

# ALLUMAGE ELECTRONIQUE

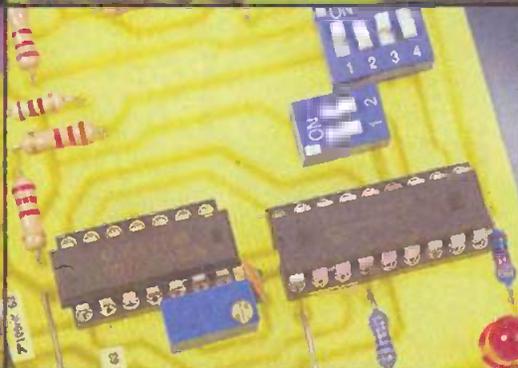
pour moteur  
à explosion  
deux temps,  
*idéal pour  
tondeuse etc.*



Hygromètre sur port USB



Alarme téléphonique



Incrustation de texte sur TV



## RETROUVEZ AUSSI :

▷ Initiation :  
la découverte  
des Pic

▷ Le festival  
robotique

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

T 02437 - 284 - F. 4,50 €



# SOMMAIRE

## ELECTRONIQUE PRATIQUE

Fondateur : Jean-Pierre VENTILLARD

N° 284 - JUIN 2004

TRANSOCEANIC

S.A.S. au capital de 574 000 €

Président : Patrick VERCHER

2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.88.26 - Fax : 01.44.84.88.18

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

### RÉDACTION :

Directeur de la publication :

Patrick VERCHER

Conseiller technique :

Bernard DUVAL

Secrétaire de rédaction :

Annie LECOMTE

Mise en page :

Didier BELLANGER

Couverture :

Dominique DUMAS

Illustrations :

Alain BOUTEVEILLE SANDERS

Photos :

Isabelle GARRIGOU

Avec la participation de : G. Ehretsmann, X. Fenard, G. Giamarchi, P. Gueulle, R. Knoerr, B. Lebrun, V. Le Mieux, P. Mayeux, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic, A. Reloux, N. Reuter

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

### DIFFUSION/VENTES :

Bertrand DESROCHE

Bénédicte MOULET

Tél. : 01.44.84.84.54

N° vert réservé aux diffuseurs et dépositaires de presse :

0800.06.45.12

### Publicité : À la revue :

2 à 12, rue de Bellevue - 75019 Paris

Tél. : 01 44 84 88 26

Fax : 01 44 84 88 18

E Mail : [pub@electroniquepratique.com](mailto:pub@electroniquepratique.com)

### ABONNEMENTS/VPC :

18-24, quai de la Marne - 75019 Paris

Tél. : 01 44 84 85 16 - Fax : 01 42 00 56 92.

Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»

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

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

Forfait photocopies par article : 4,60 €.

Abonnements USA - Canada : Pour vous abonner à

Electronique Pratique aux USA ou au Canada, commu-

niquez avec Express Mag :

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

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

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

Télécopie : (514) 374-9684.

Le tarif d'abonnement annuel pour les USA est de

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

I.S.S.N. 0243 4911

N° Commission paritaire : 60155

Distribution : Transport Presse

Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : SIEP/Bois le Roi - 77590

DEPOT LEGAL JUIN 2004

Copyright © 2004 - TRANSOCEANIC

« Ce numéro  
a été tiré à 43 300  
exemplaires »

## Réalisez vous-même

- 36 Alarme téléphonique à quatre entrées
- 42 Convertisseur pour liaison 4/20 mA
- 46 Incrustation simple d'un texte couleur sur télévision
- 54 Deux entrées audionumériques pour PC
- 58 Télécommande par les fils du secteur
- 64 Hygromètre USB
- 68 Allumage électronique pour moteur 2 temps à explosion
- 74 Digitaliseur de 78 tours
- 78 Surveillance de la température
- 82 Synthétiseur polyphonique 5 voies sur clavier PC
- 88 Extension pour AVR

## Initiation

- 14 L'Europe des SRD
- 16 À la découverte des microcontrôleurs PIC (2<sup>ème</sup> partie)
- 24 Carte d'interface USB Velleman
- 30 Module de commande JM-SSC16 Lextronic
- 32 Calculs interactifs sur PC

## Infos

## 4 OPPORTUNITÉS

## 12 Internet pratique

## SALON

- 28 Festival robotique de Vierzon



LE PROCHAIN NUMÉRO D'ELECTRONIQUE PRATIQUE  
SERA EN KIOSQUE LE 6 JUILLET

## StreetPilot III Deluxe (de Garmin)

**GPS portable avec calcul d'itinéraire, guidage visuel et vocal!**



portable.

Commercialisé au prix indicatif de 1049 € ttc, il ne nécessite aucune installation, branchez-le simplement sur la prise allume-cigares. Vous le changez de véhicule sans problème. Un support souple, lesté et anti-dérapant lui permet de rester en place sur votre tableau de bord. Ce GPS portable dédié à l'automobile est le parfait compagnon de vos voyages touristiques ou d'affaires.

Votre position en temps réel s'affiche sur la cartographie en couleur où figurent les villes, les rues, les lignes de côtes et bien d'autres repères...

Choisissez une destination et le StreetPilot III calculera votre itinéraire. Il affichera, au fur et à mesure de votre déplacement, les noms de rues. Les changements de direction vous seront signalés par annonces vocales.

Le StreetPilot III est prêt à vous guider vers n'importe quelle adresse souhaitée. Pointez sur la carte de l'écran ou dans les menus votre destination : ville, adresse, dernier lieu saisi etc... et... votre itinéraire s'affiche.

De la même façon que les GPS de voiture classiques, le StreetPilot III prend en compte le sens des rues et vous guide vocalement. Non seulement il calcule automatiquement votre itinéraire, mais il le corrige en permanence au moindre écart.

Le StreetPilot III prend en charge toute la navigation. Vous n'hésitez plus, coincé dans un embouteillage à choisir une autre route ou une autre rue puisque StreetPilot III recalcule immédiatement un autre itinéraire. Vous pouvez lui interdire le demi-tour, les sections à péage etc...

A l'approche d'un carrefour ou d'une difficulté d'itinéraire un zoom automatique vous indique clairement les manoeuvres à effectuer.

Des compteurs affichent la distance et le temps restants avant le changement de cap. L'annonce vocale (débrayable et réglable en intensité) parachève l'information.

Le StreetPilot III contient un fond cartographique du monde entier avec les principales villes et routes.

Le Cédérom MapSource™ City Navigator Europe V6 contient le détail complet de toute l'Europe comprenant: villages, villes, départementales, petites routes, nationales, autoroutes, lacs, rivières, lignes de chemin de fer, hopitaux, stades sportifs, stations services, principaux hôtels, principaux restaurants, aéroports, centres d'intérêts touristiques ou autre etc... Les pays sont découpés en plusieurs dizaines de zones (56 zones pour la France). Il suffit de sélectionner sur l'écran du PC les différentes zones que vous souhaitez télécharger dans le GPS, à hauteur de ce que peut contenir la cartouche mémoire (128 Mo dans la cartouche livrée d'origine). Il ne vous restera plus qu'à cliquer sur l'icône de téléchargement pour commencer le transfert des données cartographiques

Avec le StreetPilot III, Arqué Composants vous fait bénéficier du même guidage en ville et sur route que les systèmes GPS embarqués classiques, mais avec l'avantage d'être

depuis le PC vers la cartouche mémoire. Il faut compter 10 minutes pour le téléchargement de 128 Mo de données cartographiques en utilisant le programmeur de cartouches USB livré d'origine.

Des cartouches mémoires existent en option (8, 16, 32, 64, 128 et 256 Mo).

Le logiciel GARMIN MapSource™ City Navigator Europe V6 fourni contient la cartographie des pays suivants: Angleterre, Ecosse, Irlande, Irlande du Nord, Danemark, Finlande, Norvège, Suède, Allemagne, France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, Italie, Autriche, Suisse, Liechtenstein, Espagne, Portugal et République Tchèque (Prague).

Fonction de Navigation :

Routes : calcul automatique avec guidage, visuel et vocal, à chaque changement de direction. Jusqu'à 50 routes en mémoire.

Calcul d'itinéraire effectué sur la carte de base d'origine incluant les autoroutes et les routes principales. Avec les données détaillées issues du CD-ROM, le calcul d'itinéraires

prendra en compte, dans les zones urbaines, les rues dans leurs moindres détails. Guidage vocal:

Les instructions de navigation et les alarmes vous seront communiquées dans la langue de votre choix (français compris). Waypoints : 500 avec noms et symboles graphiques.

Tracés: 2000 points de tracés. Calculateur de voyage : Odomètre, chronomètre, vitesses moyennes et maximales (avec possibilité de remise à zéro).

Performances du GPS : 12 canaux

parallèles compatible différentiel, utilisant jusqu'à douze satellites pour calculer et mettre à jour votre position. Temps d'acquisition à chaud : 15 secondes environ, à froid : 45 secondes environ, autolocate™ : 2 minutes environ. Mise à jour : toutes les secondes en continu.

Précision GPS : Position : < 15 mètres dans 95% des cas. vitesse: 0,05 mètre par seconde en vitesse stabilisée.

Accélération : 6 g. Interfaces : RS232 avec NMEA 0183. Antenne orientable amovible avec connecteur BNC standard. Compatible différentiel.

Fiche Technique GPS Garmin StreetPilot III. Dimensions : 8,0 x 17,3 x 6,5 cm. Poids: 635 g. Ecran : 8,6 x 4,5 cm (350 x 160 pixels), LCD 16 couleurs avec rétro-éclairage à contraste élevé. Boîtier robuste. Gamme de température : -15°C à +70°C. Sauvegarde des données illimitée, pas de pile mémoire. Stockage des cartes : les données détaillées des cartes sont stockées sur les cartouches mémoire. Alimentation : 6 piles AA ou alimentation 12 volts par câble. Autonomie: de 2 à 20 heures en fonction du réglage du rétro-éclairage.

Prise allume-cigares : OUI.

PC par interface NMEA : OUI.



Proche Attraction	
01 Abbaye Saint-Germer	5,7
02 Four de L'Hermin	7,6
03 Collège de Saint-Rémy	9,8
04 Ecole Saint-Rémy	7,8
05 Ecole Saint-Rémy	7,8
06 Stade Mlle Serches	9,1
07 Abbaye El Virgine Courty	12,1

### Livré avec:

- Logiciel sur cédérom GARMIN MapSource™ City Navigator Europe V6 (cartographie Européenne)
- Cartouche mémoire de 128 Mo
- Câble d'alimentation allume-cigares avec haut-parleur Intégré

- Câble d'interface PC (prise: série)
- Chargeur de cartouche mémoire USB
- Etrier de fixation tableau de bord.
- Support souple lesté de tableau de bord ne nécessitant aucune fixation
- Manuel utilisateur en français.

## Forerunner 201 (de Garmin)

**L'entraîneur personnel avec GPS intégré  
pour une mesure précise de votre vitesse, distance  
parcourue et gestion de repos**

Le Forerunner 201, également distribué par Arquid Composants, est un outil idéal pour l'entraînement personnel et conçu pour les coureurs à pied, les marcheurs, les adeptes du VTT, du vélo, des raids multisports et les fans de randonnées.

Il est spécialement conçu pour mesurer vos performances et commercialisé au prix indicatif de 249 € ttc.

Le Forerunner 201 est un GPS (récepteur 12 canaux) intégré à un bracelet/montre muni d'un écran facile à consulter.

Il utilise les satellites du système GPS pour calculer votre vitesse, la distance et ainsi vous permettre de vous concentrer sur votre course.

Il est compact, léger et à l'épreuve de l'eau.

Vous apprécierez de connaître enfin la distance réellement parcourue, votre vitesse de déplacement (instantanée, moyenne, maximale atteinte), vos calories dépensées ainsi que les arrêts et temps de récupérations.

Le Forerunner 201 est l'entraîneur idéal.

Il est possible avant une sortie d'entrer les temps, distances et les objectifs à atteindre. Un indicateur vous montrera en cours de parcours votre avance ou votre retard sur l'objectif.

Pendant votre entraînement, vous avez accès à trois écrans de données :

- L'écran de base: Chronomètre / Vitesse / Distance.
- L'écran circuit actuel: Vitesse / Temps / Distance.
- L'écran personnel, dans lequel vous mettez au choix 3 informations dans la liste: altitude, calories, % pente, distance, distance repos, distance étape, distance totale, étapes, heure, temps, temps de repos, temps étape, temps étape moyen,

temps total, vitesse, vitesse étape, vitesse max, vitesse moyenne. Ces réglages sont très simples à mettre en oeuvre et ne nécessitent que très peu l'utilisation du manuel.

Quand "Pause automatique" est activé, un quatrième écran s'ouvre: Temps de repos / Distance de repos/ Distance totale. Vous pouvez aussi utiliser le chronomètre dans ce mode. En utilisant à la fois le GPS et le chronomètre, vous pouvez courir n'importe où et laisser le Forerunner 201 garder la trace de votre vitesse, de la distance et du temps. Sauvegarde des historiques d'entraînement sur une durée de 2 ans.

Les statistiques: journalières, hebdomadaires, mensuelles ou cumulées sont conservées et/ou effaçables.

Une fonction automatique arrête compteurs et enregistrements quand vous faites une pause.

Une fonction vous indique le tracé du chemin de retour pour revenir au point de départ avec la distance et le temps restant, ainsi que la direction.

Pour connaître sa position, il faut enregistrer un point de route (mark waypoint).

Il calcule les calories consommées en se basant sur votre poids, les distances parcourues et les courbes de changement. Un alarme vous avise si la performance en temps ou en vitesse préétablie n'est pas maintenue. Le Forerunner 201 vous montrera le pourcentage de pente que vous gravissez!.

Un signal sonore vous avise lorsque vous avez atteint votre destination ou un temps spécifié.

Les données en mémoire dans le Forerunner 201 peuvent être transférées sur un PC. Un logiciel (gratuit) disponible sur le site [www.garmin.com](http://www.garmin.com) vous permettra d'analyser vos performances et de faire les ajustements que vous jugerez nécessaires.

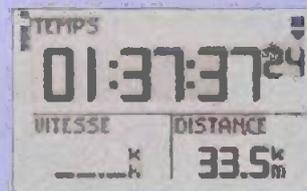


### Statistiques de performances :

- Calcul de la vitesse
- Calcul de la distance parcourue
- Enregistrement du parcours et des performances
- Fonction « compagnon virtuel »
- Paramétrage des temps et distances à parcourir
- Calcul des calories consommées
- Calculs des temps intermédiaires
- Arrêt automatique des compteurs en cas de pause
- Alarme baisse de performances.

### Caractéristiques techniques :

- Poids : 78 gr
- Dimensions 8.38 x 4.32 x 1.52 cm
- Températures : de -15°C à 70°C
- Autonomie : 15 heures en continu
- Alimentation : Batterie Lithium-Ion (livrée)
- Appareil étanche à la norme IEC529 IPX 7
- Récepteur GPS intégré
- Alerte sonore (temps de parcours terminé, arrivé à destination).
- Langage des menus: 14 langues dont le français.
- Données transférables vers un ordinateur
- Sauvegardes données pendant environ 2 ans
- Garantie 2 ans
- Ecran :**  
Ecran FSTN Monochrome à fort contraste  
Taille 3,81 x 2,28 cm



Résolution : 100 x 64 pixels

Fonction rétro-éclairage

### Fonction GPS :

- Réception satellite 12 canaux
- Temps d'acquisition moyen  
• 15 secondes à chaud  
• 45 secondes en mode 'cold start' (démarrage à froid)
- 2 minutes en mode AutoLocate
- Taux d'actualisation de la position GPS: . 1 seconde
- Précision: . Inférieure à 15 mètres dans 95 % des cas
- Nombre de waypoints : 100
- Altimètre intégré
- Fonction Trackback (route de retour automatique)
- Chronomètre, heure et date

EN OPTION : Support de Fixation pour-vélo -26 € TTC

## Axess Technology annonce le lancement des 1<sup>ers</sup> modules ethernet embarqués sans fil, conçus par Digi, le leader des solutions connectware

 Digi, à travers Axess Technology en France, offre aux OEM le moyen de connecter leurs équipements sur ethernet sans fil.

Les modules Digi Connect Wi-ME et Digi Connect Wi-EM représentent une révolution et une évolution incontestable des modules filaires à intégrer dédiés à la connectivité ethernet (Digi Connect METM et Digi Connect EM TM).

Certifiés FCC, ces solutions mono-composant puissantes et ultra compactes fonctionnent en tant que véritables micro-logiciels serveurs plug and play, et permettent le développement d'applications personnalisées sur la plate-forme NET+WORKS.

Le Digi Connect Wi-ME remplace le Digi Connect ME sous la forme d'un module RJ45. Le Digi Connect Wi-EM remplace le Digi Connect EM, sous la forme d'une petite carte embarquée.

Ce sont les 1<sup>ers</sup> modules embarqués sans fil 32 bits 802.11b sécurisés et personnalisables basés sur le processeur 32 bits NET+ARM (NS7520) de Netsilicon.

Les modules Digi Connect Wi-EM et Digi Connect Wi-ME sont compatibles au niveau logiciel et interchangeable avec les modules embarqués filaires Digi Connect EM et Digi Connect ME (voir photos) et fournissent une fonctionnalité ethernet sans fil instantanée.

Les modules wifi de Digi peuvent être utilisés dans une large variété de produits, tels que :

les systèmes de contrôles d'accès, les systèmes de points de vente, les lecteurs d'étiquettes RFID, les appareils médicaux, les systèmes d'automatisations industrielles, entre autres.

### Caractéristiques techniques :

- Interface réseau Ethernet sans fil 802.11b à 11Mbps
  - Modules basés sur le processeur NS7520 de NetSilicon
  - Interface(s) série TTL haut débit jusqu'à 230Kbps
  - Chiffrement et authentification WPA/WEP
  - Puissance en émission 16dBm
  - Sensibilité en réception - 80dBm
  - 5 à 9 ports GPIOs
  - Pile TCP/IP embarquée : Protocoles HTTP/HTTPS, UDP, DHCP, SSL/TLS, SNMP, Telnet, Rlogin, etc.
  - Faible consommation et gamme de température industrielle
  - Pin à Pin compatible avec la version filaire Connect ME/EM
  - Plug & Play ou configurable grâce au kit de développement NET+Works
- Informations complémentaires :  
[www.axess-technology.com](http://www.axess-technology.com)



## Déstockage « monstre » chez E-44 à Nantes



Opération DESTOCKAGE MASSIF du 28 au 30 juin 2004 au magasin E44 Electronique de Nantes (Tél : 02 51 80 55 73). A cette occasion, le magasin sera fermé pour inventaire, mais vous retrouverez sur le parking de notre magasin. DE 10 H A 20 HEURES trois jours de prix cassés. Tout doit disparaître ! Profitez de votre descente vers les plages pour faire un détour vers notre parking et profiter de ces soldes exceptionnelles durant l'inventaire.

Les petits moteurs à courant continu sont légion en robotique. Aussi est-il logique que les électroniciens s'intéressent de très près aux caractéristiques électriques de ces éléments. En effet, il est très fréquent de faire appel à l'électronique pour contrôler la vitesse de rotation de ce type de moteur. Il n'est donc pas étonnant de trouver de très nombreuses informations sur ce sujet grâce à Internet.

# internet PR@TIQUE

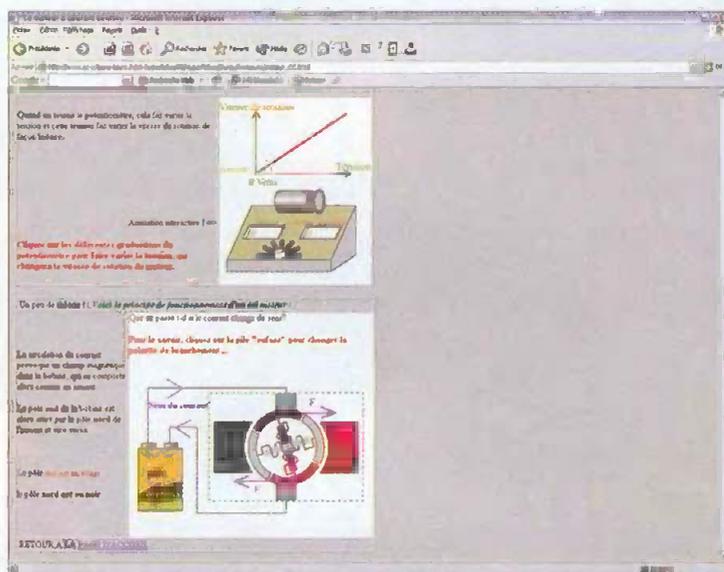
Le premier site que nous vous invitons à visiter ce mois-ci se situe à l'adresse :

[http://www.ac-orleans-tours.fr/sti-hyperfiches99/Hyperfiches/Durzy/formeuse/moteur\\_CC.html](http://www.ac-orleans-tours.fr/sti-hyperfiches99/Hyperfiches/Durzy/formeuse/moteur_CC.html)

L'intérêt principal de ce site réside dans une petite animation qui permet de visualiser comment fonctionne un moteur à courant continu.

Mais très vite il faut passer à un autre site pour en savoir un peu plus, parce qu'on a vite fait le tour de la première page proposée. Le deuxième site que nous vous invitons à visiter se situe à l'adresse :

<http://e.m.c.2.free.fr/motcc.htm>



[http://www.ac-orleans-tours.fr/sti-hyperfiches99/Hyperfiches/Durzy/formeuse/moteur\\_CC.html](http://www.ac-orleans-tours.fr/sti-hyperfiches99/Hyperfiches/Durzy/formeuse/moteur_CC.html)

<http://e.m.c.2.free.fr/motcc.htm>

**Moteur à courant continu;**

Ces valeurs caractérisent de l'énergie électrique en énergie mécanique

Voir nos animations (avec animations)

Motocycle à deux roues, indéterminé

Les bobinages de l'inducteur (rouge) et ceux de l'induit (bleu) sont classés 2 réseaux séparés et sont parcourus par des courants alternés. L'induit, grâce au action permanent agit crée le champ magnétique dans lequel évolue l'inducteur (bleu) à effet pas de circuit électrique inducteur.

U = E + R I

L'intérêt principal de ce deuxième site est de rappeler, en quelques lignes, les équations fondamentales qui décrivent le comportement d'un moteur à courant continu. Le modèle simplifié d'un moteur à courant continu est également rappelé sur ce site.

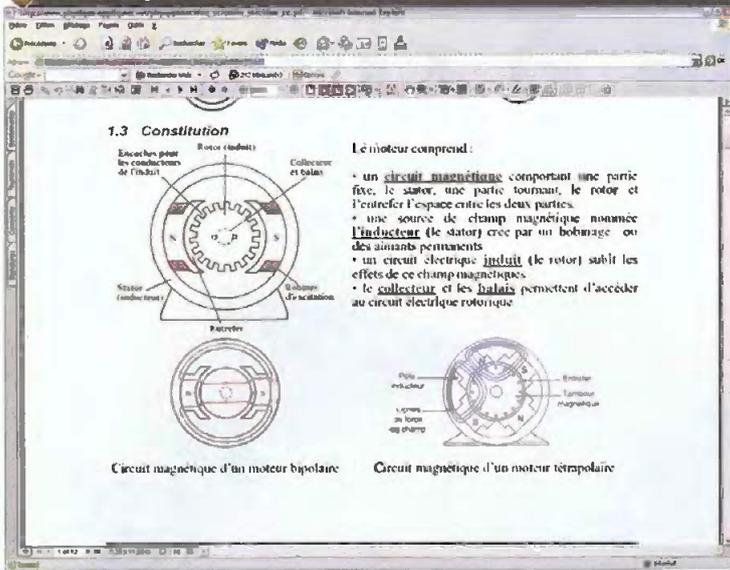
Mais si vous voulez vraiment en savoir plus, par exemple comprendre les phénomènes qui ont lieu pendant les phases de démarrage du moteur, ou bien comment on calcule le bilan énergétique, nous vous invitons à télécharger un cours complet en format PDF que vous trouverez à l'adresse suivante :

[http://www.physique-appliquee.net/phyapp/machine\\_cc/cours\\_machine\\_cc.pdf](http://www.physique-appliquee.net/phyapp/machine_cc/cours_machine_cc.pdf)

Il s'agit vraiment d'un document très intéressant et très utile, donc un document à posséder. Ceci est d'autant plus vrai qu'il ne pèse que 439Ko et que son téléchargement ne prend que une à deux minutes même avec un simple modem 56K.

Si après tout cela votre soif de connaissance n'est pas encore éteinte, vous pourrez consulter avec plaisir le

3 [http://www.physique-appliquee.net/phyapp/machine\\_cc/cours\\_machin\\_cc.pdf](http://www.physique-appliquee.net/phyapp/machine_cc/cours_machin_cc.pdf)



site se situant à l'adresse suivante :  
<http://www.gel.usherbrooke.ca/leroux/projet/data/Moteur/chap11.htm>

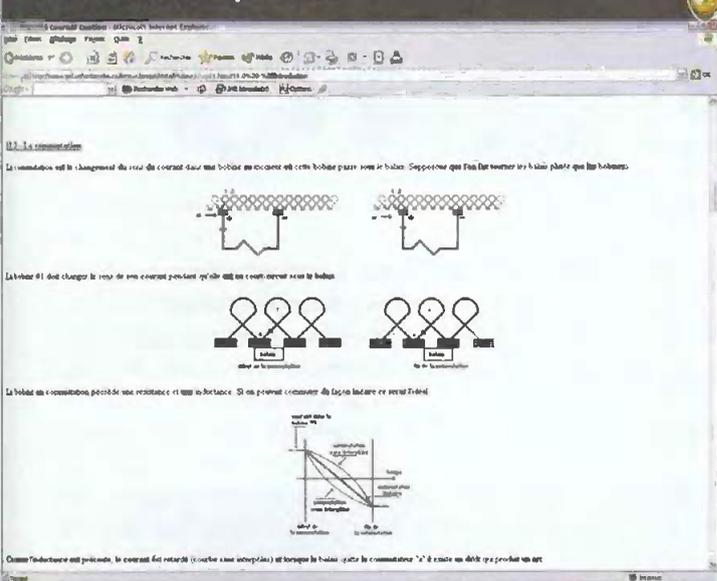
Ce site explique notamment comment les différents enroulements du moteur participent à son fonctionnement. Enfin, pour terminer cette visite du Net sur le thème des moteurs à courant continu, nous vous invitons à consulter la page qui se situe à l'adresse :

<http://www.jautomatise.com/White/WProbotiqueSite/WPStau.htm>

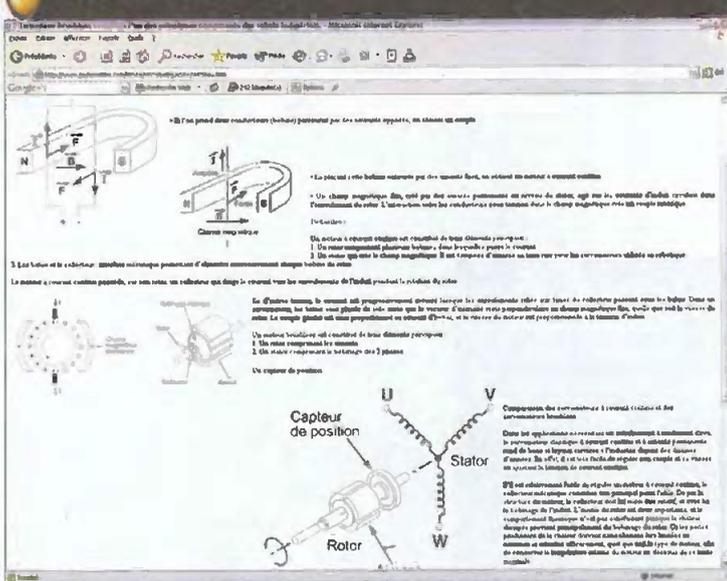
Vous y trouverez quelques explications sur le fonctionnement des moteurs à courant continu de type "brushless". Bien sûr, il reste encore de nombreux sites à découvrir sur ce sujet, et nous n'avons pas la prétention de vous les avoir tous présentés ici. Vous trouverez donc en annexe une liste de liens intéressants sur le sujet à consulter si la découverte des moteurs vous passionne.

P. Morin

4 <http://www.gel.usherbrooke.ca/leroux/projet/data/Moteur/chap11.htm>

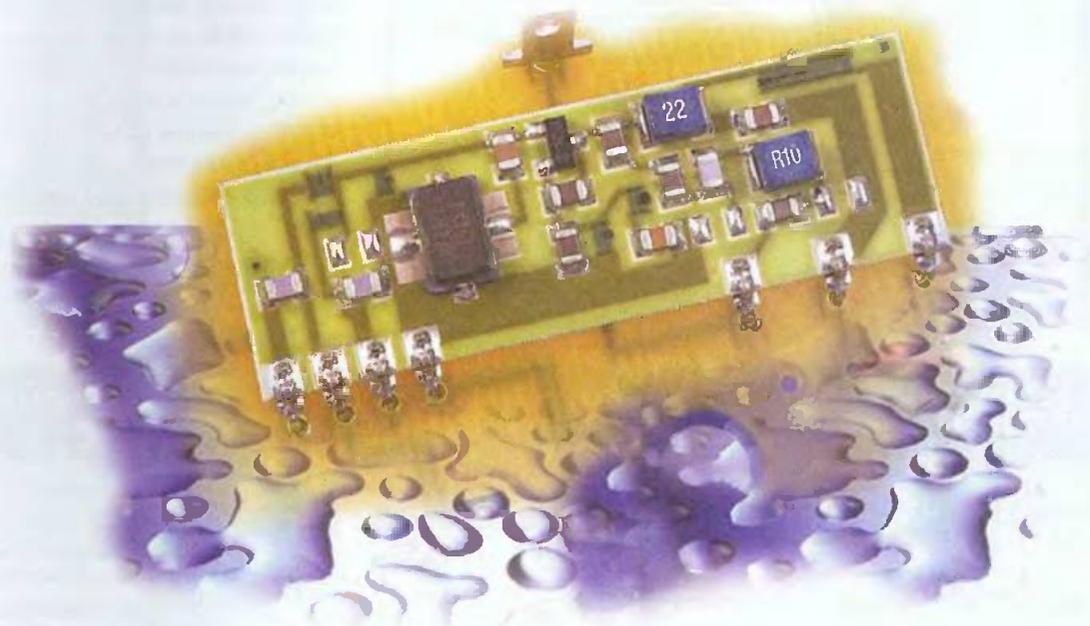


5 <http://www.jautomatise.com/White/WProbotiqueSite/WPStau.htm>



- 7 Liste des liens
- [http://www.ac-orleans-tours.fr/sti-hyperfiches99/Hyperfiches/Durzy/formeuse/moteur\\_CC.html](http://www.ac-orleans-tours.fr/sti-hyperfiches99/Hyperfiches/Durzy/formeuse/moteur_CC.html)
  - <http://e.m.c.2.free.fr/motcc.htm>
  - [http://www.physique-appliquee.net/phyapp/machine\\_cc/cours\\_machin\\_cc.pdf](http://www.physique-appliquee.net/phyapp/machine_cc/cours_machin_cc.pdf)
  - <http://www.gel.usherbrooke.ca/leroux/projet/data/Moteur/chap11.htm>
  - <http://www.jautomatise.com/White/WProbotiqueSite/WPStau.htm>
  - [http://perso.wanadoo.fr/michel.hubin/physique/puissance/chap\\_puis8.htm](http://perso.wanadoo.fr/michel.hubin/physique/puissance/chap_puis8.htm)
  - <http://www.physique-appliquee.net/phyapp/phyapp06.html>
  - [http://perso.wanadoo.fr/physique.appliquee/tget/chapitre11\\_principe\\_mcc.pdf](http://perso.wanadoo.fr/physique.appliquee/tget/chapitre11_principe_mcc.pdf)
  - <http://webpublic.ac-dijon.fr/pedago/physique/documents/PhysiqueAppliquee/Tournus/MoteurCC/CoursMoteurCC.htm>
  - [http://aiiwww.epfl.ch/teaching/resumes\\_EM\\_MJ/courant\\_continu.pdf](http://aiiwww.epfl.ch/teaching/resumes_EM_MJ/courant_continu.pdf)
  - [http://www.ujf-grenoble.fr/PHY/PLATEFORMES/EEE/Machines\\_CC.pdf](http://www.ujf-grenoble.fr/PHY/PLATEFORMES/EEE/Machines_CC.pdf)
  - <http://www.eudil.fr/eudil/belk/ra2411.htm>
  - <http://pedagogie.ac-aix-marseille.fr/disciplines/sti/genelec/cours/dereumaux/evolmcc.htm>
  - [http://nebergement.ac-poitiers.fr/1-cc-angouleme/coulomb-exos-phy/exos\\_tregu\\_nv/#](http://nebergement.ac-poitiers.fr/1-cc-angouleme/coulomb-exos-phy/exos_tregu_nv/#)
  - <http://louispayen.apinc.org/cours/COURS-MACHINE-CC.doc>
  - [http://artic.ac-besancon.fr/Sciences\\_Physiques/tice/mcc1/index.htm](http://artic.ac-besancon.fr/Sciences_Physiques/tice/mcc1/index.htm)

# L'Europe des SRD "Appareils à courte portée"



**Les dispositifs domestiques à courte portée demandent de plus en plus de fréquences radio... Les organismes européens se sont lancés dans des recommandations affectant des plages de fréquences pour diverses applications de petite puissance, donc de faible portée associée pour certaines applications domestiques.**

Cette recommandation donne l'allocation des fréquences dans les pays des membres de la CEPT, Commission Européenne des administrations des Postes et Télécommunications. Elle sert de référence aux différents pays lors de l'organisation de leur propre plan de fréquences et ne concerne pas uniquement les applications domestiques.

Cette harmonisation européenne permet aux différents producteurs de matériels électroniques utilisant ces fréquences d'avoir une estimation du marché. Il ne faut, toutefois, pas oublier les restrictions nationales existantes qui peuvent interdire totalement l'exploitation d'une bande européenne. Inversement, certaines fréquences non définies dans les recommandations sont utilisables dans les différents pays. Citons, à titre d'exemple, le modélisme. La recommandation européenne

propose trois bandes : 6 fréquences intercalées dans les canaux CB : 26.995, 27.045, 27.095, 27.145 et 27.195 MHz, une bande de 34.995 à 35.225 MHz et quatre canaux à 40.665, 40.675, 40.685 et 40.695 MHz. La bande située vers 35 MHz est réservée aux modèles volants.

En France, 11 canaux (espace de 10 kHz) sont autorisés de 26.81 à 26.92 MHz, 11 de 40.995 à 41.105 pour l'aéromodélisme, 10 de 41.105 à 41.205 Hz et, enfin, 15 (espacés de 20 kHz) entre 72.2 et 72.5 MHz.

Certaines fréquences sont bien connues des amateurs, il s'agit de celles utilisées pour les télécommandes pour lesquelles on trouvera des modules d'émission et de réception. La bande de 223.5 à 225 MHz s'apprête à disparaître, elle sera fermée fin 2005.

La bande de 433.05 à 434.79 a

droit à une puissance de 10mW avec un rapport cyclique de 10%. Ce rapport cyclique est défini comme étant le pourcentage du temps d'émission par rapport à une durée d'une heure, mais avec une répartition de la durée de l'émission, par exemple un taux de 10% ou moins autorisera 10 transmissions de 36 secondes avec un "blanc" minimum de 3,6 secondes. Le haut de la bande, à partir de 434.04 MHz a droit à un taux d'occupation de 100%...

Détail d'importance, les transmissions audio et vocales devront être évitées dans cette bande, bande où on trouve actuellement des petits émetteurs/récepteurs portables. Par ailleurs, en France, la limitation du rapport cyclique n'existe pas. Plus récente, la bande de 863 à 870 MHz a été affectée à toute une série d'applications diverses avec une puissance grimant à 500mW ! La

bande commence avec l'audio : micro, casque, enceintes sans fil, etc., chaque système peut occuper 300 kHz de largeur de bande, la partie supérieure, entre 864.8 et 865 MHz, est affectée à des systèmes à bande étroite : 50 kHz. Entre 864.1 et 868.1, 40 canaux sont consacrés aux téléphones CT2 numériques. La bande RCD continue entre 868 et 869.2 avec une puissance de 25mW et un rapport cyclique de 1% ou moins jusqu'à 868.6 et 0,1% jusqu'à 869.2 MHz. Entre 869.3 et 869.4, il n'existe aucune limitation de rapport cyclique, une émission permanente est donc possible.

La bande de 869.4 à 869.65 MHz autorise 500mW avec un rapport de 10% ou moins. Des canaux de 25 kHz sont possibles, mais le canal peut aussi être exploité sur toute sa largeur pour une transmission de données à grande vitesse.

Enfin, toujours dans cette bande, si votre émetteur ne sort pas plus de 5mW, vous aurez le droit de grimper à 100% d'occupation.

Il reste encore une bande, la plus haute, elle couvre de 2400 à 2483.5 MHz et permet de loger pas mal d'applications. On pourra, par exemple, y transmettre des signaux vidéo. En France, la puissance est limitée à 10mW pour une utilisation à l'intérieur d'un local et à 2,5mW à l'extérieur. Dans la bande de 2446 à 2454, la puissance isotopique équivalente autorisée en France et à l'extérieur est de 10mW. Cette puissance iso-

topique équivalente est le produit du gain par la puissance envoyée dans l'antenne. Si on envoie 1mW dans une antenne d'un gain de 10dB, on aura une puissance isotopique équivalente de 10mW... On tient donc compte ici de la puissance émise dans l'axe de l'antenne... Comme la fréquence est très élevée, la longueur d'onde est très courte et les antennes directives de petite taille, donc assez faciles à réaliser... Les produits commercialisés sont soumis aux réglementations européennes concernant la circulation des produits. Tout appareil émetteur ou récepteur susceptible de rayonner doit porter la mention CE associée au numéro de l'organisme notifié ayant procédé aux tests. En outre, si des restrictions d'utilisation existent dans certains pays d'Europe, la mention CE devra s'associer à un point d'interrogation entouré d'un cercle...

On n'oubliera pas que l'utilisation de ces appareils n'implique aucune protection vis à vis d'un brouillage. Le respect des puissances nous paraît important, l'expérience des "tontons" de la CB a gravement nuit à la portée des liaisons. Malheureusement, des amplis sont commercialisés par des sociétés n'ayant aucun autre souci que celui du profit...

**E. LEMERY**

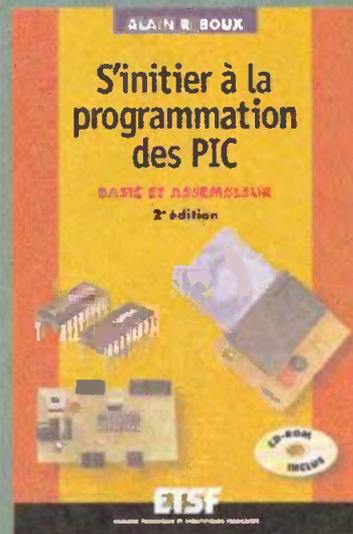
**Les sites** [www.art-telecom.fr](http://www.art-telecom.fr) :  
 liste des fréquences  
[www.ero.dk](http://www.ero.dk) :  
 réglementation européenne



Mise en œuvre de modules 433 MHz

## S'initier à la programmation des PIC BASIC et ASSEMBLEUR 2ème édition

Vous permettre de maîtriser les bases de l'électronique programmable, telle est l'ambition de ce livre.



Nous avons choisi de nous appuyer sur les fameux et universels microcontrôleurs PIC avec lesquels on "fait" de l'électronique sans s'embarasser de schémas complexes. Les modèles retenus ici sont les 16F84 et 16F628 au rapport performances/prix sans égal sur le marché.

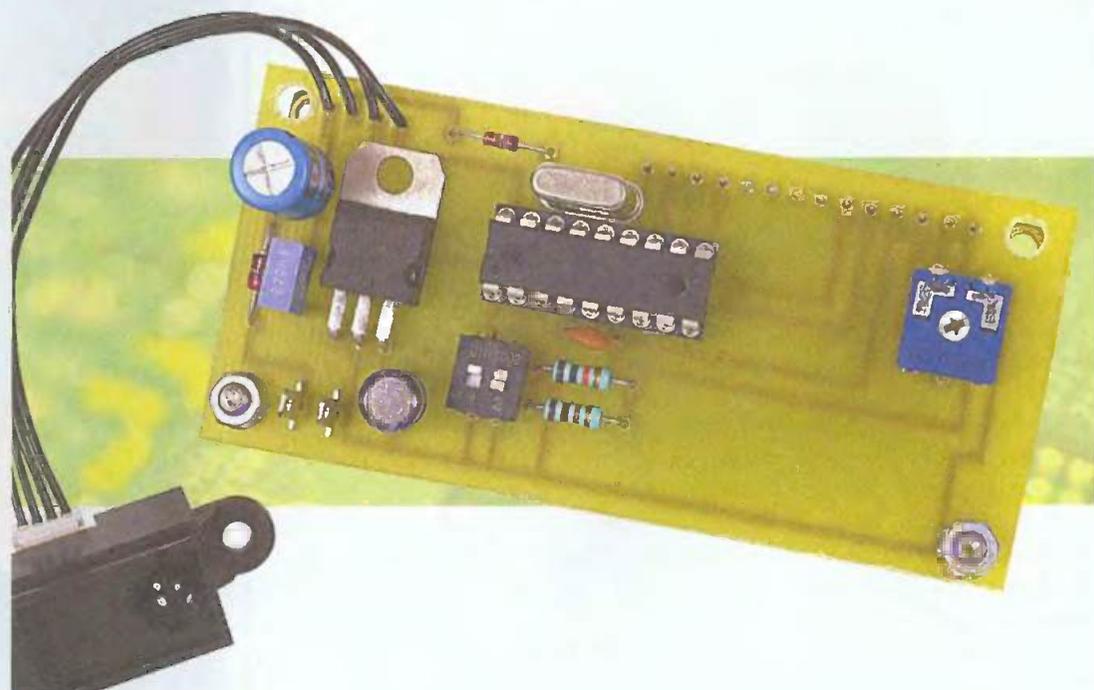
Cet apprentissage, nous l'avons voulu progressif au travers de montages simples et ludiques, basés sur des applications actuelles comme les cartes à puce, la télévision ou les robots. Ainsi, vous explorerez les immenses possibilités de cette électronique moderne en BASIC, assisté des logiciels BASIC F84 et F84+ développés pour vous par l'auteur, puis en assembleur. Bien plus qu'un manuel technique et qu'un simple ouvrage de programmation, ce guide est une véritable porte ouverte sur le monde de l'électronique numérique.

CD-ROM inclus

A. REBOUX

# À la découverte des microcontrôleurs PIC

## (Deuxième partie)



Nous voici comme promis dans notre dernier cours au cœur d'un microcontrôleur PIC, l'architecture présentée figure 6 est celle d'un microcontrôleur PIC 16 F 84 sur lequel notre étude portera.

Avant d'étudier l'architecture interne d'un PIC, nous allons faire un bref rappel sur les bascules, pour nous amener jusqu'au "circuit registre", constituant essentiel dans l'architecture d'un PIC.

Il existe en logique combinatoire différentes bascules ayant chacune des caractéristiques et un mode de fonctionnement propre. Nous allons étudier ici le fonctionnement de l'une d'elles : la bascule D.

Une bascule D peut être construite à l'aide de 4 portes NAND et d'un inverseur tel que représenté sur la figure 1.

### Mode de fonctionnement

Tant que l'entrée de validation H est au niveau logique bas (0 V) la

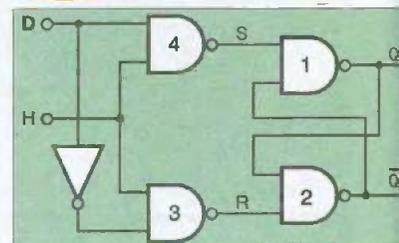
sortie des portes NAND (3 et 4) est au niveau logique haut. En effet un 0 V appliqué sur une des entrées d'une porte NAND provoque la mise au niveau logique "1" de la sortie de cette porte, on dit que le "0" est l'élément absorbant sur une NAND (voir la table de vérité figure 3). La sortie des portes 3 et 4 restera "bloquée" au niveau logique "1" tant que l'entrée H est à 0, ce qui signifie que le signal présent sur l'entrée D (data) ne modifiera pas les sorties des portes 3 et 4 (sortie R et sortie S). La sortie Q de la bascule D restera donc dans l'état précédent, on peut dire que la bascule D a mémorisé l'état antérieur (voir la table de vérité).

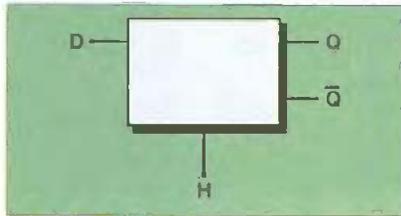
Passons maintenant l'entrée H au niveau logique "1". Pour une porte NAND le niveau logique "1" sur l'une de ses entrées représente

"l'élément neutre", c'est à dire que la sortie de la porte ne dépendra alors que de l'état de la deuxième entrée logique (figure 3). Si l'entrée D est au niveau logique 1, la sortie de la porte 4 (S) passe au niveau logique "0", ce qui provoque une mise au niveau logique "1" de la sortie de la porte 1 appelée "Q".

Un inverseur est inséré entre le signal d'entrée D et la porte 3. De

 Bascule D





**2** Symbole

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**3** Table de vérité

ce fait, sachant que nous avons mis précédemment D à 1 cela signifie que la sortie de la porte 3 est au niveau logique "1". La deuxième entrée de la porte 2 est connectée sur la sortie de la porte 1 qui est au niveau logique "1", de ce fait la sortie Q barre de la porte 2 est donc au niveau logique "0".

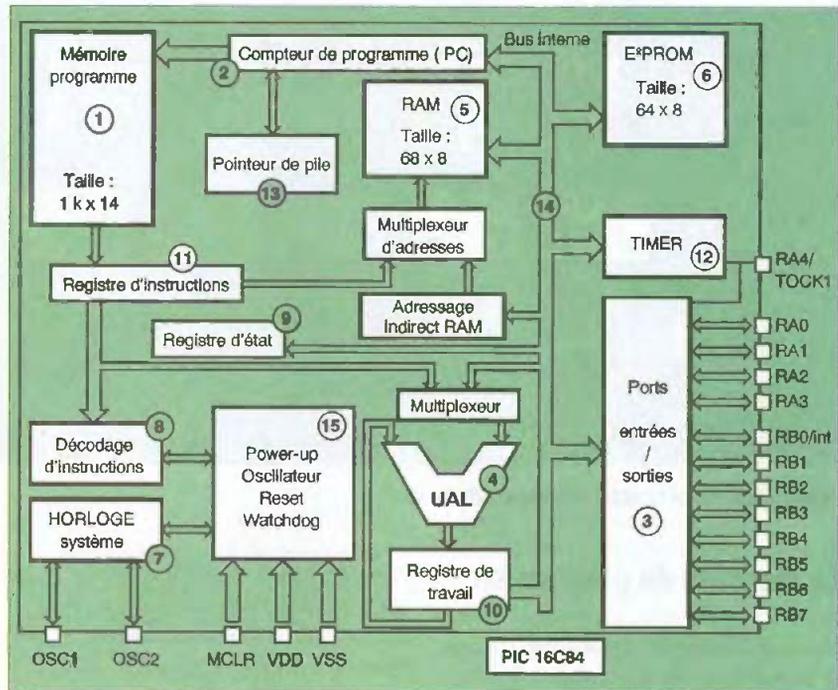
Conclusion : On peut dire que la sortie Q d'une bascule D recopie l'état de l'entrée D tant que le signal de validation H est au niveau logique "1". Si le signal H est au niveau logique "0", alors la bascule peut être assimilée à une cellule mémoire de 1 bit, car elle mémorise l'état antérieur de la sortie Q.

Comment utiliser des bascules D pour former une mémoire statique ?

## De la bascule à la mémoire ...

Nous venons de voir le fonctionnement d'une bascule D unique, celle-ci peut être assimilée à une cellule mémoire de 1 bit (en effet on ne mémorise qu'une seule information binaire). Pour réaliser par exemple une mémoire 8 bits (1 octet), on pourra juxtaposer 8 bascules D comme représenté sur le schéma de la **figure 5**.

La donnée à mémoriser est présentée, via les interrupteurs, sur les entrées Data des bascules D (D0 à D7), puis lorsque l'on veut mémoriser l'état de ces 8 entrées, il suffit d'appliquer une impulsion sur la broche de validation H (remarque que toutes les entrées de validation H sont reliées ensemble). Les



**6** Architecture Interne simplifiée du PIC 16 F 84

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1 - Mémoire programme                     | 9 - Registre d'état                   |
| 2 - Registre compteur de programme        | 10 - Registre de travail              |
| 3 - Port A et Port B d'entrées - sorties  | 11 - Registre d'instruction           |
| 4 - Unité Arithmétique et logique         | 12 - Timer                            |
| 5 - RAM                                   | 13 - Pointeur de pile                 |
| 6 - E2PROM                                | 14 - Bus internes                     |
| 7 - Horloge système                       | 15 - Reset ; Watch dog ; Alimentation |
| 8 - Registre de décodage des instructions |                                       |

8 leds connectées sur les sorties Q donnent l'état du contenu de chaque bascule. Le montage ci-après peut se réaliser à l'aide d'un circuit TLL comportant 8 bascules D tel que le 74374.

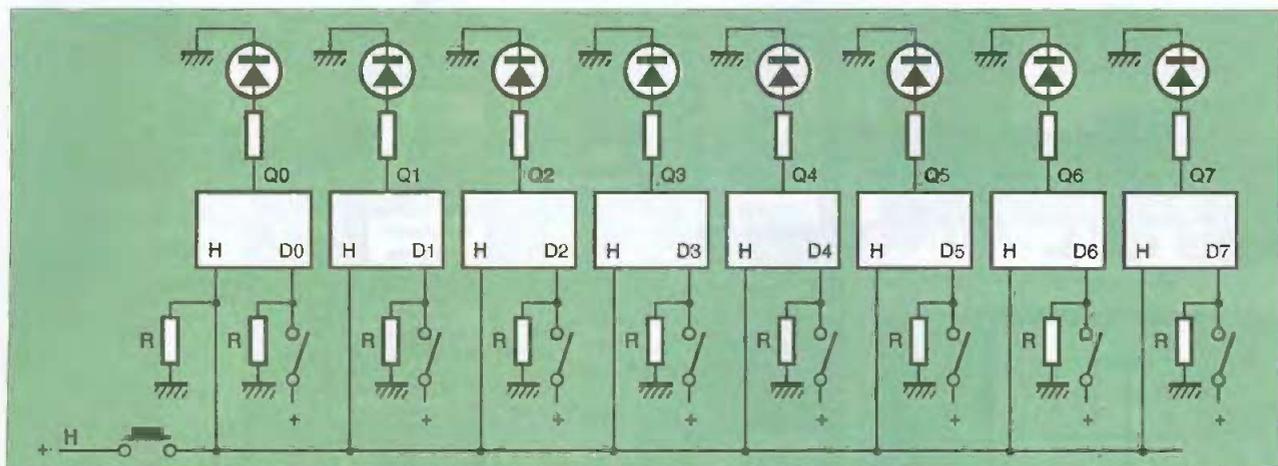
Cette mémoire 8 bits peut également s'appeler registre 8 bits. Dans l'architecture interne d'un microcontrôleur PIC

nous retrouverons de nombreux registres semblables à celui-ci. Le PIC 16F84 possède 15 registres ayant chacun une fonction bien définie.

## Rôle et description des principaux blocs constituant l'architecture d'un PIC

**4** Tableau des états

D	H	Q	Q̄	Commentaires
1	0	0	1	État initial
1	1	1	0	La sortie Q prend l'état de D («1»)
1	0	1	0	Mémorisation de l'état antérieur
0	0	1	0	Mémorisation de l'état antérieur
0	1	0	1	La sortie Q prend l'état de D («0»)
0	0	0	1	Mémorisation de l'état antérieur
1	0	0	1	Mémorisation de l'état antérieur
0	1	0	1	Recopie de l'entrée D
1	1	1	0	Recopie de l'entrée D



## 5 Montage 8 bascules D

### La mémoire de programme

Sur le PIC présenté (16F84) on retrouve une mémoire de type flash EPROM ayant une capacité de 1024 instructions (rep : 1). Le constructeur donne environ 1000 cycles d'effacement et d'écriture pour cette mémoire, ce qui nous laisse une marge assez confortable pour mettre au point un programme. Chaque instruction est codée sur 14 bits cela signifie que la mémoire programme du PIC 16F84 a une capacité de 1024x14 bits.

C'est dans cette mémoire que sera stocké votre programme (compilé) qui correspondra aux instructions que devra effectuer le microcontrôleur. Les 1024 (1 k) instructions possibles semblent un peu dérisoires face aux "méga-octets" d'aujourd'hui, mais vous verrez par la suite que cela suffit largement pour une application "grand public". Il ne faut pas oublier également que dans chaque case mémoire on peut stocker 14 bits, ce qui permet d'utiliser des instructions plus "puissantes" que dans une mémoire traditionnelle 8 bits.

A la mise sous tension c'est la case située à l'adresse 0 qui sera lue (c'est ce

que l'on appelle le vecteur reset). Nous verrons par la suite lors d'une application que le PIC 16F84 peut travailler également en mode interruption (selon 4 sources différentes), dans ce cas la case mémoire qui sera pointée se trouve à l'adresse 4 (c'est le vecteur interruption).

### Le compteur de programme (CP ou PC en anglais pour Programm Counter)

Nous venons de voir que la mémoire programme contient les codes binaires du programme que nous avons défini. Nous avons également vu dans le premier cours que le microcontrôleur exécute une à une les instructions stockées dans la mémoire.

Un registre interne nommé "compteur de programme" (rep : 2) va être chargé de pointer (sélectionner) chaque case mémoire une à une, afin que le microcontrôleur puisse exécuter l'instruction correspondante au code binaire stocké dans la case mémoire concernée. Le contenu du registre du pointeur de programme augmentera au grès de l'exécution des instructions, le PC pointe toujours la prochaine instruction à exécuter.

Dès que le microcontrôleur est alimenté le contenu du registre compteur de programme est remis à zéro ce qui fait que c'est la case mémoire située à l'adresse 0 qui va être pointée la première (vecteur RESET).

Le compteur de programme possède une largeur 13 bits, il peut donc adresser une mémoire de 8 k ( $2^{13} = 2^{10} \times 2^3$  soit 1 k x 8 = 8 k).

Le compteur de programme s'incrémente alors que l'exécution de l'instruction précédente est en cours.

### Cheminement d'une instruction

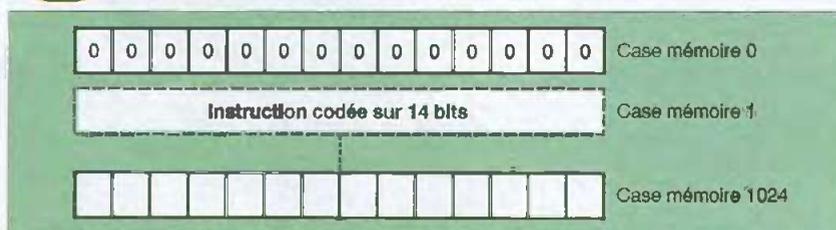
#### Le registre de contrôle et décodage des instructions

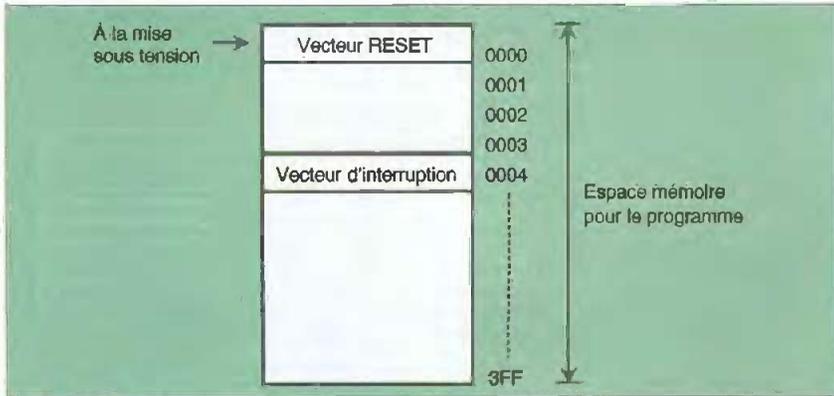
Le programme binaire correspondant à votre source est maintenant dans la mémoire programme du microcontrôleur PIC, le compteur de programme pointe l'instruction à exécuter, cette instruction est analysée par un registre de contrôle et de décodage des instructions, véritable analyseur logique, qui est chargé de définir ce que le microcontrôleur devra effectuer comme opération. Le contrôleur et décodeur d'instruction définit la stratégie des actions à accomplir en interne pour effectuer l'instruction demandée.

### L'unité arithmétique et logique

L'unité arithmétique et logique est considérée souvent comme étant le cœur de

## 7 Instructions mémoire programme





## 8 Espace mémoire

l'unité centrale (UC). En effet c'est elle qui va être chargée d'effectuer toutes les opérations de type arithmétique (addition, soustraction etc...) ou bien de type logique (rotation, décalage, complément etc...).

Selon l'opération à effectuer le contrôleur et décodeur d'instruction enverra les signaux nécessaires à l'unité arithmétique et logique pour pouvoir accomplir l'opération demandée.

Exemple : Nous voulons soustraire deux nombres, comment l'unité centrale va-t-elle procéder ?

- Dans un premier temps la première valeur à soustraire va être stockée dans le registre de travail W, remarquez que le registre de travail est relié sur une des entrées de l'Unité Arithmétique et Logique.

- Puis la deuxième valeur à soustraire est dirigée vers une autre entrée de l'Unité Arithmétique et Logique. Ensuite un code indiquant qu'une soustraction doit être effectuée est envoyé vers l'Unité Arithmétique et Logique qui exécute cette instruction.

- Le résultat de la soustraction est stocké

dans le registre de travail qui lui-même est relié au bus de donnée interne, cela veut dire que le résultat peut être transféré en interne vers n'importe quel registre.

## Le registre de travail (registre W rep : 10)

L'Unité Arithmétique et Logique est en étroite relation avec un registre nommé W (work register), c'est un registre de travail qui correspond aux anciens "accumulateurs" sur les microprocesseurs et par lequel vont transiter un bon nombre d'informations que ce soit une donnée à traiter (pour réallier par exemple une addition, une soustraction etc...) ou bien pour stocker le résultat d'une opération ou d'un traitement.

Nous verrons par la suite lorsque nous réaliserons des programmes que ce registre est très important. En effet l'accès à certains registres du PIC ne peut se faire directement, nous sommes obligés de "passer" la valeur à lire ou à écrire par ce fameux registre de travail. Le fait que le registre de travail soit relié au bus de

données interne permet à celui-ci d'être en relation avec le reste de l'architecture du PIC (RAM, E2PROM, TIMER, PORTS A et B, etc...).

## Le registre d'état (ou registre status)

A chaque fois que l'on devra faire un test au cours d'un programme, nous allons utiliser sans le savoir un registre interne appelé registre d'état qui est en relation avec le résultat de la dernière opération demandée au microcontrôleur PIC. C'est un registre qui contient 8 bits ayant chacun un rôle bien particulier.

Exemple d'un test au cours d'un programme :

Nous avons réalisé une temporisation et nous devons tester si celle-ci est terminée pour passer à la suite du programme, comment le microcontrôleur va-t-il gérer ce programme ?

- Pour réaliser une temporisation, nous allons "charger" une valeur dans un registre du PIC, puis nous allons décrémenter cette valeur jusqu'à atteindre la valeur 0 ce qui définira la fin de notre temporisation. Pour pouvoir dire que le registre que nous avons utilisé est bien à 0, nous allons utiliser une instruction de test qui va nous avertir quand le contenu du registre sera égal à 0. Cette instruction de test contrôle l'état d'un bit du registre d'état, le bit Z (comme zéro) qui passera à 1 lorsque le résultat de la dernière opération effectuée vaudra 0.

Cela peut paraître assez difficile au premier abord mais avec l'habitude... on se fait à tout. (figure 13)

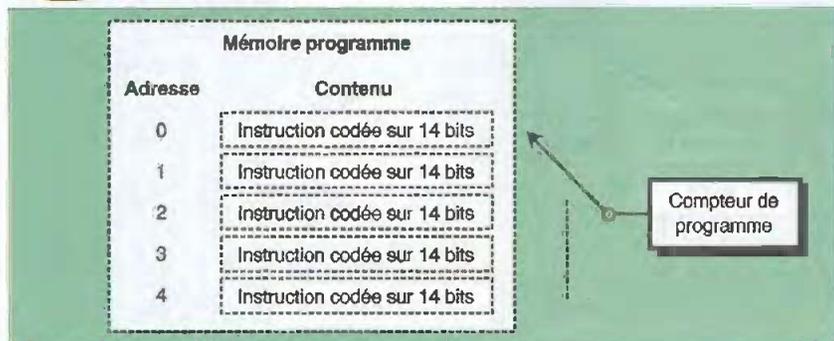
## Chronogramme de la temporisation

### Les bits du registre d'état

Bit C (carry) : Ce bit du registre d'état va passer à "1" lorsque le résultat de la dernière opération arithmétique a provoqué une retenue.

Bit DC (digit carry) : Ce bit du registre d'état va passer à "1" lorsque le résultat de la dernière opération arithmétique a provoqué une retenue sur les quatre premiers bits, ce bit (ou bien flag... pour drapeau) sera utilisé lorsque l'on travaillera en BCD (binaire codé décimal).

## 9 Le compteur de mémoire



Bit Z (zéro) : Ce bit du registre d'état va passer à "1" lorsque le résultat de la dernière opération est égal à zéro. Dans l'exemple de la temporisation précédente on utilise ce bit zéro.

Bit PD/ (power down) : Ce bit du registre d'état va passer à "0" lorsque le microcontrôleur rencontre l'instruction particulière "Sleep" (mise en sommeil) qui détermine le mode de mise en veille PIC en bloquant les impulsions d'horloge nécessaires au cadencement de tous les échanges, le PIC attend alors un événement pour "repartir".

Bit TO/ (time out) : Ce bit du registre d'état va passer à "0" lorsque le chien de garde interne (nous reviendrons ultérieurement sur son fonctionnement) a atteint la fin de comptage que le programmeur lui a défini. Le chien de garde (ou watch dog) peut être désactivé, il ne servira que lorsque nous voudrions savoir si le programme se déroule correctement.

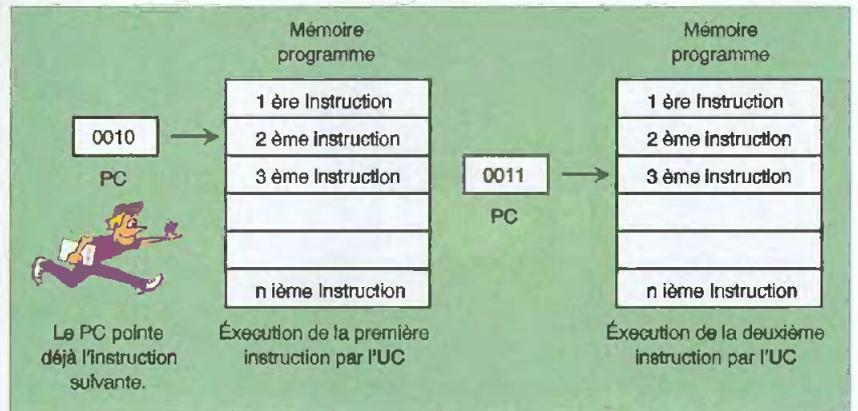
RP0 et RP1 sont deux bits qui permettent d'accéder à deux zones mémoire RAM différentes (bank 0 et bank 1). Le prochain cours détaille le fonctionnement de ces deux bits

IRP : Bit de réserve pour application future, en ce qui concerne le PIC que nous étudions c'est à dire le PIC 16F84 ce bit ne sert pas.

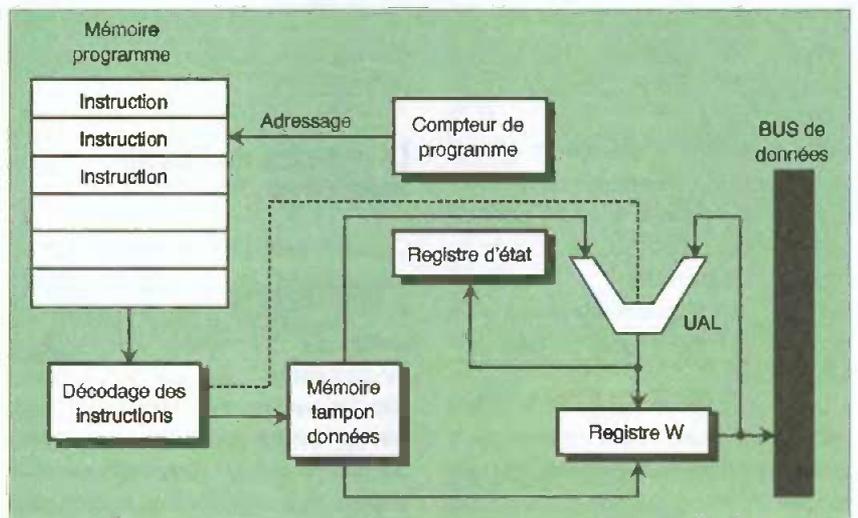
## Le pointeur de pile

Le pointeur de pile (rep : 13) ou SP en anglais (stack pointeur) est un registre pouvant mémoriser huit adresses différentes, on dit que le pointeur de pile est à huit niveaux.

Le rôle du pointeur de pile consiste à mémoriser l'adresse courante lorsque le programme principal est dérouté vers un sous-programme. En effet, lors d'un saut vers un sous-programme, le compteur

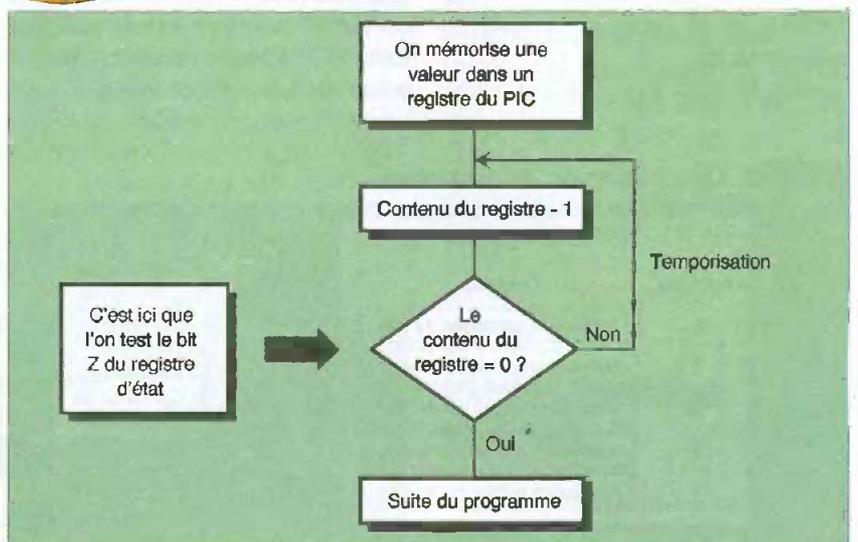


## 10 Rôle du PC



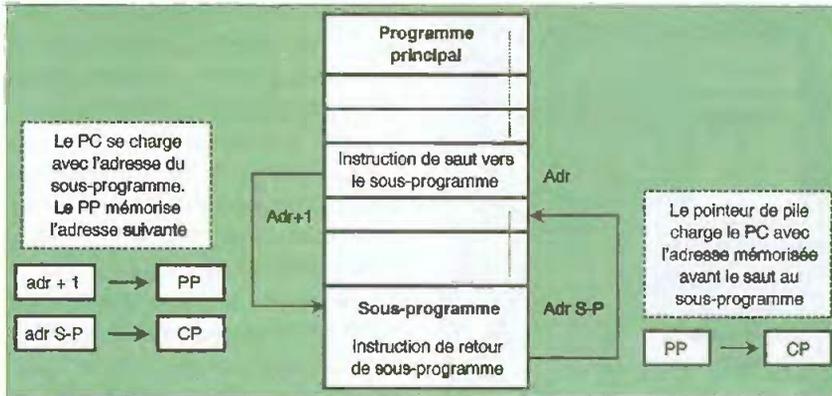
## 11 Synoptique général

## 13 Exemple de test



## 12 Registre de travail W





## 14 Rôle du pointeur de pile

de programme se charge avec l'adresse de celui-ci. Lorsque le sous-programme se termine le compteur de programme doit repointer alors la case mémoire suivant l'Instruction de saut (voir figure 1) pour pouvoir reprendre le programme principal ou celui-ci a été dérouté. Le pointeur de pile va alors rechercher automatiquement l'adresse qu'il a mémorisée et il "recharge" le compteur de programme avec cette adresse. Le pointeur de pile sera sollicité dès que dans un programme il y aura un sous-programme. Comme nous le verrons par la suite lors d'un programme fonctionnant avec une interruption, le pointeur de pile aura le même rôle de sauvegarde de l'adresse courante. Les huit niveaux du pointeur de pile veulent signifier que l'on peut imbriquer huit sous-programmes. Il est à noter que le pointeur de pile est autonome c'est à dire qu'il gère tout seul la mémorisation et la restitution d'une adresse.

### Qu'est-ce qu'un sous-programme ?

Un sous-programme est une suite d'instructions correspondant à une fonction bien définie à laquelle votre programme principal fera appel plusieurs fois. En simplifiant, le fait d'écrire un ou plusieurs sous-programmes vous évitera d'écrire plusieurs fois la même chose, d'où une économie de place en mémoire programme et bien sûr une économie de temps.

Prenons un exemple :

Nous devons réaliser un feu tricolore en

ayant des temps d'allumage et d'extinction identiques pour chaque lampe, par exemple 3 secondes, la première façon de procéder est la suivante :



- allumage lampe rouge et extinction des autres lampes
- temporisation 3 s
- allumage lampe verte et extinction des autres lampes
- temporisation 3 s
- allumage lampe orange et extinction des autres lampes
- temporisation 3 s
- retour à la première instruction

On voit bien dans cette première façon de réaliser le programme que l'on a écrit trois fois les instructions définissant la temporisation de 3 secondes, ce qui représente en langage assembleur 3 fois 10 instructions soit 30 instructions.

La deuxième façon de traiter le problème est de définir un sous-programme de temporisation à qui l'on fera appel autant de fois que nécessaire, ce qui revient à dire que l'on va écrire une seule fois la temporisation de 3 s.

- allumage lampe rouge et extinction des autres lampes
- appel du sous-programme de temporisation 3 s (**1 instruction**)
- allumage lampe verte et extinction des autres lampes
- appel du sous-programme de temporisation 3 s (**1 instruction**)

- allumage lampe orange et extinction des autres lampes
- appel du sous-programme de temporisation 3 s (**1 instruction**)
- retour à la première instruction

### Sous programme de temporisation

- temporisation 3 s
- retour de sous-programme

Dans ce deuxième exemple on voit bien que cette fois nous n'avons écrit qu'une seule fois la temporisation en créant un sous-programme.

## La mémoire RAM

Lorsque vous allez créer un programme vous allez pouvoir faire appel à des données qui seront stockées temporairement. La mémoire RAM Interne du PIC 16F84 vous met à disposition 68 octets banalisés vous permettant à votre gré de sauvegarder ou de rapatrier une information.

**Exemple :** nous devons réaliser une temporisation, comment allons nous procéder ?

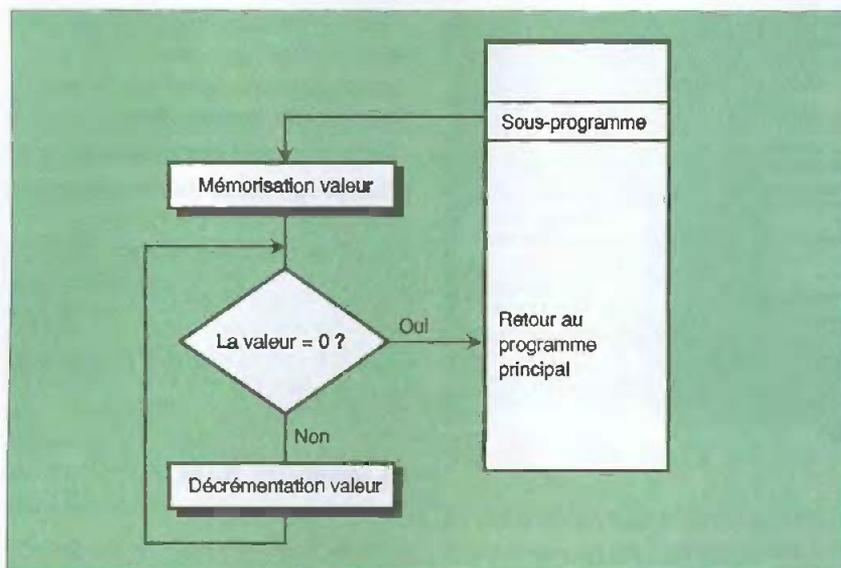
Dans un premier temps nous allons dans un emplacement de la mémoire RAM stocker une valeur qui dépendra de la durée de la temporisation souhaitée. Puis nous allons créer un sous-programme qui va se reboucler (**figure 15**) tant que la valeur que nous avons stockée en mémoire ne vaut pas 0. Dans la boucle du sous-programme bien sûr nous allons décrémenter la variable mémorisée. Une instruction de test va permettre de vérifier le contenu de la variable à analyser.

### Organisation de la mémoire RAM

La mémoire RAM est organisée en 128 octets ayant chacun une fonction bien définie (**figure 16**). Nous avons vu précédemment que pour l'utilisateur 68 octets sont réservés.

Les 11 premiers octets de l'espace mémoire sont réservés pour la configuration et l'accès à certains registres spécifiques comme par exemple les ports d'entrées- sorties A et B, le registre STATUS etc...

De l'adresse 11 à l'adresse 79 nous



## 15 Organigramme

retrouvons les 68 octets réservés à l'utilisateur.

Un peu plus compliqué...

En fait la mémoire RAM est scindée en 2 parties appelées bank 0 et bank 1. Ces deux parties sont accessibles par la même adresse, la sélection de telle ou telle bank se fait selon la position (0 ou 1) de deux bits de contrôle, contenus dans le registre STATUS qui est situé à l'adresse 3 en mémoire RAM. Ces deux bits de contrôle se nomment RP0 et RP1.

Si RP1 = 0 et RP0 = 0 alors on accède à la mémoire située en bank 0

Si RP1 = 0 et RP0 = 1 alors on accède à la mémoire située en bank 1

Lorsque nous allons commencer les cours de programmation nous devons accéder à différents registres situés dans chacune des deux zones mémoire.

La zone située en bank 1 entre l'adresse 140 et 208 est une image de la bank 0, de plus certains registres tels que le registre STATUS sont accessibles depuis n'importe quelle bank (bank 0 ou bank 1).

## La mémoire EEPROM

(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)

La mémoire E2PROM est une particularité du PIC 16F84, c'est une zone comportant 64 octets mise à la disposition de l'utilisateur et dont la particularité est

de pouvoir être sauvegardée même en absence d'alimentation.

Cette mémoire peut être très utile pour par exemple : mémoriser le nombre de

passages vers un programme, mémoriser un code défaut, mémoriser une valeur invariable (ex :  $\pi = 3.14$ ), mémoriser un code d'accès, mémoriser la version d'un programme, etc...

Il est à noter toutefois que les temps pour accéder à cette mémoire sont relativement longs par rapport à un accès en RAM par exemple.

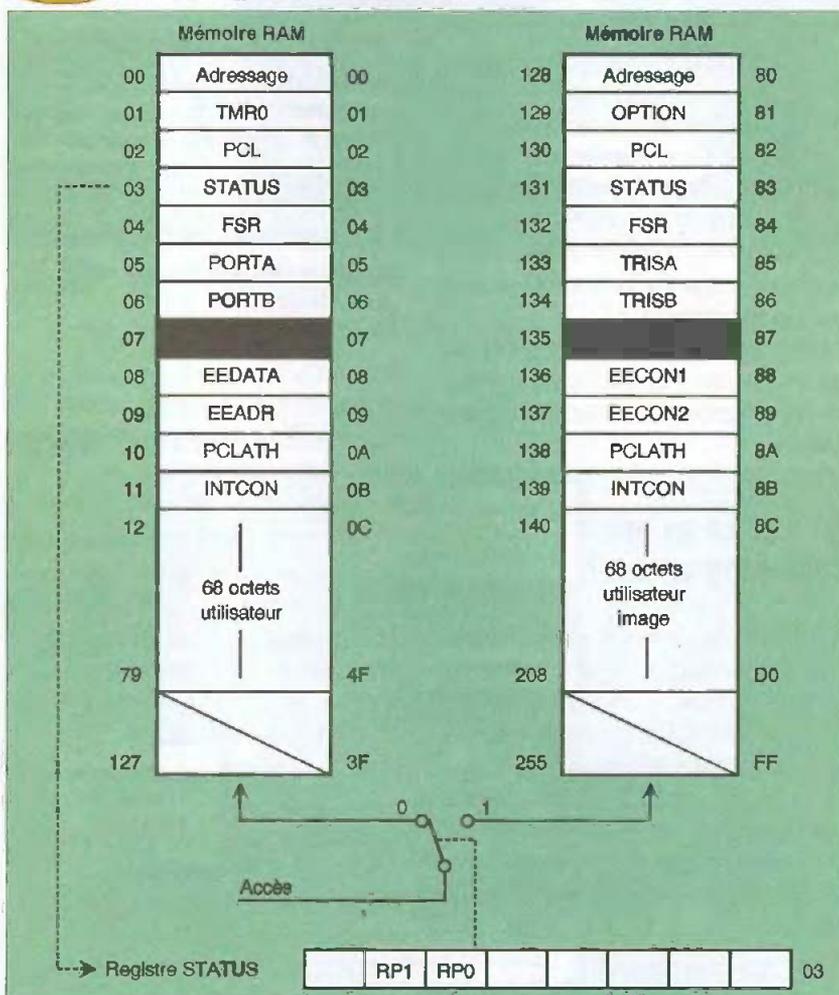
La première case de la mémoire E2PROM débute à l'adresse hexadécimale 2100 h.

Un ordre spécifique permet, lors du transfert du fichier compilé, d'écrire dans la mémoire E2PROM.

Quatre registres spécifiques (EEDATA ; EEADR ; EECON1 et EECON2) permettent les accès à l'E2PROM, que ce soit en lecture ou en écriture. Nous verrons lors d'une application la façon de lire et d'écrire dans cette mémoire un peu particulière.

- Le timer : Un timer est un registre 8 bits dans lequel on charge une valeur. Son

## 16 Mapping de la mémoire



fonctionnement est cadencé soit avec l'horloge interne, soit avec une horloge externe (ou bien des fronts sur une broche spécifique du PIC).

Dès que le timer est validé, il réalise un comptage depuis la valeur que vous avez prédéterminée jusqu'à 255. Il vous prévient (on le verra par la suite en provoquant une interruption) alors que son contenu passe de 255 à 0, puis recommence son comptage.

Nous reviendrons largement sur son fonctionnement exacte et nous réaliserons une application. Cette première approche nous permet de se familiariser avec le TIMER.

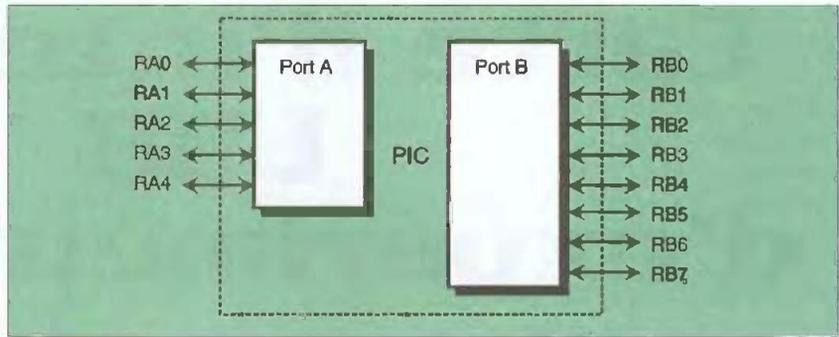
Parmi les applications nombreuses pouvant être réalisées avec le TIMER, citons : la base de temps, la temporisation, le comptage, etc... La configuration du TIMER se réalisera dans un registre spécifique du PIC : le registre OPTION.

## Les Ports d'entrées - sorties

Pour dialoguer avec l'extérieur (application) le PIC 16F84 vous met à disposition 13 Entrées-Sorties programmables individuellement soit en entrée soit en sortie (**rep : 3**).

Ces 13 entrées - sorties sont issues de 2 ports nommés PORT A pour les cinq entrées - sorties RA0 à RA3 et PORT B pour les huit entrées - sorties RB0 à RB7.

Exemple de configuration du port A et du port B :



### 17 Les ports d'entrées/sorties

Imaginons que pour réaliser une serrure codée, nous ayons besoin de 4 lignes de sorties pour piloter les 4 colonnes d'un clavier matricé, 4 lignes d'entrées pour recevoir les 4 lignes du clavier et puis 1 entrée pour lancer le programme et 1 sortie pour piloter un relais.

Le schéma équivalent peut être celui de la figure 18

Nous utilisons RB0 à RB3 configurées en sortie pour piloter les 4 colonnes du clavier et RB4 à RB7 pour recevoir les lignes du clavier à 16 touches. Le principe de décodage est le suivant : on passe à "1" séquentiellement chaque colonne et l'on vérifie l'état de chaque ligne, selon la colonne qui est alimentée et la ligne activée, on détermine la touche appuyée. La ligne RA0 du port A est configurée en entrée pour recevoir l'état du poussoir de mise en service et la ligne RA1 est configurée en sortie pour pouvoir actionner un relais.

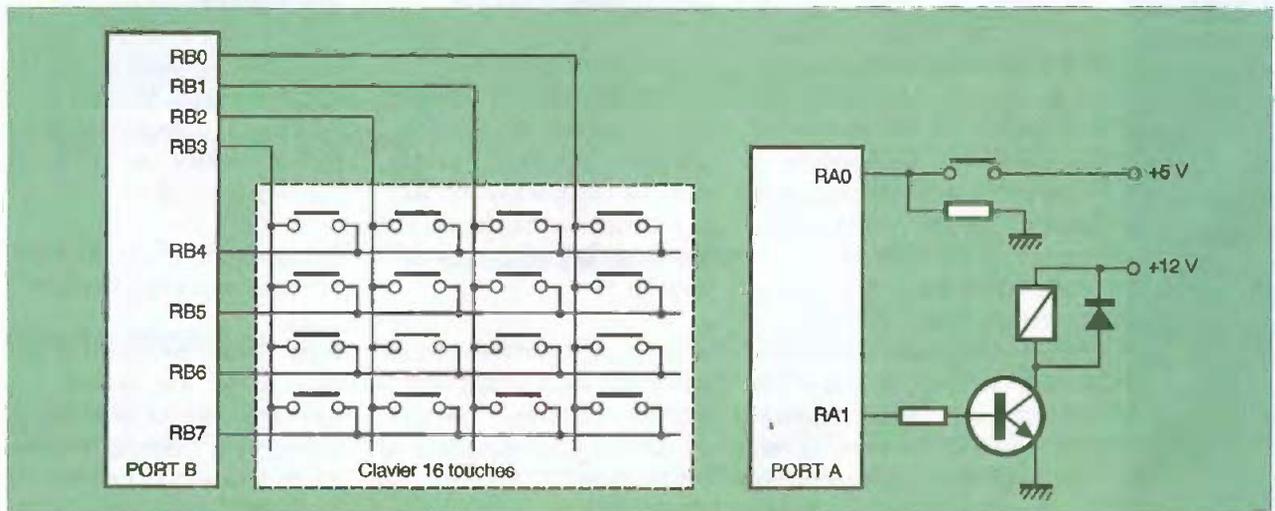
Dans le prochain cours nous verrons comment programmer les registres de contrôle du port A (TRISA) et du port B (TRISB) afin de configurer leurs broches soit en entrée soit en sortie.

### Pour conclure...

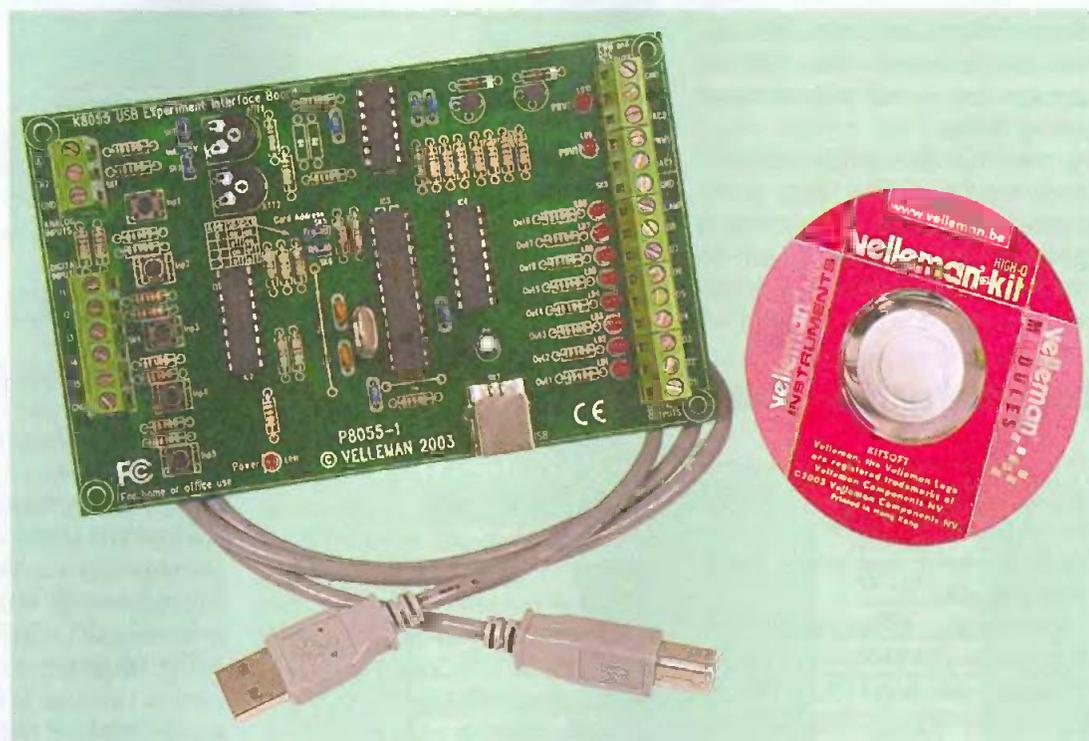
Avec cette deuxième partie nous avons abordé simplement la plupart des constituants internes d'un PIC. Le fonctionnement exacte de certains blocs tels que le TIMER, la mémoire E2PROM, le port d'entrées-sorties, le watch dog sera détaillé lorsque nous les utiliserons dans un programme. Le temps est donc venu de s'intéresser un peu au "hard" du PIC 16F84. Nous verrons dans la prochaine partie le brochage ainsi que les conditions de RESET et l'horloge système.

P. Majeux

### 18 Exemple d'utilisation des ports d'entrées/sorties



# Carte d'interface USB d'expérimentation



Dès 1994 de nombreux industriels tels qu'Intel, Microsoft ou bien Compaq se penchent sur l'épineux problème de définir une norme dont le rôle serait de faciliter le transfert de données entre deux équipements tout en accélérant au maximum les échanges.

Le soucis de définir une connectique universelle qui serait reconnue par de nombreux standards industriels était dans tous les esprits. Cette norme devait également accepter le "Plug and Play", cette fonction qui permet de reconnaître sur un équipement (un PC par exemple) l'interface ou le périphérique que l'on vient de lui ajouter (souris, carte USB, modem ou bien moniteur). Cette norme devait être conçue également pour satisfaire le besoin d'intégration sans cesse croissant entre le monde du PC et celui des périphériques industriels (notamment la téléphonie), tout en répondant au besoin d'extensions multiples. On peut connecter en

effet jusqu'à 127 périphériques sur un port USB ce qui est bien au delà des capacités d'une liaison série habituelle.

La connectique USB se compose de 4 fils disposés dans une paire torsadée (blindée de préférence), un fil amène le + 5V pour l'alimentation de l'équipement, un autre pour la masse et les deux autres pour les données (en mode différentiel D+ D-).

La longueur maximale préconisée est de 5 mètres. L'USB permet également de "chaîner" les équipements tout en supportant le "Hot Plug and Play" qui autorise le branchement et le débranche-

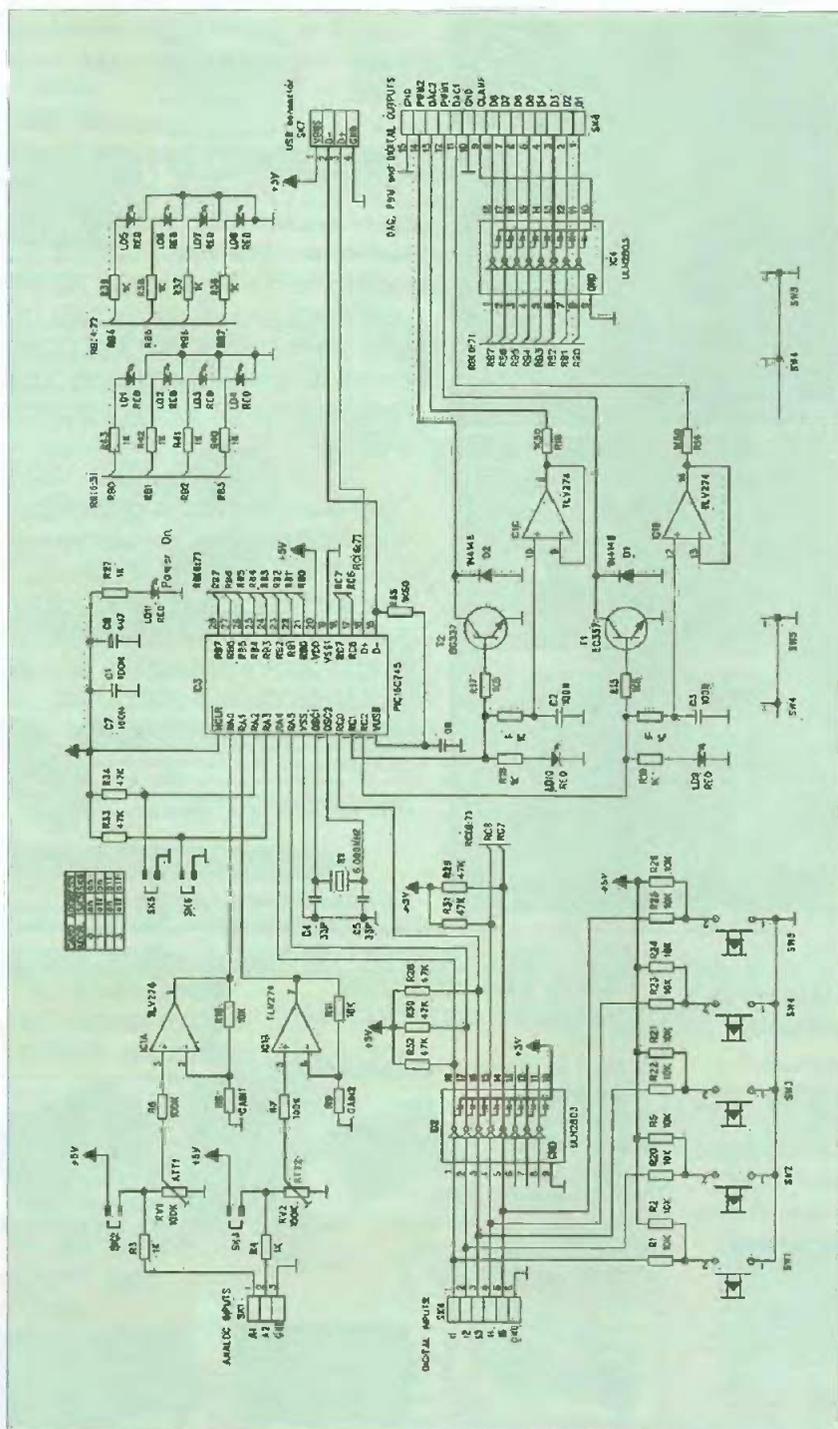
ment périphériques sans éteindre l'ordinateur.

## Les standards :

1995 USB 1.0 (deux vitesses de communication 12 Mbps et 1.5 Mbps) Le standard USB 1.1 permet d'obtenir des débits de 12Mbit/s et 1.5 Mbit/s

Le standard USB 2.0 permet de monter le débit à 480 Mbit/s

Après ce bref aperçu sur le port USB, (les lecteurs soucieux d'en savoir plus pourront se renseigner auprès de la presse spécialisée, de nombreux ouvrages ont été écrits sur le sujet) passons à la



**1 Schéma de principe**

description du kit proposé par la société Velleman.

## Caractéristiques du kit :

La gestion du port USB et de l'ensemble des commandes est confiée à un PIC de la série 16C745. Le schéma d'ensemble est proposé **figure 1**.

## La carte est équipée de :

Cinq entrées numériques (0 à 5V) ayant chacune la possibilité d'être pilotée via un bouton de test intégré sur la carte. Des leds renseignent l'utilisateur sur l'état des entrées, cet état est également visible depuis le logiciel fourni avec le kit.

Deux entrées analogiques avec atténuation ou gain optionnel (modifiables par ajout ou retrait de résistances) sont disponibles sur la carte, deux cavaliers permettent s'ils sont positionnés de tester ces deux entrées via deux résistances variables implantées sur la carte. L'état des entrées est représenté sur le logiciel, la valeur indiquée est comprise entre 0 et une pleine échelle de 255. Ces entrées peuvent servir par exemple à mesurer une température ou bien encore la position d'un potentiomètre.

Huit interrupteurs de sorties numériques à collecteurs ouverts, ces sorties sont disponibles via un ULN 2803. Des leds de visualisations sont implantées sur la carte, quant au logiciel de démonstration il permet le pilotage de toutes les sorties en même temps et également un test des sorties via un défilement de type chenillard. Des cases à cocher permettent de sélectionner individuellement la sortie à piloter. Deux sorties analogiques 0-5V, collecteur ouvert sur résistance de sortie de 1.5kΩ. L'utilisation maximale est de 100 mA sous 40V.

Deux sorties analogiques de type PWM (Pulse With Modulation). La modulation varie de 0 à 100%, les deux sorties analogiques sont accompagnées de leds de visualisations qui s'allument selon le taux de modulation commandé. Sur le logiciel des curseurs permettent de positionner (entre 0 et 255) le niveau de modulation en sortie de chaque voie analogique.

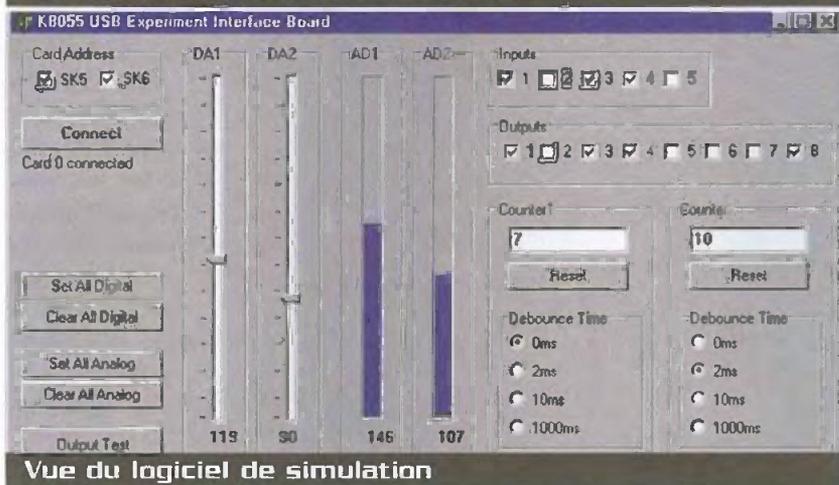
Il est à noter que les deux sorties analogiques et les deux sorties PWM sont activées et désactivées en même temps

## Spécifications et matériel requis :

Consommation : l'alimentation en 5V de la carte se fait via le port USB et demande un courant de 70 mA. Le temps de conversion moyen pour une commande est d'environ 20ms. Installation minimum : processeur PENTIUM, Windows 98SE et version supérieure à l'exception de Windows NT (ne gère pas le port USB). Connexion USB 1.0 ou supérieure. Documents et logiciels livrés avec le kit : un document au format pdf relativement bien explicite est livré avec le kit qui ne comporte pas de difficultés majeures



Très grande qualité de réalisation



Vue du logiciel de simulation

quant à sa réalisation dans le cas où vous choisissez de le monter vous même.

La DLL ( Dynamic Link Librairies) de pilotage de la carte est fournie sur le cdrom d'installation, celle-ci est accompagnée (cela est vraiment très intéressant) des sources en Visual Basic, Delphi et C. Ceci signifie que vous pourrez réaliser vos propres logiciels de pilotage de cette carte d'interface USB. La DLL est enrichie de nombreuses fonctions vous permettant d'utiliser au mieux la carte d'interface.

Conclusion : Ce kit vous permettra de vous familiariser avec les nombreuses applications qui peuvent être développées avec un port USB. La DLL fournie avec cet ensemble vous autorisera quant à elle de réaliser vos propres applications logicielles depuis ce kit. Pour tout autre renseignement et téléchargement :

[www.velleman-kit.com](http://www.velleman-kit.com)

P.MAYEUX

<http://Perso.libertysurf.fr/p.may>

## SYSTÈME DE DÉVELOPPEMENT POUR BUS CAN

Le kit de développement CAN Bus comprend une carte proto avec quatre modules (PIC16, PIC18, deux composants esclaves) et un connecteur externe.



Le kit comprend également un tutorial et un livre d'exercices avec les fichiers sources et drivers pour tout savoir et bien maîtriser le Bus CAN.

## IDENTIFICATION SANS CONTACT PAR TRANSPONDEUR

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



## MODULE AUTONOME DE LECTEUR BIOMETRIQUE AVEC PROCESSEUR INTEGRE

Le FDA01 est un système indépendant de reconnaissance d'empreinte digitale composé d'un capteur optique et d'une carte de traitement.



## PROGRAMMATEUR ET MULTICOPIEUR UNIVERSEL, AUTONOME, PORTABLE



## CARTE D'ACQUISITION SUR BUS PCI et PORT USB

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

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

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

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

• 16 voies d'Entrée RTD/Thermocouple



## SYSTEME DE DEVELOPPEMENT POUT INTERNET EMBARQUE

Le kit Internet Embarqué est livré avec un débogueur ICD, une carte de développement avec PIC et modem 56K et un manuel sur le TCP/IP. La carte embarquée est une carte d'évaluation dont la finalité est de montrer la connexion Internet via un modem. En utilisant les codes sources fournis, un certain nombre d'applications Internet via TCP/IP peuvent être réalisées



## LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE MAGNETIQUE



• Lecteur simple sur série, keyboard, USB et TTL.

• Lecteur/encodeur sur port série

## TMS DSP



## SYSTEME DE DEVELOPPEMENT VHDL



## CARTES D'ÉVALUATION AVEC CPU



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

## COMPILATEUR C & ASSEMBLEUR



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



## CARTE EMBARQUEE avec Bus PC/104

La carte AR-B1423A avec son bus PC/104 et son processeur Elite 133MHz comporte 2 ports série RS-232/485, un port Ethernet 10/100-Mbits/s, un socket pour DiscOnChip. Elle est conçue pour les applications embarquées. D'autres modèles existent sur notre site Internet.

# HI TECH TOOLS (H.T.T.)

27, rue Voltaire  
72000 LE MANS

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

<http://www.hitechtools.com>  
E-mail : [info@hitechtools.com](mailto:info@hitechtools.com)

# FESTIVAL ROBOTIQUE



Parmi les différentes manifestations autour de la robotique en France, le festival robotique de Vierzon se veut une nouvelle démonstration du caractère pédagogique de cette science.

Cette ville reçoit depuis trois ans, la coupe nationale de robotique des IUT GEII. 32 villes, 50 robots, 150 étudiants sont réunis pendant trois jours pour participer à ce concours de robotique.

A l'initiative des I.U.T. G.E.I.I. (instituts universitaires de technologie en génie électrique et informatique industrielle) et organisé par l'ASTECH (Association pour promouvoir et vulgariser les sciences et les technologies, cette manifestation a le soutien de la Communauté Européenne, du Conseil Régional du Centre, du Conseil Général du Cher, de la ville de Vierzon.

Les règles sont simples et de petites variantes sont apportées

d'une année à l'autre pour pimenter le concours. A partir d'une base commune imposée (châssis, moteurs et batteries), les étudiants doivent réaliser la partie électronique de leur robot.

Les robots doivent suivre une ligne blanche sur une moquette bleue le plus rapidement possible. La fin du parcours est matérialisée par deux barres horizontales surélevées dont ils doivent faire tomber la première. Deux robots concourant en même temps, lors des croisements, ils doivent respecter la priorité à droite. Des raccourcis sont prévus.

A l'issue des trois jours, divers prix récompensent les gagnants suivant plusieurs critères (classement

général, design, simplicité, fair-play, prix du jury). Ces prix sont remis par les différents partenaires industriels. Cette année, le premier prix est un robot AIBO offert par SONY.

Parallèlement à cette manifestation, l'ASTECH organise la Coupe



Robotiqué des collègues du Cher et le 1<sup>er</sup> défi technologique des écoles primaires de Vierzon.

Pendant ces trois jours, des animations et conférences sont mises en place :

Match de football des robots chiens AIBO (SONY)

Robots transformés et démonstrations de robots par l'IUT de Cachan

Un espace Entreprises : Recherche, Innovation ( C.E.A., MBD.A,...)

Un espace conférences : Deux conférences sont programmées

Jeudi 3 juin 17h: La mécatronique, rêve ou réalité pour l'industrie (Thésame-Innovation)

Vendredi 4 juin 16h : Internet par la prise électrique (Syndicat Départemental d'Electricité du Cher).

Cette manifestation se voulant avant tout, au-delà de la compétition, un lieu de convivialité et d'échanges, on constate chez les étudiants, le souhait de progresser et chez les visiteurs, la curiosité de comprendre.

N'hésitez pas à venir les rencontrer, les encourager dans une ambiance festive. L'entrée de CarTec-Inno (Carrefour de la Technologie et de l'Innovation) est gratuite (3 au 5 juin 2004 - Vierzon).

#### Liens Internet :

[www.cartec-inno.com](http://www.cartec-inno.com)

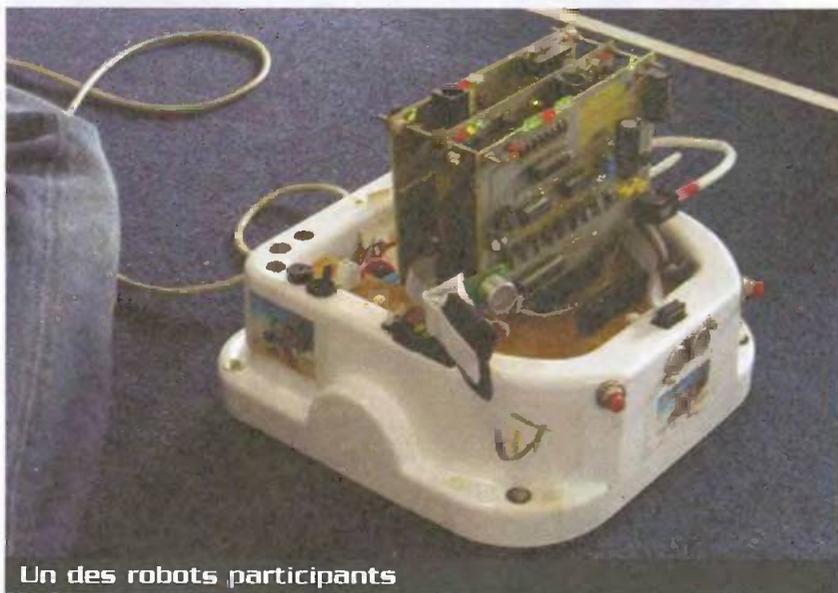
(site de l'association ASTECH)

[www.geii.univ-savoie.fr](http://www.geii.univ-savoie.fr)

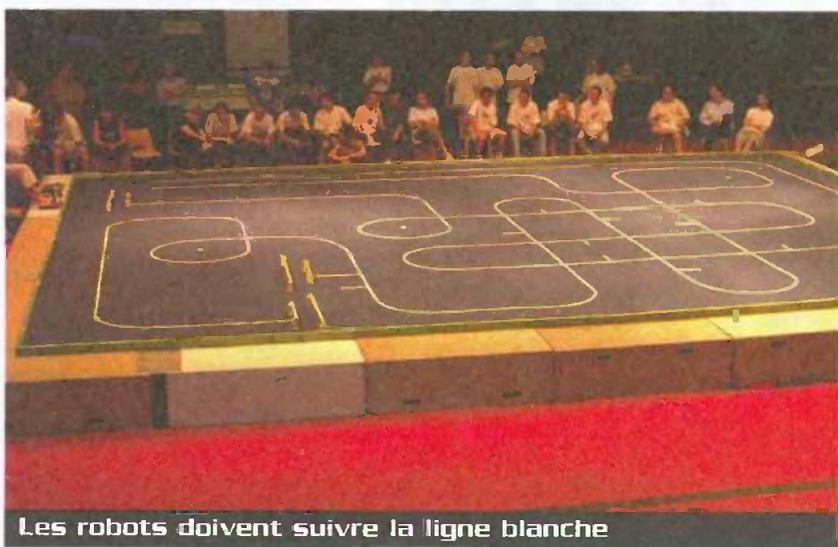
(site sur le règlement du concours)

[geii2.iut-tarbes.fr/robots/index.htm](http://geii2.iut-tarbes.fr/robots/index.htm)

(site sur les résultats en temps réel)



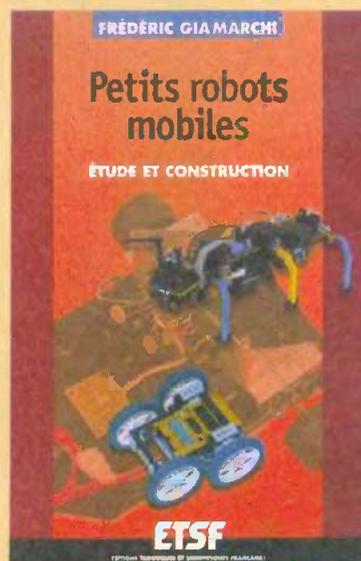
Un des robots participants



Les robots doivent suivre la ligne blanche

## Petits robots mobiles Étude et construction

La robotique mobile, souvent artistique et amusante, est une science et une technique en développement qui s'ouvrent désormais à tous grâce à la chute des prix et à la fiabilité des composants électroniques disponibles aujourd'hui.



Après une présentation générale de la constitution des robots, l'auteur guide pas à pas le lecteur dans la construction de robots de complexité croissante, chapitre après chapitre. Il l'incite à faire travailler son imagination pour améliorer chaque robot conçu, grâce à des conseils et des exercices.

Parmi les rares ouvrages sur le sujet, ce guide d'initiation, conçu dans une optique pédagogique, est idéal pour débiter en robotique et démarrer de petits projets. Passionnés de concours de robotique mobile, amateurs intéressés... cet ouvrage peut constituer un tremplin pour réaliser un jour le robot de vos rêves. Les enseignants et les étudiants y trouveront un support pratique pour aborder la robotique de manière ludique.

F. GIAMARCHI - ETSF/DUNOD

# Le module de commande JM-55C16



La carte pourra ainsi piloter en temps réel les servomoteurs reliés sur ses sorties ou mémoriser une série de positions pour les reproduire ensuite toute seule de façon cyclique.

## Description de la carte

Equipée d'un microcontrôleur Atmel™ AT90S8535, la carte dispose de 2 rangées de connecteurs destinés à recevoir les prises de connexions des servomoteurs (non livrés).

Une prise RJ45 en bout de carte permet l'insertion du câble de programmation tandis qu'un bornier à l'opposé de la carte assure l'alimentation de cette dernière. L'entrée série sur la prise RJ45 peut directement recevoir des signaux issus d'un ordinateur (avec des niveaux logiques de +/- 10 V).

Un second connecteur permet le

raccordement au port série d'un microcontrôleur externe avec des niveaux logiques (0/5 V).

## Description du logiciel de commande

Bénéficiant d'une interface soignée, conviviale et très simple d'emploi, le logiciel "mini Servo Explorer™" permet en premier lieu de configurer la platine en fonction du nombre de servomoteurs et des contraintes particulières. On peut ainsi choisir le nom des servomoteurs (afin de disposer d'un repérage plus aisé lors de leur pilotage).

On peut également définir les positions des valeurs "minimum" et "maximum" que les servomoteurs ne devront pas dépasser, même s'ils reçoivent des commandes séries qui le leur demandent (ceci permet d'éviter les efforts mécaniques résultant d'une mau-

vaise manipulation pouvant entraîner la destruction des servomoteurs).

On peut encore faire en sorte que certains servomoteurs soient la recopie d'autres servos (idéal pour éviter d'avoir à envoyer 2 fois les mêmes ordres). On peut enfin choisir pour chaque servomoteur la position initiale que ces derniers devront prendre lors de la mise sous tension de la carte. Les différentes recopies d'écran permettent d'apprécier la facilité des différentes manipulations à effectuer.

Une fois la phase d'initialisation passée, on peut directement piloter en temps réel la position de chaque servomoteur en entrant leur valeur dans des champs de sélection appropriés ou par le biais de curseurs pouvant être déplacés à l'aide de la souris. Cette fonctionnalité sera très appréciée pour tester directement l'effet sur les différents robots.

La société LEXTRONIC, toujours en quête d'innovations, ne déroge pas à la règle maintenant établie et nous propose un nouveau module de commande. Livrée montée, cette platine électronique est spécialement conçue pour piloter jusqu'à 16 servomoteurs différents (non livrés) à partir d'ordres séries (9600 bds / 8 bits). Elle est livrée avec un câble de liaison ainsi que le logiciel "Mini Servo Explorer™" qui permettra de tester immédiatement les possibilités de celle-ci à partir d'un compatible PC.

L'autre possibilité du logiciel permet de mémoriser plusieurs séquences de mouvements (matérialisées par des lignes de données correspondantes à la position de chacun des 16 servomoteurs) et de les envoyer successivement à la carte.

On pourra dès lors décomposer l'ensemble des mouvements nécessaires au déplacement du robot en connaissant ainsi la valeur des données que doit recevoir chaque servomoteur à un moment particulier (idéal pour la conception de mouvements complexes).

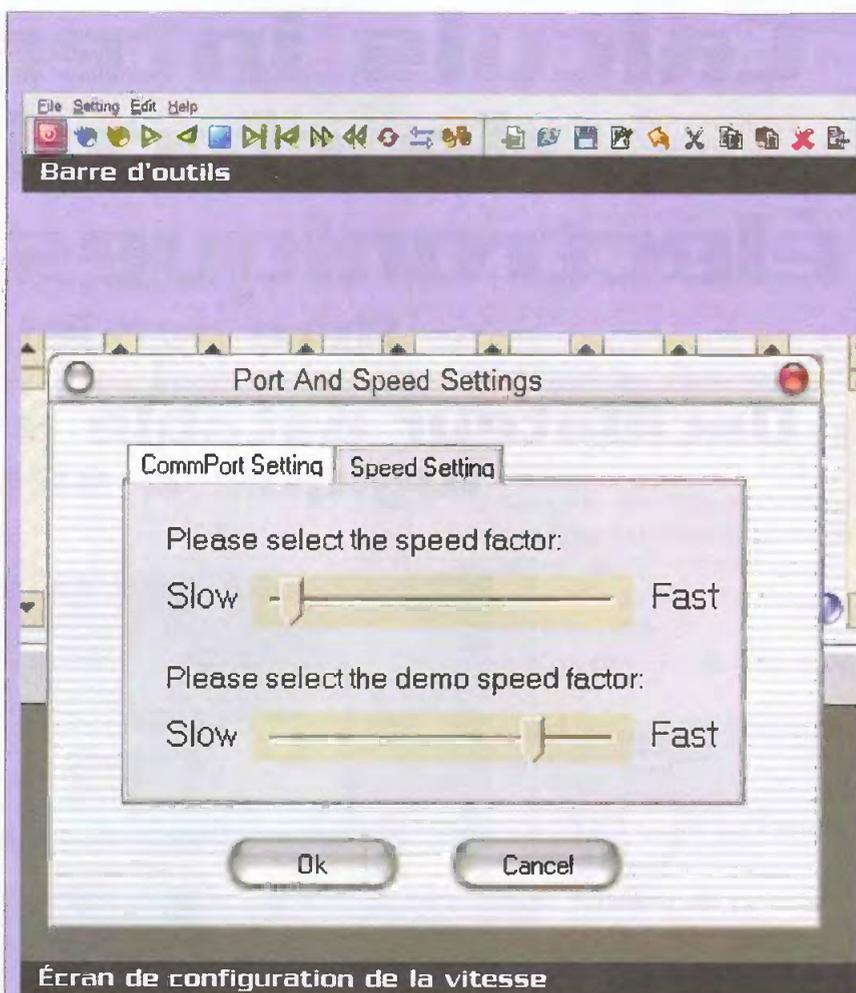
Pour ce faire, on dispose d'une barre d'outils très complète qui permettra, avec une simplicité enfantine, d'éditer les lignes de données correspondantes aux positions des 16 servomoteurs. On peut ainsi copier, coller, effacer, insérer des lignes de données mais également sauvegarder l'ensemble des travaux sur le disque dur du PC afin de créer des bibliothèques de mouvements.

En cliquant sur une ligne de données, les 16 servomoteurs prendront instantanément la position relative à chacune des valeurs inscrites à l'écran. Les boutons de la barre d'outils permettent alors de passer automatiquement à la ligne suivante de façon cyclique afin que les mouvements s'enchaînent (en descendant ou en remontant dans le tableau), de se positionner directement à la première ou à la dernière position, de figer les mouvements... La vitesse d'exécution et d'enchaînement des mouvements est également paramétrable à volonté.

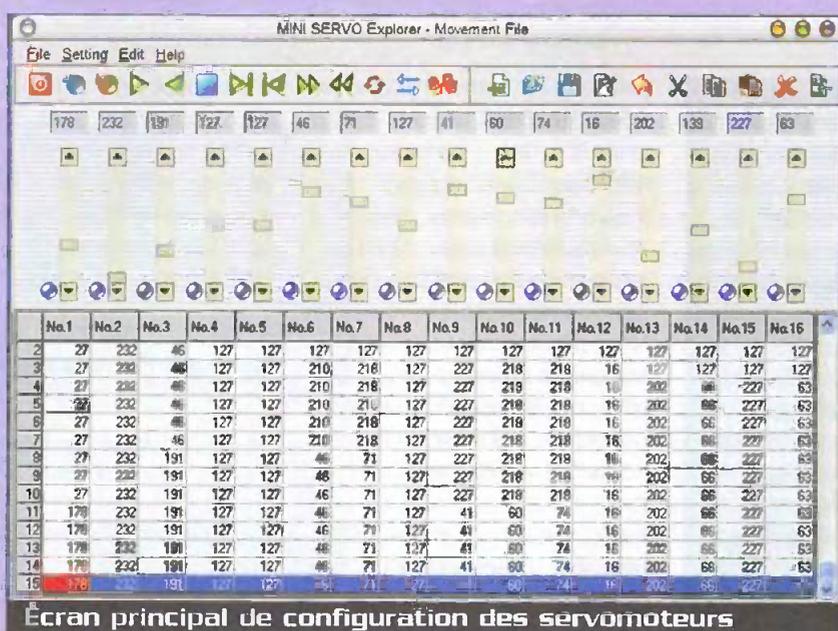
Lors de cette phase, c'est le PC qui envoie, l'une après l'autre, les positions que doivent occuper cycliquement les servomoteurs.

Toutefois il est également possible de transférer jusqu'à 30 positions que devront occuper les 16 servomoteurs au sein de la carte afin que cette dernière en absence de connexion avec le PC puisse également passer en revue ces dernières toute seule (idéal pour réaliser un petit automate).

P. OGUIC



Écran de configuration de la vitesse

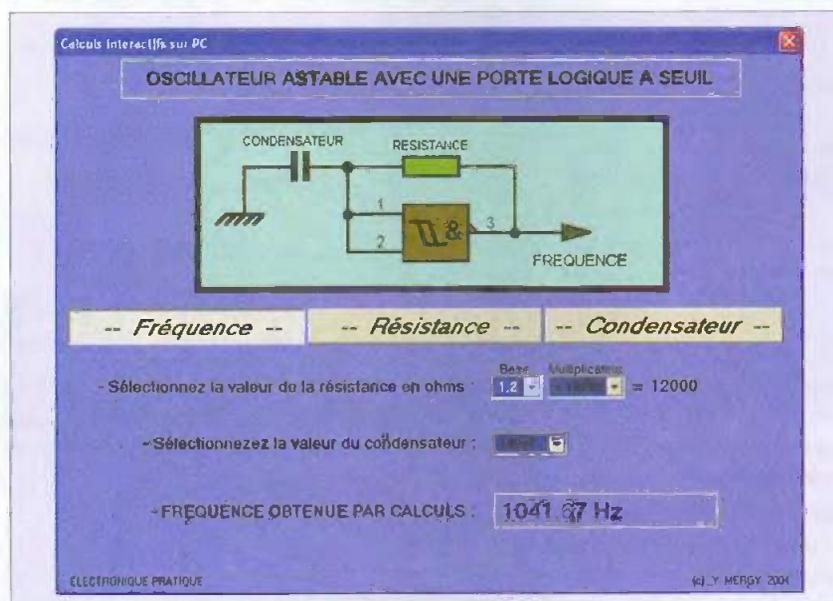


Écran principal de configuration des servomoteurs

# Calculs interactifs de circuits électroniques sur PC

## (1ère partie)

### Oscillateur astable à une porte logique à seuil



Beaucoup de passionnés d'électronique ne se contentent pas de réaliser les montages proposés par notre magazine, ils souhaitent les modifier selon leur imagination. Ce projet comporte des risques si l'électronicien agit par approximations successives. Bien entendu, la meilleure solution consiste à calculer les montages afin d'aboutir à un fonctionnement quasi assuré.

Les longues formules mathématiques rebutent souvent, surtout lorsqu'il faut permuter les membres d'une équation pour trouver non pas la fréquence connue, mais la valeur de la résistance ou du condensateur nécessaire, par exemple.

Nous avons voulu vous faciliter la tâche et la rendre, pourquoi pas, attrayante. A cet effet, nous avons développé une série de logiciels interactifs sur PC, vous demandant les valeurs connues d'un circuit donné afin de trouver instantanément celles qui vous font défaut.

Le premier de ces programmes concerne un circuit de base constitué de trois composants,

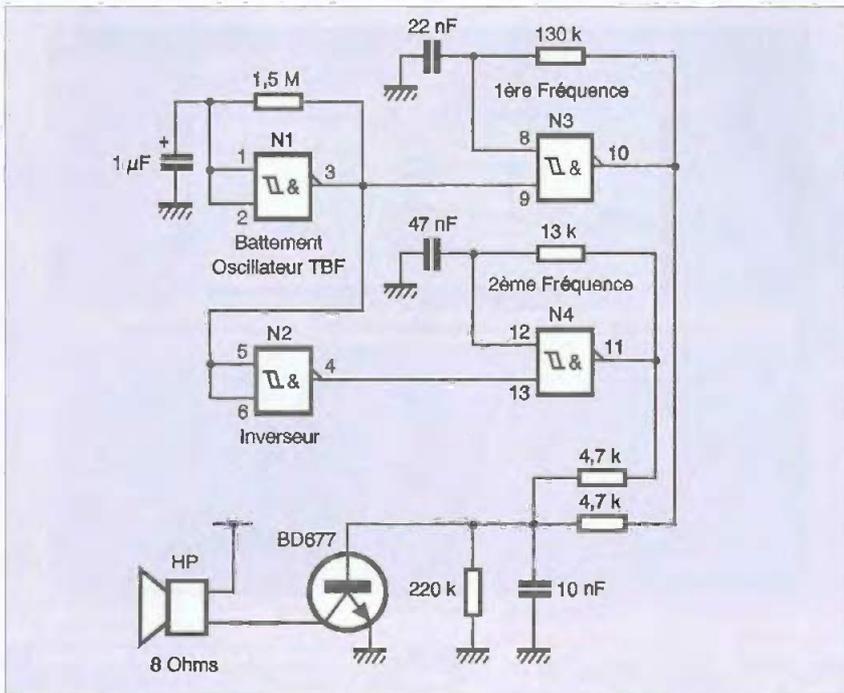
c'est l'oscillateur à une porte à seuil. Très simple, il est fréquemment employé au fil des pages de notre revue. Il entre dans la constitution des sirènes, des générateurs de fréquences, de bruits et de mélodies, des clignotants, etc.

#### Schéma de principe

Le schéma de la **figure 1** montre une évidente simplicité. Il s'agit d'un oscillateur astable ayant par conséquent un fonctionnement cyclique permanent. Ce type de circuit présente également d'autres intérêts : travailler sur une large gamme de fréquences, ne jamais positionner

les entrées dans une situation critique par rapport à la tension d'alimentation, enfin, le pôle négatif du condensateur se trouve relié directement à la masse, ce qui autorise sans risque l'emploi de modèles électrochimiques.

Rappelons, pour les moins initiés, la différence essentielle entre la porte logique "simple" et la porte logique à seuil. La porte simple n'offre pas un basculement très franc lors de la hausse ou de la baisse de la tension sur ses entrées. La porte à seuil, comme son nom l'indique ne change d'état que lorsque le seuil haut ou bas est atteint, la transition s'effectue de manière extrêmement rapide. De plus, les deux seuils



## 2 Exemple de montage à base d'oscillateurs astables

n'étant pas très proches, nous obtenons une plage d'hystérésis durant laquelle la position reste stable (haute ou basse) ; ce sont ces caractéristiques que nous mettons à profit dans notre montage.

Partons naturellement de la mise sous tension pour étudier le schéma. Le condensateur "C" est déchargé, portant au niveau "0" les deux entrées reliées de la porte à seuil "NON-ET" (appelée aussi trigger de Schmitt). Celle-ci est assimilable à un inverseur logique, sa sortie se

trouve donc à l'état haut. La résistance "R" reliant la sortie aux entrées, charge proportionnellement le condensateur. Lorsque le seuil de tension positif de basculement de la porte est atteint, la sortie passe brutalement à "0". Le condensateur se décharge à travers la résistance jusqu'au seuil de basculement bas. A ce stade, nous sommes revenus au point de départ, autant dire que le cycle se perpétue.

Suite à cette analyse, il apparaît évident que la fréquence de l'oscillateur est

directement liée aux valeurs de la résistance et du condensateur selon la formule de base suivante.

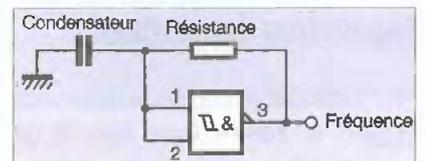
$$F \text{ (en hertz)} = 1 / (0,8 \cdot R \text{ (en ohms)} \cdot C \text{ (en farad)})$$

Vous noterez au passage les unités employées lors des calculs (le farad ne s'utilise que très rarement dans la pratique de l'électronique ; nous avons plutôt l'habitude du microfarad, nanofarad, ou picofarad) ! Nous sommes confrontés à une multitude de zéros et au placement correct des virgules parmi eux. Voyez cet exemple.

$$F = 1 / (0,8 \cdot 100000 \cdot 0,000001) = 12,5 \text{ Hz}$$

Bien que relativement simple, cette formule demande une petite gymnastique cérébrale lorsqu'il devient nécessaire de calculer, non pas "F", mais "R" ou "C". Nous allons charger le PC d'effectuer les calculs à notre place.

Mentionnons, pour terminer cette étude



## 1 Schéma de principe

qu'un circuit intégré CD4093 renferme quatre portes NON-ET à seuil, mais il existe également le circuit CD40106 composé de six INVERSEURS à seuil remplissant le même rôle dans le cadre de notre application.

## Le programme

Le programme "PORTE\_SEUIL.EXE" est prévu pour tourner sur toutes les versions de WINDOWS. Comme toujours avec notre magazine vous pourrez le télécharger sur notre site Internet : <http://www.electroniquepratique.com>.

Une petite présentation va vous guider pour l'utilisation, assez simple, de ce logiciel. Dès l'ouverture, trois gros onglets sous le schéma de principe, vous proposent de choisir la valeur que vous souhaitez calculer : celle de la fréquence, de la résistance ou du condensateur. Il suffit ensuite d'entrer de manière interactive (pas de saisie au clavier) les valeurs connues pour que le résultat des calculs soit mis à jour en temps réel.

Ce mode de travail présente l'avantage indéniable de ne présenter que les valeurs normalisées pour la résistance ou le condensateur. Le résultat donne un nombre non arrondi. Il faut choisir le composant électronique dont la valeur s'en approche au mieux.

En cas de choix inadaptés, au lieu et place du résultat, vous obtenez un message du type : "trop faible" ou "trop forte".

Les quelques vues d'écran vous laissent entrevoir la qualité du programme bien adapté au développement de projets, mais surtout idéal dans le cadre de l'enseignement.

Voici une astuce. Pour les très basses fréquences, il suffit de demander le calcul pour une valeur dix fois supérieure, et de prendre un condensateur d'une capacité dix fois plus forte également.

## Suggestion de montage

Pour clore cet article, nous vous soumettons, en **figure 2**, un exemple de

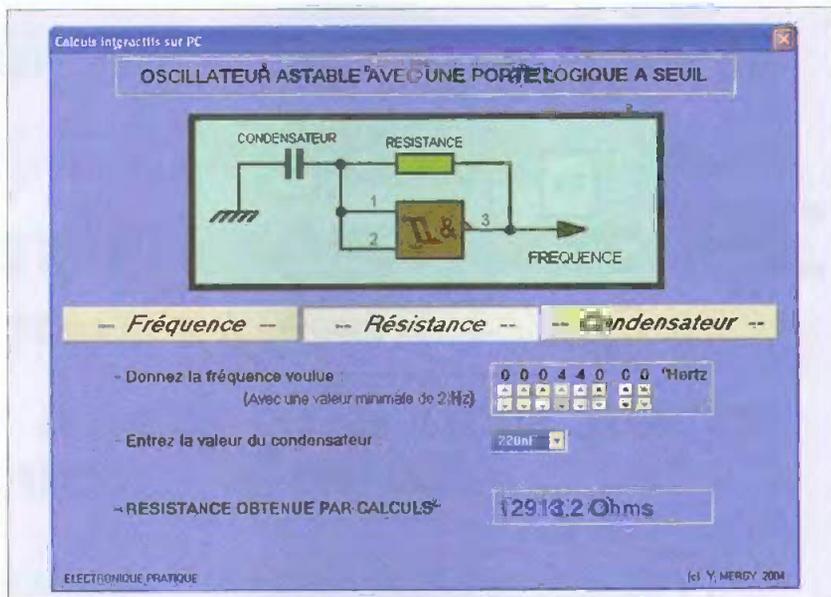


schéma qui illustre bien l'emploi de notre montage. Il s'agit d'une sirène à deux tons. Un premier oscillateur, à très basse fréquence, détermine le battement entre les deux notes. Celles-ci sont générées par deux autres oscillateurs. Libre à

vous d'adopter les valeurs de composants adéquates pour obtenir les fréquences voulues. Évitez soigneusement celles de la police ou des pompiers !

Y. Mergu

## Système d'alarme 4 zones + transmetteur téléphonique sans fil

**359€**  
KIT COMPLET DE 5 PIÈCES

**SKYTRONIC**



Référence : 360 005

- 4 zones programmables + panique
- simplicité d'installation ● protection intelligente et évolutive
- technologie du code tournant et brouilleur de code
- liaison totalement sans fil (433 MHz) ● discrète et efficace
- nombreux accessoires disponibles en option (24 détecteurs...)

### Les Cyclades Electronique

11 Bd Diderot - 75012 Paris  
Tél. : 01 46 28 91 54 - Fax : 01 43 46 57 17  
E-mail : cycladelec@aol.com  
www.cyclades-elec.fr

# HBomposants

## VOTRE SPÉCIALISTE EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

A 20 minutes de Paris, stationnement facile

### UNE SÉLECTION DE QUALITÉ :

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

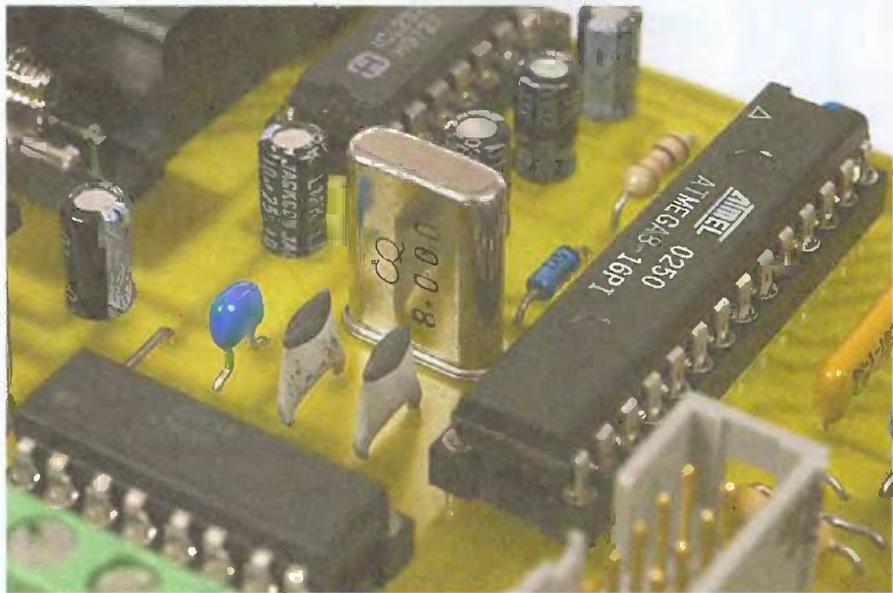
**HBomposants**

# HBomposants

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

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

# Alarme téléphonique à quatre entrées



Notre alarme prévient par téléphone que l'une de ses quatre entrées a été électriquement fermée ou ouverte, selon le mode avec lequel elle a été paramétrée au moyen d'un ordinateur PC. En cas de non réponse, l'alarme peut appeler un autre numéro. Jusqu'à huit numéros sont ainsi programmables, chacun d'eux pouvant être affecté à tout ou partie des quatre entrées. Bien entendu, l'alarme informe le correspondant sur quelle(s) entrée(s) est motivé l'appel.

La première utilisation qui vient à l'esprit concernant le présent montage est bien évidemment l'alarme antivol ou anti-effraction, auquel cas une ou plusieurs entrées de la carte seront connectées à des capteurs volumétriques, ou plus simplement à des interrupteurs de type ILS signalant l'effraction d'une porte ou d'une fenêtre. Mais cette alarme téléphonique peut convenir à bien d'autres applications comme, par exemple, la détection de fumée, de fuite d'eau, de température trop faible ou trop forte, ou encore de coupure d'électricité, pour peu que l'alimentation de la carte d'alarme soit secourue par batterie.

## Principales caractéristiques

- Possibilité d'appeler jusqu'à huit numéros différents

- Un numéro qui n'aboutit pas déclenche l'appel du suivant
- Chaque numéro peut être activé ou désactivé par logiciel
- Quatre entrées optocouplées indépendantes
- Chaque entrée peut être activée ou désactivée par logiciel
- Déclenchement configurable sur l'ouverture ou la fermeture des entrées
- Possibilité de remettre à distance l'alarme en veille ou de la stopper
- Historique des appels consultable par logiciel
- Consommation en veille : environ 35 milliampères

## Schéma électrique

Sur le schéma électrique représenté en **figure 1**, on constate que les deux composants majeurs de la carte d'alarme sont un microcontrôleur Atmel Atmega 8-16 et un MT8889 du fabricant

canadien Mitel. Ce composant est un transceiver DTMF, c'est-à-dire qu'il intègre à la fois les fonctions d'encodage et de décodage DTMF. À noter que son grand frère, le MT8880, aurait fort bien pu convenir dans cette application, mais l'ancienneté de ce composant risquait de rendre son approvisionnement hypothétique. Le MT8889, en version " à piquer ", est distribué par la société Radiospares sous la référence 200-7069.

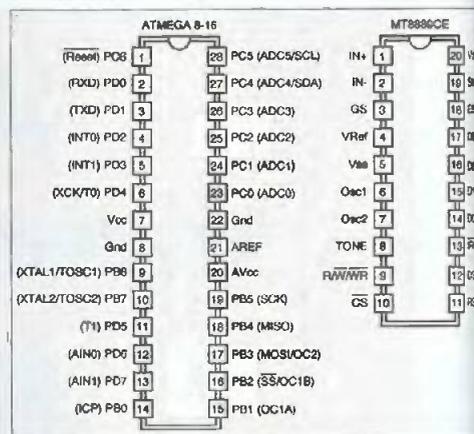
Le LTV847 (ou PC847), noté U2 sur le schéma, est un quadruple optocoupleur qui permet de réaliser le couplage des capteurs d'alarme aux ports du microcontrôleur. Si cette solution comporte l'inconvénient de nécessiter une alimentation extérieure, elle offre l'avantage de mettre à l'abri le microcontrôleur de toute erreur de manipulation. À noter que les boucles d'alarmes aux entrées



des optocoupleurs pourront probablement, dans la plupart des cas, utiliser la même alimentation que celle de la carte. Un courant d'une dizaine de milliampères étant suffisant pour mettre en conduction les optocoupleurs, une résistance de valeur correctement dimensionnée devra être mise en série dans chacune des entrées. Si, dans l'application envisagée, deux entrées ne peuvent être simultanément en défaut, une seule résistance commune aux quatre entrées peut alors suffire. Les ports concernés du microcontrôleur étant configurés en entrées avec rappel au + 5 V, aucune résistance de tirage n'est prévue sur les collecteurs des optocoupleurs. Le quartz QZ1, en association avec les condensateurs C5 et C6, fixe la fréquence d'horloge de l'Atmega à 8 MHz. Le connecteur J2 permet la programmation " in system " du microcontrôleur, à l'instar de nos précédentes réalisations à base de microcontrôleurs Atmel, et la diode D3, permet d'éviter un éventuel conflit si la sortie d'horloge du programmeur reste au niveau haut, alors que le port PB5 du microcontrôleur se trouve à l'état bas. Le MT8889 possède un registre des données à émettre, un registre des données reçues, un registre d'état et un registre de contrôle. La gestion d'écriture ou de lecture de ces quatre registres est assurée par les ports PC2 à PC5 du microcontrôleur, configurés en sorties. Les ports PC1, PC0, PD4 et PB5 sont

connectés respectivement aux broches D0 à D3 du MT8889, et, selon qu'il s'agit d'une donnée à lire ou à écrire, ces ports sont configurés en entrées ou sorties.

Le port PB2 du microcontrôleur se charge, par l'intermédiaire du transistor Q1, d'actionner le relais de prise de ligne. Celui-ci est un modèle Reed afin d'optimiser, tant l'encombrement que la consommation en courant, cette dernière caractéristique étant prépondérante en cas d'alimentation sur batterie. Le rôle de l'amplificateur opérationnel, noté U5 sur le schéma, est d'apporter le gain en courant nécessaire à l'attaque de la ligne téléphonique, au travers du transformateur de couplage TR1, d'impédance 600 ohms et de rapport 1. Cet amplificateur étant alimenté entre le + 5 V et la masse, son entrée non inverseuse se trouve polarisée à la demi-tension d'alimentation par la tension de référence issue de la broche 4 du MT8889. Par ailleurs, ce dernier émet, par sa broche 8, les signaux DTMF, ou simple porteuse, vers l'entrée inverseuse de l'amplificateur. Le transistor Q2, intercalé entre la sortie de l'amplificateur et le transformateur de couplage à la ligne téléphonique, sert d'interrupteur émission-réception. Selon l'état logique du port PB3 du microcontrôleur, ce transistor est bloqué lors des phases de réception ou saturé lors des phases d'émission. En mode réception, les signaux reçus aux bornes du transformateur de ligne parviennent à



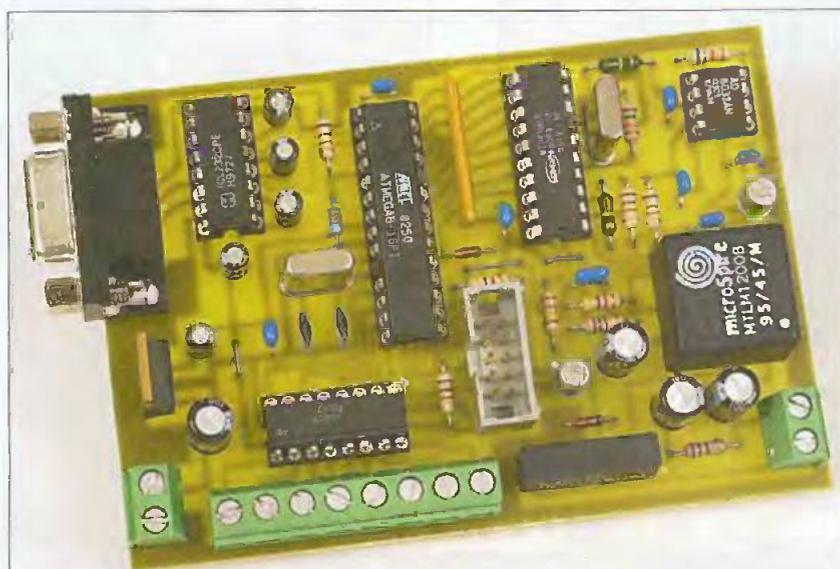
## 2 Brochage de l'ATMEGA 8-16 et du MT 8889

l'entrée du MT8889, dont le gain de tension, en l'occurrence voisin de 10, est fixé par les résistances R8 et R9. La résistance R12 limite le courant moyen en sortie de U5, et R13 le courant de ligne.

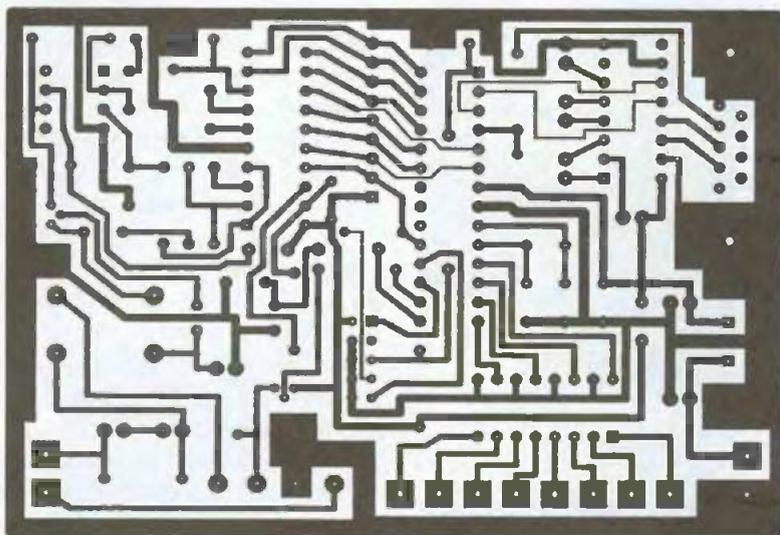
La liaison série destinée à communiquer avec le PC transite par J1, connecteur DB9 femelle, suivi de l'incontournable MAX232, ou équivalent, noté U1 sur le schéma. Lorsque le PC a besoin de communiquer avec la carte d'alarme, il en informe le microcontrôleur, par son port PD2 en mettant la ligne DTR au niveau haut, en broche 4 du connecteur J1. À cet effet, la diode zener D1 limite à 5,1 volts la tension délivrée au microcontrôleur.

Le MT8889, par le truchement de son registre de contrôle, peut être configuré pour générer des signaux DTMF, puisque telle est sa vocation, mais aussi pour générer des signaux sinusoïdaux simples (une seule porteuse). Cette caractéristique est ici mise à profit afin d'émettre les différents bips sonores qui renseigneront le correspondant sur l'entrée en défaut ayant provoqué l'appel. Plutôt que des signaux sonores, il eût été possible d'utiliser une mémoire analogique contenant des messages vocaux du genre " Le portail a été ouvert ". Ceci néanmoins au prix d'une complication certaine et d'un coût plus élevé, pour un confort d'utilisation somme toute très relatif, puisque l'utilisateur sait, a priori, que telle entrée correspond à telle boucle d'alarme !

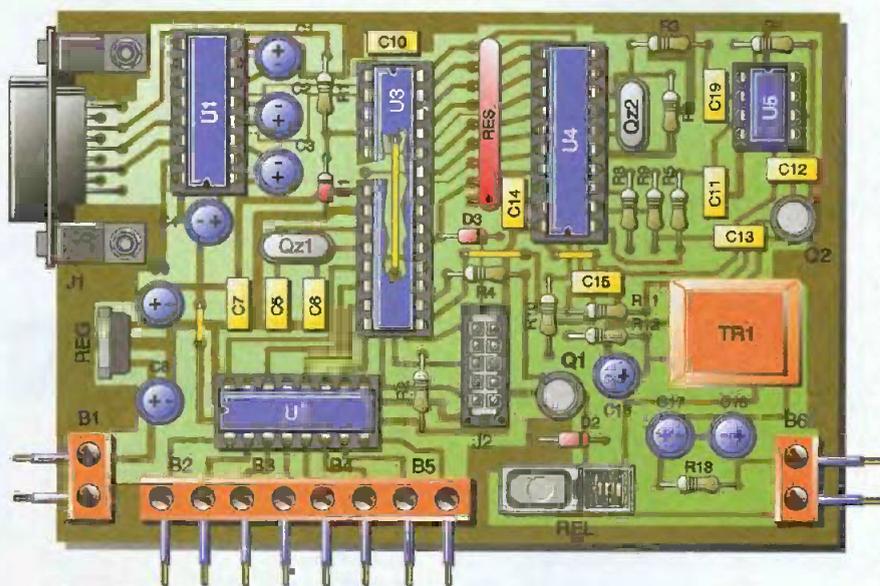
L'alimentation de la carte est fournie par un régulateur de type 7805. Dans la mesure où la source connectée sur le



Vue carte prête à l'emploi



**3** Tracé du circuit imprimé



**4** Insertion des composants

bornier B1 n'excède pas une dizaine de volts, il n'est pas nécessaire de pouvoir ce composant d'un quelconque dissipateur thermique.

## Réalisation du montage

Le circuit imprimé sera réalisé en conformité avec le dessin présenté en **figure 3**, et les composants placés en suivant le plan de la **figure 4**. Certaines pistes fines passant entre des broches de circuits intégrés, il faudra veiller à l'absence de toute micro-coupeure ou pontage de cuivre ou d'étain.

Il importe de commencer le câblage par les quatre straps, puis des autres composants, de préférence par ordre crois-

sant de taille. Si la programmation du microcontrôleur " in system " n'est pas envisagée, il est bien sûr inutile de câbler le connecteur J2, ni la diode D3. Il faudra veiller au sens de montage des composants polarisés et du réseau de résistances.

## Mise en œuvre

Cette carte ne nécessite aucun réglage matériel et doit fonctionner du premier coup. Par prudence, il conviendra toutefois, avant la mise en place des circuits intégrés, de vérifier la présence du + 5 V en divers points de la carte. Les circuits intégrés pourront alors être mis en place. Le microcontrôleur devra être

programmé avec le fichier ALARME.HEX. On pourra vérifier que la tension en 6 de U5 s'élève à 2,5 V.

Le paramétrage de la carte d'alarme nécessite l'installation du logiciel ALAR-METEL.EXE. Pour installer ce logiciel, il faut télécharger le fichier ALARMINST.EXE, à partir du site Internet de la revue. Ce fichier exécutable décompressera automatiquement les fichiers nécessaires à l'installation dans le répertoire par défaut C:\WINDOWS\TEMP. Pour installer l'application, il faut alors lancer SETUP.EXE depuis ce répertoire. Cette application a été testée sous Windows en versions 95, 98, et XP.

Le lancement de cette application doit ouvrir une fenêtre ressemblant à celle présentée sur la **figure 5**.

Les différents boutons et cases à cocher permettent de définir les entrées actives, le mode de fonctionnement des entrées et les temporisations nécessaires au fonctionnement de la carte d'alarme. Une fois définies les options désirées, il ne faut pas oublier de les enregistrer dans la carte (bouton Enregistrer). La carte est alors autonome et peut être déconnectée du PC.

La carte d'alarme est fonctionnelle après le délai fixé par la temporisation de démarrage suivant sa mise sous tension. Ce délai permet, par exemple, de laisser le temps à l'utilisateur de quitter son domicile si sa porte d'entrée est munie d'un détecteur d'ouverture connecté à la carte. Au terme de ce délai, la carte d'alarme se met en veille.

A partir de ce moment, si l'une des entrées passe en défaut, la carte d'alarme compose le premier numéro de téléphone disponible dans la liste. Dès cet instant, commence la temporisation de prise de ligne. Si l'appel n'aboutit pas au terme de ce délai (pas de réponse du correspondant ou ligne occupée), la carte d'alarme raccroche, puis décroche à nouveau pour composer le numéro suivant disponible dans la liste.

Si aucun des numéros n'aboutit, le fonctionnement de la carte d'alarme est stoppé. La carte restera dans cet état jusqu'à ce qu'elle soit déconnectée de son alimentation, puis reconnectée ou remise en veille par une action sur le bouton " Reset " du programme ALAR-METEL.EXE.



Le transformateur de ligne de rapport 1

Si le correspondant décroche, il entend une sirène entrecoupée de silences d'une durée de trois secondes. Il peut alors répondre à la carte d'alarme en tapant sur le clavier de son téléphone. La sirène cesse dès qu'une touche a été actionnée.

Si le correspondant frappe une touche numérique (0 à 9), la carte répond par un, deux, trois ou quatre bips selon l'en-

trée en défaut. Si plusieurs entrées sont en défaut simultanément, la carte émettra successivement les séries de bips correspondant aux entrées en défaut. Le correspondant peut faire répéter ces signaux sonores autant de fois qu'il le désire par l'appui d'une touche numérique. La temporisation de prise de ligne est alors chaque fois remise à zéro.

Si le correspondant frappe la touche étoile (\*) de son clavier, la carte d'alarme répond par une double tonalité d'acquiescement, puis raccroche et reste inactive durant la temporisation de remise en veille. Au terme de ce délai, la carte reprend son cycle d'appels si l'une des entrées est toujours en défaut.

Si le correspondant frappe la touche dièse (#) de son clavier, la carte d'alarme répond par une double tonalité d'acquiescement, puis raccroche et cesse de tester l'état des entrées. Elle restera

dans cet état jusqu'à ce qu'elle soit déconnectée de son alimentation, puis reconnectée (bouton marche-arrêt) ou remise en veille par un clic sur le bouton "Reset" du programme ALARMETEL.EXE. Si l'alarme a fonctionné sans avoir obtenu de réponse (par exemple, téléphone portable éteint ou correspondant absent), l'utilisateur, de retour à son domicile (cambriolé ?!), peut toujours prendre connaissance des appels en cliquant sur le bouton "Historique" du logiciel. Une fenêtre similaire à celle présentée en **figure 6** doit alors apparaître. Les informations concernant les appels passés étant stockées dans la mémoire RAM du microcontrôleur, celles-ci disparaissent en cas de mise à l'arrêt de l'alimentation de l'alarme ou par une action sur le bouton "Reset" du programme.

Pour conclure, signalons que le fichier APPRO.XLS contient la liste des fournisseurs où les composants spécifiques, concernant ce montage, peuvent être approvisionnés.

B. Lebrun

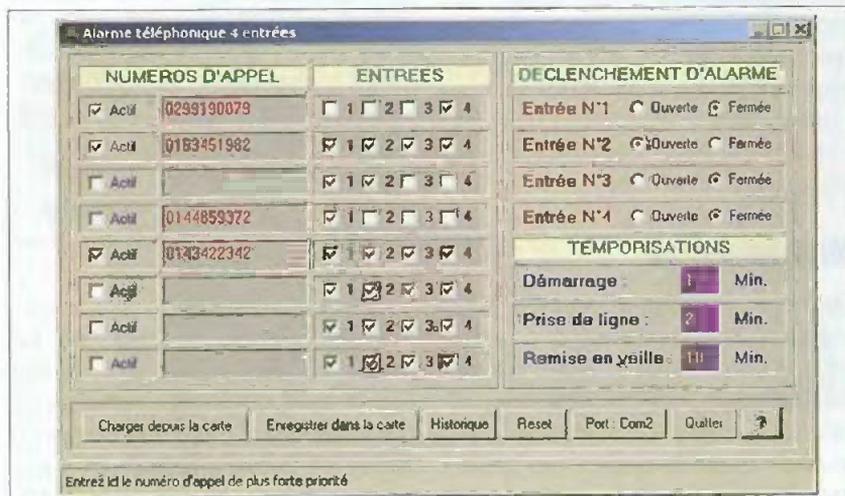
## Liste des derniers événements

Le numéro 0299190079 a été appelé 2 fois.  
Ce numéro a répondu 1 fois par la remise en veille de l'alarme.

Le numéro 0153451982 a été appelé 2 fois.  
Ce numéro n'a pas répondu 1 fois.  
Il a répondu la dernière fois par la mise à l'arrêt de l'alarme.

Fermer

## Historique des appels

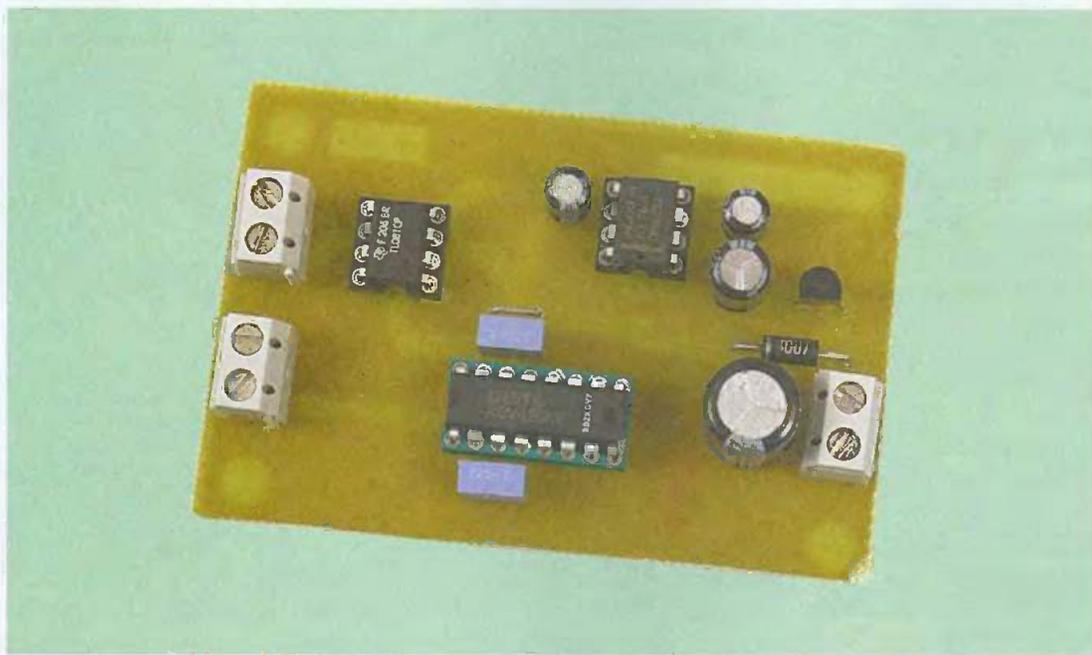


## Fenêtre principale de l'application

## Nomenclature

- R1, R2, R5, R9 : 10 k $\Omega$
- R3, R8 : 100 k $\Omega$
- R4, R11 : 4,7 k $\Omega$
- R6 : 15 k $\Omega$
- R7 : 68 k $\Omega$
- R10 : 330 k $\Omega$
- R12, R13 : 100  $\Omega$
- Res : Réseau 8x10 kW point commun
- C1, C2, C3, C4, C9 : 10  $\mu$ F chimique
- C5, C6 : 22  $\mu$ F céramique
- C7, C10, C11, C12, C13, C14, C19 : 100 nF céramique
- C8, C16, C17, C18 : 100  $\mu$ F chimique
- C15 : 470 nF céramique
- D1 : Zener BZX55C 5,1 V
- D2, D3 : 1N4148
- Q1, Q2 : 2N2907A
- U1 : MAX232 ou équivalent
- U2 : LTV847 ou PC847
- U3 : Atmega 8-16
- U4 : MT8889CE
- U5 : AD8031AN
- Reg : Régulateur 7805 T0220
- TR1 : Transfo de ligne 600/600  $\Omega$
- Qz1 : Quartz 8 MHz
- Qz2 : Quartz 3,579545 MHz
- REL : Relais Reed 5 V 1RT SIL
- J1 : DB9 femelle pour CI
- J2 : HE10 10pts mâle pour CI
- B1 à B6 : Bornier double à vis pour CI

# Convertisseurs pour liaison 4/20 mA



Lorsque l'on souhaite transmettre une tension analogique (par exemple la tension de sortie d'un capteur) sur une longue distance on est souvent amené à utiliser une liaison 4/20 mA. Cette solution évite d'avoir à numériser le signal dès le départ ce qui est généralement plus coûteux car les contraintes d'encombrement sur le terrain sont parfois sévères et les sources d'alimentation peu nombreuses.

Pour vous permettre d'expérimenter les bienfaits d'une liaison 4/20 mA nous vous proposons de réaliser deux petites interfaces ultra simplifiées mais très performantes grâce à l'utilisation des circuits XTR110KP et RCV420KP.

## Schéma

Le schéma de la carte de transmission 4/20 mA est visible en **figure 1** tandis que le schéma de la carte de réception est reproduit en **figure 2**. Les montages font appel à des circuits spécialisés pour la conversion 4/20 mA, ceci pour des raisons de précision. Il aurait été possible de réaliser la conversion 4/20 mA avec des composants discrets (surtout que pour la réception une simple résistance suivie d'un AOP pourrait très bien faire l'affaire), cependant nous avons préféré faire appel à des circuits spécialisés pour permettre d'utiliser ces mon-

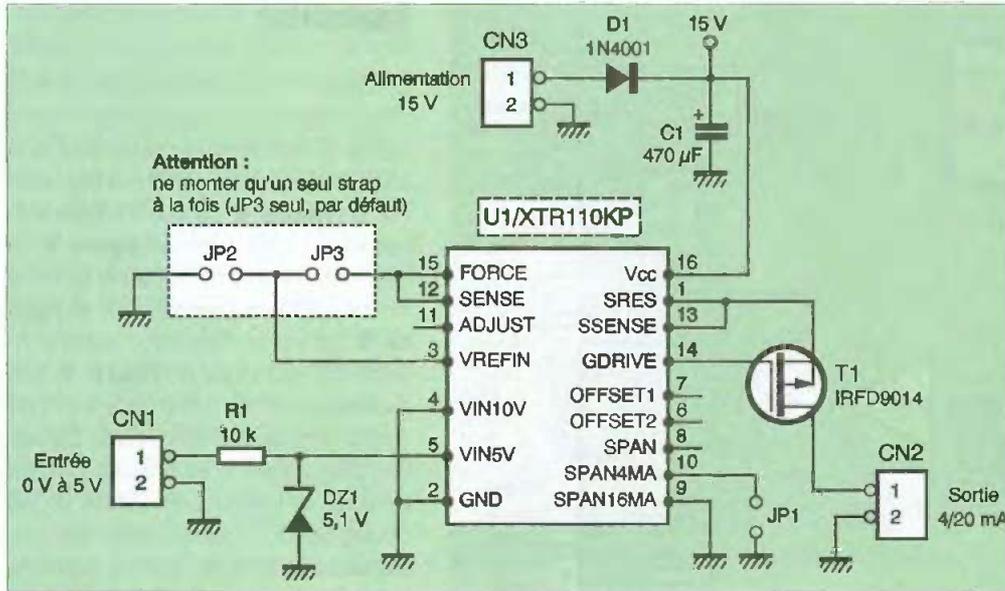
tages dans des systèmes numériques mettant en œuvre des convertisseurs 10 bits.

Le carte de transmission 4/20 mA fait appel au circuit XTR110KP (U1 sur la figure 1) qui est certainement l'un des plus connus pour réaliser cette fonction. Ce circuit est excessivement simple à mettre en œuvre car il intègre une référence de tension, un générateur de courant configurable et un étage de sortie capable de piloter directement un transistor de puissance (transistor PNP Darlington ou bien transistor MOS canal P), comme le dévoile la **figure 3**.

Le circuit XTR110KP dispose de 2 entrées qui permettent de s'accommoder d'une tension de commande de 0 à 5 V ou bien de 0 à 10 V. Nous avons choisi d'exploiter l'entrée 5 V (patte 5) pour ce montage, mais si vous préférez utiliser l'entrée 10 V il vous suffira d'inverser le rôle des broches 4 et 5 sur le schéma.

Le circuit U1 permet également de modifier la plage de fonctionnement du générateur de courant selon le potentiel qui est appliqué aux broches 3, 9 et 10. La broche 9 permet de fixer la sortie du générateur à 16 mA à pleine échelle (grâce à la résistance R6 de précision qui apparaît en figure 3). Si la broche 10 est mise également à la masse cela revient à mettre la résistance R7 interne en parallèle avec la résistance R6 interne. Cela provoque une augmentation du courant de sortie à pleine échelle. Avec la valeur calibrée de R7 cela provoque une augmentation de 4 mA de la valeur à pleine échelle qui passe donc à 20 mA (16 mA + 4 mA).

En combinant le rôle de l'entrée de la broche 3 ( $V_{ref in}$ ) il est alors possible d'obtenir 4 gammes de fonctionnement pour ce montage. Ceci explique pourquoi nous avons ajouté 3 jumpers sur ce



**1** Schéma de la carte de transmission

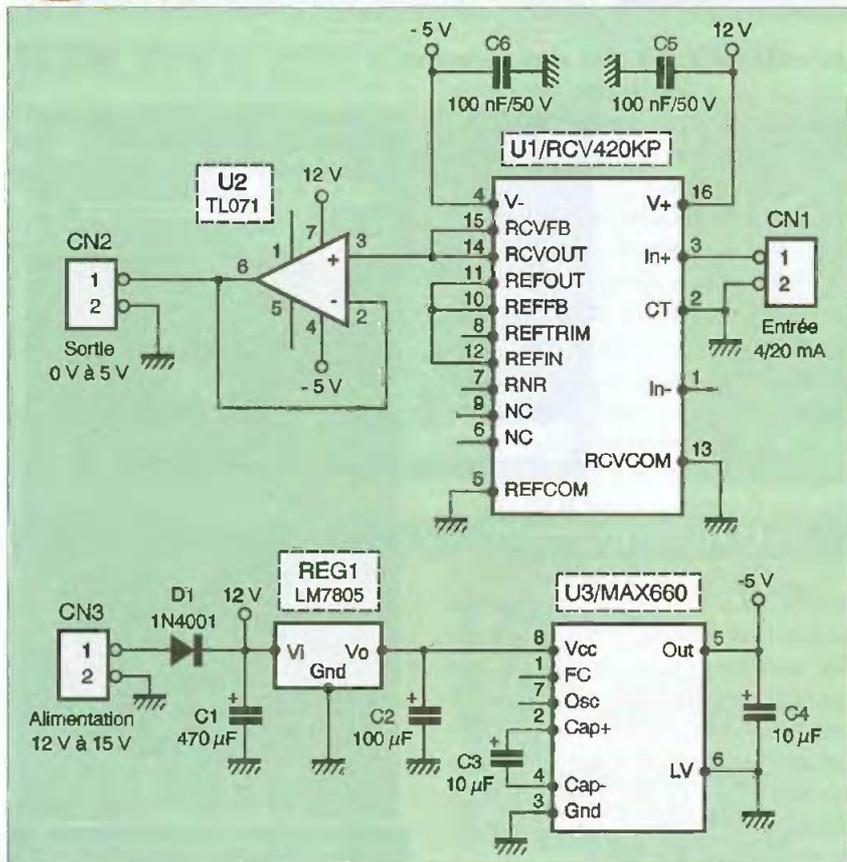
montage. La **figure 4** vous indique les différentes combinaisons possibles et les gammes de fonctionnement correspondantes. Toutefois faites attention car les jumpers JP2 et JP3 ne doivent jamais être présents en même temps sur le montage. Sinon vous mettez la tension de référence interne du circuit U1

en court-circuit à la masse ! En fait, les jumpers ici sont accessoires car, si vous voulez exploiter ce montage avec la carte de réception, vous ne devez monter que le jumper JP3 (pour obtenir une gamme de fonctionnement de 4/20 mA). Nous avons prévu les jumpers uniquement pour tester les possibi-

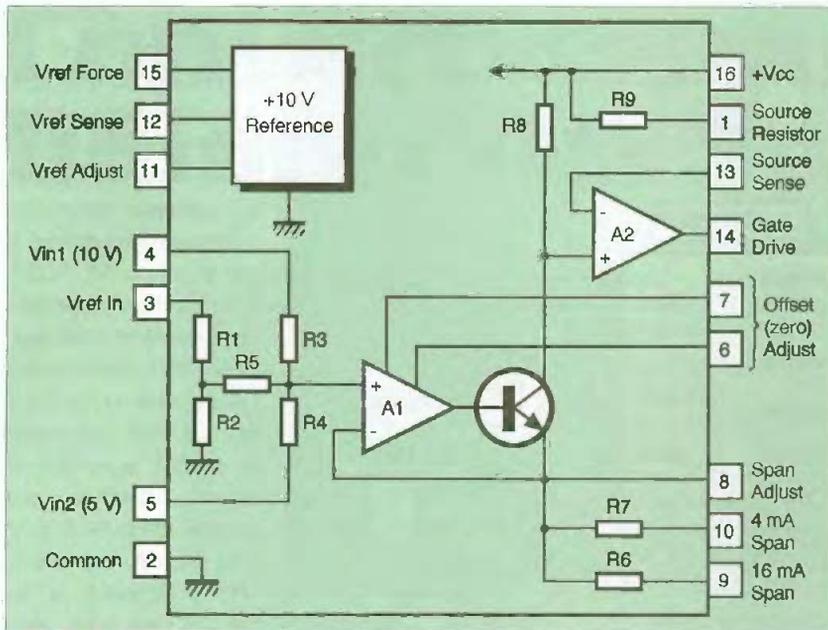
lités du circuit XTR110KP. L'entrée du circuit U1 sera pilotée par la tension que vous souhaitez transmettre à l'aide d'une boucle 4/20 mA. L'entrée est protégée sommairement jusqu'à environ 50 V par le couple R1 / DZ1. En raison de la dispersion des caractéristiques électriques de la diode zener il est possible qu'un courant de fuite apparaisse dans DZ1 alors que la tension d'entrée est encore inférieure à 5 V. Cela pourrait vous empêcher d'atteindre la fin

d'échelle (20 mA). Si cela vous gêne vous pourrez remplacer la diode DZ1 par une diode zener de 5,6 V. Ou bien, si vous êtes certain que la tension d'entrée ne dépassera jamais 5 V vous pouvez aussi supprimer la diode zener. Mais dans ce dernier cas, vous n'aurez pas le droit à l'erreur.

**2** Schéma de la carte de réception



Le courant de sortie du montage sera fourni par un petit transistor MOS de type P. Nous avons choisi un modèle IRFD9014 en raison de la dissipation que le transistor peut avoir à subir lorsque le montage fonctionne en permanence à pleine échelle. Si vous souhaitez remplacer le transistor MOS par un transistor bipolaire PNP de type Darlington vous devez monter la base à la place de la grille de T1, l'émetteur à la place de la source et le drain à la place du collecteur. Le montage est prévu pour être alimenté par une tension de 15 VDC qui n'a pas besoin d'être stabilisée. N'importe quels petits blocs d'alimentations d'appoints devraient faire l'affaire car notre montage ne consomme guère plus que 30 mA (dont 20 mA pour la sortie). La diode D1 permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation tandis que le condensateur C1 se charge de parfaire le filtrage de la tension d'alimentation (au cas où vous utiliseriez un bloc d'alimentation d'appoint qui ne contient qu'un transformateur et un pont de diodes). La **figure 2** représente la carte de réception. Le schéma est légèrement plus compliqué que pour la carte de



**3** Structure interne du XTR110KP

JP1	JP2	JP3	Début de gamme (Vin = 0 V)	Fin de gamme (Vin = 5 V)
Off	Off	On	4 mA	20 mA
On	Off	On	5 mA	25 mA
Off	On	Off	0 mA	16 mA
On	On	Off	0 mA	20 mA

**4** Les différentes combinaisons possibles

transmission 4/20 mA car pour faire fonctionner le montage il faut disposer d'une tension négative. En effet le circuit de réception 4/20 mA que nous avons choisi, le très répandu RCV420KP dont le synoptique est reproduit en **figure 5**, nécessite une tension d'au moins - 5 V pour fonctionner.

Pour faciliter l'utilisation de ce montage nous avons préféré conserver une alimentation simple, ce qui explique pourquoi nous avons fait appel à un petit convertisseur DC-DC pour fournir la tension - 5 V. En fait le circuit U1 de la **figure 2** est conçu pour fonctionner avec une alimentation symétrique  $\pm 12$  V, mais il peut aussi fonctionner avec des tensions aussi basses que +11,4 V et - 5 V. Nous avons préféré utiliser du - 5 V car le convertisseur DC-DC nécessaire est plus simple à approvisionner. Nous avons finalement choisi un convertisseur MAX660 extrêmement répandu dont on peut trouver de nombreux équivalents tels que par exemple le circuit ICL7660 (vérifiez bien quel est le circuit équivalent

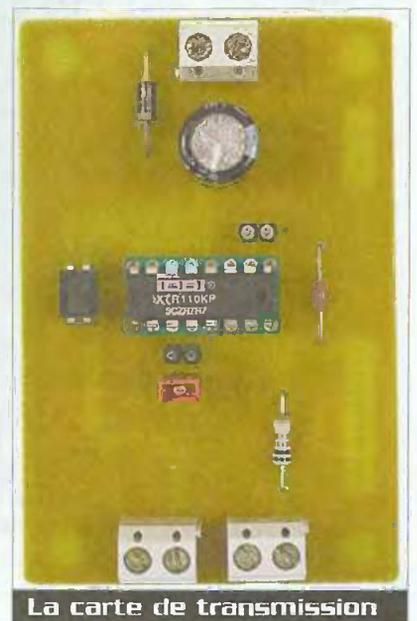
qui est le moins cher chez votre revendeur car les écarts de prix sont parfois surprenants). Le circuit MAX660, comme la plupart des ses équivalents ne fonctionnent que sous 5 V en entrée. Nous avons donc dû faire appel à un petit régulateur 7805 en boîtier TO92. Nous aurions pu faire appel à un autre convertisseur DC-DC capable de fonctionner sous 12 V mais cette solution aurait coûté plus cher et les composants nécessaires sont moins faciles à approvisionner. Nous avons donc jugé que l'ajout d'un petit régulateur bon marché en boîtier TO92 était la meilleure solution pour nos lecteurs. Etant donné que nous disposons d'une source - 5 V le choix de l'amplificateur opérationnel de sortie se trouve simplifié car nous n'avons plus besoin de faire appel à un modèle "rail to rail". N'importe quel amplificateur opérationnel peut faire l'affaire. Nous avons finalement retenu un TL071 mais s'il vous reste des bons vieux LM741 ou  $\mu$ A741 dans vos tiroirs ils feront également l'affaire.

## Réalisation

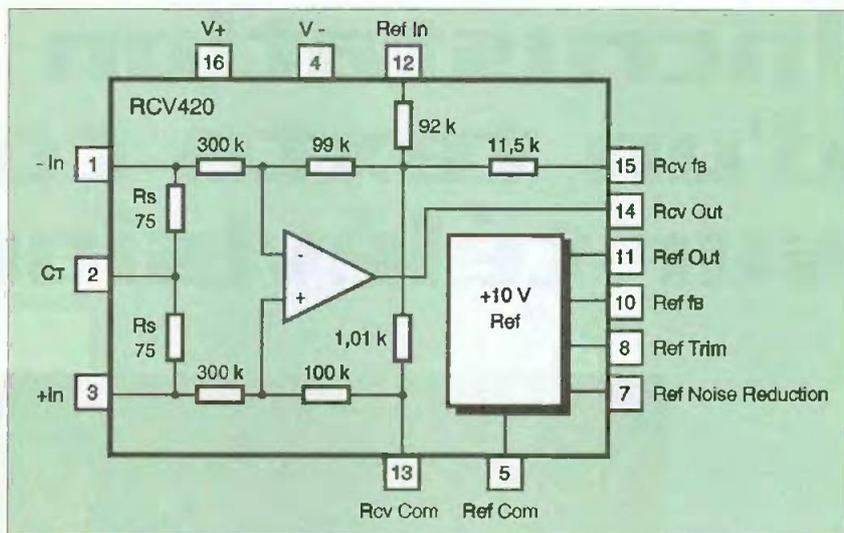
La réalisation du montage nécessite deux circuits imprimés de dimensions raisonnables. Le dessin du circuit imprimé de la carte de transmission 4/20 mA est reproduit en **figure 6**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 7**. Le dessin du circuit imprimé de la carte de réception 4/20 mA est reproduit en **figure 8**. La vue d'implantation correspondante est reproduite en **figure 9**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne les borniers à vis, les jumpers, le transistor IRFD9014 et les diodes 1N4001 il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. Avant de réaliser le circuit imprimé il est préférable de vous procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement. Cette remarque concerne particulièrement le transistor T1 de la carte de réception 4/20 mA.

Il n'y a pas de difficulté particulière pour l'implantation. Soyez tout de même attentifs au sens des condensateurs et des circuits intégrés. N'oubliez pas l'unique strap qui est monté sur la carte de réception 4/20 mA (voir à coté de C5 sur la figure 9).

Si vous avez bien respecté la nomenclature, les cartes devraient fonctionner du premier coup. Pour tester plus facilement la carte de transmission 4/20 mA vous pourrez placer une résistance de

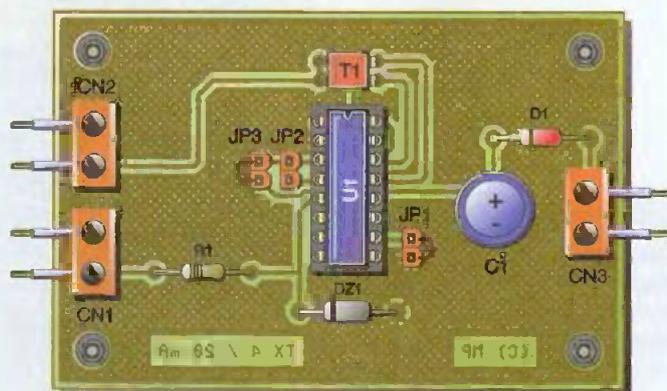
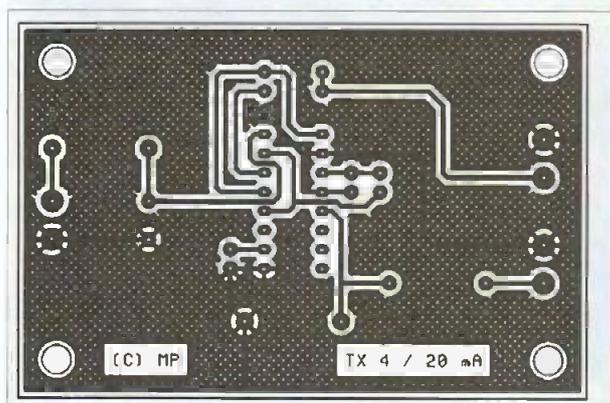


100  $\Omega$  en charge sur la sortie pour permettre de mesurer le courant produit par le montage. Vous obtiendrez environ 2,0 V à pleine échelle, en fonction de la précision de la résistance que vous utiliserez. Lorsque vous aurez validé le fonctionnement de la carte de transmission 4/20 mA vous pourrez la raccorder à la carte de réception (en ayant pris soin de retirer la résistance de 100  $\Omega$ , bien évidemment). Cette fois ci, vous devriez obtenir en sortie de la carte de réception la même tension que celle qui est appliquée en entrée de la carte de transmission 4/20 mA, avec une précision meilleure que 100 mV à pleine échelle.

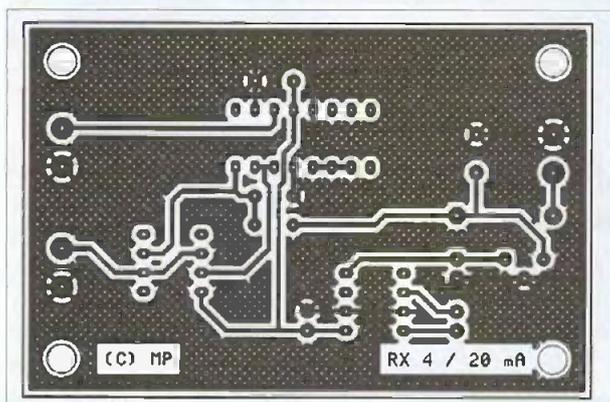


P. Morin

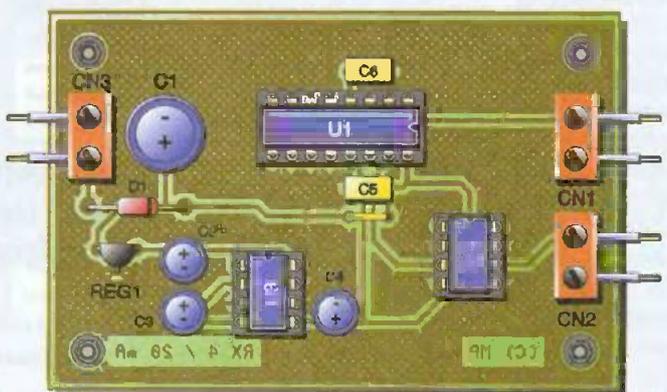
## 5 Synoptique du RCV420KP



## 6/8 Tracé du circuit imprimé



## 7/9 Implantation des éléments



## Nomenclature

### CARTE DE TRANSMISSION 4/20 MA

CN1, CN2, CN3 : Bornier à vis 2 contacts, bas profil

C1 : 470  $\mu$ F/25 Volts, sorties radiales

DZ1 : Diode zener 5,1 V 1/4W

(ou 5,6 V, voir le texte)

D1 : 1N4001 (diode de redressement 1 A/100 V)

JP1, JP2, JP3 : Jumper au pas de 2,54 mm

R1 : 10 k $\Omega$  1/4W 5 % (Marron, Noir, Orange)

T1 : IRFD9014 ou équivalent

U1 : XTR110KP

### CARTE DE RÉCEPTION 4/20 MA

CN1, CN2, CN3 : Bornier à vis 2 contacts, bas profil

C1 : 470  $\mu$ F/25 Volts, sorties radiales

C2 : 100  $\mu$ F/25 Volts, sorties radiales

C3, C4 : 10  $\mu$ F/25 Volts, sorties radiales

C5, C6 : 100 nF/50 V

D1 : 1N4001 (diode de redressement 1 A/100 V)

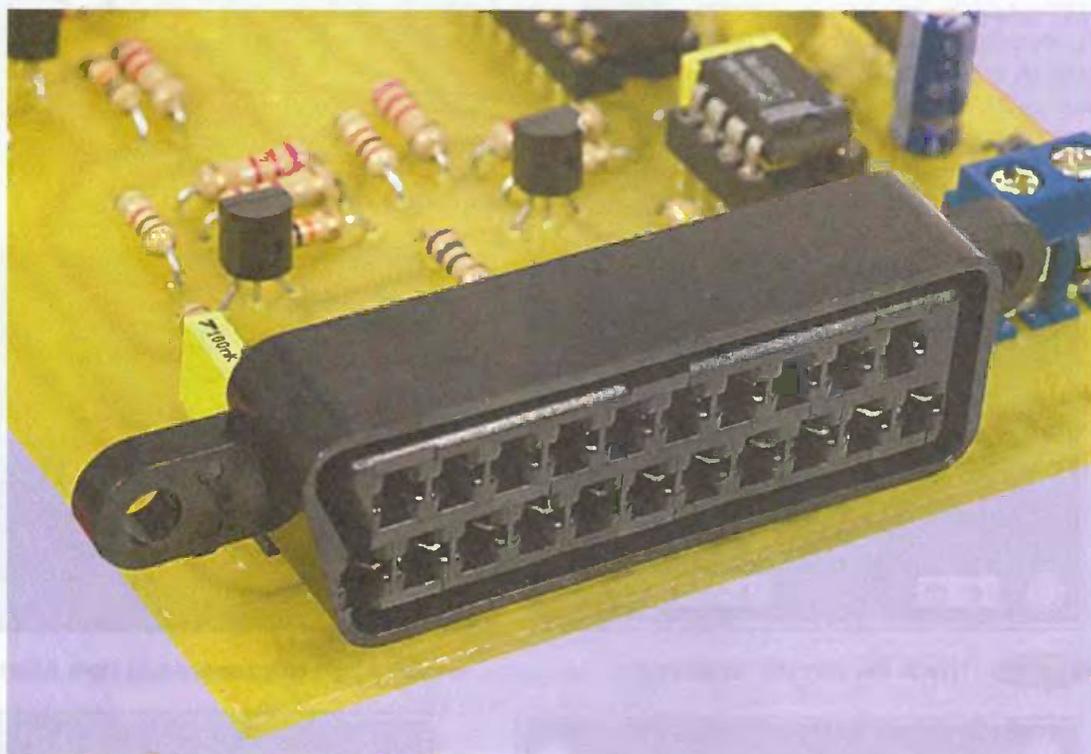
REG1 : Régulateur LM7805 (5 V) en boîtier TO92

U1 : RCV420KP

U2 : TL071 ou équivalent (TL081,  $\mu$ A721, etc...)

U3 : MAX660 ou équivalent (ICL7660, ...)

# Incrustation simple d'un texte couleur sur télévision



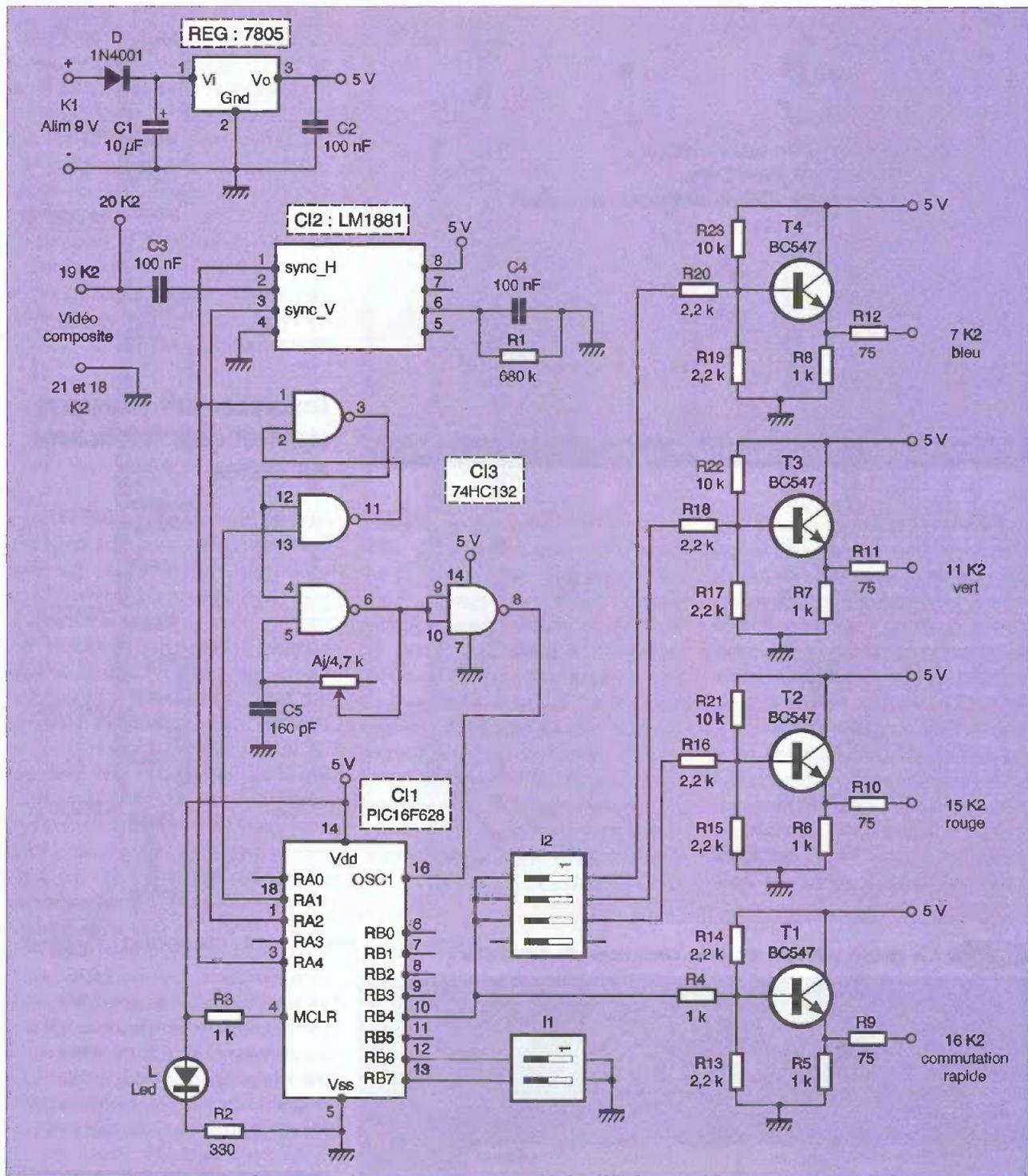
Votre magazine favori vous a déjà proposé quelques incrustateurs de textes en lettres blanches ou colorées. Ce dernier montage vous propose une approche différente et comme le titre l'indique, plus simple. Entendons-nous alors sur la signification de simple : ici, simple ne veut pas dire qu'il n'y a pas beaucoup de composants, mais plutôt qu'il n'y a pas de composants "exotiques", introuvables en France ou qu'il faut acheter à prix d'or, que le schéma électrique n'est pas trop complexe et qu'enfin, le programme mémorisé dans le microcontrôleur écrit en BASIC reste compréhensible.

Même si ce montage est à petit budget, il n'en est pas moins assez performant comme le laisse apparaître la photographie c'est le microcontrôleur PIC16F628 aux qualités maintes fois reconnues qui est au cœur de ce montage. Outre la fonction de créer l'incrustation de textes, le PIC16F628 doté d'une mémoire de 2 kmots a aussi la charge de stocker 4 messages de 255 caractères maximum. Le message qui défile sur l'écran de votre téléviseur est sélectionné à l'aide de 2 mini-interrupteurs. Il en est de même pour la couleur du texte dont la teinte parmi les 8 possibles, dépend de la position de 3 mini-interrupteurs.

## Présentation générale de l'incrustateur couleur

Le schéma du montage est exposé **figure 1**. Sa simplicité est due à la présence d'un microcontrôleur bien sûr mais aussi à l'emploi d'une part de la prise PÉRITEL qui fournit le signal vidéo composite de l'image affichée et à qui sont envoyés les caractères sur les broches RVB et d'autre part à la présence d'un composant très courant, le LM1881, qui permet d'extraire les signaux de synchronisation d'un signal TV. La **figure 2** présente les quelques broches de la prise PÉRITEL utilisées par notre

application. Par la broche 19 sort le signal vidéo composite du téléviseur. Ce signal est composé de l'image affichée à l'écran du téléviseur et de signaux de synchronisation. En effet et en simplifiant un peu, les données d'une image sont transmises en série en deux trames. Un signal de synchronisation verticale est émis à chaque début de trame, un signal de synchronisation horizontale est émis à chaque début de ligne. Ces signaux de synchronisation sont alors extraits par le LM1881 puis envoyés au PIC. Le microcontrôleur est ainsi en mesure de connaître à chaque instant la position sur l'écran du faisceau d'électrons qui illumine les points de



## 1 Schéma de principe

l'écran. Pour afficher un texte à partir de la 200<sup>ème</sup> ligne de la trame par exemple, il suffit au PIC d'attendre le signal de synchronisation verticale qui représente le début d'une nouvelle trame donc la première ligne de la demi-image affichée, puis de compter 200 signaux de synchronisation ligne. Le compteur chargé de cette fonction est le TIMERO

qui s'incrémente à chaque nouveau signal de synchronisation ligne sur la broche RA4. Les données du texte sont alors envoyées ligne après ligne, en synchronisme avec l'image, sur les broches 7 (bleu), 11 (vert), 15 (rouge) et 16 (commutation rapide). Un ensemble de 3 mini-interrupteurs (dipswitch I2) permet de sélectionner les couleurs affi-

chées et d'effectuer ainsi un mélange additif comme présenté **figure 3**. Les 4 sous-ensembles bâtis autour des transistors T1 à T4 sont chargés de l'adaptation d'impédance nécessaire pour rendre les signaux électriques générés par le PIC compatibles avec les entrées RVB et commutation rapide du téléviseur.



Incrustation d'un texte coloré  
8 couleurs possibles  
4 textes de 255 caractères mémorisés

Grande lisibilité des caractères incrustés

Pour que le PIC puisse envoyer les données du message à l'instant où le spot lumineux est à la position voulue de l'écran, il est nécessaire de synchroniser l'horloge du PIC avec l'image. La façon la plus judicieuse (un lecteur a peut-être une autre solution) est de faire fonctionner le PIC avec une horloge externe, cette dernière étant synchronisée sur le signal TV et plus particulièrement sur le signal de synchronisation horizontale. A chaque début de ligne, le niveau bas appliqué à l'entrée 1 de la bascule RS formée par 2 portes NAND de C13 fait passer la sortie 3 au niveau haut.

L'astable bâti autour de la troisième porte NAND avec l'ajustable AJ et le condensateur C5 génère alors la fréquence d'environ 8 MHz. Ce signal d'horloge est transmis par la quatrième porte NAND à l'entrée OSC1 du PIC. Le PIC envoie donc sur sa broche 10 les données de la ligne à la cadence de l'horloge externe puis cette opération terminée, arrête l'horloge en envoyant un 0 sur la broche 13 de la bascule RS. Le PIC est alors stoppé et ne redémarrera que lorsque l'horloge repartira, c'est à dire au prochain signal de synchronisation horizontal.

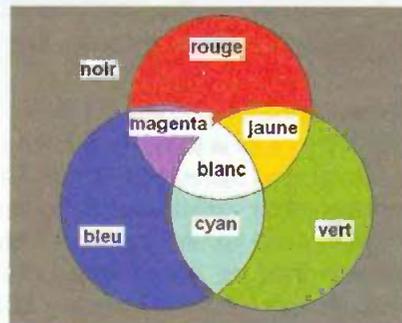
Le reste du schéma ne nécessite pas de grands commentaires. L'alimentation en 5 V du montage est fournie par un régulateur de tension 7805 à partir d'une tension supérieure. La diode D évite la destruction des composants en cas d'inversion des polarités de cette tension d'entrée. La LED L sert de témoin de la présence du 5 V. De manière identique au dipswitch I2, le dipswitch I1 avec ses 2 mini-interrupteurs permet 4 combinaisons et sert à sélectionner le message à afficher parmi les 4 messages mémorisés.

### Conception des caractères alphabétiques et affichage sur l'écran

La fonte des caractères est identique à celle que l'on trouve sur les petits afficheurs LCD 16 caractères par ligne que nous utilisons couramment dans nos montages. La **figure 4** explique le codage du dessin des caractères définis par une matrice de 5 pixels de large sur 7 pixels de haut. Sur l'écran d'un téléviseur, un 1 correspondra à l'allumage du spot lumineux et un 0 à son extinction. La largeur d'un pixel est déterminée par la durée d'un cycle machine du PIC : avec notre horloge externe réglée aux environs de 8 MHz, un cycle machine dure 0,5 µs. La durée du signal vidéo utile à l'image étant de 52 µs, l'écran TV a pour notre incrustateur une définition horizontale d'une centaine de pixels. Les caractères de 5 pixels de large étant séparés par 4 pixels éteints, notre écran peut afficher une douzaine de caractères : c'est donc ce qui sera programmé dans le PIC. Cette limitation tient à la taille des lettres désirée par l'auteur et un peu dans le PIC uti-

## 2 La prise péritel et ses broches d'utilisation

Broche	Signal	Niveau	Impédance
7	Bleu	1 V	75 Ω
11	Vert	1 V	75 Ω
15	Rouge	1 V	75 Ω
16	Commutation rapide	0-0,4 V : Vidéo composite 1-3 V : RVB	75 Ω
19	Sortie vidéo composite	1 V	75 Ω
20	Entrée vidéo composite	1 V	75 Ω
21 18	Masse		



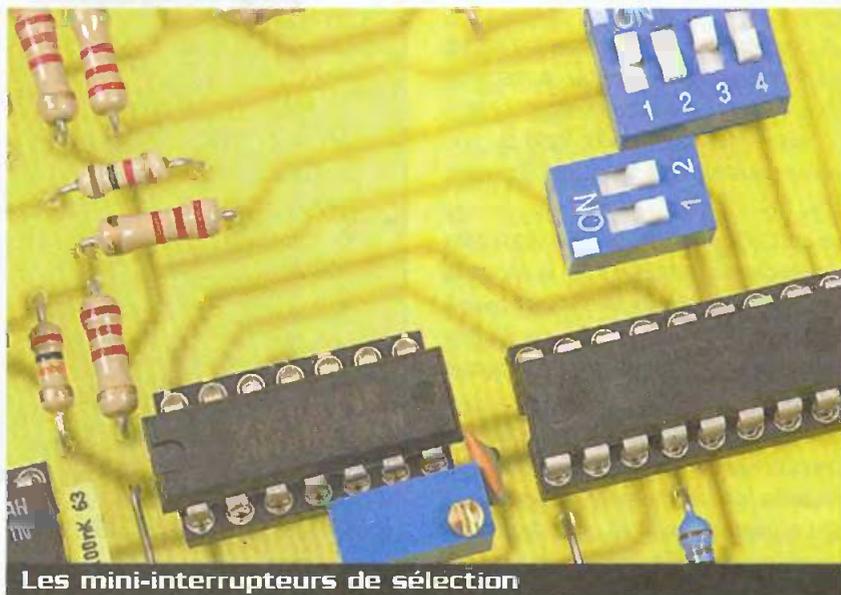
## 3 Principe du mélange

caractères	dessin	binnaire	décimal	caractères	dessin	binnaire	décimal	caractères	dessin	binnaire	décimal
A		0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1	14 17 17 17 31 17 17	J		0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0	7 2 2 2 2 2 18 12	S		0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1	15 16 16 14 1 1 30
B		1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1	30 17 17 30 17 17 30	K		1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0	17 18 20 24 20 18 17	T		1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	31 4 4 4 4 4 4
C		0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1	14 17 16 16 16 17 14	L		1 0 0 0 0 1 1 1 1 1	16 16 16 16 16 16 31	U		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1	17 17 17 17 17 17 14
D		1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0	28 18 17 17 17 19 28	M		1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1	17 27 21 21 17 17 17	V		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	17 17 17 17 10 10 4
E		1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1	31 16 16 30 16 16 31	N		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1	17 17 25 21 19 17 17	W		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0	17 17 17 17 10 10 21
F		1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0	31 16 16 30 16 16 16	O		0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0	14 17 17 17 17 17 14	X		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1	17 17 10 4 10 17 17
G		0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1	14 16 16 23 17 17 15	P		1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0	30 17 17 30 16 16 16	Y		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	17 17 17 10 4 4 4
H		1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1	17 17 17 31 17 17 17	Q		0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1	14 17 17 17 21 18 13	Z		1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 1	31 1 2 4 8 16 31
I		0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1	14 4 4 4 4 4 14	R		1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1	30 17 17 30 20 18 17				

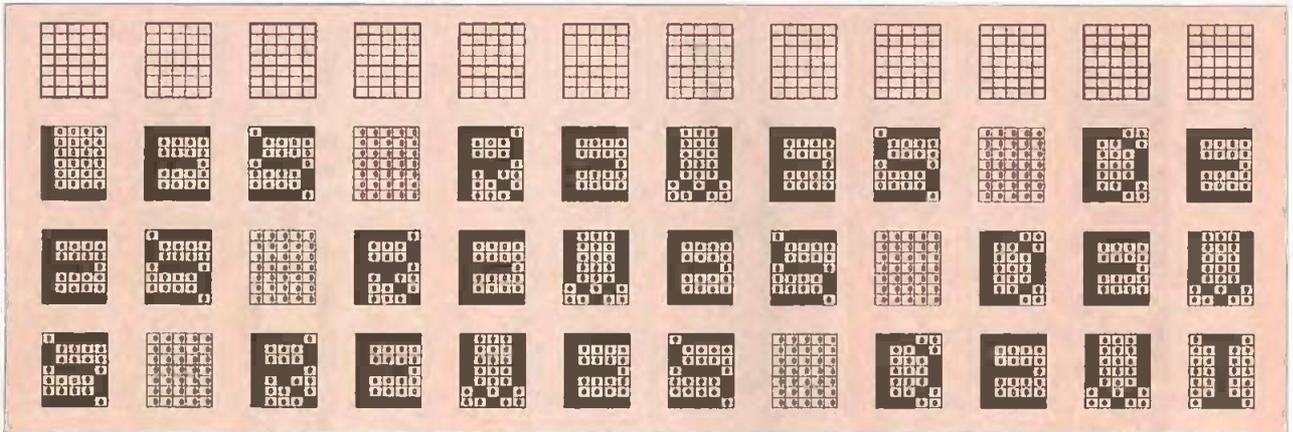
## 4 Codage du dessin des caractères

lisé. Mettre plus de caractères sur une ligne revient à dessiner des caractères plus petits donc à utiliser une horloge plus rapide. Cette taille des caractères nécessitant une horloge à 8 MHz, il faut donc utiliser un PIC conçu pour fonctionner à cette fréquence : le 16F628-20/P (20 MHz) est plus que suffisant mais si comme l'auteur vous possédez le modèle de base 16F628-4/P (4 MHz), il fonctionnera quand même très bien avec toutefois un (faible) risque d'échauffement et de destruction.

Le texte est affiché à partir de la 200<sup>ème</sup> ligne de chaque trame. La durée d'une ligne étant de 64 µs, nous avons un délai d'environ 13 ms entre le début de la trame et l'affichage du premier caractère du texte. Ce laps de temps



Les mini-interrupteurs de sélection



**5** Défilement des caractères dans les douze emplacements

important va être utilisé pour préparer l'affichage qui lui doit être le plus rapide possible.

La **figure 5** explique le fonctionnement de l'affichage défilant des caractères.

Sur l'écran TV, sont définis des emplacements pour les 12 caractères qui seront affichés. Ces emplacements sont d'abord remplis par les 12 premiers caractères du texte, caractères 1 à 12, puis par les caractères 2 à 13, puis 3 à 14, etc.

Dans le programme original que vous téléchargerez à partir de notre site, le changement se produit toutes les 0,25 s environ mais vous aurez toute latitude pour modifier cette durée. Un caractère comportant 7 lignes, le contenu des 12 emplacements de l'écran est préparé dans  $12 \times 7 = 84$  mémoires.

Pour des raisons pratiques, ces mémoires seront aux adresses 160 à 243.

La première ligne du premier caractère est stockée à l'adresse 160, la première ligne du second caractère est stockée à l'adresse 161, la première ligne du troisième caractère est stockée à l'adresse 162, etc.

La seconde ligne du premier caractère est stockée à l'adresse 172, la seconde ligne du second caractère est stockée à l'adresse 173, la seconde ligne du troisième caractère est stockée à l'adresse 174, etc.

Et enfin, pour afficher chaque pixel de chaque ligne du caractère, les données de cette ligne sont envoyées sur le port B. Le premier pixel est alors disponible sur la broche RB4 puis les suivants à l'exécution de chaque RLF PORTB,1.

## Mémorisation des quatre messages

Quatre messages sont mémorisés dans le PIC. Un exemple, extrait du programme, est présenté **figure 6**. Les messages sont simplement écrits sous la forme texte dans des lignes DT encadrées de guillemets. La longueur de chaque message ne doit pas excéder 255 caractères. Pour permettre le retour au premier caractère après l'affichage du dernier caractère, la fin du message doit être signalée par un caractère de fin, ici une parenthèse droite (voir exemple). Si dans votre message, un caractère est différent de ceux définis plus haut, il sera affiché comme un espace.

### Extrait du programme des quatre messages mémorisés

```

; [17] les messages qui seront affichés.

ORG 300
MESSAGE0 DT " LES REVES DEVIENNENT REALITE"
DT " AVEC ELECTRONIQUE PRATIQUE
DT " D AUTRES INFORMATIONS SUR LES PIC
DT " ET LA TELEVISION DANS LE LIVRE"
DT " S INITIER A LA PROGRAMMATION DES PIC"
DT " BASIC ET ASSEMBLEUR SE CONDE EDITION"
DT " ALAIN REBOUX EDITIONS ETSF DUNOD )"

ORG 400
MESSAGE1 DT " FLASH INFO SPECIAL"
DT " FLASH INFO SPECIAL"
DT " UNE LAN AURA LIEU A L ISEN BREST"
DT " SAMEDI PROCHAIN VENEZ EN NOMBRE"
DT " PARTICIPER AU TOURNOI"
DT " DE COUNTER STRIKE POUR AFFRONTER"
DT " LES MEILLEURS PATATE WAX HINOMURA"
DT " VINGTENTYNNINE LEBOUTLET NASH ETC )"

ORG 500
MESSAGE2 DT " UN PETIT BONJOUR A MES AMIS"
DT " PARAPENTISTES DU CLUB CELTIC DE VOL LIBRE"
DT " SI VOUS PASSEZ EN BRETAGNE FAITES UN TOUR"
DT " PAR NOTRE MONTAGNE LE MENEZ HOM"
DT " ET VENEZ ADMIRER CE SITE )"

ORG 600
MESSAGE3 DT " JE NE SAIS PLUS QUOI ECRIRE"
DT " MAIS JE PENSE QUE VOUS AVEZ COMPRIS"
DT " QU ON PEUT ECRIRE PRESQUE TOUT CE QU ON"
DT " VEUT MEME DES CRITIQUES ET JE VAIS AJOUTER"
DT " BIENTOT LES CHIFFRES ET LA PONCTUATION"
DT " COMME CA CE SERA ENCORE PLUS DEAU ET"
DT " TOUT LE MONDE S ABONNERA A ELECTRONIQUE"
DT " PRATIQUE )"
    
```

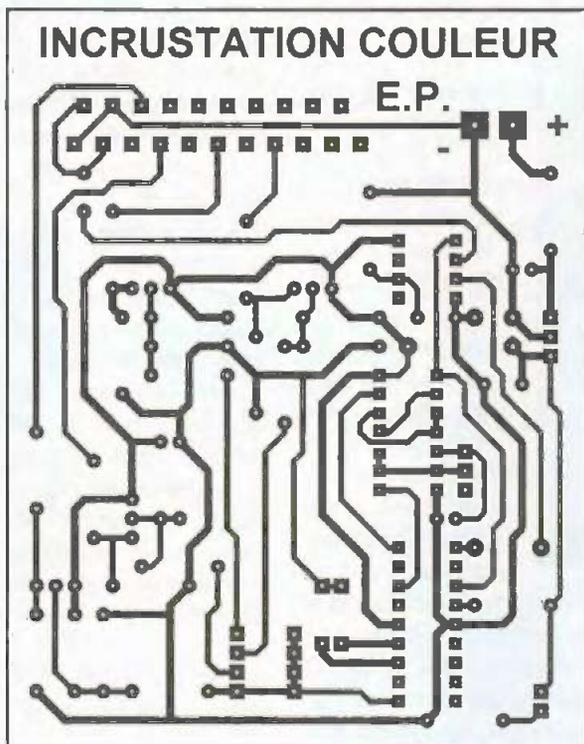
## Le programme

Après toutes ces explications, le programme écrit en BASIC F84+ se comprend presque facilement et il ne reste qu'à commenter rapidement le rôle de chaque partie des programmes.

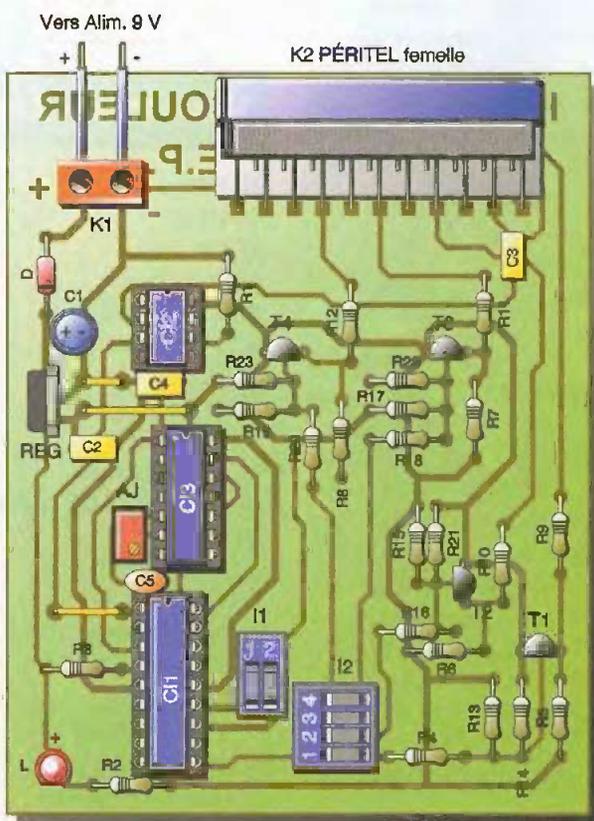
**1 - Définition des variables, tableaux et étiquettes.** Pour utiliser une variable ou un tableau dans le programme, il faut les déclarer en tête de programme. Pour rendre plus facile la compréhension du programme, il est recommandé de les baptiser par un nom en rapport avec leur fonction : les tableaux MESSAGE0, MESSAGE1, MESSAGE2 et MESSAGE3 contiendront le texte des 4 messages affichables. Le tableau TAB\_CAR reprend les données définies par le dessin des caractères. La variable CAR est l'indice dans le tableau TAB\_CAR du caractère à afficher, NB\_CAR est le nombre de caractères du message en cours, etc.

**2 - Initialisation.** L'initialisation de certains registres, dont les registres de direction des ports, est primordiale.

Les instructions TRISA=%10100 et TRISB=%110000000 programment toutes les broches des ports A et B en sortie sauf RA2 (entrée synchro trame), RA4 (entrée synchro ligne), RB6 et RB7 (entrées des mini-interrupteurs de sélection de messages). BCF OPTION\_REG,7 met en particulier les bits 7 (NOT RBPU) à 0 pour activer les résistances de pull-up sur le port B. Les autres bits de OPTION n'étant pas modifiés, le TIMERO sera incrémenté à chaque top synchro ligne sur RA4. Toutes ces opérations



**7** Tracé du circuit imprimé



**8** Implantation des éléments

sont faites avec le bit RP0 du registre STATUS à 1 puisque ces registres sont en page 1.

A l'issue on remet RP0 à 0.

**3** - Attente du signal de synchro verticale (ou trame). Boucle d'attente d'un état bas sur la broche RA2 qui indique alors le début d'une trame. Le spot est alors en haut à gauche de l'écran.

**4** - Détermination du message à afficher. Le message à afficher est déterminé suivant la disposition des mini-interrupteurs connectés à RB6 et RB7. Si le message à afficher n'est plus le même que lors de la trame précédente, les différents compteurs de positions sont réinitialisés.

**5** - Réglage de la vitesse de défilement. Ici, le texte sera décalé d'un caractère toutes les 12 trames. Comme il y a 50 trames par seconde, le texte se déplace tous les quart de seconde. Ce nombre peut être modifié à votre convenance.

**6** - Détermination de la portion du message à afficher.

La partie à afficher va du caractère en position DEP au caractère en position DEP+11.

**7** - Sélectionner le bon tableau. Il faut appeler le bon tableau pour afficher le message désiré.

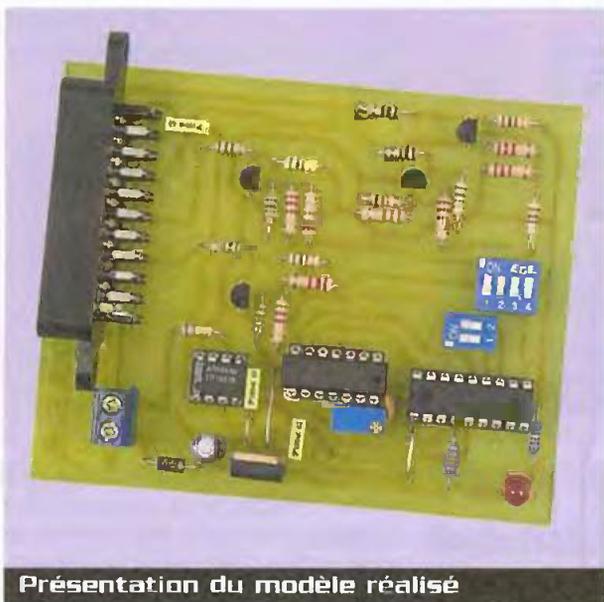
**8** - Identification du caractère. Les 12 caractères à afficher sont lus les uns après les autres. On vérifie qu'ils sont bien parmi les caractères dessinés, ou qu'ils sont soit des espaces soit des caractères de fin. Si ce n'est pas le cas, ils sont remplacés par des espaces.

**9** - Mise en mémoire de la portion de texte à afficher. Une fois identifié, le dessin du caractère à afficher est lu dans le tableau TAB\_CAR puis mémorisé dans l'emplacement correspondant à sa place sur l'écran.

**10** - Attente de la 200<sup>ème</sup> ligne. Tout est prêt, il suffit maintenant d'attendre que le spot arrive sur la ligne 200, donc que TIMRO atteigne 200. Si vous désirez que le texte soit placé plus haut ou plus bas sur l'écran, changez la valeur 200 par celle qui vous convient.

**11** - Affichage du message. Le texte va s'afficher sur les lignes suivantes de l'écran. La hauteur d'un pixel est de 5 lignes par trame, soit 10 lignes par image.

**12** - Retour au début pour attente de la



nouvelle trame. Une fois le texte affiché, 35 lignes après la ligne de départ, il ne reste qu'à recommencer la même procédure dans la trame suivante.

**13** - Le sous-programme d'affichage des pixels. C'est ce sous-programme qui est appelé chaque ligne pour allumer ou non un pixel sur l'écran. Quand le spot arrive à l'emplacement d'un caractère, le PORT B est chargé par la valeur de la ligne intéressée caractère. La valeur du pixel présente sur le bit 4 du port B est alors envoyée par la broche 10. Le pixel suivant positionné sur le bit 3 est envoyé après l'instruction RLF suivante qui le place alors sur la broche 10. Et de même pour les 3 pixels suivants. Un 1 sur la broche 10 provoque l'apparition d'une tension supérieure à 1 V sur l'entrée commutation rapide du téléviseur. Pendant ce 1, le téléviseur arrête d'afficher l'image en cours pour afficher les couleurs présentes sur ses broches R, V et B.

**14** - Perte de temps de 8 cycles, 1 cycle par NOP, 2 cycles pour le GOSUB et 2 pour le RETURN. L'image ne doit commencer qu'une dizaine de  $\mu$ s après le début du signal de synchro ligne.

**15** - Le tableau des caractères alphabétiques. Ce tableau reprend les données calculées dans les graphiques de la **figure 4**.

**16** - Les 4 messages qui seront affichés. La longueur des messages est limitée à 255 caractères. Si le message est plus court que 255 caractères, le signe "}" doit signaler la fin du texte.

; (16) les 4 messages qui seront affichés.

Chargement du programme dans le PIC  
Le programme INCRUST.BAS est disponible sur le site Internet d'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE ([www.electronique-pratique.com](http://www.electronique-pratique.com)) sous trois formes : la première est le listing en BASIC F84 présenté dans cet article mais facilement adaptable à d'autres BASIC, la

seconde est son fichier assembleur et la troisième son fichier hexadécimal. Les lecteurs ne possédant pas le BASIC pourront ainsi charger directement le fichier hexadécimal à partir d'un des programmeurs proposés par la revue, les lecteurs possédant le BASIC pourront, plus tard, modifier facilement le programme source selon leurs envies : bien sûr, modification du texte d'exemple des 4 messages, ou ajout d'autres caractères comme les chiffres ou la ponctuation, modification du positionnement du texte ou de la vitesse du défilement, taille des caractères si utilisation d'une horloge plus rapide.

## Réalisation

Le circuit imprimé de ce montage est présenté **figure 7**. Les composants seront implantés en respectant le dessin de la **figure 8**. Pour ne pas les oublier, vous pouvez commencer par placer les 3 straps puis, comme d'habitude pour les autres, vous veillerez à respecter la bonne orientation des supports, des transistors, du régulateur et des autres composants polarisés (diode, LED, condensateur C1). Ce travail ne doit normalement pas présenter une difficulté.

## Mise en œuvre et utilisation

La mise en œuvre n'est pas tout à fait immédiate puisqu'il y a un ajustable à régler, mais cette opération ne prendra que quelques instants.

Avec un câble PÉRITEL mâle-mâle, connectez votre montage à une des prises PÉRITEL femelle de votre téléviseur, puis branchez l'alimentation 9 V. Comme à priori, l'ajustable AJ n'est pas correctement réglé, les points qui forment chaque caractère sont soit trop petits, donc tous concentrés à la gauche de l'écran, soit trop gros. Dans ce dernier cas, si l'horloge n'est pas assez rapide, le PIC rate quelques signaux de synchronisation horizontale et les points sont éparpillés sur l'écran. Suivant vos observations, réglez l'ajustable pour que le premier caractère commence près du bord gauche et que le douzième soit près du bord droit. Quand l'ensemble vous satisfait, manœuvrez les mini-interrupteurs pour changer la couleur du texte et le message sélectionné.

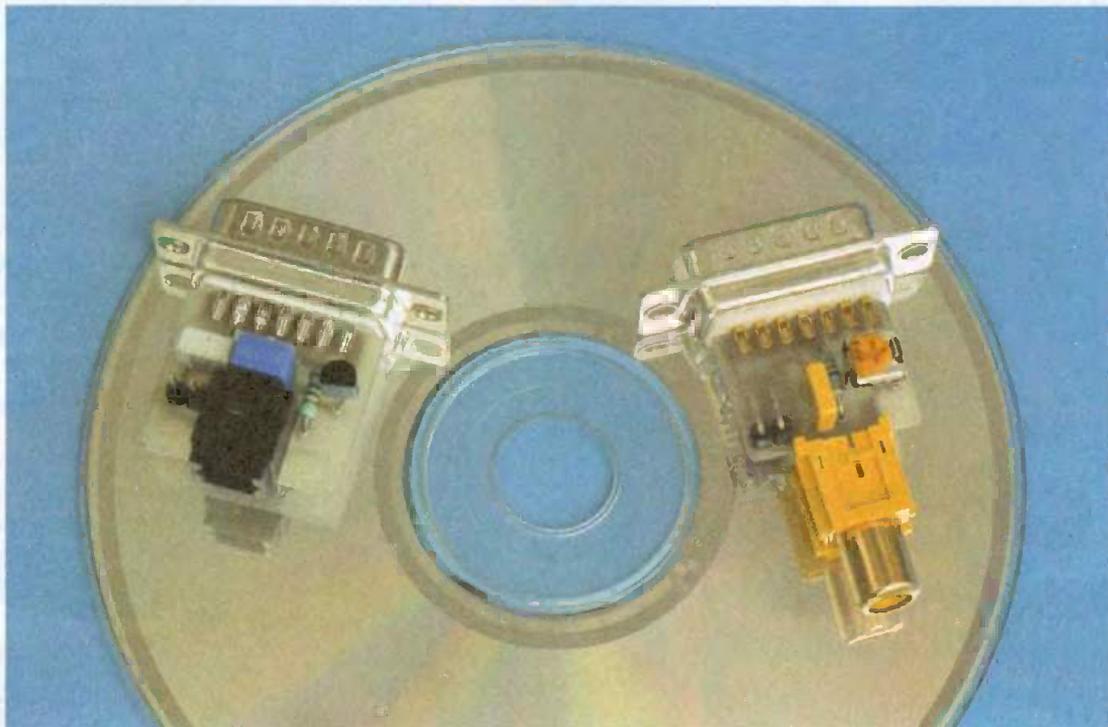
Contact avec l'auteur :  
[alain.reboux@wanadoo.fr](mailto:alain.reboux@wanadoo.fr)

A. Reboux

## Nomenclature

R1: 680 k $\Omega$
R2: 330 $\Omega$
R3 à R8 : 1 k $\Omega$
R9 à R12 : 75 $\Omega$
R13 à R20 : 2,2 k $\Omega$
R21 à R23 : 10 k $\Omega$
AJ : ajustable 4,7 k $\Omega$
C1 : 10 pF/25V
C2 à C4 : 100 nF
C5 : 160 pF céramique
C11 : PIC16F628-20 MHz ou 4 MHz (voir texte)
C12 : LM1881
C13 : 74HC132
REG : 7805
D : 1N4001 (ou autres 1N400X)
L : LED
T1 à T4 : BC547B
I1 : DIPSWITCHS 2 inter
I2 : DIPSWITCHS 4 inter
K1 : bornier d'alimentation
K2 : prise PÉRITEL femelle
1 support 18 broches
1 support 14 broches
1 support 8 broches

# Deux entrées audionumériques pour PC



## Une véritable entrée "SPDIF"

Si la plupart des lecteurs ou graveurs de CD sont reliés à la carte "son" du PC par un cordon stéréo analogique, un branchement entièrement numérique est désormais parfois possible. Il faut cependant savoir qu'il n'entre pas en jeu lors de la simple copie de CD audio, qui s'opère presque toujours par lecture directe des données enregistrées sur le disque, au travers du port IDE ou SCSI (ce qui est d'ailleurs beaucoup plus rapide !). Pour les besoins du "mixer" de Windows,

un raccordement analogique est souvent bien suffisant, ce qui permet par exemple de "récupérer" la sortie numérique du lecteur pour doter le PC d'une sortie optique "Toslink" (voir EP N° 279).

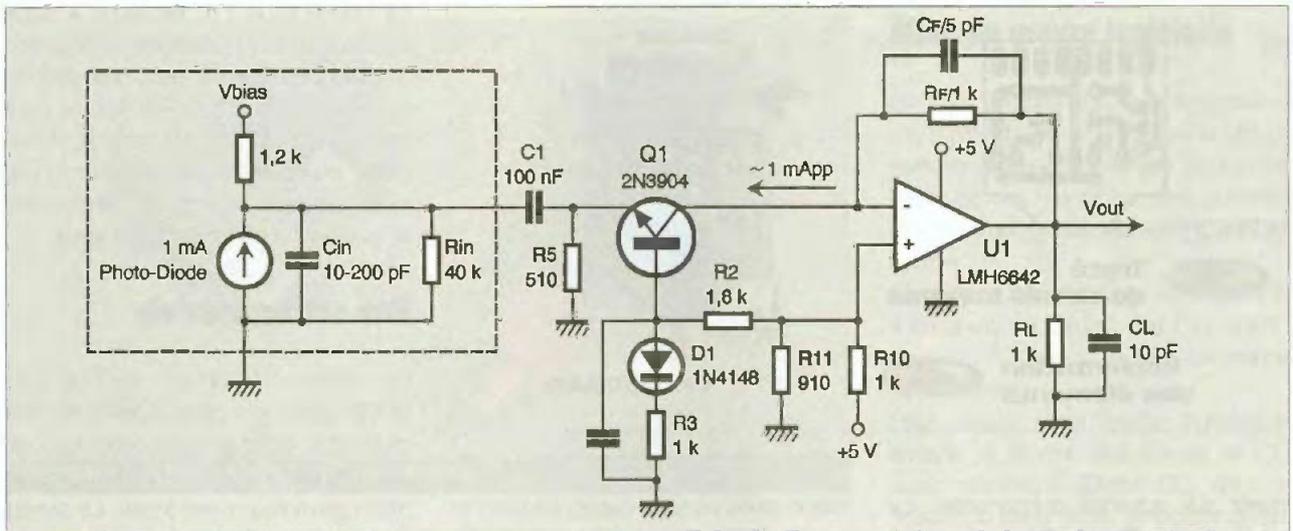
Nous allons découvrir ici comment procéder à l'opération symétrique : détourner l'entrée "SPDIF" de la carte "son" (ou de la carte mère) pour en faire une entrée audionumérique banalisée. Revêtant généralement la forme de deux picots espacés de 2,54 mm, une entrée "SPDIF IN" pour lecteur de CD respecte parfaitement le format logiciel "Sony-Philips Digital Interface", mais attend des

niveaux TTL (0 - 5 V ou à la rigueur 0 - 3 V). La plupart des équipements HiFi, au contraire, disposent de sorties coaxiales (500 mV) ou carrément optiques (Toslink). Il est donc clair que des circuits d'interface seront indispensables pour assurer la compatibilité matérielle.

## Une entrée optique

La fibre optique est sans doute le moyen le plus performant pour réaliser des interconnexions audio de qualité, réglant radicalement la question des "boucles de masse" ! Si les circuits d'émission peuvent

Certaines cartes "son" ou cartes mères de PC possèdent une entrée audionumérique "TTL", destinée au branchement d'un lecteur de CD-ROM équipé de la sortie correspondante. Faisant quelque peu double emploi avec le raccordement analogique habituel, elle peut facilement être transformée en entrée optique ou coaxiale à usage beaucoup plus général.



**1** Schéma de principe préconisé par NS



Le module " entrée coaxiale ", côté composants

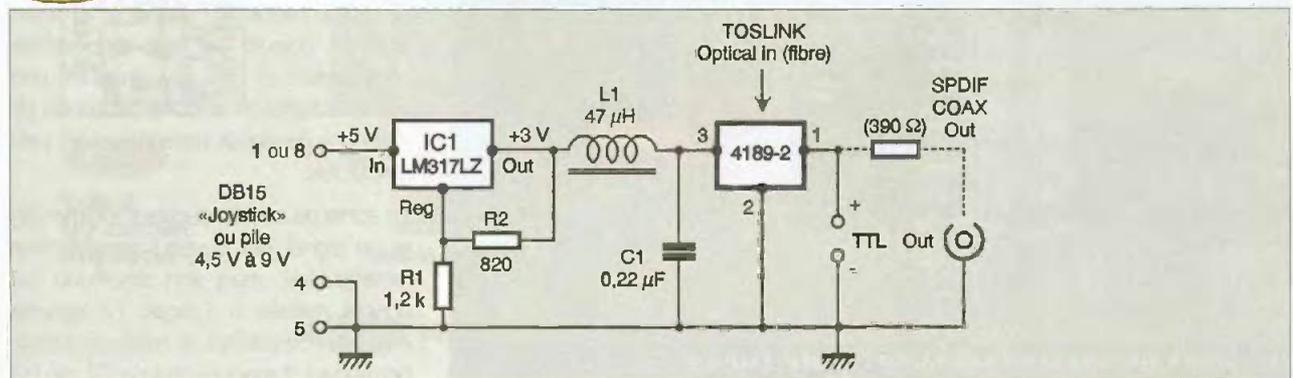
être extrêmement simples (une LED rouge "haute luminosité" associée à un buffer rapide fournissant le courant voulu), les choses se corsent du côté "réception". À la fréquence d'environ 3 MHz qui est utilisée, les problèmes à

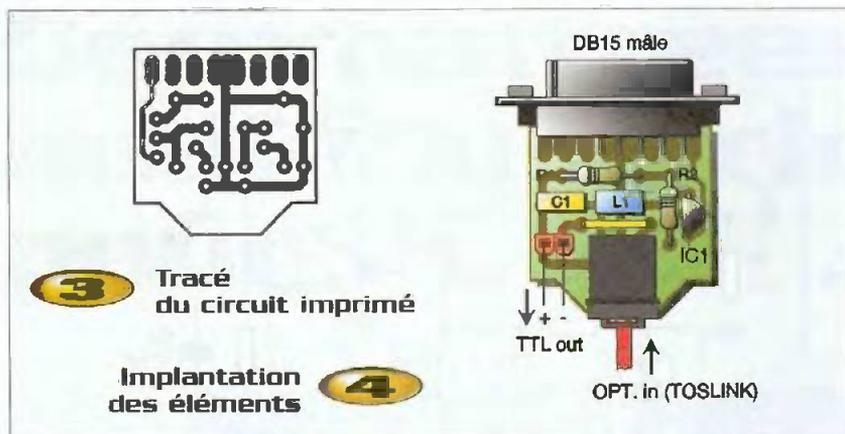
résoudre évoquent davantage la radio que l'audio. N'importe quelle photodiode ne peut pas faire l'affaire, loin s'en faut, tandis que les circuits électroniques associés sont à cent lieues du classique convertisseur courant-tension utilisant

un simple amplificateur opérationnel. Dans sa note d'applications AN-1244, NS suggère par exemple le schéma de la **figure 1**, qui fait appel à un transistor préamplificateur monté en "base commune". Déjà délicat à faire fonctionner, ce circuit ne suffit cependant pas : un réaligement des impulsions NRZ s'impose à la suite, car il ne faut pas grand-chose pour qu'apparaisse un "jitter" (une "gigue", en bon français) inacceptable.

Dans l'immense majorité des cas, on se tourne par conséquent vers des composants spécialisés : des "récepteurs Toslink" réunissant la photodiode et un circuit intégré spécifique, le tout dans une embase pour fiche Toslink. Jusqu'alors relativement coûteux, ces sous-ensembles se démocratisent enfin, et on en trouve dans le catalogue Selectronic à un prix qui fait perdre tout

**2** Schéma de principe du récepteur TOSLINK





intérêt aux solutions concurrentes. Le schéma de la **figure 2** est ainsi basé sur le récepteur Ref. 4189-2, qui nécessite une tension d'alimentation de 3 volts, impeccablement découplée. La mise en oeuvre pratique que nous avons imaginée fait appel à une fiche DB15 mâle, qui sert essentiellement à prélever du 5 volts sur la prise "Joystick" dont sont équipées la plupart des cartes "son".

Le régulateur "3 pattes" LM 317, chargé de la conversion nécessaire, est suivi d'un énergique filtre LC, strictement conforme à ce que prescrit le fabricant. Passer outre ses préconisations, ou prendre un peu trop ses aises en dessinant le circuit imprimé, il n'en faudrait pas davantage pour obtenir un oscillateur HF en bonne et due forme... Un câblage "au plus court" étant donc de toute façon nécessaire, nous avons poussé un peu plus loin la miniaturisation, afin que le circuit imprimé de la **figure 3** se confonde avec la fiche elle-

même (avec ou sans capot). Le brochage symétrique du port "Joystick" permettant de monter le connecteur dans n'importe quel sens, on pourra aussi bien insérer le circuit imprimé entre ses deux rangées de broches (pour un maximum de rigidité), que le souder latéralement. La **figure 4** montre comment câbler les autres composants, dont un strap en fil rigide qui sera soudé avant de mettre le récepteur Toslink en place.

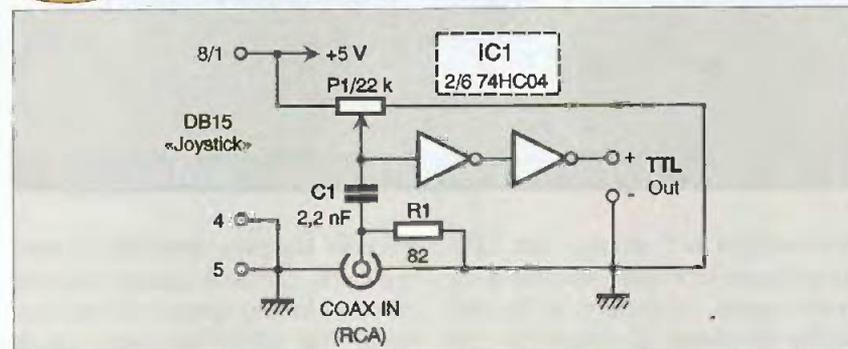
La connectique TTL se réduit à deux picots carrés (un tronçon de barrette sécable), ce qui convient très exactement à un cordon "DIGITAL AUDIO" pour lecteur de CD-ROM. En général, la longueur de celui-ci suffira largement pour lui permettre de sortir du PC, et rejoindre le montage sans tension excessive.

## Une entrée coaxiale

La version "75 ohms" de l'interface SPDIF utilise du câble coaxial au lieu d'une fibre optique, mais conduit à des résultats parfaitement équivalents, séparation galvanique mise à part. Le niveau en ligne étant infiniment supérieur à celui délivré par une photodiode, le très simple schéma de la **figure 5** ne fait appel qu'à des composants très courants.

En fait, seuls deux inverseurs CMOS d'un 74LS04 (qui en contient six) sont mis à contribution. Polarisée aux environs de 2,6 V par un potentiomètre ajustable, l'entrée du premier reçoit le signal

## 5 Schéma de principe de l'entrée coaxiale



Le module "entrée coaxiale" côté cuivre

(en principe sinusoïdal) arrivant par la ligne, à travers un condensateur de liaison. Notons qu'une résistance de 82 ohms (ou mieux 75) assure la terminaison du coaxial sur son impédance caractéristique, ce qui garantit une bonne adaptation et donc l'absence de réflexions de signal, potentiellement préjudiciables.

En sortie de ce comparateur rudimentaire, le signal est devenu sensiblement rectangulaire, mais son amplitude est surtout passée à 5 volts. Le second inverseur parachève la mise en forme, permettant d'attaquer l'entrée TTL du PC



Présentation des deux modules

dans de bonnes conditions (fronts bien raides). Nul besoin, ici, de régulateur de tension, ni même de filtre de découplage, puisque le montage sera alimenté "au plus court" depuis la carte "son", qui se doit normalement d'en être équipée. La **figure 7** montre, en effet, que la même disposition mécanique a été adoptée, ce qui rend les deux montages entièrement interchangeables.

Pour parvenir à ce résultat, il a fallu recourir à une version CMS du 74HC04, ce qui ne devrait pas poser le moindre problème : la pièce est fort courante, et la souder proprement ne nécessite qu'un peu de doigté et un fer à souder à panne fine et propre. Rappelons tout au plus qu'il est prudent de commencer par

deux broches diagonalement opposées, puis de souder les autres après vérification du parfait alignement avec les pastilles du circuit imprimé de la **figure 6**.

Bien que l'embase RCA se situe dans l'axe de la carte, notons qu'il s'agit d'un modèle "vertical", soudé par deux de ses picots de masse. Le picot central, pour sa part, sera soudé à la queue de la résistance, que l'on aura pris soin de ne pas couper au ras. Au départ, le potentiomètre ajustable sera réglé très exactement à mi-course, mais lors des essais, on pourra fignoler en recherchant le point milieu de la zone de bon fonctionnement.

## Mise en œuvre logicielle

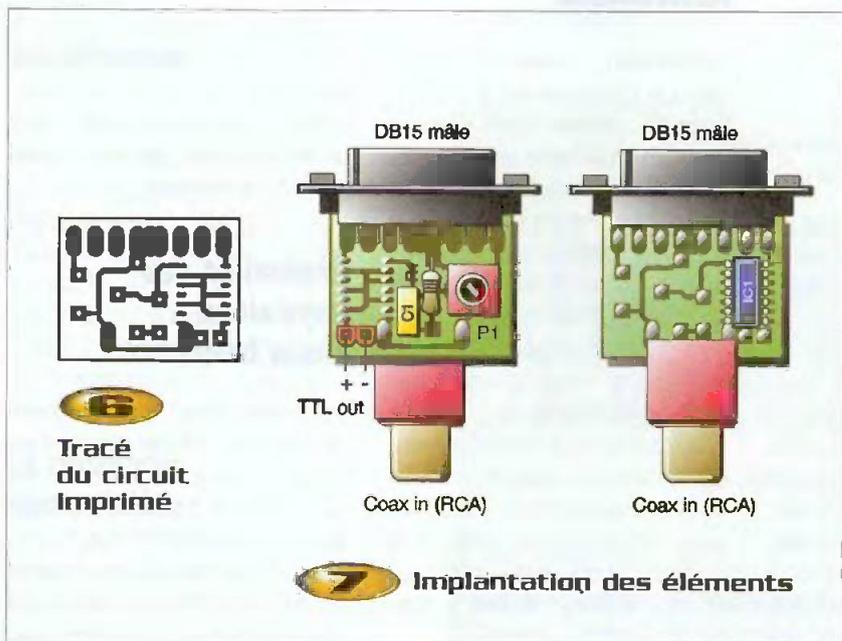
On aura compris que, vue du système d'exploitation du PC, l'entrée audionumérique réalisée au moyen de l'un ou l'autre de ces montages, sera considérée comme un lecteur de CD-ROM interne.

C'est donc la sortie audio analogique (à 4 broches) de celui-ci que l'on raccordera au PC pour que tout fonctionne normalement.

Pour utiliser notre entrée numérique externe, il faudra sélectionner le CD audio numérique (Digital CD) dans le "mixer" ou dans tel ou tel logiciel gérant la carte "son". Certaines cartes (par exemple la CMI8330 de Cmedia) ne peuvent opérer cette commutation que depuis leur propre logiciel "mixer", et non pas depuis celui de Windows ! Il faudra même parfois choisir entre entrée CD analogique ou numérique, mais ce choix pourra souvent être différent entre mode "lecture" et mode "enregistrement". Selon l'environnement logiciel, il faudra donc peut-être tâtonner un peu avant de trouver la configuration permettant, par exemple, de copier un mini-disc sur un CD, de façon entièrement numérique et donc avec un maximum de qualité.

Le jeu en vaut assurément la chandelle !

P. GUEUELLE



## Nomenclature

1 récepteur Toslink 4189-2 (Selectronic)

IC1 : LM 317 LZ

R1 : 1,2 k $\Omega$  (marron, rouge, rouge)

R2 : 820  $\Omega$  (gris, rouge, marron)

C1 : 0,22  $\mu$ F mylar

L1 : 47  $\mu$ H radiale

1 embase DB15 mâle à câbler (droite)

2 picots carrés (barrette sécable)

Nomenclature : "Une entrée coaxiale"

IC1 : 74HC04 CMS

P1 : potentiomètre ajustable 22 k $\Omega$

R1 : 82  $\Omega$  (gris, rouge, noir) ou 75 ohms

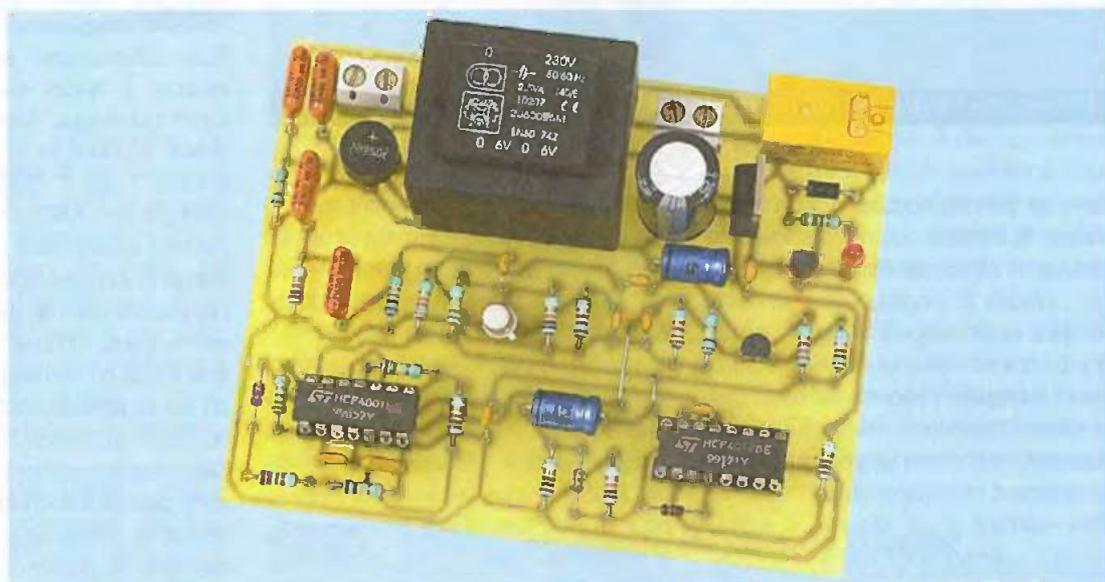
C1 : 2,2 nF mylar

1 embase RCA droite pour circuit imprimé

1 embase DB15 mâle à câbler (droite)

2 picots carrés (barrette sécable)

# Une télécommande par les fils du secteur



Les fils de distribution du secteur 220 volts peuvent constituer un moyen commode et pratique pour acheminer des signaux de télécommande d'un point à un autre d'une habitation.

En particulier, il devient ainsi très simple de commander un éclairage branché sur une prise de courant à partir d'une autre prise de courant de l'installation. Cela peut éviter dans certains cas de poser un câble inesthétique en apparent sur la tapisserie d'une pièce...

## 1. Le principe

L'émetteur se branche directement sur une prise de courant qui lui fournit par ailleurs l'énergie nécessaire à son fonctionnement. En appuyant sur le bouton-poussoir de commande, le montage génère une fréquence porteuse de l'ordre de 100 kHz pulsée par des impulsions d'environ 1 kHz.

Sur une autre prise de courant de l'installation, un boîtier récepteur amplifie ces signaux et les intègre pour aboutir en définitive à une bascule bistable agissant sur un relais d'utilisation qui fournit directement le potentiel du secteur 220 volts pour alimenter le récepteur en question. L'ensemble fonctionne suivant le principe du télérupteur, à savoir l'alternance des allumages et des extinctions pour chaque appui sur le bouton-poussoir de l'émetteur.

## 2. Le fonctionnement (figures 1, 2 et 3)

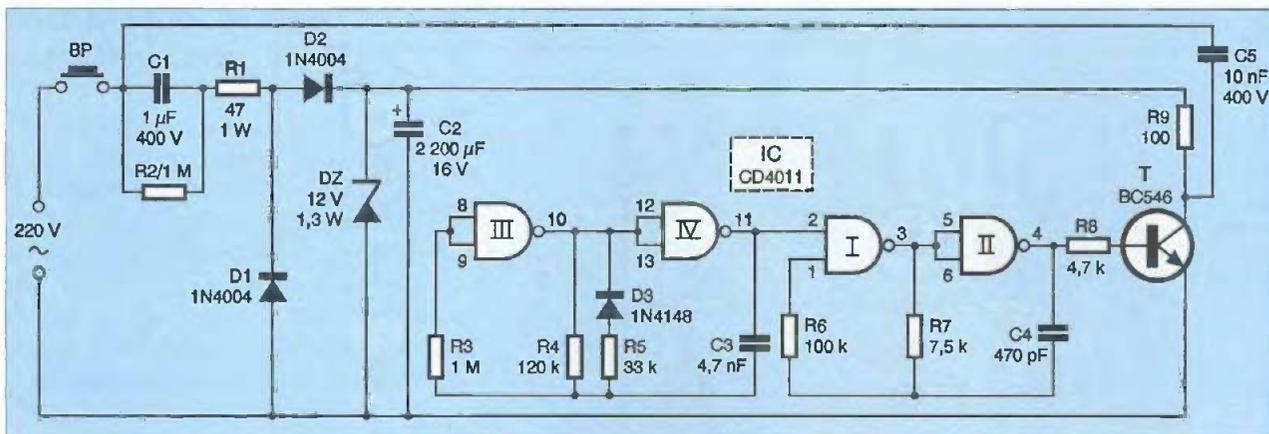
### L'émetteur Alimentation

L'alimentation, mise en service dès que l'on appuie sur le bouton-poussoir, provient bien entendu du secteur lui-même par l'intermédiaire d'un couplage capacitif. En effet, lors d'une demie alternance que nous qualifierons de "positive" pour les besoins de l'explication, la capacité C2 se charge à travers C1, R1 et D2. Le potentiel de l'armature positive de C2 reste limité à 12 volts par la diode Zéner DZ. À l'occasion de la demie alternance suivante, la capacité C1 peut se décharger (voire se charger en sens inverse) par R1 grâce à la diode D1, pour ainsi être prête à affronter la demie alternance positive suivante.

Il en résulte sur l'armature positive de C2, un potentiel très légèrement ondulé de l'ordre de 12 volts. Le rôle de R2 est purement sécuritaire. En effet, elle permet la décharge de C1 ce qui évite à l'opérateur imprudent venant à toucher par inadvertance les armatures de cette capacité, même si l'on appuie plus sur le bouton-poussoir, de bien désagréables secousses...

### Génération des impulsions basse fréquence

Les portes NAND III et IV forment un oscillateur astable générant sur sa sortie des créneaux de forme non carrée, à cause du déséquilibre volontairement introduit par la diode D3. La période de ce signal est d'environ 750 microsecondes ce qui correspond à une fréquen-



## 1 Schéma de principe de l'émetteur

ce de l'ordre de 1,3 kHz. La durée des états hauts est plus courte que celle qui caractérise les états bas : environ 150 microsecondes, c'est à dire 20 % de la durée entière de la période.

### Génération de la porteuse

Les portes NAND I et II constituent également un oscillateur mais du type commandé. En effet, il devient seulement actif lorsque son entrée 2 est soumise à un état haut. En dehors de cette situation, la sortie de l'oscillateur présente un état bas permanent. Lors des états hauts, l'oscillateur délivre un signal carré caractérisé par une période de l'ordre de 10 microsecondes, soit une fréquence de 100 kHz.

### Amplification

Les signaux élaborés par les deux étages oscillateurs sont acheminés sur la base du transistor NPN T par l'intermédiaire de R8. Sur le collecteur, on relève un signal amplifié en puissance et inversé comme le montrent les chronogrammes de la **figure 3**. Ces signaux sont injectés dans le secteur 220 volts par l'intermédiaire de la capacité C5.

### Le récepteur Alimentation

L'énergie provient du secteur 220 volts par l'intermédiaire d'un transformateur qui délivre sur son enroulement secon-

daire un potentiel alternatif de 12 volts. Un pont de diodes redresse les deux alternances et la capacité C5 réalise un premier filtrage. Sur l'armature positive de C5 on relève un potentiel légèrement onduilé de l'ordre de 12 à 15 volts qui alimente d'ailleurs directement le relais d'utilisation en cas de sollicitation de ce dernier. Sur la sortie du régulateur 7809 on observe un potentiel continu et stabilisé à 9 volts. La capacité C6 effectue un complément de filtrage tandis que C8 découple l'alimentation du montage proprement dit.

### Réception et amplification des signaux de télécommande

Les signaux de télécommande issus du secteur sont reçus par l'intermédiaire du couplage capacitif constitué par les

capacités C1 et C2. Par la suite, et après un premier traitement réalisé par la cellule RC formée par l'ensemble R2, R6, R12, C3, C4 et C9, les signaux sont acheminés sur la base du transistor NPN T2 monté en émetteur commun et polarisé de manière à présenter un potentiel collecteur de repos égal à environ la demie tension d'alimentation. Afin d'augmenter le coefficient d'amplification de ce premier étage, la résistance d'émetteur R13 est découplée par la capacité C11.

Par le biais de C10, ces signaux sont ensuite dirigés sur la base du transistor PNP T3, également monté en émetteur commun. Sa base est polarisée de façon à ce que le potentiel collecteur de repos soit nul. La capacité C12 intègre la porteuse du signal si bien qu'au niveau du collecteur de T3 on ne relève que les impulsions basse fréquence.



Utilisation de circuits intégrés très classiques



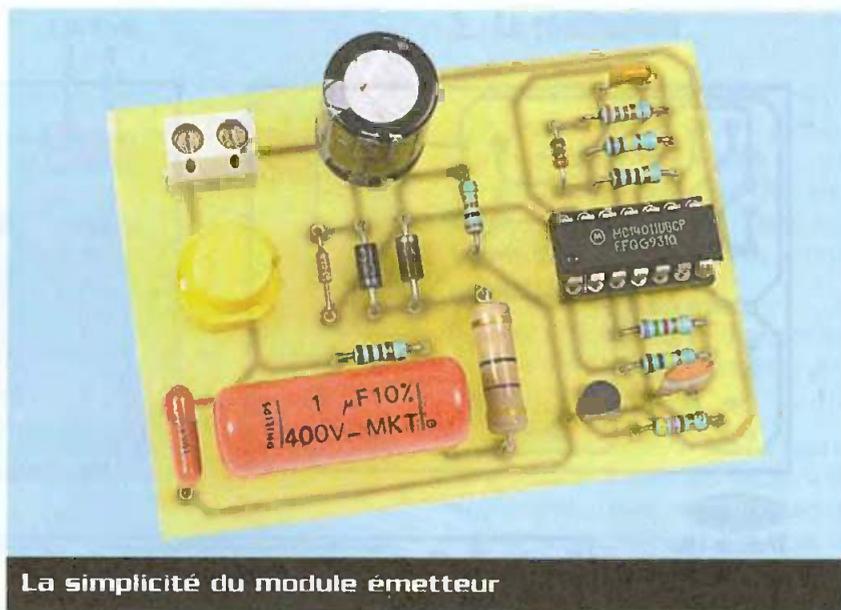
## Mise en forme du signal basse fréquence

Les impulsions positives de 1,3 kHz sont prises en compte par une bascule monostable constituée par les portes NOR I et II de IC1. Cette dernière délivre sur sa sortie des états hauts consécutifs (de période 750  $\mu$ s) d'une durée de 500  $\mu$ s environ. Ces états hauts sont ensuite acheminés sur l'entrée d'un dispositif intégrateur formé par l'ensemble D2, R20, R4 et C16.

La capacité C16 se charge assez rapidement lors des états hauts par l'intermédiaire de D2 et de R20 et ne peut se décharger que plus lentement lors des états bas dans la résistance de plus grande valeur R4. Il en résulte, sur l'armature positive de C16, un état pseudo haut.

Par la suite cet état haut qui correspond en fait à un appui sur le bouton-poussoir de l'émetteur, est présenté sur l'entrée du trigger de Schmitt constitué par les

portes NOR III et IV et de ses résistances périphériques R8 et R5. Sur la sortie de ce dernier, on relève alors un état haut délimité par des fronts montant et descendant bien verticaux.



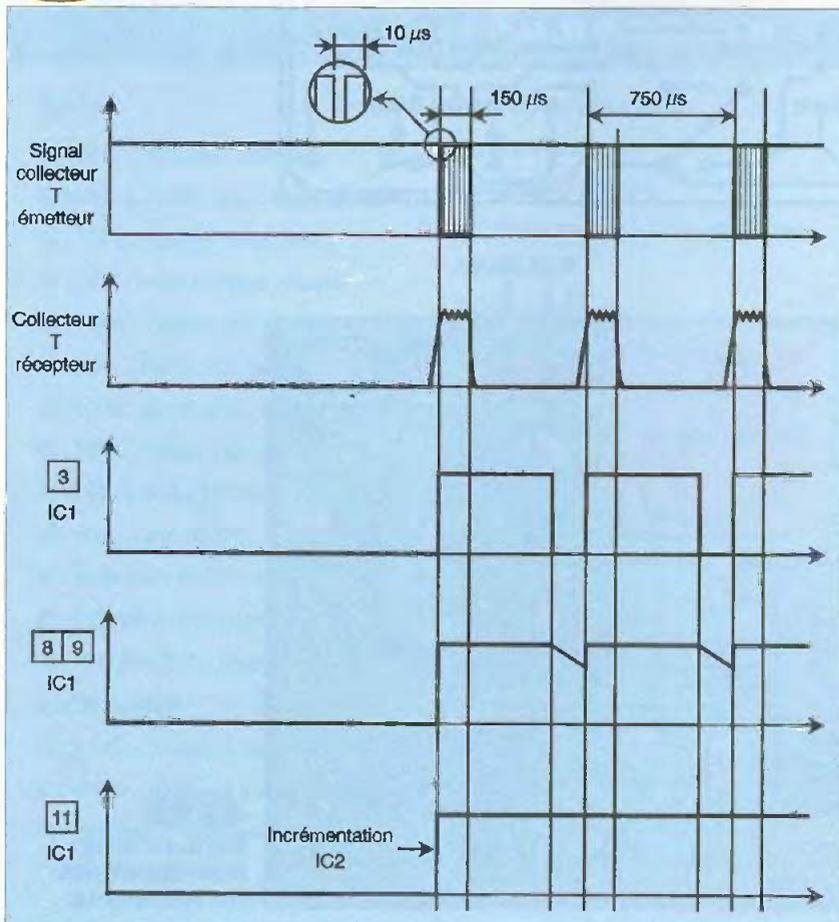
La simplicité du module émetteur

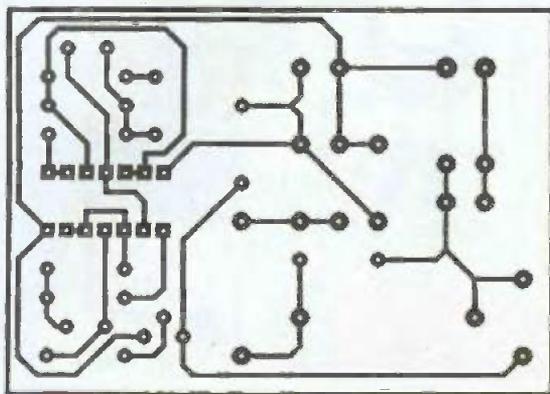
## Utilisation finale

Le circuit référencé IC2 est un CD 4017. Il s'agit d'un compteur-décodeur décimal quelque peu détourné de son rôle normal. En effet, à l'occasion de chaque front positif présenté sur l'entrée "Horloge", le compteur avance d'un pas. Si l'état haut est disponible sur la sortie S0, il se déplace sur la sortie S1 lors de la présentation de ce front montant. A la sollicitation suivante, l'état haut se déplace sur la sortie S2. Mais celle-ci étant reliée à l'entrée "Reset" du compteur par D3, ce dernier se remet à zéro. En définitive la sortie S1 passe alternativement d'un état à l'état opposé au rythme des commandes issues de l'émetteur.

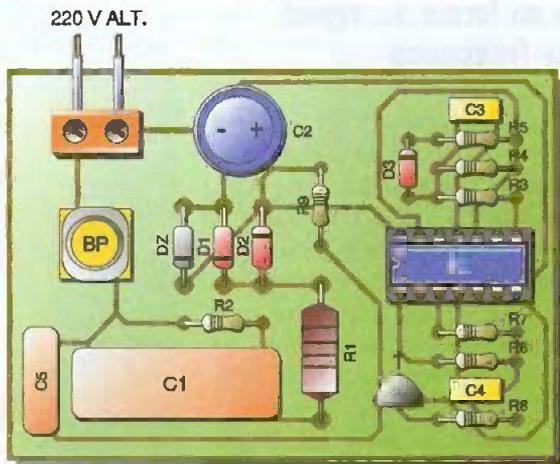
Au moment de la mise sous tension du récepteur, ou encore suite à une réapparition du secteur après une coupure par exemple, la capacité C7 se charge à travers R11. Il en résulte une brève Impulsion positive aussitôt acheminée sur l'entrée "Reset" du compteur par le biais de D4. Cette disposition assure ainsi une initialisation automatique du récepteur lors de sa mise sous tension. Dès qu'un état haut est disponible sur la sortie S1, le transistor T1 se sature. Il comporte dans son circuit collecteur le bobinage du relais d'utilisation. Ce dernier se ferme. Par l'intermédiaire de ses contacts commun/travail, le potentiel alternatif de 220 volts est directement disponible sur la sortie d'utilisation du

## Chronogrammes

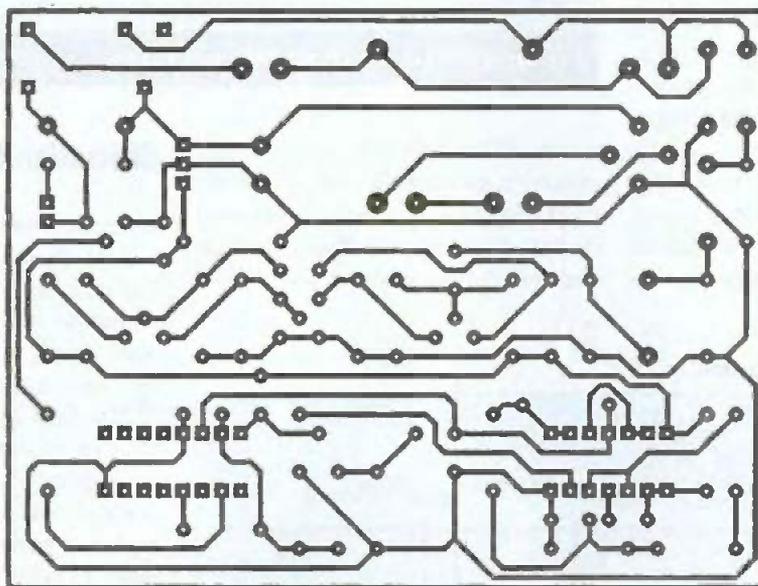




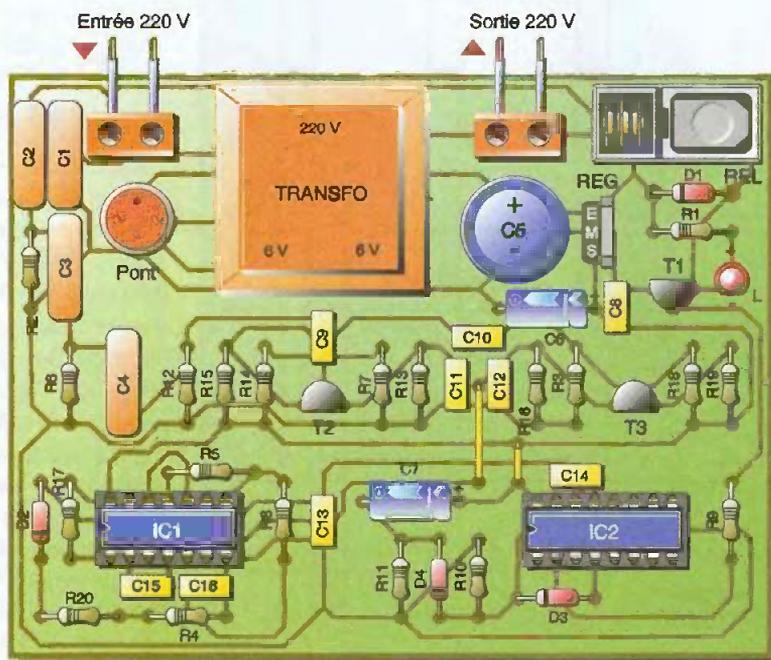
**4a**  
Tracé du circuit imprimé



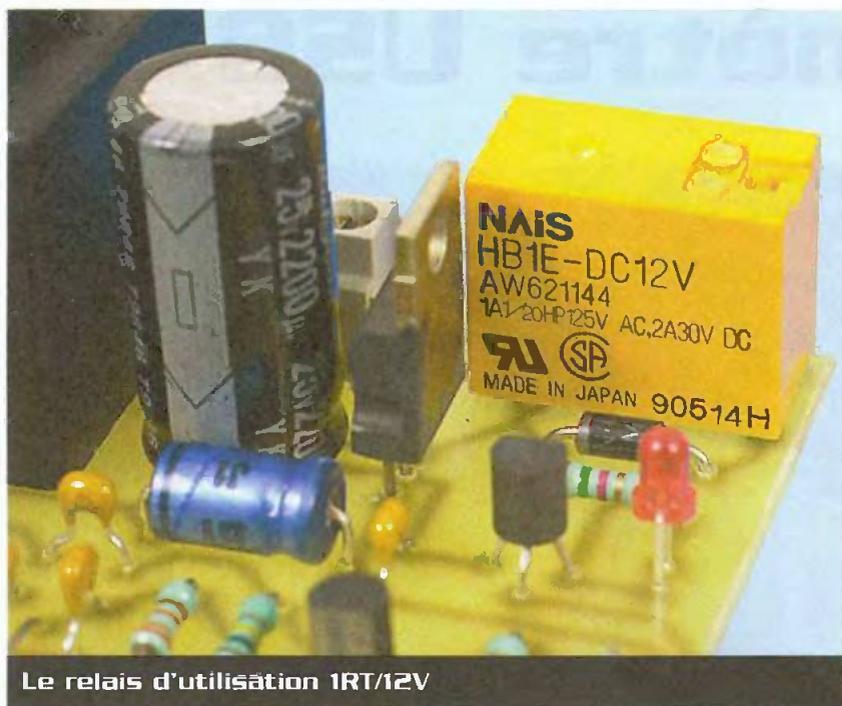
**5a**  
Implantation des éléments de l'émetteur



**4b**  
Tracé du circuit imprimé



**5b**  
Implantation des éléments du récepteur



**Le relais d'utilisation 1RT/12V**

récepteur. La fermeture du relais est signalisée par l'allumage de la LED rouge L. Enfin, la diode D1 protège le

transistor T1 des effets liés à la surtension de self qui se manifestent essentiellement lors des coupures.

### 3. La réalisation

La **figure 4** fait montre des circuits imprimés de l'émetteur et du récepteur. Peu de remarques sont à faire à ce sujet. On aura recours aux méthodes habituelles de reproduction. Quant à la **figure 5**, elle fait état de l'implantation des composants.

Il convient de veiller particulièrement à la bonne orientation des composants polarisés.

L'ensemble ne nécessite aucune mise au point particulière. Lors des essais, il est recommandé d'éviter soigneusement de toucher les composants, surtout au niveau de l'émetteur, étant donné que les connexions de ce dernier peuvent être directement en relation avec le secteur 220 volts et présenter en particulier un potentiel de 220 volts par rapport à la terre.

**R. KNOERR**

## Nomenclature

### Émetteur :

- R1 : 47  $\Omega$  / 1 W (jaune, violet, noir)
- R2 et R3 : 2 x 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)
- R4 : 120 k $\Omega$  (marron, rouge, jaune)
- R5 : 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)
- R6 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- R7 : 7,5 k $\Omega$  (violet, vert, rouge)
- R8 : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)
- R9 : 100  $\Omega$  (marron, noir, marron)
- D1 et D2 : 2 diodes 1N 4004
- D3 : diode-signal 1N 4148
- DZ : diode Zéner 12 V/1,3 W
- C1 : 1  $\mu$ F/400 V – Plastique
- C2 : 2200  $\mu$ F / 16 V – Electrolytique (sorties radiales)
- C3 : 4,7 nF – Céramique multicouches
- C4 : 470 pF - Céramique multicouches
- C5 : 10 nF/400 V – Plastique
- T : Transistor NPN BC 546

### IC: CD 4011 (4 portes NAND)

- Support 14 broches
- Bornier soudable 2 plots
- BP : Bouton-poussoir pour circuit imprimé

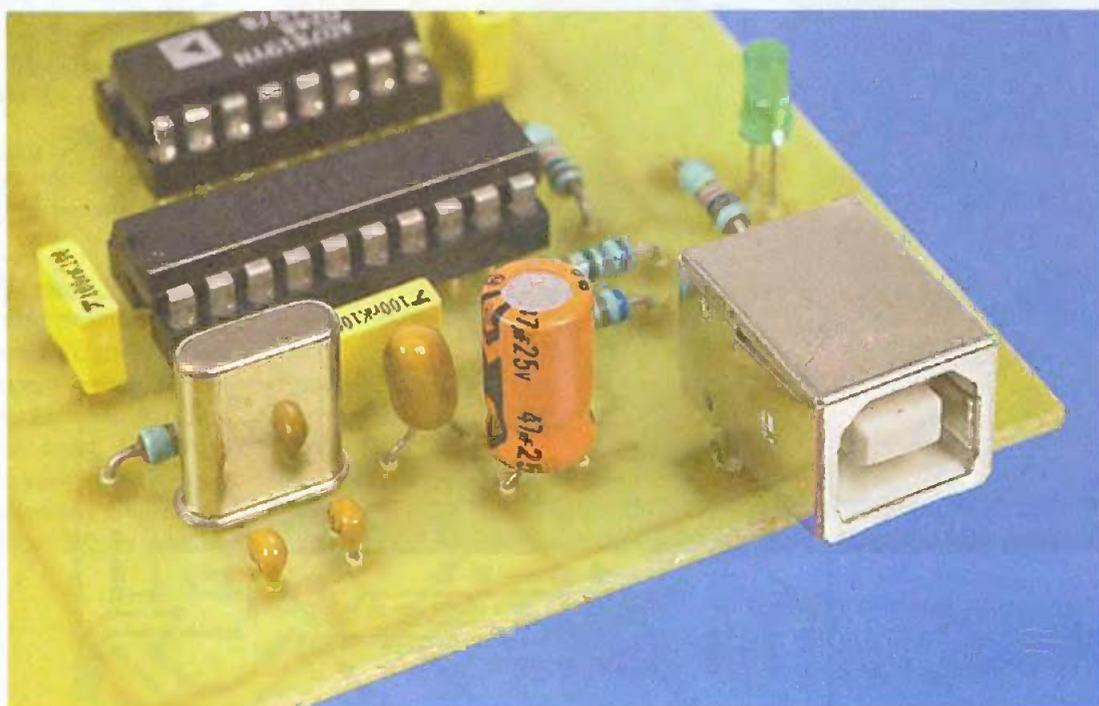
### Récepteur :

- 2 straps (verticaux)
- R1 : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)
- R2 à R5 : 4 x 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- R6 à R11 : 6 x 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)
- R12 et R13 : 2 x 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- R14 : 120 k $\Omega$  (marron, rouge, jaune)
- R15 à R17 : 3 x 33 k $\Omega$  (orange, orange, orange)
- R18 : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)
- R19 : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)
- R20 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)
- D1 : diode 1N 4004
- D2 à D4 : 3 diodes-signal 1N 4148
- L : LED rouge  $\varnothing$  3 mm
- REG: Régulateur 9 Volts 7809

### Pont de diodes

- C1 à C4 : 4 x 10 nF/400 V – Plastique
- C5 : 2200  $\mu$ F/25 V – Electrolytique (sorties radiales)
- C6 et C7 : 2 x 47  $\mu$ F/16 V – Electrolytique
- C8 : 0,1  $\mu$ F - Céramique multicouches
- C9 à C14 : 6 x 1 nF - Céramique multicouches
- C15 : 22 nF - Céramique multicouches
- C16 : 0,47  $\mu$ F - Céramique multicouches
- T1 : Transistor NPN BC 546
- T2: Transistor NPN BC 108
- T3: Transistor PNP BC 556
- IC1: CD 4001 (4portes NOR)
- IC2: CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
- 1 support 14 broches
- 1 support 16 broches
- 2 borniers soudables 2 plots
- Relais 12 Volts / 1 RT (type National)
- Transformateur 220 V/2 x 6 V/2,5 VA

# Hygromètre USB



## Mesures hygrométriques

L'hygrométrie absolue (HA) représente la masse d'eau mesurée en grammes, présente dans un litre d'air. La teneur en eau présente dans un litre d'air ne peut pas augmenter indéfiniment. Il existe une valeur limite maximale qui dépend de la température (à 20 °C cette limite est environ quatre fois plus grande qu'à 0 °C). Ainsi plus la température est élevée et plus la quantité d'eau présente dans un litre d'air peut être grande. C'est la raison pour laquelle on peut trouver sur la planète des zones dites tropicales où il fait chaud et où l'air est très humide.

Lorsque l'HA a atteint sa valeur maximale on dit que l'air est saturé. L'hygrométrie relative (HR) exprimée en % est définie par :

$$HR (\%) = (HA / HA_{\text{maxi}}) \times 100$$

\* Cette définition aura pour conséquence que de l'air sec aura une hygrométrie relative de 0 % ; pour

de l'air saturé elle vaudra 100 %. C'est cette hygrométrie relative que l'on mesurera avec notre hygromètre.

## Importance des mesures hygrométriques

Un certain nombre de matériaux, substances ou organismes sont sensibles à la teneur en humidité de l'air. La conservation d'objets sur une plus ou moins longue durée est souvent liée à l'humidité ambiante. Le **tableau 1** donne l'intervalle idéal dans lequel doit se situer l'hygrométrie relative pour assurer la bonne conservation de différents objets.

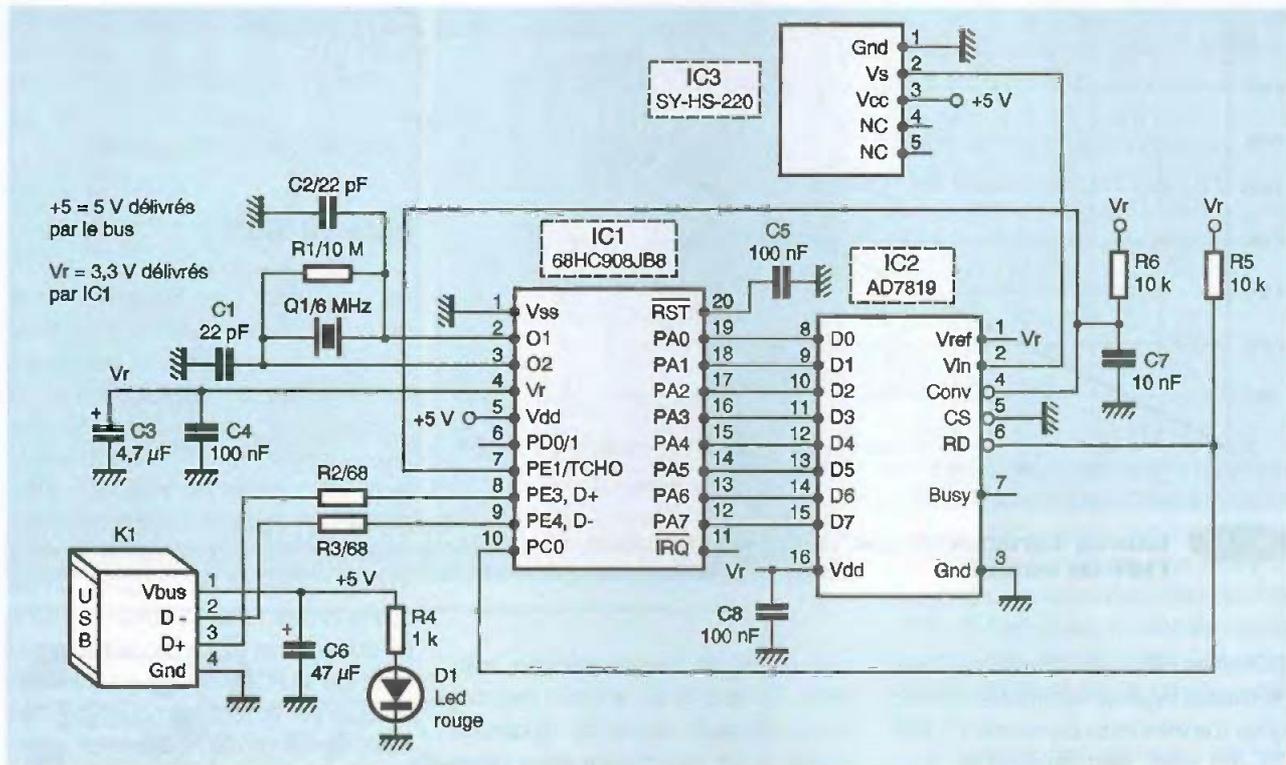
N.B : Ces données ont été recueillies sur différents sites internet. L'auteur n'étant pas spécialisé dans la conservation dans ces différents domaines, il appartiendra au lecteur de vérifier la plage d'HR convenant pour son application. Le logiciel fourni a été conçu pour être, à cet effet, personnalisable.

Certains organismes tels que les champignons ont besoin d'humidité pour se développer. Ainsi une humidité excessive dans une pièce peut entraîner la formation de moisissures qui dégradent certes tapisseries et peintures mais sont également préjudiciables à la santé. (C'est le cas typique d'une chambre dans laquelle on reste plusieurs heures successives chaque jour ... ou plutôt chaque nuit !) L'utilisation non raisonnée d'absorbants d'humidité chimiques (à base de chlorure de calcium) ou électriques peut aboutir à un air trop sec source d'irritations pour les yeux ou pour le système respiratoire.

**Tableau 1**

Objet	Plage de conservation (%HR)
Négatifs N&B	10 % à 35 %
Papier	20 % à 50 %
Piano	45 % à 70 %
Vin	65 % à 80 %
Cigare	65 % à 70 %

L'hygromètre est un instrument de mesure que l'on rencontre dans nos habitations bien moins fréquemment que le thermomètre ou le baromètre. Comme nous le verrons avec quelques exemples, il existe cependant beaucoup de situations pour lesquelles la mesure du taux d'hygrométrie relative de l'air s'avère tout à fait nécessaire. Exit l'hygromètre à cheveu, nous vous en proposons ici une version électronique moderne à connexion USB.



**Schéma de principe de l'hygromètre USB**

## Le principe

L'introduction aura montré la multiplicité des lieux où la mesure de l'HR a une importance. Notre montage sera donc particulièrement adapté à l'informatique mobile d'où le choix de l'USB comme mode de communication.

Le capteur d'humidité choisi est en fait un module intégré, le SY-HS-220 (IC3), importé et distribué par Selectronic. C'est un module de faible coût car utilisé de façon industrielle dans les systèmes de climatisation. La partie visible du module ne rend pas compte de la complexité de ce module : le côté cuivre est bien rempli avec un grand nombre de composants de type CMS.

Son autre avantage est de posséder une grande linéarité (la courbe de caractéristiques  $V_s$  en fonction de l'HR de la **figure 2** et le tableau de la **figure 3**) et d'être compensé en température.

La gamme de mesures possibles va de 30 % à 90 % d'HR, ce qui devrait suffire dans une grande variété d'applications. Attention, le capteur d'humidité tel que celui placé sur le module supporte mal de rester longtemps dans une atmosphère très humide : il lui faut alors plu-

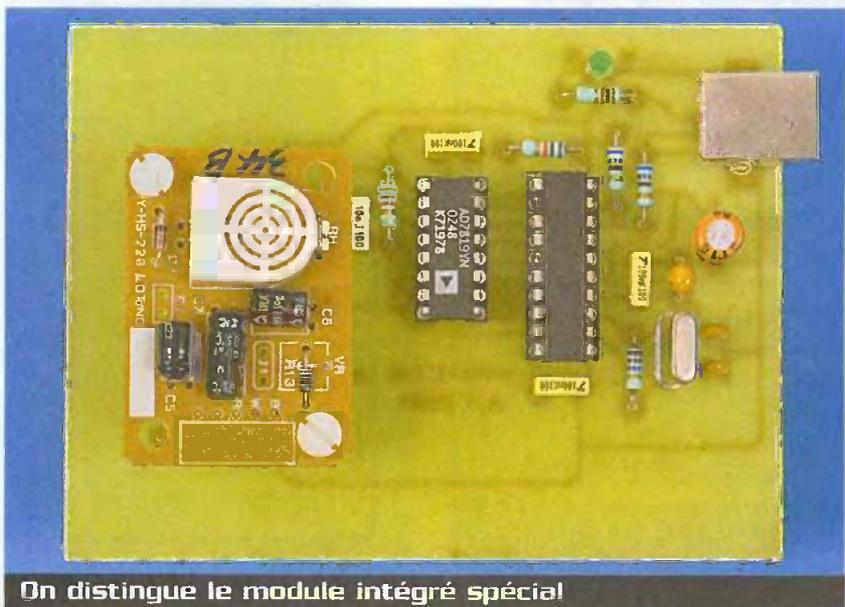
sieurs dizaines de minutes après un retour dans une atmosphère "normale" pour donner une indication correcte.

Alimenté en 5 V par l'USB, ce module délivre une tension proportionnelle à l'hygrométrie relative (HR). Du tableau 2 on peut déduire la relation :

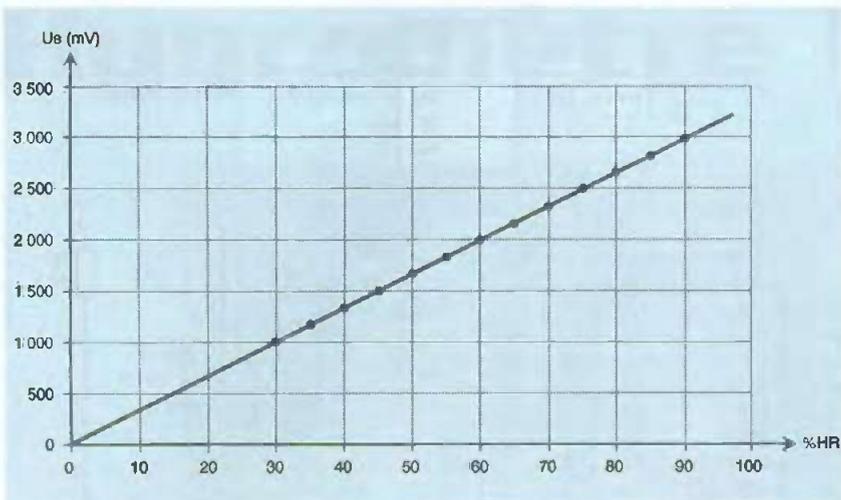
$$U_s \text{ (mV)} = 33 \cdot \text{HR}$$

$$\text{On déduira donc } \text{HR}(\%) = U_s(\text{mV}) / 33$$

La valeur maximale de la tension de sortie restant inférieure à 3 volts, la tension de référence utilisée pour le circuit de conversion IC2 (un AD7819) sera de 3,3 V. Cette tension de référence est fournie par le régulateur intégré au microcontrôleur 68HC908JB8. Elle sert également à alimenter IC2, de sorte que les lignes de sortie (D0 à D7) et d'entrée



**On distingue le module intégré spécial**



**2** Courbe caractéristique de VS en fonction de l'HR du module

(CONV) se retrouvent compatibles avec les niveaux logiques acceptables par les lignes d'entrée/sortie du microcontrôleur IC1. En effet, bien qu'alimenté en 5 volts, les lignes d'E/S du HC908 acceptent comme niveau logique haut la valeur de 3,3 volts. Pour des raisons de timing USB, l'oscillateur est bâti autour d'un quartz de 6 MHz. On ne changera donc pas cette valeur.

Par contre la valeur de 68  $\Omega$  des résistances R2 et R3 n'est pas critique et pourra être diminuée à la valeur 47  $\Omega$  par exemple. Les condensateurs C3 et C4 sont là pour filtrer la tension de 3,3 V fournie par le microcontrôleur.

## Réalisation (fig. 4 et 5)

Le format des circuits intégrés utilisés étant de type DIL, la gravure du circuit ne doit pas poser de difficultés particulières. On n'oubliera pas de souder l'unique strap qui se retrouvera, une fois la réalisation terminée caché par le module hygromètre.

Quelques composants sont polarisés (C3, C6, D1). Un marquage a été réalisé sur le typon pour limiter l'erreur de positionnement.

Le module est fourni avec un connecteur 5 broches pour le relier à un câble plat. Pour simplifier la réalisation, il est préférable de dessouder ce connecteur (utiliser pour cela de la tresse à dessouder qui permet un travail propre et relativement rapide). On le remplacera par

cinq points de barrette sécable mâle droite. En vis à vis sur le circuit imprimé, on pourra alors souder de la barrette femelle si l'on veut pouvoir retirer par la suite ce module sans trop de peine. Sinon on le soudera directement au circuit imprimé. Dans les deux cas de figures, on le fixera avec deux vis, écrous et entretoises.

Le microcontrôleur IC1 sera programmé avec le fichier Hygromètre.S19 fourni en téléchargement (dans le répertoire 68HC908). Cette programmation se fera avec l'une des deux cartes proposées par l'auteur : l'une sur port série

%HR	Us (mV)
30	990
35	1160
40	1300
45	1490
50	1650
55	1820
60	1980
65	2150
70	2310
75	2480
80	2640
85	2810
90	2970

**3** Tableau 2

(Electronique Pratique N°267 page 78), l'autre sur USB (N° 276 page 82). L'utilisation du logiciel de programmation (disponible sur [www.pemicro.com](http://www.pemicro.com)) est décrite dans ces mêmes articles.

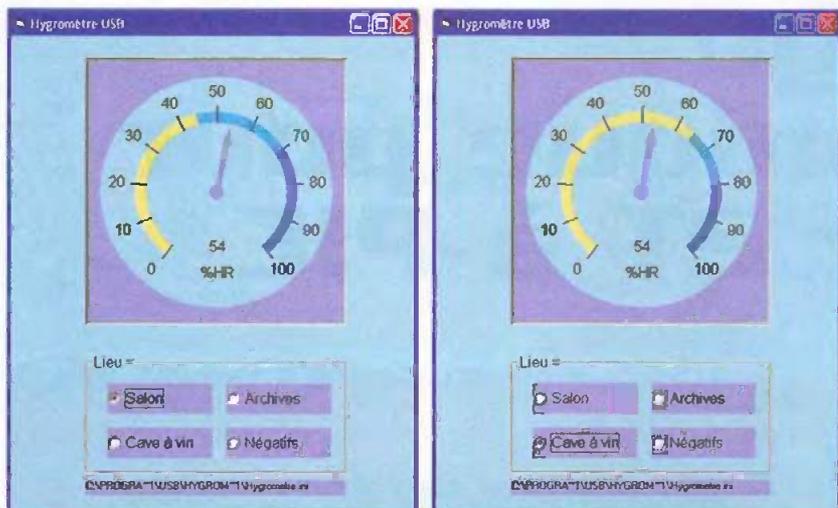
## Mise en route

Conseil : après avoir téléchargé sur le site du magazine l'ensemble des fichiers correspondant au montage, on gravera l'ensemble sur un CDRom auquel on donnera le nom de volume "Programmes", ce qui simplifiera la recherche du driver par le système d'exploitation.

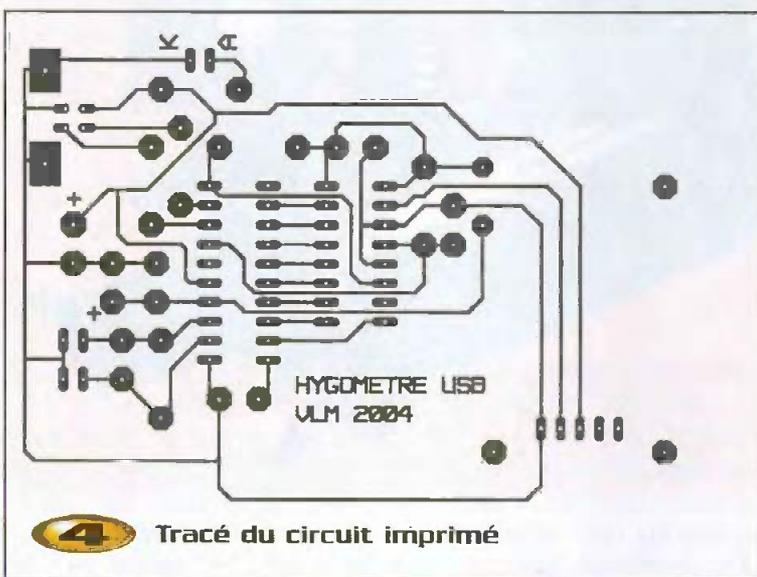
Après avoir fait les dernières vérifications d'usage (absence de coupures ou de courts-circuits ; pas d'inversion de sens de composants etc.), on connectera le montage au PC à l'aide d'un câble USB de type A/B. (Il n'est pas nécessaire que ce câble soit certifié USB 2.0). Le système d'exploitation détecte alors un nouveau montage et réclame un driver (fichiers can8usb.inf et .sys).

On pourra alors lancer l'installation du programme (Setup.exe dans le répertoire "PC" téléchargé). Après l'installation, faire Démarrer -> Programmes et aller à Hygromètre. Après le lancement du programme, on voit apparaître la valeur de l'hygrométrie relative exprimée en % sur un cadran à aiguille et de façon numérique au centre de ce même cadran.

Pour une application spécifique, par exemple une pièce où il y a un piano, on pourra cocher le bouton "Salon". Le cadran se décompose alors en trois zones de couleurs différentes : jaune pour symboliser un air trop sec ; bleu foncé pour un air trop humide et entre les deux bleu ciel pour une hygrométrie convenable. Quatre boutons "radio" sont préprogrammés, mais on pourra personnaliser le logiciel à sa convenance : en fait, le logiciel vient lire lors de son lancement le fichier Hygrometre.ini situé dans le répertoire d'installation (et rappelé en bas de l'écran). Il s'agit d'un fichier texte que l'on éditera avec le "Bloc Note" de Windows. Ce fichier est constitué de trois lignes par bouton (donc douze lignes en tout). Sur la première ligne on note le titre du bouton (exemple Cave à vin) ; sur la deuxième on note la valeur minimum de la plage

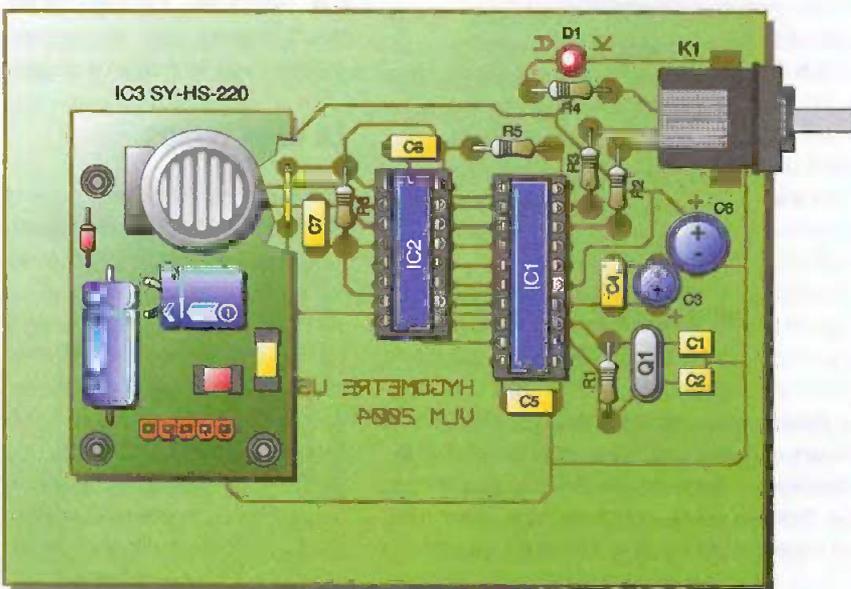


**Copies d'écran : cette hygrométrie relative de 54 % convient au piano, mais pas à la cave à vin**



**4** Tracé du circuit imprimé

**5** Implantation des éléments



de bonne conservation (dans cet exemple c'est donc 65) et sur la troisième ligne la valeur maxi de cette plage (soit 80 ici). Ces valeurs numériques seront entières et sans unité. On enregistrera le fichier en gardant le nom d'origine. Pour illustrer ces propos, voici la structure du fichier Hygrometre.ini original :

Salon : 45/70  
Cave à vin : 65/80  
Archives : 18/50  
Négatifs : 12/36

L'utilisation des zones colorées sur le cadran, permet de voir au premier coup d'œil si l'hygrométrie relative se trouve dans la bonne zone pour l'application sélectionnée. Remarque : on a donné au cadran une graduation allant de 0 % à 100 % mais on se souviendra que le module ne permet des mesures qu'entre 30 % et 90 % d'hygrométrie relative

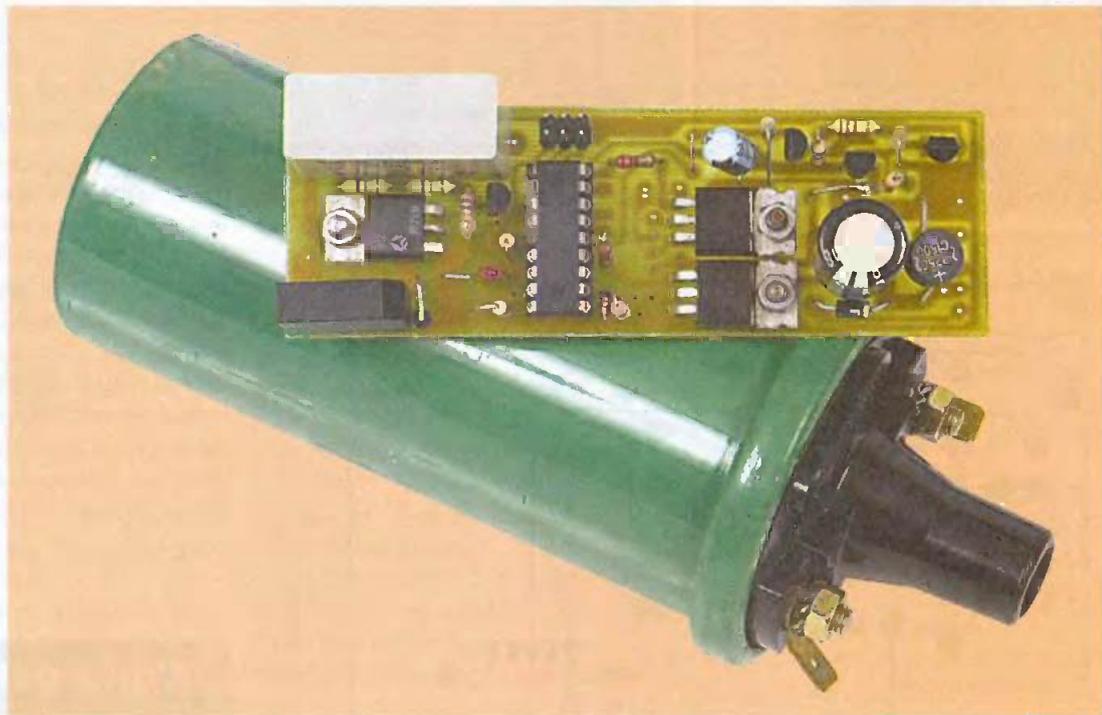
Ce montage et son logiciel ont été testés sur les systèmes d'exploitation suivants : Windows 98 Seconde Edition, Windows Millenium et Windows XP Home (Familial).

V. Le Mieux

## Nomenclature

- IC1 : 68HC908JB8JP + support DIL 20
- IC2 : convertisseur analogique numérique AD7819YN + support DIL 16
- IC3 : module hygromètre SY-HS-220 (Sélectronic)
- Q1 : quartz 6 MHz
- D1 : Led rouge 3 mm
- C1 et C2 : 22 pF céramique
- C3 : 4,7 µF tantale
- C4, C5 et C8 : 100 nF type MKT
- C6 : 47 µF/25 V chimique radial
- C7 : 10 nF type MKT
- R1 : 10 MΩ
- R2 et R3 : 47 ou 68 Ω
- R4 : 1 kΩ
- R5 et R6 : 10 kΩ
- K1 : embase USB type B pour circuit imprimé
- 5 points de barrette sécable mâle droite
- 5 points de barrette sécable femelle (voir texte)
- deux vis et écrous pour fixer le module
- Prévoir un câble USB de type A/B
- Circuit imprimé : 100x75 mm

# Allumage électronique pour moteur 2T à PIC



**Le PIC peut rendre bien des services, nous allons l'utiliser pour gérer une électronique d'allumage pour moteur 2 temps de tondeuse à gazon, de débroussailluse ou tout autre accessoire "thermique" y compris dans le domaine du gros modélisme !**

Souvent, sur un moteur thermique deux temps, la panne se situe au niveau de la bobine d'allumage qui est hors service. Suite à des discussions, qui n'ont pas valeur de sondage, il est apparu que de nombreuses épaves atteintes du même mal résidaient dans les garages du voisinage. Compte tenu du coût de la bobine environ 75 euros (500 FF), de sa spécificité et des délais pour ce type de pièce, on préfère en général racheter une nouvelle machine, même si la mécanique est encore en bon état. L'idée a donc été de réaliser un allumage électronique, peu coûteux, facilement réalisable avec du matériel disponible pour remettre en fonctionnement toutes ces machines.

## Mise en garde

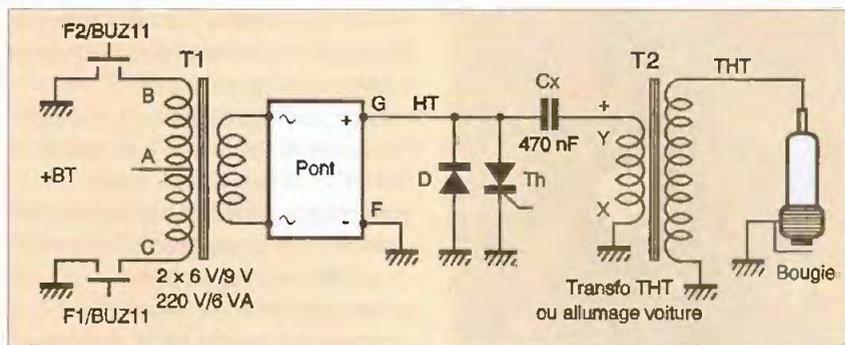
Avant toute manipulation autour d'un moteur à explosion, de multiples précautions sont à prendre. L'essence, si elle est vraiment nécessaire, doit être réduite au minimum, la place de l'extincteur doit être connue, il doit être en bon état.

La bougie n'est mise en place sur le moteur que pour les essais, un système de coupe circuit doit être prévu, le moteur doit être fixé. Toutes les opérations s'effectuent dans un local aéré. Les manipulations seront exécutées par une seule personne, une autre personne sera tenue au courant de l'expérimentation. Le numéro de

téléphone des secours est connu. Cette liste de précautions n'est pas exhaustive, ne pas oublier qu'un moteur de 30 cc, en marche, peut faire de gros dégâts.

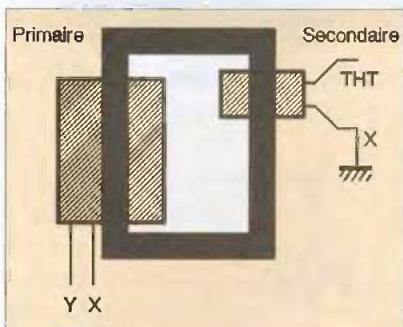
## En deux temps

Nous n'allons pas entrer dans le principe de fonctionnement du moteur deux temps (à découvrir sur le web). Comme tout moteur à essence, il faut faire une étincelle au bon moment pour déclencher l'explosion du mélange air/essence. Sur le moteur d'origine un volant magnétique produit une variation de champ, la bobine le transforme en haute tension pour produire l'étincelle. Pour couper le moteur, on coupe le "contact" en



**1 Allumage à décharge capacitive**

court-circuitant une partie de l'enroulement. Lancer le moteur en position arrêt doit réduire la durée de vie de la bobine et cela arrive malheureusement quelquefois. De manière artisanale, il est hors de question de fabriquer la bobine THT. Pour fabriquer la THT d'environ 10 kV il faudrait plusieurs milliers de tours, assurer l'isolement le tout dans un espace réduit, sans parler de la tenue en vibration. Le fil utilisé a un diamètre proche du cheveu.



**3 Transformateur THT**

sion (HT) est redressée, elle charge le condensateur C. Quand le thyristor Th passe en conduction, la haute tension est appliquée à T2, le transformateur THT produit l'étincelle. La capacité C et le transformateur T2 forment un circuit oscillant, le courant s'inverse et circule facilement avec D. Une partie de l'énergie contenue dans C a permis de générer l'étincelle, le reste recharge C, sauf si on laisse Th en mode passant. La maquette a utilisé pour T1 un transformateur de récupération venant d'un générateur de haute tension d'une imprimante laser. Un transformateur 220 V deux fois 6 V ou 9 V convient, son isolement lui permet de tenir les 400 V qu'il devra produire. Pour T2, le moteur a fonctionné correctement avec une bobine de voiture (figure 2) ou avec un transformateur THT (figure 3).

On peut placer une self en série sur le primaire du transformateur THT, pour protéger le thyristor en cas de court circuit du transformateur. Dans ce cas, cette bobine limite le courant et le protège.

**Principe**

Pour obtenir une haute tension il faut faire varier rapidement le champs magnétique, ou augmenter le nombre de tours de la bobine. A 3600 tours le moteur n'est qu'à 60 Hertz, on en revient à l'impossibilité de réalisation de la bobine. Les bobines THT des moniteurs sont capables de fournir la tension, mais elles fonctionnent à fréquence plus élevées, 16 kHz. La THT est produite par l'application d'une HT sur le transformateur THT. Le principe d'allumage par décharge capacitive (Capacitive

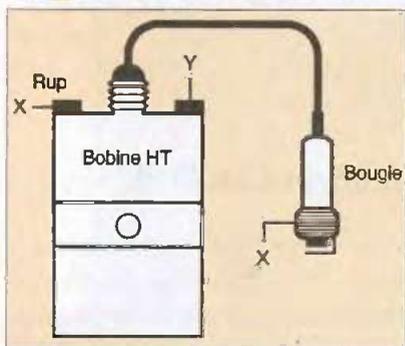
Discharge Ignition CDI), permet d'utiliser ce genre de transformateur, nous allons à notre tour l'utiliser. Ce type d'allumage a été l'occasion d'articles dans le passé, avant le tout électronique des voitures modernes. Son principe consiste à décharger rapidement une capacité chargée sous une haute tension (HT) de 400 volts environ dans le transformateur THT. Tous les éléments sont alors disponibles soit dans un fond de tiroir (les épaves de moniteurs), les casses autos, soit chez nos revendeurs.

Evidemment on pourrait utiliser un CDI de voiture, mais c'est encore une boîte noire d'un prix plus élevé que notre allumage.

**Le PIC**

Le PIC joue le chef d'orchestre. Il assure à la fois la génération de la HT et le contrôle de l'allumage. Au nombre de connexions, un simple PIC 12C508 aurait pu être utilisé en place du 16F84. Celui-ci permet par sa programmation multiple des variations et des expérimentations. Les figures 4 à 7 présentent le schéma électrique du CDI.

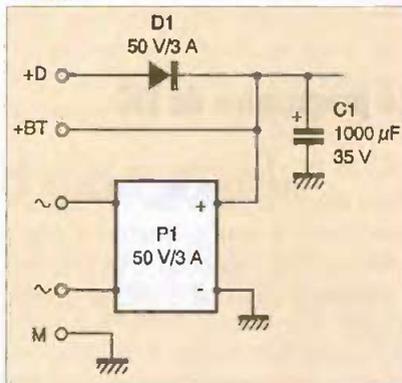
**2 Bobine de voiture**

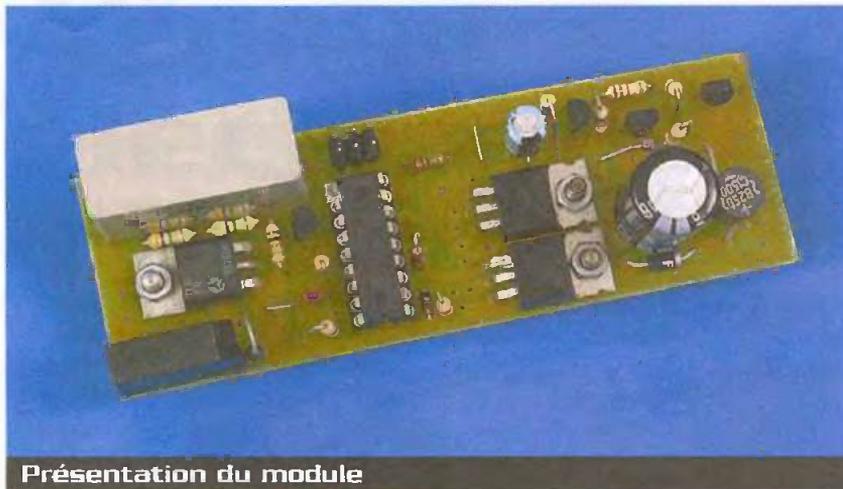


**Allumage à décharge capacitive (CDI)**

Nous verrons que le PIC permet de simplifier l'électronique. Le synoptique de la figure 1 rappelle le principe. Le transformateur T1 élève la basse tension (BT) de 6..12 volts à une haute tension de 300 à 400 volts. Au secondaire, la haute ten-

**4 L'alimentation**





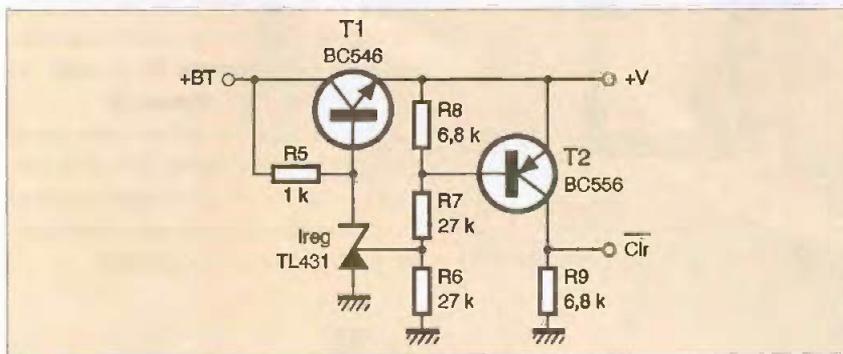
Présentation du module

Quand une étincelle est nécessaire, le PIC arrête le convertisseur, puisque le thyristor va le court-circuiter.

Pour couper l'allumage il suffit de couper l'alimentation, de mettre à la masse le PORTB 2 ou bien d'ouvrir SW3.

Trois positions ont été prévues avec un cavalier. Pour fonctionner il doit y avoir un cavalier de mise en place.

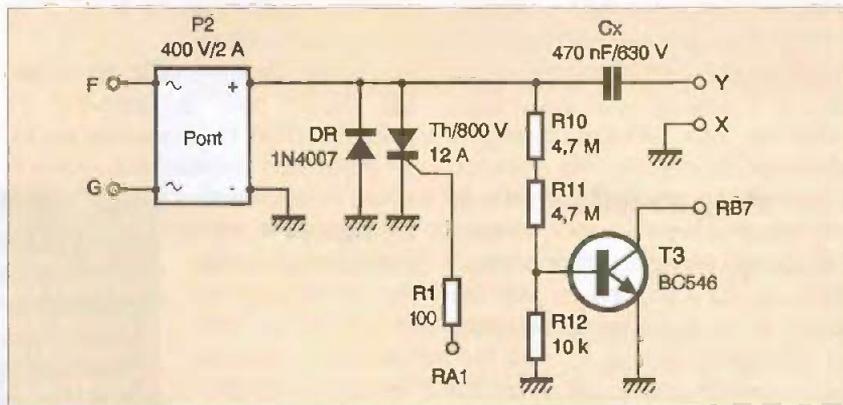
En **position 1** le montage génère uniquement la HT afin de la mesurer et pour le réglage éventuel du pont diviseur. En **position 2** le PIC génère des étincelles pour un test de la THT en simulant un fonctionnement à 1500 tours environ. La **position 3** permet un fonctionnement normal. Le programme principal lit la position du cavalier et effectue un branchement en fonction du mode choisi. En mode fonctionnement normal, en fonction du signal venant de la bobine servant de capteur de position, il génère le signal de déclenchement du thyristor.



5 Détail de l'alimentation du PIC

### Alimentation basse tension (BT), auto alimentation

Le montage doit recevoir de l'énergie. En fonctionnement autonome, une génératrice couplée au moteur assurera l'alimentation. Un moteur à courant continu, une génératrice de vélo peut faire l'affaire. La connectique offre plusieurs solutions (**figure 4**). S'il n'y a aucun risque d'inversion de polarité, on utilisera directement +BT. En cas de doute +D ou bien une entrée du pont et la masse. Systématiquement le pont pour un alternateur. La tension générée lors d'un lancé main a été suffisante pour faire partir le moteur chaud. L'entrée D+ permet de connecter une alimentation, une batterie de démarrage, dans ce cas l'entrée +BT n'est pas utilisée.



6 Schéma comparable au synoptique

Pour le montage, il faut souder sur la partie à fort courant (MASSE, +BT) un fil de cuivre de 0,6 mm de diamètre, voire d'étamer la piste.

### Le programme du PIC

Pour le PIC, l'oscillateur par un réseau RC a été choisi parce que moins fragile aux vibrations que le quartz. La précision n'a pas beaucoup d'importance. L'oscillateur cadence le PIC à environ 4 MHz.

Le programme doit effectuer plusieurs

opérations à la fois, ce qui ne l'empêche pas de rester très simple. Pour la génération de la HT, on utilise le timer interne, la phase du signal au primaire est copiée sur l'état du bit 1 du timer. La fréquence est d'environ 2 kHz, en utilisant le bit 0 on passerait à 4 kHz. Pour effectuer cette mise à jour, le programme principal appelle périodiquement le sous programme de gestion de phase.

### L'alimentation du PIC

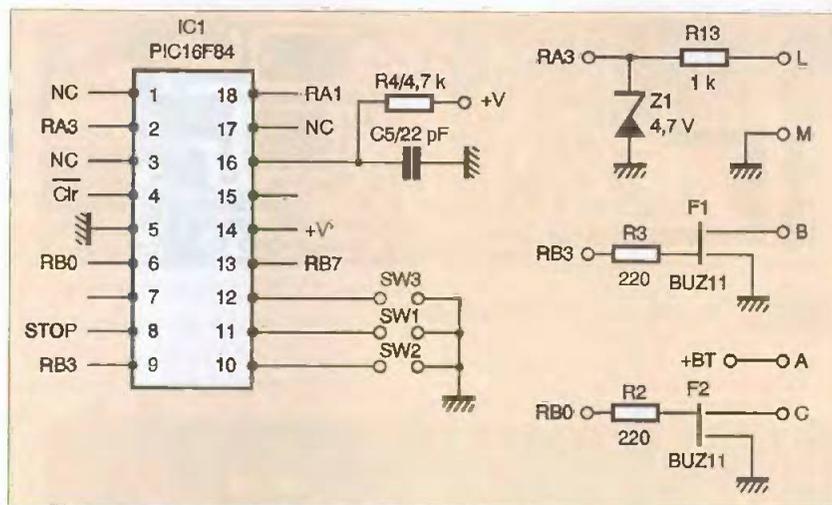
Au démarrage, la tension produite par la génératrice peut être faible. Le montage (**figure 5**) permet de fournir l'alimentation au PIC. Ce montage ajuste la ten-

sion maximale d'alimentation du PIC et le niveau de fin de remise à zéro. Un PIC peut fonctionner à partir de 2 volts. Nous utilisons des composants classiques, en particulier le TL431, zener programmable utilisée dans les alimentations à découpage. La tension sur la patte Ref doit être très exactement de 2,5 V. Au-dessus le TL431 devient passant, il limite ainsi le courant qui passe dans T1. Ainsi, T1 et Ireg assurent la régulation. Le transistor T2 libère le PIC quand la tension est suffisante.

Le calcul de R6, R7, R8 est simple. Il faut avoir 2,5 volts sur la patte Reg du TL431 pour 5 volts, puisque R6 à 2,5 volts à ses bornes, il faut la même tension sur R7 et R8. La résistance R8 voit la tension Vbe du transistor à ses bornes.

## Régulation de la haute tension (HT)

On retrouve sur la **figure 6** en grande partie le synoptique de la figure 1. Le pont P2 redresse la tension secondaire du transformateur T1. C'est un deux fois 9 V/220 V. Un pont de résistances sert à la fois à décharger la capacité lors de l'arrêt de l'allumage et de mesure pour réguler la HT. Cette régulation est sommaire, si la tension dépasse 350 V/400 V environ, le transistor T3 passe en conduction et prévient le PIC que la HT est trop élevée. Celui-ci arrête alors le découpage, jusqu'à ce que le transistor se bloque à nouveau indiquant une ten-



**7** Le PIC et son oscillateur RC

sion trop basse. Pour ne pas appliquer à la résistance située sur la branche « chaude » du pont diviseur une tension supérieure à la valeur maximale admissible, on place deux résistances de 4,7 M $\Omega$  en série.

Les caractéristiques de la capacité Cx seront fonction de la puissance souhaitée. La valeur du schéma procure une énergie assez forte. Les épaves de moniteurs contiennent des valeurs plus faibles mais utilisables.

## Le chef d'orchestre

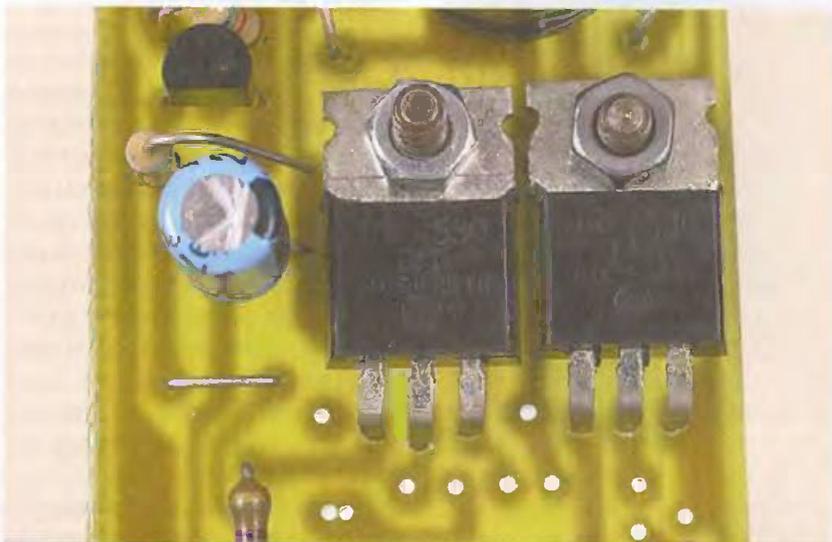
Tout le montage est contrôlé par un 16F84. Attention le PIC est monté en configuration oscillateur RC. La **figure 7**

montre que toutes les E/S ne sont pas utilisées. RB0 et RB3 commandent le découpage réalisé par deux BUZ11A. RA1 déclenche le thyristor. Les ports RB6, 5, 4 sélectionnent le mode de fonctionnement de l'allumage. RA3 reçoit l'information de position du piston pour déclencher l'étincelle.

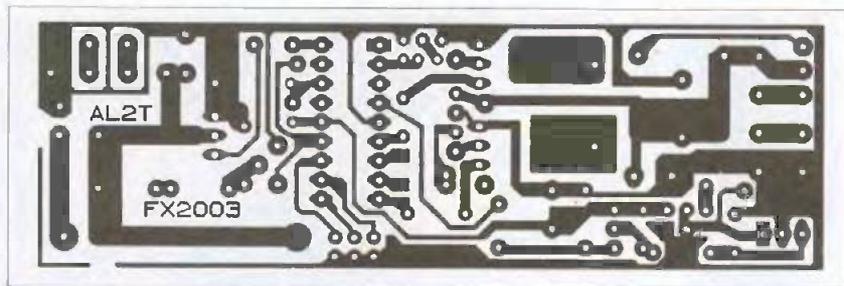
Ne pas oublier de programmer le PIC, sans commentaire, le sujet est classique. La source ainsi que le fichier hexadécimal sont disponibles sur le site de la revue. Avec la source, toutes les personnalisations sont possibles à condition de faire l'effort du langage assembleur, seul utilisable dans cette application temps réel. Il ne faut pas oublier la présence de HT, et de forts signaux qui peuvent faire « planter » le PIC. Le câblage ne doit pas passer sur le circuit. Une capacité de découplage CMS de 100 nF sera soudée côté cuivre au niveau de l'alimentation du PIC. Avec un pistolet à colle, on fixera tous les éléments qui pourraient casser en raison de la vibration du moteur. Le fichier allumage2T.tci disponible sur le site de la revue contient le dessin du PCB. Pour l'éditer il faut utiliser le logiciel freeware tci.exe de B. Urbani.

## Le capteur de position

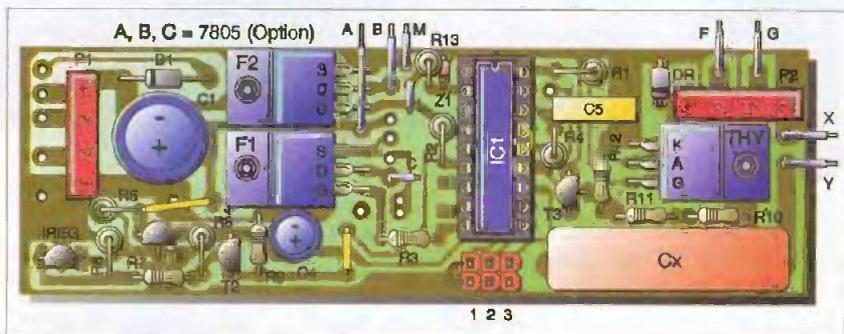
Il faut déclencher l'étincelle quand le piston se trouve dans la position haute. D'origine la bobine et son circuit épousent la forme du volant magnétique. La rupture du champ magnétique crée



Le découpage est confié à deux MOSFET



**Tracé du circuit imprimé**



**Implantation des éléments**

l'étincelle. La solution la plus évidente consiste à utiliser ce dispositif comme détecteur de position PMH. D'autres types de détections sont possibles (opto...). Pour faire une détection magnétique on commence par le débarrasser de la bobine THT d'origine HS. En utilisant un marteau pour chasser la tôle ou en découpant la bobine à la meuleuse d'angle (utiliser les lunettes de protections) on récupère la tôle d'origine qui était fixée par deux vis. On bobine une trentaine de tours ou bien comme la section du circuit magnétique est compatible avec celle des transformateurs des petits adaptateurs secteur, on place un secondaire. Il n'est pas indispensable d'utiliser toute la section de tôle récupérée.

Seule l'information « position » nous intéresse, pas l'énergie. Lors du montage définitif on stabilisera l'ensemble avec de la colle époxy. La forme du circuit magnétique d'une tondeuse n'est pas la même que celle d'une débroussailleuse. Dans tous les cas ce montage a donné entière satisfaction.

Au niveau électrique, un des points de la bobine est mis à la masse, l'autre est relié à l'entrée détection de l'allumage électronique (L), on peut aussi la relier à

l'interrupteur ou au bouton poussoir d'arrêt du moteur. En bloquant la détection l'allumage ne génère plus les étincelles, le moteur s'arrête. C'est la solution la plus proche du câblage d'origine. Pour un bon fonctionnement, le nombre de tour de la bobine s'effectuera en fin de mise au point de l'allumage.

### Test du CDI

Les premiers tests s'effectuent sans le moteur, sur table, ne pas oublier qu'une THT de 10 kV est présente. Prévoir un coupe circuit, et réfléchir avant d'effectuer une mesure, la sonde de l'oscilloscope ne le protégera pas de la THT ! Lors des expérimentations, il faut toujours câbler la bougie : sur le bouchon et à la masse. Elle permet d'évacuer la THT. Sans le PIC, sans avoir câblé le transformateur T1, on monte lentement la tension BT.

On vérifie que la tension pour le PIC se stabilise bien autour de 4-5 volts et la ligne. On recommence cette fois avec le PIC. Le signal carré doit apparaître sur les gates de F1 et F2. On peut alors câbler T1, on commence en position SW1. A la mise en marche, on doit

entendre un léger sifflement du transformateur. On doit mesurer une tension entre 330 V et 400 V aux bornes de Cx.

En modifiant la tension BT on vérifie que la tension Cx se stabilise à 20/30 V près dans ces valeurs.

A chaque changement de SWx il est préférable de couper la tension, bien que le dispositif passe en sécurité quand il n'y a plus de cavalier. En position SW2 on teste la THT, on doit voir des étincelles sur la bougie.

L'alimentation BT est fortement sollicitée. La consommation mesurée a été de 100 mA environ sous 12 V.

Enfin, avec un générateur d'impulsions relié sur l'entrée rupteur et en position SW3, tous les cas de fonctionnements peuvent être testés. A 1500 T/mn (25 Hz) la consommation est de 82 mA, à 3000 T/mn (50 Hz) 128 mA et à 6000 T/mn (100 Hz) 195 mA. Les composants largement surdimensionnés restent froids.

### Test sur le moteur

Si tous ces tests se sont passés correctement, on s'attaque au moteur. Sans essence ni bougie remontée, on connecte la bobine de détection au montage. En position SW3 on lance le moteur avec le cordon. Si le détecteur fonctionne bien, l'allumage doit se produire à chaque tour. Reste un doute, le sens de la bobine !

### Retour de manivelle.

La bobine produit deux impulsions, l'une lors de l'établissement du champ magnétique, l'autre lors de la disparition du champ. Ces impulsions sont de sens opposé. Si l'étincelle est faite par la première impulsion, trop en avance, on obtient une explosion avant que le piston ne soit au point haut. Cela produit un retour énergique dans la poignet du lanceur à main. Dans ce cas il faudra inverser le sens de la bobine.

Circuit à l'arrêt, on place la bougie, un peu d'essence, puis on effectue plusieurs lancements sans contact.

Le contact est mis, le moteur lancé. En cas de retour de manivelle, on inverse la connexion de la bobine. Si tout est cor-

rect, le moteur doit partir du premier coup avec très peu de course (lancé faible). Le starter n'est même pas nécessaire.

## La génératrice

L'objectif est bien entendu d'avoir un système autonome, sans aide extérieure.

Il faut coupler mécaniquement la génératrice au volant, le perçage du carter est facile car il est en aluminium. Trois trous doivent être percés, deux pour les vis et le troisième pour passer l'axe, il est agrandi à la lime. Pour le couplage au volant plusieurs solutions sont possibles : la roue comme pour une dynamo de vélo ou bien la courroie. Dans ce cas, il faut réduire la section et déplacer vers le haut la bobine détectrice du PMH... Le moteur a démarré à chaud avec la seule énergie de la génératrice.

## L'allumage (suite)

Avec la souplesse de programmation du PIC, des améliorations sont possibles.

La première, dite de la double étincelle, fait produire deux étincelles. L'une à la suite de l'autre, le rendement s'en trouve amélioré surtout quand le moteur est froid, en contre partie on consomme plus d'énergie.

Entre l'étincelle et l'inflammation du mélange il s'écoule un certain temps, l'idéal est d'avoir l'inflammation avec le piston au point haut. Sur un moteur 4 temps, l'avance est obtenue en mesurant la dépression au niveau du carburateur, elle est d'autant plus grande que le moteur tourne vite. Trop complexe comme mécanique pour un deux temps, l'avance n'est pas gérée. Avec le PIC, qui peut déterminer la vitesse du moteur, l'avance peut être gérée. Le programme proposé ne la gère pas, mais c'est tout à fait possible, et devrait permettre d'avoir un gain en puissance. Dans les voitures modernes, le système à dépression n'existe plus, le processeur calcule l'avance et déclenche l'étincelle.

## Les bobines THT

Une bobine THT de voiture a été comparée avec plusieurs transformateurs THT de moniteurs. Tous ont fonctionné correctement, cependant les meilleurs départs à froid ont été obtenus avec la bobine THT de voiture.

A 15 euros d'occasion, c'est la solution pour une tondeuse, à comparer avec les 70 euros d'une bobine d'origine. Par contre, moins lourd, le transformateur THT de moniteur est préférable pour une machine portable.

## En conclusion

Evidemment, toutes ces opérations semblent complexes par rapport au simple changement de la bobine.

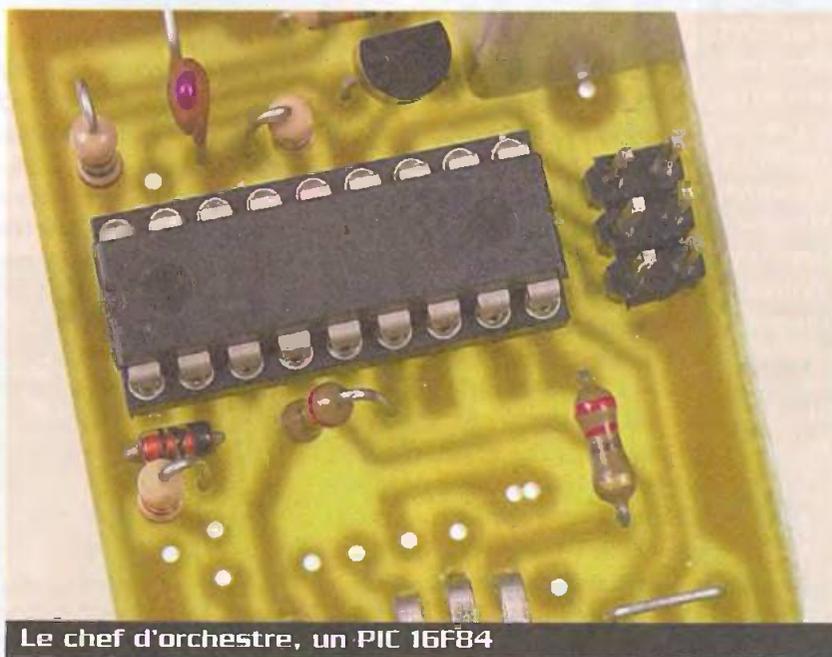
Toutefois, ces manipulations ont permis d'expérimenter un allumage électronique pour moteur deux temps universel. L'objectif sera de réduire le poids des transformateurs en utilisant des ferrites. Les informations contenues dans cet article doivent permettre de faire revivre quelques machines, à la surprise générale des voisins qui vous auront confié, sans grand espoir, leurs outils "thermiques" hors d'usage.

X. Fenard

<http://xavier.fenard.free.fr>

## Nomenclature

IC1 : 16F84 + support  
Ireg : TL431  
T1, T3 : BC546 NPN  
T2 : BC556 PNP  
F1, F2 : BUZ11 ou IRF 530  
P1 : Pont 50 V/3 A  
P2 : Pont 400 V/3 A  
D1 : Diode 50 V/3 A  
Z1 : Zener 4,7 V  
DR : Diode Rapide HT 800 V ou 1N4007  
Th : Thyristor 800 V/6 A min  
TR1 : 2x6 V/9 V/220 V/6 VA  
TR2 : Transfo THT ou allumage voiture  
R1 : 100 Ω  
R2, R3 : 220 Ω  
R4 : 4,7 kΩ  
R5 : 1 kΩ  
R6 : 27 kΩ  
R7 : 27 kΩ  
R8, R9 : 6,8 kΩ  
R10, R11 : 4,7 MΩ  
R12 : 10 kΩ  
R13 : 1 kΩ  
C1 : 1000 pF/35 V  
C2 : 100 nF (voir texte)  
C3 : 100 nF (option Reg7805) (voir texte)  
C4 : 100 μF  
C5 : 22 pF  
Cx : 470 nF/630V  
VCMS : 100 nF sous PIC (entre - et +)  
Option Reg7805 si Pb avec TL431



Le chef d'orchestre, un PIC 16F84

# Un digitaliseur de 78 tours



Grâce aux équipements audio-numériques "grand public", le repiquage sur CD de disques "vinyle" est à la mode ! Parallèlement aux habituels "microsillons", les vénérables "78 tours" méritent aussi tout notre intérêt, car ils recèlent souvent d'attendrissants "petits trésors". Pourtant, les moyens techniques à mettre en œuvre pour leur numérisation sont totalement différents.

## La mécanique

Avant toute chose, il est évidemment nécessaire de se procurer une platine mécaniquement capable de tourner à 78 tours par minute et équipée d'une pointe de lecture appropriée. Si un vieil électrophone peut au besoin faire l'affaire, en débranchant le fil blindé de son bras de lecture pour lui faire attaquer une carte son de PC, il est tout de même largement préférable de faire appel à une mécanique de qualité "HiFi". Quelques marques ont fabriqué, jadis, d'excellentes platines disposant de la vitesse de 78 t/mn, parfois même ajustable (un bon exemple est la DUAL 1214). Souvent assez fatiguées mais nullement usées, il est possible de les restaurer mécaniquement (nettoyage, dégrillage, lubrification, réglage de divers ressorts), au prix de quelques heures de travail soigneux. Mais on peut aussi envisager de convertir une vieille platine prévue seulement pour les 33 et 45 tours : dans bien des cas, il suffit d'augmenter d'un facteur

2,37 (respectivement 1,73) le diamètre de la poulie ou du galet équipant l'arbre du moteur. Faute de "lime à épaisir", le mieux est de réaliser (sur un tour de modéliste) une pièce de substitution en laiton, rendant ainsi la transformation parfaitement réversible.

## La cellule

La lecture des 78 tours exige une pointe de lecture très différente des diamants ou saphirs convenant aux microsillons. Beaucoup moins pointue, celle-ci doit reproduire la forme des aiguilles métalliques équipant les phonographes, que l'on devait normalement remplacer après chaque lecture d'une seule face de disque 30 cm ! On voit bien, à l'aide d'un microscope à faible grossissement (environ 50 fois), que l'extrémité de ce genre de pointe est plus ou moins elliptique (rayon de courbure de l'ordre de 0,1 mm). Utiliser une pointe "microsillon", bien plus acérée, pour lire un 78 tours, serait le meilleur moyen de le "labourer", sans pour autant

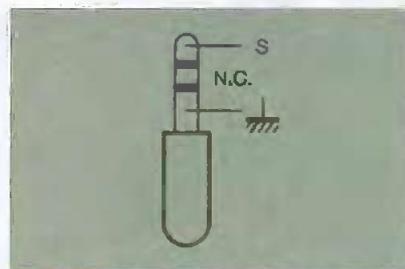
obtenir une qualité de son bien fameuse. Les cellules "pick-up" magnétiques n'étant généralement pas conçues pour recevoir des diamants 78 tours (d'ailleurs à peu près introuvables !), le plus simple est d'équiper le bras d'une cellule piézo-électrique (céramique) récupérée sur une épave de "tourne-disques" hors d'âge. Moyennant une adaptation de sa fixation, on arrivera pratiquement toujours à régler le contrepois du bras pour obtenir une force d'appui appropriée, que l'on peut estimer aux environs de quatre ou cinq grammes (ne pas oublier d'ajuster l'antiskating en conséquence, si la platine est dotée de cet utile perfectionnement). La plupart du temps, on disposera alors d'une pointe de lecture réversible, permettant alternativement la lecture des microsillons et des 78 tours.

## Un préampli spécifique

En principe, une cellule céramique se connecte à un préamplificateur "linéaire" (autrement dit sans cor-

rection RIAA) et donc à une entrée "AUX" d'amplificateur HiFi. L'impédance d'entrée de celui-ci est réputée égale à 47 k $\Omega$ , voire davantage (cas des préamplis à lampes, par exemple). Même si l'on peut être tenté de brancher directement une cellule céramique sur l'entrée "ligne" d'une carte son de PC, les résultats seront fort probablement décevants. En effet, la tendance actuelle est à une impédance d'entrée de 10 k $\Omega$ , ce qui est tout à fait insuffisant. Une cellule céramique étant essentiellement capacitive, on "écroule" les graves et on favorise les aiguës (donc le "grattement" !) si on la "charge" par une impédance trop faible. Par ailleurs, les entrées "LINE IN" des équipements numériques atteignent généralement des niveaux sensiblement plus élevés (jusqu'à 3 V crête) que ce que délivre une cellule céramique. Grâce à l'excellent rapport signal/bruit de l'enregistrement numérique, on peut certes sous-moduler grossièrement et corriger à posteriori, mais cette solution n'est pas bien élégante. Il est naturellement préférable d'enregistrer au niveau optimal, ou bien un peu en dessous, gardant ainsi le maximum de marge de manoeuvre pour les retraitements numériques (filtrages, etc.) que l'on ne manquera pas d'appliquer pour améliorer, de façon parfois spectaculaire, la qualité des repiquages de plages sonores issues de la nuit des temps (du disque). Le schéma de la **figure 1** répond à ces différents impératifs, tout en restant extrêmement simple. Son originalité consiste à exploiter non pas une entrée "ligne" (stéréo), mais une entrée "micro", monophonique et auto-alimentée (pour la polarisation d'une capsule à électret). Ce genre de prise (pour jack 3,5 mm

stéréo) se rencontre sur quasiment toutes les cartes "son", et même sur les PC (notamment portables) dont c'est la carte-mère elle-même qui est équipée de fonctions audio simplifiées. Aucune alimentation, pas même par pile, n'est par conséquent requise : le drain d'un transistor JFET (un très courant 2N 3819) rejoint directement l'entrée ! En entrée comme en sortie, on travaille donc en "liaison directe", c'est-à-dire sans aucun condensateur en série, ce qui ne présente que des avantages. Compte tenu de l'assez forte sensibilité de l'entrée "micro", qu'accroît encore le gain du transistor à effet de champ, il faut atténuer un peu le signal délivré par la cellule. Confiée à un potentiomètre de 100 k $\Omega$ , cette division de tension augmente l'impédance d'entrée du préamplificateur, ce qui va tout à fait dans le sens souhaité. En général, le potentiomètre sera réglé à peu près à mi-course, mais un ajustement demeure possible selon les caractéristiques de la cellule utilisée. On notera, en effet, que selon la charge appliquée, la courbe de réponse de la cellule varie aussi, ce qui peut aider à mettre en oeuvre une légère correction analogique contribuant à l'amélioration de la musicalité. De même, un réseau de contre-réaction ajustable est prévu dans la source du transistor. Lorsque le curseur du potentiomètre se trouve côté masse, le réseau se réduit à une résistance de 5450  $\Omega$ , qui modère sérieusement le gain en tension de l'étage adaptateur d'impédance. Plus le curseur s'éloigne de la masse, et plus le condensateur de 0,1  $\mu$ F vient shunter la résistance de contre-réaction, augmentant ainsi le gain pour les fréquences élevées. Un tel



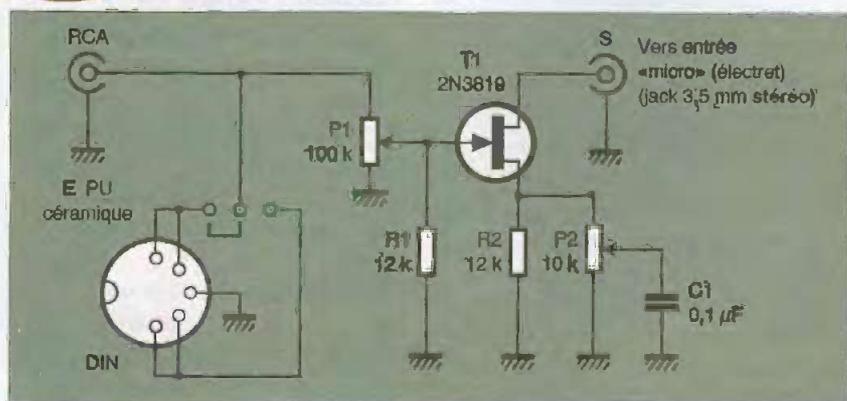
**2** Fiche stéréophonique

comportement "passe-haut" peut paraître paradoxal, dans la mesure où c'est précisément le contraire que notre montage est censé faire ! En réalité, il faut savoir que certaines cartes "son" de PC intègrent un filtre passe-bas, parfois fort énergique, sur leur entrée "micro" ; cela, dans le but vraisemblable de limiter les risques d'effet "larsen" lorsque le "son" capté est redirigé vers les haut-parleurs. En pareil cas, un ajustement du potentiomètre de 10 k $\Omega$  suffira bien souvent pour contrebalancer ce filtrage indésirable, quitte à ne pas l'annuler complètement si l'on souhaite atténuer les bruits de surface de certains disques. Retenons par conséquent que si ces deux potentiomètres sont à régler de façon approximative lors des premiers essais du montage, rien n'interdit de les réajuster en fonction des résultats obtenus en repiquant tel ou tel disque "difficile".

## Réalisation pratique

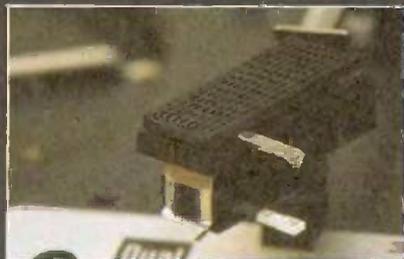
Un schéma aussi simple ne soulève évidemment pas le moindre problème de construction ! Le circuit imprimé de la **figure 3** réunit, selon le plan de la **figure 4**, les quelques composants du préampli, et un assortiment de connecteurs couvrant les cas les plus courants. L'incontournable embase RCA (droite ou coudée, au choix) voisine ainsi avec une embase DIN à 5 broches, dont un cavalier mobile permet de choisir le brochage. La mise en parallèle, de chaque côté, des contacts correspondant aux voies "droite" et "gauche" permet de s'accommoder de branchements en provenance de cellules stéréophoniques, dont les deux voies se retrouveront couplées en parallèle. Côté sortie, il est possible d'implanter un bomier à vis, mais on pourrait tout aussi bien souder directement le cordon blindé rejoignant le

## 1 Schéma de principe retenu





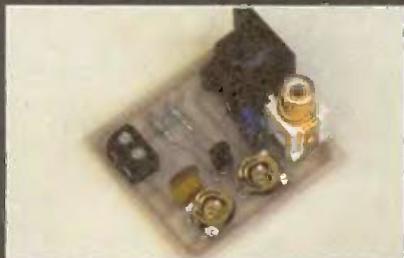
Pointe 78 tours



Cellule céramique



Galet 33/45/78 t/mn



Aspect du montage

jack "micro". Bien que la sortie du montage soit purement monophonique, la **figure 2** montre que l'utilisation d'une fiche stéréophonique est nécessaire. Sur un certain nombre de cartes "son", en effet, l'utilisation d'un jack "mono" provoque un court-circuit entre le signal et la masse, empêchant naturellement le montage de fonctionner (à moins de n'enfoncer que partiellement la fiche, ce qui n'est guère pratique !). Dans de rares cas, enfin, il faut câbler en parallèle les contacts habituellement affectés aux voies "droite" et "gauche", signal et tension de polarisation étant séparés.

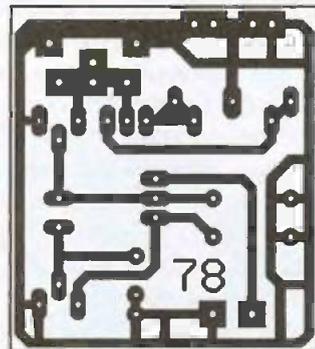
## Mise en oeuvre

Se raccordant de façon particulièrement simple entre la platine tourne-disques et l'entrée "micro" de la carte "son", le montage pourra être essayé en repro-

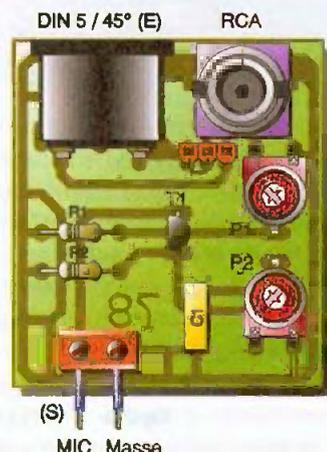
duisant le son "en direct" sur les haut-parleurs dont est équipé tout bon PC multimédias. A cette occasion, on pourra ajuster les deux potentiomètres pour optimiser les résultats obtenus, pendant la lecture d'un disque représentatif des repiquages que l'on se propose d'exécuter. On ne visera cependant pas la perfection à ce stade, mais essentiellement l'obtention d'une bonne "couleur" de son. Même s'il subsiste un bruit de surface perceptible, on n'aura pas forcément intérêt à l'éradiquer par pré-filtrage analogique, car un excès de passe-bas dénaturerait à coup sûr le son utile. Songeons, en effet, qu'à une vitesse de rotation de 78 t/mn, certains disques peuvent exhiber une bande passante plus étendue que l'on pourrait penser de prime abord. Il est de très loin préférable de confier le "nettoyage" à une application informatique spécialisée, que l'on possède même peut-être sans s'en douter : un logiciel de gravure comme Nero Burning Rom intègre ainsi de très puissants outils de type "DSP" (processeur numérique de signal), travaillant tout en finesse et utilisables à posteriori. Simplement, il faut un PC doté d'une puissance de traitement en rapport : si un 486 cadencé à 100 MHz suffit amplement pour digitaliser à 22 ou même 44 kHz le son monophonique des 78 tours, il faut bien être dix à vingt fois plus rapide (et une abondante mémoire) pour opérer des retraitements complexes en temps quasi réel. Il en va

de même si l'on souhaite transcoder, en format MP3, les fichiers WAV obtenus en numérisant un disque, opération particulièrement rentable puisqu'elle permet très largement de faire tenir les deux faces d'une "galette" 78 tours sur... une simple disquette 3,5" !

P. Gueulle

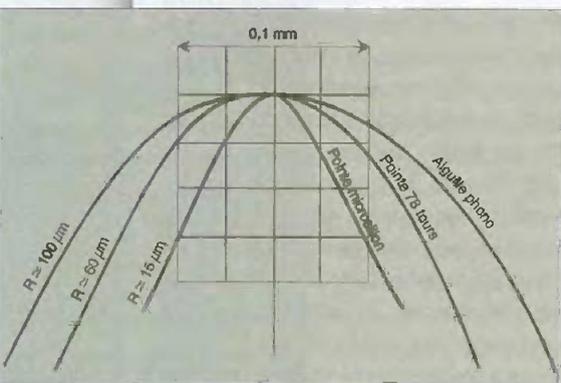


### 3 Tracé du circuit imprimé



### 4 Implantation des éléments

## 5 Profils comparés des pointes de lecture 78 tours et microsillon



## Nomenclature

- T1 : 2N3819
- 1 embase DIN 5 broches 45° pour CI
- 1 embase RCA droite ou coudée pour CI
- P1 : potentiomètre ajustable 100 kΩ horizontal
- P2 : potentiomètre ajustable 10 kΩ horizontal
- C1 : 0,1 µF styroflex
- R1, R2 : 12 kΩ (marron, rouge, orange)
- 3 éléments de barrette sécable à picots carrés droits
- 1 cavalier de court-circuit 2,54 mm
- 1 bornier à vis 2 circuits 5,08 mm
- 1 fiche jack 3,5 mm stéréo
- 50 cm de câble blindé 1 conducteur

# Surveillance de température



Le moniteur de température décrit dans cet article permet de suivre en temps réel la température d'un local, la température interne d'une machine, d'un PC, etc. La température est indiquée sur un afficheur LCD avec une résolution de 1° C, et l'utilisateur peut programmer deux seuils de surveillance pour lesquels l'élévation de température devient critique.

Le dépassement des seuils de surveillance active des leds et des transistors à collecteur ouvert qui peuvent enclencher un voyant, une sirène, un relais de puissance, etc.

Les avantages d'un tel système numérique sont de fournir une mesure rapide et un temps de réaction court. De plus, les seuils de surveillance sont réglés par des boutons - poussoirs, ce qui évite l'emploi de potentiomètres peu précis, et leur sauvegarde est faite en EEPROM. Ainsi, même en cas de coupure de l'alimentation (qui provient de la même source que celle de la machine à surveiller) les seuils prédéfinis restent mémorisés.

Les sorties sont actives à '0' en raison des collecteurs ouverts (cet état provoque l'allumage de la led correspondante).

Le système est conçu à partir d'un

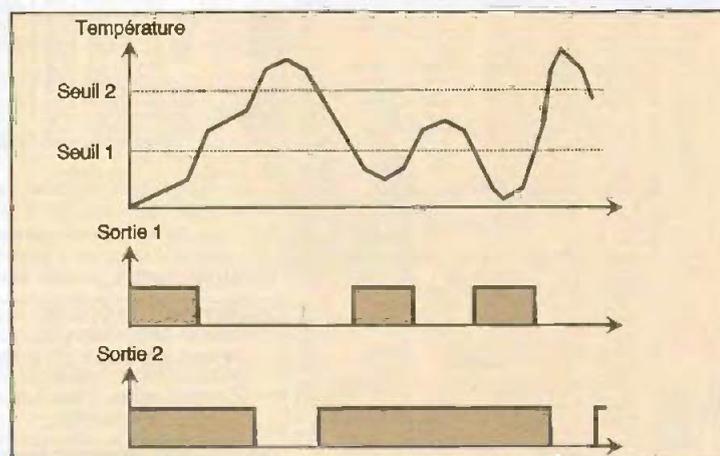
microcontrôleur AT90S2313. Il est cadencé par le quartz  $Q_1$ . La broche RESET est laissée en l'air, les composants de la famille AVR disposant d'une résistance de tirage à Vcc interne.

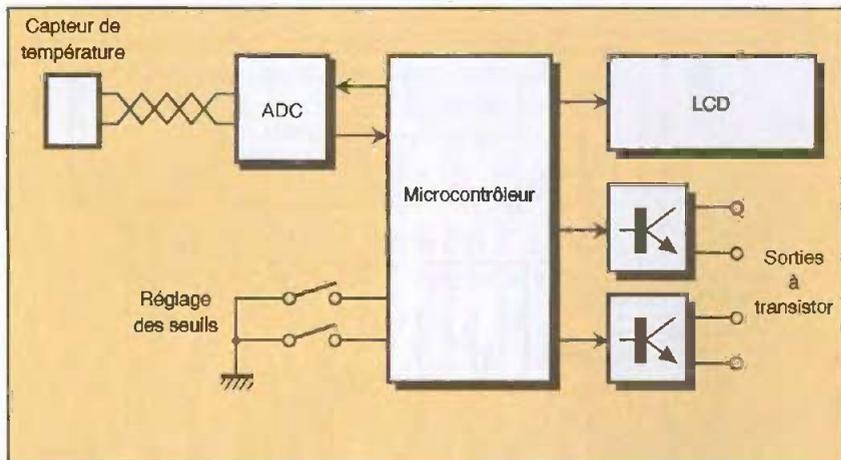
Les boutons - poussoirs  $PB_1$  et  $PB_2$  - sont reliés respectivement à

$PB_3$  et  $PD_2$ . Ici non plus, il n'est pas utile de tirer les signaux à Vcc, car des résistances internes de tirage ont été activées. L'appui sur une touche provoque donc le passage de la broche d'entrée à '0'.

L'afficheur LCD, un modèle deux

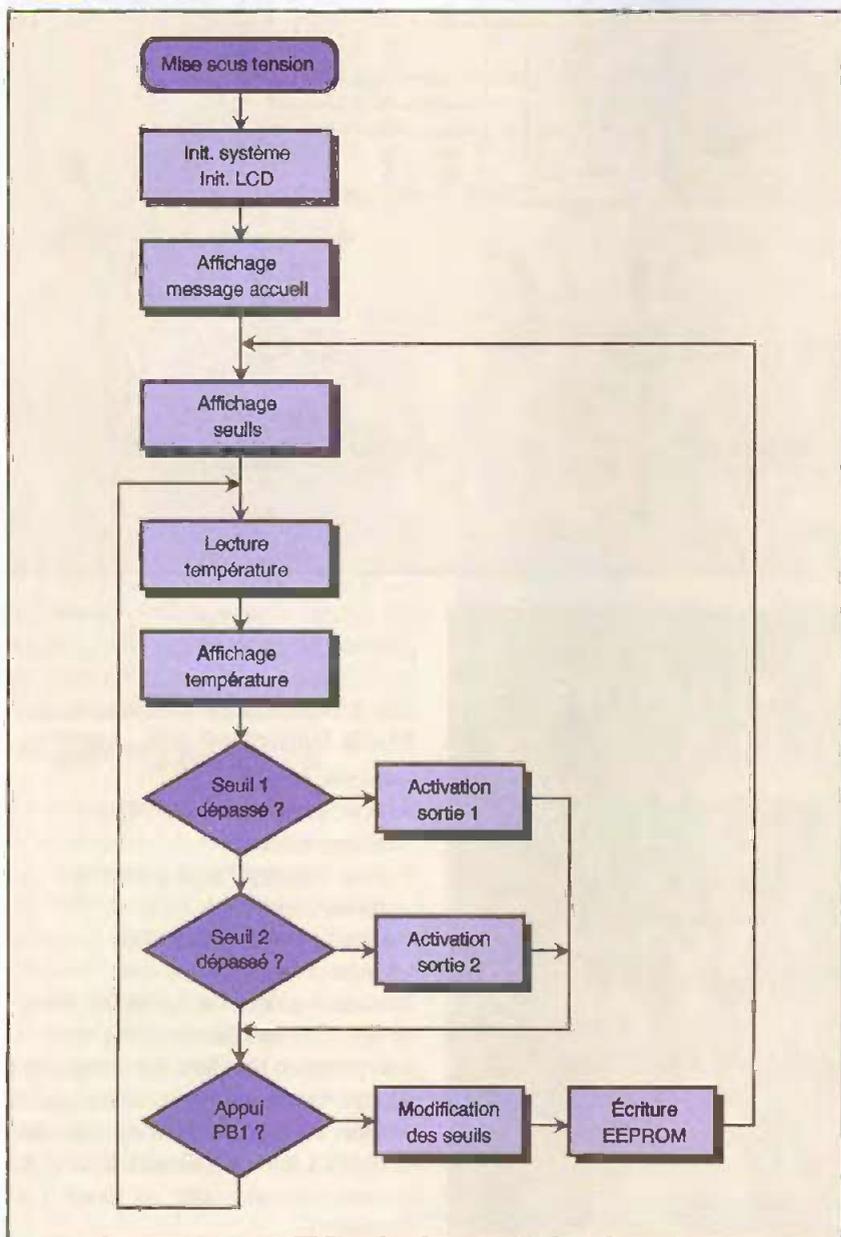
## 1 Diagramme des seuils





**2** Synoptique du montage en question

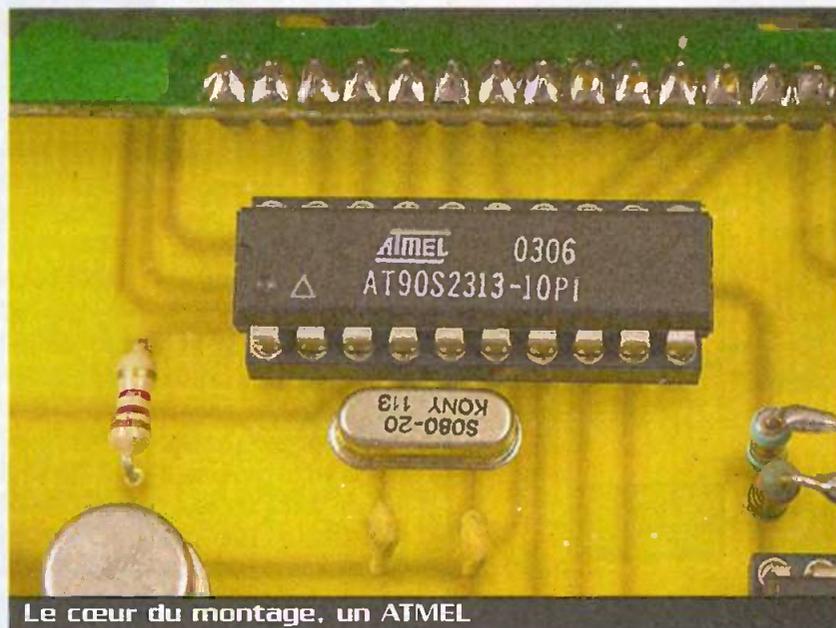
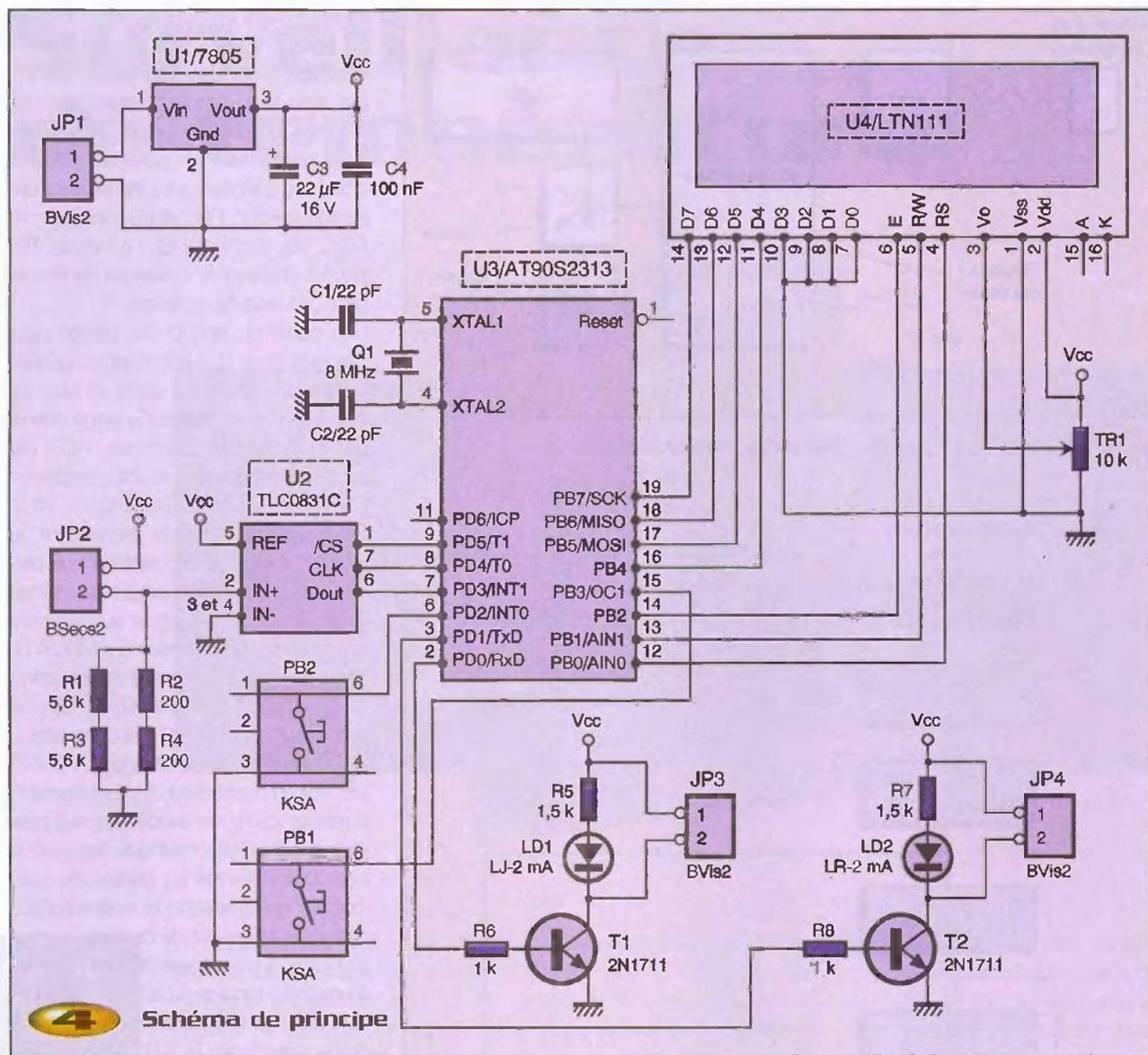
**3** Programme



lignes à seize caractères, est connecté au port B. On n'utilise pas le rétro-éclairage, pour des économies d'énergie, mais rien n'empêche d'utiliser un tel modèle, le fonctionnement sera identique. L'afficheur est géré en mode 4 bits : les données sont transmises par les lignes PB<sub>4</sub>... PB<sub>7</sub>, et les contrôles par PB<sub>0</sub>... PB<sub>3</sub> (E, R/W, RS). Le trimmer TR<sub>1</sub> permet d'ajuster le contraste de l'écran pour une visibilité optimale.

Une partie du port D est utilisée pour dialoguer avec U<sub>2</sub>, un convertisseur analogique - numérique sériel 8 bits. La conversion s'effectue sur la plage définie par REF et IN-. Comme REF est connecté à Vcc et IN- à GND, la conversion s'effectue sur la plage 0 V... +5 V. Le signal CS active le composant, la ligne SCK reçoit les fronts d'horloge servant à la conversion analogique - numérique (par approximations successives) et à la sortie des données sur DOUT. Le microcontrôleur se charge de récupérer la donnée de mesure bit par bit, et reconstruit la donnée 8 bits complète.

Le capteur de température U<sub>6</sub> (LM35DZ) est relié au connecteur JP<sub>2</sub>. Localement, la résistance R<sub>3</sub> est soudée au plus près de celui-ci. Cette méthode fait que le capteur fonctionne en boucle de courant, ce qui empêche la mesure d'être perturbée et permet de déporter le capteur jusqu'à une dizaine de mètres grâce à une paire torsadée. Le courant qui circule dans cette boucle traverse le groupe de résistances R<sub>1</sub> à R<sub>4</sub> lequel génère une tension directement proportionnelle à la température acquise. Lorsque la mesure analogique de cette tension aura été acquise par le microcontrôleur sous forme hexadécimale, il se chargera de calculer la température sous forme décimale, directement exploitable par l'utilisateur. Cette température est en permanence comparée aux seuils prédéfinis et mémorisés en EEPROM. Si la température courante dépasse un des seuils (ou les deux), les sorties à collecteur ouvert sont activées. L'activation des transistors force l'allumage des leds. La led jaune correspond au seuil n° 1, et la led rouge au seuil n° 2. Cela permet de définir un seuil "d'alerte" et un seuil "critique". Bien entendu, ces seuils sont indépendants, et il n'est pas obligatoire que le seuil n° 2 soit supérieur au seuil n° 1.



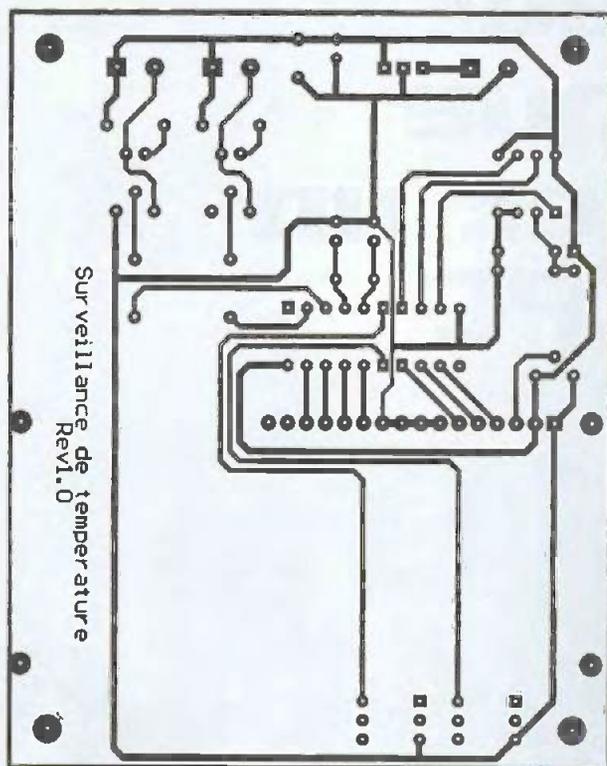
Le cœur du montage, un ATMEL

Le bouton - poussoir PB<sub>1</sub> (Menu/OK) permet d'accéder au menu de configuration des seuils, de valider les choix, et PB<sub>2</sub> (choix) de définir les températures :

- choix "décimale" seuil 1 par PB<sub>2</sub>
- validation par PB<sub>1</sub>
- choix "unité" seuil 1 par PB<sub>2</sub>
- validation par PB<sub>1</sub>
- choix "décimale" seuil 2 par PB<sub>2</sub>
- validation par PB<sub>1</sub>
- choix "unité" seuil 2 par PB<sub>2</sub>
- validation par PB<sub>1</sub>

Lorsque les deux seuils ont été définis, ils sont sauvegardés en EEPROM.

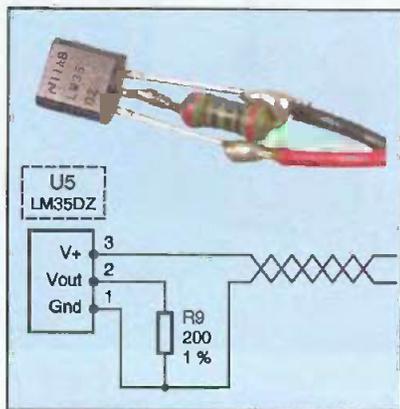
L'alimentation est gérée par le régulateur U<sub>1</sub>, qui fournit du +5 V, pour peu que la tension d'entrée soit supérieure ou égale à +6,5 V. Les condensateurs C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> se chargent de découpler les lignes d'alimentation.



**5** Circuit imprimé



**6** Implantation des éléments



**7** Emplacement de la résistance  $R_9$

Une seule remarque est à signaler quant à la réalisation de la carte électronique : les résistances  $R_1$  et  $R_3$  ainsi que  $R_2$  et  $R_4$  sont montées verticalement, l'auteur ayant dû adapter leurs valeurs en fonction des caractéristiques du convertisseur analogique – numérique. Les composants seront montés du plus petit au plus grand, en terminant par l'afficheur LCD. Le microcontrôleur sera programmé avec le fichier "surveil.hex" disponible sur le site Internet de la revue.



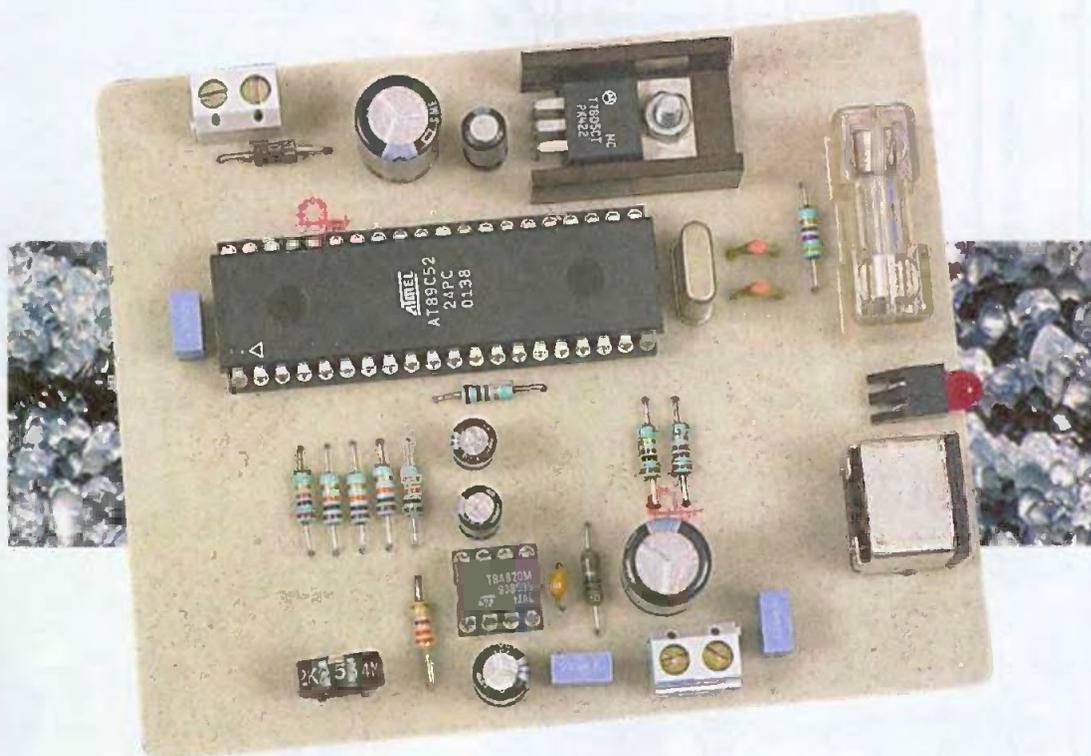
Montage des résistances  $R_1$  à  $R_4$  (voir texte)

## Nomenclature

JP <sub>1</sub> , JP <sub>3</sub> , JP <sub>4</sub> : Bornier à vis 2 points	R <sub>5</sub> , R <sub>8</sub> : 1 kΩ
JP <sub>2</sub> : Barrette sécable 2 points	LD <sub>1</sub> : Led jaune 2 mA
U <sub>1</sub> : 7805	LD <sub>2</sub> : Led rouge 2 mA
U <sub>2</sub> : TLC0831C + support OIL8	T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> : 2N1711
U <sub>3</sub> : AT90S2313 + support DIL20	Q <sub>1</sub> : Quartz 8 MHz
U <sub>4</sub> : Afficheur LCD 2 lignes, 16 caractères	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> : 22 pF
U <sub>5</sub> : LM35DZ	C <sub>3</sub> : 22 μF/16 V
R <sub>1</sub> , R <sub>3</sub> : 5,6 kΩ 5%	C <sub>4</sub> : 100 nF
R <sub>2</sub> , R <sub>4</sub> , R <sub>6</sub> : 200 Ω 1%	TR <sub>1</sub> : Trimmer 10 kΩ
R <sub>7</sub> , R <sub>9</sub> : 1,5 kΩ	PB <sub>1</sub> , PB <sub>2</sub> : Touche KSA

# Synthétiseur polyphonique 5 voies avec un clavier de PC

Sur le plan de l'électronique, réaliser un petit instrument de musique polyphonique ne pose pas vraiment de problème avec les composants existants sur le marché actuellement. Cependant, le point noir d'une telle réalisation reste le clavier. Même le plus simple des claviers de piano électronique coûte bien plus cher que le reste des composants réunis. Pourtant, tous les claviers ne coûtent pas aussi cher. C'est le cas notamment des claviers de PC que l'on peut se procurer pour moins de 12 € à l'état neuf. C'est en partant de cette constatation que nous est venue l'idée d'associer un clavier de PC à un petit synthétiseur électronique.



Mais quelle drôle d'idée que de vouloir jouer une mélodie sur un clavier de PC, nous direz vous ! En effet, la disposition des touches d'un clavier de PC ne se prête pas forcément à ce genre d'exercice. Ce montage restera donc un gadget destiné essentiellement à amuser les enfants en vue de les familiariser avec la disposition des touches d'un clavier d'ordinateur de façon ludique. Si vous montez les circuits intégrés de cette réalisation sur des supports, vous pourrez aisément les recycler une fois que le montage sera tombé en désuétude.

Ceci sera d'autant plus simple à faire que le microcontrôleur, retenu pour ce montage, dispose d'une mémoire flash que l'on peut effacer très facilement.

## Schéma

Le schéma de notre montage est reproduit en **figure 1**. Comme vous pouvez le constater, le schéma est relativement dépouillé en raison du choix que nous avons fait d'utiliser un clavier de PC. En effet, un clavier de PC se pilote au moyen de deux lignes de communication seulement, le reste

n'étant plus qu'une affaire de logiciel. Étant donné que nous avons besoin d'un microcontrôleur pour piloter le clavier, nous en avons profité pour lui confier également la tâche de générer les fréquences correspondant aux notes musicales souhaitées.

La synthèse des signaux sonores par un microcontrôleur peut être réalisée entièrement par logiciel, mais cela représente une charge de travail importante pour les petits microcontrôleurs 8 bits que nous utilisons régulièrement dans ces pages. Pour un petit microcontrôleur, il est pratiquement

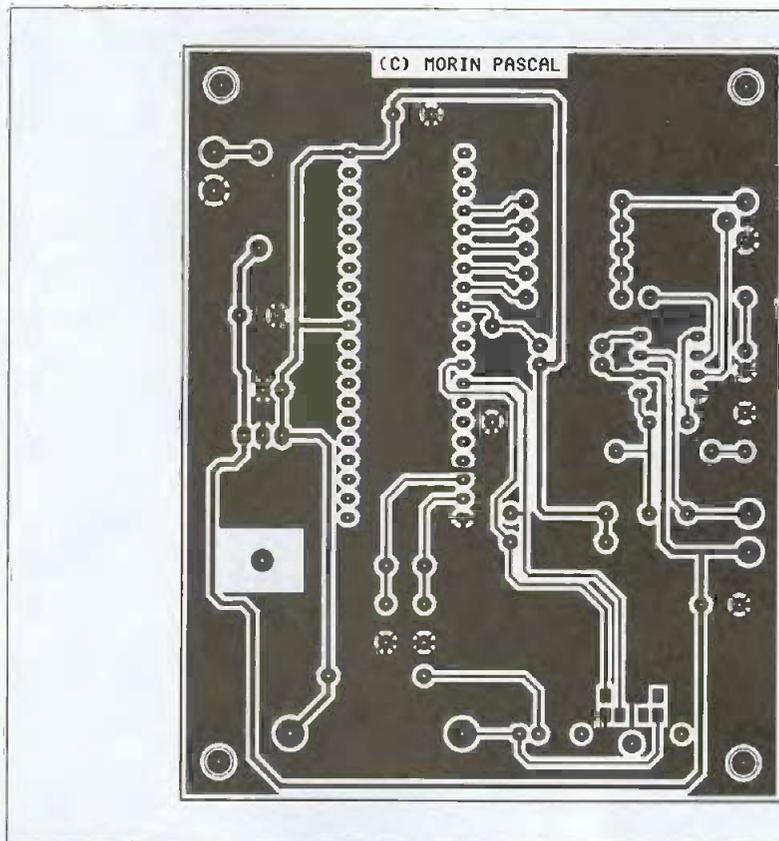


jamais avec la plupart des petits blocs d'alimentation, à partir du moment où la puissance de ces derniers est suffisante. Nous avons donc jugé qu'il n'était pas utile d'ajouter un superviseur d'alimentation juste pour cela, étant donnée l'usage de ce montage.

Notez que le montage sera alimenté, de préférence, par une tension de 12VDC qui n'a pas besoin d'être stabilisée. Une tension correctement filtrée fera très bien l'affaire, à condition que le bloc d'alimentation retenu soit capable de fournir au moins 250mA. La diode D1 permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation, ce qui est toujours utile. Le régulateur REG1 se charge ensuite de fournir la tension de 5VDC nécessaire au microcontrôleur.

L'alimentation du clavier est fournie également par le régulateur REG1. Afin d'éviter certains désagréments en cas de fausse manipulation, nous avons ajouté le fusible F1 en série avec l'alimentation du clavier. La diode DL1 permet de visualiser la défaillance du fusible. En effet, tant que le fusible F1 est en bon état, il court-circuite la branche R11/DL1 de sorte qu'aucun courant ne traverse la diode LED. Si le fusible est détruit, le courant, fourni au clavier via CN2, passera nécessairement par R11 et DL1 ce qui aura pour conséquence d'allumer la diode Led (plus ou moins selon la charge qui est connectée sur CN2). La résistance R11 limite le courant qui circule dans la diode Led. Donc, même en cas de court-circuit franc sur CN2, il n'y a pas de risque pour cette dernière, ou le régulateur.

Les signaux KBD\_CLK et KDB\_DATA, issus du clavier (via CN2), sont reliés directement aux ports P3.2 et P3.3 du microcontrôleur. Les signaux en question étant pilotés par des circuits logiques dont la structure de sortie est équivalente à des collecteurs ouverts, il est nécessaire d'ajouter des résistances de rappels au +5V (R8 et R9). Le microcontrôleur dispose déjà, en interne, de résistances de rappel à VCC sur ces lignes, mais la valeur de ces résistances est trop dispersée ce qui peut poser des problèmes de temps de monter des signaux. Étant donné que le coût d'une résistance est négligeable pour une telle



## 2 Tracé du circuit imprimé

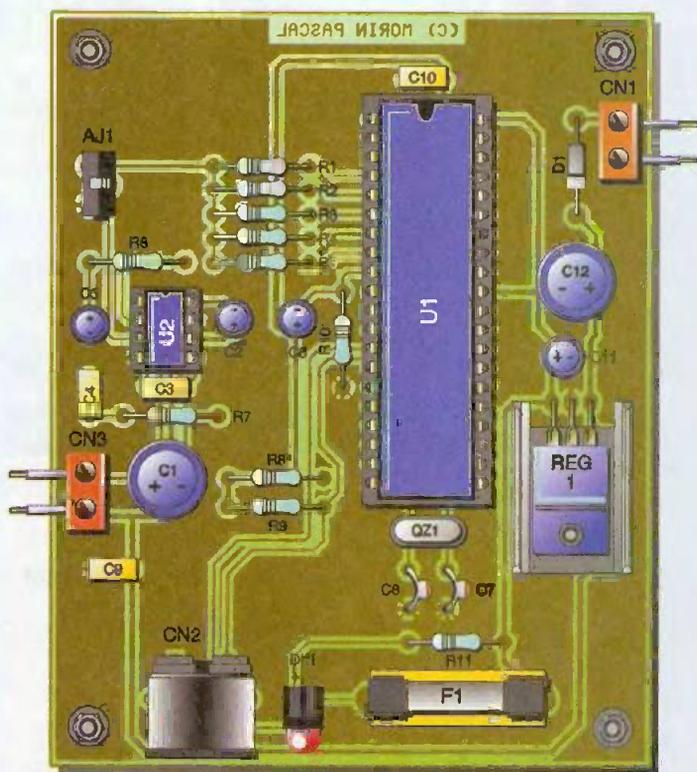
réalisation, nous avons donc préféré ajouter R8 et R9 sur le schéma.

Le décodage des signaux KBD\_CLK et KDB\_DATA est réalisé entièrement par le logiciel qui utilise les interruptions du port P3.2. Notre programme n'interprète pas la totalité des codes envoyés par le clavier, ce qui évite des problèmes potentiels de compatibilité avec les claviers qui possèdent des touches de fonctions spécifiques. Les codes émis par le clavier sont gérés au travers de plusieurs tableaux qui correspondent aux différents états possibles du clavier (touche SHIFT enfoncée ou pas, etc.). Cette méthode de traitement est rendue possible en raison de la mémoire flash abondante dont dispose notre microcontrôleur 89C51RD+ (64 Ko de mémoire flash pour ce modèle). Avec un simple 87C51 ou un microcontrôleur PIC, il aurait sûrement été nécessaire de procéder autrement.

Comme nous l'avons mentionné plus tôt, c'est le microcontrôleur qui se chargera de produire les signaux sonores des cinq voies au travers de son PCA. Les sorties du PCA sont disponibles sur les broches P1.3 à P1.7 du microcon-

trôleur. Les sorties en question sont reliées à un sommateur rudimentaire qui se chargera d'effectuer le mélange des signaux, comme le ferait une table de mixage. Le sommateur est réalisé au moyen des résistances R1 à R5 et AJ1. Une fraction du signal est prélevé sur le point milieu de AJ1 afin d'attaquer un petit amplificateur BF articulé autour d'un TBA820M (U2). Le circuit U2 est très répandu car il est parfaitement adapté au pilotage d'un haut-parleur 8  $\Omega$  de petite puissance. Afin de simplifier le montage, nous avons choisi de monter U2 dans sa configuration minimum, c'est à dire avec une source de tension unipolaire. Dans ce cas de figure, il faut relier le haut-parleur au potentiel +12V au travers d'un condensateur de 220  $\mu$ F afin d'éliminer la composante continue qui serait néfaste au haut-parleur.

Le gain de l'amplificateur U2 est minimum pour ce montage car l'amplitude des signaux produits aux bornes de AJ1 est déjà assez importante. La partie de la course de AJ1, qui est utile pour le réglage du niveau sonore, est d'ailleurs assez faible pour cette raison. Pour améliorer un peu cela, nous aurons pu



Le microcontrôleur U1 sera programmé avec le contenu du fichier KBDMU-SIC.HEX que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur notre serveur Internet (<http://www.electroniquepratique.com>).

L'utilisation du montage est excessivement simple puisqu'il suffit de raccorder un clavier de PC à CN2, un haut-parleur sur CN3, puis de mettre le montage sous tension. Ensuite, c'est à vous de jouer, maestro ! Le montage produit des notes musicales sur 3 octaves. La correspondance des notes et des touches du clavier du PC est indiquée en **figure 4**. Pour obtenir des notes élevées d'un demi-ton (les dièses), il suffit de maintenir enfoncé l'une des touches SHIFT du clavier avant d'appuyer sur les touches alphabétiques. Les touches du pavé numérique ne sont pas affectées par les actions sur la touche SHIFT.

Comme nous l'avons dit, ce montage produit des sons polyphoniques. Ce dernier gère l'appui sur cinq touches simultanées. Si vous enfoncez plus de cinq touches simultanément, le montage ignorera les autres touches. Lorsqu'il produit des sons, le montage surveille à quel moment vous relâchez les touches pour arrêter le signal sonore de la voie correspondante. Si vous avez appuyé sur plus de cinq touches simultanément, ou si vous appuyez très rapidement sur les touches, il peut arriver que le montage manque certains codes envoyés par le clavier. Dans ce cas de figure, cer-

### 3 Schéma de principe

ajouter un pont diviseur entre AJ1 et la broche 3 de U2, mais nous avons jugé que cela n'était pas indispensable. Si vous jugez que le réglage du volume sonore est trop délicat, vous pourrez remplacer AJ1 par un potentiomètre logarithmique par la suite.

### Réalisation

Le dessin du circuit imprimé est visible en **figure 2** tandis que la vue d'implantation associée est reproduite en **figure 3**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne CN1, CN3, D1 et REG1, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. En ce qui concerne CN2, il faudra percer les pastilles de passage des ergots du connecteur avec un foret de 2,5mm de diamètre. Enfin, n'oubliez pas de percer le trou de passage de la vis de fixation du régulateur REG1, avec un foret de 3,5mm de diamètre. Étant donné que le régulateur REG1 alimente également le clavier, il sera monté sur un petit dissipateur ayant une résistance thermique inférieure à

18°C/W, pour lui éviter d'atteindre une température désagréable au toucher. Avant de réaliser le circuit imprimé, il est préférable de se procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement. Cette remarque concerne essentiellement le connecteur mini-DIN 6 points nécessaire au raccordement du clavier.



Le connecteur mini-DIN 6 points du clavier

	F (en Hz)	T (en $\mu$ s)	F# (en Hz)	T# (en $\mu$ s)	Touche	
DO (2)	130,8	7644	138,6	7215	A	
RE	146,8	6810	155,6	6428	B	
MI	164,8	6067			C	
FA	174,6	5727	185,0	5405	D	
SOL	196,0	5102	207,7	4816	E	
LA	220,0	4545	233,1	4290	F	
SI	246,9	4050			G	
DO (3)	261,6	3822	277,2	3608	H	Touche
RE	293,7	3405	311,1	3214	I	0
MI	329,6	3034			J	1
FA	349,2	2863	370,0	2703	K	2
SOL	392,0	2551	415,3	2408	L	3
LA	440,0	2273	466,2	2145	M	4
SI	493,9	2025			N	5
DO (4)	523,3	1911	554,4	1804	O	6
RE	587,3	1703	622,3	1607	P	7
MI	659,3	1517			Q	8
FA	698,5	1432	740,0	1351	R	9
SOL	784,0	1276	830,6	1204	S	
LA	880,0	1136	932,3	1073	T	
SI	987,8	1012			U	
DO (5)	1046,5	956	1108,7	902	V	
RE	1174,7	851	1244,5	804	W	
MI	1318,5	758			X	
FA	1396,9	716	1480,0	676	Y	
SOL	1568,0	638	1661,2	602	Z	

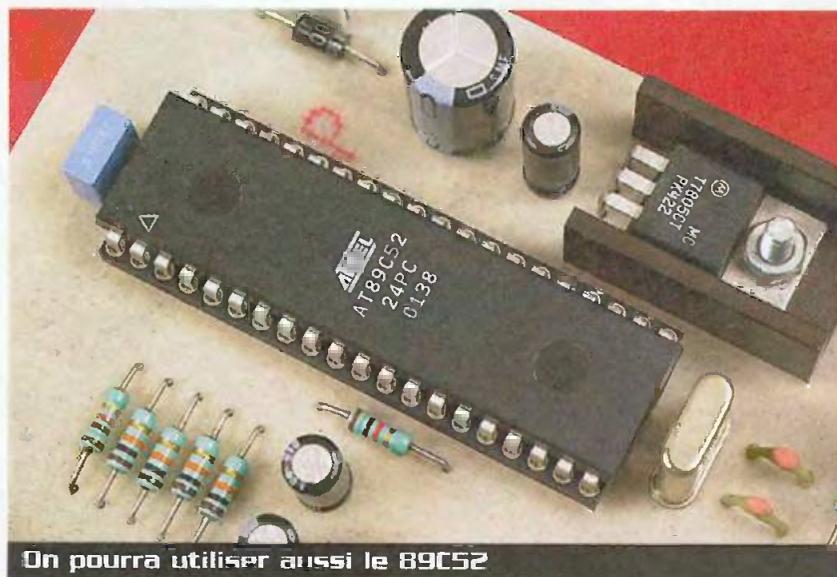


#### Correspondance des notes et des touches du clavier

taines notes de musique auront une durée plus longue que souhaitée. En effet, pour éviter de rester dans une situation bloquée, où certaines notes de musique sont jouées indéfiniment (à moins que vous appuyiez et relâchiez de nouveau la touche du clavier qui corres-

pond à la note jouée), nous avons mis en place un chronomètre qui sert à surveiller l'inactivité du clavier. Cet artifice remet à zéro toutes les voies si vous n'enfonchez pas de touche du clavier pendant plus d'une seconde.

Bien entendu, ce montage ne saurait



On pourra utiliser aussi le 89C52

rivaliser avec un véritable instrument de musique, mais vous serez sûrement étonné par l'intérêt que les jeunes enfants y porteront. L'idée de détourner un clavier d'ordinateur de son usage normal les amuserait pratiquement autant que de jouer avec un véritable clavier de piano.

P. MORIN

## Nomenclature

AJ1 : ajustable vertical linéaire 100 k $\Omega$

CN1, CN3 : borniers à vis, bas profil, 2 contacts, à souder sur circuit imprimé

CN2 : connecteur mini-DIN 6 points (pour clavier de PC)

C1 : 220  $\mu$ F/25V sorties radiales

C2, C6, C11 : 10  $\mu$ F/25V sorties radiales

C3 : 680 pF

C4, C9, C10 : 220 nF

C5 : 100  $\mu$ F/25V sorties radiales

C7, C8 : 33 pF céramique au pas de 5,08mm

C12 : 470  $\mu$ F/25V sorties radiales

DL1 : diode LED rouge coudée, à souder sur circuit imprimé

D1 : 1N4001

(diode de redressement 1A/100V)

F1 : fusible 0,5A (dim. 5x20) + porte-fusible à souder sur circuit imprimé

QZ1 : quartz 12 MHz en boîtier HC49/U

REG1 : régulateur LM7805 (5V) en boîtier

TD220 + dissipateur thermique 18°C/W (ex. SCHAFFNER réf. RAWA 400 9P)

R1 à R5, R8 à R10 : 10 k $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, orange)

R6 : 330  $\Omega$  1/4W 5% (orange, orange, marron)

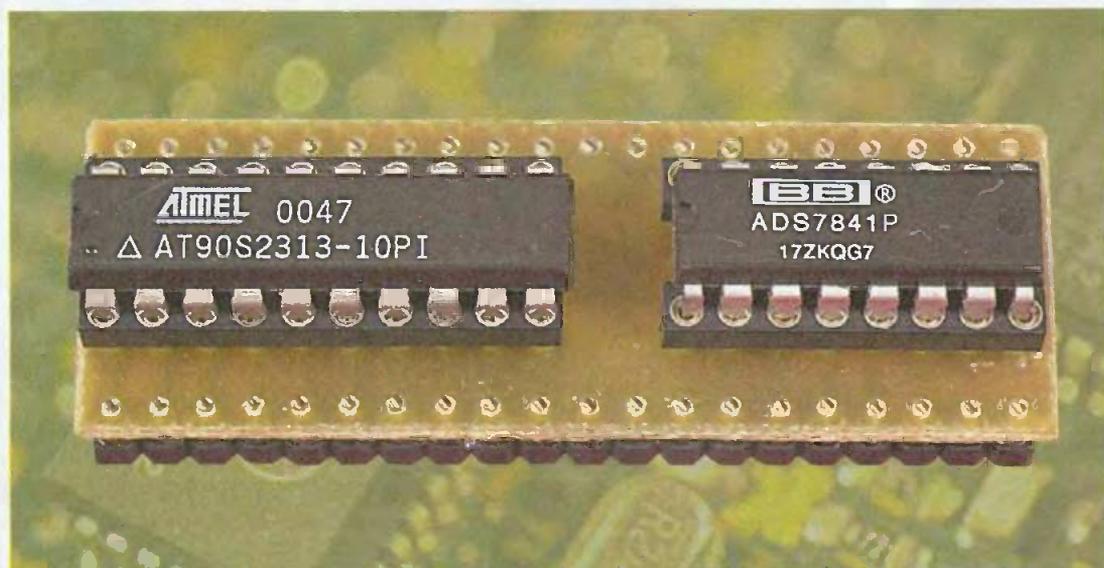
R7 : 1  $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, argent)

R11 : 470  $\Omega$  1/4W 5% (jaune, violet, marron)

U1 : P89C51RD+ ou 89C52

U2 : T8A820M

# Extension pour AVR



Le gros défaut des microcontrôleurs AVR ATMEL est de ne pas intégrer de convertisseur analogique/numérique.

Le comparateur embarqué ne convient pas pour des applications d'acquisition de grandeurs analogiques. Il est néanmoins aisé de relier un convertisseur externe à pilotage sériel en sacrifiant quelques entrées/sorties. Mais cette solution simple fournit à l'utilisateur quatre entrées analogiques et une résolution de 12 bits.

La platine au format DIP40 ne reçoit que deux circuits intégrés : un microcontrôleur AVR et un convertisseur analogique/numérique (voir **figure 1**).

De ce fait, elle se comporte comme un nouveau modèle de microcontrôleur, toujours alimenté sous +5V, auquel on adjoint les composants habituels : condensateurs de découplage d'alimentation, le quartz et ses deux condensateurs de 22 pF (voir **figure 2**).

Le circuit U1 est un AT90S2313, dont la valeur du quartz externe va dépendre de l'application finale : en effet, on peut aller jusqu'à 10 MHz pour le modèle AT90S2313-10PI, mais une valeur de 7,3728 MHz sera, elle, utile

pour générer les taux de transfert de l'UART interne (comme dans le cas du programme fourni en exemple). L'adjonction de U2, un ADS7841P, supprime les lignes PBO à PB3 pour l'utilisateur. Ce circuit Intégré de l'écurie Burr-Brown offre des performances très intéressantes :

- alimentation unique de 2,7V à 5V
- quatre entrées single-ended ou deux entrées différentielles
- résolution 12 bits ou 8 bits
- fréquence de conversion max. 200 kHz
- mode power-down

L'interface sérielle peut être ramenée à trois fils dans le cas le plus économe. Ici, nous en utiliserons quatre, afin de piloter la ligne Chip Select du composant. Le conver-

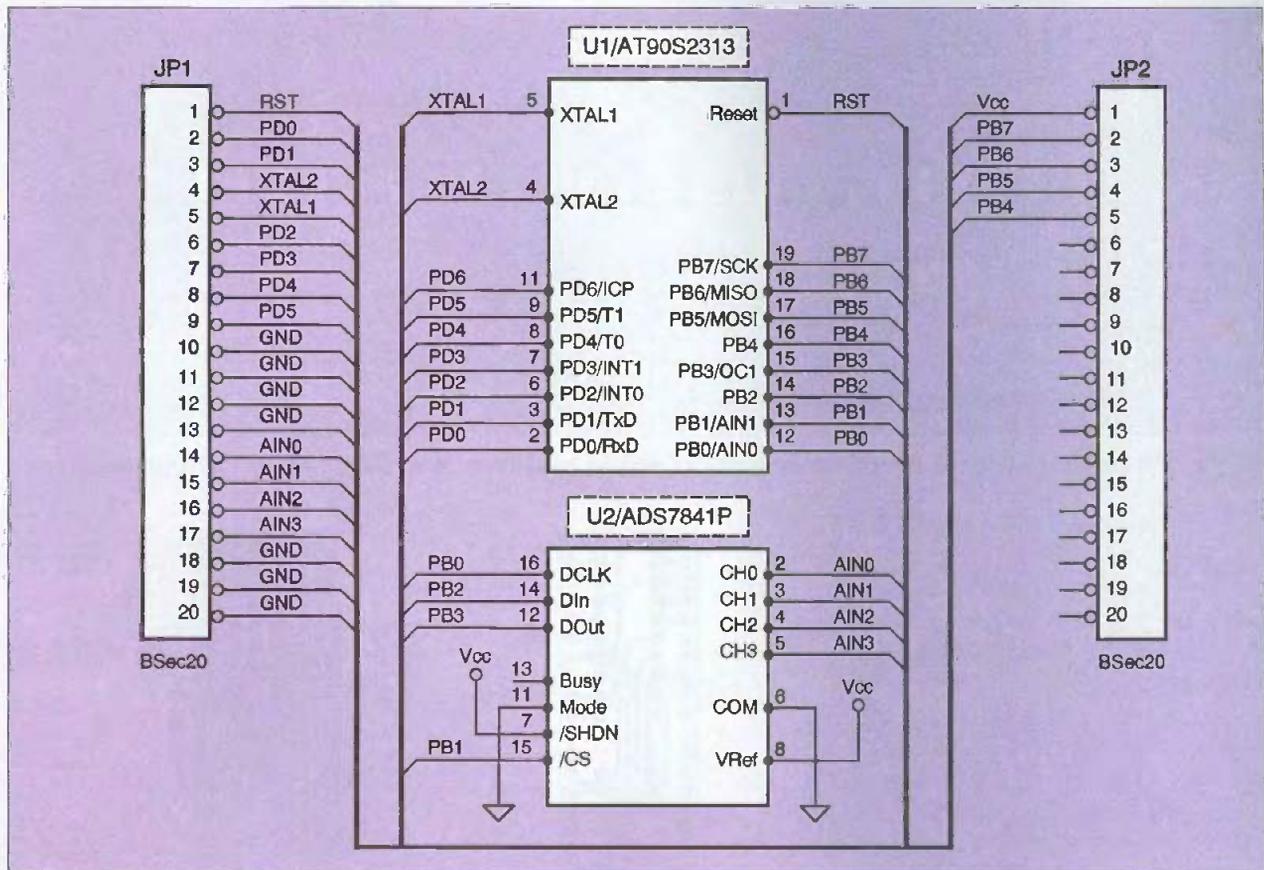
tisseur analogique/numérique est à approximations successives, dont l'horloge est donnée par la ligne DCLK. La durée de la conversion dépend donc de la fréquence d'exécution du code microcontrôleur.

Une partie de la configuration du convertisseur est fixée par les lignes /SHDN et MODE. Ainsi le circuit est toujours actif (mise à part la sélection par /CS) et forcé en mode 12 bits.

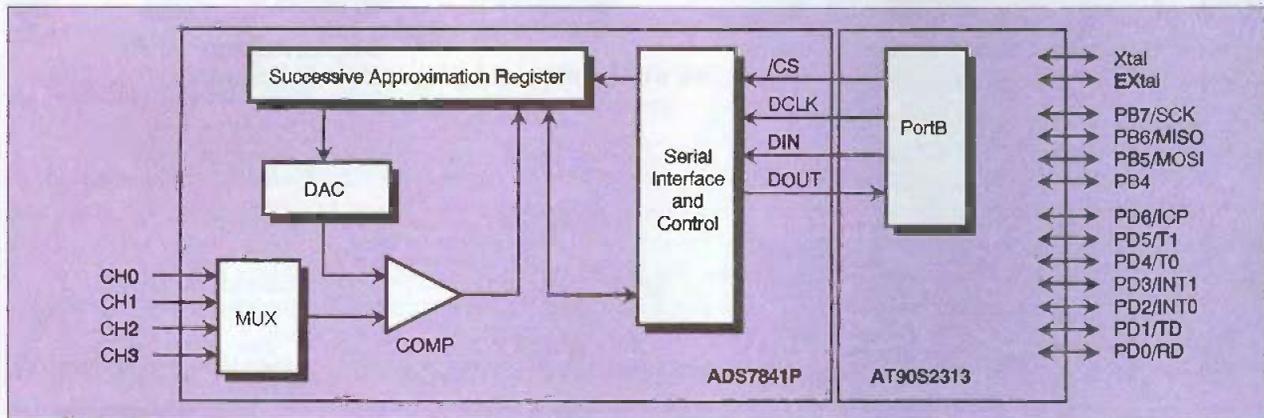
Le pilotage de U2 se fait grâce aux lignes PBO à PB3. On perd, de ce fait, les deux entrées du comparateur analogique, une ligne simple et la sortie du Timer. Il reste 10 entrées/sorties disponibles : PD0 à PD6 (partagées avec les Timers / Interruptions

## Le convertisseur est configuré par le code envoyé sur DIN :

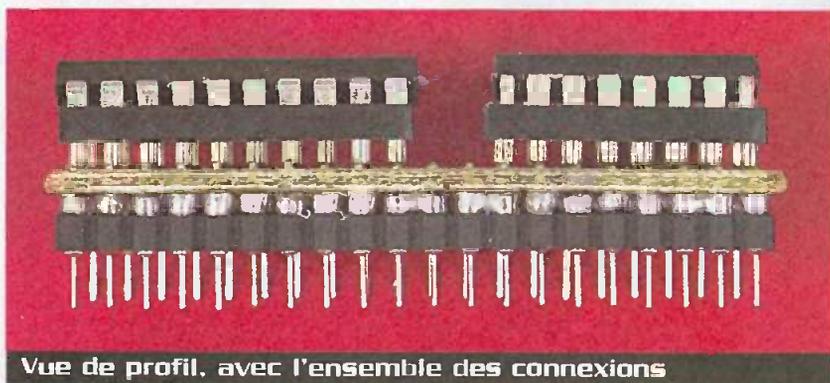
S	Start bit
A2, A1, A0	Voie à acquérir
MODE	Conversion sur 12 ou 8 bits (forcé à 12 bits par la ligne MODE)
SD	Single Ended ou Différentiel
PD1, PD0	Sélection du mode power down



**1** Schéma de principe de l'extension



**2** Schéma-bloc de l'extension complète

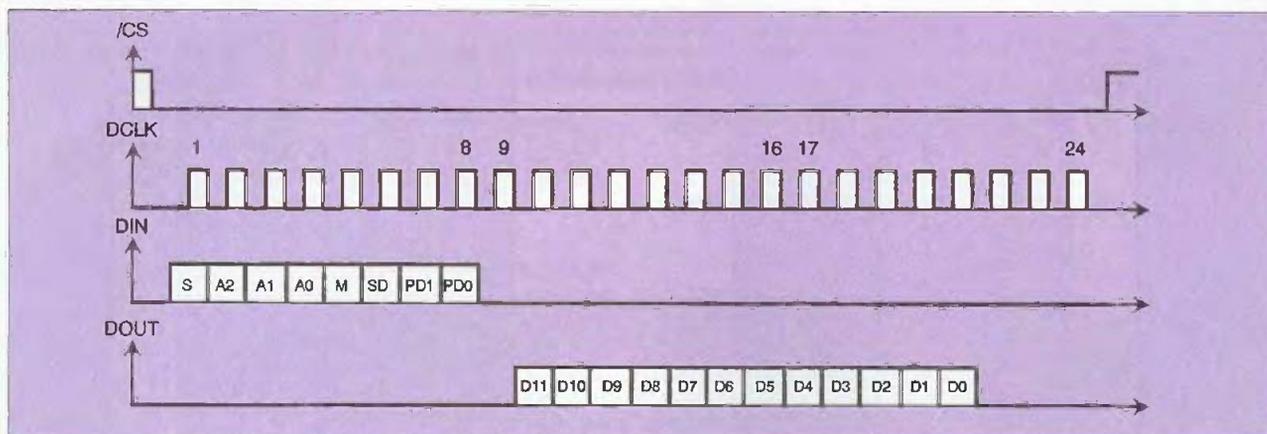


**Nomenclature**

U1 : AT90S2313-10PI + support DIL20

U2 : ADS7841P + support DIL16

JP1, JP2 : barrettes sécables mâle/mâle



**3** Chronogramme de communication entre le microcontrôleur et le convertisseur

externes / UART), PB4 à PB7 (partagées avec l'interface ISP).

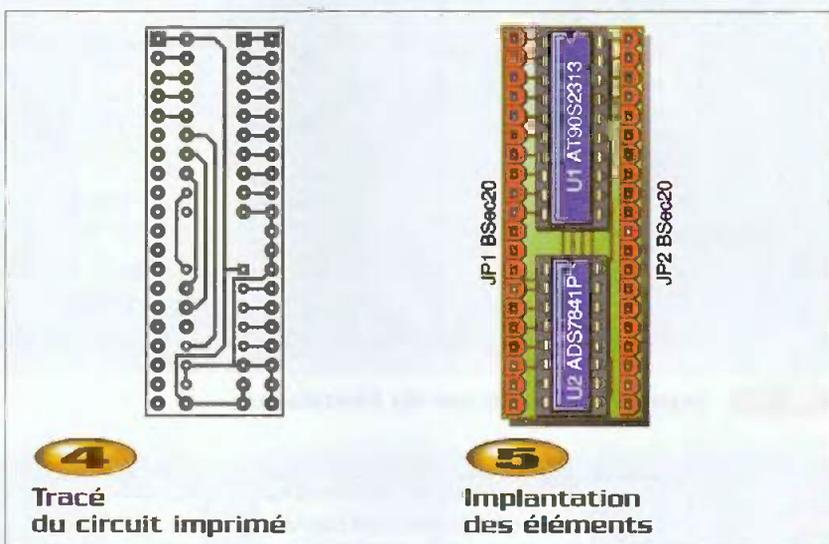
On retrouvera évidemment les quatre entrées analogiques Ain0 à Ain3, la broche /RESET, VCC et GND pour l'alimentation +5V.

La fabrication de la carte est simple : on utilisera un circuit imprimé simple face : les supports DIL ne sont pas obligatoires, vu que l'interface de programmation ISP reste disponible.

Les deux barrettes sécables seront soudées côté cuivre (attention à prendre un modèle qui permette aisément de réaliser ces soudures). Lors de l'intégration de ce module sur l'application finale, on réservera la place pour une empreinte de type DIP40.

Le quartz sera choisi en fonction des timings à respecter et de l'utilisation éventuelle de l'UART. Deux condensateurs de découplage seront nécessaires, directement à côté du module : le premier de 10 µF/16V et le second de 100 nF.

Le programme fourni avec cet article



**4** Tracé du circuit imprimé

**5** Implantation des éléments

permet de faire l'acquisition des quatre entrées analogiques, puis d'envoyer les résultats de mesure sur l'UART. Si l'on veut recevoir ces informations sur un PC, il faudra tout de même interfacier l'UART avec un MAX232. Pour cet exemple, le quartz sera de 7,3728 MHz.

Le code source est commenté et facilement intégrable dans une application future. On peut, bien entendu, adapter ce convertisseur analogique/numérique aux autres modèles AVR, AT90S8515 et ATMEGA.

N. REUTER



**L'interface parallèle du PC**

L'interface parallèle du PC décrit la constitution des différents ports parallèles (ou ports imprimante) qui équipent les ordinateurs de type PC, et propose la réalisation de plusieurs interfaces. Ces dernières permettent la commande de divers processus, du plus simple au plus complexe :

- commandes de réseaux ferroviaires miniatures ;
- commande de rotation de moteurs électriques ;
- commande de l'alimentation de circuits divers par relais électromagnétiques ou par transistors ;
- commande de processus en fonction d'événements extérieurs par cartes d'entrées/sorties.

Une large place est consacrée aux convertisseurs analogique/numérique et numérique/analogique. Leur fonctionnement y est détaillé et plusieurs montages permettent de les utiliser. On pourra ainsi réaliser divers systèmes de mesure et de commande de moteurs. Tous les montages proposés peuvent également fonctionner avec un PC " d'ancienne génération ", pour peu qu'il soit équipé d'un port parallèle bidirectionnel.

P. OGUC/ETSF