareil professionnel. Le contrôle et la visualisation sont effectués dans le PC via le logiciel ScopeManager sous Windows 95/98/NT. L'utilisateur bénéficie de fonctionnalités accrues et évolutives par rapport à un oscilloscope traditionnel à

travers la puissance et la flexibilité du monde PC.

Cette approche modulaire et économique permet de bénéficier de l'évolution très rapide des microordinateurs contrairement à une approche qui consiste à intégrer dans un boîtier oscilloscope un standard figé de PC rapidement obsolète.

Ce concept permet, par exemple, de proposer un mode persistance analogique couleur avec histogrammes que l'on ne trouve qu'à des prix très sensiblement supérieurs sur le marché.

Plusieurs modules peuvent être connectés à un seul et même PC constituant aussi un scope à 2, 4 ou plus, canaux synchronisés. Le logiciel permet, en outre, d'acquérir un signal sur une

profondeur mémoire de 4 M vecteurs contenue dans le module scope offrant ainsi une puissance d'analyse extrêmement intéressante.

Pour mieux apprécier tout l'intérêt de ces produits, demandez le CD de démonstration des fonctionnalités du scope en vraie grandeur.

Prix approximatif H.T. : 12 000 F.F.

**CELL S.A.**

12, avenue des Prés 78059

ST-QUENTIN en YVELINES cedex

Tel. : 33.1.39.44.70.39

Fax. : 33.1.39.44.88.08

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

Email : [info@cellinc.com](mailto:info@cellinc.com)

## «EURO-COMPOSANTS» devient «GO TRONIC»

**1** En effet, à dater du 1er avril 2000, la société EURO-COMPOSANTS, bien connue de nos lecteurs, change de nom et portera la nouvelle enseigne de «GO TRONIC». Point d'autres mouvements ne sont à observer : le personnel, l'adresse, les téléphone et fax restent inchangés si ce n'est le site Web qui se transforme également en [www.gotronic.fr](http://www.gotronic.fr)

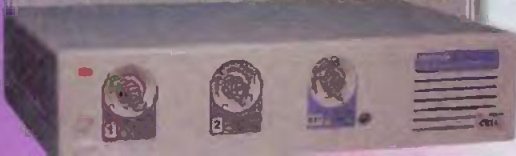
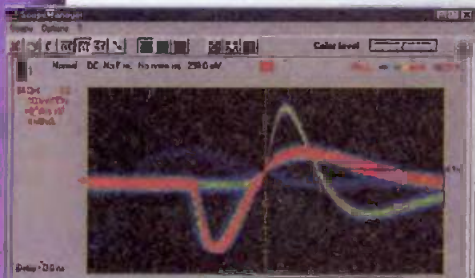
A noter, toutefois, l'annonce du catalogue 2000 qui sortira cette année à la mi-avril sur 315 pages !

Pour de plus amples informations :

**GO TRONIC (anciennement EURO-COMPOSANTS)**

4, Route National - BP 13 - 08110 BLAGNY

Tél. : 03.24.27.93.42 - Fax. : 03.24.27.93.50





La Robotique étant le thème central de ce mois-ci, nous nous devons de l'aborder également dans ce dossier. Nous vous proposons donc de découvrir quelques sites qui diffusent des informations intéressantes pour les électroniciens amateurs ainsi que des sites d'intérêt plus général sur ce qui se passe autour des robots en ce moment.

# internet PR@TIQUE

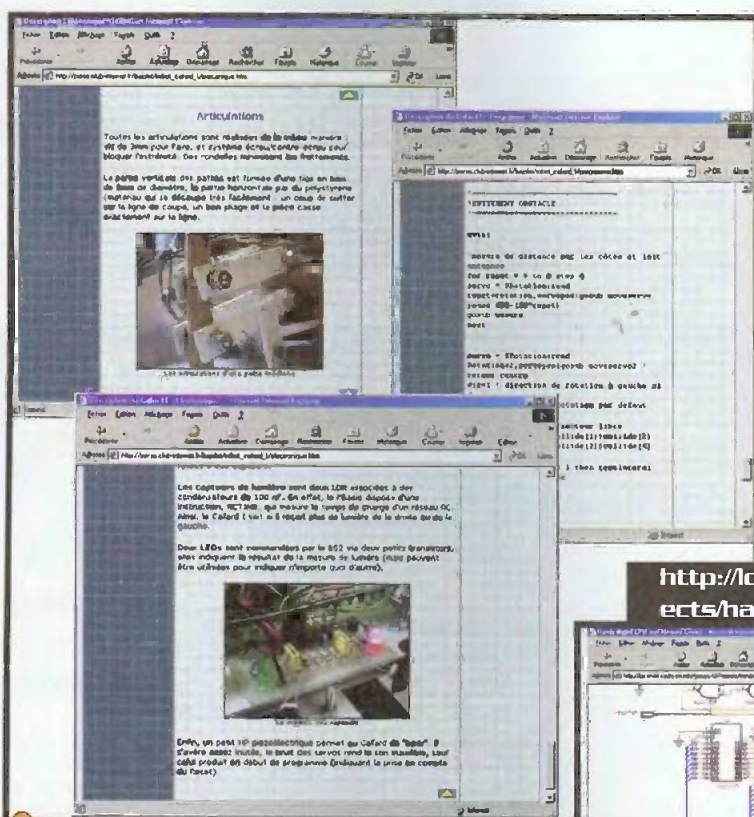
Internet est un lieu privilégié d'échange des idées. La robotique ne fait pas exception à la règle puisqu'il est possible de trouver de

fichiers sources du programme qui anime son appareil, comme le démontre la **photo 1**.

Le site : <http://lcs.www.media.mit.edu/>

[groups/el/Projects/handy-board/index.html](http://lcs.www.media.mit.edu/groups/el/Projects/handy-board/index.html) est également intéressant puisqu'il diffuse la totalité des schémas et des fichiers source d'un appareil capable de piloter des moteurs pas à pas, ce qui est très utile dans le cadre de la robotique (**photo n°2**). L'appareil proposé est articulé autour d'un microcontrôleur 68HC11 bien connu des lecteurs d'Électronique pratique. De nombreux liens sont disposés dans les pages de ce site pour vous renvoyer sur des sites qui fournissent les outils de compilation et de programmation nécessaires à ce projet.

Citons également, le site de INRIA, à l'adresse <http://www.inria.fr/RA95/icare/icare.html> qui propose la description d'un projet robotique nommée ICARE et qui donne quelques explications sur des notions de base auxquelles fait appel la robotique (par exemple, l'acquisition et

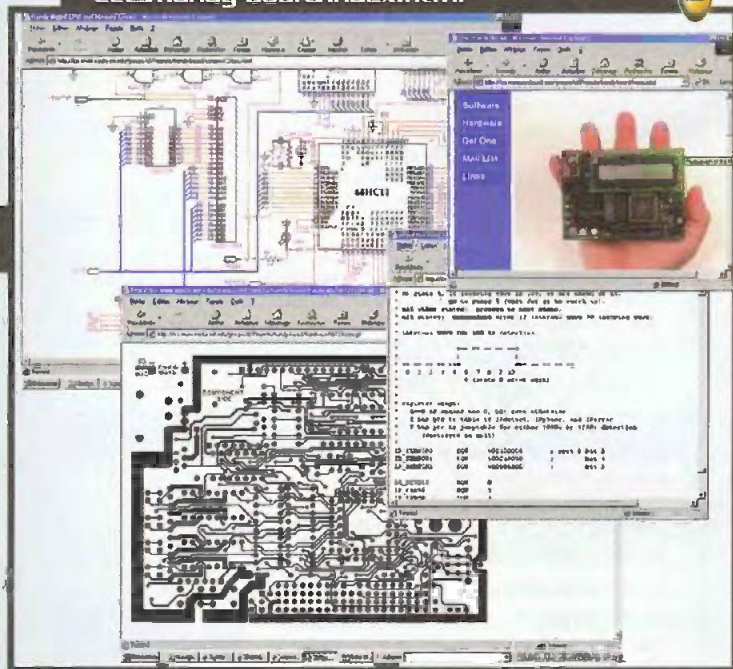


**1** [http://perso.club-internet.fr/bajolet/robot\\_cafard\\_V/](http://perso.club-internet.fr/bajolet/robot_cafard_V/)

nombreux sites sur lesquels les auteurs n'hésitent pas à partager leurs schémas et même les fichiers sources de leurs programmes. Mais il faut bien avouer que la connaissance de la langue de Shakespeare est d'un grand secours, pour « naviguer » efficacement de pages en pages.

Pour commencer, nous vous proposons de découvrir le site [http://perso.club-internet.fr/bajolet/robot\\_cafard\\_V/](http://perso.club-internet.fr/bajolet/robot_cafard_V/) où l'auteur décrit avec de nombreux détails le robot qu'il a réalisé. Il diffuse même les

<http://lcs.www.media.mit.edu/groups/el/Projects/handy-board/index.html>





l'exploitation des données sensorielles issues des capteurs). Bien que beaucoup plus générales, ces quelques pages permettent aux lecteurs de se faire une idée plus précise des points fondamentaux concernés par la recherche sur les robots. Dans un style plus ludique (pour ne pas dire commercial), le site de Sony nous dévoile une petite merveille de «robot chien» que nous ne pouvions pas passer sous silence étant donné son succès. La page d'accueil du site Internet consacré à ce robot porte l'adresse suivante :

<http://www.aibo-europe.com>

Vendu aux alentours de 19 000F l'unité, ce petit robot a tout de même déjà trouvé plusieurs milliers d'acquéreurs dans le monde, preuve (s'il en fallait) du succès de la robotique. La **photo 3** vous fait découvrir quelques pages extraites de ce site. Ce sympathique «toutou» bourré d'électronique de pointe est vraiment capable d'apprendre à obéir aux ordres de son maître, à condition de s'équiper du kit de programmation spécial (ajoutez 4000F au prix du robot!).

Dans le domaine des événements liés à la robotique, le site <http://www.robotik.com>

présente les résultats des concours les plus renommés tels que les concours «Trophée e=m6», la Coupe de France de Robotique ou bien la Coupe d'Europe de

Robotique, le tout avec des photos bien sympathiques (**photo 4**). Voilà de quoi faire naître quelques vocations.

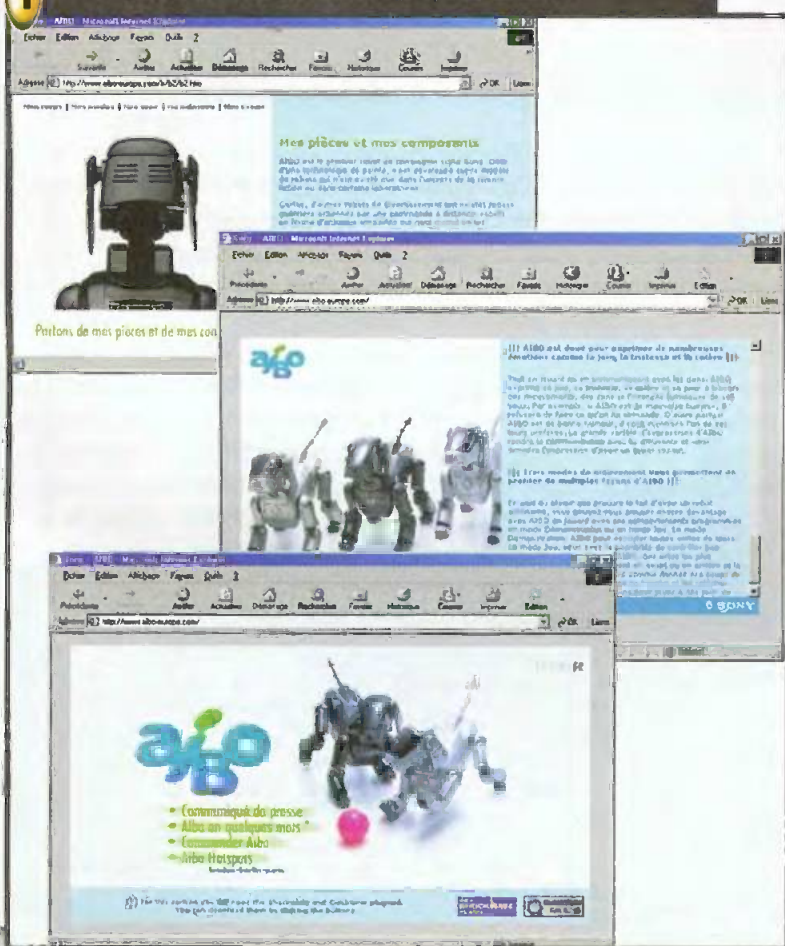
Il nous reste à vous souhaiter une bonne navigation sur les sites proposés et à vous donner rendez-vous le mois prochain pour d'autres découvertes.



<http://www.robotik.com>

3

4 <http://www.aibo-europe.com>



P. MORIN

Liste des liens de ce dossier

- <http://ansti.mime.univ-paris8.fr/~robot/index.html>
- <http://www.aibo-europe.com>
- [http://www.einev.ch/robotique/visite\\_lab/presentation.html](http://www.einev.ch/robotique/visite_lab/presentation.html)
- <http://www.esiee.fr/infoweb/projets/14/char-pw/proj.html>
- <http://www.inna.fr/RA95/icare/icare.html>
- <http://ics.www.media.mit.edu/groups/el/Projects/handy-board/index.html>
- [http://perso.club-internet.fr/bajolet/robot\\_cafard/elelectronique.htm](http://perso.club-internet.fr/bajolet/robot_cafard/elelectronique.htm)
- <http://perso.wanadoo.fr/yves.hellig/page2.htm>
- <http://www.robotic.co.uk>
- <http://www.robotics.com/robomenu>
- <http://www.robotik.com>



# Stroboscope

## A quoi ça sert ?

Comme vous le savez peut-être déjà, un stroboscope permet de décomposer les mouvements d'un objet en l'éclairant à des intervalles réguliers. Selon le rapport entre la vitesse de cet éclairage et la vitesse de mouvement de l'objet, on peut obtenir divers effets, de l'arrêt complet à une faible vitesse de mouvement dans un sens ou dans l'autre. Ce phénomène, très utilisé dans divers domaines scientifiques et mécaniques, pour régler l'avance à l'allumage d'un moteur par exemple ou bien encore la vitesse de rotation des "vieilles" platines tourne-disques, reçoit aussi une utilisation moins "sérieuse" dans le domaine du spectacle.

Ici, les éclairs violents et rythmés produits par l'appareil servent à rendre plus ou moins saccadé le mouvement des danseurs. Mais attention, toutes les études médicales le confirment, il ne faut pas abuser de cet effet car l'observation prolongée d'un tel phénomène provoque des troubles neurologiques dont certains peuvent devenir irréversibles.

Cette mise en garde étant faite, nous vous proposons de réaliser un tel stroboscope, dit de spectacle, dont la modeste puissance ne pourra certes pas éclairer la scène du Zénith mais qui agrémentera vos soirées entre amis et complétera les jeux de lumière que vous possédez peut-être déjà.

## Comment ça marche ?

Un stroboscope de ce type est fort

simple et fait appel à un tube à éclat, visible sur la droite de la **figure 1**.

Un tel tube dispose de trois électrodes. Entre les électrodes extrêmes, on applique une tension continue élevée qui est ici de l'ordre de 300V. Elle provient du redressement de secteur et de son filtrage par  $C_1$ . Tant qu'aucun signal n'est appliqué à la troisième électrode, appelée électrode de déclenchement et connectée au point C sur la figure 1, rien ne se passe ; le tube se comporte comme un isolant.

La tension continue présente aux bornes de  $C_1$  charge le condensateur  $C_2$  au travers de  $R_2$  et  $P_1$ , à une vitesse variable selon la position de  $P_1$  donc. Lorsque la tension aux bornes de  $C_2$  atteint la tension de déclenchement du diac  $D_5$ , c'est à dire environ 32V,  $C_2$  se décharge au travers du diac et de l'espace gâchette/anode 1 du triac  $TR_1$  qui est alors amorcé. Ce dernier décharge alors violemment  $C_3$  dans le primaire du transformateur  $T_1$ .

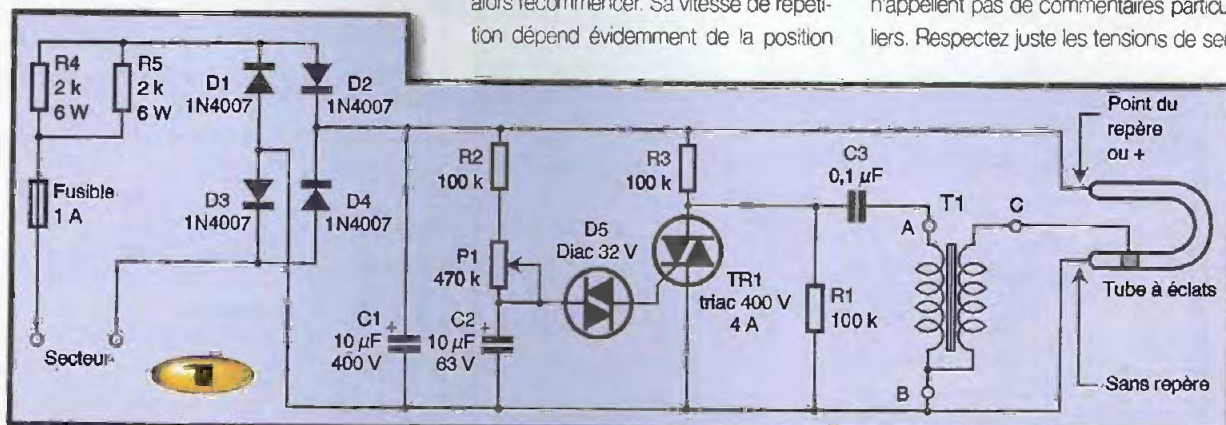
Ce transformateur étant fortement élévateur, il produit sur son secondaire, c'est à dire au point C, une impulsion de très haute tension (plusieurs kV) qui amorce le tube. Ce dernier devient alors violemment conducteur et produit un éclair intense pendant que  $C_1$  se décharge entre ses électrodes. La tension aux bornes de  $C_1$  devenant proche de zéro, le tube se désamorce et tout le processus peut alors recommencer. Sa vitesse de répétition dépend évidemment de la position

du potentiomètre  $P_1$  qui fixe la vitesse de charge de  $C_2$ . Elle est également limitée par le tube lui-même qui ne peut dépasser une certaine vitesse, qui est ici de 6000 éclairs par minute soit plus qu'il nous en faut !

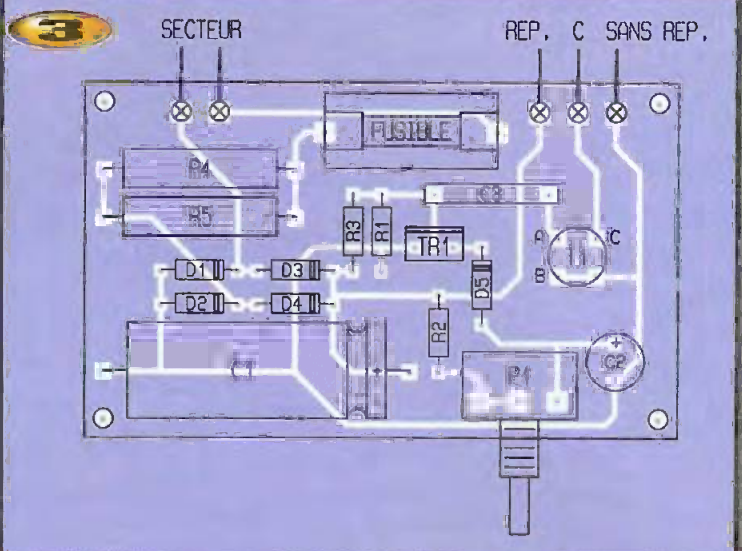
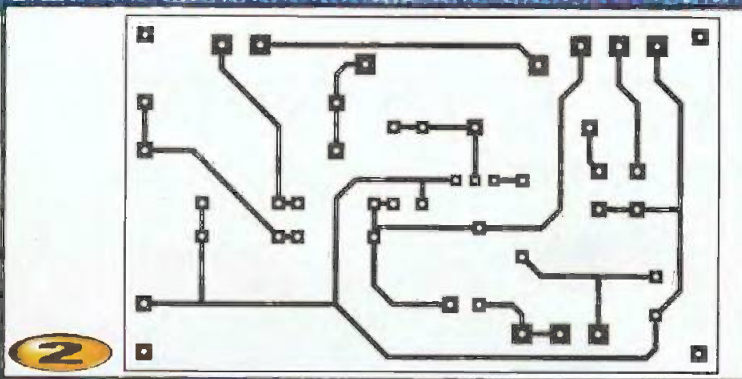
## La réalisation

Compte tenu de la vocation de notre montage, nous avons utilisé un "petit" tube en U de 4 joules environ. Le nôtre est un S106A distribué par VELLEMAN, mais tout modèle de puissance équivalente doit convenir. En cas de doute, consultez le tableau ci-après qui donne les caractéristiques essentielles à respecter.

Ce tube doit être acheté avec son transformateur de déclenchement  $T_1$  pour lequel nous ne donnons donc pas de référence. Toujours chez VELLEMAN par exemple, le transfo est vendu sous blister en même temps que le tube. Il porte alors la référence TC 6 et délivre une tension d'amorçage pouvant atteindre 6000V. Les autres composants sont classiques et n'appellent pas de commentaires particuliers. Respectez juste les tensions de ser-







Paramètre	Valeur
Tension de service	De l'ordre de 300V continu
Énergie	De 2 à 5 joules
Vitesse des éclairs	Dé 4000 à 8000 par minute
Durée de vie	La plus longue possible, En général de l'ordre de 10 <sup>6</sup> éclairs

### Caractéristiques principales du tube à éclats

vice indiquées par mesure de sécurité. Tous les composants prennent place sur le circuit imprimé que nous avons dessiné. Le tube peut même y être soudé directement pour peu que vous preniez la précaution de couder légèrement ses pattes extrêmes. Faites-le délicatement, en tenant le fil à sa sortie du verre avec une pince afin de ne pas fêler ce dernier et faire fuir le xénon qu'il contient, ce qui rendrait le tube aussi efficace qu'un culot de bouteille ! Attention également au brochage du tube. Si aucun doute n'est permis pour l'électrode de déclenchement qui est fixée à même le tube en verre et à l'extérieur de celui-ci, les autres électrodes ne sont pas interchangeables et c'est celle repérée par un point (rouge en principe) ou une marque sur le verre qui doit être reliée au positif de C<sub>1</sub>. Le brochage du transformateur doit vous être indiqué lors de l'achat de

celui-ci. En cas de doute, identifiez primaire et secondaire avec un ohmmètre. Le primaire a une très faible résistance, généralement de l'ordre ou inférieure à 1 Ω, alors que le secondaire dépasse plusieurs dizaines d'ohms. Si primaire et secondaire ont un point commun interne, c'est à dire si votre transfo ne dispose que de trois picots de connexion, ce point commun se reconnaît au fait que deux fils sont soudés sur le picot correspondant. Le montage étant directement relié au secteur et mettant en jeu des tensions dont le contact peut être mortel, puisque l'on dispose de 300V avec un fort débit aux bornes du tube et de C<sub>1</sub>, il est impératif de le placer dans un coffret en plastique réalisé de telle façon qu'il soit impossible de ne toucher aucun composant lorsque le montage fonctionne. Pour cette même raison, le potentiomètre P<sub>1</sub> aura impérativement



un axe en plastique comme indiqué dans la nomenclature des composants. Ces précautions étant prises, le montage fonctionne dès la mise sous tension et délivre ses éclairs à une vitesse déterminée par P<sub>1</sub>. Nous avons été particulièrement précautionneux quant à la santé du tube et, alors que c'est un modèle 4 joules, nous le faisons fonctionner à environ 0,5 joule. Si vous désirez plus de lumière, vous pouvez augmenter cette puissance en portant C<sub>1</sub> à 47 μF 400V. Vous disposerez alors d'une énergie de 2 joules environ, ce qui laisse tout de même une bonne marge de sécurité.

C. TAVERNIER

## Nomenclature

- D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> : 1N4007
- D<sub>5</sub> : diac 32V
- TR<sub>1</sub> : triac 400V/4A ou plus (BTA 04 - 400 par exemple)
- R<sub>1</sub> à R<sub>3</sub> : 100 kΩ 1/2W 5% (marron, noir, jaune)
- R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> : 2 kΩ (ou 2,2 kΩ) 6W bobinées, vitrifiées
- C<sub>1</sub> : 10 μF/400V chimique axial
- C<sub>2</sub> : 10 μF/63V chimique radial
- C<sub>3</sub> : 0,1 μF/400V mylar
- P<sub>1</sub> : potentiomètre rotatif linéaire à axe en plastique à implanter sur C1 de 470 kΩ
- Tube à éclats en U de 4 joules environ
- T<sub>1</sub> : transformateur d'amorçage pour tube à éclats
- Porte fusible pour circuit imprimé
- Fusible de 1A rapide



# Voltmètre bipolaire

## voltmètre



## bipolaire

### ▲ A quoi ça sert ?

Si la plupart des voltmètres sont capables d'afficher des tensions positives ou négatives, la célèbre paire 3162/3161, lancée il y a pas mal de temps par RCA, est capable d'afficher les tensions positives de 999mV, par contre, pour les tensions négatives, il présente une limitation à -99mV. Le montage que nous proposons ici permet de surmonter ce problème grâce à un additif au schéma d'application classique.

### Comment ça marche ?

Le 3162 est un circuit de voltmètre numérique qui délivre une indication sur trois chiffres multiplexés. RCA a conçu pour lui un circuit de décodage et de puissance pour attaquer des afficheurs à diodes électroluminescentes.

Les trois afficheurs,  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$ , sont des modèles 7 segments à anode commune. Leur anode est reliée au collecteur des trois transistors  $T_1$  à  $T_3$  qui sont commandés par la sortie de multiplexage de  $Cl_1$ .

Le multiplexage consiste à commander successivement les trois afficheurs. Par exemple, pour afficher 123,  $Cl_1$  envoie un ordre de conduction sur  $T_2$  et, en même temps, commande les segments correspondant au 1. Ensuite, on fait

conduire  $T_3$  en envoyant les signaux pour les segments du chiffre 2 et, lorsque  $T_1$  conduit via la proche 5 de  $Cl_1$ ,  $Cl_2$  envoie les commandes du 3. Comme cette transition d'un chiffre à l'autre est rapide, l'œil ne perçoit qu'un nombre à trois chiffres.

On peut ainsi alimenter les 21 segments des trois afficheurs avec seulement 11 conducteurs.

Comme ce voltmètre se veut relativement universel, on a prévu l'allumage du point décimal de l'un des trois chiffres.

Le circuit intégré de conversion analogique/numérique ne demande que peu d'éléments périphériques, il dispose de deux entrées dont une de référence, sur la broche 10. Cette référence est d'un intérêt limité. En effet, la plage de mode commun de cette entrée est très limitée et ne permet pas d'utiliser comme référence une tension égale à la moitié de la tension d'alimentation des circuits.

La tension à mesurer entre sur la borne 11, cette tension sera exclusivement positive et aura une amplitude maximale de 999mV. La plage de tension d'entrée est de 1,2V à -0,2V. Il aurait été intéressant de permettre une mesure différentielle de part et d'autre d'une tension de 2,5V, ce qui aurait permis une alimentation à partir d'une simple tension de 5V. Nous serons donc obligés de prévoir une tension symétrique de plus et moins 5V.

Le circuit du voltmètre est précédé par un redresseur à double alternance constitué autour des circuits  $Cl_4$  et  $b_1$ . Ce circuit délivre une tension positive à l'entrée de mesure du CA3162 quelle que soit la polarité de la tension appliquée sur l'entrée. Le voltmètre indiquera donc la valeur absolue de la tension. Un étalonnage peut être effectué en agissant sur le potentiomètre  $P_2$ , tandis que le zéro peut être réalisé par  $P_1$ .

Comme on a besoin d'une indication de polarité, nous avons ajouté un autre circuit construit autour de  $Cl_5$ . Il s'agit simplement d'un circuit de commande de diodes, on pourra allumer une diode d'une couleur pour les tensions positives et d'une autre pour les négatives. Autour du zéro, il peut exister une incertitude sur la polarité. Pour améliorer ce point, il faudrait prévoir un réglage du zéro du détecteur de polarité, ce qui aurait compliqué le montage. En utilisant un circuit à faible décalage, on obtiendra une bonne estimation de la polarité. L'injection d'une tension alternative entraîne l'allumage des deux diodes.

### Réalisation

Nous utilisons ici un circuit imprimé allongé et recevant tous les composants. Cette disposition n'est pas la plus pratique aussi avons-nous prévu un découpage du circuit imprimé en deux



avec installation de straps assez long pour permettre un décalage du circuit de

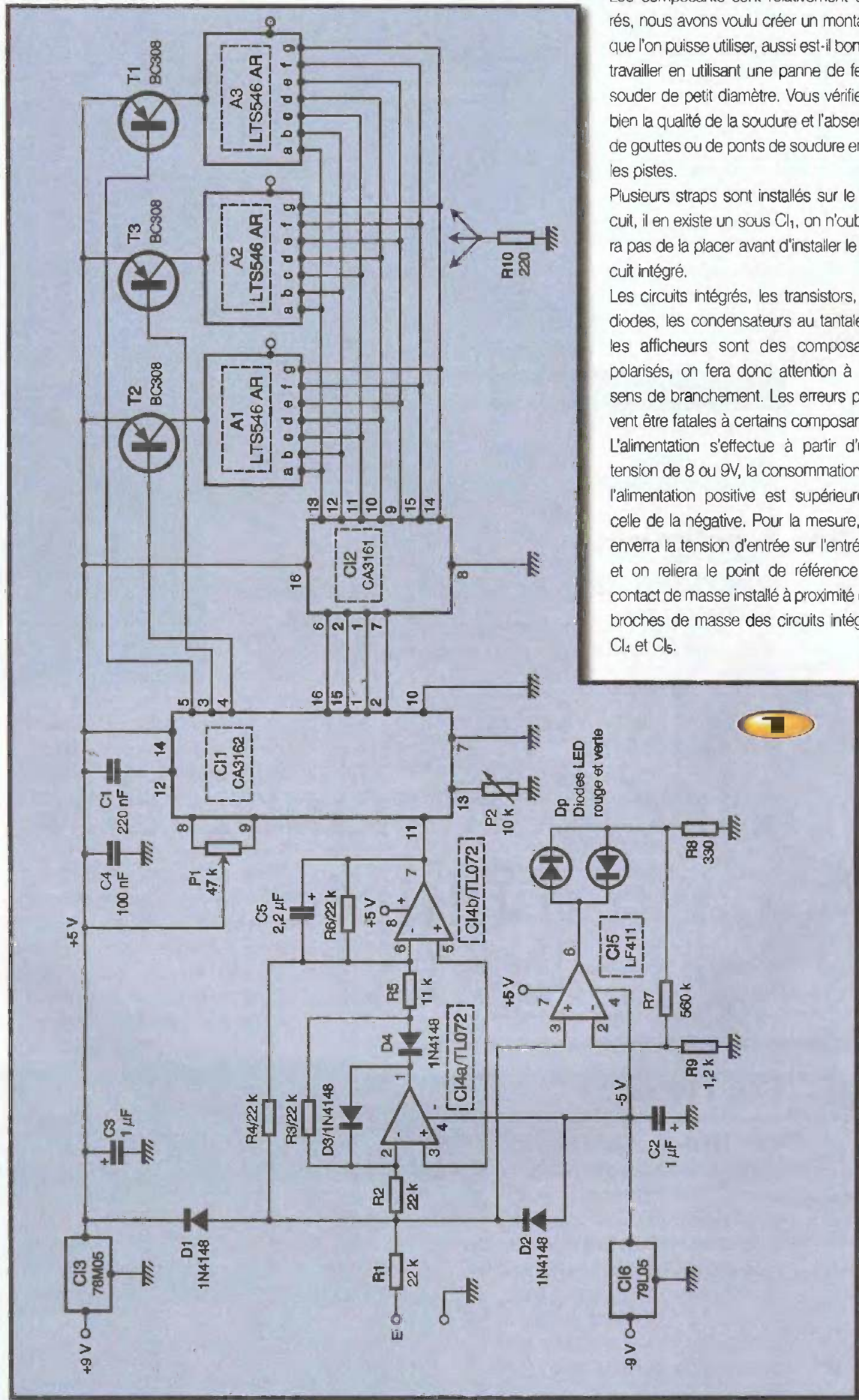
mesure derrière celui d'affichage. Les diodes d'indication de polarité seront ins-

taillées en façade sur la gauche du premier afficheur.

Les composants sont relativement serrés, nous avons voulu créer un montage que l'on puisse utiliser, aussi est-il bon de travailler en utilisant une panne de fer à souder de petit diamètre. Vous vérifierez bien la qualité de la soudure et l'absence de gouttes ou de ponts de soudure entre les pistes.

Plusieurs straps sont installés sur le circuit, il en existe un sous C1, on n'oubliera pas de la placer avant d'installer le circuit intégré.

Les circuits intégrés, les transistors, les diodes, les condensateurs au tantale et les afficheurs sont des composants polarisés, on fera donc attention à leur sens de branchement. Les erreurs peuvent être fatales à certains composants. L'alimentation s'effectue à partir d'une tension de 8 ou 9V, la consommation de l'alimentation positive est supérieure à celle de la négative. Pour la mesure, on enverra la tension d'entrée sur l'entrée E et on reliera le point de référence au contact de masse installé à proximité des broches de masse des circuits intégrés C1<sub>4</sub> et C1<sub>5</sub>.

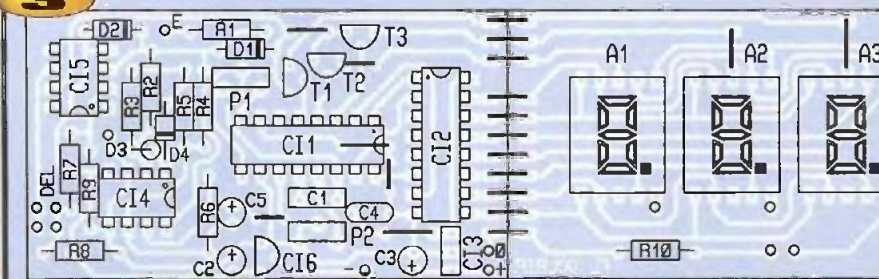
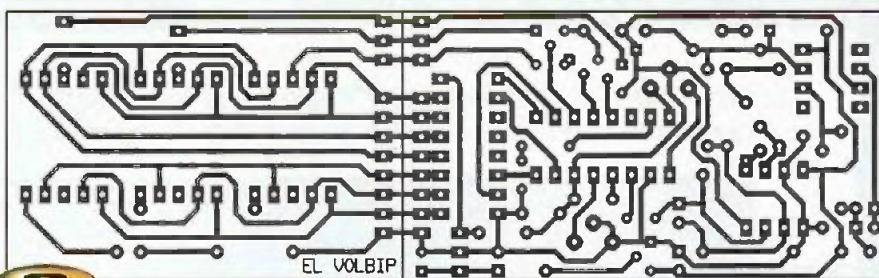




Le potentiomètre P<sub>1</sub> sera ajusté pour obtenir une indication nulle lorsque l'entrée est mise à la masse. P<sub>2</sub> sera ajusté en envoyant une tension connue sur l'entrée E.

**E. Lémercy**

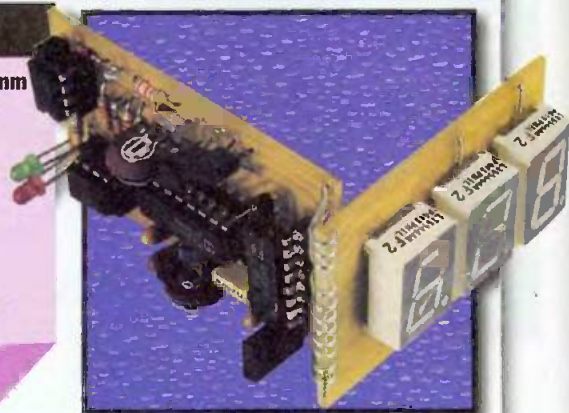
PS : Vous pourrez constater sur les photos quelques petites différences entre le prototype et l'implantation, cette dernière est postérieure à la prise de vue...



### Nomenclature

R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub>, R<sub>6</sub> : 22 kΩ 1/4W 1%  
(rouge, rouge, orange)  
R<sub>5</sub> : 11 kΩ 1/4W 5%  
(marron, marron, orange)  
R<sub>7</sub> : 580 kΩ 1/4W 5%  
(vert, bleu, jaune)  
R<sub>8</sub> : 330 Ω 1/4W 5%  
(orange, orange, marron)  
R<sub>9</sub> : 1,2 kΩ (marron, rouge, rouge)  
R<sub>10</sub> : 220 nF (rouge, rouge, marron)  
C<sub>1</sub> : 220 nF MKT 5mm  
C<sub>2</sub> : 1 μF MKT 5mm  
C<sub>3</sub> : 1 μF/10V tantale goutte

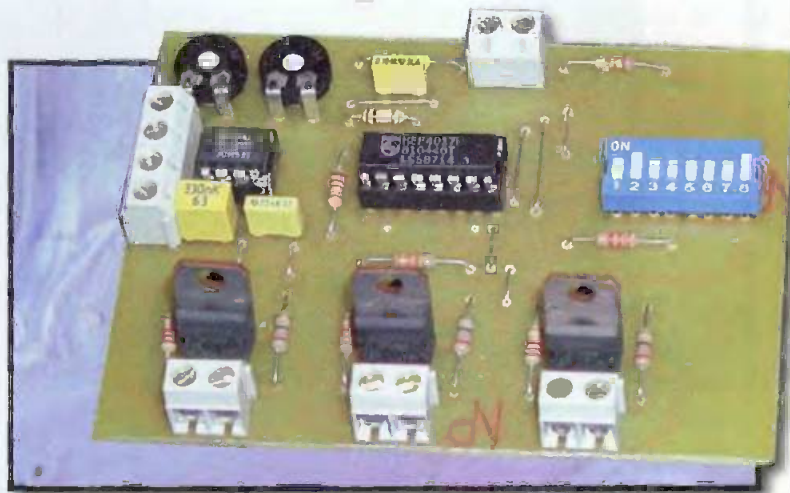
C<sub>4</sub> : 100 nF céramique ou MKT 5mm  
C<sub>5</sub> : 2,2 μF/10 V chimique radial  
T<sub>1</sub> à T<sub>3</sub> : transistors PNP BC308  
CI<sub>1</sub> : CA3162 Harris  
CI<sub>2</sub> : CA3161 Harris  
CI<sub>3</sub> : 78M05  
CI<sub>4</sub> : TL072, LF353  
CI<sub>5</sub> : LF411  
CI<sub>6</sub> : 78L05  
D<sub>1</sub> à D<sub>4</sub> : diodes silicium 1N4148  
Op : diodes LED rouge et verte  
A<sub>1</sub> à A<sub>3</sub> : afficheurs  
à anode commune LTS546 AR



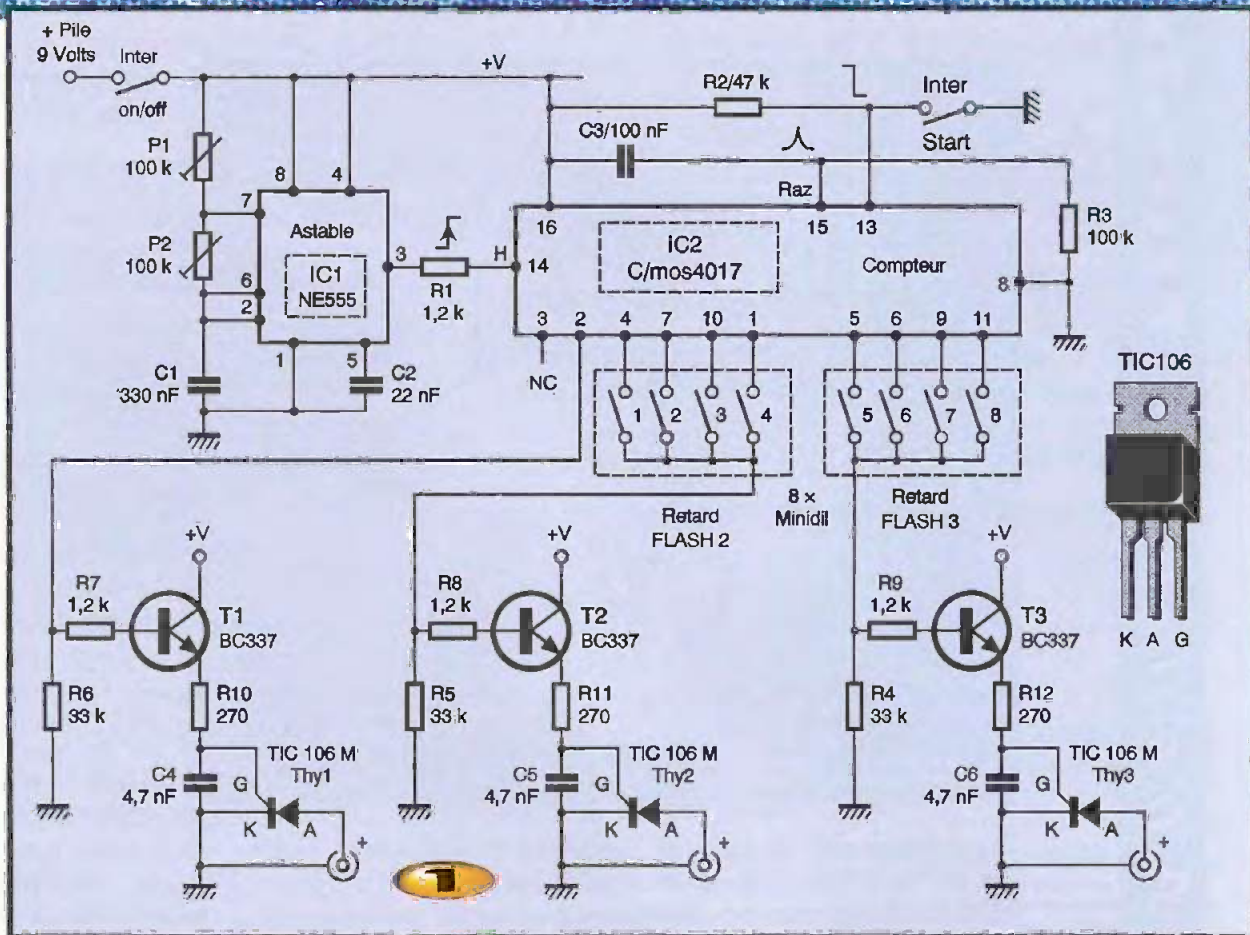
# Une commande de flash multiple

## A quoi ça sert ?

A l'aide de ce montage très simple, il est possible de fixer facilement sur la pellicule des images très brèves d'un sujet animé de mouvements périodiques, un peu à la manière dont la lampe stroboscopique permet de figer les attitudes instantanées d'un geste rapide. Bien entendu, il sera indispensable de procéder à obturateur ouvert dans le noir et de disposer de plusieurs flashes distincts.

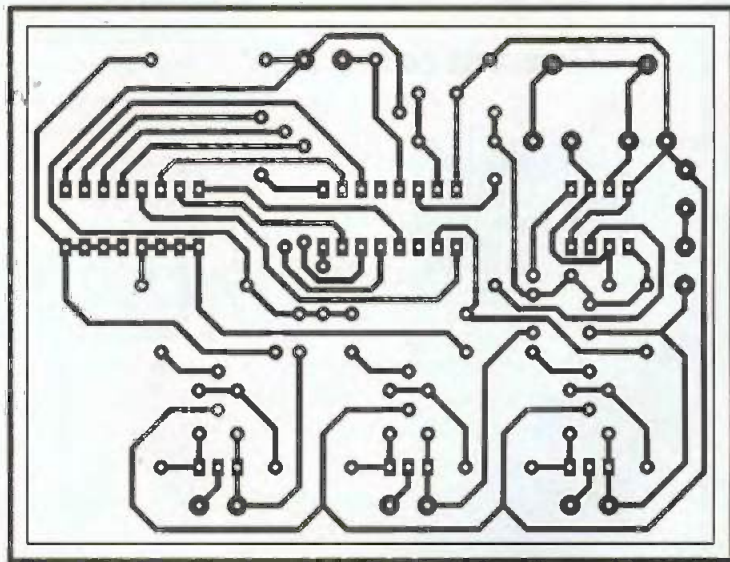






Notre maquette permet la commande de 3 unités de flash avec, pour avantage principal, de pouvoir régler dans une certaine mesure l'intervalle entre les éclairs successifs.

Un flash unique ne permettra pas d'obtenir le même résultat en raison, notamment, des délais trop courts et du temps de recharge nécessaire d'un condensateur entre deux éclairs successifs. Mais on pourra également utiliser cette maquette pour signaler, par exemple par trois lueurs très brèves, un obstacle ou un endroit quelconque à la condition de prévoir une alimentation permanente et d'ajuster convenablement le délai entre les



<input checked="" type="checkbox"/> ACCESSOIRES DJ	<input checked="" type="checkbox"/> CONNECTEURS	<input checked="" type="checkbox"/> JEUX LUMIERES	<input checked="" type="checkbox"/> OUTILLAGE
<input checked="" type="checkbox"/> ALIMENTATIONS	<input checked="" type="checkbox"/> COMPOSANTS	<input checked="" type="checkbox"/> LAMPES-TUBES	<input checked="" type="checkbox"/> PILES-ACCUS
<input checked="" type="checkbox"/> AMPLIFICATEURS	<input checked="" type="checkbox"/> ENCEINTES	<input checked="" type="checkbox"/> MIXAGES	<input checked="" type="checkbox"/> PLATINES CD
<input checked="" type="checkbox"/> CABLE-CORDONS	<input checked="" type="checkbox"/> HAUT-PARLEURS	<input checked="" type="checkbox"/> MULTIMETRES	<input checked="" type="checkbox"/> etc ...



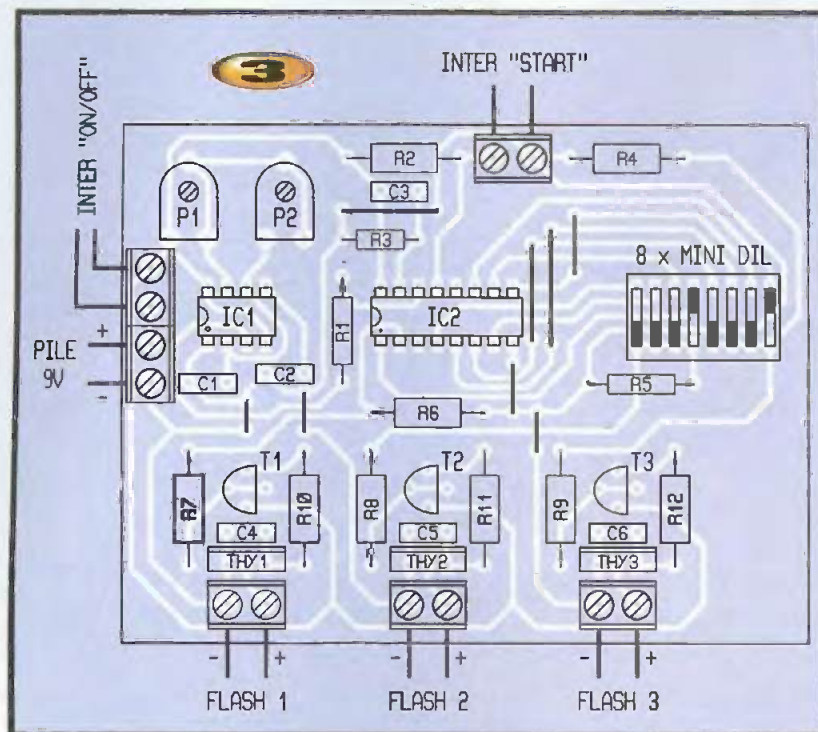
**E44**  
ELECTRONIQUE  
[www.e44.com](http://www.e44.com)

Plus de 800 pages WEB  
Plus de 80Mo de données  
Documents fabricants  
Catalogue E44 intégral  
classé par catégories  
Les sélections de E44



Des promos chaque semaine  
Les liens vers les marques  
Des conseils pratiques  
Le téléchargement tarif  
Des fiches "contact"  
... à visiter absolument !





## Réalisation pratique

Nous proposons le tracé des pistes de cuivre à la **figure 2**. Des blocs de bornes à vis permettent de relier aisément les divers éléments extérieurs. Attention, les connexions vers les divers thyristors sont polarisées pour un bon fonctionnement.

Le cycle ne débute, après la mise sous tension, qu'après avoir fermé l'inter START.

On pourra obtenir des délais variables en jouant sur les réglages de P1 et P2, sur la valeur de C1 et en remplaçant le bloc d'inters mini-DILS par des picots tulipe à souder, de manière à pouvoir disposer deux straps à des endroits quelconques.

Un nombre plus important de flashes est facilement réalisable sur le même principe pour obtenir des résultats spectaculaires avec des délais très courts entre éclairs consécutifs.

divers déclenchements des flashes utilisés, pour permettre une recharge suffisante. Songez à certains virages dangereux signalés de cette façon la nuit ou à des travaux sur la route.

### Comment ça marche ?

Le schéma de cet ensemble est proposé à la **figure 1** et comporte plusieurs sections distinctes.

Pour déclencher un flash quelconque, il suffit souvent de réunir brièvement par un fil les deux broches de son support ou d'actionner un poussoir intégré lorsque la charge est signalée par l'allumage d'un voyant de contrôle. Nous utiliserons, pour ce faire, un interrupteur électronique totalement statique et ultra-rapide à savoir, le thyristor : anode et cathode seront réunies lorsque la gâchette est sollicitée même brièvement. Elle le sera d'ailleurs par l'intermédiaire d'un simple transistor NPN T1 sur le schéma pour le thyristor THY1, un modèle TIC106M de faible puissance. Il ne reste plus qu'à commander séquentiellement la base de ce transistor à travers la résistance R7.

Il nous faudra disposer à présent de trois impulsions décalées dans le temps, dont la première est générée rapidement après l'ordre START obtenu par la fermeture d'un contact «début de cycle». Nul ne sera étonné de trouver une fois de plus le fameux compteur décimal

CMOS 4017, notre circuit IC2. Sa première sortie (broche 3) ne sera pas utilisée ici car à la mise sous tension initiale, le condensateur C3 génère un bref pic positif initialisant le circuit IC2 par sa broche de RAZ 15.

Pour faire avancer le compteur régulièrement, nous ferons encore appel aux services de l'oscillateur astable IC1, construit autour du petit circuit NE555 bien connu.

Les composants P1, P2 et C1 permettent de choisir et de modifier la période de base, disponible sur la broche 3 de IC1. Les divers fronts positifs seront appliqués à travers R1 sur la broche d'horloge 14 du circuit compteur IC2, qui ne consentira à évoluer que lorsque son entrée de validation CE (broche 13) sera mise à la masse pour signifier le départ d'un cycle.

Ensuite, les diverses sorties de IC2 seront validées successivement à l'état haut, une à la fois au gré des fronts positifs qui se présentent sur l'entrée horloge 14. La première sortie (broche 2) commande instantanément le thyristor 1. Le second thyristor THY2 sera commandé après 1, 2, 3 ou 4 impulsions selon la position de l'un des inters de codage du bloc mini-DIL (de 1 à 4). Le dernier thyristor sera, lui, commandé par la prochaine impulsion retenue grâce au codage des mini-DILS (de 5 à 8).

G. ISABEL

## Nomenclature

**IC1** : oscillateur astable NE555 boîtier DIL8

**IC2** : compteur décimal C/MOS 4017

**T1 à T3** : transistors NPN BC337

**Thy1 à Thy3** : thyristors basse puissance TIC106M

**R1, R7 à R9** : 1,2 kΩ 1/4W

**R2** : 47 kΩ 1/4W

**R3** : 100 kΩ 1/4W

**R4 à R6** : 33 kΩ 1/4W

**R10 à R12** : 270 Ω 1/4W

**P1, P2** : ajustables horizontaux 100 kΩ, pas de 2,54mm

**C1** : 330 nF/63V plastique

**C2** : 22 nF/63V plastique

**C3** : 100 nF/63V plastique

**C4 à C6** : 2,2 à 4,7 nF/63V plastique  
8 blocs de 2 bornes vissé-soudé, pas de 5mm

1 support à souder 8 broches

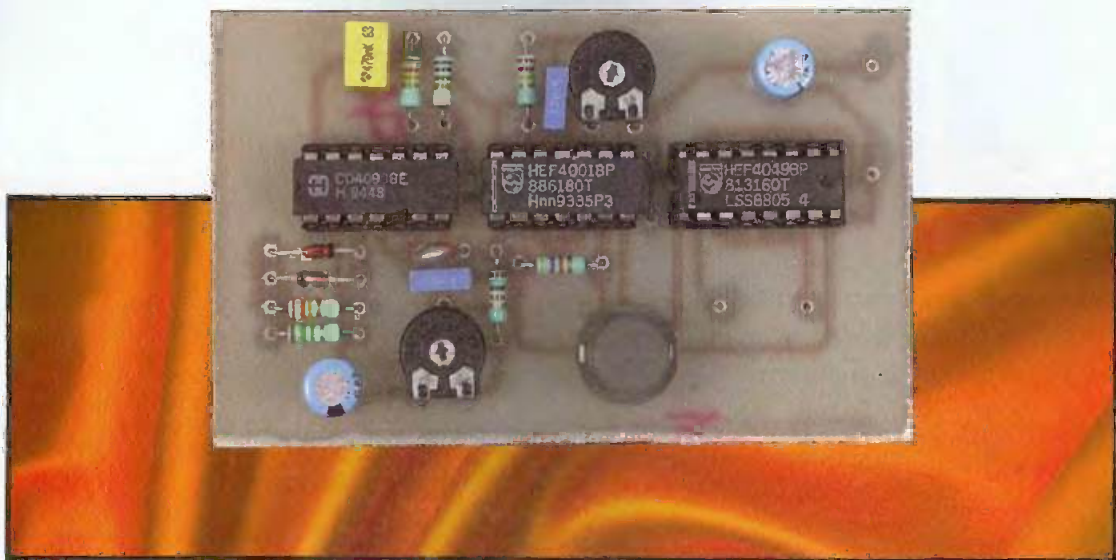
1 support à souder 16 broches

1 bloc de 8 inters mini-DILS



# Détecteur

# d'incendie



Possédant une cheminée à foyer ouvert utilisée quotidiennement en période froide, nous avons pensé qu'il était préférable de protéger notre habitation en installant un détecteur d'incendie fonctionnant 24 heures sur 24. C'est ce montage dont le coût est très modeste que nous vous proposons de réaliser afin que vous aussi, vous puissiez être prévenu au plus vite si par malheur un incendie se déclarait dans votre habitation.

## Détection d'incendie

Précisons, en premier lieu, que ce montage ne s'adresse pas seulement à ceux qui possèdent une cheminée chez eux. Un incendie peut se déclarer n'importe où, à proximité d'une source de chaleur de n'importe quel type ou à la suite d'un court-circuit sur une installation électrique.

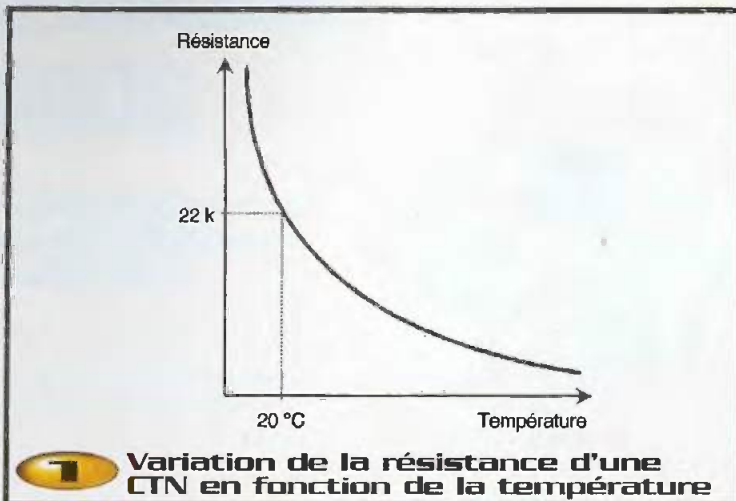
En conséquence, ce montage intéresse tout le monde et peut même être réalisé à plusieurs exemplaires pour surveiller chaque pièce d'une habitation compte tenu du fait que son prix n'excède pas quelques dizaines de francs.

Le principe retenu pour détecter un incendie repose sur la mesure de la

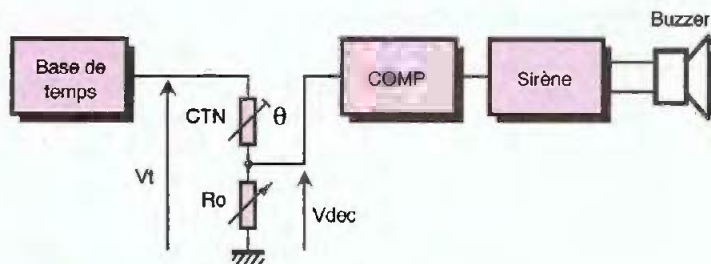
température de la pièce où se trouve le détecteur. Lorsque le seuil (fixé au voisinage de 35 à 40°C) est atteint, l'alarme est déclenchée. En cas d'incendie dans un local ce seuil de température (que l'on peut réduire) est très vite atteint, avant même que vous ayez eu le temps de vous réveiller si vous dormiez dans une pièce voisine, d'où l'intérêt de l'alarme. On peut objecter que ce principe ne permet pas de détecter la présence de fumées, sauf si celles-ci font monter la température de la pièce dans laquelle est situé le détecteur. Un détecteur de fumée a déjà

été proposé dans la revue. Ces deux détecteurs peuvent se compléter. On notera cependant que la complexité d'un détecteur de fumée est plus importante que celle de notre montage que l'on peut par ailleurs alimenter par de simples piles (le fonctionnement sur pile est garanti pendant plus d'un an en utilisation permanente) ce qui nous fait préférer cette solution.

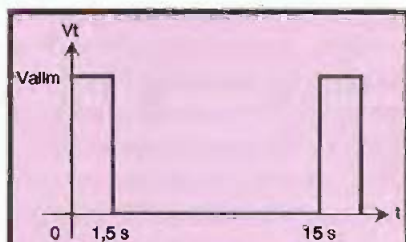
La détection de température est confiée à une thermistance (élément résistif dont la valeur dépend de la température). Le modèle retenu est une CTN (Résistance à coefficient de







## 2 Synoptique du détecteur



**3**  
**Pour diminuer la consommation, l'alimentation de la CTN n'est pas permanente**

température négatif) dont la valeur nominale à 20°C est 22 kΩ. Lorsque la température de ce composant augmente, sa résistance diminue suivant une loi exponentielle (**figure 1**).

## Synoptique et fonctionnement

La **figure 2** montre la structure du détecteur d'incendie. Le premier bloc fonctionnel est une base de temps qui alimente de

façon cyclique l'association en série de la CTN et d'une résistance ajustable Ro. Le réglage de Ro est tel qu'à température normale, la tension Vdec présente aux bornes de cette même résistance soit inférieure au seuil de déclenchement du comparateur qui lui fait suite ( $V_{dec} = V_{lim} \cdot R_2 / (R_2 + R_{ctn})$ ). Si la température s'élève, la résistance de la CTN diminue, ce qui entraîne l'augmentation de Vdec. Dès que le seuil du comparateur est atteint, sa sortie passe à l'état haut ce qui a pour effet de mettre en route la sirène qui doit avertir l'utilisateur.

En dehors des périodes d'alarme, la quasi-totalité des composants actifs (de type CMOS) est au repos. Compte tenu de la technologie utilisée, la consommation globale de ceux-ci est presque nulle. En alimentant le détecteur de température proprement dit par une base de temps au lieu de l'alimenter en permanence, on réduit la consommation globale du montage, ce qui prolonge la durée de vie des piles et permet d'atteindre une durée de fonctionnement d'environ 600 jours avec des piles de capacité 1Ah.

La CTN n'est en effet alimentée que lorsque

Vt est à l'état haut soit pendant environ 10% du temps total de surveillance (**figure 3**). Étant donné que les éléments CTN et Ro consomment près de 90% de l'énergie nécessaire au montage, cette réduction de leur temps de travail est capitale pour obtenir une consommation globale très faible. Il faut toutefois s'assurer que la surveillance reste suffisante. En prenant une période de 15 secondes et une durée d'activité du détecteur de 1 à 2 secondes, on peut considérer que la surveillance est presque permanente et que ce mode de fonctionnement n'altère pas les qualités du détecteur.

## Schéma structurel (figure 4)

La base de temps du montage s'appuie sur la porte NAND U<sub>1A</sub> (CMOS de type 4093) dont l'entrée "1" est portée au niveau haut en permanence afin d'autoriser son fonctionnement. Les diodes D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub> mettent respectivement R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> en service pour que la durée de décharge du condensateur C<sub>1</sub> soit plus courte que celle de sa charge. La porte U<sub>1b</sub> joue ici un rôle de tampon inverseur à la sortie duquel la durée du niveau haut ne représente qu'environ 10% de la période globale. Sa sortie alimente la CTN et la résistance Ro qui est en fait l'association série de R<sub>4</sub> et de RV<sub>1</sub> grâce à laquelle on peut modifier la température de déclenchement de l'alarme.

La fonction comparateur est remplie par la bascule de type RS constituée par l'association des 2 portes NOR U<sub>2a</sub> et U<sub>2b</sub>. Pour ces portes logiques de type CMOS, le seuil de basculement est approximativement égal à la moitié de la tension d'alimentation. Le réglage de RV<sub>1</sub> doit donc être tel qu'à température ambiante normale, la tension Vdec soit inférieure à ce seuil. Quand la température ambiante dépasse le seuil prédéfini par le réglage de RV<sub>1</sub>, Vdec augmente et dépasse le seuil de basculement ( $V_{lim}/2$ ). La sortie Q de la bascule RS (pin 4 de U<sub>2a</sub>) passe à l'état haut, autorisant l'entrée en oscillation de l'astable bâti autour de U<sub>1c</sub> et U<sub>1d</sub>. Le poussoir P relié à l'entrée RESET remet la bascule au repos (sortie Q=0) soit après l'insertion des piles soit après une alarme.

La période de ce premier astable, qui dépend principalement des composants R<sub>5</sub> et C<sub>3</sub>, est de l'ordre de 0,3 à 0,4 s. Quand sa sortie (Pin 10 de U<sub>1d</sub>) est à 0V



gros plan sur la CTN 22kΩ







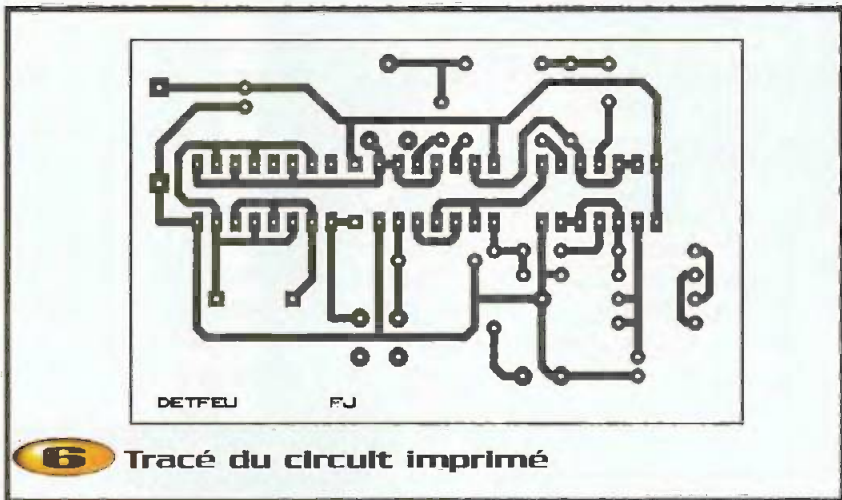
nence, aucun interrupteur n'est prévu pour celui-ci. Son alimentation est confiée à 4 piles de 1,5V de type R6 ou 3A suivant la place disponible dans le boîtier que l'on aura choisi. L'alimentation est découplée par le condensateur chimique  $C_5$  de valeur non critique (47 ou 100  $\mu$ F).

## Réalisation pratique et réglages

L'ensemble des composants du montage tient sur le circuit imprimé dont le typon est présenté à la **figure 6**. Les composants seront implantés après perçage en respectant le dessin de la **figure 7**. On commencera par implanter les composants les moins épais (résistances, diodes) et on terminera par ceux de taille plus importante (condensateurs, poussoir, supports de circuits intégrés, si l'on opte pour cette solution). Une fois le câblage terminé, on vérifiera à la loupe qu'aucun pont de soudure ne court-circuite des pistes cuivrées voisines. On veillera à respecter la bonne orientation des composants polarisés : condensateurs chimiques, diodes et circuits intégrés.

Quand ce travail de vérification est terminé, que les circuits intégrés sont en place, on positionne les 2 ajustables à mi-course et on alimente le montage par 4 piles de 1,5V que l'on aura au préalable disposées dans un coupleur approprié.

Il est fort probable que le buzzer se mette à fonctionner au moment de la mise sous tension. Pour l'arrêter, il suffit d'appuyer une ou deux fois sur le poussoir P. Si cette action est sans effet, on agira sur  $RV_1$  (tourner dans le sens anti-horaire) pour diminuer  $V_{dec}$  et on appuiera à nouveau sur P ce



**6** Tracé du circuit imprimé

qui devrait arrêter l'alarme. Pour régler  $RV_1$  au mieux (seuil proche de 35 à 40°C) sans avoir recours à une enceinte thermostatée, car il y a fort à parier que nos lecteurs n'ont pas ce genre de matériel à leur disposition, il faut improviser et faire avec les moyens du bord. Une

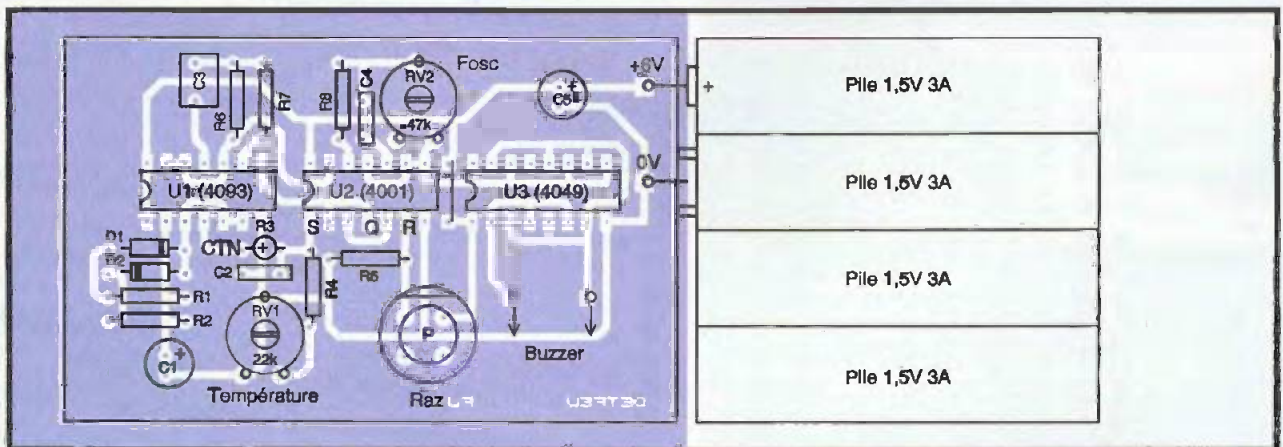
solution simple consiste à entourer la CTN avec les doigts et à chercher le point de réglage de  $RV_1$  qui entraîne le déclenchement de l'alarme.

Pour régler  $RV_2$ , on se fera à son oreille en cherchant à obtenir un son le plus puissant possible lorsque l'alarme est déclenchée. Une



attention à la mise en place des diodes

## **7** Implantation des éléments





Une fois ce travail terminé, il ne reste plus qu'à mettre le montage dans un boîtier. La taille du circuit imprimé permet d'utiliser des boîtiers plats translucides de marque HEILAND qu'il convient d'usiner pour laisser dépasser le poussoir et pour assurer une sortie optimum du son émis par le buzzer. Ce dernier sera collé contre la face interne du boîtier en face des orifices prévus pour la sortie du son. Un repérage préalable de la position relative des différents éléments devant entrer dans le boîtier est bien évidemment nécessaire afin d'éviter des surprises au moment de l'insertion finale. Ce détecteur d'incendie sera disposé, de préférence, dans un endroit situé en hauteur, au-dessus d'un meuble par exemple, car la chaleur est toujours plus élevée au niveau du plafond qu'au niveau du sol. Cette disposition favorisera une détection plus rapide de l'élévation de température qui surviendrait en cas d'incendie. On évitera cependant de mettre le détecteur à proximité immédiate d'une source de chaleur (four, plaque électrique ou radiateur soufflant) sous peine de détections intempestives, à moins d'avoir élevé le seuil de

déclenchement par  $RV_1$ . Pour les curieux, la mesure de la consommation (hors alarme) pourra renseigner sur la durée de vie des piles utilisées. Il suffit pour cela d'interposer un milliampèremètre en série entre le bloc de piles et le montage. Avec une alimentation de 6V, l'intensité absorbée passe de 30 $\mu$ A quand  $V_t$  est à l'état bas (90% du temps), à 220 $\mu$ A pour  $V_t$  à l'état haut (10% du temps). La consommation moyenne vaut par conséquent  $I_{moy}=30.0,9+220.0,1=49\mu A$ . Sur une

journée de 24 heures, l'énergie consommée vaut 24.49=1176 $\mu$ Ah. Avec des piles de capacité 1Ah, cela donne une autonomie théorique de plus de 800 jours. Pour être certain du fonctionnement correct du montage, on pourra remplacer les piles au bout d'un an, en sachant bien que tout retard dans cette périodicité sera sans conséquence importante.

F. JONGBLOET

## Nomenclature

- $R_1, R_6$  : 330 k $\Omega$  (orange, orange, jaune)
- $R_2$  : 1,5 M $\Omega$  (marron, vert, vert)
- $R_3$  [CTN] : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
- $R_4$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_5$  : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)
- $R_7$  : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
- $R_8$  : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)
- $RV_1$  : ajustable horizontal 22 k $\Omega$  pas 5,08 PINER
- $RV_2$  : ajustable horizontal 47 k $\Omega$  pas 5,08 PINER
- $C_1, C_5$  : 47  $\mu$ F/16V chimique radial
- $C_2$  : 100 nF/63V milfeuille
- $C_3$  : 470 nF/63V milfeuille
- $C_4$  : 10 nF/63V milfeuille
- $U_1$  : CD4093BE quadruple NAND CMOS
- $U_2$  : HEF4001BP quadruple NOR CMOS
- $U_3$  : HEF4049BP sextuple inverseur CMOS
- $D_1, D_2$  : 1N4148
- Buzzer piézo-électrique sans électronique intégrée, à fils, extra plat
- 1 poussoir Ø6 rond Contact NO
- 1 coffret HEILAND HE222
- 1 connecteur pour pile de type 6F22
- 1 coupleur pour 4 piles 1,5V type R6

**COMMANDEZ VOS CIRCUITS IMPRIMÉS**

**POUR VOS MONTAGES FLASH**

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

**Commandez vos circuits imprimés**

*Nous vous proposons ce mois-ci :*

- |  |             |                                     |            |
|--|-------------|-------------------------------------|------------|
| Voltmètre bipolaire                        | Réf. 06901  | Micro sans fil HF récepteur         | Réf. 06993 |
| Commande flash multiple                    | Réf. 06902  | Protection ligne téléphonique       | Réf. 05991 |
| Convertisseur s-védo/vidéo composite       | Réf. 03001  | Temporisateur de veilleuses         | Réf. 05992 |
| Thermomètre bi-format                      | Réf. 03003  | Charge électronique réglable        | Réf. 05993 |
| Eclairage de secours                       | Réf. 03004  | Tuner FM 4 stations                 | Réf. 04991 |
| Feu arrière vélo                           | Réf. 02001  | Booster auto 40 W                   | Réf. 04992 |
| Interrupteur hygrométrique                 | Réf. 02002  | Interrupteur statique               | Réf. 04993 |
| Commande servo de précision                | Réf. 01001  | Perruquet à écho                    | Réf. 03991 |
| Anti-démarrage à clavier codé              | Réf. 01002  | Indicateur de disparition secteur   | Réf. 03992 |
| Gradateur à effacement                     | Réf. 01003  | Testeur de programme dolby surround | Réf. 03993 |
| Gradateur à découpage pour tableau de bord | Réf. 12991  | Balise de détresse voi libre        | Réf. 02991 |
| Sonde tachymétrique                        | Réf. 12992  | Balise pour avion RC                | Réf. 02992 |
| Dispositif anti-somnolence                 | Réf. 11991  | Chargeur de batterie                | Réf. 02993 |
| Barrière photoélectrique ponctuelle        | Réf. 11992  | Récepteur IR                        | Réf. 02994 |
| Alarme à ultra-sons                        | Réf. 10991  | Répulsif anti-moustique             | Réf. 01991 |
| Référence de tension                       | Réf. 10992  | Prolongateur                        | Réf. 01992 |
| Rythmeur de foulée                         | Réf. 10993  | Télécommande IR                     | Réf. 01993 |
| Emetteur pour télécommande modèle réduit   | Réf. 09991  | Champignon pour jeux de société     | Réf. 12981 |
| Récepteur pour télécommande modèle réduit  | Réf. 08992  | Séquenceur                          | Réf. 12982 |
| Emetteur codé 16 canaux                    | Réf. 07991A | Micro karaoké                       | Réf. 12983 |
| Clavier émetteur                           | Réf. 07991B | Potentiomètre                       | Réf. 12984 |
| Récepteur codé 16 canaux                   | Réf. 07992  | Synchro beat                        | Réf. 11981 |
| Bougie électronique                        | Réf. 06991  | Synthétiseur stéréo standard        | Réf. 11982 |
| Micro sans fil HF émetteur                 | Réf. 06992  | Commande vocale                     | Réf. 11983 |
|  |             | Relais statique                     | Réf. 11983 |
|  |             | Préampli RIAA multimédia            | Réf. 10981 |
|  |             | Ecouteur d'ultra-sons               | Réf. 10982 |
|  |             | Fréquence-mètre 50 Hz               | Réf. 10983 |

# ELECTRONIQUE PRATIQUE

## Bon de commande

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : ..... Pays : .....

CP : ..... Ville : .....

INDIQUEZ LA REFERENCE ET LE NOMBRE DE CIRCUITS SOUHAITES

Réf. : ..... Nombre : .....

Réf. : ..... Nombre : .....

Réf. : ..... Nombre : .....

**Total de ma commande (port compris) PRIX UNITAIRE: 35 FF + port 5 FF (entre 1 et 6 circuits) 10 FF (entre 7 et 12 circuits) etc. .... FF**

REGLEMENT :  CCP à l'ordre d'Electronique Pratique  Chèque bancaire

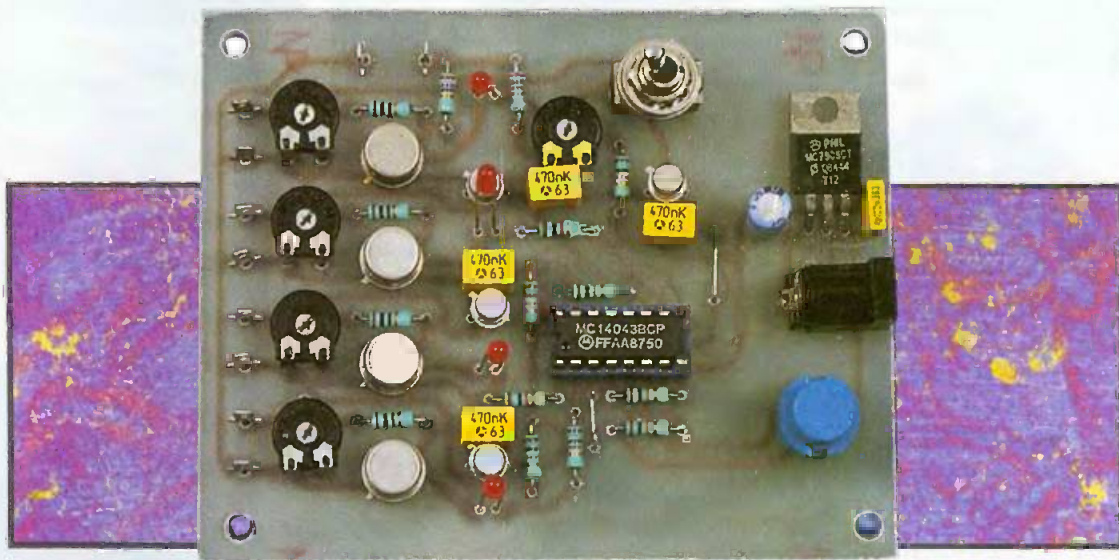
Carte bleue

Expire le : [ ] [ ] [ ] Signature : .....

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



# Déchargeur d'accumulateurs



Généralement, les montages ayant un rapport avec les accumulateurs sont plutôt destinés à leur recharge qu'à leur décharge. Néanmoins, il a été prouvé qu'un accumulateur que l'on recharge sans avoir pris la précaution de le décharger totalement au préalable, perdait une partie de sa capacité initiale au cours du temps. C'est ce que l'on nomme «l'effet de mémoire».

Si l'on prend l'habitude de recharger un accumulateur alors qu'il conserve encore 20% de sa charge totale, lorsque cet accumulateur sera réutilisé, au lieu de restituer 100% de l'énergie totale emmagasinée, on pourra tout au plus en récupérer 85 à 90%. D'un point de vue pratique, cela signifie qu'au lieu de débiter un courant constant sous sa tension nominale (pendant une durée de 10 heures par exemple), ces deux grandeurs commenceront à diminuer sérieusement au bout de 8 à 9 heures rendant le fonctionnement du montage incertain, voire impossible. Pour éviter ce phénomène, une seule solution, une décharge quasi complète préalable à toute recharge.

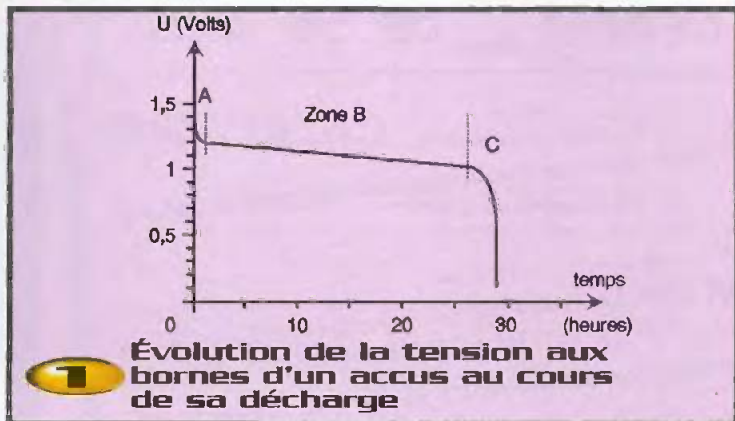
## Considérations générales et principe de fonctionnement

Quand la charge d'un accumulateur classique cadmium nickel (de type pile bâton) est complète, la tension à ses bornes à vide avoisine 1,35V. Au cours de son utilisation, la tension à ses bornes se stabilise pendant la plus grande partie du temps d'utilisation à une valeur de l'ordre de 1,2V.

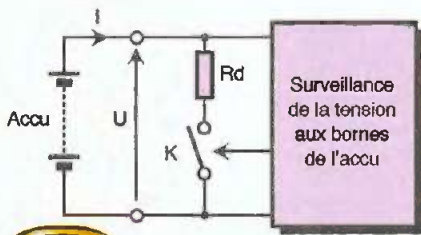
En fin de décharge, la tension commence à baisser de façon significative à 1,1V puis 1V et finit par s'écrouler très rapidement (pour devenir inférieure à 0,5V) si on prolonge encore la décharge. Ces différents comportements correspondent respectivement aux zones A, B, C de la courbe de la **figure 1**.

Ces accumulateurs de 1,2V de tension nominale remplacent très souvent des piles de même format de tension nominale 1,5V. Si un montage nécessite 4,5V d'alimentation fournie par trois éléments, quand on utilise des accus, on dispose en fait de 3,6V au lieu des 4,5 que fourniraient des piles. Généralement les montages

fonctionnent encore à peu près normalement sous cette tension, ce qui autorise le remplacement des piles par des accus. Néanmoins, quand on aborde la fin de la zone B de la caractéristique de décharge, on ne dispose plus au total que de 3,3 voire 3V pour alimenter le montage qui cesse alors de fonctionner correctement, ce qui vous met dans l'obligation de recharger les accus. Comme le niveau de décharge des accus, qui a mis fin au fonctionnement correct du montage, est incomplet, vous les habitez à des décharges partielles, suivies de recharges, ce qui déclenche petit à petit le phénomène de mémoire évoqué et rend les accus de







**2**  
Synoptique

moins en moins performants.

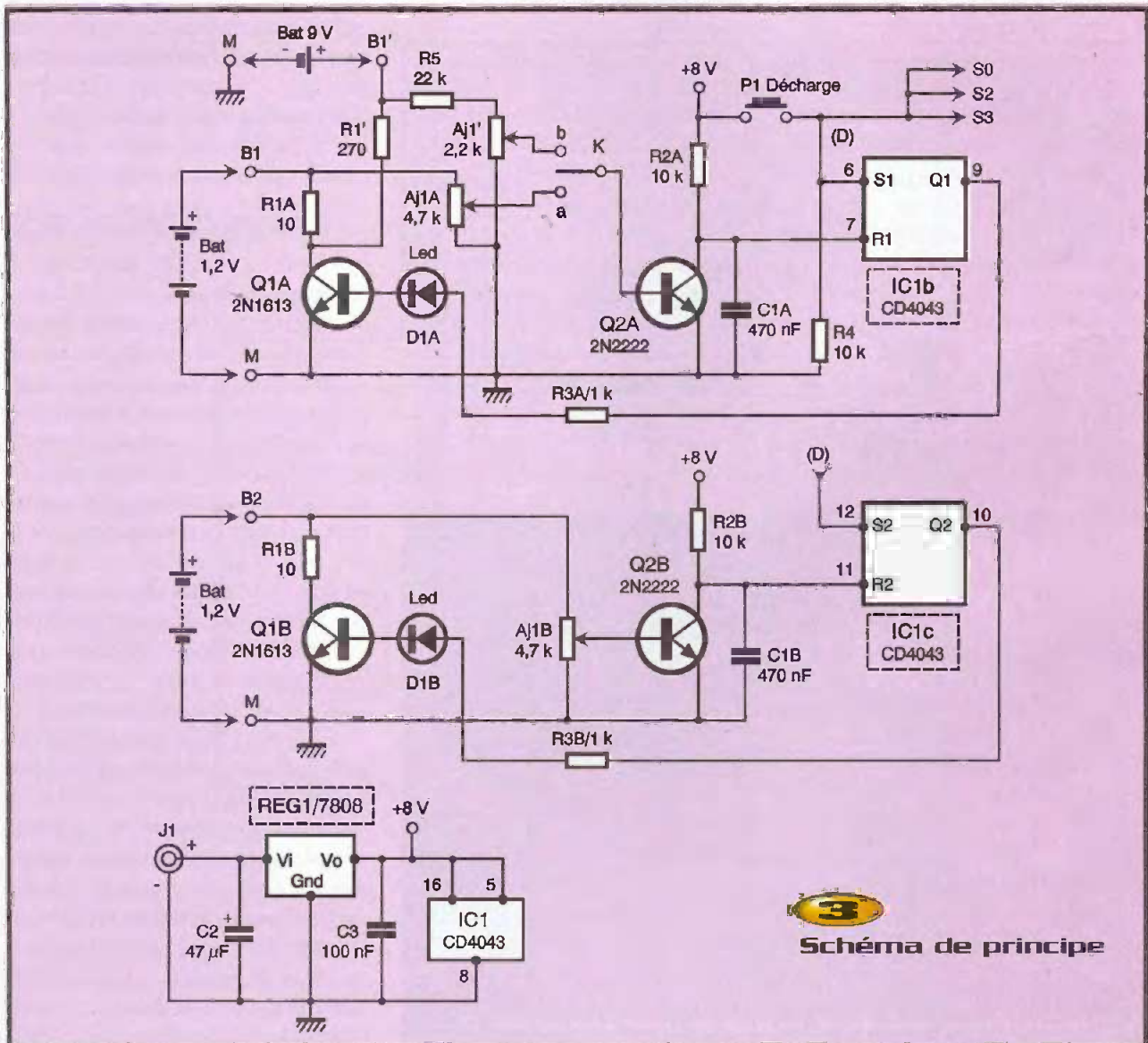
Pour éviter que ce phénomène ne se produise, on doit compléter la décharge des accumulateurs en plaçant ceux-ci dans notre montage qui les force à débiter un courant de valeur proche de 100mA (pour un accu de type R3) jusqu'à ce que la tension de l'accumulateur passe sous un seuil voisin de 0,9V. Quand ce seuil est atteint,

la décharge est stoppée car il ne faut pas non plus les décharger trop profondément ce qui risquerait de les endommager.

Le «déchargeur d'accus» est tout simplement constitué d'une résistance de décharge montée en série avec un interrupteur électronique piloté par le circuit de surveillance de la tension aux bornes dudit accumulateur (synoptique de la **figure 2**). Quand la décharge s'arrête, on peut laisser l'accumulateur en place jusqu'à ce que l'on décide de le recharger.

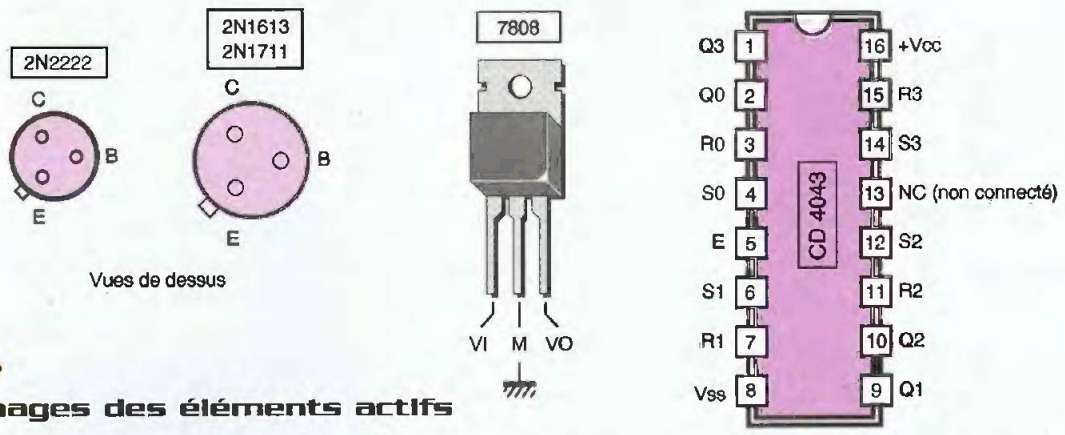
Le montage, proprement dit, est prévu pour décharger et surveiller individuellement de 1 à 4 accumulateurs de type R3 et/ou un accumulateur 9V de type 6F22. Pour ce type d'accumulateur, le courant de décharge n'est que de 25mA environ. Dans tous les cas, la fin de la décharge se manifeste par l'extinction d'une LED propre

à chaque accumulateur. L'individualisation du traitement de la décharge de chaque accumulateur donne, bien entendu, un résultat meilleur que le traitement collectif qui ne prend pas en compte la provenance ou l'âge des accumulateurs. Pour les 2 types d'accumulateurs, le courant de décharge a une valeur à peu près égale au dixième de la capacité de l'accumulateur. Cette intensité est suffisamment modeste pour ne pas provoquer de dégagement de chaleur anormal à l'intérieur de l'accumulateur, ce qui garantit une bonne durée de vie aux éléments traités de cette manière. La décharge à courant limité a cependant un petit défaut car sa durée peut dépasser une heure si la capacité résiduelle de l'accu est supérieure à 10 ou 20% de la capacité nominale. Cet inconvénient est mineur si l'on dispose de 2 jeux d'accumulateurs, l'un



**3**  
Schéma de principe





**3a**

**Brochages des éléments actifs**

étant en service pendant que l'autre est en charge ou en attente d'une utilisation ultérieure.

**Schéma structurel**

La partie centrale du schéma de la **figure 3** montre l'aspect d'une cellule de traitement élémentaire du montage qui en comporte quatre. La partie supérieure du schéma montre les modifications apportées à l'une des cellules afin que celle-ci puisse être utilisée pour les accumulateurs de 9V.

Les explications qui suivent sont données pour la partie centrale du schéma qui concerne les accus de 1,2V. La transposition aux 4 autres sous-ensembles est immédiate.

Le circuit de décharge, proprement dit, est simplement constitué de  $R_{1b}$  du transistor  $Q_{1b}$  et de l'accumulateur, bien évidemment. Le courant de décharge est limité par la

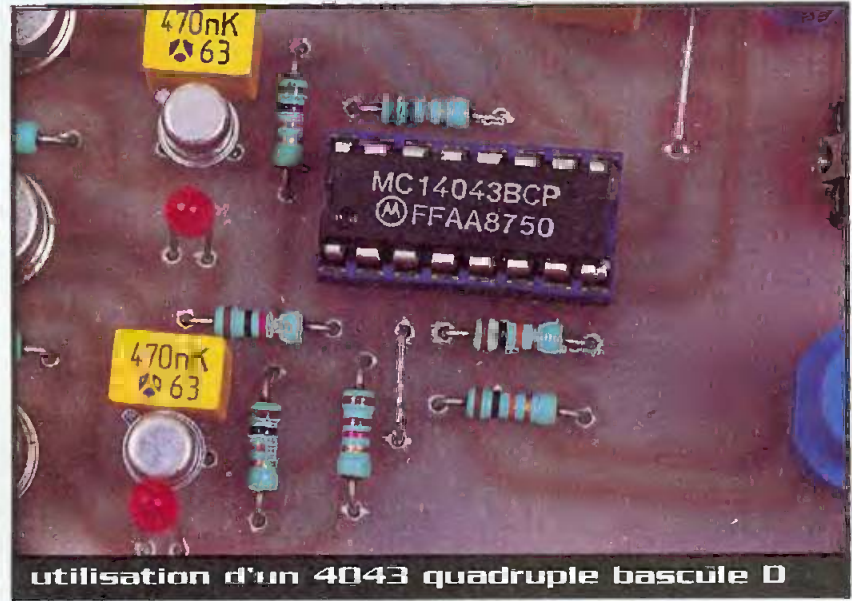
résistance  $R_{1b}$  de  $10 \Omega$  ( $R_{1c}=270 \Omega$  pour un accu de 9V). Pendant la décharge le transistor  $Q_{1b}$  est saturé. Le courant dérivé par l'ajustable  $AJ_{1b}$  est négligeable, mais il contribue aussi à la décharge de l'accu. Sur le curseur de  $AJ_{1b}$ , on recueille une tension destinée à la base du transistor  $Q_{2b}$ . Tant que cette tension est supérieure au seuil de conduction de  $Q_{2b}$  (environ 0,6V), ce transistor est saturé et le potentiel présent sur son collecteur est voisin de zéro. L'entrée de remise à zéro (R2) de la bascule D  $IC_{1c}$  est donc inactive. Si l'entrée SET (S2) a été portée momentanément au niveau «1» logique par appui sur le poussoir P, la sortie Q2 de cette bascule est au niveau haut. La base de  $Q_{1b}$  est donc alimentée à travers la LED  $D_{1b}$  (qui est illuminée) et la résistance  $R_{3b}$ . Dans cet état,  $Q_{1b}$  est saturé et la décharge peut avoir lieu.

Quand la tension aux bornes de l'accu baisse et que le potentiel de base de  $Q_{2b}$  passe sous le seuil de 0,6V,  $Q_{2b}$  se bloque.

Le potentiel du collecteur de  $Q_{2b}$  passe au niveau haut ce qui provoque la remise à zéro de la bascule  $IC_{1c}$ . La LED  $D_{1b}$  n'étant plus alimentée, celle-ci s'éteint et  $Q_{1b}$  se bloque. La décharge est terminée. La présence du condensateur  $C_{1b}$  sur l'entrée de remise à zéro de la bascule  $IC_{1c}$  élimine les remises à zéro intempestives qui pourraient survenir du fait de la présence de parasites avant que la décharge ne soit complète. Les autres bascules que comporte le circuit  $IC_1$  sont utilisées par les 3 autres circuits de décharge. Les entrées (SET) des 4 bascules sont reliées entre elles et au poussoir P. Au repos, c'est à dire en l'absence d'appui sur P, elles sont forcées à l'état bas par  $R_4$ . L'appui sur P provoque la décharge de tous les accumulateurs au même instant. Comme les circuits de remise à zéro des 4 bascules sont indépendants, la fin de décharge d'un accumulateur n'entraîne pas celle des autres. Si un circuit de décharge n'est pas relié à un accumulateur, la LED de ce circuit ne s'allume que pendant la durée d'appui sur P. Si l'on veut remplacer un accu dont la décharge est terminée par un autre alors que la décharge des 3 autres n'est pas achevée, il suffit d'appuyer à nouveau sur P quand le nouvel accu est en place. Ce nouveau départ n'affecte aucunement la décharge de ceux qui avait déjà débuté cette opération plus tôt, ce qui n'est, par conséquent, pas gênant.

L'inverseur «K» à 2 positions, assure la sélection du diviseur résistif qui pilote le transistor  $Q_{2a}$  en fonction du type d'accumulateur à décharger 1,2V (type R3) ou 9V (type 6F22). La décharge simultanée d'accumulateurs de 9V section «a» et de 1,2V sections «b, c, d» est possible.

L'alimentation du montage s'effectue sous



**utilisation d'un 4043 quadruple bascule D**



8V régulés (par REG<sub>1</sub>). Cette tension provient d'une alimentation universelle pouvant délivrer une vingtaine de milliampères sous 12V. Les condensateurs C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> assurent le découplage des tensions d'entrée et de sortie du régulateur.

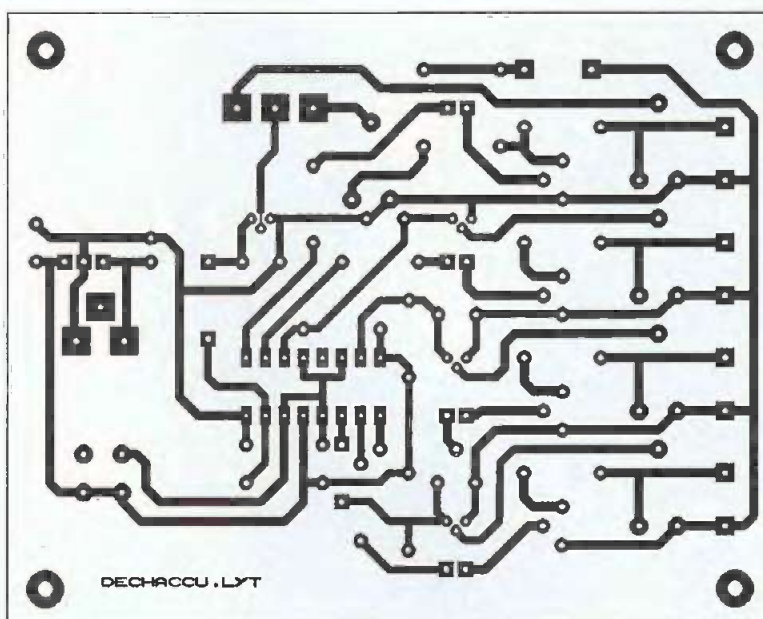
## Réalisation pratique

Tous les composants du montage prennent place sur le circuit imprimé dont le tracé est présenté à la **figure 4**. L'implantation doit respecter les indications de la **figure 5**. Il faudra, en particulier, veiller à ce que les composants actifs soient correctement orientés. La longueur des fils des diodes LED de visualisation sera calculée afin que celles-ci affleurent la surface du coffret dans lequel le montage prendra place une fois le réglage des ajustables terminé. Cette étape de mise au point est décrite ci-dessous. Les accumulateurs que l'on souhaite décharger seront placés dans des supports individuels placés sur la face supérieure du coffret en regard des diodes LED respectives. Pour les accumulateurs de type 6F22, un connecteur traditionnel suffit.

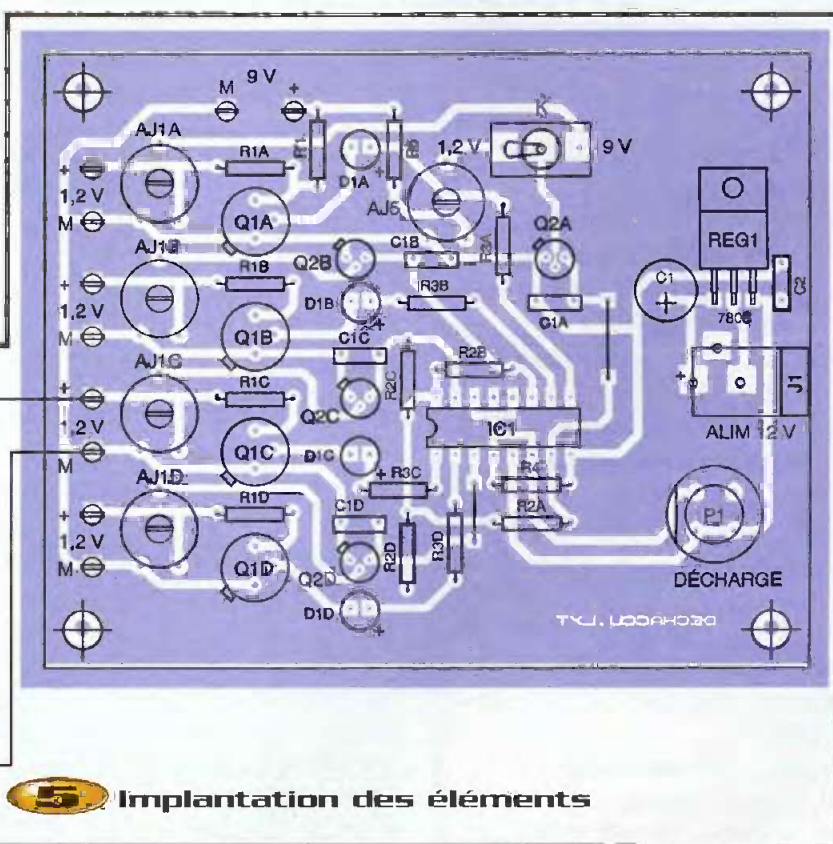
## Mise au point du montage

Une fois le câblage terminé et vérifié, on alimente la maquette par une tension continue de 12V appliquée au connecteur J<sub>1</sub> (pôle positif au centre). Le réglage des ajustables (initialement tournés à environ 80% dans le sens horaire) nécessite une alimentation stabilisée (réglée à environ 6V pour les entrées 1,2V et à 12 ou 15V pour l'entrée 9V), une résistance de 47 Ω et un voltmètre continu. Ces 3 éléments sont associés comme le montre la

**figure 6** et reliés aux entrées du sous-ensemble en cours de réglage. En fait, l'alimentation stabilisée joue ici le rôle de l'accumulateur. L'adjonction de la résistance de 47 Ω permet de travailler avec un niveau de tension supérieur au seuil que l'on veut régler, car de nombreuses alimentations de



## 4 Tracé du circuit imprimé



## Implantation des éléments

laboratoire ne permettent pas toujours de descendre en dessous de 1,25V. Pour un ensemble destiné aux accus de 1,2V, la procédure de réglage est la suivante :

- appuyer sur P, la LED du sous-ensemble concerné doit s'allumer,
- diminuer la tension délivrée par l'alimentation stabilisée jusqu'à ce que le voltmètre

indique une valeur égale au seuil de fin de décharge, soit ici 0,9V,

- agir lentement sur le réglage de l'ajustable jusqu'à ce que la LED s'éteigne.

Cette procédure doit être répétée pour les 3 autres sous-ensembles. L'inverseur K est basculé à gauche (1,2V) pour le réglage de AJ<sub>1a</sub>.

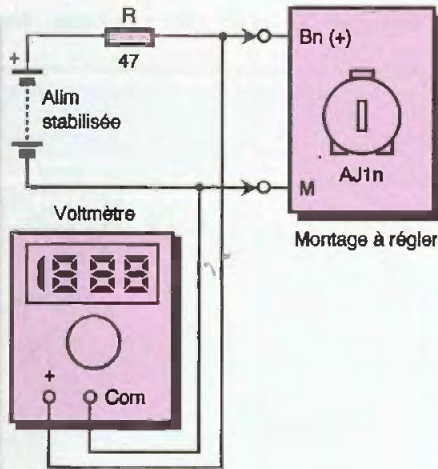




mise en place de l'inverseur K1

## Nomenclature

- $R_{1a}$  à  $R_{1d}$  : 10  $\Omega$  (marron, noir, noir)
- $R'_1$  : 270  $\Omega$  (rouge, violet, marron)
- $R_{2a}$  à  $R_{2d}$ ,  $R_4$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- $R_{3a}$  à  $R_{3d}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_5$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
- $AJ_{1a}$  à  $AJ_{1d}$  : 4,7 k $\Omega$  ajustables horizontaux pas 5,08 PIHER
- $AJ_1$  : 2,2 k $\Omega$  ajustable horizontal pas 5,08 PIHER
- $C_{1a}$  à  $C_{1d}$  : 470 nF/63V milfeuil
- $C_2$  : 47  $\mu$ F/25V chimique radial
- $C_3$  : 100 nF/63V milfeuil
- REG<sub>1</sub> : régulateur 8V type 7808
- IC<sub>1</sub> : CD4043 (quadruple bascule D) CMOS
- $Q_{1a}$  à  $Q_{1d}$  : transistors 2N1613 ou 2N1711
- $Q_{2a}$  à  $Q_{2d}$  : transistors 2N2222 ou équivalents
- $D_{1a}$  à  $D_{1d}$  : LED 3mm rouges
- $P_1$  : poussoir D6 rond
- $K_1$  : inverseur 1 circuit 2 positions diamètre 6,35mm
- $J_1$  : connecteur d'alimentation pour CI femelle 5mm
- 1 support pour circuit intégré 16 pattes
- 10 cosses polgnard
- 1 connecteur pour pile de type 6F22
- 4 boîtiers individuels pour pile 1,5V type R3



## 6

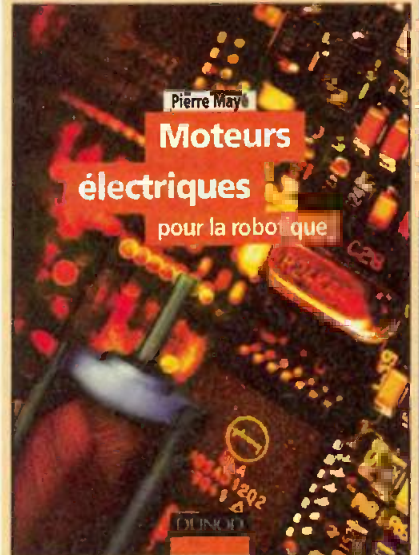
### Méthode de réglage des ajustables

Pour le réglage de  $AJ_5$  (lié aux accumulateurs de 9V), l'inverseur K est positionné vers la droite (9V) et la tension de seuil de la phase «b» est portée à 6V (ou 6,5V) au lieu de 0,9V. Les phases «a et c» de la procédure ci-dessus sont identiques. Quand tous les ajustables sont réglés, le module est prêt pour le service dans les conditions que nous avons décrites ci-dessus.

F. JONGBLOËT

## Moteurs électriques pour la robotique

Les moteurs électriques ont pris une place prépondérante parmi les actionneurs utilisés en robotique.



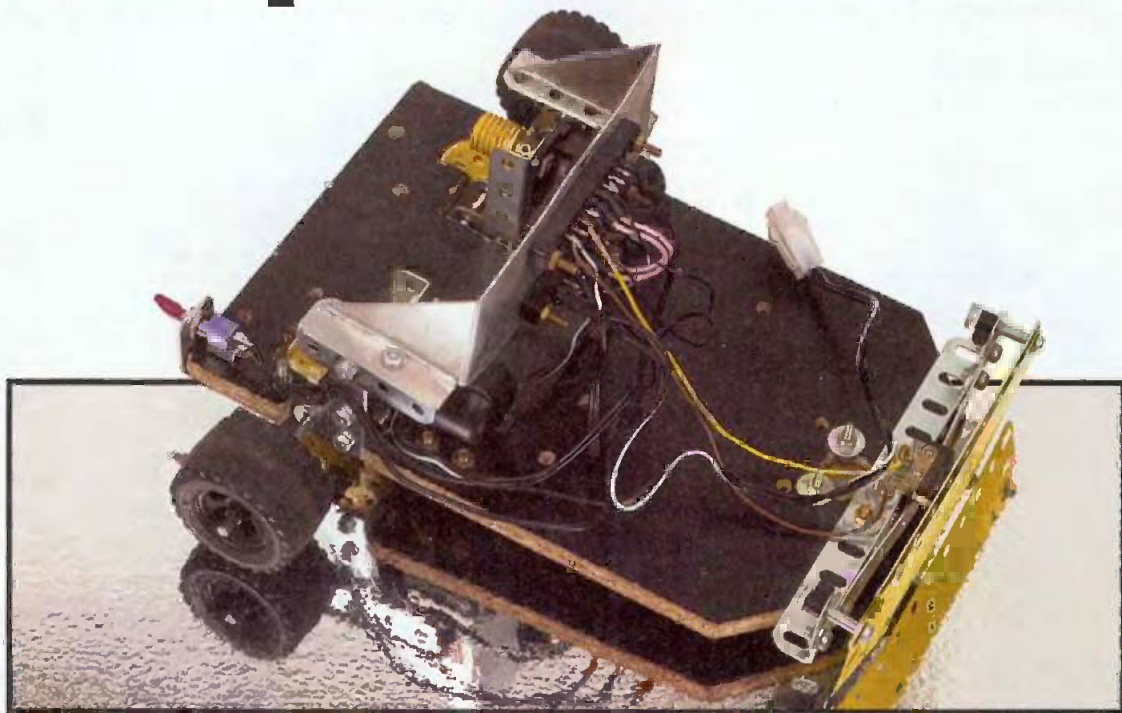
Cet ouvrage aborde de façon progressive et concrète les problèmes liés à l'utilisation de ces moteurs en robotique : propriétés et fonctionnement des moteurs, principaux types d'actionneurs électriques utilisés, alimentation électronique, etc. Il donne ainsi aux professionnels les outils nécessaires pour mieux comprendre, choisir et utiliser les moteurs électriques. Sommaire : Rappels d'électromagnétisme. Principes et technologie des moteurs à courant continu. Régime de fonctionnement des moteurs à courant continu. Asservissement électronique des moteurs à courant continu. Moteurs à courant continu sans balai. Moteurs pas à pas. Alimentation électronique des moteurs pas à pas. Mécanismes associés aux moteurs. Echauffement des moteurs. Mesure des paramètres d'un moteur. Capteurs associés aux moteurs. Lexique.

Pierre MAYÉ- DUNOD

288 pages 198 FRF



# Les petits robots



Si le système central d'un robot est souvent composé d'un microprocesseur, on peut aussi se faire plaisir en réalisant des petits robots simples avec des composants discrets. Cette approche a l'avantage de se pencher un peu plus sur les capteurs pour mieux les comprendre et les exploiter. Trois robots peuvent être réalisés à partir du châssis choisi. La carte de commande des moteurs est universelle et commune aux trois versions. Une deuxième carte est ajoutée pour commander la première suivant le comportement choisi du robot.

## La réalisation du châssis

Le châssis est réalisé en bois ou en plastique de forme rectangulaire, découpé au niveau des moteurs pour laisser passer les engrenages. Il est équipé de deux roues motrices actionnées par deux moteurs indépendants. Cette partie motrice sera

placée à l'arrière alors qu'une roue libre, placée à l'avant, maintiendra la plate-forme horizontale. Le pack d'accumulateurs est placé entre les moteurs, les cartes électroniques se plaçant au-dessus. La roue libre, placée à l'avant, est une roue de tiroir de petite taille. Elle sera fixée par trois vis de 3 mm.

Les moteurs choisis sont de marque MOTOR Model pour des raisons d'approvisionnement.

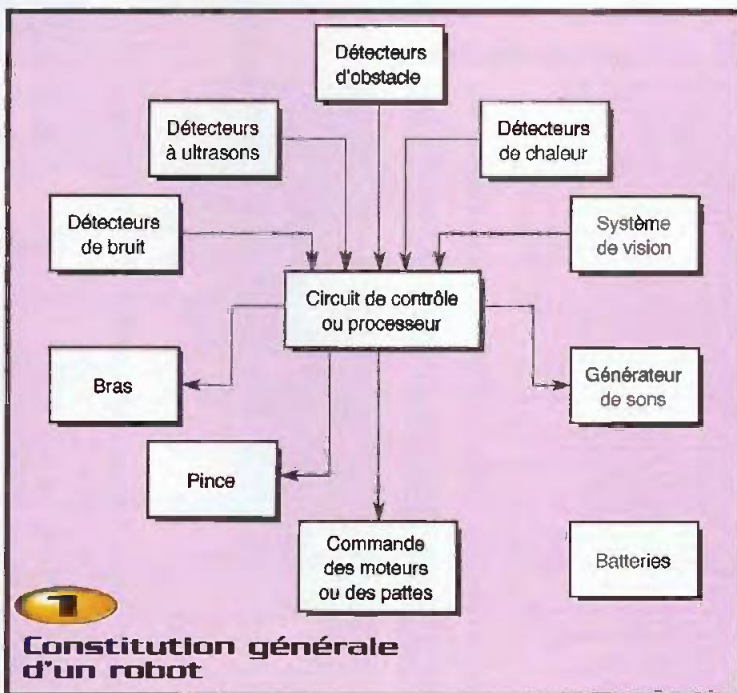
## Les moteurs

Parmi les différentes possibilités offertes par la notice des moteurs MOTOR Model, seule la réduction par 57 de la vitesse de rotation permet d'obtenir un couple suffisant pour déplacer le robot avec toute sa charge. Ces moteurs ont des caractéristiques dont il faudra tenir compte lors de l'étude de la carte électronique qui les pilotera :

- Tension nominale : 6V
  - Intensité nominale : 800 mA
- Pour la réalisation, on utilisera les éléments MOTOR Model suivant le **tableau 1**, plus quelques vis et écrous de 4mm pour tenir l'ensemble au châssis.

## Les connecteurs

Le modèle choisi est un connecteur encartable pour cartes électroniques. Comme dans un ordinateur, on pourra changer les cartes pour changer les caractéristiques du robot. Connecteur type : Série 928, 10 points, cosses à souder, pas de 3,96 mm.



**1**  
Constitution générale d'un robot



Référence	Quantité	Commentaires
700	2	moteur
9e	6	plaque coudée 4 trous
11a	2	étrier
133a	2	équerre
16	2	axe 9cm
32p	2	vis sans fin
27a.p	2	pignon 57 dents
38a	2	entretoise plastique
331n	2	pneu
37b	18	vis
69a	4	vis
37a	18	écrous

**T2 Les éléments MOTOR Model**

Les deux connecteurs sont placés l'un au-dessus de l'autre. Une plaque d'aluminium en forme de U permet de solidariser ces deux connecteurs avec le châssis. Le connecteur étant repéré de gauche à droite et vue côté composants sur la carte électronique, les broches utiles sont indiquées sur le tableau suivant avec leur affectation. Les cases incomplètes seront remplies en fonc-

tion de l'application concerné (**tableau 2**) !! faut souder des fils de liaison entre le connecteur et les moteurs d'une part et le connecteur de la batterie d'autre part. Repérer bien les fils des moteurs afin que le robot avance bien lorsque l'on applique la tension positive sur le + Moteur droit (ou gauche) et la tension négative sur le - Moteur droit (ou gauche).

Un interrupteur sera insérer dans le fil qui va du connecteur de l'accumulateur, côté +, vers le + Batterie du connecteur pour les cartes.

## Carte universelle de commande des moteurs

Le cahier des charges de cette carte doit permettre le plus possible de fonctionnements différents pour le robot mobile. La variation de vitesse est réglée indépendamment pour chaque moteur. De même pour l'inversion du sens de rotation de chaque moteur.

- Un connecteur à 10 broches qui regroupent les entrées et sorties,
- Réglage des vitesses indépendant pour chaque moteur,
- Régulation intégrée à partir d'une batterie Cd-Ni,
- Consommation réduite,
- Composants courants et abordables,
- Entrées variables 0 à 5V pour la vitesse,
- Entrées TTL pour le sens de rotation des moteurs,
- Fonctionnement des moteurs en M.LI.

Connecteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carte typique de l'application	+			Vitesse gauche	Sens gauche	Sens droit	Vitesse droit			Masse
Carte pour commander les moteurs	+	+Mot gauche	-Mot gauche	Vitesse gauche	Sens gauche	Sens droit	Vitesse droit	-Mot. droit	+Mot. droit	Masse

**T2 Les connecteurs**



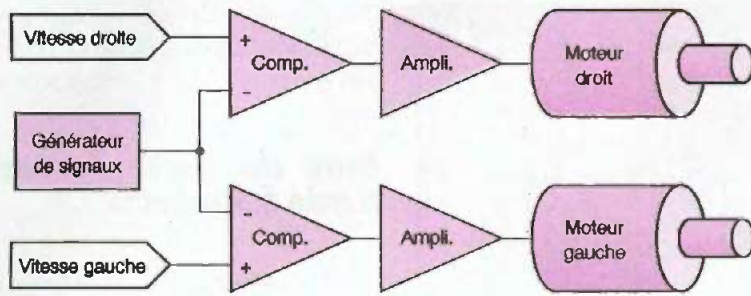
### Schéma fonctionnel

Le schéma fonctionnel de la **figure 3** fait apparaître la technique choisie pour commander les moteurs et faire varier leur vitesse ; la tension analogique variable en entrée est transformée par un hacheur et appliquée aux moteurs.

Les tensions sur chaque entrée sont comparées avec un signal triangulaire, les résultats obtenus sont deux tensions "hachées" dont les caractéristiques sont une amplitude et une fréquence fixe (comprise entre 1 et 2 kHz) et une largeur du créneau proportionnelle aux tensions appliquées sur les entrées.

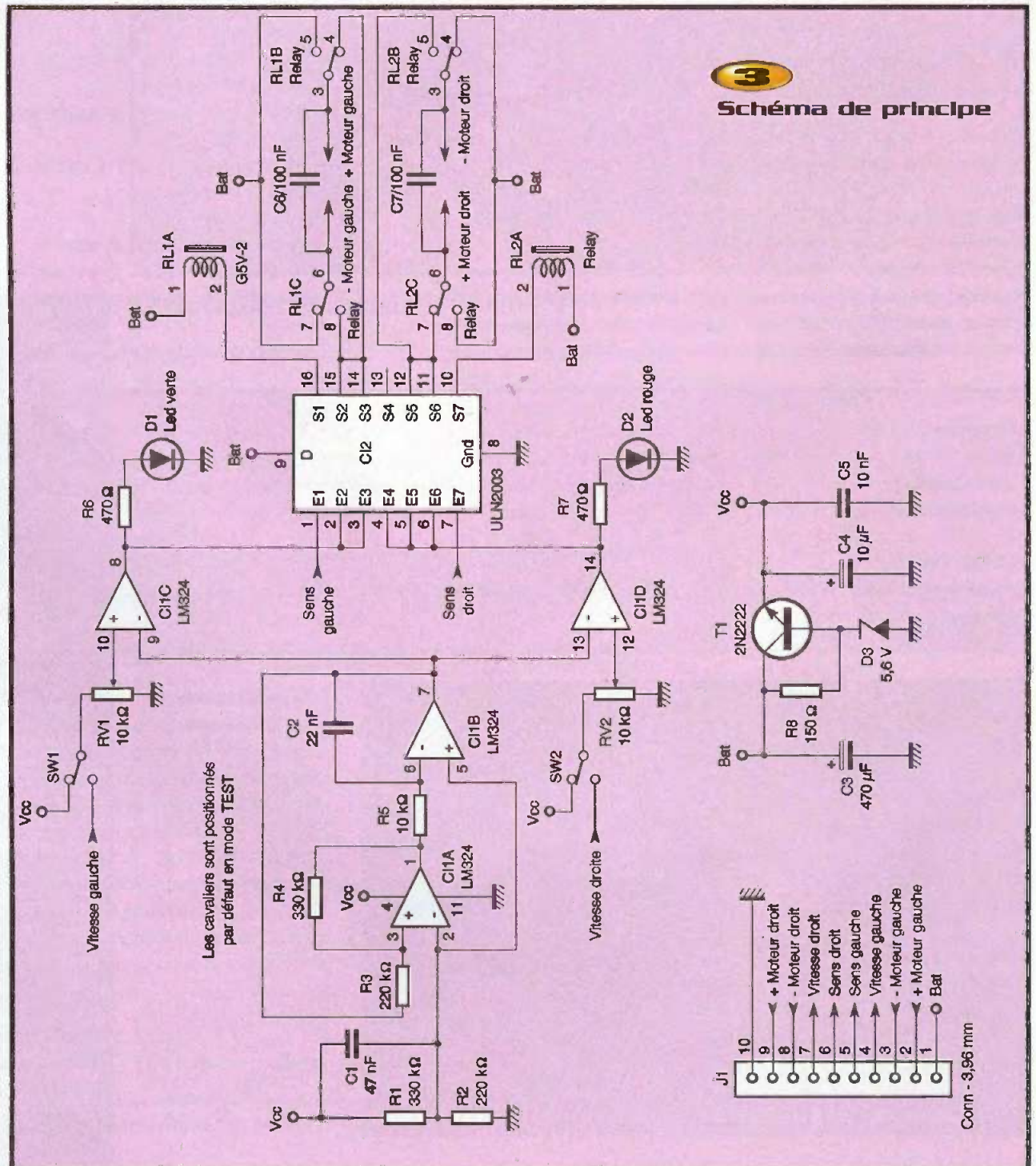
Une fonction spéciale doit être prévue sur le schéma. La possibilité de régler la vitesse





## 2 Le schéma fonctionnel

## 3 Schéma de principe



uniquement par la carte de motorisation et non par la carte de commande. L'intérêt de cette fonction est de simplifier la carte de commande lorsque celle-ci n'a pas à piloter les moteurs en vitesse mais seulement en avant ou arrière.

On parlera de deux modes de fonctionnement de la carte de motorisation, le mode test et le mode normal. En mode normal, toutes les entrées sont utilisables (variation de vitesse et du sens de rotation) et en mode test, seuls les variations du sens de rotation sont possibles.



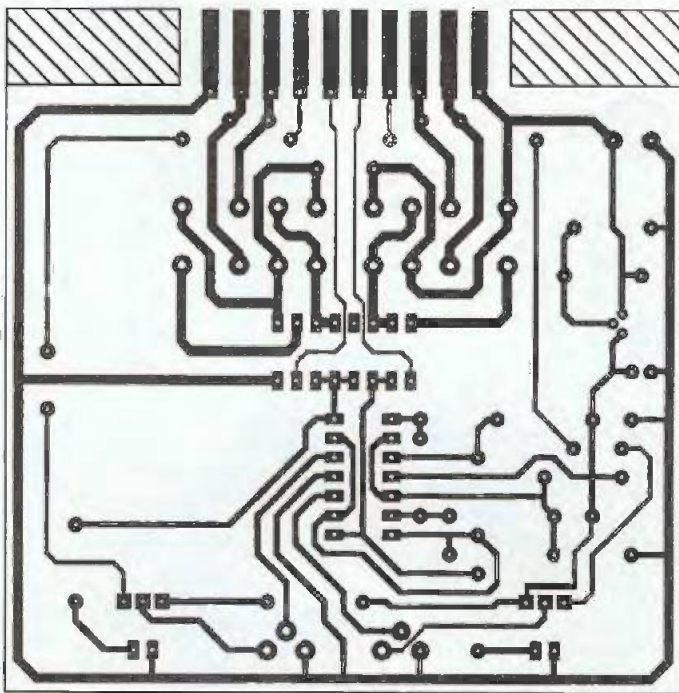
### Schéma structurel

La partie gauche est un comparateur à hystérésis dont l'entrée inverseuse est polarisée par le pont diviseur de tension  $R_1/R_2$ . Cette technique permet d'utiliser une source d'alimentation unique. La capacité  $C_1$  permet de bloquer le fonctionnement du montage pendant environ 10ms, ce qui a pour avantage de garantir un démarrage des moteurs que lorsque tous les circuits du robot sont opérationnels. En sortie du comparateur, on trouve un signal carré d'amplitude proche de la tension d'alimentation qui est intégré par l'amplificateur opérationnel de droite. Le résultat est un signal triangulaire en sortie dont les caractéristiques dépendent des composants du schéma.  $R_3$  et  $R_4$  permettent de régler l'amplitude du signal en sortie alors que  $R_5$  et  $C_2$  déterminent le domaine de fréquence du montage.

En utilisant un comparateur avec un signal triangulaire sur son entrée inverseuse et une tension analogique sur l'entrée non inverseuse, on obtient un signal carré en sortie de fréquence fixe égale à la fréquence du signal triangulaire. Mais la largeur de l'impulsion dépend de l'amplitude de la tension d'entrée.

La consigne de vitesse en entrée du comparateur peut venir de deux sources différentes suivant que la carte fonctionne en mode test ou mode normal. Le mode test permet le réglage de la vitesse sur la carte elle-même par le biais des deux résistances ajustables de 10 k $\Omega$  et le mode normal permet le réglage de la vitesse par le connecteur lorsqu'une carte de commande est connectée.

Les sorties des comparateurs peuvent commander une LED mais pas directement un moteur même de faible puissance. Il est donc nécessaire d'amplifier le courant par un transistor. Pour cela, nous allons utiliser un deuxième circuit intégré qui contient sept transistors identiques à fort gain en courant dotés chacun d'une diode de roue libre pour les charges inductives et pouvant être piloter par un signal de type TTL. Il s'agit du circuit ULN 2003 qui convient parfaitement ici puisque nous devons commander deux moteurs et deux relais. On répartira les transistors en fonction des puissances à commander, le constructeur du composant indique la possibilité de mettre deux, ou plus, tran-



### 4

#### Tracé du circuit imprimé

sistors en parallèle pour augmenter le courant dans la charge.

#### La régulation de tension

La tendance pour les régulations de tension consiste à utiliser un régulateur de tension 5V type 7805. Mais ici on ne dispose pas des 3V supplémentaires pour un fonctionnement correct de celui-ci. En conséquence, on devrait employer un modèle spécial à faible chute de tension entre l'entrée et la sortie, du type LM 2940 CT 5, ou réaliser cette régulation avec des compo-

sants discrets. C'est cette solution que nous avons choisie.

#### Réalisation de la carte

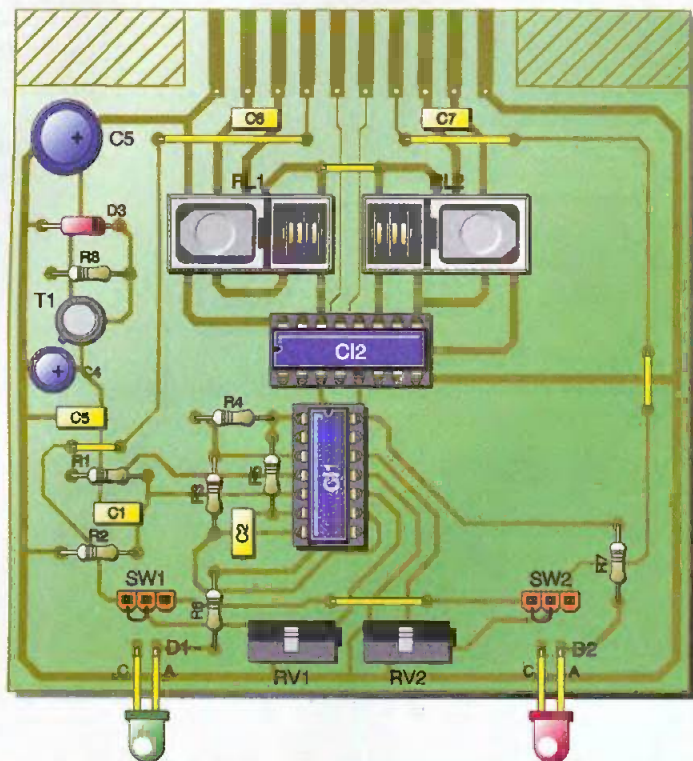
Le dessin du circuit imprimé de la carte de motorisation est visible sur la **figure 4**. La vue d'implantation associée est reproduite sur la **figure 5**.

Vous remarquerez par rapport aux photographies des cartes quelques divergences. Prenez en considération les implantations couleur.



détail de la roue libre





## 5 Implantation des éléments

Comme pour tout montage électronique, vous commencerez par percer tous les trous du circuit imprimé avec un forêt de 0,8 mm, puis avec un forêt de 1 mm les trous pour les composants ayant des broches plus importantes comme les

Switchs SW<sub>1</sub> et SW<sub>2</sub>, les résistances ajustables RV<sub>1</sub> et RV<sub>2</sub> et le condensateur C<sub>5</sub>. Ensuite, vous soudez les composants passifs, straps, Switchs, résistances, condensateurs, ainsi que les deux supports de circuits intégrés et les deux sup-

## Nomenclature

- R<sub>1</sub>, R<sub>4</sub> : 330 kΩ
- R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 220 kΩ
- R<sub>5</sub> : 10 kΩ
- R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 470 Ω
- RV<sub>1</sub>, RV<sub>2</sub> : résistances variables 10 kΩ
- R<sub>8</sub> : 150 Ω
- C<sub>1</sub> : 47 nF
- C<sub>2</sub> : 22 nF
- C<sub>3</sub> : 470 μF
- C<sub>4</sub> : 10 μF
- C<sub>5</sub> : 10 nF
- C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 100 nF
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes LED rouge et verte
- D<sub>3</sub> : diode zéner 5,6V
- T<sub>1</sub> : transistor 2N2222
- CI<sub>1</sub> : LM 324
- CI<sub>2</sub> : ULN 2003
- RL<sub>1</sub>, RL<sub>2</sub> : relais 5V
- JP<sub>1</sub>, JP<sub>2</sub> : cavaliers
- SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub> : Switchs (une barrette sécable coupé en 2 morceaux de 3 points)

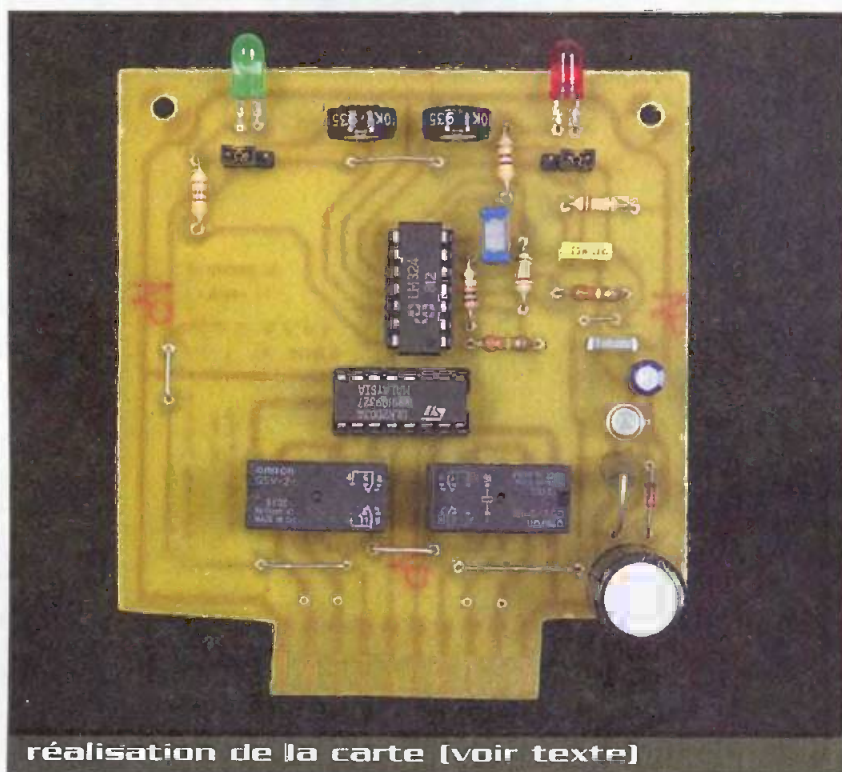
ports des relais qui auront été modifiés pour tenir compte des broches utiles des relais.

Vous terminerez par les éléments actifs, transistor, diode, LED.

## Essais

On commencera à placer les résistances ajustables en position médiane ainsi que les cavaliers en position test sur SW<sub>1</sub> et SW<sub>2</sub>. Le seul réglage consiste à régler RV<sub>1</sub> et RV<sub>2</sub> pour faire avancer le robot en ligne droite.

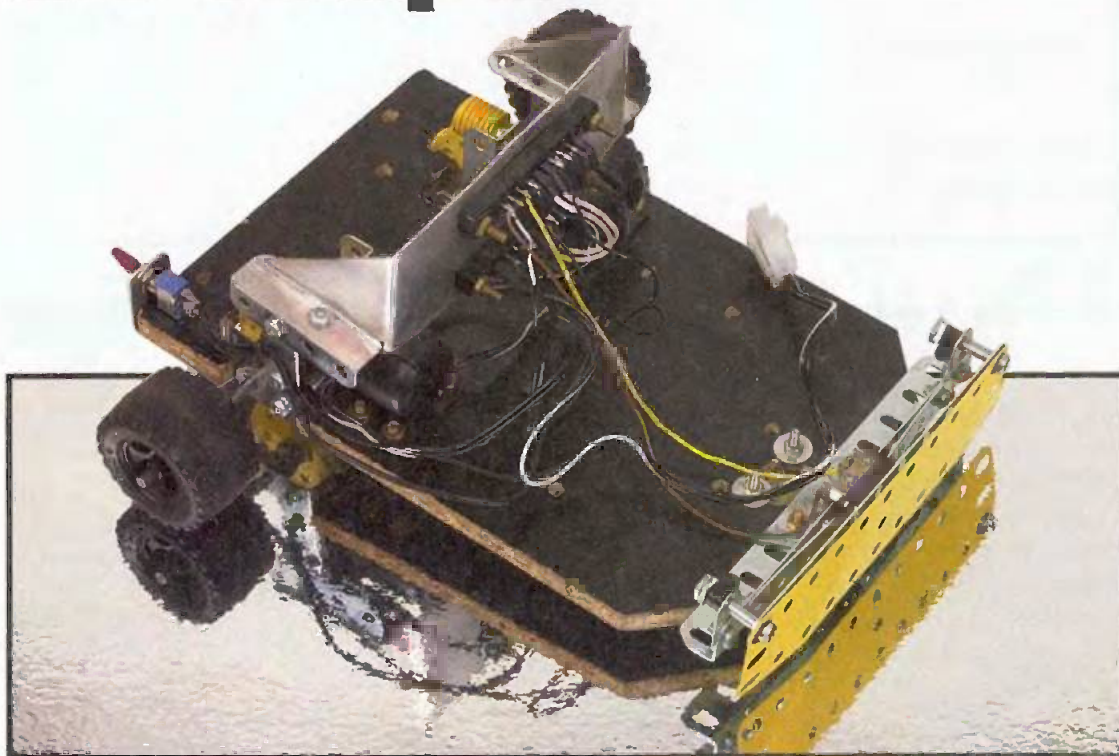
On ne pourra tester le fonctionnement des relais qu'en présence d'une carte de commande qui les pilotent.



réalisation de la carte (voir texte)



# La taupe



Avec la taupe, nous abordons un exemple type de conception expérimentale de robot, le plus simple du monde, mais qui constitue néanmoins un système complet. Il s'agit d'un robot capable d'explorer une pièce en évitant les obstacles.

## Détecter une collision

Détecter ou éviter une collision dépend beaucoup de la nature du capteur utilisé et de sa forme. Pour que le capteur fournisse une information d'un choc imminent ou de collision, il ne suffit pas de choisir un capteur, il faut aussi bien le positionner.

### Le mini-interrupteur pare-chocs

Ce type de détecteur de choc n'est rien de plus qu'un bouton poussoir solidaire du châssis du robot.

Vous pouvez augmenter la sensibilité de ce capteur en rajoutant un bras de levier et en augmentant la surface de contact en rajoutant une pièce large.

On trouve ce type de mini-interrupteur vendu tout prêt avec divers bras de levier, court, long, avec roulette, utilisé en général comme contact de fin de course pour les automatismes à moteurs. Leur fiabilité est supérieure à une réalisation personnelle à partir d'un bouton poussoir.

## La construction

Pour la réalisation du pare-chocs, on utilisera les éléments MOTOR Model suivant le **tableau 1**.

Plus quelques vis et écrous pour tenir l'ensemble au châssis et le mini-interrupteur sur l'ensemble.

La photo vous aidera pour construire le pare-chocs.


Enfin, il faudra souder deux fils fins entre le mini-interrupteur, points commun et N.O. (normal ouvert) et le

connecteur : broches 3 (ou 8) et 10. Les broches utiles, à souder entre le connecteur pour la carte des moteurs et pour la nouvelle carte, sont indiquées sur le **tableau 2** suivant (relier ensemble les bornes de chaque connecteur ayant le même intitulé).

## Le schéma fonctionnel

Le schéma de principe illustre comment le capteur associé au pare-

Référence	Quantité	Commentaires
9	1	plaque coudée 11 trous
2a	1	plaque 9 trous
2	1	plaque 11 trous
189	1	plaque jaune 3 sur 11 trous
147g	2	vis
111c	4	vis
37a	8	écrous
35	2	clips

 **Les éléments Motor Model à utiliser**



Connecteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carte robot Taupe	+Bat.		Capteur		Sens gauche	Sens droit		Capteur		Masse
Carte pour commander les moteurs	+Bat.	+Moteur gauche	-Moteur gauche		Sens gauche	Sens droit		-Moteur droit	+Moteur droit	Masse



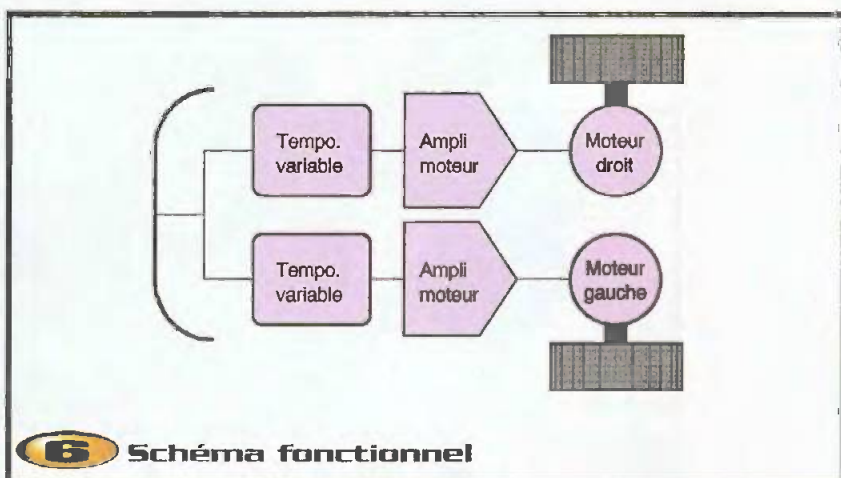
## Broches à souder

chocs est connecté aux amplificateurs des moteurs. Le signal créé, lorsque le capteur détecte une collision, est envoyé vers deux temporisateurs associés chacun à un moteur différent, agissant sur le sens de rotation deux moteurs. La durée de chaque temporisateur est réglable par l'utilisateur ainsi que la vitesse de chaque roue (sur la carte de commande des moteurs en mode test).

### Fonctionnement du robot taupe

Dans son état stable ou normal, le robot roule devant lui, soit en ligne droite, soit en arc de cercle suivant si les vitesses de chaque moteur sont identiques ou pas (on verra plus loin l'intérêt qu'il peut y avoir). Lors d'une collision avec n'importe quoi, les deux temporisateurs sont déclenchés. Cela entraîne une inversion du sens de rotation de chaque moteur, le robot recule donc. La durée de cette inversion du sens de rotation des deux moteurs est réglée sur deux valeurs différentes 1 sec et 2 sec. Conséquence de cela, un moteur va reprendre sa rotation initiale avant l'autre. Cette différence va permettre au robot de tourner sur place vers la droite ou vers la gauche suivant le choix du temporisateur le plus long. Au final, le robot reprendra son exploration devant lui, en ayant évité un obstacle sur son chemin.

On constate que, si l'on joue sur les vitesses de rotation des deux moteurs par la carte de commande en mode test, le robot suivra des trajectoires différentes. Dans le cas d'une pièce qui comporte une porte, le robot, qui aura tendance à longer les murs, est sûr de sortir de la pièce. Un autre robot, qui va en ligne droite, ira plus vite d'un point à un autre mais risque de louper la porte de sortie.



**6 Schéma fonctionnel**

### Le schéma structurel

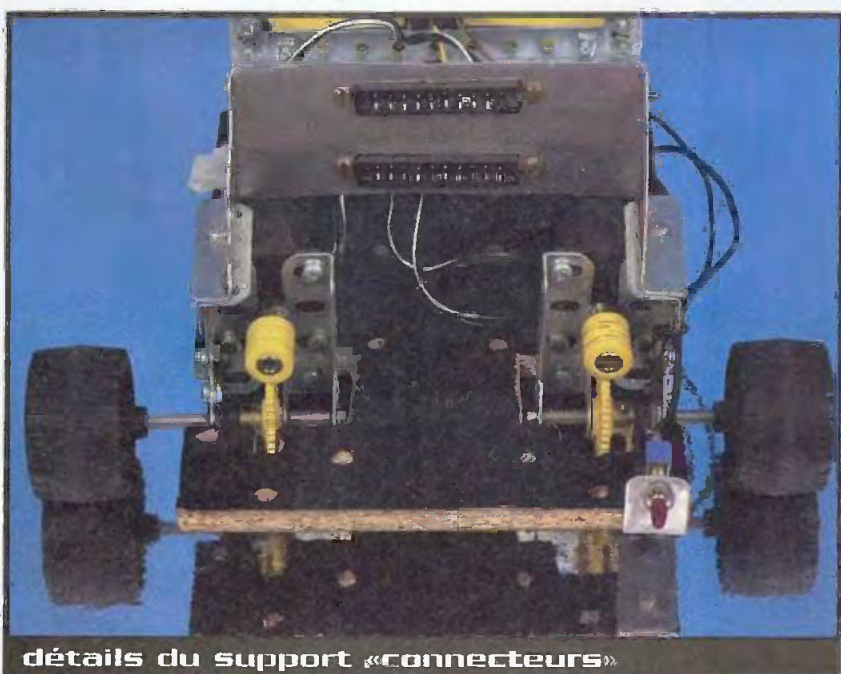
Dans ce schéma, a été inclus la fonction «indicateur de batterie» réalisée autour d'un composant hybride TL 431 (appelé zéner programmable).

Cette fonction supplémentaire est aussi un capteur pour le robot de son état de "fraîcheur". Ce circuit, qui informe sur l'état

interne du robot, est appelé capteur proprioceptif.

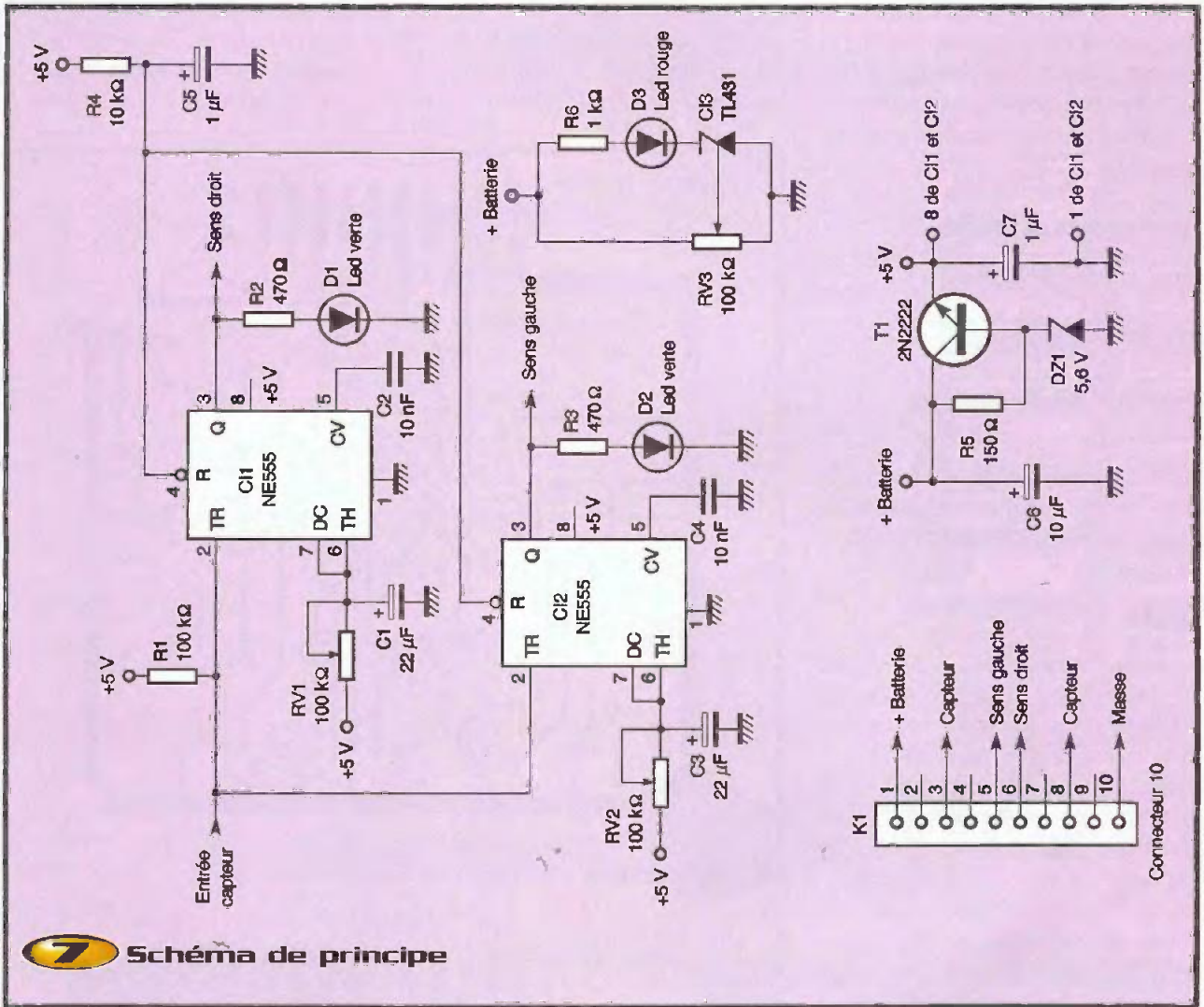
Le signal issu du mini-interrupteur associé au pare-chocs déclenche deux temporisateurs identiques qui basculent immédiatement. Chaque temporisateur possède un réglage de la durée de ce basculement.

Le composant utilisé pour cette fonction



**détails du support «connecteurs»**





est le «555» très connu et très facile d'emploi. La consommation globale est inférieure par rapport à une solution discrète avec des transistors.

**Le temporisateur**

La fonction monostable est obtenue facilement autour du 555 par deux composants, une résistance et une capacité qui règlent la durée du signal de sortie. Le terme monostable vient du fait que la sortie est normalement stable à 0V et, lorsque la fonction est déclenchée par un signal de commande caractéristique, la sortie quitte son état stable à 0V pour un état instable de 4V environ pendant une durée variable pour revenir ensuite à son état stable.

Les deux LED informent sur l'état des fonctions. Un circuit R<sub>4</sub> et C<sub>5</sub> a été rajouté pour bloquer la fonction par son entrée 4 : R.A.Z. (remise à zéro). Cela permet d'éviter les

déclenchements Intempestifs lors de la mise sous tension du robot.

**L'indicateur de batterie**

Le composant TL 431 est un circuit intégré réalisant une diode zéner programmable.





Lorsque la tension sur son entrée de réglage atteint 2,5V, le circuit devient passant et un courant peut traverser la LED rouge D<sub>3</sub>. En réglant RV<sub>3</sub>, on obtient que la LED s'éteint lorsque le pack d'accus est déchargé.

### Le régulateur de tension

On réalise une régulation de tension en composants discrets. La tension stabilisée de 5V alimente les deux circuits intégrés par les broches 8 et 1.

### Réalisation de la carte

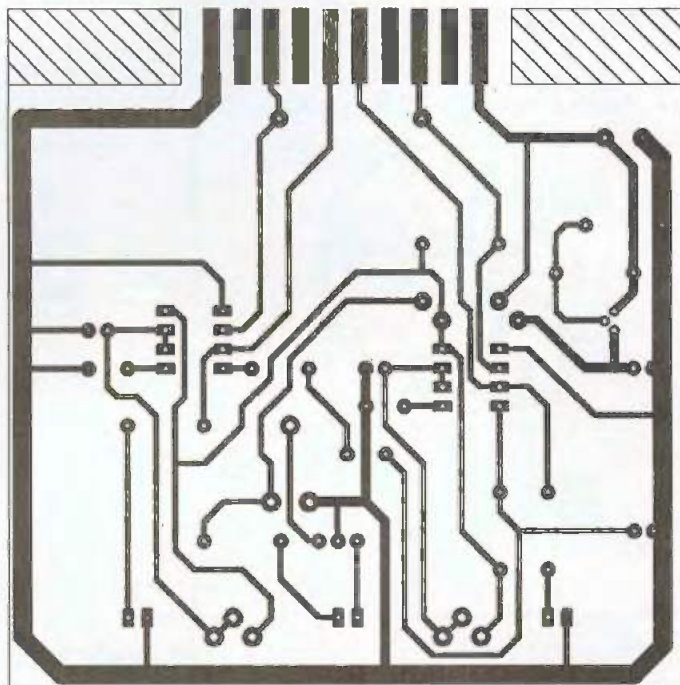
Le dessin du circuit imprimé de la carte de traitement est visible sur la **figure 8**. La vue d'implantation associée est reproduite sur la **figure 9**.

### Tests

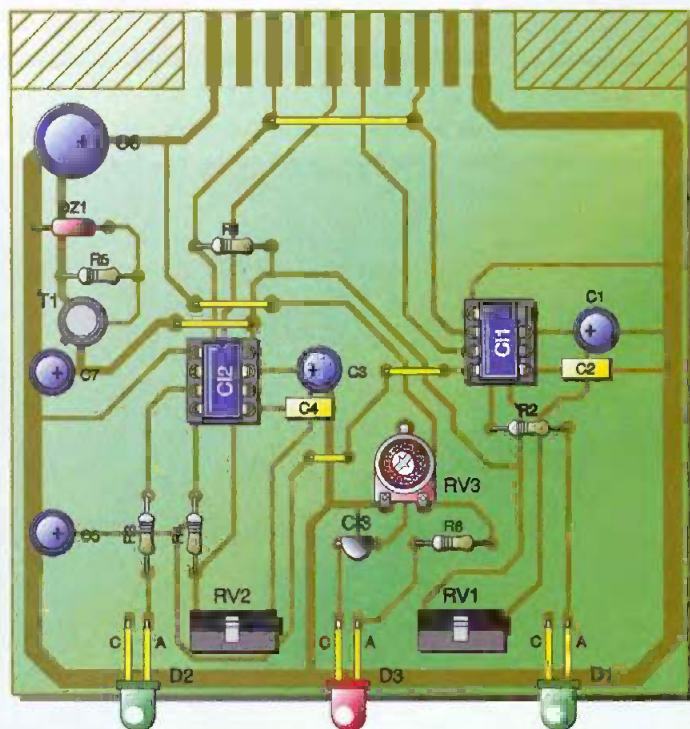
On commencera à placer les résistances ajustables en position médiane. Ne pas installer la carte de commande des moteurs, on touchera le pare-chocs pour déclencher les temporisateurs. On vérifiera qu'en faisant varier chacune des résistances ajustables RV<sub>1</sub> et RV<sub>2</sub>, on observe la variation du temps pendant lequel les sorties basculent associée à chaque LED: Si l'on possède un oscilloscope ou un voltmètre, on pourra observer les signaux aux bornes des condensateurs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> qui correspondent

à des charges de capacités, sinon les deux LED indiquent le bon fonctionnement. On terminera par le réglage de RV<sub>3</sub>, à condition de remplacer le jeu d'accus par

une alimentation variable réglée sur 6V (tension aux bornes d'un pack d'accus de 7,2V déchargée), ou attendre d'avoir un pack un peu déchargée pour faire le réglage.



**8** Tracé du circuit imprimé



**9** Implantation des éléments

## Nomenclature

- R<sub>1</sub> : 100 kΩ
- R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 470 Ω
- R<sub>4</sub> : 10 kΩ
- R<sub>5</sub> : 150 Ω
- R<sub>6</sub> : 1 kΩ
- RV<sub>1</sub> à RV<sub>3</sub> : résistances variables 100 kΩ
- C<sub>1</sub>, C<sub>3</sub> : 22 μF
- C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> : 10 nF
- C<sub>5</sub>, C<sub>7</sub> : 1 μF
- C<sub>6</sub> : 10 μF
- D<sub>1</sub> à D<sub>3</sub> : diodes LED (2 vertes et 1 rouge)
- Dz<sub>1</sub> : diode zéner 5,6V
- T<sub>1</sub> : Transistor 2N2222
- CI<sub>1</sub>, CI<sub>2</sub> : LM555
- CI<sub>3</sub> : TL431



# La souris



Avec la souris, nous entrons dans le monde du visuel, il ne faut pas pour autant croire que notre robot verra. Les techniques les plus élaborées, à base de caméra, permettent seulement de reconnaître des formes simples, des couleurs contrastées dans un environnement connu à l'avance. La souris est le nom donné à ce robot qui cherche et suit la ligne comme une souris chercherait son fromage.

## La détection de ligne

Peut-on voir une ligne noire sur fond blanc avec un capteur simple ? La réponse est négative, le capteur ne donnera jamais ce type d'information. Et pourtant, en voyant le robot suivre cette ligne, on peut en douter. Qu'en est-il exactement ?

## Principe de fonctionnement

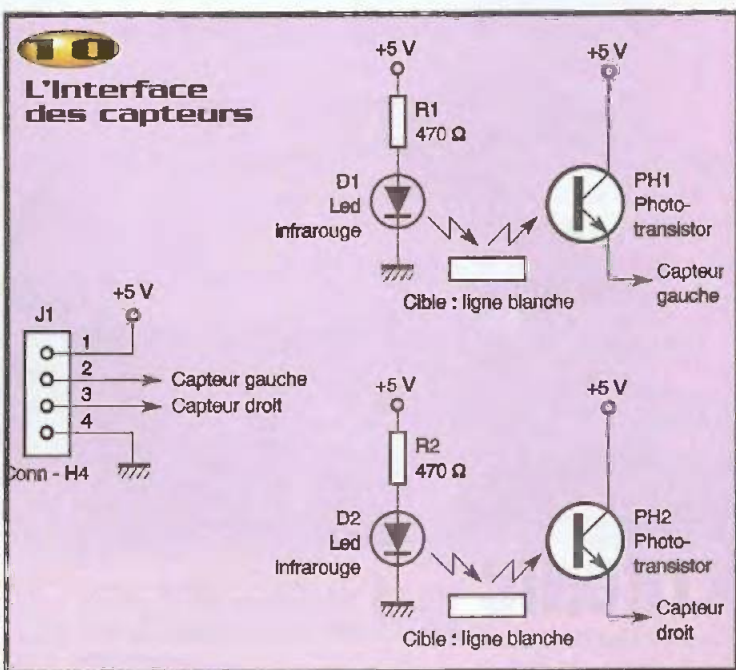
Le principe de fonctionnement est simple : une diode émet une lumière infrarouge en direction du sol et un phototransistor reçoit les photons par réflexion sur le sol. Si la distance entre le sol et les éléments, de l'ordre de 4mm, est respectée, le récepteur fournira une information proportionnelle à la quantité de photons qu'il aura reçu. Le composant HOA 149 est un modèle de boîtier intégrant les deux éléments. Il y a un gros avantage à utiliser le modèle intégré, c'est que l'on n'a pas à se soucier des longueurs d'ondes des éléments du capteur, le constructeur ayant fait le tri lors de la fabrication et la distance optimale de détection d'une cible est fournie (ici 3,8 mm). Le coût plus élevé du composant par rapport au modèle discret est com-

pensé par le gain de temps lors de l'installation sur le châssis et la solidité de l'ensemble.

## Interface pour les capteurs de réflexion

L'élément qui va émettre les infrarouges doit être polarisé par une résistance de valeur assez faible, inférieure à 1 k $\Omega$  et le récepteur sera chargé par une résistance optimisée

pour les cibles : ligne noire et fond blanc. A partir des informations du fabricant, on termine expérimentalement une valeur de 20 k $\Omega$  comme étant la charge optimale des modèles HOA 149. Pour d'autres modèles, les valeurs des résistances de charge se situent entre 10 et 50 k $\Omega$ . Une observation rapide du schéma vous montre l'absence de cette résistance de charge du phototransistor, ceci est normal car on choisit de placer cette résistance sur la



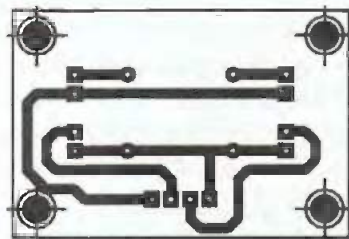
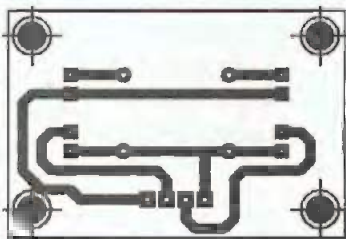


carte de traitement des signaux plutôt que sur celle des capteurs. La raison en est simple, on choisit de faire une commande en courant plutôt qu'en tension, la qualité du signal transmis dans ce cas là est plus grande. Lorsque le phototransistor est bloqué, c'est la résistance de 20 k sur la carte de traitement qui donne le niveau bas, lorsque le récepteur devient passant, un courant circule vers la carte de traitement et non une tension. Ce mode de fonctionnement est garant de faibles parasites sur les fils de liaisons entre la carte d'interface et la carte de traitement infrarouge.

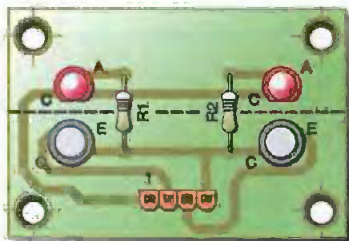
On réalise une petite carte électronique qui regroupe les polarisations et les capteurs à réflexion. Cette carte sera équipée de 4 trous de fixation afin de permettre un réglage en hauteur de la carte par rapport au sol. Deux solutions impliquent deux cartes. La carte avec les composants discrets utilise deux LED à infrarouge LD 271 ou équivalent et deux phototransistors BFW42, BP103 ou équivalent. On réalisera une séparation entre les émetteurs et les récepteurs par un morceau de carton ou autre, non-conducteur, placé au niveau du pointillé pour éviter le rayonnement direct. La deuxième carte, utilisant les composants intégrés HOA 149 ne nécessitant pas, elle, de séparation, est plus rapide à réaliser.

### La construction

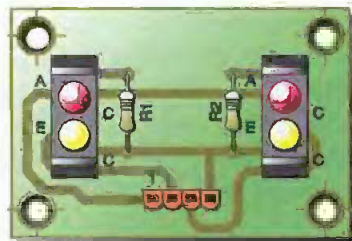
La partie construction consiste à découper un orifice assez large dans le châssis pour faire passer les capteurs. La carte électronique est fixée par des tiges filetées qui permettent d'ajuster au mieux la hauteur des capteurs avec le sol. Cette découpe est réalisée le plus à l'avant du robot. La qualité du fonctionnement général en dépend. Enfin, il faudra relier la carte des capteurs avec le connecteur de la carte de traitement. Quatre fils fins sont nécessaires entre le connecteur (bornes : 2, 3, 8, 10) et la carte des capteurs. Les broches à souder entre le connecteur et la nouvelle carte sont



**Circuit Imprimé de l'Interface**



Carte avec des composants discrets



Carte avec deux HOA149

### 12 Implantation des éléments de l'interface pour les capteurs

indiquées sur le tableau en bas de page. (Relier ensemble les bornes 1, 4, 7, 10 de chaque connecteur).

La carte de commande des moteurs sera positionnée en mode normal, permettant la commande des vitesses de rotation de chaque moteur par la carte de traitement.

### Le schéma fonctionnel

Le schéma de principe ne tient pas compte de l'interface nécessaire aux capteurs infrarouges. Les signaux issus des capteurs doivent subir un petit traitement avant de les diriger vers la carte de commande des moteurs. Afin que ces signaux soient exploitables par la carte de commande des moteurs, il est nécessaire de modifier la forme de la réponse du capteur.

Les signaux de commande pour les moteurs doivent être compris entre 0,5 et 3,5V pour exploiter la plage complète de fonctionnement des moteurs depuis l'arrêt jusqu'à la pleine puissance. Or, le signal

issu d'un capteur est compris entre 0,3 et 4,5V, on va donc corriger l'information pour pouvoir exploiter pleinement la commande des moteurs.

On voit donc qu'il faut agir sur l'amplification en l'atténuant et sur le point de départ qui représente le seuil de tension pour l'obscurité. On utilisera un amplificateur différentiel qui opère la soustraction de deux signaux et modifie aussi le gain global.

### Fonctionnement du robot souris

Observons un robot souris qui suit une ligne noire sur fond blanc.

Si le robot avance, c'est que les deux capteurs infrarouge reçoivent des photons issus des émetteurs. Sachant qu'il n'y a pas de monde parfait, l'un des deux moteurs, même bien corrigé par la carte de motorisation, sera toujours plus rapide que l'autre. Le robot tournant légèrement, l'un des capteurs va s'approcher de la ligne noire et recevra moins de photons. La vitesse de la roue, du côté concerné, va ralentir. Se faisant, le robot

Connecteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carte robot souris	Batterie +7,2V	+5V capteur	Capteur IR gauche	Vitesse gauche	Sens gauche	Sens droit	Vitesse droit	Capteur IR droit		Masse
Carte pour commander les moteurs	Batterie +7,2V	+Moteur gauche	-Moteur gauche	Vitesse gauche	Sens gauche	Sens droit	Vitesse droit	-Moteur droit	+Moteur droit	Masse



tournera légèrement dans le sens opposé et restera caler sur la ligne noire.

En virage, il se passe la même chose avec une petite précaution. En fonction de la vitesse du robot en ligne droite, il faut choisir un rayon de virage adapté. Si le rayon est très grand, il n'y aura pas de problème et on pourra se permettre de faire des essais à vitesse maximale en agissant sur les réglages de la carte de commande des moteurs. Si la place est comptée et, par la même, le rayon du virage réduit, il faudra réduire la vitesse sur la carte des moteurs pour éviter que le robot, emporté par son inertie, n'est pas le temps de corriger sur la ligne noire.

Autre situation, une vitesse trop faible permet de comprendre le fonctionnement du robot sur la ligne. En effet, on observe celui-ci corriger sa trajectoire d'un côté à l'autre de la ligne. Cette observation intéressante n'est pas caractéristique du robot souris qui donnera, avec un bon réglage, une impression de fluidité sur la ligne sans aucun à-coup.

Comment passer à une ligne blanche sur fond noir ?

En gardant le principe qu'un capteur agit sur du blanc, alors il est nécessaire de placer les deux capteurs sur la ligne blanche et il faut croiser les commandes vers les moteurs. Le capteur droit doit piloter le moteur gauche et inversement.

Lorsque, par le fait que les vitesses ne sont jamais tout à fait égales, un capteur déborde sur le fond noir, il ralentit la vitesse du moteur opposé, et le robot se repositionne sur la ligne blanche.

## Le schéma structurel

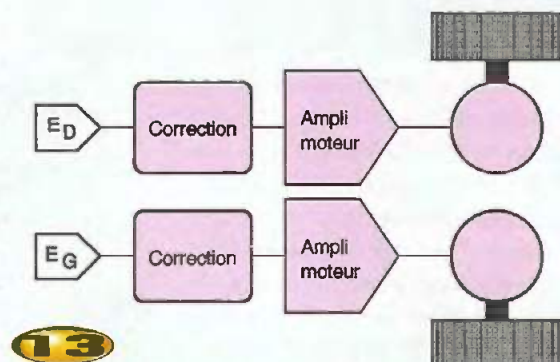
Le signal issu des photorécepteurs est corrigé par les amplificateurs opérationnels. Trois réglages permettent de compenser les erreurs de positionnement des capteurs à réflexion.

### La correction

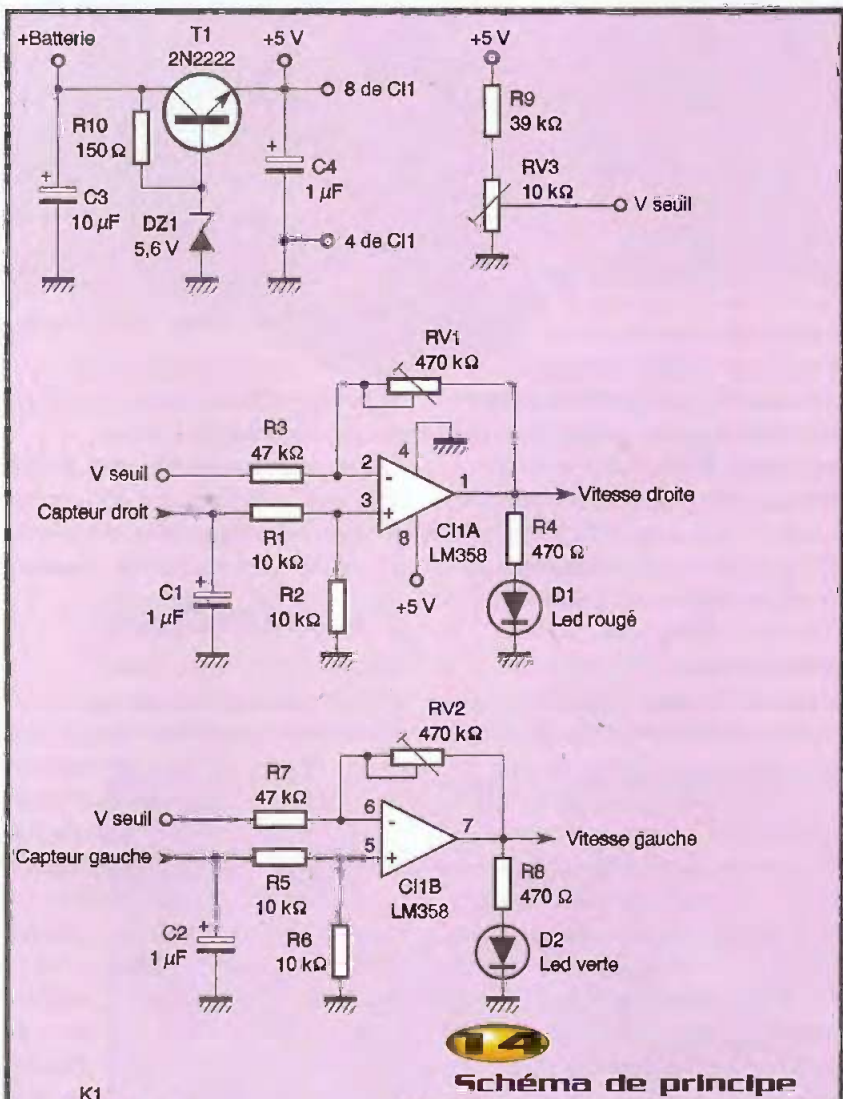
Le schéma fait apparaître deux montages identiques correspondant aux fonctions de correction des signaux issus des capteurs et un réglage de seuil de tension. L'alimentation étant classique.

L'amplificateur opérationnel est monté en amplificateur différentiel à deux entrées, le gain du montage est réglé par la résis-

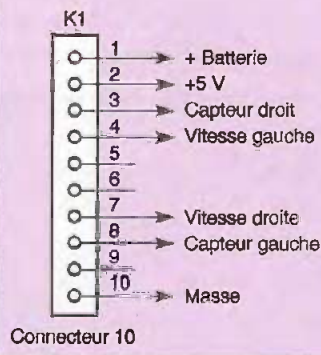
tance de contre-réaction  $RV_1$  ( $RV_2$ ). Habituellement, les résistances sont choisies identiques deux à deux pour simplifier les calculs ( $r_1 = R_3$  et  $R_2 = RV$ ). Mais ici, on nous impose une résistance globale de 20 k $\Omega$  (22 k $\Omega$  en réalité) comme charge du capteur infrarouge et l'impédance de



**13**  
Schéma fonctionnel



**14**  
Schéma de principe



la référence de tension doit rester grande pour ne pas trop consommer d'énergie. Les valeurs des résistances sont choisies de ce sens là :  $RV_1 = 470 \text{ k}\Omega$  et  $R_3 = 47 \text{ k}\Omega$  alors que  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$  et  $R_2 = 12 \text{ k}\Omega$ . Les LED sont là pour indiquer le bon fonctionnement des capteurs. Une capacité est placée sur les entrées

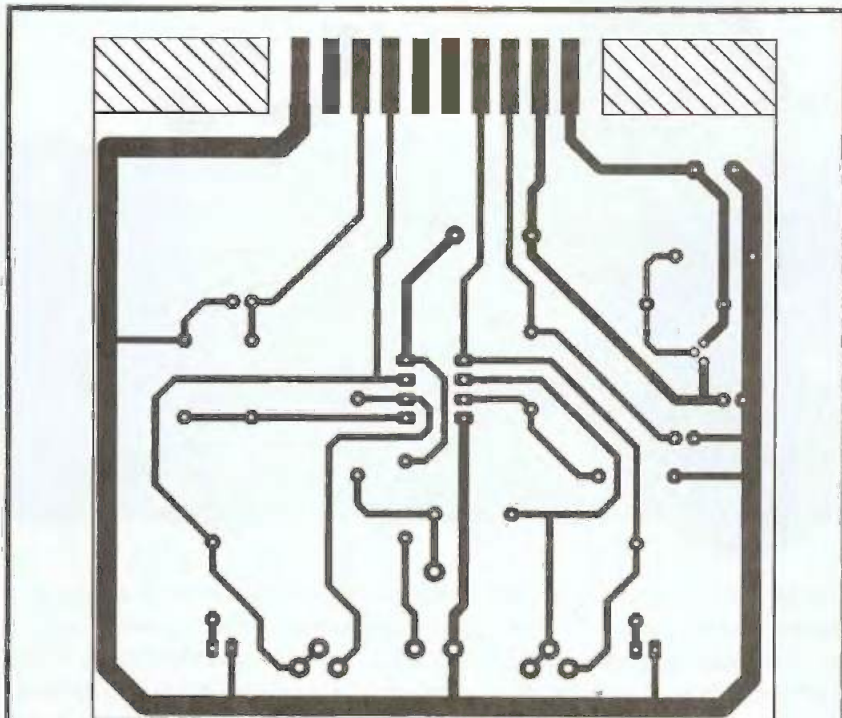


capteurs pour filtrer les parasites infrarouges de fréquence plus grandes que les variations des signaux des capteurs.

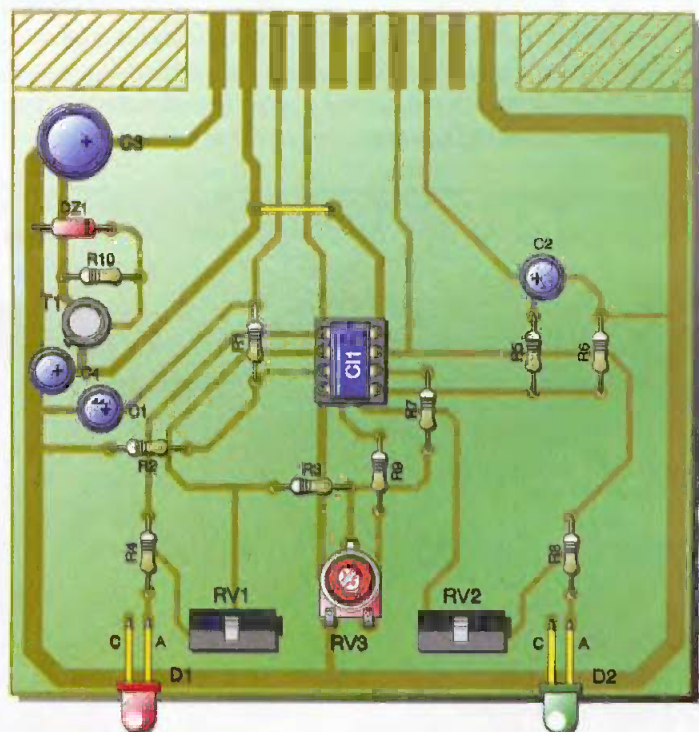
### Le régulateur de tension

Comme précédemment, on réalise une

régulation de tension en composants discrets. La tension stabilisée de 5V alimente les deux circuits intégrés par les broches 8 et 4. Cette tension sera aussi utilisée par la carte des capteurs par le biais de la broche 2 du connecteur.



**15** Tracé du circuit imprimé



**16** Implantation des éléments

## Réalisation de la carte

Le dessin du circuit imprimé de la carte de correction est visible sur la **figure 15**. La vue d'implantation associée est reproduite sur la **figure 16**.

## Tests et Maintenance

On commencera par placer les résistances ajustables en position médiane. Ne pas installer la carte de commande des moteurs. On placera le robot sur une surface blanche et on doit observer les LED, associées à chaque sortie, s'allumer. Si l'on possède un oscilloscope ou un voltmètre, on pourra observer les signaux sur ces sorties. Pour cela, il suffit de déplacer le robot afin qu'il coupe la ligne noire et on mesurera des variations de tension de 0V jusqu'à une tension que vous réglerez à 3,5V pour le fond blanc.

Pour le réglage de RV<sub>3</sub>, il faut installer la carte de commande des moteurs, car ce réglage est plus facile avec le robot en marche. Ce qui explique pourquoi cette résistance variable est couchée. On trouvera le réglage de RV<sub>3</sub> lorsque le robot restera caler sur la ligne même en virage, ce qui est le test absolu.

A partir de là, on pourra s'amuser à retoucher les réglages de la carte des moteurs pour augmenter la vitesse jusqu'au décrochage et revenir un peu en arrière.

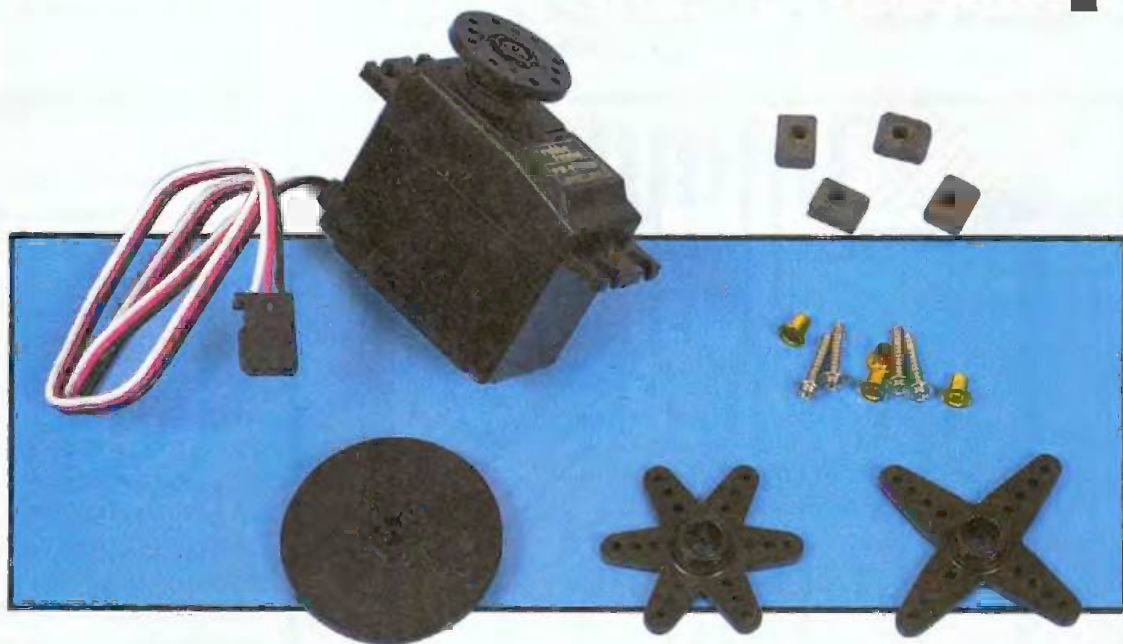
F. Giamarchi

## Nomenclature

- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> : 10 kΩ
- R<sub>3</sub>, R<sub>7</sub> : 47 kΩ
- R<sub>4</sub>, R<sub>8</sub> : 470 Ω
- R<sub>9</sub> : 39 kΩ
- R<sub>10</sub> : 150 Ω
- RV<sub>1</sub>, RV<sub>2</sub> : résistances variables 470 kΩ
- RV<sub>3</sub> : 10 kΩ
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub> : 1 µF
- C<sub>3</sub> : 10 µF
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes LED [1 verte et 1 rouge]
- Dz<sub>1</sub> : diode zéner de 5,6V
- T<sub>1</sub> : transistor 2N2222
- C1<sub>1</sub> : LM 358 (ou LM 2904)
- Capteurs (voir texte)



# Commande de servos avec un **Basic Stamp**



Parmi les actuateurs habituellement utilisés en robotique amateur ou semi-professionnelle, les servos de radiocommande se taillent la part du lion, même s'ils n'avaient pas été conçus à l'origine pour cela. En effet, compte tenu de leur destination première, ces servos sont très compacts, solides, fiables et permettent de disposer d'un couple ou d'une force de sortie relativement importante, eu égard à leurs faibles dimensions.

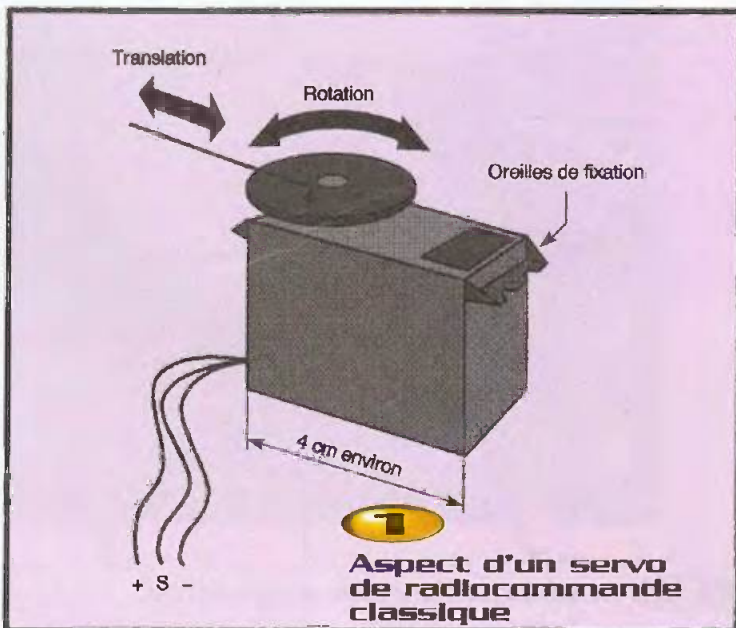
Même si la commande de ces servos peut être faite au moyen de nombreux circuits divers, le Basic Stamp, présenté par ailleurs dans un autre article de ce numéro, se prête fort bien à cet usage. Il ne lui faut en effet qu'une ligne de sortie et très peu d'instructions pour piloter avec un maximum de souplesse n'importe quel servo. Un simple Basic Stamp I, disposant de 8 ports d'entrées/sorties, peut ainsi commander jusqu'à un maximum de 8 servos et ce nombre passe à 16 pour un Basic Stamp II ou II-SX. De quoi faire bouger pas mal de choses, même dans un robot important...

## Les servos de radiocommande

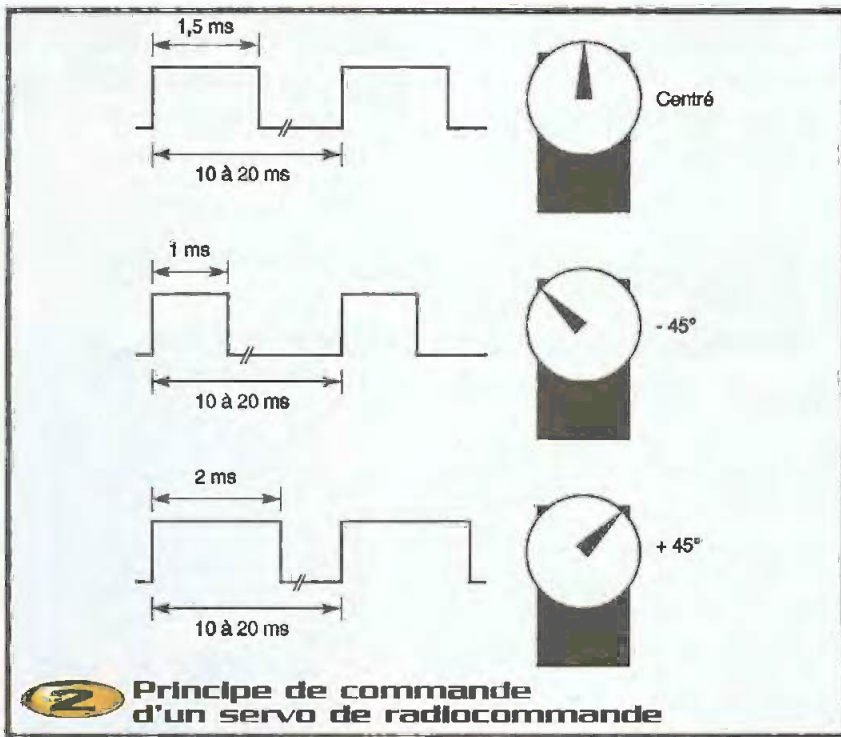
Les servos de radiocommande nécessitent un mode d'interfaçage un peu particulier, pas tellement au plan électrique mais plutôt au plan logiciel. Voici donc tout d'abord exposé le problème à résoudre. Sa solution viendra dans quelques instants. Un servo de radiocommande se présente sous un aspect physique similaire à ce que vous pouvez découvrir **figure 1**. Il est généralement fourni avec de nombreux accessoires pou-

vant être montés sur son arbre de sortie (disques perforés, bras de diverses tailles et formes, etc.) facilitant ainsi sa liaison avec les organes mécaniques environnants. Côté électrique, un tel servo ne dispose que de trois fils codés par des couleurs. Les fils rouge et noir sont destinés à son alimentation qui peut être comprise entre 4,8 et 6V. Attention ! Compte tenu de la puissance des servos, un courant de plusieurs

centaines de mA doit pouvoir être fourni par cette alimentation lorsque le servo tourne ; courant qui est d'autant plus important que le servo est puissant et/ou que les charges qu'il commande demandent des efforts. Le troisième fil, de couleur jaune ou blanche (ou de toute autre couleur que rouge et noir en fait) sert à transmettre les ordres au servo sous forme d'impulsions codées en largeur. Ces impulsions peuvent être considérées







comme compatibles TTL pour ce qui est de leurs niveaux. La **figure 2** montre leur principe de codage ; principe au demeurant fort simple :

- une impulsion de 1,5 ms de large place le servo dans sa position dite centrée ou de repos,
- une impulsion de 1 ms de large fait tourner le servo dans sa position maximum en sens inverse des aiguilles d'une montre, ce qui représente généralement un angle de 45° par rapport à sa position de repos,
- une impulsion de 2 ms de large fait tourner le servo dans sa position maximum dans le sens des aiguilles d'une montre ce qui représente, là aussi, un angle de 45° par rapport à sa position de repos.

Toute autre largeur d'impulsion comprise entre 1 et 2 ms permet d'obtenir les innom-

brables positions intermédiaires.

Notez aussi que, théoriquement, ces dernières doivent se répéter à un rythme tel que l'on ne doit pas avoir plus de 10 à 20 ms d'écart entre deux impulsions successives.

Tout ce que nous venons de dire est vrai pour tous les servos et pour leur utilisation en radiocommande. Pour nous autres roboticiens, il importe cependant de connaître deux informations supplémentaires importantes.

Tout d'abord, sachez qu'une fois que le servo a atteint la position désirée, il n'est plus absolument indispensable de continuer à lui envoyer les impulsions de commande avec la période de répétition de 10 à 20 ms. Si vous le faites, le servo tiendra sa position avec toute la force permise par

son moteur et ses engrenages, ce qui est évidemment la solution idéale. Si vous ne le faites pas, ce qui peut souvent simplifier la programmation, le servo ne tiendra la position atteinte que si l'organe commandé ne force pas trop sur son arbre de sortie. En effet, dans une telle situation le moteur n'est plus commandé par l'électronique contenue dans le servo et il ne joue donc plus son rôle de frein électrique.

Cette façon de faire est donc à réserver aux situations où l'organe actionné par le servo n'exerce que peu ou pas de réaction sur sa commande.

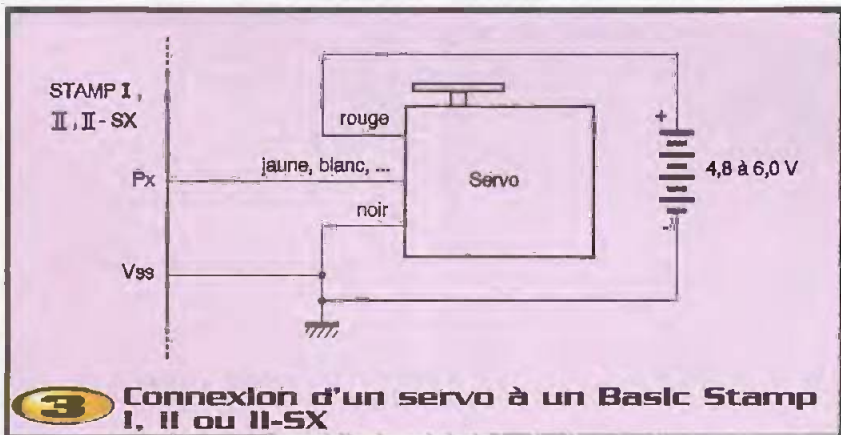
La deuxième information à connaître concerne la plage de fonctionnement des servos. Si la plage de radiocommande standard est, comme nous l'avons vu en figure 2, de -45° à +45° de part et d'autre de la position centrale, soit une amplitude totale de 90° ; de nombreux servos peuvent aller au-delà, et bien au-delà même puisqu'ils peuvent le plus souvent atteindre le double. On dispose alors, dans ce cas, d'une amplitude de mouvement qui va de -90° à +90° de part et d'autre de la position centrale, ce qui correspond bien évidemment à une plage de variation de la largeur des impulsions de commande plus importante. Ces dernières voient alors leur largeur varier de 0,5 ms à 2,5 ms.

Comme cette information est rarement fournie dans les documentations des servos, c'est à vous de déterminer jusqu'où votre servo peut aller. Pour cela, il suffit de lui appliquer des impulsions de plus en plus étroites (ou de plus en plus larges) à partir de 1 ms (ou de 2 ms) et d'observer le résultat produit sur l'arbre de sortie. Dès que celui-ci ne tourne plus alors que le servo "grogne" c'est que vous avez atteint la valeur limite.

Comment envoyer ces impulsions variables nous direz-vous ? Tout simplement avec un Basic Stamp et un programme analogue à celui que nous allons vous présenter maintenant.

### Servo et Basic Stamp

La connexion d'un servo à un Basic Stamp est évidemment fort simple comme le montre la **figure 3**. La seule précaution à prendre se situe au niveau de l'alimentation du servo dont seule la masse doit être commune avec celle du Stamp. Par contre,





la tension positive ne doit pas être prélevée sur  $V_{DD}$  du Stamp car, d'une part la consommation du servo est trop importante pour le régulateur du Stamp, d'autre part chacun de ses mouvements provoque des appels de courant susceptibles de perturber le Basic Stamp.

L'alimentation des servos doit donc disposer de son propre régulateur ou, dans le cas d'un fonctionnement autonome, de son propre pack de batteries.

Ceci étant précisé, la commande d'un servo avec un Basic Stamp ne demande que très peu de lignes de programme, surtout si l'on fait appel aux deux instructions parfaitement adaptées à cette situation que sont PULSOUT et PAUSE. Le listing ci-après vous propose ainsi un exemple de programme qui fait tourner le servo lentement jusqu'à sa position extrême dans le sens des aiguilles d'une montre puis le fait revenir aussi vite qu'il peut dans sa position extrême inverse et ainsi de suite. Cela n'a bien sûr aucun intérêt pratique (sauf pour animer une figurine dans une vitrine par exemple) mais montre bien comment générer les impulsions nécessaires au servo. En effet, l'instruction PULSOUT génère des impulsions de durée variant de 100 x 10  $\mu$ s à 200 x 10  $\mu$ s en fonction de l'évolution de la variable de boucle b2, tandis que l'espacement entre ces impulsions est fixé à 15 ms au moyen de l'instruction PAUSE.

## Listing

Ce programme a été écrit en Basic Stamp I mais sa transposition en Basic Stamp II ne demande que la modification des valeurs extrêmes et du pas de la variable

de boucle b2. En effet la résolution de l'instruction PULSOUT n'est plus de 10  $\mu$ s comme en Basic Stamp I mais de 2  $\mu$ s. Il faut donc multiplier ces différentes valeurs par 5.

En résumé, pour faire déplacer un servo en Basic Stamp I ou II, il suffit d'une instruction PULSOUT suivie de la donnée correspondant à la largeur d'impulsion désirée et d'une boucle assurant la répétition de cette impulsion. Cette opération est très facile à réaliser si, comme nous l'avons vu précédemment, il n'est pas nécessaire de continuer à fournir des impulsions une fois la position désirée atteinte, puisque l'on peut alors utiliser des boucles de longueur fixe. Par contre, s'il faut maintenir les impulsions car la charge commandée exerce une force de retour sur le servo, il faut alors intégrer la boucle de répétition des impulsions au programme global ce qui demande un petit plus d'attention et de mise au point. N'oubliez pas cependant dans ce cas que la période de répétition des impulsions de commande n'a pas besoin d'être fixe et peut varier de 10 à 20 ms.

## Conclusion

La commande de servos avec un Basic Stamp s'avère encore plus facile que celle des moteurs pas à pas présentée par ailleurs dans ce numéro, puisqu'il ne faut même plus ici de circuit d'interface et que le logiciel à écrire est encore plus simple. On comprend dès lors pourquoi les robots commerciaux tels que Growbot ou Stampbug font un large usage de servos associés à un Basic Stamp.

**C. TAVERNIER**

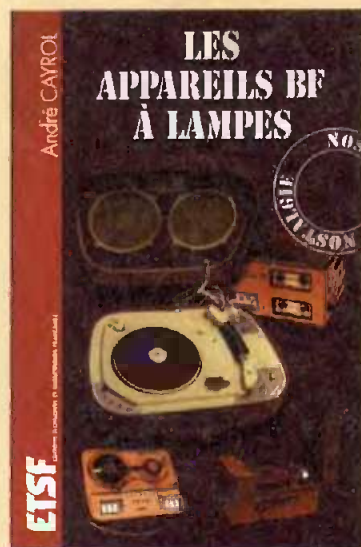
```

' Programme de commande d'un servo câblé selon figure.3
' Le servo tourne lentement d'un extrême à l'autre dans
' le sens des aiguilles d'une montre puis revient à sa
' position de départ à sa vitesse maximum et ainsi de suite

boucle:
    for b2 = 100 to 200
        for b3 = 1 to 5
            pulsout 0,b2 ' servo connecté sur le port P0
            pause 15
        next
    next
goto boucle
    
```

## Les appareils BF à lampes

Ce nouvel ouvrage d'André Cayrol rassemble une documentation rare sur la conception des amplificateurs à lampes, accompagnée d'une étude technique et historique approfondie de la fabrication Bouyer.



Après avoir exposé les principes simples de l'amplification, l'auteur analyse un grand nombre d'appareils, dévoile les règles fondamentales de la sonorisation, expose une méthode rationnelle de dépannage et délivre au lecteur un ensemble de tours de mains ainsi que des adresses utiles.

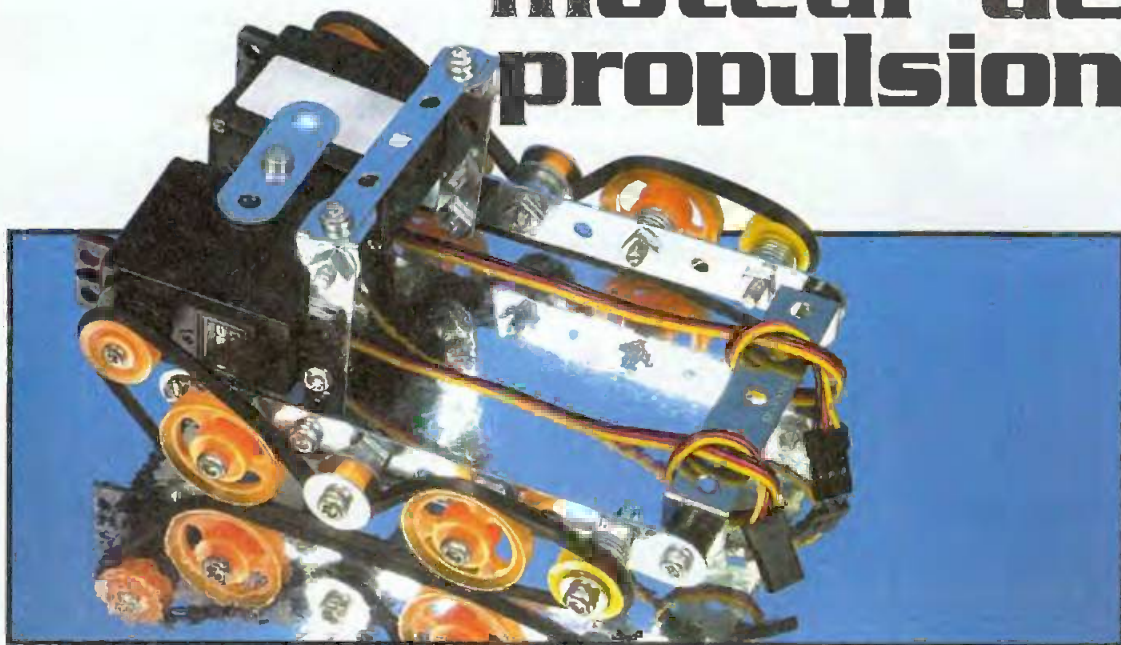
Amplificateurs Bouyer (y compris le remarquable NW50 HI-FI de la RTF), amplificateurs et électrophones Teppaz, amplificateurs de guitare électrique Fender et vénérables amplificateurs Philips des années trente sont décrits avec leurs schémas complets. Une place est aussi réservée aux magnétophones, objets de collection. Fruit d'une importante recherche documentaire, ce livre est un objet où l'inédit guette le lecteur. L'amateur y découvrira une approche accessible de l'audio à tubes, tandis que le collectionneur y puisera des repères historiques ainsi que les données techniques indispensables pour faire revivre ces appareils.

**A. CAYROL - DUNOD/ ETSF**

224 pages - 165 FRF



# Utilisez un servo comme moteur de propulsion



Lorsque l'on réalise un robot mobile, il se pose très vite le problème de sa propulsion. En effet, si les moteurs électriques sont nombreux sur le marché, ils ne sont pas directement utilisables car, utilisés seuls, ils tournent trop vite et manquent de couple. Une démultiplication de la vitesse et, donc, une multiplication du couple avec un train d'engrenages est donc toujours nécessaire, ce qui pose très vite des problèmes de montage mécanique.

Il existe pourtant une excellente solution à ce problème qui consiste à utiliser des servos de radiocommande, non sans les avoir modifiés, au préalable bien sûr, puisque ceux-ci ne savent pas tourner en continu. C'est cette modification que nous allons vous présenter maintenant et, si vous suivez nos explications, vous serez très rapidement en possession d'un moteur d'entraînement puissant, fiable et peu coûteux pour vos robots.

## Un bref rappel théorique

Comme nous l'avons vu dans l'article consacré à la commande des servos au moyen d'un Basic Stamp, auquel nous vous demandons de bien vouloir vous reporter si nécessaire, un servo de radiocommande comporte 3 fils de connexion, 2 pour son alimentation et 1 pour son signal de commande. Ce dernier est constitué par des impulsions dont la largeur peut varier de 1 ms à 2 ms afin de définir le positionnement du servo. L'arbre de sortie du servo tourne alors d'un angle qui est proportionnel à la largeur de l'impulsion reçue. L'écart entre deux impulsions successives peut varier entre 10 et 20 ms sans que

cela ait une influence sur le positionnement du servo et une largeur d'impulsion de 1,5 ms correspond à la position de repos du servo et place, en conséquence, son arbre de sortie au centre de sa course utile.

Lorsque l'on travaille de la sorte, c'est à dire normalement, le servo est un système fonctionnant en boucle fermée car il dispose d'un potentiomètre solidaire de son arbre de sortie qui indique, à tout instant à l'électronique contenue dans le servo, quelle est sa position. Cette électronique agit alors sur le moteur du servo pour que la position de son arbre de sortie, c'est à dire en fait la position du potentiomètre qui lui est couplé, fasse générer à son circuit de contrôle interne des impulsions de même largeur que celles qu'il reçoit comme signal de commande.

## Principe de la modification

La modification que nous allons réaliser sur le servo va lui donner la possibilité de tourner de façon continue. Vous pourrez alors contrôler sa vitesse et son sens de rotation mais, en contrepartie, vous n'aurez plus aucun moyen de savoir quelle est la

position absolue de son arbre de sortie. Pour une utilisation comme moteur de propulsion, cela n'a généralement aucune importance.

Lorsque la modification sera terminée, le servo pourra toujours être facilement contrôlé par n'importe quel contrôleur de servos, tel qu'un Basic Stamp par exemple, mais les impulsions de largeur variable entre 1 ms et 2 ms ne contrôleront plus la position absolue du servo mais sa vitesse et son sens de rotation.

Pour parvenir à cela, le principe adopté est fort simple et consiste à ne plus utiliser le potentiomètre de copie de la position de l'arbre de sortie du servo mais un diviseur de tension fixe, constitué par un potentiomètre ajustable réglé une fois pour toutes. De ce fait, une impulsion de 1 ms essaiera de positionner l'arbre de sortie du servo à fond de course dans une direction mais, comme le potentiomètre d'indication de position n'est plus utilisé, l'électronique du servo considérera que cette position n'est jamais atteinte. Le servo tournera alors en continu dans la direction correspondante, c'est à dire le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Une impulsion de 2 ms de large,



quant à elle, essaiera de positionner le servo à fond de course dans l'autre sens et, pour la même raison que ci-dessus, le servo tournera alors de façon continue dans l'autre sens puisque l'électronique considérera que cette position n'est jamais atteinte.

Enfin, une impulsion de 1,5 ms de large essaiera de placer le servo à sa position centrale ou position de repos. Comme c'est sur cette valeur que le potentiomètre ajustable qui remplace le potentiomètre d'indication de position de l'arbre de sortie a été ajusté, suite à la modification que nous allons faire, aucune correction ne sera estimée nécessaire par l'électronique du servo et l'arbre de sortie de ce dernier ne bougera donc pas : le servo restera à l'arrêt.

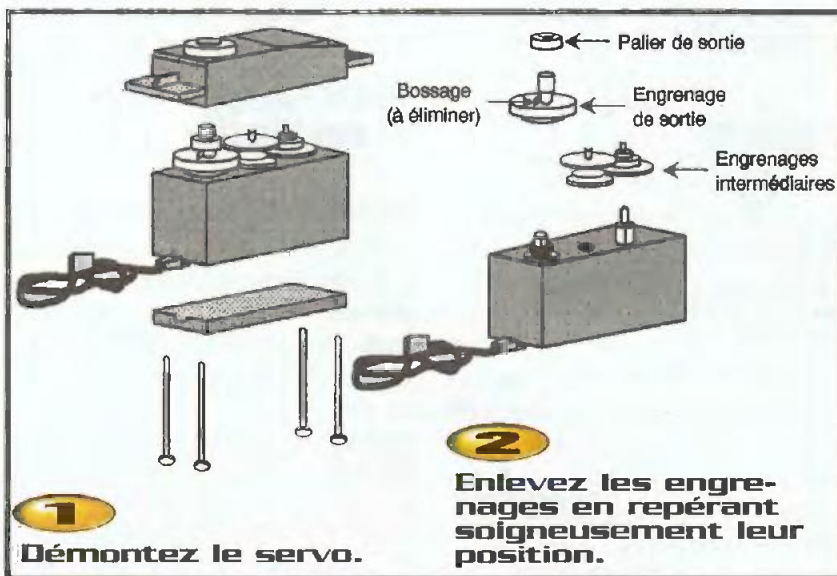
Compte tenu de ce principe, vous pouvez également déduire facilement que la vitesse de rotation du servo est proportionnelle à l'écart entre la largeur de l'impulsion qui lui est envoyée et 1,5 ms.

## Procédure de modification

Comme la modification que nous allons réaliser est irréversible, il importe de bien vérifier, au préalable, que le servo sur lequel vous allez l'appliquer fonctionne correctement. Par ailleurs, et même si de nombreux servos ont un air de famille, tous ne sont pas réalisés de la même façon en interne et les explications données ci-dessous peuvent donc varier légèrement d'un modèle à un autre. La modification proposée a ainsi été réalisée avec succès et très facilement sur les servos de la marque HITEC alors qu'elle s'est avérée plus difficile à mettre en œuvre sur les servos FUTABA. Heureusement, dès la première étape qui n'est autre que le démontage du servo, il est facile de se rendre compte si la modification va être possible ou pas et on peut donc toujours faire machine arrière sans dommage à ce stade des opérations.

Voici donc, pas à pas et figures à l'appui, comment procéder :

- Démontez le servo comme indiqué sur la **figure 1**. Après avoir enlevé sa plaque de fond, regardez si le moteur est visible à côté du circuit imprimé ou s'il est directement soudé sur celui-ci. Dans ce dernier cas, la modification risque d'être plus difficile car il faudra alors extraire le circuit imprimé tout en dessoudant les cosse du moteur ce qui, sans être impossible, demande tout de



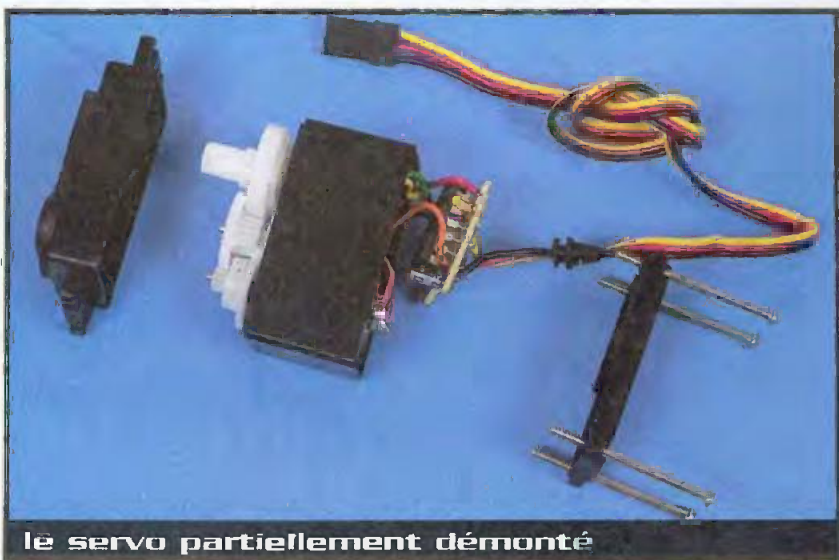
même de la dextérité. Dans le cas contraire, extrayez le circuit imprimé en prenant soin de ne pas casser ses fils de liaison.

- Démontez les engrenages comme indiqué sur la **figure 2** en veillant à bien repérer leur position pour savoir les remettre en place ensuite. Avec une petite lime fine, éliminez le bossage présent sur la roue dentée solidaire de l'arbre de sortie comme indiqué sur la figure.

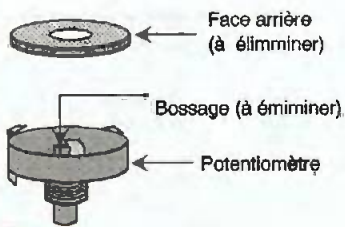
- Enlevez le potentiomètre de copie de position de l'arbre de sortie du boîtier du servo en dévissant son écrou de fixation, comme indiqué **figure 3**, et dessoudez les fils qui aboutissent dessus en prenant soin de bien repérer la couleur du fil qui est relié à la cosse centrale de ce dernier.

- Ouvrez le boîtier du potentiomètre en démontant sa face arrière suivant la **figure 4**. Pour cela, relevez les petites languettes

métalliques qui la maintiennent en place avec un petit tournevis à lame plate. Il faut







**4**

**Démontez la face arrière du potentiomètre**

alors modifier l'intérieur du potentiomètre de façon à ce que son arbre de commande puisse tourner en continu. Pour cela, aplatissez le petit bossage qui sert à l'arrêter en utilisant un tournevis à lame plate ou une petite lime (selon le cas).

- Remontez le potentiomètre modifié à l'intérieur du boîtier du servo comme indiqué **figure 5**.

- Percez un petit trou dans le boîtier du servo ou agrandissez l'encoche qui sert au passage des fils de façon à y faire passer les trois fils qui aboutissaient initialement sur le potentiomètre comme indiqué **figure 6**.

- Remontez les engrenages avec soin et assurez-vous qu'ils tournent librement avant de refermer le boîtier du servo.

- Câblez alors un potentiomètre ajustable multitours de 4,7 ou 5 k $\Omega$  sur les trois fils que vous avez dessoudés du potentiomètre du servo. L'ordre de branchement des fils extrêmes n'a pas d'importance, par contre veillez à bien mettre le fil central que nous avons fait repérer ci-dessus sur le curseur du potentiomètre ajustable. Positionnez ce potentiomètre approximativement à mi-course et collez-le sur une face du servo. Votre servo modifié est désormais prêt à

servir de moteur de propulsion comme nous allons le vérifier sans plus attendre.

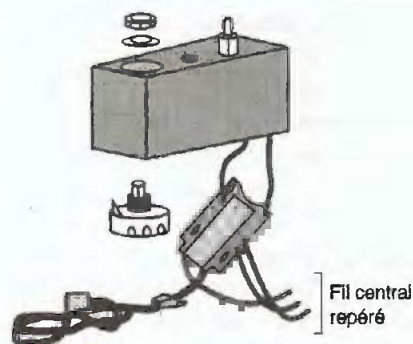
**Test et réglage du servo modifié**

Utilisez un contrôleur de servos quelconque, tel un Basic Stamp comme indiqué par ailleurs dans ce numéro par exemple, ou bien encore un simple ensemble de radiocommande, pour envoyer une impulsion de 1,5 ms de large au servo modifié. Agissez alors sur le potentiomètre ajustable de façon à ce que le moteur arrête de tourner. Votre servo est désormais réglé.

Si vous modifiez la largeur de l'impulsion à 1,55 ms par exemple, le moteur va tourner doucement dans un sens. Par contre, si vous envoyez une impulsion de largeur légèrement inférieure à 1,5 ms, le moteur va tourner doucement dans l'autre sens. Plus la largeur de l'impulsion que vous enverrez sera éloignée de 1,5 ms, plus le moteur tournera rapidement dans un sens ou dans l'autre.

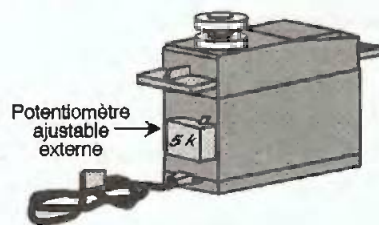
**Quelques idées d'améliorations éventuelles**

Tel que nous vous l'avons fait modifier, le servo est parfaitement fonctionnel et utilisable comme moteur de propulsion de robot. Si vous en montez 2 sur un robot, 1 à droite et 1 à gauche, vous pourrez même vous en servir comme système de direction puisqu'il suffira, comme dans les tanks par exemple, de faire tourner les 2 moteurs dans le même sens pour aller tout



**5**

**Remontez le potentiomètre modifié**



**6**

**Remontez le servo en faisant sortir les fils qui aboutissaient au potentiomètre par une découpe dans son boîtier**



**le potentiomètre de recopie**

droit et d'arrêter l'un ou l'autre pour tourner du côté correspondant.

Quelques améliorations peuvent cependant être apportées à ce système pour les robots plus évolués et, sans les décrire ici dans le détail, nous allons vous donner quelques idées à leur sujet.

Vous pouvez ajouter une contre-réaction au servo modifié afin que le microcontrôleur associé puisse être capable de garder une trace du nombre de tours de roue réalisés afin de connaître ainsi précisément les déplacements du robot. Notez cependant que la vitesse de traitement informatique imposée par cette méthode ne permet plus de commander le servo à partir d'un microcontrôleur aussi simple qu'un Basic Stamp par exemple. Vous devez alors faire appel, soit à un microcontrôleur de type PIC, soit à un microcontrôleur MOTOROLA 68HC11 ou de puissance équivalente, programmé en langage machine.

Il existe différents moyens pour réaliser cette contre-réaction mais l'un des plus simples qui soit est d'utiliser un optocoupleur réflectif à infrarouge. Un tel composant est constitué d'une diode émettrice à infrarouge et



d'un détecteur optoélectronique. Pour pouvoir l'utiliser, il suffit de peindre sur les flancs d'une roue du robot une succession de bandes blanches et noires et de placer le capteur en face de cette figure. Il générera alors des impulsions au rythme du passage des différentes zones blanches et noires devant son détecteur optoélectronique et il suffira au microcontrôleur de les compter pour savoir exactement de combien de degrés la roue aura tourné, étant entendu que plus le nombre de zones sera impor-

tant, plus la mesure sera précise. Une autre solution, qui nécessite beaucoup plus de dextérité, consiste à faire appel au même type de capteur mais à le placer à l'intérieur du servo, dirigé sur la roue dentée de transmission intermédiaire. Cette roue est divisée en quatre secteurs et deux d'entre-eux sont colorés en noir avec un marqueur indélébile. Compte tenu de la démultiplication du servo, on dispose alors d'une résolution de 90 impulsions par tour. Une dernière modification peut être réalisée

lorsque l'on utilise un servo comme moteur de propulsion. Elle consiste à enlever toute l'électronique de contrôle interne du servo et à commander directement le moteur à partir d'un pont en H piloté par le port de sortie d'un microcontrôleur. Il appartient alors au microcontrôleur de générer les signaux avec les rapports cycliques adéquats, afin de commander correctement cette structure en H et le moteur qui fait suite. Ceci ne dispense évidemment pas de mettre en place le système de contre-réaction permettant de connaître la position du robot, tel celui que nous venons de décrire.

## Conclusion

La mécanique pose souvent problème à de nombreux candidats à la robotique, particulièrement au niveau des engrenages de démultiplication du moteur de transmission. Notre solution permet d'y apporter une réponse élégante avec un maximum de simplicité, tout en réalisant un moteur de transmission fiable, puissant et solide.

C. TAVERNIER



démontage du potentiomètre

Mars - Avril - Mai 2000 *Offre Spéciale* Vidéo - WebCam - Télésurveillance

# UNE SOLUTION A CHAQUE APPLICATION

### EMETTEURS/RECEPTEURS

à partir de **H.F.**  
**999F**  
152,30€

Composés d'un émetteur et d'un récepteur pour la transmission sans fil de la vidéo et/ou du son stéréo. Portée 50-200 m, 4 canaux.

### CAMERA AVEC DETECTEUR

**1075**  
163,88€  
réf. 351.050

Avec détecteur de son, qui se branche sur l'entrée Péritel d'un téléviseur. Idéal pour surveiller une chambre d'enfant.

### CAMERAS N/B & COULEUR

à partir de  
**659F**  
100,46€

Dans un coffret métallique avec étrier et câbles de raccordement.

### CAMERAS CCD EN BOITIER

à partir de  
**799F**  
121,81€

Mini caméras N/B dissimulées dans un boîtier de détecteur I.R.

### CAMERA DE SURVEILLANCE

réf. 350.637  
**1249F**  
190,41€

45 mm 0,62 Lux

Mini caméra N/B dans un dôme de seulement 45mm de diamètre !

### MODULE CAMERA COULEUR

**649F**  
98,94€  
réf. 350.634

Module de caméra miniature CMOS de 25 x 25mm.

### CAMERAS CMOS N/B

à partir de  
**659F**  
100,46€

WebCam

350.658 350.655

Image très nette de 100.000 pixels, sensibilité 0.5Lux. Se connecte à un téléviseur, un ordinateur ou à un système de télésurveillance.

### CAMERA N/B COBRA

réf. 350.628  
**559F**  
85,22€

WebCam

Mini caméra sur un flexible de 20cm de longueur. Utilisable pour la télésurveillance et l'internet.

### CAMERA COULEUR CCD PAL

réf. 399.810  
**1590F**  
242,39€

AVEC SON

Subminiature, logée dans un boîtier métallique très compact et discret de 22 x 85mm, équipée d'un micro hyper sensible.

### CAMERA COULEUR COBRA

réf. 350.629  
**959F**  
146,20€

330.000 pixels  
WebCam

Caméra CMOS haute définition de 330.000 pixels, lentille 3.6mm/92° F1.2. Pour internet et télésurveillance

### CAMERAS DE SURVEILLANCE

à partir de **Miniature**  
**679F**  
103,51€

avec son

Caméras (33x38x26mm) pour la connexion à un téléviseur, ordinateur ou un système de surveillance.

### CAMERA DE SURVEILLANCE

**559F**  
85,22€  
réf. 350.661

Caméra N/B de surveillance avec L.E.P. infrarouge.

**ACCELdis**  
20 bis, rue Maître Renault  
95190 FONTENAY EN PARISS  
Tél. 01 34 09 04 46 Fax 01 34 09 04 47

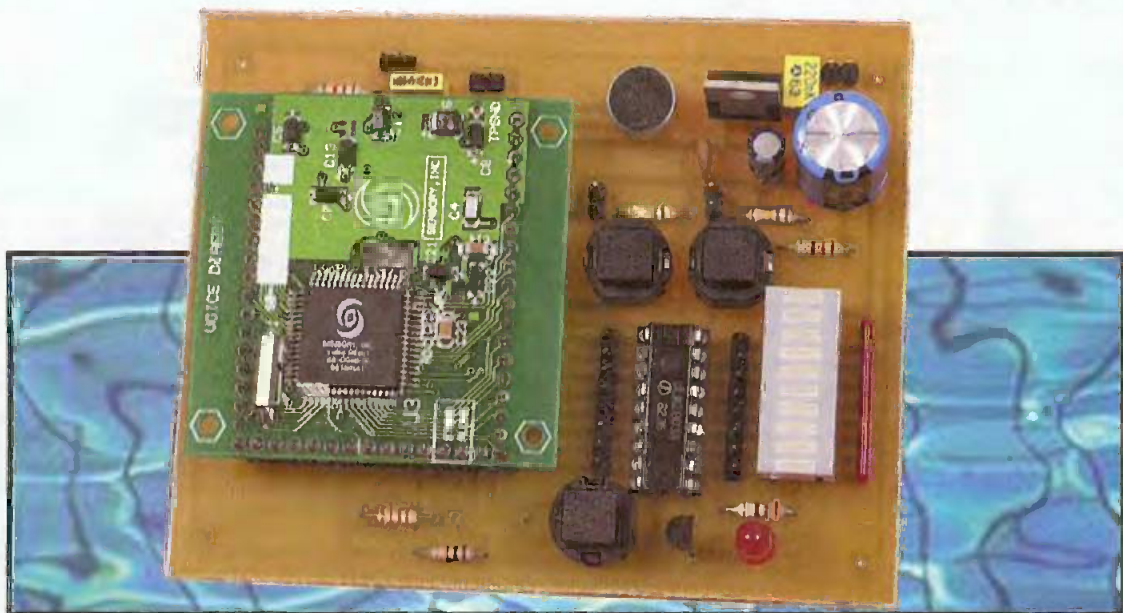
Veuillez nous retourner ce coupon pour recevoir une documentation accompagnée de la liste des revendeurs - conseil.

NOM ..... PRENOM ..... ADRESSE .....  
CODE POSTAL ..... VILLE .....

FP/04/00



# Commande vocale pour robot



Lorsque l'on réalise un robot mobile, on se heurte très vite à un problème de communication ou, plus exactement, de transmission d'ordres à ce dernier. Les liaisons radio ou infrarouges permettent évidemment de résoudre ce problème avec plus ou moins de bonheur mais elles imposent à l'utilisateur de posséder un boîtier de commande émetteur qui, l'expérience le prouve, n'est jamais à portée de main quand on en a besoin !

Nous vous proposons donc aujourd'hui une approche radicalement différente et très "high tech" puisque, avec notre montage, votre robot mobile va pouvoir réagir au son de votre voix et comprendre jusqu'à huit mots ou très courtes phrases différents avec un taux de reconnaissance excellent.

Malgré cet aspect quelque peu science fiction, ne croyez pas que notre montage soit un gadget à ranger au rayon des Furby et autres jouets de Noël. Il s'agit, en effet bel et bien, d'un module de reconnaissance vocale mono-locuteur performant, susceptible d'être intégré dans quasiment n'importe quelle réalisation électronique. Malgré cela, sa facilité de réalisation et son prix de revient le placent à la portée de tous ; alors voyons sans plus tarder ce qu'il en est.

## Une évolution logique

Si vous êtes un fidèle lecteur d'Électronique Pratique, vous avez sans doute remarqué, il y a un an de cela, une réalisation intitulée "La voix de son maître" qui proposait déjà de faire de la reconnaissance vocale. Cette réa-

lisation était alors assez complexe au point de devoir être faite sur un circuit imprimé double face à trous métallisés. Pour cette raison, elle était d'ailleurs proposée en kit complet par LEXTRONIC.

Cette réalisation était basée sur un processeur spécialisé, le RSC164 de la firme américaine SENSORY DEVICES. C'est cette même firme et ce même processeur qui nous permettent aujourd'hui de vous proposer ce nouveau montage mais avec beaucoup plus de facilité de réalisation. En effet, quasiment tous les composants nécessaires à la mise en œuvre du RSC164 de notre précédent montage ont été regroupés sur un minuscule circuit imprimé double face, de seulement 50 x 50 mm, muni de connecteurs et qu'il suffit d'intégrer tel quel sur le circuit imprimé de votre choix.

Malgré cette intégration poussée, le module de reconnaissance vocale, puisque c'est bien de cela qu'il s'agit aujourd'hui, est disponible pour 345 Francs TTC environ à l'unité. Eu égard à ses possibilités et au faible nombre de composants externes nécessaires, cela représente un excellent rapport qualité prix.

## Les possibilités offertes

Notre montage s'alimente sous une tension non stabilisée de 6 à 9V sur laquelle il consomme une soixantaine de mA environ. Dans la version proposée ici, il peut reconnaître 8 mots ou courtes phrases distincts et commander en conséquence 8 sorties indépendantes mais ce nombre peut être porté à 15 si nécessaire. Ces sorties sont disponibles à des niveaux TTL ou sous forme de sorties de puissance à collecteur ouvert pouvant commuter jusqu'à 50V sous des courants de 500 mA.

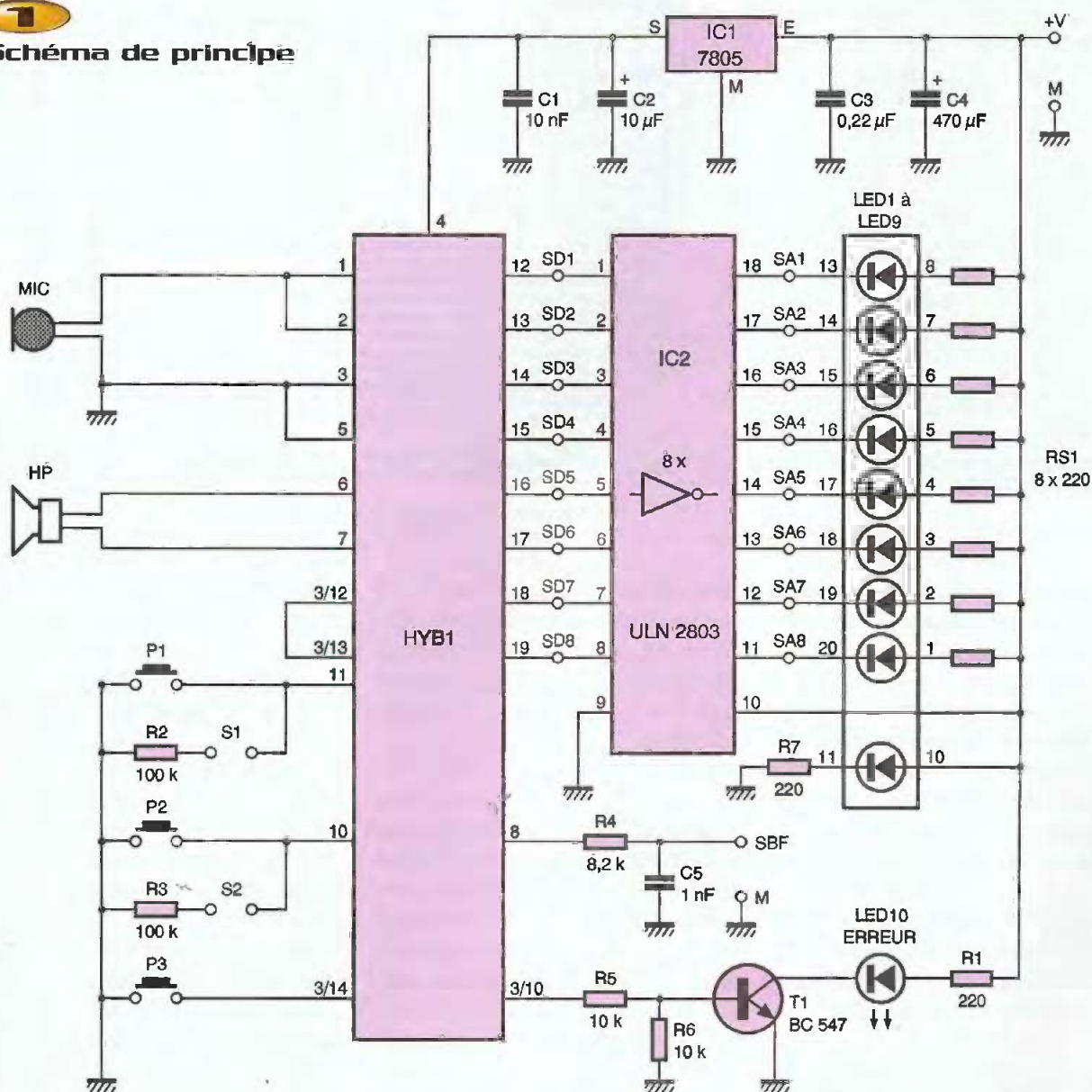
Pour faciliter la mise au point du montage ou l'apprentissage des mots à reconnaître, des LED ont été prévues pour indiquer l'état des différentes sorties ; LED qui sont ensuite amovibles pour réduire la consommation. La commande des deux fonctions principales du module, à savoir l'apprentissage et la reconnaissance des mots, peut être faite par des poussoirs prévus sur le montage ou au moyen d'une action électrique (transistor monté en commutation par exemple).

Enfin, deux modes d'apprentissage et de reconnaissance sont dispo-





## Schéma de principe



ables afin de proposer le meilleur compromis entre une reconnaissance très stricte, mais qui rejette alors facilement les mots s'ils ne sont pas prononcés exactement comme lors de l'apprentissage, et une reconnaissance plus souple mais qui risque alors de confondre des mots aux sonorités proches.

## Schéma de notre montage

Comme vous pouvez le constater à l'examen de la **figure 1**, il est difficile de faire plus simple. Le module de reconnaissance vocale, repéré HYB1, admet directement en entrée les signaux provenant d'un micro à électret, pour lequel il fournit même l'alimentation nécessaire, qu'il soit à 2 ou à 3

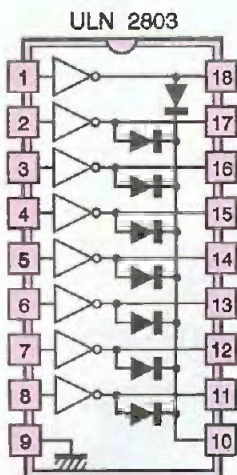
fils (2 dans le cas de notre figure). De même, il commande directement un haut-parleur miniature grâce auquel, comme nous le verrons lors de la présentation du mode d'emploi, il communique avec l'utilisateur car, non content de reconnaître les voix, ce module sait aussi parler !

Les poussoirs P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> servent respectivement à déclencher la phase d'apprentissage ou la phase de reconnaissance vocale tandis que le poussoir P<sub>3</sub> est le traditionnel reset, d'usage assez rare ici puisque le module dispose d'un reset automatique à la mise sous tension et qu'il n'a ensuite plus besoin de cette fonction en utilisation normale.

L'alimentation est confiée à un régulateur intégré trois pattes car le module doit être

alimenté sous une tension stabilisée de 5V. Comme de nombreux robots mobiles disposent d'une source de tension de 6V pour alimenter les servos et les moteurs, nous avons prévu pour IC<sub>1</sub> un régulateur à faible chute de tension. Si vous partez d'une tension plus élevée, telle que 9V par exemple, vous pouvez utiliser un régulateur classique. Les sorties de commande qui sont activées lors de la reconnaissance de l'un des 8 mots ou courtes phrases sont disponibles sur 12 à 19 du module. A ce stade, elles sont à des niveaux TTL et peuvent donc commander toute logique admettant de tels signaux en entrée. Par contre, si vous souhaitez piloter des relais ou des charges plus puissantes, nous avons prévu IC<sub>2</sub>, qui n'est autre qu'un classique ULN 2803,



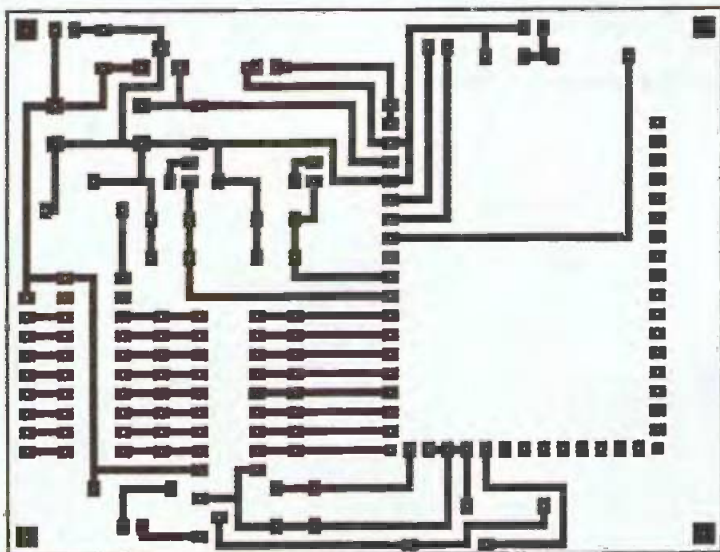


**2**

**Synoptique interne de l'ULN 2803**

c'est à dire un ensemble de 8 Darlington à collecteurs ouverts avec diodes de protection intégrées comme le montre la **figure 2**. La sortie de ce circuit peut commander des charges alimentées sous une tension pouvant atteindre un maximum de 50V et consommer un courant maximum de 500 mA. Pour la phase de mise au point de notre montage, nous avons fait commander par IC<sub>2</sub> huit LED logées dans un bargraph dont une des LED sert aussi de témoin de mise sous tension. Ceci permet de voir, d'un seul coup d'œil, si les mots prononcés sont bien reconnus. Selon le type de charge connectée en sortie de IC<sub>2</sub>, ces LED peuvent ou non rester en place ensuite lors de l'utilisation normale du montage.

Une sortie spéciale du module commande le transistor T<sub>1</sub> et fait allumer une LED indé-



**3**

**Tracé du circuit imprimé**

pendante afin de signaler les éventuelles erreurs lors de son utilisation. Enfin, si vous souhaitez disposer de plus de puissance ou de plus de qualité lorsque le montage vous parle, une sortie pour amplificateur BF externe est également disponible en SBF.

**La réalisation**

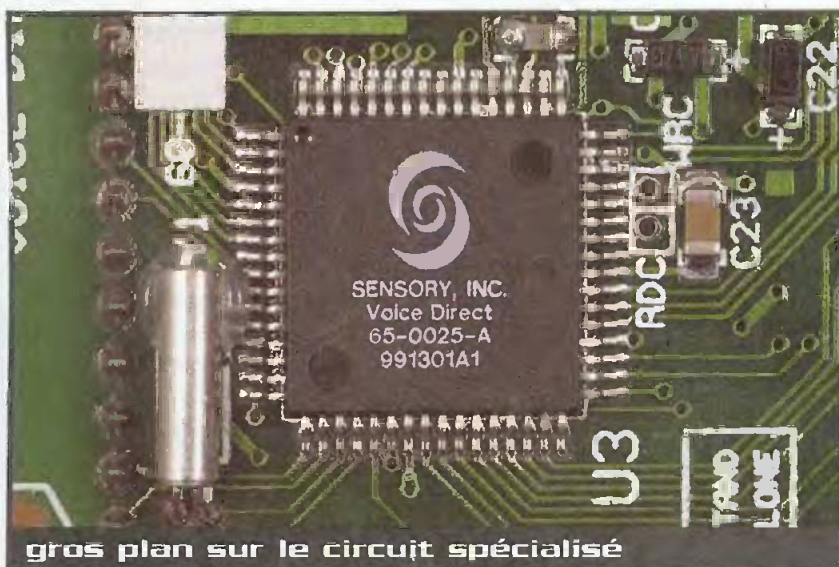
Hormis pour ce qui est du module de reconnaissance vocale qui n'est disponible que chez son importateur en France, notre annonceur bien connu qu'est LEXTRONIC, les autres composants sont des classiques qui ne posent aucun problème particulier. Pour les plus curieux d'entre vous, précisons que le module de reconnaissance vocale est fourni avec une notice complète de 17 pages (en langue anglaise) précisant

toutes ses caractéristiques techniques et même son schéma interne.

Le tracé du circuit imprimé que nous avons dessiné pour ce montage vous est proposé en **figure 3** et l'implantation des composants en **figure 4**. Selon les poussoirs que vous utiliserez pour P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub>, il pourra peut-être s'avérer nécessaire de le retoucher à ce niveau, les tailles et les brochages de ces derniers variant beaucoup d'une marque à une autre.

Les connecteurs externes (repères SD1 à SD8 et SA1 à SA8) ainsi que ceux destinés à recevoir le module de reconnaissance sont réalisés avec des picots mâles/mâles au pas de 2,54 mm à section ronde ou carrée. Ils sont habituellement vendus en bandes à couper à la longueur désirée sous la dénomination de connecteurs HE 14. La nomenclature indique le nombre total de points nécessaires. Vous en déduirez donc facilement le nombre de bandes nécessaires en fonction de la taille de celles que l'on vous proposera. Attention ! Ne prévoyez pas trop juste car ces bandes ne se cassent pas toujours à l'endroit voulu. Il vaut donc mieux avoir quelques points de trop.

Notez que les straps S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> sont aussi réalisés avec de tels picots sur lesquels on place ou non un cavalier de court-circuit. Compte tenu de la polyvalence de notre module, ne supprimez pas les supports de IC<sub>2</sub> ni du bargraph ; ce dernier devant être enlevé lors de la commande de certaines charges externes comme nous le verrons dans un instant.



**gros plan sur le circuit spécialisé**







seconde, ce qui allume la LED correspondante pendant le même temps et le circuit prononce le numéro de la sortie activée ("four" pour quatre par exemple). Si le mot n'est pas reconnu, le circuit vous dit "word not recognized" mais n'allume pas la LED d'erreur car un mot non reconnu n'est pas considéré comme une erreur. En effet, cette situation peut très bien se produire lorsque vous prononcez un mot que le circuit n'a pas appris au préalable.

Par contre, si vous parlez trop bas ou trop tôt après l'appui sur un poussoir ou lorsque le circuit est en train de parler, il vous le dit avec l'un des messages suivants : "please talk louder" ou "spoke too soon". Dans ces conditions, la LED d'erreur s'allume pendant une seconde et aucune sortie n'est validée.

Même si nous avons utilisé le terme "mot", le circuit peut, en fait, apprendre de courtes phrases sous réserve que leur durée ne dépasse pas 3,2 secondes et qu'elles ne contiennent aucun silence supérieur à 0,5 seconde.

Les mots appris par le circuit sont mémorisés dans une EEPROM interne et sont donc conservés indéfiniment, même en cas de coupure d'alimentation de longue durée. Il est impossible de les effacer individuellement mais, comme nous l'avons vu au début de ce mode d'emploi, ils peuvent être tous effacés d'un coup en appuyant simultanément sur P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> pendant au moins une seconde.

Les straps S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> permettent de définir la précision de l'apprentissage et de la reconnaissance de la façon suivante :

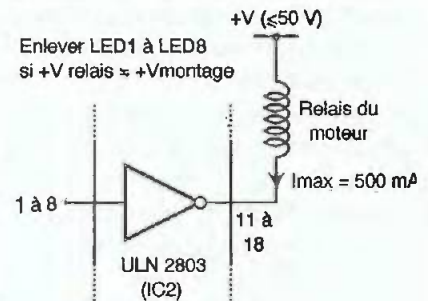
- avec S<sub>1</sub> ouvert, l'apprentissage est en mode facile. Le circuit tolère des écarts de prononciation pour le même mot,
  - avec S<sub>1</sub> fermé, le circuit est plus strict et les deux prononciations successives du même mot doivent être très proches. En contrepartie, la reconnaissance ultérieure sera moins sujette à confusion entre mots aux sonorités similaires,
  - avec S<sub>2</sub> ouvert, le circuit est en mode reconnaissance tolérante. Il reconnaît plus facilement les mots mais peut alors confondre les mots aux sonorités proches,
  - avec S<sub>2</sub> fermé, le circuit est en mode reconnaissance stricte. Il reconnaît seulement les mots prononcés exactement comme lors de la phase d'apprentissage mais, en contrepartie, cela peut le conduire à rejeter des mots qu'il a pourtant appris.
- La meilleure solution consiste à essayer les quatre configurations possibles afin de trouver celle qui vous convient le mieux, compte tenu de votre accent éventuel et de l'environnement dans lequel devra fonctionner le circuit.

### Quelques conseils "vocaux"

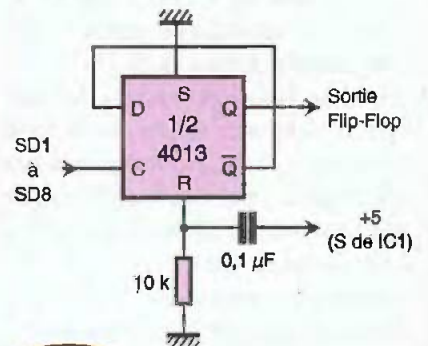
Lors de l'apprentissage, le circuit construit un modèle vocal pour chaque mot. Lors de la phase de reconnaissance, il superpose le mot prononcé à tous les modèles qu'il a en mémoire et il choisit celui avec lequel le

taux de correspondance est le meilleur pour en déduire le mot prononcé. De ce fait, il est évident que quelques règles, dont certaines découlent du simple bon sens, doivent être appliquées pour un fonctionnement optimum. Les voici résumées en quelques lignes :

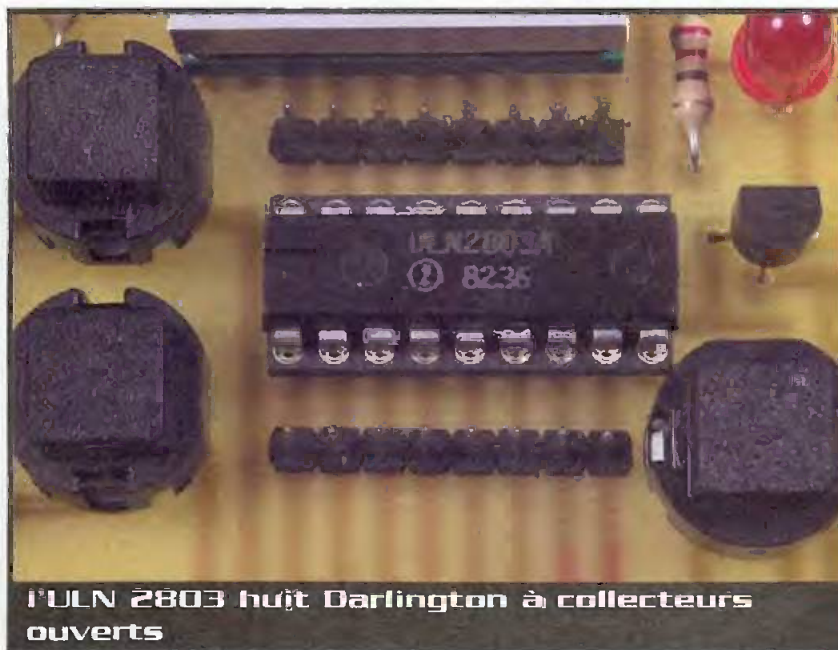
- le circuit peut travailler correctement même en présence de bruits de fond relativement importants pour peu que ceux-ci soient continus et monotones tel le ronron d'un ventilateur ou d'un climatiseur par exemple. Par contre, les bruits de fond variables et à plus forte raison "vocaux", tel le son de la radio ou de la télévision par exemple, peuvent sérieusement perturber les phases d'apprentissage ou de reconnaissance.
- Les mots aux sonorités proches sont évidemment des sources d'erreur. Même l'oreille humaine a du mal à distinguer parfois le son cinq du son sept alors ne demandez pas à un circuit, aussi performant soit-il, de faire mieux que vous !
- Les émotions ou les efforts physiques influent sur notre accent. Il est donc souhaitable d'effectuer la phase d'apprentissage avec le même état d'esprit que celui



### 5 Commande de relais avec l'ULN 2803

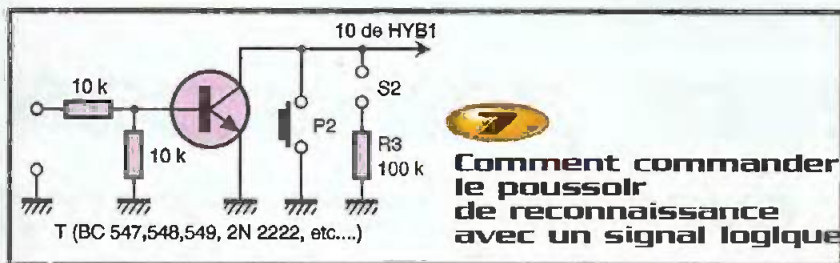


### 6 Exemple d'ajout d'une bascule pour utiliser les sorties en mode bistable



**l'ULN 2803 huit Darlington à collecteurs ouverts**





de la reconnaissance.

- Le micro utilisé lors de la phase d'apprentissage doit être le même que celui utilisé en phase de reconnaissance. En effet, des micros même techniquement identiques, ne délivrent jamais le même signal à stimulation sonore identique et cela peut donc nuire au bon fonctionnement du circuit.

### Quelques idées de schémas

Notre montage est destiné à être intégré à un robot ou à toute autre application à commander à la voix d'ailleurs et, à ce titre, il doit être complété par la circuiterie spécifique à cette dernière.

L'ULN 2803 utilisé peut ainsi commander des moteurs ou des relais sous réserve de ne pas dépasser ses possibilités maximum. Si les charges ainsi commandées sont alimentées sous la même tension que celle qui est utilisée par la connexion +V du montage, les LED d'indication d'état peuvent rester en place. Dans le cas contraire, elles doivent impérativement être enlevées. La **figure 5** montre comment connecter un relais à une des sorties de l'ULN 2803. Ce relais collera ainsi pendant une seconde

lorsque le mot correspondant à la sortie choisie sera reconnu.

Si vous souhaitez une activation des sorties du type flip-flop c'est à dire qui bascule dans un état lors de la première prononciation du mot et qui revienne à l'état antérieur lors de la prononciation suivante, il faut ajouter au circuit des bascules D. La **figure 6** montre un exemple de réalisation avec des 4013 en technologie CMOS qui contiennent deux bascules par boîtier à 14 pattes. Attention ! Ces circuits doivent être placés au niveau des sorties SDx du module de reconnaissance et en aucun cas en sortie de l'ULN 2803. La cellule R-C qui est connectée à leur patte R assure leur mise à zéro automatique lors de la mise sous tension afin qu'elles démarrent toutes avec la sortie Q<sub>i</sub> au niveau logique bas.

Si vous avez besoin de plus de huit sorties, il est possible de monter jusqu'à quinze puisque le circuit peut reconnaître jusqu'à quinze mots. Il faut alors prévoir un décodage externe tenant compte du comportement des sorties du module de reconnaissance indiqué **tableau 1**.

Enfin, comme le laisse entendre le mode d'emploi que nous avons présenté ci-dessus, le circuit ne fait de la reconnaissance

N° de mot	Etat de SD8	Sortie activée
1	0	SD1
2	0	SD2
3	0	SD3
4	0	SD4
5	0	SD5
6	0	SD6
7	0	SD7
8	0	SD8
9	1	SD1
10	1	SD2
11	1	SD3
12	1	SD4
13	1	SD5
14	1	SD6
15	1	SD7

**Codage des sorties lors de la reconnaissance de quinze mots.**

qu'au coup par coup c'est à dire qu'il attend un mot après chaque pression sur le poussoir de reconnaissance. Pour faire de la reconnaissance "continue", il faut donc prévoir une logique adéquate qui, à partir du moment où une sortie a changé d'état, c'est à dire à partir du moment où un mot a été reconnu, déclenche une nouvelle phase de reconnaissance. Nous vous laissons le soin de concevoir cette logique car elle dépend intimement de l'application. Par contre, la **figure 7** vous montre comment doubler le poussoir P<sub>2</sub> par une commande électrique. Le transistor simule un appui sur le poussoir lorsqu'une tension supérieure à 1,5V est appliquée à sa base.

## Nomenclature

- HYB<sub>1</sub> : module hybride Voice Direct (LEXTRONIC)
- IC<sub>1</sub> : LM2940T05 ou 7805 (voir texte), régulateur +5V/1 A, boîtier TO 220
- IC<sub>2</sub> : ULN 2803
- LED<sub>1</sub> à LED<sub>9</sub> : 10 LED en boîtier DIL, par ex. HDSP 4830, IJA 1000HR ou équivalent
- LED<sub>10</sub> : LED rouge de 3 ou 5 mm
- T<sub>1</sub> : BC547, 548, 549
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 220 Ω 1/4W 5% (rouge, rouge, marron)
- R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 100 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, jaune)
- R<sub>5</sub> : 8,2 kΩ 1/4W 5% (gris, rouge, rouge)
- R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir orange)

- RS<sub>1</sub> : réseau de 8 résistances de 220 Ω en boîtier SIL, un point commun
- C<sub>1</sub> : 10 nF céramique
- C<sub>2</sub> : 10 μF/25V chimique radial
- C<sub>3</sub> : 0,22 μF mylar
- C<sub>4</sub> : 470 μF/25V chimique radial
- C<sub>5</sub> : 1 nF céramique ou mylar
- Mic : micro à électret 2 fils
- HP : haut-parleur miniature de 8 à 32 Ω
- P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : poussoirs 1 contact travail, à implanter sur CI
- 1 support de CI 18 pattes (IC<sub>2</sub>)
- 1 support de CI 20 pattes (LED<sub>1</sub> à LED<sub>9</sub>)
- Picots à souder mâles/mâles en bandes au pas de 2,54 mm (HE 14) : 74 points au total
- Cavaliers de court-circuit au pas de 2,54 mm (S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>)

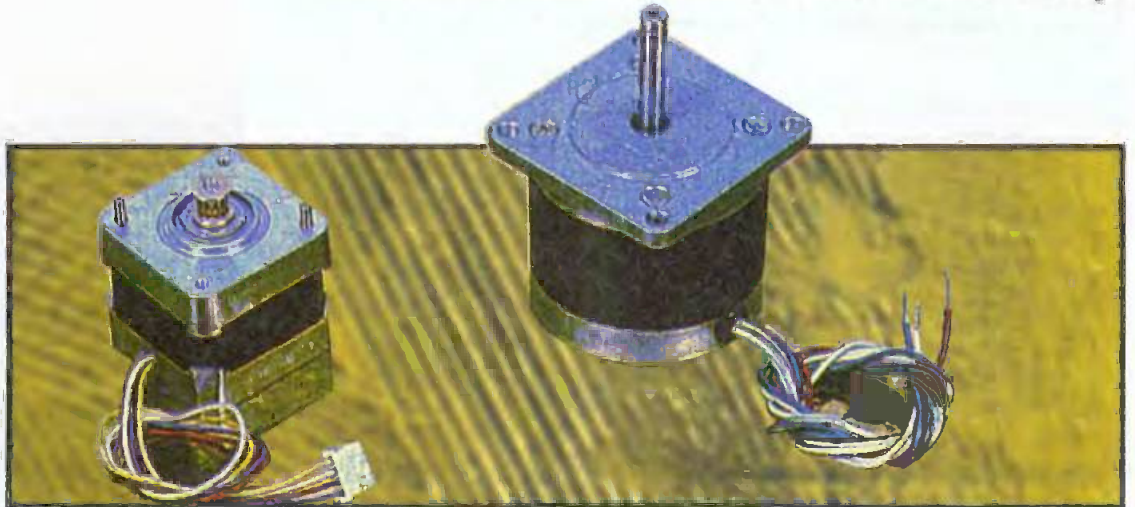
## Conclusion

Avec cette réalisation vous disposez d'une excellente base de départ pour ajouter une commande vocale à tous vos robots mobiles ou à toute autre application se prêtant à une commande vocale. L'excellent taux de reconnaissance atteint par le circuit choisi permet une utilisation sérieuse du produit et devrait contribuer à faire sortir la reconnaissance vocale du ghetto des "démonstrations de foire" auquel elle est souvent confinée.

C. TAVERNIER



# Commande de moteurs pas à pas avec un Basic Stamp



**Le Basic Stamp est très utilisé outre-Atlantique pour le pilotage ou la réalisation de robots en tous genres, que ce soit comme "intelligence" centrale du robot ou comme coprocesseur chargé d'une tâche bien précise dans les réalisations les plus complexes. Une des raisons de ce succès est due à son langage de programmation très proche du Basic conventionnel qui facilite énormément les choses.**

Nous vous proposons, dans cet article, de découvrir comment commander des moteurs pas à pas avec un Basic Stamp sans faire appel aux traditionnels circuits d'interface spécialisés dont le coût et l'approvisionnement posent souvent problème. Avant d'entrer dans le vif du sujet, et pour ceux d'entre-vous qui ne le savent pas encore, voici défini en peu de mots ce qu'est...

## Le Basic Stamp

Même si certaines documentations publicitaires tendent à faire croire le contraire, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de microcontrôleur directement programmable en Basic. Les quelques produits disponibles sur le marché qui revendiquent cette possibilité, sont en fait des microcontrôleurs "classiques" associés à une mémoire morte ou ROM contenant un interpréteur Basic. Ainsi, le célèbre 8052 AH Basic d'INTEL, qui a connu son heure de gloire il y a quelques années, était un classique 8052 dont la mémoire morte, contenue dans le même boîtier, était programmée avec un interpréteur Basic, d'excellente qualité d'ailleurs.

Dans ces conditions, on est en droit de se demander ce qui fait le succès planétaire (le mot n'est pas trop fort) du Basic Stamp, puisque son concept de base existe depuis plus de 10 ans. En fait, l'approche adoptée par PARALLAX avec son Basic Stamp n'est pas différente de celle des autres microcontrôleurs à interpréteur Basic intégré, si ce n'est que cette société a développé les trois particularités suivantes :

- une simplification extrême de la mise en œuvre du circuit,
- l'utilisation d'un microcontrôleur très rapide afin de diminuer la lenteur inhérente à la présence de l'interpréteur Basic,
- la réalisation d'un Basic orienté microcontrôleur, c'est à dire disposant d'instructions spécifiques de ces produits telles que, par exemple, BUTON pour lire l'état d'un poussoir ou bien encore FREQUOT pour générer un signal sinusoïdal.

Afin de pouvoir présenter le Stamp comme un composant et donc faciliter ainsi son utilisation, PARALLAX a eu l'idée de regrouper, outre le microcontrôleur et la mémoire de programme, les quelques composants supplémentaires nécessaires

à sa mise en œuvre sur un minuscule circuit imprimé constituant ainsi un pseudo circuit intégré.

Ce concept ayant évolué au fil du temps et les microcontrôleurs ayant beaucoup progressé, 3 versions de Stamp différentes existent aujourd'hui ; chacune d'elles étant disponible sous deux ou trois formats physiques distincts selon le cas. Toutes partagent cependant en commun le même langage Basic, avec quelques instructions en plus ou en moins selon les versions, et le même "outil" de développement, simple d'emploi et gratuit.

Nous en resterons là dans le cadre de cet article mais, si vous voulez en savoir plus, sachez que notre revue sœur Génération Électronique vous propose, depuis le n° 14 de juin 1999, une initiation à la programmation du Basic Stamp avec de nombreux exemples pratiques concrets et la réalisation d'une platine d'expérimentation.

Sachez aussi qu'un ouvrage intégralement consacré au Basic Stamp, avec de très nombreux exemples de circuits d'interfaces et de programmes, va être disponible fin mai chez DUNOD sous notre signature,



accompagné d'un CD-ROM contenant tous les outils de développement nécessaires.

## Les moteurs pas à pas

En robotique, que ce soit au niveau amateur ou professionnel, on rencontre essentiellement deux types de moteurs : les moteurs à courant continu (ou plus rarement alternatif) et les moteurs pas à pas. Les servos de radiocommande, auxquels nous consacrons par ailleurs deux articles, sont évidemment à classer dans la catégorie des moteurs à courant continu puisque ce sont des moteurs de ce type qui les équipent.

Contrairement aux moteurs à courant continu ou alternatif classiques qui tournent tant qu'ils sont alimentés, les moteurs pas à pas ne tournent que lorsqu'ils reçoivent des impulsions sur leurs bobines ; impulsions qui doivent être présentées dans un ordre bien précis pour faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre.

Du fait de cette commande impulsionnelle, les moteurs ne tournent pas de manière continue mais avancent en fait à chaque fois d'un pas élémentaire, qui varie selon le type de moteur entre  $1,8^\circ$  et  $7,5^\circ$ . Cette avance par pas permet au programme qui commande le moteur de connaître très précisément sa position, sous réserve bien sûr que la charge maximum du moteur ne soit pas dépassée, ce qui le conduirait alors à ne pas avancer, même en ayant reçu les impulsions adéquates.

En outre, si le moteur est alimenté mais ne reçoit plus d'impulsions, il reste verrouillé sur la position qu'il a atteinte. On dispose ainsi d'une sorte de frein électrique, toujours sous réserve de ne pas dépasser les possibilités de charge du moteur bien sûr.

Les moteurs pas à pas les plus simples sont les moteurs dits unipolaires à 4 bobines. Pour les commander, il suffit en effet d'appliquer ou non une tension à leurs bobines. Dans l'autre variété de moteurs, appelés moteurs bipolaires, il faut inverser régulièrement la polarité de la tension appliquée aux bobines ce qui complique le schéma à mettre en œuvre.

Le **tableau 1** présente l'ordre dans lequel il faut alimenter les bobines d'un moteur unipolaire pour le faire tourner. Si

l'on parcourt les séquences de ce tableau de 1 vers 5 on fait tourner le moteur dans le sens des aiguilles d'une montre, alors qu'un parcours inverse change son sens de rotation. En outre, chaque pas de ce tableau correspond à un pas mécanique du moteur compris entre  $1,8^\circ$  et  $7,5^\circ$  selon les modèles.

## La commande de moteurs pas à pas unipolaires

Il existe sur le marché divers circuits spécialisés de commande de moteurs pas à pas mais, dans le cas du Basic Stamp, ils n'induisent ni économie de programme ni économie de composants externes. Nous vous proposons donc une solution beaucoup plus simple utilisant un banal driver de relais ou de charges de puissance de type ULN 2003 ou ULN 2803. Le coût de ce circuit est en effet nettement inférieur à celui des circuits spécialisés pour la commande des moteurs pas à pas et le logi-

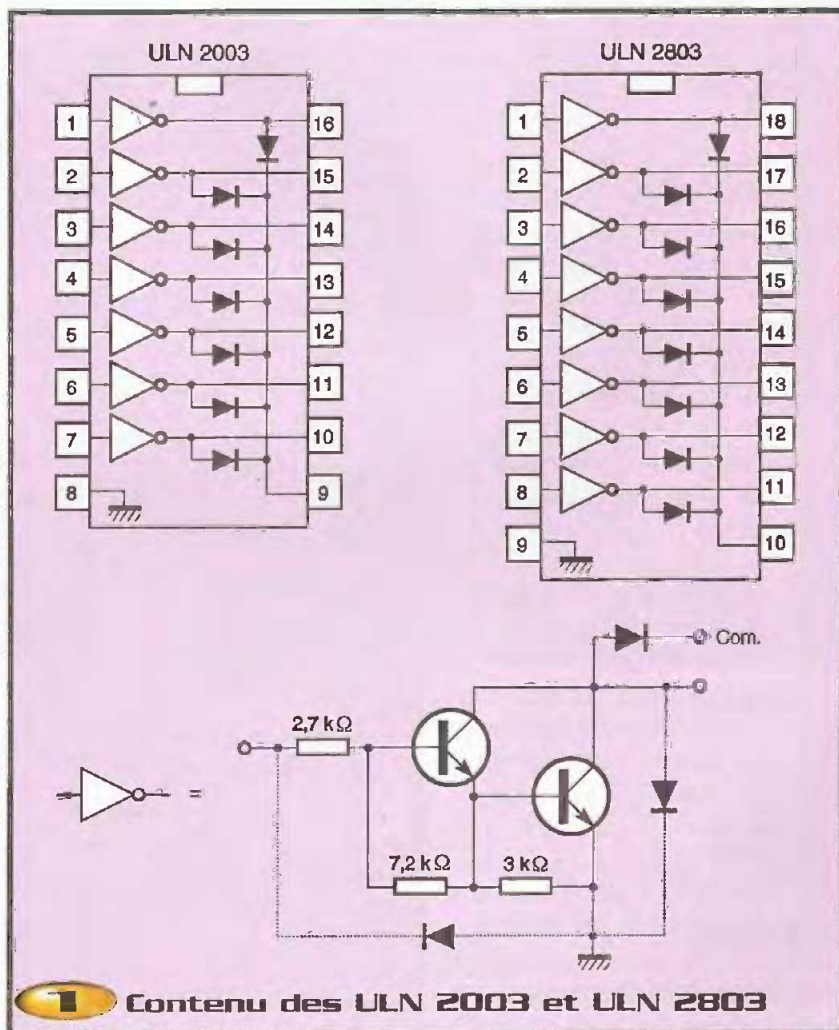
	Numéro de pas				
	1	2	3	4	5
Bobine 1	1	1	0	0	1
Bobine 2	0	0	1	1	0
Bobine 3	1	0	0	1	1
Bobine 4	0	1	1	0	0



**Ordre d'alimentation des bobines d'un moteur pas à pas unipolaire**

ciel nécessaire pour le faire fonctionner n'est pas plus complexe.

Rappelons, pour ceux d'entre-vous qui ne connaîtraient pas ces circuits, qu'ils renferment en interne des regroupements de transistors en montage Darlington disposant en outre d'une diode de protection comme le montre la **figure 1**. Compte tenu de cette structure Darlington, ils peuvent commander des courants allant jus-



**Contenu des ULN 2003 et ULN 2803**



qu'à 500 mA ce qui est plus que suffisant pour la majorité des moteurs pas à pas du marché utilisés en robotique amateur. En outre, ces circuits contiennent en interne la résistance de base du transistor ce qui permet une liaison directe avec les ports de sortie du Basic Stamp.

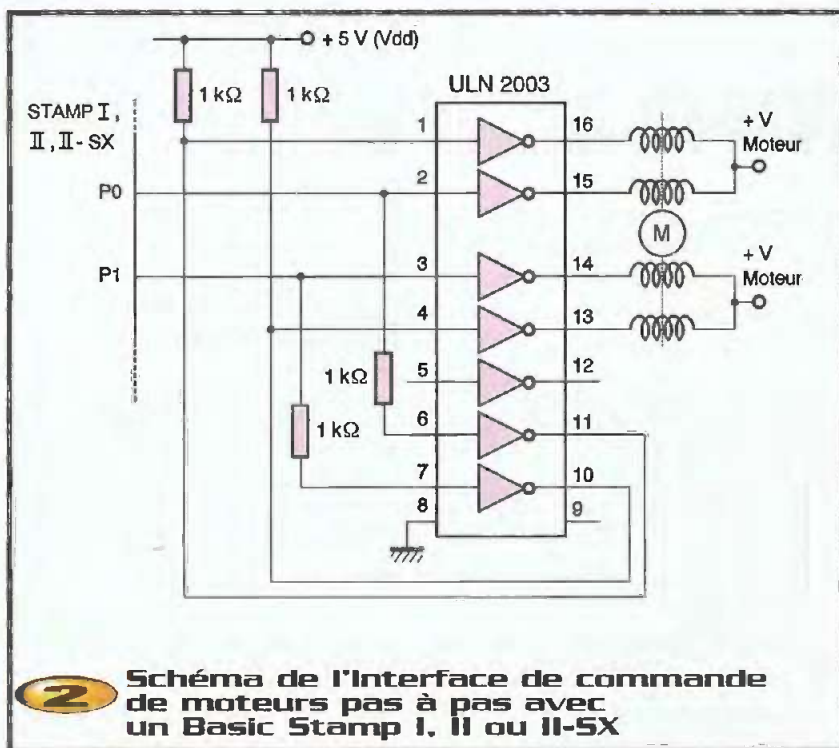
Pour que la programmation et le schéma de mise en œuvre restent simples, nous faisons appel à deux astuces suggérées par PARALLAX dans une de ses notes d'application.

La première astuce consiste à remarquer que l'état des bobines 1 et 4 d'une part et 2 et 3 d'autre part du moteur pas à pas est toujours contraire comme le confirme bien le tableau 1. Ceci permet de commander le moteur pas à pas avec seulement deux sorties du Basic Stamp comme le montre le schéma fort simple de la **figure 2**. Les amplificateurs libres contenus dans l'ULN 2003 (ou 2803 qui est surabondant mais parfaitement utilisable) servent en effet d'inverseurs pour commander les bobines 2 et 3 à partir de l'état des bobines 1 et 4.

Quelques précautions sont à prendre au niveau de l'alimentation de ce montage. Les deux résistances de 1 k $\Omega$  tout d'abord sont à ramener au V<sub>DD</sub> du Basic Stamp ; par contre, l'alimentation du moteur doit être indépendante de cette tension. Compte tenu de la tenue maximum en courant et en tension des ULN 2003 et 2803, cette tension d'alimentation du moteur doit être inférieure à 50V et le courant maximum consommé par bobine doit être inférieur à 500 mA.

La seconde astuce consiste à calculer directement la séquence des signaux à appliquer sur les sorties P0 et P1 du Basic Stamp plutôt que d'extraire ces données d'une table. Il suffit en effet pour cela d'un simple OU exclusif logique comme le montre le listing ci-contre.

Ce programme, que l'on doit plutôt considérer comme un sous-programme à inclure dans une application plus complète, fait en effet tourner le moteur pas à pas connecté comme indiqué figure 2 du nombre de pas préalablement placé dans w1. Le sens de la rotation est, quant à lui, déterminé par le contenu de b0. Si b0 est différent de 0 le moteur tourne dans un sens, sinon il tourne dans l'autre. Ce programme permet également de définir le



**2** Schéma de l'interface de commande de moteurs pas à pas avec un Basic Stamp I, II ou II-SX

## Listing

```

' Commande d'un moteur pas à pas unipolaire
' câblé comme indiqué figure 2
' Le nombre de pas est placé dans w1
' Le sens de rotation est défini par b0

' Définition des variables
Symbol direction = b0
Symbol pas = w1
Symbol index = w2
Symbol delai = b6

' Initialisation
dirs = %00000011
pins = %00000001
b1 = %00000001
' Le programme de l'application doit initialiser
' pas, direction et delai avec les valeurs désirées ici

if direction = 0 then paspas
b1 = b1 ^ %00000011

paspas:
  for index = 1 to pas
    pins = pins ^ b1
    b1 = b1 ^ %00000011
    pause delai
  next
    
```

décali d'attente entre chaque pas au moyen de la donnée utilisée dans l'instruction PAUSE. La seule précaution à prendre est de ne pas trop réduire ce décali compte tenu du moteur utilisé et de la charge qu'il actionne.

Notez que ce programme a été écrit pour un Basic Stamp I. Il est donc également utilisable sans problème avec un Stamp II ou un Stamp II-SX en modifiant seulement la zone de définition des variables puisque la syntaxe est légèrement différente à ce niveau entre Stamp I et Stamp II.

## Conclusion

Avec un circuit intégré très courant et seulement 7 lignes de programme (actives), vous disposez d'un moyen de commande de moteurs pas à pas très efficace et souple d'emploi. Qui plus est, il ne consomme que 2 ports d'entrées/sorties du Basic Stamp ce qui laisse les autres lignes disponibles pour commander d'autres moteurs ou pour recevoir diverses informations en provenance de capteurs dont les robots font une large consommation.

**C. TAVERNIER**



# Mobile radiocommandé

## 2 canaux



### Le principe

L'engin moteur est équipé de deux moteurs MECCANO entraînant chacun une roue arrière du véhicule par l'intermédiaire d'une démultiplication. Une troisième roue, non motrice et pivotant autour d'un axe vertical décalé en avant de l'axe horizontal de la roue, assure d'une part l'équilibre mécanique du mobile et la possibilité de virer à gauche ou à droite, d'autre part. Ainsi, il suffit d'alimenter seulement le moteur gauche pour tourner à droite, le système de démultiplication du moteur droit non alimenté, bloquant la roue droite. En alimentant le moteur droit seul, le véhicule tourne à gauche. Bien entendu, l'alimentation simultanée des deux moteurs a pour effet l'avance du véhicule en ligne droite.

Les moteurs de l'engin mobile sont alimentés à partir d'accumulateurs rechargeables, par l'intermédiaire de deux relais eux-mêmes contrôlés par le module récepteur embarqué.

Le principe de la possibilité d'une télécommande simultanée des deux canaux réside dans le recours au multiplexage au niveau du codage de l'émetteur.

### Le fonctionnement

#### Émetteur (figures 1 et 2)

##### Alimentation

L'énergie nécessaire au fonctionnement de l'émetteur est fournie par une pile de 9V. La consommation est relativement modeste : 30 mA, il en résulte une autonomie tout à fait acceptable.

En appuyant sur l'un ou l'autre (ou les deux) bouton-poussoir correspondant aux canaux, la capacité  $C_1$  se charge très rapidement à travers  $D_1/D_2$  et  $R_6$ , si bien que même en relâchant le bouton-poussoir précédemment sollicité, le transistor  $T_1$  continue d'être saturé grâce au courant base/émetteur fourni par  $C_1$  et limité par  $R_7$ .

Le transistor PNP  $T_2$ , dont un courant émetteur/base peut alors s'établir à travers  $R_3$  et  $T_1$ , est saturé si bien que l'on dispose d'un potentiel d'alimentation de l'ordre de 9V au niveau du collecteur de  $T_2$ . Les capacités  $C_2$  et  $C_3$  découplent le montage de l'alimentation. Celle-ci subsiste environ 6 s après avoir relâché un bouton-poussoir. Grâce à cette disposition,

l'émetteur continue d'être alimenté entre un changement de canal, ce qui a comme avantage une meilleure réactivité, étant donné que l'on échappe aux délais d'initialisation du codage causé par les instabilités et les perturbations entraînées par toute mise sous tension.

Enfin, une fois que l'on ne sollicite plus aucun bouton-poussoir, l'alimentation, et donc la consommation, cesse une fois  $C_1$  déchargée sans que l'utilisateur ne soit obligé d'agir sur un interrupteur.

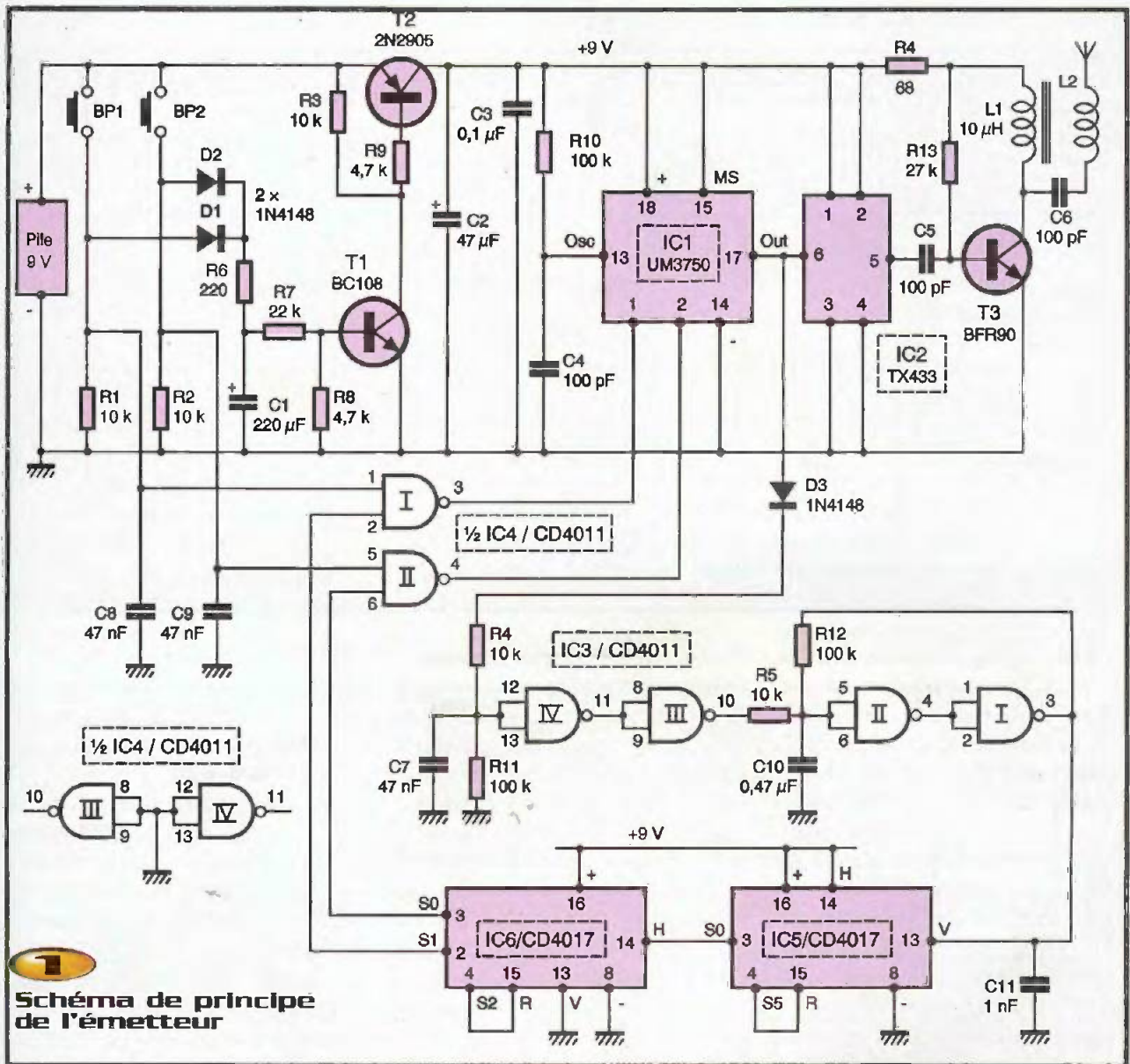
##### Encodage et émission

Le circuit intégré référencé  $IC_1$  est un UM3750. Il est équipé d'une base de temps interne pilotée par  $R_{10}$  et  $C_4$ . Étant donné les valeurs de ces composants, la fréquence pilote interne est de l'ordre de 100 kHz. Les broches 1 à 12 sont réservées au codage. On peut relier chacune (ou quelques-unes) de ces broches à un état bas. Si on laisse une broche de codage en l'air, elle prend un état haut. Il existe donc  $2^{12} = 4096$  possibilités de codage ! Dans la présente utilisation, nous n'en monopoliserons que 3 :

- Toutes les entrées de codage sont laissées en l'air,

Faire évoluer à distance un objet, sans lien matériel avec l'émetteur en donnant ainsi la vie aux montages, c'est toute la magie de la radio-commande. Dans l'exemple présenté dans cet article, nous avons opté pour une radio-commande à deux canaux simultanés à partir de modules MIPOT pré-réglés, pour simplifier la tâche de nos lecteurs.

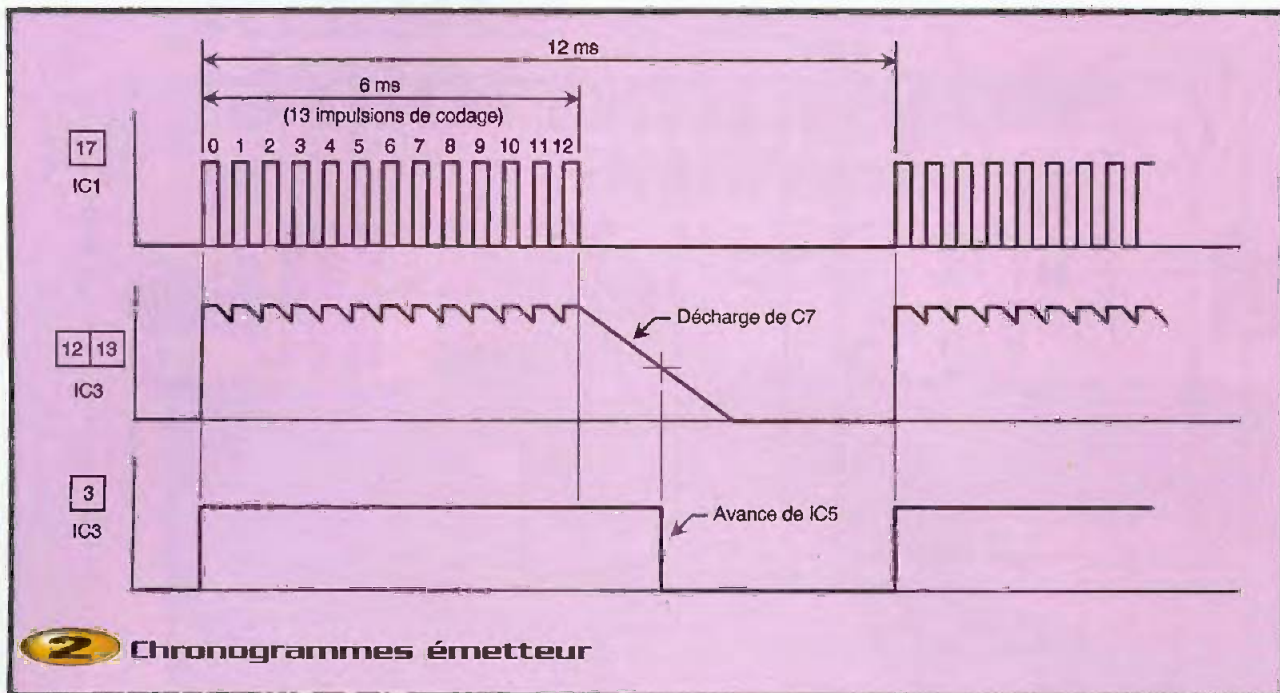




- La broche 1 est soumise à un état bas,  
 - La broche 2 est soumise à un état bas.  
 Le signal codé se caractérise par une suite de 13 créneaux (le premier correspond à l'initialisation, les 12 suivants sont réservés au codage). L'ensemble de cette séquence dure environ 6 ms. Il se produit alors une pause de la même durée, puis la séquence codée se reproduit et ainsi de suite. Si toutes les entrées de codage sont soumises à un état haut (ce qui se produit lorsque l'on ne sollicite aucun bouton-poussoir), les créneaux de codage se présentent en **figure 6** : 2/3 de la période à l'état bas, 1/3 à l'état haut. En revanche, si la broche de rang «n» est soumise à un état bas, le créneau correspondant présente la configuration suivante : 1/3 à l'état bas, 2/3 à l'état haut.







## 2 Chronogrammes émetteur

Le circuit IC<sub>2</sub> est un module miniature MIPOT, un TX 433 qui devient actif dès que son entrée 6 est soumise à un état haut. Il présente sur sa sortie une suite de signaux à 433 MHz, en phase avec les états hauts issus des créneaux de codage délivrés par IC<sub>1</sub>. Enfin, ces signaux sont amplifiés par T<sub>3</sub> qui est un transistor HF, un BFR90, monté en émetteur commun et dont le circuit collecteur comporte une self de 10 µH. Les signaux amplifiés sont dirigés vers une antenne quart d'onde (environ 17 cm). Grâce à cette amplification finale, la portée obtenue est largement supérieure à 100 m.

### Détection des séquences multiplexées

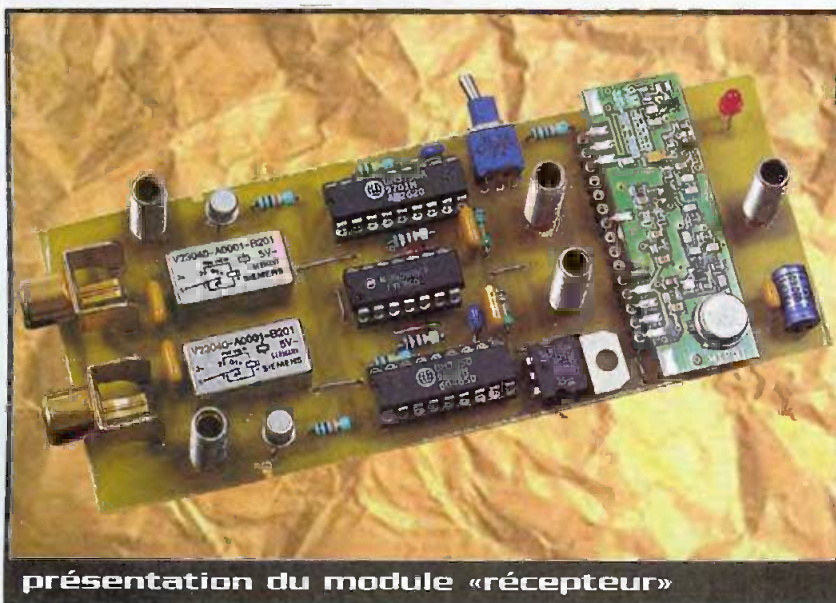
Les séquences générées par IC<sub>1</sub> se caractérisent par une suite de 13 créneaux d'une durée de 6 ms suivie d'une pause de la même durée. Une période correspond donc à 12 ms. C'est cette dernière qu'il s'agit de mettre en évidence. La diode D<sub>3</sub>, les résistances R<sub>4</sub>/R<sub>11</sub> et la capacité C<sub>7</sub> constituent un dispositif intégrateur. Lors des états hauts, la capacité C<sub>7</sub> se charge très rapidement à travers D<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>. En revanche, pendant les états bas disponibles sur la sortie OUT de IC<sub>1</sub>, C<sub>7</sub> se décharge beaucoup plus lentement à travers R<sub>11</sub>, résistance de valeur plus impor-

tante. Il en résulte, au niveau des entrées réunies de la porte NAND IV de IC<sub>3</sub>, un état pseudo-haut lors de la séquence des créneaux de codages, suivi d'un état bas correspondant aux pauses.

Sur la sortie de la porte NAND III de IC<sub>3</sub>, on relève alors des créneaux carrés caractérisés par une période de 12 ms. Ces derniers sont pris en compte par le trigger de Schmitt formé par les portes NAND I et II et de ces résistances périphériques R<sub>5</sub> et R<sub>12</sub>. Il délivre, sur sa sortie, des créneaux dont les fronts ascendants et descendants se caractérisent par des fronts bien verticaux.

### Encodage alterné

Ces créneaux attaquent l'entrée de validation de IC<sub>5</sub> qui est un compteur/décodeur décimal bien connu puisqu'il s'agit d'un CD4017. L'entrée «horloge» étant reliée à l'état haut, le compteur avance au rythme des fronts descendants des créneaux de comptage, c'est à dire à la fin d'une séquence de codage issue de IC<sub>1</sub>. L'entrée RAZ de IC<sub>5</sub> étant reliée à la sortie S5, on relève sur la sortie S0 un état haut tous les 5 créneaux de comptage, c'est à dire toutes les 60 ms. C'est à ce moment que le compteur IC<sub>6</sub>, également un CD4017, avance d'un pas à l'occasion du front montant issu de S0 de IC<sub>5</sub>. Étant donné que la sortie S2 est reliée à l'entrée RAZ, le compteur IC<sub>6</sub> ne peut occuper que 2 positions : état haut sur S0 ou état haut



présentation du module «récepteur»



sur S1. Il alterne ainsi ses positions toutes les 60 ms. Lorsque, à titre d'exemple, l'état haut se trouve sur S0, la sortie de la porte NAND I de IC<sub>4</sub> est à l'état haut permanent. En revanche, si on appuie sur BP<sub>2</sub>, la sortie de la porte NAND II de IC<sub>4</sub> présente un état bas auquel est aussitôt soumise l'entrée de codage n°2 de l'encodeur IC<sub>1</sub>. Le même raisonnement s'applique, bien entendu, à la soumission à un état bas de l'entrée de codage n°1 lorsque l'on appuie sur BP<sub>1</sub>.

En définitive, un canal se caractérise par une succession de 5 séquences de codage d'une durée de 60 ms suivie d'une pause de 60 ms, pause réservée à la génération du codage de l'autre canal. La période de rafraîchissement d'un canal donné est donc de 120 ms. Grâce à ce procédé de multiplexage, il est possible d'émettre simultanément sur deux canaux si on accepte des «trous» de 60 ms.

## Récepteur (figures 3 et 4)

### Alimentation

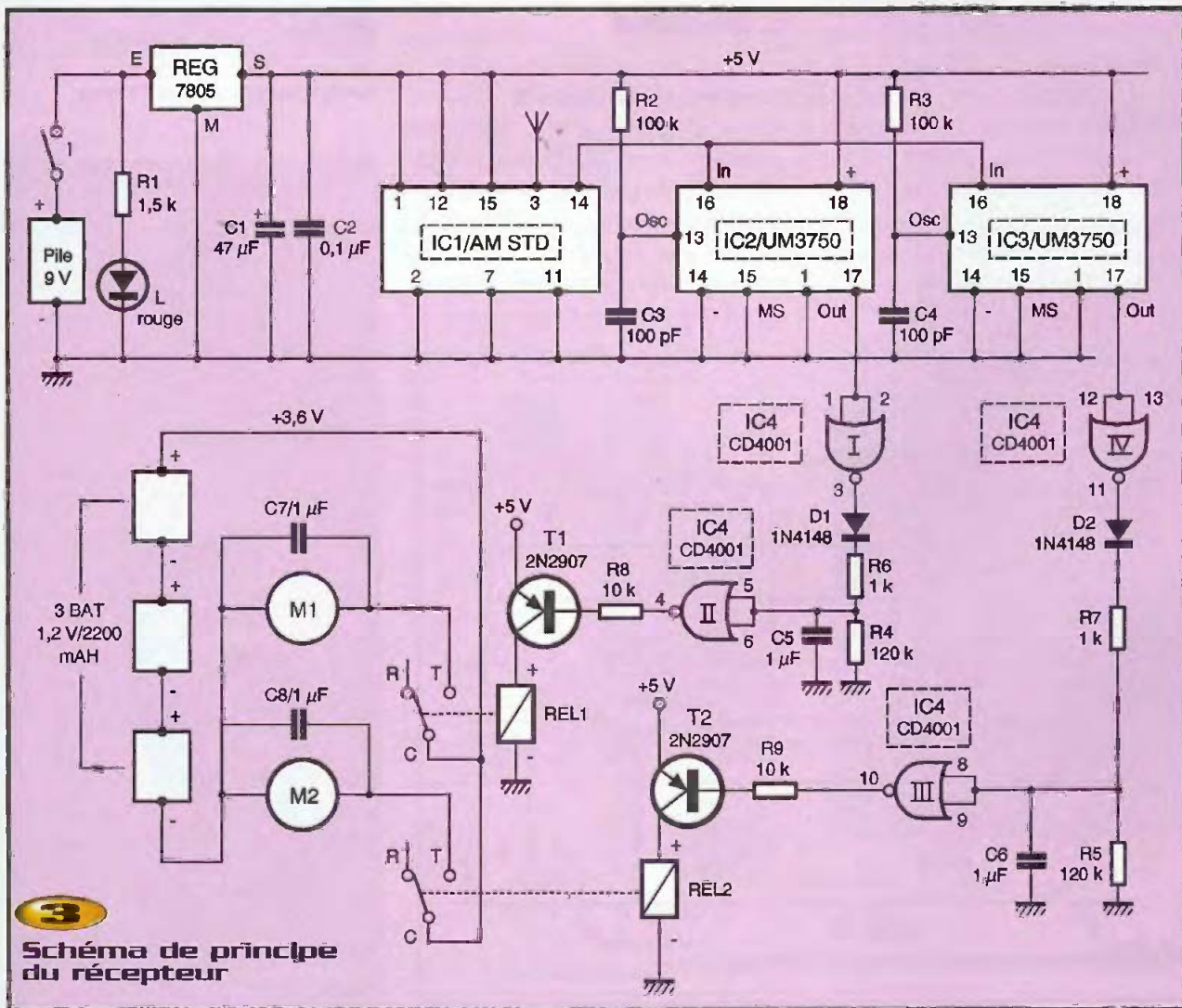
L'énergie sera fournie par une pile de 9V qu'un interrupteur I permet de mettre en service. La LED rouge L, dont le courant est limité par R<sub>1</sub>, signale la mise sous tension du récepteur tout en rappelant à l'utilisateur qu'il convient d'ouvrir l'interrupteur d'alimentation en cas de non-utilisation de l'engin télécommandé.

A la sortie d'un régulateur 7805, on relève un potentiel stabilisé à 5V, valeur imposée par la présence du module récepteur MIPOT. Les capacités C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> découplent le montage de l'alimentation. En situation de veille, la consommation est de 20 mA. Lorsqu'un canal seul est sollicité, cette consommation passe à 35 mA. Elle passe à 50 mA en cas de sollicitation des 2 canaux.

### Réception et décodage

Le circuit référencé IC<sub>1</sub> est un module MIPOT récepteur 433 MHz super-hétérodyne. Il restitue, sur sa sortie, les mêmes signaux que ceux qui sont à l'origine du codage issu du circuit IC<sub>1</sub> de l'émetteur. Ces signaux sont présentés aux entrées IN de IC<sub>2</sub> et IC<sub>3</sub> qui sont encore des UM3750 fonctionnant en mode décodage, étant donné que leur entrée MODE SELECT est reliée à un état bas. Ils sont pilotés par les mêmes composants RC que ceux équipant l'émetteur, si bien que leur base de temps est à peu près la même. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'obtenir rigoureusement la même base de temps, si bien que les tolérances de C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> ne sont pas des paramètres critiques.

Dans cette configuration, le fonctionnement est très simple. En cas de sollicitation d'aucun signal, les sorties OUT de IC<sub>2</sub> et de IC<sub>3</sub> présentent un état haut permanent. Suivant



**3**

**Schéma de principe du récepteur**



le canal activé, le circuit correspondant ( $IC_2$  ou  $IC_3$ ) présente sur sa sortie OUT un état bas aussi longtemps que dure la succession des séquences codées.

### Intégration des canaux

Prenons à titre d'exemple le canal 1, c'est à dire celui qui correspond à  $IC_1$ , dont l'entrée de code n°1 est reliée à l'état bas. Si ce canal est activé par l'émetteur, on relève sur la sortie de la porte NOR I de  $IC_4$  des créneaux de forme carrée de 120 ms de période. L'ensemble  $D_1$ ,  $R_6$ ,  $R_4$  et  $C_5$  constitue un dispositif intégrateur. Lors des états hauts délivrés par la sortie de la porte NOR I, la capacité  $C_5$  se charge très rapidement à travers  $D_1$  et  $R_6$ . Lors des états bas, elle se décharge (mais très lentement) à travers la résistance de plus grande valeur  $R_4$ . Il en résulte, au niveau des entrées réunies de la porte NOR II, un état haut ou, du moins, reconnu comme tel étant donné que les minima restent supérieurs à la valeur de basculement de la porte, c'est à dire la demi-tension d'alimentation.

Ainsi, toujours dans le cas de l'exemple traité, lorsque l'émetteur sollicite le canal 1, on enregistre sur la porte NOR II un état bas continu. Il disparaît, après avoir cessé l'activation du canal 1, environ 70 à 80 ms plus tard, pour laisser la place à un état haut de repos.

### Utilisation

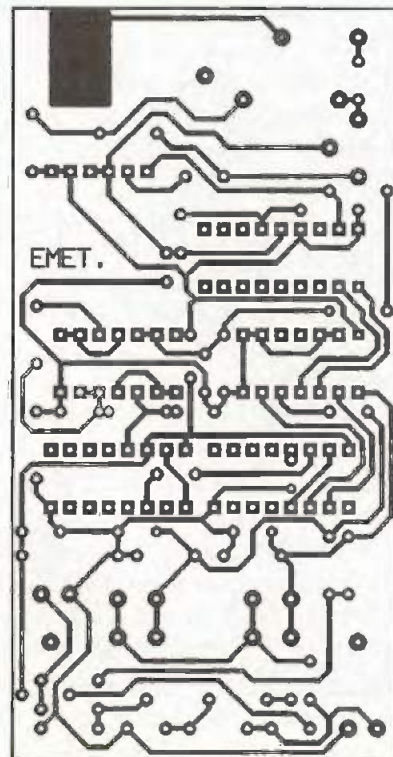
Restons dans l'exemple du canal 1. Lorsque la sortie de la porte NOR II passe à l'état bas, le transistor PNP  $T_1$  se sature. Il comporte dans son circuit collecteur le bobinage d'un relais 5V/1RT qui se ferme. Ses contacts d'utilisation R/T alimentent le moteur de traction  $M_1$ , correspondant. La capacité  $C_7$  assure un relatif antiparasitage du moteur. Les relais SIEMENS utilisés comportent une diode interne montée aux bornes du bobinage. Cette diode protège le transistor  $T_1$  des effets liés à la surtension de self. Du fait de la présence de cette diode, le relais est polarisé : il a fallu en tenir compte lors de l'élaboration du circuit imprimé du récepteur.

L'énergie nécessaire à l'alimentation des moteurs de traction provient de 3 batteries 1,2V d'une capacité de 2200 mAh, montées en série. La tension de puissance est ainsi de 3,6V avec une autonomie de plusieurs heures.

### La réalisation

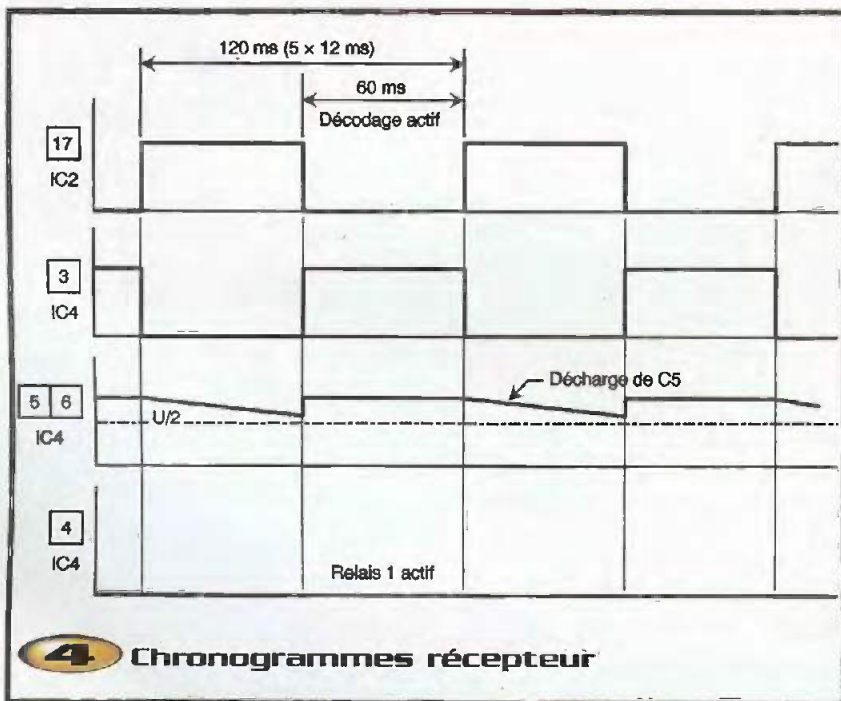
#### Circuits imprimés (figure 5)

Ils sont au nombre de trois : le module «émetteur», le module «récepteur» et le module «alimentation». Leur réalisation n'appelle aucune remarque particulière. Les procédés habituellement utilisés : transferts, typons, méthode photographique, peuvent être mis en œuvre. A



**5a**

**Tracé du circuit imprimé émetteur**



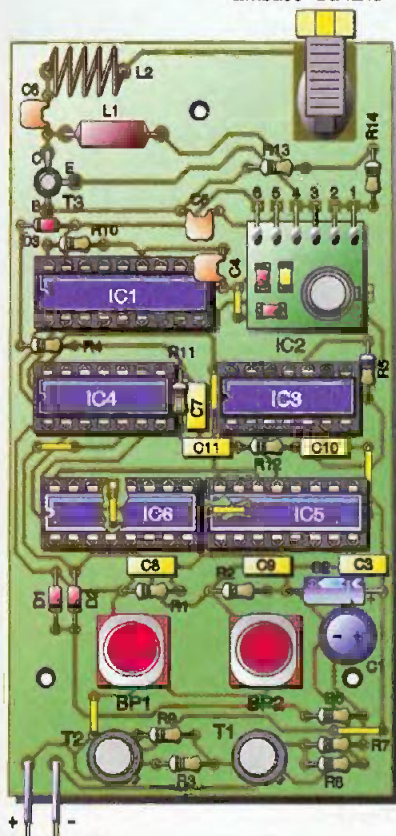
**4** Chronogrammes récepteur



**le boîtier émetteur**



Embase "Banane"



Pile 9 Volts



## Implantation des éléments de l'émetteur

noter que des pistes plus larges ont été prévues à chaque fois où il est nécessaire de véhiculer des courants intenses. Après gravure dans un bain de perchlore de fer, les modules sont à rincer abondamment à l'eau tiède. Toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains seront agrandis, par la suite, afin de les adapter aux diamètres des connexions des composants davantage volumineux.

## Implantation des composants (figure 6)

D'une manière générale, on implantera, en premier, les straps de liaison, les diodes, les résistances, les supports de circuits intégrés, pour terminer par les composants de la plus grande hauteur. Il convient



## Tracé du circuit imprimé récepteur

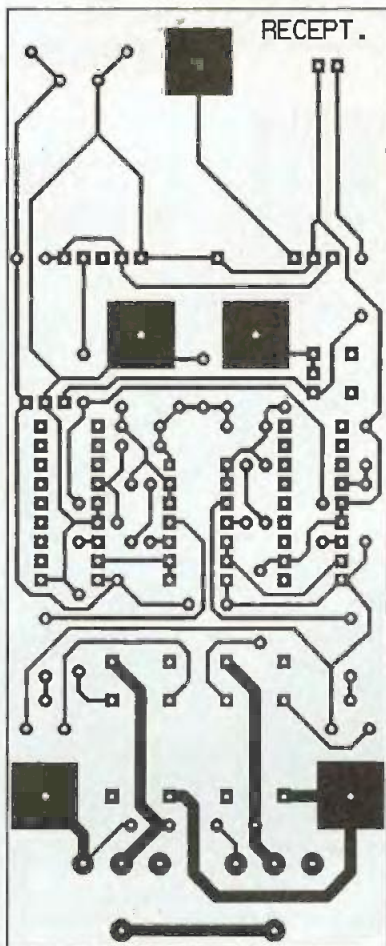
surtout de bien veiller au respect de l'orientation des composants polarisés. Suivant le module, il est nécessaire de préciser, ici, quelques conseils au niveau des implantations :

### Module «émetteur»

Le bobinage  $L_2$  est réalisé à l'aide de fil de cuivre nu de 0,5 à 0,8 mm de diamètre. Il comporte 4 spires sur une longueur de 10 mm. Le diamètre du cylindre sur lequel il est bobiné est de 4 mm.

De même, une embase banane est à fixer sur la partie supérieure du module. A cet effet, des trous de 0,8 mm ont été percés de part et d'autre de l'axe de l'embase, le long de 2 génératrices de ce dernier dans le module, pour déboucher sur la partie rectangulaire cuivrée du circuit imprimé.

Ensuite, l'embase a été fixée par ligature à l'aide de fil étamé. Pour finir, il a suffit d'immobiliser cette ligature par soudure, d'une part au niveau de l'embase, d'autre part côté cuivre.



### Module «récepteur»

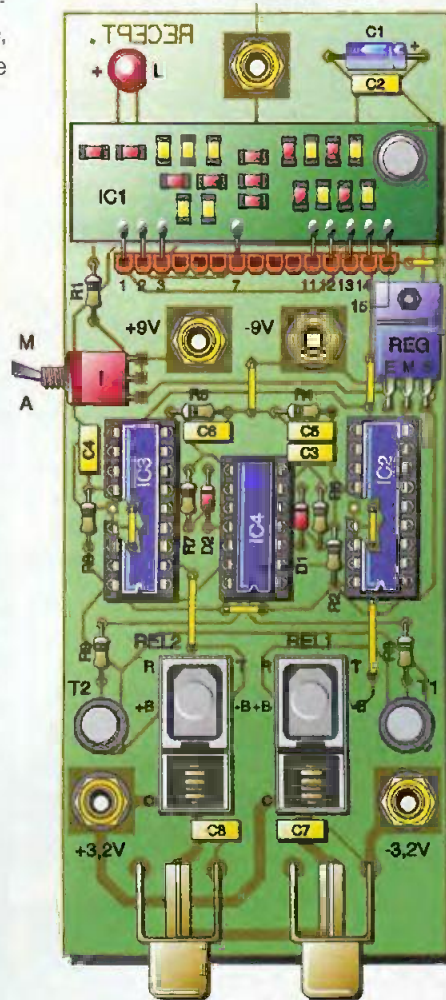
4 embases banane sont à implanter. Il convient de bien veiller à les souder perpendiculairement à la surface supérieure du module.

### Module «alimentation»

On percera des trous de même diamètre que les bases des fiches banane mâles. Ensuite, on enfichera les fiches banane dans les embases du module récepteur et on soudera les fiches mâles dans cette situation. On obtiendra ainsi une parfaite concordance des éléments mâles et femelles.

Les coupleurs ainsi que la pile de 9V ont été collés sur la surface supérieure du module.

Embase "Banane" (Antenne)

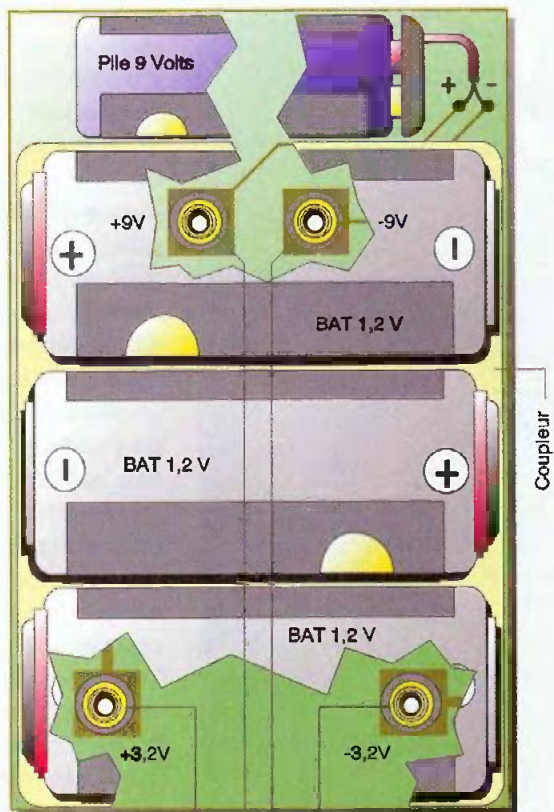
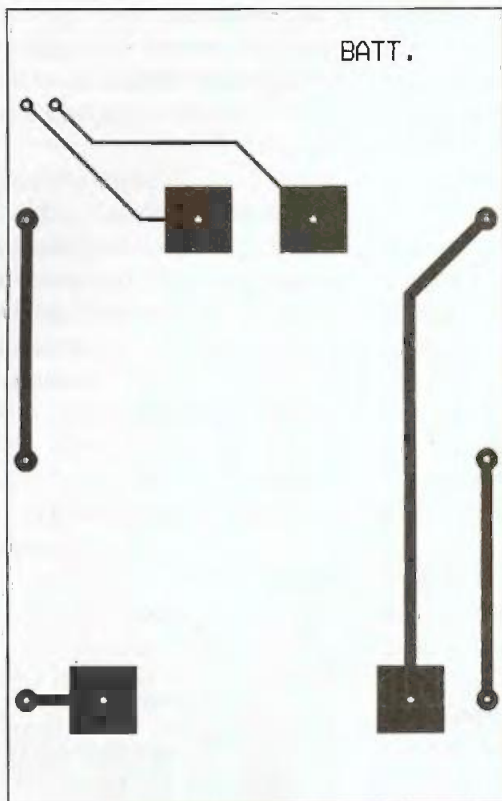


Embases "GINCH"



## Implantation de ses éléments





## 5c

### Tracé du circuit Imprimé alimentation

#### Essais

Aucun réglage n'est nécessaire, ni au niveau de l'émetteur, ni à celui du récepteur. Il ne reste plus qu'à brancher les fiches mâles CINCH pour l'alimentation des moteurs. On fera un essai préalable afin d'obtenir un sens correct de rotation de ces derniers.

#### Partie mécanique

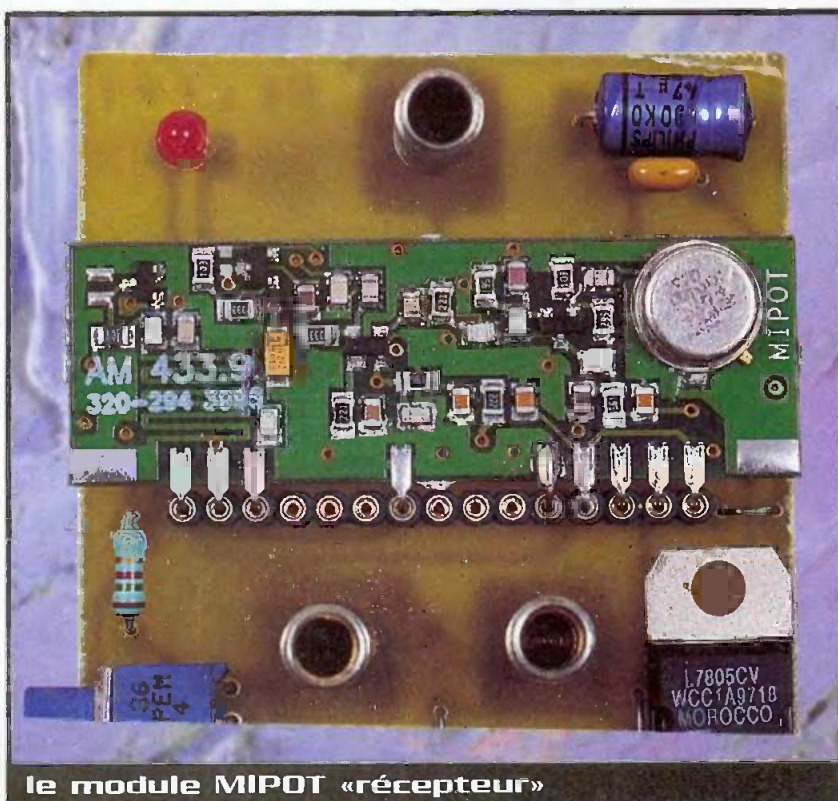
Il a été réalisé entièrement à partir de pièces MECCANO, comme le montre la photographie. Le principe de fonctionnement a déjà été explicité au début de cet article. Ils existent certainement d'autres possibilités de réalisation du mobile en utilisant, par exemple, des jouets ou en construisant un véhicule à chenilles. L'imagination du lecteur sera peut-être aussi à la base d'autres utilisations de cette télécommande à deux canaux.

Le véhicule MECCANO utilisé dans la présente description a été réalisé par Daniel KNOERR.

R. KNOERR

## 5c

### Implantation des éléments



le module MIPOT «récepteur»



## Nomenclature

### Module «émetteur»

8 straps (3 horizontaux, 5 verticaux)  
 $R_1$  à  $R_5$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $R_6$  : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)  
 $R_7$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 $R_8, R_9$  : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 $R_{10}$  à  $R_{12}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_{13}$  : 27 k $\Omega$  (rouge, violet, orange)  
 $R_{14}$  : 68  $\Omega$  (bleu, gris, noir)  
 $D_1$  à  $D_3$  : diodes-signal 1N4148  
 $C_1$  : 220  $\mu$ F/10V électrolytique, sorties radiales  
 $C_2$  : 47  $\mu$ F/10V électrolytique  
 $C_3$  : 0,1  $\mu$ F céramique multicouches  
 $C_4$  à  $C_6$  : 100 pF céramique multicouches  
 $C_7$  à  $C_9$  : 47 nF céramique multicouches  
 $C_{10}$  : 0,47  $\mu$ F céramique multicouches  
 $C_{11}$  : 1 nF céramique multicouches  
 $T_1$  : transistor NPN BC108  
 $T_2$  : transistor PNP 2N2905  
 $T_3$  : transistor HF BFR90  
 $L_1$  : inductance 10  $\mu$ H  
 $L_2$  : bobinage 4 spires  $\varnothing 4$  (voir texte)  
 $IC_1$  : UM3750 (encodeur)  
 $IC_2$  : module MIPOT TX433

$IC_3, IC_4$  : CD4011 (4 portes NAND)  
 $IC_5, IC_6$  : CD4017 (compteurs/décodeurs décimaux)  
 1 barrette 6 broches pour module MIPOT  
 2 supports 14 broches  
 2 supports 16 Broches  
 1 support 18 broches  
 1 pile 9V alcaline  
 1 coupleur pression  
 $BP_1, BP_2$  : boutons-poussoirs pour circ.imp.  
 1 embase banane  
 1 fiche mâle banane pour antenne télescopique

### Module «récepteur»

8 straps (2 horizontaux, 6 verticaux)  
 $R_1$  : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)  
 $R_2, R_3$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 $R_4, R_5$  : 120 k $\Omega$  (marron, rouge, jaune)  
 $R_6, R_7$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 $R_8, R_9$  : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 $L$  : LED rouge  $\varnothing 3$   
 $REG$  : régulateur 5V (7805)  
 $D_1, D_2$  : diodes signal 1N4148

$C_1$  : 47  $\mu$ F/10V électrolytique  
 $C_2$  : 0,1  $\mu$ F céramique multicouches  
 $C_3, C_4$  : 100 pF céramique multicouches  
 $C_5$  à  $C_8$  : 1  $\mu$ F céramique multicouches  
 $T_1, T_2$  : transistors PNP 2N2907  
 $IC_1$  : module récepteur MIPOT super-hétérodyne AM STD  
 $IC_2, IC_3$  : UM3750 (décodeurs)  
 $IC_4$  : CD4001 (4 portes NOR)  
 1 barrette 15 broches pour module MIPOT  
 1 support 14 broches  
 2 supports 18 broches  
 1 interrupteur monopolaire pour circ.imp. broches coudées  
 $REL_1, REL_2$  : relais SIEMENS 5V/1RT  
 5 embases banane  
 1 fiche mâle banane pour antenne télescopique  
 2 embases CINCH pour circ.imp.

### Module «énergie»

3 batteries 1,2V/2200 mAh ( $\varnothing 26 \times 50$ )  
 3 coupleurs pour batterie  
 1 pile 9V alcaline  
 1 coupleur pression  
 4 fiches mâles banane



**11, Place de la Nation  
 PARIS XI**

Tél. : (0)1 55 25 88 00 - Fax : (0)1 55 25 88 01

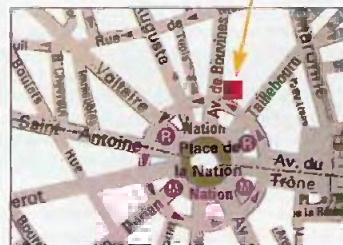
**Rendez-nous visite :**

(Angle avenue de BOUVINES)

Un **EURO-CONVERTISSEUR**

**OFFERT**

(pour tout achat de 100F minimum).



**ACCÈS ÉVIDENT :**

Métro : Lignes 1-2-6-9

RER : Lignes A2 - A4

**PARKING facile**



Catalogue **2000**

**GRATUIT**

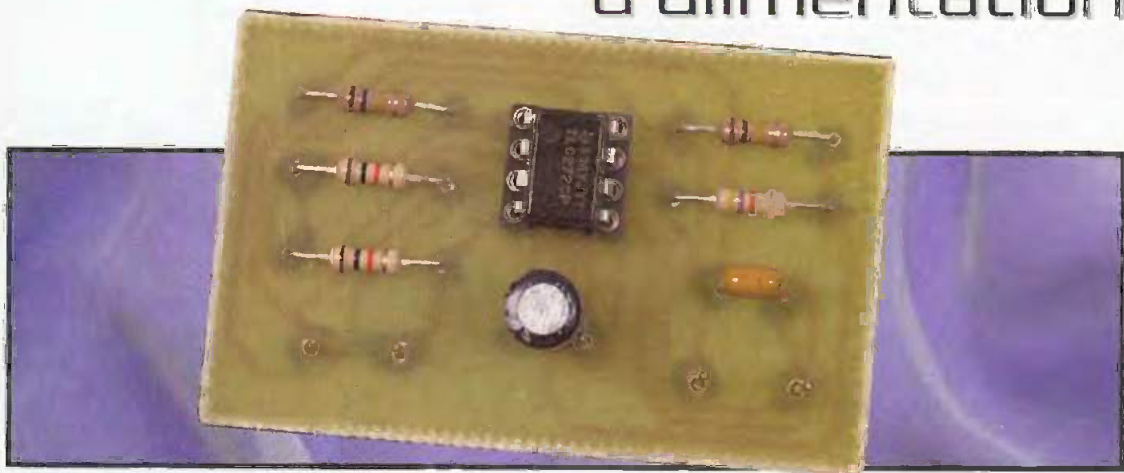
(au comptoir)

**Vous recherchez :** Un système d'alarme, un appareil de mesure, un kit, une documentation, un conseil technique, un composant ?

Quelque soit votre demande, **notre équipe est à votre service.**



# Générateur de fonctions avec 1 seul amplificateur opérationnel sous 1 seule tension d'alimentation



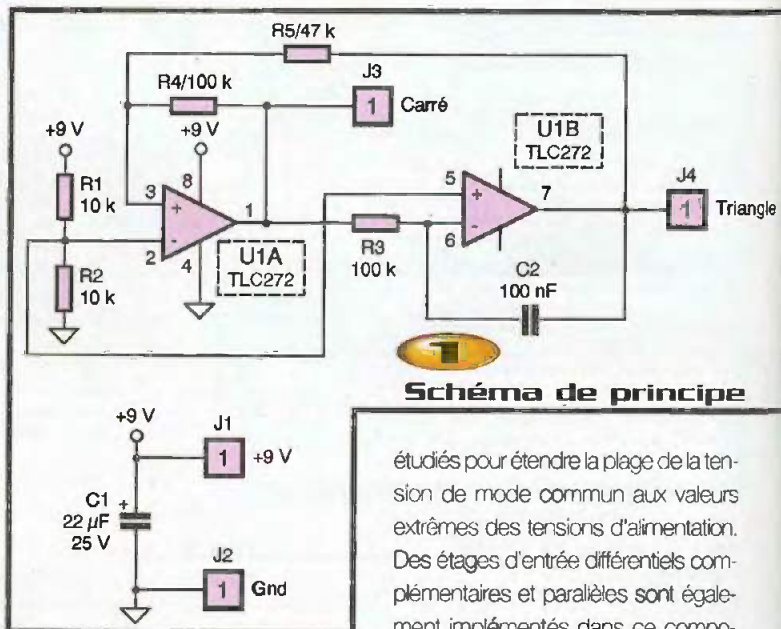
Avec seulement 2 amplificateurs opérationnels inclus dans 1 seul circuit intégré associé à quelques résistances et condensateurs, le montage de cet article réalise un générateur de fonctions fournissant un signal carré et un signal triangulaire et, ceci, avec 1 seule tension d'alimentation.

## Description du montage

Notre montage, dont le schéma est représenté à la **figure 1**, utilise le composant de chez Texas Instrument et dont la référence est TLC272. Ce circuit intégré est un double amplificateur opérationnel en technologie CMOS dans un boîtier DIL de seulement 8 broches et possède des tensions d'entrée et de sortie pouvant varier entre les valeurs extrêmes de ses tensions d'alimentations positive et négative (on appelle cette caractéristique «rail-to-rail»). Le schéma équivalent pour chaque amplificateur opérationnel est représenté à la **figure 2**. De plus, sa plage de tension de mode commun est aussi «rail-to-rail». Cette particularité, associée à un taux relatif de mode commun (CMRR) très élevé de 82 décibels, donne à cet amplificateur une excellente précision et le classe parmi les meilleurs de sa catégorie. Le TLC272 est le composant idéal pour les systèmes tels que les acquisitions de données, les amplificateurs à transductance, les filtres actifs, les détecteurs de pics, les circuits échantillonneurs/bloqueurs, les

sources de courant, les appareils de mesure et médicaux, car ces applications demandent une large plage pour le signal d'entrée. Ainsi, la plage dynamique maximale du signal est assurée même à basse tension et avec une tension d'alimentation unique grâce à sa plage de tension de sortie «rail-to-rail» qui est garantie pour des charges inférieures à 600  $\Omega$ .

Les caractéristiques garanties pour de faibles tensions et pour une faible dissipation thermique rendent le TLC272 très apte pour les dispositifs fonctionnant sur batterie. De plus, cet AOP possède un très faible courant d'entrée et un gain en tension très élevé (130 dB pour une charge de 500 k $\Omega$ ). La structure interne du TLC272 incorpore des miroirs de courant spécialement



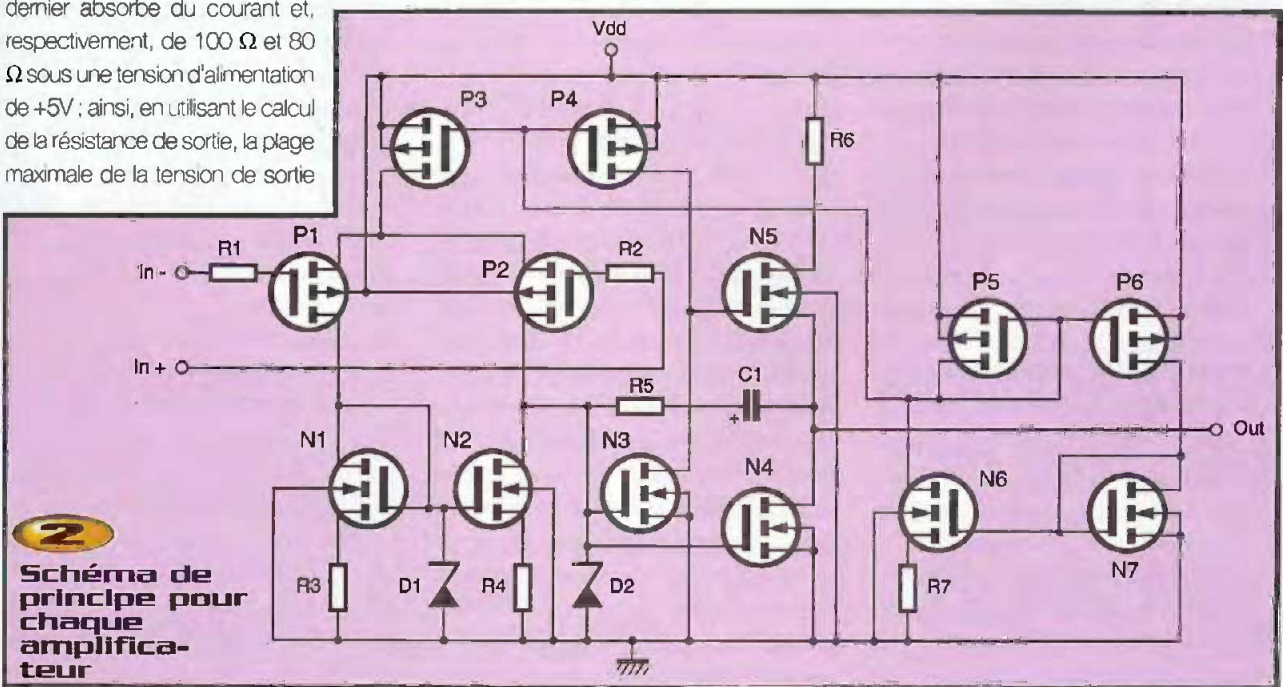


sant, du même type que ceux utilisés dans d'autres amplificateurs opérationnels «rail-to-rail» en technologie CMOS ou bipolaire. La conception de l'étage d'entrée du TLC272 est complémentaire avec un étage de sortie capable d'avoir une plage de tension de sortie aussi «rail-to-rail», même avec des charges très importantes. Cette caractéristique est obtenue en prenant directement la sortie à partir de l'intégrateur interne au lieu d'utiliser la sortie du tampon de sortie.

Contrairement à la conception des AOP à technologie Bi-FET, le TLC272 ne présente pas d'inversion de phase quand une des tensions d'entrée dépasse la tension négative de la tension d'alimentation. La tension maximale absolue en entrée ne doit pas dépasser de plus de 300mV les valeurs des tensions d'alimentation positive et négative, car des tensions grandement en dehors de ces tolérances peuvent entraîner des courants excessifs qui entrent et sortent des broches d'entrée du composant, affectant alors sa fiabilité. Une autre possibilité pour les tensions d'entrée qui dépassent les limites mentionnées précédemment est de prévoir un circuit externe de limitation du courant d'entrée à  $\pm 5$  mA avec une résistance en série sur l'entrée concernée dont la valeur est égale à 10 k $\Omega$ . En ce qui concerne la tension de sortie «rail-to-rail», la résistance de sortie du TLC272 sous une tension d'alimentation de +3V est approximativement égale à 180  $\Omega$  lorsque le circuit fournit du courant et à 130  $\Omega$  lorsque ce dernier absorbe du courant et, respectivement, de 100  $\Omega$  et 80  $\Omega$  sous une tension d'alimentation de +5V ; ainsi, en utilisant le calcul de la résistance de sortie, la plage maximale de la tension de sortie

peut être estimée en fonction de la charge. Le TLC272 peut typiquement piloter des charges capacitives de 100 pF sous une tension d'alimentation de +15V avec un gain égal à l'unité sans provoquer d'oscillation ; le montage en amplificateur suiveur à gain unité est la configuration la plus sensible pour ce genre de test. Une charge capacitive directe réduit la marge de phase de tout AOP. La combinaison de l'impédance de sortie et de la capacité de charge induit un retard de phase, ce qui résulte, soit en un sous-amortissement de la réponse impulsionnelle, soit en une oscillation. Une compensation de la charge capacitive peut être accomplie en utilisant une isolation résistive en plaçant, en série avec la broche de sortie, une résistance d'environ 300  $\Omega$  pour une charge capacitive estimée à 300 pF ; cette technique simple est souvent utilisée pour isoler les entrées capacitatives des multiplexeurs et des convertisseurs analogiques/numériques. De plus, en pilotant ainsi indirectement les charges capacitatives, la réponse en fréquence est améliorée. Il est assez courant d'employer de fortes valeurs de résistance de contre-réaction avec des AOP qui possèdent des courants d'entrée extrêmement faibles comme c'est le cas pour le TLC272. Ainsi, la capacité ramenée à l'entrée est de faible valeur due aux transducteurs et aux parasites apportés par le circuit imprimé lui-même, mais ce qui réduit quand même la marge de phase. L'effet de la capacité d'entrée peut être compensé en

ajoutant une capacité de contre-réaction. Si on le désire, on peut ajouter un circuit d'ajustement de la tension de décalage en entrée ; des valeurs élevées des résistances et des potentiomètres utilisés sont recommandées afin de réduire la consommation de puissance tout en pouvant fournir un ajustage de la tension de décalage sur une plage de  $\pm 2.5$ mV par rapport à la tension d'entrée. La plus importante caractéristique du TLC272 est d'avoir été réalisée pour augmenter la plage linéaire du signal par rapport aux autres amplificateurs opérationnels dont la plupart possèdent des plages de tension de mode commun très limitées. Comme conséquence, les signaux qui dépassent cette plage génèrent une réponse en sortie non-linéaire qui persiste longtemps après que le signal d'entrée soit retourné dans sa plage normale de tension de mode commun. La plage linéaire est vitale dans des applications tels que les filtres où les pics des signaux peuvent dépasser momentanément les bornes de la tension d'entrée de mode commun, ce qui a pour résultat une inversion de la phase en sortie ou une sévère distorsion. Le TLC272 est une solution idéale pour les systèmes d'acquisition de données de faible puissance et possédant une seule tension d'alimentation, car ce composant est capable d'utiliser la plage totale de la tension d'alimentation sans redimensionner le signal d'entrée pour qu'il réponde aux plages de la tension d'entrée de mode commun. Ainsi, avec un CMRR



**2**  
Schéma de principe pour chaque amplificateur



de 82 dB, le TLC272 maintient une linéarité intégrale pour un système d'acquisition sur 12 bits avec une précision de  $\pm 0,325$  LSB (Least Significant Bit ou bit de poids le plus faible). D'autres AOP possédant une entrée «rail-to-rail» avec seulement un CMRR de 50 dB dégradent la précision du système d'acquisition de données jusqu'à 8 bits seulement. Avec une forte impédance d'entrée, une grande plage de tension de mode commun et un CMRR très élevé, le TLC272 est le composant idéal pour la conception de circuits d'instrumentation car il peut rejeter une plus importante plage de signaux de mode commun que la plupart des autres AOP, ce qui le rend très utile dans les environnements industriels très bruyés. D'autres champs d'applications, qui peuvent bénéficier des caractéristiques peu communes du TLC272, incluent les instruments d'analyse médicale, les détecteurs de champs magnétiques, les détecteurs de gaz et les transducteurs à base de silicone. Quelques remarques, à présent, sur la mesure des paramètres de ce composant. A cause de sa très haute impédance d'entrée, l'essai de la mesure du courant d'entrée de polarisation de ce composant peut résulter en une lecture erronée ; en effet, le courant de polarisation à la température ambiante est typiquement inférieur à 1 pA, une valeur qui est facilement dépassée par les courants de fuite sur les supports des boîtiers de test. Deux suggestions sont offertes pour éviter des mesures erronées. La première consiste à isoler le circuit intégré des autres sources qui peuvent générer des courants de fuite ; il faut utiliser, pour cela, un plan de masse situé autour et entre les entrées du composant, ainsi les courants de fuite qui arrivent vers les entrées sont shuntés. La seconde solution consiste à compenser les courants de fuite du support de test en faisant une première mesure du courant d'entrée de polarisation avec un pico-ampèremètre mais sans le composant dans son support ; ainsi, le courant de polarisation réel est calculé en soustrayant la mesure du courant de polarisation sans le composant dans son support à la mesure avec le composant dans ce même support. Afin d'obtenir un fonctionnement correct avec une seule tension d'alimentation, certains compromis sont nécessaires en ce qui concerne l'étage d'entrée. Ce compromis résulte dans le faible niveau de sortie du

TLC272, ce dernier étant dépendant à la fois de la tension d'entrée de mode commun et du niveau de la tension d'entrée différentielle ; lorsque l'on essaye de faire la corrélation entre les mesures du faible niveau de sortie avec celles indiquées dans les spécifications du constructeur, ces deux conditions doivent être observées. Des erreurs de lecture se produisent souvent lorsque l'on essaye de mesurer le coefficient de température de la tension d'entrée différentielle. Ce paramètre est actuellement le résultat du calcul utilisant les mesures de la tension d'entrée de décalage obtenues à deux températures différentes. Lorsque l'une (ou les deux) températures est en-dessous du 0°C, de l'humidité peut se mettre à la fois sur le composant et sur son support, et il en résulte une résistance de fuite et de contact qui peut causer des mesures erronées de la tension d'entrée de décalage. Les techniques d'isolation mentionnées plus haut dans ce texte n'ont pas d'effet sur la résistance de fuite puisque l'humidité recouvre aussi le métal isolant lui-même, le rendant par conséquent sans utilité ; il est suggéré que ces mesures soient effectuées à des températures supérieures à zéro afin de minimiser les erreurs. La réponse à pleine puissance, qui est la fréquence au-dessus de laquelle le taux de balayage de l'amplificateur opérationnel limite la dynamique de sa tension de sortie, est souvent spécifiée de deux manières : la réponse à pleine puissance linéaire et la réponse à pleine puissance crête. La réponse à pleine puissance linéaire est mesurée généralement en contrôlant le niveau de distorsion de la sortie tout en augmentant la fréquence du signal d'entrée sinusoïdal jusqu'à ce que la fréquence maximale soit trouvée et au-dessus de laquelle le signal de sortie contienne de la distorsion. La réponse à pleine puissance crête est définie comme étant la fréquence maximale de sortie, sans se préoccuper de la distorsion, et au-dessus de laquelle la dynamique de la tension de sortie ne peut pas être maintenue. Parce qu'il n'existe pas, dans l'industrie, une valeur typique acceptable d'une distorsion significative, la réponse à pleine puissance crête est spécifiée dans la documentation du constructeur et utilise la méthode suivante : un signal sinusoïdal est envoyé à l'entrée du composant afin de déterminer la tension maximale de sortie

crête-à-crête (l'amplitude de l'onde sinusoïdale est augmentée jusqu'à ce qu'un écrêtage se produise). L'onde sinusoïdale est ensuite remplacée par un signal carré de la même amplitude ; la fréquence est alors augmentée jusqu'à ce que la sortie maximale crête-à-crête ne puisse pas être maintenue de façon durable. L'utilisation d'une onde carrée permet une meilleure précision dans la détermination du point auquel la sortie maximale crête-à-crête est atteinte. Un temps de test inadéquat est un problème fréquent, spécialement lorsqu'il s'agit de tester des circuits intégrés CMOS car des capacités internes sont de manière inhérente plus élevées en valeur dans cette technologie que dans les composants bipolaires ou BIFET et demandent des temps de test plus longs que leur équivalent en bipolaire ou en BIFET. Le problème devient plus prononcé avec la réduction du niveau des tensions d'alimentation et aussi à de plus basses températures. Venons-en, à présent, à des informations sur l'utilisation du TLC272 dans des applications. Bien que ce composant fonctionne parfaitement avec une double tension d'alimentation symétrique, la conception de ce circuit intégré a été optimisée pour des opérations avec une tension d'alimentation unique. Cette conception inclut une plage de la tension d'entrée de mode commun qui englobe la masse aussi bien que la plage de la tension d'entrée qui peut descendre jusqu'à cette masse. La gamme de la tension d'alimentation s'étend jusqu'à des valeurs inférieures de l'ordre de +3V permettant, par conséquent, un fonctionnement avec des niveaux de tension d'alimentation disponibles habituellement pour les technologies TTL et HCMOS. Cependant, pour une plage maximale de la dynamique, un fonctionnement sous une tension d'alimentation de +16V est recommandée. De nombreuses applications nécessitent que la tension qui doit être appliquée à une des entrées pour établir un niveau de référence soit inférieure à la masse. Dans cette situation, un diviseur de tension résistif est habituellement suffisant pour établir ce niveau de référence. Le faible courant de polarisation du TLC272 permet l'emploi de résistances de fortes valeurs pour implémenter ce diviseur de tension, minimisant ainsi la consommation de puissance. Ce composant fonctionne très bien en conjonction avec de la logique



numérique. Cependant, lorsque l'on met sous tension, à la fois le TLC272 et la logique numérique à partir de la même tension d'alimentation, les précautions suivantes sont recommandées : Il faut alimenter le composant linéaire à travers un circuit de filtrage séparé de celui du circuit numérique, sinon les pistes de la tension d'alimentation qui mènent au circuit linéaire peuvent fluctuer à cause de la chute de tension lors de la commutation de courants élevés dans la logique digitale. De plus, il faut utiliser des techniques de filtrage pour réduire la probabilité d'erreurs induites par du bruit. Une simple capacité de découplage est souvent suffisante ; cependant, des applications hautes fréquences peuvent nécessiter un découplage avec des réseaux résistance/capacité. Le TLC 272 est spécifié avec une tension d'entrée minimale et maximale qui, si elle est dépassée sur l'une de ses entrées, peut entraîner un dysfonctionnement du composant. Le dépassement de cette plage spécifiée est un problème courant surtout dans des applications avec une seule tension d'alimentation. Il est à noter que la limite inférieure inclut le niveau négatif de l'alimentation (en l'occurrence la masse dans notre application), tandis que la limite supérieure est spécifiée comme étant VDD -1V à la température de +25°C et VDD -1,5V à toutes les autres températures. L'emploi d'un procédé de porte en poly-silicium pour le TLC272 et la conception soignée du circuit d'entrée donnent à

ce composant de très bonnes caractéristiques de la dérive de la tension de décalage d'entrée par rapport au procédé conventionnel de porte en métal. Cette dérive de la tension de décalage d'entrée dans les circuits intégrés CMOS est d'ailleurs grandement influencée par les dérives des tensions de seuil. A cause de leur impédance d'entrée très élevée et de leur faible courant d'entrée de polarisation qui en résulte, le TLC272 convient parfaitement pour le traitement des signaux de faible niveau ; cependant, les courants de fuite qui proviennent du circuit imprimé et du support du composant peuvent facilement dépasser les exigences du courant de polarisation et entraîner une dégradation de la performance du composant. La méthode décrite plus haut lors de la mesure des paramètres peut prévenir de ce problème. Les spécifications relatives au bruit dans les circuits avec amplificateur opérationnel sont grandement dépendantes du courant dans le premier étage de l'amplificateur différentiel. Le faible courant d'entrée de polarisation du TLC272 génère un faible courant de bruit qui est insignifiant dans la plupart des applications. Cette caractéristique rend le composant particulièrement favorable par rapport au équivalent en bipolaire lors de l'utilisation de valeurs d'impédance de circuit supérieures à 50 k $\Omega$ , alors que les circuits intégrés bipolaires produisent des courants de bruit plus élevés. L'étage de sortie du TLC272 est conçu pour fournir et pour recevoir une quantité relativement importante de courant. Si la sortie est sujette à des conditions de court-circuit, cette capacité, d'accepter de forts courants qui augmente avec la tension d'alimentation, peut entraîner des dommages dans le composant sous certaines conditions. Toutes les caractéristiques du TLC272 sont spécifiées pour une charge égale à 100 pF. Cependant, le composant peut fonctionner avec des charges capacitatives supérieures, mais

il peut en résulter des oscillations et des pics de tension ; dans beaucoup de cas, l'adjonction d'une résistance de faible valeur en série avec cette charge capacitive résout le problème. La plu-

part des circuits qui utilisent des AOP employent une boucle de contre-réaction et, puisque c'est la première condition pour l'oscillation, certaines précautions sont requises. Un bon nombre de problèmes dus à des oscillations résultent de la commande de charges capacitatives (voir plus haut dans le texte) et ignorent les capacités parasites d'entrée ; une faible valeur de capacité connectée en parallèle avec la résistance de contre-réaction peut remédier à ce problème, cette valeur étant optimisée de façon empirique.

## Réalisation pratique

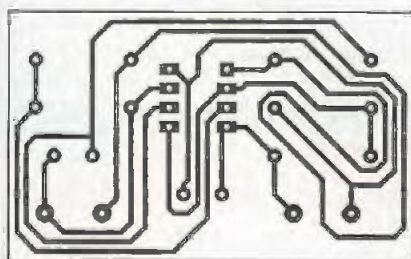
Le câblage de notre circuit ne pose aucune difficulté particulière. Il n'y a pas de strap à souder. Il est bien sûr recommandé de mettre le circuit intégré TLC272 sur un support. La **figure 3** représente le circuit côté cuivre et la **figure 4** côté implantation.

Avec une tension d'alimentation de +9V, le signal carré possède une amplitude de +8V crête-à-crête et le signal triangulaire une amplitude de +4V crête-à-crête. La fréquence de ces deux signaux est égale à :  $F = R_4 / (4 \times C_2 \times R_3 \times R_2)$ . L'utilisateur peut jouer sur les valeurs de ces composants s'il désire modifier la fréquence.

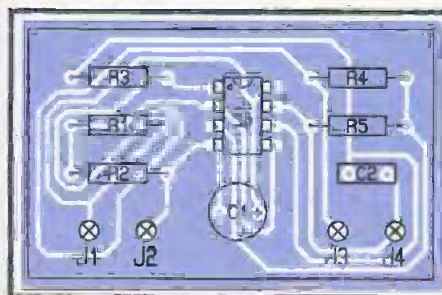
## Conclusion

Avec peu de composants et un circuit imprimé très simple à réaliser, l'utilisateur obtient un générateur de fonctions très simple et qui, pourtant, peut rendre de nombreux services dans un laboratoire d'électronicien amateur ne possédant pas de générateur de fonctions souvent très coûteux et dont on utilise seulement ses possibilités de base, à quelques exceptions près, lors d'applications très spécifiques.

M. LAURY



**3**  
Tracé du circuit imprimé



**4**  
Implantation des éléments

## Nomenclature

- J<sub>1</sub> à J<sub>2</sub> : 4 picots
- U<sub>1</sub> : TLC272 + 1 support DIL 8 broches
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 10 k $\Omega$  1/4W (marron, noir, orange)
- R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> : 100 k $\Omega$  1/4W (marron, noir, jaune)
- R<sub>5</sub> : 47 k $\Omega$  1/4W (jaune, violet, orange)
- C<sub>1</sub> : 22  $\mu$ F/25V
- C<sub>2</sub> : 100 nF



# Clavier à 16 touches sur 1 fil

pour Basic Stamp2\*



Le microcontrôleur BASIC STAMP2\* (BS2 pour les intimes) de chez PARALLAX INC®, très en vogue actuellement, offre d'étonnantes capacités de par son puissant langage "Basic". Il peut, entre autres choses, reconnaître l'action sur une touche parmi 16 et, ce, sur un seul et unique fil de données ! Il est vrai que le clavier ne se borne pas à un rudimentaire assemblage de touches et qu'il impose l'utilisation d'un principe électronique élémentaire, mais le montage reste très simple malgré tout.

## Schéma de principe

Le schéma de la figure 1 montre une évidente simplicité. Le principe utilisé est basé sur la décharge rapide du condensateur  $C_1$  à travers la résistance  $R_1$ , en positionnant une broche du BS2 (PO à P15), où est raccordé le clavier, à +VCC. Le  $\mu C$  compte alors le temps nécessaire à la recharge du condensateur en fonction des résistances  $R_2$  à  $R_{17}$ , en circuit : donc de la touche S1 à S16 enfoncée. A l'énoncé du fonctionnement, vous comprendrez qu'il convient de se procurer des composants de qualité afin d'éviter les éventuelles dérives et, par conséquent, les erreurs de lecture du BS2. Choisissez par exemple, pour  $C_1$ , un condensateur "Thomson" jaune au mylar et des résistances à couche métallique.

## La réalisation

Le dessin du circuit imprimé est donné à la figure 2. La méthode

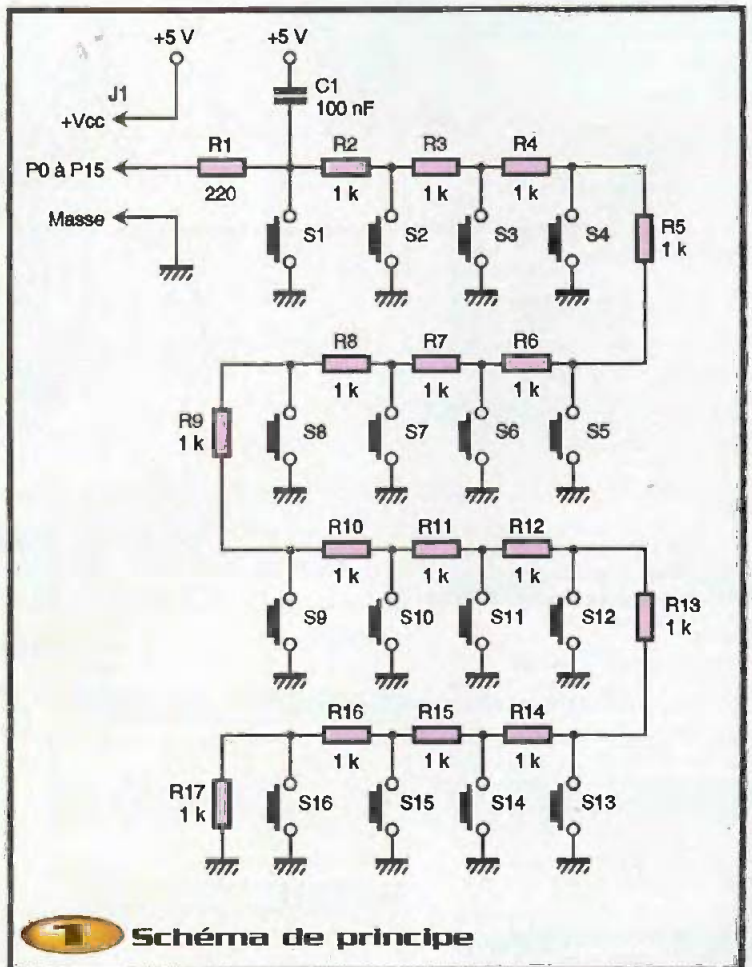
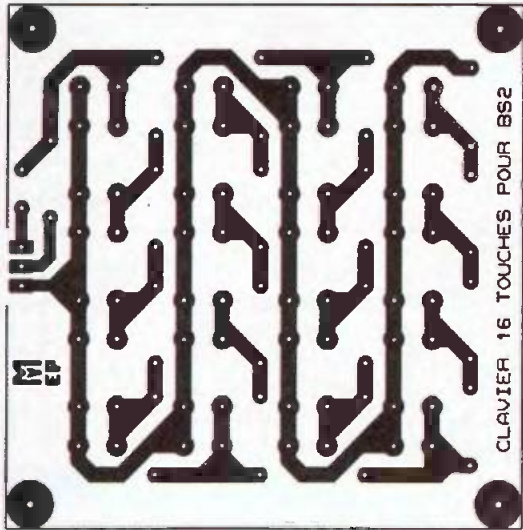


Schéma de principe



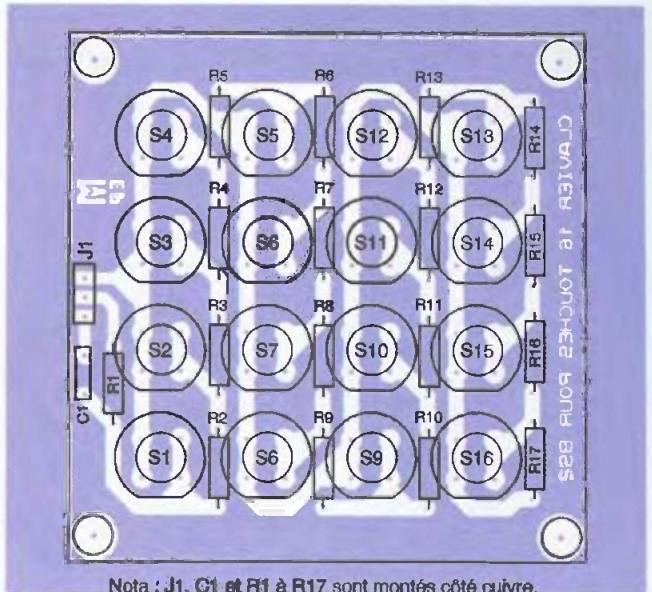


## 2 Tracé du circuit imprimé

de réalisation par photo est bien plus fiable et plus rapide que les autres, mais vous pouvez aussi utiliser les transferts autocollants ou le procédé de votre choix. Après gravure de la plaque dans un bain de perchlorure de fer, agité si possible, après rinçage à l'eau claire commence à l'opération de perçage. Les trous des touches et du connecteur doivent être percés à 1 mm de diamètre, les autres à 0,8. Pour les trous de fixation

de la platine, utilisez un foret de 3,5 mm.

Contrairement à l'habitude, les composants sont soudés sur la face cuivrée du circuit imprimé, à l'exception des touches qui sont implantées naturellement sur la face époxy. La **figure 3** vous présente le positionnement des pièces du côté cuivré. Les risques d'erreurs sont minimes, car celles-ci n'ont pas de sens particulier. Respectez bien les valeurs, c'est tout !



Nota : J1, C1 et R1 à R17 sont montés côté cuivre.

## 3 Implantation des éléments

Les touches du clavier sont soudées du côté époxy. Attention à leur sens d'implantation car elles comportent des liaisons internes.

Avant d'utiliser votre clavier, un minutieux contrôle du circuit s'impose afin d'éliminer les risques de courts-circuits entre deux pistes ou les erreurs d'implantation.

## Programmation

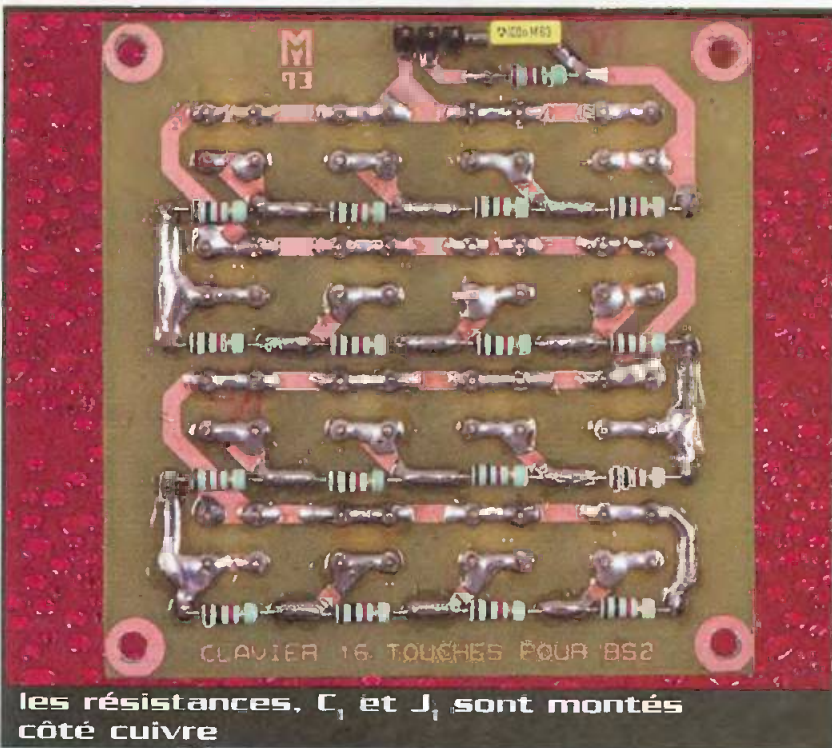
Ce clavier n'est, bien sûr, pas autonome et vous devez le raccorder à un BS2. Un programmeur de "BASIC STAMP2\*" à composants DIL ainsi que sa platine d'études sur laquelle vous pourrez aisément pratiquer vos expérimentations vous ont déjà été proposés dans le n°243.

Vous devez aussi disposer du logiciel de programmation "STAMPW.EXE" fourni gracieusement par la société PARALLAX\* sur son site Internet : <http://www.Parallaxinc.com> et sur le CD ROM du n°243. La programmation est simple.

- L'instruction HIGH appliquée sur la broche où est connecté le clavier va décharger le condensateur C<sub>1</sub>.

- L'instruction RCTIME mesure ensuite son temps de charge et le sauvegarde dans une variable.

- Il suffit ensuite de faire un saut de programme à l'endroit voulu en fonction de la touche actionnée.



les résistances, C, et J, sont montés côté cuivre





## Test des touches et bouclage permanent du programme

```

RES                var                word                ' Résultat de RCTime
TOUCHES:
high 13                ' Décharge du condensateur
pause 200                ' Tempo de 0,2 seconde
rctime 13, 1, RES      ' Temps de charge dans la variable RES
if RES >=940 then TOUCHES                ' Aucune touche actionnée
if RES <10 then TOUCHE1                ' Appui sur la touche 1
if RES >28 and RES < 68 then TOUCHE2    ' Appui sur la touche 2
if RES >89 and RES < 129 then TOUCHE3    ' Appui sur la touche 3
if RES >149 and RES < 189 then TOUCHE4   ' Appui sur la touche 4
if RES >209 and RES < 249 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 5
if RES >270 and RES < 310 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 6
if RES >331 and RES < 371 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 7
if RES >392 and RES < 432 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 8
if RES >456 and RES < 496 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 9
if RES >518 and RES < 558 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 10
if RES >580 and RES < 620 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 11
if RES >640 and RES < 680 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 12
if RES >703 and RES < 743 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 13
if RES >766 and RES < 806 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 14
if RES >827 and RES < 867 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 15
if RES >888 and RES < 928 then TOUCHES   ' Appui sur la touche 16
goto TOUCHES                ' Bouclage du programme

TOUCHE1:                ' Quand la touche 1 est appuyée...
HIGH 8                ' la broche P8 passe au niveau haut...
goto TOUCHES          ' et le programme se reboucle.

TOUCHE2:                ' Quand la touche 2 est appuyée...
LOW 8                ' la broche P8 repasse au niveau bas...
goto TOUCHES          ' et le programme se reboucle.

TOUCHE3:                ' Quand la touche 3 est appuyée...
HIGH 9                ' la broche P9 passe au niveau haut...
goto TOUCHES          ' et le programme se reboucle.

TOUCHE4:                ' Quand la touche 4 est appuyée...
LOW 9                ' la broche P9 repasse au niveau bas...
goto TOUCHES          ' et le programme se reboucle
    
```



le condensateur C<sub>1</sub> et le cavalier J<sub>1</sub>

### Exemple :

Le clavier est raccordé sur la broche P13 du Basic Stamp2 dans notre exemple. Le programme teste les 16 touches. Il sera peut-être nécessaire de refaire l'étalonnage de la variable "RES" si la valeur du condensateur n'est pas très précise à 100 nF. Pour la démonstration, seules les actions sur les touches 1 à 4 sont prises en compte et agissent sur les broches P8 et P9, une action sur les autres touches boucle le programme.

Y. MERGY



(\*) PARALLAX et tous ses produits sont déposés sous la marque de fabrique "PARALLAX INC" aux États Unis d'Amérique et dans les autres pays.

(\*\*) Le Basic Stamp2, le  $\mu$ C PBASIC2, la mémoire 24LC16 et le résonateur sont disponibles chez SELECTRONIC, annonceur dans notre revue et distributeur exclusif des produits PARALLAX à Paris, Lille et par VPC.

## Nomenclature

- R<sub>1</sub> : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)
- R<sub>2</sub> à R<sub>17</sub> : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- C<sub>1</sub> : 100 nF mylar jaune (voir texte)
- S<sub>1</sub> à S<sub>16</sub> : 16 touches pour circuit imprimé à contact travail
- J<sub>1</sub> : 1 connecteur à 3 broches au pas de 2,54 mm

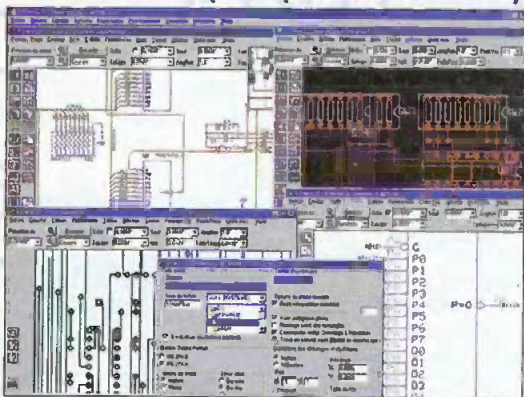


mise en place des résistances

**NOUVEAU\***

## EDWin 32

VERSION WINDOWS 95-98 & NT  
(compatible an 2000)



Version 1.7 toujours disponible avec des menus d'aide en français.

### OPTIONS :

- Librairie complète\* (15000 composants) dont CMS
- Base de données étendue\*
- Simulation en mode mixte\*
- EDSpice - Moteur Spice
- Autorouteur Arizona\*
- Analyse thermique\*
- Analyse CEM
- Intégrité du signal (plug-in à la CEM)
- CEM + intégrité du signal
- EDCoMX - Générateur de modèles - code Spice
- Aides en français

Conditions particulières pour Education nationale. Professionnels nous consulter.

Passage de Edwin 1.7 à Edwin 32 700 F TTC  
\*Pack Edwin 32 amateur complet 2100 F TTC

**MERCURE TELECOM** ZA de l'Habitat Bat N°6  
BP 58 - Route d'Ozoir - 77680 Roissy-en-Brie  
Appel gratuit : 0805 00 80 88 - Fax : 01 64 40 49 18  
e-mail : edwin@mercuretelecom.com Internet : mercuretelecom.com

**NOUVEAU\***

**Plus besoin de connaître la programmation !**

Ce que vous dessinez  
c'est ce que vous programmez  
avec



Pour les familles de microcontrôleurs suivantes :  
ST62XX - ST72XX - PIC12BXX - PIC14BXX, etc.

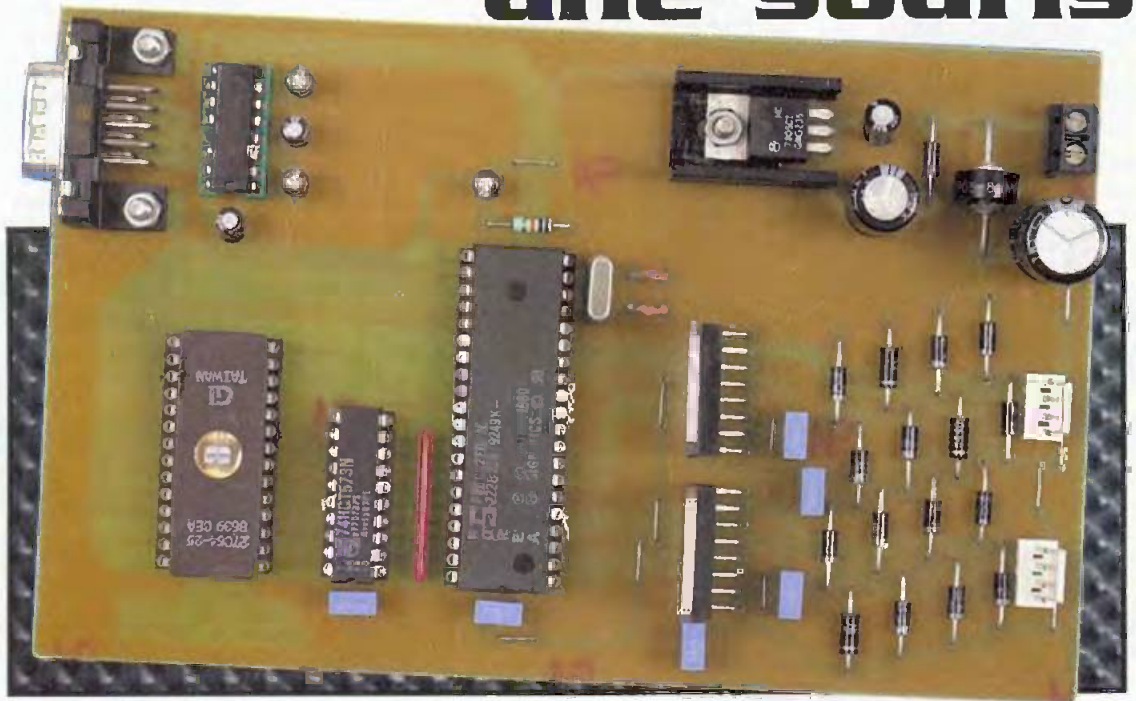
Démo gratuite téléchargeable via Internet :  
[www.mercuretelecom.com](http://www.mercuretelecom.com)

**MERCURE TELECOM** ZA de l'Habitat Bat N°6  
BP 58 - Route d'Ozoir - 77680 Roissy-en-Brie  
Appel gratuit : 0805 00 80 88 - Fax : 01 64 40 49 18  
e-mail : realizer@mercuretelecom.com Internet : mercuretelecom.com

\* pour toute commande, 1 mois d'accès gratuit à internet via mercuretelecom (0,16 cts la minute de connexion)



# Commande de moteurs pas à pas pilotés par une souris



Habituellement, la commande d'un moteur pas à pas est confiée à un appareil qu'il faut programmer pour obtenir les déplacements souhaités du moteur. L'interface que nous vous proposons de réaliser ce mois-ci va vous permettre de contrôler le déplacement de 2 moteurs pas à pas à partir d'une souris, sans avoir à vous soucier de réaliser le moindre programme.

Vous pourrez sélectionner les moteurs actifs à l'aide des boutons de la souris, tandis que le déplacement de celle-ci dans les axes X ou Y provoquera la rotation du moteur associé. La vitesse de progression des moteurs pas à pas est dépendante uniquement des déplacements de la souris, de sorte qu'un positionnement précis est assez facile à obtenir.

## Schéma

Les schémas de ce montage sont visibles en figures 1 et 2. Comme vous pouvez le constater, le montage fait appel à des composants classiques pour ce genre d'application. La figure 1 dévoile le cœur numérique de ce montage, articulé autour du microcontrôleur 80C32. Le microcontrôleur, retenu pour ce montage, ne dispose pas d'une EPROM interne. Il faut donc lui adjoindre une EPROM externe et un latch pour démultiplexer le bus d'adresse du bus des données, ce qui doit vous être familier si vous lisez régulièrement

ces pages. Fidèle à notre habitude, le raccordement particulier de l'EPROM permet de faciliter grandement le tracé d'un circuit imprimé simple face. En contre partie, le fichier qui sert à programmer l'EPROM doit être traité de façon spéciale, ce que nous vous avons déjà expliqué maintes et maintes fois, aussi nous ne reviendrons pas sur ce sujet. Les lecteurs intéressés par des explications supplémentaires sur ce sujet pourront prendre contact avec l'auteur en laissant un message sur le site Internet de la revue.

L'horloge du microcontrôleur est mise en œuvre simplement à l'aide d'un quartz avec les condensateurs habituels qui lui sont associés pour entretenir les oscillations. La remise à zéro du microcontrôleur est confiée à un banal circuit R/C, aussi nous ne nous étendrons pas sur le sujet.

L'interface avec la souris qui viendra se raccorder à CN<sub>1</sub>, ressemble étrangement à une interface RS232. C'est normal puisque ce montage n'accepte que les modèles de souris pour

port RS232 (ce sont les souris les moins chères). L'alimentation de la souris est fournie directement par le port série, d'où la nécessité de disposer d'un «driver de ligne» suffisamment puissant. Un circuit MAX232 associé à des condensateurs de 10 µF minimum convient parfaitement. Attention de ne pas utiliser n'importe quel équivalent pour ce circuit car le courant disponible en sortie n'est pas toujours identique. De même, ne diminuez pas la valeur des condensateurs C<sub>4</sub> à C<sub>7</sub>, sous peine de ne pas pouvoir alimenter correctement la souris raccordée au montage.

La figure 2 donne le schéma des interfaces pour les moteurs pas à pas. Les bobines des moteurs seront alimentées par les circuits U<sub>5</sub> et U<sub>6</sub> qui sont pilotés directement par les ports du microcontrôleur. Habituellement, les circuits L298 sont associés à des circuits de gestion destinés à simplifier la logique de contrôle des moteurs. Dans le cas d'un système à microcontrôleur dont les ports de sorties sont libres en majorité, il est très







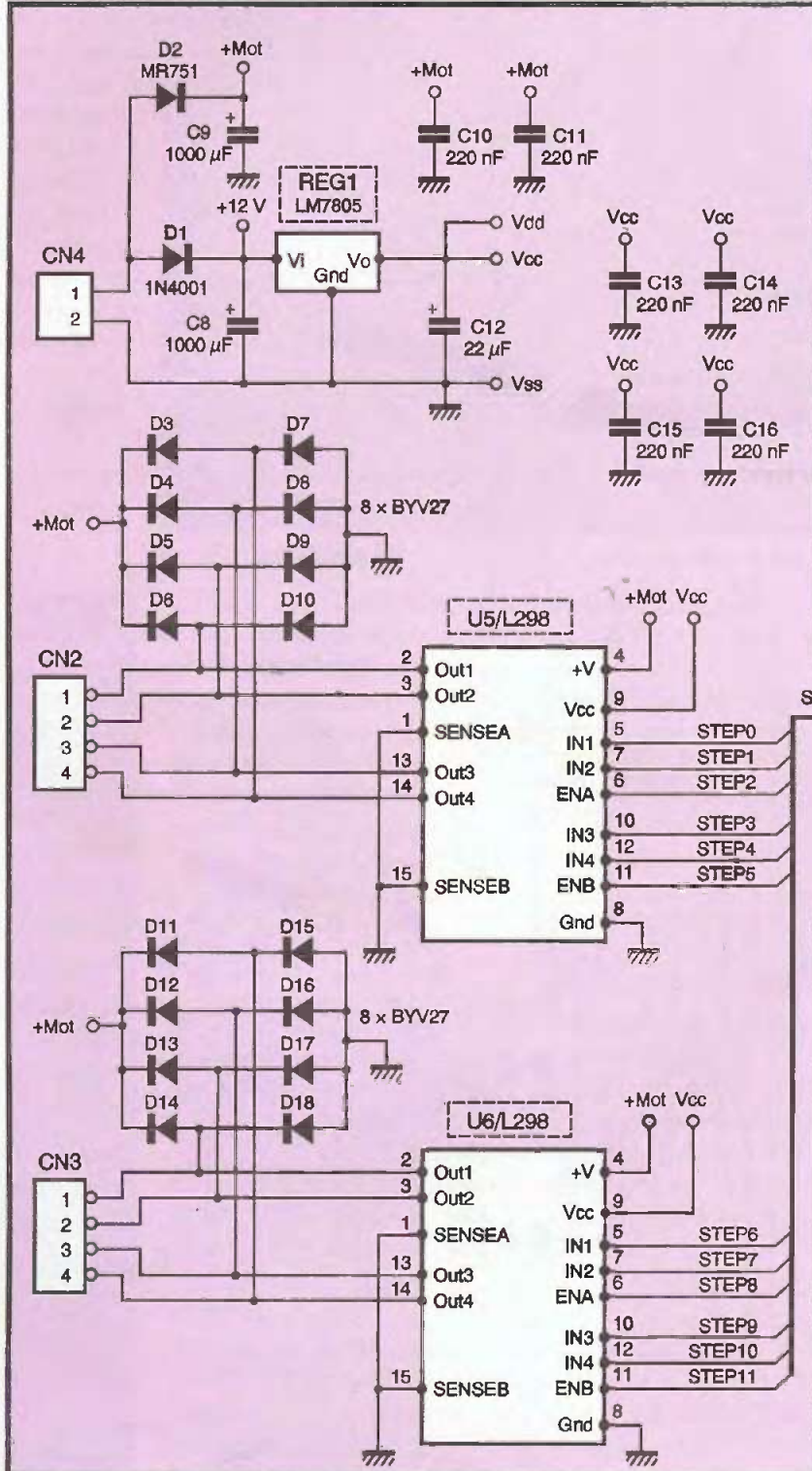
pectez bien la nomenclature. Respectez scrupuleusement le découplage des lignes d'alimentations si vous voulez éviter les surprises. Vous noterez la présence de 11 straps qu'il vaut mieux implanter en premier car certains sont placés sous les autres composants. Le régulateur REG<sub>1</sub> sera monté sur un dissipateur ayant une résistance thermique inférieure à 18°C/W pour éviter d'atteindre une température de

jonction trop élevée. Le raccordement des phases des moteurs peut demander quelques tâtonnements, si vous n'avez leur brochage exact. Si vous inversez le sens d'alimentation d'une bobine, le moteur progressera de façon erratique. Le moteur avancera d'avant en arrière pour, au bout du compte, rester sur place. Si cela vous arrive ce n'est pas bien méchant. Il vous suffira d'inverser deux à

deux les points d'alimentation des enroulements pour que le moteur veuille bien tourner correctement. Vous pourrez vous aider de la **figure 5** pour trouver la façon correcte de connecter les moteurs.

Veillez noter une remarque importante : Les pistes du montage qui raccordent les enroulements des moteurs aux circuits L298 ne sont pas bien larges (afin de pouvoir passer entre les broches des circuits U<sub>5</sub> et U<sub>6</sub> sur un circuit imprimé simple face). Cela signifie que vous ne pourrez pas utiliser les circuits L298 à pleine puissance. Vous devrez vous limiter à l'utilisation de petits moteurs pas à pas qui consomment moins de 500mA par enroulement. Sinon, vous devrez doubler les pistes à l'aide de fils de section suffisante (en veillant également à la section des straps d'alimentation des circuits L298), ou bien vous pourrez redessiner le circuit imprimé en faisant appel à un circuit double face.

L'EPROM du montage sera programmée avec le contenu d'un fichier que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur le serveur Internet de la revue. Vous obtiendrez le fichier MSTEP.BIN qui est le reflet binaire du contenu à programmer et le fichier MSTEP.HEX qui correspond au format HEXA INTEL. Les fichiers sources



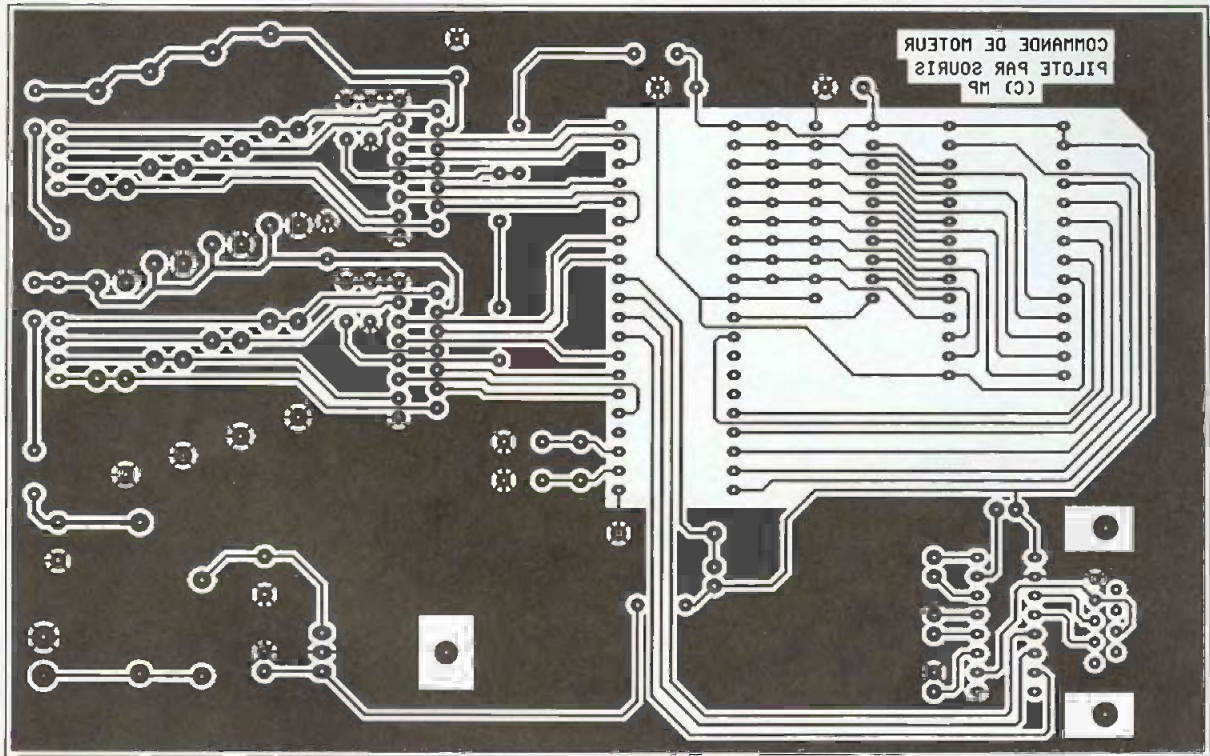
**2**  
Schéma de principe des interfaces pour moteurs

**Contact**

**ETSF**  
recherche  
**Auteurs**

écrire ou téléphoner à  
**Bernard Fighiera**  
**01 44 84 84 65**  
**2 à 12 rue de Bellevue**  
**75019 Paris**



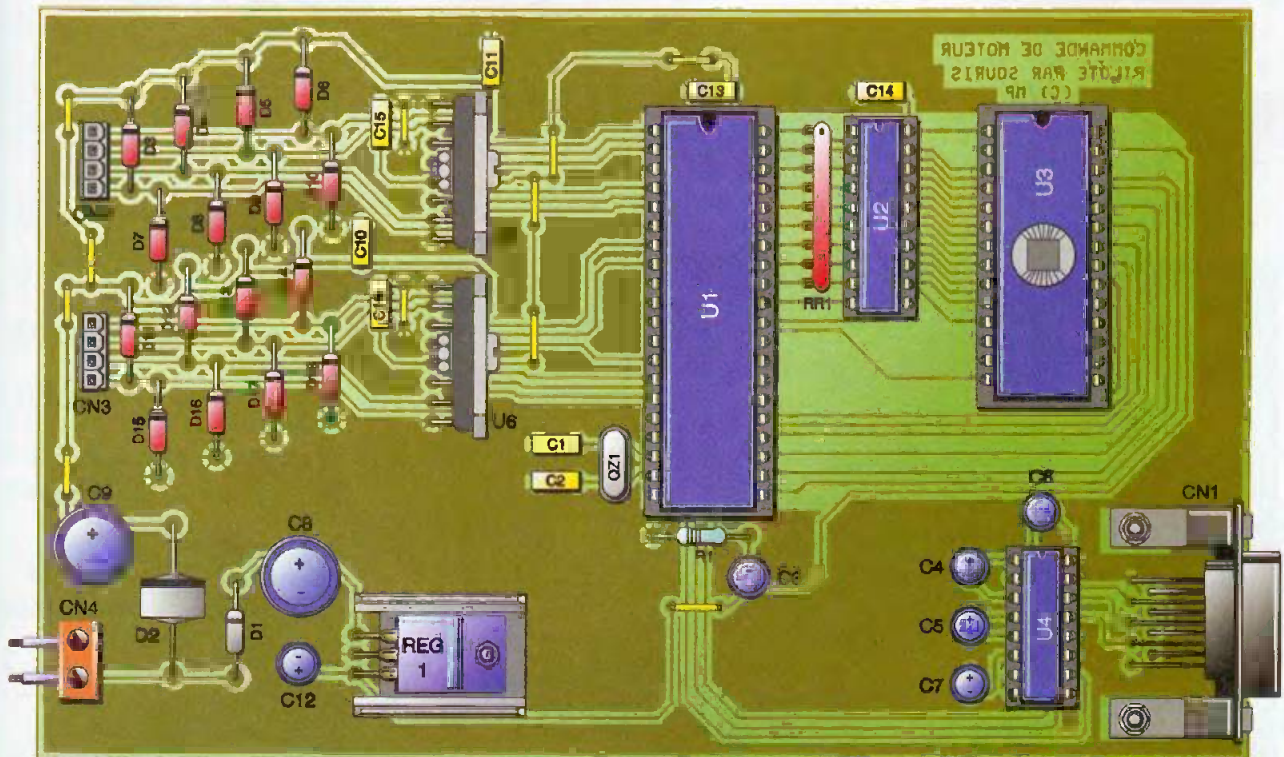


### 3 Tracé du circuit imprimé

seront remis également. Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers vous pouvez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette for-

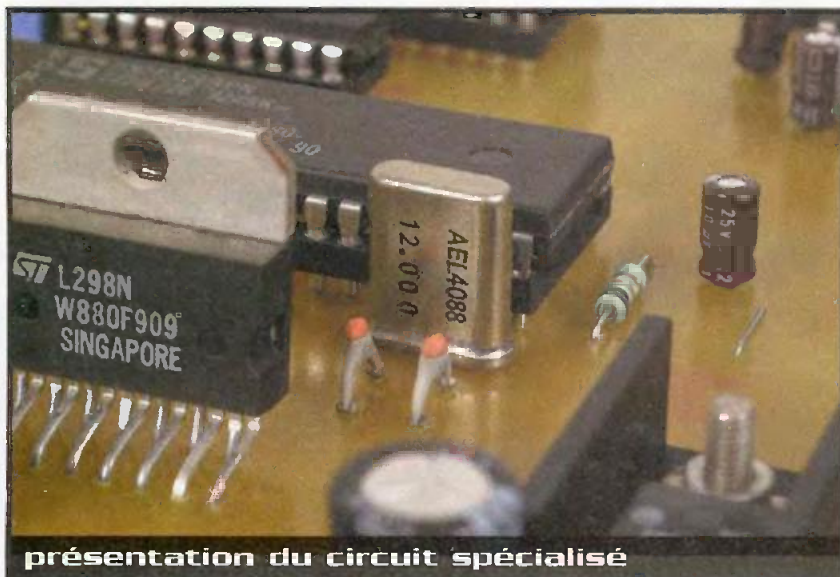
matée accompagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette). La prise en main du montage est quasi

immédiate. Il vous suffit de raccorder une souris 2 boutons pour port série compatible PC. Dès lors que le montage est sous tension, l'appui sur le bouton de

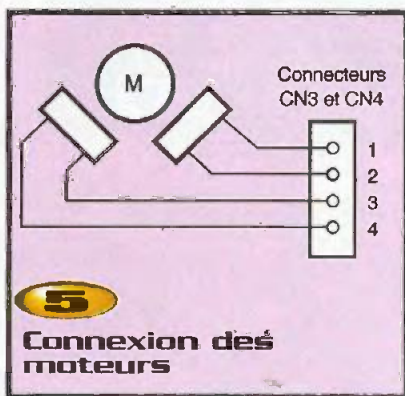


### 4 Implantation des éléments





présentation du circuit spécialisé



gauche autorise ou désactive la commande du moteur n°1 tandis que l'appui sur le bouton de droite autorise ou désactive la commande du moteur n°2. Le déplacement de la souris dans l'axe des

X commande la rotation du moteur n°1 tandis que le déplacement de la souris dans l'axe des Y commande la rotation du moteur n°2. Voilà, c'est tout ! Avouez que l'utilisation de ce montage est vraiment très simple.

Il nous reste simplement à ajouter que la vitesse d'évolution des moteurs est directement proportionnelle à la vitesse de déplacement de la souris. Cependant, la majorité des souris actuelles, ne produisent pas un déplacement linéaire, selon la vitesse de déplacement. Pour ne pas avoir à gérer des timings différents (liés aux possibilités d'un modèle particulier de moteur pas à pas), le programme de notre montage ignore les déplacements rapides et considère qu'il n'y a qu'un pas à faire pro-



la section alimentation avec la diode de puissance

gresser. Cela signifie qu'au-dessus d'une certaine vitesse de déplacement (en fonction de la résolution de la souris raccordée au montage) la vitesse de progression des moteurs pas à pas ne sera plus proportionnelle au déplacement de la souris mais elle plafonnera à une vitesse dépendante de sa vitesse d'émission. Certes ce n'est pas une solution très élégante mais c'est une solution simple qui ne dépend pas des paramètres des moteurs. De plus c'est une solution qui n'a pas d'impact sur les déplacements lents.

P. MORIN

## Nomenclature

**CN<sub>1</sub>** : connecteur SubD 9 points mâle, sorties coudées à souder sur circuit imprimé

**CN<sub>2</sub>, CN<sub>3</sub>** : barrettes mini-KK 4 contacts, sorties droites à souder sur circuit imprimé (réf. : MDLEX 22-27-2041)

**CN<sub>4</sub>** : bornier de connexion à vis 2 plots, au pas de 5,08mm à souder sur circuit imprimé, profil bas

**C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>** : 33 pF céramique au pas de 5,08mm

**C<sub>3</sub> à C<sub>7</sub>** : 10 µF/25V sorties radiales

**C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>** : 1000 µF/25V sorties radiales

**C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub>, C<sub>13</sub> à C<sub>16</sub>** : 220 nF

**C<sub>12</sub>** : 22 µF/16V sorties radiales

**D<sub>1</sub>** : 1N4001 (diode de redressement 1A/100V)

**D<sub>2</sub>** : diode de puissance MR751 ou équivalent

**D<sub>3</sub> à D<sub>18</sub>** : BYV27 (diodes de redressement rapide 1A)

**REG<sub>1</sub>** : régulateur LM7805 (5V) en boîtier T0220

**QZ<sub>1</sub>** : quartz 12MHz en boîtier HC49/U

**RR<sub>1</sub>** : réseau résistif 8x10 kΩ en boîtier SIL

**R<sub>1</sub>** : 10 kΩ 1/4W 5%

(marron, noir, orange)

**U<sub>1</sub>** : microcontrôleur 80C32 (12MHz)

**U<sub>2</sub>** : 74LS573 ou 74HC573

**U<sub>3</sub>** : EPROM 27C64 temps d'accès 200 ns

**U<sub>4</sub>** : driver de lignes MAX232

**U<sub>5</sub>, U<sub>6</sub>** : circuits de commande de moteur L298