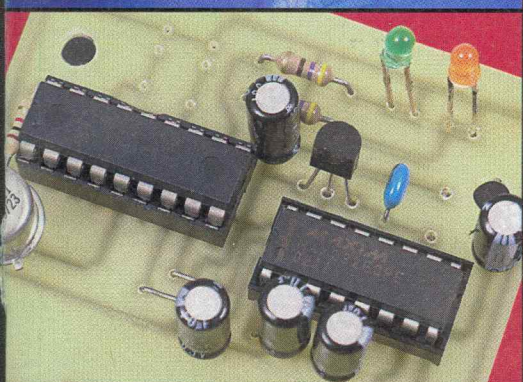
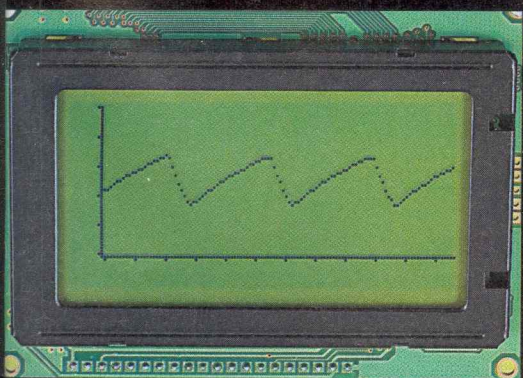


CARTE TEST MULTIFONCTIONS

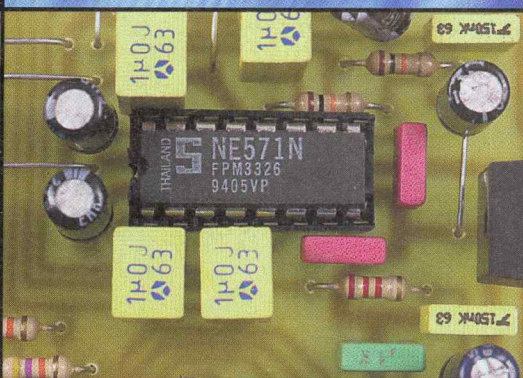
*Simuler
l'état des capteurs
ou le déroulement
d'une fonction*



Anti foudre pour modem RTC



Afficheur graphique



Unité de réverbération numérique

RETROUVEZ AUSSI :

- ↳ Interrupteur à détection de courant
- ↳ Télécommande IR auto-programmable

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 - 281 - F - 4,50 €



SOMMAIRE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

Fondateur : Jean-Pierre VENTILLARD

N° 281 - MARS 2004

TRANSOCEANIC

S.A.S. au capital de 40 000 €

Président : Patrick VERCHER

2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS

Tél. : 01.44.84.88.26 - Fax : 01.44.84.98.18

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

Avec la participation de : J.F. Bernard, M. Bekkar, H. Cadinot, G. Durand, G. Isabel, B. Lebrun, Y. Leidwanger, V. Le Mieux, J.P. Mandon, Y. Mergy, P. Morin, P. Oguic, O. Viacara.

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

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, communiquez avec Express Mag :

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

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

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

Télécopie : (514) 374-9684.

Le tarif d'abonnement annuel pour les USA est de 49 \$US et de 68 \$cad 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 MARS 2004

Copyright © 2004 - TRANSOCEANIC

« Ce numéro
a été tiré
à 45 500
exemplaires »

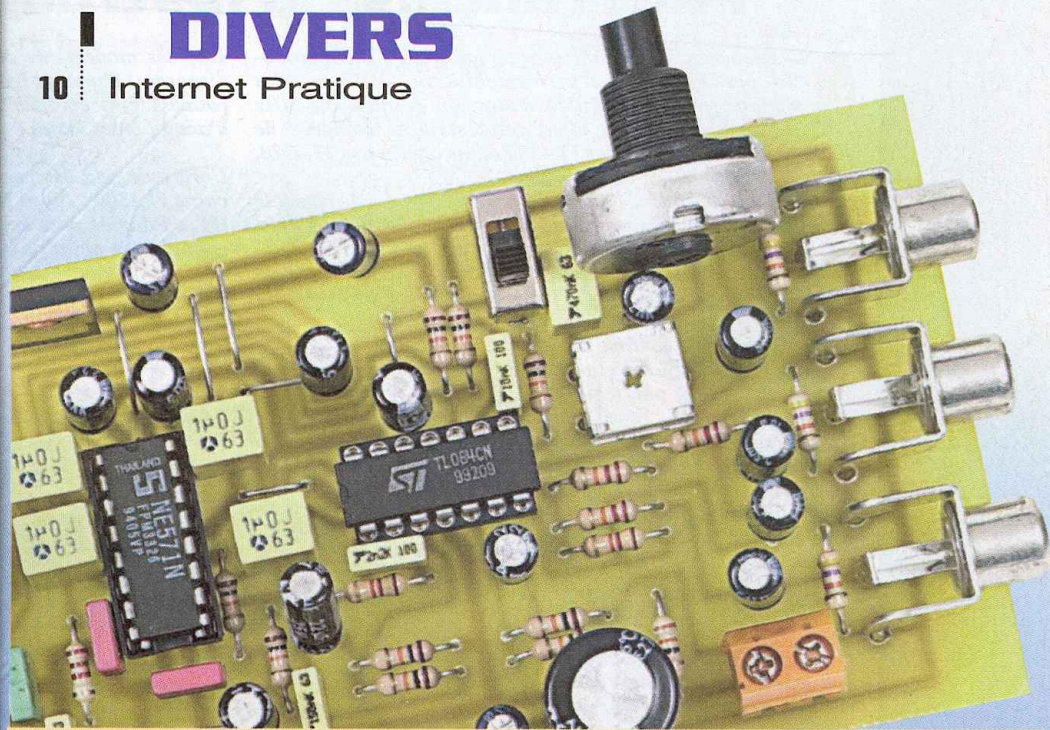
Réalisez vous-même

- 12 Analyseur de signal radiocommandé
- 16 Interrupteur 4 voies
- 20 Créez votre spectacle de magie
- 28 Télécommande IR auto-programmable
- 36 Carte test multifonctions
- 42 Psychromètre électronique
- 48 Module de réverbération numérique
- 54 Système antifoudre
- 58 Visualition du pouls
- 66 Afficheur graphique
- 72 Platine universelle PIC Basic
- 78 Antivol pour micro-ordinateur
- 84 Interruption à détection de courant

04 Infos OPPORTUNITÉS

DIVERS

- 10 Internet Pratique



À NOS ABONNÉS :

Afin de pallier l'absence d'*Electronique Pratique* en février 2004, nous vous informons que nous éditerons des numéros distincts en mai et juin 2004. Le nombre de numéros servis restera ainsi identique (9 numéros).

**LE PROCHAIN NUMÉRO D'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE
SERA EN KIOSQUE LE 6 AVRIL**

Centrale d'alarme radio "SF20"

Très compact et totalement sans fil (aucun raccord au secteur n'est nécessaire), la centrale d'alarme nouvelle génération "SF-20" proposée par la société Lextronic est capable de gérer jusqu'à 20 zones différentes. Elle se distingue par ses nombreuses possibilités de configuration ainsi que par son très large choix de périphériques radio optionnels "sans-fil": radar infrarouge standard, radar infrarouge "spécial animaux" (permettant à vos animaux de compagnie de rester dans le local tout en maintenant la surveillance vis-à-vis des intrus), détecteur de fuite d'eau, clavier codé déporté, sirène intérieure, sirène extérieure avec flash, transmetteur téléphonique avec

utilisateurs en "clair". Ce dernier facilite également la mise en œuvre et la programmation du système : sélection des tempos d'entrée, de sortie, d'alarme, du type des zones (Instantanée/Route d'entrée/Partiel/Temporisée/Temporisée en mode partiel/Feu/ 24H), de cinq types de codes d'accès (utilisateur, installateur, femme de ménage, temporaire...), etc. Le boîtier principal dispose d'un clavier en façade ainsi que d'une sirène interne. Un système très sophistiqué permet la détection des tentatives de brouillage radio (anti-jamming) et de l'usu- re des piles de tous les périphériques (l'autonomie de ces derniers est de l'ordre de un à deux ans avec des piles alcalines). Le système



"SF20" est livré sous la forme d'un pack de base comprenant la centrale, un radar infrarouge radio "standard", un détecteur d'ouverture radio, une télécommande radio quatre fonctions (marche/arrêt/partiel/panique). L'ensemble est commercialisé à un prix de lancement de 399 euros TTC. Les différents périphériques et accessoires optionnels peuvent être ajoutés au détail suivant les besoins de

fonction interphonie, médaillon d'urgence, etc...

La centrale dispose d'un afficheur LCD permettant de mémoriser le nom des zones et des

l'utilisateur.

Disponible chez : Lextronic
Tél. : 01.45.76.83.88

www.lextronic.fr

Générateurs de fonctions : Série FI 4000 Par Française d'Instrumentation

Les générateurs de fonctions de la série FI 4000, proposés par Française d'Instrumentation, délivrent des signaux avec une faible distorsion jusqu'à 10 MHz (selon modèles). En effet, cette série se compose de quatre modèles que sont les FI 4300 (sans afficheur), FI 4320, FI 4520 et FI 4920.

Ils proposent des formes d'ondes variées telles que le sinus, le triangle, le carré, la rampe, mais également les impulsions, les sorties TTL et CMOS. Ces générateurs de fonctions intègrent un atténuateur variable 2 x - 20dB, un inverseur de sélection du compteur pour le signal interne ou externe (sauf FI 4300), un contrôle de la tension de décalage (offset), le contrôle du rapport cyclique ou encore la modulation du signal de sortie par entrée VCF (signaux externes).

Par ailleurs, chacun des produits de la série possède des caractéristiques spécifiques. Ainsi les FI 4520 et FI 4920 incluent un nouveau dispositif de balayage linéaire ou logarithmique ajustable. De plus, les modèles FI 4320, FI 4520 et FI 4920 sont dotés d'un compteur/fréquence- mètre 6 digits intégré. Ils permettent un réglage précis de la valeur générée, mais aussi la mesure de signaux externes jusqu'à 150 MHz. Le FI 4520 offre des fonctions de modulation AM/FM évoluées par signal externe ainsi qu'une sortie du signal de commande en fréquence (sortie GCY).

Tous les modèles de cette série sont simples d'utilisation et disposent d'une poignée ergonomique multi-positions. Ils peuvent être équipés en option de cordons de sécurité ou d'adaptateurs isolés.

L'ordre de prix des premiers modèles de la série sont les suivants FI 4300 : 304 € HT, FI 4320 : 407 € HT, FI 4520 : 747 € HT... Pour de plus amples informations sur les matériels et connaître le point de vente le plus proche de chez vous :

Contactez Française d'Instrumentation/Distrame S.A. :
tel. : 03 25 71 28 93



www.distrame.fr

Avec TECHNIBOX, mettez vos idées en boîtes !

En standard ou sur mesure !
TECHNIBOX est une société spécialisée dans la réalisation de pièces et coffrets plastiques sur mesure sans frais de moules, adaptés aux petites et grandes séries.

Sa technologie basée sur l'usinage de plaques plastiques, le pliage à chaud et le collage, lui permet de réaliser à votre convenance, l'enveloppe plastique de votre électronique.

Du design à la série en passant par un prototype de validation, elle vous offre la possibilité de personnaliser vos produits sans amortissement d'outillage.

Par ailleurs, elle dispose d'un catalogue de boîtiers et coffrets plastiques standard (anciennement coffrets TEKOPAR Franclair Electronique) qui comprend près de 3000 références reprenant les formats les plus usités.

Un catalogue (CD-Rom) est disponible sur simple demande par téléphone : 02 48 73 49 39 ou sur Internet :



www.technibox.fr

ALIMENTEZ VOTRE ELECTRONIQUE à L'ENERGIE SOLAIRE

GENERATEUR SOLAIRE, MODELE "COFFRET"
Référence : SOL8
Ce chargeur solaire 13W se présente en valisette, ce qui lui confère un mode d'utilisation et de transport pratique.

Ses applications multiples, destinées aux activités de plein air, permettront la recharge d'appareillages électroniques alimentés en 12V en mode autonome. Les adeptes de camping-cars, bateaux, outillages electro-portatif sur site pour maintenance, systèmes GPS, ordinateurs portables et autres résoudront à jamais leur problème d'énergie.

Caractéristiques techniques :

- indicateur de charge clignotant, connecteurs démontables pour plusieurs applications (fiche allume cigare, pinces crocodiles batterie auto)

Spécifications : puissance: 13W max., tension de travail : 14 V, courant de travail: 750 mA, dimensions : 510 x 375 x 40 mm, poids : 4.4 kg

REGULATEUR DE TENSION CC POUR ENERGIE SOLAIRE

Référence : SOL4UCN2

Ce module de contrôle professionnel protège le panneau et l'accu de charge solaire contre une tension trop basse et/ou une surcharge.

Il s'utilise pour diverses applications d'éclairage, caméra de surveillance, enregistreur, chargeur, etc.

Son installation et son mode opérationnel sont très simples

Spécifications :

tension de sortie CC: 13.0V ± 10%

tension de sorte CC : 4A max.

tension d'entrée optimale (pile) : 13.5V ± 10%

protection contre la décharge : <= 10.5V

protection contre la surcharge : >= 15V

panneau solaire

courant de travail : <= 5A

tension couverte : 21 ~ 24V

type d'accu recommandé : 12V / 10 ~ 40Ah pile scellé plomb-acide

température de travail : -10°C ~ +42°C, humidité : <= 80%

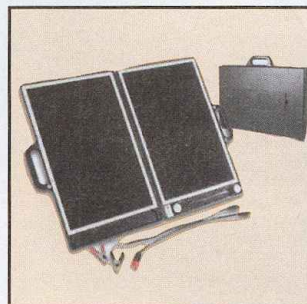
dimensions : 120 x 80 x 22 mm

Informations additionnelles :

Fusible rapide

5 x 20mm, 5A/250V (réf: FF5N)

Ces appareillages sont disponibles dans le réseau de distribution de VELLEMAN Electronique - Tel : 03 20 15 86 15



www.velleman.fr

Le dernier catalogue ARQUIE Composants est disponible.

La société Arquié Composants, spécialiste de la vente par correspondance de matériels et composants électroniques, nous communique la sortie de son catalogue N°58 (valable jusqu'à septembre 2004). Ce document de 53 pages couleurs référence l'ensemble des principales familles de produits électroniques agrémentées de leur descriptif détaillé. La version papier, disponible gratuitement pour la France métropolitaine, sera expédiée contre 3 € de participation aux frais de port, pour les passionnés résidant dans les DOM-TOM et à l'étranger. A noter qu'une version complète de celui-ci, au format PDF, est disponible et téléchargeable avec accès libre sur le site www.arquie.fr. Pour plus d'informations sur son contenu, ARQUIE Composants tél : 05 63 64 46 91.



NOUVEAUTES WIFI chez INFRACOM

Ce spécialiste en Emission/Réception nous propose ce mois-ci quelques appareillage, outillage et accessoire particulièrement adaptés aux utilisateurs de la technologie WIFI.

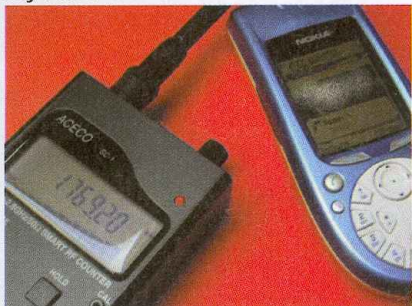
Réf : SC-1 Fréquencemètres analogique/numérique fonctionnent avec les modules WIFI, téléphones GSM, portables DECT, télécommandes de voitures, etc. Ce véritable appareil de mesure portable, permet d'indiquer la fréquence exacte d'émission de ces matériels, jusqu'à 2,8 GHz est doté également de la fonction Hold.

Réf : Aircom Pack Ce pack de câblage complet permet de connecter une antenne à un réseau WIFI. Il est composé d'une bobine de 25 mètre de câble coaxial, d'une pince à sertir (Aircom+ compatible RG8, 11, 174, 179, 213) de connecteurs et d'une gaine de protection thermo-rétractable.

Réf : Antglass24 Antenne de pare-brise, 2400/2500 MHz, rayonnement omni avec 2 lobes privilégiés, gain 2,14 dBi, connecteur SMA mâle, fixation par adhésif (fourni).

Pour de plus amples renseignements, consultez le site <http://online.infracom.fr>
Ou par téléphone au 02 40 45 67 67.

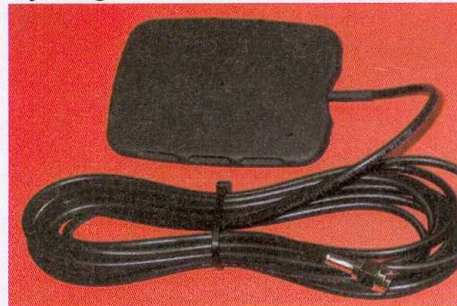
Réf: SC-1



Réf: Aircom Pack



Réf: Antglass24



Nouveau logiciel "e-Catalogue Pro®" version 3. La création automatique !

D'un simple clic de souris, Créez et Publiez facilement vos Catalogues et Fiches produits.

La Création :

Importez ou saisissez vos données, insérez vos images, et votre catalogue est prêt. Vous disposez ainsi d'une base de produits pour sélectionner, rechercher, imprimer et visualiser vos catalogues ou vos fiches produits.

La Publication :

D'un simple clic, publiez vos catalogues et fiches produits sur votre site Internet. Imprimez ou distribuez-les aux formats HTML, PDF et XML ou sur CD-ROM.

Le Web :

Transférez vos catalogues et fiches produits par e-mail, ou téléchargez-les vers votre site Internet.

Générez directement votre site Vitrine ou e-commerce. Préparez vos bases de données pour votre site e-commerce.

Les Outils intégrés :

Import de vos données à partir de Excel ou d'un Texte. Export de vos catalogues et fiches produits vers Word et Excel, ou aux formats XML, HTML, PDF et Texte structuré. Gérer vos mises à jour. Prospector ou vendre à distance avec des outils intégrés : un bon de commande électronique, un carnet d'adresses et une messagerie pour un contact rapide.

Accessible à tous les professionnels
TPE - PE - PME

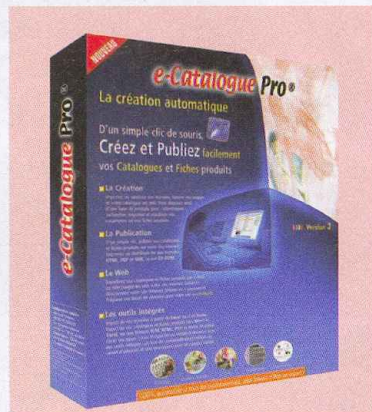
Nouvelle Version 3

Existe en 4 versions : V3 Monoposte, V3 Réseau 5 postes + serveur, V3 Reader, V3 Personnalisée. Prix : à partir de 249 € HT version monoposte

Pour de plus amples informations, contactez :

TCOM press Tél.: 0134042460

Fax : 0134042818 Site Internet : www.tcompress.com



Tout le monde connaît les Amplificateurs Opérationnels (AOP). Cependant quelques rappels ne font jamais de mal. Les quelques sites que nous avons sélectionnés pour vous ce mois-ci auront tôt fait de vous rafraîchir la mémoire sur le sujet. Nos jeunes lecteurs trouveront également des explications claires qui les aideront, si nécessaire, à aborder la question pour la première fois.

internet PR@TIQUE

Le premier site que nous vous invitons à visiter se situe à l'adresse : <http://courelectr.free.fr/AOP/AOP.HTM>. Il s'agit d'un site extrêmement complet qui reprend toutes les bases du fonctionnement des amplificateurs opérationnels. Toutes les notions essentielles sont présentées simplement et avec clarté (impédance d'entrée, tension de saturation, tension d'offset, etc...) C'est un site dont nous recommandons vivement la lecture à nos jeunes lecteurs.

<http://courelectr.free.fr/AOP/AOP.HTM> **1**

L'amplificateur opérationnel

INTRODUCTION
L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL PARFAIT

A. PRÉCISE
B. CARACTÉRISTIQUES
C. FONCTIONNEMENT POUR DIFFÉRENTS BOUCLÉS

MONTAGES DE BASE À AOP.

A. AMPLIFICATION

1. Amplificateur inverseur
 • Calculer la tension de sortie
 • Calculer la puissance des résistances

2. Caractérisation à des fréquences plus élevées
 3. Amplificateur non inverseur
 4. Montage suiveur

B. MONTAGES OPÉRATIONNELS

1. Additionneur inverseur
 2. Montage soustracteur (différentiel)
 3. Montage intégrateur
 4. Montage dérivateur
 5. Montage logarithmique
 6. Montage exponentiel

C. FILTRAGE

2. Montage soustracteur (différentiel).
Ce montage permet d'amplifier la différence de deux signaux. C'est un montage de base très important en mesure.

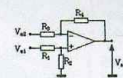


Fig. 12. Amplificateur différentiel

Pour calculer le gain en tension de cet étage, on va faire appel à la formule du pont diviseur et au théorème de superposition. Le lien va encore être l'équation

$$V_o = V_i \quad [29]$$

La tension sur l'entrée non inverseuse est :

$$V_o = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad [30]$$

La formule de pont diviseur est ici appliquée sans approximation, car l'impédance d'entrée de l'AOP est infinie.

Le calcul de la tension sur l'entrée inverseuse se fait en deux temps, et avec l'aide du théorème de superposition :

$$V_o = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{in} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad [31]$$

Des équations [29], [30] et [31], on tire :

$$V_o \frac{R_1 + R_2}{R_2} = V_{in} \frac{R_1 + R_2}{R_2} + V_{in} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \quad [32]$$

La formule générale de la tension de sortie de ce montage est donc :

$$V_o = \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_4}{R_3}} V_{in} \quad [33]$$

Tel quel, ce montage n'est pas un amplificateur différentiel, il faut imposer des conditions sur les résistances. Si on pose

Ce site intéressera également les lecteurs avertis par ses chapitres sur le fonctionnement interne des AOP (voir la vue d'écran n° 2), les systèmes bouclés et les critères de stabilité.

<http://www.iut-bethune.univ-artois.fr/~tredez/doc/aopch1/aopch1-3.htm> **3**

L'amplificateur opérationnel

INTRODUCTION
L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL PARFAIT

A. PRÉCISE
B. CARACTÉRISTIQUES
C. FONCTIONNEMENT POUR DIFFÉRENTS BOUCLÉS

MONTAGES DE BASE À AOP.

A. AMPLIFICATION

1. Amplificateur inverseur
 • Calculer la tension de sortie
 • Calculer la puissance des résistances

2. Caractérisation à des fréquences plus élevées
 3. Amplificateur non inverseur
 4. Montage suiveur

B. MONTAGES OPÉRATIONNELS

1. Additionneur inverseur
 2. Montage soustracteur (différentiel)
 3. Montage intégrateur
 4. Montage dérivateur
 5. Montage logarithmique
 6. Montage exponentiel

C. FILTRAGE

Sur le schéma de la figure 20, nous avons représenté les deux alimentations V_{cc} (positive) et V_{ee} (négative), les deux entrées V_1 et V_2 , et la sortie V_o de l'amplificateur.

L'amp est constitué de trois étages :

- un étage d'entrée différentiel (T_1 et T_2), avec sa charge d'émission (source de courant I_E) et ses charges de collecteurs (marc de courant T_3 et T_4)
- un étage de gain formé de T_5 et de sa charge active I_C
- un étage de sortie push pull constitué par les transistors T_6 et T_7 polarisés par les diodes D_1 et D_2

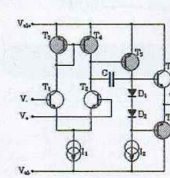


Fig. 20. Schéma de principe d'un amplificateur

• Étage différentiel :

Ce stage est représenté ici en un étage différentiel classique : deux transistors montés dans une configuration de type émetteur commun (entrée sur la base, sortie sur le collecteur) avec les deux émetteurs reliés à une source de courant. Cette source I_E doit être la plus proche possible de l'idéal, car la valeur de sa résistance interne détermine le taux de réjection du mode commun.

Les charges de collecteur ne sont pas des résistances, mais des charges actives, constituées des transistors T_3 et T_4 montés en miroir de courant : le transistor T_3 est utilisé en diode (le collecteur est relié à la base), et détermine le potentiel de base de T_4 , donc son courant de collecteur. Sur le circuit idéal, on peut considérer T_3 et T_4 de manière à ce qu'ils aient les mêmes caractéristiques de gain, V_{ce} (idem pour T_1 et T_2), le courant dans la branche T_3/T_4 sera le même que celui de la branche T_1/T_2 .

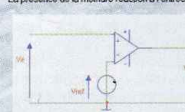
<http://courelectr.free.fr/AOP/COURS.HTM#F28> **2**

Régimes de fonctionnement d'un amplificateur opérationnel

1. Fonctionnement sans réaction.
La présence de la moindre réaction à l'entrée entraîne l'amplificateur opérationnel en saturation. Le fonctionnement n'est jamais linéaire, on obtient un comparateur.

Par exemple, si la tension d'entrée est appliquée sur l'entrée non inverseuse, il faut appliquer une tension dite de référence sur l'autre entrée, c'est à dire sur l'entrée inverseuse.

On obtient alors le montage suivant :



Le fonctionnement du montage est donc évident

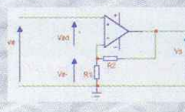
$$\text{Si } V_2 > V_{ref} \text{ alors } V_{out} > 0 \text{ ce qui entraîne } V_1 = V_{sat}^+$$

$$\text{Si non } V_2 < V_{ref} \text{ alors } V_{out} < 0 \text{ ce qui entraîne } V_1 = V_{sat}^-$$

Ce type de montage ne fonctionne donc qu'en commutation

Pour pouvoir fonctionner en régime linéaire, il est nécessaire qu'il y ait une réaction de la sortie sur une des entrées.


2. Fonctionnement avec une réaction négative.



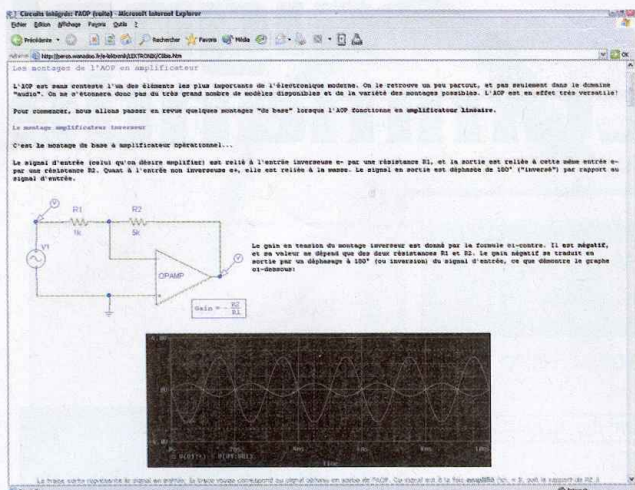
$$V_o = V_{in} + V_{div}$$

$$V_o = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_o$$

on en déduit $V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{in} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{in}$ ce qui correspond à une équation de droite de pente négative **Pente négative ↔ Réaction négative.**



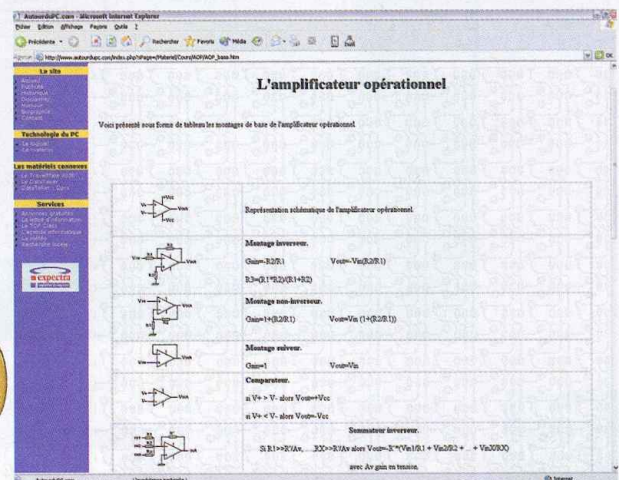
Le site que nous vous invitons à visiter ensuite reprend en partie les explications sur les systèmes bouclés que nous venons d'évoquer. Ce site parle de réaction négative ou positive, ce qui correspond à deux cas de figure des systèmes bouclés. Vous pouvez accéder à ce site à partir de l'adresse suivante : <http://www.iut-bethune.univ-artois.fr/~tredez/doc/aopch1/aopch1-3.html>.



La page suivante à visiter, qui se situe à l'adresse http://www.autourdupc.com/index.php?sPage=/Materiel/Cours/AOP/AOP_base.htm, est une collection des montages à amplificateurs opérationnels les plus simples avec le rappel de la fonction correspondante. Cette page peut donc constituer un petit 'pense bête' fort utile.

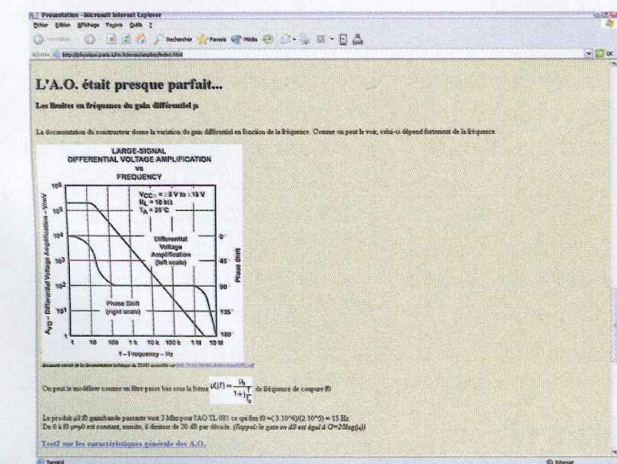
http://www.autourdupc.com/index.php?sPage=/Materiel/Cours/AOP/AOP_base.htm

4 <http://perso.wanadoo.fr/e-lektronik/LEKTRONIK/C8bis.htm>



Enfin, le dernier site que nous vous présentons aujourd'hui dans cette rubrique se situe à l'adresse <http://physique.paris.iufm.fr/exao/amplioip/index.html>. En plus d'un petit rappel sur les bases du fonctionnement des AOP ce site nous a séduit par les QUIZ en ligne qu'il propose sur ce sujet. Un bon moyen de contrôler ses connaissances tout en s'amusant !

<http://physique.paris.iufm.fr/exao/amplioip/index.html>



P. MORIN

Bien entendu, les sites Internet qui traitent du sujet des amplificateurs opérationnels sont légions et nous ne pouvons pas tous les citer dans ces pages. Vous trouverez quelques liens supplémentaires dans l'annexe qui vous renvoie sur des sites qui ont retenu notre attention lorsque nous avons effectué nos recherches sur ce sujet. Nous vous souhaitons une agréable découverte des sites proposés et nous vous donnons rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes grâce à l'Internet.

- <http://www.iut-bethune.univ-artois.fr/~tredez/doc/aopch1/aopch1-3.htm>
- <http://perso.wanadoo.fr/e-lektronik/LEKTRONIK/C8bis.htm>
- <http://courelectr.free.fr/AOP/AOP.HTM>
- <http://courelectr.free.fr/AOP/COURS.HTM#F28>
- http://www.autourdupc.com/index.php?sPage=/Materiel/Cours/AOP/AOP_base.htm
- <http://physique.paris.iufm.fr/exao/amplioip/index.html>
- <http://courelectr.free.fr/EXOS/TMIX/MEL.HTM>
- <http://www.iut-bethune.univ-artois.fr/~tredez/doc/aopch1/aopch1.html>
- <http://mathprof.ifrance.com/mathprof/bpind/cours2/bpphy20.htm>
- http://pierre-jean06.chez.tiscali.fr/site_sur_ao/index2.htm
- <http://www.ifrance.com/scientix/methodixphi/transfert.htm>
- http://physique-appliquee.net/phyapp/amplification/fiche_aop_formules.pdf
- http://perso.wanadoo.fr/michel.hubin/physique/elec/chap_aop2.htm

T1

Liste des liens de ce dossier

mesures

Analyseur de signal radiocommandé



Ce générateur de signal, basé autour du microcontrôleur MICROCHIP PIC 16F628, va vous permettre de mesurer à la μ s près le temps d'un signal R/C PPM. Il peut aussi être utilisé pour vérifier la portée d'un émetteur en allumant une diode LED rouge dès que le signal comporte une erreur.

Le fichier de programmation du PIC, le fichier de dessin du circuit imprimé ainsi que celui de dessin de la face avant sont téléchargeables gratuitement par Internet sur le site de la revue. Vous pourrez ainsi adapter le circuit imprimé à d'autres afficheurs LED, le brochage pouvant être différent d'un modèle à l'autre.

De plus, tous les outils logiciels utilisés sont gratuits et disponibles sur Internet : schéma, dessin du circuit imprimé, programmeur PIC et assembleur à l'adresse : (<http://www.microchip.com>).

Caractéristiques

- Affichage du temps sur quatre afficheurs LED à la μ s près (coût moins élevé qu'un LCD).
- Du fait de l'utilisation d'afficheurs LED, nécessité est de prendre des afficheurs haute luminosité pour une utilisation à l'extérieur.
- Une LED rouge s'allume quand un signal mauvais est détecté après réception d'au moins une trame bonne : le montage vérifie que le temps du créneau est compris entre 0,500 ms et 2,500 ms, et que la trame fait au moins 10 ms et au maximum

32 ms. La précision est de +/- un digit.

- Visualisation du nombre d'erreurs nouvelles qui suivent des trames valides en appuyant sur une touche. Si celle-ci est appuyée plus de 2,5 s on aura un reset pour éteindre la LED rouge et remettre le compteur d'erreurs à 0.

- L'alimentation se fait par le récepteur avec une diode branchée en série qui rend tout mauvais branchement impossible.

- Consommation : environ 100mA.

- Prix de revient : environ 20 euros.

Schéma (figure 1)

On utilise pour le schéma et le dessin du circuit imprimé deux logiciels français : SDS pour saisie du schéma électronique et TCI pour tracé du circuit imprimé. Ils ont été conçus par M. URBANI et sont disponibles gratuitement sur son site Internet ici : <http://b.urbani.free.fr/>

Ces deux logiciels sont très simples à utiliser et les résultats excellents. On ne peut que vous inciter à les utiliser. Le seul petit inconvénient de TCI est que les pastilles ont une croix de centrage.

Le signal PPM arrive sur la base du

transistor T_5 via la résistance R_1 . Certains récepteurs délivrent un signal d'amplitude un peu faible, d'où l'utilité de T_5 pour adapter le niveau. Son collecteur est relié à l'entrée RBO/INT du PIC dont la résistance interne de rappel à V_{dd} est validée. Pour avoir un affichage précis, le temps de commutation de ce transistor doit être rapide, d'où le choix d'un 2N2369. L'alimentation +4,8V en provenance du récepteur arrive sur l'anode de D_1 . Cette diode va empêcher tout risque de destruction du montage, tous les récepteurs ne délivrent pas en effet les signaux de masse, +4,8V et signal sur les mêmes pins de connecteurs. Un quartz 4 MHz avec ses condensateurs C_2 et C_3 de rappel à la masse assure l'horloge. L'oscillateur interne du PIC n'aurait pas été assez précis dans cette application pour la précision de 1 μ s voulue ici.

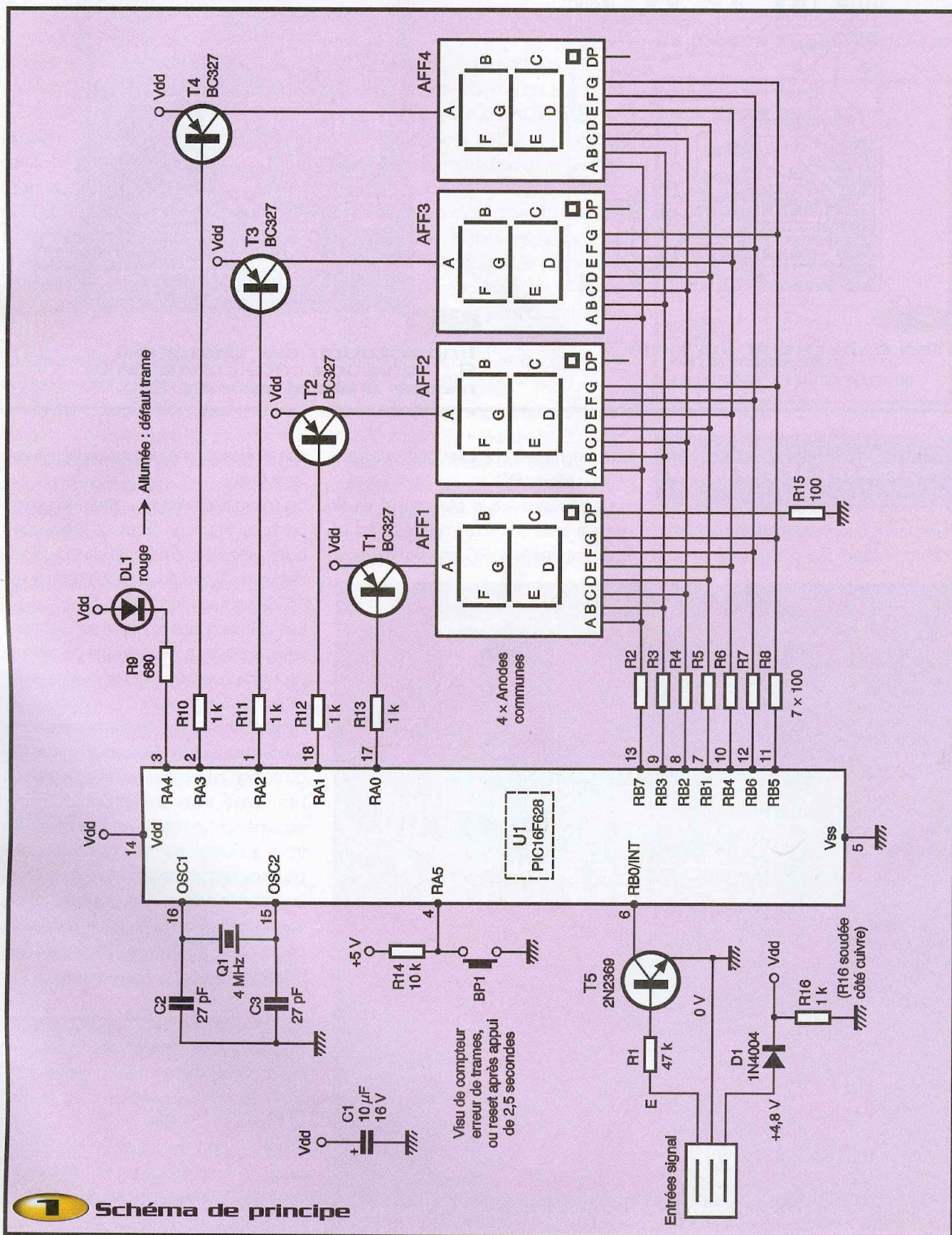
La touche BP_1 (visualisation du nombre d'erreurs et reset) avec la résistance R_{14} permettent de mettre à 0 ou à 1 l'entrée RA5 pin 4 du PIC. La diode LED rouge DL_1 qu'on choisira à haute luminosité est commandée par la sortie RA4 via R_9 . Les quatre afficheurs 7 segments LED sont multiplexés et commandés

par les transistors PNP T_1, T_2, T_3 et T_4 . Toutes les anodes de ces quatre afficheurs sont reliées entre elles et raccordées au PORT B (hormis RB0) via des résistances de 1002Ω .

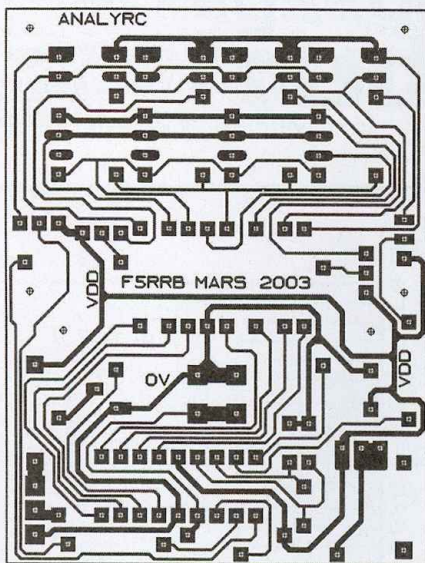
Le point séparant les millisecondes des microsecondes est assuré par R_{15} . La résistance R_{16} procure un reset correct du PIC quand on débranche puis rebranche rapidement le montage.

Réalisation (figures 2 et 3)

Un seul circuit imprimé simple face sans aucun strap. Attention au sens de gravure du circuit, les quelques textes doivent être

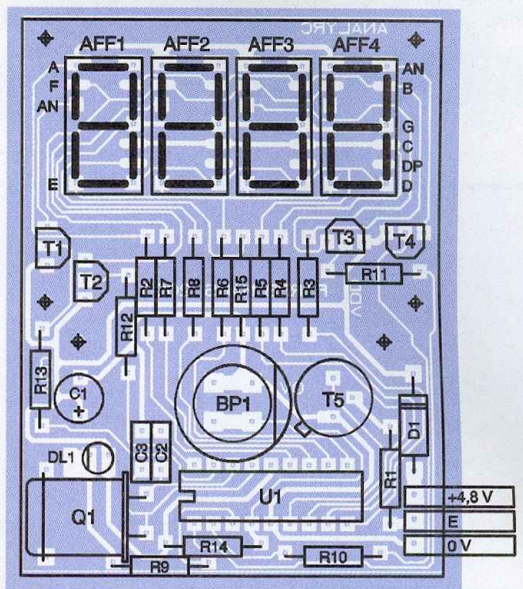


1 Schéma de principe



2

Tracé du circuit imprimé



3

Implantation des éléments.
R₁₆ se soude côté cuivre de la
masse à la cathode de D₁

lisibles côté cuivre. Pas de difficulté particulière, mais certaines pistes sont fines et on vérifiera bien l'absence de micro-coupures avant le montage des composants. Attention également au sens de montage

du condensateur chimique, des transistors et, bien sûr, du PIC.

Vous trouverez sur le site Internet de la revue le tracé du circuit imprimé, le fichier pour programmer le PIC (analyrc.hex), ainsi

que le dessin d'une planche de face avant (analyfa.tci).

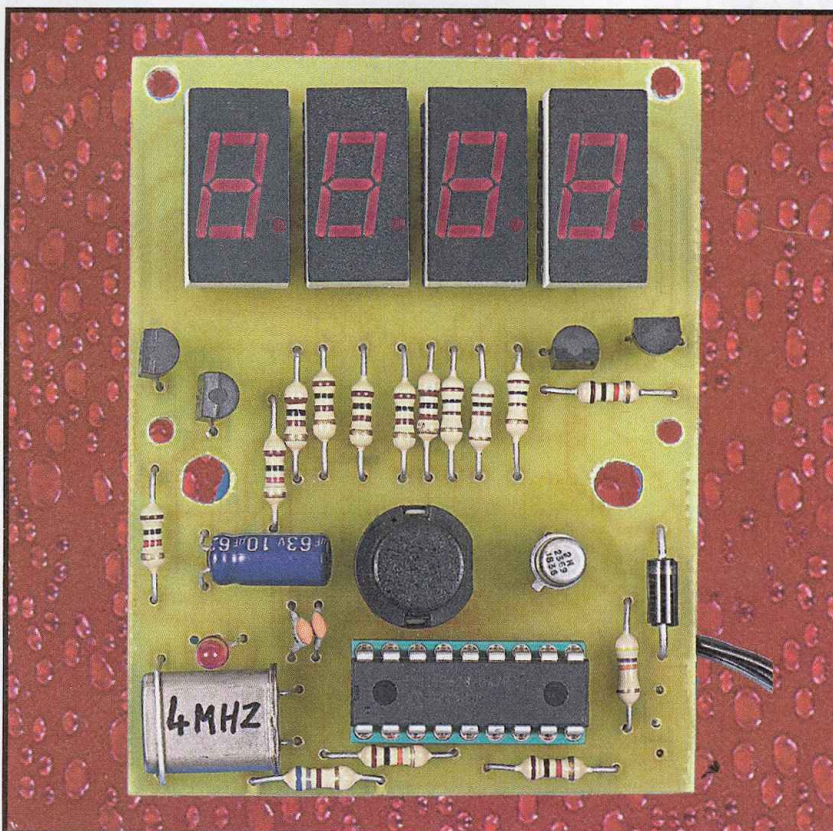
On collera à l'intérieur du coffret, aux quatre points de fixation du circuit, de petites rondelles fabriquées à base de chutes de circuit imprimé, ceci pour pallier la hauteur du 16F628 sur son support.

Les afficheurs sont montés sur des barrettes supports pour le réglage de profondeur afin de ne pas être trop éloigné de la fenêtre de la face avant.

La résistance R₁₆ et le cordon de servo sont soudés face cuivrée. Raccordez les trois fils du cordon en fonction de votre récepteur. Les quatre trous de fixation du circuit imprimé sont percés à 2mm et les deux trous traversés par les colonnettes de passage des vis de fermeture du coffret sont élargis à 4mm. Il faudra aussi couper à la pince dans le coffret les petits pivots qui gênent le montage du circuit.

Pour programmer le PIC, on peut utiliser le logiciel ICPROG. Dans la zone de configuration, cochez seulement les fusibles WDT et PWRT. Pour Oscillateur : XT et verrouillage (CP) : CP OFF.

De toute façon, avec le fichier analyrc.hex fourni, cette configuration est automatique avec ICPROG. Vous pourrez utiliser le programmeur de PIC décrit dans *Electro-*



la réalisation a fait l'objet d'un petit circuit

nique pratique N° 253 de décembre 2000/janvier 2001 pages 40 à 43 en prenant garde que sur le schéma d'implantation les régulateurs Cl_2 et Cl_3 soient inversés. De plus, il peut être nécessaire de baisser assez fortement la valeur des résistances R_1 à R_6 .

L'ensemble prend place dans un coffret vendu chez CONRAD. Découpez la fenêtre pour les afficheurs et percez les trous pour la LED rouge et le bouton-poussoir. Cette découpe et perçages peuvent être grossiers car on va ensuite coller une face avant.

Cette face avant a été réalisée avec le logiciel TCI. Vous pouvez donc la modifier au besoin en la téléchargeant (analyfa.tci) sur le site Internet de la revue. Imprimez-la sur un papier assez épais et découpez soigneusement au cutter la fenêtre des afficheurs.

Ensuite, plastifiez-la. Ainsi la découpe de la fenêtre des afficheurs va être remplacée par une fenêtre plastique transparente du plus bel effet. Il ne reste plus qu'à percer les trous de la touche BP_1 et de la LED rouge avec un emporte pièce pour obtenir un travail propre. Collez ensuite cette face avant sur le coffret.

Attention en mettant les quatre vis de fixation du circuit imprimé : les têtes de vis ne doivent pas provoquer un court-circuit sur les pistes.

Pour avoir un bon réglage de hauteur, souder la diode LED DL_1 une fois le circuit imprimé vissé.

On pratiquera un petit coup de lime pour le passage du cordon de servo, puis on refermera le coffret avec les deux vis.

Utilisation

Après la mise sous tension, si aucun signal valide n'est présent sur l'entrée, le montage affiche "bAd" mais la LED rouge n'est pas allumée (ceci au cas où on allume le récepteur avant l'émetteur). Le temps exact est

affiché dès qu'on reçoit un signal valide. Puis, dès qu'une erreur de trame apparaît, la LED rouge s'allumera et le restera jusqu'au prochain reset (en tenant BP_1 appuyé plus de 2,5 s) ou en faisant un arrêt/marche. Si l'absence de signal est continue, le montage affiche "bAd" de nouveau.

L'utilité de la LED rouge est de contrôler la portée de la radiocommande : brancher l'analyseur sur une voie libre du récepteur, émetteur allumé, et s'éloigner jusqu'à ce que la LED rouge s'allume : on est alors en limite de portée.

On peut voir le nombre d'erreurs nouvelles qui suivent des trames valides pendant qu'on appuie sur la touche BP_1 (max 9999 sinon "SuP" est affiché). En fait, le compteur d'erreurs s'incrémente quand on est juste en limite de portée et qu'on reçoit une alternance de trames valides puis mauvaises.

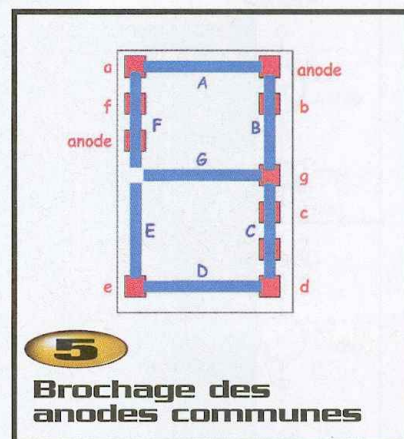
Si la touche BP_1 est appuyée plus de 2,5 s, on aura un reset pour éteindre la LED rouge et remettre le compteur d'erreurs à 0.

Les afficheurs LED sont peu visibles à l'extérieur, si nécessaire prendre des modèles haute luminosité.

A l'atelier, ce montage pourra être très utile pour vérifier le calage au neutre des différentes voies de l'émetteur ainsi que la précision de retour au neutre des manches. On peut aussi imaginer une autre application de ce montage. En effet, il est courant en aéromodélisme de penser que l'on a subi un brouillage radio quand l'avion est en l'air, mais sans en avoir la certitude. En utilisant le logiciel TCI cité précédemment, on peut imaginer un petit circuit imprimé sans les afficheurs et sans le quartz (programmer alors le PIC avec les fusibles Oscillateur : IntRC I/O). En fait, ne garder que le PIC 16F628 (pourquoi pas CMS), $R_1, R_9, R_{14}, R_{16}, BP_1, T_5, D_1, DL_1, C_1$. Raccorder le montage sur une voie libre du récepteur. Allumer la radio puis l'avion, la

LED doit être éteinte. Après le vol, si la LED est allumée (surtout ne pas éteindre la radio), c'est qu'on a été brouillé ou qu'on a volé trop haut ou trop loin en se mettant en limite de portée...

J-F. BERNARD



5

Brochage des anodes communes

Nomenclature

R_1 : 47 k Ω 1/4W 5%

R_2 à R_8, R_{15} : 100 Ω 1/4W 5%

R_9 : 680 Ω 1/4W 5%

R_{10} à R_{13} : 1 k Ω 1/4W 5%

R_{14} : 10 k Ω 1/4W 5%

R_{16} : 1 k Ω 1/4W 5% soudée côté cuivre

C_1 : 10 μ F (mini 16V)

C_2, C_3 : 27 pF (mini 16V)

D_1 : 1N4004

T_1 à T_4 : BC327 (PNP) ou équivalent

T_5 : 2N2369 (NPN)

AFF_1 à AFF_4 : afficheurs 7 segments anodes communes + barrette support

Q_1 : quartz 4 MHz

DL_1 : LED rouge haute luminosité

U_1 : PIC16F628 programmé + support 18p

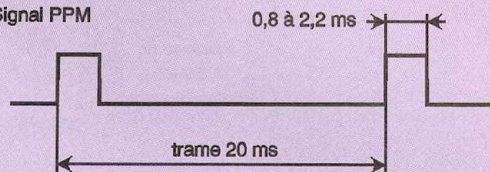
BP_1 : bouton-poussoir rond type D6

Coffret CONRAD réf : 52 39 50-33 (noir) ou 52 40 50-33 (gris)

(page 509 du catalogue 2004)

Cordon de servo équipé d'une prise femelle

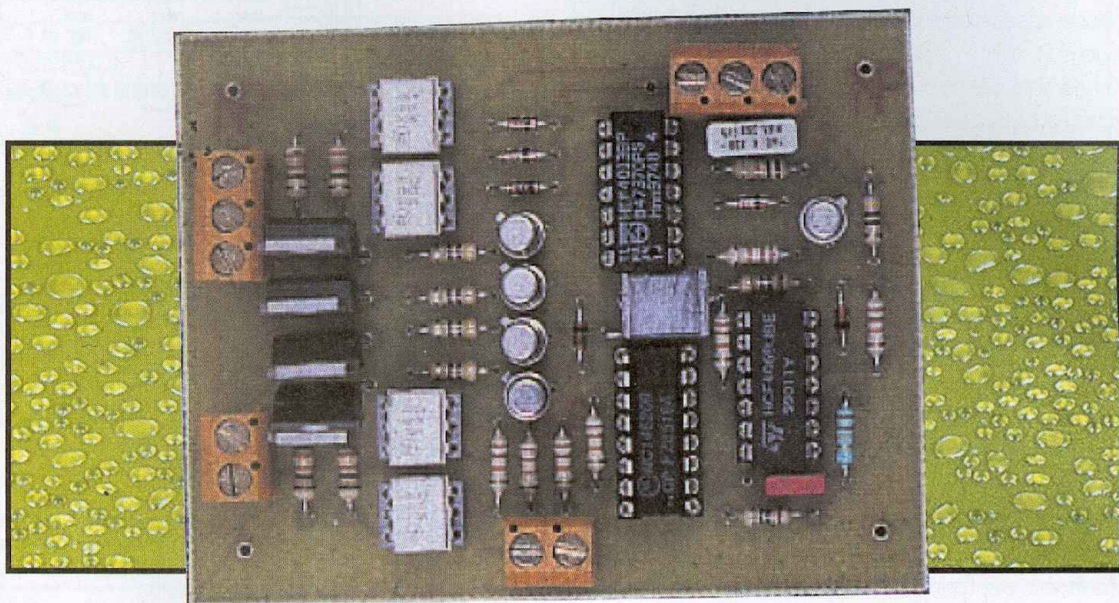
Signal PPM



4

Structure d'un signal PPM

Interrupteur 4 voies



Ce petit montage a pour but de n'utiliser qu'un seul bouton poussoir pour commander jusqu'à 4 voies séquentiellement et, ceci, indépendamment les unes des autres. Bien que ce circuit ait été prévu pour allumer des lampes sous 220V, d'autres applications sont possibles. En outre, ce circuit ne fait appel qu'à des composants classiques.

Le schéma synoptique est donné en **figure 1**. Il est composé d'un oscillateur de très basse fréquence, environ 1 Hz, d'un compteur, d'un monostable, d'une commande et d'une interface de puissance.

Principe de fonctionnement

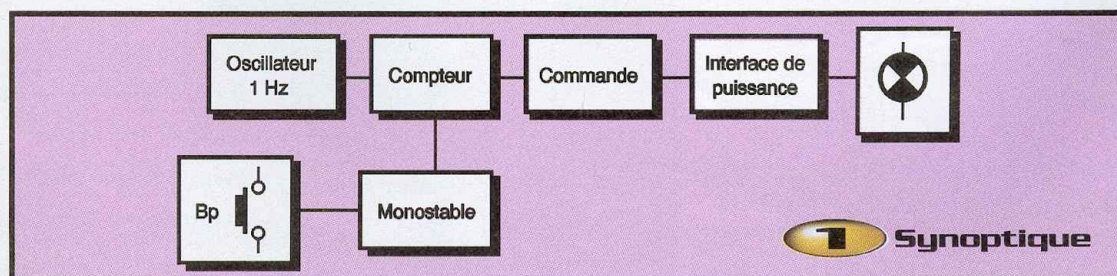
Le schéma de principe est donné en **figure 2**. Le bouton poussoir (Bp), une fois actionné, arme le monostable composé des portes inverseuses (A et B) du 4069. Une fois le monostable revenu à son état stable, le compteur composé du 4520 peut démarrer au rythme d'un coup par seconde (1 Hz), modifiable en changeant éventuellement (C_2 et R_{10}). Une fois les lampes choisies allumées, il suffit de relâcher le bouton

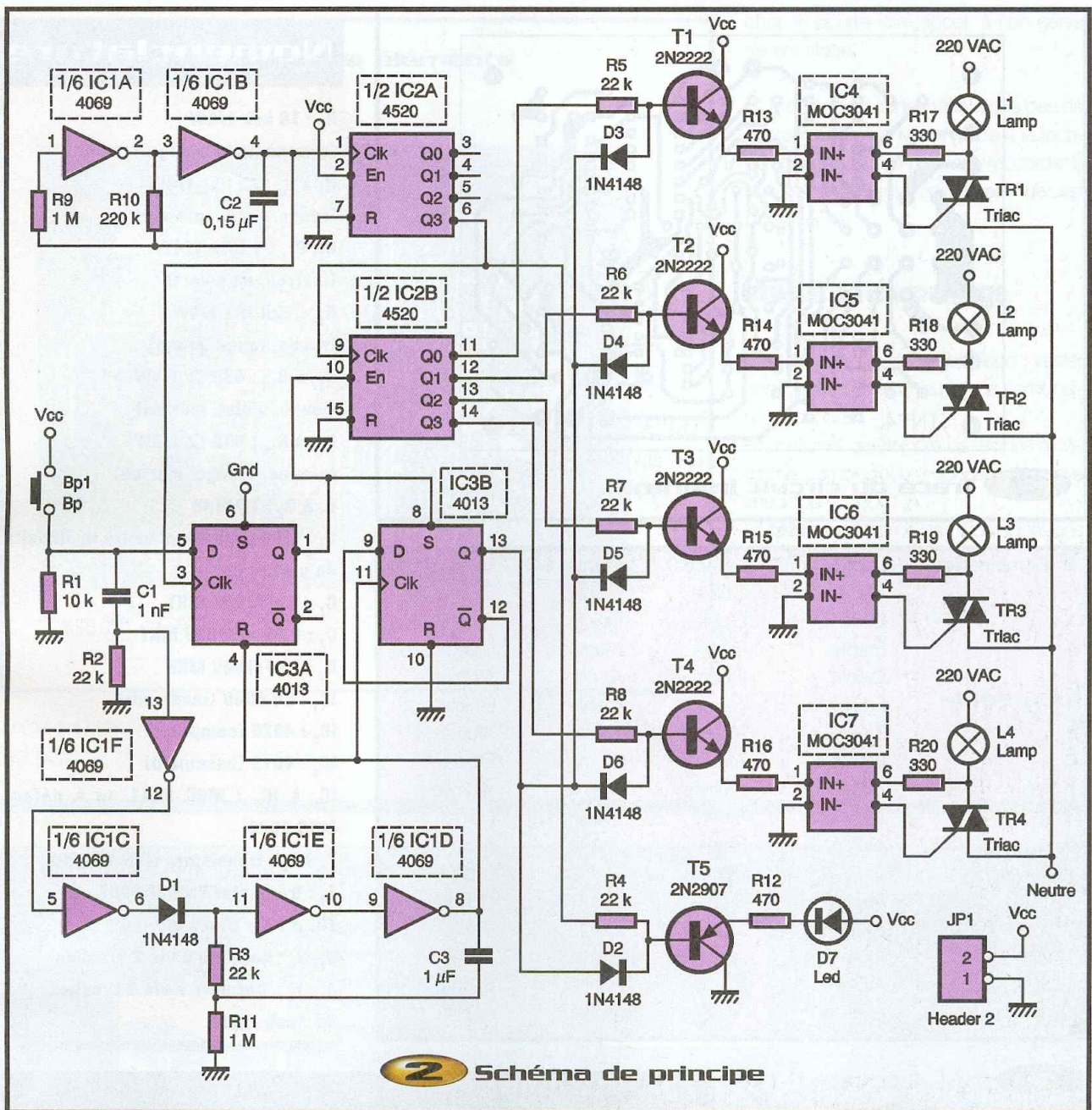
poussoir. Appuyer ensuite brièvement sur Bp pour éteindre les lampes. Si on réappuie sur Bp, on rallume les lampes sélectionnées auparavant. Cette fonction "mémoire" permet en fait d'éviter de repasser toutes les combinaisons pour allumer les lampes désirées. Les transistors T_1 à T_4 assurent le premier étage de la partie interface de commande. Les optocoupleurs MOC 3041 assurent l'isolement de la partie commande et de la partie puissance qui, elle, sera faite à l'aide des triacs TR_1 à TR_4 . On peut utiliser par défaut des MOC 3020 à la place des MOC 3041, mais on n'aura pas le déclenchement sur le 0 secteur. Le circuit, composé du transistor T_5 et de la diode D_7 , permet de localiser par un clignotement de la LED le bouton poussoir quand toutes les lampes sont éteintes. Pour finir, le

montage sera alimenté par une source de 9V continue.

Réalisation pratique

Le tracé du circuit imprimé est donné à la **figure 3**, il s'agit d'un circuit simple face facile à réaliser. L'implantation des composants est donnée à la **figure 4**. Ne pas oublier de placer en premier lieu les straps, qui sont au nombre de 3, puis les diodes, résistances, circuits intégrés, condensateurs et transistors. Attention : certaines pistes passent très près des pastilles à souder, il faudra donc prendre un soin particulier pour réaliser ces soudures sans faire des court-circuits. Ne pas hésiter à utiliser une panne très fine pour ces soudures et, surtout, ne pas oublier l'ohmmètre pour vérifier le circuit.

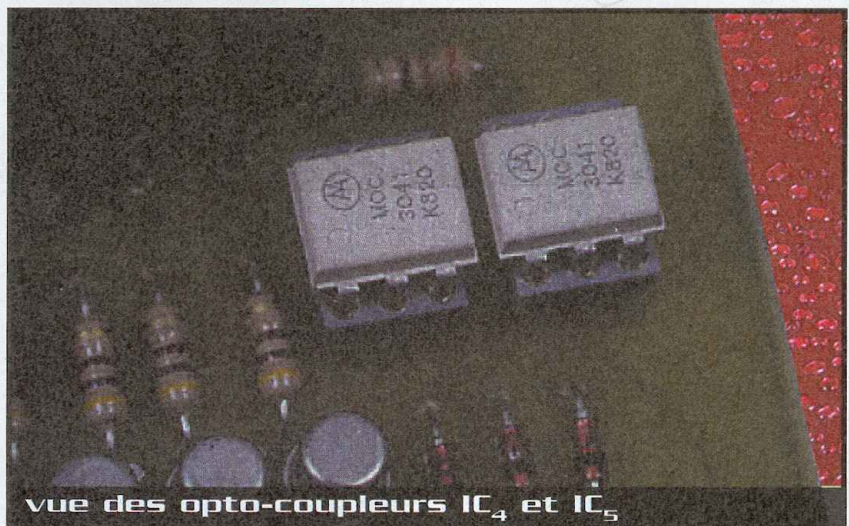


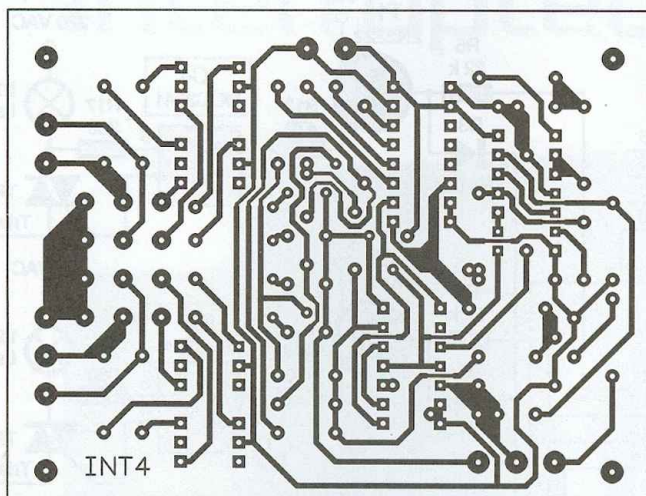


Essais et mise au point

Attention : Le circuit devant être relié au secteur, il est impératif de connaître les dangers du 220V et d'être extrêmement prudent quant à son utilisation. Il sera préférable de ne relier le montage au secteur qu'au tout dernier moment lors des essais.

En ce qui concerne les essais pratiques du montage, il suffira tout simplement d'appuyer sur le bouton poussoir et de noter si toutes les combinaisons (16 au total) sont sélectionnées. On pourra noter que le circuit comporte 4 voies identiques. Si on n'a besoin que de 3 voies, il sera inutile de câbler les composants se rap-





3 Tracé du circuit imprimé

N° Combinaison	Lampe 4	Lampe 3	Lampe 2	Lampe 1
0	Éteinte	Éteinte	Éteinte	Éteinte
1	Éteinte	Éteinte	Éteinte	Allumée
2	Éteinte	Éteinte	Allumée	Éteinte
3	Éteinte	Éteinte	Allumée	Allumée
4	Éteinte	Allumée	Éteinte	Éteinte
5	Éteinte	Allumée	Éteinte	Allumée
6	Éteinte	Allumée	Allumée	Éteinte
7	Éteinte	Allumée	Allumée	Allumée
8	Allumée	Éteinte	Éteinte	Éteinte
9	Allumée	Éteinte	Éteinte	Allumée
10	Allumée	Éteinte	Allumée	Éteinte
11	Allumée	Éteinte	Allumée	Allumée
12	Allumée	Allumée	Éteinte	Éteinte
13	Allumée	Allumée	Éteinte	Allumée
14	Allumée	Allumée	Allumée	Éteinte
15	Allumée	Allumée	Allumée	Allumée



Les 16 combinaisons possibles

portant à la voie 4, (L4). Le circuit étant de petites dimensions, l'implantation du montage peut se faire aisément dans le tableau électrique, ou bien en pratiquant une petite ouverture dans le mur à proximité des interrupteurs qui bien évidemment seront remplacés par le seul et unique bouton poussoir. Ne pas oublier de protéger le circuit par un petit boîtier plastique.

Dans le cas où l'implantation serait faite dans le tableau électrique, il ne faudra pas oublier de tirer 2 fils pour la LED.



les transistors T_1 à T_4 qui pilotent les opto-coupleurs

Nomenclature

R_1 : 10 k Ω 1/4W

(marron, noir, orange)

R_2 à R_8 : 22 k Ω 1/4W

(rouge, rouge, orange)

R_9, R_{11} : 1 M Ω 1/4W

(marron, noir, vert)

R_{10} : 220 k Ω 1/4W

(rouge, rouge, jaune)

R_{12} à R_{16} : 470 Ω 1/4W

(jaune, violet, marron)

R_{17} à R_{20} : 330 Ω 1/2W

(orange, orange, marron)

D_1 à D_6 : 1N4148

D_7 : LED rouge 5 mm haute luminosité de préférence

C_1 : 1 nF/100V MKT

C_2 : 0,15 μ F/100V MKT

C_3 : 1 μ F/100V MKH

IC_1 : CD 4069 (inverseur)

IC_2 : 4520 (compteur)

IC_3 : 4013 (bascule D)

IC_4 à IC_7 : MOC 3041 ou à défaut MOC 3020

T_1 à T_4 : transistors NPN 2N2222

T_5 : transistor PNP 2N2907

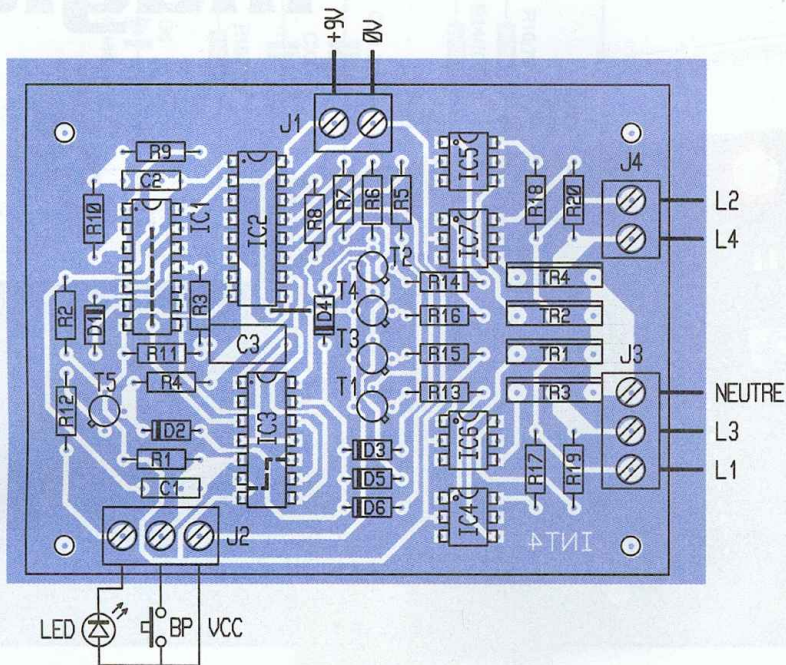
TR_1 à TR_4 : triacs 6A/400V

J_1, J_4 : borniers à vis 2 broches

J_2, J_3 : borniers à vis 3 broches

B_p : voir texte

4 Implantation des éléments



En ce qui concerne Bp, prendre un bouton poussoir avec un voyant. On pren-

dra soin de retirer le néon existant et de le remplacer par la LED. Pour ce point,

chacun pourra faire appel à son génie du bricolage.

Le montage ne consommant que peu de courant (60 mA environ) grâce à la technologie CMOS, on pourra le raccorder à une petite alimentation secteur (qui est bon marché).

Utilisation du montage

Pour chercher une combinaison : rester appuyé sur Bp, jusqu'au N° de combinaison souhaité.

Pour allumer ou éteindre les lampes d'une même combinaison : donner une brève impulsion sur Bp.

Le **tableau 1** donne les 16 combinaisons possibles

M. BEKKAR

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



LECTEUR BIOMÉTRIQUE

Le lecteur Biométrique Precise 100 A est l'un des plus petits lecteurs à empreinte digitale au monde. Les informations acquises par l'empreinte digitale de votre doigt vont être enregistrées sur votre serveur ou votre PC. Sa facilité d'utilisation et son faible coût fait de cet appareil un outil sûr pour la sécurisation de votre PC. D'autres références existent. NC.



HI TECH TOOLS (H.T.T.)

IDENTIFICATION SANS CONTACT PAR TRANSPONDEUR

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



LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE A PUCE

Le système de développement BasicCard PRO2 comprend :
 1 Lecteur/Encodeur Cybermouse (Série ou USB)
 1 BasicCard 2 Ko EEprom
 2 BasicCard 8 Ko EEprom
 1 BasicCard 16 Ko EEprom (ZC 5.4)
 1 Lecteur avec afficheur LCD (Balance Reader)
 1 CD avec logiciel de développement
 1 Manuel



PROGRAMMATEUR ET MULTICOPIEUR UNIVERSEL, AUTONOME, PORTABLE



LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE MAGNÉTIQUE



EMULATEUR D'EPROM ET DE MICROCONTROLEUR



SYSTEME DE DÉVELOPPEMENT VHDL

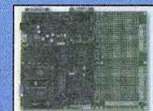


- Lecteur simple sur port série, keyboard, USB et TTL.
- Lecteur/encodeur sur port série

TMS DSP



CARTES D'ÉVALUATION AVEC CPU



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

COMPILATEUR C & ASSEMBLEUR



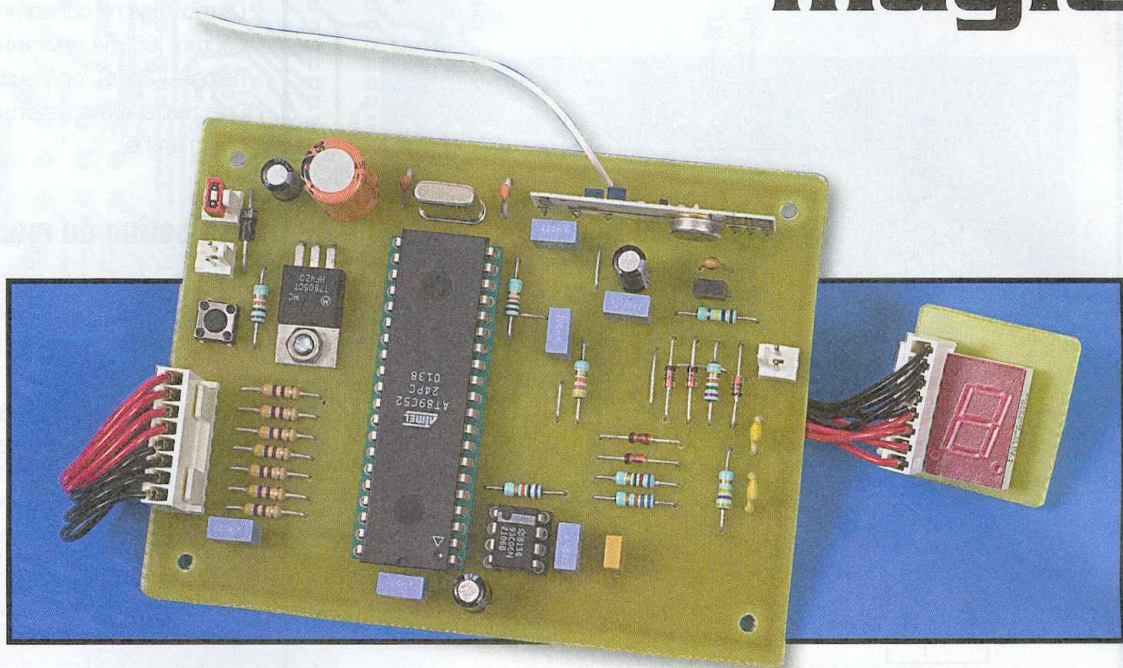
- 68HC 11/12/16
- 68/332
- 80C 31/51/552
- MICROCHIP PIC

27, rue Voltaire
72000 LE MANS

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

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

Créez votre spectacle de magie



Sans vouloir rivaliser avec le matériel mis à la disposition des professionnels de la magie et sans dévoiler des secrets jalousement gardés, nous vous proposons de réaliser un petit système capable d'identifier à distance des objets posés sur un socle. De là à créer un numéro de magicien de toute pièce, il n'y a qu'un pas que nous vous invitons à franchir avec nous.

L'idée de ce montage repose tout simplement sur l'exploitation des possibilités de composants que l'on nomme des transpondeurs (ou étiquette électronique). Il s'agit, en fait, de systèmes à codes intégrés dans une puce qui reçoit son énergie d'alimentation par le biais d'un champ magnétique proche capté par une antenne miniature. Le procédé utilisé pour transférer l'énergie est identique à celui mis en œuvre dans un transformateur, à la différence près que le milieu de propagation du champ magnétique est tout simplement l'air.

Bien entendu, pour transmettre une énergie suffisante dans ces conditions, il faut augmenter la fréquence du champ magnétique (ici $f=125$ kHz). En modulant l'énergie qu'il consomme sur le secondaire, le circuit alimenté provoque une modification du courant circulant dans le primaire.

Une analyse du courant fourni dans le primaire permet donc de recevoir des informations provenant du système alimenté à distance. C'est le principe mis en œuvre par les systèmes à transpondeurs.

Il existe plusieurs types de transpondeurs qui sont adaptés à différentes applications. Certains transpondeurs sont de véritables petits systèmes à microcontrôleurs programmables que l'on peut utiliser pour réaliser des transmissions de codes cryptés très complexes. Fort heureusement pour nous, il existe également des transpondeurs préprogrammés avec des codes fixes qui sont destinés à des applications simples d'identification. C'est cette famille de transpondeurs que nous allons mettre en œuvre dans ces pages.

Un transpondeur se présente sous la forme d'une puce de faibles dimensions encapsulée dans un enrobage en plastique complètement étanche (10x5x3 mm).

Un transpondeur peut donc facilement être intégré dans de nombreux objets (dans une clé de voiture, par exemple). Pour les besoins d'un spectacle de magie, il est très facile d'envisager d'intégrer des transpondeurs dans des petites figurines (réalisées en plâtre, par exemple). Si l'on place la bobine du primaire (qui transmet l'énergie) dans un socle, il devient alors possible d'identifier les figurines lorsque celles-ci sont

posées dessus (à condition de n'en poser qu'une seule à la fois). Ensuite, il ne reste plus qu'à inventer une histoire qui servira de prétexte pour échanger les figurines posées sur le socle (éventuellement cachées dans un sac) tout en étant capable de les identifier à coup sûr.

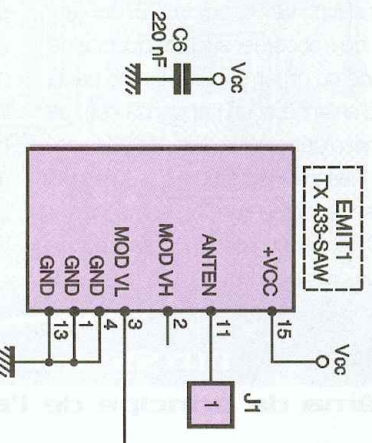
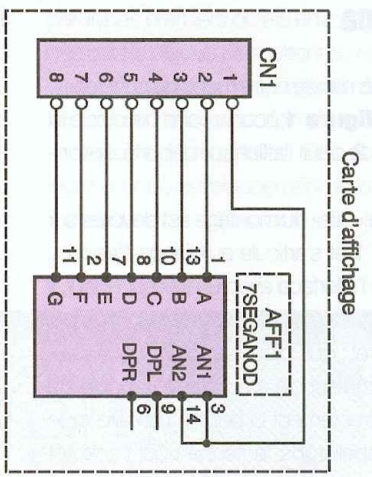
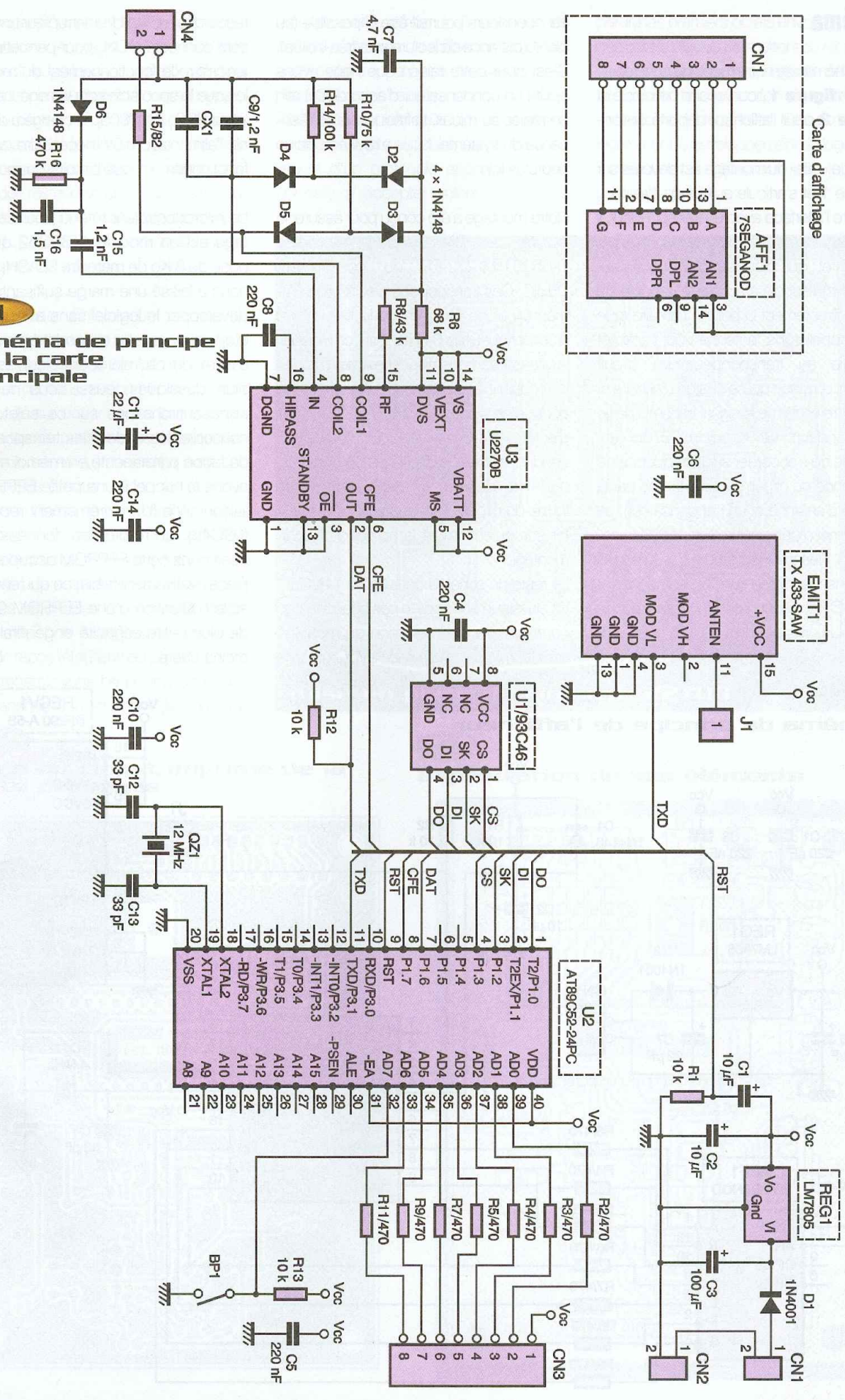
Le montage que nous vous proposons de réaliser pourra identifier 8 objets différents. Un afficheur, situé sur la base (qu'il faudra bien évidemment camoufler), vous permettra d'identifier le numéro du dernier objet qui a été posé sur le socle. Pour gagner en souplesse d'utilisation, nous vous proposons de réaliser, également, un afficheur déporté par une liaison HF, ce qui vous permettra de surveiller les codes reconnus à distance.

Grâce à cet afficheur déporté, vous pourrez, par exemple, vous absenter dans une autre pièce pendant que votre public déplacera les objets selon vos instructions.

Ou bien, un complice pourra rester en coulisse et mémoriser la séquence des objets reconnus. Il lui suffira ensuite de vous rejoindre pour faire des révélations étonnantes.



Schéma de principe de la carte principale



Schéma

Les schémas de notre montage sont reproduits en **figure 1** pour la carte principale et **figure 2** pour l'afficheur déporté optionnel

La partie «utile» du montage est dévoilée sur la figure 1 et s'articule autour du circuit U₃ qui gère l'interface avec un transpondeur. Il s'agit du circuit U2270B qui est fabriqué par TEMIC et qui dispose d'un oscillateur (125 kHz) associé à un étage capable de piloter directement la bobine primaire (que nous appellerons "antenne") qui transmet l'énergie au transpondeur. Le circuit contient un étage qui se charge d'extraire et de mettre en forme le signal transmis par le transpondeur. Le circuit U2270B est capable de s'accorder sur la fréquence de résonance du circuit oscillant (formé par la bobine d'antenne et un condensateur), ce qui permet d'optimiser la distance de transmission. Néanmoins, il faudra s'assurer que la bobine raccordée sur CN₄ et le condensateur C₉ forment un circuit oscillant accordé le plus près possible de 125 kHz ($\pm 3\%$ maximum). Sinon la lecture du code des

transpondeurs pourrait être impossible (ou bien la distance de lecture sera très limitée). C'est pour cette raison que nous avons ajouté un condensateur d'accord (Cx) afin de régler, au mieux, la fréquence de résonance du système. Nous y reviendrons un peu plus loin.

Notre montage a été conçu pour assurer la lecture des transpondeurs standard Tk5530-HM-232-PP du constructeur TEMIC. Ces transpondeurs sont programmés en usine avec un code fixe unique d'une longueur de 64 bits. Pour ce modèle, la vitesse de transmission est de 1/32 de la fréquence de la porteuse, pour un codage de type 'MANCHESTER'. Le code d'entête est fixé à la valeur E6. Toutes ces conditions fixent le choix des composants qui sont associés à l'étage de mise en forme du circuit U₃. Il faudra donc respecter scrupuleusement la nomenclature du montage.

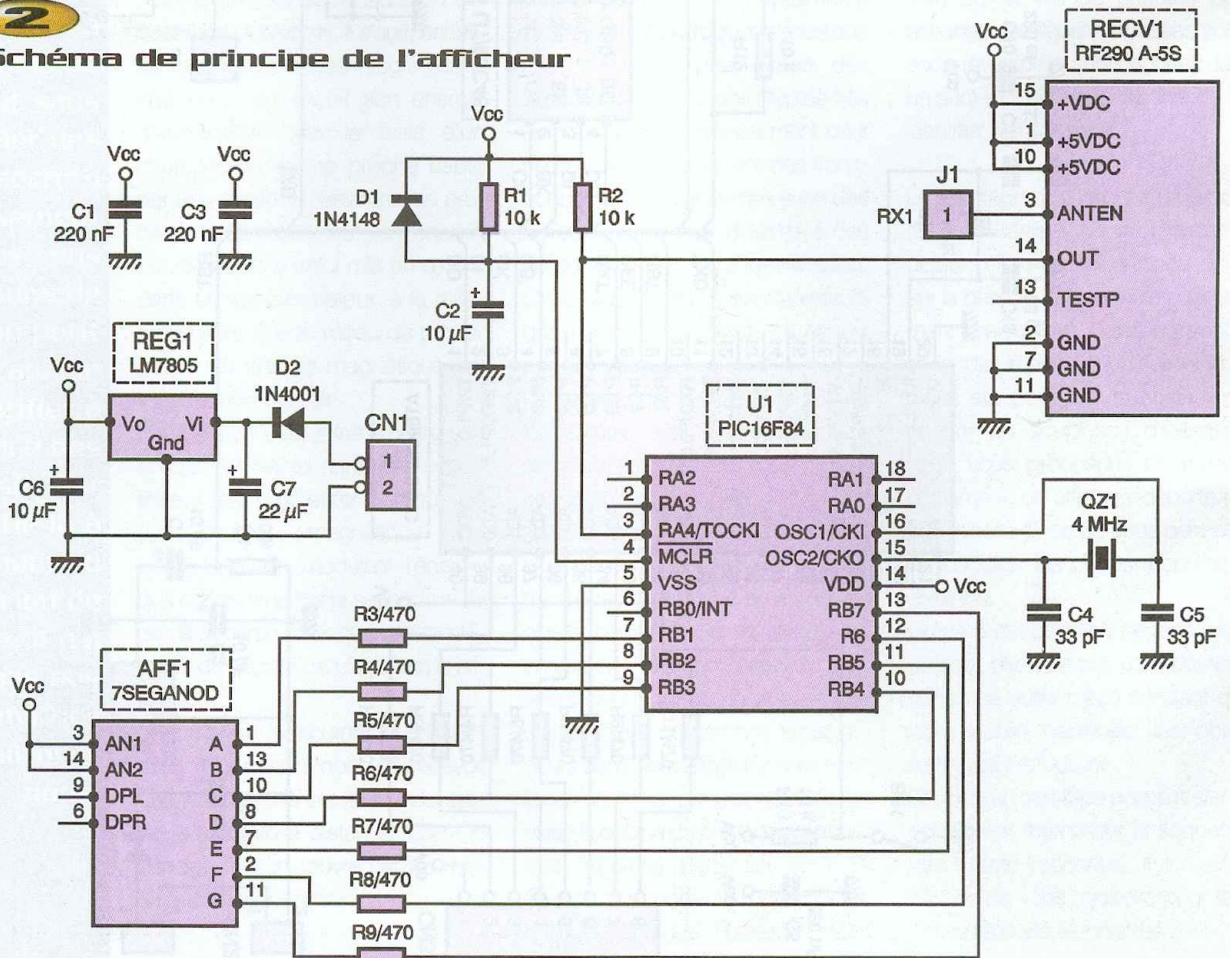
Le reste du schéma de la figure 1 est plutôt classique et n'appelle pas beaucoup de commentaire. L'alimentation du montage sera fournie par une pile de 9VDC qui sera

raccordée à CN₁. Un interrupteur unipolaire sera connecté à CN₂ pour permettre d'interrompre le fonctionnement du montage lorsque le spectacle sera terminé. Le régulateur REG₁ (LM7805) se chargera de fournir l'alimentation 5V nécessaire au bon fonctionnement des circuits du montage.

Le microcontrôleur retenu pour ce montage est un modèle AT89C52 qui dispose de 8 Ko de mémoire FLASH, ce qui nous a laissé une marge suffisante pour développer le logiciel sans avoir besoin d'optimiser la taille du code. La mise en œuvre de ce microcontrôleur est des plus classiques, aussi nous ne nous appesantirons pas sur ce sujet. Pour conserver les codes des transpondeurs de façon permanente en mémoire, nous avons fait appel à une petite EEPROM à liaison série (U₁) extrêmement répandue (93C46). En réalité, les données stockées dans cette EEPROM occupent une place relativement faible, ce qui rend possible l'utilisation d'une EEPROM 93C06 de plus petite capacité et généralement moins chère.

2

Schéma de principe de l'afficheur

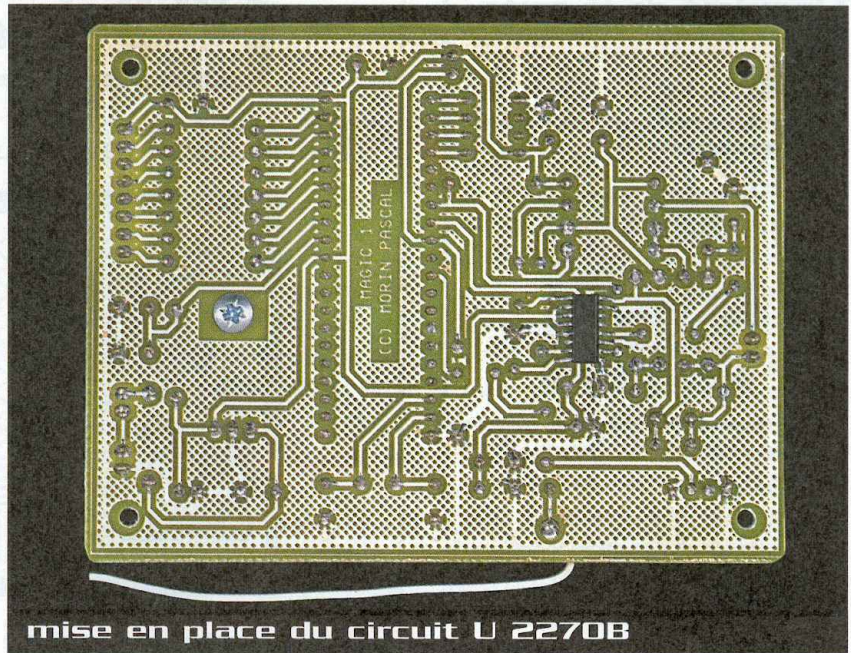


Le microcontrôleur (U₁) pilotera directement un afficheur 7 segments via le port P0. Normalement, la sortie du microcontrôleur ne permet pas de fournir le courant nécessaire au pilotage d'un afficheur standard. Cependant, la luminosité de l'afficheur n'ayant pas besoin d'être importante (l'afficheur doit rester discret), nous avons augmenté la valeur des résistances de limitation (R₂ à R₁₁) afin de rester compatible avec une commande directe.

Pour déporter l'information affichée et rendre l'utilisation de ce montage beaucoup plus souple, nous avons fait appel à des modules de transmission HF. Notre choix s'est porté sur des modèles bon marché, à faible bande passante, car les données que nous avons à transmettre sont peu nombreuses (il nous a donc été facile de diminuer la vitesse de transmission). La sortie TX de l'UART interne du microcontrôleur pilotera l'entrée de modulation faible niveau (MOD VL) de notre émetteur (EMIT₁). Les modules HF choisis ne permettent pas de transmettre une composante continue. L'état de repos (état haut) du signal TX entre deux transmissions ne pourra donc pas être transmis correctement (la sortie du

récepteur HF tombe à 0 au bout de quelques dizaines de millisecondes). Pour éviter de faire appel à des modules HF spécialisés dans les transmissions d'une liaison RS232 (bien plus coûteux), nous avons contourné cette difficulté par la mise en œuvre d'un protocole approprié. L'idée consiste à accepter volontairement de

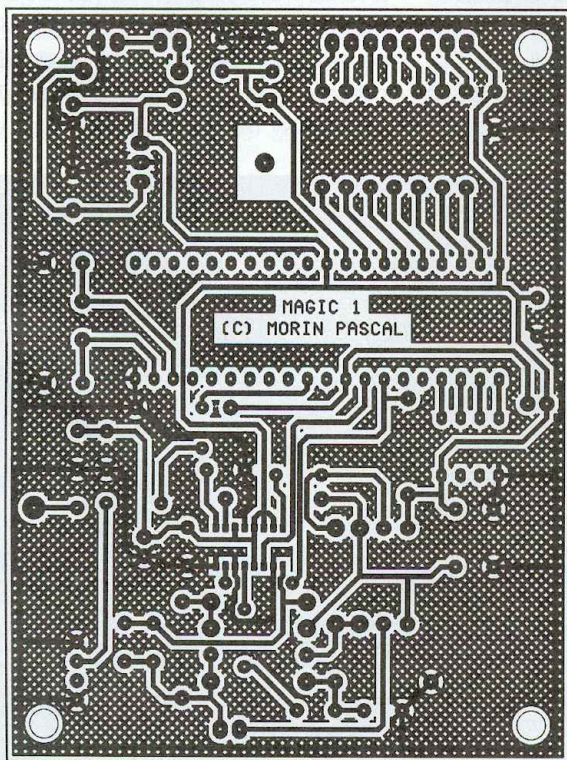
perdre les premiers octets envoyés. En fait, ces octets perdus permettent au récepteur de re-synchroniser son étage de démodulation de sorte que les données utiles sont correctement interprétées. Cela complique légèrement le développement du logiciel de l'émetteur et du récepteur, mais le jeu en vaut la chandelle.



mise en place du circuit U 2270B

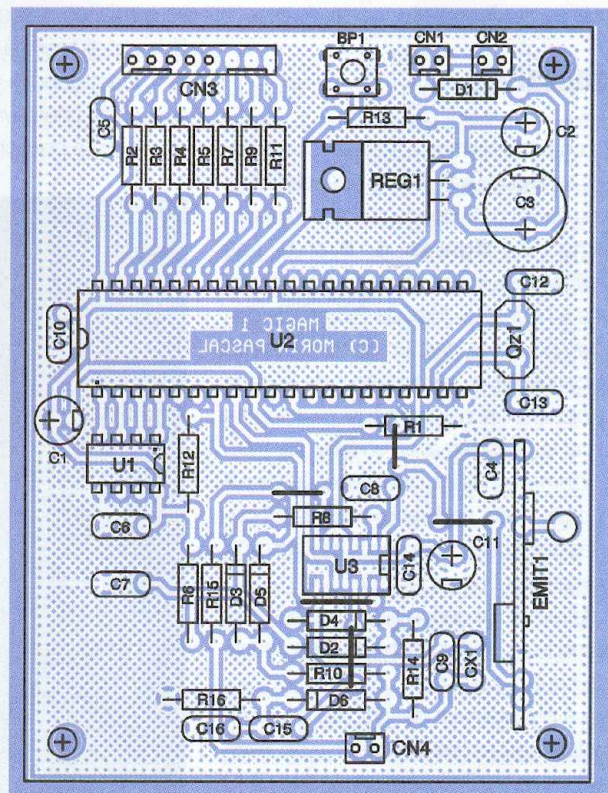
3

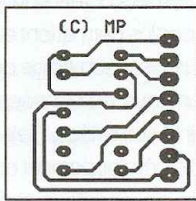
Tracé du circuit imprimé de la carte principale



4

Implantation de ses éléments



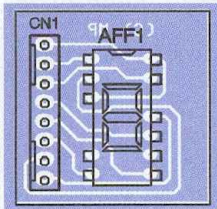


5

Tracé du circuit imprimé de la carte afficheur

6

Implantation de ses éléments



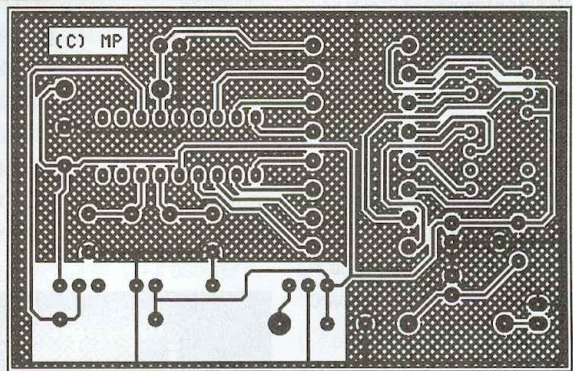
La figure 2 dévoile le schéma de l'afficheur déporté qui est articulé autour d'un microcontrôleur PIC16F84A pour des raisons d'encombrement. Ce microcontrôleur ne dispose pas d'UART interne. Le fonctionnement d'une UART sera simulé par le logiciel. Dans notre cas, cela ne pose pas de problème puisque le microcontrôleur n'aura pratiquement rien d'autre à faire que d'attendre la réception des données émises par la carte principale.

Réalisation

Les circuits imprimés à réaliser sont reproduits en **figures 3, 5 et 7**. Les vues d'implantations correspondantes sont respectivement les **figures 4, 6 et 8**. Les pastilles des circuits imprimés seront percées à l'aide d'un foret de 0,8mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne les connecteurs, le régulateur de la carte principale et le bouton-poussoir, il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. Avant de réaliser le circuit imprimé, il sera préférable de vous procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement.

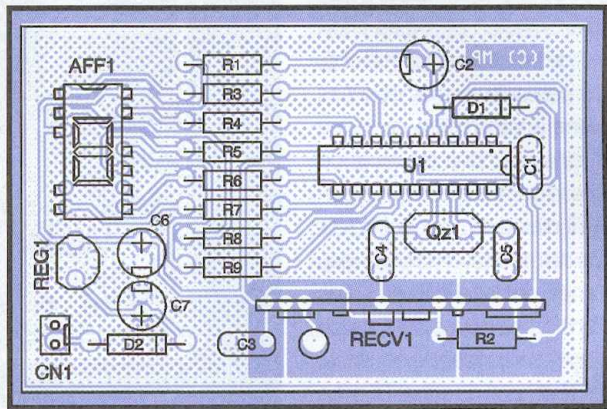
Cette remarque concerne particulièrement les modules HF, les afficheurs 7 segments et le bouton-poussoir.

Il n'y a pas vraiment de difficulté pour l'implantation si ce n'est en rapport avec le circuit U₃ (U2270B) qui est un modèle CMS



7

Tracé du circuit imprimé de la carte afficheur déporté

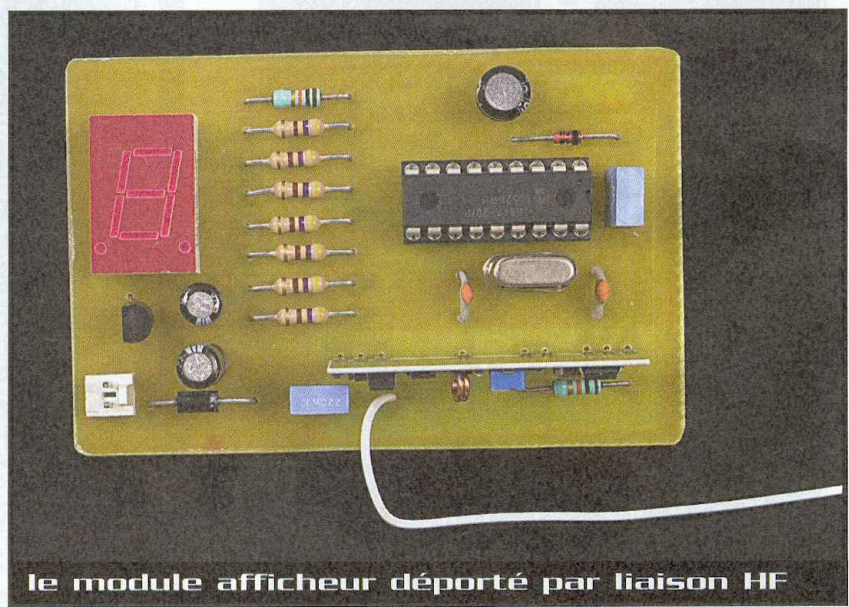


8

Implantation de ses éléments

que vous devrez souder du côté des pistes. La figure 4 représente le circuit U₃ vu par transparence du côté composants. Si le circuit imprimé était vraiment transparent, c'est donc le dessous du circuit U₃ que vous apercevriez. Si vous avez un doute sur la position de U₃, vérifiez que la

broche 1 du circuit est bien positionnée sur la pastille reliée au plan de masse (les broches 1, 3, 7 et 13 sont connectées à la masse). La soudure d'un composant CMS nécessite l'utilisation d'un fer à souder de puissance relativement faible, de l'ordre de 15W, (40W max si vous êtes adroit et



le module afficheur déporté par liaison HF

rapide) avec une panne de fer très fine à l'extrémité (et parfaitement bien nettoyée). Utilisez uniquement de la soudure fine, pour éviter un apport trop important de matière. N'hésitez pas à vérifier les soudures à l'aide d'une loupe pour vous assurer qu'il n'existe pas des ponts de soudure entre les broches du circuit U_3 . Si vos soudures sont trop chargées ou si vous avez provoqué un court-circuit, retirez l'étain à l'aide d'une tresse à dessouder puis recommencez les soudures. Faites attention de ne pas faire chauffer inutilement le circuit U_3 pour ne pas l'endommager.

Soyez bien attentif au sens des condensateurs et des circuits intégrés et respectez bien la nomenclature. Vous noterez la présence de cinq straps qui sont situés sur la carte principale. Pour des raisons de commodité, il sera préférable de les implanter en premier. Le module HF de la carte principale est optionnel. Ne le montez pas si vous avez décidé de ne pas réaliser l'afficheur déporté. En revanche, si vous souhaitez bénéficier de l'afficheur déporté, le module HF est nécessaire ainsi qu'une petite antenne qui sera réalisée le plus simplement du monde à l'aide d'un bout de fil rigide de 8,5cm implanté sur le point J_1 du circuit imprimé (idem pour l'afficheur déporté).

Le bon fonctionnement de ce montage repose sur la qualité de la bobine connectée sur CN_4 . Celle-ci sert à la fois à transmettre l'énergie au transpondeur et à assurer le dialogue avec ce dernier. Sa

réalisation demande du soin et un peu de patience. Il vous faudra enrouler 150 spires de fil étamé de 2/10^e sur un support de 4 à 5cm de diamètre. A titre d'information l'auteur a utilisé avec succès une bobine de ruban de décoration pour papier cadeau. Le bobinage sera constitué de spires (jointives de préférence) réalisé sur moins d'un centimètre de large (environ cinq passes de 30 spires). Au final, le fil de cuivre sera immobilisé à l'aide d'un point de colle ou d'un ruban adhésif. Pour vous aider à bien démarrer le bobinage, vous pourrez placer au préalable du scotch double face sur le tronc du support.

Afin d'augmenter la portée du montage, il est préférable d'accorder précisément la bobine avec le condensateur C_9 . Ceci est rendu possible par l'ajout d'un condensateur d'accord (noté C_{x1} sur le schéma). Pour déterminer la valeur de C_{x1} , commencez par constituer un circuit oscillant avec la bobine d'antenne en série avec un condensateur de 1,2 nF également en série avec une résistance de 220 Ω . Branchez l'ensemble aux bornes d'un générateur BF réglé pour produire un signal sinusoïdal à 125 kHz (fréquence aussi précisément que possible). A l'aide d'un oscilloscope (ou d'un multimètre RMS capable de fonctionner à 125 kHz en position AC), relevez la tension aux bornes de la résistance de 220 Ω puis testez l'effet de l'ajout d'un condensateur (C_{x1}) monté en parallèle avec le condensateur de 1,2 nF (en partant de $C_{x1}=27$ pF jusqu'à $C_{x1}=470$ pF). Par tâton-

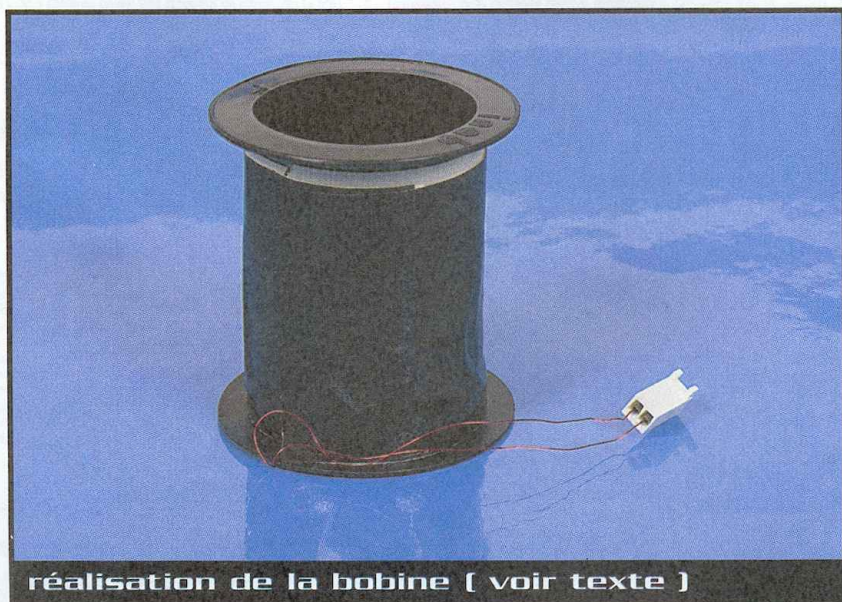
nement, recherchez la valeur de C_{x1} qui permettra d'obtenir le minimum d'amplitude aux bornes de la résistance. Lorsque c'est chose faite, montez le condensateur de 1,2 nF en position C_9 et son complément en C_{x1} .

Lorsque vous installerez le montage dans un socle, prenez garde de ne pas placer d'élément métallique dans l'axe de la bobine d'antenne. Sinon vous diminuerez fortement la portée du montage, au point même de ne plus pouvoir assurer le dialogue avec les transpondeurs.

Pour faire fonctionner ce montage, il vous faudra programmer les deux microcontrôleurs évoqués plus haut. Le microcontrôleur AT89C52 (U_2 de la carte principale) sera programmé avec le contenu du fichier «MAGIC.HEX» que vous pourrez vous procurer par téléchargement sur le serveur Internet de la revue. Quant au microcontrôleur PIC16F84A (U_1 de carte d'affichage déporté), il sera programmé avec le contenu du fichier «MAGICAFF.HEX» qui vous sera remis en même temps que le fichier précédent. Si vous n'avez pas la possibilité de télécharger les fichiers, vous pourrez adresser une demande à la rédaction en joignant une disquette formatée accompagnée d'une enveloppe self-adressée convenablement affranchie (tenir compte du poids de la disquette).

L'utilisation du montage est relativement simple. A la mise sous tension, les chiffres 0 à 9 défilent rapidement sur l'afficheur relié directement à la carte principale. Ensuite l'afficheur s'éteint en attendant qu'un transpondeur connu soit placé devant la bobine d'antenne. Evidemment lors de la première mise en service du montage, la mémoire EEPROM (U_1 sur la figure 1) ne contient aucun code valide. Il faut donc demander au montage d'apprendre les codes des transpondeurs dont vous disposez.

Pour cela, il suffit d'appuyer sur le bouton-poussoir BP_1 de la carte principale. Le montage va vous demander de placer, tour à tour, 8 transpondeurs devant l'antenne. Si vous souhaitez utiliser un nombre de transpondeurs plus faible, il vous suffira de présenter le même transpondeur plusieurs fois de suite, pour finir la procédure d'apprentissage. Pour synchroniser le montage avec la présence d'un transpondeur devant



réalisation de la bobine [voir texte]

l'antenne, le programme commence par afficher le numéro d'ordre du transpondeur à apprendre (0 à 7). Puis il affiche un tiret pour vous signifier qu'il attend l'appui sur BP₁ lorsque le transpondeur est en place. Pour améliorer la distance de dialogue entre le transpondeur et le montage, notez qu'il est préférable de présenter le transpondeur dans l'axe de la bobine. Si le code du transpondeur est accepté le montage affiche le numéro suivant puis de nouveau le tiret pour vous laisser le temps de changer de transpondeur. Si le code n'a pas pu être lu, le montage affiche le symbole 'E' puis attend que vous appuyez sur le bouton-poussoir. Dans ce cas, le programme reprend la procédure d'apprentissage à partir du même numéro.

Notez qu'il n'est pas possible d'interrompre la procédure d'apprentissage (sauf en provoquant un reset du microcontrôleur). De même, il est utile de savoir que la procédure d'apprentissage commence toujours par l'effacement complet de la mémoire EEPROM. Évitez donc d'appuyer sur le bouton BP₁ si vous ne voulez pas recommencer la procédure d'apprentissage depuis le début.

Une fois que la procédure d'apprentissage est terminée, l'utilisation du montage devient absolument enfantine (le jeune fils de l'auteur s'est d'ailleurs amusé avec ce montage pendant des heures). Il vous suffit de présenter devant l'antenne l'un des transpondeurs appris par le montage pour que son numéro d'ordre s'affiche. Si vous avez décidé de réaliser également l'afficheur déporté, le même numéro doit s'afficher simultanément. Pour des raisons pratiques, nous avons décidé de programmer les microcontrôleurs de telle façon que le numéro du dernier transpondeur reste affiché en permanence. Ceci réduit l'autonomie du montage dans le cas d'une alimentation par piles, mais offre plus de souplesse pendant le spectacle. En effet, ceci vous évitera d'avoir à surveiller l'afficheur en permanence.

Si la phase de réalisation de ce montage ne fait pas vraiment appel à votre imagination, rassurez-vous car maintenant il vous reste à inventer et à bâtir votre spectacle autour des possibilités de ce montage.

P. MORIN

Nomenclature

Carte Principale

BP₁ : mini bouton-poussoir à souder sur circuit imprimé

CN₁, CN₂, CN₄ : barrettes mini-kk 2 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, réf. MOLEX 22-27-2021
 CN₃ : barrette mini-kk 8 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, réf. MOLEX 22-27-2081.

CX₁ : voir le texte

C₁, C₂ : 10 µF/25V sorties radiales

C₃ : 100 µF/25V sorties radiales

C₄ à C₆, C₈, C₁₀, C₁₄ : 220 nF

C₇ : 4,7 nF

C₉, C₁₅ : 1,2 nF

C₁₁ : 22 µF/25V sorties radiales

C₁₂, C₁₃ : 33 pF céramique au pas de 5,08mm

C₁₆ : 1,5 nF

D₁ : 1N4001

(diode de redressement 1A /100V)

D₂ à D₆ : 1N4148

(diode de redressement petits signaux)

EMIT₁ : émetteur 433 MHz TX 433-SAW ou équivalent

J₁ : fil d'antenne de 8,5cm environ.

QZ₁ : quartz 12 MHz en boîtier HC49/U

REG₁ : régulateur LM7805 (5V) en boîtier TO220

R₁, R₁₂, R₁₃ : 10 kΩ 1/4W 5%

(marron, noir, orange)

R₂ à R₅, R₇, R₉, R₁₁ : 470 Ω 1/4W 5%

(jaune, violet, marron)

R₆ : 68 kΩ 1/4W 5% (bleu, gris, orange)

R₈ : 43 kΩ 1/4W 5%

(jaune, orange, orange)

R₁₀ : 75 kΩ 1/4W 5%

(violet, vert, orange)

R₁₄ : 100 kΩ 1/4W 5%

(marron, noir, jaune)

R₁₅ : 82 Ω 1/4W 5% (gris, rouge, noir)

R₁₆ : 470 kΩ 1/4W 5%

(jaune, violet, jaune)

U₁ : mémoire EEPROM 93C46 ou 93C06

U₂ : microcontrôleur AT89C52-24PC

U₃ : circuit d'interface U2270B (en boîtier CMS S014)

Carte Afficheur 7 segments

AFF₁ : afficheur 7 segments à anodes communes

CN₁ : barrette mini-kk 8 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, réf. MOLEX 22-27-2081

Carte Afficheur déporté

AFF₁ : afficheur 7 segments à anodes communes

CN₁ : barrette mini-kk 2 contacts, sorties droites, à souder sur circuit imprimé, réf. MOLEX 22-27-2021.

C₁, C₃ : 220 nF

C₂, C₆ : 10 µF/25V sorties radiales

C₄, C₅ : 33 pF céramique au pas de 5,08mm

C₇ : 22 µF/25V sorties radiales

D₁ : 1N4148

(diode de redressement petits signaux)

D₂ : 1N4001

(diode de redressement 1A/100V)

J₁ : fil d'antenne de 8,5cm environ

QZ₁ : quartz 4 MHz en boîtier HC49/U

RECV₁ : récepteur 433 MHz RF290 A-5S ou équivalent

REG₁ : régulateur 78L05 en boîtier TO92

R₁, R₂ : 10 kΩ 1/4W 5%

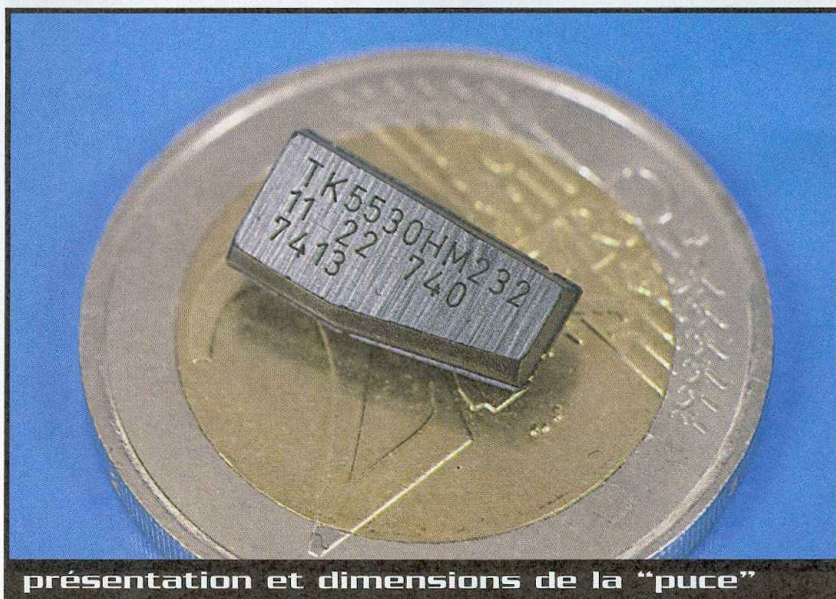
(marron, noir, orange)

R₃ à R₉ : 470 Ω 1/4W 5%

(jaune, violet, marron)

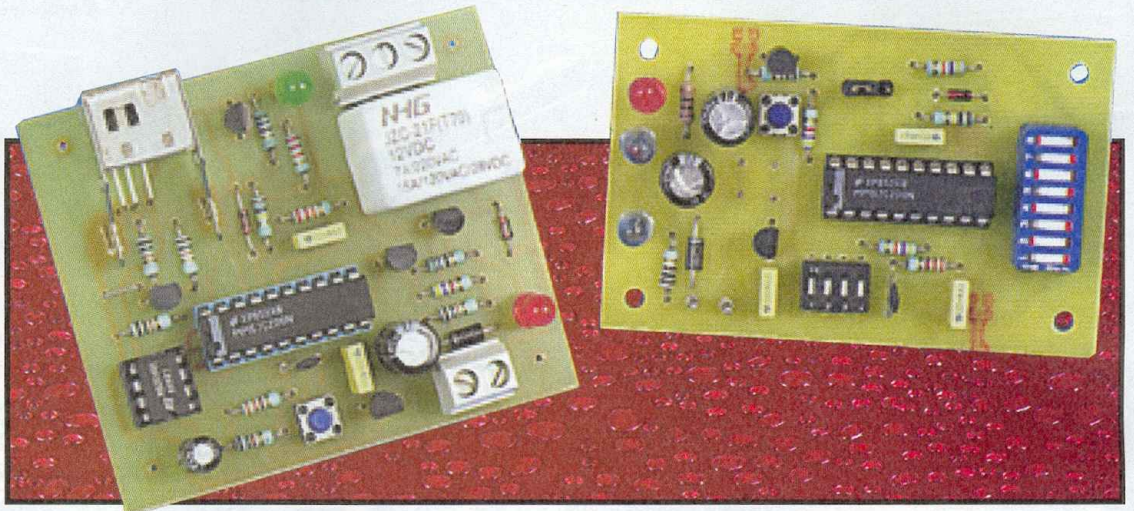
U₁ : PIC16F84A

(modèle 4 MHz ou 20 MHz)



présentation et dimensions de la "puce"

Télécommande infrarouge auto-programmable



Malgré l'essor indéniable des radiocommandes, dont la conception modulaire facilite grandement leur réalisation, les télécommandes infrarouges gardent leur attrait avec un prix de revient modique et une immunité aux parasites très importante. De plus, la fiabilité des télécommandes infrarouges est appréciable là où des systèmes HF sont déjà en place ou dans des milieux très perturbés.

Outre ces avantages habituels des télécommandes infrarouges, la télécommande proposée présente des attraits nouveaux. En effet, elle est équipée d'un codeur/décodeur MM57C200, très performant, dont le codage peut être compatible avec les célèbres MM53200 et UM3750. Outre cette spécificité, le MM57C200 dispose de fonctions supplémentaires et, surtout, il offre la possibilité d'auto-programmer le récepteur par un code émis par la télécommande. Ce code sera alors programmé dans une mémoire EEPROM, associée au MM57C200 du récepteur.

Le schéma de la télécommande

La **figure 1** présente le schéma de la télécommande infrarouge, basée sur l'utilisation du MM57C200, utilisé ici en codeur. L'utilisation du MM57C200 s'apparente à celle des traditionnels codeurs MM53200 ou UM3750, sans pour autant reprendre le même brochage. D'ailleurs, le MM57C200 est en boîtier DIL20 alors qu'un MM53200 est en boîtier DIL18. En outre, ce nouveau circuit intégré présente une structure semblable à

celle d'un microcontrôleur avec un certain nombre d'entrées/sorties et avec un circuit d'initialisation R_2/C_2 , lequel imposera un état bas momentané sur l'entrée 16 de CI_1 à chaque mise sous tension. L'oscillateur reste de type RC, la fréquence de fonctionnement de CI_1 étant ainsi fonction de la valeur des composants R_1 et C_1 .

La mise sous tension de la télécommande a lieu à chaque sollicitation du bouton poussoir BP_1 . La tension d'alimentation de CI_1 est alors réglée à 5V par un petit régulateur 78L05, référencé CI_2 . Le circuit émetteur d'infrarouge est directement alimenté par une pile de 9V ou de 12V. Le MM57C200 a la particularité de pouvoir délivrer des impulsions à la manière d'un MM53200 ou de générer un signal pulsé pendant la durée de l'état haut d'une impulsion de mode MM53200. On obtient ainsi un signal modulé par les bits du code, chaque bit étant défini par une impulsion codée conformément à la **figure 2**. La durée de conduction des diodes infrarouges est ainsi réduite, ce qui améliore la transmission infrarouge et, en particulier, sa portée puisque le courant

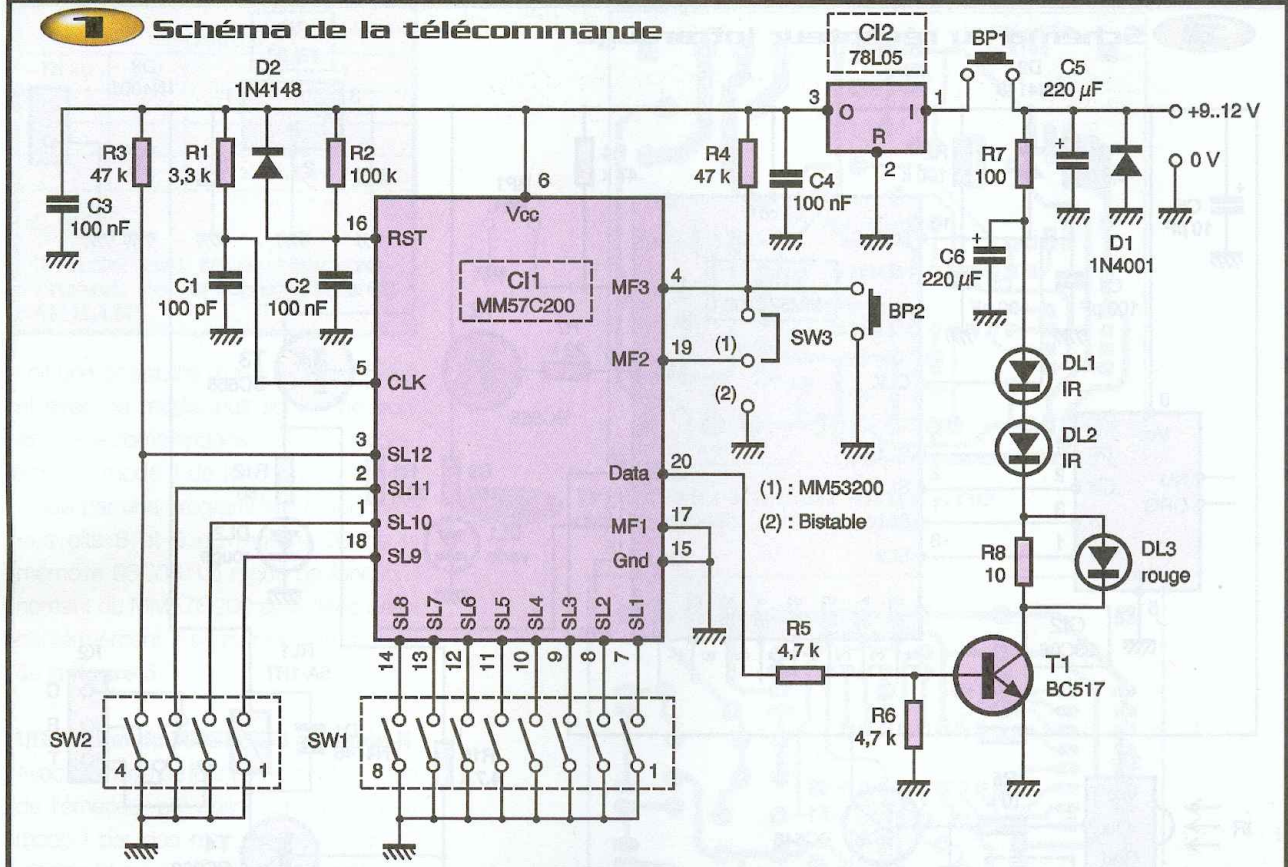
traversant les diodes émettrices peut alors être brièvement plus important. Le courant direct des diodes infrarouges a donc été augmenté en conséquence, ce qui accroît la puissance du rayonnement infrarouge. La résistance R_8 limite la valeur de ce courant. La DEL DL_3 détecte sa présence.

Le transistor T_1 est un modèle Darlington, utilisé en commutation. A chaque impulsion, ce transistor devient conducteur pour la durée d'une impulsion.

Les condensateurs C_5 et C_6 sont des réservoirs d'énergie : C_5 , soulage la pile à chaque sollicitation de la télécommande et C_6 fournit un courant impulsionnel de forte valeur seulement limité par la résistance R_9 .

Le cavalier SW_3 définit le mode de fonctionnement de la sortie du décodeur. En portant l'entrée MF3 à la masse, un fonctionnement bistable est obtenu. Si ce cavalier est en position (1), l'entrée MF2 est alors en rappel à V_{cc} par la résistance R_4 et la sortie du décodeur se comportera comme celle d'un MM53200 et restera alors à l'état bas momentanément et plus précisément tant que la transmission sera valide.

1 Schéma de la télécommande



Par ailleurs, un second bouton poussoir BP₂ déclenchera la procédure d'auto-programmation. Pour cela il doit être enfoncé avant BP₁. Suite à cela, la DEL verte du récepteur s'allumera et le nouveau code devra être envoyé dans les 45 secondes suivantes.

Le schéma du récepteur infrarouge

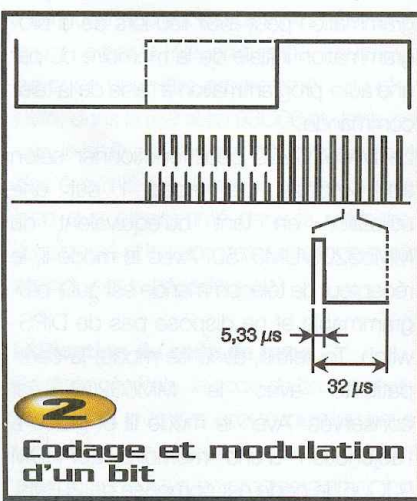
Un MM57C200 est bien sûr au cœur du schéma du récepteur auto-programmable de la **figure 3**. La réception infrarouge est

simplifiée grâce à l'utilisation d'un module de réception infrarouge de très bonne qualité. En effet, le module de réception infrarouge, SONY SB-1620, intègre différentes fonctions dont l'amplification et la démodulation du signal reçu.

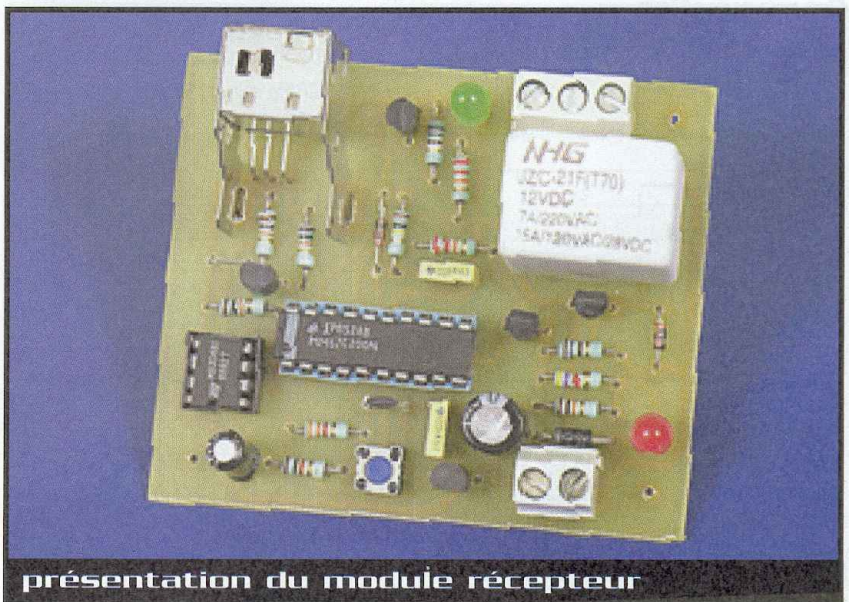
De plus, il présente une bonne immunité contre les rayonnements parasites émis par les éclairages artificiels et, cela, sans qu'il soit nécessaire de disposer d'un filtre

infrarouge supplémentaire.

Le signal de sortie du module CI₁ est inversé par rapport au signal émis par la télécommande. Un montage émetteur commun du transistor T₁, utilisé en commutation, permet l'inversion du signal logique délivré par le module infrarouge. Ainsi, le signal reçu est amplifié et démodulé par le module infrarouge U₁, puis inversé par le transistor T₁ pour donner un



2 Codage et modulation d'un bit



présentation du module récepteur

Registre 0D		
bit 9	bit 8	MODE
0	1	Décodeur mode II
1	0	Codeur mode III
0	0	Décodeur mode III

5
Mode de fonctionnement avec mémoire 93C06

soit une possibilité d'un million de codes et avec ce mode, huit sorties peuvent alors être commandées. Dans le cas présent, le mode II de fonctionnement est validé par une programmation adéquate des bits 8 et 9 du registre 0D de la mémoire 93C06. Le mode de fonctionnement du MM57C200 sera donc défini conformément aux données du tableau de la **figure 5**.

Utilisation du MM57C200 en mode II

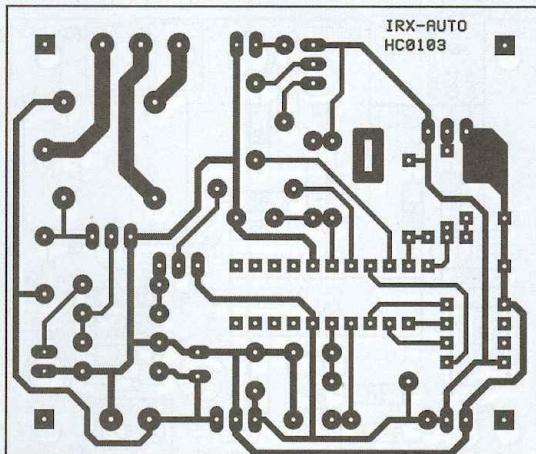
Avec ce mode de fonctionnement, le code de l'émetteur est défini comme pour le mode I par des micro-contacts sur les entrées SL1 à SL12 du MM57C200. Par contre, le code du récepteur est stocké dans une mémoire EEPROM, type 93C06. Le nombre de codes possible est donc identique au mode I, soit 4096 possibilités. La mémoire associée au décodeur peut contenir deux codes : un code de base et un code courant.

- Le code de base doit obligatoirement être programmé, au préalable, dans la mémoire 93C06 à l'adresse 0F. Ce code est utilisé généralement lors de la première communication avec un émetteur ou lorsque le code en cours a été perdu ou oublié par l'utilisateur.

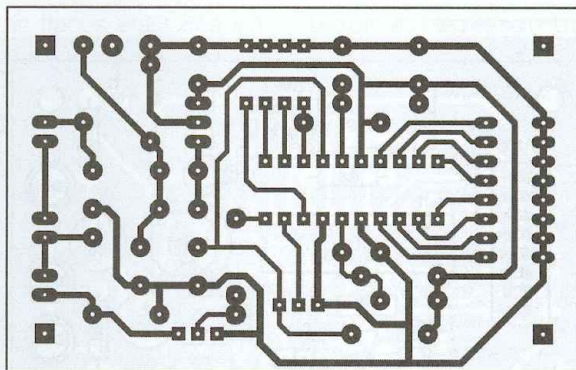
- Le code courant est destiné à être programmé par la télécommande. Toutefois, ce code peut être programmé, au préalable, dans la mémoire 93C06 et dans ce cas, le bit 0C du registre 00 de la mémoire doit être mis à 0. Sinon le code courant, bien que programmé dans la mémoire, sera ignoré et le code de base sera le code attendu par le décodeur.

Utilisation du code de base

En règle générale, le code de base est utilisé pour la première communication entre le codeur de la télécommande et le décodeur du récepteur, en programmant à 1 le



6 Tracé du circuit imprimé de la télécommande

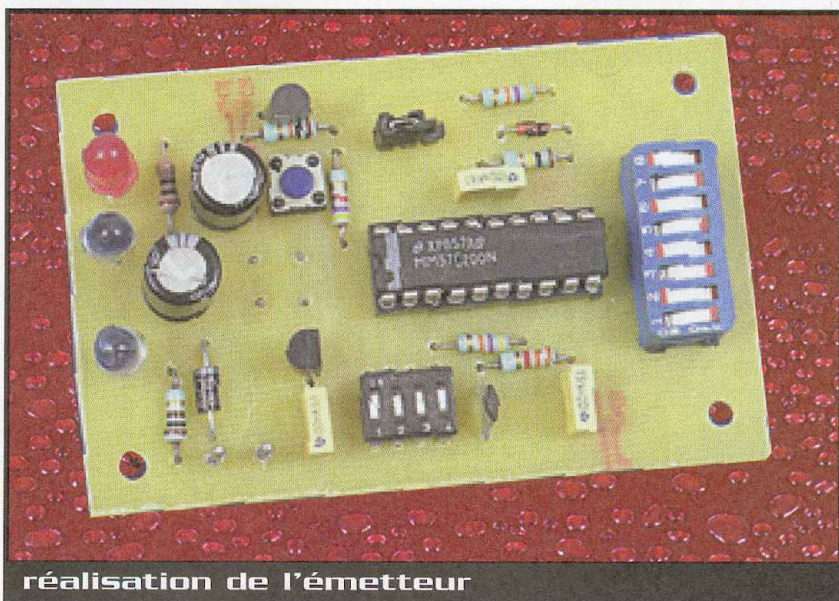


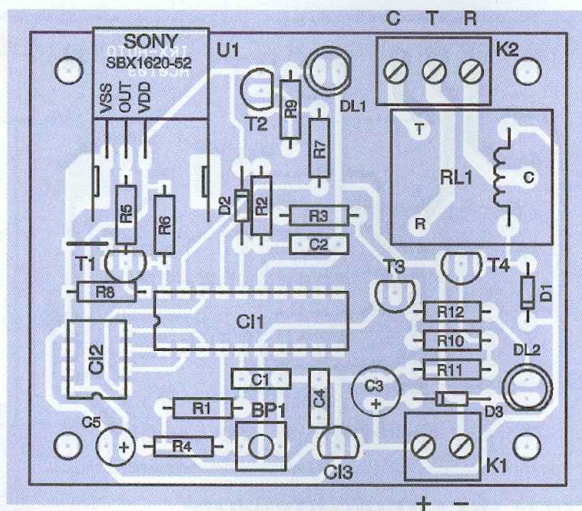
7 Tracé du circuit imprimé du récepteur

bit n°12 (bit C) du registre 00 de la mémoire 93C06.

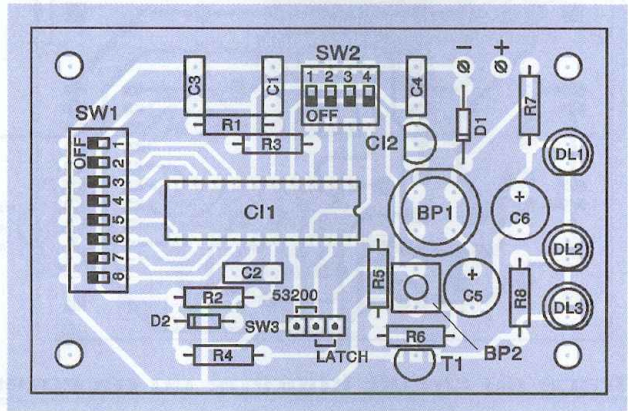
Le code de base est également attendu par le décodeur, systématiquement après que l'entrée MF3, broche 4 du MM57C200, ait été maintenue à la masse

pendant au moins deux secondes. Ainsi, le MM57C200 peut être initialisé avec son code de base à n'importe quel moment en appuyant sur le bouton poussoir présent sur la carte récepteur jusqu'à ce que la DL₁ s'allume. En effet, lorsque le





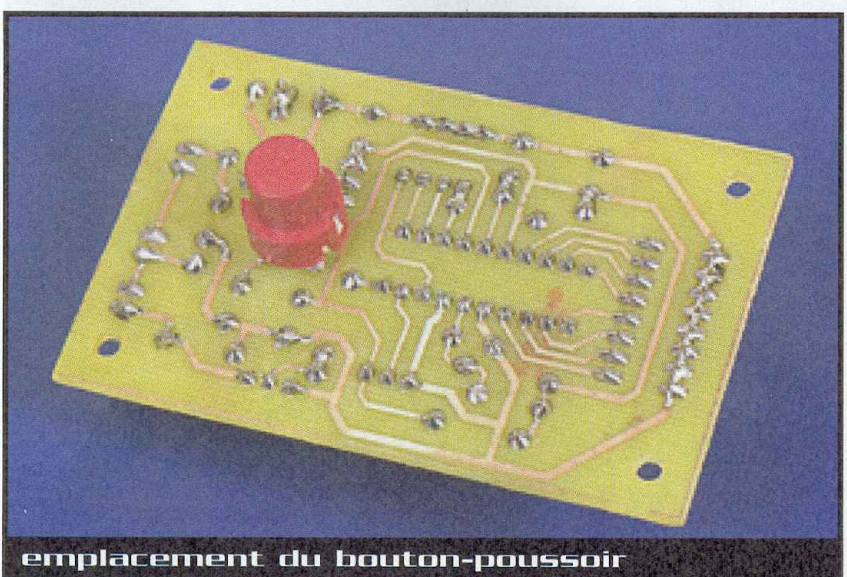
8 Implantation des composants de la télécommande



9 Implantation des composants du récepteur

MM57C200 aura détecté que son entrée MF3 a été mise à la masse pendant au moins 2 secondes, il indiquera que le code de base est à nouveau actif en com-

mutant sa sortie 19 pendant deux secondes, sauf si le code de base est déjà actif et, dans ce cas, la DL₁ restera éteinte.



emplacement du bouton-poussoir

Utilisation du code courant

Si l'utilisation du code courant a été validée dans la mémoire, soit à la suite d'une auto-programmation du système, soit en positionnant à 0 le bit n°12 (bit C) du registre 00, lors de la programmation initiale de la mémoire, alors le codage de l'émetteur devra être conforme au code courant écrit dans la mémoire au registre 00, bits 0 à B (n°0 à 11 soit 12 bits).

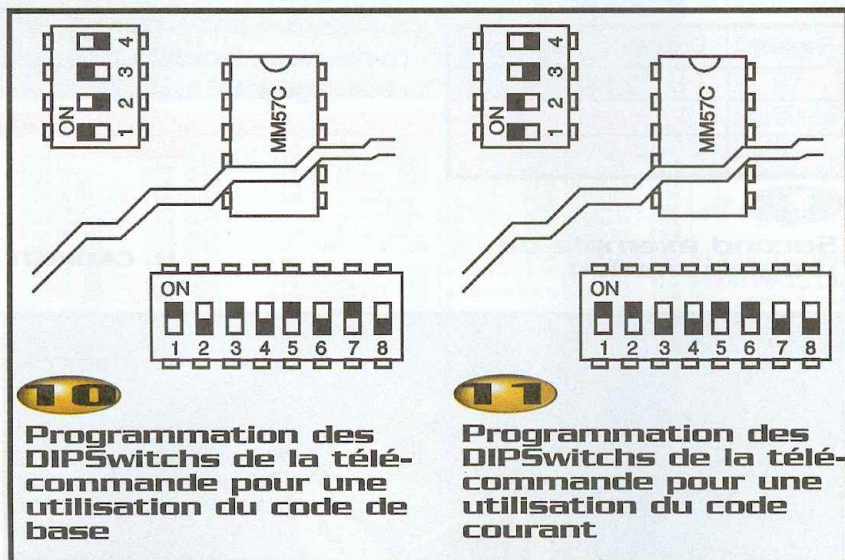
Sortie bistable ou de type MM53200

Si le code appliqué à l'entrée 20 du MM57C200 concorde avec le code actif, c'est-à-dire avec le code de base ou avec le code courant, alors la sortie 17 changera d'état logique et dans ce cas : la sortie 17 restera à 0 tant que le code reçu est correct et si le mode MM53200 est sélectionné au niveau de la télécommande. Par contre, si le mode bistable a été préféré, la sortie 17 commutera d'état logique à chaque nouvelle réception d'un code correct. Lorsque la sortie 17 de CI₁ est à 1, le transistor T₃ est bloqué et, par conséquent, la DL₂ est éteinte, le transistor T₄ est également bloqué et, par voie de conséquence, le relais n'est pas alimenté.

Par contre, lorsque la sortie 17 de CI₁ passe à un niveau logique 0, le transistor T₃ devient conducteur et son circuit émetteur/collecteur est alors équivalent à un interrupteur fermé. La DEL DL₂ est alors allumée, le courant qui la traverse étant alors limité par la résistance R₁₂. Dans un même temps, le transistor T₁ reçoit un courant de base suffisamment élevé pour provoquer sa saturation : le relais RL₁ est alors alimenté et le restera tant que la sortie 17 de CI₁ est à 0.

Sélection du mode bistable ou type MM53200

Le choix du mode de fonctionnement de la sortie 17 du décodeur dépend de la configuration du codeur de la télécommande. La sélection est réalisée par le cavalier SW₃, lequel portera l'entrée MF2, broche 19 du codeur, à la masse pour un fonctionnement bistable ou en rappel à Vcc pour obtenir le fonctionnement d'un MM53200 ou équivalent.



IO
Programmation des DIPSwitchs de la télécommande pour une utilisation du code de base

II
Programmation des DIPSwitchs de la télécommande pour une utilisation du code courant

L'alimentation du récepteur

Comme pour l'émetteur, l'alimentation des circuits logiques est assurée par un régulateur de tension fixe Cl_3 , lequel régule à 5V la tension d'alimentation générale du récepteur qui est celle du relais. La source de tension pourra être une batterie ou un adaptateur secteur, délivrant une tension de 12V ou 24V, selon le relais utilisé.

La réalisation

Les circuits imprimés

Les figures 6 et 7 présentent respectivement le dessin des circuits imprimés de la télécommande et du

récepteur. Les tracés étant très limpides, une quelconque méthode de reproduction peut être envisagée. Après avoir gravé les plaques dans un bain de perchlorure de fer, l'ensemble des pastilles sera percé avec un foret de $\varnothing 0,9$ à $1,1$ mm de préférence au carbure de tungstène, si vous disposez d'une perceuse sur pied à vitesse de rotation très élevée. Si vous utilisez un foret de $0,9$ mm, certains trous devront être repris avec une petite perceuse équipée cette fois d'un foret de $1,3$ mm en acier rapide, beaucoup moins fragile qu'un foret au carbure de tungstène.

L'implantation des composants (figures 8 et 9)

L'implantation des composants ne présente pas de difficulté particulière. Une petite astuce peut consister à placer le principal bouton poussoir de la télécommande du côté soudure afin de faciliter la mise en boîtier. Ainsi, le bouton poussoir pourra facilement traverser la façade du boîtier de la télécommande sans avoir à le déporter ou à le surélever.

Sinon, vous procéderez à l'implantation des composants, comme d'habitude, en commençant par les composants les moins épais, d'abord les straps puis les résistances, pour finir avec les composants les plus volumineux tels que le relais.

Les circuits intégrés seront montés sur des supports, ce qui est d'autant plus recommandable que vous serez peut-être amené à modifier la programmation du code de la mémoire EEPROM.

Pour rappel, avant de procéder aux premiers essais, la mémoire 93C06 du récepteur doit être programmée. Divers programmeurs sont disponibles, mais vous pourrez utiliser celui proposé par l'auteur dans Interfaces PC n° 9. Ce petit programmeur rudimentaire, vraiment très économique, se connecte sur le port parallèle d'un PC.

Nomenclature

Télécommande

R_1 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_3, R_4 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_5, R_6 : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 R_7 : 100 Ω (marron, noir, marron)
 R_8 : 10 Ω (marron, noir, noir)
 C_1 : 100 pF NPO
 C_2 à C_4 : 100 nF
 C_5, C_6 : 220 μ F/16V
 D_1 : 1N4001 ... 07
 D_2 : 1N4148
 DL_1, DL_2 : DEL infrarouges
 DL_3 : DEL rouge
 T_1 : BC517
 CI_1 : MM57C200 (SELECTRONIC)
 CI_2 : 78L05
 BP_1 : bouton poussoir rond

BP_2 : bouton poussoir pour CI
 SW_1 : DIPSwitch 8 contacts
 SW_2 : DIPSwitch 4 contacts
 SW_3 : 1 cavalier + 3 picots en barrette 2 picots ronds laiton

Récepteur

R_1 : 3,3 k Ω (orange, orange, rouge)
 R_2 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
 R_3, R_7 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)
 R_4 : 47 k Ω (jaune, violet, orange)
 R_5, R_6, R_8, R_{11} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 R_9, R_{12} : 150 Ω (marron, vert, marron)
 R_{10} : 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)
 C_1 : 100 pF/NPO
 C_2, C_4 : 100 nF
 C_3 : 220 μ F/25V

C_5 : 10 μ F/50V
 D_1, D_2 : 1N4148
 D_3 : 1N4001 ... 07
 DL_1 : DEL verte
 DL_2 : DEL rouge
 T_1 : BC548, BC547
 T_2, T_3 : BC558, BC557
 T_4 : BC338, BC337
 CI_1 : MM57C200 (SELECTRONIC)
 CI_2 : EEPROM, 93C06
 CI_3 : 78L05 ... 7805
 U_1 : module récepteur infrarouge SB1620 (SELECTRONIC 21.2044)
 BP_1 : bouton poussoir pour circuit imprimé
 RL_1 : relais 12V/1RT - 3A (SELECTRONIC 21.6714)
 K_1 : bornier 2 contacts au pas de 5,08
 K_2 : bornier 3 contacts au pas de 5,08

Premiers essais

A titre d'exemple, le code de base sera celui de la **figure 10** de valeur hexadécimale 0AAAh. En outre, l'ID vaut 47 et le mode II est obtenu avec un bit 9 à 0 et un bit 8 à 1, ce qui donne la valeur hexadécimale 147h pour le registre 0D de la mémoire. Si l'on souhaite programmer initialement le code courant, nous prendrons, pour exemple, le codage correspondant à la **figure 11** et le registre 00 contiendra la valeur 1B3Bh.

En résumé, la mémoire sera programmée comme suit pour une utilisation avec le code de base (**figure 12**) :

Registre	Donnée hexadécimale
00	FFFF
0D	0147
0F	0AAA

12

Premier exemple de programmation

Registre	Donnée hexadécimale
00	1B3B
0D	0147
0F	0AAA

13

Second exemple de programmation

... et comme ci-contre pour une utilisation du code courant dès la première mise sous tension (**figure 13**).

H. CADINOT



le module récepteur infrarouge SELECTRONIC

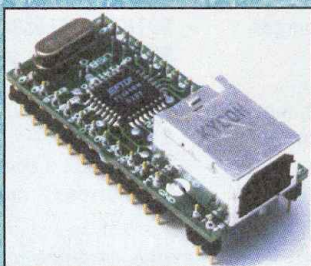
KIT COMMUNICATION

Intégrer une liaison Ethernet ou USB en quelques minutes.

- * Convertisseur Ethernet TTL Série, RS232, RS485, RS422.
- * Ethernet 10BaseT avec protocole TCP, UDP, ICMP (ping), ARP.
- * Aucun composant extérieur
- * Communication via ports virtuels ou TCP.
- * Exemples en VB, Delphi fournis.
- * Modèles disponibles avec protocole HTTP 1.0 et 8 entrées analogiques, programmation JAVA.
- * A partir de 66 € HT.



- * Composant USB 2.0 vers données séries ou parallèles.
- * Drivers port virtuel pour Windows, Linux, MAC, ou DLL pour Windows, Linux, MAC gratuits.
- * Exemples en C++, VB, Delphi fournis.
- * Modèles avec micro PIC, SCENIX ou I/O24
- * Kit de développement à 30.90 € HT.
- * Support technique gratuit.



optiminfo

Route de Ménétreau 18240 Boulleret
Tél : 0820 900 021 Fax : 0820 900 126
Site Web : www.optiminfo.com

HB Composants

**VOTRE SPÉCIALISTE
EN COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES**

A 20 minutes de Paris, stationnement facile
UNE SÉLECTION DE QUALITÉ :

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

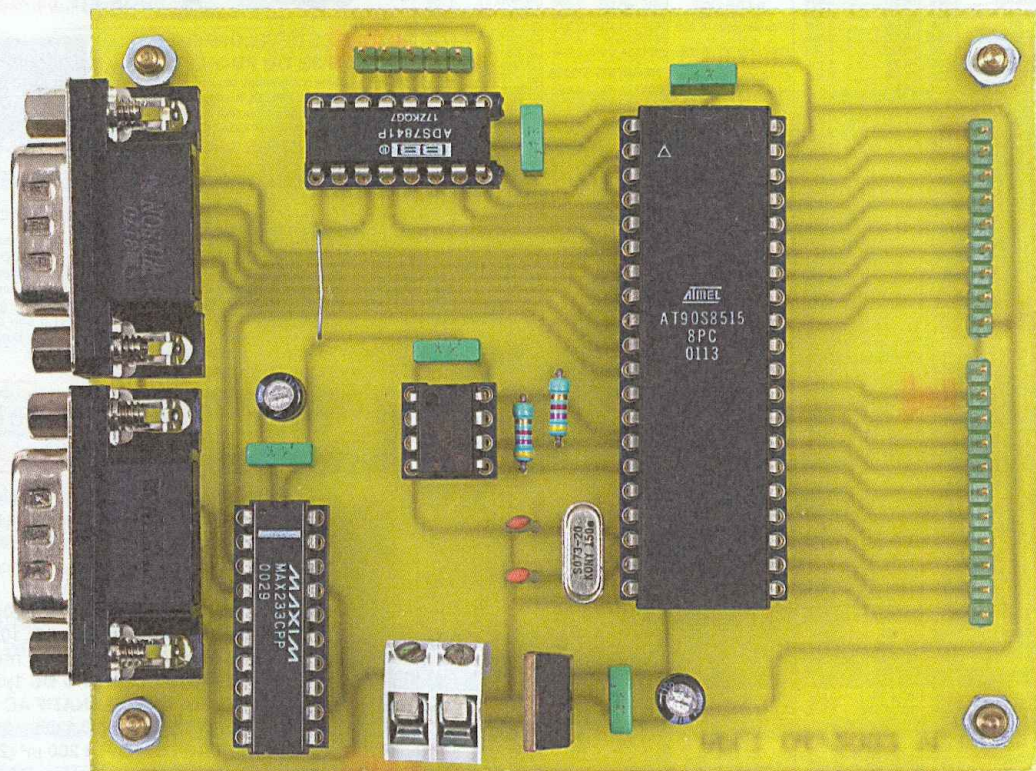
HB Composants

HB Composants

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

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

Carte de test multifonctions



La carte électronique présentée dans cet article permet de tester simplement un autre système électronique, par exemple simuler l'état de capteurs, prendre des mesures analogiques ou vérifier le déroulement d'un processus. En utilisant simplement un terminal RS232, on peut ainsi dialoguer rapidement avec cette interface au moyen de commandes textes et, éventuellement, gérer un processus complètement séquentiel. La liaison RS232 étant bidirectionnelle, on peut donc réaliser des séquences entières (sous forme d'interrogation/réponse) pour analyser des données reçues.

Avant de détailler toutes les commandes disponibles et les différents modes de fonctionnement, nous allons regarder de plus près la structure matérielle de la carte. Elle est organisée autour d'un microcontrôleur ATMEL, AT90S8515, cadencé par le quartz Q_1 de 7,3728 MHz. Cette valeur est justifiée par la vitesse de communication de l'UART intégrée de 19200 bauds. Le format des données est 8 bits, un bit de start, un bit de stop. Les signaux TTL de l'UART sont convertis en tension par le circuit U_3 , un MAX233. Grâce à des pompes de charges internes et à des capacités intégrées, le circuit convertit les tensions TTL en tensions adaptées à la norme RS232 (supérieur à +3V pour un "zéro" logique, inférieur à -3V pour un "un" logique). Le protocole mis en place est très simple et ne fait pas appel aux signaux de contrôle

de flux. On utilisera donc un câble croisé (TD et RD, plus la masse commune) pour relier la carte à un ordinateur.

En ce qui concerne les entrées/sorties logiques, on a fait appel aux ports complets A et C. Le premier est configuré en sortie, le second en entrée. Ces lignes de données sont de type CMOS, il faudra donc noter que les signaux de sorties sont 0V ou +5V et que les signaux d'entrées doivent rester dans cette plage. Il faut aussi noter que les entrées sont programmées avec des résistances de tirage au niveau haut (de manière interne au microcontrôleur). Il est donc possible d'utiliser des interrupteurs, boutons-poussoirs, tirés à la masse, sans alimentation supplémentaire pour générer les signaux 0V et +5V. Le port d'entrée C est relié au connecteur JP_5 , tandis que le port de sortie A est relié au

connecteur JP_4 . L'utilisation de ces deux ports se fait au travers de trois fonctions logicielles :

- i : In, lecture du port C de manière ponctuelle
- l : In, lecture du port C de manière continue
- o : Out, écriture du port A

Les entrées analogiques, au nombre de quatre, sont de type single-ended, avec masse commune. La plage de tension admissible est comprise entre 0V et +5V. Le circuit de conversion analogique/numérique U_5 est un ADS7841. Il s'agit d'un convertisseur 12 bits (configurable aussi en 8 bits) sériel, à approximations successives.

Les signaux DCLK, DIN et DOUT servent à l'échange de données entre le microcontrôleur et ce dernier, le signal CS sert à activer le circuit. Le mode de fonctionnement est fixé à 12 bits, sans stand-by et

sans contrôle du busy. La référence de tension est fixée à +5V, pour permettre l'utilisation de la plage de tension d'entrée maximum. Les entrées analogiques sont reliées au connecteur JP₆. L'utilisation des entrées analogiques se fait par deux fonctions logicielles :

- m : Mesure analogique de manière ponctuelle
- M : Mesure analogique de manière continue

Les entrées d'interruptions sont, elles aussi, reliées au connecteur JP₅, au niveau des broches 9 et 10. Deux fonctionnalités du programme d'utilisation permettent d'activer ou d'inhiber ces lignes. Dans le cas où elles sont actives, une interruption est générée par un front descendant du signal d'entrée. Tout comme les entrées logiques du port C, ces deux lignes sont programmées avec des résistances de tirage au niveau haut, internes au microcontrôleur. On peut donc aussi les utiliser avec un interrupteur ou un bouton-poussoir. Deux fonctions logicielles sont disponibles :

- a : activation des interruptions
- b : inhibition des interruptions

Lorsque les interruptions sont activées, un signal valide provoque l'envoi d'un court message explicite sur le port RS232, qui est reçu sur le terminal.

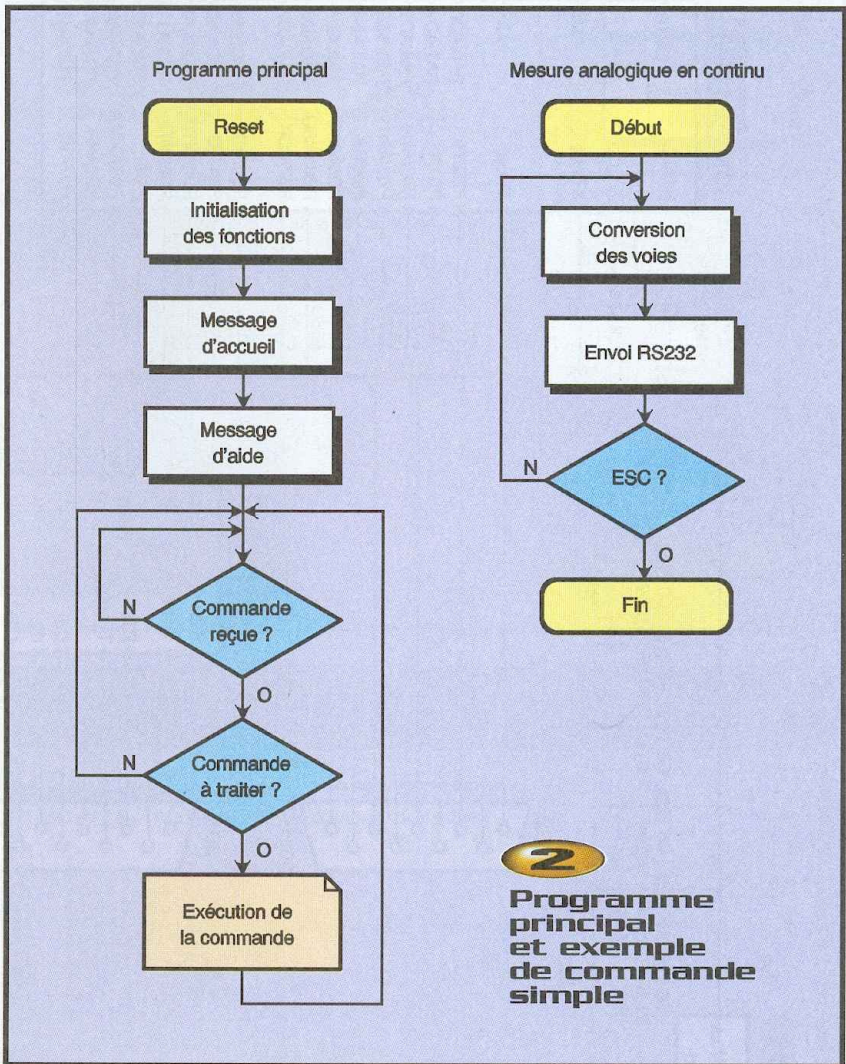
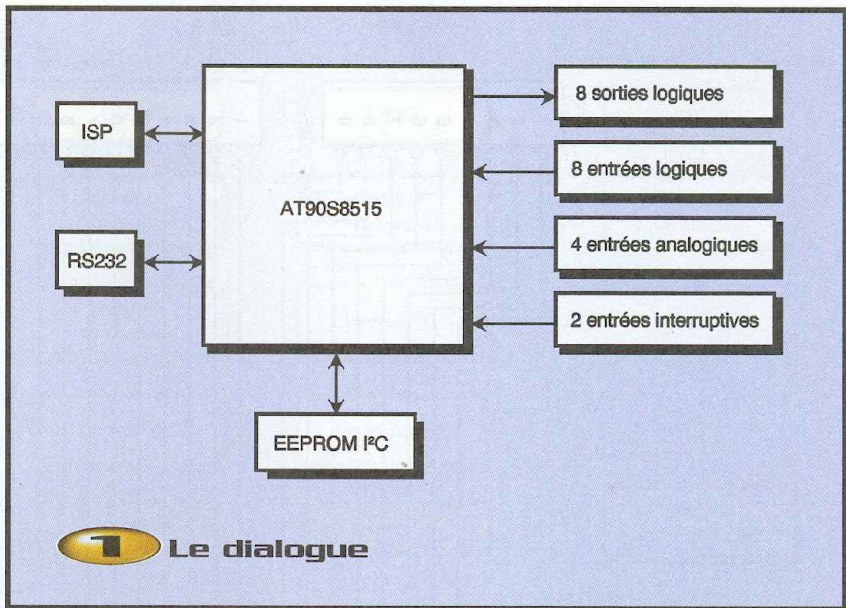
Le circuit U₄ est une EEPROM série I²C. Elle va permettre, grâce aux données qui y sont mémorisées, de lancer l'écriture d'une séquence de données sur le port de sortie A. Une séquence est définie par le nombre de phases à écrire sur le port A et par les données écrites sur ce port. La programmation de l'EEPROM est faite par l'utilisateur, au moyen d'opérations simples :

- w : write I²C EEPROM
- r : read I²C EEPROM

Pour l'écriture, l'utilisateur va saisir l'adresse où stocker la donnée, puis la donner. Pour la lecture, il faut juste saisir l'adresse. Le circuit utilisé, de référence AT24C02, est une EEPROM série I²C de 256 octets. Une séquence pourra donc contenir au maximum 255 phases, puisque le premier octet (adresse 0x00) contient le nombre de phases.

Le lancement de la séquence est obtenu par une seule commande :

- s : séquence I²C EEPROM ↯ Port A (OUT)



La séquence est exécutée manuellement, par l'appui sur la touche ENTER, par l'utilisateur. Cela permet de piloter de manière séquentielle un système, sans être obligé de taper les données constamment, au travers de

la fonction de sortie simple (out). On a fait appel à un circuit externe au microcontrôleur, plutôt qu'à son EEPROM interne de capacité double, pour permettre éventuellement de retirer le circuit afin de le relire sur un

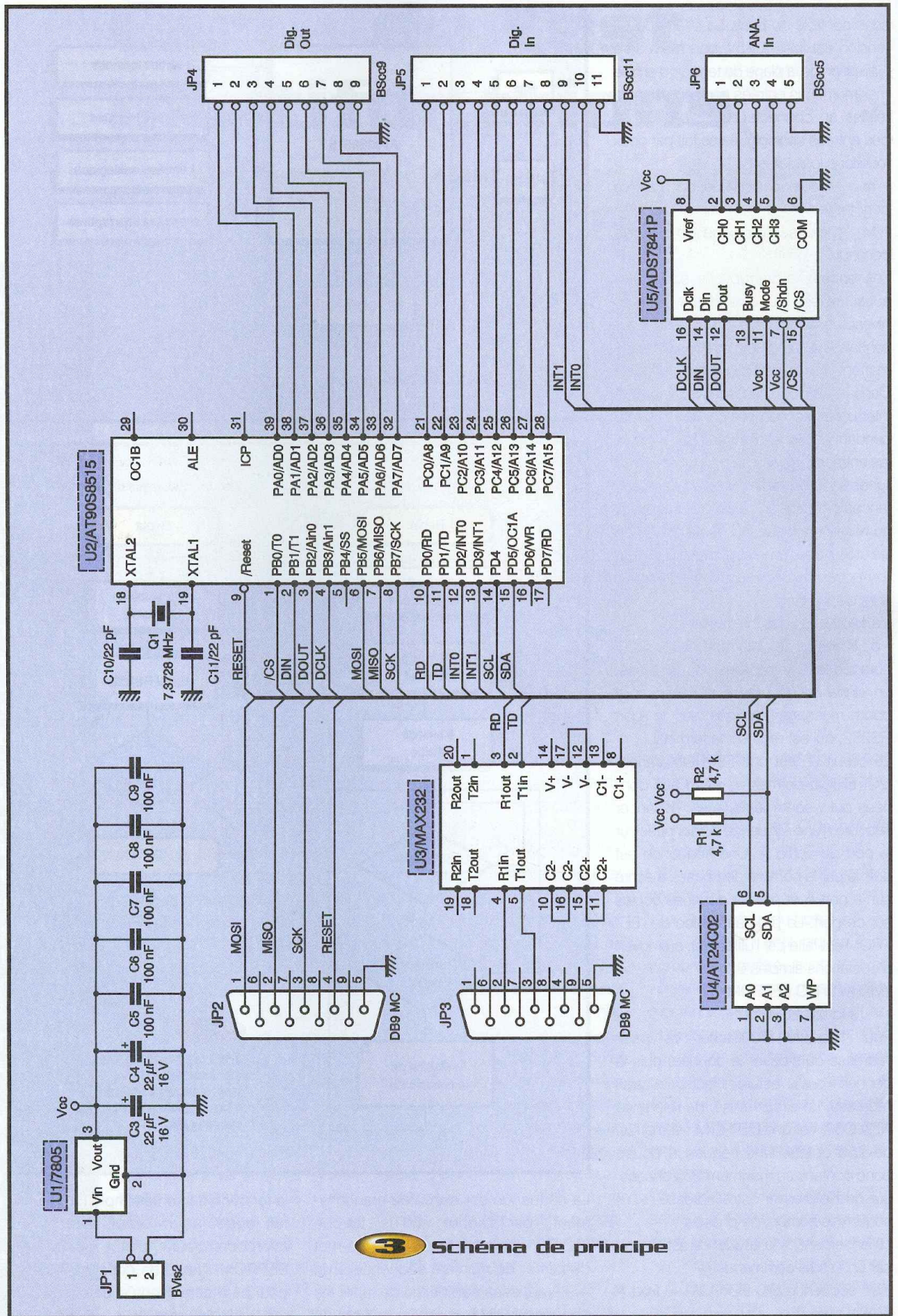
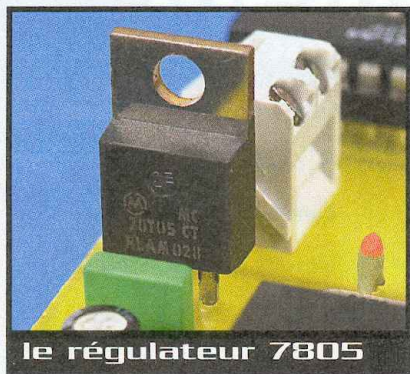


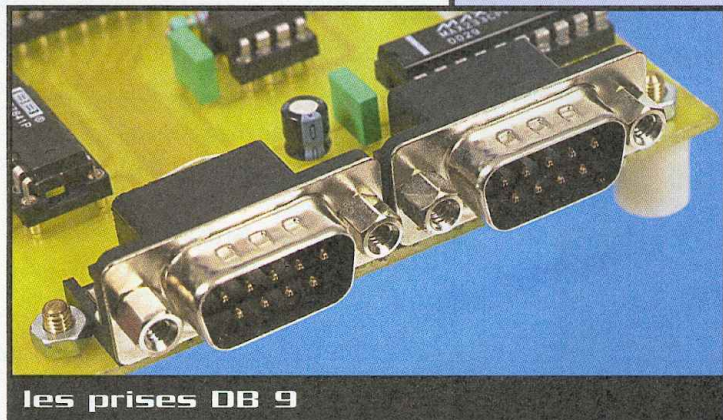
Schéma de principe



le régulateur 7805



le driver de lignes

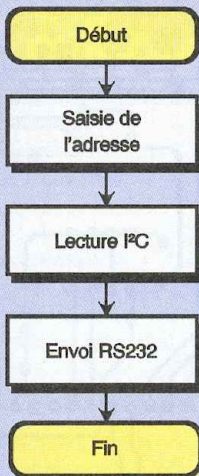


les prises DB 9

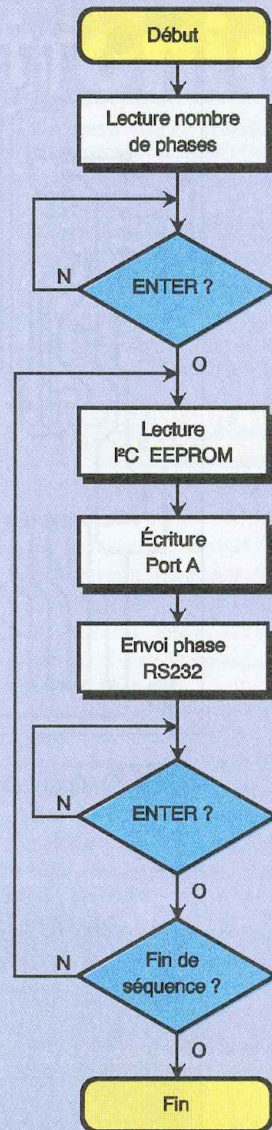
Écriture I²C EEPROM



Lecture I²C EEPROM



Déroulement d'une séquence



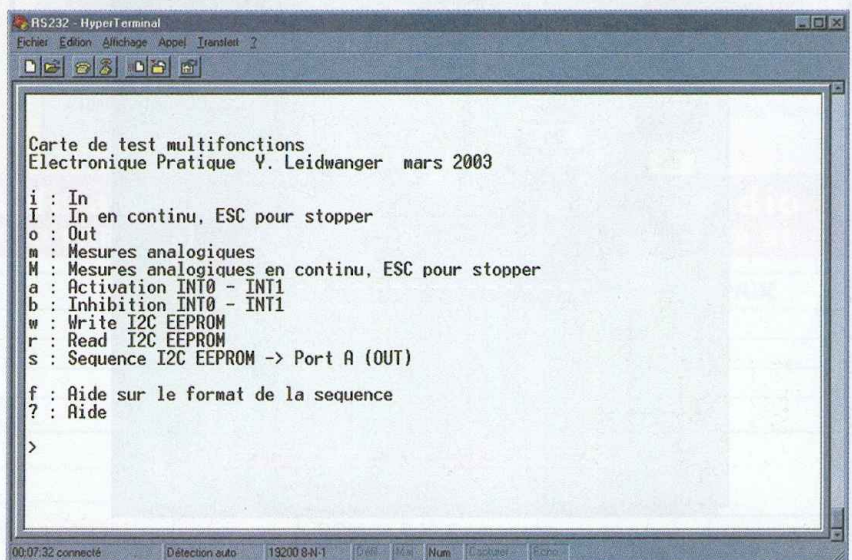
4

Routine I²C EEPROM et déroulement d'une séquence programmée

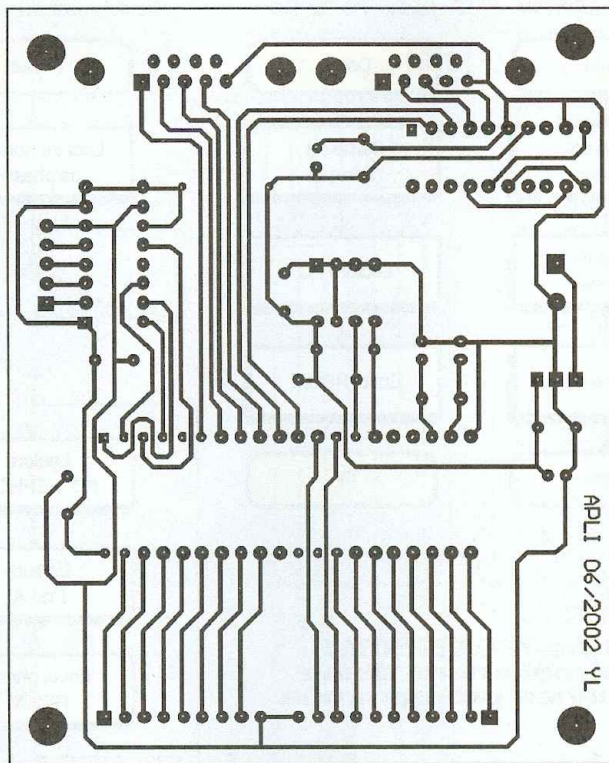
autre système, au lieu d'ôter le micro-contrôleur plus imposant.

On trouve aussi deux commandes logicielles d'aide : '?' pour un récapitulatif complet des commandes disponibles, et 'f' qui est une aide contextuelle à l'utilisation de la fonction de "séquence".

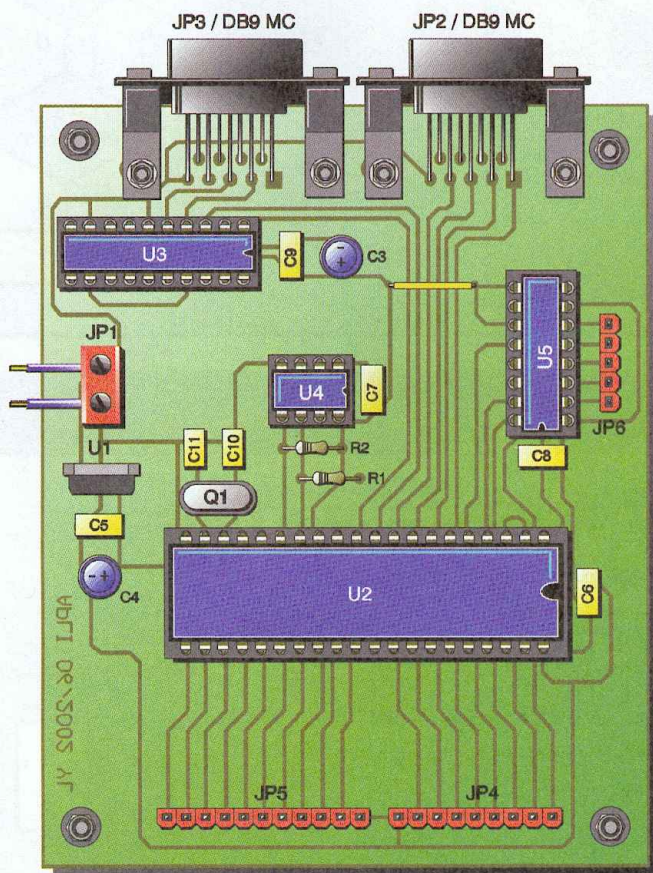
Au niveau matériel, on trouvera, en dernier lieu, un connecteur DB9 ISP, pour la (re)programmation du microcontrôleur directement sur la carte, ainsi qu'une partie alimentation, composée d'un bornier à vis d'entrée (JP₁), d'un régulateur positif 5V (U₁) et des habituels et nécessaires condensateurs de découplage.



5 Copie d'écran du terminal de dialogue



6 Tracé du circuit imprimé



7 Implantation des éléments

Nomenclature

- JP₁ : bornier à vis 2 points
- JP₂, JP₃ : DB9 mâles soudés
- JP₄ : barrette sécable 9 points
- JP₅ : barrette sécable 11 points
- JP₆ : barrette sécable 5 points
- U₁ : régulateur 7805
- U₂ : AT90S8515-8PC + support DIL40
- U₃ : MAX232 + support DIL20
- U₄ : AT24C02 + support DIL8
- U₅ : ADS7841 + support DIL16
- C₃, C₄ : 22 µF/16V
- C₅ à C₉ : 100 nF
- C₁₀, C₁₁ : 22 pF
- Q₁ : quartz 7,3728 MHz
- R₁, R₂ : 4,7 kΩ 1/4W

(jaune, violet, rouge)

Pour la programmation du microcontrôleur, on utilisera le fichier "apli.hex" fourni sur le site Internet de la revue. A la mise sous tension de la carte, on lira un premier message d'accueil, suivi de l'aide sur les commandes. Ensuite, on se trouvera sur une ligne de commande sommaire (prompt).

Programme principal et exemple de commande simple

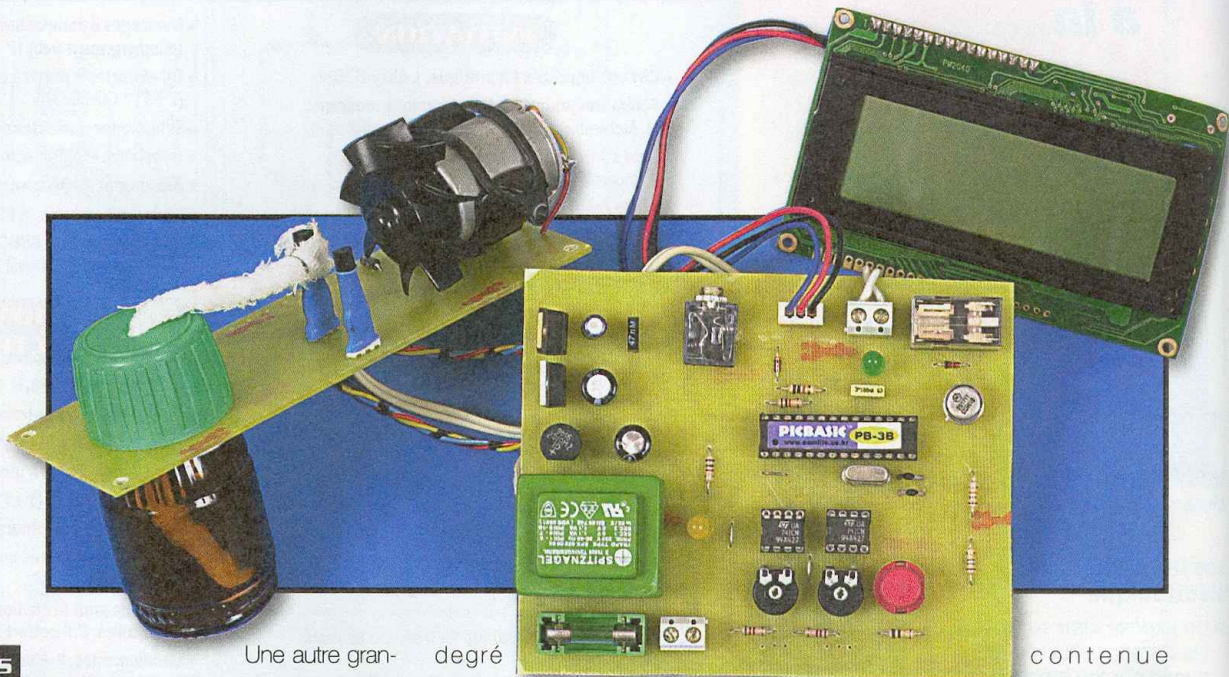
Routines I2C EEPROM et déroulement d'une séquence programmée

La fabrication de la carte est aisée, avec de l'époxy courant simple face. On veillera tout de même à l'orientation des composants polarisés et à la mise en place de l'unique strap de la carte. Il n'est pas obligatoire de souder le connecteur JP₂ (programmation ISP), si on ne programme le microcontrôleur qu'une seule fois (programmateur dédié).

L'alimentation doit être continue et supérieure à +7,5V, sous une centaine de milliampères.

Y. LEIDWANGER

Un psychromètre électronique



Une autre grandeur physique est intéressante à observer : il s'agit de l'humidité relative qui s'exprime en % ; c'est le rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau (= pv) et la pression de saturation de la vapeur d'eau (= pvs). Par exemple, de l'air à 20°C et à 50 % d'humidité relative contient 7,36 g d'eau par Kg, soit 8,7 g d'eau par m³. A 100 % de H.R., on est à la limite de la saturation de l'air par la vapeur d'eau et un brouillard apparaît.

Principe de la mesure

Pour mesurer le degré d'humidité relative, on peut trouver dans le commerce des capteurs électroniques spécifiques, de type résistif ou encore capacitif, comme le célèbre capteur VALVO maintes fois utilisé dans ces lignes.

Mais nous allons vous proposer une autre solution pour effectuer cette mesure : elle se réalise à l'aide de deux capteurs de température, l'un dit à bulbe sec, l'autre à bulbe humide. Cette association porte le nom de psychromètre et permettra, à l'aide d'une table psychrométrique, de connaître rapidement le

degré d'humidité relative en %. Pour notre maquette, nous ferons appel à un microcontrôleur chargé, d'une part de relever les deux températures, puis de calculer à chaque fois la valeur de H.R. à partir de la différence des températures. On pourra lire toutes les valeurs sur un grand afficheur à cristaux liquides.

Nos deux thermomètres seront, bien entendu, des capteurs électroniques habituellement exploités dans les applications de ce type.

L'un des capteurs, dit humide, sera entouré d'une mousseline ou tissu très fin, constamment imbibé d'eau ; l'autre capteur mesure, lui, la température de l'air à proximité immédiate. À l'aide d'un petit ventilateur, nous ferons passer un faible courant d'air sur les deux sondes.

- le thermomètre sec indique donc simplement la température de l'air,
- le thermomètre mouillé, lui, indiquera normalement une température plus basse que celle du capteur sec, car l'eau dans la mousseline s'évapore sous l'effet du courant d'air et cette évaporation produit nécessairement un refroidissement de l'eau

contenue dans le tissu.

Plus l'air est sec, plus il pourra y avoir d'eau qui s'évapore et plus la différence de température entre les deux sondes sera grande.

Si l'air est très humide, peu d'eau pourra s'évaporer du tissu et la température du capteur mouillé diminuera moins. En présence d'air saturé, (à 100 % de H.R.), il n'y a plus d'évaporation et les deux thermomètres indiquent la même température. On trouvera sur la **figure 1** le principe de cet appareil, scrupuleusement repris pour la confection de notre prototype.

Pour votre information, nous vous présentons dans le **tableau 1** une partie seulement d'une table psychrométrique utilisée avec des thermomètres traditionnels dans bon nombre de stations météo d'amateurs. Exemple : le thermomètre sec indique 21°C, le thermomètre humide 16°C seulement. D'après le tableau, pour un écart de 5°C, l'humidité relative vaudra 57 %.

Dans notre réalisation, le microcontrôleur se charge de tout : commande du ventilateur, mesure des deux températures, calcul de la dif-

L'air que nous respirons contient toujours un peu de vapeur d'eau ; on peut même considérer cette vapeur comme un gaz dont la pression fait partie de la pression atmosphérique. L'humidité absolue est le nombre de grammes de vapeur d'eau présents dans un kilo d'air sec. Pour des climats ordinaires, plus la température augmente et plus l'humidité absolue est élevée. Dans nos régions, on peut dire qu'en hiver l'air est sec, même s'il pleut dehors, parce que l'humidité absolue est faible !

Température Humide en °C	Différence des températures SEC - HUMIDE en degrés C						
	0	1	2	3	4	5	6
0	100	81	64	50	36	25	16
.....							
10	100 %	87	76	66	57	49	41
11	100	89	77	67	58	50	43
12	100	89	78	68	59	52	44
13	100	90	78	69	61	53	46
14	100	89	79	70	62	54	47
15	100	89	80	71	63	55	49
16	100	90	80	72	64	57	50
17	100	90	81	72	65	58	52
18	100	90	81	74	66	59	53
19	100	91	82	74	66	60	54
20	100	91	82	74	67	61	55
21	100	91	83	75	68	62	56
22	100	91	83	76	69	63	57
23	100	91	84	76	69	63	58
.....							
	HUMIDITE RELATIVE en %						



Table psychrométrique

composant est en fait une zéner dont la tension est directement proportionnelle à la température absolue... en degrés Kelvin. La pente est exactement de 10mV par degré. Le modèle LM335 choisi est très courant chez les revendeurs et sa plage de mesure s'étend de -40°C à +100°C, donc très supérieure à nos besoins. Nous ne traiterons d'ailleurs pas les températures négatives peu compatibles avec un brouillard mesurable (du moins avec les possibilités de calcul réduites de notre circuit microcontrôleur). Le boîtier est proposé en modèle plastique TO92 type transistor petits signaux. Son brochage est donné sur le schéma électronique, **figure 2b**.

Nous ne chercherons même pas à retrancher les 2,73V du zéro Celcius, laissant au circuit IC₅ le soin de traiter à la fois la conversion analogique décimale et tous les calculs indispensables à l'affichage des températures. Les Ampli-OP IC₃ et IC₄, utilisés en suiveur de tension à forte impédance d'entrée, appliquent la tension mesurée sur les broches 2 et 5 de IC₅. Ces entrées/sorties spéciales sont capables de convertir la tension analogique appliquée en une valeur numérique sur 10 bits, en ne dépassant pas une tension de 5V. Une résolution de 1024 pas est donc possible. Pour une tension de 5V, la valeur numérique sera égale à 1023 ; au zéro Celcius à 2,73V correspond la valeur 1023 x 2,73 / 5 = 559 en valeur entière, car le PB-3B ne traite pas les décimales !

À l'aide des ajustables P₁ et P₂, il sera aisé de régler précisément la tension de sortie des capteurs, en concordance avec la température. Le poussoir S₁, relié sur la broche I/O 11 nous sera utile pour valider un cycle de mesure. La sortie I/O 9 est chargée, quant à elle, de mettre en route le petit ventilateur à CC, via le transistor T₁. La diode électroluminescente L₂ et la faible chute de tension dans T₁ permettront de disposer d'une tension proche de 6V sur la bobine du relais. La diode D₂ absorbe l'extra courant de rupture lié à la coupure de la bobine du relais et protège, de ce fait, le transistor T₁. Nous avons déporté sur une plaquette séparée le ventilateur et les deux sondes

férence, évaluation de l'humidité et affichage de l'ensemble.

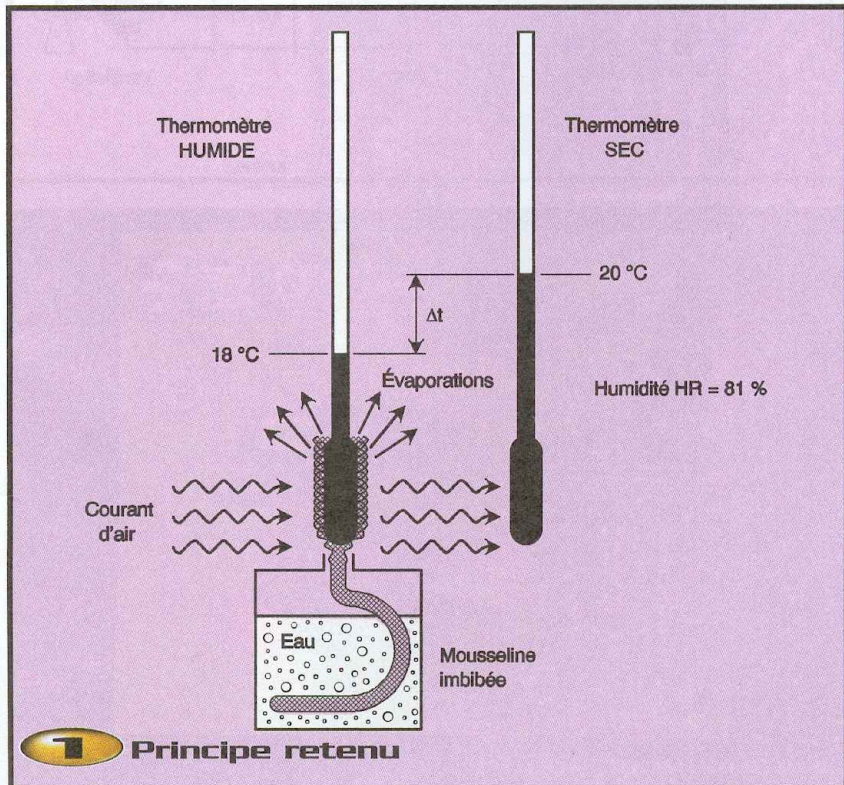
Analyse du schéma électronique

Il vous est présenté sur la **figure 2** et regroupe l'ensemble des composants nécessaires. Vous ne serez pas surpris de retrouver, une fois de plus, au cœur du montage le microcontrôleur COMFILE PIC-

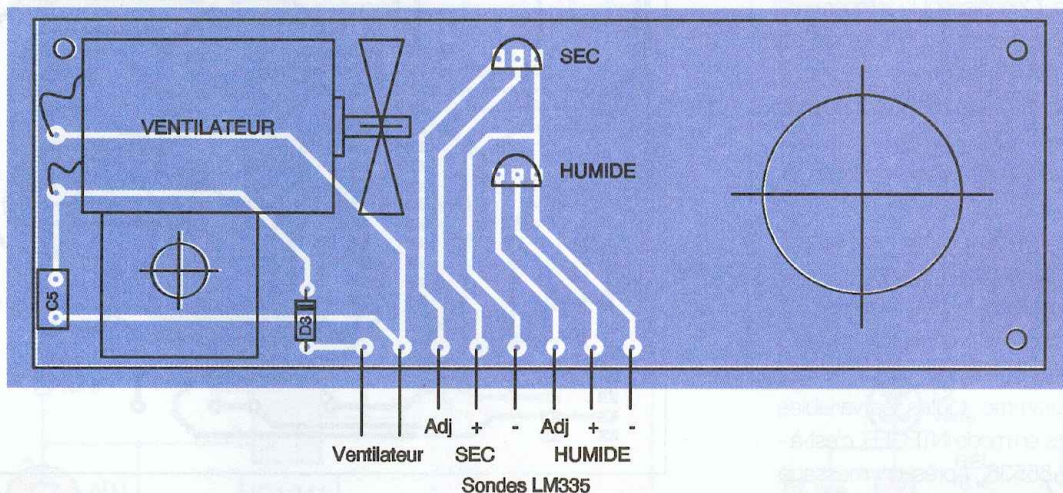
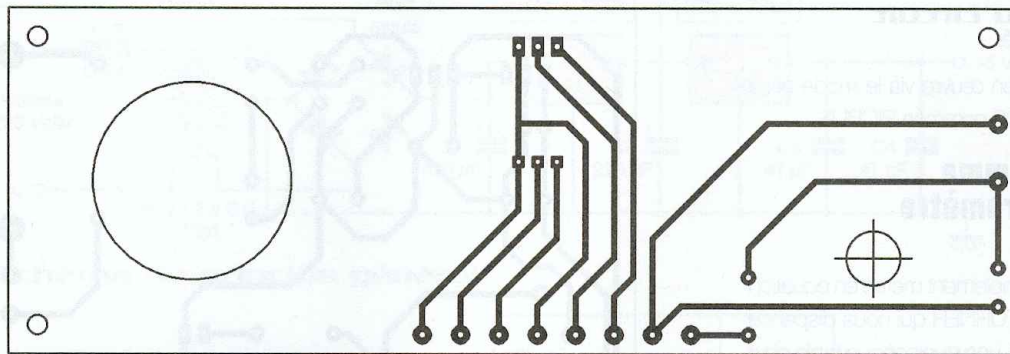
Basic portant la référence PB-3B.

L'alimentation est confiée au secteur par le biais d'un classique schéma transfo/diodes/régulateur. À noter, tout de même, la présence de 2 tensions régulées, le +5V pour le µC et le +9V pour le petit relais et le moteur de ventilation à CC par aimant permanent.

La mesure des températures, sèche et humide, se fera très simplement à l'aide de capteurs LM335 très économiques. Ce



Principe retenu



6 Tracé du circuit imprimé

7 Implantation des éléments

soir S, en mettant sous tension le ventilateur pendant environ 60 secondes (variable T). L'instruction ADIN sur les ports 0 et 3 opère la mesure et la conversion sur 10 bits. Pour $2,94V = 2940mV$, on utilise $2940 - 2730 = 210mV = 21^{\circ}C$.

Dans le microcontrôleur, pour 2,94V le CNA donne $1023 \cdot 2,94 / 5 = 602$. Les facteurs $49/10$, 2730 et 10 donneront la température en degrés : $602 \cdot 49/10 = 2950$. Puis $2950 - 2730 = 220$ et, enfin, $220 / 10 = 22^{\circ}C$ environ.

Le programme est fort compact comme on peut le constater sur le **tableau 2**.

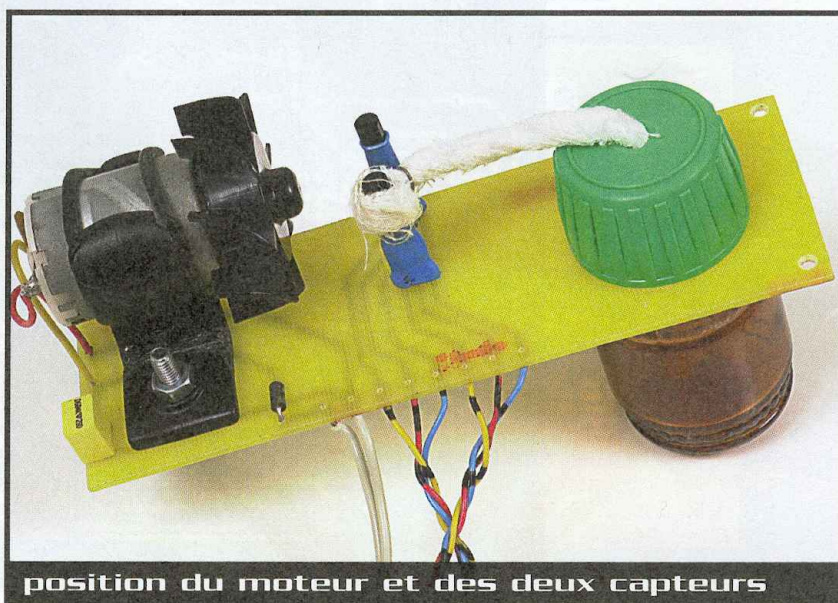
Le réglage du psychromètre est fort simple : on calibre tout d'abord les deux sondes à l'aide des ajustables P₁ et P₂, suivant les indications d'un thermomètre digital digne de foi, et sur les broches 3 des Ampli-OP. Réalisez la sonde humide avec un enroulage de gaze hydrophile trempant dans l'eau grâce à un petit flacon (voir photos). Veillez à ce que le flux d'air soit bien dirigé vers les sondes pour provoquer l'évaporation. On pourra jouer sur la durée de l'évaporation ou procéder à quelques mesures

successives en conservant la dernière valeur s'il n'y a plus d'évolution. Cet appareil original vous rendra sans doute quelques services en matière de météo ou d'environnement. Il provoquera, à n'en pas douter également, la curiosité de vos visiteurs si vous le laissez à la vue de tous.

Pensez, tout de même, à contrôler de temps à autre le niveau d'eau du bulbe humide.

Article réalisé sur les excellents conseils de Patrice HERAULT

G. ISABEL



position du moteur et des deux capteurs


```

' psychromètre > mars 2003
dim sec as integer : dim hum as integer : dim t as integer
dim d as integer : dim e as integer : dim h as integer
SET PICBUS HIGH: LCDINIT : CSROFF
5 LOCATE 0,0 : CLS : PRINT " activer la mesure ?"
10 IF KEYIN (11,25) = 0 THEN GOTO DEB ELSE GOTO 10 ' validation
DEB: OUT 20 ,1 :OUT 9,1 :CLS ' refroidissement de la sonde humide
FOR T = 0 TO 1000 ' pendant une temporisation de 60000 ms
LOCATE 0 ,2 : PRINT "VENTILATION en cours "
LOCATE 0,3 :PRINT " patientez svp !" : CSROFF
DELAY 60
NEXT T
CLS : OUT 20 ,0 : OUT 9 ,0
SEC = adin (0) : HUM =adin (3) ' mesure des températures et conversion A/N
SEC = SEC * 49/10 ' conversion en degrés
SEC = SEC - 2730 ' et décalage de 2,73 volts
SEC = SEC/10
HUM = HUM * 49/10
HUM = HUM - 2730
HUM = HUM/10
d = SEC - HUM 'application de la formule de TURNER :
IF d < 11 THEN GOTO 20 ELSE GOTO DEB
20 e = 300 *d : e = e /(SEC + 18)
h = 100 - e
AFF: CSROFF ' affichage des températures mesurées
LOCATE 0,0 : PRINT DEC(SEC) ' et de l'humidité calculée
LOCATE 5,0 : PRINT " deg. SEC "
LOCATE 0,1 : PRINT DEC(HUM)
LOCATE 5,1 : PRINT " deg. HUMIDE"
DELAY 1000
LOCATE 0,3 : PRINT DEC(h)
LOCATE 5,3 :PRINT " % HUMIDITE"
DELAY 15000 : GOTO 5 ' affichage pendant 15 secondes et retour

```



Le programme

Nomenclature

1 pont moulé cylindrique

IC₁ : 7809, régulateur intégré 9V positif, boîtier TO220

IC₂ : 7805, régulateur intégré 5V positif, boîtier TO220

IC₃, IC₄ : Ampli-OP μ A 741, boîtier DIP8
2 capteurs de température LM335, boîtier TO92

IC₅ : microcontrôleur PICBasic COMFILE, PB-3B, boîtier DIL28 étroit

Afficheur à cristaux liquides COMFILE 4 lignes, 20 caractères, ELCD 204 (disponibles notamment chez LEXTRONIC et GOTRONIC)

D₁, D₂ : diodes commutation 1N4148

D₃ : diode redressement 1N4002

T₁ : transistor NPN 2N1711

L₁ : diode électroluminescente jaune 5 mm

L₂ : diode électroluminescente verte 5 mm

R₁, R₂ : 1,2 k Ω 1/4W (marron, rouge, rouge)

R₃, R₄ : 10 k Ω 1/4W (marron, noir, orange)

R₅ : 1,8 k Ω 1/4W (marron, gris, rouge)

R₆ : 18 k Ω 1/4W (marron, gris, orange)

R₇ : 1 k Ω 1/4W (marron, noir, rouge)

R₈ : 100 k Ω 1/4W (marron, noir, jaune)

P₁, P₂ : ajustables horizontaux, pas 2,54mm, 10 k Ω

C₁ : 470 μ F/25V chimique vertical

C₂ : 220 μ F/25V chimique vertical

C₃ : 47 μ F/25V chimique vertical

C₄ : 47 nF plastique

C₅ : 470 nF plastique

C₆, C₇ : 33 pF céramique

C₈ : 100 nF plastique

1 transformateur à picots 230/2x 6V, puissance 2,2VA

1 porte fusible + cartouche 0,5A

2 blocs de 2 bornes vissé-soudé, pas de 5mm

1 relais DIL 16 NATIONAL, bobine 6V

1 support à souder broches tulipes

DIL28 étroit ou 2x14 broches tulipes

2 supports à souder DIL8

1 poussoir cylindrique rouge pour C.I.

1 quartz à fils 20 MHz

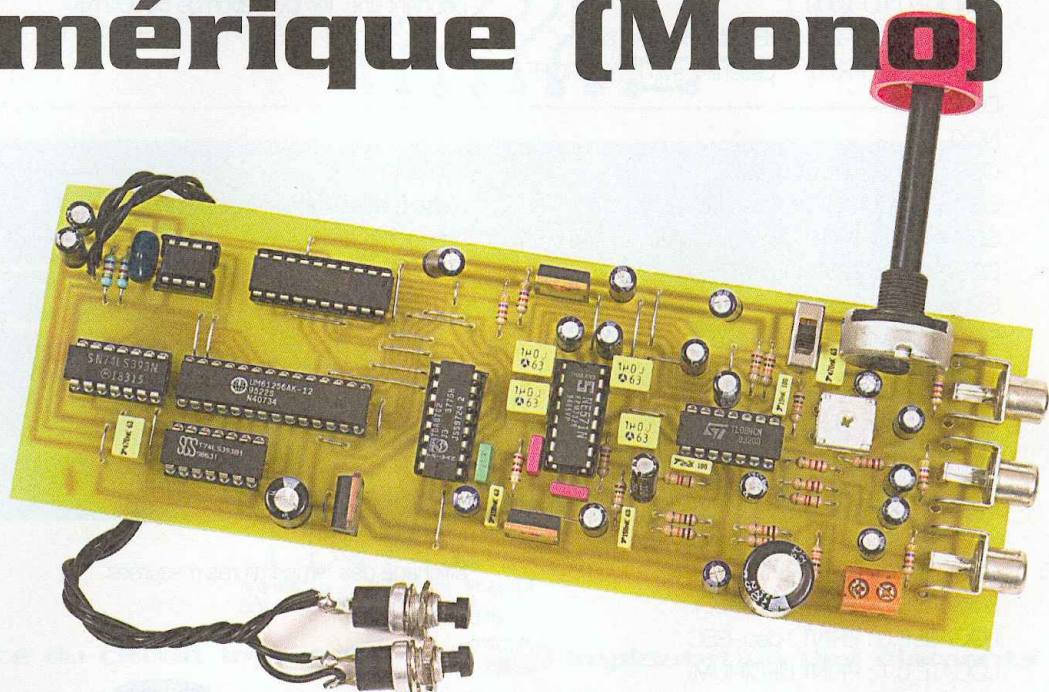
1 connecteur jack 3,5 mm pour liaison PC

1 connecteur détrompé 3 broches pour afficheur LCD

1 moteur à courant continu + hélice prévoir flacon eau + mousseline (ou gaze)

liaisons fils souples multicolores

Module de réverbération numérique (Mono)



Le temps de retard introduit par ce module est réglable sur une plage s'étendant de 2,5 ms à environ 655 ms. L'écho peut être simple ou bien multiple. Enfin, l'ensemble bénéficie d'une bonne qualité de son grâce au choix d'une fréquence d'échantillonnage égale à 50 kHz et par l'utilisation d'un compresseur/expandeur de dynamique.

Principe de fonctionnement

La manière la plus simple d'obtenir le décalage temporel souhaité consiste à stocker dans une mémoire (IC₂) les échantillons provenant de la numérisation du signal d'entrée par le convertisseur ADC0820 (IC₁), puis de les relire après une durée fixe pour les retranscrire en signal analogique par l'intermédiaire du convertisseur DAC TDA8702 (IC₃). En mixant ce dernier signal avec celui d'entrée, on obtient l'effet d'écho recherché. De plus, si l'on réinjecte une fraction du signal décalé en entrée du montage, l'écho devient multiple, se répétant en s'affaiblissant.

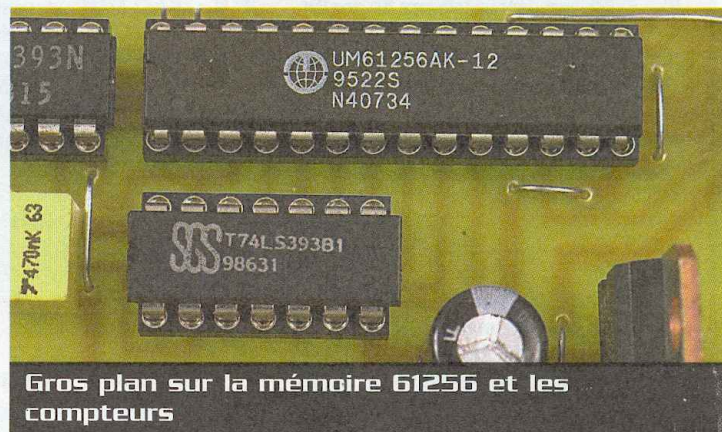
Description

La partie numérique du montage, chargée du stockage et de la

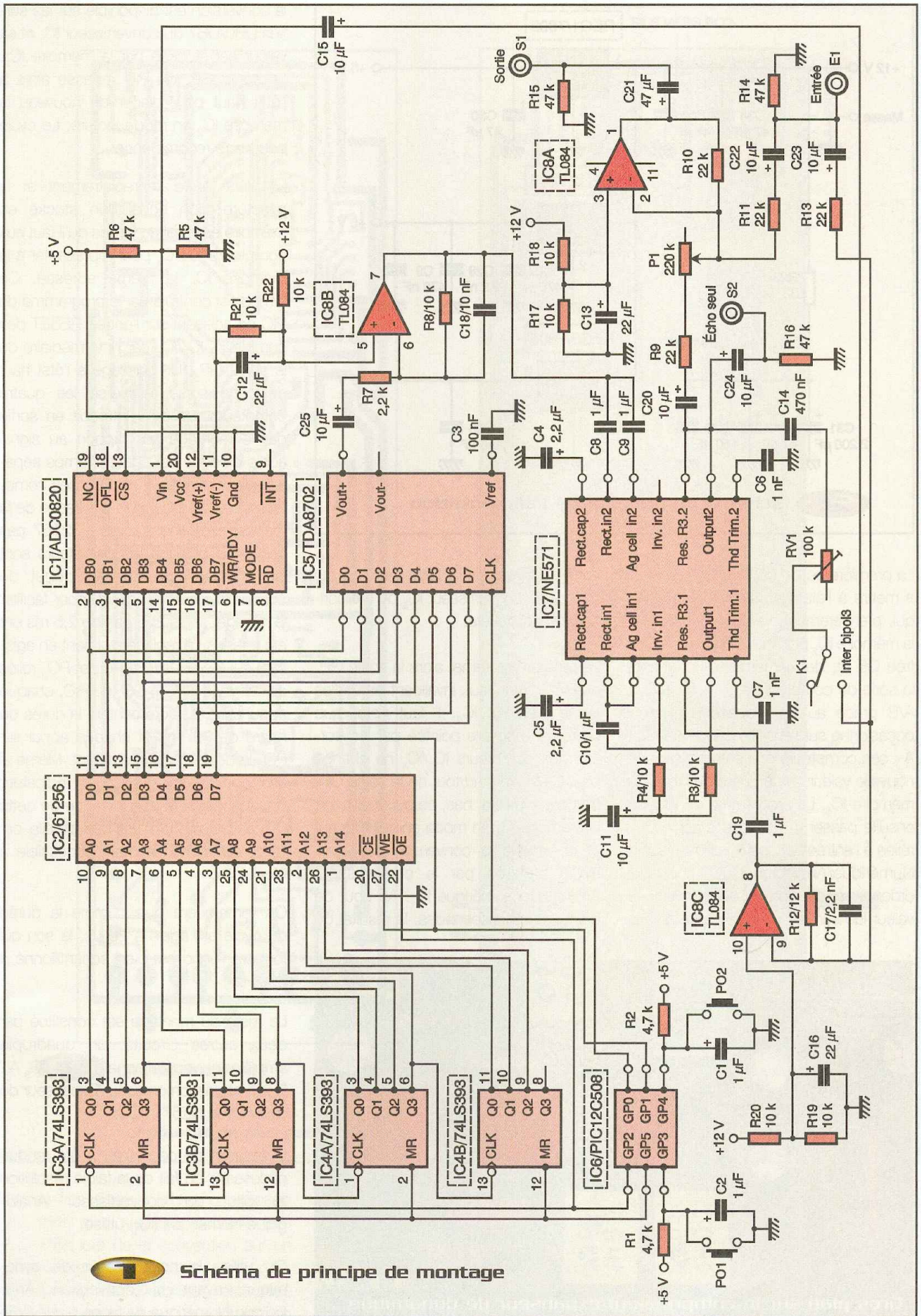
relecture des échantillons, est organisée autour d'un PIC 12C508 qui génère successivement les quatre signaux de commande nécessaires au fonctionnement de l'ensemble selon un cycle d'une durée de 20 μ s. Ce cycle permet à la fois de lire un échantillon mémorisé depuis un temps égal à la durée de l'écho et d'en enregistrer un nouveau pris


en direct sur le signal d'entrée; la façon d'introduire le décalage étant expliquée plus loin.

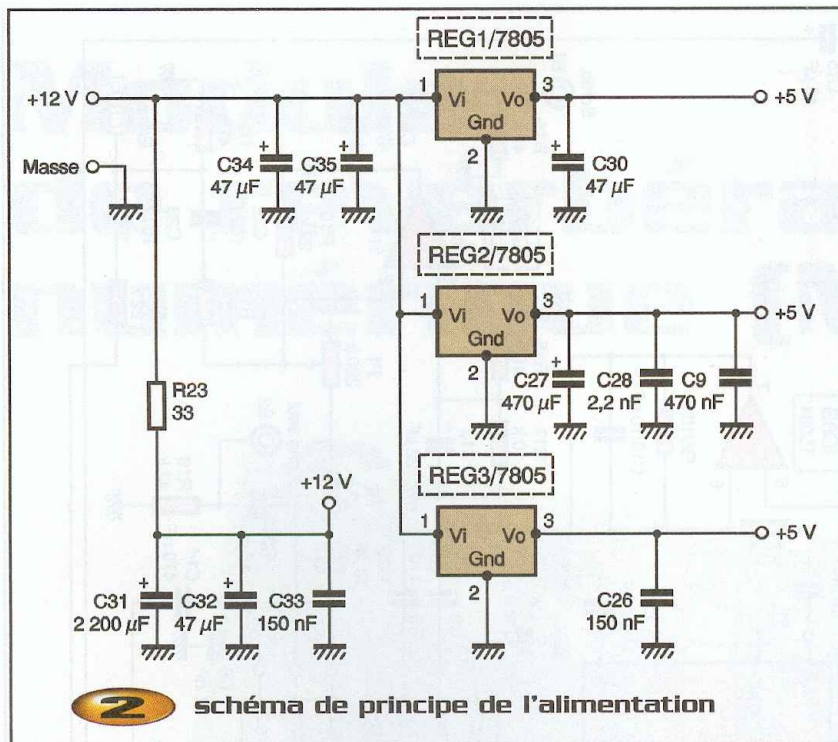
Au début de chaque cycle, les sorties GP₀, GP₁ et GP₂ sont à l'état haut ce qui signifie qu'aucune action n'est en cours, et suivant le même principe, la sortie GP₃ est à l'état bas c'est-à-dire également inactive.



Gros plan sur la mémoire 61256 et les compteurs



 Schéma de principe de montage



La première action du PIC (IC_6) consiste à mettre à l'état bas sa sortie GP_2 . Ce qui, premièrement, valide les sorties de la mémoire IC_2 par l'intermédiaire de l'entrée OE et, deuxièmement, incrémente la série de compteurs IC_3 : A/B et IC_4 : A/B grâce au front descendant ainsi occasionné sur l'entrée horloge de IC_3 : A ; ces compteurs présentant alors une nouvelle valeur sur le bus adresse de la mémoire IC_5 . Le programme du PIC fait ensuite passer à l'état bas la sortie GP_0 reliée à l'entrée horloge du convertisseur Numérique/Analogique IC_5 ce qui ordonne à ce dernier de convertir la valeur lue sur ses entrées D_6/D_7 puis la

sortie GP_0 repasse à l'état haut, ce qui permet au convertisseur IC_5 de mémoriser son nouvel état.

Le programme remet alors la sortie GP_2 du PIC à l'état haut, invalidant les sorties de la mémoire IC_2 . Il faut noter que l'adresse mémoire pointée par les sorties des compteurs IC_3/IC_4 ne change pas. C'est alors au tour de la sortie GP_1 de passer à l'état bas, ce qui positionne la mémoire IC_5 en mode enregistrement et déclenche la conversion du signal audio d'entrée par le convertisseur Analogique/Numérique IC_1 . Au bout de quelques microsecondes, le résultat de

la conversion est disponible sur les sorties $DB0/DB7$ du convertisseur IC_1 et sa valeur est stockée par la mémoire IC_2 . La sortie GP_1 du PIC repasse alors à l'état haut pour placer de nouveau la mémoire IC_2 en mode lecture. Le cycle peut alors recommencer.

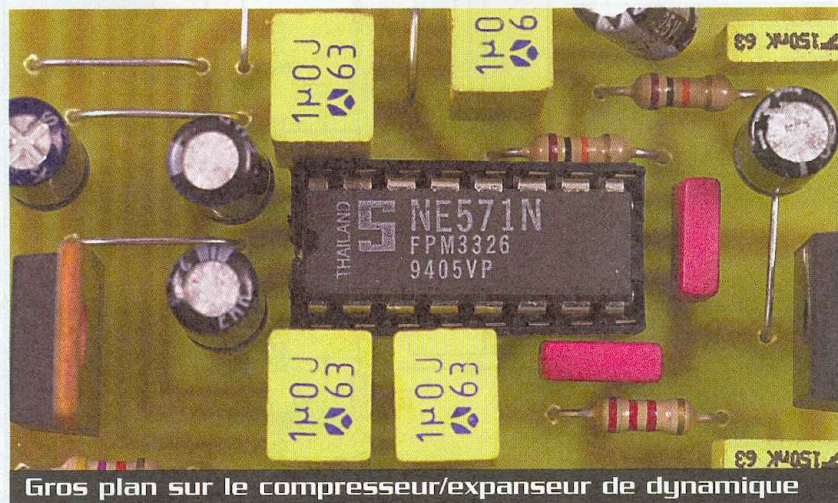
Le délai entre l'enregistrement et la relecture d'un échantillon stocké en mémoire est égal au temps qu'il faut aux compteurs IC_3/IC_4 pour représenter à la mémoire IC_2 la même adresse. Ce temps est contrôlé par le programme du PIC en agissant sur l'entrée RESET des compteurs IC_3/IC_4 par l'intermédiaire de la sortie GP_5 . Un passage à l'état haut de cette sortie réinitialise les quatre compteurs. Le délai introduit en sortie par le montage par rapport au signal audio d'entrée est égal au temps séparant deux remises à zéro de ces compteurs. Les quinze lignes d'adresse de la mémoire autorisent jusqu'à 32167 pas de 20 μs puisque les compteurs sont incrémentés une fois au début de chaque cycle. Cependant, pour faciliter le réglage, seuls 256 pas de 2,5 ms ont été retenus. Le réglage s'obtient en agissant sur les poussoirs PO_1 et PO_2 reliés aux entrées GP_3 et GP_4 du PIC, chaque appui sur PO_1 incrémentant la durée du retard de 2,5 ms et chaque appui sur PO_2 la décrémentant d'autant. Même si l'on ne dispose pas d'un indicateur visuel donnant la valeur exacte de cette durée, le réglage n'est pas difficile car l'effet est immédiatement accessible à l'écoute.

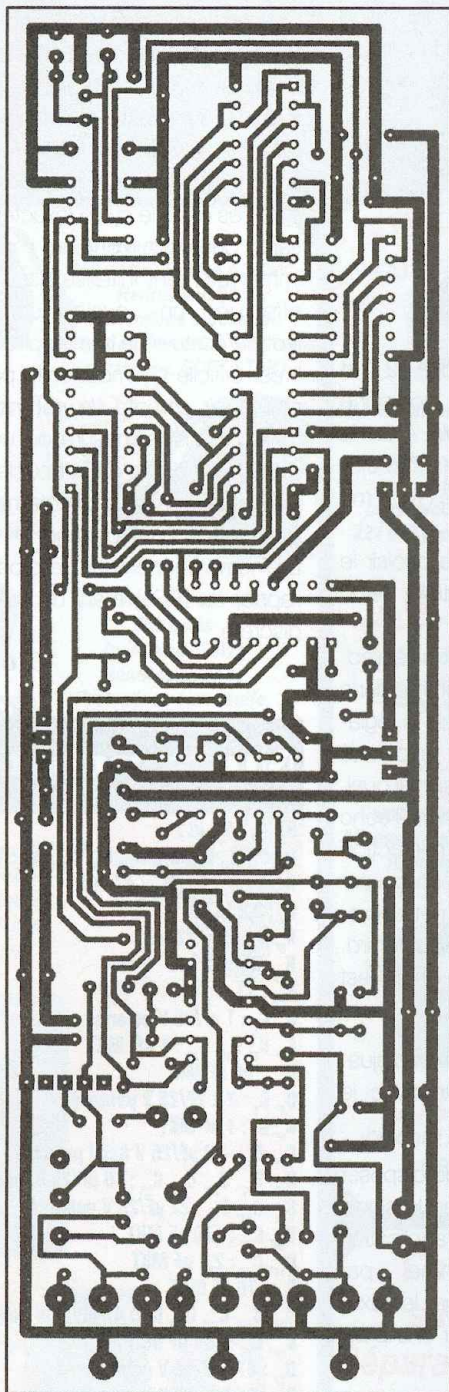
On remarquera que comme la durée du cycle est égale à 20 μs , le son qui formera l'écho est bien échantillonné à 50 kHz.

Le reste du montage est constitué par deux autres circuits, un quadruple amplificateur opérationnel TL074 (IC_8 A : B : C) et un Compresseur/Expanseur de dynamique NE571 (IC_7).

L'utilisation de ce dernier a été rendue nécessaire du fait de la faible résolution (8 bits) du convertisseur Analogique/Numérique (IC_1) utilisé.

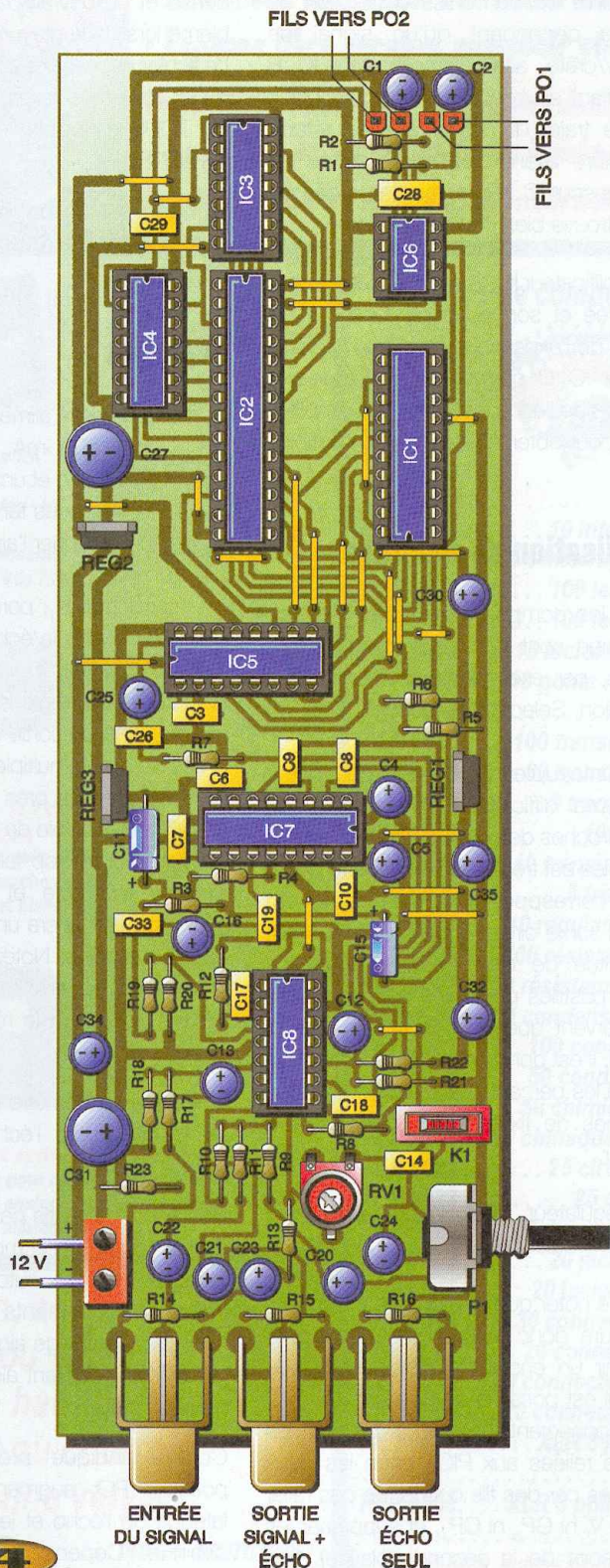
On utilise le compresseur de dynamique avant la conversion Analogique/Numérique de façon à relever le





3 circuit imprimé

implantation des composants



4

niveau des signaux faibles par rapport aux forts afin que tous puissent être quantifiés lors de la conversion sur un nombre significatif de bits. L'expanseur de dynamique est utilisé pour sa part après la conversion

Numérique/Analogique dans le but de rendre au signal ses proportions d'origine. Dans le cadre de ce montage, le compresseur agit également comme un amplificateur et l'on obtient à sa sortie,

pour un signal de 1 V crête à l'entrée, un signal approchant 2,5 V crête, ce qui justifie le choix d'une tension de référence de 5 V pour le convertisseur IC₁, les résistances R₅ et R₆ positionnant l'entrée au point milieu de 2,5 V.

En sortie du convertisseur IC₅, on ne trouve cependant qu'un signal de 0,5 V/crête, aussi l'amplificateur IC₈:B amplifiant environ cinq fois a été placé sur le trajet du signal afin de rétablir l'équilibre avant d'attaquer l'entrée de l'expandeur IC₇. En sortie de ce dernier, on retrouve bien 1 V/crête environ.

L'amplificateur IC₈:A sert à mixer le signal d'entrée et son écho provenant de la sortie de l'expandeur, alors que l'amplificateur IC₈:C permet de réinjecter une fraction de l'écho à l'entrée du compresseur pour obtenir l'effet d'écho multiple.

Réalisation du montage

Tous les composants utilisés dans ce montage sont très courants et disponibles, par exemple chez Electronique Diffusion, Selectronic, Gotronic, etc.

Seul l'interrupteur bipolaire K₁ peut poser quelques difficultés car la disposition des broches des différents modèles disponibles est très variable et risque de ne pas correspondre à l'emplacement prévu sur le circuit imprimé. Celui-ci est constitué de cinq pastilles, mais les deux pastilles présentes aux extrémités ne servent que pour la fixation mécanique, il est donc possible de les ignorer en ne les perçant pas et en coupant les broches de fixation de l'interrupteur à placer.

Le régulateur REG₂ pourra être muni d'un petit dissipateur.

Il est à noter que le montage est mono; il faudra donc en associer deux pour obtenir un ensemble stéréo. Dans ce cas, il est possible d'utiliser un seul PIC en connectant broche à broche les pistes reliées aux PICs entre les deux platines par des fils courts (ne pas relier le +5 V, ni GP₃ ni GP₄, et supprimer les poussoirs de la seconde platine). Les deux platines seront alors parfaitement synchrones et utiliseront les mêmes poussoirs pour le réglage. Attention, toute intervention dans les signaux de commande peut être fatale à l'un des composants IC₁ ou IC₂.

Le tracé du circuit imprimé n'est pas trop

dense et ne devrait pas poser de problème lors de la gravure.

Le fichier nécessaire à la programmation du PIC s'appelle reverb.hex. Il faut invalider TOUS les fusibles et choisir l'horloge INTERNE.

Le code source commenté est disponible et s'appelle reverb.DAT à lire avec EDIT.COM.

Réglages

Le montage est à alimenter sous 12 V et consomme 500 mA; il ne comporte qu'un réglage fixe et un variable. Avant la première mise sous tension, il est préférable de positionner l'ajustable RV₁ à mi-course.

Un interrupteur K₁, permet de choisir le mode écho simple/écho multiple, selon l'effet recherché.

L'ajustable RV₁ règle le taux de réinjection du signal de sortie vers l'entrée dans le cas de l'écho multiple. En fait, le réglage idéal est très près de la mi-course aussi est-il possible de le laisser tel quel. Une réinjection trop faible rendra l'écho multiple inaudible et une réinjection excessive entrainera un accrochage par réaction positive. Notez que cet accrochage peut se manifester avec retard, faisant croire que le réglage choisi est tenable.

Enfin, le potentiomètre P₁ permet d'ajuster le niveau de l'écho mixé avec le signal d'entrée.

Une seconde sortie permet de disposer de l'écho seul, non mixé avec le signal d'entrée, ce qui autorise l'application d'autres traitements comme, par exemple, un filtrage aigu/grave, le mixage définitif s'opérant alors sur une platine séparée.

Comme indiqué précédemment, le poussoir PO₁ augmente le temps de latence de l'écho et le poussoir PO₂ le diminue. Cependant, lorsque l'on a atteint le décalage maximum (0,65 s), tout nouvel appui sur PO₁ fait repasser ce décalage au minimum (2,5 ms). De même, l'appui sur PO₂, alors que le décalage est minimum (2,5 ms), fait passer ce dernier à sa valeur maximale (0,65 s), cela afin de rendre le réglage plus rapide.

Note

Lors de l'appui sur le poussoir PO₁, afin d'augmenter la durée de l'écho, on entendra parfois un bruit bref qui perdurera quelques instants si l'écho est multiple. Cela vient du fait qu'un nombre important de cases mémoires ont été ajoutées dans le cycle (exactement 128) sans que leur contenu n'ait pu être immédiatement initialisé car il faut avoir effectué un cycle complet de lecture/écriture de la mémoire pour cela. Il est difficile de modifier le programme pour tenir compte de cet inconvénient mineur dans la mesure où un allongement de la durée de la boucle de lecture/écriture diminue directement la fréquence d'échantillonnage.

Le même phénomène se produit lors de l'appui sur PO₂, mais de manière très discrète.

O. Viacava

Nomenclature

R₁, R₂ : 4,7 kΩ
 R₃, R₄, R₈, R₁₇, R₁₈, R₁₉, R₂₀, R₂₁, R₂₂ : 10 kΩ
 R₅, R₆, R₁₄, R₁₅, R₁₆ : 47 kΩ
 R₇ : 2,2 kΩ
 R₉, R₁₁, R₁₃ : 22 kΩ
 R₁₀, R₁₂ : 12 kΩ
 R₂₃ : 33 Ω
 C₁, C₂ : 1 µF/25 V polarisé
 C₈, C₉, C₁₀, C₁₈ : 1 µF MKT
 C₃ : 100 nF MKT
 C₄, C₅ : 2,2 µF/25 V polarisé
 C₆, C₇ : 1 nF MKT
 C₁₁, C₁₅ : 10 µF/25 V Axial polarisé
 C₂₀, C₂₂, C₂₃, C₂₄, C₂₅ : 10 µF/25 V polarisé
 C₁₂, C₁₃, C₁₆ : 22 µF/25 V polarisé
 C₁₄, C₂₈ : 470 nF MKT
 C₁₇, C₂₈ : 2,2 nF MKT
 C₁₈ : 10 nF MKT
 C₂₁, C₃₀, C₃₂, C₃₄, C₃₅ : 47 µF/25 V polarisé
 C₂₈, C₃₃ : 150 nF MKT
 C₂₇ : 470 µF/16 V polarisé
 C₃₁ : 2 200 µF/25 V polarisé
 IC₁ : ADC0820
 IC₂ : 61256
 IC₃, IC₄ : 74LS393
 IC₅ : TDA 8702
 IC₆ : PIC 12C508A
 IC₇ : NE 571
 IC₈ : TLO74
 P₁ : 220 kΩ Logarithmique
 REG₁, REG₂, REG₃ : 7805
 RV₁ : 100 kΩ
 K₁ : INTER BIPOLAIRE
 3 embases RCA à souder, 2 poussoirs PO₁ et PO₂, 1 bornier deux plots, fil.

Systeme anti-foudre pour Modem RTC



L'ensemble du programme est écrit en C à partir des outils décrits dans **Electronique Pratique n°266** «Développement en langage C pour PIC».

Le principe

Le principe de ce montage est très simple en partant du postulat suivant : un internaute «rural» a souvent un forfait de connexions de 50 heures/mois, son modem doit être connecté à la ligne téléphonique pendant ce temps-là. Si cet internaute prend soin

de ne pas se connecter sur Internet lorsque le temps est à l'orage, il ne risquera pas d'appliquer à son modem une surtension transitant par la ligne téléphonique. Il suffira le reste du temps que son modem soit déconnecté de la ligne téléphonique.

Notre système de protection de modem est, en fait, un relais piloté par une interface RS232. Lorsque l'internaute désire se connecter à Internet, il lance un logiciel qui, via un des ports série du PC, demande la fermeture du relais, donc la connexion du

modem sur la ligne téléphonique. Une fois la connexion établie, le relais reste connecté à la ligne. Au moment de la déconnexion de l'internaute, notre programme assure la déconnexion du modem de la ligne téléphonique. Dans le cas où notre internaute mettrait fin à la connexion d'une manière peu orthodoxe (en mettant le PC hors tension par exemple), une fonction de "time out" assure la déconnexion du modem de la ligne téléphonique au bout de trois minutes, le modem est ainsi protégé des éventuelles surtensions.

L'électronique

La platine est réalisée autour d'un PIC 16F628. L'UART du PIC est câblé sur un traditionnel MAX232 pour permettre la communication de l'interface avec notre programme écrit en Delphi 4.

Le PIC 16F628 rassemble toutes les fonctions indispensables à la bonne gestion d'une liaison série tout en fonctionnant sans oscillateur externe ni circuit de reset. En somme, le 16F628 est un super 12C508 avec liaison série et de nombreuses lignes d'entrées/sorties. Il remplace avanta-



1 Vue d'écran

geusement le traditionnel PIC 16F84 avec de nombreuses fonctionnalités en plus et pour un prix inférieur. On regrettera juste l'absence d'instructions permettant d'écrire

directement dans la mémoire flash du processeur, ce qui aurait permis de l'associer à un bootloader (cf. EP n°266). Le relais que nous avons utilisé est un

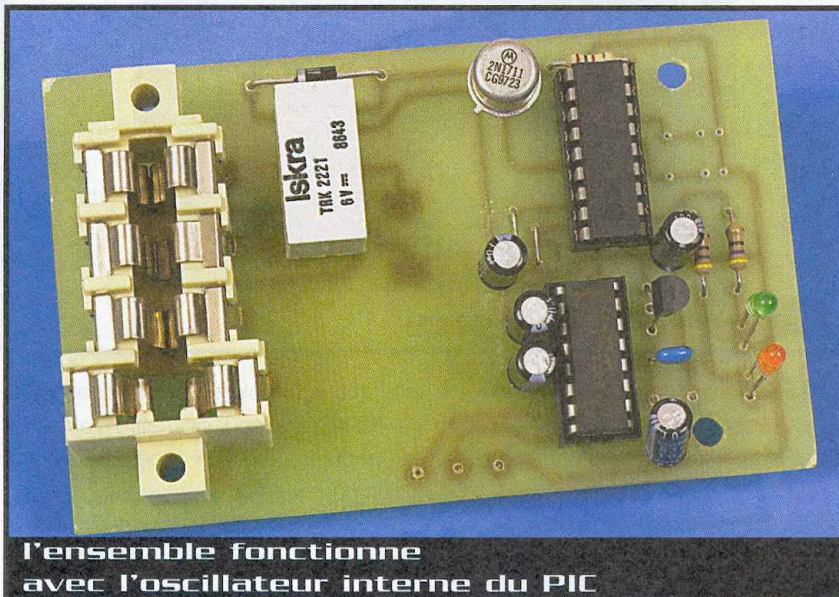
modèle 6Vcc bipolaire. Il est actionné par une ligne de sortie du 16F628 via un transistor 2N1711, n'importe quel transistor NPN de fond de tiroir conviendra parfaitement.

Deux LED ont été montées sur deux sorties du PIC. Une LED verte clignote pour permettre de visualiser le fonctionnement correct de notre montage. Une LED orange signale que le modem est connecté sur la ligne téléphonique.

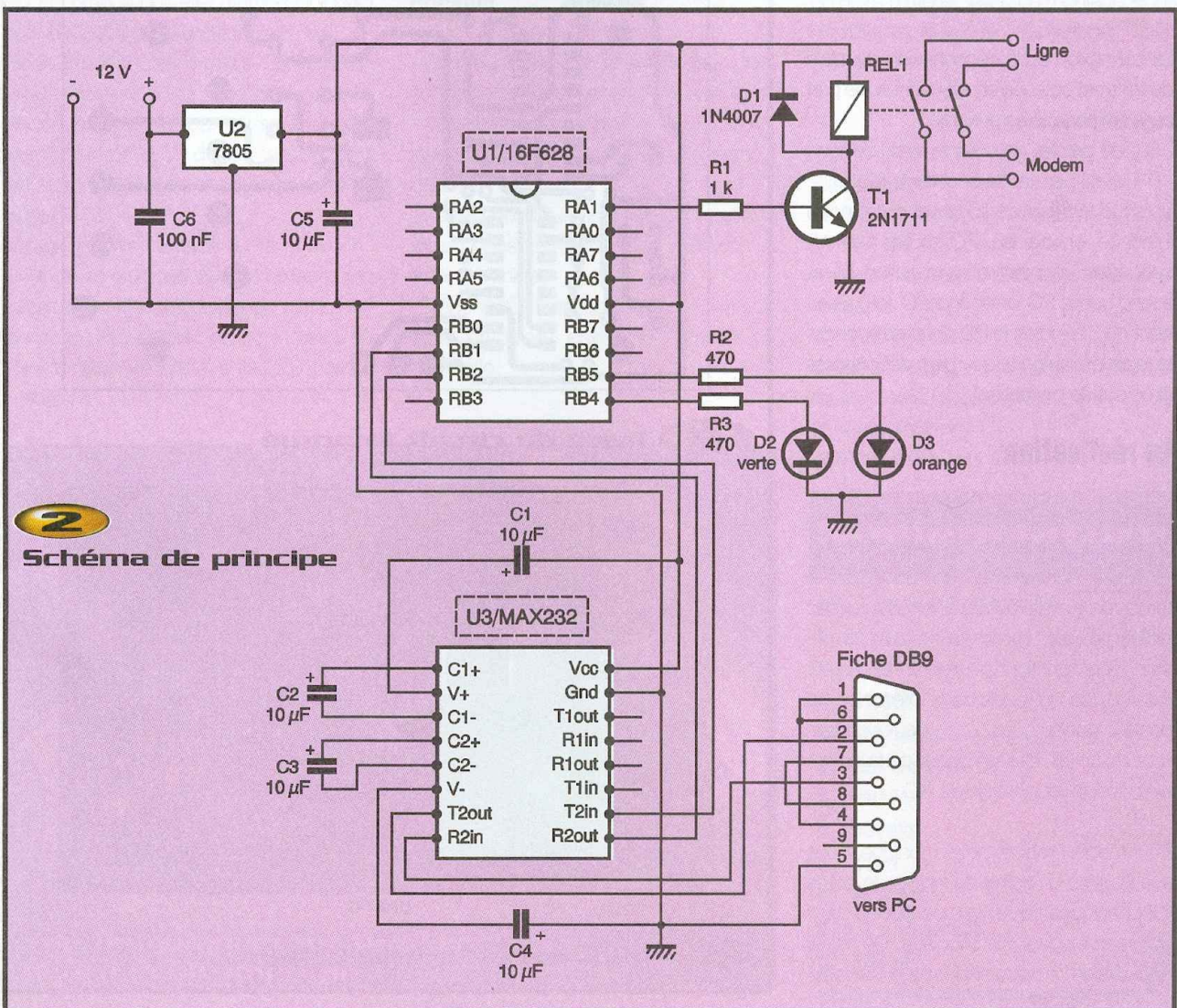
Le programme

Le programme a été écrit en C à l'aide du compilateur CC5X avec la bibliothèque de registres du 16F628. Ce programme intègre les bibliothèques suivantes qui ont été décrites dans nos précédents articles sur la programmation en C des PIC et que l'on peut télécharger librement sur le site de l'auteur www.freepic.fr/st

- UART.C qui assure la gestion de la liaison



L'ensemble fonctionne avec l'oscillateur interne du PIC



série du PIC et du buffer d'interruption
- INTERRUPT.C qui assure la gestion des interruptions.

- TIMER.C est un module qui permet de configurer le timer 0.

Le clignotement de la LED est obtenu en programmant le timer 0 pour un débordement toutes les 65 ms, la fréquence de l'oscillateur étant de 4 MHz. On utilise ensuite une variable compteur qui maintient la LED allumée pendant 500 ms et éteinte pendant le même temps.

L'UART du 16F628 est initialisé en appelant la routine setup_UART() qui fixe la vitesse de transmission (9600 bauds) et qui configure l'UART en mode interruption sur la réception.

On trouve ensuite la boucle principale du programme qui ne fait qu'attendre un caractère sur le port série pour effectuer la connexion ou la déconnexion du relais de ligne.

Le protocole

La connexion ou la déconnexion du relais de ligne est obtenue en envoyant sur le port série les caractères suivants :

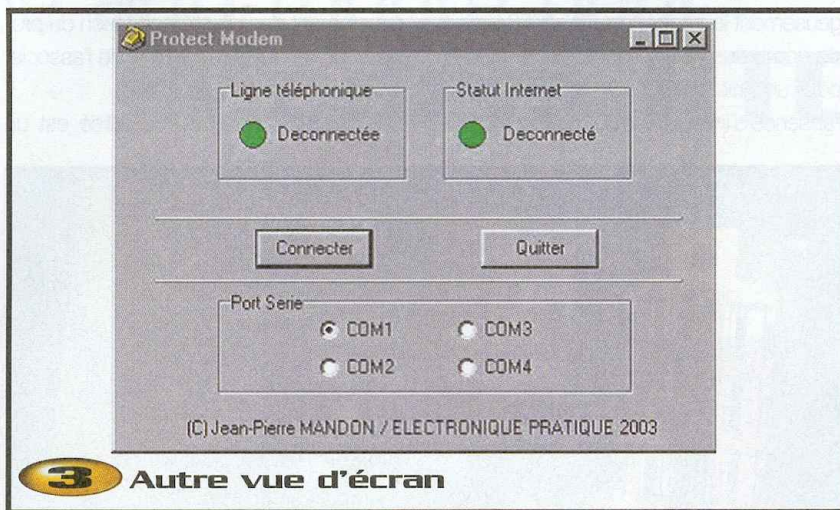
- S (Set) permet de coller le relais de ligne
- R (Reset) permet de décoller le relais.

Lorsque le relais de ligne est collé, notre interface envoie au PC toutes les 10 secondes un point d'interrogation (?) et attend que le PC lui réponde 'O' (ok). Si au bout de 3 minutes le PC n'a pas répondu, le relais est automatiquement déconnecté (time out de protection).

La réalisation

La réalisation de la platine ne pose pas de problèmes particuliers. On veillera à chauffer le bain correctement afin de réduire le temps de gravure évitant ainsi l'attaque des pistes. Le circuit imprimé a été prévu, à l'origine, pour fonctionner avec un oscillateur externe, ce qui explique la présence de pastilles pour le quartz et les deux condensateurs. En fait, tout fonctionne parfaitement avec l'oscillateur interne du PIC.

Pour mettre en boîte notre montage, nous avons utilisé un boîtier de tripleur de prises téléphoniques trouvé lors de soldes dans un grand magasin de bricolage. Ce boîtier a l'avantage de comporter la fiche mâle per-



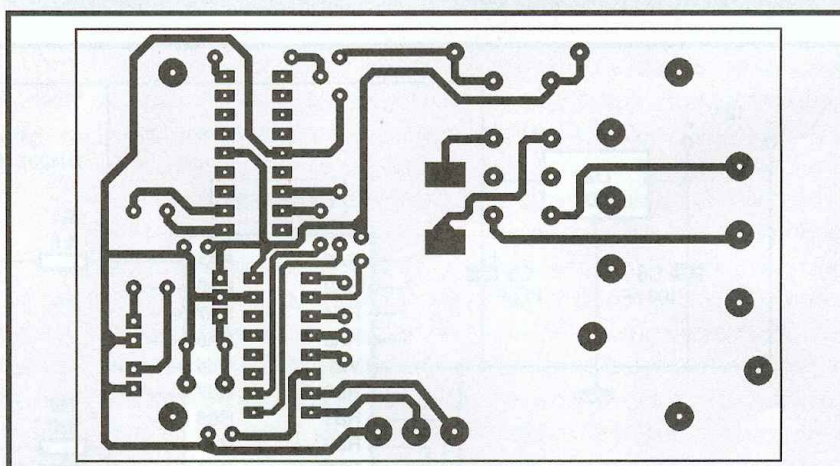
3 Autre vue d'écran

mettant de connecter l'interface sur la ligne téléphonique et le conjoncteur femelle pour circuit imprimé qui recevra la prise de notre modem.

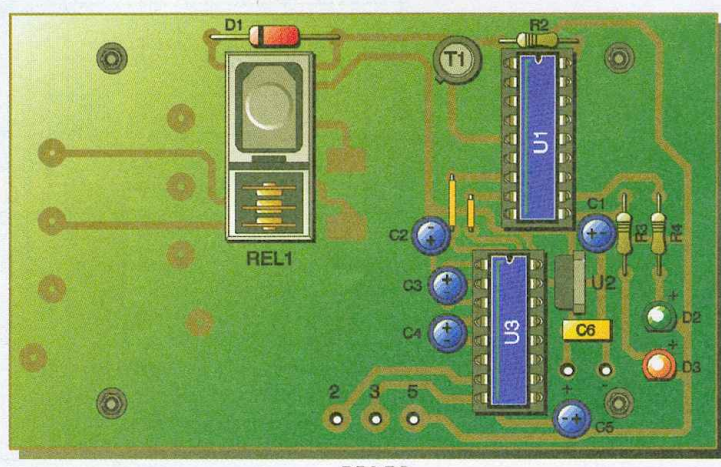
Le circuit imprimé a été dessiné en respectant exactement les dimensions de

celui du boîtier d'origine. Une fiche femelle a été rajoutée pour permettre d'alimenter le montage par un bloc alimentation externe.

On veillera à bien étamer les deux pastilles au centre du circuit imprimé qui servent à la



4 Tracé du circuit imprimé



DB9 PC

5 Implantation des éléments

connexion de la ligne et dont le contact est assuré par la seule pression du circuit sur le boîtier plastique.

Les essais

Pour s'assurer du fonctionnement de notre montage et avant de passer au programme Delphi, on va tester le fonctionnement avec Hyper terminal.

Hyper terminal doit être lancé en premier et configuré de la façon suivante :

Créez une session COM1 9600 puis sélectionnez COM1 avec les valeurs :

- vitesse : 9600
- parité : sans
- bits : 8
- stop : 1
- contrôle : aucun

Vous devez apercevoir l'écran 1.

Après avoir cliqué sur OK, mettez sous tension la platine de commande, tapez S sur le clavier de votre PC. Le relais doit coller et la LED orange doit être allumée indiquant que le modem est «en ligne».

Pour déconnecter le relais, tapez R. En mode connecté et au bout de 10 secondes environ, vous verrez apparaître sur l'écran un point d'interrogation, puis un autre 10 secondes après et ainsi de suite.

Il s'agit de votre interface qui vérifie si le PC est toujours «au bout». Si vous ne tapez pas le caractère «O» de confirmation de la présence du PC, au bout de 3 minutes environ, le relais décollera et la LED orange s'éteindra.

Le logiciel Delphi

Ce logiciel a été écrit en Delphi 4 et permet d'automatiser la tâche de connexion et de déconnexion du relais. C'est une interface entre l'utilisateur et la fenêtre «Accès réseau à distance» que vous utilisez pour vous connecter à Internet.

Le logiciel utilise deux bibliothèques :

- Le composant Tcommport de Dejan Crila qui permet de communiquer avec le port série du PC,
- La bibliothèque Wininet livrée en standard avec la version professionnelle de Delphi qui utilise les fonctions API de Windows pour internet.

L'utilisation de Wininet a été simplifiée grâce à la description de son utilisation faite sur le site de Michel BARDOU, spécialiste de Delphi.

Les passionnés de programmation pourront analyser le source disponible en téléchargement sur le site d'**Electronique Pratique**.

Pratique.

Le logiciel assure 4 fonctions :

- Communiquer avec notre interface pour connecter et déconnecter le relais de ligne,
- Appeler le service accès réseau à distance de Windows pour se connecter à Internet,
- Vérifier périodiquement que le PC est toujours connecté à Internet en utilisant un timer et Wininet,
- Répondre à l'interface de connexion de ligne lorsqu'elle envoie la requête de demande.

Utilisation

Le logiciel de pilotage est, on ne peut plus simple. Pour vous connecter, cliquez sur le bouton connecter, une fois la connexion établie, vous pouvez mettre le logiciel en icône. A la déconnexion, un message vous demandera si vous souhaitez également déconnecter la ligne téléphonique, sachez que si vous répondez non, celle-ci sera de toute façon déconnectée automatiquement au bout de 3 minutes.

Conclusion

Cette interface vous évitera bien des désagréments et la réparation ou le remplacement de votre modem après un coup de tonnerre. Il est malheureusement difficile de mettre en œuvre des protections parafoudres fiables à 100% et le réseau téléphonique est souvent porteur des surtensions qui sont à l'origine de la destruction de notre matériel. Avec ce montage, vous n'oublierez plus de débrancher votre modem !

J.P. MANDON

Sites Internet

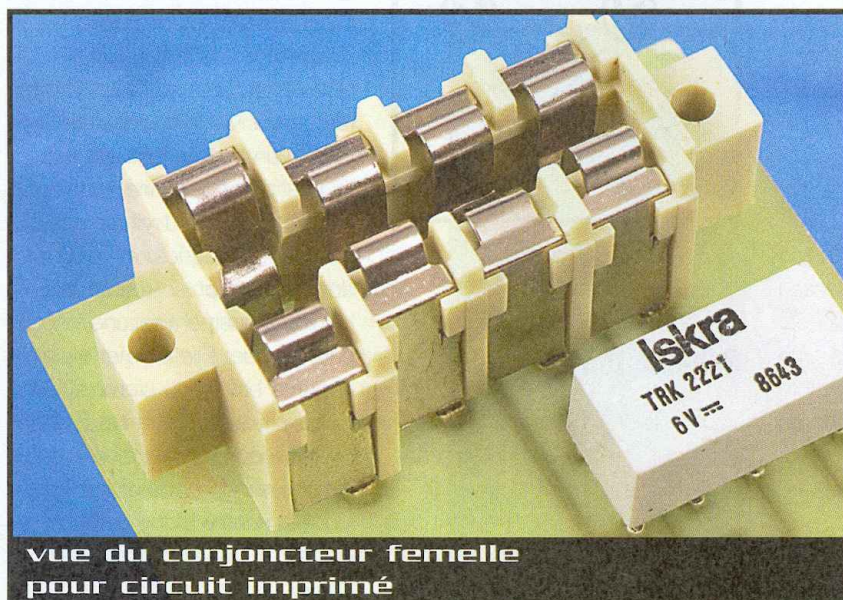
Pour comprendre le fonctionnement de l'API WININET en Delphi :

Le site de Michel BARDOU (très bien documenté)

WWW.DELPHIS.COM

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

WWW.FREEPIC.FR.ST



Nomenclature

REL₁ : relais 6Vcc bipolaire

R₁ : 1 kΩ

R₂, R₃ : 470 Ω

D₁ : 1N4007

D₂ : LED verte

D₃ : LED orange

T₁ : 2N1711

U₁ : 16F628

U₂ : 7805

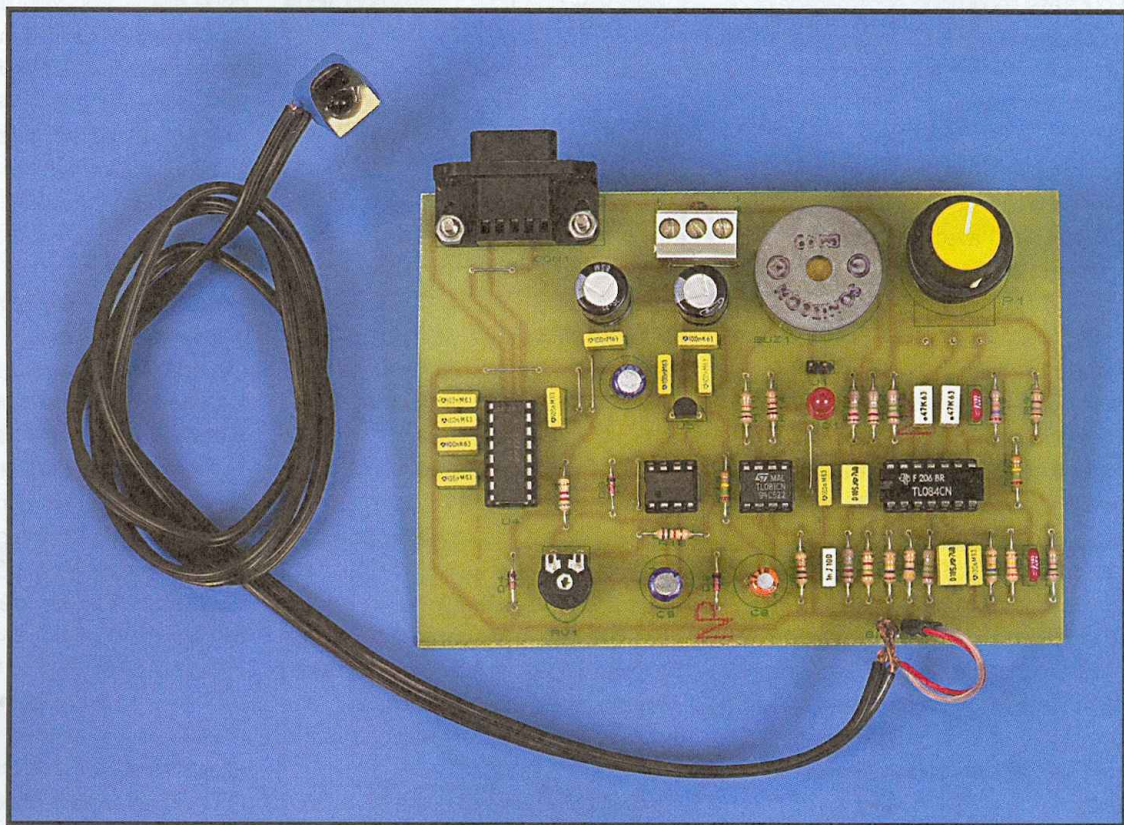
U₃ : MAX232

C₁ à C₅ : 10 µF/25V

C₆ : 100 nF

vue du connecteur femelle pour circuit imprimé

Visualisation et mesure du pouls



Le cardiotelemètre que nous vous proposons dans cet article est original à plus d'un titre. D'une part c'est une réalisation rarement proposée ; d'autre part, il utilise un PC (486 ou mieux) pour vous donner la fréquence cardiaque avec une interface conviviale sous Windows et, pour terminer, vous pourrez visualiser le pouls sur votre moniteur comme s'il s'agissait d'un oscilloscope ou d'un enregistreur médical.

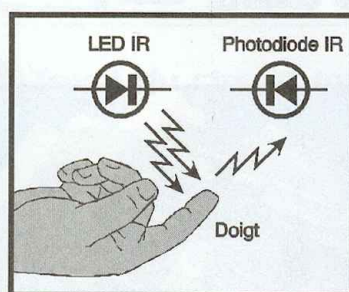
Bien que performante, la carte a été étudiée pour rester assez simple à réaliser, l'utilisation d'un PC permettant d'éliminer tous les compteurs, monostables, afficheurs et autres, habituellement utilisés pour calculer et visualiser la fréquence cardiaque. Aucune mise au point n'est à prévoir, le montage fonctionne à la mise sous tension.

Principe du capteur

Ce principe est utilisé depuis fort longtemps. Il fait appel à un faisceau infrarouge issu d'une LED, qui est dirigé sur l'extrémité d'un doigt. Une fraction plus ou moins importante de ce faisceau est réfléchiée par les tissus. Cette fraction renvoyée est directement dépendante de la pression sanguine.

Il suffit alors de l'intercepter avec une photodiode pour disposer d'un signal électrique proportionnel à

l'amplitude du pouls. Ce principe est illustré par la **figure 1**.



1 Principe du capteur

Schéma fonctionnel

Vous trouverez **figure 2** le synoptique qui va vous guider dans nos explications.

Nous avons en entrée l'élément clef de cette réalisation, c'est-à-dire le capteur que nous venons de présenter. Ce capteur délivre, bien

entendu, le signal de pouls mais aussi des signaux indésirables tels que le 50Hz rayonné par le secteur et par l'éclairage ambiant. Il est donc nécessaire de conserver seulement les fréquences nous intéressant. C'est le rôle du bloc "amplification + filtrage".

Nous trouvons ensuite un comparateur qui vient commander une LED et un buzzer. Lorsque le capteur est bien positionné sur le doigt, la diode clignote au rythme des pulsations cardiaques et le buzzer donne un "bip" en même temps. Le bloc alignement est une fonction peu connue. Elle permet d'aligner la partie basse du signal sur une valeur prédéterminée. Nous analyserons ceci un peu plus loin. Le signal issu du capteur est analogique et nous voulons le traiter avec un PC. Il fallait donc bien qu'un convertisseur analogique/numérique (CAN) apparaisse quelque

part ! Nous le trouvons tout à fait logiquement en sortie du montage, juste avant l'interface qui permet de transformer des niveaux logiques classiques en niveaux compatibles RS232 (+12V, -12V).

Analyse du schéma (figure 3)

L'alimentation

Elle se fait simplement par deux piles 9V qui permettent d'alimenter les amplificateurs opérationnels avec une tension symétrique. Cette tension n'est pas critique et il est tout à fait possible d'utiliser une alimentation de laboratoire symétrique 2x12V ou 2x15V.

Vous pouvez aussi constater l'utilisation du régulateur 5V (U_5) qui est chargé d'alimenter la partie convertisseur et interface RS232.

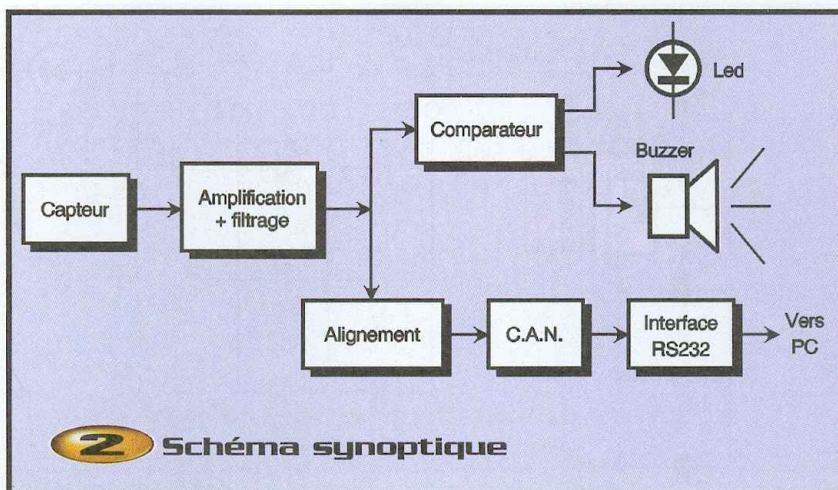
Capteur

La diode émettrice infrarouge D_5 est alimentée très classiquement par l'intermédiaire de la résistance R_{20} . Côté réception du faisceau réfléchi, la photodiode PD_1 est polarisée en inverse par l'intermédiaire de R_2 . Le signal est donc recueilli sur sa cathode et transmis à l'amplificateur par C_1 .

Amplification, filtrage

Le signal est appliqué au premier ampli U_{1a} . Le gain de cet étage est proportionnel à R_4 , et C_2 permet d'éliminer les fréquences élevées indésirables.

Un filtre passe-haut fait ensuite la liaison vers le deuxième étage d'amplification (U_{1b}) qui est tout à fait semblable au premier avec, toutefois, un gain moindre. Ensuite, nouvelle amplification à l'aide de U_{1c} , toujours sur le même modèle mais avec cette fois un passe-bas en entrée. Nous trouvons ensuite le potentiomètre P_1 qui permet de régler l'amplitude du signal sur l'écran du moniteur. Il est suivi de U_{1d} dont le rôle est, avant tout, d'adapter les impédances entre P_1 et le convertisseur. En sortie de cet adaptateur, nous allons vers le comparateur et le circuit d'alignement.



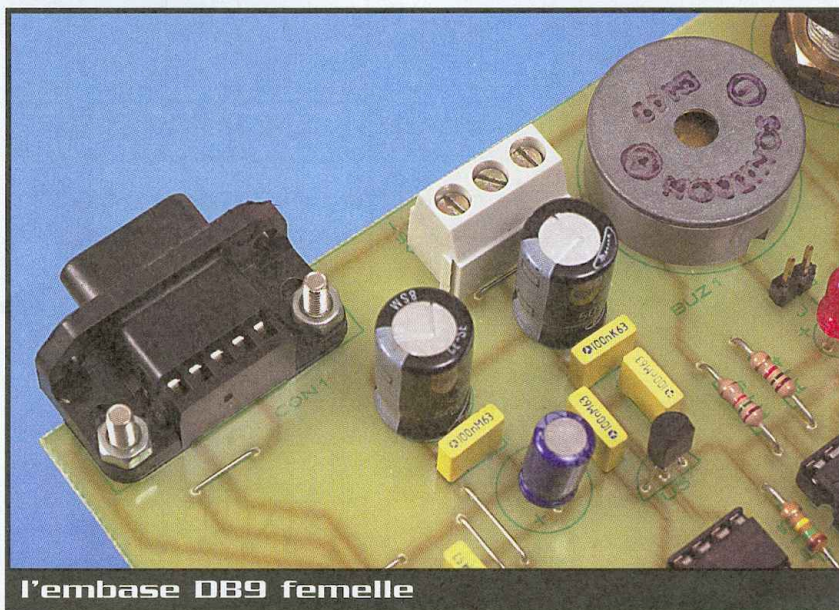
Comparateur

Rien de complexe ici. Il s'agit d'un amplificateur opérationnel monté en comparateur simple. Une tension de référence (environ 0,5V) est appliquée sur l'entrée e+ de U_2 . L'autre entrée reçoit le signal amplifié. Tant que ce signal est inférieur à e+, la sortie est au niveau haut et la LED D_1 est éteinte. Lorsque ce signal dépasse e+, la sortie passe au niveau bas et la LED s'éclaire. Ceci est explicité par la **figure 4**. De cette façon, lorsque vous voyez clignoter la diode au rythme des battements du cœur, vous avez la certitude d'avoir un signal de qualité suffisante pour être traité efficacement par le PC. Dans les deux cas, le buzzer fonctionne en même temps que la LED en émettant un bip. Notez bien qu'il s'agit d'un buzzer et non d'un haut-parleur piézo. Il émet un son à 1 kHz dès qu'il est alimenté alors qu'un HP piézo nécessite l'adjonction d'un oscillateur pour obtenir le même

résultat. Celui qui est employé sur notre maquette est donné pour un fonctionnement sous 5V. Notre alimentation ayant une valeur supérieure, nous avons simplement inséré R_{19} en série pour abaisser la tension. Nos essais ont démontré que sa valeur n'est pas critique mais vous serez peut-être amenés à l'adapter en fonction du buzzer que vous aurez provisionné, ne serait-ce que si vous trouvez le son un peu fort. Dans ce cas, augmentez sa valeur. Vous pouvez remarquer que nous avons prévu un cavalier (J_1) qui vous permettra de couper complètement le son en cas de gêne.

Alignement

En sortie de U_{1d} , le signal a sa valeur moyenne centrée sur la masse, c'est-à-dire 0V. Ceci ne convient pas du tout au convertisseur qui ne peut traiter que des tensions comprises entre 0 et +5V. Il



aurait été possible de couper la partie négative à l'aide d'une simple diode, mais cette solution est peu satisfaisante car nous perdrons la partie basse du signal. La meilleure solution consiste donc à décaler tout le signal pour que sa valeur la plus basse coïncide avec le niveau de la masse. D'où cette fameuse fonction "alignement" élaborée avec C_8 , D_2 , C_9 et RV_1 . La **figure 5** vous aidera sans doute à mieux saisir tout ceci. L'ajustable RV_1 permet de régler précisément le niveau bas du signal.

Nous ne détaillerons pas le fonctionnement fondé sur la charge de C_9 par le signal. Retenez que nous obtenons sur la cathode de D_2 un signal entre 0 et 5V apte à être traité par le convertisseur.

Convertisseur, interface RS232

Il y a assez peu de choses à dire au sujet du convertisseur analogique/numérique qui donne le résultat de la conversion sous forme série. Son entrée est protégée par les diodes D_3 et D_4 contre les tensions dépassant la plage autorisée. Sa commande se fait à partir du PC par les broches CLK et CS qui permettent de définir le début de conversion, la sortie des données bit après bit (ligne DATA) et la fin de conversion.

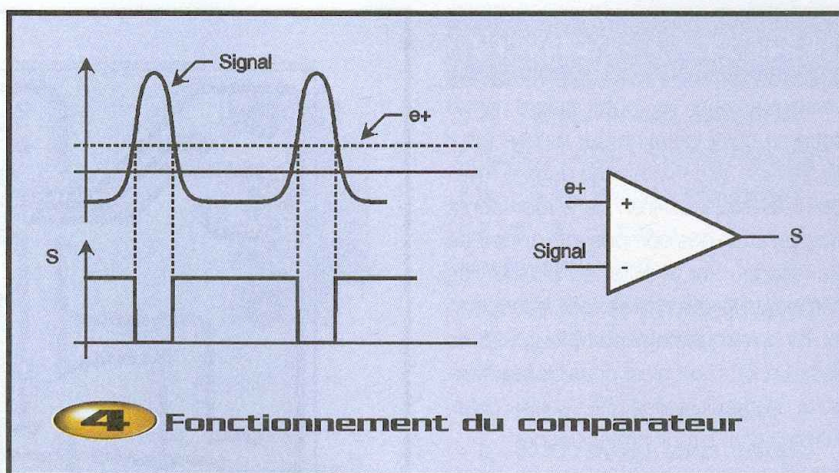
Cette séquence est décrite par le chronogramme de la **figure 6**.

Ce convertisseur étant alimenté en 5V, les signaux de communication ne sont pas adaptés à la norme RS232 de la liaison série du PC. Pour réaliser cette adaptation, nous avons mis en œuvre la très classique solution à base d'un MAX232 ou équivalent. Par son intermédiaire, nous obtenons les niveaux de l'ordre de +10V et -10V nécessaires. Quatre lignes du port série du PC sont utilisées, il s'agit de : RTS pour CS, DTR pour CLK, DCD pour DATA et bien entendu la masse.

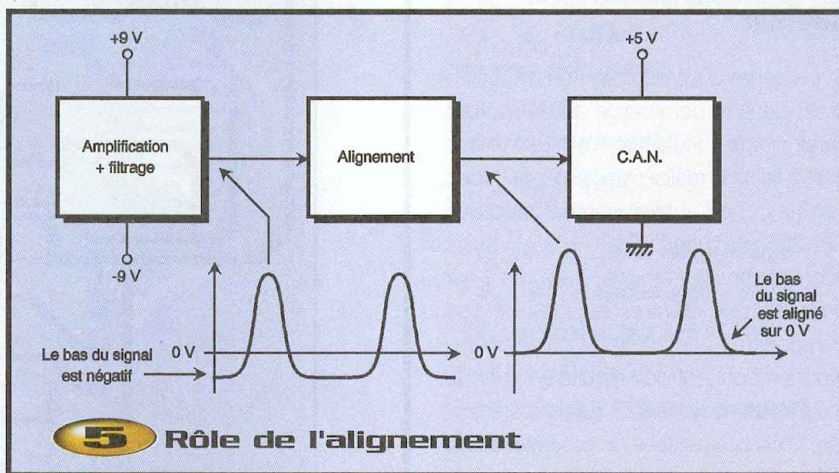
Réalisation

Carte

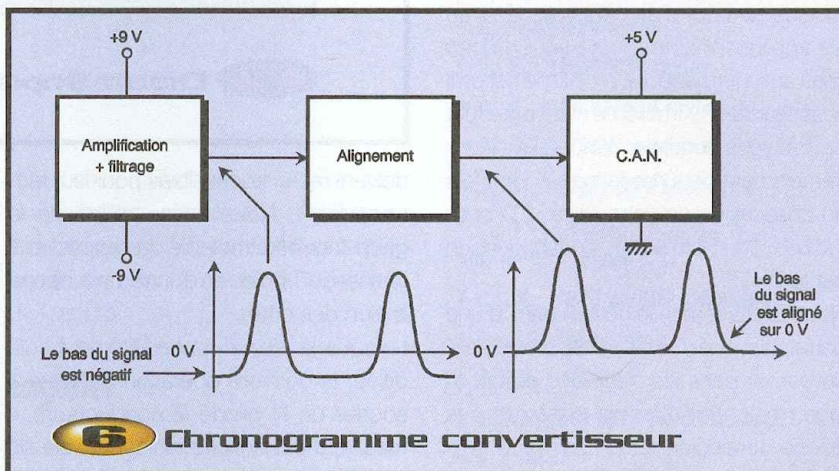
Vous trouverez le circuit imprimé en **figure 7** et l'implantation en **figure 8**. En ce qui concerne sa gravure, la méthode photographique reste la plus



4 Fonctionnement du comparateur



5 Rôle de l'alignement



6 Chronogramme convertisseur

sûre, bien que la méthode directe puisse être envisagée si vous êtes particulièrement soigneux. Côté approvisionnement des composants, tout est très classique sauf peut-être le convertisseur TLC548 (ou TLC549). En cas de difficultés, sachez qu'il est disponible chez Électronique Diffusion ou GO Tronic (annonceurs dans la revue).

Comme d'habitude, commencez par câbler les straps, puis les diodes, résistances, etc. par ordre d'épaisseur croissante. Veillez à la qualité de vos soudures

et au sens des diodes et des chimiques, il s'agit des causes de non-fonctionnement les plus courantes. Utilisez des supports pour vos circuits intégrés, c'est tellement plus commode en cas de problème !

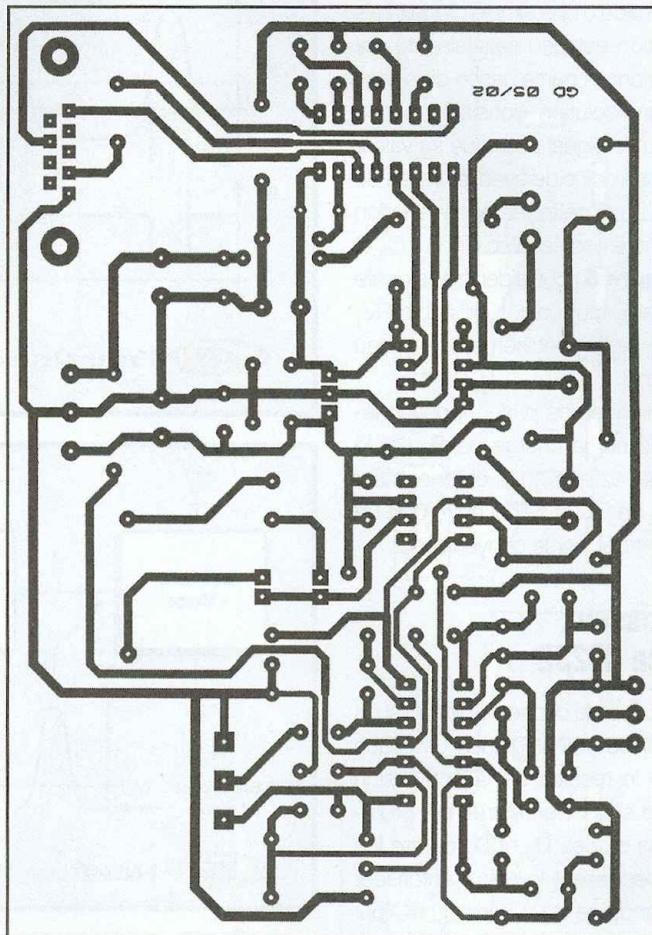
Vous pouvez remarquer que notre réalisation comporte une sérigraphie côté composants. Il ne s'agit pas là d'un procédé industriel, nous avons tout simplement utilisé un circuit présensibilisé simple face comportant aussi une couche de vernis photosensible côté

composants. Il suffit alors de l'insoler comme du double face, avec un typon classique pour le côté cuivre et le schéma d'implantation sur calque pour l'autre face. Après passage dans le révélateur, le vernis resté en place représente l'implantation des composants avec tous les repères. Par la suite, le câblage des composants se fait avec beaucoup moins de risques d'erreurs, tout comme dans un kit. Il est ainsi possible de donner à un circuit réalisé chez soi, à l'unité, l'aspect d'un circuit professionnel.

Capteur

Si ce genre d'élément se trouvait facilement dans le commerce de détail, tout serait simple ! Hélas ce n'est pas le cas et il va falloir le réaliser vous-même. Nous l'avons conçu autour d'une photodiode SFH205 et d'une LED SFH415-U fonctionnant dans l'infrarouge, à 950nm. Il est probable que d'autres couples de ces composants utilisés dans les télécommandes donnent des résultats corrects, mais nous ne les avons pas expérimentés. Vous pouvez faire un essai rapide en câblant simplement une LED et une photodiode au bout d'un câble blindé et en les appliquant côte à côte sur un doigt sans autre formalité. Le problème est qu'il vous faudra une troisième main pour tout faire et vous constaterez que le moindre tremblement perturbe le signal. Une fois en possession de votre paire LED/photodiode, il est préférable de fabriquer un capteur.

Nous avons réalisé le nôtre à partir d'une barre plastique. Ce genre de profilé peut se trouver dans les magasins de bricolage, mais tout élément plastique à la bonne dimension fera l'affaire. Le croquis de la **figure 9** vous donne les cotes à obtenir. Lorsque vous avez votre petit bloc de plastique de 10x10x7mm, il faut commencer par le percer (au centre) à 8mm. Il reste ensuite à le découper avec une lame de scie. D'autres techniques de réalisation peuvent être imaginées, l'essentiel étant de respecter les cotes. Il reste ensuite à mettre en place la LED et la photodiode (attention au sens !), toujours en vous aidant de la figure 9, puis à immobiliser le tout à l'aide d'Araldite ou autre résine époxy. Les connexions des composants



7 Circuit imprimé côté cuivre

doivent rester accessibles pour leur raccordement. Nous avons utilisé de la gaine thermorétractable qui empêche la résine de couler et donne une bonne finition des côtés.

Lorsque la résine est parfaitement solidifiée, la dernière opération consiste à souder un fil blindé 2 conducteurs + masse. Il est ensuite indispensable de noyer ces soudures dans un peu de résine, d'une part pour éviter tout problème de fil cassé lors des manipulations mais, surtout, pour isoler complètement les liaisons du point de vue électrique. En cas de mauvaise isolation, vous pourriez être gêné par une tension parasite à 50 Hz qui se traduirait, sur le tracé à l'écran, par une tension de bruit importante superposée au pouls.

Pour une fixation efficace sur le doigt, il est possible d'utiliser une bande de Velcro (disponible dans les rayons mercerie). Le capteur peut être fixé sur cette

bande avec un peu de résine époxy.

Ouf ! le capteur est terminé et il ne reste plus qu'à passer aux premiers essais.

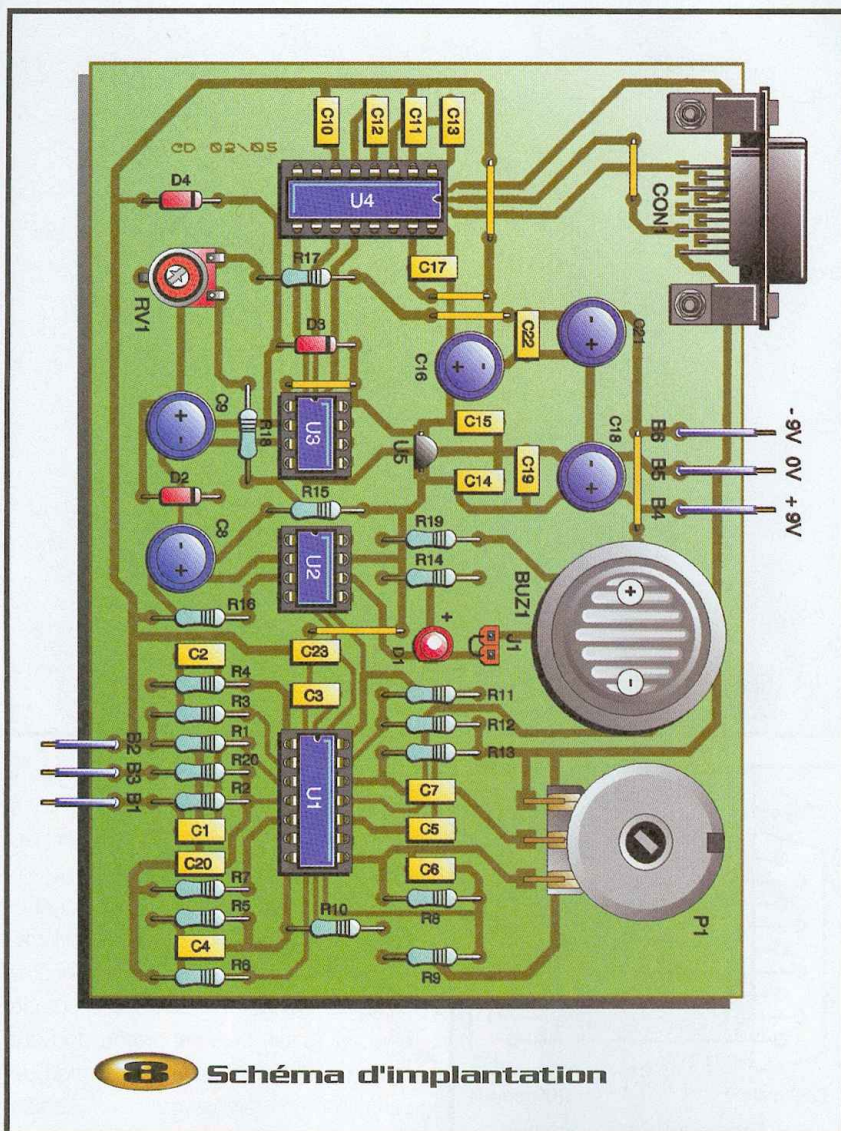
Mise en œuvre

Après une ultime vérification, mise sous tension. Dans un premier temps, il n'est pas utile de se connecter au PC. Un essai très simple consiste à simplement passer le doigt devant le capteur, vous devez avoir la LED qui clignote au même rythme et le buzzer qui se fait entendre. Si ce n'est pas le cas, il faut vérifier une nouvelle fois votre montage en vous aidant éventuellement de mesures de tensions continues (alimentation, référence comparateur...). Veillez à avoir des piles en bon état, c'est fondamental !

Si tout va bien, appliquez le capteur au bout d'un doigt sans le presser trop fort pour ne pas perturber la circulation san-

Nomenclature

- R_1 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- R_2, R_{13} : 1,5 M Ω (marron, vert, vert)
- R_3 : 1,5 k Ω (marron, vert, rouge)
- R_4, R_{11}, R_{12} : 2,2 M Ω (rouge, rouge, vert)
- R_5 : 330 k Ω (orange, orange, jaune)
- R_6, R_{19} : 15 k Ω (marron, vert, orange)
- R_7 : 560 k Ω (vert, bleu, jaune)
- R_8 : 27 k Ω (rouge, violet, orange)
- R_9 : 1,8 k Ω (marron, gris, rouge)
- R_{10}, R_{15} : 150 k Ω (marron, vert, jaune)
- R_{14} : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
- R_{16}, R_{18} : 10 k Ω (marron, noir, orange)
- R_{17} : 8,2 k Ω (gris, rouge, rouge)
- R_{20} : 470 Ω (jaune, violet, marron)
- P_1 : potentiomètre 100 k Ω log
- RV_1 : ajustable 10 k Ω
- PD_1 : capteur SFH205 ou SFH205FA (Siemens)
- C_1, C_3 : 1 μ F/63V mylar
- C_2 : 1 nF/63V mylar
- C_4, C_6 : 10 nF/63V mylar
- C_5, C_7 : 470 nF/63V mylar
- C_8 : 10 μ F/35V chimique
- C_9, C_{16} : 47 μ F/ 35V chimique
- C_{10} à $C_{15}, C_{17}, C_{19}, C_{20}, C_{22}, C_{23}$: 100 nF/63V mylar
- C_{18}, C_{21} : 220 μ F/50V chimique
- D_1 : LED rouge 5mm
- D_2 à D_4 : 1N4148
- D_5 : capteur SFH415-U (Siemens)
- U_1 : TL084
- U_2 : TL081
- U_3 : TLC548 ou TLC549
- U_4 : MAX232 ou ICL232
- U_5 : 78L05
- BUZ_1 : buzzer
- CON_1 : embase DB9 femelle
- J_1 : jumper
- Fiche DB9 femelle
- Fiche DB9 mâle
- Fil blindé
- Baguette plastique



guine. Le signal recueilli peut fort bien être correct sur certains doigts et inexploitable sur d'autres. Ceci dépend de leur plus ou moins bonne irrigation sanguine et de la texture de la peau. Il peut arriver qu'une main complète donne un signal insuffisant alors qu'il est bon sur l'autre. Il y a un petit apprentissage à prévoir pour bien placer le capteur et le maintenir immobile ! La LED doit clignoter régulièrement au rythme du cœur. Votre montage est déjà utilisable tel quel, vous permettant de chronométrer votre rythme cardiaque. Il est alors temps de se connecter au PC.

Liaison au PC

Elle s'effectue à l'aide d'un cordon 9 broches femelle, 9 broches mâles. Vous trouverez en **figure 10** les indications nécessaires pour le réaliser. Lorsque vous visualiserez votre pouls sur le moni-

teur, il vous restera à jouer sur RV_1 pour que le bas du signal soit correctement situé dans la fenêtre de mesure, c'est-à-dire à peu près au niveau 0 de l'échelle de mesure.

Logiciel

Il a été écrit à l'aide de DELPHI, ce qui permet d'avoir les éléments classiques d'un environnement Windows. L'installation se résume à copier le répertoire **CARDIO** sur votre disque dur. Lancez ensuite l'exécutable "cartachy.exe" en suivant les instructions.

Initialisation

Lors du premier lancement, il est obligatoire d'aller dans le menu Options afin de configurer les différents éléments. Un fichier de configuration "cardio.ini" sera alors créé dans le répertoire Windows et

utilisé ensuite lors des lancements suivants.

Tout d'abord, si votre souris utilise COM1 ou COM2, il est très important de choisir correctement le port série à utiliser pour qu'il n'y ait pas de conflit avec elle ! Vous vous trouveriez alors sous Windows sans souris, ce qui est particulièrement frustrant !

Le programme a été essayé avec différents PC à partir du 486DX4 jusqu'au Celeron 600, ceci sans problème. Si toutefois vous aviez un PC vraiment trop rapide, le convertisseur ne pourrait plus suivre. Dans ce cas, nous avons prévu un sous-menu "Selon PC". Par défaut, la valeur est 1. Configurez plutôt à 0. Une valeur supérieure permet de ralentir l'exécution du programme.

Il reste un sous-menu "durée mesure". Il va vous permettre de jouer sur le temps total de la mesure, donc d'afficher dans la fenêtre de mesure un nombre plus ou moins important de pulsations cardiaques. Le temps est proportionnel à la valeur rentrée. Au départ, faites des essais avec des valeurs comprises entre 0 et 50 ce qui vous permettra de bien voir les pulsations.

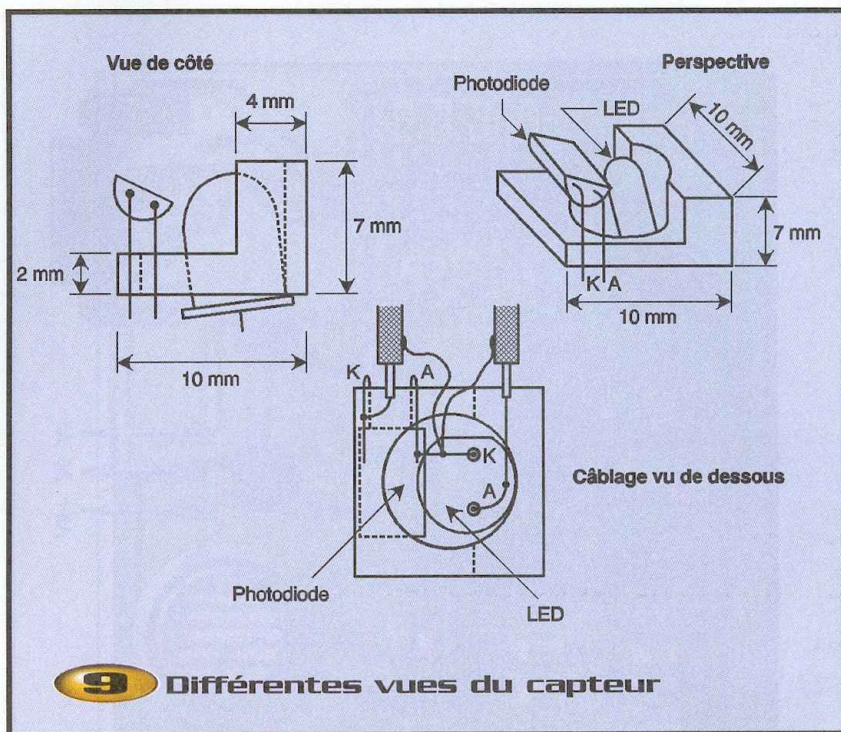
Utilisation

Vous pourrez constater que le menu Fichier est classique, vous permettant d'imprimer un tracé, de le sauvegarder pour être récupéré avec un éditeur d'images (format BMP) comme Paint et de quitter le logiciel.

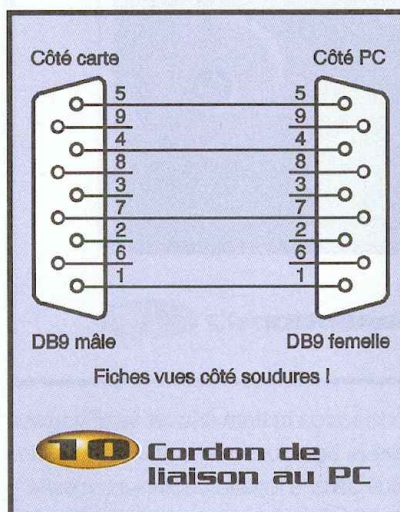
Lorsque tout est prêt, la mesure débute avec la touche "Lancer mesure". Le signal doit alors apparaître en bleu dans la fenêtre, de gauche à droite comme sur l'écran d'un oscilloscope.

Vous pourrez constater que l'affichage de la durée de mesure est actualisé en permanence. L'axe Y (amplitude du signal) n'est pas gradué en tension mais selon une échelle arbitraire de 0 à 100. Chaque battement est pris en compte lorsqu'il passe par le niveau 30, mais ceci est ajustable par la fenêtre "seuil".

A la fin de la mesure, le logiciel calcule le nombre de battements par minute à partir du temps indiqué et du nombre de battements enregistrés. S'il n'y a pas eu de battements pour une raison quelconque, le message ERR est affiché. Si vous sou-



9 Différentes vues du capteur



haitez mettre fin à la mesure en cours pour changer un paramètre ou pour sortir du logiciel, vous devrez passer par la touche "Fin de mesure".

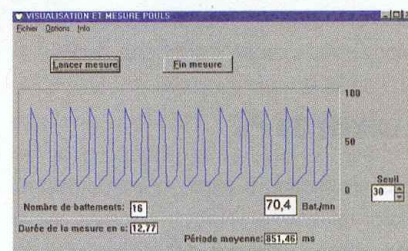
Vous pourrez constater que pour deux mesures successives, le chronomètre indique des temps légèrement différents. Il est toujours parfaitement exact, mais Windows gérant plusieurs programmes en même temps, l'accès à l'horloge n'est pas possible en permanence, il faut attendre son tour !

Pour terminer

Ce montage et son capteur ont été réalisés à plusieurs exemplaires qui ont tous donné satisfaction. Si vous n'avez pas trop pris de libertés avec notre descrip-

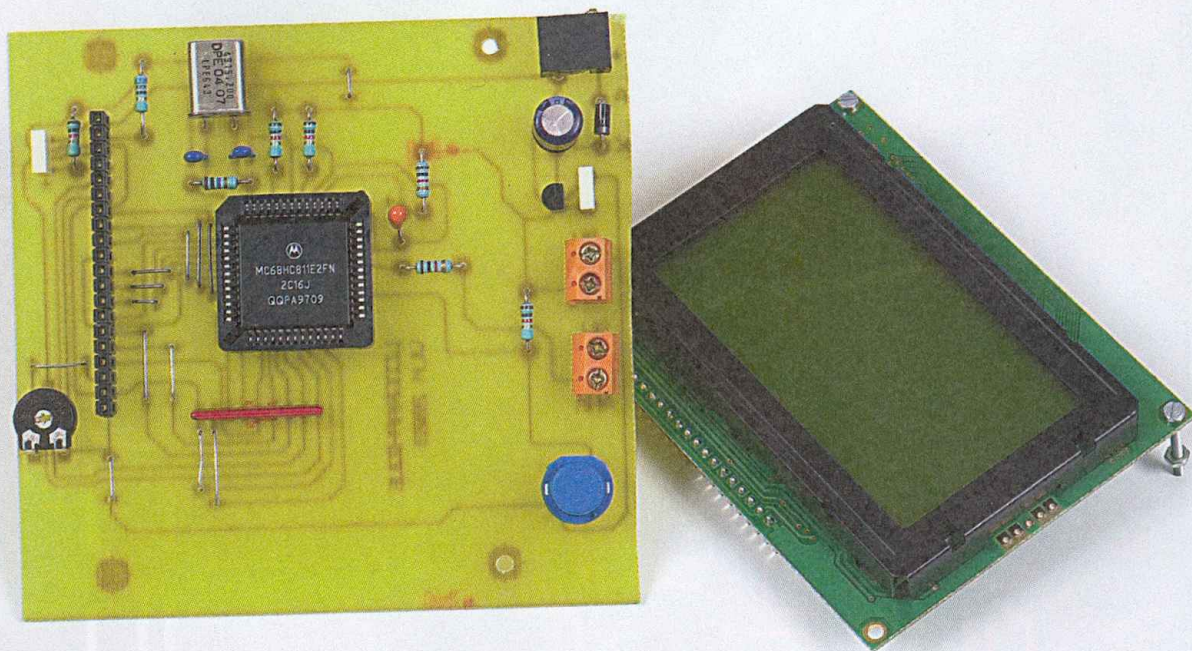
tion, en particulier celle du capteur, il devrait en être de même avec votre maquette. Si votre capteur est un peu "limite", vous pouvez éventuellement tenter d'améliorer le signal en diminuant la valeur de R_{20} qui alimente la diode infrarouge. Le courant la traversant étant plus élevé, le signal reçu sur la photodiode sera, lui aussi, plus important, pouvant facilement aller jusqu'à la saturation de l'amplificateur (signal carré en sortie). Vous pouvez essayer de descendre par paliers jusqu'à 220Ω . En dessous de cette valeur, la vie de la LED est en danger ! L'inconvénient est, bien sûr, une autonomie plus réduite de la pile. Bonne réalisation!

G. Durand



11 Exemples de tracés

Affichage sur écran graphique LCD



Depuis plusieurs années, les auteurs d'*Electronique Pratique* vous proposent des montages d'initiation ou d'application utilisant des afficheurs LCD de type alphanumériques. L'arrivée d'afficheurs graphiques de coût modéré va permettre aux passionnés d'électronique numérique d'ajouter une touche professionnelle à leurs montages.

On trouve dans le commerce deux types d'écrans : ceux qui sont purement graphiques et ceux qui ont, en plus, un générateur de caractères alphanumériques intégré. L'afficheur décrit et utilisé dans cet article fait partie de la première catégorie. Il a l'avantage d'être moins onéreux. Il s'agit du modèle OGM-128GN15D disponible chez LEXTRONIC. A l'heure où cet article est écrit, il est vendu à 27 euros (il y a quelques années les afficheurs alphanumériques à 2 lignes de 16 caractères étaient à peine moins chers).

Caractéristiques et fonctionnement

Ce modèle est de type rétro-éclairé, possédant 128 pixels sur sa largeur et 64 pixels sur sa hauteur. Il s'alimente avec une tension régulée de 5V. La partie logique du module consomme quelques mA. Par contre, le rétro-éclairage de l'écran, réalisé par des LED, est

beaucoup plus gourmand : jusqu'à 280mA. Pour limiter cette consommation, on peut ajouter une résistance dans le circuit de LED : sur le montage, c'est la résistance R_8 qui joue ce rôle. Avec une valeur de 68Ω , on obtient un moyen terme entre un rétro-éclairage convenable en lumière ambiante et une consommation pas trop excessive (environ 35mA pour l'ensemble du montage). Le réglage du contraste est réalisé avec un potentiomètre d'une dizaine de $k\Omega$ (on peut prendre une valeur un peu plus élevée) connecté entre la masse, V_0 et V_{out} . Le module génère en V_{out} une tension négative par rapport à la masse, tension dont on recueille une fraction sur V_0 . Lorsque V_0 diminue (elle devient plus négative), les pixels normalement "éteints" deviennent plus visibles : on a donc une diminution du contraste entre les pixels noirs affichés et le fond d'écran.

Sur les 20 broches disponibles du

module, il en reste donc 14 pour gérer la logique de fonctionnement. La ligne de Reset du module pourrait être pilotée par une ligne du microcontrôleur ou reliée comme sur le schéma à un réseau RC (R_9 - C_5). Le microcontrôleur devra donc disposer de 13 lignes : 5 en sorties (lignes DI, R/W, E, CS1, CS2) et 8 configurables à tout moment en entrées ou en sorties pour les données (D0 à D7).

Comme pour leurs petits frères alphanumériques, les afficheurs graphiques nécessitent une chronologie précise entre les lignes de contrôles et celles de données. Une lecture attentive de la notice s'impose. Mais plutôt que de décrire cette chronologie, l'auteur suggère la lecture du listing du logiciel d'application écrit en Basic11 et qui fournit toutes les fonctions bas niveau pour gérer l'afficheur. A titre d'exemple, la fonction qui écrit un octet de données figure dans le tableau page suivante.

function _write(d)

```

DDR_DATA = 255 'port de données en sortie
E=0           'mettre la ligne E à 0
RW=0         'mettre la ligne RW à 0
DI=1         'mettre la ligne DI à 1
DATA = d     'mettre d dans les 8 lignes de données
E=1         'basculer E à 1
E=0         'puis à 0
_busy       'aller tester si le LCD est de nouveau disponible
end function
    
```

L'écriture est suffisamment limpide pour que le lecteur, qui souhaiterait adapter ces routines de bases pour un autre microcontrôleur que le 68HC11, puisse le faire sans trop de peine.

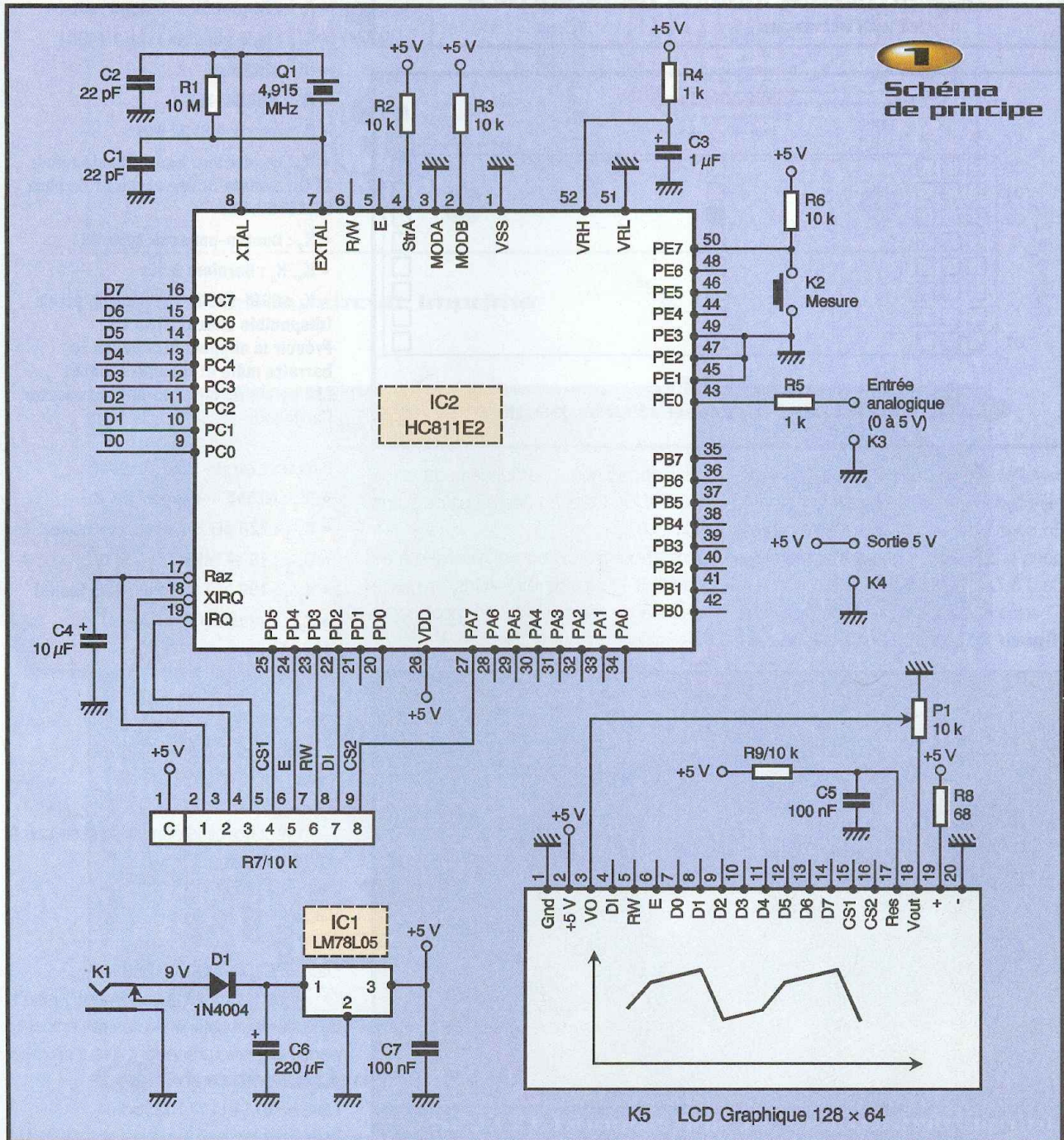
Contrairement à ce que l'on pourrait croire, on n'adresse pas directement un

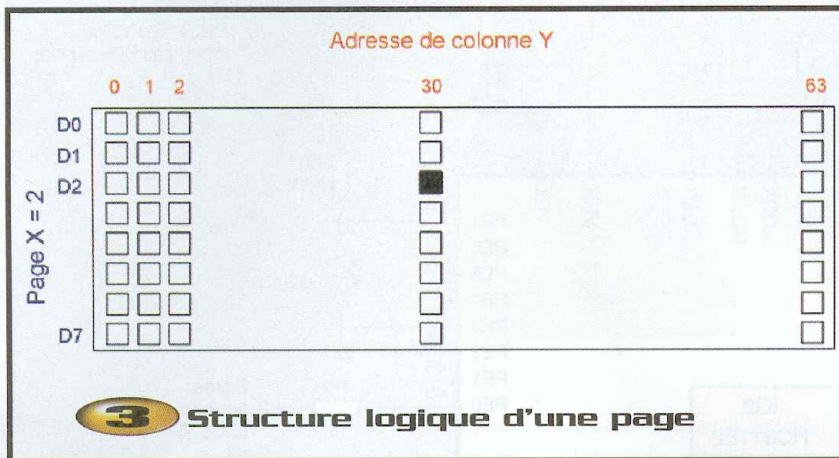
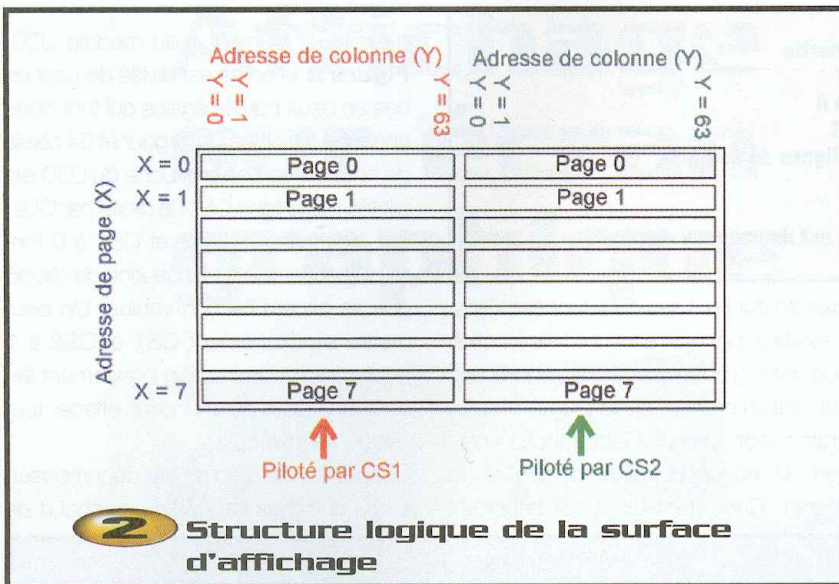
pixel en donnant ses coordonnées x et y. L'auteur a, bien sûr, écrit une telle fonction nommée _plot(x,y) pour reprendre une appellation proche des langages de programmation usuels. Cette fonction permet de noircir un point particulier de l'écran. Ceci étant dit, il est important

d'expliquer la logique du module LCD.

Figure 2 : l'écran est divisé de haut en bas en deux parties égales qui font donc chacune 64 pixels de largeur et 64 pixels de hauteur. La partie gauche du LCD est pilotée par la ligne CS1, la droite par CS2. Par exemple, CS1 à 1 et CS2 à 0 font que c'est dans la partie gauche de l'écran que se situera l'action voulue. On peut mettre simultanément CS1 et CS2 à 1 pour générer une action concernant les deux moitiés d'écran : pour effacer tout l'écran par exemple.

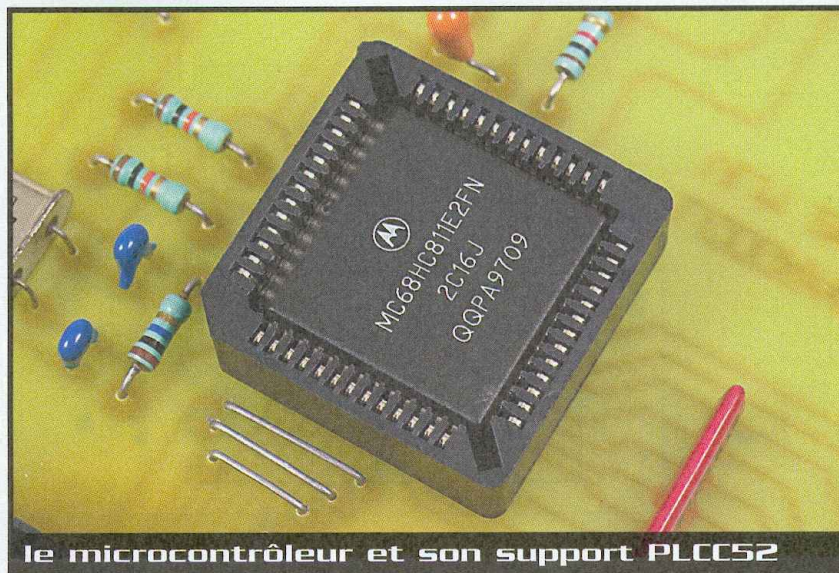
Chaque moitié d'écran est décomposée en 64 colonnes verticales : on choisit de





travailler dans l'une ou l'autre en positionnant l'adresse Y entre 0 et 63. En horizontal, les 64 lignes sont regroupées en 8 pages notées X numérotées de 0 à 7. Chaque page comporte donc huit lignes (figure 3). La ligne du haut d'une page

correspond au bit de données de poids faible (D0). Celle du bas au bit de poids fort (D7). Ainsi, pour noircir le pixel représenté en figure 3 (supposé être dans la moitié gauche de l'écran), il faudra positionner les valeurs suivantes :



Nomenclature

- R_1 : 10 M Ω (marron, noir, bleu)
 - R_2, R_3, R_6, R_9 : 10 k Ω (marron, noir, orange)
 - R_4, R_5 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)
 - R_7 : réseau en ligne de 8 résistances + 1 commun = 10 k Ω
 - R_8 : 68 Ω (bleu, gris, noir)
 - P_1 : ajustable horizontal 10 ou 22k Ω
 - C_1, C_2 : 22 pF
 - C_3 : 1 μ F tantale
 - C_4 : 10 μ F tantale
 - C_5, C_7 : 10 nF MKT
 - C_6 : 220 μ F/25V chimique radial
 - D_1 : diode silicium type 1N4004
 - IC_1 : LM78L05
 - IC_2 : 68HC811E2
 - Q_1 : quartz 4,9152 MHz
 - K_1 : connecteur basse tension pour CI (le modèle utilisé provient de chez SELECTRONIC)
 - K_2 : bouton-poussoir type D6
 - K_3, K_4 : borniers à vis
 - K_5 : OGM-128GN15D 128x64 pixels (disponible chez LEXTRONIC)
- Prévoir le support PLCC52, de la barrette mâle et femelle sécable (20 points de chaque) pour connecter l'afficheur

Montage de test

- IC_3 : NE555 + support DIL 8
- $C_{2,1}$: 220 μ F/25V chimique radial
- $C_{2,2}$: 10 nF MKT
- $R_{2,1}$: 100 k Ω (marron, noir, jaune)
- $P_{2,1}$: ajustable horizontal 100 k Ω

CS1 = 1 CS2 = 0

Y = 30

X = 2

Data = %00000100 (4d)

Si on veut noircir le dernier pixel en bas à droite de l'écran :

CS1 = 0 CS2 = 1

Y = 63

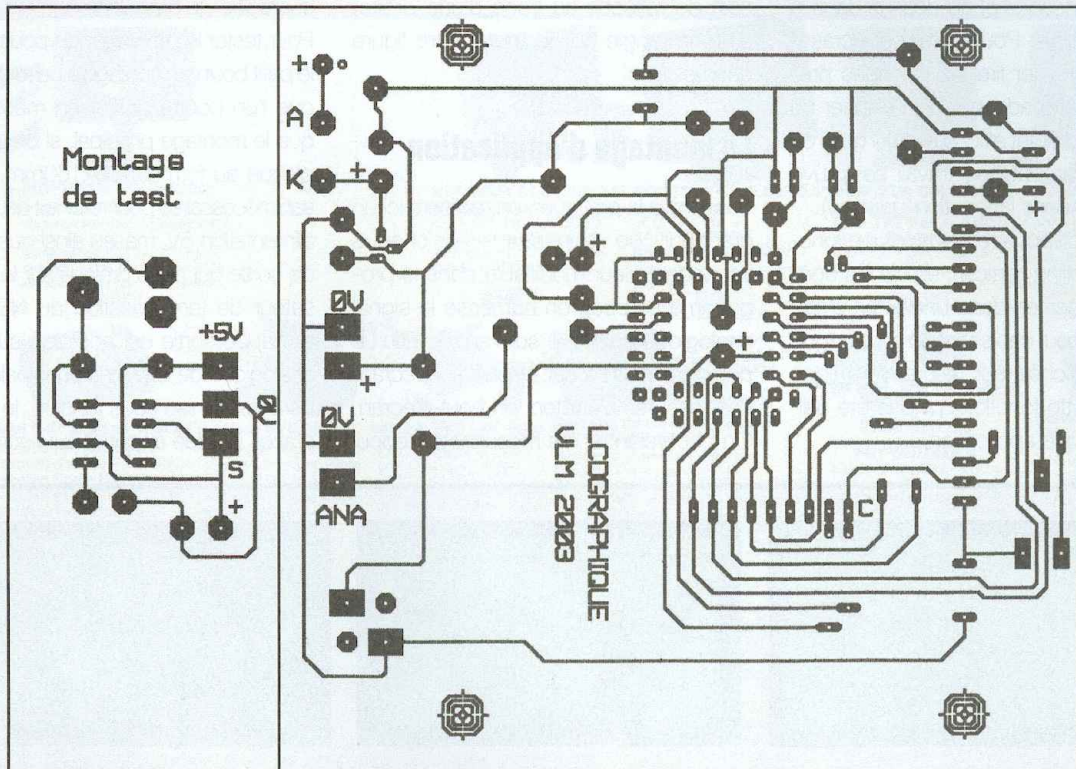
X = 7

Data = %10000000 (128d)

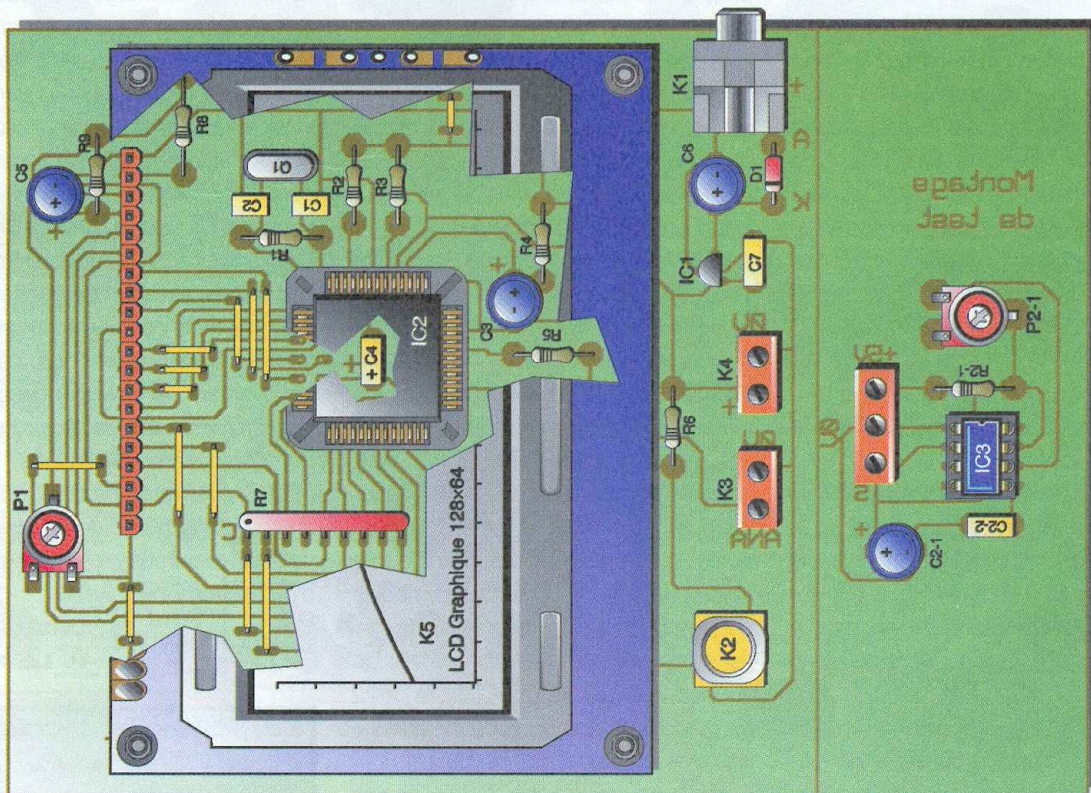
On peut noircir simultanément jusqu'à 8 pixels pour obtenir une barre verticale : dans l'exemple précédent, il faut envoyer sur les lignes de données

Data = %11111111 (255d).

Le noircissement d'un pixel entraînerait la



4 Tracé du circuit imprimé



5 Implantation des éléments

mise en blanc de tous les autres pixels situés en dessous et au-dessus dans la page X choisie. Pour éviter cet écrasement, il faut aller lire les données présentes à cette adresse puis réaliser un OU entre cet octet affiché et celui que l'on veut envoyer. Tout ce travail se trouve déjà réalisé dans la fonction `_plot(x,y)`. L'afficheur dispose, en plus, d'une fonction de scrolling vertical : en fait les données sont écrites dans une RAM d'affichage ; on peut choisir quelle sera la ligne de RAM affichée sur la première ligne d'écran. Cette fonction n'a pas été utilisée dans notre application.

propres fonctions : l'auteur vous laisse le soin de réfléchir au tracé d'une droite, d'un rectangle ou de toute autre figure géométrique.

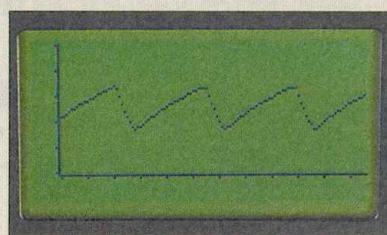
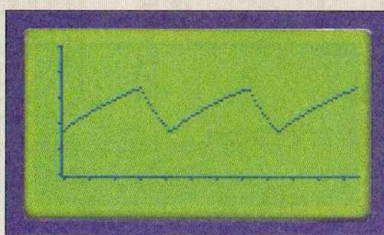
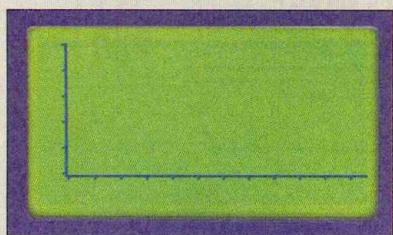
Le montage d'application

Passons à la pratique : on réalisera ici un grapheur de données : à chaque seconde (valeur modifiable dans le programme source), on numérise le signal analogique appliqué sur l'entrée E0. Le point de mesure est affiché sur l'écran. Les mesures s'arrêtent en bout d'écran. On peut relancer les mesures par appui

avec le fichier "lcdgraphbas" disponible sur le site du magazine.

Pour tester le montage, on pourra réaliser le petit bout de montage à base de NE555 que l'on pourra graver en même temps que le montage principal, si on utilise une plaque au format 100x160mm. Trois fils sont nécessaires pour relier les deux cartes : alimentation 5V, masse ainsi que le signal de sortie qui a été prélevé sur le condensateur de temporisation du NE555. Ce signal de sortie est appliqué sur l'entrée analogique de la platine principale.

Lors de la mise sous tension, le système d'axes gradué apparaît sur l'écran. L'au-



Allures graphiques

Fonctions en Basic11

Pour réaliser vos propres applications, il faudra simplement faire du copier/coller dans le listing fourni pour récupérer toutes les fonctions graphiques (qui s'appellent parfois entre elles). Ne pas oublier de définir, en début de listing, les correspondances entre les connexions matérielles et le logiciel : par exemple `#define RW PORTD.3` signifie que la ligne RW du module LCD est connectée à la ligne 3 du PORTD.

Parmi toutes les fonctions écrites par l'auteur, les plus utiles dans votre programme principal seront :

`_initlcd()` : pour initialiser le module
`_cls()` : pour effacer l'écran
`_plot(x,y)` : pour afficher un point de coordonnées x (0 à 127) et y(0 à 63) sur l'écran. (0,0) pour le point en haut à gauche et (127,63) pour celui en bas à droite.
`_axes (Ox,Oy,Lx,Ly)` : pour tracer un système d'axes d'origine Ox et Oy de longueurs Lx et Ly avec graduations verticales et horizontales tous les 10 pixels ! Toutes ces fonctions évoluées utilisent des fonctions bas niveau. L'étude de leur construction permettra de créer ses

sur le bouton-poussoir. Pour faire cela, le programme principal proprement dit ne compte qu'une trentaine de lignes...

Les montages à base de 68HC11 publiés dans votre magazine ont été tellement nombreux que la simple lecture du schéma doit être évidente : l'auteur a préféré se concentrer dans cet article sur le fonctionnement du module LCD.

Il est à noter que ce montage pourra être testé sur la platine d'expérimentation pour 68HC11 (*Electronique Pratique* de juin 97 pour les lecteurs fidèles !)

Il faudra, comme d'habitude, soigner la réalisation du circuit imprimé en utilisant une méthode photographique. On vérifiera visuellement à la loupe et électriquement à l'ohmmètre l'absence de coupures de pistes ou de court-circuit et, ce, avant et après soudure. Des symboles sur le typon rappellent l'orientation de certains composants. Attention à celle du support PLCC52 du 68HC11 : la petite flèche dans le fond du support sera dirigée vers le quartz.

Il faudra souder de la barrette sécable mâle des deux côtés du circuit double face de l'afficheur, comme on a usage de le faire avec les alphanumériques.

Le 68HC811E2 devra être programmé

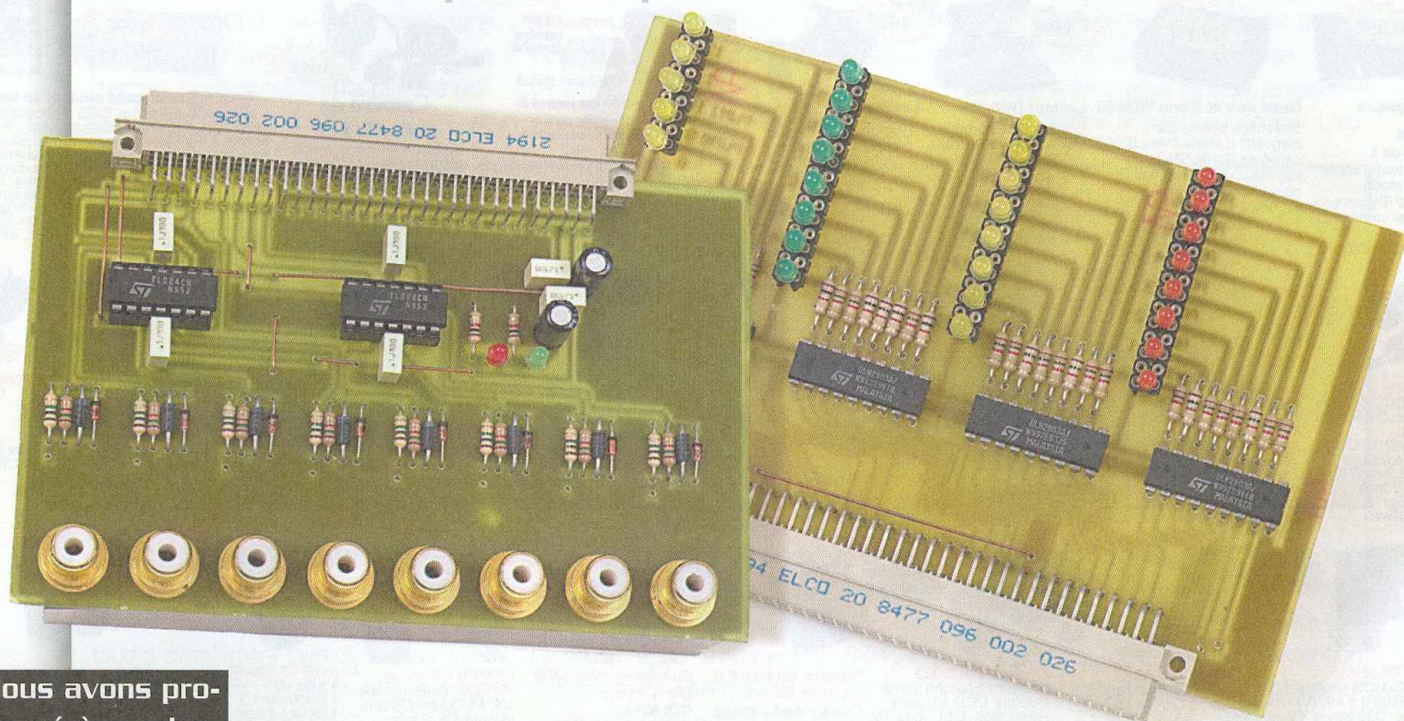
l'auteur a omis de mettre un interrupteur de sorte que le montage est sous tension dès le branchement de l'adaptateur secteur (9VCC, pôle positif à l'extérieur). Lorsque l'on rebranche l'alimentation juste après l'avoir débranchée, il arrive que l'afficheur réaffiche l'écran précédent : il ne s'est pas mis en Reset et a conservé les valeurs dans sa RAM. Ceci peut arriver également au démarrage : débrancher, attendre quelques secondes avant de reconnecter l'alimentation. Une fois l'initialisation faite, on peut alors appuyer sur le bouton-poussoir pour démarrer les mesures. Avec les valeurs de composants indiquées pour le NE555, vous verrez de belles courbes de charge et décharge du condensateur : vous avez entre les mains les prémices d'un oscilloscope !

Bonne réalisation
V. LE MIEUX

Logiciels et fichiers

- **Basic11 (de Controlord :**
www.controlord.fr)
- **Lcdgraphbas.bas et starte2.bas**
www.electroniquepratique.com)
- **Fichier OGM1286N15D.pdf**
www.lextronic.fr

Carte de puissance et carte voltmètre pour platine PICBASIC-3H



Nous avons proposé à nos lecteurs, récemment, la réalisation d'une platine d'étude basée sur le microcontrôleur PICBASIC-3H. Nous continuons cette description par deux cartes supplémentaires : une carte de sorties de puissance et une carte de mesure de tensions analogiques qui doteront la platine d'étude de nombreuses lignes d'entrées/sorties

Les cartes, par ailleurs fort simples, que nous vous proposons de réaliser permettront de disposer :

- de 29 lignes dotées de sorties de puissance afin d'alimenter des relais électromécaniques, des petits moteurs à courant continu ou des moteurs pas à pas (pour ne citer que ces trois exemples)

- de 8 lignes d'entrées pour la mesure de tensions analogiques avec une résolution de 10 bits, ce qui garantit un résultat très précis. Si les cartes sont très simples du point de vue de la conception, c'est que le PICBASIC-3H contient en interne tous les composants nécessaires à leur commande.

Seules quelques instructions logicielles seront nécessaires au bon fonctionnement de l'ensemble. Nous fournissons quelques exemples de programmation dans les para-

graphes dédiés aux essais de ces deux cartes. Signalons, afin de conclure cette brève description, que le PICBASIC-3H possède 29 lignes d'entrées/sorties dont :

- 8 lignes d'entrées du convertisseur analogique/numérique (I/O0 à I/O3, A/D0 à A/D3, broches 2 à 5 et I/O4 à I/O7, A/D4 à A/D7, broches 7 à 10)
- 2 lignes de sorties fournissant des signaux PWM (I/O9 et I/O10, PWM0 et PWM1, broches 16 et 17)

Donc, si on utilise les deux cartes en même temps, les huit lignes du convertisseur interne au PICBASIC-3H ne pourront pas être utilisées comme sorties. Il restera néanmoins 21 lignes, ce qui nous semble suffisant dans la majorité des applications. Cependant, si le nombre de lignes restait insuffisant, on pourrait envisager un multiplexage et, dans ce cas, ce nombre deviendrait très

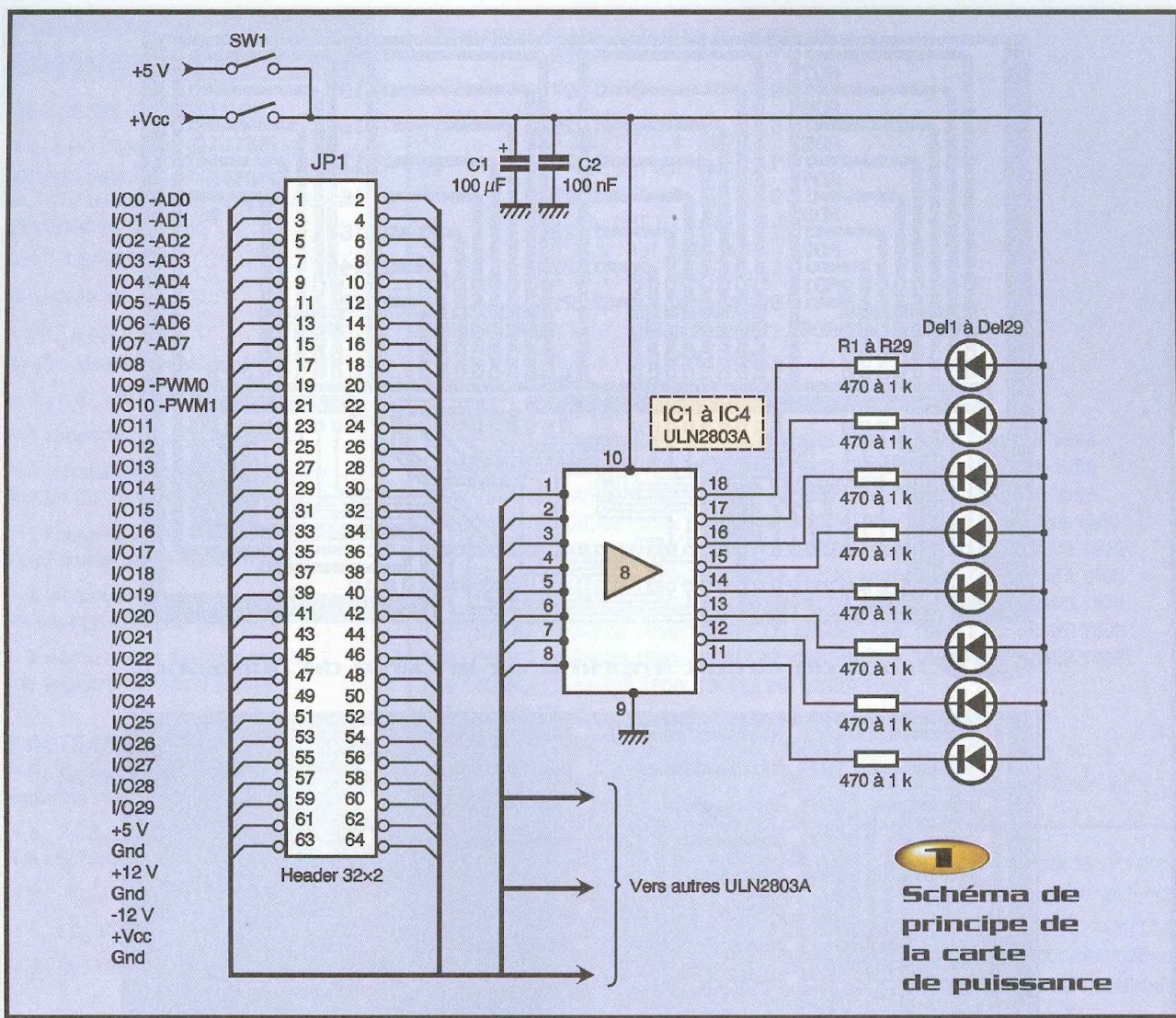
important (de l'ordre de 128 entrées et 128 sorties).

Voyons maintenant les schémas de principe et la réalisation des cartes.

La carte de puissance

Le schéma de principe de notre carte de puissance est donné en **figure 1**.

Sa simplicité est due à l'emploi des très connus circuits intégrés de type ULN2803A (IC₁ à IC₄). Ces derniers intègrent dans leur boîtier DIL 18 broches huit transistors Darlingtons, des résistances et des diodes de protection (roue libre). Chaque sortie a une valeur limite de 500mA sous 50V, ce qui ne signifie pas que le boîtier pourra dissiper une telle puissance si les sorties sont soumises à un tel régime en même temps. L'ULN2803A ne peut dissi-



per que 1W, ce qui réduit nettement la tension d'alimentation et le courant disponible. Il convient de signaler que les sorties peuvent être configurées en parallèle deux à deux, ce qui augmente d'autant le courant disponible en sortie. Pour citer un exemple, un moteur pas à pas unipolaire consommant 250mA par phase sous une tension de 12V peut ainsi être piloté.

Afin de visualiser l'état des sorties pour leur contrôle lors de l'élaboration du programme de commande, des diodes LED associées à leurs résistances de limitation de courant (R_1 à R_{29}) ont été implantées sur la carte.

L'alimentation de la carte peut prendre deux valeurs selon les organes qui devront être commandés. Dans ce but, deux interrupteurs ont été prévus (SW_1) : l'un qui commute le +5V et l'autre le +Vcc.

La tension d'alimentation est filtrée par deux condensateurs (100 nF et 100 µF).

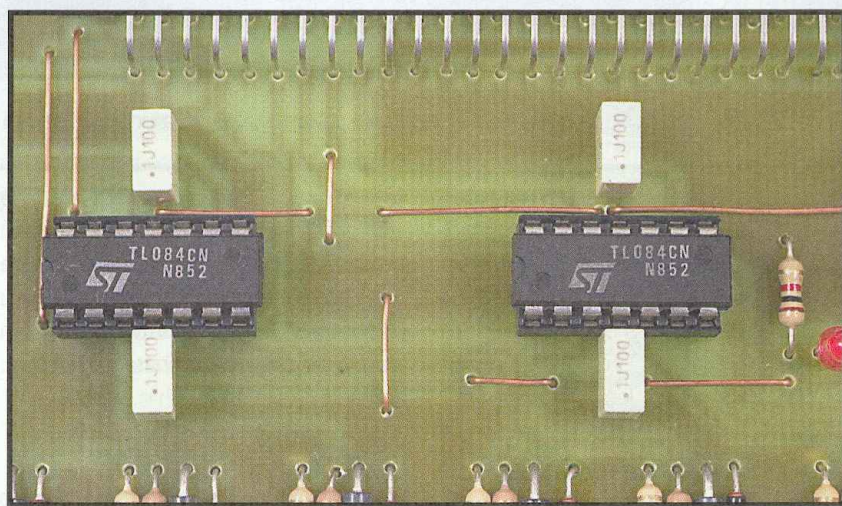
La réalisation

Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 2**, tandis que le **figure 3** représente le schéma de l'implantation des composants qui sera utilisé pour le câblage de la platine.

Pour effectuer ce dernier, il convient

de respecter quelques points :

- implanter en premier lieu tous les straps
- positionner les quatre circuits intégrés qui pourront, suivant la puissance dissipée, être munis de dissipateurs thermiques pour boîtier DIL
- les diodes LED seront insérées sur des morceaux de barrettes sécables de sup-



Nomenclature

CARTE DE PUISSANCE

- R₁ à R₂₉ : 470 Ω (jaune, violet, marron) pour une alimentation de +5V et 1 kΩ (marron, noir, rouge) pour une alimentation de +Vcc
- C₁ : 100 μF/16V
- C₂ : 100 nF
- DEL₁ à DEL₂₉ : diodes électroluminescentes
- IC₁ à IC₄ : ULN2803A
- 4 supports pour CI 18 broches
- 4 refroidisseurs thermiques pour boîtier DIL 18 broches (facultatif)
- 1 connecteur DIN femelle 64 points (a-c) soudé pour circuit imprimé
- 6 morceaux de barrette sécable de supports tulipes 15 points
- 2 morceaux de barrette sécable de supports tulipes 9 points

CARTE VOLTMÈTRE

- R₁, R₃, R₅, R₇, R₉, R₁₁, R₁₃, R₁₅ : 1 MΩ (marron, noir, vert)
- R₂, R₄, R₆, R₈, R₁₀, R₁₂, R₁₄, R₁₆ : 1,5 kΩ (marron, vert, rouge)
- R₁₇, R₁₈ : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
- C₁ à C₄, C₇, C₈ : 100 nF
- C₅, C₆ : 100 μF/16V
- D₁, D₃, D₅, D₇, D₉, D₁₁, D₁₃, D₁₅ : diodes zénères 4,7V
- D₂, D₄, D₆, D₈, D₁₀, D₁₂, D₁₄, D₁₆ : diodes signal 1N4148
- DEL₁, DEL₂ : diodes électroluminescentes
- IC₁, IC₂ : TL084
- 2 supports pour CI 14 broches
- 8 connecteurs RCA pour châssis
- 1 connecteur DIN femelle 64 points (a-c) soudé pour circuit imprimé

La carte voltmètre

Le schéma de principe de la carte de mesure de tensions est donné en **figure 4**. Le convertisseur interne du PICBASIC-3H est de type 10 bits et permet d'obtenir ainsi des résultats sur 1024 pas, soit une résolution de 0,0048V.

Il convient de signaler que des tensions peuvent être appliquées directement sur les huit entrées du convertisseur analogique/numérique du PICBASIC-3H. Cependant, dans ce cas, aucun compo-

' Programme d'essai de la carte de puissance

' Initialisation des 29 lignes d'entrées/sorties

' Mise à 0 (niveau bas)

```
10 OUT 0,0 : OUT 1,0 : OUT 2,0
20 OUT 3,0 : OUT 4,0 : OUT 5,0
30 OUT 6,0 : OUT 7,0 : OUT 8,0
40 OUT 9,0 : OUT 10,0 : OUT 11,0
50 OUT 12,0 : OUT 13,0 : OUT 14,0
60 OUT 15,0 : OUT 16,0 : OUT 17,0
70 OUT 18,0 : OUT 19,0 : OUT 20,0
80 OUT 21,0 : OUT 22,0 : OUT 23,0
90 OUT 24,0 : OUT 25,0 : OUT 26,0
100 OUT 27,0 : OUT 28,0
```

' Programme principal

```
110 TOGGLE 0: GOSUB 1000: TOGGLE 1: GOSUB 1000: TOGGLE 2: GOSUB 1000
111 TOGGLE 3: GOSUB 1000: TOGGLE 4: GOSUB 1000: TOGGLE 5: GOSUB 1000
112 TOGGLE 6: GOSUB 1000: TOGGLE 7: GOSUB 1000: TOGGLE 8: GOSUB 1000
113 TOGGLE 9: GOSUB 1000: TOGGLE 10: GOSUB 1000: TOGGLE 11: GOSUB 1000
114 TOGGLE 12:GOSUB 1000: TOGGLE 13: GOSUB 1000: TOGGLE 14: GOSUB 1000
115 TOGGLE 15:GOSUB 1000: TOGGLE 16: GOSUB 1000: TOGGLE 17: GOSUB 1000
116 TOGGLE 18:GOSUB 1000: TOGGLE 19: GOSUB 1000: TOGGLE 20: GOSUB 1000
117 TOGGLE 21:GOSUB 1000: TOGGLE 22: GOSUB 1000: TOGGLE 23: GOSUB 1000
118 TOGGLE 24:GOSUB 1000: TOGGLE 25: GOSUB 1000: TOGGLE 26: GOSUB 1000
119 TOGGLE 27: GOSUB 1000: TOGGLE 28: GOSUB 1000
120 GOTO 110
```

'Sous-programme

```
1000 DELAY 1000
1001 RETURN
```



Encadré 1

sant ne protège ces entrées contre des surtensions (les entrées ne tolèrent que des tensions positives comprises entre 0V et +5V), ni contre l'application de tensions négatives. Nous avons donc utilisé des amplificateurs opérationnels qui assureront l'interface entre le microcontrôleur et les tensions externes.

Pour cela, deux boîtiers DIL à 14 broches de type TL084 ont été utilisés. Ils contiennent chacun quatre AOP, ce qui simplifie le tracé de la carte. Le circuit de protection est basé autour des résistances de 1,5 kΩ, des diodes zénères et des diodes de signal 1N4148. Les tensions à mesurer sont amenées aux circuits par l'intermédiaire de connecteurs RCA. Des résistances de 1 MΩ fixent l'impédance des entrées à cette valeur standard. Des résistances de 1,5 kΩ limitent le courant traversant le reste du circuit. Les diodes zénères limitent la valeur des tensions à mesurer et les diodes 1N4148 protègent les entrées contre les tensions négatives qui pourraient être appliquées en cas de mauvaise manipulation.

Ces circuits d'entrées sont connectés aux entrées non-inverseuses des amplificateurs opérationnels à basse impédance de sortie. Chacun des amplifica-

teurs est alimenté sous deux tensions de 12V. Des condensateurs d'une valeur de 100 nF découplent ces tensions au plus près des broches de chacun des boîtiers DIL. L'alimentation symétrique est filtrée à son arrivée sur la carte par des condensateurs de 100 nF et 100 μF et deux diodes LED signalent sa présence.

' PROGRAMME D'ESSAI DE LA CARTE VOLTMÈTRE

```
10 DIM VALEURO AS INTEGER
20 DIM VALEUR1 AS INTEGER
30 DIM VALEUR2 AS INTEGER
40 DIM VALEUR3 AS INTEGER
50 DIM VALEUR4 AS INTEGER
60 DIM VALEUR5 AS INTEGER
70 DIM VALEUR6 AS INTEGER
80 DIM VALEUR7 AS INTEGER
```

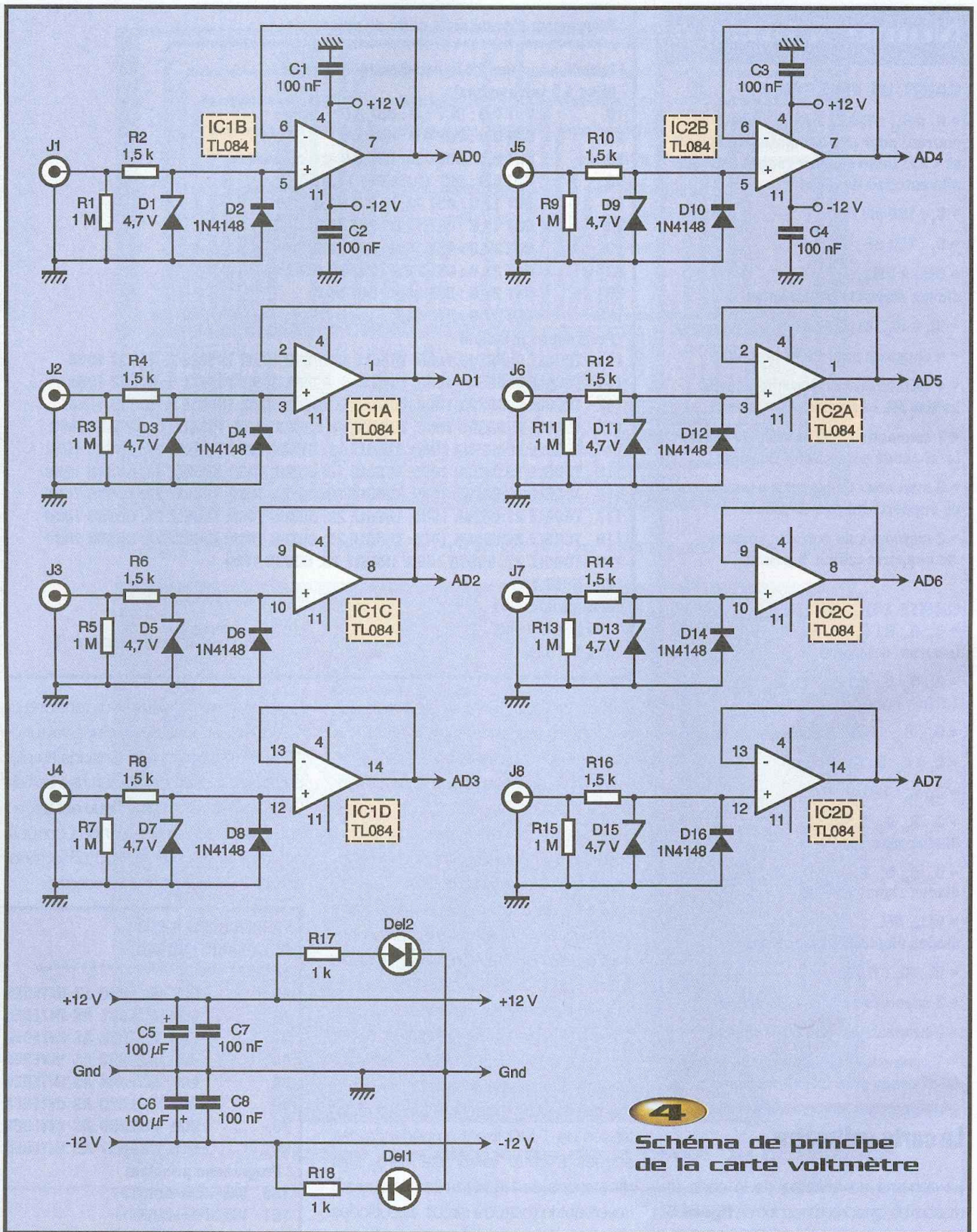
' Programme principal

```
100 VALEURO=ADIN(0)
101 VALEURO=ADIN(1)
102 VALEURO=ADIN(2)
103 VALEURO=ADIN(3)
104 VALEURO=ADIN(4)
105 VALEURO=ADIN(5)
106 VALEURO=ADIN(6)
107 VALEURO=ADIN(7)
```

' Programme de lecture



Encadré 2



4
Schéma de principe de la carte voltmètre

La réalisation

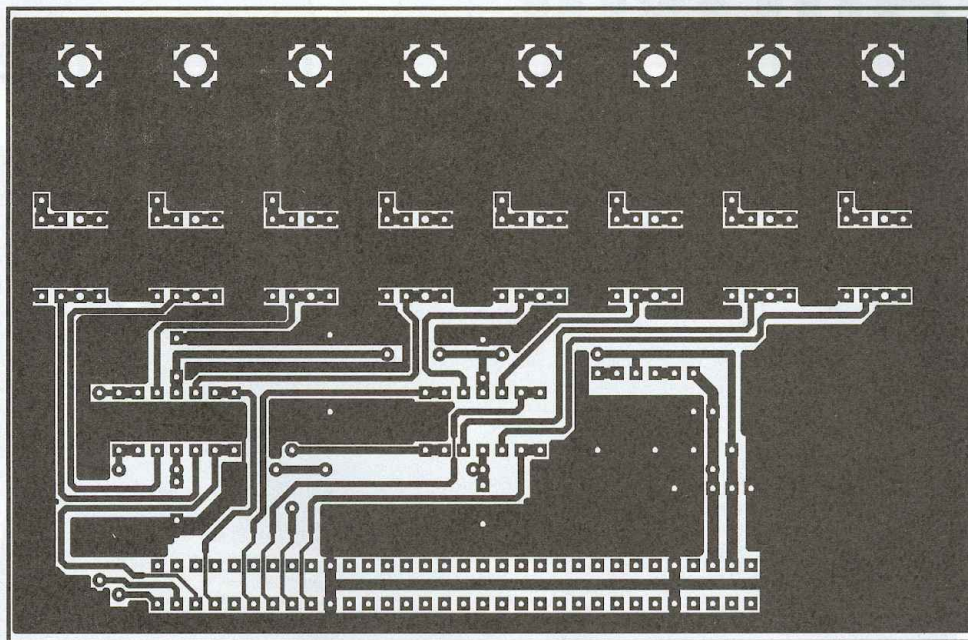
Le dessin du circuit imprimé est donné en **figure 5**. La **figure 6** représente le schéma d'implantation des composants. Comme d'habitude, on implantera tout d'abord les quelques straps. On insérera les deux quadruples amplifi-

cateurs opérationnels dans des supports. Les connecteurs RCA seront vissés directement sur le circuit imprimé et la connexion entre ceux-ci et le circuit imprimé s'effectuera au moyen de petits morceaux de fil. On prendra garde à la polarité des diodes lors de leur implantation sur la carte. Le

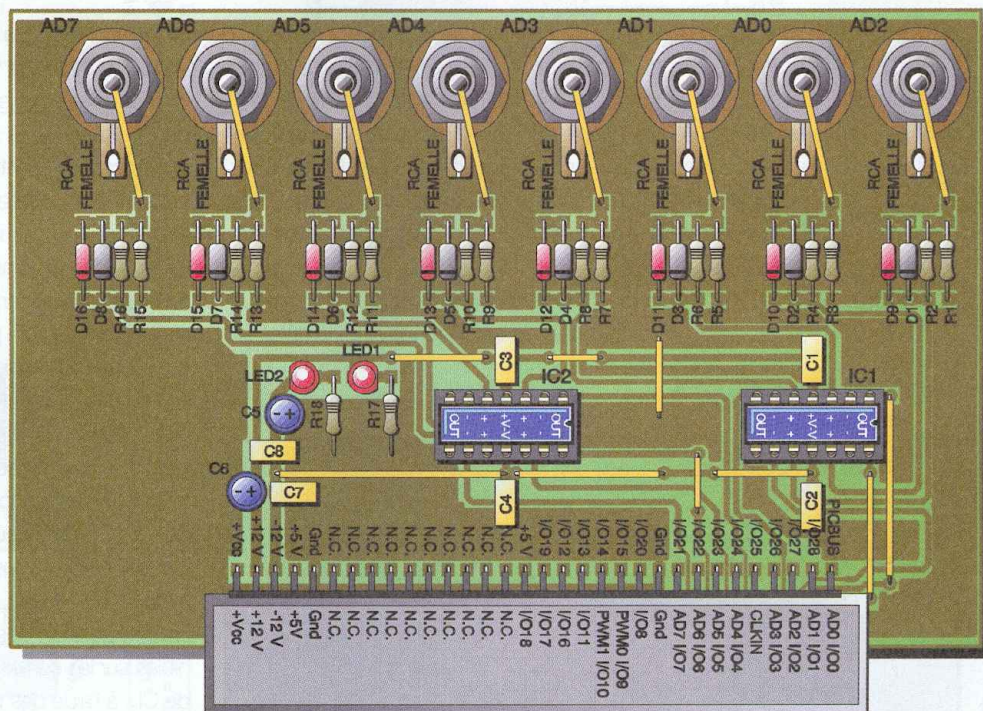
câblage terminé, on vérifiera ce dernier très soigneusement.

Les essais

Le programme donné en "encadré 2" sera saisi après mise sous tension du PC puis de la carte d'étude. Il faut signaler que le



5 Tracé du circuit imprimé de la carte voltmètre



6 Implantation des éléments de la carte voltmètre

convertisseur donnant des résultats de mesures sur 10 bits, les variables seront déclarées comme INTEGER et non BYTE, ce qui serait le cas d'un convertisseur 8 bits.

' On emploie l'instruction SEROUT si la lecture des résultats s'effectue par connexion à un ordinateur de type PC par

l'interface série

' On emploie les instructions gérant l'interface LCD série de la platine d'étude à PICBASIC-3H :

' SET PICBUS, LCDINIT, CLS, LOCATE, PRINT

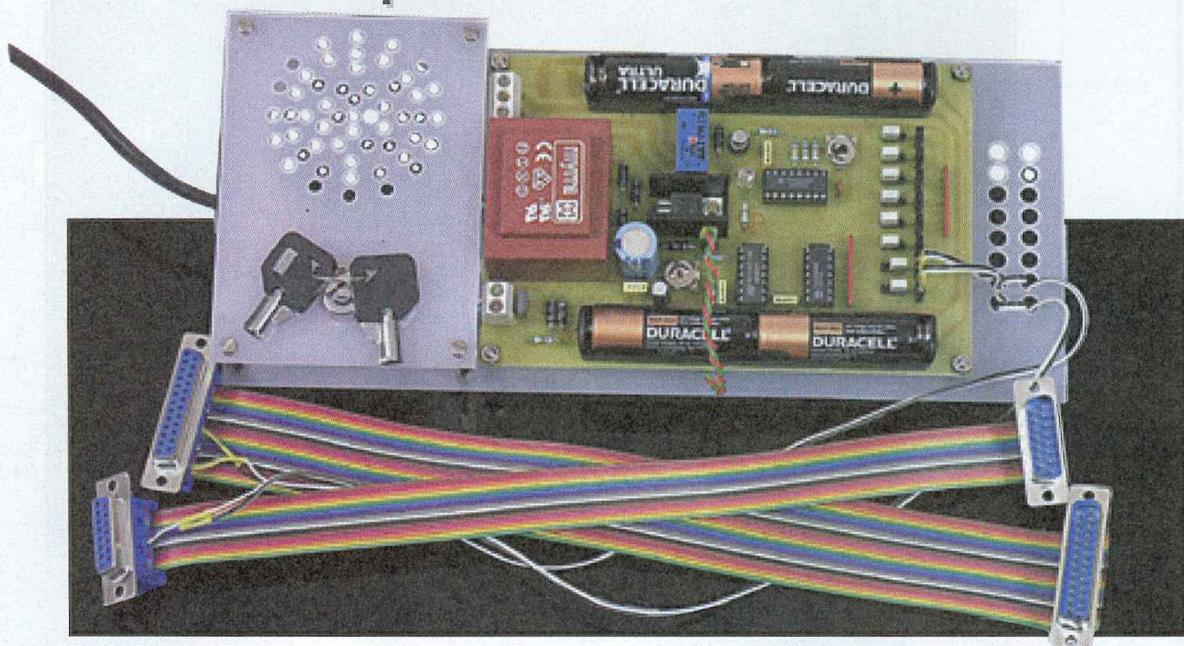
200 GOTO 100

Ce programme permet la lecture et l'affichage des valeurs des tensions présentes sur les huit entrées du convertisseur analogique. Pour le mode d'affichage choisi, on se référera au manuel de programmation fourni avec le PICBASIC-3H.

P. OGUIC

Antivol

pour micro-ordinateur



Les micro-ordinateurs ont toujours suscité la convoitise, même si leurs prix ne cessent de baisser. Les quelques antivols disponibles, essentiellement pour l'industrie, sont onéreux et souvent inélégants car composés de câbles d'acier reliant les différents appareils entre eux. Nous vous proposons ci-après un système fiable, discret, avec sirène auto-alimentée et de faible coût, capable de protéger huit micro-ordinateurs de type PC.

Un simple branchement suffit, nul besoin de programme à charger ou à configurer, c'est l'appareil idéal pour les petites entreprises et, pourquoi pas, pour les particuliers. Pour améliorer encore la protection, le circuit comporte un relais dont les contacts sont destinés à être raccordés à un système d'alarme existant.

Caractéristiques

- Protection de 1 à 8 installations.
- Raccordement gigogne sur le port parallèle ou le port jeux.
- Aucune configuration nécessaire.
- N'empêche pas l'utilisation du port utilisé.
- Mise en service et coupure par interrupteur à clé.
- Sirène d'alarme intégrée auto-alimentée.
- Alimentation, batteries avec circuit de charge intégré.
- Réglage du volume et des tonalités de la sirène.
- Relais de sortie auxiliaire pour alarme existante.
- Composants très courants (CMOS).

Schéma de principe

Le principe retenu est celui de la boucle de courant et nous mettons à profit le câblage des prises d'un PC. En effet, sur au moins deux de

ses ports, la masse est reliée sur plusieurs broches (18 à 25 pour l'imprimante, 4 et 5 pour le port jeux). Il suffit de tester si cette continuité est rompue ou si les broches sont isolées quand une des prises de l'antivol a été débranchée ; l'alarme se déclenche. Le schéma de la **figure 1** va permettre d'étudier le fonctionnement complet du montage.

Les huit entrées de la porte NON-ET

de Cl_1 , sont reliées à la masse via le réseau de résistances RES_2 et, individuellement, à une des broches d'une prise de l'ordinateur à protéger. L'autre broche de ce même port est raccordée au positif par une résistance du réseau RES_1 .

La liaison interne du PC force l'entrée de Cl_1 à l'état haut via RES_1 , dix fois moins résistant que RES_2 ; la sortie de Cl_1 est à «0». Si une seule liaison est rompue, l'entrée considérée passe à la masse et la sortie de Cl_1 bascule à «1». Le montage peut surveiller huit installations (PC, à PC₈), les cavaliers J_1 à J_8 permettent de choisir les ordinateurs à protéger.

La polarité de la sortie de Cl_1 est inversée au moyen de la porte N1. Le circuit intégré Cl_3 est un compteur binaire équipé de son propre oscillateur dont la fréquence est déterminée par le condensateur C_1 , les résistances R_1 , R_2 et l'ajustable AJ_1 pour le réglage.

La composition des signaux disponibles sur les sorties Q3, Q6, et Q12 de Cl_3 , à l'aide des portes N2 et N3, donne un timbre original à la sirène. La forme d'onde est très carrée à ce niveau, le filtre constitué de la résistance R_5 et du condensateur C_2 l'arrondit avant d'attaquer l'ajustable AJ_2 chargé du volume. L'amplificateur est réalisé avec un simple transistor Darlington T_2 et son condensateur de liaison C_3 .

La LED L_1 , limitée en courant par sa résistance R_4 , visualise la période

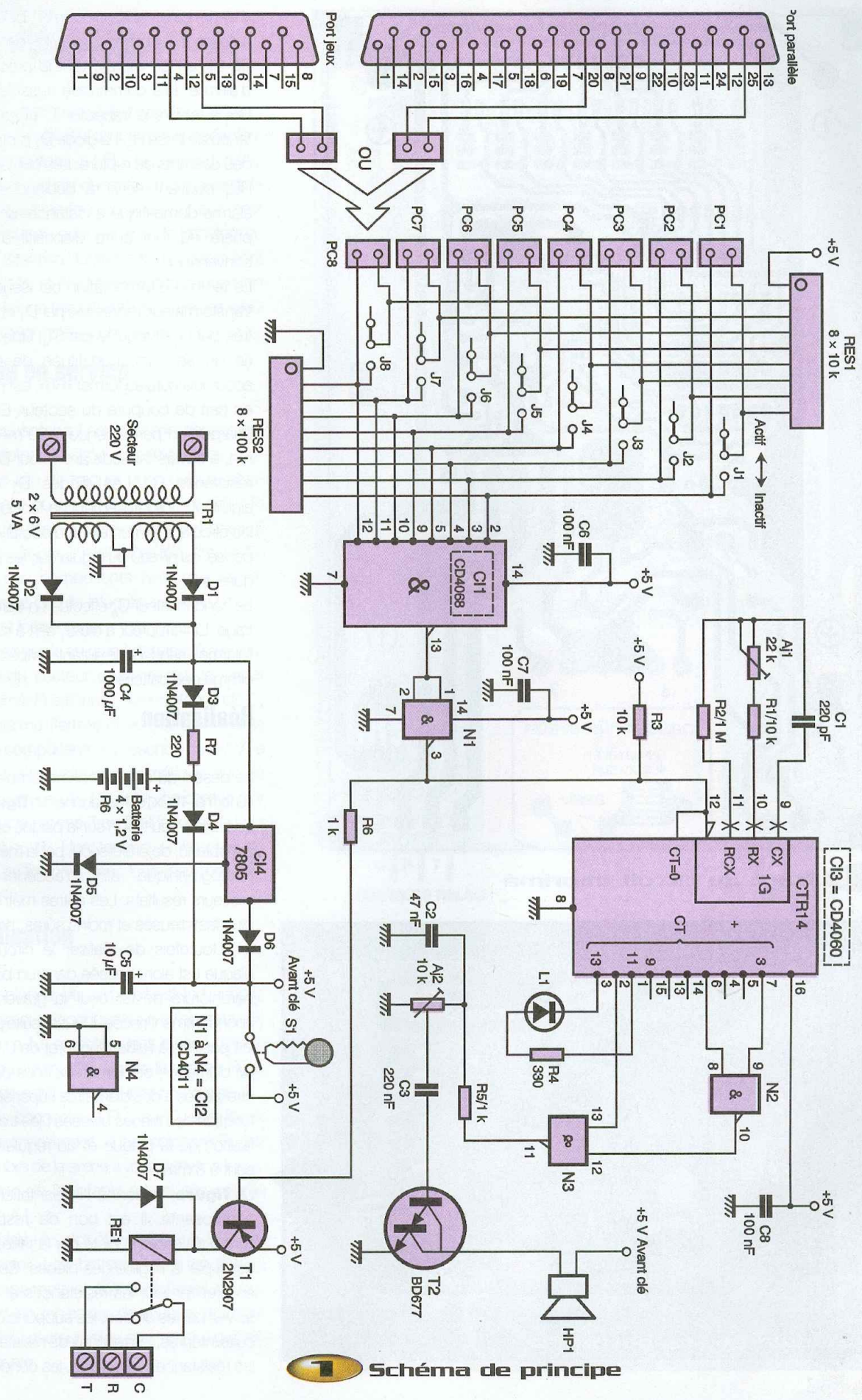
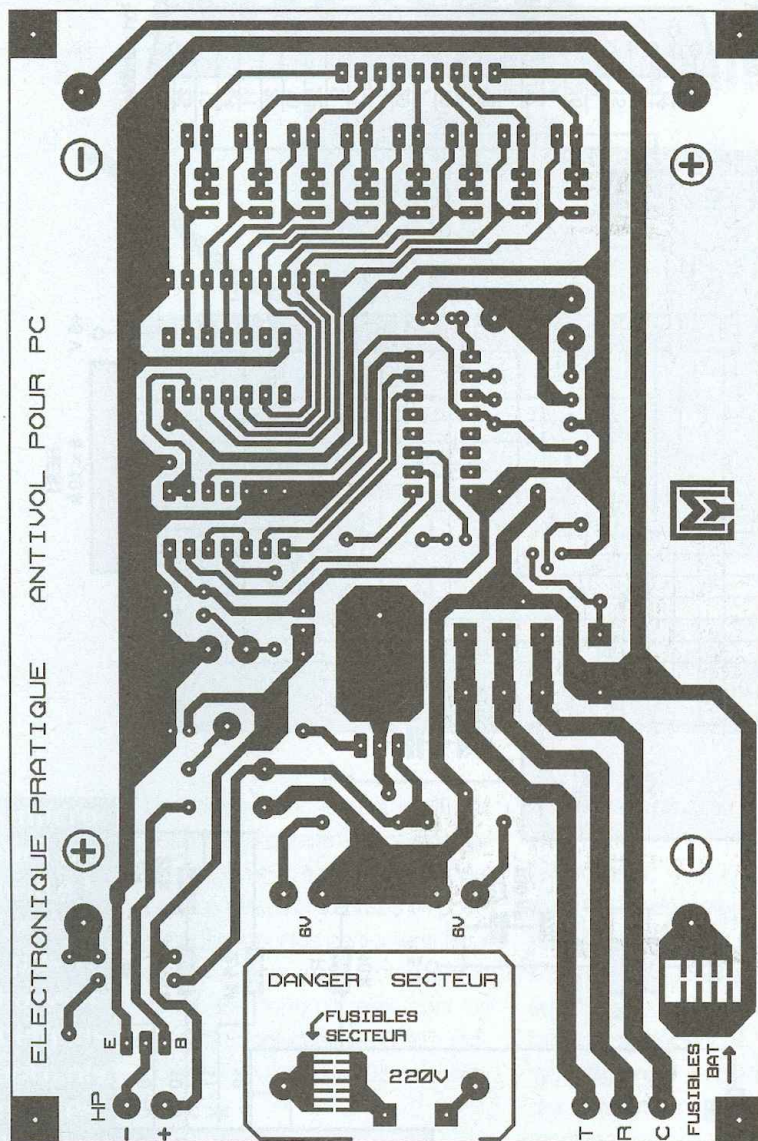
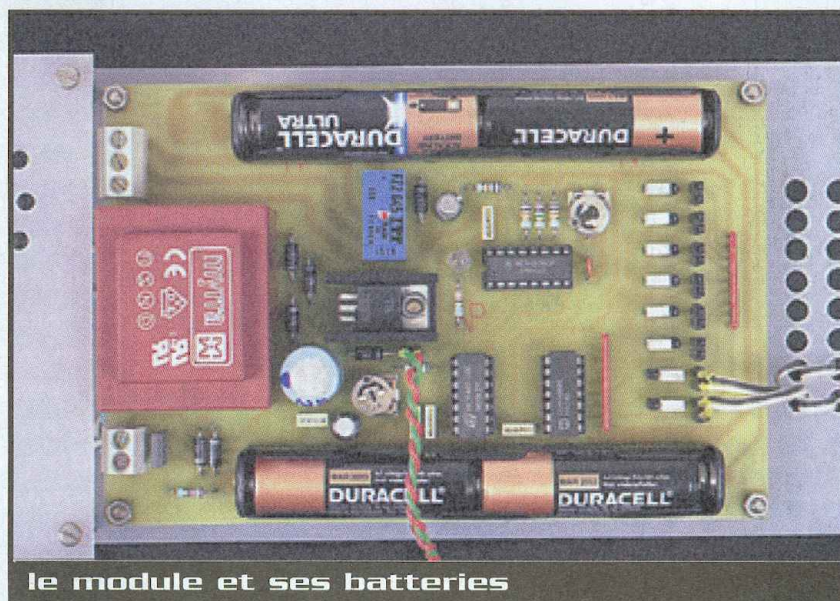


Schéma de principe



2 Tracé du circuit imprimé



le module et ses batteries

d'alerte. La sortie de la porte N1 bloque ou autorise le fonctionnement de l'oscillateur de Cl_3 et, de ce fait, tout le processus d'alarme. Elle commande aussi le relais RE_1 à travers le transistor T_1 et sa résistance de base R_6 . La diode D_7 protège T_1 des courants de rupture. Les contacts de RE_1 peuvent servir à déclencher une alarme domestique à distance, un gyrophare ou tout autre dispositif à votre convenance.

La tension d'alimentation est issue d'un transformateur, redressée par D_1 et D_2 , filtrée par C_4 et régulée par Cl_4 . Une batterie de secours, constituée de quatre accumulateurs au format «R6», est prévue en cas de coupure du secteur. Elle est chargée en permanence à 20 mA environ, à travers la diode anti-retour D_3 et la résistance R_7 . Les diodes D_4 et D_6 aiguillent, obligatoirement, la tension vers les circuits à alimenter. La diode D_5 compense, au niveau du régulateur, les pertes dues à D_6 .

Le condensateur C_5 effectue un dernier filtrage. L'interrupteur à clé S_1 sert à stopper l'alarme, sans pour autant empêcher la charge des batteries.

Réalisation

Le dessin du circuit imprimé simple face au format 100x150 est donné à la **figure 2**. Le transfert du typon sur la plaque cuivrée est obtenu, de préférence, par la méthode photographique afin d'accéder aux meilleurs résultats. Les autres méthodes, plus fastidieuses et moins sûres, permettent toutefois de réaliser le circuit. La plaque est alors passée dans un bain de perchlorure de fer pour la graver, puis abondamment rincée. Il faut ensuite percer les pastilles à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre ; de nombreux trous doivent être alésés à des diamètres supérieurs en fonction des pièces utilisées ; les trous de fixation de la plaque et du régulateur le sont à 3 mm.

La **figure 3** donne l'implantation des composants. Il est bon de respecter l'ordre de câblage dicté par la taille, mais aussi par la fragilité des pièces. Soudez, en premier lieu, les résistances et poursuivez par les diodes, les supports de circuits intégrés, les réseaux de résistances, les résistances ajustables, les condensa-

3

Implantation des éléments

teurs céramique et au mylar, les connecteurs constitués de barrettes sécables, les transistors, la LED, les borniers à vis, le relais, les condensateurs chimiques, le régulateur de tension vissé sur son petit radiateur et, pour terminer, le transformateur. Attention ! Certains composants sont polarisés et n'admettent pas d'inversion de câblage (circuits intégrés, diodes, LED et condensateurs chimiques ...).

Mise en service

Il faut maintenant contrôler minutieusement les pistes du circuit imprimé et les soudures afin de traquer une coupure accidentelle ou un court-circuit capable de détruire instantanément un composant. Vérifiez aussi, une dernière fois, l'implantation des composants (valeur et sens). Sans les circuits intégrés, alimentez maintenant le montage.

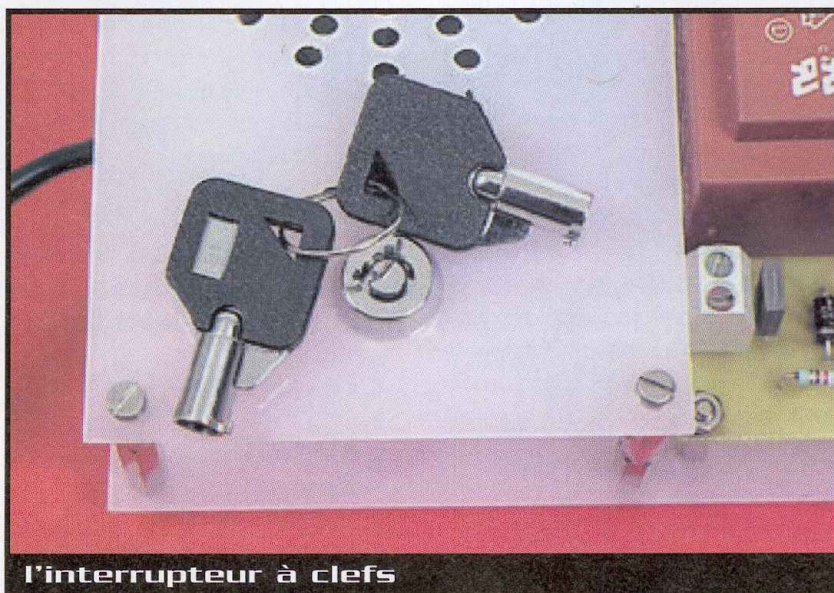
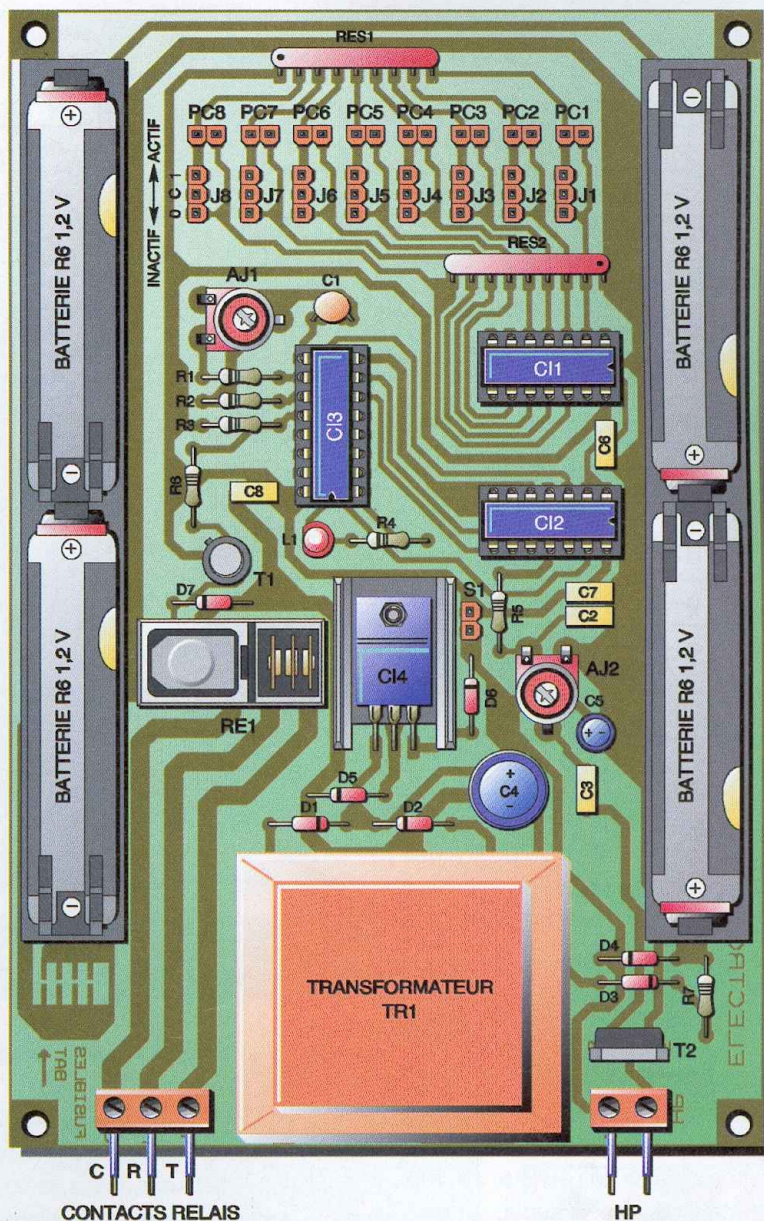
Prenez garde au grand danger dû à la tension du secteur présente sur le circuit imprimé. Positionnez l'interrupteur à clé S_1 en alarme (fermé) et vérifiez alors sur la face composants la présence du «+5V» à l'aide d'un voltmètre numérique sur les supports de $C1_1$, $C1_2$ et $C1_3$. Le cordon noir (-) sur la broche 7 ou 8 et le rouge (+) sur la 14 ou 16. Hors tension, embrochez les circuits intégrés dans leurs supports respectifs.

Utilisation

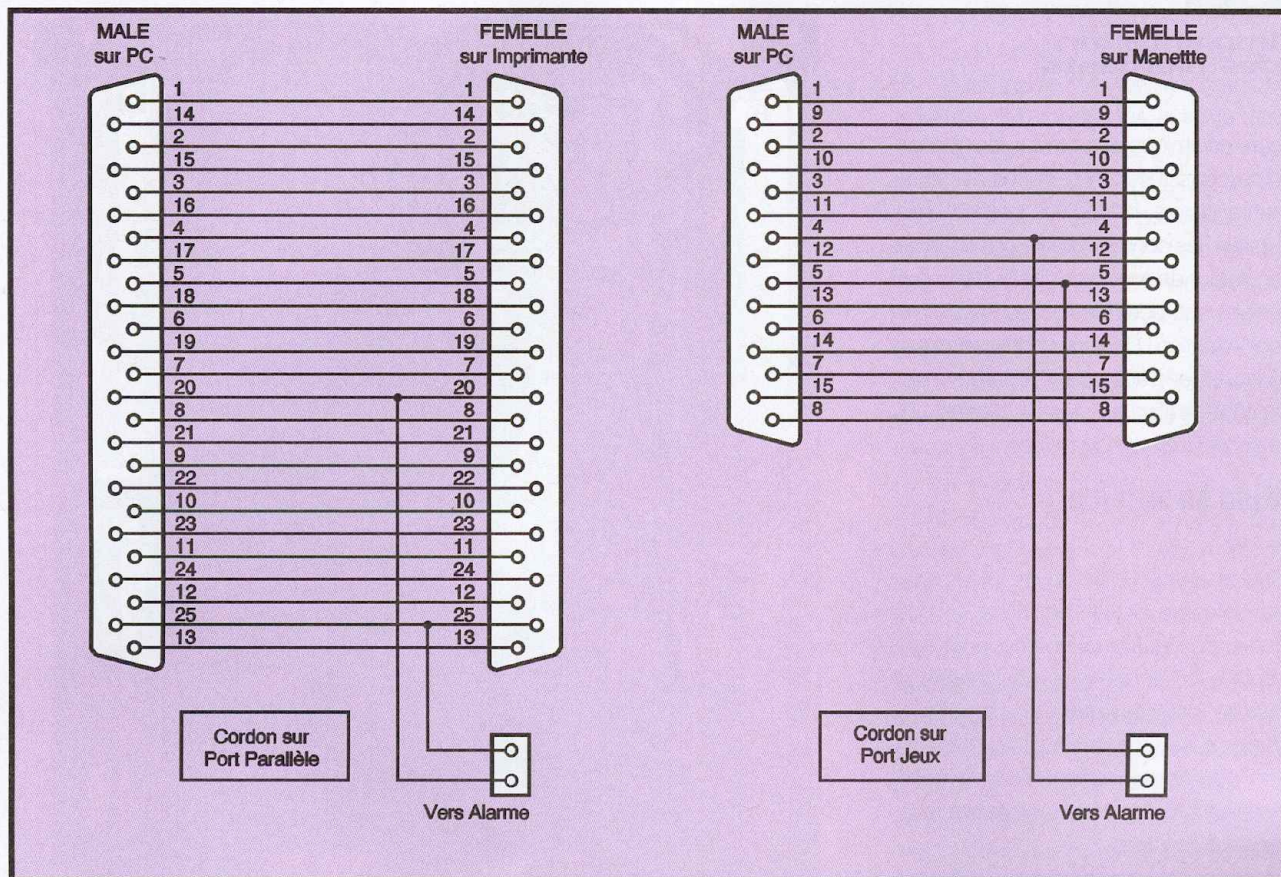
L'emploi de cet appareil est fort simple. Commencez par positionner l'ajustable de volume AJ_2 en butée dans le sens horaire, les cavaliers J_1 à J_8 vers le réseau RES_1 (mode actif) et l'interrupteur S_1 fermé.

Si les connecteurs PC_1 à PC_8 sont libres, le haut parleur doit se faire entendre. Réglez le timbre de la sirène à votre convenance au moyen de l'ajustable AJ_1 et son volume avec AJ_2 .

Le relais RE , doit être excité et la LED doit clignoter. Les batteries sont facultatives mais permettent une surveillance de plusieurs heures en cas de coupure de la tension du secteur, elles sont en charge permanente.



l'interrupteur à clés



4

Raccordement des cordons

Déplacez les cavaliers J_1 à J_8 en mode inactif, l'alarme doit cesser. Il suffit maintenant de raccorder un cordon provenant du port parallèle ou du port jeux, suivant le plan de la **figure 4** sur le, ou les, connecteurs PC_1 à PC_8 à surveiller et de mettre le, ou les, cavaliers J_1 à J_8 correspondants en mode actif. Si l'une des prises des PC est retirée, l'alarme se fait entendre. Il est bon de noter que certains câbles comportent des liaisons internes pouvant empêcher le bon fonctionnement de votre antivol, faites les tests nécessaires avant utilisation.

Il est tout à fait possible, avec cet appareil, d'opérer une surveillance vidéo discrète. Il suffit de mettre le volume au minimum et de relier un caméscope commandé par les contacts du relais pour obtenir le portrait vivant du malfaiteur.

Y. MERGY

Nomenclature

R_1, R_3 : 10 k Ω 5% (marron, noir, orange)

R_2 : 1 M Ω 5% (marron, noir, vert)

R_4 : 330 Ω 5% (orange, orange, marron)

R_5, R_6 : 1 k Ω 5% (marron, noir, rouge)

R_7 : 220 Ω 5% (rouge, rouge, marron)

AJ_1 : résistance ajustable horizontale 22 k Ω

AJ_2 : résistance ajustable horizontale 10 k Ω

RES_1 : réseau de résistances 8x10 k Ω

RES_2 : réseau de résistances 8x100 k Ω

C_1 : 220 pF céramique

C_2 : 47 nF mylar

C_3 : 220 nF mylar

C_4 : 1000 à 2200 μ F/16V électrochimique à sorties radiales

C_5 : 10 à 22 μ F/16V électrochimique à sorties radiales

C_6 à C_8 : 100 nF mylar

D_1 à D_7 : 1N4007

L_1 : LED 5mm (haute luminosité de préférence)

T_1 : 2N2907

T_2 : BD677 (attention au brochage lors

d'un équivalent !)

CI_1 : CD4068

CI_2 : CD4011

CI_3 : CD4060

CI_4 : 7805

2 supports de circuits intégrés à 14 broches

1 support de circuit intégré à 16 broches

RE_1 : relais DIL 5V 2T/R

J_1 à J_8 : 24 broches de barrette sécable mâle + 8 cavaliers

PC_1 à PC_8 : 16 broches de barrette sécable femelle

1 bornier à 2 vis au pas de 5,08

1 bornier à 3 vis au pas de 5,08

1 interrupteur à clé

1 transformateur moulé 2x6V/5VA

2 doubles coupleurs de piles R6

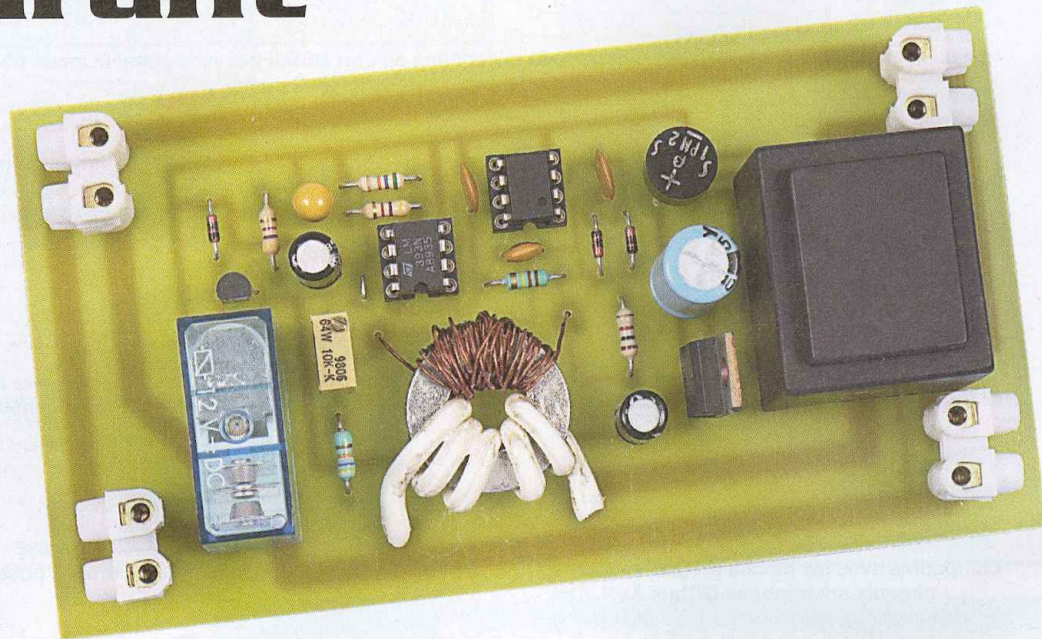
4 batteries 1,25V/500mA/H format R6 (facultatifs)

1 haut-parleur de 8 Ω 0,5 à 1W

1 radiateur horizontal pour T0220

Visserie et entretoises de 3mm

Interrupteur à détection de courant



Bien souvent, un appareil électrique fonctionne de concert avec un ou plusieurs autres. C'est le cas, par exemple, de l'ordinateur avec son imprimante et son moniteur vidéo. Il n'est pas rare non plus qu'en entrant dans une pièce, bureau ou atelier, on allume systématiquement un certain nombre d'appareils (lampe, ventilateur, poste radio, etc.), et il faut alors actionner chaque fois autant d'interrupteurs que d'appareils sollicités.

Le montage décrit dans cet article permet, en détectant le courant consommé par un appareil, d'en mettre un ou plusieurs autres sous tension.

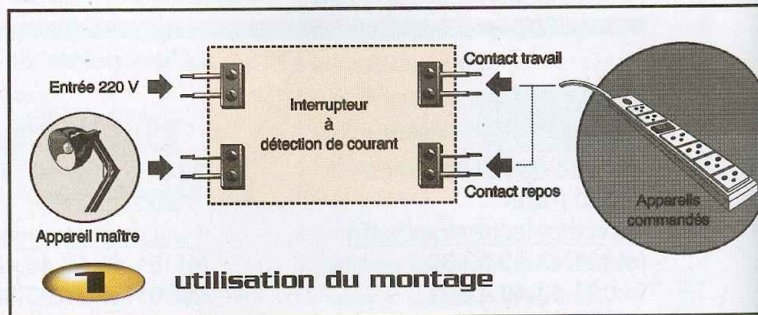
En effet, la solution d'une nourrice à interrupteur n'est pas toujours applicable, car souvent d'un accès peu aisé. De plus, certains appareils, tel l'ordinateur, ne démarrent qu'en actionnant leur bouton marche, mais restent inertes à la seule application du secteur 220 V. Ce type d'appareil peut commander la mise en route d'autres récepteurs, par l'entremise de ce montage. Celui-ci possède une entrée secteur et trois sorties. Sur la première sortie vient se brancher l'appareil " maître " lequel, à sa mise en service, actionne un relais qui déclenche l'alimentation de la seconde sortie, tandis que la troisième sortie cesse alors d'être alimentée. Cette dernière fonction, d'ailleurs,

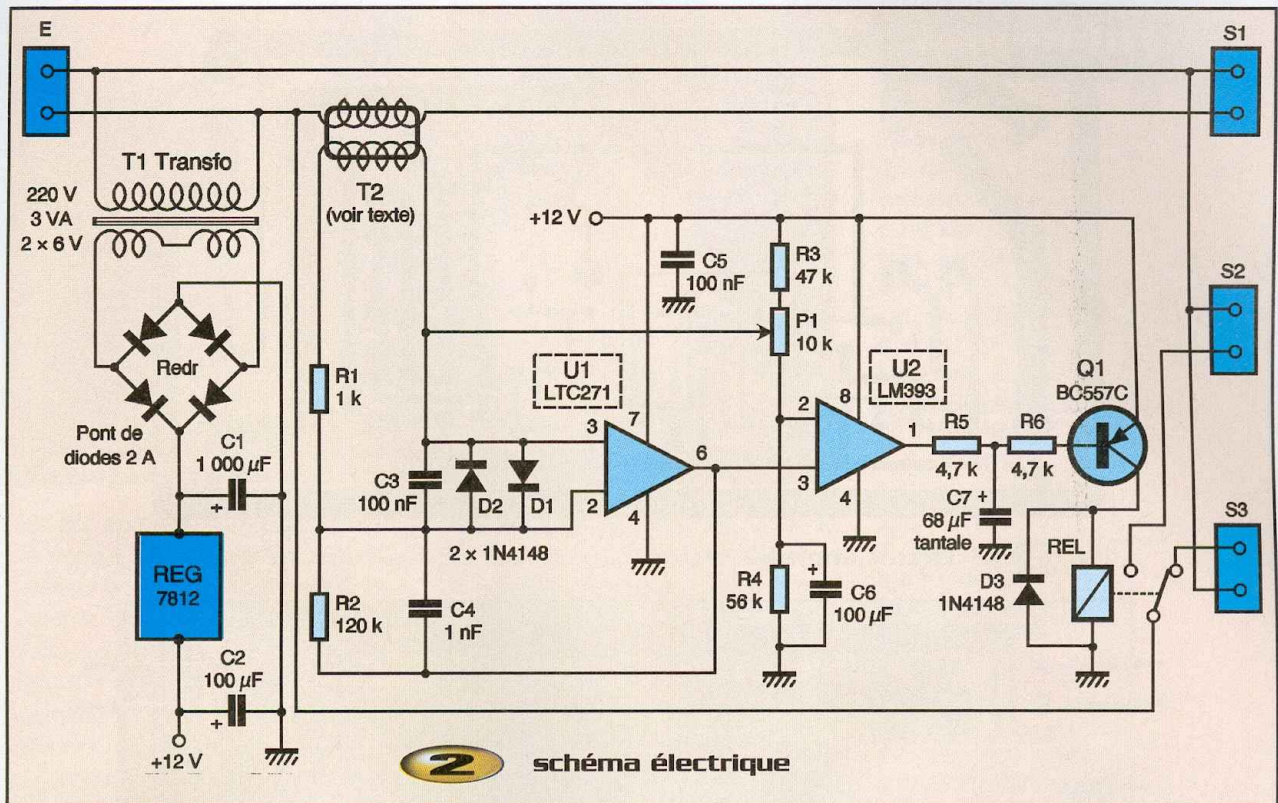
ne conviendra probablement que dans des cas très spécifiques, mais le relais utilisé possède un contact repos qu'il eût été dommage de ne pas mettre à disposition. Le dessin de la (figure 1) illustre la mise en œuvre du montage.

Schéma électrique

Le schéma électrique du montage est représenté sur la (figure 2). Le secteur 220 V arrive sur l'entrée E de la carte. En parallèle sur cette entrée, se trouve le primaire

du transformateur d'alimentation de la carte, dont le secondaire délivre 12 V (2 enroulements de 6 V en série). Après redressement et filtrage, la tension d'alimentation est stabilisée par un régulateur de type 7812. Le 220 V présent à l'entrée est dirigé vers la sortie S1 en passant par le primaire d'un transformateur rudimentaire, utilisé comme capteur de courant. Lorsqu'un courant traverse le primaire de ce transformateur, une tension prend naissance aux bornes du secondaire, dont l'amplitude sera d'autant plus grande





que le courant primaire sera élevé. Afin d'obtenir une bonne sensibilité du système, c'est-à-dire l'aptitude à détecter un courant faible, cette tension subit une forte amplification grâce à l'ampli opérationnel noté U_1 . Les diodes D_1 et D_2 jouent un rôle de protection en écrêtant la tension d'entrée en cas de fortes surintensités qui pourraient survenir au primaire du transformateur. La présence des condensateurs C_3 et C_4 permet de restreindre l'amplification aux fréquences basses. En effet, le montage ne doit réagir qu'à la seule composante à 50 Hz, en proscrivant tout déclenchement intempestif dû à d'éventuelles perturbations à haute fréquence. La tension amplifiée, disponible sur la sortie de l'amplificateur en broche 6, est appliquée sur l'entrée non inverseuse d'un comparateur de tension, noté U_2 sur le schéma. L'entrée inverseuse de ce comparateur est fixée à la moitié de la tension d'alimentation, grâce au pont diviseur formé par R_3 , P_1 , et R_4 , résistance découplée par le condensateur chimique C_6 . L'offset réglable par le potentiomètre P_1 permet d'ajuster le seuil de déclenchement, et donc la sensibilité du montage. En présence d'un courant dans le primaire du transformateur T_2 , on

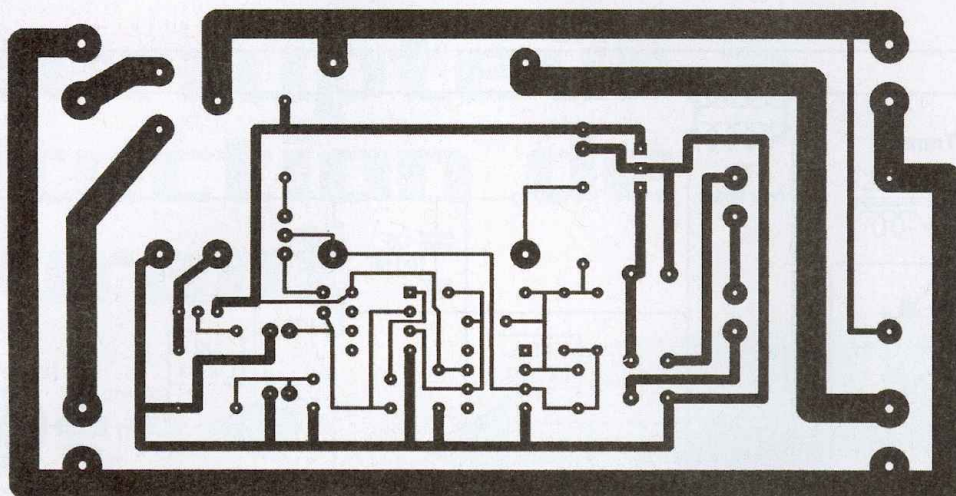


observera donc sur la sortie du comparateur, en broche 1, un signal rectangulaire de période 20 ms, et d'amplitude variant de 0 à 12 volts. En fait, seules les alternances négatives présentes à l'entrée de l'amplificateur U_1 provoquent le basculement du comparateur U_2 , et, par suite, la mise en conduction du transistor Q_1 , entraînant la fermeture du relais. La capacité de C_7 évite non seulement l'ouverture du relais entre deux alternances négatives, mais apporte aussi la temporisation nécessaire pour éviter de stresser l'appareil commandé, par des arrêt/marché successifs trop rappro-

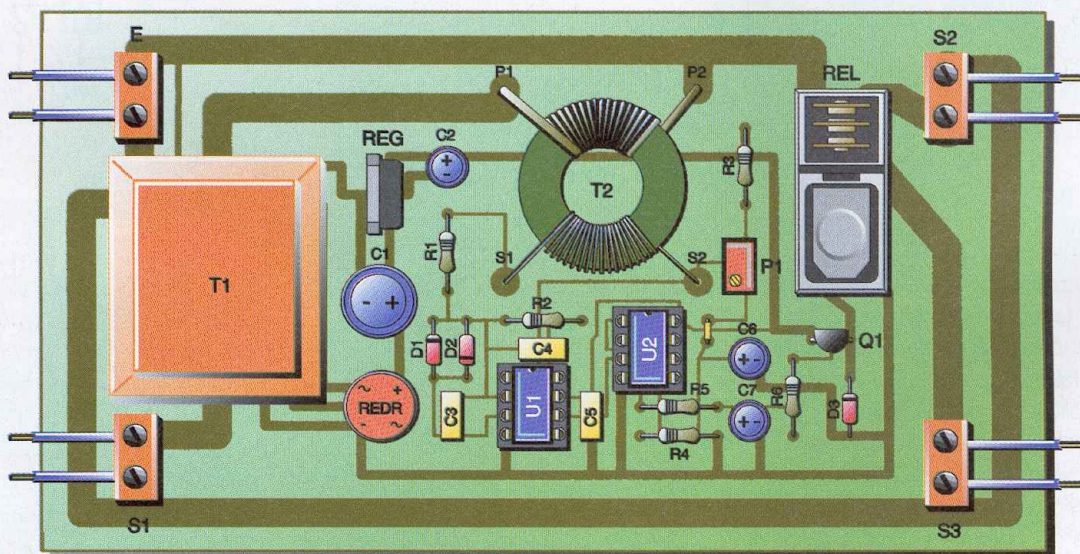
chés, dans le cas d'un réglage de seuil trop "à la limite".

Réalisation

Avant de passer à la réalisation du circuit imprimé, il faudra s'assurer de posséder les composants correspondant au tracé du cuivre. Cette remarque peut conduire à des modifications du tracé, et concerne évidemment le transformateur d'alimentation T_1 , ainsi que le relais. Quant au capteur de courant, ne le cherchez pas dans le commerce ! Sa réalisation est très facile. Elle consiste à



3 circuit imprimé



3 implantation des composants

bobiner 5 spires de fil souple de 2,5 mm² de section en guise de primaire, et 50 spires en vrac de fil émaillé de 35/100 en guise de secondaire, sur un noyau torique qui n'est autre qu'une... rondelle d'acier doux de 20 mm de diamètre extérieur, et 10 mm de diamètre intérieur. Comme on peut en juger par la photo de la maquette, cette réalisation ne réclame pas de soin particulier. Cependant, il faudra prendre garde de ne pas blesser l'isolant du fil souple qui réalise le primaire, en le bobinant sur la rondelle. On veillera aussi au bon choix de cette rondelle, quant aux propriétés magnétiques du matériau qui la constitue.

On pourra s'en assurer à l'aide d'un simple aimant permanent.

Une sage précaution consistera ensuite à pulvériser du vernis isolant sur ce " transformateur ", afin d'en fixer les enroulements. L'entrée et les sorties de la carte peuvent être réalisées par des borniers à vis pour circuit imprimé, au pas de 7,5 mm. Une autre possibilité, comme celle retenue sur la maquette proposée ici, consiste à utiliser de simples dominos connectés, du côté carte, par des segments de fil nu rigide. Les pistes du circuit imprimé véhiculant le 220 V pourront être généreusement étamées afin d'éviter tout échauffement en cas de courant élevé.

Mise en service

ATTENTION !! Comme tout montage directement relié au secteur, il faut avoir l'obsession permanente de ne pas toucher aux éléments et pistes cuivrées portés au potentiel du 220 V. Avant de brancher la carte, il s'impose de vérifier qu'elle soit posée sur un plan isolant propre, et qu'aucune pièce métallique ne " traîne " au-dessous, comme une patte de composant, par exemple. Dans un premier temps, le potentiomètre P1 sera réglé en butée minimum et les appareils seront branchés sur la carte, mais, seul, l'appareil connecté en sortie S1 sera en position marche. Le



vue du relais de commutation en boîtier étanche

relais doit alors être en position fermée, et l'on peut s'en assurer en mesurant 220 V sur la sortie S2. Tourner alors lentement le potentiomètre dans le sens horaire, jusqu'à obtenir le décollage du relais : le courant consommé par le récepteur n'est alors plus suffisant. Revenir doucement en arrière pour obtenir à nouveau le collage du relais, et continuer à tourner le potentiomètre d'un ou deux tours. Vérifier qu'en éteignant l'appareil " maître ", le 220 V en sortie S2

disparaît, tandis qu'il revient sur la sortie S3. La carte est maintenant réglée, et les appareils commandés peuvent être allumés.

Attention à la somme des courants consommés par les récepteurs : elle ne doit pas excéder le courant maximum accepté, en particulier, par le contact du relais (10 A dans le cas du relais utilisé dans la présente réalisation).

B. LEBRUN

Nomenclature

R₁ : 1 kΩ
marron, noir, rouge
R₂ : 120 kΩ
marron, rouge, jaune
R₃ : 47 kΩ
jaune, violet, orange
R₄ : 56 kΩ
vert, bleu, orange
R₅, R₆ : 4,7 kΩ
jaune, violet, rouge
P₁ : Potentiomètre 10 kΩ multitours
C₁ : 1 000 µF/25 V
C₂, C₃ : 100 µF/16 V
C₄ : 1 nF
C₅, C₆ : 100 nF
C₇ : 68 µF tantale
D₁ à D₃ : 1N4148
Redr : Pont de diodes 2 A
Q₁ : BC557C
U₁ : LTC271
U₂ : LM393
Reg : 7812
Rel : Relais 12 V/1RT/10 A
T₁ : Transfo 220 V/3 VA/2x6 V
T₂ : Voir texte
E, S₁, S₂, S₃ : Borniers à vis ou dominos

MONDIAL DE LA MAQUETTE ET DU MODÈLE RÉDUIT

19^e SALON
DES JEUX

L'AUTRE FAÇON DE VOIR LE MONDE

DU 10 AU 18 AVRIL 2004
PARIS EXPO PORTE DE VERSAILLES

www.salon-maquette.com

25^e MONDIAL MAQUETTE ET MODELE RÉDUIT 19^e SALON DES JEUX - 10-18 avril 2004

Pour son 25^e anniversaire, le prochain salon de la maquette et du modèle réduit sort le grand jeu. En effet pour fêter son quart de siècle d'existence, pour le plus grand bonheur des passionnés, les organisateurs, les fédérations, les exposants et les bénévoles se mobilisent activement pour offrir au quelque 200 000 visiteurs attendus de grands moments.

Du 10 au 18 avril, le hall 1 de la porte de Versailles se transforme pour l'occasion en véritable scène de spectacle où près de 10 000 maquettes de bateaux, de trains, d'autos, d'avions mais aussi de figurines, de maisons de poupées et d'éditeurs de jeux se côtoient et proposent, tout au long de ces journées, des animations étonnantes.

Du côté des avions - sur un espace aérien de 80 000 m³ - **Du côté des navigants** - sur un plan d'eau de 600 m² - **Du côté des trains** - sur un réseau de 2 000 m² - **Du côté des roulants** - sur un circuit de 900 m² - **Du côté des maquettes et des figurines** - de très belles réalisations de maquettes remarquables par leur variété et leur qualité - **Du côté du salon des jeux** - Concours et compétitions sont au rendez-vous tous les jours à l'occasion du salon des jeux qui se tient aux mêmes dates et lieu

INFORMATIONS PRATIQUES

Dates : du samedi 10 au dimanche 18 avril 2004 de 10 h à 19 h

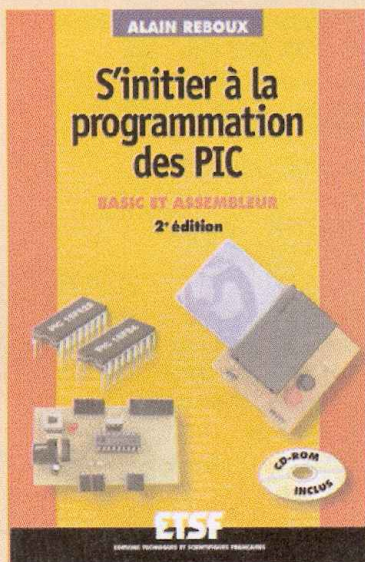
Nocturne : vendredi 16 avril jusqu'à 22 h

Lieu : hall 1 - Paris porte de Versailles

Tarifs : 11 € pour les adultes, 7 € pour les enfants de 7 à 12 ans, gratuit pour les moins de 7 ans

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, assistés 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 - ETSF/DUNOD
224 pages - 35 €

Les infrarouges en électronique

Grâce au rayonnement infrarouge, connu depuis longtemps mais que l'on n'a appris à maîtriser que récemment, l'électronique de l'invisible a pu faire son entrée dans les industries et même dans nos foyers.

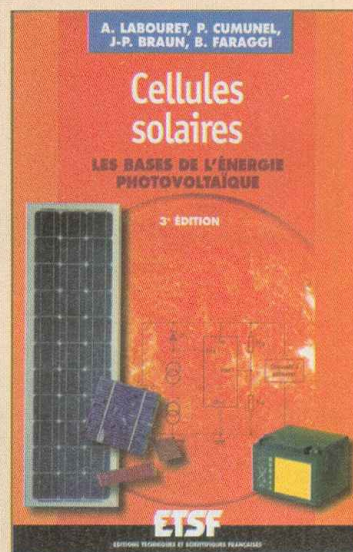


Cet ouvrage va vous permettre de comprendre les infrarouges : que sont-ils, comment se comportent-ils, comment sont faits les composants qui les utilisent ? Vous allez obtenir toutes les réponses à ces questions à travers un exposé clair et des expériences simples qui vous permettront de vous familiariser avec ce domaine. Vous serez ensuite guidé pour effectuer vos propres montages, découvrir les applications des infrarouges dans notre quotidien en réalisant par exemple des barrières et avertisseurs d'approche, une commande automatique d'éclairage ou une télécommande 8 canaux. Public : Amateurs d'électronique, Techniciens, Étudiants en électronique (BEP, BTS, IUT)

P. MAYÉ - DUNOD/ETSF
216 pages - 30 €

CELLULES SOLAIRES (3ÈME ÉDITION)

Bases de l'énergie photovoltaïque



Cette troisième édition vous convie à découvrir les principes et les multiples usages d'une source d'énergie particulière : l'électricité produite à partir d'une source de lumière. Cette énergie, communément appelée "énergie solaire", peut tout aussi bien être nommée "énergie lumière" car, en réalité, toute source lumineuse - naturelle ou artificielle - peut générer de l'électricité grâce aux cellules et aux panneaux solaires. Quand on sait que l'apport énergétique de la lumière solaire est de plusieurs milliers de fois plus important que notre consommation globale d'énergie et que la part de l'énergie solaire dans la consommation globale de notre planète ne représente que 1% de la consommation totale d'énergie, on se rend compte du chemin qui reste à parcourir pour que nous exploitions pleinement - mais de manière réaliste - tout le potentiel de cette énergie propre. C'est sur cette voie que ce livre d'initiation - orienté "appliqué" -, entraîne le lecteur à la découverte de cette source d'énergie passionnante et abordable.

A. Labouret/P. Cumunel/J.-P. Braun/B. Faraggi - ETSF/DUNOD
128 pages - Prix : 21 €