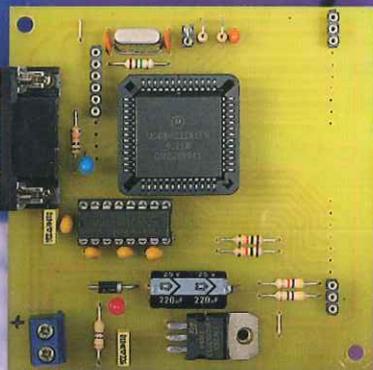


STATION MÉTÉO

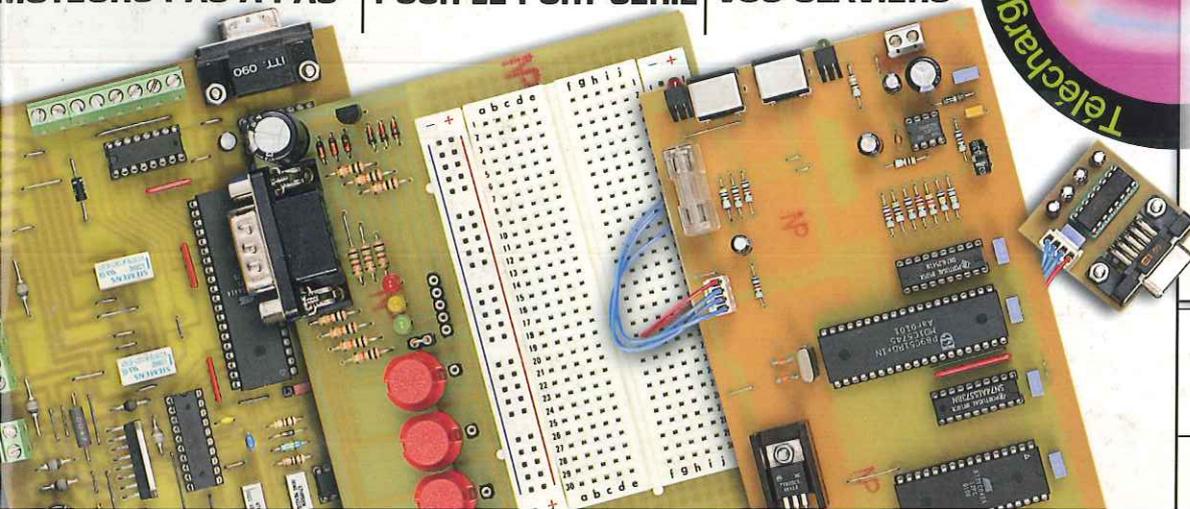
**Anémomètre,
thermomètre,
girouette,
baromètre,
manomètre.**



**CARTE APPLICATIONS
MOTEURS PAS À PAS**

**EXPÉRIMENTATIONS
POUR LE PORT SÉRIE**

**FAITES PARLER
VOS CLAVIERS**



- ▶ **"Sniffer"
GSM**
- ▶ **Les cartes
SIM**
- ▶ **PICoréseau
485**
- ▶ **Programmateur
PIC in situ**
- ▶ **Etc.**

Téléchargement :
**TOUS LES
PROGRAMMES
ET LES PCB,
SUR INTERNET**
www.eprat.com

T 03271 - 12 H - F: 5,00 € - RD



FRANCE: 5€ - DOM: 4,57€ - BEL: 4,46€
CH: 7FS - CAN: 7,50\$ CAN - ESP: 2,95€
GR: 4,99€ - LUX: 4,46€ - MAR: 50 DH
PORT: 5,74€

SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

HS N°12 - MARS 2002
I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

S.A. au capital de 786 900 €
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
Attaché de Direction : Georges-Antoine VENTILLARD
Directeur de la rédaction : Bernard FIGHIERA (84.65)
Directeur graphique : Jacques MATON
Maquette : Dominique DUMAS, Jean-Pierre RAFINI

Avec la participation de : U. Bouteville, X. Fenard,
A. Garrigou, P. Gueulle, F. Harazim, M. Laury,
B. Lebrun, V. Le Mieux, P. Mayeux, P. Morin,
P. Oguic, K. Pham-Dinh, D. Rey, Ch. Tavernier.

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

Directeur de la diffusion et promotion :
Bertrand DESROCHE

Responsable ventes :
Bénédictine MOULET Tél. : 01.44.84.84.54

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

PGV - Département Publicité :

2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : Jean-Pierre REITER (84.87)
Chef de publicité : Pascal DECLERCK (84.92)
E Mail : lehpub@le-hp.com

Assisté de : Karine JEUFRULT (84.57)

Abonnement/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.

Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»

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

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

• Pour tout changement d'adresse, joindre 0,46 € et la der-
nière bande.

Aucun règlement en timbre poste.

Forfait photocopies par article : 4,60 €.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE

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

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

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

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

Télécopie : (514) 374-9684.

Le tarif d'abonnement annuel (9 numéros) pour les USA
est de 49 \$US et de 68 \$cnd pour le Canada.

Electronique Pratique, ISSN number 0243 4911, is published 9
issues per year by Publications Ventillard at P.O. Box 2769
Plattsburgh, N.Y. 12901-0239 for 49 \$US per year.

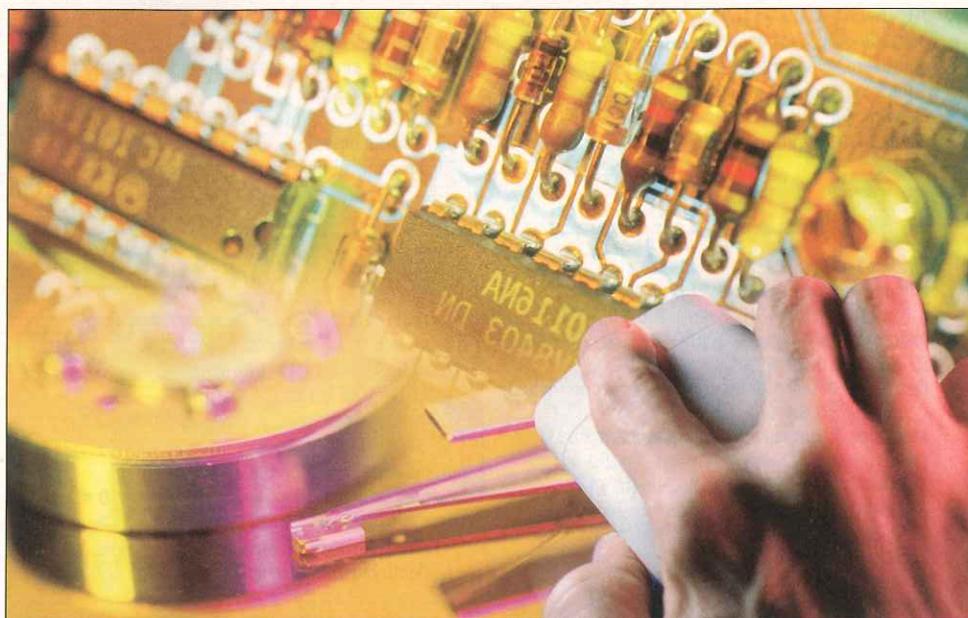
POSTMASTER : Send address changes to Electronique Pratique,
c/o Express Mag, P.O. Box 2769, Plattsburgh, N.Y., 12901-0239.



« Ce numéro
a été tiré
à 48 200
exemplaires »

INTERFACES PC

- 05 Edito
- 06 Cartes SIM : les dernières tendances
- 10 Contrôle ActiveX en instrumentation
- 14 Dongle à base de BasicCard
- 88 Le PCLAB 2000 de VELLEMAN
- 92 Un microcontrôleur de communication
- 96 Appareils photographiques numériques SPYPEN
- 98 Utilisation et commande du CDRom



Les cartes à réaliser

- 18 Sniffer GSM
- 22 Programmateur de PIC in situ
- 26 Carte d'application pour moteurs pas à pas
- 34 Le PICo Réseau FXPR485AS
- 40 PIC (oréseau) 485 : les modules de base
- 44 Interface météo
- 50 Carte d'expérimentation pour le port série
- 54 Faites parler vos claviers PC
- 62 Minuterie pour insoleuse
- 64 Baromètre/Manomètre
- 68 Oscilloscope numérique par le port //
- 74 Baie de connexion PC à la carte
- 82 Testeur de câble réseau et téléphonique

Infos

12 OPPORTUNITÉS

Fidèle au rendez-vous, voici arrivé le numéro 12 d'Interfaces PC. Adeptes du fer à souder et des PC, réjouissez-vous ! Car une fois de plus, ce numéro renferme de nombreuses réalisations qui vous passionneront comme votre courrier abondant en témoigne, ce dont nous vous remercions une fois de plus.

Si vous lisez ces pages, il y a fort à parier que vous êtes un utilisateur averti de PC. À ce titre, nous n'aurons donc pas à vous convaincre de l'intérêt de réaliser les petits systèmes électroniques publiés ici et qui viennent se raccorder à ce merveilleux outil qu'est l'ordinateur personnel.

Pourtant, tout le monde ne partage pas cet avis. Certaines personnes sont rebutées par l'utilisation d'un PC car elles considèrent qu'il s'agit d'un outil contraignant et qu'il asservit l'homme dans ses tâches quotidiennes plus qu'il ne le libère. Cela peut sembler fondé pour certaines activités, mais un PC permet aussi d'accomplir plus facilement des tâches ingrates et répétitives. Ce numéro d'Interfaces PC vous en apportera la preuve, si tant est que cela soit nécessaire, grâce à la réalisation d'un "Testeur de câble réseau et téléphonique". Certes, le contrôle d'un câble est une tâche relativement banale, mais rien que le temps de sortir les appareils de mesure nécessaires et de mettre en place les branchements, vous aurez déjà perdu plus de 10 minutes. S'il s'agit de répéter cette tâche régulièrement, la manœuvre devient vite désagréable. Avec la réalisation qui vous est proposée dans ces pages, l'opération s'apparente à un jeu d'enfant et le contrôle d'un carton entier rempli de câbles récupérés à droite ou à gauche s'accomplit en quelques minutes seulement.

Bien entendu, les applications pour PC sont très nombreuses et le test des câbles n'est qu'un exemple tiré au hasard dans la liste des réalisations proposées dans ce numéro. D'ailleurs il n'y a qu'à voir l'étendue des réalisations qui

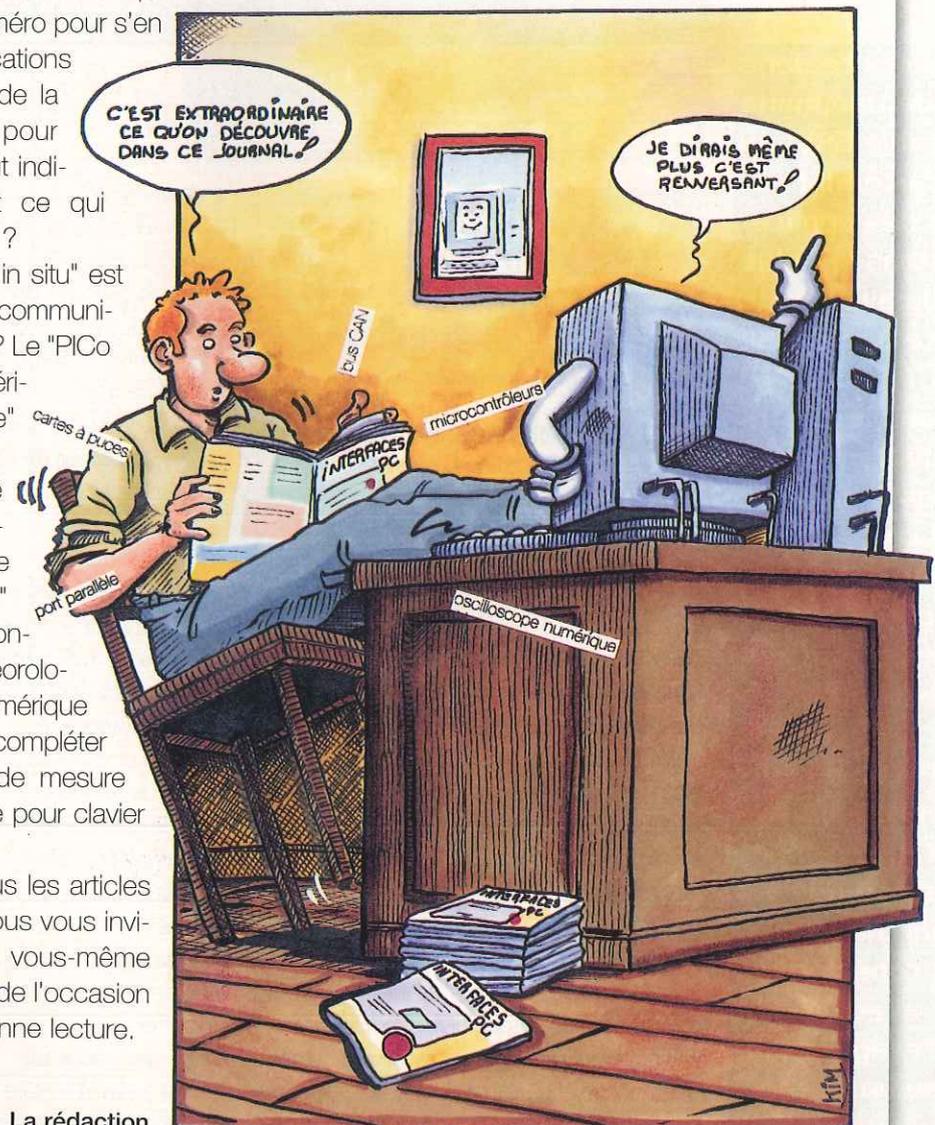
sont abordées dans ce numéro pour s'en convaincre :

Pour les applications domotiques, la réalisation de la "Carte d'application pour moteurs pas à pas" est tout indiquée. Vous préférez tout ce qui touche à la programmation ?

Le "Programmeur de PIC in situ" est fait pour vous. Ce sont les communications qui vous branchent ? Le "PICo Réseau" ou la "Carte d'expérimentation pour le port série" devrait vous ravir.

Et l'on peut continuer encore longtemps cette énumération : "l'Interface météo" ou le "Baromètre/Manomètre" vous ouvrira le champ passionnant des investigations météorologiques. "L'oscilloscope numérique par le port parallèle" viendra compléter utilement votre laboratoire de mesure tandis que "l'interface vocale pour clavier de PC" vous divertira, etc.

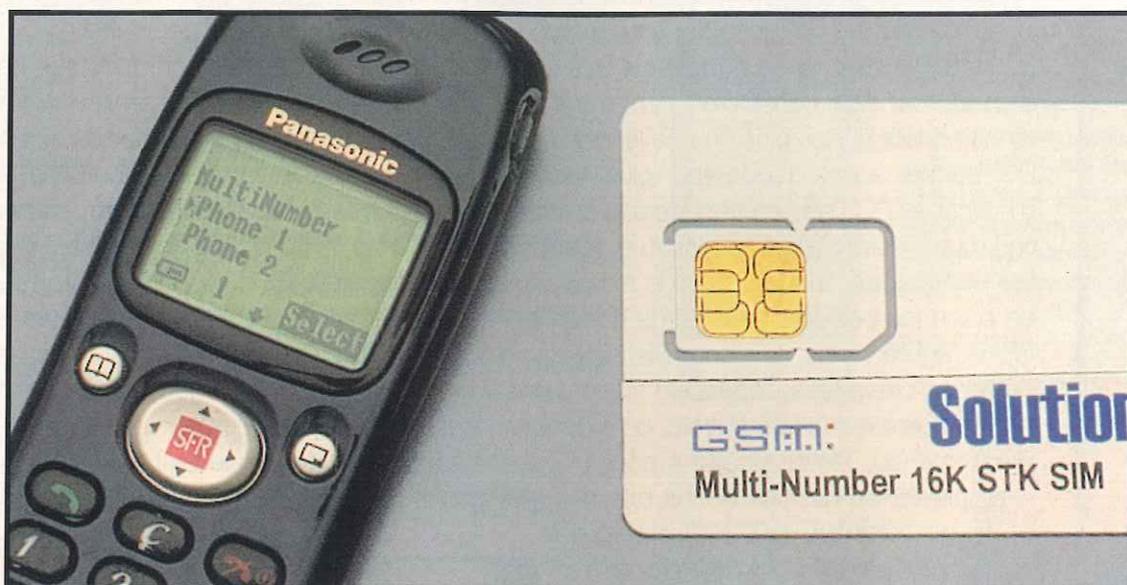
Mais plutôt que de citer tous les articles publiés dans ce numéro, nous vous invitons à les découvrir par vous-même sans tarder. Nous profitons de l'occasion pour vous souhaiter une bonne lecture.



La rédaction

Cartes SIM

les dernières tendances



Présente dans chaque téléphone portable GSM, la carte SIM est l'une des applications les plus populaires de la carte à puce. Sa part importante, dans le chiffre d'affaires des grands fabricants de cartes, rend naturellement ceux-ci très vulnérables à tout fléchissement des ventes. GEMPLUS, en particulier, semble avoir sévèrement pâti de ce que les marchés financiers considèrent, avec un rien d'exagération, comme un "retournement de tendance".

Et s'il ne s'agissait, finalement, que d'un banal ralentissement d'une progression par trop euphorique ?

Mais il faut également compter avec l'explosion de la concurrence, irrésistiblement stimulée par la généralisation des cartes à "système d'exploitation ouvert".

Do it yourself ?

Il n'y a pas bien longtemps encore, le système d'exploitation de n'importe quelle carte SIM était "masqué" dans une zone de mémoire ROM lors de la fabrication même des puces de silicium.

L'essentiel des possibilités de personnalisation reposait alors sur la création ou la modification de fichiers dans une zone EEPROM à la structure quelque peu rigide. La production de cartes SIM demeurant ainsi la "chasse gardée" d'une poignée de gros industriels, les prix ont pu se maintenir à un niveau relativement élevé, malgré l'emballement des quantités produites.

L'avènement de cartes à "système d'exploitation ouvert" comme JavaCard (ou le regretté Windows for

smart cards) a rendu bien plus abordable le "ticket d'entrée" donnant accès au club jusqu'alors très fermé des fabricants de cartes SIM. Il ne faut même plus, à l'heure actuelle, écarter la possibilité qu'un développeur isolé se lance dans la production de cartes SIM ! Témoin le contenu du répertoire "BasicSIM" du CD-ROM de ce numéro, où nos lecteurs découvriront la version "T=0" de notre émulateur de carte SIM basé sur la BasicCard ZC 4.1 (voir Interfaces PC n°11).

Bien entendu, les industriels, petits ou grands, ont sauté à pieds joints sur cette opportunité, rivalisant d'imagination quant aux applications originales ("applets") qu'ils implantent directement dans la carte.

Cela, la plupart du temps mais pas toujours, dans le cadre de la "phase 2+" de la spécification GSM 11.14, dite "SIM Toolkit".

Le phénomène ne date d'ailleurs pas d'hier, mais il semble bien que certains opérateurs de téléphonie mobile aient tenté un moment de se l'approprier, "confisquant" à l'amiable (mais à prix d'or) des kits de développement trop puissants à

leurs yeux pour être mis librement sur le marché...

Bien entendu, ce genre de stratagème ne peut guère permettre d'obtenir qu'un court répit.

Il paraît aujourd'hui assez clair que les opérateurs (et par contrecoup leurs clients !) paient leurs cartes SIM trop cher et que certaines fonctionnalités potentiellement "révolutionnaires" seraient soigneusement gardées "sous le coude". Mais les pratiques frileuses, voire protectionnistes, de notre vieille Europe n'ont résolument pas cours dans certains paradis de la libre entreprise...

Plusieurs SIM dans une seule carte !

Prenons l'exemple de la firme taïwanaise, SOLUTION INSIDE, qui exposait plutôt discrètement à CARTES 2001. Il s'agit d'un industriel certifié TL9000 (télécommunications) et ISO9001, dont le produit phare est un lecteur de cartes à puce agréé EMV (rien de moins que la future génération de cartes bancaires). En matière de cartes SIM, son objectif avoué est de "casser les prix", tout en introduisant des

fonctionnalités innovantes. Sa technologie "Multi-Number SIM", notamment, permet de rassembler jusqu'à cinq abonnements (ou formules prépayées) dans une seule et même carte SIM ! Il peut s'agir de plusieurs "lignes" dépendant d'un unique opérateur (une professionnelle et une privée, par exemple) ou bien d'autant d'opérateurs différents.

Dans un contexte de déplacements internationaux, on sait en effet qu'il peut se révéler bien plus avantageux d'être directement client (autant que possible prépayé) des opérateurs de chaque pays visité, plutôt que d'utiliser leurs services par l'entremise de son propre opérateur national (qui s'octroie au passage une coquette commission). Les principaux inconvénients de ce que l'on appelle volontiers le "plastic roaming" sont le changement de numéro d'appel et de carte SIM lorsque l'on change de pays. Le premier peut être contourné par un simple renvoi d'appel, tandis que le second pourrait être radicalement réglé en utilisant une carte "multi-number".

En pratique, on imagine cependant mal des opérateurs concurrents, ou même partenaires, se mettre d'accord pour cohabiter dans une même carte SIM... Qu'à cela ne tienne ! Chaque abonnement (ou service prépayé) est essentiellement matérialisé par deux identifiants : l'IMSI (9 octets), librement lisible après présentation du code PIN, et la clef cryptographique Ki (16 octets), en principe illisible.

SOLUTION INSIDE suggère que l'utilisateur lui-même ou un "tiers de confiance" à définir (un "opérateur virtuel", en somme) combine des paires IMSI/Ki dans une même carte, au moyen d'un utilitaire déjà mis au point à cet effet. Cela supposerait une évolution radicale des mentalités, selon laquelle la clef Ki serait connue du client (comme le code confidentiel d'une carte bancaire) et non plus seulement de l'opérateur qui l'a émise.

Des cartes SIM "génériques" pourraient alors être disponibles dans le commerce de détail, au même titre que de simples disquettes ! Dans l'état actuel des choses, l'opération s'apparenterait plutôt à un "clonage", reposant sur l'extraction par "force brute" de la clef Ki de chacune des cartes SIM originales ! Habituellement considérée comme une forme de "piratage", celle-

1 **Création de carte SIM**

ci risque donc de devenir une manœuvre de pure routine, destinée à résoudre un problème en attente d'une solution plus satisfaisante. Et il faut bien reconnaître que le confort est bel et bien au rendez-vous : pour peu que l'on dispose d'un GSM compatible "SIM Toolkit" (Phase 2+), une rubrique supplémentaire se trouve automatiquement ajoutée au menu d'origine du téléphone. Il suffit alors de sélectionner la "ligne" que l'on désire utiliser, pour que les fichiers IMSI et Ki de la SIM soient adaptés, et le tour est joué !

En présence d'un portable non compatible "STK", il suffira d'écrire "A" dans l'emplacement n°1 du répertoire de numéros pour sélectionner la première ligne, "B" pour choisir la seconde et ainsi de suite. Séduisant, non ?

Une SIM à "reroutage"

Plus près de chez nous, la PME britannique SILCOM TECHNOLOGIES a imaginé une solution entièrement différente pour faire baisser les coûts exorbitants



Le lecteur de chez Solution Inside

du "roaming", d'ailleurs de plus en plus critiqués.

L'application "SIM Toolkit" implantée dans la carte intercepte les numéros composés par l'utilisateur, tout spécialement quand il n'est pas dans son pays d'origine. Elle lui substitue automatiquement un autre numéro, celui d'un "point d'accès" situé dans le pays d'où est passé l'appel, un peu comme s'il s'agissait d'utiliser une carte téléphonique à code ou de téléphoner avec une carte bancaire.

Ce faisant, elle lui communique le numéro demandé, qui se trouvera alors appelé depuis un réseau fixe. Dans la plupart des cas, le prix de l'appel mobile national, augmenté de celui de l'appel filaire international, reste très inférieur à celui d'un appel mobile international. Et la cerise sur le gâteau, c'est que ce mécanisme se prête admirablement à fonctionner en mode prépayé, sans abonnement !

Des fabricants "virtuels"

La fabrication de cartes à puce est une activité industrielle relativement lourde, nécessitant de gros investissements en machines de haute précision. Et, encore, ne s'agit-il que d'encarter des puces qui,

elles, ne peuvent être fabriquées que par un "fondeur" de semi-conducteurs disposant d'unités de production encore bien plus coûteuses.

Le simple développement d'applications (SIM Toolkit ou autres) ne nécessite, pour sa part, qu'un PC, un lecteur de cartes à puce et des outils logiciels. A partir du moment où l'on trouve sur le marché, toutes faites, des cartes à système d'exploitation ouvert, produire une carte à puce revient à écrire un programme et à le télécharger dans de la mémoire flash. Cela rappelle à s'y méprendre la programmation de microcontrôleurs genre PIC ou AVR et c'est finalement bien de cela qu'il s'agit ! Évidemment, développer une carte SIM suppose des compétences bien spécifiques, mais tout s'apprend...

Certaines entreprises se sont totalement investies dans cette "niche", comme le Britannique BLUEFISH TECHNOLOGIES qui vise le marché des principaux opérateurs GSM et tout porte à croire que le mouvement ne fait que commencer. La rapidité avec laquelle on peut écrire du code, le télécharger dans une SIM, puis l'essayer sur un émulateur ou dans un véritable GSM est toutefois une arme à double tranchant.

L'auteur a déjà eu l'occasion de voir

développer et valider des applications SIM dans la journée ! En technologie ROM, il aurait fallu des semaines ou des mois, sans parler des sommes rondellettes que coûte toute modification d'un

masque, ce qui n'incitait évidemment pas à la précipitation...

En technologie FLASH EEPROM, le risque majeur est le manque de rigueur des développeurs, car une faute de programmation peut être rattrapée en quelques minutes, quasiment sans frais : on efface et on recommence ! Pression commerciale aidant, il faut donc s'attendre à ce que de plus en plus d'applications soient mises sur le marché à la va-vite, quitte à

faire l'impasse sur les phases de test et de validation, pourtant essentielles. Ce serait impardonnable, dans la mesure où les cartes SIM sont investies de rôles sécuritaires, cryptographiques, voire monétaires, et se trouvent en prise directe avec le réseau mondial de télécommunications...

De puissants outils de simulation et de test sont pourtant à disposition, comme par exemple la PowerSIM d'ASPECTS SOFTWARE Ltd. Une carte SIM valide, "prête" en quelque sorte ses identifiants secrets à ce simulateur de carte, sans qu'il soit nécessaire de les en extraire. Cela permet d'expérimenter à peu près n'importe quelle application directement sur un réseau GSM public, sans avoir à solliciter la (problématique ?) collaboration de son opérateur.

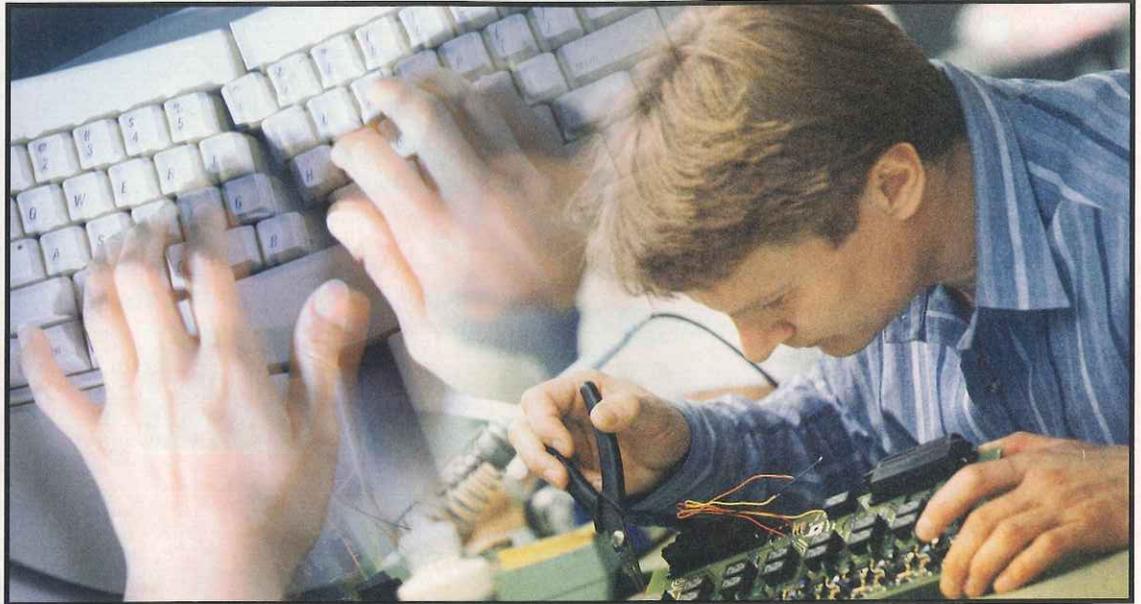
Pour sa part, ICCSim d'ICC SOLUTIONS est une carte à puce d'apparence parfaitement normale, mais capable d'enregistrer tout ce que voudra bien lui envoyer le terminal dans lequel elle sera insérée en tant que simulateur. Un peu ce que fait notre "BasicSIM", en somme !

Au final, l'ultime outil de test reste toutefois bien souvent le client lui-même, qui prendra peut-être un certain plaisir à mettre à l'épreuve, avec ou sans surprises, ce que l'on voudra bien lui proposer...

P. GUEULLE

Contrôles ActiveX

en instrumentation



Les contrôles ActiveX

L'arrivée de Visual Basic au début des années 90 a révolutionné la programmation sous Windows en la rendant accessible à un plus grand nombre : en quelques clics de souris, il devenait possible de créer l'interface visuelle du programme (boutons, boutons radio, cases à cocher, menus...). Reste, bien sûr, à écrire les lignes de code nécessaires pour faire fonctionner tout cela de façon cohérente. L'autre force de Visual Basic a été la possibilité d'ajouter, à un projet en cours, des composants logiciels créés par d'autres programmeurs. Ces composants portaient le nom de VBX. Des sociétés se sont spécialisées dans la création de tels composants.

Les contrôles ActiveX ont pris la succession des composants VBX lors du passage de l'architecture 16 bits à celle en 32 bits. L'extension du nom de fichier a pris l'appellation ".OCX". Ces contrôles ActiveX sont utilisables dans de nombreux outils de développement, en particulier dans les quatre cités en introduction.

Quelques sociétés ont développé des contrôles ActiveX spécialisés dans l'instrumentation, sujet qui nous concerne au plus haut point.

Installation d'un contrôle ActiveX

La première chose est, bien sûr, de disposer du contrôle que l'on souhaite utiliser. A titre d'exemple, nous vous proposons l'utilisation du contrôle "AlphaNumeric Led" de la société GlobalMajicSoftware.

Une version d'essai est téléchargeable sur le site globalmajic.com mais l'auteur vous conseille d'aller faire un tour sur le site www.componentsource.com à la rubrique "Instrumentation" où vous pourrez en découvrir bien d'autres. Après téléchargement, on obtient sur le disque dur un fichier nommé "numleds.exe" que l'on exécutera pour installer le contrôle. Au cours de cette installation, le contrôle est enregistré dans la base de registre du système. Cette remarque est importante et il ne faudra pas perdre de vue qu'un programme qui utilise un contrôle ActiveX nécessite la présence du fichier ".ocx" corres-

pondant et l'enregistrement de ce contrôle dans la base de registre du système. Nous reviendrons sur ce point en fin d'article.

Suite à cette installation, vous trouverez sur C:\Program Files\GMS\ un certain nombre de fichiers, en particulier "NumLed.ocx" et "NumLed.hlp" ainsi qu'un exécutable en exemple.

Ajout d'un contrôle ActiveX

Pour pouvoir utiliser un contrôle ActiveX dans le programme que l'on est en train d'écrire, il faut commencer par l'ajouter au projet en cours. Avec Visual Basic : menu Projet, cliquer sur Composants puis activer la case à cocher située à gauche du nom du contrôle (GMS Numeric Led ActiveX Control). Cliquer sur OK pour fermer la boîte de dialogue Composants. Le contrôle ActiveX choisi se trouve alors dans la boîte à outils. Avec Visual C++ : menu Project -> Add to project -> Components and controls -> Registered ActiveX Controls. Sélectionner GMS Numeric Led ActiveX Control puis cliquer sur Insert. Après insertion, la palette

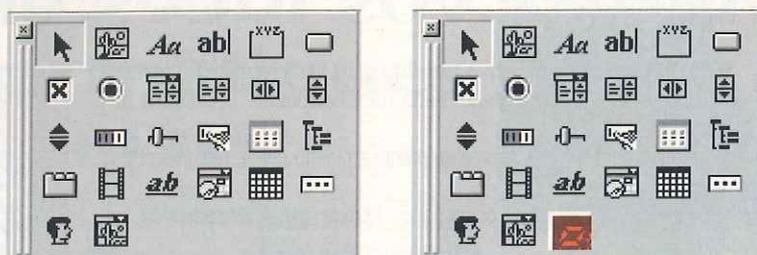
L'utilisation du PC est de plus en plus présente en électronique et, ce, à différents stades de la conception d'un montage à son utilisation finale. L'existence de ce magazine en est la preuve bien vivante. Lorsque le montage communique avec un PC, il est difficilement concevable de se contenter aujourd'hui de programmes en mode texte. Heureusement, des outils de développement "rapide" (RAD) existent et permettent la conception de programmes "fenêtrés" (Visual Basic, Visual C++, Delphi, C++ Builder, pour les plus connus). Les contrôles ActiveX peuvent alors être une aide précieuse lors de la conception d'un tel programme

de contrôles contient le contrôle ActiveX (figure 1).

Une fois cette intégration réalisée, le composant se manipule comme tous les autres de la palette : on vient le placer sur la feuille de travail, on lui donne un nom, on édite ses propriétés (nombre de digits, nombre de décimales, couleur des segments allumés et des segments éteints, couleur du fond, taille des segments, etc.). Après le réglage de tous ces aspects visuels, il restera à faire communiquer ce contrôle avec le reste du programme. Pour découvrir les possibilités offertes par le contrôle, on ira lire le fichier d'aide "Numled.hlp" très bien documenté (à la fois pour VisualBasic, C/C++ et Delphi). La propriété que l'on aura certainement envie de tester en premier est la valeur que l'on souhaite afficher ("Value") A titre d'exemple, voici le code (écrit avec Visual C++) que l'auteur a utilisé pour afficher sur le contrôle NumLed (affichage numérique) ainsi que sur le contrôle AGauge (jauge angulaire) une valeur proportionnelle à la position du curseur (il s'agit du programme ActiveX.exe joint à cet article). Vu le résultat visuel final, difficile de faire plus simple !

Diffusion du programme

Une fois le programme réalisé, il n'y aura pas de problème lors de son exécution sur le PC qui a servi à sa conception. Par contre, vous risquez de voir votre beau travail ne pas fonctionner sur un autre PC. Raison : le ou les contrôles ActiveX utilisés par votre programme ne



1 La palette de contrôles de Visual C++ 6.0 avant et après insertion du composant NumLed

```
double nPos = m_slider.GetPos(); //récupère la valeur du curseur (0 à 1000)
double Valeur = nPos / 100; //la divise par 100
m_Numeric.Set_Value(Valeur); //la passe au contrôle numérique
m_angular.Set_NeedleValue(Valeur); //et au contrôle jauge angulaire
```

2 Exemple de programmation

sont pas enregistrés dans la base de registre de ce PC.

Première solution : vous disposez d'un programme générateur d'installation qui s'occupera de faire tout le travail lorsque l'utilisateur cliquera sur le fichier "setup.exe" ou "instal.exe" que cet utilitaire aura créé pour vous.

Deuxième solution : faire réaliser, par l'utilisateur, l'enregistrement dans la base de registre à l'aide de l'utilitaire Regsvr32.exe fourni par Microsoft. Son utilisation est des plus simples : la ligne de commande "regsvr32.exe NumLED.ocx" suffit. On pourra simplement intégrer cette ligne de commande dans un fichier batch (voir le fichier "Install.bat" situé dans

le répertoire "Baromètre").

La diffusion de ses programmes nécessite, bien sûr, l'achat de la licence des contrôles utilisés. Avant de choisir un composant, on veillera à bien lire la licence d'exploitation. Certains sont avec royalties, c'est à dire que l'on doit verser au fabricant du contrôle une redevance pour chaque logiciel distribué ... On préférera certainement utiliser les contrôles sans royalties ! C'est le cas de ceux présentés dans cet article.

Les logiciels Baromètre et Manomètre décrits dans un autre article du magazine sont réalisés avec ces mêmes composants.

En conclusion

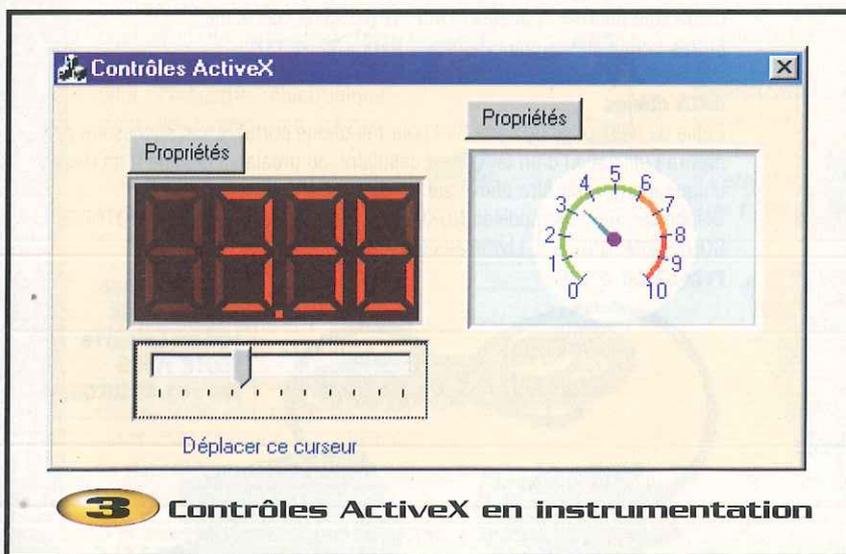
On voit que l'utilisation de ces composants logiciels tous faits facilite grandement le travail de conception logicielle en apportant au programme réalisé une touche visuelle non négligeable.

V. LE MIEUX

Logiciels

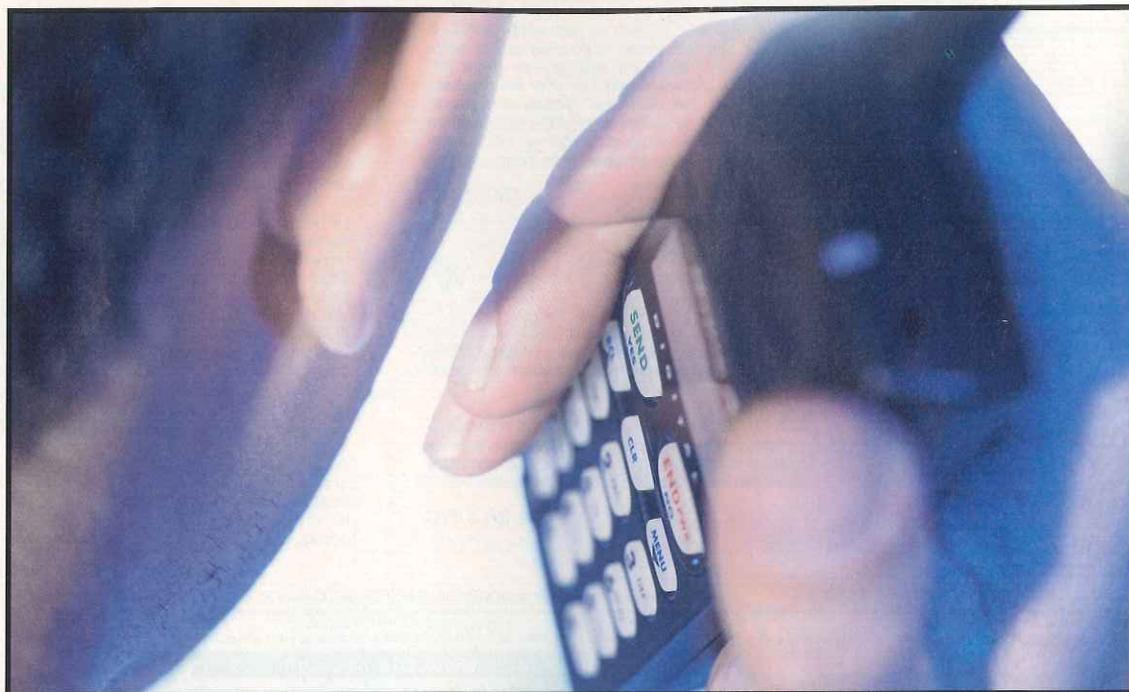
ActiveX.exe, Barometre.exe et Manometre.exe (voir l'article Baromètre/ Manomètre pour l'installation)

Une adresse bien fournie :
www.componentsource.com



3 Contrôles ActiveX en instrumentation

Un "sniffer" GSM



Que peuvent donc bien se dire, en dehors des communications proprement dites, les téléphones portables et les stations de base qui les desservent ?

Beaucoup de choses, assurément, et la plupart du temps à l'insu de l'utilisateur...

Pas besoin, pourtant, de déployer de bien gros moyens techniques pour se fixer les idées et, donc, pour mieux comprendre comment on peut causer des perturbations ou se faire localiser sans même téléphoner.

De puissants rayonnements

Avec une puissance d'émission pouvant atteindre 2W en 900 MHz et 1W en 1800 MHz, un téléphone portable en fonctionnement produit d'intenses rayonnements électromagnétiques dans son voisinage immédiat. Cela d'autant plus que l'émission est de nature impulsionnelle, organisée en "salves" de 577 μ s espacées d'au moins 4,6 ms. De telles impulsions sont capables, chacun devrait le savoir, de perturber toutes sortes d'équipements délicats à plusieurs mètres à la ronde.

Elles sont donc très faciles à mettre en évidence au moyen de circuits amplificateurs à grand gain et à entrée pratiquement laissée "en l'air", sans nécessité d'utiliser des composants haute fréquence.

Pendant une communication, un tel "sniffer", placé à moins d'un mètre du téléphone, produira généralement un très caractéristique signal à 217 Hz (fréquence correspondant à une période de 4,6 ms). Pas question, pour autant, de pouvoir écouter quoi que ce soit de la

conversation, car celle-ci est codée en paquets de bits dont chaque salve véhicule une bonne centaine. Il est, par contre, au moins aussi instructif de se pencher sur les brefs groupes d'impulsions que le téléphone émet volontiers alors même qu'aucune communication n'est en cours ! On ne peut guère se contenter, pour cela, d'un haut-parleur ou même d'un oscilloscope : une analyse informatisée s'impose...

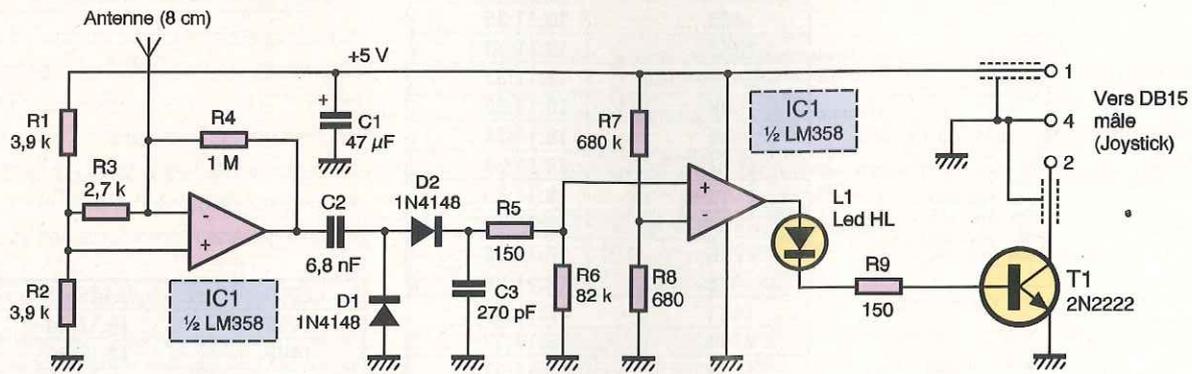
Le montage de la **figure 1** a donc été conçu pour être connecté à un PC ou, plus précisément, à la prise "joystick" de celui-ci (un connecteur DB15 normalement destiné au branchement de poignées de jeu). Cette disposition présente l'avantage de régler d'un seul coup la question de l'alimentation (5V) et de l'entrée de données (4 entrées "tout ou rien" sont disponibles, dont nous n'utiliserons qu'une seule).

Les fidèles lecteurs d'Électronique Pratique noteront, sans aucun doute, une certaine similitude avec notre montage "relais de sonnerie pour téléphone portable". Fonctionnant par détection du groupe de salves qu'émet le téléphone juste

avant de sonner, cet accessoire fort utile est en effet basé sur le même principe avec, toutefois, des constantes de temps différentes. Pour l'heure, en effet, notre but consistera surtout à mettre en évidence des impulsions isolées et, non plus, à en cumuler un nombre suffisant pour éviter les déclenchements intempestifs. C'est donc au logiciel, et non plus au matériel, qu'incombera la tâche de "faire le tri" entre les groupes de salves caractéristiques de ce que peut émettre un GSM et les parasites HF sporadiques auxquels le montage, de conception résolument "large bande", est bien évidemment sensible.

La partie électronique

A proximité immédiate d'un GSM en émission, le champ électrique est suffisant (couramment plus d'une centaine de V/m) pour faire apparaître quelques dizaines ou centaines de millivolts aux bornes d'une antenne grossièrement accordée sur la fréquence utilisée (par exemple, un simple fil rigide de 8cm de long, pas davantage). Pour peu



1 Schéma de principe

que ce conducteur rejoint un composant faisant office de diode, l'enveloppe des salves HF apparaît volontiers sous forme d'impulsions aptes à toutes les formes d'amplification basse fréquence. Notre schéma s'appuie ainsi sur un (mauvais ?) étage préamplificateur audio, très simplement bâti autour d'un ampli opérationnel courant (un demi LM358). Un gain significatif et une entrée quasiment "en l'air" le placent sciemment dans des conditions qui favorisent sa susceptibilité aux perturbations électromagnétiques. Ce sont les nombreuses jonctions internes du circuit intégré qui se chargent de la détection, proprement dite, de la tension HF (effet de "poste à galène"), tandis que le redresseur doubleur de tension à composants discrets se contente d'extraire son "enveloppe". C'est à ce niveau que le choix des valeurs des composants RC permet d'introduire la sélectivité temporelle souhaitée : 6,8 nF, 82 k Ω et 270 pF permettent ici tout juste aux salves de 577 μ s d'être isolées individuellement.

Montée en comparateur, la seconde moitié du LM358 opère simplement la mise en forme nécessaire à l'attaque, dans de bonnes conditions, de la diode LED de test et du transistor simulant le bouton-poussoir qu'attend, normalement, la prise "joystick". Sa sensibilité est fixée par le rapport 1/1000 de son pont diviseur de tension de référence.

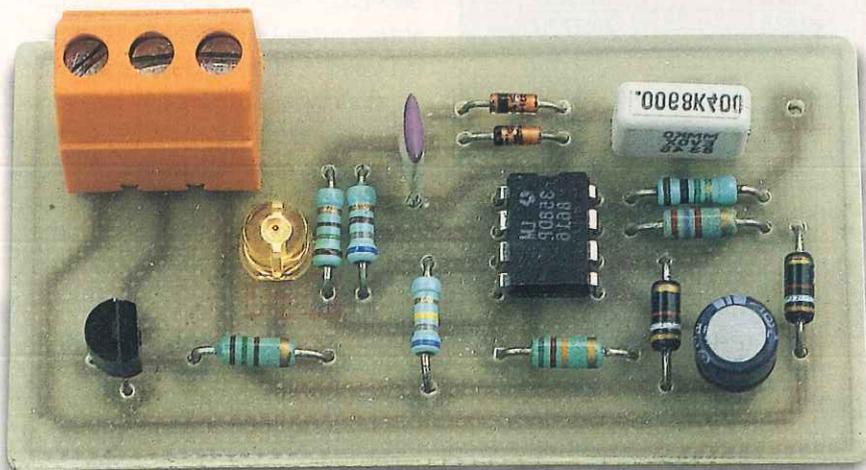
Le circuit imprimé de la **figure 2** a été tracé en ignorant, à dessein, les règles de CEM les plus élémentaires, son câblage selon la **figure 3** ne trahissant d'ailleurs nullement le fait qu'il s'agit, en fin de compte, d'une application hyperfréquence !

La mise en œuvre logicielle

Notre but n'est évidemment pas de procéder au décryptage des quelques 148 bits que véhicule chaque salve, par saut de phase de la porteuse ! Les informations, que nous allons extraire du train d'impulsions appliqué au PC, sont tout simplement le rythme auquel se succè-

dent celles-ci, ainsi que leur nombre. Cela suffit pour opérer la distinction entre des événements aussi divers que la mise en route ou l'arrêt du téléphone, l'authentification de sa carte SIM par l'opérateur qui l'a émise, la réception d'appels ou de mini messages et, naturellement, les procédures de localisation du mobile. Il suffit pour cela d'un très court programme GWBasic, qu'il n'est d'ailleurs pas interdit de faire évoluer pour affiner telle ou telle investigation plus "ciblée".

En fait, SNIF.BAS exploite le fait que les salves de 577 μ s ne se succèdent guère à un rythme soutenu que lors des communications vocales ou de données. Dans la majorité des autres situations, elles se présentent par petits paquets (bien souvent 4 salves espacées de 4,6 ms, soit une durée totale du paquet d'environ 14 ms). Ces paquets se succèdent, à leur tour, à un rythme plus heurté, par exemple de l'ordre de 400/200 ms (et cela se perçoit d'ailleurs très bien "à l'oreille" quand on met un portable en route !). Cela trahit simplement le fait que le mobile envoie et reçoit alternativement des blocs de données dont la longueur excède le nombre de bits utiles d'une salve (en gros 116) et que plusieurs salves consécutives doivent être enchaînées. Par "consécutives", il faut entendre "espacées de 4,6 ms", car dans l'intervalle, 7 autres salves doivent pouvoir être émises par (ou vers) d'autres mobiles. Le principe du multiplexage temporel "TDMA", qui est le fondement même du système GSM, repose en effet sur des "trames" de 4,6 ms composées chacune de 8 salves, dont chacune est affectée, sur un même canal radio, à un utilisateur



distinct. Cela étant supposé compris, voyons un peu ce que notre petit programme est capable de faire.

A part un message d'accueil lors de son lancement, il ne doit rien afficher tant qu'il ne capte pas quelque chose ressemblant à des paquets de données émanant d'un GSM. Lorsqu'il identifiera un groupe de salves vraisemblable, il affichera (et enregistrera dans un fichier) heure, minute et seconde de l'événement, précédées d'une mesure (en unités arbitraires dépendant de la fréquence d'horloge du PC) du temps écoulé depuis le groupe de salves précédent. C'est essentiellement le nombre de groupes de salves (et donc la durée de l'échange de données) qui renseignent sur l'objet de la transmission.

Marche/arrêt

Mettre en marche et arrêter un portable sont deux opérations apparemment fort anodines, mais qui entraînent avec le réseau des échanges de données plus ou moins complexes. Lors de la mise en route d'un portable, ayant été utilisé peu de temps auparavant, on pourrait enregistrer quelque chose comme :

4854	18:13:19
1291	18:13:19
643	18:13:19
2211	18:13:19
1262	18:13:19
695	18:13:19
2239	18:13:20
1161	18:13:20

Le dialogue avec le réseau dure à peine plus d'une seconde, car le mobile peut se contenter de décliner une identité temporaire (TMSI) que son réseau habituel lui avait attribuée la dernière fois. Si le mobile était resté inutilisé assez longtemps pour que TMSI se trouve "périmée", le réseau appliquerait une procédure plus lourde, obligeant le mobile à révéler son identité secrète (IMSI) et même, sans doute, à l'authentifier en exécutant l'algorithme cryptographique de la carte SIM. Le tout peut prendre facilement trois secondes : (Tableau suivant)

Les choses se corsent si le mobile débarque dans un pays étranger : l'opérateur local, en effet, doit demander au mobile de décliner son identité complète, transmettre celle-ci à son opérateur d'origine, obtenir de sa part une autorisation

2633	18:11:35
498	18:11:35
1553	18:11:35
2411	18:11:35
608	18:11:35
1558	18:11:36
2417	18:11:36
616	18:11:36
1394	18:11:36
2266	18:11:36
434	18:11:36
1463	18:11:36
2184	18:11:37
501	18:11:37
1453	18:11:37
2231	18:11:37
459	18:11:37
1481	18:11:37
2299	18:11:38
570	18:11:38

assortie des éléments nécessaires à une authentification cryptographique et, enfin, exécuter cette dernière. Le tout peut prendre facilement cinq ou six secondes, voire bien davantage :

3138	18:22:03
1381	18:22:04
731	18:22:04
2287	18:22:04
1361	18:22:04
704	18:22:04
2280	18:22:04
1380	18:22:05
684	18:22:05
2318	18:22:05
1358	18:22:05
705	18:22:05
2308	18:22:05
1337	18:22:05
715	18:22:06
2320	18:22:06
1338	18:22:06
708	18:22:06
2347	18:22:06
1353	18:22:06
731	18:22:06
2323	18:22:07
1345	18:22:07
736	18:22:07
2303	18:22:07
1370	18:22:07
679	18:22:07
2304	18:22:08
1374	18:22:08
693	18:22:08
2291	18:22:08
1428	18:22:08
697	18:22:08

Si l'opérateur d'origine n'autorise pas son client à utiliser ce réseau étranger mais plutôt l'un de ses concurrents, la manœuvre pourra être automatiquement

réitérée jusqu'à ce que le bon réseau soit trouvé. Pendant ce temps, l'écran du portable restera vide ou affichera, alternativement, des messages du genre "Recherche" ou "Inscription".

L'arrêt du mobile se traduit également par un échange de données, mais bien plus bref (en général à peine une seconde) :

2719	8:12:44
488	18:12:44
1489	18:12:44
2204	18:12:44
509	18:12:44
1437	18:12:45

Il s'agit, en effet, uniquement de prendre congé "proprement" et, encore, certains réseaux ne l'exigent pas.

Appels entrants

Lorsqu'un appel est émis vers un portable, il faut d'abord que le réseau détermine exactement où il se trouve, afin de diriger l'appel vers le bon relais. Il diffuse donc, dans la zone où il croit savoir que se trouve le mobile, un message demandant à celui-ci de se signaler. Avant même que le téléphone ne sonne, tout un échange de données intervient, et c'est précisément cela que détectent les "vibreurs" autonomes ou notre "relais de sonnerie". Ensuite, le mobile continuera à se signaler pendant qu'il sonne, puis il fera savoir au réseau que l'on a décroché (ou refusé l'appel).

Une procédure comparable se déroule lors de la réception de SMS (mini messages), suivie de la transmission du message proprement dit (jusqu'à 160 caractères). Si le message est destiné à être lu, son arrivée est signalée à l'utilisateur.

Mais il faut savoir que des SMS peuvent fort bien être transmis plus discrètement, par exemple pour mettre à jour des données dans la carte SIM ou dans le téléphone. S'il est en action au moment opportun, notre "Sniffer" s'en apercevra

Demandes de localisation

Contrairement à ce que l'on pense généralement, les réseaux ne suivent pas forcément les mobiles en temps quasi réel. Ils pourraient le faire (surtout

si on le leur demandait !), mais cela surchargerait les relais avec du trafic non rentable, tout en diminuant l'autonomie des mobiles.

Les mobiles ne se manifestent donc pas à chaque changement de cellule, mais seulement lors de changements de zones géographiques bien plus vastes. Cela dit, ils sont tout de même tenus de déclencher, à intervalles réguliers, une procédure de localisation. La périodicité de cette opération varie énormément d'un pays à l'autre et d'un opérateur à l'autre (entre quelques minutes et des heures). Là encore, notre "sniffer" pourra permettre de se fixer les idées en le laissant fonctionner quelques jours à côté d'un téléphone portable en veille.

Appels sortants

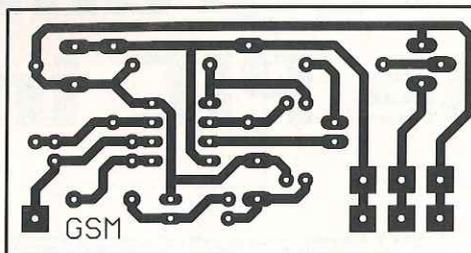
Normalement, dès qu'un numéro de téléphone est appelé depuis le portable, celui-ci doit passer en émission de paquets de données. En premier lieu, il demande au réseau de lui affecter une voie de trafic (s'il y en a de disponibles) et il initie une procédure de localisation.

A ce stade, le réseau lui demandera de s'authentifier, ou simplement de s'identifier. Ce n'est qu'après le succès de ces différentes phases que la communication pourra être établie. Il est, cependant, des situations dans lesquelles l'appel ne peut être acheminé, même si la couverture radio est bonne.

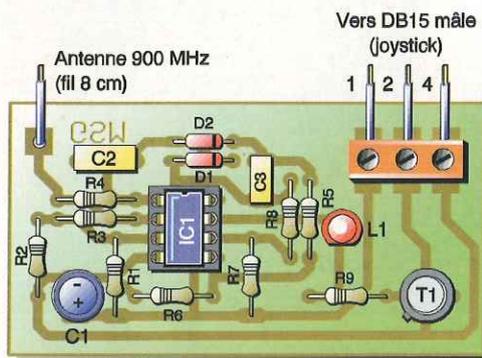
Le cas le plus courant est la saturation du réseau, dont le mobile se trouvera informé en écoutant simplement un canal spécial (BCCH) de la cellule qui le dessert. S'il apprend que le réseau est saturé, il ne tentera même pas de demander une voie de trafic et n'émettra donc aucun paquet de données susceptible d'aggraver les choses. Un tel cas de figure sera aisément repéré par notre "sniffer" qui ne réagira pas le moins du monde entre l'appui sur la touche "appel" et la diffusion par le mobile des "bips" caractéristiques d'un appel infructueux.

En conclusion

Ces quelques exemples couvrent l'essentiel des situations les plus courantes, dans lesquelles il est facile de se placer



2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

Nomenclature

R₁, R₂ : 3,9 kΩ (orange, blanc, rouge)

R₃ : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)

R₄ : 1 MΩ (noir, marron, vert)

R₅, R₈ : 150 Ω (marron, vert, marron)

R₆ : 82 kΩ (gris, rouge, orange)

R₇ : 680 kΩ (bleu, gris, jaune)

R₉ : 680 Ω (bleu, gris, marron)

C₁ : 47 μF/16V radial

C₂ : 6,8 nF

C₃ : 270 pF

D₁, D₂ : 1N4148

L₁ : LED rouge haute luminosité

IC₁ : LM358

T₁ : 2N2222 (NPN)

→ 1 bornier 3 circuits 5,08mm

→ 1 fiche DB15 mâle avec capot

→ 1m fil blindé 2 conducteurs

→ 8 cm fil rigide isolé
ou antenne GSM 900/1800

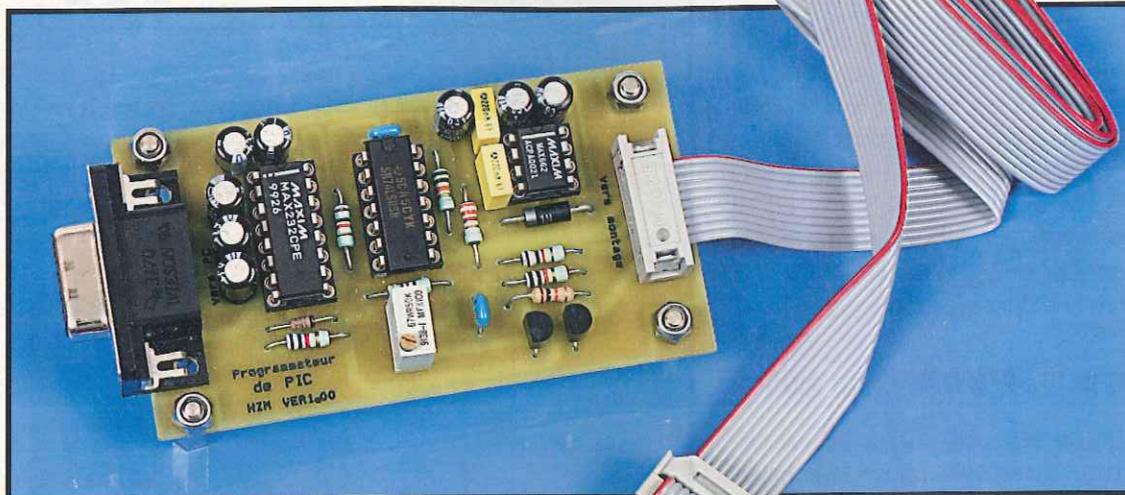
à volonté en manœuvrant, tout à fait normalement, son mobile. Au-delà d'une phase de familiarisation, lors de laquelle on apprendra vite à repérer les "signatures" de tel ou tel événement, on pourra tenter de provoquer des situations plus particulières.

Effacer le fichier "LOCI" de la carte SIM, par exemple, fait perdre l'identité temporaire "TMSI" et oblige donc le réseau à exécuter une procédure d'identification/authentification plus lourde (et donc plus longue) lors de la prochaine mise sous tension. Il peut aussi être instructif de déclencher manuellement (c'est prévu dans les menus de tous les mobiles GSM) une tentative d'inscription sur un réseau dont on n'est pas client. Là encore, le dialogue pourra être plus riche et, donc, plus long. Mais le plus excitant est naturellement de laisser le téléphone en veille de longue durée, puis d'examiner le contenu du fichier GSM.LOG au bout de quelques heures ou, mieux, de quelques jours...

P. GUEULLE

Programmateur de PIC in situ

Vous allez vous dire "Encore un programmateur de PIC !", vous n'aurez pas tort. Mais celui-ci est bien particulier, car il permet de programmer tous les types de PIC, qu'ils aient 8, 16, 28 ou 40 broches. Une seule condition est requise, ils doivent être de la famille des I.C.S.P. (In-Circuit Serial Programming). De nos jours, les microcontrôleurs PIC de MICROCHIP, sont largement utilisés dans bon nombre de montages électroniques. Ils sont très appréciés des programmeurs en "herbe" en raison de la prolifération de compilateurs et de logiciels de programmation sur la toile



La particularité de ces PIC est qu'ils sont programmables sur votre montage via seulement trois fils. Ils sont reliés respectivement à /MCLR qui est la broche de programmation, PGD pour les données et PGC pour l'horloge. Sur la broche /MCLR, il faut passer de 0V à une tension VPP comprise entre 12,5 et 13,25V pour pouvoir programmer. La broche PGD devient une Entrée/Sortie série et permet d'écrire ou lire le programme du PIC. La dernière broche PGC est utilisée pour envoyer un signal d'horloge sur le PIC. Ce dernier synchronise les informations émises ou reçues par le PIC.

Le schéma (figure 1)

A la vue du schéma électrique, vous pouvez constater que celui-ci est très simple. Notre programmateur se connecte directement au port série de n'importe quel compatible PC. L'avantage principal de ce montage réside dans le fait qu'il ne dispose d'aucune alimentation extérieure, il est donc parfaitement transportable. L'utilisation du port série impose de travailler avec la norme RS232. Celle-ci a l'inconvé-

nient d'utiliser des tensions symétriques. C'est pourquoi il faut adapter les signaux provenant du PC (+8V à -8V en pratique), en des signaux TTL (0V à +5V) exploitables par notre programmateur. L'utilisation du MAX232 (U₁), un circuit qui à largement fait ses preuves, paraît la mieux appropriée. Il permet d'obtenir les trois signaux de type TTL utilisés pour la programmation des PIC. Le signal d'horloge sort de la broche 9 de U₁ et synchronise les informations. Il passe par un inverseur avant d'aller sur le connecteur de programmation J₁. La descente du code hexadécimal vers le PIC se fait par l'intermédiaire de la broche 12 de U₁, lorsque le mode de programmation est choisi. La remontée du code vers le PC se fait via la broche 11 de U₁ lors du mode lecture. De son côté, le PIC entre en mode programmation lorsque la tension VPP passe de 0V à 13V et que PDC et PGD soient à l'état bas. Suivant la commande envoyée sur PGD, le PIC est soit écrit, soit lu. Voilà pourquoi on utilise qu'une seule broche pour programmer ou lire. Le dialogue avec le PC se faisant sur deux fils, il faut passer par

un circuit spécifique de type inverseur à collecteur ouvert monté en parallèle (U₂) pour obtenir l'information sur un seul fil. Nous utilisons les parties A et B de U₃ pour envoyer l'information sur un seul fil allant vers le connecteur J₁. La présence du circuit U₃ sur notre programmateur est due au fait que le MAX232 inverse les signaux provenant du PC. Avec le logiciel utilisé, il est possible d'inverser tous les signaux. Or la gestion HARDWARE de ce problème paraît la moins contraignante. De plus, il faut bien garder à l'idée le fait que la connexion du programmateur avec le montage requière une importance toute particulière. De cette connexion dépend le bon fonctionnement du programmateur. Le connecteur J₁ regroupe six signaux : - l'alimentation, composée de la masse et du VCC, - une information de données et une d'horloge dont leur description a été faite précédemment, - deux informations dont l'étude va être faite de suite. Pour commencer, il y a un signal qui n'a pas encore été exploité sur le connecteur J₂ : la commande de tension VPP. Elle est issue du PC et autorise la tension de programmation. Ce signal est ensuite orienté

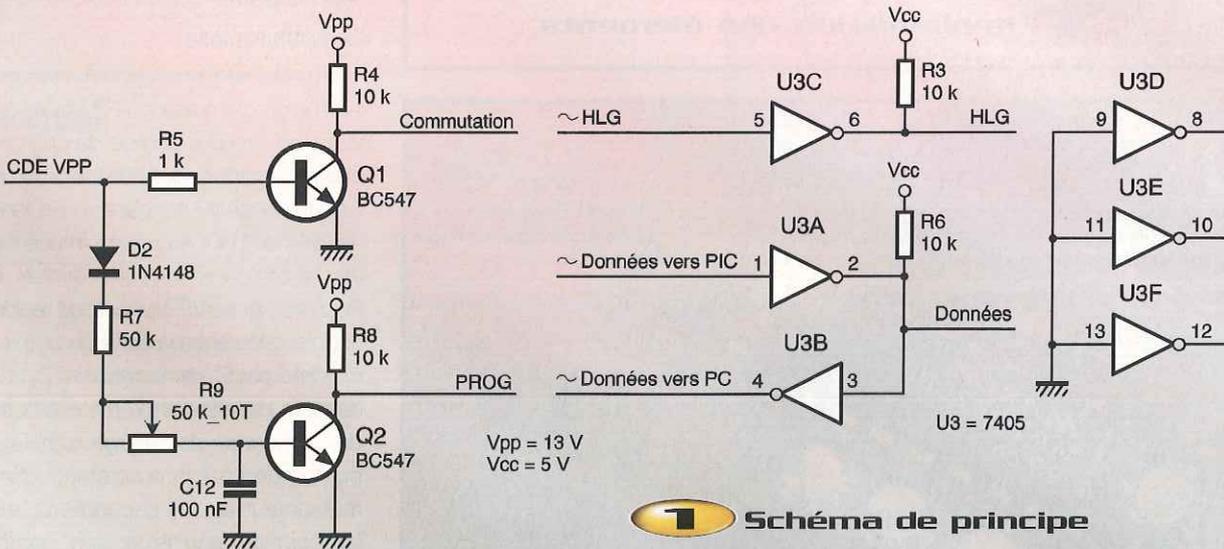
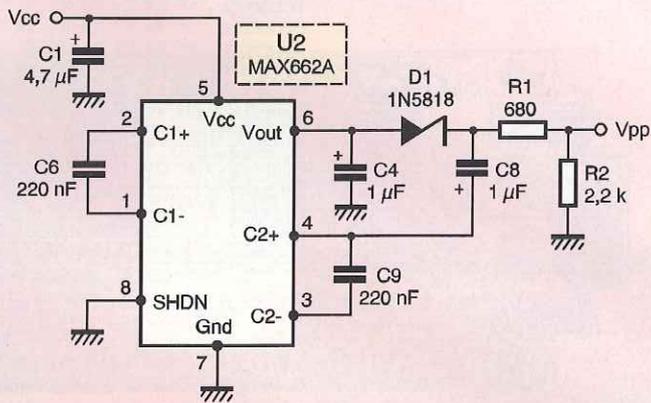
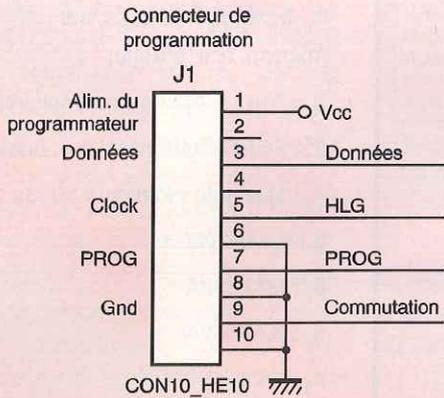
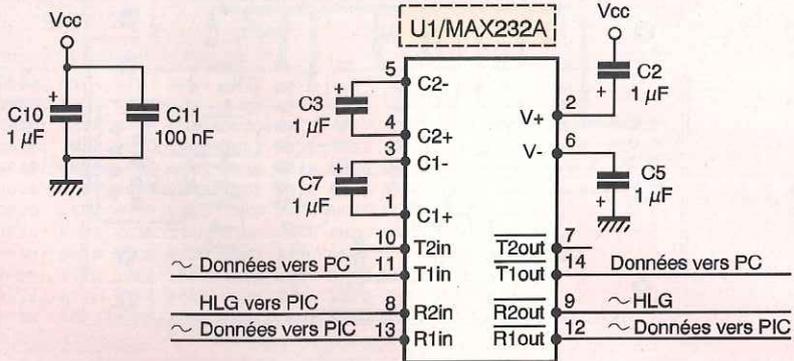
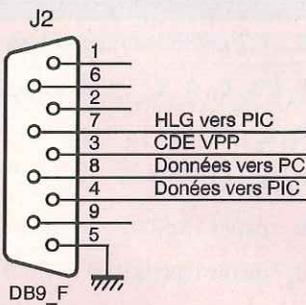
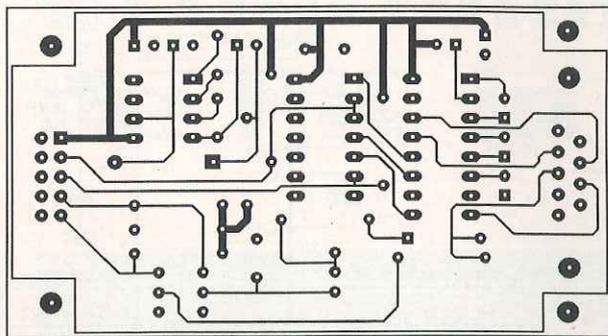


Schéma de principe

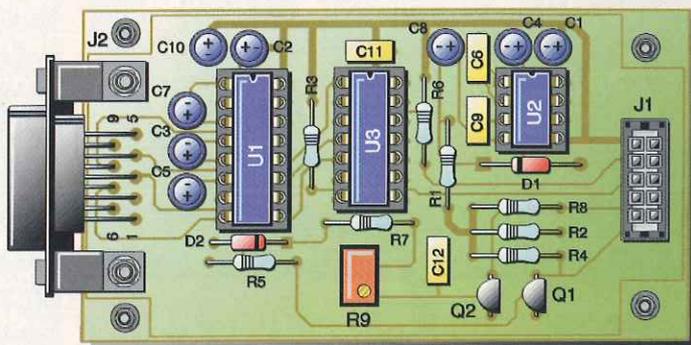
vers deux transistors Q_1 et Q_2 . La partie articulée autour de Q_1 ne réalise qu'une inversion du signal de commutation. Lors de la programmation, il faut absolument isoler le programmeur de la partie interface du montage (afficheur, clavier, ... par exemple). Ce signal commande un commutateur électronique, type 4053, qu'il faut évidemment ajouter sur votre montage. Ceci évite qu'il y ait des perturbations lors de la programmation, que se soit pour le programmeur ou pour le ou les péri-

phériques. Il faut alors réaliser un retard entre le moment de commutation de l'interrupteur électronique et la présence du VPP sur la broche /MCLR. Il est réalisé par l'intermédiaire d'un circuit RC constitué de R_7 , R_9 et C_{12} . Le réglage de celui-ci est effectué par R_9 . Le transistor Q_2 sert uniquement à la commutation du signal VPP. Quelques-uns d'entre vous auront sans doute remarqué que toutes les portes inverseuses de U_3 ne sont pas utilisées. L'utilisation de ces portes, en lieu

et place des transistors, n'est pas possible. Ceci est dû aux courants sortant des portes, ce qui ne donne pas une masse franche pour commuter le VPP. En ce qui concerne l'alimentation du programmeur, la tension VCC est récupérée sur un montage par l'intermédiaire du connecteur J_1 . La contrainte majeure de ce type de programmeur est l'alimentation de son montage en 5V. Ce n'est pas un problème car l'alimentation des PIC se fait généralement en 5V. Pour créer la ten-



2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

Nomenclature

C₁ : 4,7 µF/35V sorties axiales

C₂ à C₅, C₇, C₈, C₁₀ : 1 µF sorties axiales

C₆, C₉ : 220 nF

C₁₁, C₁₂ : 100 nF

D₁ : diode 1N5818

D₂ : diode 1N4148

R₁ : 680 Ω 1/4W (bleu, gris, noir)

R₂ : 2,2 kΩ 1/4W (rouge, rouge, rouge)

R₃, R₄, R₆, R₈ : 10 kΩ 1/4W
(marron, noir, orange)

R₅ : 1 kΩ 1/4W (marron, noir, rouge)

R₇ : 50 kΩ 1/4W (vert, noir, orange)

R₉ : ajustable multitours 50 kΩ 10T

Q₁, Q₂ : BC547

U₁ : MAX232A

U₂ : MAX662A

U₃ : 7405

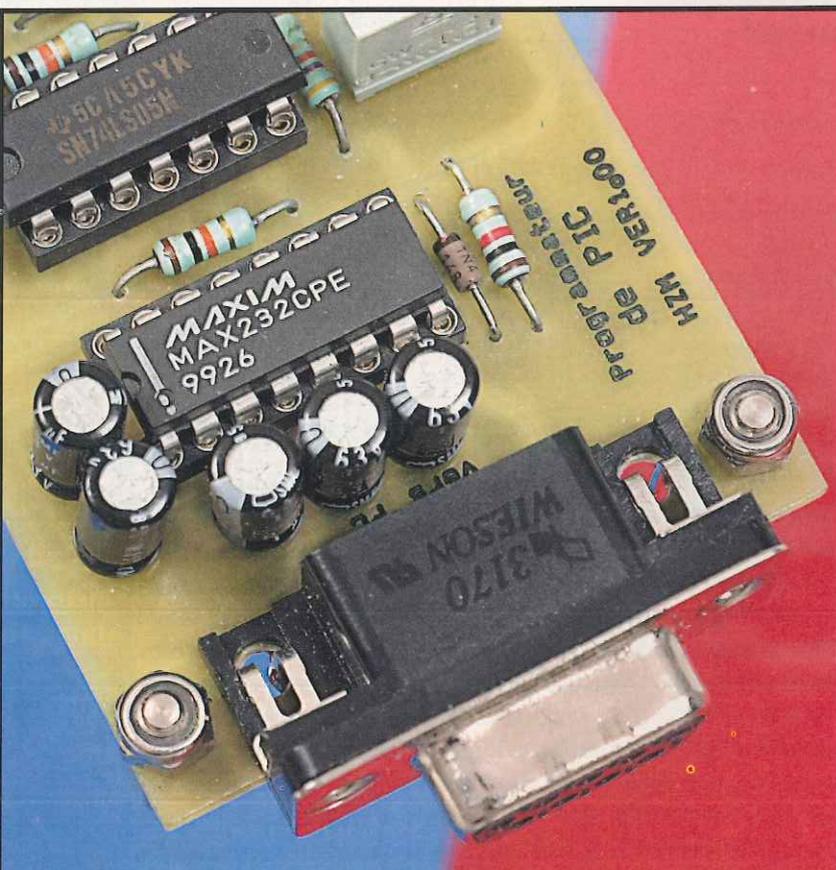
J₁ : connecteur 10 broches HE10

J₂ : DB9 Femelle

sion de programmation VPP à partir de ce VCC, un circuit à pompe de charge est utilisé. Ce circuit spécifique, le MAX662A (U₂) de chez MAXIM, génère une tension de 12V, or il faut au minimum une valeur de 12,5V pour programmer ces PIC. Pour réaliser ce VPP, une diode rapide D₁ est intercalée entre la sortie de U₂ (broche 6), filtrée par C₄, et la capacité C₈. Cette dernière est elle-même reliée à la sortie de la pompe de charge par C₉. La pompe de charge proprement dite est réalisée autour des capacités C₆ et C₉. Un pont diviseur de tension, composé des résistances R₁ et R₂, vient abaisser la tension VPP à 13V.

La réalisation (figures 2 et 3)

L'approvisionnement des composants ne pose aucun problème. Veillez à bien mettre une diode rapide en lieu et place de la diode D₁ sinon des dysfonctionnements de la pompe de charge pourraient apparaître. L'implantation des composants est réalisée suivant la figure 3 et ne présente aucune difficulté. Nous ferons attention à

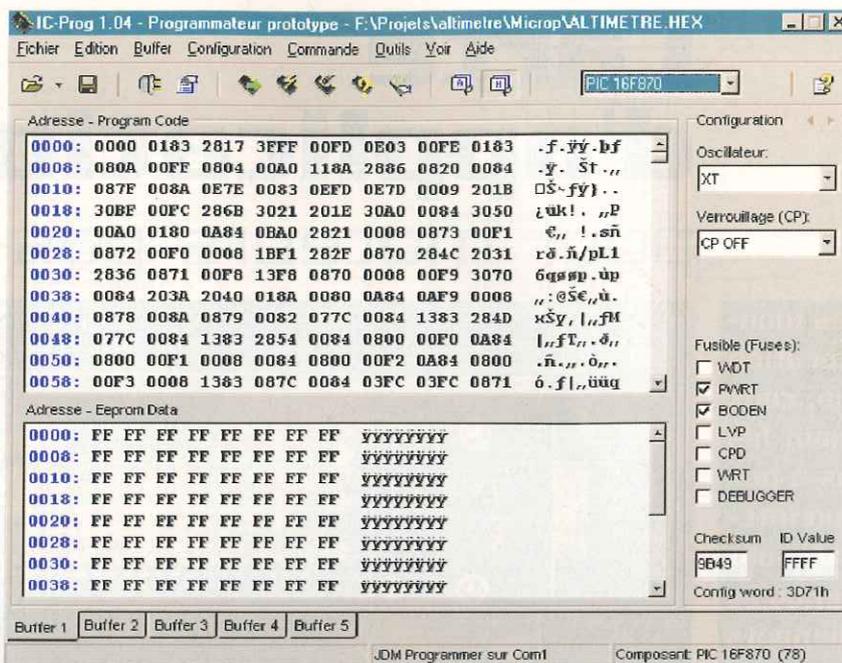


Le traditionnel MAX 232 et la prise DB9

l'implantation des diodes D₁ et D₂ qui sont montées à l'inverse l'une de l'autre ainsi qu'à la polarité des capacités chimiques C₂, C₃, C₅ et C₇. L'implantation débute par les composants de faible épaisseur tels que les résistances, les diodes, les transistors et les condensateurs non polarisés. Nous finirons par la mise en place des composants les plus gros comme les condensateurs chimiques, les supports de circuit intégré et les deux connecteurs. Avant d'insérer les trois circuits intégrés, vérifiez la présence du VCC sur le programmeur. Il existe deux solutions : - soit nous disposons d'une alimentation et nous entrons directement du +5V entre les broches 1 et 10 du connecteur J₁, - soit nous utilisons un montage pour alimenter le programmeur comme se sera le cas lors de son utilisation. Si la tension VCC est présente, installez la pompe de charge U₂ pour obtenir le 13V. En gardant la même source de tension, vérifiez la présence du VPP. Enfin, insérez les circuits U₁ et U₃, faites attention à ne pas insérer les circuits sous tension, sous peine de les détruire. Il n'y a aucun autre réglage à effectuer sur ce programmeur.

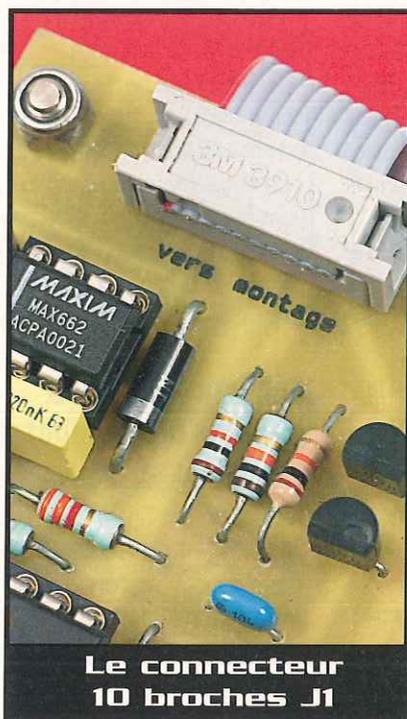
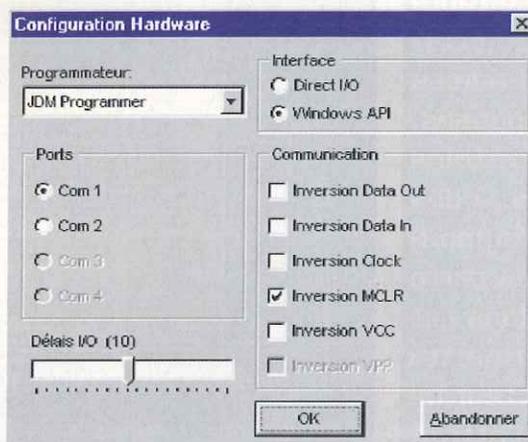
Le logiciel

Voilà la partie "HARDWARE" du programmeur qui fonctionne. Il ne reste plus qu'à le connecter au PC le plus proche. Pour cela, il y a deux possibilités, soit brancher le programmeur directement sur le port série de l'ordinateur, soit utiliser un câble de connexion non croisé. Pour utiliser le programmeur, il faut un logiciel approprié. En cherchant un peu sur Internet, on peut trouver bon nombre de logiciels supportant les programmeurs de type "JDM Programmer". Le choix s'est porté sur un logiciel francisé, totalement gratuit et qui plus est demeure très simple d'emploi. Ce logiciel est l'excellent IC-Prog (**figure 4**) qui peut programmer bon nombre de PIC. Configurez le logiciel avant de faire la première programmation. Dans le menu "Configuration", choisir le sous menu "Hardware" pour le paramétrer comme sur la **figure 5**. De suite une constatation s'impose, la case d'inversion du MCLR est cochée. Puisque dans la partie matérielle du programmeur, c'est un transistor NPN qui est utilisé, il y a une présence constante



4 Le logiciel IC-Prog

5 Le sous-menu Hardware



Le connecteur 10 broches J1

de la tension VPP sur la broche /MCLR du microcontrôleur. Or il ne faut la tension VPP que pendant la phase de programmation. Pour le reste de la configuration, seul le port série est à configurer.

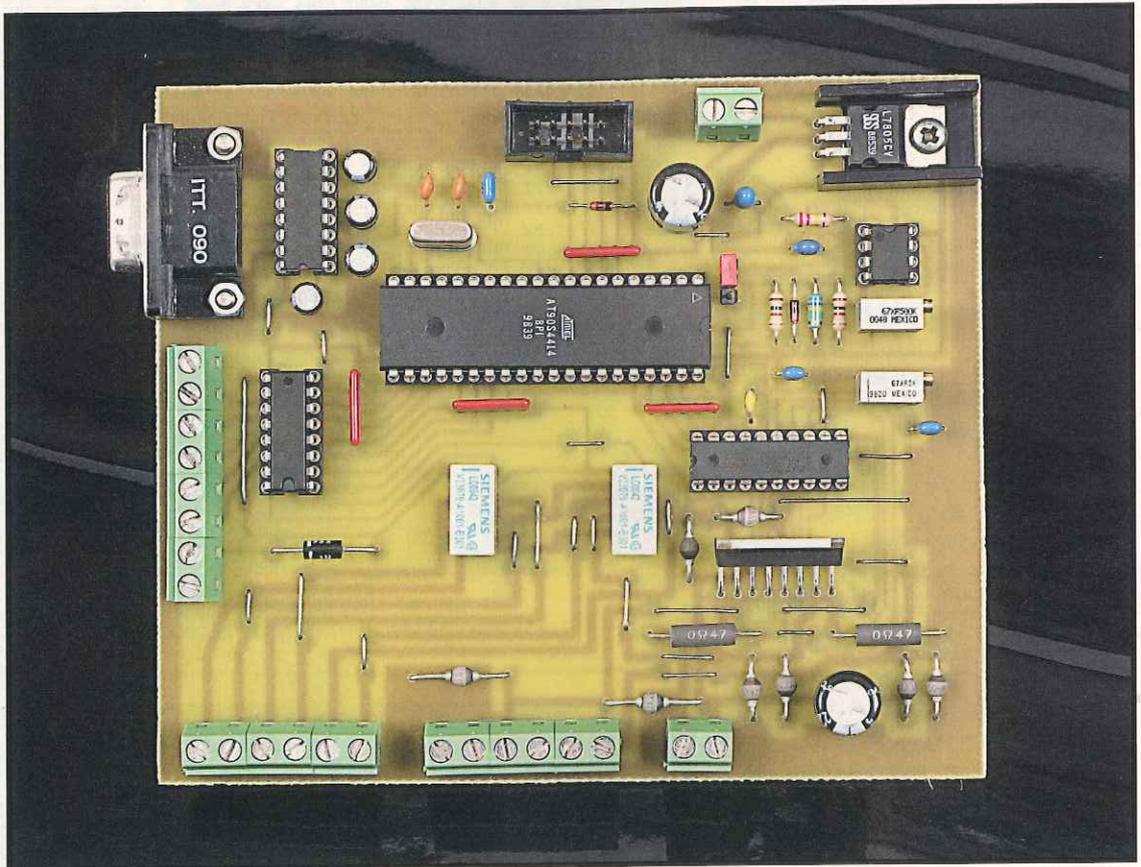
Conclusion

Armé de ce petit outil de programmation, vous pourrez dès à présent vous lancer dans la grande aventure de la programmation des PIC. Il est vrai que bon nombre de programmeurs sont déjà parus dans ces colonnes ou disponibles sur Internet. Or la grande différence est le faible coût du montage, sa transportabilité, sa simplicité d'emploi, mais également le fait de pouvoir programmer les PIC directement sur le montage. Alors, programmeurs en "herbe" à vos PC, à vos logiciels de programmation et surtout bon courage.

F. HARAZIM

Carte d'applications pour moteurs pas-à-pas

Parmi les montages à vocation didactique, ceux concernant les moteurs pas-à-pas suscitent un intérêt croissant compte tenu qu'ils sont les éléments indispensables en matière de robotique, et que certains modèles sont proposés, par certains revendeurs, à des prix très sympathiques. La carte décrite dans cet article permettra au lecteur de découvrir l'attrait qu'offrent ces composants particuliers, en créant des applications variées, pourvu que la programmation de microcontrôleurs ne le rebute pas



En effet, le composant majeur de cette réalisation (exception faite des moteurs !) est un microcontrôleur, ATMEL pour la circonstance. Avant d'aborder le détail de cette réalisation, voyons-en les caractéristiques :

- Pilotage de 1 à 3 moteurs PAP bipolaires,
 - Commandes de direction, modes pas entier ou demi-pas,
 - 4 ko ou 8 ko de mémoire de programme, selon le μC utilisé,
 - Applications autonomes ou avec PC et liaison série,
 - Génération d'horloge par le μC ou par oscillateur séparé à deux vitesses,
 - Programmation ISP,
 - Trois entrées tout ou rien,
 - Deux sorties tout ou rien.
- ... et les limitations :

- Moteurs PAP bipolaires 4 fils uniquement, ma. : 30V/2A,
- Deux moteurs ne peuvent pas être commandés simultanément, compte tenu du schéma retenu,
- Les trois moteurs possibles peuvent avoir un nombre de pas par tour différent, mais doivent fonctionner sous la même tension d'alimentation.

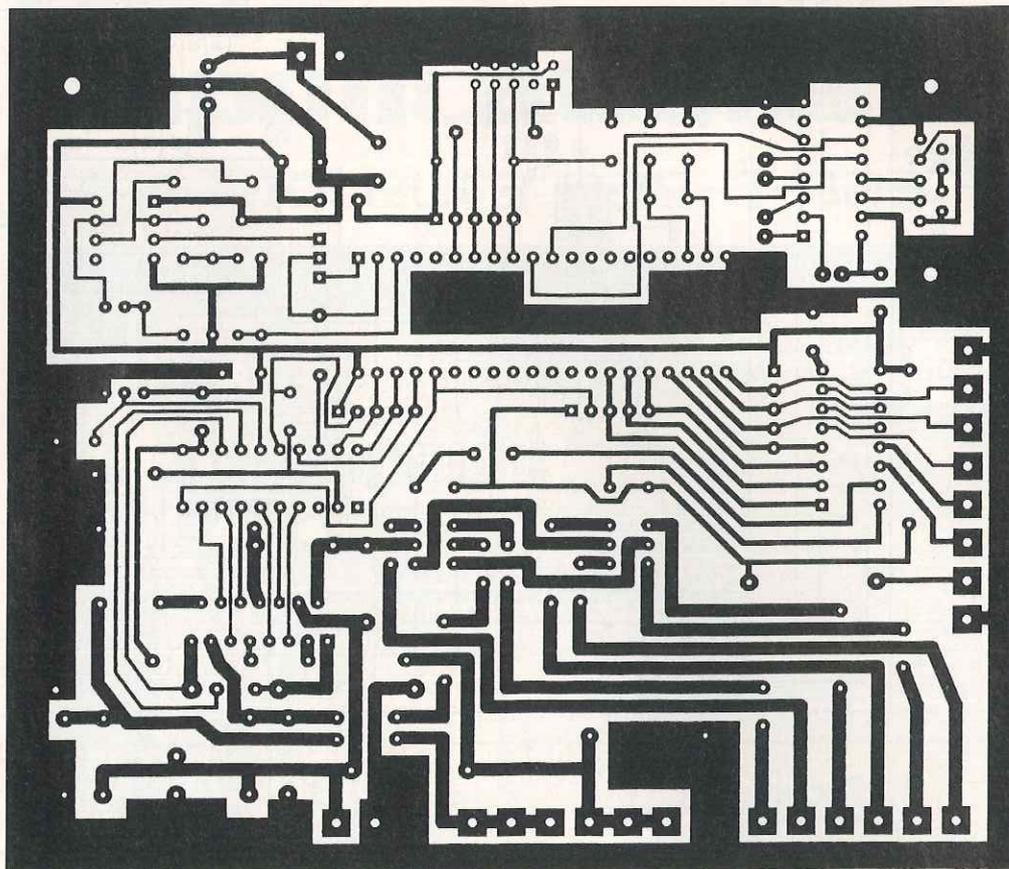
Schéma électrique et choix des composants

Le microcontrôleur utilisé dans cette réalisation est un ATMEL, de type AT90S4414 ou AT90S8515. Ces composants à architecture RISC offrent un rapport caractéristiques/prix fort attrayant et intègrent une mémoire flash ISP (In System Programmable) grâce à laquelle le

développement d'applications devient particulièrement confortable, en comparaison avec les microcontrôleurs à UVPROM et leur cycle infernal de programmation / test / correction / effacement aux UV / reprogrammation.

Par ailleurs, on peut trouver sur le site Internet de ATMEL (http://www.atmel/products/pr_o203.htm) une collection d'outils logiciels performants (assembleur, programmeur, simulateur, etc.) et, ce qui ne gêne rien, gratuits !

A propos de logiciels, il serait dommage de ne pas mentionner l'excellent compilateur Basic Bascom-AVR dont une version d'évaluation est téléchargeable sur le site de l'auteur (http://www.mcselec.com/download_avr.htm) et dont la qualité de la version com-



2 Tracé du circuit imprimé

plète est largement à la hauteur de la contribution demandée.

Le fonctionnement très simple de la carte se déduit rapidement à l'observation de son schéma en **figure 1**.

Pour les applications pilotées par PC, le connecteur J_1 (canon 9 points femelle) permet la liaison par un câble null-modem au port Com1 ou Com2 du PC. Le très connu circuit intégré U_1 , MAX232 ou l'un de ses nombreux équivalents, assure la transformation des signaux de la norme RS232 au format compatible TTL/CMOS en logique positive, ainsi que la transformation inverse. Les signaux ainsi adaptés sont reçus ou émis par l'UART du microcontrôleur, respectivement par ses broches 10 (Rx) et 11 (Tx).

Le quartz Q_z , associé aux condensateurs C_5 et C_6 , fournit la fréquence d'horloge au microcontrôleur. Sa fréquence est choisie à 8 MHz, car elle allie vitesse de fonctionnement, disponibilité du compo-

sant et compatibilité avec les vitesses normalisées de liaison série entre 2400 et 19200 bauds.

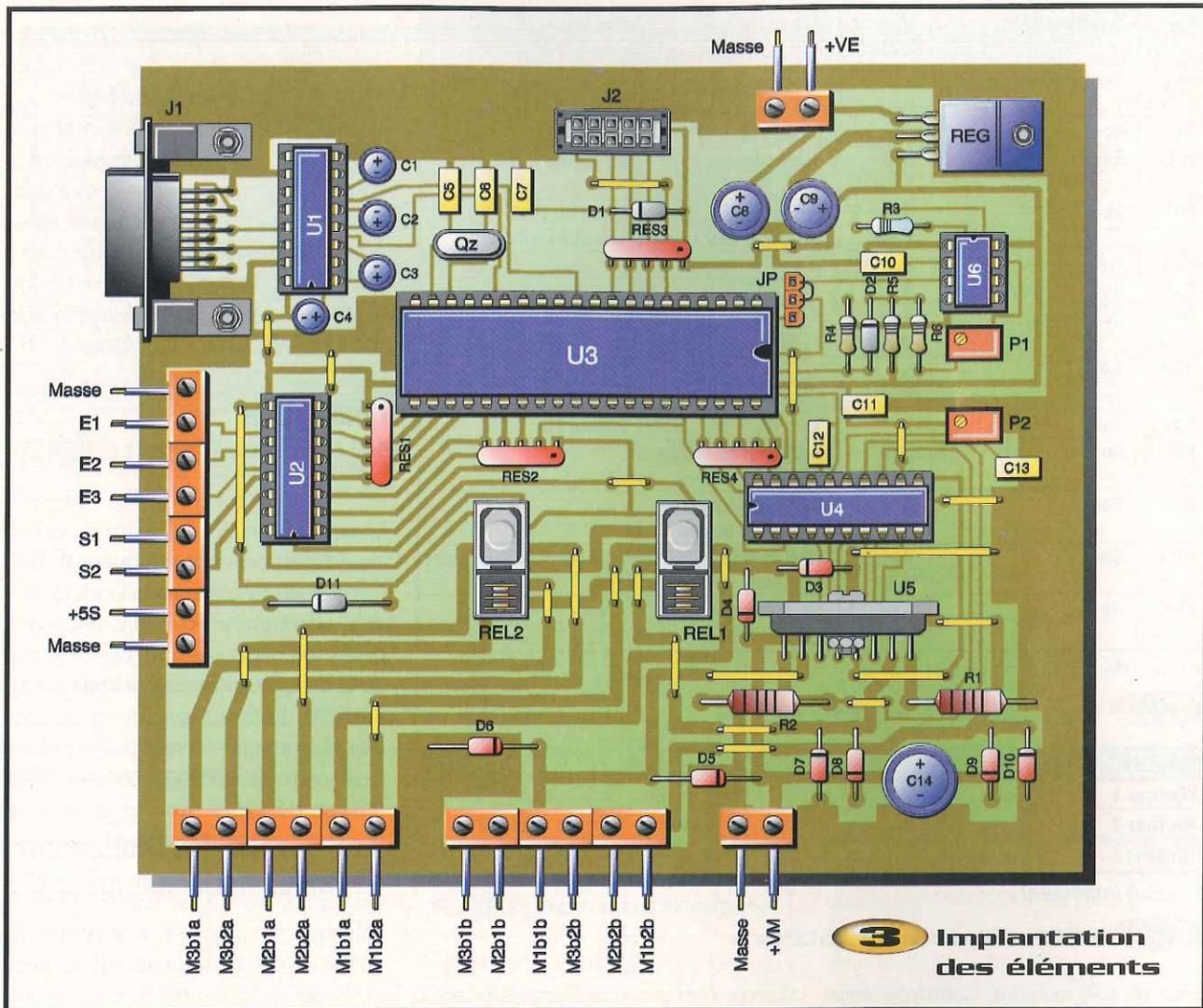
Comme indiqué plus haut, les microcontrôleurs de la série AT90 sont équipés de mémoire flash pouvant être programmée directement sur la carte d'application, grâce à leur interface SPI (pour Serial Peripheral Interface) qui met en œuvre une liaison série synchrone full duplex sur trois fils. Cette liaison est assurée vers le programmeur par le connecteur J_2 . Le brochage de ce connecteur est compatible, en particulier, avec celui du starter Kit STK200 pour microcontrôleurs ATMEL. On peut d'ailleurs trouver sur Internet plusieurs schémas d'interfaces compatibles pour port parallèle (par exemple <http://www.cnhtech.com/~avr1/avrisp.gif>, qui utilise un simple 74HC244).

La programmation pourra s'effectuer avec, entre autres, le logiciel ISP.EXE téléchargeable sur le site de ATMEL.

Le circuit intégré U_6 est un NE555 monté

en bascule astable permettant de générer les impulsions d'horloge qui feront tourner nos moteurs pas-à-pas. Sa fréquence de fonctionnement est réglable dans une large plage au moyen du potentiomètre P_1 . Par ailleurs, la résistance R_5 est mise en service ou non, selon que le port PB0 de U_3 , configuré en sortie, est au niveau bas ou au niveau haut. Ceci permet de disposer de deux vitesses de fonctionnement des moteurs, utiles en particulier si l'on désire utiliser deux moteurs dont le nombre de pas par tour est différent.

L'oscillateur à NE555 est mis en service lorsque le cavalier JP est placé en position 1-2. Si ce dernier est placé en position 2-3, la génération des impulsions d'horloge devra être assurée par le timer 1 du microcontrôleur, en broche 1. Bien entendu, le programme devra dans ce cas s'acquitter de cette tâche. Dans les deux modes de fonctionnement, les impulsions d'horloge sont également diri-



gées vers le timer 2 du microcontrôleur, en broche 2. Ce timer 16 bits, configuré en compteur, permettra de connaître à tout moment la position du moteur actionné, pour les applications qui en auront le besoin, telle PAP2.EXE décrite en fin d'article.

La commande des moteurs, proprement dite, et la gestion des chronogrammes incombent à un couple de circuits intégrés L297-L298, spécialisés dans cette fonction. Le premier de ces circuits, L297, génère, à partir d'une impulsion sur son entrée d'horloge, les signaux relatifs aux quatre phases de commande requises pour un moteur bipolaire. Il contrôle aussi bien le mode demi-pas que le mode pas entier, ainsi que le sens de rotation, en fonction des niveaux logiques qui lui sont appliqués sur ses entrées de commande. Il intègre un double "hacheur" dont la largeur des impulsions est variable, afin d'assurer une régulation du courant dans les

Nomenclature

- C₁ à C₄ : 10 µF/35V chimique
- C₅, C₆ : 33 pF céramique
- C₇ : 470 nF
- C₈, C₁₄ : 220 µF/35V chimique
- C₉ : 10 µF/10V tantale
- C₁₀ : 10 nF
- C₁₁, C₁₃ : 100 nF
- C₁₂ : 1500 pF céramique
- R₁, R₂ : 0,47 Ω 1W
- R₃ : 220 kΩ
- R₄ : 1 kΩ
- R₅ : 680 kΩ
- R₆ : 1 kΩ
- Res₁ à Res₄ : réseau de 4 résistances 10 kΩ à un point commun
- P₁ : Potentiomètre 10 tours 500 kΩ
- P₂ : Potentiomètre 10 tours 5 kΩ
- D₁, D₂ : 1N4148
- D₃ à D₁₀ : BYV27
- D₁₁ : 1N4001
- Reg : 7805
- U₁ : MAX232 ou équivalent
- U₂ : ULN2003
- U₃ : AT90S4414 ou AT90S8515
- U₄ : L297
- U₅ : L298
- U₆ : NE555
- Rel₁, Rel₂ : relais Siemens V23079-A-1001-B301
- Qz : quartz 8 MHz
- J₁ : embase HE501 9 points femelle
- J₂ : embase HE10 10 points mâle
- 12 borniers doubles à vis pour CI
- 1 cavalier et 3 picots à souder

Port	Configuration	Niveau logique	Commande	Observation
PA0	Sortie	Bas Haut	Pas entier Demi-pas	
PA1	Sortie	Bas	Reset du L297	
PA2	Sortie	Bas Haut	Sens horaire Sens trigo	Direction
PA3	Sortie	Bas Haut	Dévalide le L297 Valide le L297	Arrêt moteur Marche moteur
PB0	Entrée ou timer	X	X	
PB1	Entrée ou compteur	X	X	Jamais en sortie
PB2	Sortie	Bas Haut	Petite vitesse Grande vitesse	
PC0	Entrée	X	X	Entrée E1
PC1	Entrée	X	X	Entrée E2
PC2	Entrée	X	X	Entrée E3
PC3	Sortie	Bas Haut	Sortie S1 inactive Sortie S1 active	
PC4	Sortie	Bas Haut	Sortie S2 inactive Sortie S2 active	
PC5	Sortie	Bas Haut	Rel1 décollé Rel1 collé	Voir tableau moteurs
PC6	Sortie	Bas Haut	Rel2 décollé Rel2 collé	Idem

X = indifférent ou sans objet

4 configuration des ports

Sélection	État PC5	État PC6	État Rel1	État Rel2
Moteur 1	Bas	X	Décollé	X
Moteur 2	Haut	Bas	Collé	Décollé
Moteur 3	Haut	Haut	Collé	Collé

X = état indifférent

5 sélection des moteurs

bobines des moteurs. Cette régulation s'opère, dans le cas de notre carte, à partir des informations de courant issues des résistances R_1 et R_2 , et d'un seuil fixé par le potentiomètre P_2 . Par ailleurs, le condensateur C_{12} , avec sa résistance en série, fixe la fréquence de fonctionnement de l'oscillateur de commande des "hacheurs".

Le circuit intégré L298 contient un double pont de puissance constitué chacun de deux push-pull en parallèle, ainsi que leur logique de commande. Il alimente directement les bobines des moteurs. Contrôlé par le L297, cet ensemble permet une commande des moteurs optimisée, en terme de dissipation calorifique dans l'élément de puissance.

Deux relais Rel_1 et Rel_2 , qui, bien que miniatures, ont un pouvoir de coupure de 2A sous 30V, permettent de sélectionner l'un des trois moteurs possibles. Ils sont actionnés par les ports respectifs PC5 et PC6 du microcontrôleur. Ces deux sorties sont "bufferisées" par U_2 , un classique ULN2003. Par ailleurs, ce circuit

permet d'actionner deux sorties S1 et S2 selon l'état des ports PC4 et PC3, et de lire l'état de trois entrées, E1 à E3, à partir des ports PC0, PC1 et PC2. Une sortie d'alimentation est prévue pour S1 et S2. La diode D_{11} prévient toute erreur de manipulation en évitant de renvoyer une tension pouvant mettre en danger les

composants de la carte dont, en particulier, le microcontrôleur.

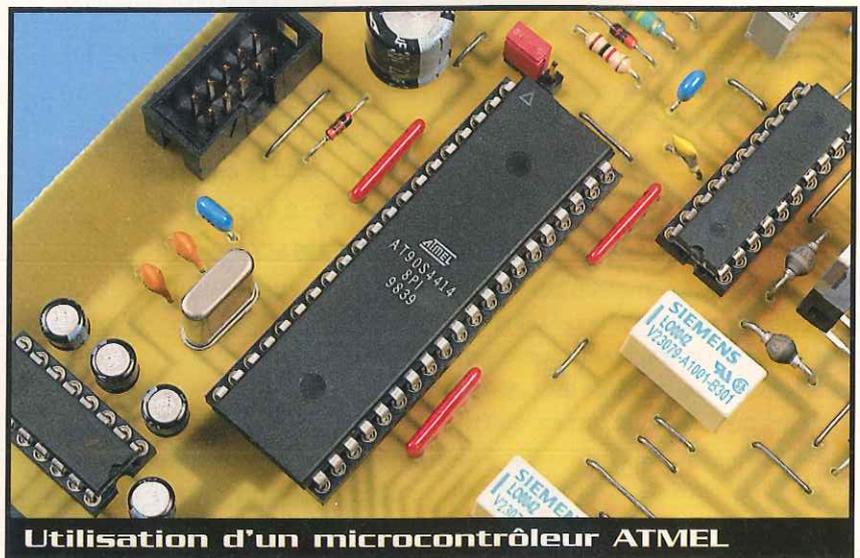
Selon les applications envisagées, les sorties peuvent servir à actionner des relais ou des éléments de signalisation, à condition toutefois de ne pas dépasser un maximum de 500 mA. Quant aux entrées, le programme du microcontrôleur pourra les lire pour déclencher, en fonction de leur état, une action particulière comme le démarrage ou l'arrêt d'un moteur.

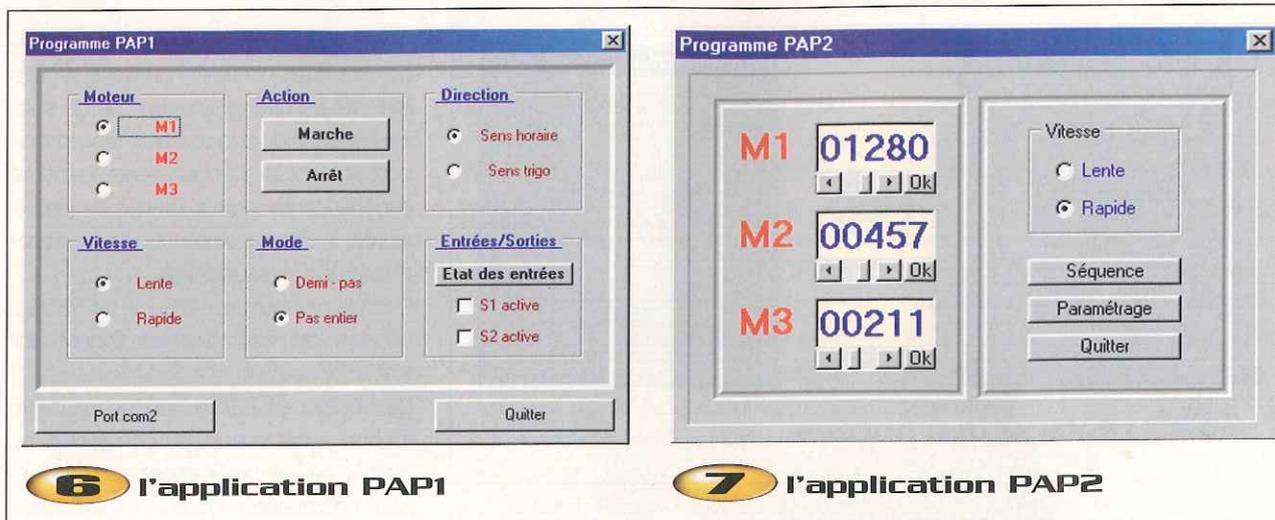
Réalisation

L'ensemble des composants est monté sur une carte de dimensions 114x132mm, dont le dessin du circuit imprimé est présenté en **figure 2**. Une fois réalisé, on vérifiera à la loupe qu'aucun court-circuit n'existe entre les pistes, en particulier sous U_2 et dans la zone de U_5 , car la proximité des pistes à ces endroits est synonyme de promiscuité ! Il faut reconnaître que la "pino-logie" originale du L298, qui mélange les entrées de signal avec les sorties de puissance, n'est pas faite pour en faciliter le tracé.

On pourra ensuite commencer par le câblage des nombreux straps, puis continuer par le montage des composants par ordre croissant de taille. Une attention particulière sera portée au sens des composants polarisés, ainsi qu'aux réseaux de résistances, dont l'extrémité marquée d'un point doit être connectée du côté du plus 5V.

Le connecteur J_2 pourra être omis si l'on choisit de programmer le microcontrôleur





6 l'application PAPI

7 l'application PAP2

hors de la carte. A part les connecteurs J_1 et J_2 , toutes les connexions vers l'extérieur de la carte sont réalisées sur des borniers à vis pour circuit imprimé.

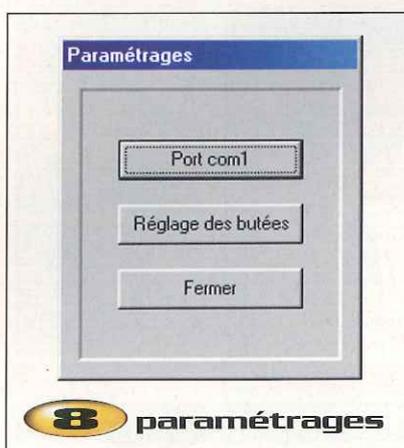
Le dissipateur sous le régulateur n'est pas obligatoire, mais sa présence pourra être justifiée pour une tension d'entrée supérieure à 10V et/ou si l'on compte utiliser les sorties S1 et S2.

Informations relatives à la programmation du μC

Le **tableau 1** en figure 4 résume la configuration des ports du microcontrôleur en fonction des commandes.

Le **tableau 2** en figure 5 résume l'état des ports PC5 et PC6 en fonction du choix de moteur.

Selon la relation bien connue $E = -L \times (DI / DT)$, des tensions considérables peuvent survenir lors des commutations sur les enroulements des moteurs, d'autant plus que la self-induction présentée par ces enroulements peut être très élevée. D'où la présence des diodes D_3 à D_{10} , destinées à "court-circuiter" ces surtensions. Mais ces diodes ne protègent que la partie du montage en amont des relais Rel_1 et Rel_2 , pour les enroulements concernés. En toute rigueur, ces diodes devraient être placées aux bornes des enroulements des moteurs, mais il en aurait alors fallu 16 au lieu de 8. C'est pourquoi, afin de ne pas risquer de mettre à mal la santé des relais, il est conseillé de ne pas sélectionner un moteur alors qu'un autre tourne. Pensez donc, dans vos programmes, à toujours envoyer un ordre d'arrêt (PA3 au niveau bas) avant



8 paramètres

de lancer une commutation de relais. En outre, la commutation aura lieu alors à courant nul, ce qui est préférable.

Le port PB1 sert au comptage du signal d'horloge des moteurs. Même si l'application n'utilise pas cette fonction, il faut veiller à ne jamais configurer ce port comme sortie, car il y aurait conflit avec le signal d'horloge.

Les boîtiers et brochages des microcontrôleurs AT90S4414 et AT90S8515 sont identiques. Les capacités des mémoires flash, SRAM et EEPROM sont toutefois deux fois plus importantes pour le deuxième modèle. Selon l'importance des applications envisagées, on choisira l'un ou l'autre modèle, sachant que, qui peut le plus peut le moins, et que la différence de coût entre les deux n'est pas gigantesque. Le **tableau 3** ci-dessous en précise les différences :

Modèle	Mémoire flash	EEPROM	SRAM
AT90S4414	4 ko	256 octets	256 octets
AT90S8515	8 ko	512 octets	512 octets

Mise en service

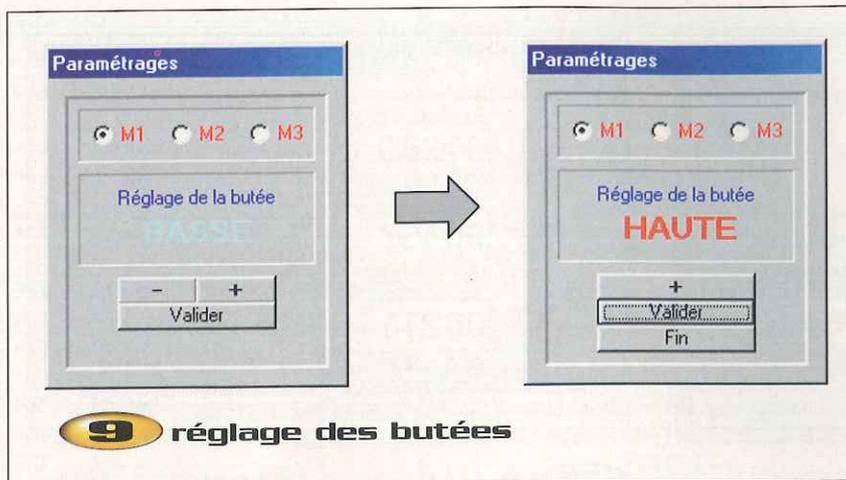
Raccorder tout d'abord le ou les moteurs aux borniers de la carte. Si un doute subsiste sur la fonction d'un fil du moteur, ce doute peut être levé aisément à l'ohmmètre, en identifiant les paires de fils correspondant à chacun des enroulements.

Selon le type de moteur, l'ohmmètre affichera quelques ohms à quelques dizaines d'ohms pour un enroulement.

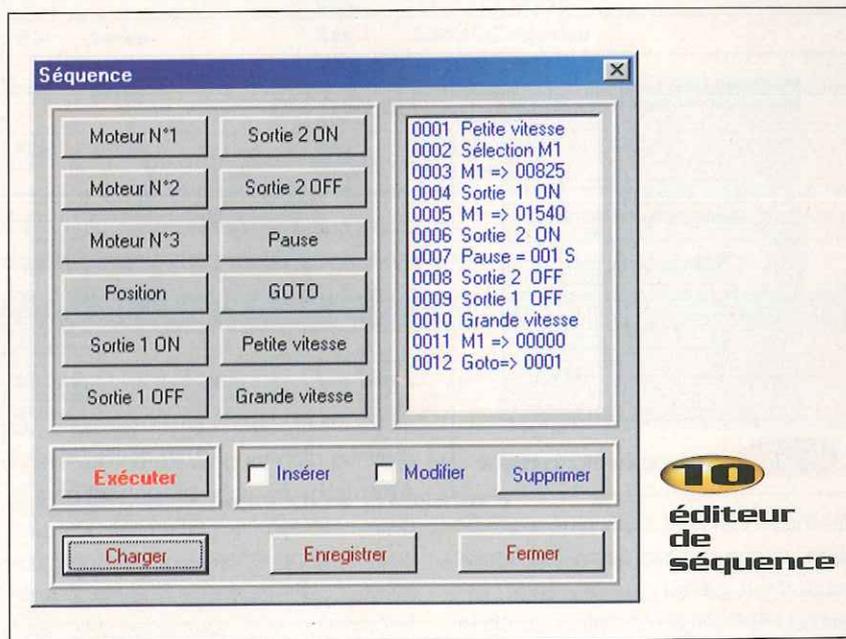
Attention, si deux fils appartenant à deux enroulements différents sont pris comme appartenant à un seul enroulement, toute tentative de faire fonctionner le montage sera couronnée d'échec ! Attention aussi, lors du raccordement à la carte, de bien vérifier la concordance entre fil et bornier.

Par exemple, si l'on considère qu'un moteur possède deux enroulements nommés b1 et b2, et que les fils de chacun des enroulements se nomment a et b, le bornier numéroté M3b2a recevra le fil a de l'enroulement b2 du moteur numéro 3 et le fil b de cet enroulement ira au bornier repéré M3b2b.

Raccorder ensuite l'alimentation destinée à la carte sur le bornier repéré VE sur le schéma et l'alimentation destinée aux moteurs sur le bornier repéré VM. Il est déconseillé d'utiliser une alimentation commune pour les moteurs et pour l'électronique de la carte.



9 réglage des butées



10 éditeur de séquence

Logiciels et essais

Les deux logiciels proposés portent les noms, pas très originaux, de PAP1 et PAP2. Ces deux logiciels contrôlent le fonctionnement de la carte par la liaison série RS232. Deux logiciels concernent donc chacune des applications, l'un destiné au microcontrôleur et l'autre qui sera lancé à partir du PC.

Application PAP1

Le premier, PAP1, permet de vérifier toutes les fonctionnalités de la carte. Tout d'abord, il convient de programmer le microcontrôleur avec le fichier PAP1.BIN ou PAP1.HEX, selon les exigences du logiciel de programmation utilisé (la plupart accepte d'ailleurs indifféremment l'un ou l'autre format). Si le microcontrôleur a été programmé exté-

rieurement, remettre celui-ci en place sur la carte, ... non alimentée, est-il besoin de le préciser ?

Connecter le câble de liaison série entre la carte et le port com1 ou com2 sur le PC. Connecter "quelque chose" comme une ampoule ou une diode LED (en série avec une résistance de 470 Ω) sur une des sorties, par exemple entre S1 et +VS, de manière à pouvoir en tester le bon fonctionnement.

Placer le cavalier JP en position 1-2.

Mettre sous tension l'alimentation de la carte, mais pas encore celle des moteurs.

Vérifier la présence du +5V en différents points du montage.

Ensuite, lancer le programme PAP1.EXE sur le PC et patienter quelques instants. Le programme commence par déterminer sur quel port se trouve la carte. Il le fait d'ailleurs de façon triviale, en

envoyant, d'abord sur com2, une chaîne de caractères et en attendant que la carte lui renvoie cette chaîne. En cas de succès, il considère que com2 est le bon port et, en cas d'échec, tente la même expérience sur com1. En cas de nouvel échec, il affiche poliment qu'il y a un problème de communication.

Dans le cas contraire (le plus probable !) une fenêtre ressemblant à la figure 6 doit s'afficher.

Le bouton en bas à gauche de cette fenêtre porte le nom du port, com1 ou com2, que le programme a considéré comme correct.

Cocher ensuite la case de la sortie où l'ampoule est connectée, "S1 active" ou "S2 active". L'ampoule ou la diode LED doit s'allumer. Si ce n'est pas le cas, c'est que le port RS232 choisi n'est pas le bon. En effet, certains périphériques (modem par exemple) peuvent se comporter comme la carte et tromper le programme lors de l'initialisation. Dans ce cas, il suffit de cliquer sur le bouton pour changer com2 en com1. Maintenant, l'ampoule doit s'allumer ou s'éteindre selon que la case à cocher de la sortie correspondante est cochée ou non.

Ensuite, tourner les potentiomètres P₁ et P₂ jusqu'en butée minimum. Ceci a pour effet de fixer la fréquence la plus basse et de supprimer la limitation de courant. Mettre sous tension l'alimentation des moteurs.

Sélectionner vitesse rapide, pas entier, moteur 1, sens horaire et, enfin, cliquer sur le bouton Marche. Le moteur 1 doit se mettre à tourner dans le sens horaire. S'il tourne à l'envers, cliquer sur Arrêt et inverser les deux fils d'un même enroulement, par exemple les fils aboutissant en M1b2a et M1b2b.

Effectuer la même opération avec les moteurs M2 et M3 s'ils existent, puis revenir sur M1.

Ajuster P₁ pour obtenir la vitesse de rotation désirée. Une vitesse excessive peut se traduire par un fonctionnement saccadé du moteur, voire un arrêt suivi de vibrations. Revenir alors en arrière avec une bonne marge.

Le moteur étant toujours en fonctionnement, tourner P₂ dans le sens horaire jusqu'à ce que le moteur s'arrête, par la limitation de courant. Revenir alors doucement en arrière jusqu'au redémarr-

rage du moteur. En serrant avec les doigts l'axe du moteur, on ne doit pas le faire "caler" facilement. Sinon, désensibiliser encore le seuil jusqu'à obtenir un couple moteur normal.

Tester ensuite les autres modes de fonctionnement. En cliquant sur le bouton "Test des entrées", la fenêtre se transforme pour afficher l'état des trois entrées. En connectant alors l'entrée à tester au +VS ou à la masse, l'indication doit se changer en "Entrée x active" ou "Entrée x inactive", x étant le numéro de l'entrée concernée. Terminer en fermant cette fenêtre et quitter l'application.

Application PAP2

Avant de lancer cette application, il faut, bien entendu, effacer et reprogrammer le microcontrôleur avec le fichier PAP2.HEX ou PAP2.BIN.

Si les moteurs pas-à-pas sont quelquefois utilisés pour la propulsion de mobiles, du fait de leur couple intéressant, le principal avantage qu'ils offrent est de pouvoir connaître leur position avec précision. Qu'il s'agisse de positionner un télescope ou de faire accomplir une tâche particulière à un robot, la connaissance de la position des moteurs est parfois indispensable, ne serait-ce que pour pouvoir retrouver la position antérieure d'un mécanisme après qu'il ait effectué d'autres actions.

C'est ce que permet de faire cette application, avec une réserve toutefois :

Si, dans l'industrie, les moteurs pas-à-pas utilisés sont dotés de dispositifs qui renvoient à l'électronique de commande une information de positionnement, généralement sous la forme de codage optique, notre système d'amateur n'est pas pourvu d'un tel perfectionnement. Il découle de ceci que le mécanisme actionné doit présenter une charge bien en deçà du couple moteur, et, à fortiori, être exempt de point dur. En effet, dans le cas contraire, le moteur peut "sauter" des pas, rendant son contrôle de plus en plus erroné.

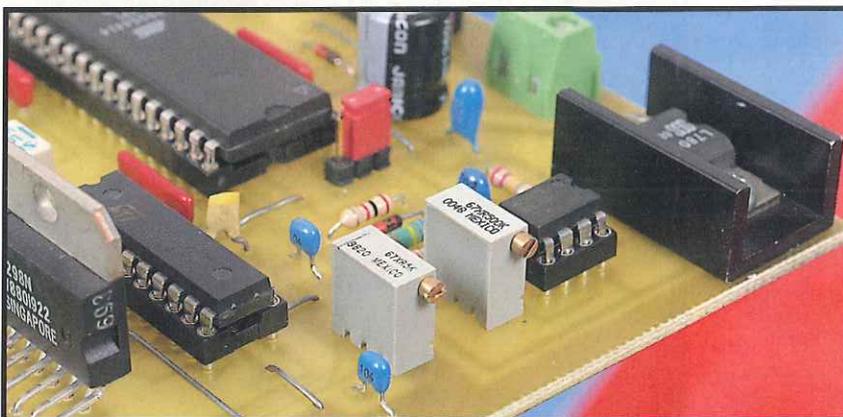
Mettre la carte et les moteurs sous tension. Lancer ensuite le programme PAP2.EXE. Les observations concernant la détection du port com, dans l'application PAP1, sont valables également dans cette application.

Une fenêtre semblable à celle de la figure 7 devrait apparaître.

Cette application est destinée à actionner un mécanisme dont les déplacements possèdent des limites, comme un télescope. C'est pourquoi, lors du premier lancement du programme, il convient de fixer le zéro (départ du mécanisme) et la butée maximum. Celle-ci peut valoir au maximum 65000 pas, ce qui correspond à environ 1350 tours pour un moteur de 48 pas/tour et 325 tours pour un moteur de 200 pas/tour. La première chose à faire est donc de cliquer sur le bouton Paramétrage, ce qui ouvre

moteurs, ainsi que leurs butées maximums, seront sauvegardées dans l'EEPROM du microcontrôleur. Lorsque le programme sera relancé, ces valeurs seront rechargées dans le programme et les positions courantes affichées dans les compteurs.

Il peut être nécessaire de mémoriser des positions précises de l'instrument à actionner afin de les retrouver plus tard ou bien d'enchaîner une succession de positionnements. Cette possibilité est offerte en cliquant sur le bouton Séquence qui ouvre une fenêtre comme celle de la **figure 10**.



Les potentiomètres multitours P1 et P2

une fenêtre (**figure 8**), puis de cliquer sur Réglage des butées, ce qui ouvre une nouvelle fenêtre (**figure 9**) invitant à "amener" le moteur sélectionné au zéro (butée basse du mécanisme), en cliquant sur les touches + et -.

Le moteur tournera tant que l'appui sera maintenu sur la touche et s'arrêtera en relâchant la touche. Un appui bref sur la touche la fera agir comme une bascule : le moteur tournera jusqu'à un nouvel appui bref sur cette touche.

Une fois le moteur positionné en position basse, cliquer sur Valider. La fenêtre suivante permet de positionner le moteur en position haute. Cliquer sur Valider, puis sur Fin, pour sortir du mode réglage.

Sauf modifications apportées sur la mécanique actionnée par les moteurs, il n'y aura plus lieu de refaire ce réglage de butées. Désormais, un nombre de pas entré dans un des compteurs M1, M2 ou M3, suivi d'un appui sur la touche "Entrée" du clavier, fera tourner le moteur concerné jusqu'à la position demandée.

Lorsque le programme sera quitté, les valeurs courantes des positions de

Une liste de commandes peut ainsi être créée à partir d'une douzaine d'instructions qui seront exécutées séquentiellement.

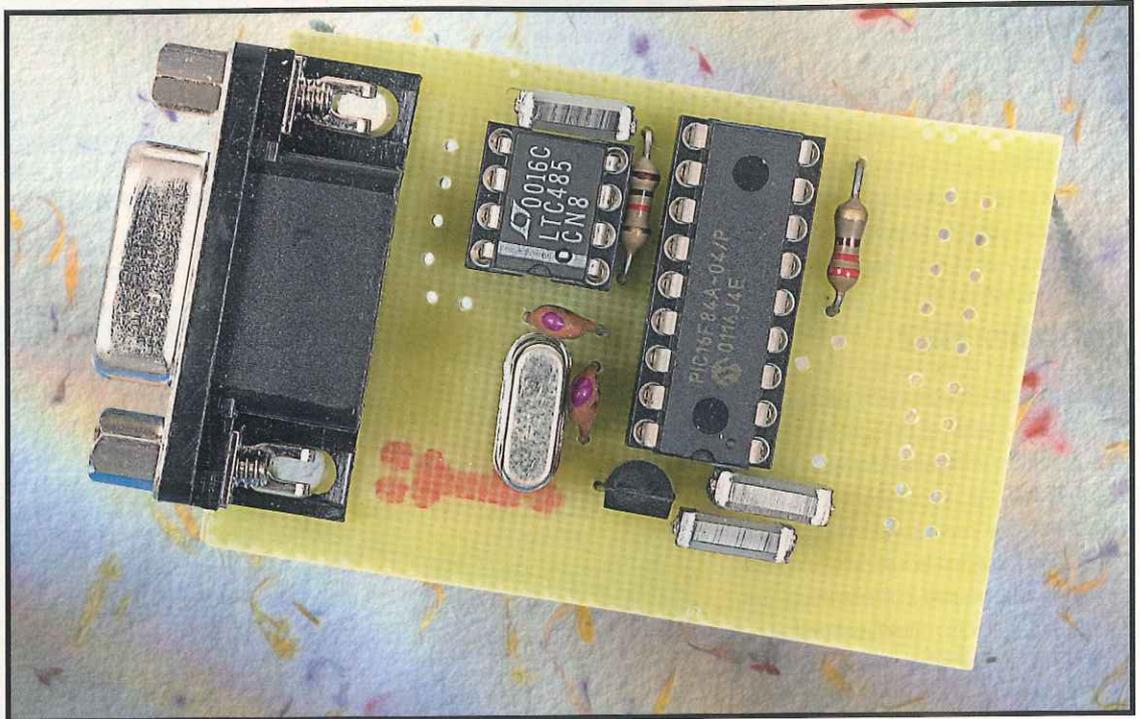
L'instruction Goto + numéro de ligne permet de faire exécuter en boucle la liste des commandes, dans le cas d'un automate, pour une animation de vitrine, par exemple.

En conclusion, cette carte peut être envisagée comme un outil pour la mise au point d'une application spécifique.

On peut imaginer, par exemple, un projet nécessitant un programme de taille inférieure à 2 ko, un seul moteur et fonctionnant de manière autonome. Une fois créé et testé à l'aide de ce montage, il resterait ensuite à le transposer sur une carte de taille plus modeste, les seuls composants figés étant le L297 et le L298 (les composants J₁, J₂, Rel₁, Rel₂, U₁, U₂, U₆ et composants annexes n'étant alors plus utilisés). Le microcontrôleur pourrait être un AT90S2313, dans le programme duquel il n'y aurait à changer que les instructions relatives aux ports utilisés.

B. LEBRUN

Le Pico Réseau FXPR485AS



Récemment, dans Interfaces PC n°11, le CHAT485 a permis le dialogue avec d'autres PC connectés au réseau en utilisant l'Hyper terminal de Windows. Avec ce nouveau montage, il sera possible de réaliser des contrôles à distance avec un programme de terminal.

Rappel sur le bus RS485

Rappelons, brièvement, qu'avec le standard RS485 plusieurs stations peuvent dialoguer, ce que ne peut pas faire le PC avec les deux liaisons RS232. Le module CHAT485 assure l'interface entre une liaison série RS232 et la RS485. Le fonctionnement en half-duplex et à 9600 bauds permet d'utiliser tout type de PC, même un vieux 286 !

Le bus CAN, proche du RS485, n'a pas été retenu. Le bus CAN, destiné au monde automobile, est plus performant, il est indispensable que les informations transitent rapidement (1 Mbits/s). La transmission des informations "moteur" ou "freinage" est capitale. En domotique, cette vitesse n'est pas utile. Le revers de la médaille du CAN, c'est son coût par module. Ce PicoRéseau nécessite deux circuits, le driver de bus et le microcontrôleur PIC16F©84, tous deux facilement disponibles.

Le schéma électrique

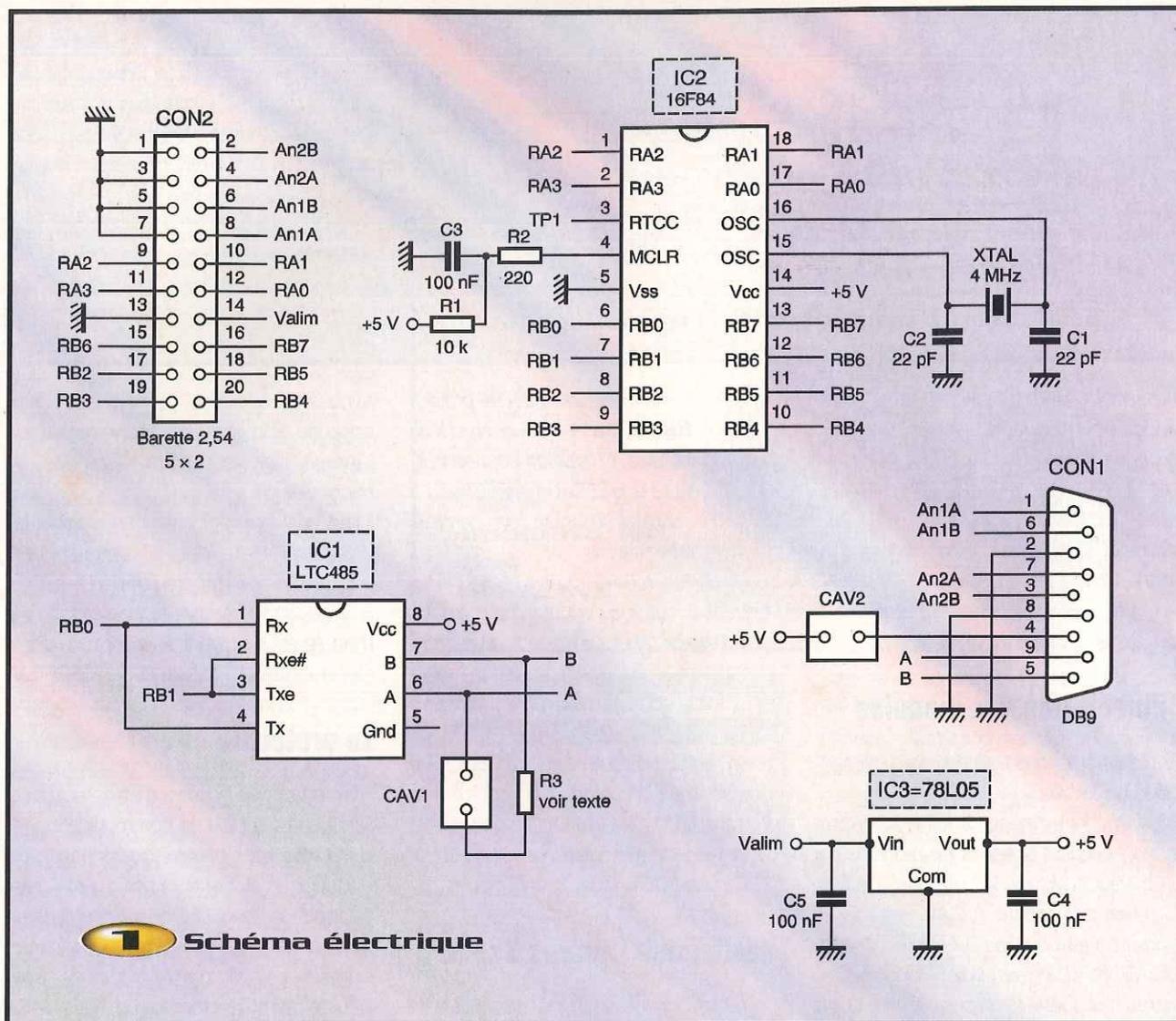
Le schéma électrique (**figure 1**) est classique. La carte et le programme sont compatibles PIC 16C84 /16F84 (IC₁). Le processeur assure la gestion du protocole, il est cadencé par un quartz de 4 MHz. La ligne RBO assure la réception et la transmission des données, la ligne RB1 ouvre le buffer de transmission lors de l'émission d'un paquet. Les douze autres lignes du circuit sont disponibles pour les interfaces d'entrées/sorties, treize

avec RA4 non disponible sur le connecteur d'extension.

Sur la carte, un connecteur 9 points assure l'interface entre la carte et le bus RS485. Le **tableau 1** donne la connectique. Le connecteur DB9 du PicoRéseau est femelle, les connecteurs du bus seront mâles. L'interconnexion des cartes peut être faite par des connecteurs DB9 sur câble plat, il suffit de serrer la prise, c'est rapide. Pour un câblage long, on préférera le câble type interphone. Ce câble contient 8 fils et une âme, les fils sont du 6/10

Numéros	Désignation	Couleurs
1	Analogique_1A (son gauche : mono)	Jaune
6	Analogique_1B (son droit : vidéo)	Vert
2	Masse	Écran
7	Analogique_2A (son gauche : mono)	Bleu foncé
3	Analogique_2B (son droit : vidéo)	Bleu clair
8	Masse	Noir
4	V+	Rouge
9	RS485	Blanc
5	RS485	Gris

T1 Connecteur 1



T Schéma électrique

rigide. Le tableau 1 donne aussi un code exemple de repérage couleur.

Le bus PicoRéseau

Le bus PicoRéseau est constitué de 9 fils, trois servent pour la transmission RS485 : la masse, A et B. Le bus transporte aussi de l'énergie. Enfin, les autres fils servent à véhiculer des signaux analogiques en deux groupes de deux fils, on peut y faire circuler deux voies audio stéréo ou bien deux voies son mono et audio.

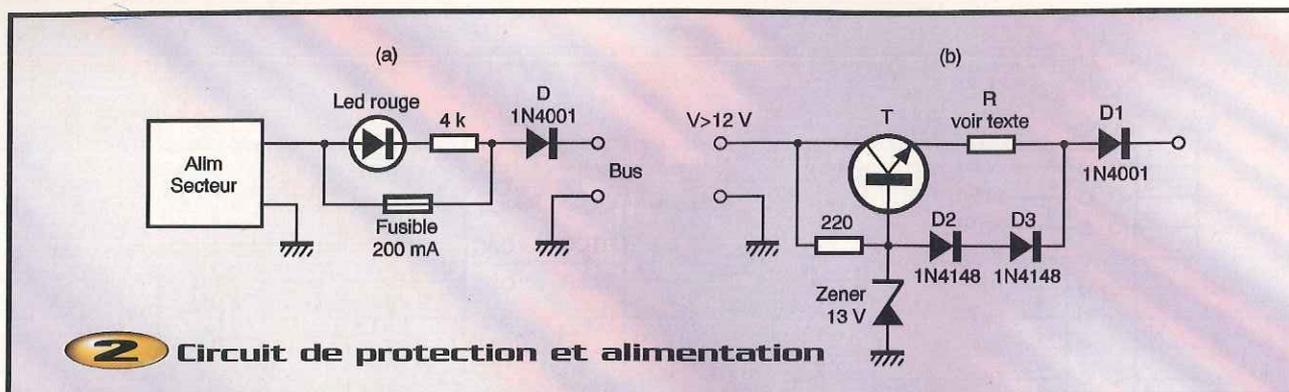
La transmission du son sera "satisfaisante" pour la vidéo, on peut l'utiliser pour une vidéo surveillance en NB. Pour une vidéo en couleur, se sera plus complexe et moins évident.

Pour éviter les échos, les bretelles sont interdites, les modules doivent être directement raccordés sur le bus. Toutefois, compte tenu de la vitesse du bus, en fonction de l'utilisation des voies analo-

giques, on peut faire quelques entorses à cette règle pour faciliter le câblage en autorisant des bretelles de 2 mètres. Le bus doit être normalement terminé aux deux bouts par une résistance ayant la valeur de l'impédance caractéristique (100 Ω). Les modules permettent, avec le cavalier CAV₂, la mise en place de cette résistance. Là encore, on peut faire une entorse à cette règle, cela limite la consommation et le réseau peut fonctionner sans. Les réseaux CAN et RS485 utilisent les mêmes tensions, mais de manière différente. Sur le CAN, c'est la présence ou non d'une différence de tension qui donne l'information, pour le RS485 c'est uniquement le sens de la différence. Quand le bus n'est pas utilisé, les drivers sont fermés, le bus est à haute impédance, les parasites puissants sont susceptibles de faire croire à un début de trame. Pour résoudre ce problème, hormis l'installation des résistances de ter-

Numéro	Désignation
1	Masse
2	Analogique_2B
3	Masse
4	Analogique_2A
5	Masse
6	Analogique_1B
7	Masse
8	Analogique_1A
9	RA2
10	RA1
11	RA3
12	RA0
13	Masse
14	Alimentation carte
15	RB6
16	RB7
17	RB2
18	RB5
19	RB3
20	RB4

T2 Connecteur 2



2 Circuit de protection et alimentation

minaison, on peut placer deux résistances de tirage sur le + et sur le - afin de forcer un état au bus.

L'autre connecteur (CON₂) assure l'interface utilisateur. Il contient les ports utilisables du PIC et les voies analogiques du connecteur 9 points. Ces voies permettent d'envoyer de l'audio, de la vidéo ou tout autre chose (**tableau 2**).

Alimentation des modules

Plusieurs solutions existent pour l'alimentation de la carte.

Pour un petit réseau, à faible consommation, on peut alimenter les modules par un 5V que fournirait le bus, dans ce cas, IC₃ n'est pas monté et CAV₂ est mis en place, on retrouve ce 5V sur le connecteur CON₂ d'entrée/sortie. Pour tous les autres cas, CAV₂ n'est pas mis et IC3 mis à sa place. Sur un réseau plus grand, il vaut mieux véhiculer une tension d'environ 10 à 12V. En alimentation réseau, on relie le point 4 du connecteur CON₁ à l'entrée du régulateur IC₃. Enfin, par défaut, l'alimentation de la carte s'effectue par le connecteur 2, ainsi la carte est alimentée en même temps que le montage à contrôler. Le driver RS485, sans alimentation, ne perturbe pas le bus RS485. Il faut veiller, en cas d'utilisation des lignes analogiques, que, hors tension, les signaux ne soient pas perturbés. Des relais, qui ouvrent les voies analogiques hors tension, constituent la solution la plus simple.

En alimentation par le réseau, il faut veiller à la consommation de la station. Le courant sur le réseau peut être fourni par une alimentation 12V unique avec une bonne limitation de courant afin de ne pas détruire le réseau ou l'alimentation en cas de court-circuit.

Si l'on veut utiliser une simple alimentation

secteur, on intercalera le circuit de protection de la **figure 2a** et on conservera un stock de fusibles. En cas de court-circuit, le fusible saute et la LED rouge s'allume. La diode D permet la mise en parallèle d'autres alimentations.

Les stations alimentées par le secteur peuvent aussi fournir du courant. Le montage de la **figure 2b** fournit à la fois une tension maximale égale à la tension de zener -0,6V et un courant maximal égal à 0,6/R. Le transistor sera de la série NPN BDxxx (avec radiateur), apte à fournir plus d'un ampère, mais on choisira un courant I_{max} d'environ 200mA (R=3 Ω). Ne pas oublier de tester cette alimentation en court-circuit (17V sous 200mA font 3,4W !).

Réalisation (figures 3 et 4)

La réalisation pratique ne pose pas de problème particulier. Le circuit est en simple face, un strap sera à placer sous le 16C84, l'autre en fonction de la configuration de l'alimentation de la carte. Comme c'est un réseau, autant prévoir la réalisation de plusieurs modules d'un coup. Il est possible de réaliser six modules sur une plaque de taille standard de 100x160mm. Les imprimantes en 1400dpi, sur film transparent, fournissent un bon noir qui permet presque d'oublier son cuivre sous la lampe UV tant ce noir est opaque. Retourner l'image avant de l'imprimer, si nécessaire, afin d'avoir l'encre du film côté cuivre, les pistes fines vous remercieront. Une bonne cuillère à café de soude pour déboucher fait office de révélateur. Il faut verser l'eau tiède (1L) puis la soude, attention aux yeux, c'est un produit dangereux. Faire un petit tour pour éviter de respirer les gaz, finir de remplir la cuvette d'un litre supplémentaire, bien diluer avec la cuillère. Le révélateur est à bain PERDU, il ne se conserve pas...

Avec une cartouche, on peut faire beaucoup de bain et au prix d'une recharge ! L'image doit apparaître dans les 30 secondes.

Il faut ensuite programmer le circuit et les programmeurs de PIC ne manquent pas. La première programmation sera pour le code. Il faudra ensuite personnaliser le module en inscrivant son adresse sur le réseau, dans l'adresse 0 de l'EEPROM.

Le protocole

Maintenant que le décor matériel est posé, il faut un protocole de communication.

Les protocoles ne manquent pas, c'est une tour de Babel et le nôtre a été établi en fonction de plusieurs critères. Il devait fonctionner en utilisant des petits microcontrôleurs (comme le 12C508), avec peu de mémoire programme, sans UART. Il ne devra pas être un handicap pour les autres processeurs plus puissants. Le dialogue s'effectue en utilisant des paquets, deux types de paquets peuvent exister sur le réseau : les paquets courts (short) de taille fixe, ou longs. Il y a toujours un maître (le PC), il est à l'initiative des requêtes, on évite ainsi la gestion de collisions. Dans cette application, nous utiliserons que des paquets courts. Le paquet contient cinq informations, le **tableau 3** donne le contenu du paquet.

Position	Désignation
P1	Adresse Station Destinataire (B7=1)
P2	Ordre
P3	Station Source ou Data1 (B7=1)
P4	Data2 ou Adresse RAM/EEPROM
P5	Somme de contrôle

T3 Constitution du paquet

La station destinataire aura le bit 7 à un pour indiquer un paquet court.

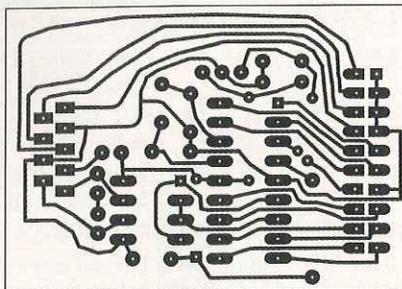
Chaque information peu tenir sur un octet, le paquet aura une taille de 5 octets. Cette solution, performante et rapide à un défaut : elle est en contradiction avec le titre puisque l'on vise un contrôle par un simple terminal ou un PC en mode terminal sous DOS ou Windows (ou autres...), donc avec des caractères ASCII.

Avec la version FXPR485AS du protocole, la gestion du réseau peut se faire simplement par un terminal. Cette version place dans le paquet les mêmes informations, la somme de contrôle doit être présente mais elle n'est pas contrôlée, on pourra mettre, par exemple, 0. La différence fondamentale réside dans le fait que l'on ne transmet plus du binaire mais de l'ASCII : 0...9 et A...F, ainsi que le caractère \$ qui indique le début de paquet, c'est l'alphabet du module. Cette méthode, le plus petit commun dénominateur, permet de passer facilement dans les réseaux. Évidemment, il faut transmettre deux fois plus d'octets. On retrouve cette forme de représentation dans les fichiers binaires au format INTEL ou MOTOROLA. L'ancien protocole Kermit, ou bien le WEB, utilise ce principe. Des commentaires peuvent être intercalés dans les messages, sans limitation avant le caractère \$ et uniquement les autres caractères que ceux de l'alphabet du module dans le corps du paquet.

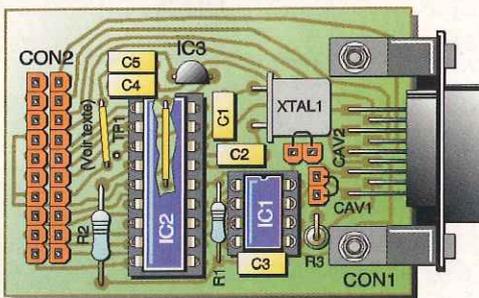
Avec la version ASCII, le dialogue peut être fait par le terminal ASCII, à faible vitesse. Le caractère ASCII \$ sert d'indication de début de paquet (c'est celui du debugger GNU !). Pour commencer à dialoguer avec les modules, il suffit d'envoyer des paquets avec un terminal comme indiqué dans le **tableau 4**. On peut préparer un fichier texte, puis l'envoyer simplement par l'hyper terminal (envoyer un fichier texte). Comme pour le CAN, qui sert à transmettre des informations (température, pression, vitesse...) plutôt que des fichiers, la taille des données est faible (8 pour le CAN et 2 pour le PicoRéseau), le rapport bits transmis sur bits utiles vaut 5/2 en binaire et 10/2 en ASCII. Il faut un transfert de 22 caractères pour lire un octet, soit une capacité de lecture de 40 octets/s.

Pour comprendre, quelques explications sont encore nécessaires. Dans le champ

3
Tracé du circuit imprimé



4
Implantation des éléments



Nomenclature

- IC₁** : LTC485
- IC₂** : 16F84
- IC₃** : 78L05
- C₁, C₂** : 22 pF
- C₃ à C₅** : 100 nF
- R₁** : 10 kΩ
- R₂** : 220 Ω
- R₃** : voir texte
- Xtal** : 4 MHz
- CON₁** : DB9 femelle coudée
- CON₂** : barrette 2,54 5x2
- CAV₁, CAV₂** : Cavaliers de configuration (voir texte)

adresse, le bit 7 mis à 1 indique un paquet court, ce bit doit toujours être à 1. Les adresses seront comprises entre 80H et FFH. L'adresse 80H ne doit pas être utilisée, elle est réservée pour les

messages globaux. Le champ commande permet de passer les commandes : lecture ou écriture. Il informe, aussi, si la station doit renvoyer un paquet si le bit 7 est à 1. Cela permet de générer la réponse dans le cas d'une commande de lecture, la synchronisation si la commande demande un certain temps ou l'acquiescement.

La lecture ou l'écriture peut être faite dans l'espace "FILE" du PIC ou dans son espace EEPROM. L'adresse 0 correspond à la file 0 du PIC, registre INDO. L'adresse mémoire est toujours dans le champ DAT2, en écriture la valeur est dans DAT1. En lecture DAT1 contient l'adresse de la station pour la réponse. Si une réponse est demandée et que, du fait de la commande, DAT1 ne contient pas l'adresse, c'est la dernière adresse de réponse connue qui est utilisée.

Les gardiens du temple protocolaires crieront peut-être à la verrue, mais en y regardant à deux fois, il y a une idée sur cette adresse de réponse. Dans notre

Code	Ordre (P2)
0x00	Écriture P3 dans MmAdresse, Pas de réponse
0x08	Lecture RAM, Réponse : station, MmAdresse
0x80	Lecture RAM, Réponse: station adresse P3
0x04	Écriture RAM, P4 : Adresse, P3 : Data, Pas de réponse
0x84	Écriture RAM, P4 : Adresse, P3 : Data, Réponse a MmAdresse
0x88	Lecture EEPROM, Réponse : station adresse P3
0x0C	Écriture EEPROM, P4 : Adresse, P3 : Data, Pas de réponse
0x8C	Écriture EEPROM, P4 : Adresse, P3 : Data, Réponse à MmAdresse

T4 Code de fonction

Paquet					Fonction
\$ AdrsD	CMD	DAT1	DAT2	SOM	
\$ 81	01	03	55	00	Écrit (CMD= 1) dans le module 01, Adres55H Val 03H
\$ 81	01	7F	86	00	Écrit dans le module 01, Adres86H (DDR8) Val7FH
\$ 81	01	00	85	00	Écrit dans le module 01, Adres85H (DDRA) Val00H
\$ 81	01	FF	06	00	PB7 est mis à 1
\$ 81	01	7F	06	00	PB7 est mis à 0
\$ coucou ! 81	01	salut ! 7F	06	00	texte en minuscule...ça marche aussi

T5 Exemple de paquets

dispositif, c'est le maître (le PC) qui, en envoyant un paquet requête, donne "le jeton" au module pour parler en envoyant le paquet réponse, à destination du maître qui récupère le jeton. Avec notre verve, en envoyant des paquets d'une manière astucieuse, on peut faire en sorte que sur l'envoi d'un seul paquet du maître les modules se passent le jeton, l'ordre est donc appliqué à tous les modules de la chaîne. Cela peut être un ordre d'arrêt ou la lecture d'un mot d'état, le PC à l'écoute reçoit l'état de tous les modules de la chaîne, simplement en interrogeant le premier.

Pour les premiers tests, on peut utiliser des LED. En utilisant RA0...RA3 et RB2...RB7, on peut simuler une sortie "imprimante" PC et utiliser les montages d'interfaces décrits dans la revue, par exemple pour mettre un light show (IPC10) dans chaque pièce ! ou une commande de quatre relais sans consommation (IPC10).

Concrètement, il faut commencer par initialiser les DDRx (A et B) pour les configurer en entrées (1) ou en sorties (0), ensuite on peut utiliser les ports.

L'exemple dans le tableau 4 permet de positionner le bit 7 du portb à 0 ou à 1.

Le mode terminal

Le mode terminal, pour les premières manipulations, a été bien utile, l'automatisation est possible en utilisant le mode batch (fichier *.bat).

Par exemple, le fichier "BureauLampeON.bat" mis sur le bureau contiendra la ligne:

```
copy BurON.txt COM1 :, en supposant que CHAT485 soit sur la COM1, quant à BurON.txt, il contiendra les trames
```

\$....\$.... Après avoir construit les fichiers batch, il suffit de cliquer sur l'icône pour déclencher la commande. On recommencera avec BureauLampeOFF, BurOFF.txt et ainsi de suite.

Le Moniteur485

Composer un paquet avec le programme terminal, c'est un peu lourd. Voir les paquets en utilisant un autre PC ou la seconde liaison, c'est didactique. Il serait tout de même plus agréable d'examiner tout cela sans s'occuper des paquets, c'est le rôle du Moniteur485. À l'origine, ce petit programme était conçu pour lire en mémoire du système CP/M avec des adresses sur 16 bits, après modification pour fonctionner sous DOS, puis, pour Windows, il a été adapté pour fonctionner avec le PicoRéseau. Au lancement, un petit aide est donné pour ouvrir la com, il faut utiliser {ou}. Afin d'éviter les catastrophes, il vaut mieux utiliser les fonctions de lectures : examine et dump. L'adresse sur 16 bits indique, dans sa partie haute, la station, ainsi "1xx" correspond à la station 81, "2xx" à 82, etc. Pour l'adresse, la zone de 256 octets se décompose comme suit : la RAM (FILE) va de 00 à 0xBF, EEPROM commence à partir de 0xC0. Ainsi, à l'adresse 1C0, on doit voir 01 puisque l'octet 0 de l'EEPROM contient l'adresse de la station. En modifiant cette valeur, on change l'adresse du module. Il est ensuite facile, avec ce programme, de modifier rapidement les bits sur les ports d'un module, il suffit d'écrire à l'adresse 05 ou 06 pour modifier le port A ou B.

Le programme type console, genre Debug, est constitué de trois parties : la

partie moniteur, le niveau 1 qui se charge de la gestion des paquets et le niveau 0 qui gère la liaison RS232. Pour ce niveau, sous DOS, on utilise le BIOS, cela ne fonctionne plus très correctement sous Windows, incompatibilité oblige, il faut utiliser les fonctions Windows. Il existe deux versions de Mon485 : Mon485DOS pour DOS et qui "tourne" sous Windows, et Mon485Win pour Windows exclusivement. Le source en C est fourni "dans l'état" par un jeu de définitions, on compile l'une ou l'autre version, suivant la cible et le compilateur. Attention, en cas de lecture dans une zone qui n'existe pas (pas de station), les temps d'attente deviennent longs surtout avec la commande d'affichage d'une zone mémoire (dump), il vaut mieux passer par "examine" pour vérifier le fonctionnement ou la présence d'une station.

L'évolution

Du côté PIC, elle peut se faire en ajoutant des ordres au contrôleur pour le spécialiser.

Rappelons que la version simple peut fonctionner avec un quartz de 10 MHz, la version 16F84A avec un quartz de 20 MHz, cela permet d'envisager la gestion de tâches de fond en plus de la tâche réseau. La faible taille du code permet, avec quelques modifications, une implémentation dans un PIC12C508. La carte serait encore plus petite, seuls trois ou quatre ports seraient disponibles. Compte tenu des caractéristiques du 12C508, son adresse et le programme ne seraient plus modifiables puisque ce pic n'est programmable qu'une fois. Pour faciliter l'évolution du programme du PIC, le source est inclus dans la distribution disponible sur le site de la revue. Pour les évolutions, certaines zones RAM et EEPROM sont réservées. Côté PC, l'évolution passera par une programmation adaptée aux spécificités des stations.

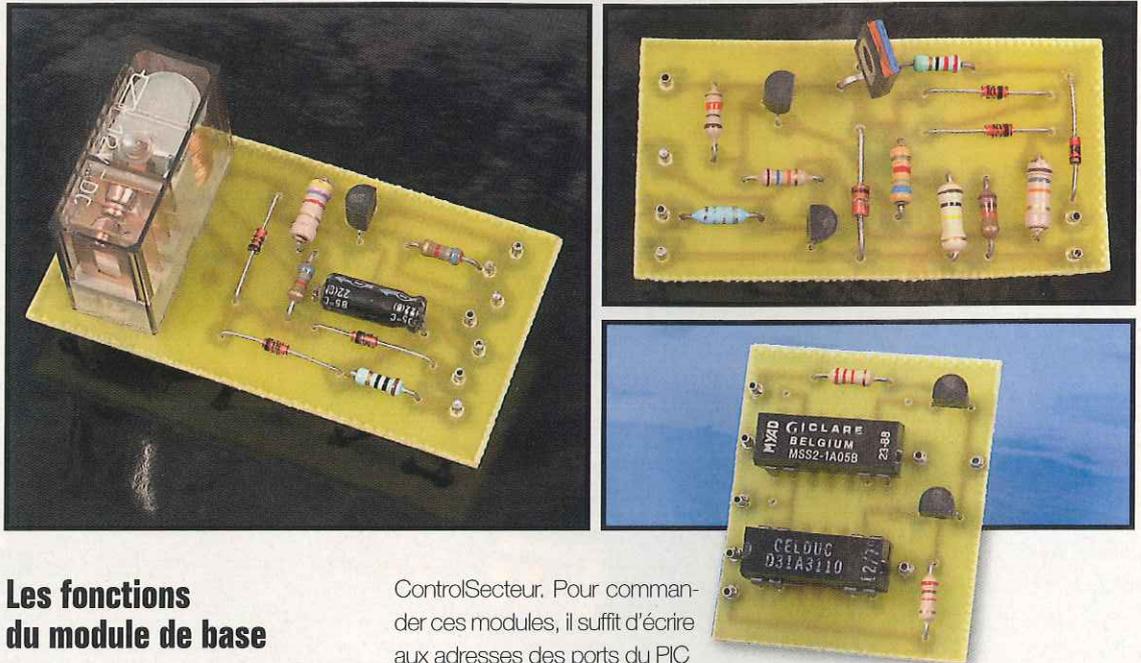
En conclusion

Notre objectif a été atteint : passer des commandes sur le réseau sans programmation et même un peu plus avec Mon485...

X. FENARD

Le Pic (oRéseau) 485

Les modules de base



Les fonctions du module de base

Pour rappel, le **tableau 1** donne les signaux disponibles sur le bus : l'alimentation, la liaison RS485 et des liaisons analogiques. Le câblage est réalisé en utilisant du conducteur 8 fils, type "Interphone", les couleurs donnent un exemple d'assignation.

Avec le programme de base "Mon485PIC" le réseau est vu du PC comme une mémoire, chaque module occupe 256 octets. En lisant ou en écrivant dans ces 256 octets, on accède aux registres "file", à la RAM du PIC et à la zone EEPROM. Il est ainsi possible de configurer les ports A et B (à l'exception de RB0 et RB1 utilisés par le réseau quelle que soit la valeur écrite, le programme remet les valeurs correctes).

À la mise sous tension, quatre octets dans l'EEPROM permettent d'initialiser les ports pour les DDRx (directions) et PORTx (la valeur).

Les trois modules, qui vont être décrits, sont : le module AudioMono, le module AlimRéseau et le module

ControlSecteur. Pour commander ces modules, il suffit d'écrire aux adresses des ports du PIC (05 et 06 pour le portA et le portB) combiné avec l'adresse de la station. L'adresse 105Hex correspond au portA de la station 01 ; avec 1805Hex, c'est le port A de la station 24 !

Le module AudioMono

C'est le module le plus simple, la **figure 1** montre le schéma. Deux relais à lame souple sont commandés par deux transistors NPN. Le PIC, avec une tension de 0,6V pour un courant entrant de 10mA, était un peu limite pour contrôler directement ces relais. Cette confi-

guration permet d'utiliser des relais 5V ou 12V. Pour éviter de consommer sur le réseau, il sera préférable de prendre la tension sur la station. On mémorise dans l'EEPROM la configuration à la mise sous tension. On peut ainsi placer un signal analogique par défaut sur le réseau, par exemple un programme radio. Bien que la commande puisse être faite par le port A ou B, il est préférable d'utiliser le PortA, RA0..RA3 puisque l'on peut mettre jusqu'à quatre relais (RA0 et RA2 pour placer la source sur la voie 1 ou la voie 2).

Numéros	Désignation	Couleurs
1	Analogique 1A (Mono, Gauche)	Jaune
6	Analogique 1B (Vidéo, Droit)	Vert
2	Masse	Écran
7	Analogique 2A (Mono, Gauche)	Bleu foncé
3	Analogique 2B (Vidéo, Droit)	Bleu clair
8	Masse	Noir
4	V+	Rouge
9	RS485	Blanc
5	RS485	Gris

T1 Connecteur DB9

Toujours dans notre série "un réseau RS485 avec le PIC", voici les modules de base. Rappelons que le Chat485 gère l'interface physique entre le PC et le réseau 485, le module PIC485 assure la gestion du protocole réseau, ces modules permettent de contrôler les "stations", l'objet à contrôler.

Le montage utilise seulement deux relais, c'est une version de base "son mono". Pour le montage, il faut faire attention aux relais REED (à lame souple). A priori, le sens n'a pas d'importance, ce n'est pas vrai car certains ont la diode de roue libre intégrée dans le boîtier.

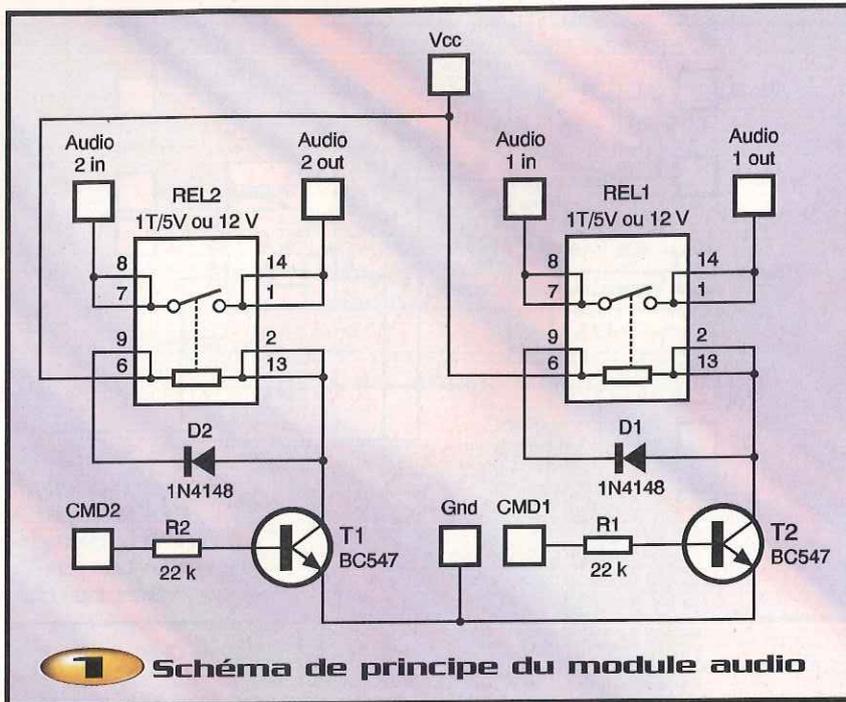
Dans le doute, on peut prévoir le montage sur support et faire un test à l'ohmmètre et en limitant le courant pour les essais.

Fonction alimentation Réseau

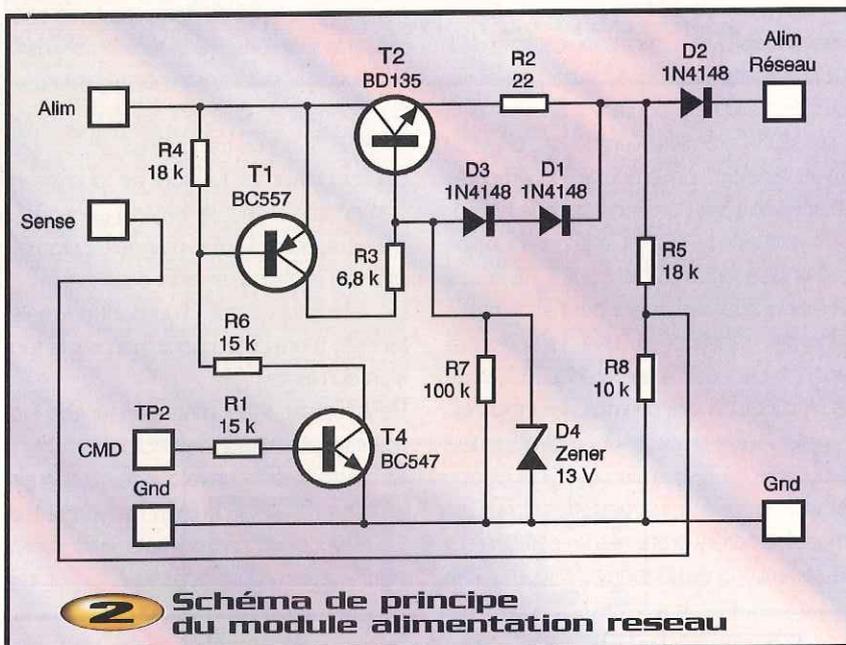
Une station qui dispose d'énergie peut fournir du courant au réseau. Toutefois, des dispositions de sécurité sont à prendre, il ne faut pas détruire la station ni le réseau.

La tension d'alimentation sera de 12V et le courant sera limité. Le schéma électrique (figure 2) présente le générateur de courant. Le 12V est prélevé sur l'alimentation de la station. En fonction de celle-ci, on déterminera le courant qu'elle pourra fournir au réseau.

Il est important de tenir compte que, plus ce courant sera important, plus le générateur de courant dissipera de la puissance en cas de court-circuit. Ainsi avec 100mA, puisque $P=UI$, en cas de court-circuit, le générateur dissipera 1,2W. Il faudra prévoir un radiateur en conséquence. Le fonctionnement du générateur est simple, par les deux diodes D_1 et D_3 on maintient la base à 1,2V en dessous de la tension de sortie. Pour qu'un courant émetteur/base apparaisse, il faut que la tension d'émetteur de T_2 soit inférieure de 0,6V par rapport à la tension/base. Cette condition sera vraie tant que la tension aux bornes de R sera inférieure à 0,6V. Le courant est fixé par cette résistance, $I=0,6/R$. Par défaut, on prendra $R=14 \Omega$, cela permet de fournir un courant de 41mA au réseau et donne une puissance dissipée maximale de 500mW. C'est son pouvoir de dissipation qui conditionne le choix de T_2 , un BD135, a été monté sur la maquette, c'est prendre une très large marge de sécurité, il est capable de débiter plus d'un ampère. La résistance R sera soudée de manière à pouvoir monter une résistance en parallèle. L'information de courant disponible pour le réseau sera inscrite dans l'EEPROM du PIC. Le transistor T_4 per-



1 Schéma de principe du module audio



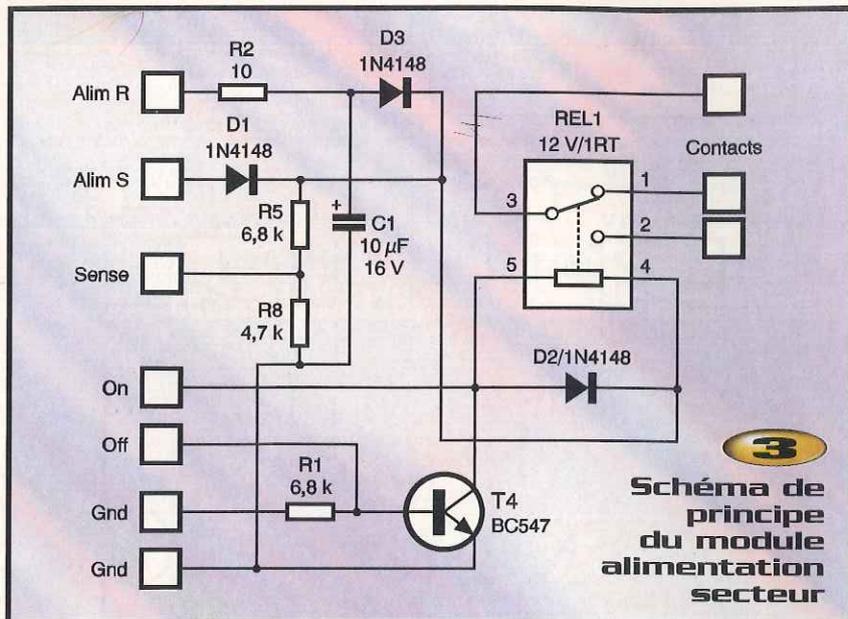
2 Schéma de principe du module alimentation réseau

met l'arrêt ou la mise en marche du générateur, en bloquant le courant de base de T_1 . Et le transistor T_1 est justement chargé de fournir du courant à T_2 . Quand l'alimentation est à l'arrêt, les trois

transistors sont bloqués. Dans la solution à deux transistors, sans T_1 qui aurait été remplacé par une résistance, T_4 devait être conducteur pour bloquer T_2 , l'alimentation consommerait du courant à l'arrêt.

Nom	Port	In /Out	Commentaire
PortAlimReseauCmd	PORTB,2	out	Alim Réseau si 1
PortAlimReseauStatut	PORTB,3	in	État 1 : sous tension
PortAlimStationCmd	PORTB,4	out	Alim Station si 1
PortAlimStationStatut	PORTB,5	in	État 1 : sous tension
PortBaseAna1A	PORTA,0	out	
PortBaseAna1B	PORTA,1	out	
PortBaseAna2A	PORTA,2	out	
PortBaseAna2B	PORTA,3	out	

T2 Allocation des ports



En étant rigoureux, on constate que le courant de sortie est égal à la valeur calculée (!), mais aussi à celui fourni dans la branche des diodes D_3, D_1 , moins du dixième de I. La diode zéner limite la tension de sortie du générateur de courant à environ 12V. Après une première vérification, une fois sous tension, on branche un ampèremètre à la sortie, on constate que le courant vaut bien $I=0,6/R$. Cette configuration est la plus défavorable pour T_2 , il faudra vérifier que le dissipateur permet de maintenir le transistor à une température acceptable (tiède à un peu chaud, soit de 30 à 40°C) en fonction du courant choisi. La diode D_2 protège la jonction émetteur/base de T_2 quand celui-ci est bloqué et que le réseau est sous tension. Ces modules seront branchés en parallèle sur le réseau, chacun pouvant fournir son

courant. Le générateur de courant est un peu "spécial", il fournira sa tension maximale tant qu'il n'aura pas atteint son courant nominal, ensuite la tension chutera. Le réseau sera alimenté par le générateur de courant fournissant la plus grande tension, jusqu'à ce qu'il ait atteint son courant maximal. Là, tout en fournissant son courant, c'est le second générateur qui peut fournir la plus grande tension qui prendra la relève, et ainsi de suite. Un retour, constitué d'un pont de résistances, a été prévu pour mesurer la tension du réseau. Pour l'utiliser, il faut mettre en fonctionnement le générateur de courant. La diode D_3 évite un retour de courant par le réseau si la station n'est pas alimentée. Ce retour peut, par exemple, perturber la remise à zéro du processeur.

Fonction alimentation Station

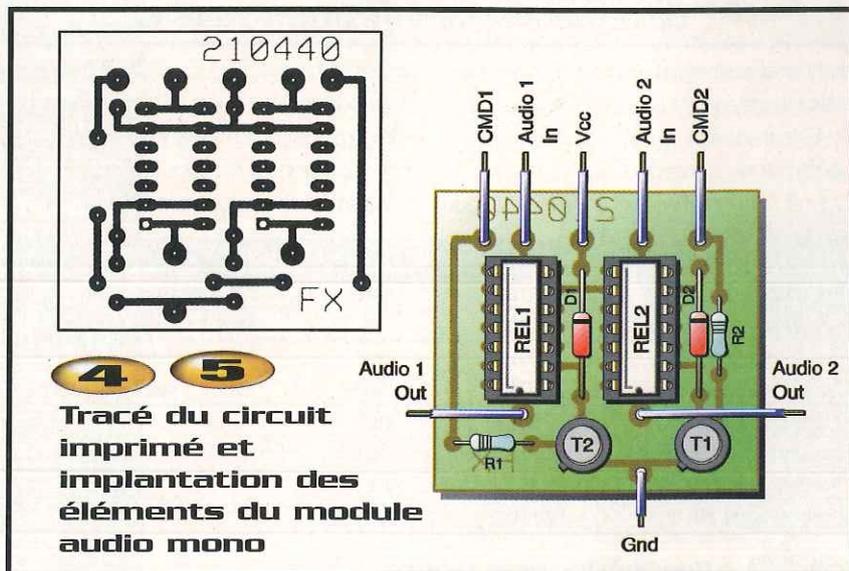
Le module PIC485, alimenté par le réseau, peut mettre en marche ou arrêter la station.

Afin de pouvoir toujours arrêter la station, pour des raisons de sécurité, le relais sera mis en série avec l'interrupteur de marche/arrêt de la station. Le schéma **figure 3** a été conçu pour dissiper le minimum d'énergie par le réseau. Pour cela, le relais d'alimentation doit utiliser la tension de la station plutôt que celui du réseau. A l'arrêt, la tension du réseau charge la capacité C_1 . Aucune tension n'arrive de la station puisqu'elle est à l'arrêt. Quand le relais colle, la station sous tension peut fournir sa tension au relais. Le courant qui circule dans R_2 existera si la tension sur le réseau (AlimR) est supérieure à la tension de la station (AlimS). Le signal Sense permet de savoir si le relais est hors ou sous tension. Le signal Cmd vient d'un port du PIC. Enfin, il est possible de forcer une commande manuelle avec On et Off.

Mis à la masse, il force la mise en marche ou l'arrêt quelle que soit la consigne du réseau.

Avec le signal Sense, par le réseau, il est possible de savoir si la consigne a été respectée ou si une commande manuelle inhibe la consigne. La gestion de On/Off sera réalisée en utilisant un inverseur à 3 positions fixes, On/Réseau/Off. Avec un programme PIC modifié, il est possible d'utiliser des boutons-poussoirs, le nouveau programme détectera le changement de Sense et renvoie la commande qui correspond à la commande manuelle. Au niveau de la réalisation, il faut se souvenir que le secteur est présent sur la carte. Il vaut mieux souder les fils côté cuivre, sans passer par les trous, on peut enfin enrober le tout avec de la colle (bâton ou Néoprène).

Le relais sera un relais 12V afin de pouvoir être commandé par la tension du réseau sauf, bien entendu, si une veille sur la station permet d'avoir une tension permanente. Évidemment, il faudra alors câbler le relais côté secteur de manière à la maintenir. En utilisant le point commun D_3/D_1 , on alimente le PIC (par le régulateur !) en continu. Dans le cas où la station ne disposerait pas d'au moins 12V,



Nomenclature

Module réseau audio

R_1, R_2 : 22 k Ω

Rel_1, Rel_2 : relais SIL 1T/5V ou 12V

T_1, T_2 : NPN BC547

D_1, D_2 : 1N4148

Module Alim/réseau

R_1, R_6 : 15 k Ω

T_1 : PNP BC557

R_2 : 22 k Ω

T_2 : BD135

R_3 : 6,8 k Ω

T_4 : NPN BC547

R_4, R_5 : 18 k Ω

D_1 à D_3 : 1N4148

R_7 : 100 k Ω

D_4 : zéner 13V

R_8 : 10 k Ω

Module Alim/secteur

R_1, R_5 : 6,8 k Ω

R_2 : 10 k Ω

R_8 : 4,7 k Ω

D_1 à D_3 : 1N4148

C_1 : 10 μ F/16V

T_4 : NPN BC547

Rel_1 : 12V/1RT ou 1T

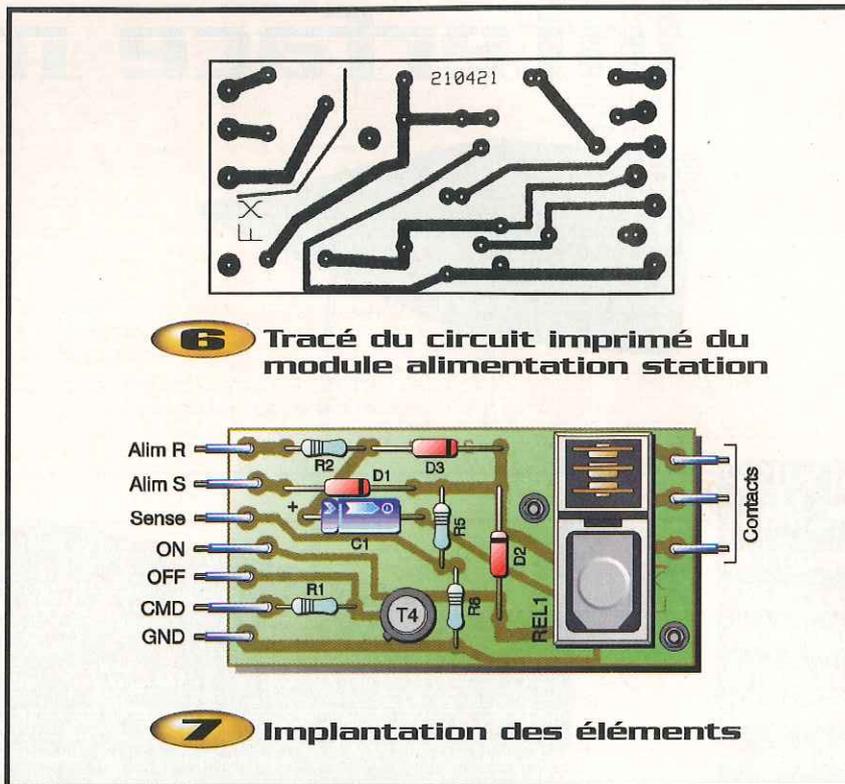
il suffit d'utiliser un relais à la tension disponible et d'augmenter R_2 . R_2 se calcule en connaissant la tension de service du relais et la résistance du bobinage. Enfin, pour des raisons de sécurité, le relais a été mis en série avec l'interrupteur d'origine, cela a pour conséquence qu'il ne sera pas possible de mettre en marche la station sans tension réseau (sauf cas d'alimentation permanente). On peut contourner ce problème en ajoutant un interrupteur secteur en parallèle sur le relais. Une commande marche/arrêt n'est pas aussi simple que cela, surtout si l'on veut toujours disposer d'un contrôle manuel.

Protection du réseau

En reliant plusieurs appareils sur un réseau, en cas d'incident, on peut tous les mettre en péril.

L'isolation galvanique est une solution mais elle augmente le prix, par point de connexion, et nécessite la numérisation pour l'analogique.

Pour protéger le réseau contre le secteur, il faut relier la masse du réseau à la terre (fil vert/jaune) en un point. Ensuite, au

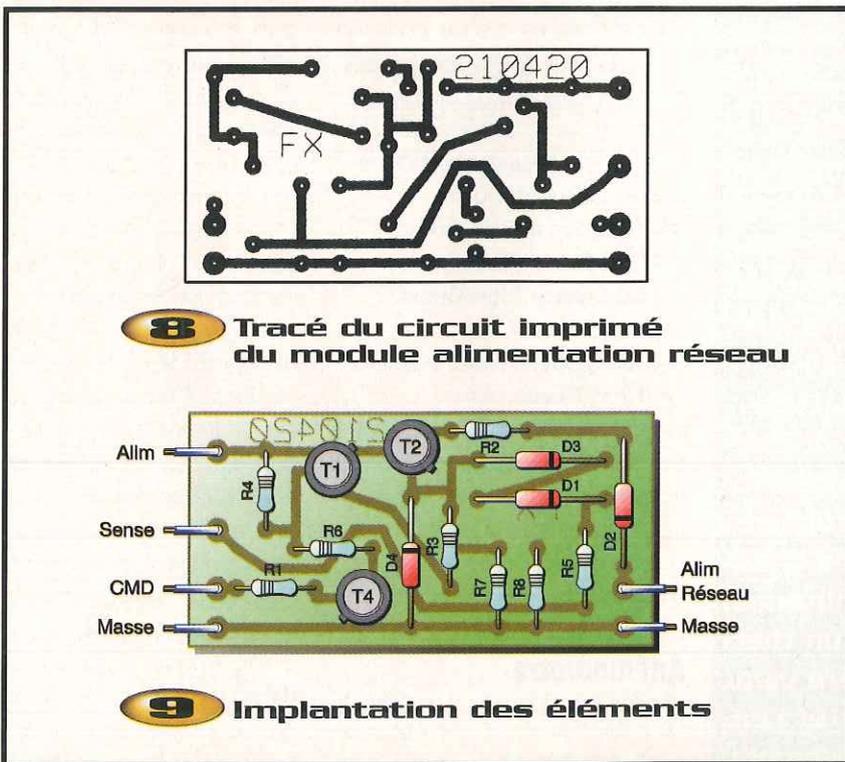


milieu ainsi qu'aux extrémités, sur chaque fil du réseau, on place deux zéners montées tête/bêche, en série sur la masse (ces "bouchons" sont réalisés en utilisant des DB9, les diodes sont montées directement sur les cosses). Une tension supérieure à la tension de zéner entraînera un courant qui, en partant vers la terre, actionnera le disjoncteur. Les

zéners auront une tension d'environ 10V, sauf pour la ligne alimentation, elles devront avoir 5V de plus que la tension maximale, 17V environ.

Une zéner de 10V/500mW peut être traversée par 50mA, c'est suffisant pour le disjoncteur secteur, surtout que cela n'est pas censé durer.

X. FENARD



9

Implantation des éléments

Interface météo



Girouette

Ceux qui n'auraient pas encore réalisé la "Girouette électronique" sont invités à se reporter au n°7 d'Interfaces PC. Rappelons que la direction du vent est déterminée par un ensemble de 4 barrières infrarouges qui balayent un disque codé en code de Gray. Cette solution permet la lecture de 16 positions différentes :

N, 1/4 Nord/Ouest, Nord/Ouest, 3/4 Nord/Ouest, Ouest, 3/4 Sud/Ouest, Sud/Ouest, 1/4 Sud/Ouest, Sud, 1/4 Sud/Ouest, Sud/Ouest, 3/4 Sud/Ouest, Ouest, 3/4 Nord/Ouest, Nord/Ouest, 1/4 Nord/Ouest.

Le mot de 4 bits codant chaque position était envoyé sur les 4 entrées du port parallèle d'un ordinateur, désormais c'est le 68HC11 via son port C qui va réaliser l'acquisition.

Anémomètre

Ceux qui n'auraient pas encore réalisé "Un anémomètre sur PC", sont

invités à se reporter au n°8 d'Interfaces PC.

Rappelons qu'il s'agit d'un anémomètre à coupelles, sortes de demiballes de ping-pong, espacées d'un angle de 120°, formant une roue à aubes. Lorsque cette roue est placée dans le vent, elle est animée d'un mouvement de rotation. La vitesse du vent est alors égale au produit de la vitesse de rotation (exprimée en rad/s) par la distance entre l'axe de rotation et le centre d'une coupelle (exprimée en m).

Un disque solidaire de l'axe de rotation vient, à chaque tour, couper le rayonnement infrarouge issu d'une fourche optique. Il suffisait à l'ordinateur de compter le nombre d'impulsions délivrées par le capteur, sur un intervalle de temps défini, pour en déduire la fréquence de rotation (exprimée alors en tr/s) et finalement calculer puis afficher la vitesse du vent (exprimée en m/s). Ce principe avait l'inconvénient de monopoliser les ressources de l'ordinateur durant la mesure. Désormais c'est le 68HC11 qui réalise ce processus à l'aide de son accumulateur d'impulsions intégré. Il s'agit

d'un simple compteur 8 bits. Il existe deux modes de fonctionnement, nous utilisons le premier qui permet de compter le nombre d'impulsions appliquées sur l'entrée PAI (commune à PA7), le résultat est stocké dans le registre PACNT. Le bit 4 du registre PACTL est préalablement positionné à 1 pour que le compteur réagisse à des fronts montants. Sur demande de l'ordinateur, le contenu du registre PACNT est envoyé sur la RS232.

Thermomètre (figure 1)

Le capteur de température est un LM35DZ, il fournit une tension proportionnelle à la température de 10mV/°C. Cette tension est lue par la ligne PE3 du μC . Afin de pouvoir utiliser cette tension dans une plage exploitable par le convertisseur analogique/numérique intégré au 68HC11, on lui fait subir une amplification à l'aide d'un ampli opérationnel, un LM324. Le gain est fixé à 5 par les résistances R_1 , R_2 et R_3 . En effet, le capteur peut mesurer des températures comprises entre 0°C et 100°C. Avec la valeur de

Dans le n°7 d'Interfaces PC, nous vous proposons la réalisation d'une girouette fonctionnant sur le port parallèle. Dans le n°8, il s'agissait d'un anémomètre utilisant le port série. Le but de l'interface présentée ici est de faire fonctionner simultanément les deux montages sur le port série, en respectant le format RS232. Basée sur un 68HC11, la carte prend en charge l'acquisition des mesures ainsi le PC n'est plus monopolisé, celui-ci se contente d'interroger périodiquement l'interface et d'afficher à l'écran les résultats obtenus. Notez qu'un thermomètre vient compléter l'ensemble.

le 68HC11E1 qui dispose de 512 octets d'EEPROM interne, ou le 68HC811E2 qui dispose de 2 Ko. Les deux composants sont parfaitement interchangeables, il suffit juste d'apporter une petite modification au programme.

Le 68HC11 fonctionne en mode Bootstrap (MODA=0 et MODB=0), ce fonctionnement particulier permet la programmation de l'EEPROM qui s'effectue par une liaison du type RS232. N'importe quel ordinateur peut donc faire l'affaire. On retrouve donc un MAX232 qui permet la mise à niveau des tensions TTL <->

RS232 avec ses 4 condensateurs indispensables au fonctionnement de la pompe de charge interne.

Remarque : pour ceux qui voudraient utiliser le 68HC11 en mode SINGLE CHIP (MODA=0 et MODB=1), il leur suffit de retirer le cavalier J₁. Attention, ce mode d'utilisation implique une modification des programmes, il faut prévoir l'initialisation du vecteur RESET situé à l'adresse \$FFFE.

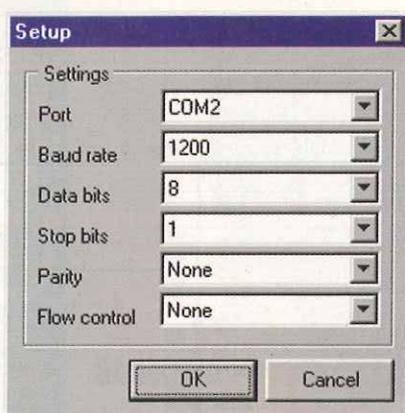
Les mesures sont effectuées uniquement sur ordre du PC, ordre qui est transmis via la liaison RS232. La vitesse de trans-

mission est fixée à 1200 bauds, ce qui permet l'utilisation d'un câble d'environ 200m de long.

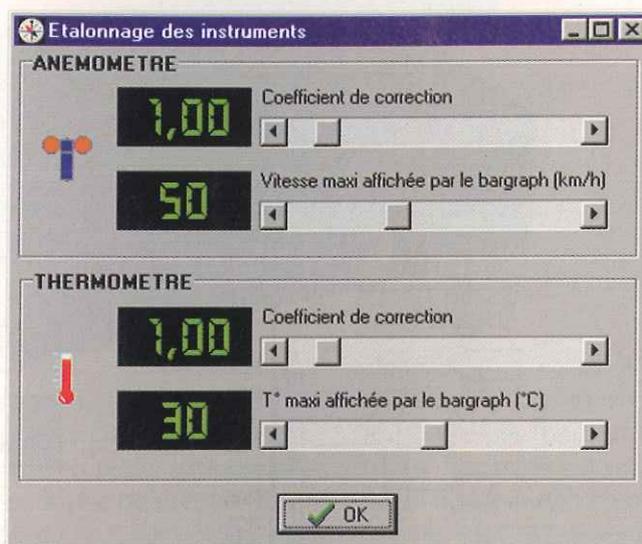
Le dialogue entre le PC et la carte est assuré par seulement trois commandes :

- L'envoi d'un "A" (code ASCII : 065) déclenche l'acquisition des impulsions délivrées par l'anémomètre pour une durée de 5s. Le résultat contenu dans le registre PACNT est envoyé à l'ordinateur qui effectue le calcul de la vitesse et affiche finalement à l'écran le résultat.

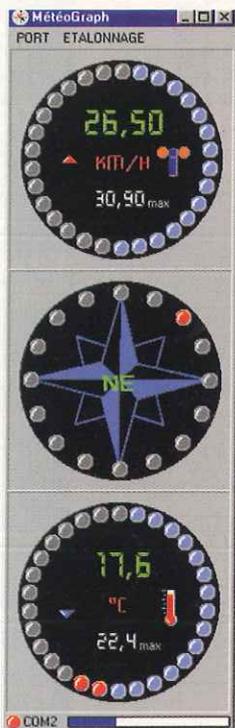
- L'envoi d'un "G" (code ASCII : 071) déclenche la lecture des 4 bits délivrés



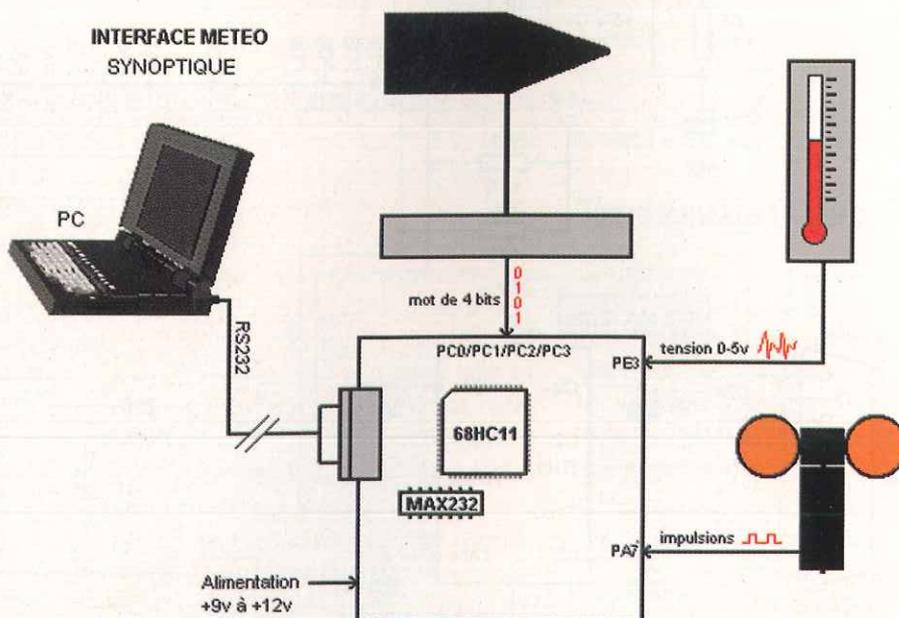
3 Définition des paramètres



4 Le menu "étalonnage"



5 Vue d'écran



6 Présentation générale de l'ensemble

par la girouette via les entrées PC0, PC1, PC2 et PC3 du port C. Le résultat est ensuite envoyé à l'ordinateur. Notez que cette mesure est quasiment instantanée par rapport à celle de l'anémomètre.

- L'envoi d'un "T" (code ASCII : 084) déclenche la lecture de la tension délivrée par le capteur de température via l'entrée PE3. Le résultat contenu dans le registre ADR4 est envoyé à l'ordinateur. Là aussi la mesure est quasiment instantanée.

Réalisation (figures 8 à 11)

L'interface

Concernant le module de commande, la partie délicate reste l'implantation du support PLCC destiné à recevoir le 68HC11. Pour le perçage, utilisez impérativement un foret neuf, dans le cas contraire vous risquez d'arracher les pastilles. Pour la mise en place du support, repérez le coin biseauté et assurez-vous ensuite que les 52 pattes traversent simultanément la plaque d'époxy, ne forcez surtout pas ! La liaison entre le PC et l'interface sera assurée par un câble comportant 3 conducteurs munis de deux connecteurs au format SUBD9 femelle (**figure 7**). Avant de connecter les différents capteurs à l'interface, il faut programmer le 68HC11.

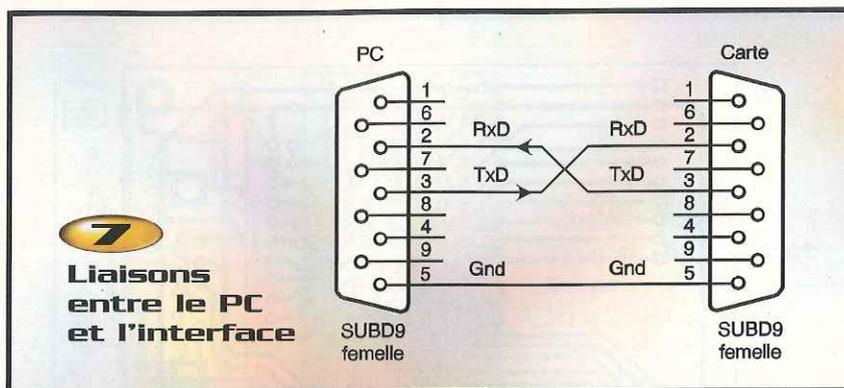
Programmation du 68HC11

Le programme "MeteoE1.rec" va permettre à ceux qui ont choisi d'utiliser le 68HC11E1 de faire fonctionner l'interface. Le programme "MeteoE2.rec" est réservé aux utilisateurs du 68HC811E2. La programmation pourra s'effectuer avec le logiciel PCBUG11, voir explications ci-après. Tout d'abord copiez les fichiers dans un répertoire de votre disque dur, par exemple c:\meteo. Reliez la carte au port COM1 de votre PC. Le cavalier J₁ doit être en place pour être en mode Bootstrap (MODB=0), alimentez le montage.

- 68HC11E1 (MeteoE1.rec)

Lancez l'exécution du logiciel par la commande PCBUG11 -A

Pour tester la liaison série entre le µC et le PC : tapez CTRL+R, si le message "Communications synchronised" s'affiche tout va bien.



Dans le cas contraire, on obtient le message "communication faults", faites un reset manuel et relancez PCBUG11 en entrant la commande restart.

Déverrouillez la mémoire EEPROM par la commande : mm \$1035 entrez la valeur \$10

Définissez la location de l'EEPROM par la commande : eeprom \$B600 \$B7FF Effacez ensuite l'EEPROM du HC11 en entrant la commande : eeprom erase bulk.

Charger le programme par la commande : loads c:\meteo\MeteoE1.rec (dans la fenêtre principale s'affiche le nombre d'octets programmés)

Il ne reste plus qu'à lancer l'exécution du programme grâce à la commande : g \$B600.

- 68HC811E2 (MeteoE2.rec)

Lancez l'exécution du logiciel par la commande PCBUG11 -A

Pour tester la liaison série entre le µC et le PC : tapez CTRL+R, si le message "Communications synchronised" s'affiche tout va bien. Dans le cas contraire, on obtient le message "communication faults", faites un reset manuel et relancez PCBUG11 en entrant la commande restart.

Déverrouillez la mémoire EEPROM par la commande : mm \$1035 entrez la valeur \$10

Définissez la location de l'EEPROM par la commande : eeprom \$F800 \$FFFF

Effacez ensuite l'EEPROM du HC11 en entrant la commande : eeprom erase bulk. Charger le programme par la commande : loads c:\meteo\MeteoE2.rec (dans la fenêtre principale s'affiche le nombre d'octets programmés)

Il ne reste plus qu'à lancer l'exécution du programme grâce à la commande : g \$F800.

Les capteurs

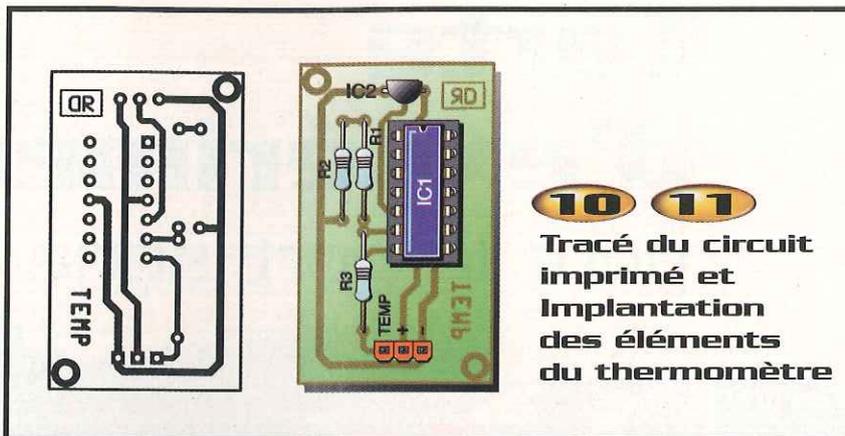
Pour la girouette, la seule modification concerne l'alimentation. Vous pouvez directement relier l'alimentation à l'alimentation principale de 12V, puisque la girouette dispose de son propre régulateur. Il est également possible de retirer le régulateur et de relier l'entrée et la sortie par un morceau de fil. La girouette prélève alors son alimentation de +5V via la carte principale. Il faudra, dans ce cas, shunter la diode sinon la tension est trop faible. Les sorties A, B, C et D sont respectivement reliées sur les entrées PC3, PC2, PC1 et PC0 du connecteur CNG.

Pour l'anémomètre, on se débarrasse carrément de la petite carte d'origine qui est désormais inutile. La broche PH du capteur

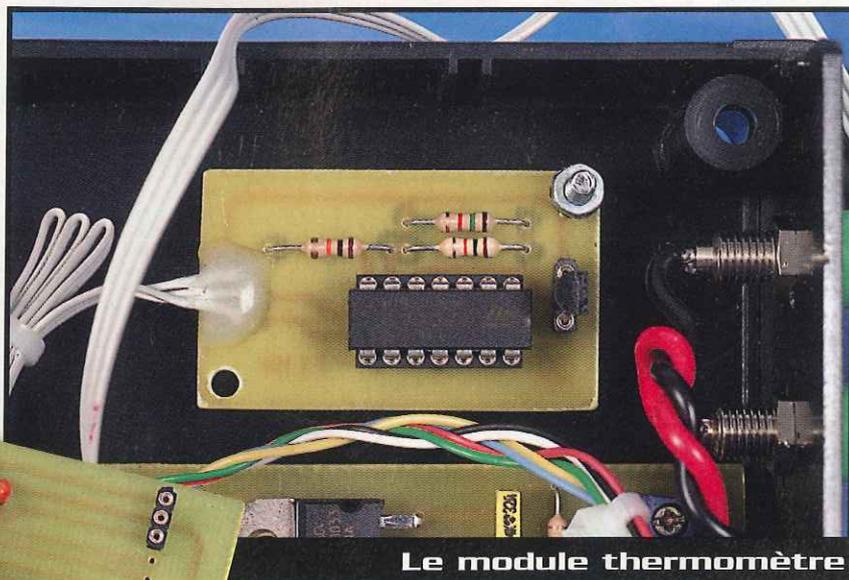


vitesse doit être de 1200 bauds, les données sont formées de 8 bits avec 1 bit de stop, pas de parité ni de contrôle de flux. Normalement, vous n'avez pas besoin de modifier ces paramètres qui sont sauvegardés dans la base de registres de Windows.

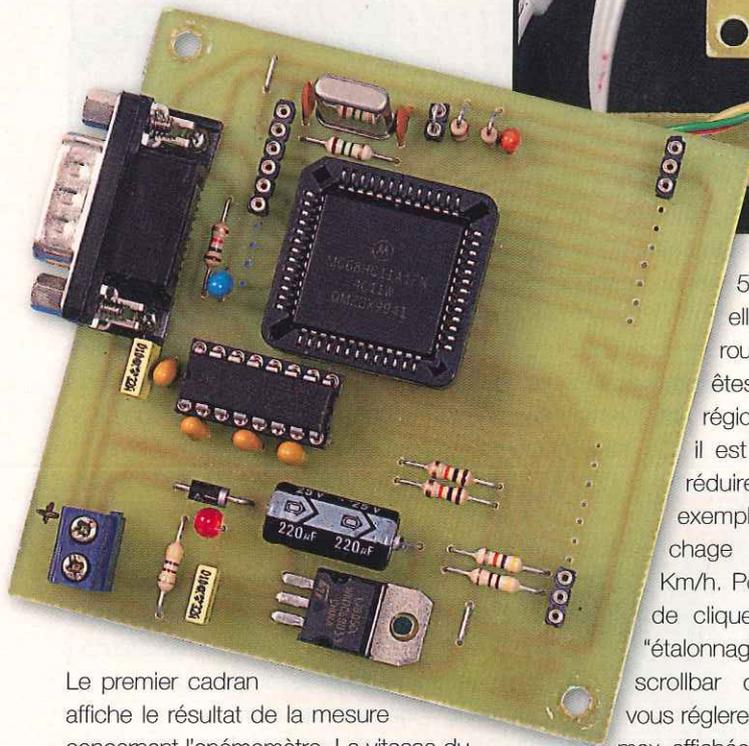
Maintenant que le port est correctement configuré, vous pouvez l'activer par la commande "ouvrir" du menu "port". Au même instant, la LED située au bas de la fenêtre doit s'allumer, avec, sur le côté, l'affichage du nom du port utilisé. La barre de progression située sur la droite doit évoluer, elle signale le temps restant avant l'acquisition des mesures. Une acquisition est demandée à la carte à chaque fois que la barre est revenue à zéro. Si la barre met plus de 5 secondes avant de se ré-initialiser, c'est que la liaison entre le PC et la carte est défectueuse. Si tout va bien, les mesures doivent s'afficher à l'écran et sont donc rafraîchies toutes les 5 secondes.



10 11
Tracé du circuit imprimé et Implantation des éléments du thermomètre



Le module thermomètre



Le premier cadran affiche le résultat de la mesure concernant l'anémomètre. La vitesse du vent est exprimée en Km/h. Notez que la valeur maximum mesurée est mémorisée. Une flèche de couleur rouge indique que la mesure actuelle est supérieure à la mesure précédente, l'inverse est signalé par une flèche bleue. Un bargraph rotatif constitué de 30 LED indique visuellement la vitesse du vent. Par défaut, l'échelle utilisée est de 0 à 100 Km/h. Ainsi, de 0 à 50 Km/h les LED s'affichent en bleu et de

50 à 100 Km/h elles s'affichent en rouge. Mais, si vous êtes dans une région peu venteuse, il est souhaitable de réduire l'échelle par exemple pour un affichage entre 0 et 50 Km/h. Pour cela, il suffit de cliquer sur le menu "étalonnage" à l'aide de la scrollbar correspondante, vous réglerez à 50 la vitesse max. affichée par le bargraph.

Remarquez qu'il est également possible d'étalonner l'anémomètre en agissant sur la donnée coefficient de correction. Le deuxième cadran affiche la position occupée par la girouette par l'activation d'une des 16 LED que comporte le bargraph. Aucun réglage ou étalonnage n'est nécessaire pour cet instrument. Si la valeur affichée ne correspond pas à la position de la girouette, c'est que le

disque de codage n'est pas correctement positionné par rapport à la plaque. Le dernier cadran affiche la température exprimée en degrés Celcius. On retrouve la même présentation que pour le cadran de l'anémomètre. Le cas échéant, il est également prévu un coefficient de correction pour étalonner le thermomètre. L'échelle du bargraph est aussi paramétrable par une scrollbar, la valeur max. par défaut est fixée à 30°C.

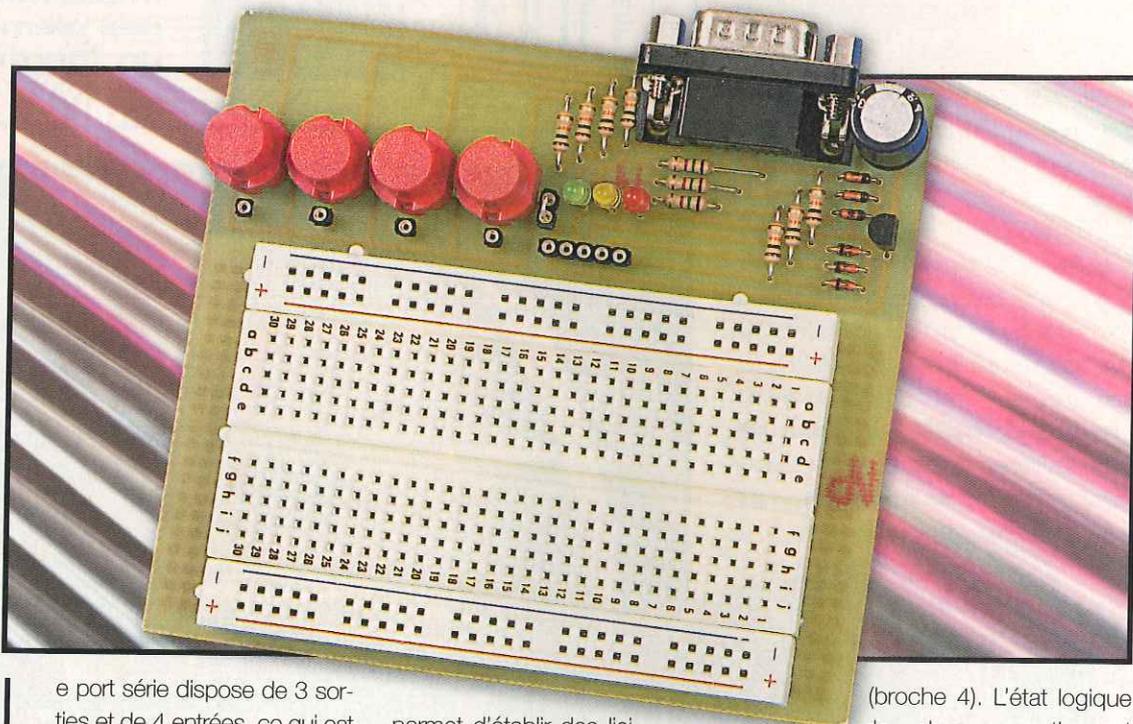
Notez que tous ces réglages sont mémorisés dans le fichier "InitMeteo.ini" et qu'ils sont systématiquement rechargés à chaque utilisation du logiciel. Il existe de nombreuses entrées encore disponibles sur le 68HC11, de quoi rajouter de nombreux capteurs sur cette interface météo...

D. REY

Pour les informations complémentaires, notamment des n° 7 et 8, rendez-vous sur le site de l'auteur : [http://site.voila.fr/David REY](http://site.voila.fr/David_REY)

Carte d'expérimentation pour le port série

Dès que l'on prononce les mots port série, on pense tout d'abord au protocole de dialogue RS232 qui va de paire avec cette interface. On s'imagine alors la difficulté à faire communiquer un montage électronique avec un PC via ce port, à moins d'utiliser un microcontrôleur. Et bien nous allons vous démontrer qu'il est possible d'utiliser les lignes du port série comme des entrées/sorties logiques binaires standards, respectant les niveaux de tensions TTL. Ce mode d'utilisation est possible grâce à un programme informatique spécifique fonctionnant sous les versions 95 et 98 de Windows.



Le port série dispose de 3 sorties et de 4 entrées, ce qui est déjà suffisant pour piloter bon nombre d'applications électroniques. Notez que plusieurs montages parus dans les colonnes d'INTERFACES PC utilisent ce mode de communication un peu particulier mais très pratique. En effet, le port série est beaucoup plus résistant aux mauvaises manipulations que le port parallèle. Le courant délivré sur chacune des 3 sorties est limité par une résistance interne intégrée de sorte qu'il ne dépassera jamais les 20mA. Même en cas de court-circuit, le port n'est pas détruit, ce qui est loin d'être le cas avec le port parallèle ! Trois sorties qui fournissent chacune une intensité de 20mA, cela signifie qu'il est possible de faire débiter un maximum de 60mA au port série. Ce qui est bien pratique pour alimenter directement le montage connecté, la traditionnelle alimentation stabilisée devient inutile. Côté tension, chaque sortie délivre environ +/-10V. Ce niveau particulier

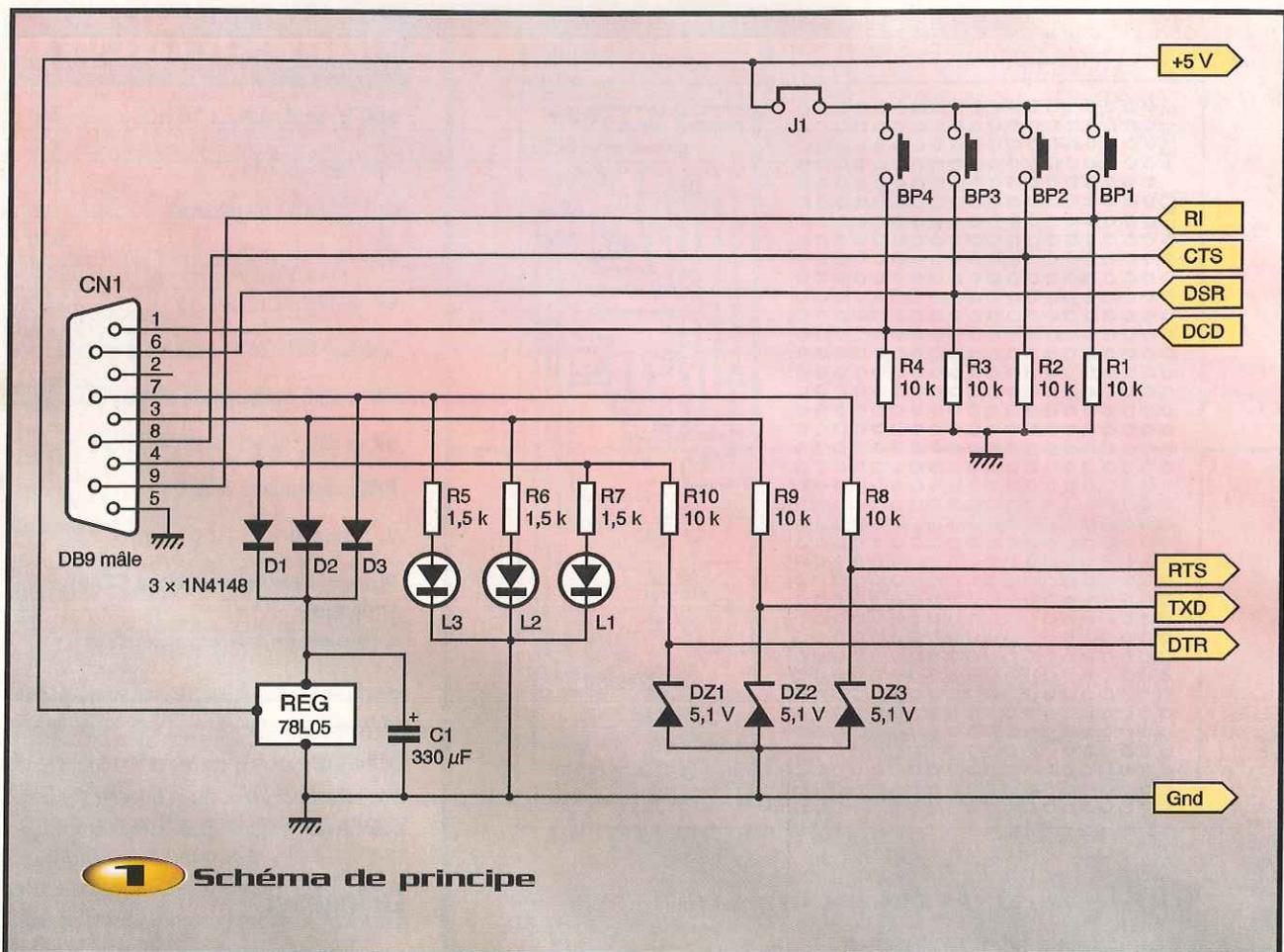
permet d'établir des liaisons fiables, même avec des câbles relativement longs. Une tension de -10V code un niveau logique haut alors qu'une tension de +10V code un niveau logique bas, voilà pour la théorie. La pratique montre que les entrées d'un port série s'accommodent très bien de tensions TTL, 0 ou +5V. On peut donc directement relier n'importe quelle sortie d'un circuit intégré délivrant une tension TTL, pour peu que le câble de liaison ne dépasse pas le mètre. Pour mettre tout ceci en pratique, nous vous proposons de réaliser une carte d'expérimentation d'une très grande simplicité, puisqu'elle ne comporte aucun circuit électronique intégré !

Schéma électrique (figure 1)

Les sorties :

Les 3 sorties disponibles sont TXD (broche 3), RTS (broche 7) et DTR

(broche 4). L'état logique de chaque sortie est signalé par une simple LED connectée en série à une résistance de 1,5 k Ω . Lorsque la sortie délivre une tension de +10V, le courant délivré à la LED est de 7mA, elle est alors allumée. Pour une tension de -10V, la LED est bloquée. Afin de disposer de ces sorties comme des sorties standards TTL, une simple résistance associée à une diode zéner de 5,1V permet de disposer d'une tension de 0/+5V. Les sorties sont aussi utilisées pour délivrer une tension d'alimentation de +5V. Les 3 sorties sont reliées par 3 diodes 1N4148 qui forment un ou logique, évitant les courts-circuits lorsque des sorties sont de niveaux logiques différents. Le point commun est relié à l'entrée d'un classique régulateur 78105. La tension régulée disponible en sortie est de +5V pour un maximum de 60mA. Notez que si vous désirez utiliser cette alimentation, il faudra qu'il y ait



au minimum une des trois sorties qui délivre une tension de +10V afin d'alimenter correctement le circuit situé en aval. Le courant de sortie disponible est dans ce cas de 20mA.

Par exemple, si vous avez besoin des 3 entrées pour piloter votre montage, pensez que lorsqu'elles sont toutes à l'état bas, la tension délivrée par le régulateur sera nulle, votre montage ne sera plus alimenté !

Les entrées :

Les 4 entrées disponibles sont CTS (broche 8), DSR (broche 6), DCD (broche 1) et RI (broche 9). Comme il a été dit plus haut, ces entrées s'accommodent très bien d'une tension TTL, aucune électronique spécifique n'est utile pour utiliser ces entrées.

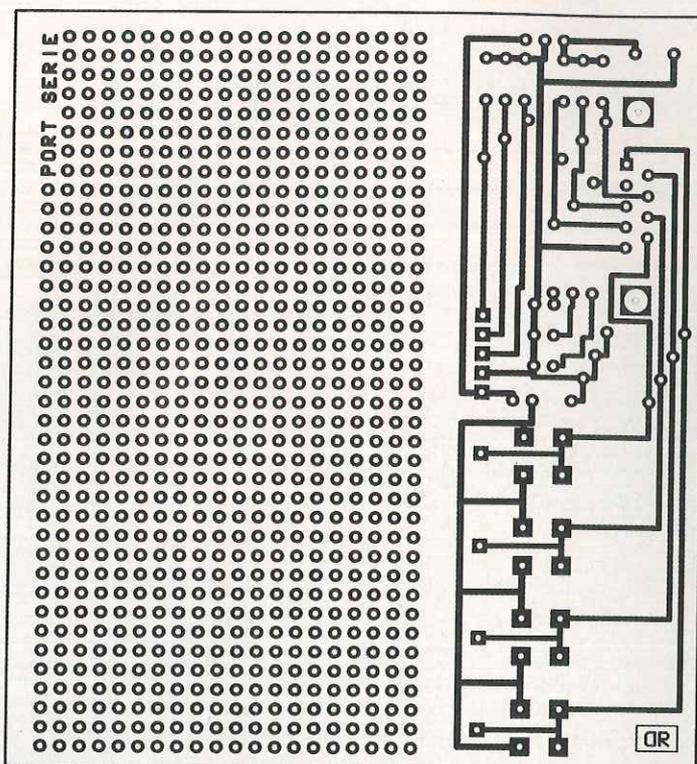
Les résistances R_1 à R_4 permettent de relier les sorties au GND. L'action sur le bouton-poussoir associe positionne l'entrée à l'état logique haut. Notez qu'il est possible de retirer le cavalier J_1 afin de neutraliser l'utilisation des boutons-poussoirs, ce qui est pratique lorsque les entrées sont utilisées par un circuit externe.

Réalisation

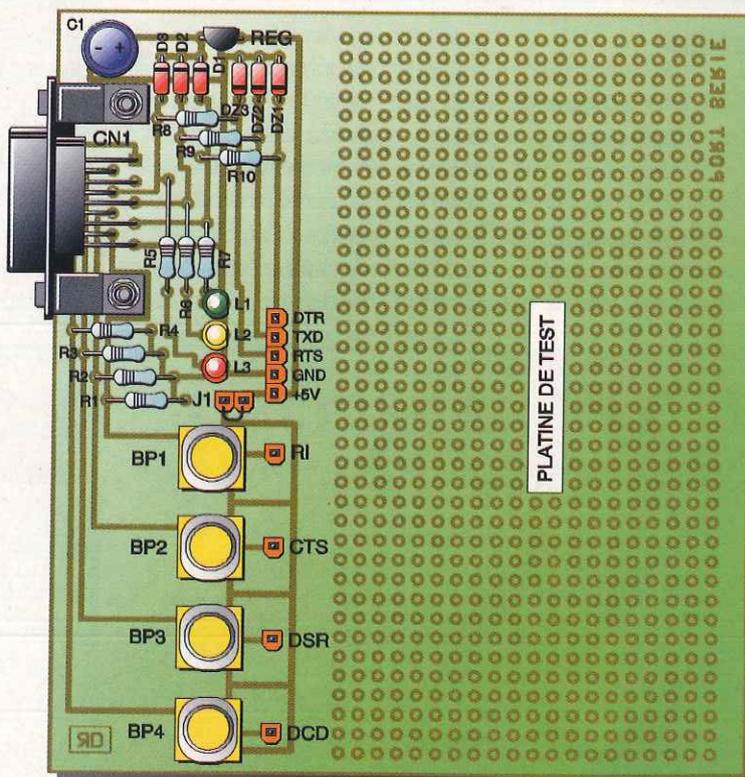
Comme le montre la **figure 2**, la gravure du circuit n'appelle pas de remarque particulière. L'implantation des différents composants s'effectuera en consultant le schéma de la **figure 3**. Il est probable que la majorité d'entre vous possède déjà dans leurs tiroirs tous les composants

nécessaires à cette réalisation. Comme d'habitude, commencez par les composants les moins encombrants : diodes, résistances... Attention à l'orientation des composants polarisés : diodes classiques et zéner, régulateur, LED, ainsi que les boutons-poussoirs. Une zone pastillée est prévue en vue de vos futures expérimentations. Il est également possible





2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

Nomenclature

R₁ à R₄ et R₆ à R₁₀ : 10 kΩ

R₅ à R₇ : 1,5 kΩ

C₁ : 330 μF/15V vertical

d₁ à d₃ : 1N4148

DZ₁ à DZ₃ : zéners 5,1V

L₁ à L₃ : LED 3mm haute luminosité

CN₁ : DB9 mâle soudé 90° pour CI

BP₁ à BP₄ : touches clavier D6

REG : régulateur 78L05

J₁ : cavalier

Plaque d'expérimentation CRAFT (CONRAD)

d'utiliser une plaque d'expérimentation du commerce. Consultez le catalogue CONRAD, vous y trouverez un modèle de la marque CRAFT qui s'adapte parfaitement à notre carte (55x166x9,5mm).

Le logiciel

La partie la plus importante de cet article est le logiciel. Développé avec la version 4 de DELPHI, il permet de piloter facilement les 3 sorties et les 4 entrées du port série en venant écrire et lire directement dans les registres concernés. Attention, le logiciel fonctionne uniquement avec Windows 95 et 98.

Parmi les 10 registres que comporte le port série, seulement 3 sont utilisés pour piloter les 7 lignes. Le premier est le registre de commande de ligne (COM+3) où seul le bit 6 nous intéresse puisqu'il permet de définir l'état de la sortie TXD. Le registre de commande de modem (COM+4) permet d'accéder aux sorties DTR bit 0 et RTS bit 1. Le dernier, appelé registre d'état du modem, (COM+6) permet d'accéder aux 4 sorties : CTS bit 4, DSR bit 5, RI bit 6 et DCD bit 7.

Pour accéder à un registre, il faut au préalable connaître son adresse. L'adresse de base du port COM1 est 1016, par exemple le registre de commande de ligne est accessible à l'adresse 1016+3 soit 1019.

Pour le port COM2, dont l'adresse de base est 760, le même registre se situe à l'adresse 760+3 soit 763. Le raisonne-

Nom	N° broche (DB9)	Entrée/Sortie	Adresse du registre	Bit concerné
TXD	3	E	COM+3	6
DTR	4	E	COM+4	0
RTS	7	E	COM+4	1
CTS	8	S	COM+6	4
DSR	6	S	COM+6	5
RI	9	S	COM+6	6
DCD	1	S	COM+6	7
PORT	Adresse de base			
COM1	COM=1016			
COM2	COM=760			

1 Définition des adresses

ment est le même pour définir toutes les adresses des registres du port série (voir **tableaux 1**).

Avec les premières versions de DELPHI, il suffisait de taper PORT[adresse] pour effectuer une lecture. Avec les versions actuelles, cette commande ne peut plus être utilisée. Désormais il faut directement écrire une partie du programme en assembleur pour venir lire et écrire dans les registres.

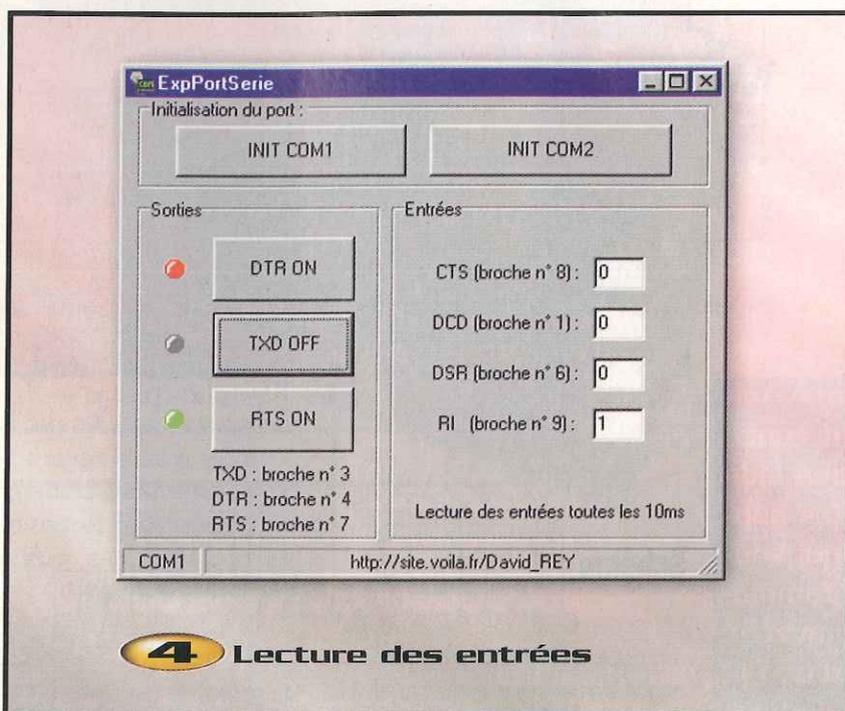
Le programme "ExpPortSerie.exe" intègre toutes les procédures et les fonctions pour piloter les lignes du port série. L'installation s'exécute en double cliquant sur le fichier "setup.exe".

Initialisez le port que vous souhaitez utiliser COM1 ou COM2, remarquez la barre au bas de la fenêtre qui indique le port qui est en cours d'utilisation. Ensuite, avec les boutons TXD, DTR et RTS, vous avez

la possibilité de définir l'état de chacune des sorties correspondantes. A chaque bouton est associée une LED virtuelle de la même couleur que celle implantée sur la platine.

Les entrées sont périodiquement lues toutes les 10ms, l'état correspondant à chacune des 4 entrées est signalé par l'affichage d'un "1" ou d'un "0". Difficile de faire plus simple !

Notez qu'à la fermeture du logiciel, les 3 sorties sont remises systématiquement



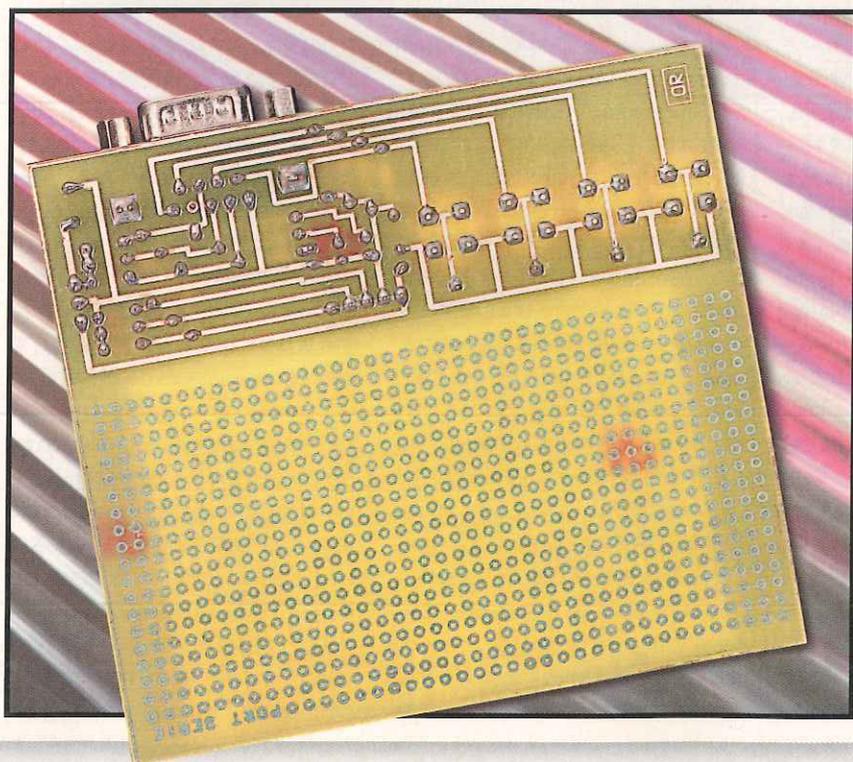
4 Lecture des entrées

à l'état bas. Voilà, maintenant à votre tour d'expérimenter une multitude de petits circuits qui sont peu gourmands en entrées et en sorties. Citons, par exemple, le capteur de température DS1621, les EEPROM de type 24CXX, les registres à décalage 4094...

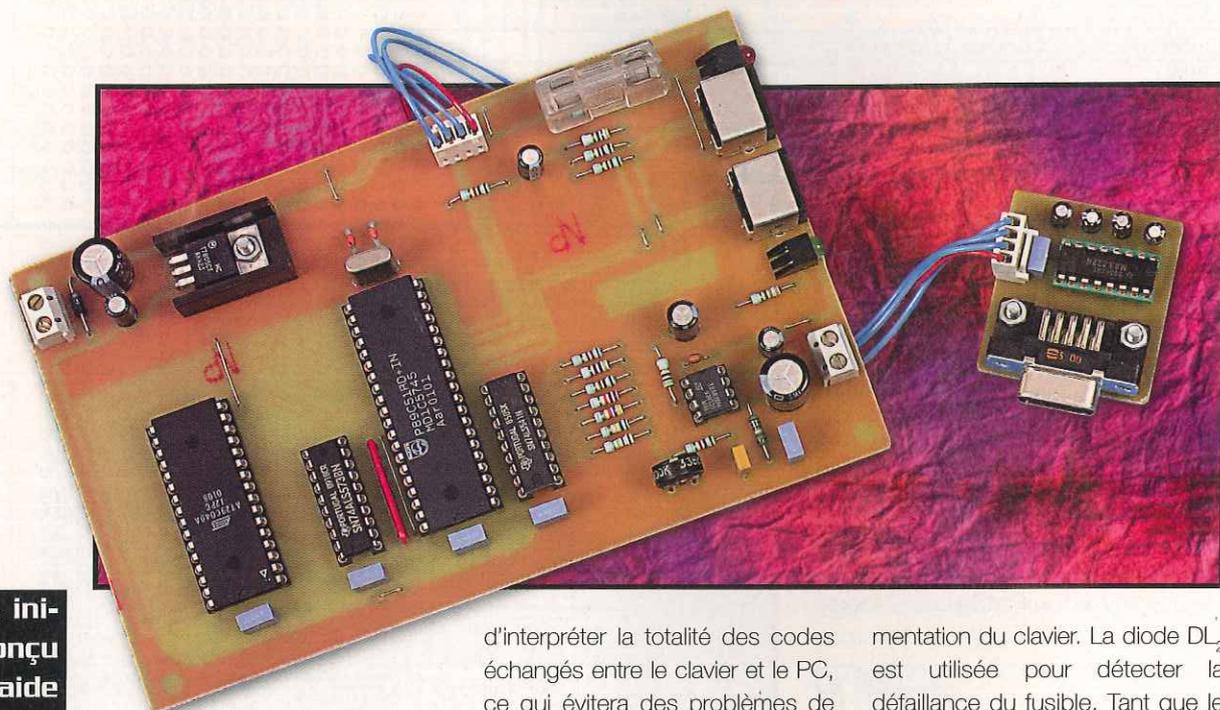
Bonnes expérimentations !

Pour vous procurer les sources de tous les programmes relatifs à ce projet, l'auteur vous invite à vous rendre sur son site Internet http://site.voila.fr/David_REY. Vous y trouverez également une DLL qui permet de piloter le port série avec d'autres langages de programmation (sous Windows 95/98).

D. REY



Faites parler vos claviers de PC



Ce montage, initialement conçu comme une aide pour les non-voyants qui souhaitent se familiariser avec le clavier d'un PC, pourra également rendre service aux utilisateurs qui tapent encore sur les touches du clavier avec deux doigts seulement. Certes, ce montage reste un gadget, mais il peut s'avérer utile lors des exercices de dactylographie ou pour les très jeunes enfants.

Schéma

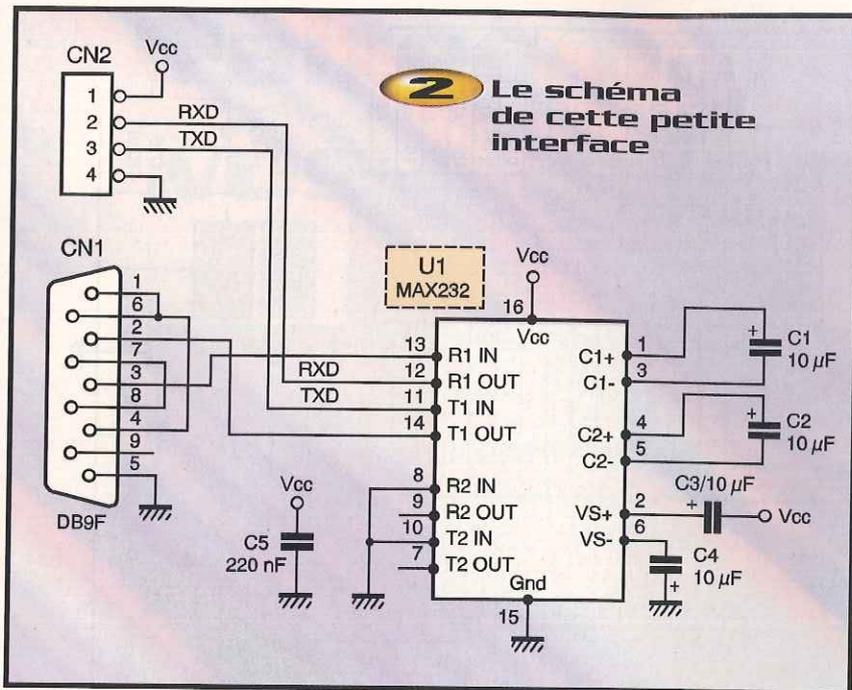
Le schéma de ce montage est reproduit en **figure 1** où l'on distingue immédiatement la structure. Un microcontrôleur P89C51RD+ est au cœur de ce montage auquel on a adjoind une mémoire flash de 512 ko qui contiendra la définition des signaux sonores à reproduire. Ce montage a été conçu pour s'intercaler sur le câble de liaison qui va du clavier vers le PC. Les signaux KBD_CLK et KBD_DATA ne font que transiter sur notre carte, entre les connecteurs CN₂ et CN₃ du montage, pour permettre au microcontrôleur d'espionner le dialogue en vue de déterminer quelles sont les touches du clavier qui ont été enfoncées par l'utilisateur. Bien entendu, le programme du microcontrôleur se gardera d'interférer avec les signaux KBD_CLK et KBD_DATA, afin de ne pas perturber le dialogue qui a lieu entre le clavier et le PC. Ainsi, notre montage n'aura pas nécessairement besoin

d'interpréter la totalité des codes échangés entre le clavier et le PC, ce qui évitera des problèmes de compatibilité avec certains claviers qui possèdent des touches de fonctions spécifiques.

En situation normale, c'est le PC qui fournit l'alimentation 5V nécessaire au clavier. Nous n'avons pas voulu alimenter notre montage à partir du 5V issu de la carte mère du PC pour éviter tous les problèmes potentiels qu'un tel mode d'alimentation pourrait engendrer. Certaines cartes mères de PC disposent d'un picrofusible sur l'alimentation du clavier et la moindre fausse manipulation rendrait le PC inutilisable. Pour notre montage, le 5V, fourni par la carte mère du PC, servira uniquement à allumer la diode LED DL₁, pour indiquer que le montage est bien connecté au PC.

Du coup, sur notre schéma, l'alimentation du clavier est dérivée du régulateur REG₁ qui fournira également le 5VDC nécessaire au microcontrôleur et aux circuits associés. Toujours dans le but d'éviter certains désagréments, en cas de fausse manipulation, nous avons ajouté le fusible F₁ en série avec l'ali-

mentation du clavier. La diode DL₂ est utilisée pour détecter la défaillance du fusible. Tant que le fusible F₁ est bon, il shunte la branche R₁/DL₂ de sorte qu'aucun courant ne traverse la diode LED. Si jamais le fusible est détruit, le courant, fourni sur CN₃, passera nécessairement par R₁ et DL₁ ce qui aura pour conséquence d'allumer plus ou moins la diode LED, selon la charge qui est connectée sur CN₃. La résistance R₁ limitera le courant pouvant circuler dans la diode LED, de sorte que, même en cas de court-circuit franc sur CN₃, il n'y a pas de risque pour DL₂ et REG₁. Pour le reste, la mise en œuvre du microcontrôleur est tout à fait classique. L'oscillateur de ce dernier est mis à profit grâce au quartz QZ₁ et ses 'condensateurs de pieds' C₈ et C₉, tandis que le signal de remise à zéro est produit à l'aide d'une simple cellule R/C formée de R₁₀ et C₄. Notez au passage que ce montage n'est pas équipé d'un superviseur d'alimentation et, qu'à ce titre, il peut parfois être nécessaire de débrancher puis rebrancher le câble d'alimentation, au niveau de CN₅, pour débloquent le fonctionnement

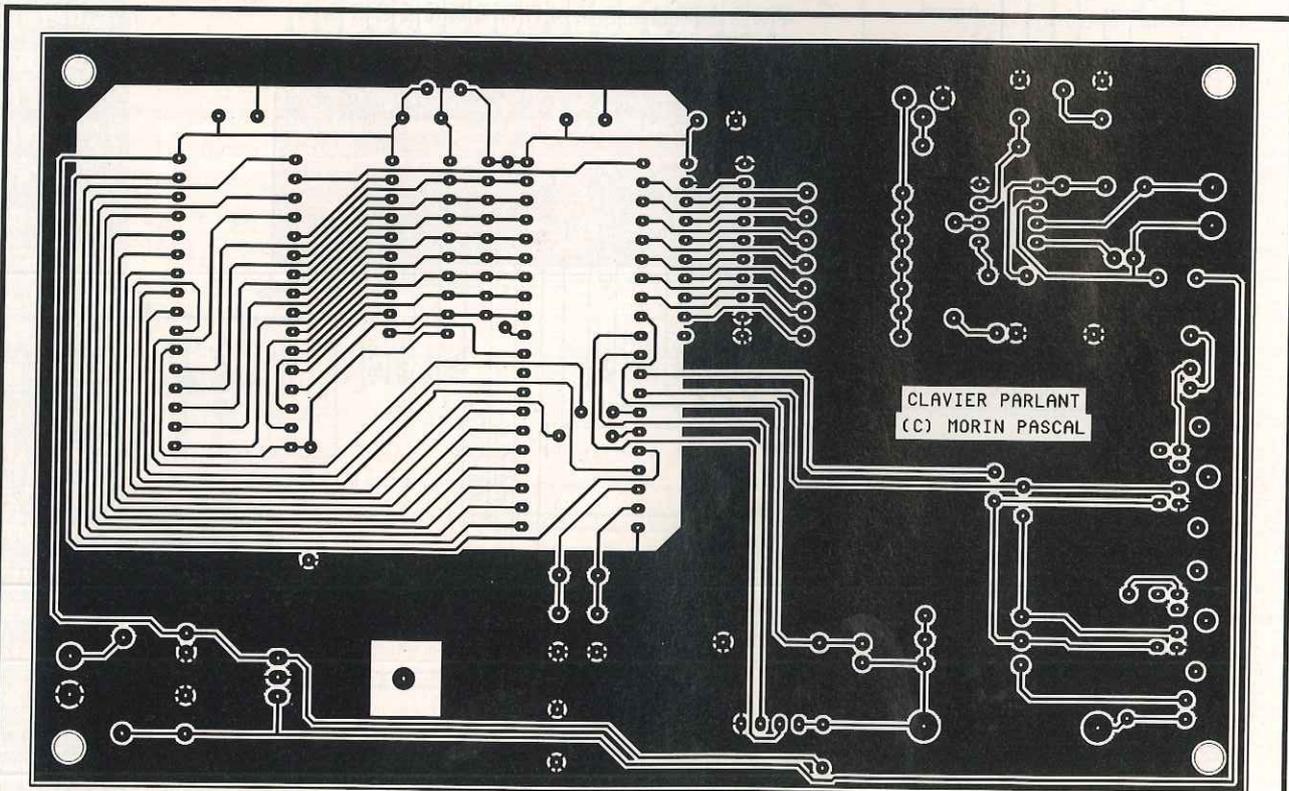


du montage (en particulier si le bloc d'alimentation utilisé a un temps de montée très lent).

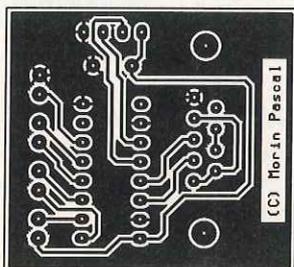
L'UART du microcontrôleur sera utilisée pour assurer le dialogue avec le port RS232 d'un PC. Cette fonction ne sera mise à profit que pour programmer la mémoire flash 'in-situ'. Cette fonction étant censée ne servir qu'une fois dans la

vie du montage, nous avons préféré reléguer le MAX232, nécessaire à la mise en forme des signaux RX et TX, sur une petite platine annexe qui sera raccordée sur CN₁. Le schéma de cette petite interface est reproduit en **figure 2**. Ainsi, vous pourrez éventuellement réutiliser l'interface MAX232 pour d'autres montages. Le microcontrôleur P89C51RD+, qui dis-

pose pourtant d'une mémoire flash de 64ko, n'a pas assez de mémoire pour contenir la définition des signaux sonores à reproduire. C'est pour cette raison que nous lui avons adjoint une mémoire AT29F040. Du coup, on pourrait penser qu'il n'est plus nécessaire de faire appel à un P89C51RD+ et que l'on peut remplacer le microcontrôleur par un simple 87C51 ou 87C52. Ceci ne sera pas possible ici car le programme qui anime le montage utilise la mémoire RAM étendue du P89C51RD+ (1 ko de RAM interne). En ce qui concerne le choix de la mémoire AT29F040, il a été dicté par le souci de pouvoir diffuser un message sonore de 1 seconde maximum par touche enfoncée. Avec une fréquence d'échantillonnage du signal sonore de 8 kHz, ce qui correspond à la qualité d'une liaison téléphonique, il faudrait une mémoire de 816 ko pour être en mesure d'associer un échantillon sonore aux 102 touches d'un clavier classique. Avec les 512 ko de notre mémoire flash, nous serons en mesure de traiter seulement 64 touches maximum. En réalité, notre montage ne traitera que les codes ASCII allant de A à Z, les caractères accentués et les touches du pavé numériques. En com-

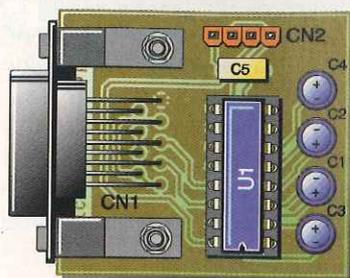


3 Tracé du circuit imprimé



5

Tracé du circuit imprimé



6

Implantation des éléments

travaillent en tâche de fond pour gérer l'état des lignes KBD_CLK et KBD_DATA. Dans ces conditions, vous comprendrez qu'il n'est pas utile de chercher à améliorer la qualité du convertisseur numérique/analogique.

Une fraction du signal analogique est prélevé sur AJ₁. Le signal est ensuite filtré, par un filtre RC destiné à atténuer le bruit lié aux imperfections évoquées dans le paragraphe précédant, avant d'attaquer un petit amplificateur BF articulé autour de U₂. Le circuit U₂ n'est autre qu'un fidèle TBA820 qui est parfaitement adapté au pilotage d'un petit haut-parleur de 8 Ω de faible puissance. Notez que nous avons choisi de monter le TBA820 dans sa configuration minimum, c'est à dire avec le haut-parleur relié au +12V et un condensateur de 220 μF monté en série pour éliminer la composante continue qui serait néfaste au haut-parleur.

Nomenclature Carte d'interface RS232

CN₁ : connecteur SubD 9 points femelle, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé

(ex. : réf. HARTING 09 66 112 7601)

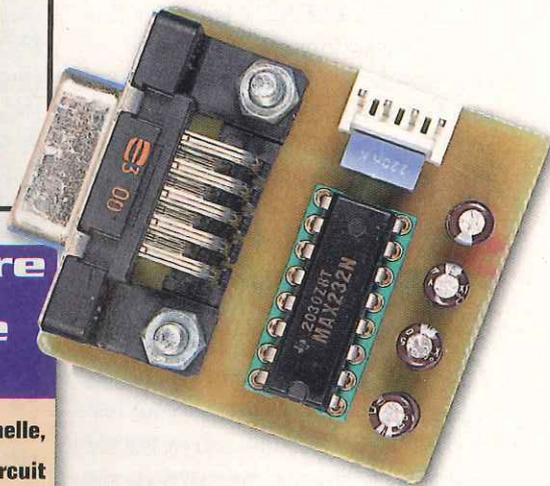
CN₂ : embase mini-KK 4 contacts, coudée, à souder sur circuit imprimé (réf. MOLEX 38-00-1334)

C₁ à C₄ : 10 μF/25V sorties radiales

C₅ : 220 nF

U₁ : driver de lignes MAX232

Enfin, précisons que le montage sera alimenté par une tension de 12VDC qui n'a pas besoin d'être stabilisée. Par exemple, vous pourrez utiliser un bloc d'alimentation d'appoint pour calculatrice capable de fournir 300mA sous 12VDC. La diode D₁ permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation.



Réalisation

La réalisation du montage nécessite deux circuits imprimés de dimensions raisonnables. Le dessin du circuit imprimé de la carte principale est reproduit en **figure 3** et la vue d'implantation associée en **figure 4**. Le dessin du circuit imprimé de la carte d'interface RS232 est reproduit en figure 5 et la vue d'implantation correspondante en figure 6. Cette carte n'est utile que si vous n'avez pas de programmeur pour les mémoires AT29F040.

Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne CN₁, CN₄, CN₅, D₁ et REG₁, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. Pour CN₂ et CN₃, il faudra percer les pastilles de passage des ergots avec un foret de 2,5mm de diamètre. Enfin, n'oubliez pas de percer le trou de passage des vis des connecteurs CN₂ et CN₃, ainsi que du régulateur REG₁, avec un foret de 3,5mm de diamètre.

Comme d'habitude procurez-vous les composants avant de réaliser les circuits imprimés, pour vérifier que l'implantation est possible. Cette remarque concerne essentiellement les connecteurs mini-DIN CN₂ et CN₃. Notez que vous pouvez éventuellement faire l'économie du connecteur CN₃ si vous décidez de récu-

Form1

Transformation des fichiers Wav pour l'interface Clavier Parlant (C) 2001-2002 Morin Pascal

Traitement: a.wav
 Traitement: b.wav
 Traitement: c.wav
 Longueur du fichier c.wav ajustée à 1s
 Traitement: d.wav
 Traitement: e.wav
 Longueur du fichier e.wav ajustée à 1s
 Traitement: f.wav
 Traitement: g.wav
 Longueur du fichier g.wav ajustée à 1s
 Traitement: h.wav
 Traitement: i.wav
 Traitement: j.wav
 Longueur du fichier j.wav ajustée à 1s
 Traitement: k.wav
 Traitement: l.wav

WaveToBin

Fin

7

Concaténation des échantillons sonores

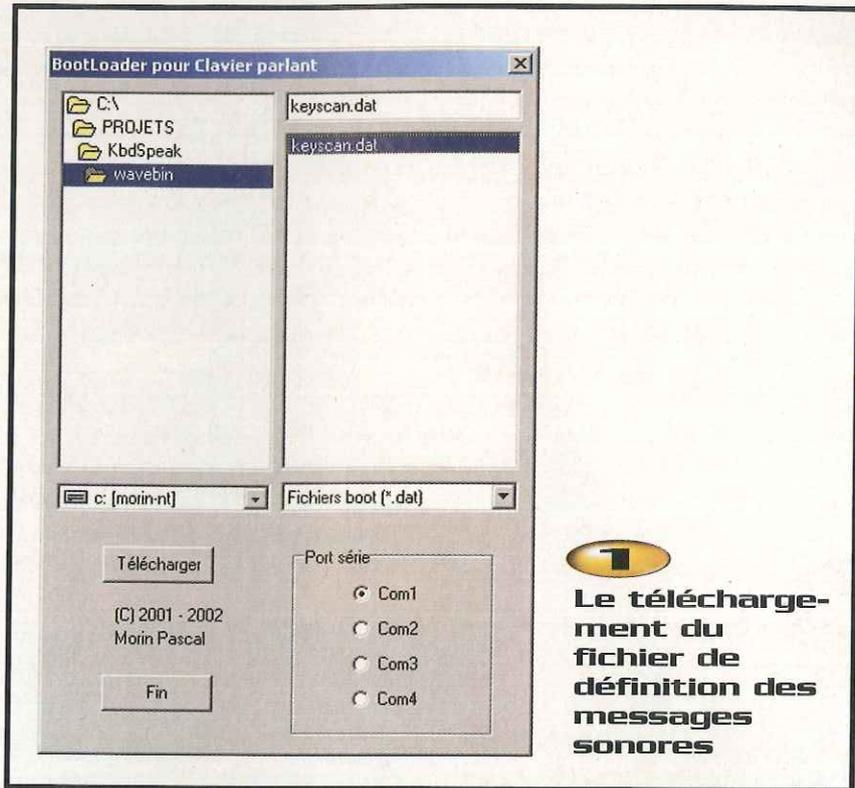
pérer le câble d'un vieux clavier pour souder les fils directement sur le circuit imprimé de notre montage. Dans ce cas de figure, il peut être utile d'immobiliser le câble à l'aide d'une attache rapide pour éviter que les fils ne se cassent au fil de temps.

Pour le reste, vous ne devriez pas avoir de difficulté particulière lors de l'implantation. Soyez tout de même attentifs au sens des condensateurs et des circuits intégrés. Respectez scrupuleusement le découplage des lignes d'alimentations si vous voulez éviter les mauvaises surprises, surtout si vous devez programmer la mémoire flash 'in-situ'.

N'oubliez pas les 8 straps du circuit principal qu'il est préférable d'implanter en premier pour des raisons de commodité. En ce qui concerne le circuit imprimé de l'interface RS232, veillez bien à choisir un connecteur femelle pour CN₁, car un modèle mâle s'implante parfaitement, mais les points de connexions se retrouvent inversés par symétrie par rapport à l'axe vertical. Dans ce cas, il n'y a aucune chance pour que votre montage dialogue avec votre PC, à moins de fabriquer un câble spécial pour rétablir l'ordre voulu. Rappelons que, pour fabriquer le câble nécessaire pour relier notre montage à un PC, il vous suffira de relier un connecteur DB9 mâle à un connecteur DB9 femelle par des liaisons fil à fil (de la broche 1 à la broche 9). L'utilisation de connecteurs à sertir est plus pratique, mais les liaisons nécessaires étant peu nombreuses vous pourrez utiliser des connecteurs à souder.

Le régulateur REG₁ de la carte principale sera monté sur un radiateur ayant une résistance thermique inférieure à 17°C/W pour éviter d'atteindre une température de jonction trop élevée.

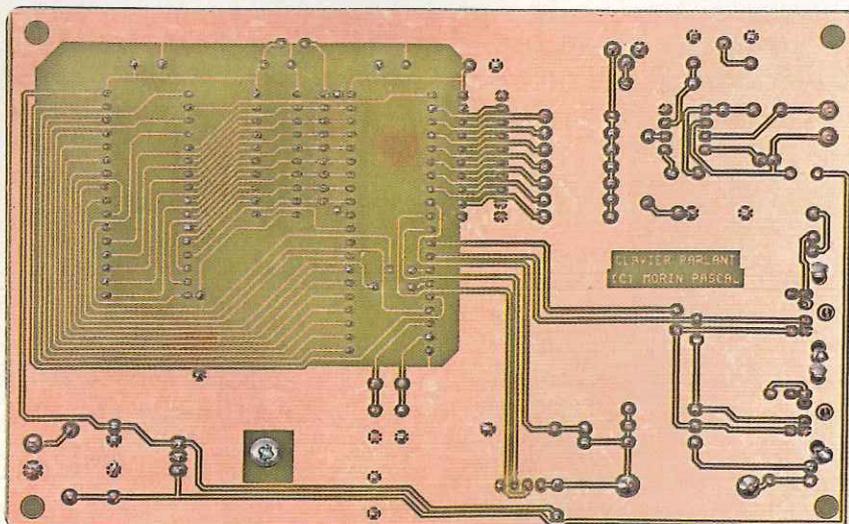
Le microcontrôleur U₄ sera programmée avec le contenu du fichier KBD-SPEAK.HEX que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur le serveur Internet (<http://www.eprat.com>). Avant de pouvoir enfin utiliser ce montage, vous devrez également programmer la mémoire flash AT29F040 avec le contenu d'un fichier de définition des échantillons sonores à reproduire. Un fichier d'exemple vous sera remis en même temps que le fichier nécessaire à la programmation du microcontrôleur. La voix



Le téléchargement du fichier de définition des messages sonores

utilisée pour produire ce fichier n'étant pas des plus suave (c'est la voix de l'auteur) vous voudrez peut-être (et même sûrement) personnaliser le fichier de définition des échantillons sonores. Pour cela, rien de plus simple ! Vous n'aurez qu'à enregistrer, à l'aide de la carte son de votre PC, les échantillons sonores dictés par la voix de votre choix. Vous devrez enregistrer chacun des échantillons dans un fichier séparé. Pour déterminer le nom à donner aux fichiers, consultez la liste des fichiers sonores qui vous seront remis. Remplacez les fichiers que vous

souhaitez modifier par vos échantillons sonores. Notez que les fichiers portant l'extension WAV doivent être enregistrés dans le format "PCM, 8,000 kHz, 8 bits, mono", sinon le programme wavebin ne saura pas les traiter. De plus, la longueur du message sonore devra être limitée à 1s, sinon le message sera tronqué. En revanche, si vous le souhaitez, le message sonore peut être plus court sans que cela ajoute un silence à la fin du message pour combler la seconde. Ceci permet d'enchaîner les messages sonores de façon plus naturelle.



Circuit principal côté cuivre

Si vous utilisez le magnétophone de Windows pour enregistrer vos fichiers sonores, pensez à lui imposer le bon format d'enregistrement en utilisant le bouton "modifier" de la boîte de dialogue "enregistrer sous", ou bien modifiez les paramètres par défaut du programme (menu "Édition/propriété du son"). Lorsque tous vos enregistrements seront prêts, il vous suffira de placer les fichiers dans le même répertoire que le programme wavebin.exe. Ce programme vous sera remis également avec les autres fichiers qui accompagnent ce montage. Lancez alors le programme wavebin et ce dernier générera les fichiers keyscan.dat et keyscan.bin qui

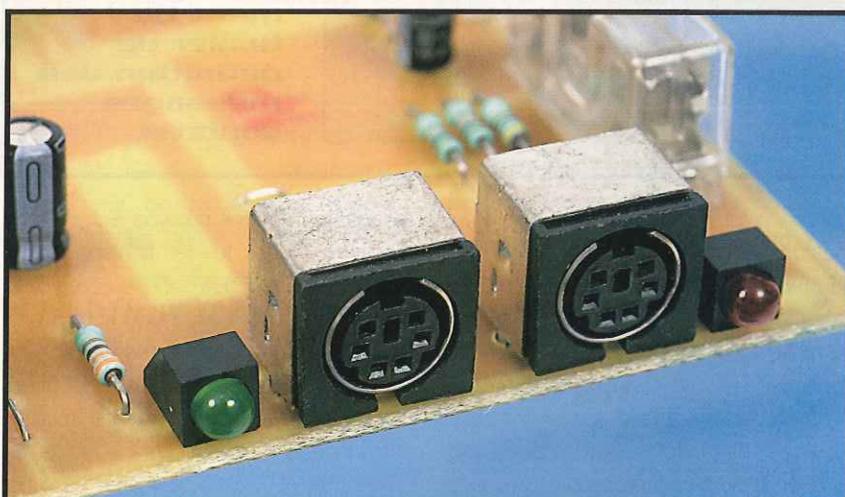
vous ne trouverez pas certains fichiers sonores parmi les fichiers qui vous seront remis avec le programme.

Pour programmer la mémoire flash, deux possibilités s'offrent à vous. Si vous disposez d'un programmeur pour mémoire AT29F040, vous devrez utiliser le fichier keyscan.bin qui contient la représentation binaire du contenu à programmer dans la mémoire. Sinon vous pourrez utiliser le programme bootload.exe (qui vous sera remis également avec les fichiers du montage) pour programmer la mémoire flash directement sur le montage en utilisant le fichier keyscan.dat. C'est dans ce cas de figure que vous utiliserez la petite interface RS232 du mon-

être interprétés comme des glitches par la mémoire flash. Pour compenser cette faiblesse du montage, l'auteur a été obligé d'implémenter une stratégie de programmation plus complexe que ce qui est habituellement nécessaire, ce qui explique le temps de programmation anormalement long que vous constaterez (environ 10 mn pour programmer la totalité de la mémoire flash). Fort heureusement, cette opération ne survient qu'une seule fois dans la vie du montage, ce qui ne devrait pas représenter une gêne insurmontable.

Si jamais la programmation de la mémoire flash, à partir de la liaison série, échoue, vous serez peut être obligé de ré-initialiser le montage (coupez l'alimentation un bref instant) avant de relancer une nouvelle tentative de programmation. Ceci est lié au protocole de communication que nous avons implémenté et pour lequel nous n'avons pas prévu une fonction de surveillance (gestion d'un timeout par exemple).

Sachez, à titre d'information, que ce montage dialogue sur la liaison série à la vitesse de 33600 bauds (8 bits de données, 1 bit de stop et pas de parité). Le montage émet sur cette liaison des caractères correspondant aux touches du clavier qui auront été identifiées. Si vous tapez plus vite que la diffusion des messages sonores, le programme se charge de mémoriser les caractères dans un buffer circulaire à 32 positions. Cependant, si vous frappez les touches du clavier vraiment trop vite, le montage risque de manquer certaines touches (ce qui n'aura aucune répercussion pour le PC puisque, rappelons-le, ce montage se contente d'espionner les lignes KBD_CLK et KBD_DATA). Ceci est dû à la charge de travail imposée au microcontrôleur pour présenter les échantillons toutes les 125µs sur P1. Si les codes de touches sont trop rapprochés dans le temps, la charge de travail instantané réalisée sous interruption augmentant, il peut arriver que le microcontrôleur manque des états sur les lignes KBD_CLK et KBD_DATA. Mais si vous êtes rapide à ce point, c'est que ce petit montage n'a plus rien à vous apporter et que vous savez très bien vous débrouiller seul pour taper sur un clavier.



Les connecteurs mini-DIN 6 points pour clavier

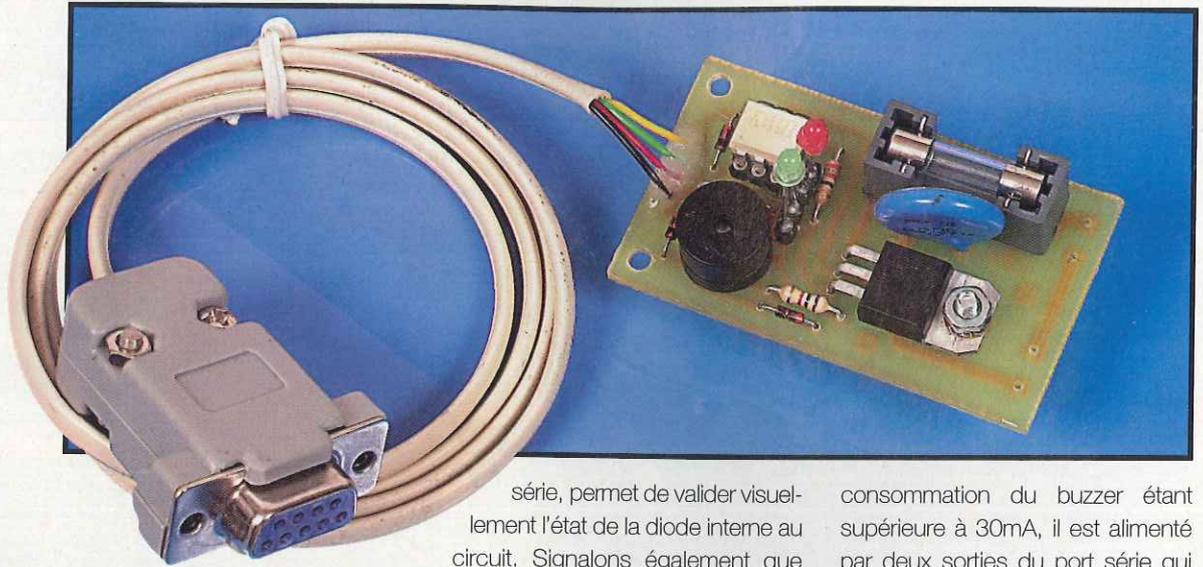
vous permettront de programmer la mémoire flash. La liste déroulante de l'écran principal du programme wavebin affiche l'état du traitement des différents fichiers. Cela vous permettra de contrôler ce qui a été fait. En particulier, il peut être intéressant de vérifier si certains fichiers sonores n'auraient pas été tronqués, ce qui se produit si le fichier est trop long.

Notez que tous les caractères ne sont pas pris en compte par le programme. Dans le but de conserver une structure logiciel compatible avec un microcontrôleur 89C51RD+, nous avons fait le choix de ne pas traiter les combinaisons obtenues à partir des touches ALT, SHIFT ou CTRL. Ce choix a une répercussion sur la touche "/" qui ne sera pas traitée non plus par notre montage (en raison des codes à l'état brut que cette touche engendre). Ceci vous explique pourquoi

vous ne trouverez pas certains fichiers sonores parmi les fichiers qui vous seront remis avec le programme. Notez toutefois que la programmation de la mémoire flash à l'aide du programme bootload est excessivement longue en raison d'une particularité. En effet, les mémoires AT29F040 disposent d'un mécanisme 'anti-glitch' qui protège la mémoire contre les cycles d'écritures intempestifs. Dans la pratique c'est une très bonne chose, sauf que dans notre cas de figure la qualité des signaux électriques de notre appareil n'est pas parfaite en raison des impératifs du routage qui a été réalisé sur un substrat simple face. Du coup, le filtrage des alimentations des circuits logiques du montage est loin d'être idéal, ce qui n'est pas en notre faveur vis à vis du mécanisme 'anti-glitch'. Lors de la mise au point du logiciel, l'auteur a constaté que le signal WR issu du microcontrôleur arrivait au niveau de la mémoire flash entaché de quelques oscillations parasites qui peuvent parfois

P. MORIN

Minuterie pour insoleuse



L'insolation est une phase très importante dans la réalisation d'un circuit imprimé. La qualité du résultat dépend étroitement du temps d'exposition au rayonnement ultraviolet, qui doit être le plus précis possible, mais qui peut varier suivant la marque et le type de plaque présentabilisée choisi. L'utilisation d'une minuterie s'impose donc à tout électronicien désireux graver ses circuits.

Celle présentée ici a la particularité de fonctionner de concert avec un ordinateur. Le port série est mis à contribution pour piloter avec précision votre insoleuse U.V. Un programme tournant sous Windows 95 et 98 permet de vérifier d'un coup d'œil le temps qu'il vous reste avant de pouvoir plonger le circuit dans le bain de perchlorure.

Partie électronique (figure 1)

La commande de la carte s'effectue par 3 sorties du port série, TXD (broche 3), DTR (broche 4) et RTS (broche 7). L'utilisation de la tension du secteur pour alimenter l'insoleuse nous conduit à réaliser une isolation galvanique afin de protéger correctement l'ordinateur. Cette isolation est réalisée à l'aide d'un optocoupleur (du type MOC3041), un tel circuit se compose de deux parties distinctes (isolation galvanique de 7500V) : la première est constituée d'une diode infrarouge qui va venir mettre en conduction le triac contenu dans la deuxième partie. Le courant de l'ordre de 20mA, nécessaire à l'activation de la diode infrarouge, est généré par la sortie TXD associée à la résistance R_1 d'une valeur de 1 k Ω . La diode L_1 , mise en

série, permet de valider visuellement l'état de la diode interne au circuit. Signalons également que l'optocoupleur dispose d'un détecteur de passage à zéro, ce qui évite la génération de parasites. Le triac est mis en conduction au moment où la tension du secteur est nulle. La faible puissance du triac interne à l'optocoupleur ($I_{max}=100mA$) ne permet pas une alimentation directe de l'insoleuse. Un deuxième triac, mis en cascade, permet de disposer d'une puissance beaucoup plus importante. Celui utilisé ici est un BTA 08-400B en boîtier TO220. Il peut fonctionner sous une tension max. de 400V et débiter un courant de 8A, ce qui est largement suffisant compte tenu de la faible consommation de la charge. Il est donc inutile de prévoir un dissipateur thermique. Cependant, il est nécessaire de protéger le triac des phénomènes d'auto-induction lors de l'établissement et la coupure du courant. C'est le rôle du composant référencé VAR qui est une varistance montée en parallèle sur le triac. Un tel composant voit son impédance chuter très fortement en présence d'une surtension (tension > tension nominale de 250V), protégeant ainsi le circuit placé en aval, en l'occurrence le triac. Un fusible de 250mA vient compléter la protection du montage. La carte comporte un buzzer qui permettra de ponctuer par un signal sonore la fin du décompte. La

consommation du buzzer étant supérieure à 30mA, il est alimenté par deux sorties du port série qui sont DTR et RTS. Il intègre toute l'électronique nécessaire à son fonctionnement, de sorte qu'une simple diode bloquant la tension inverse suffit à son utilisation. Sur la broche RTS, une LED mise en série à une résistance de 1 k Ω signalera, visuellement cette fois, la fin du décompte.

Réalisation

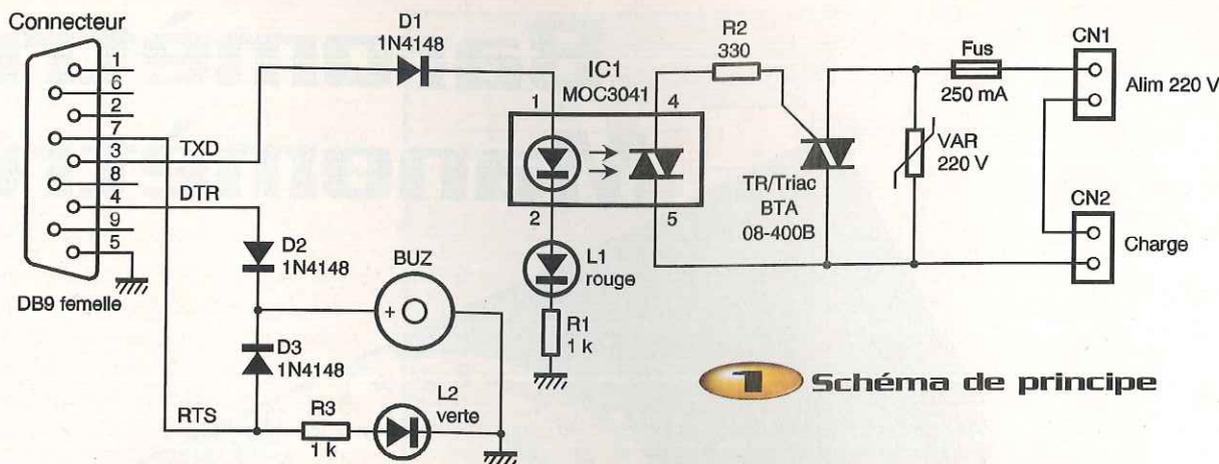
Vous trouverez figures 2 et 3 le tracé et le schéma d'implantation des composants.

Encore un peu de patience, c'est la dernière fois que vous avez besoin de surveiller votre montre pour chronométrer l'insolation d'un circuit !

La réalisation ne doit pas poser de problème. Soyez vigilant sur l'orientation des diodes 1N4148 et du buzzer.

Gardez à l'esprit que la tension du secteur est présente sur plusieurs pistes de la carte, il est donc impératif de ne pas utiliser le montage à nu. Un boîtier/prise est idéal pour cette application. Il s'intercalera facilement entre la prise secteur et votre insoleuse.

La connexion de la carte au port série pourra s'effectuer à l'aide d'un câble disposant au minimum de 4 conducteurs, la longueur pourra atteindre plusieurs dizaines de mètres. Vous soudez à une des extrémités un connecteur DB9 femelle. L'autre extrémité sera direc-



1 Schéma de principe

Nomenclature

R₁, R₃ : 1 kΩ

R₂ : 330 Ω

D₁ à D₃ : 1N4148

IC₁ : MOC3041

TR : TRIAC BTA 08-400B

VAR : varistance 220V

Fus : porte fusible + fusible 250mA

L₁, L₂ : LED 3mm (rouge et verte)

Buz : buzzer avec électronique intégrée (U=12V / I=30mA)

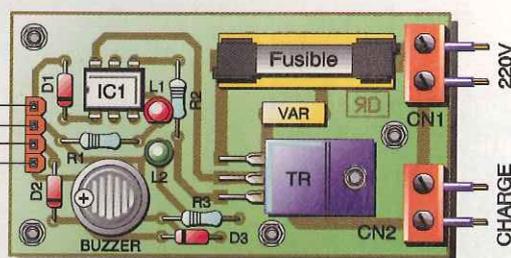
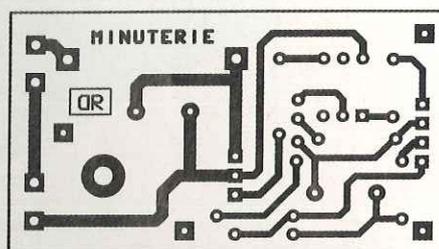
Connecteur DB9 femelle à câbler

Mise en coffret

Boîtier prise 220V

2 fiches banane femelle

2 3 Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments



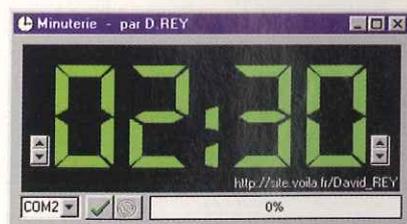
TXD (broche 3)
GND (broche 5)
DTR (broche 4)
RTS (broche 7)

tement soudée sur la carte.

Il peut arriver que le buzzer ait du mal à s'amorcer si l'intensité délivrée par le port série est insuffisante, il suffit dans ce cas de souder (côté cuivre) un condensateur tantale ou chimique d'environ 20 µF/16V aux bornes du buzzer. L'énergie ainsi stockée suffit à mettre correctement en résonance le disque piézo.

Logiciel

Le logiciel accompagnant le montage "Minuterie.exe" a été développé avec la version 4 de DELPHI, il s'utilise dans l'environnement Windows 95 ou 98. Il inclut l'unité "PortSerie.pas" qui permet l'utilisation du port série hors protocole RS232. L'installation est d'une extrême simplicité puisqu'il suffit de cliquer sur le fichier "setup.exe", suivez les instructions affichées à l'écran. Une fois l'installation terminée tous les fichiers relatifs au programme se trouvent dans le répertoire



que vous avez choisi. Un double click sur l'exécutable "Minuterie.exe" et une fenêtre apparaît à l'écran. Sélectionnez tout d'abord le port série sur lequel vous avez connecté le montage, par défaut c'est le port COM2 qui est proposé. Ensuite, réglez le temps d'exposition à l'aide des boutons toupie (spin edit), notez que le réglage des minutes et des

secondes est indépendant. Cliquez sur le bouton vert, votre inssoleuse est alors mise sous tension pour la durée que vous avez spécifiée. La LED rouge de la carte signale que l'insolation est en cours. A la fin du décompte, l'afficheur indique la valeur 00:00 et l'inssoleuse est mise hors tension. Le buzzer est activé jusqu'à ce que vous cliquiez sur le bouton rouge. Tous les paramètres de configuration sont mémorisés dans le fichier "config.ini" ainsi, à chaque utilisation du logiciel, vous retrouvez tous les réglages précédemment sélectionnés.

Il est évident que le pilotage d'une inssoleuse n'est qu'une des nombreuses utilisations de notre minuteur. Il peut s'employer avec n'importe quel appareil électrique 220V ayant une puissance inférieure à 300W. Pour des charges consommant une puissance plus importante, il faudra munir le triac d'un dissipateur thermique ou utiliser un modèle de triac supérieur si la charge dépasse les 3200W.

Baromètre Manomètre



La prévision météorologique est une des activités quotidiennes des français et la réalisation d'interfaces PC, celle de nos lecteurs. Alors, gageons que ce nouveau montage (avec ses deux logiciels sous Windows) ravira le plus grand nombre, d'autant plus que sa facilité de réalisation le rend accessible à tous.

Principe

La partie sensible du montage est bien évidemment un capteur électronique de pression (IC_2). Il s'agit d'un modèle compensé en température fabriqué par MOTOROLA : le MPX2200. Sa gamme de mesure s'étend jusqu'à 200 kPa soit, encore, 2000 hPa. Rappelons que le symbole Pa est celui du pascal qui est l'unité officielle de mesure de pression. Le kPa signifie, bien sûr, kilo pascal (soit 1000 pascals) tandis que le hPa signifie hecto pascal (soit 100 pascals). La pression atmosphérique étant de l'ordre de 1000 hPa, les mesures en mode baromètre seront réalisées dans le milieu de gamme du capteur. En mode manomètre, on pourra mesurer des pressions jusqu'à deux fois la pression atmosphérique.

Ce capteur est alimenté par une tension continue stabilisée de 8V délivrée par le régulateur de tension IC_3 . Il délivre, en sortie, une tension proportionnelle à la pression mesurée. C'est une tension faible de 0,2 mV/kPa. De plus, cette tension est délivrée en mode différentiel

entre les sorties +Vout et -Vout du capteur (broches 2 et 4). Il y a donc nécessité de conditionner ce signal de sortie pour le rendre compatible avec le convertisseur analogique/numérique utilisé (IC_6). C'est le rôle du circuit intégré IC_1 qui est un double amplificateur opérationnel capable de travailler avec une tension d'alimentation simple. Il est, lui aussi, alimenté en 8V.

A la sortie 7 de IC_1 , on récupère une tension qui, en volts, est donnée par la relation $U_s = 0,5 +$

$0,002 \times \text{Pression}$ (en hPa). Ainsi, on aura une tension à l'entrée du convertisseur IC_6 comprise entre 0,5V et 4,5V pour des pressions comprises entre 0 et 2000 hPa. Cette sortie analogique (K3) est disponible sur le circuit imprimé pour celui qui voudrait l'envoyer vers un voltmètre (minimum 4000 points) ou un système d'acquisition (12 bits) acceptant cette gamme de tension. Cette partie analogique du montage provient d'une note d'application du fabricant.



Le circuit MAX 1241 (CAN 12 bits)

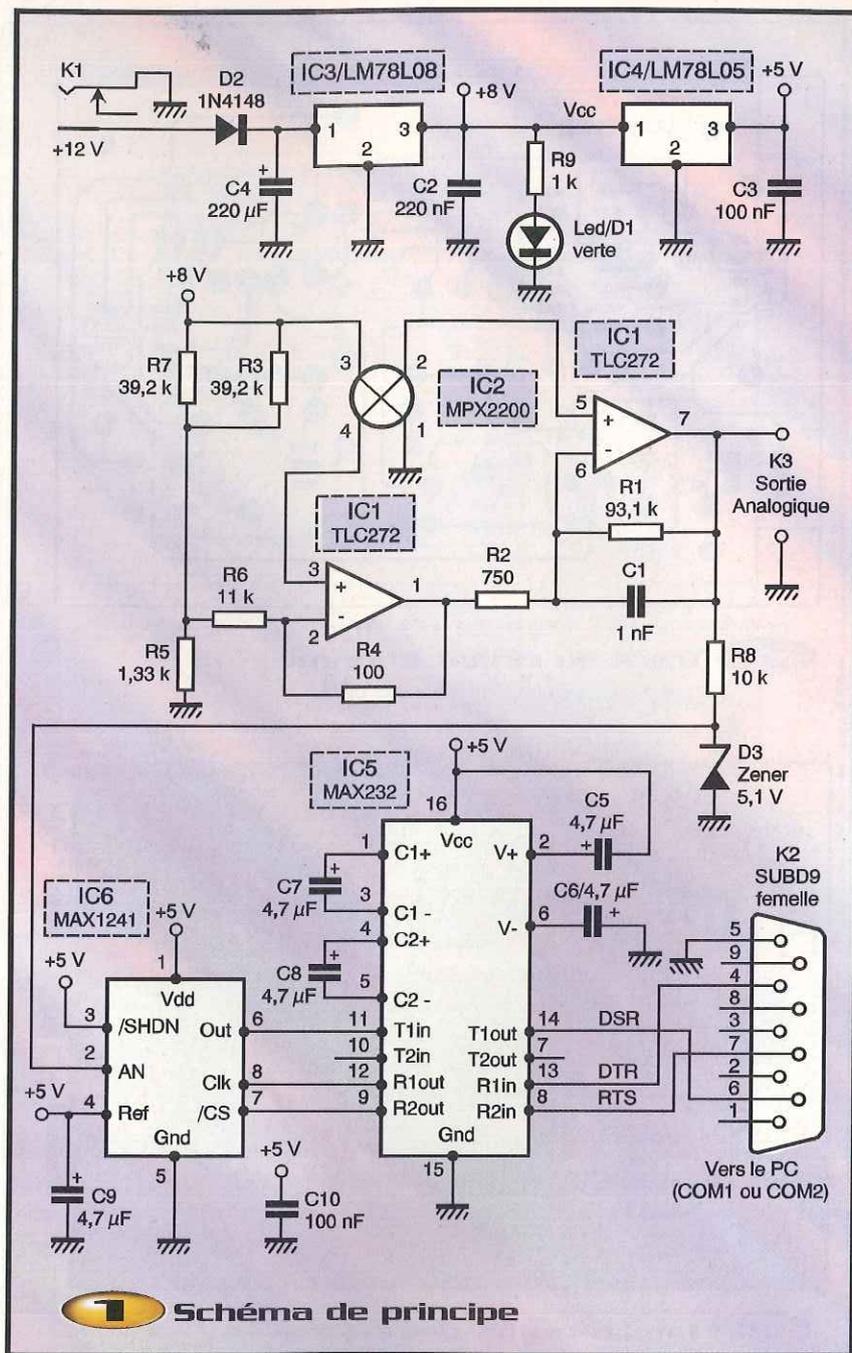
Le montage se poursuit par un convertisseur analogique/numérique. Pour pouvoir mesurer les faibles variations de tension, on a du utiliser un convertisseur sur 12 bits : le MAX1241. La mise en œuvre de ce circuit est des plus simples : un condensateur (C_9) pour renforcer la stabilité de la tension de référence (ici 5V délivrée par le régulateur IC_4). L'entrée est protégée par une résistance 10 k Ω . On a même pris la précaution de rajouter une diode zéner de 5,1V. Avec la diode D_2 de protection contre l'inversion de la polarité, on se retrouve avec un montage qui est plutôt bien sécurisé !

IC_6 délivre le résultat de la conversion sous forme sérielle. Il s'agit d'une sortie série synchrone que l'on peut, cependant, utiliser sur le port série du PC (qui lui est asynchrone) en se servant des lignes DTR, RTS et DSR. L'interfaçage entre les niveaux de sortie TTL du MAX1241 et les niveaux RS232 du port série du PC se fait classiquement avec le MAX232 (IC_5).

La source d'alimentation du montage sera un bloc secteur délivrant une tension continue stabilisée de 12V.

Baromètre ou manomètre ?

Un manomètre mesure la pression d'un gaz. C'est ce que fait également un baromètre avec la pression de l'air direz-vous ! C'est vrai, sauf qu'en ce qui concerne la météo, il y a un problème de référence. La pression atmosphérique diminue avec l'altitude (environ 1 hPa tous les 8 m). C'est d'ailleurs un moyen utilisé pour mesurer une altitude. Si vous habitez en haut d'un mont ou d'un immeuble de vingt étages, la pression de l'air y sera plus faible qu'en bas ... et pourtant le temps y est le même ! On voit donc qu'il y a nécessité de régler tous les baromètres d'un même secteur géographique de la même façon. Pour cela, Météo France indique pour chaque grande ville la valeur qu'aurait la pression atmosphérique si la ville était au niveau de la mer. On pourra, par exemple, aller voir le site www.meteo.fr ou consulter les services de météo locale. Sur un baromètre à aiguille, cela se fait avec une petite vis située à l'arrière. Sur un baromètre à mercure, on peut mesurer la pression exacte sur une règle fixe ou la pression corrigée



1 Schéma de principe

sur une plaquette que l'on déplace en fonction de l'altitude.

Si on veut utiliser le montage en manomètre, il ne faudra pas faire de correction d'altitude.

Si on veut l'utiliser en mode baromètre, cette correction sera nécessaire sauf si on est à une altitude voisine de zéro.

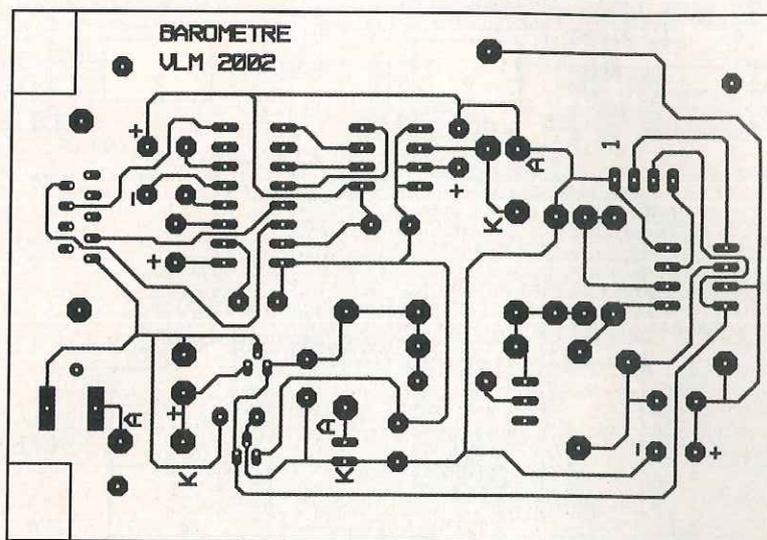
Pour cela deux possibilités vous sont offertes :

- 1) Prendre pour R_7 , une résistance fixe de 39,2 k Ω pour avoir le mode manomètre et le mode baromètre si on est situé au niveau de la mer (c'est le cas du prototype présenté ici).
- 2) Remplacer R_7 par une résistance ajustable

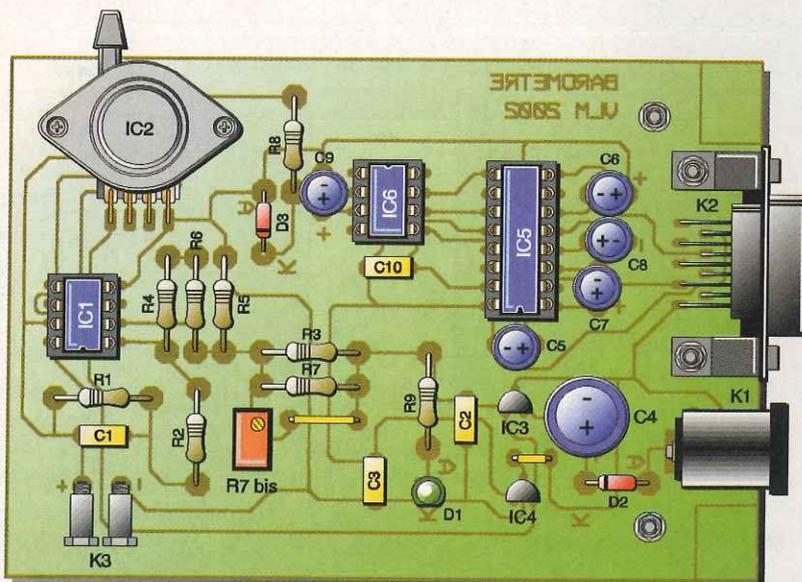
multitours de 50 k Ω (notée sur la platine R_{7bis} + le strap) pour être en mode baromètre. On préférera cette deuxième solution même si l'on habite au niveau de la mer, si l'on ne compte pas utiliser le montage en mode manomètre.

Réalisation

Comme indiqué dans l'introduction, il s'agit ici d'un circuit qui est sans difficultés particulières. On réalisera une copie du typon sur transparent ou sur calque de façon à l'insoler sur du circuit imprimé présensibilisé. Après révélation dans une solution alcaline, puis gravure dans le



2 Tracé du circuit imprimé



3 Implantation des éléments

perchlorure de fer, on pourra nettoyer la surface de protection qui reste sur les pistes de cuivre avec un solvant tel que de l'acétone. Vérifier l'absence de coupure sur une piste ou l'absence de court-circuit avec une loupe et/ou à l'ohmmètre.

Un foret de 0,70mm permettra le perçage de la majorité des trous. Penser également aux trous de fixation : il est préférable de tout percer avant l'implantation des composants.

On commencera par souder le strap situé entre IC₃ et IC₄ et également celui nommé "Strap" sur la platine si on a fait le

choix d'un montage réglable. Rappelons que, dans ce cas, R₇ ne sera pas montée mais R_{7bis} le sera.

On continuera avec les diodes (attention à ne pas les confondre et à leur orientation). Viennent ensuite les résistances. Elles sont toutes à 1% de précision sauf R₈ et R₉. Une mesure à l'ohmmètre avant implantation évitera les erreurs. On continuera avec les composants de plus en plus élevés en veillant toujours à leur orientation. Veiller à ne pas confondre IC₃ et IC₄.

Attention, le capteur de pression est monté dans un sens inhabituel : les

Nomenclature

- R₁ : 93,1 kΩ 1%
 - R₂ : 750 Ω 1%
 - R₃ : 39,2 kΩ 1%
 - R₄ : 100 Ω 1%
 - R₅ : 1,33 kΩ 1%
 - R₆ : 11,0 kΩ 1%
 - R₇ : 39,2 kΩ 1%
 - ou R_{7bis} : 50 kΩ ajustable multitours vertical (pattes en ligne)
 - R₈ : 10 kΩ
 - R₉ : 1 kΩ
 - C₁ : 1 nF MKT
 - C₂ : 220 nF MKT
 - C₃, C₁₀ : 100 nF MKT
 - C₄ : 220 µF/25V radial
 - C₅ à C₉ : 4,7 µF tantale goutte
 - D₁ : LED 3mm standard verte
 - D₂ : 1N4148
 - D₃ : zéner 5,1V
 - IC₁ : TLC272
 - IC₂ : MPX2200 AP
 - IC₃ : 78L08
 - IC₄ : 78L05
 - IC₅ : MAX232
 - IC₆ : MAX1241 ACPA
(CAN 12 bits, sortie série)
 - K₁ : embase connecteur basse tension 2,1mm pour CI
 - K₂ : SubD9 femelle coudée pour CI (éventuellement K₃ : deux douilles bananes pour châssis)
- **Penser aux supports de circuits intégrés**
- **Un cordon RS232 DB9 mâle/femelle câblé fil à fil**
- **Un bloc secteur 12V CC, fiche 2,1mm pôle positif à l'intérieur**
- **Boîtier VELLEMAN G413 (150x80x30)**

pattes seront pliées de telle façon que la pipe étant à gauche, le marquage "MPX2200" sera en dessous. Pour se repérer, le chiffre 1 est noté sur le circuit imprimé ; il correspond à la broche qui a une petite entaille circulaire.

L'ensemble du montage rentre dans un coffret plastique dans lequel on fera deux orifices pour laisser passer la LED et la pipe du capteur.

On pourra le décorer avec l'image située dans le fichier FaceAvant.bmp.

Le bloc secteur utilisé aura son pôle positif à l'intérieur de la fiche, la masse étant sur le côté extérieur.

On pourra mettre le montage sous tension avant que d'insérer les circuits intégrés sur leur support et vérifier ainsi que l'alimentation est bien distribuée : LED allumée, +8V et +5V aux bons endroits. On coupera, bien sûr, l'alimentation avant d'insérer les circuits.

La connexion au PC se fera par le port série COM1 ou COM2 avec un câble Sud9 mâle/femelle câblé droit (= fil à fil). Il ne reste plus qu'à installer les logiciels.

Les logiciels

Deux logiciels vous sont fournis : Barometre.exe et Manometre.exe. Écrits en 32 bit, ils ne pourront pas fonctionner sous une version de Windows inférieure à 95. Pour réaliser correctement leur installation :

1) Copier l'intégralité du répertoire Baromètre sur le disque dur. On pourra éven-

tuellement changer l'appellation du répertoire.

2) Ensuite, lancer à partir de ce répertoire, situé sur le disque dur, le fichier Install.bat.

3) Les logiciels sont alors installés. On pourra alors lancer l'un ou l'autre des deux logiciels fournis.

Manometre.exe donne en hPa, après sélection du bon port série, la pression

instantanée mesurée par le capteur. L'acquisition est réalisée une fois par seconde. L'affichage est de type numérique.

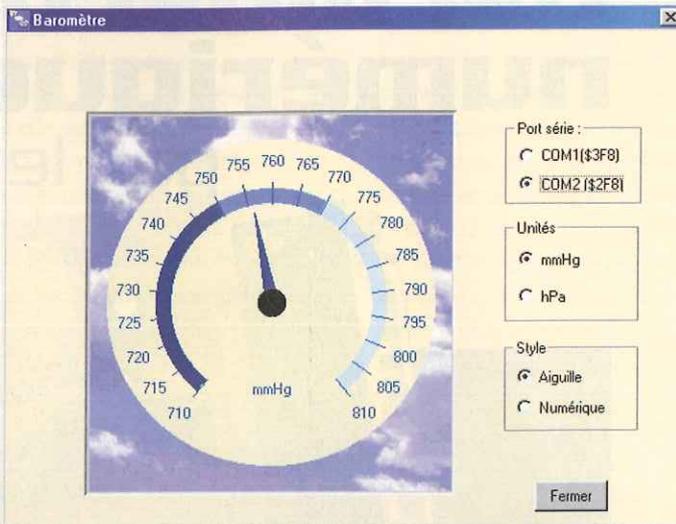
Barometre.exe donne en hPa ou en mm de mercure (mmHg) la pression atmosphérique. L'affichage est, soit par aiguille, soit numérique. Pour éviter les fluctuations dues aux erreurs d'acquisition, le logiciel réalise une moyenne glissante des mesures, ce qui fait que la valeur affichée tend rapidement vers une valeur stable. Il est évident que l'on ne doit pas utiliser ce logiciel pour des mesures manométriques sensées varier. En cas d'erreur lors de la sélection du port série, l'aiguille se bloque en position maxi. Il sera alors préférable de relancer le logiciel.

Si on a choisi l'option de la résistance ajustable R_{7bis} , on réglera la vis de cet ajustable, selon les indications météo locales, à l'aide du logiciel manomètre qui donne une réponse quasi instantanée.

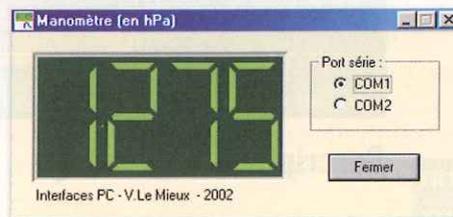
On affinera ensuite avec le logiciel Baromètre.

Bonne réalisation.

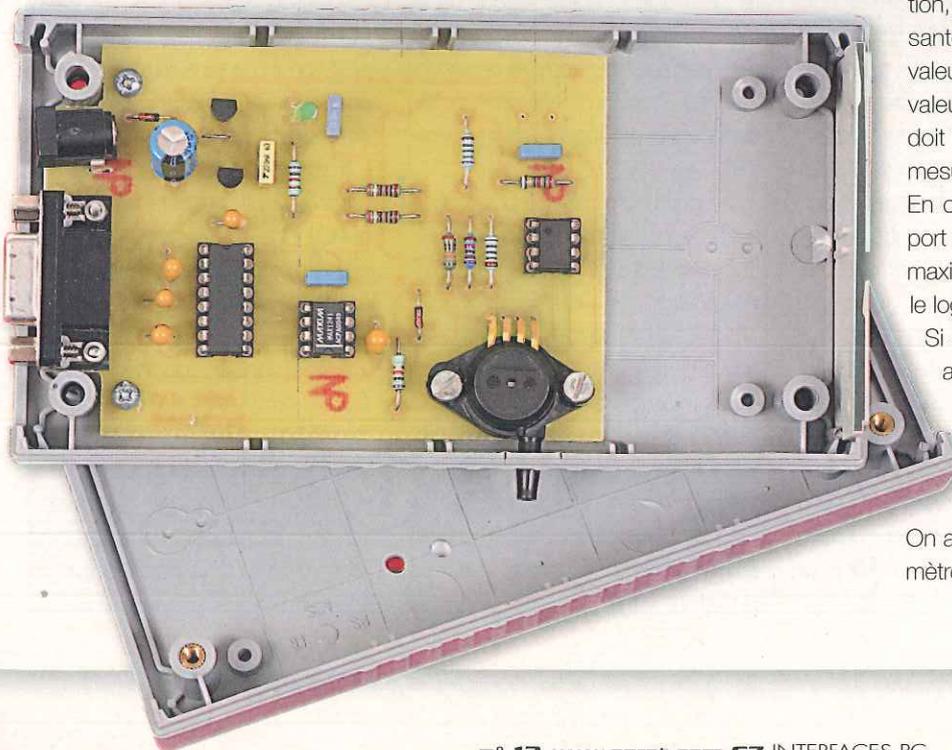
V. LE MIEUX



4 Copie d'écran du logiciel Manomètre

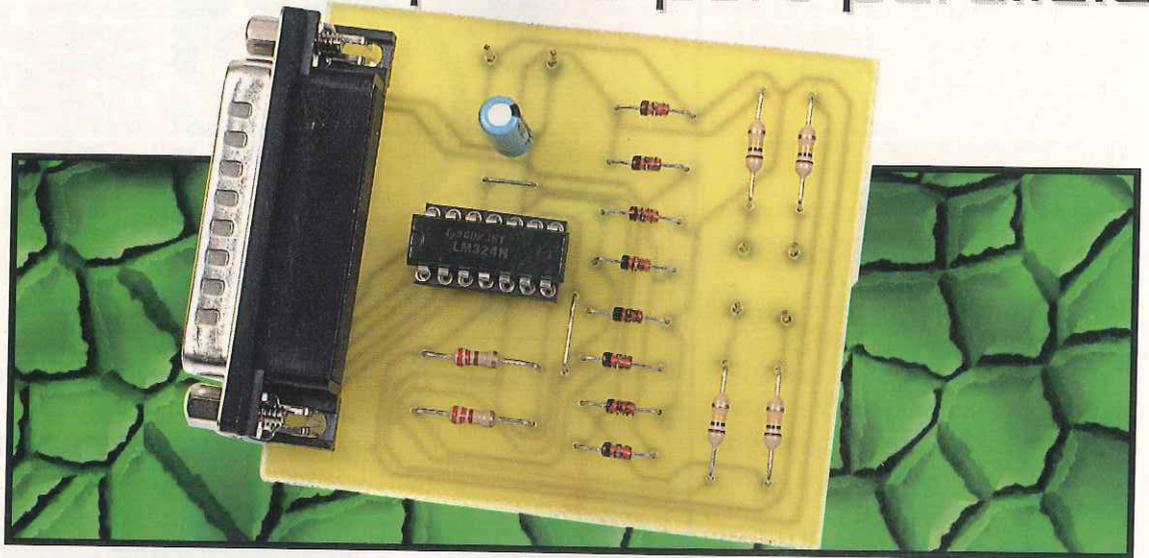


5 Copie d'écran du logiciel Baromètre



Oscilloscope numérique

par le port parallèle



Description du montage

Cet article présente un circuit habituel avec le support de son logiciel associé pour effectuer une visualisation qualitative dans le domaine des temps de quatre signaux numériques à travers une fenêtre d'affichage très facile à interpréter, en utilisant des commandes envoyées par l'intermédiaire du clavier d'un ordinateur de type PC. Afin d'accomplir cette tâche de façon la plus économique possible, le port parallèle de l'ordinateur est utilisé. Nous allons, dans une première partie, étudier les principales caractéristiques de l'amplificateur LM324, de National Semiconductor, qui est au cœur de ce montage, pour, ensuite dans une seconde partie, expliquer le fonctionnement de notre montage.

Le LM324 renferme dans un boîtier de 14 broches quatre amplificateurs opérationnels identiques et indépendants dont la **figure 1** représente la structure interne. Ce composant possède un gain élevé, une compensation en fréquence intégrée sur la puce qui a été conçue spécialement pour fonctionner à partir d'une tension d'alimentation

unique sur une large plage de tensions. Un fonctionnement avec des tensions d'alimentation symétriques par rapport à la masse est aussi possible et la faible puissance issue du courant de drain des tensions d'alimentation est indépendante de l'amplitude des tensions d'alimentation. Le LM324 possède des particularités uniques, à savoir :

- En mode linéaire, la plage de la tension d'entrée de mode commun incluant la masse et la tension de sortie peut aussi osciller autour de la masse, même si le composant opère avec une seule tension d'alimentation,
- Le gain unité en fonction de la fréquence est compensé en température,
- Le courant d'entrée de polarisation est aussi compensé en température. Les avantages qui en résultent sont les suivants :
- Élimination du besoin de fournir deux sources d'alimentation,
- Quatre amplificateurs opérationnels indépendants compensés intérieurement dans un seul boîtier,
- Il permet des détections directes près de la masse et la tension de sortie peut se situer aussi à la valeur de la masse,

- Compatible avec toutes les formes de logiques,

- La puissance fournie par son drain convient parfaitement pour des applications sur batteries.

Les caractéristiques principales du LM324 sont les suivantes :

- Compensation en fréquence interne pour le gain unité,
- Large gain en tension continue (100 dB),
- Bande-passante étendue pour le gain unité (1 MHz) compensée aussi en température,
- Large plage d'alimentation (+3V à +32V pour une tension d'alimentation unique et ±1,5V à ±16V pour une double tension d'alimentation),
- Très faible tension de courant de drain (700 μ A) essentiellement indépendante de la tension d'alimentation,
- Faible courant de polarisation en entrée (45 nA) compensé en température,
- Faible tension de décalage en entrée (2mV) et faible courant de décalage en entrée (5 nA),
- Plage de la tension d'entrée de mode commun incluant la masse,
- Plage de la tension d'entrée différentielle égale à la tension d'alimentation,

La visualisation de signaux numériques dans le domaine temporel avec un instrument de mesure tel que les oscilloscopes à mémoire, un appareil basé sur une interface PC ou tout autre équipement disponible sur le marché pour cet objectif, peut entraîner une importante dépense.

- Grande amplitude de la tension de sortie (de 0V à la tension d'alimentation -1,5V). Le champ d'applications de ce circuit intégré comprend les amplificateurs à transductance, les blocs à gain continu et tous les circuits conventionnels à base d'amplificateurs opérationnels qui peuvent être maintenant plus facilement implémentés dans des systèmes à tension d'alimentation unique.

Par exemple, le LM324 peut fonctionner directement à partir de la tension d'alimentation usuelle +5V qui est utilisée dans les systèmes numériques et qui fournit facilement l'interface électronique sans nécessiter l'ajout de tensions d'alimentation de valeurs $\pm 15V$.

En mode linéaire, la plage de tension de mode commun, inclus la masse et la tension de sortie, peut aussi varier jusqu'à la masse, même si le composant fonctionne à partir d'une tension d'alimentation unique. Le gain unité par rapport à la fréquence est compensé en température. Le courant d'entrée de polarisation peut aussi être compensé en température.

Les quatre amplificateurs opérationnels du LM324 possèdent chacun des entrées différentielles vraies et reste dans le mode linéaire avec une tension d'entrée de mode commun de 0V continu. Ces amplificateurs fonctionnent sur une large plage de tension d'alimentation avec de faibles changements dans leurs performances. A

25°C, le fonctionnement du LM324 est possible jusqu'à une tension d'alimentation minimale de 2,3V continue.

Le brochage de ce composant a été conçu pour simplifier la conception des circuits imprimés. Les entrées inversées sont adjacentes aux sorties pour tous les amplificateurs et les sorties ont aussi été placées aux quatre coins du boîtier. Des précautions doivent être prises pour assurer que la puissance d'alimentation du circuit intégré ne deviendra jamais inverse en polarité ou que le composant ne soit pas installé sur son support à l'envers, car un courant non limité apparaîtrait alors à travers les diodes polarisées en direct à l'intérieur du circuit intégré, ce qui entraînerait alors la fonte des conducteurs internes et résulterait dans la destruction du composant.

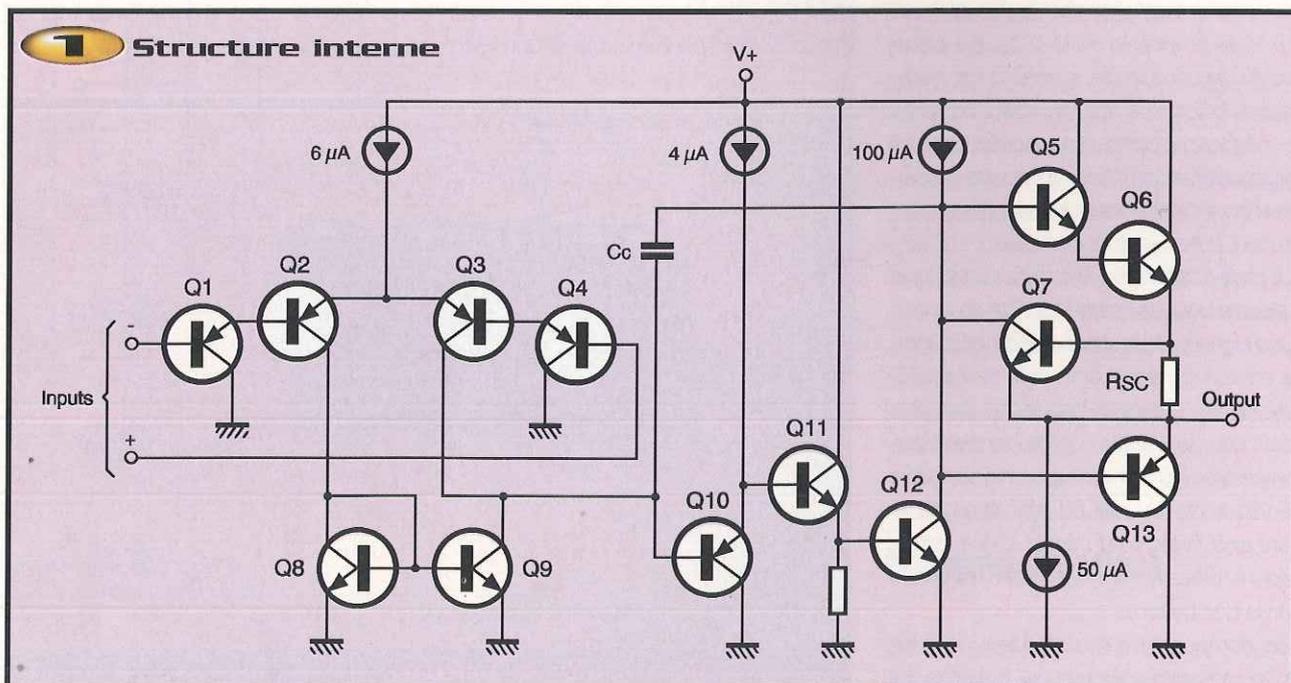
Des tensions différentielles d'entrée importantes peuvent être facilement accommodées et, comme les diodes de protection de la tension différentielle ne sont pas nécessaires, aucun courant important en entrée ne résulte de ces tensions différentielles d'entrée importantes. La tension différentielle d'entrée peut être supérieure à la valeur de la tension d'alimentation sans pour autant endommager le circuit intégré.

Des protections doivent être fournies afin de prévenir les tensions d'entrée de devenir plus négatives de -0,3V continu à 25°C.

Une diode d'entrée de clamping avec une résistance sur la broche d'entrée du LM324 peuvent être utilisées. Pour réduire la puissance d'alimentation du drain, les amplificateurs ont un étage de sortie en classe A pour les signaux à petits niveaux qui est converti en un étage en classe B pour le mode des signaux à grandes amplitudes. Ceci permet aux amplificateurs de pouvoir, à la fois, fournir et recevoir des courants de sortie importants. Par conséquent, des transistors extérieurs NPN et PNP de renforcement peuvent être utilisés pour étendre la capacité de puissance des amplificateurs de base.

La tension de sortie nécessite d'atteindre approximativement la tension de seuil d'une diode au-dessus de la masse afin de polariser correctement le transistor vertical PNP intégré à la puce pour les applications qui nécessitent un courant de sortie important. Pour des applications en régime alternatif dans lesquelles la charge est couplée capacitivement à la sortie de l'amplificateur opérationnel, une résistance doit être placée entre la sortie du composant et la masse pour augmenter le courant de polarisation en classe A et prévenir contre toute distorsion de croisement. Les charges capacitives qui peuvent être directement appliquées à la sortie de l'amplificateur opérationnel réduisent la marge de stabilité de la boucle.

Des valeurs de 50 pF peuvent être satis-



faites en utilisant le montage le plus critique qui est une connexion en boucle de réaction avec le gain unité.

Des gains en boucle fermée plus importants ou une isolation résistive doivent être utilisés si des charges capacitives peuvent être commandées par l'amplificateur opérationnel.

Le réseau de polarisation du LM324 établit un courant de drain qui est indépendant de l'amplitude de la tension d'alimentation sur une plage allant de +2 à +30V.

Les courts-circuits en sortie à la masse ou à la tension d'alimentation positive doivent être de courte durée. Le composant peut être détruit, non pas par le résultat produit par le courant court-circuité faisant fondre le métal, mais plutôt dû à l'augmentation importante de la dissipation thermique de la puce du LM324 qui pourrait entraîner d'éventuelles fissures causées par des températures de jonction excessives.

L'application directe de courts-circuits à plus d'un amplificateur opérationnel sur les quatre en même temps augmenterait la dissipation thermique jusqu'à des niveaux de destruction irrémédiable s'ils ne sont pas correctement protégés en externe avec des résistances de limitation en série avec la broche de sortie de l'amplificateur opérationnel.

La plus grande valeur de la source du courant de sortie qui est disponible à 25°C fournit une plus importante capacité du courant de sortie à des températures plus élevées. La faible empreinte du LM324, qui existe aussi en composant monté en surface, laisse de l'espace sur les circuits imprimés et permet au concepteur de réaliser des produits plus compacts, telles que les cellules pour téléphones portables, des pagers ou tout autre système portable.

Le profil abaissé de ce composant le rend utilisable pour les cartes PCMCIA de type 3. Des signaux peuvent capter du bruit entre la source du signal et l'entrée de l'amplificateur. En utilisant un boîtier physique plus petit pour le LM324, ce dernier peut être placé près du signal de source, réduisant le risque de recueillir du bruit et augmentant ainsi l'intégrité du signal. Ces produits aident l'utilisateur à préserver au maximum la vie des batteries.

Ce composant est donc idéal pour les systèmes alimentés par des batteries. Le

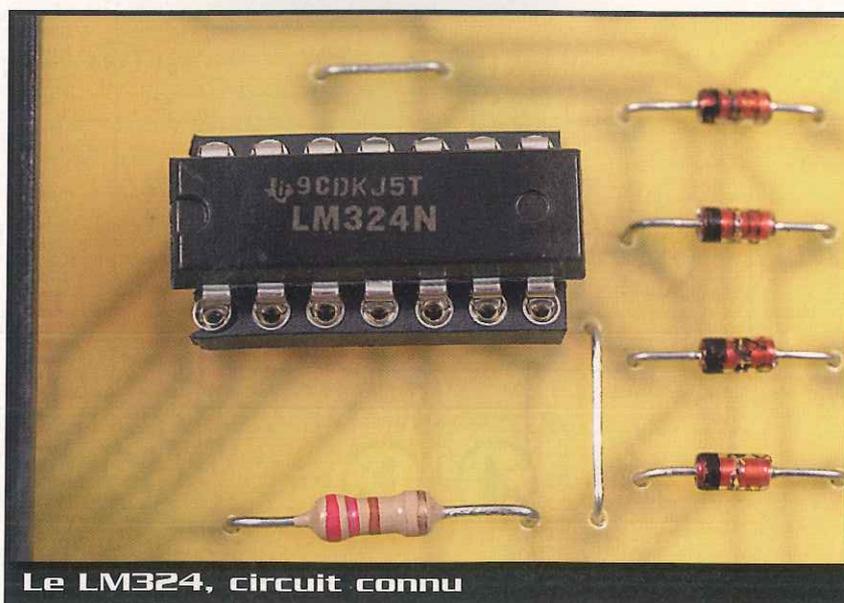
fabricant fournit des performances garanties pour des tensions d'alimentation comprises entre +2,7 et +5V. Ces garanties assurent un fonctionnement correct tout au long de la vie de la batterie. Le signal de sortie peut varier jusqu'aux limites maximale et minimale de la tension d'alimentation (rail-to-rail), ce qui procure une plage dynamique maximale pour cette sortie. Cette caractéristique est particulièrement importante pour des modes opératoires avec de faibles tensions d'alimentation. Les signaux d'entrée incluent la masse, ce qui permet une détection directe près de cette dernière lors d'un fonctionnement avec une tension d'alimentation unique. Le LM324 peut commander directement des charges de 200 pF pour un gain unité sans osciller.

Le montage en amplificateur suiveur avec gain unité est la configuration la plus sensible pour une charge capacitive. Ainsi, des charges capacitives directes réduisent la marge de phase des amplificateurs. La combinaison de l'impédance de sortie de l'amplificateur et de la charge capacitive introduit un retard de phase, ce qui en résulte soit une réponse impulsionnelle avec un amortissement trop faible, soit une oscillation.

Pour commander une charge capacitive plus élevée, il faut introduire une résistance d'isolement en série sur la broche de sortie. Ainsi, cette résistance et la charge capacitive forment un pôle pour augmenter la stabilité en ajoutant plus de marge de gain pour le système dans son

ensemble. La performance désirée dépend de la valeur de cette résistance série : plus sa valeur est élevée et plus la sortie est stable.

En ajoutant une capacité de contre-réaction, on procure au circuit une précision en régime continu ainsi qu'une stabilité en régime alternatif. De plus, en ajoutant une autre résistance de contre-réaction en parallèle à la capacité de contre-réaction, on améliore encore plus la stabilité en régime continu par l'utilisation de la technique qui consiste à relier la sortie à l'entrée par une boucle de contre-réaction. Des précautions doivent être prises pour choisir la valeur de cette résistance de contre-réaction à cause du courant de polarisation d'entrée du LM324. La capacité de contre-réaction et la résistance d'isolement série de sortie servent à équilibrer la perte de la marge de phase en envoyant les composantes hautes fréquences du signal de sortie sur l'entrée négative de l'amplificateur, préservant ainsi la marge de phase sur la totalité de la boucle de contre-réaction. L'augmentation de la charge capacitive est possible en augmentant la valeur de la capacité de contre-réaction, au détriment, par contre, de la rapidité de la réponse impulsionnelle. Le LM324 possède un étage d'entrée bipolaire. Le courant de polarisation typique de ce composant est de 15nA sous une tension d'alimentation de +5V. Ainsi, une résistance d'entrée de 100 k Ω entraîne une tension d'erreur de 1,5mV. En équilibrant les valeurs des résistances à la fois sur les



Le LM324, circuit connu

entrées positives et négatives, l'erreur causée par le courant de polarisation d'entrée est réduite. L'amplificateur de différence permet d'effectuer la différence de deux tensions ou, dans certains cas spéciaux, l'annulation d'un signal commun par rapport à deux signaux en entrée.

Ce genre de circuit est utile comme amplificateur de traitement, en faisant une différence vers une conversion à une seule terminaison ou en injectant un signal de mode commun. Les quatre amplificateurs opérationnels intégrés dans le boîtier du LM324 peuvent être utilisés pour construire un amplificateur de mesure à trois amplificateurs. Le premier étage de ce système comporte un étage à entrée et à sortie différentielle, suivi de deux étages suiveur de tension. Ces deux derniers étages assurent que l'impédance d'entrée dépasse 100 MΩ. Pour un bon

rapport de tension de mode commun sur une large plage de température, des résistances à faible dérive doivent être utilisées. Un amplificateur de mesure à deux amplificateurs peut aussi être utilisé pour fournir un amplificateur différentiel en régime continu avec une impédance d'entrée élevée.

Comme dans le cas de l'amplificateur de mesure à trois amplificateurs, l'amplificateur de mesure à deux amplificateurs nécessite des résistances de précision pour obtenir un bon rapport de tension de mode commun. Il peut se présenter des applications pour lesquelles le signal d'entrée qui entre dans l'amplificateur est négatif. Si le LM324 est alimenté par une tension d'alimentation unique, un diviseur résistif en entrée doit être utilisé de telle sorte que le signal d'entrée se trouve dans la plage de la tension d'entrée de mode commun.

Le schéma de notre application est représenté à la **figure 2**.

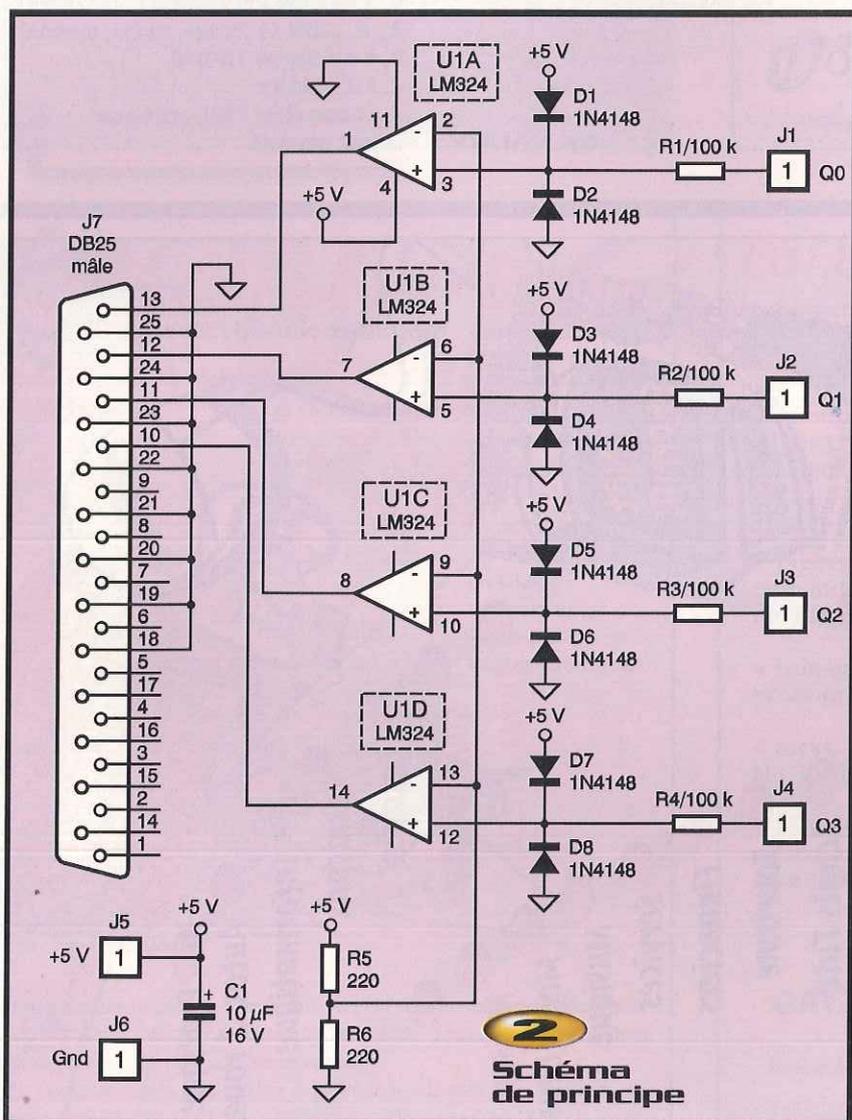
Le logiciel, écrit en langage C, a été conçu pour échantillonner de façon continue les données tandis qu'un signal de déclenchement est valide au niveau haut (entrée Q0), chaque fois que le système capture et affiche 40 échantillons d'entrée de Q0 à Q3 sur l'écran de l'ordinateur. Le code du listing correspondant peut être utilisé pour générer le signal TSR (Terminate and Stay Resident ou encore "terminer et rester permanent").

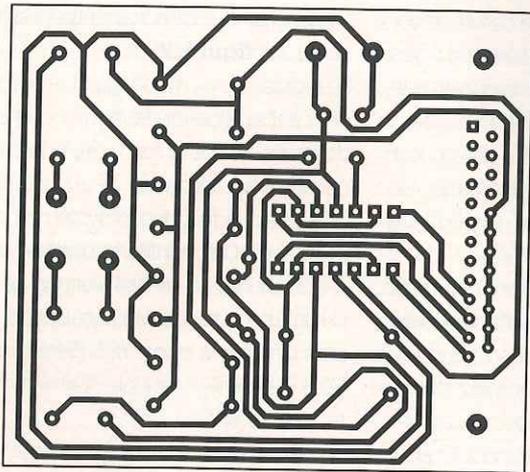
Tous les signaux sont acquis par l'intermédiaire de quatre amplificateurs opérationnels montés en comparateurs constitués par un seul boîtier LM324, associés à huit diodes et six résistances qui protègent le port parallèle contre les surtensions et imposent aux lignes d'entrée un niveau logique bas si les entrées Q0 à Q3 sont déconnectées. Si ces entrées sont des signaux TTL, les composants U₁, D₁ à D₈, ainsi que R₁ à R₈ ne sont plus nécessaires. Pour un affichage optimal des données, une des dix vitesses différentes d'échantillonnage peut être sélectionnée en utilisant les touches 0 à 9 de l'ordinateur. La vitesse d'échantillonnage est indiquée au bas de l'écran pour une sélection interactive de la part de l'utilisateur et dépend de l'horloge de l'ordinateur utilisé. Des changements faciles peuvent être effectués au code du programme pour améliorer les performances du système. Quelques modifications possibles incluent de :

- Permettre un nombre plus important des échantillons en entrée qui sont limités par la mémoire disponible dans l'ordinateur,
- Augmenter la capacité d'échantillonnage pour supporter jusqu'à huit signaux en entrée,
- Sélectionner un mot numérique spécifique (combinaison de bit des signaux en entrée au lieu de juste un seul) pour le déclencher l'acquisition,
- Rendre la vitesse d'échantillonnage en une fonction directe du temps réel
- Créer un curseur en mouvement sur l'écran d'affichage.

Réalisation pratique

Le câblage de notre circuit ne pose aucune difficulté particulière. Ne pas oublier de sou-





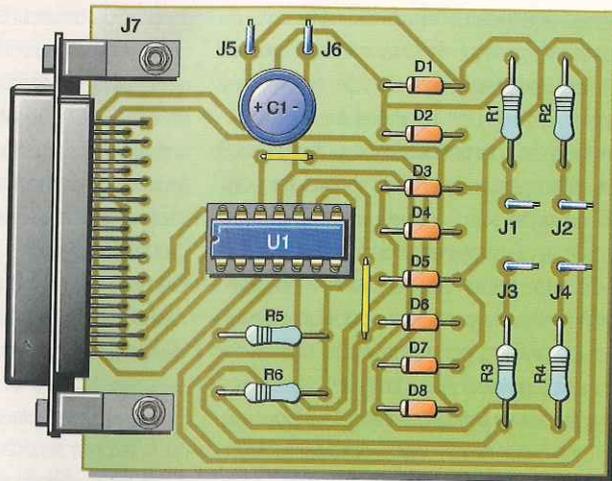
3 Tracé du circuit imprimé

der les straps. Il est bien sûr recommandé de mettre le LM324 sur un support au cas où ce dernier devrait être changé. La **figure 3** représente le circuit côté pistes et la **figure 4** côté composants.

Conclusion

Le montage présenté dans cet article n'a pas la prétention de remplacer les oscillo-

scopes à mémoire numérique du commerce, mais seulement rendre de nombreux services à l'électronicien amateur qui ne possède pas ce genre de matériel afin de pouvoir visualiser simultanément quatre signaux par l'intermédiaire de son ordinateur.



4 Implantation des éléments

Nomenclature

- U₁ : LM324 + support DIL 14 broches
- C₁ : 10 µF/16V radial
- R₁ à R₄ : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
- R₅, R₆ : 220 Ω (rouge, rouge, marron)
- D₁ à D₈ : diodes 1N4148
- J₁ à J₆ : picots
- J₇ : connecteur DB25 mâle pour circuit imprimé

M. LAURY

petitfute

les bonnes adresses
du bout de la rue
au bout du monde...

Le guide du Net Shopping

Les 1001 meilleurs sites marchands

www.petitfute.com

Gourmandises

Enfants

Cadeaux

Pratique

Autos, 2 roues

Informatique

Loisirs & Sports

Maison

Mode, beauté

Musique

Services

Financiers

Tourisme

Achats Furtifs

En savoir plus

Livres, Presse

Achetez nos guides sur le net !

Paiement sécurisé

Livraison gratuite en 72h

www.petitfute.com

BON DE COMMANDE

Net Shopping

Nom.....prénom.....Age.....Profession.....

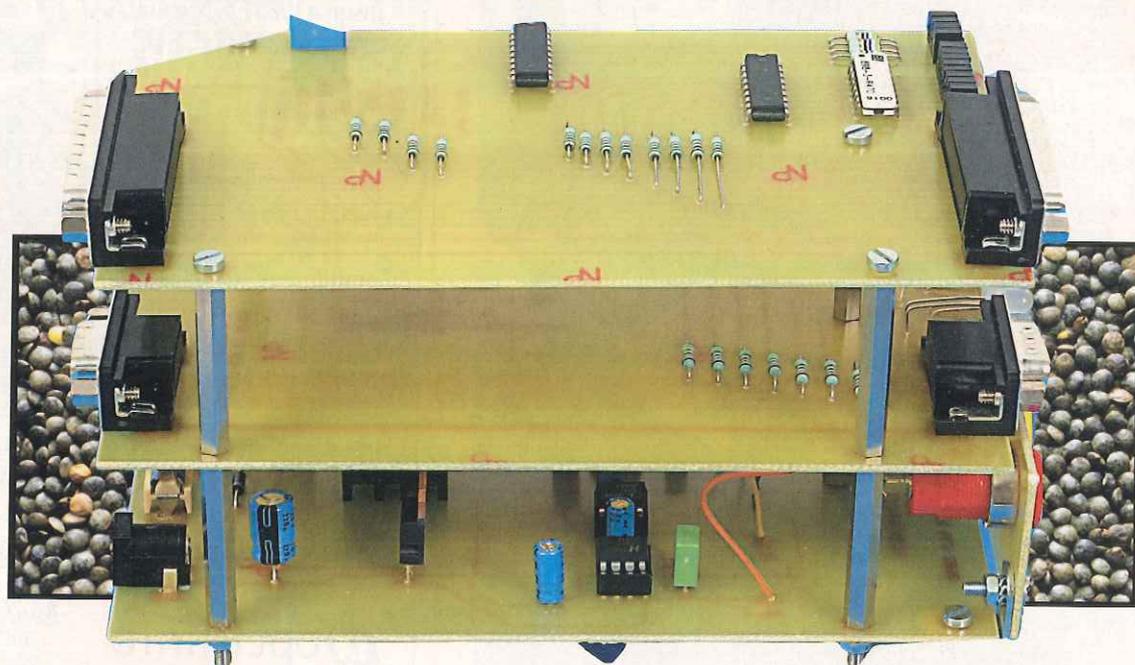
Je commande.....exemplaire(s) du guide

(prix unitaire 79F) Je joins en règlement un cheque de.....

à l'ordre des : **Nouvelles Editions de l'Université**

18 rue des Volontaires 75015 PARIS

Baie de connexion PC (à la carte)



Le montage proposé dans cet article est une suite de cartes utilitaires destinées à aider au développement de nouveaux projets ou à l'utilisation de montages proposés depuis plusieurs mois dans Interfaces PC. En effet, le lecteur disposera, avec cette réalisation, de cartes permettant de récupérer en façade un ou plusieurs ports séries et parallèles ainsi qu'une petite alimentation. Le choix de conception à la carte permettra, à tout un chacun, de construire son montage personnalisé.

La carte port série

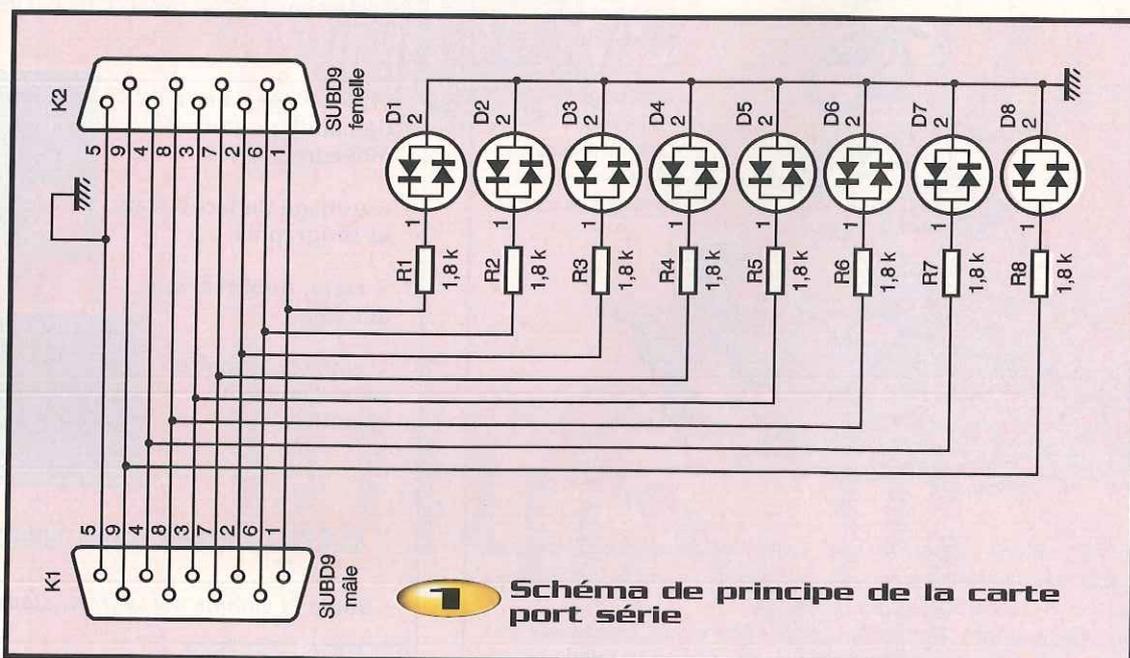
Son schéma de principe est des plus simple. La carte se comporte comme une "rallonge" entre le PC et le montage étudié, avec un connecteur SubD9 femelle côté PC et un connecteur mâle côté montage. À côté de ce connecteur, on disposera de 8 LED bicolores (rouges/vertes)

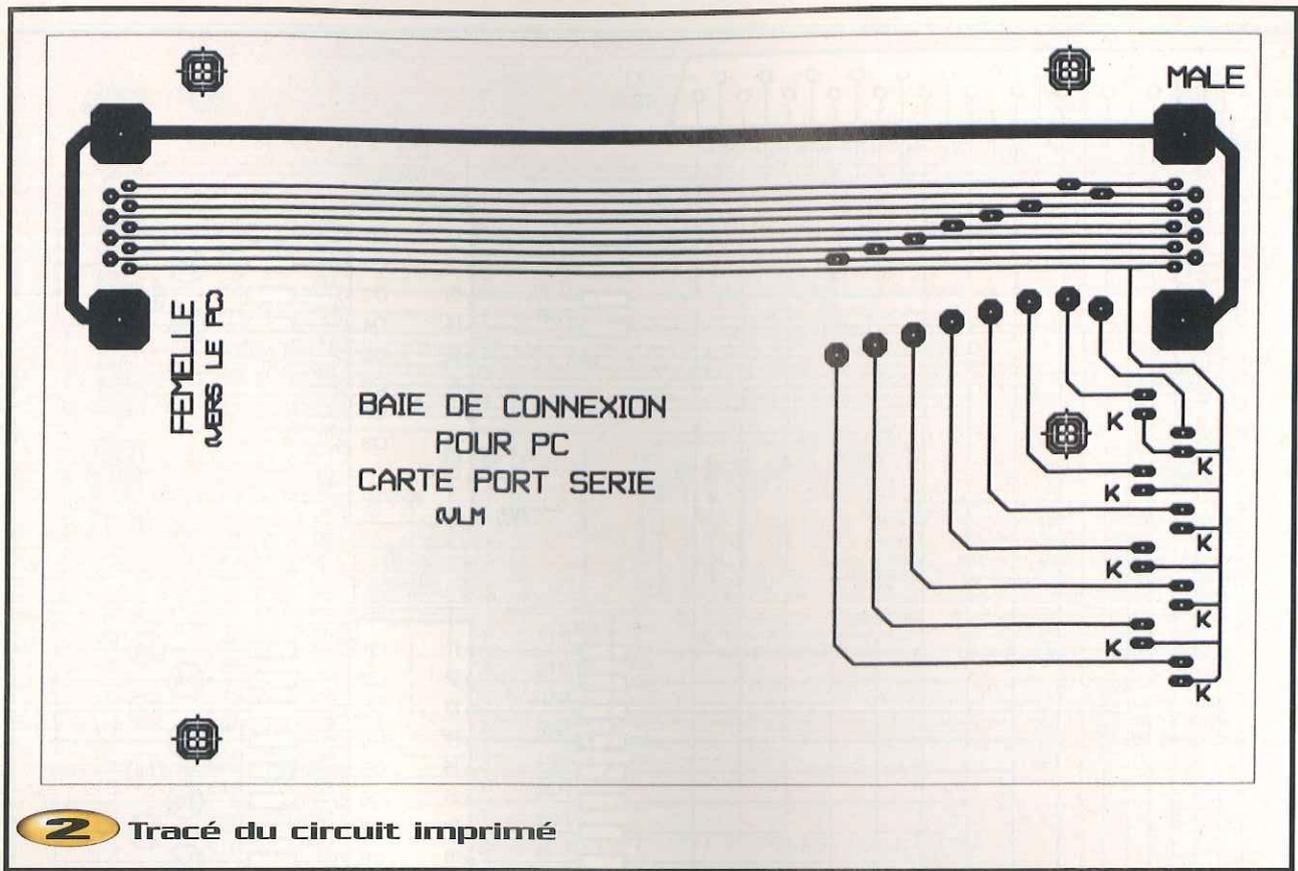
qui permettent d'indiquer les niveaux présents sur la ligne série.

Ces LED sont disposées comme les connexions du connecteur SubD9 mâle. Seule la broche 5 de ce connecteur n'est pas visualisée puisqu'il s'agit de la masse.

La réalisation pratique ne pose aucun problème. Il faudra seulement veiller à l'orientation de ces LED bicolores

constituées en fait de 2 LED tête-bêche. Sur le circuit imprimé, l'indication K repère la cathode de la LED rouge (correspondant au méplat sur le boîtier de la LED). Les LED correspondant aux lignes Tx et Rx, sur lesquelles transitent les données, clignotent alternativement en rouge et vert lorsque des données transitent sur ces lignes. Pour éviter de trop





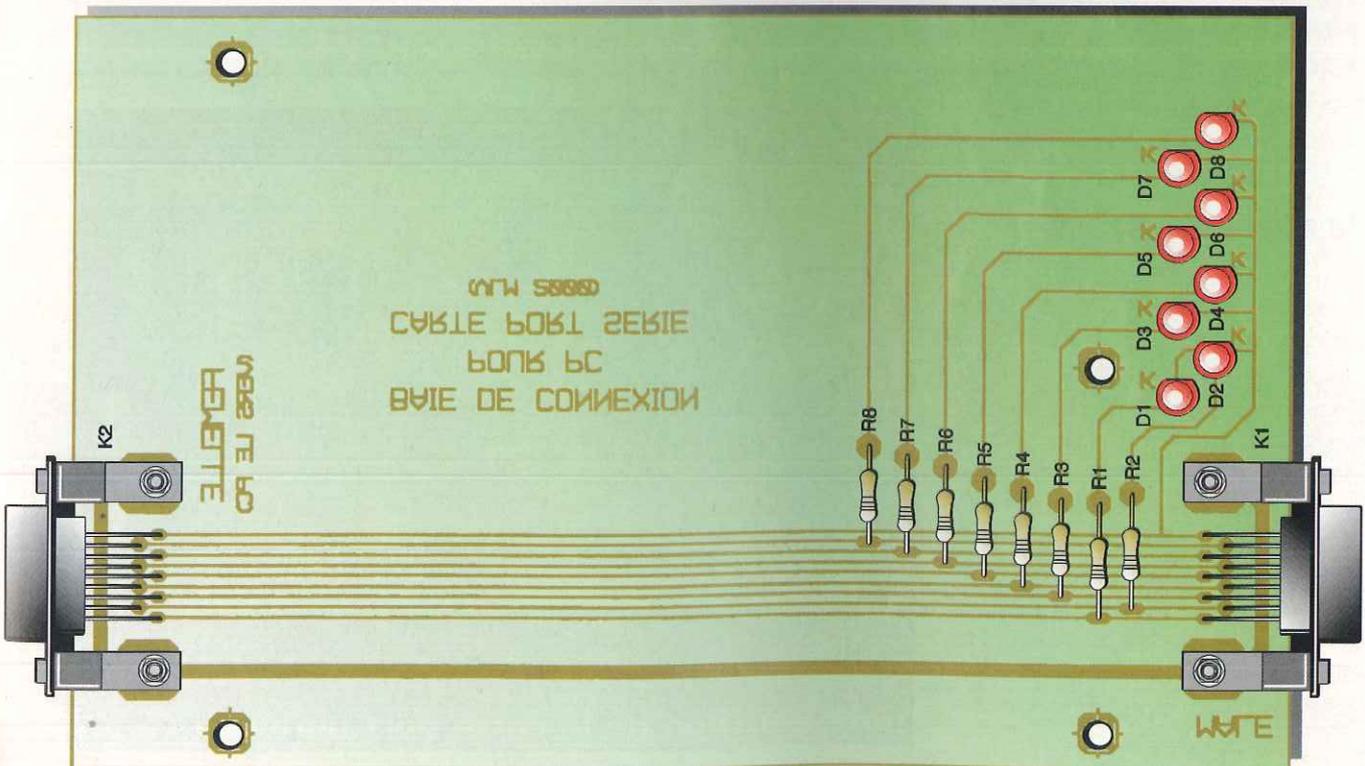
2 Tracé du circuit imprimé

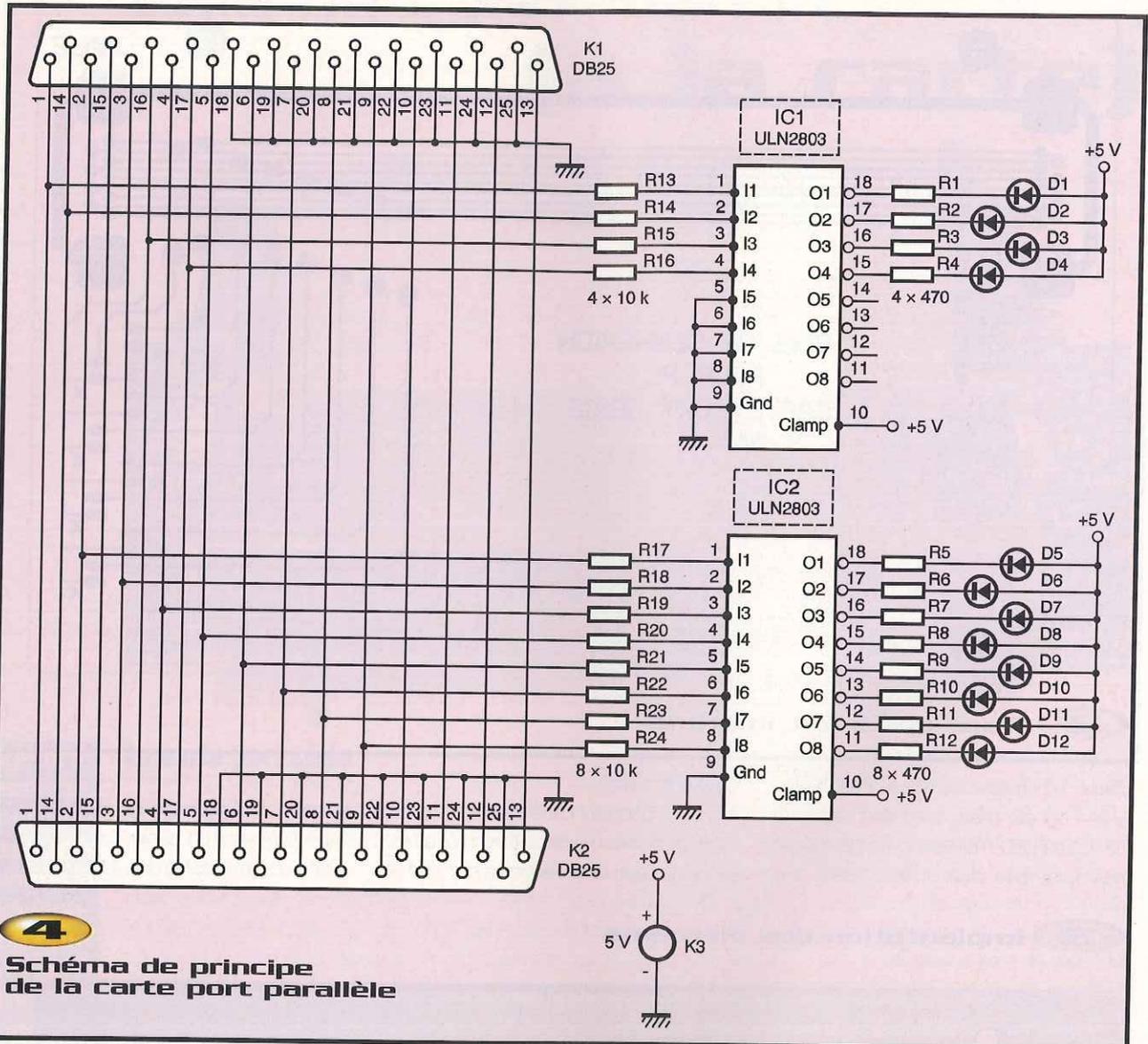
charger le port série, les résistances de protection ont été prises avec une valeur de 1,8 k. Les LED n'ont donc pas leur éclat maximum, mais c'est suffisant dans une

lumière ambiante. Avant de connecter cette carte au PC, il est impératif de bien vérifier à l'ohmmètre l'absence de court-circuit entre les broches de

chacun des connecteurs K_1 ou K_2 . Le câble utilisé pour relier la carte au PC sera impérativement un câble SubD9 femelle-mâle complet et câblé droit (La broche 1 du

3 Implantation des éléments

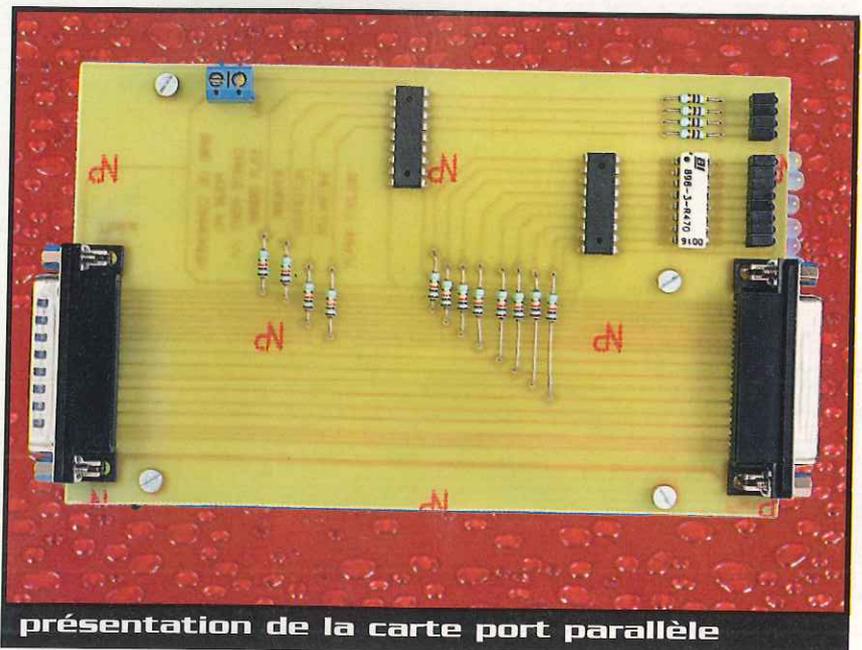


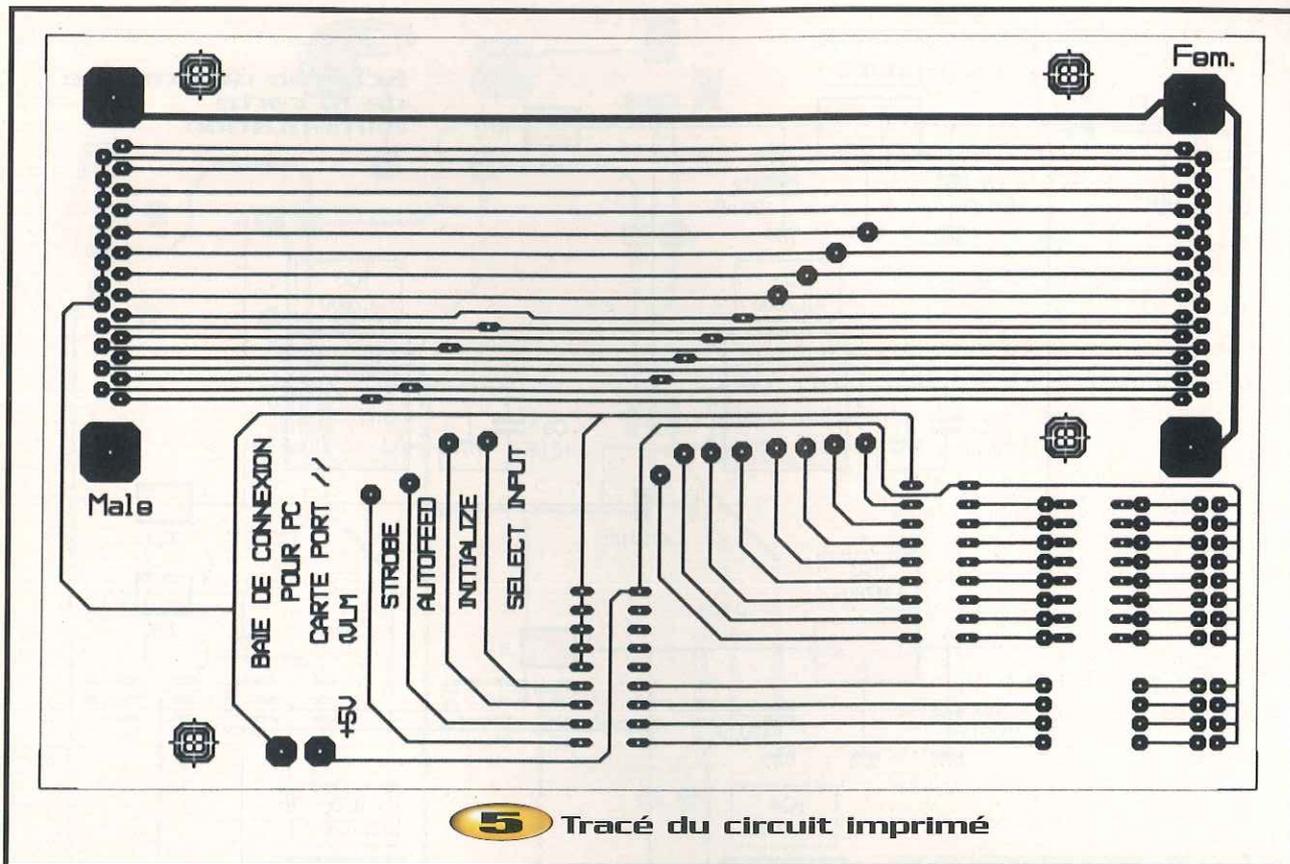


connecteur femelle est connectée à la borne 1 du connecteur mâle et ainsi de suite jusqu'à la neuvième).

La carte port parallèle

Le principe est le même que pour la carte série sauf que les LED de visualisation sont des LED simples (une ligne du port parallèle est soit à 0V soit à 5V). Une LED sera éteinte si la ligne est à 0V et allumée si elle est à 5V. Ce port ne pouvant pas débiter le courant nécessaire à l'allumage des LED, on a intercalé entre celles-ci et les lignes du port deux réseaux de transistors (IC₁ et IC₂) avec des résistances de base pour ces transistors d'une valeur de 10 kΩ. Les résistances de protection des LED visualisant les données pourront être remplacées comme sur le montage photographié par





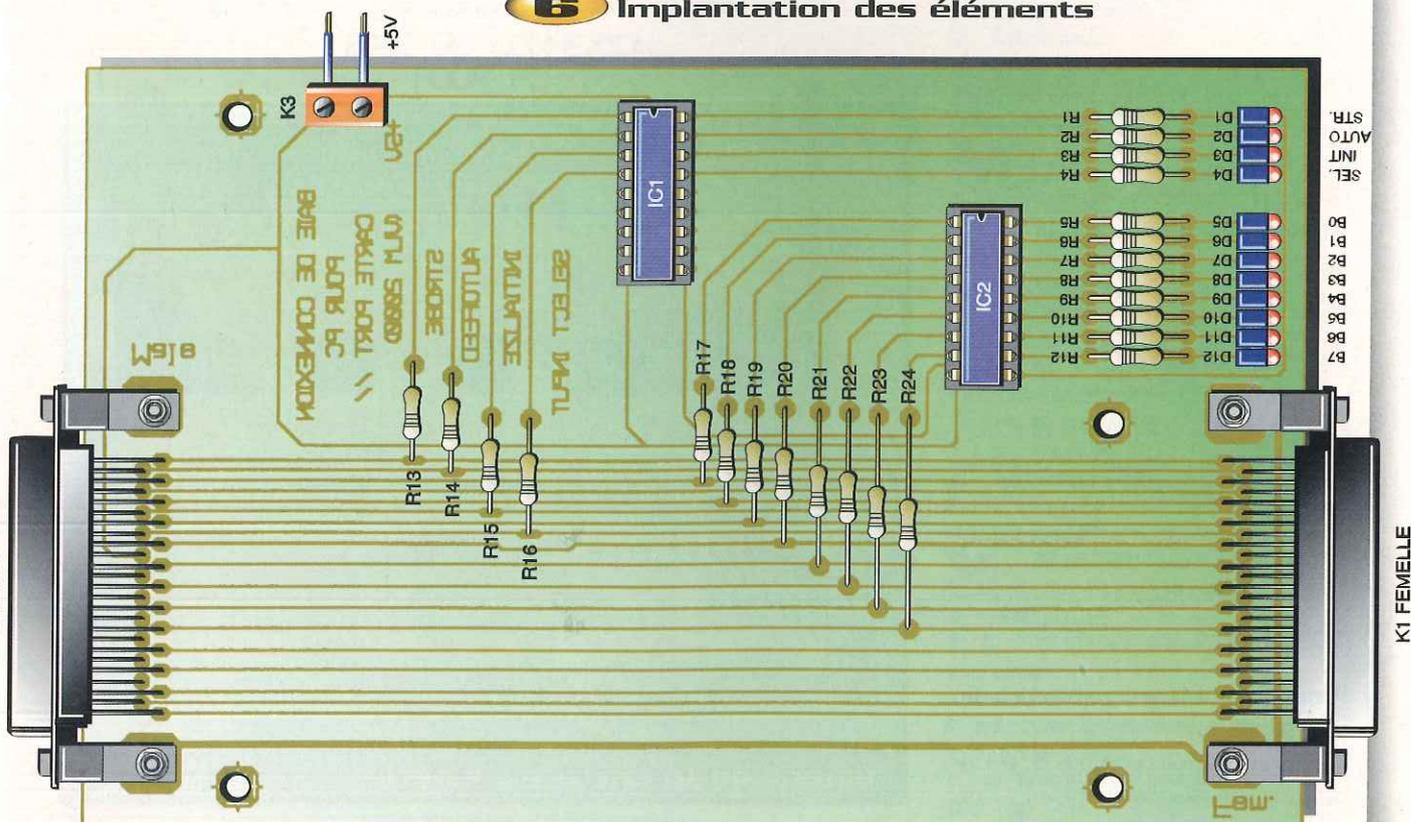
5 Tracé du circuit imprimé

un réseau de 8 résistances indépendantes. Dans ce cas, vérifier que ces résistances sont bien indépendantes les unes des

autres car il existe toutes sortes de configurations dans les réseaux de résistances. Seules les lignes de sortie seront visuali-

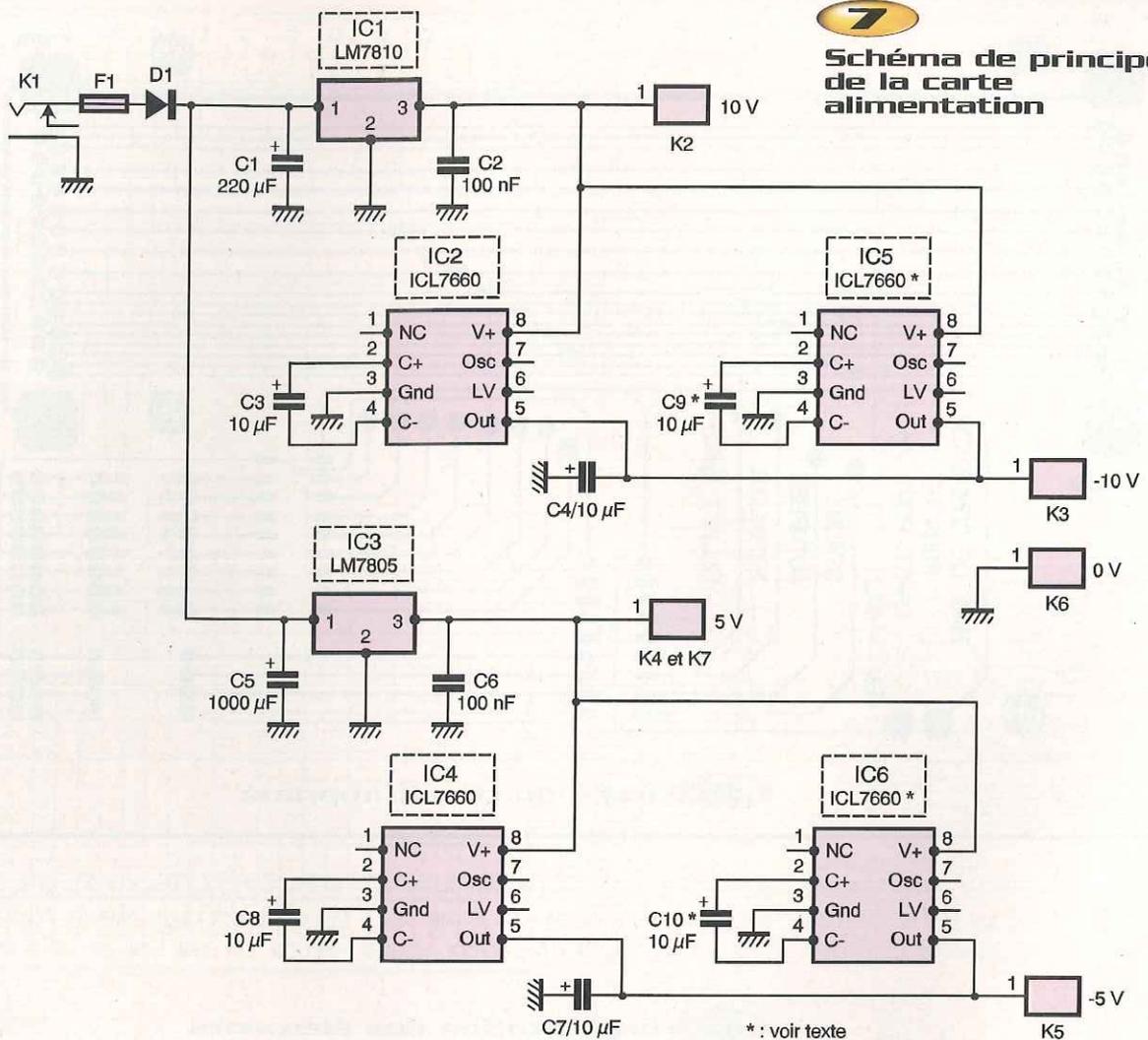
sées : les lignes de données ainsi que les lignes Select Input, Initialize, Autofeed et Strobe. Un petit programme, écrit sous

6 Implantation des éléments



7

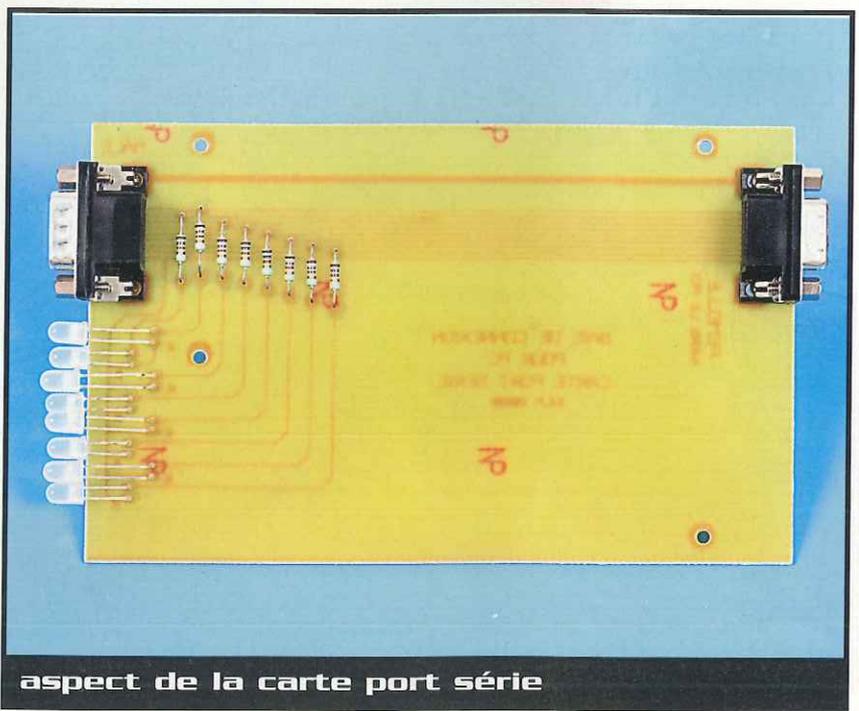
Schéma de principe de la carte alimentation



forme de boîte de dialogue (CarteP.exe), permet de tester et de piloter ces lignes de sorties pour le port LPT1 (adresse de base \$378) et LPT2 (adresse de base \$278). On commence par sélectionner les lignes que l'on veut mettre à 5V, puis on clique sur le bouton envoyer : les modifications ne sont effectives qu'après validation par ce bouton envoyer, ce qui permet un positionnement préalable des bits sans effet immédiat sur le montage auquel serait reliée la carte. Dans le cas où on souhaiterait envoyer une suite d'octets bien déterminés, ceci serait impossible si la modification de chaque ligne se faisait aussitôt lors du clic de souris dans l'une ou l'autre des cases à cocher des Données ou de Contrôle.

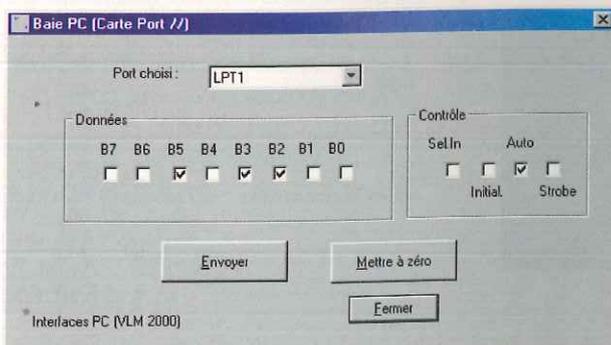
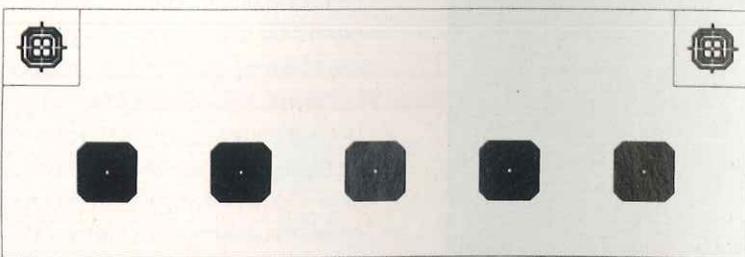
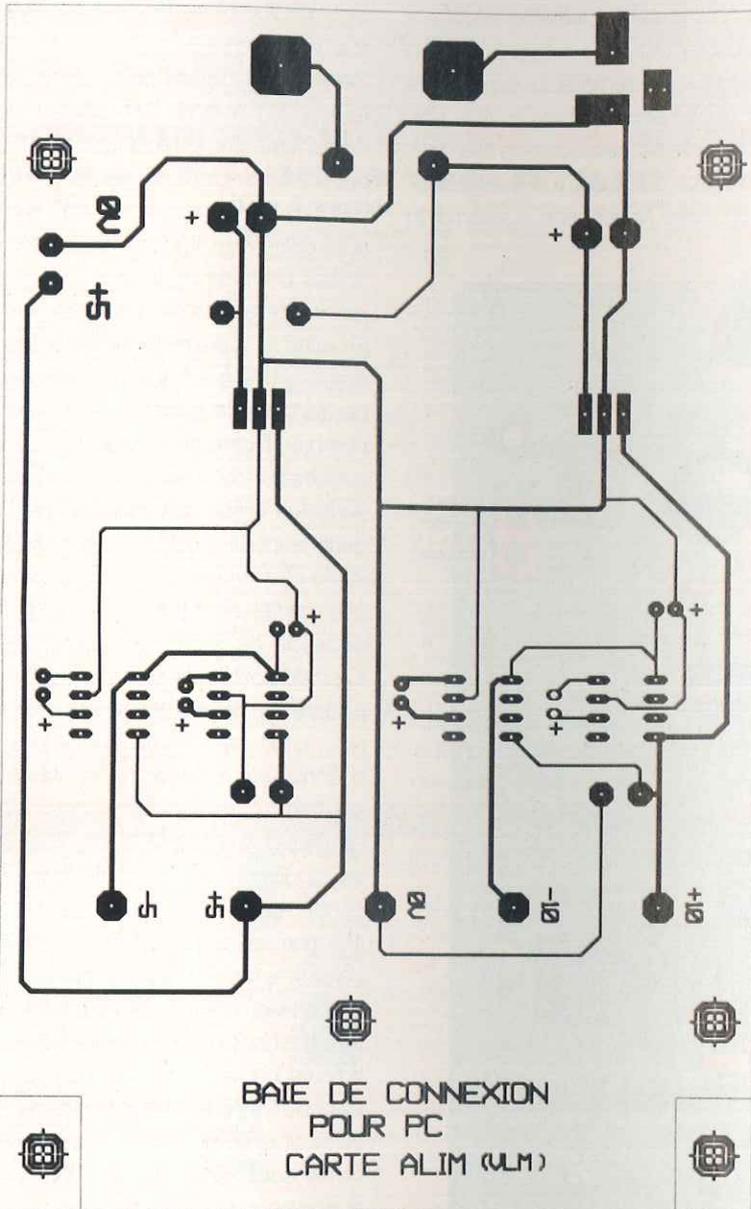
Remarque sur la programmation du port parallèle

Il faut distinguer l'état physique de la ligne, de l'état du bit associé. Pour les huit lignes



8

Tracé du circuit imprimé



10

Copie d'écran de CarteP.exe

de données ainsi que pour la ligne Initialize du port de Contrôle cela ne pose pas de souci : pour avoir une ligne à 5V, il suffit de mettre le bit correspondant au niveau 1. Par contre, pour les autres lignes de Contrôle, ne pas oublier que Strobe, Autofeed et Select Input sont en logique inversée : Il faudra donc écrire un 0 pour avoir une ligne à 5V et écrire un 1 pour avoir une ligne à 0V (très pratique !).

On prendra les mêmes précautions de vérification que pour la carte série avant de relier cette carte au PC. Le câble utilisé pour relier la carte au PC sera impérativement un câble Subd25 femelle-mâle complet et câblé droit.

Les LED ne pouvant être alimentées par le port parallèle, il faut prévoir d'alimenter cette carte en 5V au niveau du connecteur K₃. C'est un des rôles de la dernière carte proposée.

Nomenclature

Carte port série

- R₁ à R₂ : 1,8 kΩ
- D₁ à D₈ : LED bicolores 5 mm à deux pattes (Selectronic)
- K₁ : Subd9 mâle
- K₂ : Subd9 femelle

Carte port parallèle

- IC₁ et IC₂ : ULN2803A
- R₁ à R₁₂ : 470 Ω
- R₁₃ à R₂₄ : 10 kΩ
- D₁ à D₁₂ : LED pour CI type Dialco 555-2007 (Selectronic)
- K₁ : Subd25 femelle
- K₂ : Subd25 mâle
- K₃ : bornier à vis

Carte Alimentation

- IC₁ : régulateur 7810
- IC₂, IC₃ : ICL7660
- IC₃ : régulateur 7805
- IC₅, IC₆ : ICL7660 (optionnels : voir texte)
- C₁ : 220 µF/25V
- C₂, C₆ : 100 nF MKT
- C₃, C₄, C₇, C₈ : 10 µF/50V radial
- C₅ : 1000 µF/25V radial
- C₉, C₁₀ : 10 µF/50V radial (optionnels : voir texte)
- K₁ : embase basse tension 2,1mm
- K₂ à K₆ : douilles bananes 4mm
- K₇ : bornier à vis
- F₁ : porte-fusible et fusible (680 mA)

La carte alimentation

L'auteur n'a pas voulu réaliser une alimentation "classique" à partir du 220V, puis transfo, etc. En effet, une telle alimentation nécessite des précautions d'isolement indispensables que les plus jeunes ou les

plus téméraires de nos lecteurs auront vite fait de passer outre. On partira donc d'un bloc secteur du commerce capable de délivrer une tension stabilisée de 12V. L'intensité délivrée par ce bloc devra être choisie en fonction de ce que l'on voudra récupérer sur notre alimentation. La sortie du

bloc doit pouvoir se faire avec le pôle positif à l'extérieur.

Deux régulateurs classiques abaissent la tension à 10V et 5V. Un radiateur devra être adapté sur le régulateur de 5V. On obtient les tensions -5V et -10V grâce à des circuits inverseurs de tension (ICL7660). Attention, contrairement aux sorties positives de tension, ce ne sont pas ici des sorties de puissance.

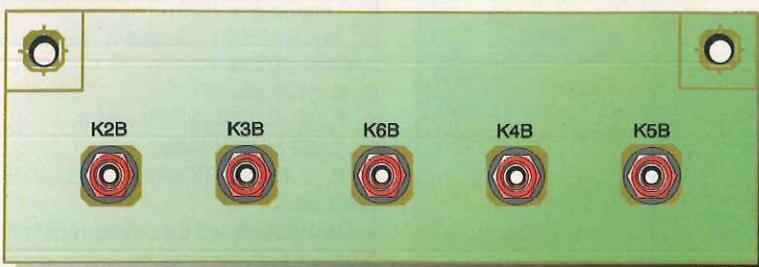
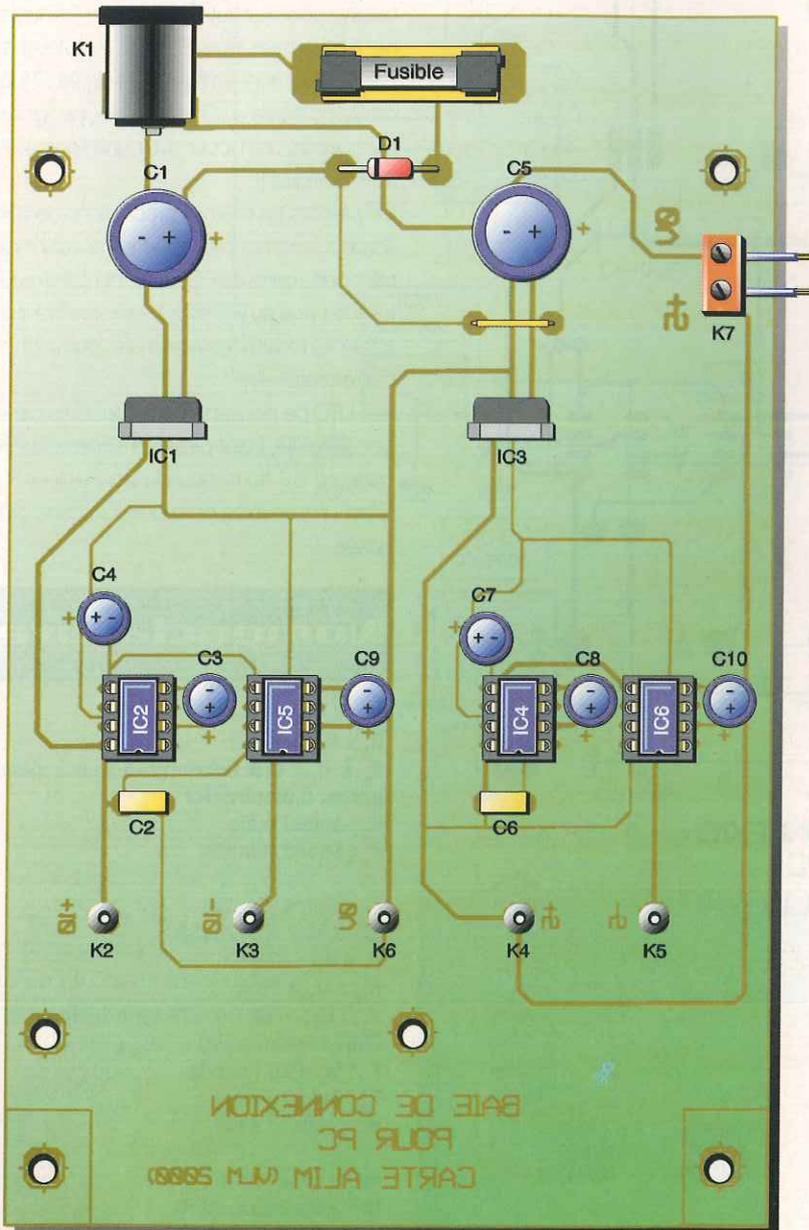
En effet, le courant disponible à la sortie des ICL7660 n'est que de quelques mA ce qui doit être suffisant dans un grand nombre d'applications où ces tensions négatives sont nécessaires (convertisseurs ou ampli opérationnels pas trop gourmands). Pour obtenir une intensité de sortie plus grande, ces circuits peuvent être montés en parallèle (cela divise l'impédance de sortie par deux si deux ICL7660 sont montés en parallèle). Cette possibilité a été ajoutée à notre alimentation : pour cela il faudra monter les composants marqués d'une étoile sur le schéma.

La réalisation pratique est, elle aussi, sans souci. Bien veiller à l'orientation des condensateurs chimiques. La sortie 5V (K₇) permettra d'alimenter la carte port parallèle à l'aide de deux petits fils.

Ces cartes seront montées à l'aide d'entretoises de 35mm de hauteur. Attention à la hauteur du radiateur monté sur IC₃, il faut éviter qu'il ne touche le circuit imprimé de la carte situé au-dessus. Un petit coup de vernis isolant sous la carte inférieure (alimentation) sera le bienvenu.

La conception modulaire de ce montage permet de réaliser une carte en plusieurs exemplaires pour adapter le montage à la configuration voulue. Si on ne souhaite que des cartes séries, la section alimentation n'est pas indispensable. A l'arrivée, on dispose d'un montage qui rassemble une alimentation délivrant les tensions +10, +5, -5 et -10V ainsi que des cartes moniteurs série ou parallèle avec récupération des ports en face de soi, sur le plan de travail. Fini les contorsions en tout genre pour accéder à l'arrière du PC !

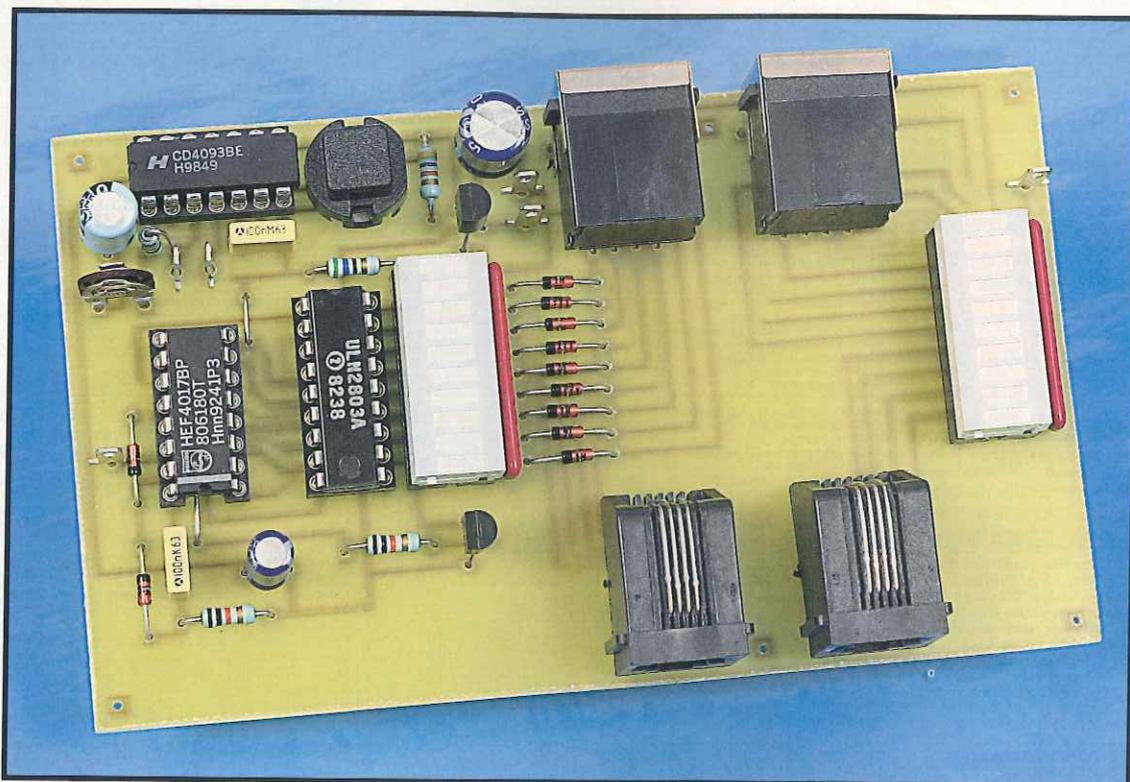
Bonne réalisation.



9 Implantation des éléments

V. LE MIEUX

Testeur de câblage réseau et téléphonique automatique



Si vous avez déjà réalisé du câblage réseau, ce qui est de plus en plus courant car vous êtes nombreux à posséder plus d'un PC, vous avez certainement du pester, en cas de problème, lorsqu'il vous fallait tester le brochage ou la bonne qualité des câbles utilisés. Les prises RJ 45, universellement utilisées aujourd'hui sur les réseaux Ethernet 10/100 base T, sont en effet très malcommodes à vérifier avec un ohmmètre.

Sans avoir goûté aux joies du réseau, vous avez peut-être constaté le même problème avec les connecteurs appelés "Modular jack", de plus en plus utilisés aujourd'hui sur tous les appareils téléphoniques, fax et autres répondeurs. Ils utilisent, en effet, la même famille de prises que les RJ 45 du réseau mais avec moins de contacts.

Pour remédier aux affres de ces tests, nous vous proposons donc de réaliser ce petit montage sans prétention qui, pour moins de 25 e, vous permettra en un seul coup d'œil de vérifier tous vos câbles réseau et téléphoniques, vous indiquant aussi bien les circuits ouverts que les courts-circuits ou bien encore les croisements de paires (très "amusants" en câblage réseau ...).

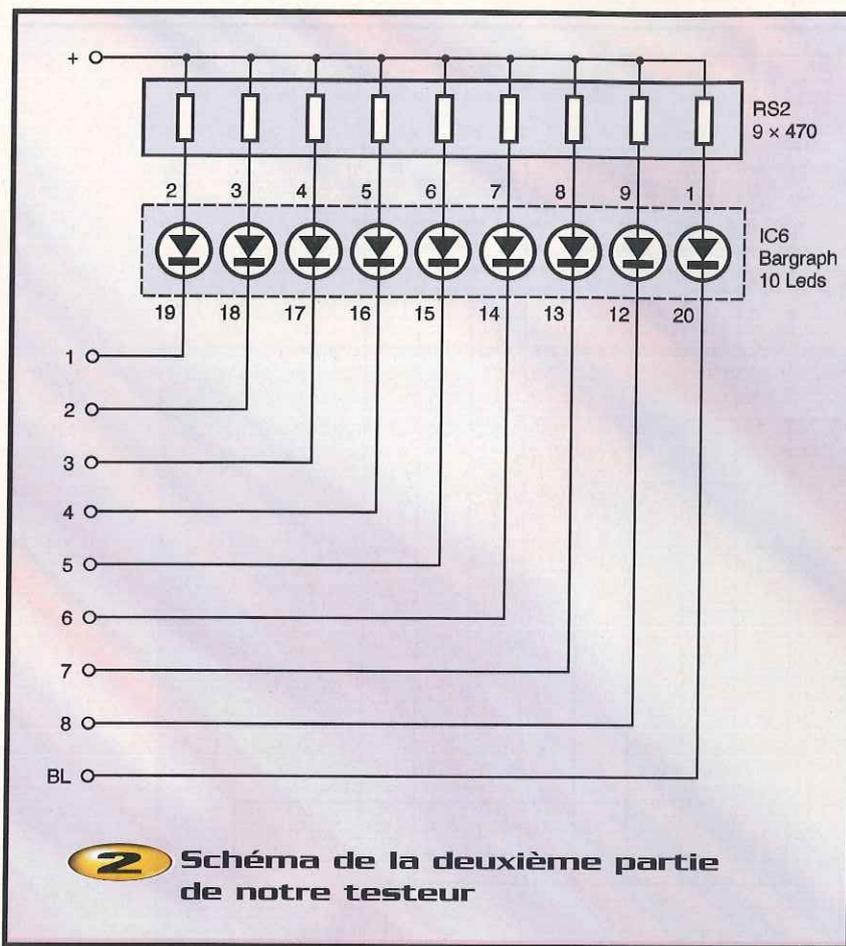
Schéma de notre testeur

Nous n'avons pas réinventé la roue et notre testeur n'est rien d'autre qu'un banal ohmmètre, mais ce qui fait sa force, c'est son confort d'utilisation. Il suffit, en effet, de lui raccorder les deux extrémités d'un

câble téléphonique ou réseau pour qu'il balaye seul, ou par pression sur un poussoir, tous les fils qui le composent et qu'il fournisse son verdict de façon très claire, au moyen de deux rangées de LED. Pour cela, nous utilisons le schéma visible **figure 1**.

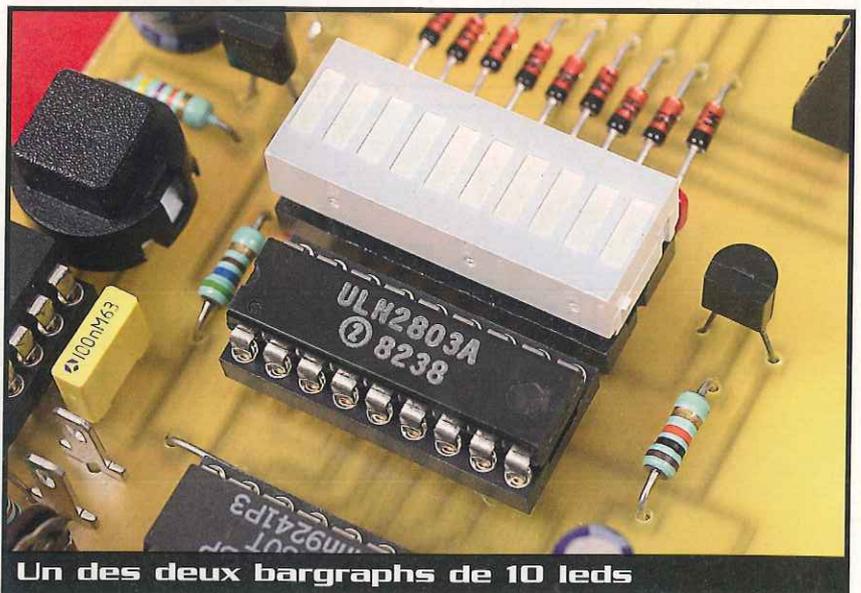


Les connecteurs "femelle RJ 45"



La porte logique IC_{2a} est montée en oscillateur à très basse fréquence, réglable grâce à P₁, tandis que la porte IC_{2b} est montée en générateur d'impulsions "propres" à chaque appui sur le poussoir PS₁. L'une ou l'autre peut agir sur l'entrée horloge de IC3 selon la position de S₁. Ce circuit est un compteur par dix, réduit ici à neuf états distincts seulement par liaison de sa sortie Q9 à son entrée reset. Les sorties Q0 à Q8 de ce circuit passent donc au niveau logique haut l'une après l'autre, à chaque appui sur PS₁ ou pour chaque période du signal généré par IC_{2a}. Le courant fourni par ces sorties étant très faible, puisque IC₃ est un circuit CMOS, il est amplifié par IC₄ qui est un classique ULN2803 contenant huit transistors à collecteurs ouverts en montages Darlington. Comme nous avons besoin en fait de neuf sorties, T₁ complète IC₁; l'ULN2803 à neuf étages n'ayant pas encore été inventé ! Les sorties de IC₄ font donc tour à tour allumer les neuf LED contenues dans IC₅ qui est un classique bargraph à dix LED. La dixième, accessible entre ses pattes 10 et 11, sert tout simplement de témoin de marche grâce à la résistance R₅.

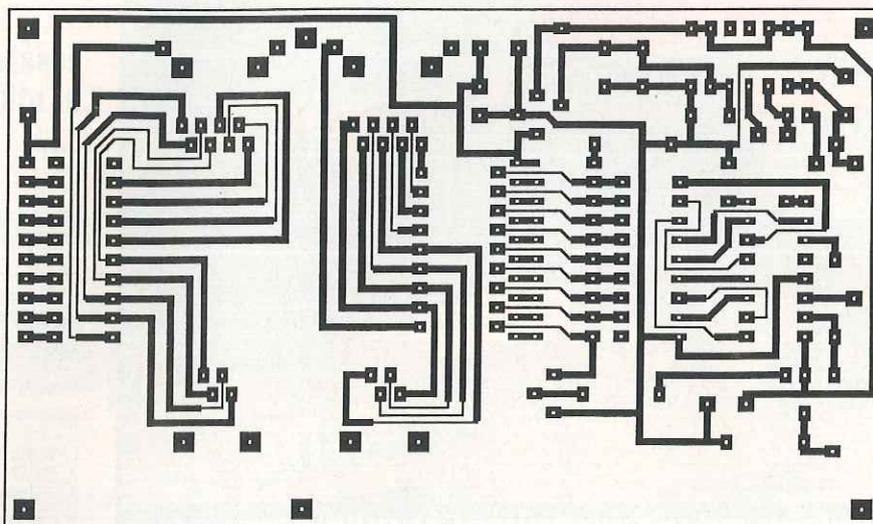
Ces sorties aboutissent aussi sur les points repérés 1 à 8 et BL qui sont en fait reliés sur le circuit imprimé à une prise RJ 45 femelle et à une prise Modular jack femelle 4C6P. Les points 1 à 8 et BL passent ainsi au niveau bas tour à tour au rythme d'évolution des sorties de IC₃, et chaque LED de IC₅ s'allume lorsque le point de numéro correspondant est au niveau bas.



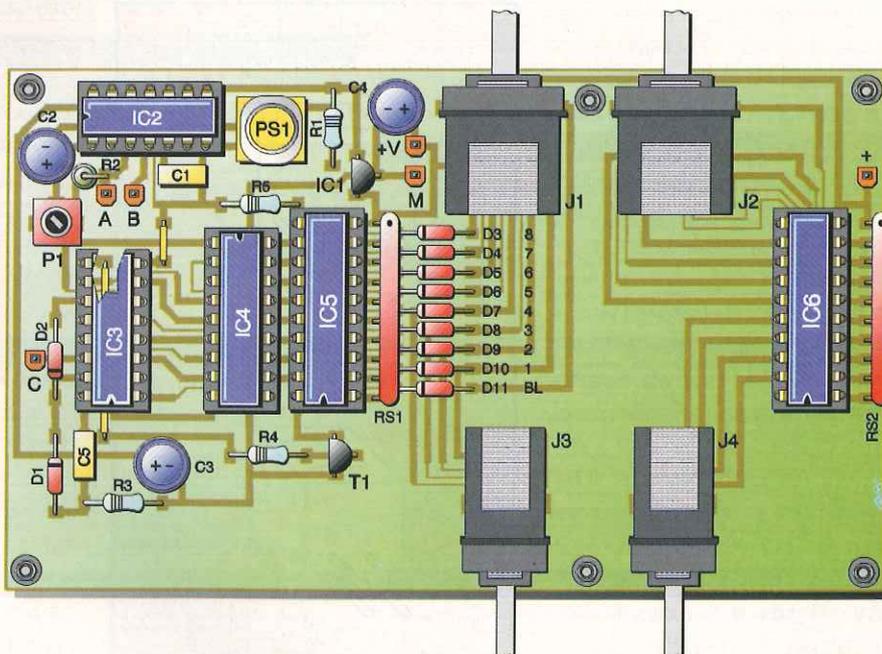
Nomenclature

- IC₁ : 78L05 (régulateur +5V boîtier T092)
- IC₂ : 4093 CMOS
- IC₃ : 4017 CMOS
- IC₄ : ULN2803
- IC₅, IC₆ : bargraphs de 10 LED en boîtier DIL 20 pattes, couleur identique
- T₁ : BC547
- D₁ à D₁₁ : 1N914 ou 1N4148
- R₁ : 47 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, orange)
- R₂ à R₄ : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
- R₅ : 560 Ω 1/4W 5% (bleu, vert, marron)
- RS₁, RS₂ : réseaux de résistances SIL, 9 résistances et 1 point commun de 470 Ω
- C₁, C₅ : 0,1 µF Mylar
- C₂ : 100 µF/15V chimique radial
- C₃ : 10 µF/25V chimique radial
- C₄ : 220 µF/15V chimique radial
- P₁ : potentiomètre ajustable vertical de 100 kΩ
- S₁ : interrupteur 1 circuit, 2 positions
- PS₁ : poussoir 1 contact travail, type D6 carré de ITT
- 1 support de CI 14 pattes**
- 2 supports de CI 16 pattes**
- 2 supports de CI 20 pattes**
- 2 connecteurs RJ 45** femelles à implanter sur CI
- 2 connecteurs RJ 11 femelles 4C6P** à implanter sur CI

3
Tracé du
circuit
imprimé



4
Implantation
des
éléments



La **figure 2** présente la deuxième partie du montage, physiquement placée sur le même circuit imprimé mais qui peut être déportée si nécessaire.

On y retrouve les mêmes points 1 à 8 et BL qui sont reliés à des prises de mêmes types que ceux de la figure 1 et qui sont également connectés à un bargraph à 10 LED en tous points identique à celui de la figure 1.

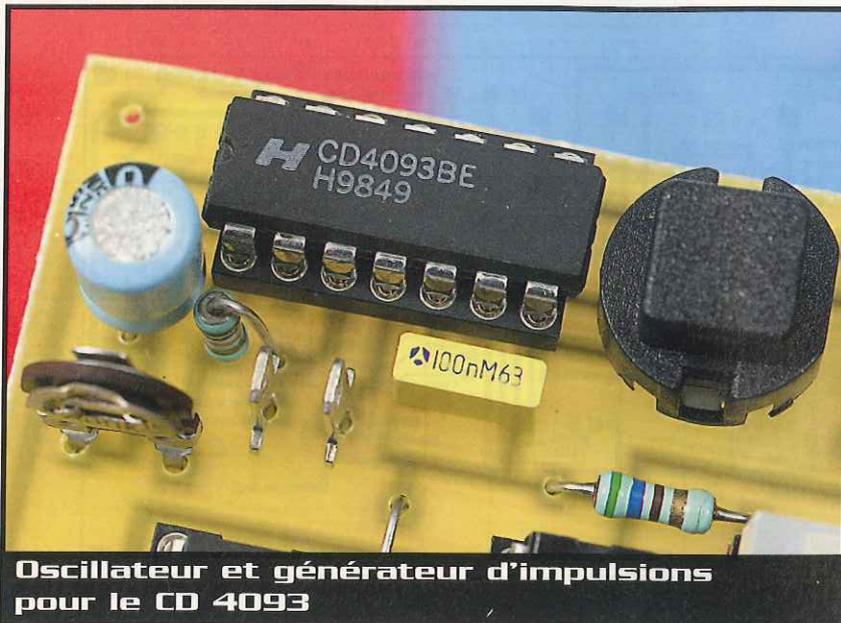
Le principe d'utilisation du montage est alors fort simple à comprendre, sous réserve que les deux bargraphs à LED soient disposés correctement sur le circuit imprimé, ce qui est bien sûr le cas. Il

suffit, en effet, de relier les deux prises RJ 45 ou les deux prises Modular jack par le câble à tester pour suivre d'un seul coup d'œil son brochage ou ... ses défauts. En effet, lorsque la LED N de IC₅ s'allume et que, au même moment, la LED M de IC₆ s'allume, cela signifie tout simplement que les bornes correspondantes des connecteurs sont reliées par le câble. Pour un câble réseau droit, câblé correctement, chaque LED de IC₅ qui s'allume fait allumer la LED de IC₆ qui se trouve à la même position, de 1 à 8 pour un câble non blindé et de 1 à 8 et BL pour un câble blindé.

Si le câble présente un ou plusieurs fils coupés, l'allumage de la LED correspondante de IC₅ ne se traduit par aucun allumage sur IC₆ tandis que si des fils sont en court-circuit, l'allumage d'une seule LED sur IC₅ provoque l'allumage de toutes les LED correspondant aux fils qui sont reliés sur IC₆. Comme vous pouvez le constater, cela est fort simple.

La réalisation

L'approvisionnement des composants ne pose aucun problème car tous les composants utilisés sont classiques. Faites



Oscillateur et générateur d'impulsions pour le CD 4093

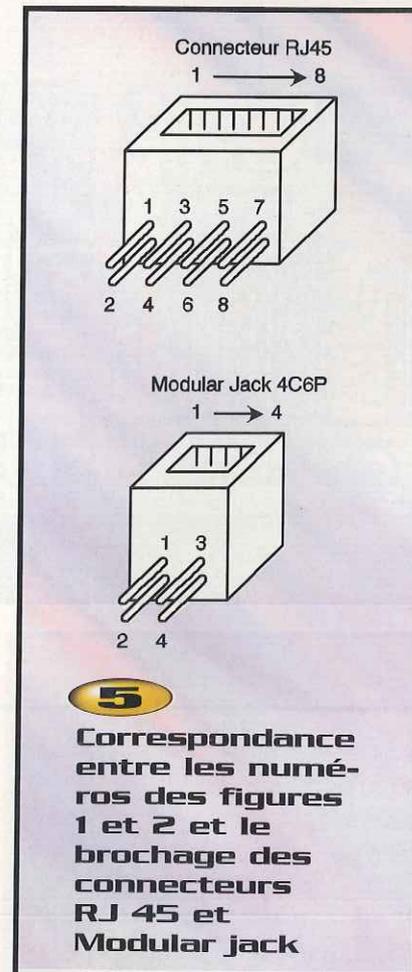
seulement attention, au niveau des connecteurs RJ 45, à choisir des modèles blindés si vous voulez pouvoir tester également les câbles réseau blindés. Pour ce qui est des connecteurs Modular jack, choisissez des modèles 4C6P qui sont les plus répandus en téléphonie et non des 4C4P beaucoup moins fréquents.

Le circuit imprimé dont le tracé est visible **figure 3** supporte tous les composants des figures 1 et 2. Son tracé étant assez fin, veillez à le réaliser par méthode photo et à bien contrôler l'absence de micro-coupures sur les pistes les plus fines avec un ohmmètre avant de commencer le câblage.

Ce dernier sera réalisé en suivant les indications de la **figure 4**. Les circuits intégrés et les bargraphs à LED sont montés sur supports. Veillez au respect du sens des composants polarisés et accordez un soin tout particulier aux soudures réalisées sur les pistes les plus fines. En cas de doute, un contrôle à l'ohmmètre ou avec une loupe n'est pas inutile.

Une fois le montage terminé, il reste à lui raccorder l'interrupteur S_1 et une alimentation qui pourra être confiée à une simple pile alcaline 9V ; la durée effective d'utilisation du montage étant suffisamment courte pour ne pas l'épuiser trop rapidement.

Si, pour des raisons pratiques, vous souhaitez séparer les deux parties du montage, c'est à dire celle qui correspond à la figure 1 de celle qui corres-



pond à la figure 2, c'est possible car le dessin du circuit imprimé a été prévu pour cela. On peut, en effet, le couper entre les deux paires de connecteurs. Cela coupe la piste véhiculant l'alimentation qui doit donc être rétablie au moyen d'un fil volant reliant le point + de

la partie droite du circuit imprimé au point +V de la partie gauche.

Essais et utilisation

Mettez le montage sous tension et constatez que, avec S_1 en position A, les LED de IC_5 s'allument individuellement l'une après l'autre à un rythme que vous pouvez ajuster à votre convenance en agissant sur P_1 . Basculez alors S_1 du côté B et vérifiez que l'allumage des LED progresse maintenant lors de chaque pression sur PS_1 . Un allumage simultané de deux LED indique un court-circuit, très probablement au niveau du passage d'une piste entre les pattes de IC_5 ou de IC_4 , tandis que l'absence d'allumage d'une LED indique une mauvaise soudure, probablement dans le même secteur, là aussi.

Lorsque ce test est correct, raccordez un câble RJ 45, dont vous êtes certain de la qualité, aux deux prises prévues à cet effet et constatez que les LED de IC_5 et IC_6 s'allument bien en même temps.

Si votre câble n'est pas blindé, reliez provisoirement les blindages des deux prises RJ 45 par un fil volant pour vérifier le bon fonctionnement du test de ce dernier.

Le montage est alors prêt à être utilisé : soit pour faire du contrôle quasi automatique de câbles, auquel cas le mode automatique convient, sous réserve de ne pas faire fonctionner IC_{2a} trop vite pour avoir le temps de suivre les LED "à l'œil" ; soit pour vérifier le brochage d'un câble inconnu ou suspect, auquel cas le mode manuel commandé par PS_1 est plus pratique puisqu'il laisse le temps de noter, sur une feuille, qui est relié à qui.

A ce propos, la **figure 5** précise la correspondance que nous avons adoptée entre les numéros visibles figures 1 et 2 et les brochages des prises femelles RJ 45 et Modular jack. Muni de ce document et de notre testeur, plus aucun câble de ce type ne doit vous résister.

C. TAVERNIER
tavernier@tavernier-c.com

Le PC-LAB 2000 de VELLEMAN



VELLEMAN propose un logiciel, le Pc-Lab2000, qui permet une initiation et un emploi de ses appareils de mesure. Il est à remarquer que les appareils ne sont pas obligatoires pour une évaluation du logiciel en mode Démo. Ce dernier est utilisable avec les instruments de mesure PC5500, PC5100/K8031 et PC610/K8016.

Les appareils de la gamme VELLEMAN que nous venons de citer sont respectivement :

- un oscilloscope à mémoire numérique à deux canaux, un analyseur de spectre et un enregistreur de transitoires;
- un oscilloscope à mémoire numérique à un canal, un analyseur de spectre et un enregistreur de transitoires;
- un générateur de fonctions.

Il est à noter que lorsque l'oscilloscope et le générateur sont connectés sur le même ordinateur, le logiciel est en mesure de générer la fonction de représentation de diagrammes de Bode.

Qu'est-ce que le logiciel PC-LAB2000 ?

C'est un logiciel d'instrumentation virtuelle qui permet d'utiliser les appareils que nous venons de citer. Ainsi l'oscilloscope, le générateur

de fonctions et les fonctions graphiques de Bode peuvent être utilisés sous l'environnement WINDOWSTM après son installation sur l'ordinateur utilisé. Il faut signaler que ce logiciel, chose rare, est fonctionnel à 100% et peut être distribué gratuitement.

Les caractéristiques principales de PC-LAB2000 sont données ci-dessous :

- possibilité d'enregistrer les données ou les informations de l'écran;
- les images stockées peuvent être relues;
- il dispose d'une interface WINDOWSTM standard : copier, coller, etc.
- mesures de signaux évolués au moyen de marqueurs;
- lecture directe de valeurs efficaces vraies, de valeurs en dB et de fréquences;
- le changement "TIME/DIV" permet d'effectuer un zoom sur un écran fixe;

- fonctions mathématiques sur le signal;
- personnalisation des couleurs de l'écran;
- possibilité d'insérer des commentaires dans l'écran du signal.

L'installation du logiciel s'effectue simplement sur un ordinateur de type PC dont la configuration minimale doit être :

- environnement WINDOWSTM 95/98/ME/2000/NT4;
- résolution de 800 x 600 (VGA);
- 3 Mo d'espace sur le disque dur;
- souris;
- lecteur de CD-ROM;
- port parallèle libre;

Il suffit d'insérer le CD-ROM dans le lecteur et de lancer l'exécution du logiciel "SETUP.EXE". Un assistant guide l'utilisateur tout au long de la procédure et les raccourcis sont créés automatiquement. Si l'on ne dispose pas de matériel connecté à l'ordinateur, on lancera le mode

"DEMO", sinon on sélectionnera le port parallèle utilisé.

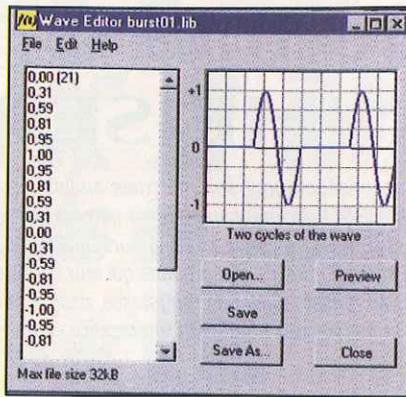
LES FONCTIONS

Le module principal est le module oscilloscope qui permet de disposer des fonctions d'un véritable oscilloscope numérique très simple d'emploi. Il suffit de connecter le circuit à tester sur l'entrée de l'appareil en respectant, bien évidemment, la tension maximale admissible.

On commence ensuite les mesures avec "TRIGGER OFF". On clique ensuite sur "RUN" puis on choisit le canal et la sensibilité des volts par division, ou l'on clique sur "AUTO-SET". Il convient ensuite de choisir la valeur de la base de temps "TIME/DIV".

Le module analyseur de spectre, qui dispose d'une puissante fonctionnalité, permet de visualiser le spectre en fréquence d'un signal grâce à une analyse FFT (Fast Fourier Transform).

Le module enregistreur de transitoires permet d'enregistrer automatiquement des événements occasionnels et de consigner les paramètres d'un processus à évolution lente comme, par exemple, les cycles de charge d'une batterie, des changements de température ou encore enregistrer les pannes intermittentes de circuits électroniques. L'enregistrement automatique des données peut être effectué pendant une durée de un an en continu.



1 Une copie d'écran, qui donne une idée de l'aspect du logiciel

Le module générateur de fonctions permet d'accéder à la plupart des formes d'onde les plus utilisées dans le domaine de l'électronique au moyen d'un seul bouton. Cette fonction dispose d'une bibliothèque de fonctions spéciales, ainsi que d'un éditeur qui permet de créer n'importe quelle forme d'onde. Cet éditeur permet de créer des formes d'ondes personnalisées qui seront stockées dans la bibliothèque.

La **figure 1**, représentant une copie d'écran, donne une idée de l'aspect du logiciel. Les fichiers créés sont des fichiers ASCII que l'on peut créer avec un éditeur quelconque ou avec l'éditeur d'ondes. Ces fichiers représentent une

série de valeurs d'amplitude. Ces dernières peuvent être des nombres compris entre -1 et +1 ou par des nombres entiers (0 à 255). Un maximum de 32000 valeurs peut être inscrit dans un fichier. **Le bouton "MORE FUNCTIONS"** permet d'accéder à des formes d'onde spéciales comme les ondes arbitraires, le bruit, les balayages de fréquences et le CC. Cette fonction donne la possibilité d'accéder à la bibliothèque des formes d'ondes utilisées par le générateur de fonctions.

Le module "MODE PLOTTER" permet d'analyser la réponse en fréquence des circuits électroniques. Ceux-ci peuvent être amplificateurs, des filtres. Il faut signaler que ce module nécessite l'emploi de l'oscilloscope et du générateur de fonction.

Pour conclure, nous pouvons dire que la société VELLEMAN propose un logiciel performant qui permet, si l'utilisateur dispose du matériel, des possibilités plus qu'honorables dans le domaine de la mesure qu'il doit effectuer sur différents circuits électroniques. De plus, le fait que PC-LAB2000 puisse être distribué gratuitement permet de juger de ses capacités. Le mode d'emploi est d'une grande qualité, tant par sa simplicité que par sa clarté. Une mise à jour est également possible par connexion sur le site www.velleman.be.

P. OGUIC



La version générateur de fonctions