

Retrouvez  
le cahier audio  
**Led**

**Surveillance  
téléphonique ►  
de la  
température**

**Détecteur  
à effet HALL**

**Le PCF 8574**

**Serrure codée**

**Le CB220 et le port I<sup>2</sup>C**

**Détecteur  
de métaux**

**Alimentation  
stabilisée ►  
485V/850 mA  
pour amplificateur  
à tubes**





### Instrumentation "PC"



- 1) Sonde à connexion USB pour PC combinant les fonctions : analyseur 1 voie (1 G Ech/sec. 10 bits mode répétitif), de mesure de la fréquence de base (FFT), de mesure de la puissance de base (Réf.: PS40M10) ..... 291 €
- 2) Modèle aux fonctions similaires mais livré en boîtier avec 2 voies (20 M Ech/sec. 12 bits mode répétitif) et une sortie faisant office de sonde de mesure (Réf.: DSM12) ..... 266 €
- 3) Modèles "PRO" 2 voies à connexion USB
  - Version 2 x 60 MHz (Réf.: M521) ..... 520 €
  - Version 2 x 150 MHz (Réf.: M526) ..... 911 €



- 1) Analyseurs logiques à connexion USB
  - Version 8 voies (Réf.: ANT8) ..... 299 €
  - Version 16 voies (Réf.: ANT16) ..... 473 €
  - Version 32 voies (Réf.: M611/E+EC602) 784 €

- 2) Analyseur de signaux 2 voies (raccordement sur port parallèle (Réf.: M631/E) ..... 671 €
- 3) Analyseur de signaux 8 voies (raccordement sur port parallèle) avec 8 entrées analogiques / numériques 12 bits + 2 sorties analogiques (10 bits) + 20 Entrées/sorties tout-ou-rien + Compteur 32 bits + Watch-dog. Livré avec DLL pour LabVIEW™, Delphi™, C++, VisualC™, VisualBasic™, Power-Basic™ (Réf.: LabJackU12) 139 €

Modèle avec 16 connexions configurables en entrées/sorties tout-ou-rien ou entrées analogiques / numériques 12 bits + 4 entrées/sorties tout-ou-rien (Réf.: LabJackU3) ..... 119 €

Modèle avec interface USB et Ethernet doté de 14 entrées analogiques / numériques 12 à 16 bits (mode unipolaire/bipolaire) + 2 sorties analogiques (12 bits) + 23 Entrées/ sorties (50 Hz par E/S) dont certaines compteur 32 bits, PWM ... 401 €



Logiciel de composants professionnels pour PC. Logiciel de programmation disponible en téléchargement.

- 1) MemProg (connexion parallèle) - ZIF 30 broches - 16 Mbits mémoires supportées ..... 200 €
- 2) SmartProg2 (connexion USB) - ZIF 30 broches - 16 Mbits composants supportés + mode programmation ISP - Garantie 3 ans ..... 510 €
- 3) BeeProg (connexion USB et parallèle) - ZIF 30 broches - 16 Mbits composants supportés + programmation ISP - Garantie 3 ans ..... 909 €



- 1) "Dongles" destinés à être connectés au port USB ou RS-232 d'un PC afin de vous permettre de bénéficier d'une connexion CAN tout en étant adressés comme un port série.
  - CAN232 (modèle sur port série) ..... 110 €
  - CANUSB (modèle à connexion USB) ..... 157 €

2) Interfaces USB ↔ Ethernet  
EZL-50: Modèle OEM UART/ATL ↔ 10BaseT - Protocoles TCP, UDP, IP, ICMP, ARP, DHCP, PPPoE, TELNET, Multicast ..... 38 €

EZL-200F: Version boîtier RS232/422/485 ↔ 10/100BaseT - Protocoles TCP, UDP, IP, ICMP, ARP, TELNET, DHCP, PPPoE, SSL, SSH2 remote management, remote debugging ..... 81 €

- 3) Boîtier d'interface USB ↔ UART / SPI avec logiciel de gestion, drivers et DLL pour développement en "C" ou LabVIEW™ ..... 283 €

- 4) Convertisseurs série ↔ USB
  - Cordon interface USB ↔ RS232 ..... 43 €
  - Boîtier interface USB ↔ RS485/RS422 ..... 59 €
  - Boîtier interface USB ↔ 4 x RS232 ..... 115 €
  - Boîtier interface USB ↔ 8 x RS232 ..... 189 €

- 5) Analyseurs de protocoles USB permettant de détecter les erreurs et les incompatibilités dans les périphériques, les contrôleurs d'hôte, les logiciels embarqués, les drivers. A partir de 950 €

### Modules radiofréquences

- Gamme 433 MHz / 868 MHz
  - > Modem série radio synthétisé 5 canaux - Utilisation ultra-simple
  - > Modules émetteurs / récepteurs et transceiver bande étroite Fréq.: 433 MHz - Portée 700 m
  - > Modules émetteurs / récepteurs et transceiver radio bande étroite Fréq.: 433 MHz - Portée 700 m
  - > Emetteur 868 MHz - 450 mW portée > 3 Kilomètres

Modems ZigBee™  
Nouveaux modems ZigBee™ avec interfacement série. Livrés sous forme de modules OEM subminiatures au format DIL (2,7 x 2,4 cm) - Puissance 1 à 10 mW. Portée max. 100 à 600 m env. Alimentation: 3,3 V. Existent en versions avec antenne intégrée (filare ou Chip) ou sortie sur connecteur U.F.L. Le module seul (version 1 mW) à partir de 31 €

Modules Bluetooth™  
Avec protocole SPP Permet le remplacement transparent d'une liaison RS-232 - Dialogue possible avec d'autres modules Bluetooth™ supportant protocole SPP. Version en boîtier (48 x 34 x 19 mm). Portée max: 100 m env. 120,80 €  
Version "OEM" subminiature (24 x 13 mm) Portée max.: 20 m env. 55 €

Modules RFID  
Starter-kits permettant de tester et d'évaluer rapidement et simplement les "technologies" de la "RFID".  
Technologies hybrides à associer à une antenne RFID permettant de lire et d'écrire (suivant les modèles) sur des cartes Unique™, Hitag™, Mifare™ - Utilisation très simple via liaison série et commandes ASCII. A partir de ..... 25 €  
Gamme d'antennes et de transpondeurs RFID sous forme de cartes, jetons, ampoules, porte-clés, modules auto-collants... A partir de 1,60 €

Modules OEM GPS  
Récepteur miniature 20 canaux Dim.: 27,9 x 20 x 2,9 mm - SIRF III™ Module seul (prévoir antenne) 75,35 €  
Récepteur miniature 20 canaux Dim.: 30 x 30 x 10,5 mm - SIRF III™ Avec antenne intégrée ..... 89,70 €

Modules OEM GSM / GPRS  
Module QUAD-Band compatible protocoles "voix", "fax", "SMS",... Pilotage via port série au moyen de commandes "AT". Prévoir antenne en sus ..... 104,50 €

Modules VIDEO / AUDIO OEM  
Emetteur (31 x 29 x 4 mm) et récepteur (41 x 31 x 6 mm) vidéo / audio (stéréo) avec 4 canaux sélectionnables dans la bande 2,4 GHz. Portée max. 100 m. Le module émetteur seul (sans antenne) 12,95 €  
Le module récepteur seul (sans antenne) 19,95 €

Télécommande radio 433 MHz  
Ensemble comprenant 2 émetteurs miniatures anti-scanner + 1 récepteur à sortie relais "NA" ou tonpessée. Portée max.: 30 m env. .... 49,00 €

### Logiciels de C.A.O



- 1) Splan Logiciel de saisie de schémas 42,22 €
- 2) Loch Master Aide au prototypage 43,00 €
- 3) Sprint layout Logiciel de réalisation de circuits imprimés ..... 47,72 €
- 4) Proflab-Expert Générateur d'application simulateur graphique ..... 121,99 €
- 5) Front Designer Logiciel de conception de face avant pour boîtier ..... 42,22 €

### Modules spécialisés

SD-COM Module permettant d'écrire et de lire sur une carte SD (MMC) à partir de votre microcontrôleur ou d'un module PICBASIC ou CUBLOC via des ordres séries très simples (niveaux logiques 0 - 5 Vcc) ..... 67,00 €  
CF-COM identique pour carte CF™ ..... 67,00 €

Ajoutez une communication USB à votre microcontrôleur grâce à ce module de conversion série ↔ USB. Drivers de port virtuel pour Windows™ 98/XP. Dim.: 24 x 16 mm. Module (sans câble) 27,93 €  
Le câble USB seul ..... 3,00 €

Carte permettant de restituer de 1 à 128 enregistrements et autres enregistrements sonores au format .WAV préalablement stockés sur une carte CF™ (non livrée). Alim.: 12 Vcc. 8 entrées de commande. Amplificateur intégré 117,15 €

Exsiste en version compatible avec fichier MP3 et sortie audio stéréo.

Boussole électronique capable de détecter le nord et de vous indiquer l'orientation (0 à 359,9°) via une sortie PWM ou I2C™ ..... 45,99 €

Accéléromètre 2 axes ..... 24,90 €  
Accéléromètre 3 axes ..... 41,00 €  
Module gyroscope ..... 79,00 €  
Gyroscope + accéléromètre 2 axes 105,00 €

Capteur de distance pour robotique ludique capable de détecter la distance qui le sépare d'un obstacle (1 cm à 3 m). Signal de sortie PWM ..... 26,50 €

Modèle avec sorties analogique, PWM et série (0 / 5 Vcc) - Détection 16 cm à 6,45 m 39,00 €

Circuit intégré DIL 8 broches permettant de transformer une pièce métallique en zone de détection inductive (au touché ou au travers d'une plaque de verre). Le circuit intégré seul 8,95 €

Capteur de détection de bloc à effet capacitif (avec résistance chauffante permettant d'éviter l'effet de la rosée du matin). Nécessite une électronique de commande associée. Le capteur seul ..... 5,45 €

### Modules d'affichages divers

Afficheurs LCD standards (pilotage en mode 4 ou 8 bits suivant modèles). Rétroéclairage bleu.  
Alphanumérique 2 x 16 caractères ..... 10,45 €  
Alphanumérique 4 x 16 caractères ..... 18,20 €  
Alphanumérique 4 x 20 caractères ..... 23,20 €  
Graphique 128 x 32 pixels ..... 19,50 €  
Graphique 128 x 64 pixels ..... 28,50 €  
Graphique 128 x 128 pixels ..... 45,00 €

Afficheur LCD rétroéclairé vert graphique 160 x 80 pixels avec dalle tactile (matrice 160 x 80) à pilotage série (niveau 0 - 5 Vcc). Utilisation très simple via ordres ASCII 85,00 €

Module OEM "MicroLCD"  
Ecran 85536 couleurs type 1,5" rétroéclairé, résolution 128 x 128 Dim.: 42 x 37 x 11 mm. Pilotage via ordres séries très simples (liaison RS-232 - niveau 0 - 3,3 V) à partir de votre microcontrôleur, PICBASIC, CUBLOC...  
Générateur de caractères intégré, tracés de lignes, cercles, pixels, fontes multiples Alim.: +5 Vcc uLCD-MKI ..... 49,90 €  
Idem avec affichage d'images fixes ou animées préalablement chargées dans la mémoire flash uLCD-MKII ..... 79,90 €

Module OEM "MicroVGA" (640 x 480)  
Ce module hybride au format DIP (25 x 28 mm) est capable d'afficher du texte et des graphismes (en 256 couleurs) sur un écran VGA (CRT ou LCD) au moyen d'ordres très simples (liaison RS-232 - niveau 0-5 V) à partir de votre microcontrôleur, CUBLOC... Résolution: 640 x 480 ..... 53,00 €



Bluetooth™ is a trademark owned by Bluetooth™ SIG, INC USA.  
ZigBee™ is a registered trademark of the ZigBee Alliance  
Toutes les autres marques, les technologies, les procédés, les références ou appellations commerciales des produits citées dans cette page appartiennent à leur Propriétaire et Fabricant respectif

### Développement microcontrôleurs



1) EasyPIC3: Starter-kit pour développement sur microcontrôleurs PIC™ - Programmeur USB intégré, supports pour PIC 8, 14, 20, 28 et 40 broches, livré avec PIC16F877, emplacements pour afficheurs LCD 2 x 16 et afficheur LCD graphique 128 x 64 (livrés en option), 32 leds, 32 boutons-poussoirs, 4 afficheurs 7 segments, emplacement pour capteur température DS18B20 (livré en option), connecteur pour communication USB (pour les PIC dotés de cette possibilité), connecteur pour clavier PS/2 (non livré), port série... Exemples de programmes en assembleur, Basic, Pascal, C™ Mikroelektronika dont les versions de démo (limitées à 2 K) sont livrées ..... 119,60 €  
Option afficheur LCD 2 x 16 caractères ..... 9 €  
Option afficheur LCD graphique 128 x 64 ..... 28 €  
Option capteur température DS18B20 ..... 3,90 €

2) Compilateur pour PIC: interface IDE, gestion port série, USB, I2C™, SPI™, RS485, CAN, Ethernet, écriture/lecture sur cartes SD™/MMC™/CF™, affichage LCD alphanumérique/graphique, gestion de clavier, modules radio, calculs mathématiques, signaux PWM, mémoire Flash/EEPROM interne, temporisations, etc...  
Tarifs valables si achetés seuls  
MikroBASIC: 150 € MikroPASCAL 152 € MikroC™ 215 €

Tarifs valables si achetés avec platine EasyPIC3  
MikroBASIC: 100 € MikroPASCAL 102 € MikroC™ 145 €

2) Ouvrage technique Aborde tous les aspects, théoriques et pratiques de la programmation en langage BASIC des microcontrôleurs PIC™ en s'appuyant sur de très nombreux exemples de codes sources en MikroBASIC développés sur la platine EasyPIC3 (réf.: 2100495186) ..... 39 €

Vos connaissances en microcontrôleurs sont limitées (ou nulles) ? Vous avez un budget "serré" et vous voulez développer des applications capables de piloter des afficheurs LCD ou 7 segments, des communications séries, I2C™, SPI™, des signaux PWM, mesurer des valeurs analogiques, piloter des servomoteurs, des moteurs pas-à-pas, des moteurs "cc"... Alors comme des milliers d'utilisateurs, découvrez les PICBASIC ! Ces microcontrôleurs se programment en langage BASIC (disponible en libre téléchargement) via un PC grâce à un logiciel qui transférera vos instructions dans sa mémoire par un câble raccordé au PC. Une fois "téléchargé", ce dernier pourra être déconnecté de l'ordinateur pour être totalement autonome. Documentation entièrement en français. Très nombreuses applications, ouvrage technique de formation. Module PICBASIC à partir de ..... 28 €

Les CUBLOC™ sont des versions encore plus évoluées (avec fonctions mathématiques, 80 K de Flash, gestion d'interruptions, etc...). Ils sont programmables en langage BASIC (mini-auto mate) avec utilisation simultanée de part leur structure multi-tâches. Documentation et notes d'applications très complète entièrement en français

- 1) CUBLOC - compatible broches à broches avec module BS2 (3 K RAM - 4 K EEPROM - 16 E/S) 47 €
- 2) CUBLOC (3 K RAM - 4 K EEPROM - 49 E/S) ..... 55 €
- 3) CUBLOC (28 K RAM - 4 K EEPROM - 92 E/S - RTC) 87 €

Platine d'évaluation équipée d'un processeur RISC 32 Bits ETXRAM™ 100 LX - (100 Mips) - RAM 16 MB - Flash 4 MB - Port Ethernet 2 ports USB 1.1. 62 broches d'E/S (dont 4 ports séries, port I2C™, 2 ports SCSI, 4 ports IDE : tous les ports ne sont pas utilisables en même temps). La platine est livrée avec Linux ainsi qu'un mini serveur Web pré-installé et un serveur TELNET™ et FTP. Compilateur C GNU dispo en téléchargement. La platine PCB seule ..... 166,00 €

Option platine de développement optionnelle à base de ProASIC™ Actel™ destinée à s'enfermer sur la carte FOX. Exemple d'utilisation pour affichage sur écran VGA.

# ELECTRONIQUE PRATIQUE

Sommaire N° 308

## 4 Infos/Nouveautés

### Initiation

- 8 Internet pratique
- 10 La led, un composant en pleine évolution
- 14 Le circuit PCF 8574

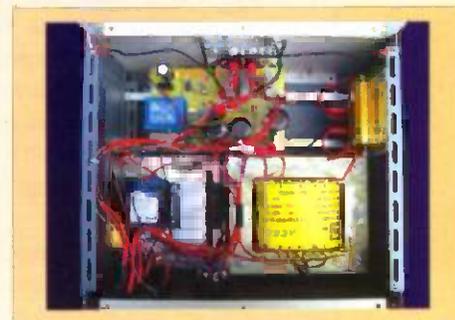
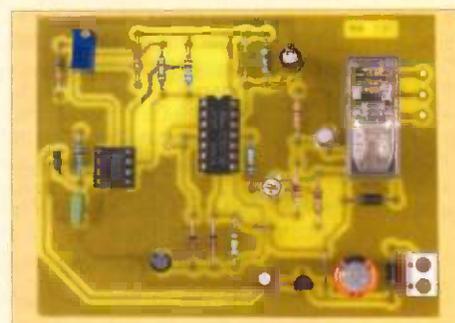
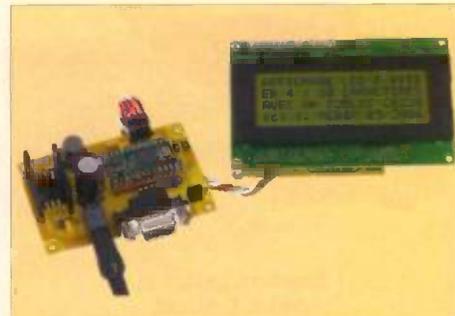
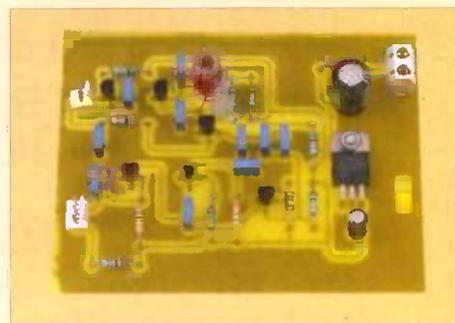
### Réalisez vous-même

### Micro/Robot/Domotique

- 16 Le CB 220 et le port I<sup>2</sup>C
- 22 Surveillance téléphonique de la température
- 30 Détecteur de métaux
- 34 Détecteur d'approche par capteur à effet HALL
- 38 Serrure codée à 10120 possibilités

### Audio

- 44 Et si on parlait tubes (cours n°26)
- 52 Alimentation stabilisée haute tension pour amplificateur à tubes (2<sup>e</sup> partie)



Fondateur : Jean-Pierre VENTILLARD - TRANSOCEANIC S.A.S. au capital de 574 000 € - 3, boulevard Ney, 75018 PARIS Tél. : 01.44.65.80.80 - Fax : 01.44.65.80.90  
Internet : <http://www.electroniquepratique.com> - Président : Patrick VERCHER - Directeur de la publication : Patrick VERCHER - Rédacteur en chef : Bernard DUVAL  
Secrétaire de rédaction : Annie LECOMTE - Mise en page : Didier BELLANGER - Couverture : Dominique DUMAS - Illustrations : Alain BOUTEVEILLE SANDERS, P. MERCIER  
Photos : Isabelle GARRIGOU - Avec la participation de : R. Bassi, R. Knoerr, Y. Mergy, P. Morin, G. Samblancat, J.L. Vandersleyen

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

DIFFUSION/VENTES : ALIX CONSEIL PRESSE Tél. : 01.64.66.16.39 - PUBLICITÉ : 3, boulevard Ney - 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80 Fax : 01 44 65 80 90 E Mail : pubep@fr.oleane.com

ABONNEMENTS : 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-

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.

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 : 8155 rue Larrey, Anjou (QC) H1J2L5 - Téléphone : (514) 355-3333 - Sans frais : 1 800 363-1310 - Fax : (514) 355-3332. - Coumel : [expsmag@expressmag.com](mailto:expsmag@expressmag.com)

Internet : [www.expressmag.com](http://www.expressmag.com) - Le tarif d'abonnement annuel pour les USA et le Canada est de 54 €

I.S.S.N. 0243 4911 - N° Commission paritaire : 0909 T 85322 - Distribution : Transport Presse - Imprimé en France/Printed in France

Imprimerie : ACTIS MAULDE & RENOU 02430 GAUCHY - DEPOT LEGAL SEPTEMBRE 2006 - Copyright © 2006 - TRANSOCEANIC

LE PROCHAIN NUMÉRO D'ÉLECTRONIQUE PRATIQUE SERA EN KIOSQUE LE 3 OCTOBRE 2006

# Zapbox plug-in de Metronic

## L'adaptateur TNT qui tient dans la main



Pour profiter de la TNT, il fallait jusqu'ici connecter un boîtier supplémentaire sous le téléviseur. Avec la Zapbox plug-in de Metronic commercialisée ce mois, cette contrainte appartient désormais au passé. Dissimulée derrière le téléviseur, directement enfichée dans sa prise PériTel (ou via le cordon fourni), cet adaptateur ne laisse voir que son déport infrarouge de télécommande,

à placer aux abords du téléviseur pour zapper en toute simplicité. Une pureté esthétique qui fera merveille aux côtés d'un écran plat (LCD ou plasma) dont le taux d'équipement atteindra 19 % fin 2006 (prévision GfK).

Pas plus grande qu'un paquet de cigarettes, la Zapbox plug-in n'est toutefois minimaliste que par sa taille et non par ses spécifications tech-

niques. L'excellente sensibilité de son tuner permet une réception optimale des 18 chaînes numériques.

Tout comme ses grands frères, cet adaptateur, compatible 16/9°, classe automatiquement les chaînes et permet d'accéder au guide électronique des programmes (EPG) et au sous-titrage.

Lancée le 31 mars 2005, la Télévision numérique terrestre (TNT), a convaincu l'Hexagone où 1,1 million d'adaptateurs ont été vendus entre avril et décembre 2005. L'analyste GfK prévoit la vente de 1,7 million d'adaptateurs en 2006. Avant la fin de cette année, un foyer français sur cinq devrait recevoir les 18 chaînes numériques gratuites. Depuis juin dernier, le signal TNT couvre 65 % de la population française avec, à la clé, la possibilité de recevoir 18 chaînes gratuites en qualité numérique.

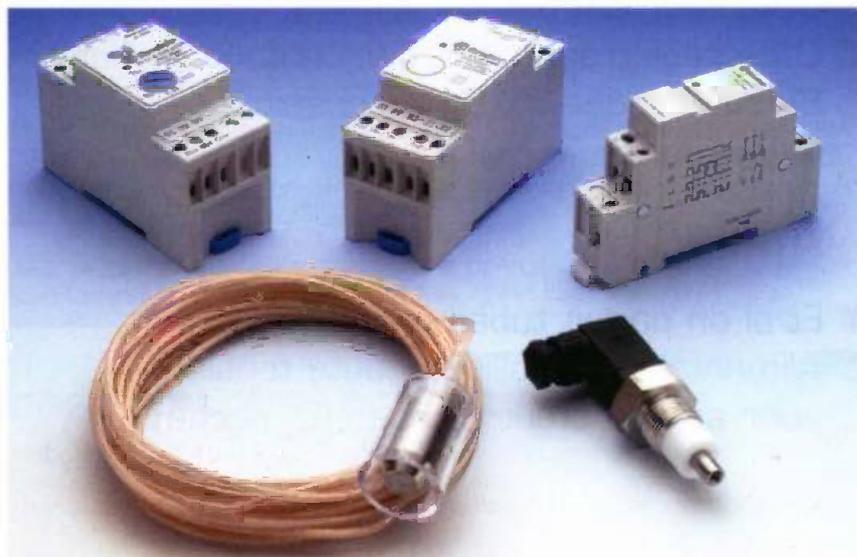
[www.metronic.com](http://www.metronic.com)

### Disparition de notre collaborateur et ami Didier Bellanger

C'est avec une profonde tristesse que nous avons appris cet été la disparition brutale de Didier Bellanger à l'âge de 58 ans. Didier œuvrait au sein d'*Electronique Pratique* depuis plusieurs années, et plus récemment à sa mise en page. Toute sa vie professionnelle, débutée très jeune dans l'imprimerie, il l'aura dédiée au monde de l'édition dont il connaissait parfaitement tous les rouages.

Homme généreux et sincère, heureux de partager ses connaissances, Didier était un fervent amoureux de la vie. Cette passion, il nous la communiquait chaque matin, lui qui bien souvent a ouvert nos « ateliers ». Sa disparition laisse un vide profond à tous ceux qui, comme nous, l'ont connu et apprécié. Nous adressons nos condoléances émues à son épouse, à ses deux filles et à l'ensemble de sa famille.

### Relais de contrôle de phase 7231 de Finder



Les nouveaux relais de contrôle de phase série 7231 de Finder France contrôlent l'ordre de phase (sens de rotation) et la perte de phase avec régénération (jusqu'à 80 %). Leurs principales caractéristiques sont les suivantes : largeur de 17,5 mm, montage sur rail 35 mm, tension d'alimentation triphasée de 208 à 400 volts nominaux, inverseur 6A et sécurité positive (ouverture du contact NO en cas de problème). Ils s'appliquent à des ascenseurs pour contrôle de présence ou perte de phase, moteurs pour matériel électrique transportable et compresseurs frigorifiques

[www.finder.fr](http://www.finder.fr) Tél. : 04 79 83 42 21

## Les condensateurs

### de démarrage polypropylène

1µF/450V	7,00€	15µF/450V	13,00€
1,5µF/450V	8,00€	16µF/450V	13,00€
2µF/450V	8,00€	20µF/450V	13,00€
4µF/450V	10,00€	25µF/450V	14,00€
8µF/450V	10,00€	30µF/450V	14,00€
10µF/450V	12,00€	35µF/450V	14,50€
12µF/450V	13,00€	50µF/450V	15,00€

### chimique SPRAGUE axlal

8µF/450V - Ø12 L=45mm	4,90€
10µF/500V - Ø20 L=32mm	6,00€
16µF/475V - Ø23 L=41mm	6,80€
20µF/500V - Ø23 L=55mm	6,75€
30µF/500V - Ø26 L=42mm	7,00€
40µF/500V - Ø26 L=61mm	8,50€
80µF/450V - Ø27 L=87mm	8,50€
100µF/450V - Ø32 L=80mm	11,00€

### mica argenté 500V

10pF	0,80€	150pF	0,80€
22pF	0,80€	220pF	0,95€
33pF	0,80€	250pF	0,95€
47pF	0,80€	390pF	0,95€
68pF	0,80€	500pF	1,10€
100pF	0,80€	680pF	1,20€
		1nF	1,20€

### chimique double radlal

Ts = 500V continu	
32µF + 32µF - Ø38 H=52mm	14€
50µF + 50µF - Ø36 H=52mm	12,50€
100µF + 100µF - Ø36 H=68mm	19€
40µF + 3x 20µF - Ø40 H=52mm	22€

### SCR polypropylène

10nF/1000V	2,90€	30µF/630V	2,75€
22nF/1000V	2,90€	2,2µF/250V	2,00€
47nF/1000V	2,90€	2,2µF/630V	2,60€
0,1µF/1000V	2,90€	4,7µF/250V	3,00€
0,22µF/1000V	2,90€	4,7µF/400V	3,50€
	2,90€ les 10	10µF/250V	4,00€
		10µF/400V	4,50€
		22µF/400V	9,50€
		47µF/400V	18,00€
		88µF/400V	17,50€

### Xicon polypropylène/630V

1nF	0,80€	47nF	0,80€
2,2nF	0,80€	100nF	1,00€
4,7nF	0,80€	220nF	1,20€
10nF	0,80€	470nF	2,20€
22nF	0,80€		

### Chimique SIC SAFCO axial

10µF/450V	3,50€	100µF/450V	8,10€
15µF/450V	3,50€	220µF/450V	4,50€
22µF/450V	3,50€		
33µF/450V	3,85€		
47µF/450V	3,85€		

### chimique radial haute tension

2,2µF/400V	0,80€	2200µF/63V	2,75€
4,7µF/350V	1,40€	4700µF/63V	3,50€
22µF/450V	1,40€		
47µF/400V	2,80€		
100µF/200V	2,75€		

### chimique haute tension type SNAP

47µF/400V	3,50€	680µF/200V	6,00€
25€ les 10		100µF/200V	7,00€
100µF/400V	3,50€	100µF/250V	13,00€
25€ les 10		4700µF/50V	3,70€
100µF/450V	4,00€	4700µF/100V	9,50€
220µF/350V	4,50€	10000µF/40V	7,00€
220µF/400V	3,50€ les 10	10000µF/63V	8,90€
220µF/450V	8,50€	15000µF/35V	7,00€
330µF/400V	9,50€	22000µF/25V	7,00€
470µF/250V	4,00€		
470µF/450V	12,00€		
680µF/385V (C)127,00€			

### CHIMIQUE NIPPON CHEMICON, C039

470µF 500V - Ø51 L68mm	26€
1000µF 500V - Ø51 L105mm	38€
1500µF 450V - Ø51 L105mm	35€
2200µF 450V - Ø63 L105mm	45€
2200µF 450V - Ø51 L142mm	50€
4700µF 100V - Ø35 L80mm	14€
10000µF 100V - Ø51 L80mm	20€
22000µF 63V - Ø51 L67mm	19€
47000µF 25V - Ø35 L80mm	23€
47000µF 40V - Ø50 L80mm	28€
150000µF 16V - Ø51 L80mm	23€

## Tubes électroniques

tubes Individuels		lot de 2 tubes appariés	
2A3 Sovtek	30€	300B - EH	198€
12AX7LPS - Sovtek	13€	6550 - EH	58€
5AR4 - Sovtek	20€	6L6GC - EH	35€
5Y3GT - Sovtek	14€	6V6 - EH	27€
5725 CSF Thomson	6,50€	845 CHINE	110€
5881(*) Sovtek	15€	EL 34 - EH	28€
6550 - EH	25€	EL 84 - EH	26€
6CA4/EZ 61 - EH	15€	KT 88 - EH	69€
6L6GC - EH	15€		
6SN7 - EH	15€		
6V6GT - EH	17€		
ECC 81 / 12AT7 EH	10€		
ECC 82/12AU7 EH	10€		
ECC 83 - 12AX7 Sov.	10€		
ECC 83EH/12AX7	10€		
ECC 84	10€		
ECC 82/6USA	14€		
ECL 82/6BMB Sovtek	18€		
ECL 86/6GW8	25€		
EF 86	24€		
EL 34 - EH	12€		
EL 84 - Sovtek	9€		
EL 86	14€		
EM 80 / 6EP1	22€		
EZ 81 / 6CA4 - EH	15€		
GZ 32 / 5V4	19€		
GZ 34 / 5AR4 Sovtek	20€	pour 300B OR	10€
KT 84 - EH	29€	pour 845	24€
KT 88 - EH	10€	7br C. Imprimé	
OA2 Sovtek	10€	pour 300B OR	4,60€
OB2 Sovtek	10€		

### Support TUBE

NOVAL C. Imprime	
O 22mm (1)	4,60€
O 25mm (2)	3,50€
blindé chassis (3)	30€ les 12
chassis doré (4)	4,60€
OCTAL	
A cosses (5)	4,60€
Pour CI (6)	32€ les 8
A cosses dorés (7)	5,00€

pour 300B OR	10€
pour 845	24€
7br C. Imprimé	
pour 300B OR	4,60€



(\*) = pour ampli Marshall  
EH = Electro harmonix

## Pot. Professionnel ALPS

AUDIO stéréo log  
2x20K, 2x50K ..... 19,00€ pièce  
2x10K, 2x100K ..... 14,50€ pièce

## POT. SFERNICE P11

MONO LINÉAIRE : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 220K, 470K, 1M ..... 7,80€

MONO LOG : 470 ohms, 1K, 2K2, 4K7, 10K, 22K, 47K, 100K, 2x220K, 2x470K, 2x1M ..... 8,90€

STÉRÉO LINÉAIRE : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K, 2x1M ..... 11,30€

STÉRÉO LOG : 2x2K2, 2x4K7, 2x10K, 2x22K, 2x47K, 2x100K, 2x220K, 2x470K ..... 13,90€



## NEW - NEUTRIK USB & FIRE WIRE

Chassis série D - Fire wire	8,00€
Chassis série D - USB A/B	5,00€

## Librairie technique

### Les schémathèques enfin à nouveau disponibles !

**Schémathèque radio des années 30, 40 et 50**

Wladimir Sorokine  
Il existe une forte demande chez les amateurs d'électronique pour les appareils radio anciens. Or, la documentation d'origine qui permettrait de réparer ou de fabriquer soi-même ces appareils n'est plus disponible. Ces ouvrages représentent les schémas de postes radio. Ils étaient parus en leur temps dans la série d'ouvrages "Schémathèque" de Sorokine. Pour chaque schéma, le lecteur dispose de l'ensemble des valeurs des éléments, des tensions et des courants, des méthodes d'alignement, de diagnostic de pannes et de réparation.

**Collection ETSF**  
210x275mm  
année 30 : 192 pages  
année 40 : 176 pages  
année 50 : 171 pages



## Transformateurs amplificateurs à tubes HEXACOM

### Transformateur d'alimentation, pour amplis à lampe unique et push-pull

Pour ampli de:		12/15W		15/20W		20/30W		30/50W		50/60W		100/120W	
Référence	TL7B	TL100	TL120	TL160	TL200	TL300	TL400						
HT 2x250V et 2x300V	75mA	100mA	120mA	180mA	200mA	300mA	400mA						
Chauffage 0-5-6,3V	1A	2A	3A	3A	4A	4A	6A						
Chauffage 6-3V	3A	4A	5A	5A	6A	8A	12A						
Chauffage 5V						3A	5A						
Prix	89€	60€	89€	83€	99€	114€	148€						
Moule en cuve	85€(*)	56€(*)	84€(*)	78€(*)	94€(*)	109€(*)	143€(*)						
Poids	1,7Kg	2,2Kg	2,6Kg	3,3Kg	4,1Kg	5,4Kg	7,4Kg						

### Transformateur de sortie, pour amplis à lampe unique

Version éco		12/15W		15/20W	
Série	EC6	EC12			
2500 ohms	32€	39€			
3500 ohms	32€	39€			
4500 ohms	32€	39€			
7000 ohms	32€	39€			
Poids	0,85Kg	1,15Kg			

CM:EI 0W6, grain orienté, enroulement sandwichés. BP: 20Hz à 20KHz, fixation étrier.

### Transformateur de sortie, pour amplis à lampe "push-pull"

Pour ampli de:		15/20W		30/50W	
Série	EL8	EL30			
2500 ohms	99€	129€			
3500 ohms	99€	129€			
4500 ohms	99€	129€			
7000 ohms	99€	129€			
Poids	1,8Kg	1,9Kg			

CM:EI 0W6, qualité MGX recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés. BP: 20Hz à 80KHz, à encastrer capot noir

### Transformateur de sortie, pour amplis à lampe "push-pull"

Pour ampli de:		35W		60W		100W	
Série	EPD35	EPD65	EPD100				
3500 ohms	120€	181€	184€				
6000 ohms	120€	151€	184€				
6600 ohms	120€	181€	184€				
8000 ohms	120€	181€	184€				
Poids	1,7Kg	3,3Kg	7,4Kg				

CM:EI 0W6, qualité MGX recuit, en 35/100°, enroulement sandwichés. BP: 20Hz à 60KHz, à encastrer capot noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire.

### Pour ampli HAUT DE GAMME "double C" (\*)

Pour ampli de:		35W		60W		100W	
Série	CHPG35	CHPG65	CHPG100				
3500 ohms	144€	249€	305€				
6000 ohms	144€	249€	305€				
8000 ohms	144€	249€	305€				
9000 ohms	144€	249€	305€				
Poids	2Kg	4,5Kg	6,2Kg				

CM-"double C", enroulement sandwichés. BP: 15Hz à 80KHz, moule dans boîtier noir, prise écran à 40% sur enroulement primaire.

(\*) Les modèles en cuve sont "sur commande", délai 15 jours environ.



st quentin by night

**Promotion**  
BNC mâle à sertir 75 ohms VB 10 2061 (Vitelec) RG179 - RG187(\*)  
(\*) Ex: Pour câble MOGAMI 2995  
**0,85€/1p pour 100p, 0,65€/1p pour 500p**

Le prix indiqués sur cette page sont valables jusqu'au 30 juin 2006

## Chambre de réverbération à ressorts «accutronics» (voir doc sur notre site www.stquentin.net)

Chambre longue		Type 4		Type 9	
36€ - 4BB2A1B - 2 ressorts, délai moyen (remplacement pour Music Man), typ4.					
36€ - 4BB3C1B - 2 ressorts, délai long (SLM), typ4.					
36€ - 4DB2C1D - 2 ressorts, délai moyen (Marshall), typ4.					
36€ - 4EB2C1B - 2 ressorts, délai moyen, typ4.					
36€ - 4FB3D1B - 2 ressorts, délai long (remplacement type, Ampeg type=C+), typ4.					
39€ - 9AB3C1B - 6 ressorts, délai long (pour Fender), typ9.					
Chambre courte		Type 8		Type 9	
33€ - 8AB2A1B - 3 ressorts, délai moyen, (Mesa Boogie), typ8.					
33€ - 8AB2D1A - 3 ressorts, délai moyen (JC120), typ8.					
33€ - 8DB2C1D - 3 ressorts, délai moyen (Marshall), typ8.					
33€ - 8EB2C1B - 3 ressorts, délai moyen (Music Man, Fender, Peavy), typ8.					

## Diodes électroluminescentes

blanc, bleu, rouge, vert, jaune @ 20mA

Boîtier transparent clair, sauf (*) teinté bleu		Rouge	
Blanc		05mm - 8000mcd/15° - 0,95€/1 - 12€ les 10	
05mm - 9000mcd/20° - 1,50€/1 - 12€ les 10		05mm - 10000mcd/6° - 0,95€/1 - 12€ les 10	
03mm - 1200mcd/20° - 1,50€/1 - 12€ les 10		Vert	
		05mm - 11000mcd/15° - 0,95€/1 - 12€ les 10	
Bleu			
05mm - 3500mcd/15° - 1,50€/1 - 12€ les 10			
03mm - 1800mcd/15° - 1,50€/1 - 12€ les 10			
03mm (*) - 1800mcd/15° - 1,90€/1 - 12€ les 10			
		Jaune	
		05mm - 20000mcd/6° - 0,95€/1 - 12€ les 10	
		05mm - 12500mcd/15° - 0,	

## Cordons audio/vidéo professionnels



### Qualité home cinéma

Cuivre désoxygéné (99,99%), contact or 24 carat.

- Cordons RCA ↔ RCA, vidéo, RGB, 5 mètres ... 27,00€
- Cordons RCA ↔ DVI, 2 mètres ..... 20,00€
- Cordons RCA ↔ DVI, 5 mètres ..... 28,00€
- Cordons RCA ↔ DVI, 10 mètres ..... 32,00€
- Cordons HDMI ↔ HDMI, 2 mètres ..... 22,00€
- Cordons HDMI ↔ HDMI, 5 mètres ..... 28,00€
- Cordons HDMI ↔ HDMI, 10 mètres ..... 35,00€
- Cordons DVI ↔ DVI, 2 mètres ..... 23,00€
- Cordons DVI ↔ DVI, 5 mètres ..... 35,00€
- Cordons DVI ↔ DVI, 10 mètres ..... 39,00€
- Cordons RCA audio + S-vidéo ↔ RCA audio + S-vidéo
- Cordons 3 mètres ..... 24,00€
- Cordons 5 mètres ..... 26,00€
- Cordons 2xRCA audio ↔ Jack 3,5mm stéréo
- Cordons 3 mètres ..... 15,00€
- Cordons 5 mètres ..... 17,00€
- Adaptateur DVI ↔ HDMI ..... 12,00€
- Adaptateur Péritel ↔ 3 RCA - RGB ..... 12,00€



## Câble haut-parleur

Prix pour 1 mètre

- Version éco, type index** transparent et repéré.
- 2 x 0,75mm<sup>2</sup> ... 0,80€
  - 2 x 1,5mm<sup>2</sup> ... 1,00€
  - 2 x 2,5mm<sup>2</sup> ... 1,80€
  - 2 x 4mm<sup>2</sup> ... 2,50€
- Version éco, type index** repéré rouge et noir.
- 2 x 0,50mm<sup>2</sup> ... 0,50€
  - 2 x 0,75mm<sup>2</sup> ... 0,50€
  - 2 x 1mm<sup>2</sup> ... 0,70€
  - 2 x 1,5mm<sup>2</sup> ... 0,85€
  - 2 x 2,5mm<sup>2</sup> ... 1,30€
  - 2 x 4mm<sup>2</sup> ... 2,00€
  - 2 x 6mm<sup>2</sup> ... 2,80€
- Marque CULLMANN, OFC** extra souple, type index, transparent et repéré.
- 2 x 0,75mm<sup>2</sup> ... 0,75€
  - 2 x 1,5mm<sup>2</sup> ... 1,50€
  - 2 x 4mm<sup>2</sup> ... 3,50€
  - 2 x 6mm<sup>2</sup> ... 4,60€
- Argentée marque CULLMANN, OFC** extra souple, type index, transparent et repéré.
- 2 x 1,5mm<sup>2</sup> ... 2,00€
- MOGAMI, OFC, câble rond noir**
- 3103 - 2 x 4mm<sup>2</sup>, Ø 12,5mm ..... 10,00€
  - 2921 - 4 x 2,5mm<sup>2</sup>, Ø 11,8mm ..... 10,00€
  - 2972 - 4 x 2mm<sup>2</sup>, Ø 10,5mm ..... 11,00€
  - 3104 - 4 x 4mm<sup>2</sup>, Ø 15mm ..... 18,00€
  - 3082 - 2 x 2mm<sup>2</sup>, Ø 6,5mm (type coaxial) ... 3,85€

## Appareils de mesure

### Multimètres généralistes compacts



Le multimètre TRMS Série 110 intègre les fonctions de mesure de base nécessaires pour effectuer les tâches quotidiennes. Sa simplicité, sa conception compacte et son prix abordable en font l'outil idéal pour les installations et les interventions sur site.

Mesures efficaces vraies. Affichage numérique avec mise à jour 4 fois par seconde. Affichage avec rétro-éclairage (112 uniquement). Bargraph analogique 33 segments, avec mise à jour 40 fois par seconde. Sélection de gamme automatique et manuelle. Maintien de l'affichage. Mode d'enregistrement valeurs min., max., moyenne avec bip sonore sur valeurs minimale et maximale. Mesure de diodes et de continuité avec bip sonore. Impul Alert™. Signalisation pour des tensions dangereuses au dessus de 30V. Indication de charge insuffisante des piles. Boîtier compact avec étui amovible. Remplacement facile des piles sans ouvrir complètement le boîtier. Mode veille sélectionnable pour augmenter la durée des piles. Fréquencemètre 50KHz et capacimètre 1000µF max. Le Fluke 110 n'a pas de calibre ampèremètre AC et DC

Accessoires inclus : Cordons de mesures avec pointes de touches 4 mm type lanterne, étui C10, pile de 9V montée et manuel de l'utilisateur.

- Fluke 110...161,00€
- Fluke 111...209,00€
- Fluke 112...223,00€

## Fiches Neutrik

Modèle	Coudé		Coudé		Coudé		Chassis	
	3	4	3	4	3	4	3	4
3	3,90€/1	7,50€	4,20€/1	8,40€	4,60€/1	9,20€	5,50€/1	11,00€
3	3,81€/10		3,78€/10					
3	3,12€/25		3,36€/25					
3	2,73€/50		3,15€/50					
4	6,10€	9,50€	6,80€	11,00€	6,90€	10,35€	6,90€	10,35€
4	5,30€	8,00€	6,00€	9,00€	6,00€	9,00€	6,00€	9,00€
4	5,40€	8,50€						
8	7,80€		10,50€		8,00€	12,00€		
8	10,70€		12,00€		11,50€	14,50€		
7	13,00€		13,50€		17,00€	18,00€		

**Embout de remplacement XLR - 1,10€/1** Rouge, vert, jaune, bleu

**Face 1U pour rack - 4XLR série D + 8 RCA + 1 fiche alim 9,90€/1**

**Face 1U pour rack - 8XLR série D 9,90€/1**

**RCA, noir, rouge, jaune, vert, bleu, blanc 1,50€/1, les 4 - 6,20€**

**RCA, chassis série D Blanc 7,00€ Rouge 7,00€**

**Prof RCA (Noir + rouge) 19,00€**

**Fiche EtherCon/RJ45, chassis série D 11,50€**

**Jack 6,35mm Mono 4,30€**

**Jack 6,35mm Stéréo 8,90€**

**Jack 6,35mm femelle stéréo 8,80€**

**Jack 6,35mm chassiss stéréo métal 7,10€**

**Jack Bantam stéréo 7,00€**

**Câble MOGAMI 2552 pour Bantam 2,00€ le m**

**Jack 3,5mm stéréo 2,50€**

**Pour câble 4mm 2,50€**

**Pour câble 6mm 3,80€**

**Coudé 3,80€**

## Multi-paires MOGAMI

- 2931 : 4 paires, Ø ext. 9mm ..... 7,65€
- 2932 : 8 paires, Ø ext. 12mm ..... 13,45€
- 2934 : 16 paires, Ø ext. 12mm ..... 22,90€
- 2936 : 24 paires, Ø ext. 21mm ..... 28,05€

## Transformateurs toriques

Primaire: 230V	2x12V	2x15V	2x18V	2x24V	2x30V	1x220V
30VA - 0,49Kg	25€	25€	25€	25€	-	(*)
50VA - 0,71Kg	29€	29€	29€	29€	-	(*)
80VA - 0,91Kg	30€	30€	30€	30€	-	(*)
120VA - 1,39Kg	36€	36€	36€	36€	-	(*)
225VA - 2,45Kg	39€	39€	39€	39€	39€	(*)
300VA - 2,83Kg	56€	56€	56€	55€	55€	(*)
500VA - 4,17Kg	79€	79€	79€	79€	79€	(*)

(\*) les modèles en sortie 110V ou 220V, sur demande

## Batteries étanches au plomb

- 12V**
- 1,2Ah - 48x98x51mm - 0,56Kg ..... 16,00€
  - 2,1Ah - 34x178x60mm - 0,85Kg ..... 22,00€
  - 2,8Ah - 67x134x60mm - 1,2Kg ..... 27,00€
  - 4Ah - 47x195x70mm - 1,7Kg ..... 39,00€
  - 7Ah - 65x151x94mm - 2,45Kg ..... 24,00€
  - 12Ah - 150x97x93mm - 4,13Kg ..... 55,00€
  - 17Ah - 76x181x167mm - 6,2Kg ..... 65,00€
  - 24Ah(\*) - 175x166x125mm - 8,5Kg ..... 75,00€
- 6V**
- 1,2Ah - 97x25x54,5mm - 0,31Kg ..... 14,00€
  - 3Ah - 134x34x64mm - 0,70Kg ..... 18,00€
  - 4Ah - 70x47x105,5mm - 0,85Kg ..... 15,00€
  - 7Ah - 151x34x97,5mm - 1,35Kg ..... 24,00€
  - 12Ah - 151x50x97,5mm - 2,05Kg ..... 24,50€

## Câble blindé Professionnel

- GAC 1** : Gotham, 1 cond + blind, ø 5,3mm, ..... 2,00€
- 2524** : Mogami, 1 cond + blindage ..... 2,60€
- GAC 2** : Gotham, 2 cond. + blind, ø 5,4mm ..... 2,20€
- GAC2-2P** : Gotham, 2 fois 2 paires type index ø 4mm ..... 3,90€
- 2792** : Mogami, 2 cond. + blindage ..... 2,20€
- GAC 2 AES/EBU** Gotham, (pour son digital) ..... 5,50€
- GAC 3** : Gotham, 3 cond + blind, ø 4,8mm ..... 2,50€
- GAC 4** : Gotham, 4 cond + blind, ø 5,4mm ..... 3,00€
- 2534** : Mogami, 4 cond + blindage ..... 2,80€
- 2965** : Mogami, audio/vidéo type index ø 4,6mm par canal ..... 3,80€
- Câble MOGAMI 2552 pour Bantam** ..... 2,00€

## Micro-contrôleurs ATMEL et Microchip

- |                |       |              |        |                              |        |
|----------------|-------|--------------|--------|------------------------------|--------|
| ATMEGA 8-16PI  | 8€    | 12C508-04P   | 2,90€  | PIC suite                    |        |
| 8L-8A1         | 6€    | 12C508-04cms | 2,90€  | 16F873-20/P                  | 9,50€  |
| 16-16PI        | 6€    | 12C509-04/JW | 23€    | 16F876-04/P                  | 11€    |
| 16L-8A1        | 6€    | 12C509-04cms | 4€     | 16F876-20/P                  | 11€    |
| 103-GAL        | 29€   | 12F675 VP    | 3,50€  | 16F877-20/P                  | 13€    |
| 8535-8PI       | 13€   | 16C54RC/P    | 4,90€  | 17C42A-JW                    | 29€    |
|                |       | 16C58JW      | 18€    | 18F452-V/P                   | 12€    |
| AT89           |       | 16C63-04/SP  | 14€    |                              |        |
| AT89C51-24PI   | 3€    | 16C64JW      | 28,75€ | <b>Relais statique</b>       |        |
| AT89C2051-24PI | 4€    | 16C65AJW     | 22,15€ | LCC 110                      | 8,75€  |
| AT89C4051-24PI | 5€    | 16C71A-04/P  | 12€    | LCA 110                      | 6€     |
| AT89S53-24PI   | 9,50€ | 16C72A-JW    | 33€    | S 202 S01                    | 5,50€  |
| AT89S8252-24PI | 9,90€ | 16C822A-04/P | 7,50€  | S 202 S02                    | 6€     |
|                |       | 16C745JW     | 20€    |                              |        |
| AT90           |       | 16F84-04/P   | 5,50€  | <b>Mesure distance Sharp</b> |        |
| AT90S2313-10PC | 7€    | 16F84-04/S   | 8,90€  | GP 2D 120                    | 13,50€ |
| AT90S2343-10PC | 6,50€ | 16F84-20/P   | 10,50€ | GP 2Y0A02YK                  | 13,50€ |
| AT90S6515-8PI  | 12€   | 16F828-04/P  | 5,95€  |                              |        |
| PIC            |       | 16F871-V/P   | 7,50€  |                              |        |
| 12C508-04/JW   | 23€   |              |        |                              |        |

## Alimentation à découpage Compacte, entrée secteur 100/230VAC (sauf \* 220/240V)

- V924(\*) - 9/12/15V 1,5A - 18V/20V(1,2A) - 24V(1A) ..... 19€**
- PSSMV1 - 3/4,5/6/7,5/9/12V (0,8A) - 86g ..... 17€**
- PSSMV1 - 5/6/7,5/9/12/15V (3,8A) - 95x55x30mm ..... 33€**
- PSSMV5 - 12/15/18/20/22/24V (2,3A) - 67x29x74mm ..... 50€**
- PSSMV7 - 5V à 24V - 4,3 à 15A - 92x42x28mm ..... 33€**
- PSS1212(\*) - 12V - 1,2A miniature (fl. alim. 2,1mm) ..... 19€**
- PSS1217(\*) - 12V - 1,7A miniature (fl. alim. 2,1mm) ..... 21€**
- V350 - 15/18/19/20/22/24V 2,9A à 3,5A - 415g ..... 39€**
- PSSMV9 - 5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/18/19/20/22/24V - 7,5A à 2,7A (5Amax sous 12V) ..... 39€**
- PSSMV8 - 15/18/19/20/22/24V - 5A max ..... 69€**
- CARS6000 - 15/18/19/20/22/24V - 6A max ..... 49€**
- Pour la voiture**
- CARS3500 - 15/18/19/20/22/24V - 5A max ..... 29,50€**
- CARS6000 - 15/18/19/20/22/24V - 6A max ..... 49€**
- PSSMV4/ PSSMV5/ PSSMV7/ PSSMV9**
- CARS6000/ CARS3500**
- MW 7H50GS**

## JBC Fer à souder 220V

- JBC 14ST - 11W ... 38,00€
- JBC 30ST - 24W ... 30,00€
- JBC 40ST - 26W ... 30,00€
- JBC 65ST - 35W ... 33,00€
- DS fer à dessouder 55,00€
- SL2020 fer thermostaté .. 73,00€

## Coffrets GALAXY

- Coffrets très robuste en 3 éléments assemblés par vis: façades avant et arrière en aluminium 30/10° anodisé, côtés en profilé d'aluminium noir formant dissipateur de chaleur. Fond et couvercle en tôle d'acier 10/10° laquée noir.
- LxHxProf**
- |                    |     |                    |     |
|--------------------|-----|--------------------|-----|
| GX143 124x40x73mm  | 23€ | GX187 124x80x170mm | 35€ |
| GX147 124x40x170mm | 28€ |                    |     |
| GX247 230x40x170mm | 39€ | GX287 230x80x170mm | 39€ |
| GX243 230x40x230mm | 35€ | GX283 230x80x230mm | 42€ |
| GX248 230x40x280mm | 40€ | GX288 230x80x280mm | 42€ |
| GX347 330x40x170mm | 40€ | GX387 330x80x170mm | 48€ |
| GX343 330x40x230mm | 41€ | GX383 330x80x230mm | 50€ |
| GX348 330x40x280mm | 43€ | GX388 330x80x280mm | 52€ |

## Coffrets HAMMOND

- Coffret aluminium 1,3 mm, très robuste, finbon =alu= naturel.
- | A   | B   | C  | D   | E   |
|-----|-----|----|-----|-----|
| 432 | 254 | 81 | 422 | 203 |
| 432 | 254 | 87 | 422 | 203 |

## Fil de LITZ

- Idéal pour le câblage enceinte acoustique**
- 50 brins cuivre émaillé 0,15mm le m ..... 1,80€
  - 50 brins cuivre émaillé 0,25mm le m ..... 3,38€

## Fil de câblage pour ampli à tube isolé coton

- 22AWG - ø 0,65mm le m (rouge, noir, marron, blanc, vert, bleu) ..... 1,80€
- 18AWG - ø 1mm (tient la chaleur) le m (vert foncé) ..... 2,90€

## Auto-transformateur 230V > 115V

- Equipé côté 230V d'un cordon secteur longueur 1,30m avec une fiche normalisée 16 amp. 2 pôles + terre, et côté 115V
- ATNP630 - 630VA - 4,2Kg - 90,00€
  - ATNP1000 - 1000VA - 8Kg - 125,00€
  - ATNP1500 - 1500VA - 9Kg - 145,00€
  - ATNP2000 - 2000VA - 13,5Kg - 199,00€

- Importation**
- 45VA - 11€
  - 100VA - 19€
  - 241-15 - PINCE à DÉNUDER AUTOMATIQUE
  - 300VA - 39€

## Auto-transformateur 115 > 230V

- Auto-transfo pour utilisation aux USA, Japon (tension secteur 110V), Fiche mâle type US, sortie 220V type SCHUKO (Ger)
- 45W ..... 11,00€
  - 100W ..... 19,00€
  - 300W ..... 39,00€
- Dimensions identiques aux modèles 45 et 100VA ci-dessus

L'étude des phénomènes thermiques occupe une grande place dans de nombreux domaines scientifiques. L'électronique s'y intéresse également de près en raison de l'effet joule qui s'applique à tous les composants traversés par un courant. Mais l'électronique apporte aussi des solutions, en permettant de mesurer et d'étudier l'évolution de la température à l'aide de capteurs très variés. Afin de découvrir les différentes techniques utilisées pour mesurer une température, nous allons une fois de plus utiliser les innombrables ressources d'Internet.

**E**n électronique, les capteurs les plus répandus pour étudier la température d'un corps sont sans nul doute les thermocouples. Il est donc tout naturel de commencer notre visite sur la toile mondiale par ce thème.

Pour découvrir les notions de bases sur le fonctionnement d'un thermocouple, nous vous invitons à charger la page suivante dans votre navigateur :

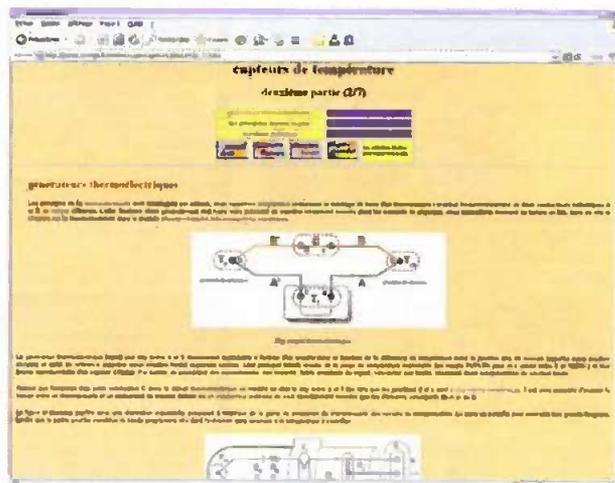
[http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap\\_t1.htm](http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap_t1.htm)

Ce site présente assez rapidement les thermocouples, mais il renferme de très nombreuses explications sur les phénomènes physiques qui leur sont liés. A ce titre, ce site mérite au moins une visite de votre part.

Pour rester sur l'étude des thermocouples, nous vous invitons ensuite à télécharger le document suivant :

<http://aviatechno.free.fr/files/thermocouples.pdf>. Ce document décrit de façon détaillée les phénomènes ther-

# internet PR@TIQUE



**1** [http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap\\_t1.htm](http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap_t1.htm)

moélectriques qui sont exploités dans un thermocouple et il comporte également de nombreux tableaux qui permettent d'exploiter directement la tension développée par un thermocouple.

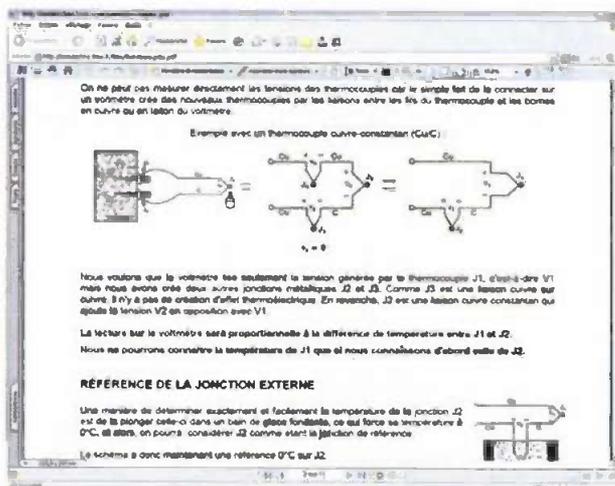
Si vous avez envie de mettre en œuvre un thermocouple, vous serez certainement intéressé par les quelques explications que vous trouverez sur le site suivant :

[http://www.ac-poitiers.fr/sc\\_phys/cres\\_r/tp/soleau/capteur.htm](http://www.ac-poitiers.fr/sc_phys/cres_r/tp/soleau/capteur.htm).

Il existe d'autres techniques que l'utilisation de la thermoélectricité pour mesurer la température d'un corps.

La mesure par infrarouge est une technique de plus en plus utilisée car elle permet d'effectuer des mesures sans contact. Le document que vous pourrez consulter à l'adresse <http://www.omega.fr/library/Biblioth%C3%A8que/Notes/0093.pdf> donne quelques explications sur le principe de fonctionnement de ce type de capteur.

**2** <http://aviatechno.free.fr/files/thermocouples.pdf>



3

[http://www.ac-poitiers.fr/sc\\_phys/cres\\_lr/tp/soleau/capteur.htm](http://www.ac-poitiers.fr/sc_phys/cres_lr/tp/soleau/capteur.htm)

Enfin, le dernier site que nous vous invitons à visiter se situe à l'adresse <http://www.enseirb.fr/~dondon/puissance/Infrarouge/coursInfrarouge.html>.

Il donne quelques explications complémentaires sur les techniques utilisées dans les systèmes d'analyse par infrarouge.

Comme à notre habitude, nous vous proposons en annexe quelques liens supplémentaires à visiter si ce sujet vous a passionné et nous vous donnons d'ores et déjà rendez-vous le mois prochain pour de nouvelles découvertes grâce à Internet.

P. MORIN

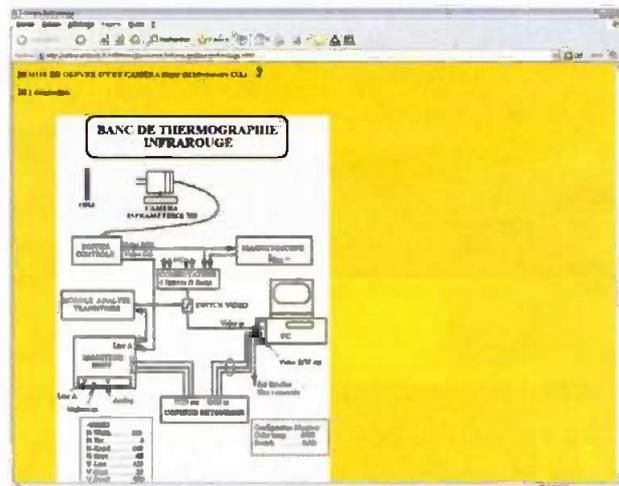
4

<http://www.omega.fr/library/Biblioth%C3%A8que/Notes/0093.pdf>



5

<http://www.enseirb.fr/~dondon/puissance/Infrarouge/coursInfrarouge.html>

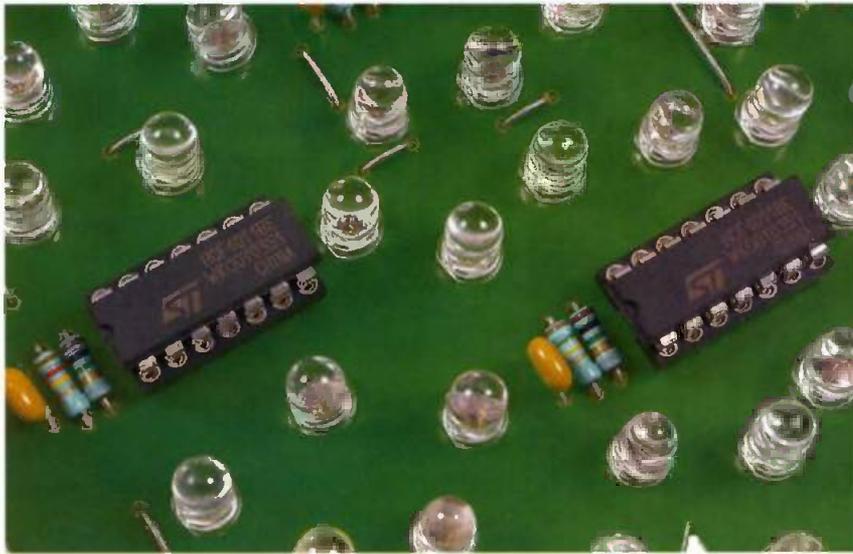


- [http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap\\_t1.htm](http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap_t1.htm)
- <http://aviatechno.free.fr/files/thermocouples.pdf>
- [http://www.ac-poitiers.fr/sc\\_phys/cres\\_lr/tp/soleau/capteur.htm](http://www.ac-poitiers.fr/sc_phys/cres_lr/tp/soleau/capteur.htm)
- <http://www.enseirb.fr/~dondon/puissance/Infrarouge/coursInfrarouge.html>
- <http://www.omega.fr/library/Biblioth%C3%A8que/Notes/0093.pdf>
- [http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap\\_t0.htm](http://perso.orange.fr/michel.hubin/capteurs/phys/chap_t0.htm)
- <http://aviatechno.free.fr/thermo/thermo00.php>
- [http://aviatechno.free.fr/thermo/thermo\\_loi.php?retour=thermo00.php](http://aviatechno.free.fr/thermo/thermo_loi.php?retour=thermo00.php)
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet\\_Seebeck](http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Seebeck)
- <http://www.stielec.ac-aix-marseille.fr/cours/abati/capteurtemp.htm>
- <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=3719>
- <http://www.eudil.fr/eudil/belk/ra243.htm>
- <http://www.eudil.fr/eudil/belk/dy3922.htm>
- [http://www.phys.ens.fr/enseign/agregation/ressources/polycopies/Serie\\_3/Thermodynamique\\_02\\_03.pdf](http://www.phys.ens.fr/enseign/agregation/ressources/polycopies/Serie_3/Thermodynamique_02_03.pdf)
- [http://membres.lycos.fr/arrad38/bidouilles/capt\\_temp/capt\\_temp.htm](http://membres.lycos.fr/arrad38/bidouilles/capt_temp/capt_temp.htm)
- [http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Tp-phys/MPI-2001/bw/capt\\_temp.htm](http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/Tp-phys/MPI-2001/bw/capt_temp.htm)
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Thermocouple>
- [http://www.esiee.fr/~francao/enseignement/version\\_pdf/II\\_capteurs.pdf](http://www.esiee.fr/~francao/enseignement/version_pdf/II_capteurs.pdf)
- <http://www.loreme.fr/%5Cfichierscapteurs%5CIntroduction%20a%20la%20thermometrie%20%20Introduction%20a%20la%20thermometrie%20rev1.pdf>
- <http://perso.orange.fr/smart2000/thermometrie2.htm>
- [https://staff.hti.bfh.ch/uploads/media/EITech\\_1.4\\_Thermosensoren\\_f.pdf](https://staff.hti.bfh.ch/uploads/media/EITech_1.4_Thermosensoren_f.pdf)

Liste des liens de ce dossier

# La led

## un composant en pleine évolution



La diode électroluminescente à spectre visible est le fruit d'une invention plutôt récente. C'est en 1962 qu'elle fut mise au point par Nick Holonyak, un américain de l'université de l'Illinois. Par la suite, la LED (Light Emitting Device) à lumière visible, bien connue de nos lecteurs, n'a cessé d'évoluer

**B**eaucoup de chemin a été parcouru depuis l'époque où elle n'émettait que sous les trois couleurs standard : le rouge, le jaune et le vert. En effet, on assiste actuellement à l'avènement de diodes électroluminescentes de couleurs nouvelles comme le bleu et le blanc, avec en plus une très haute luminosité qui permet même

une utilisation dans le domaine de l'éclairage (feux tricolores par exemple).

### Fonctionnement d'une led

#### Présentation

Elle comporte un boîtier coloré ou transparent faisant office de lentille et destiné à la protéger (**figure 1**). Deux électrodes émergent de la base du boîtier : l'anode, borne positive et la cathode qui est la borne négative. La longueur de l'anode est supérieure à celle de la cathode, ce qui permet de distinguer l'une de l'autre.

L'anode est reliée à une coupelle émettrice dont le rôle consiste à diriger les rayons lumineux dans une direction précise. Au fond de la coupelle se trouve la puce semi-conductrice émettant la lumière. Elle se caractérise par une surface de l'ordre de 1 mm<sup>2</sup>. Enfin, les deux électrodes sont reliées entre elles par un fil de bonding très fin.

Par ailleurs, on distingue à la base un méplat du côté de la cathode. Ce

repérage supplémentaire permet de mettre en évidence la polarisation de la led, même lorsque les électrodes, une fois soudées et donc coupées ne peuvent plus être identifiées.

Une led est essentiellement définie par un certain nombre de caractéristiques :

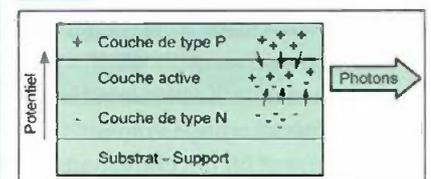
- le diamètre
- la couleur définie par la longueur d'onde ( $\lambda$ ) émise, en nanomètres
- la tension de seuil ( $V_s$ ) à partir de laquelle elle émet des photons
- la tension maximale inverse ( $V_r$ ) qu'elle peut supporter
- l'intensité nominale de fonctionnement, en mA
- l'intensité lumineuse du rayonnement émis, en mcd (millicandela)
- l'angle de diffusion du rayonnement émis

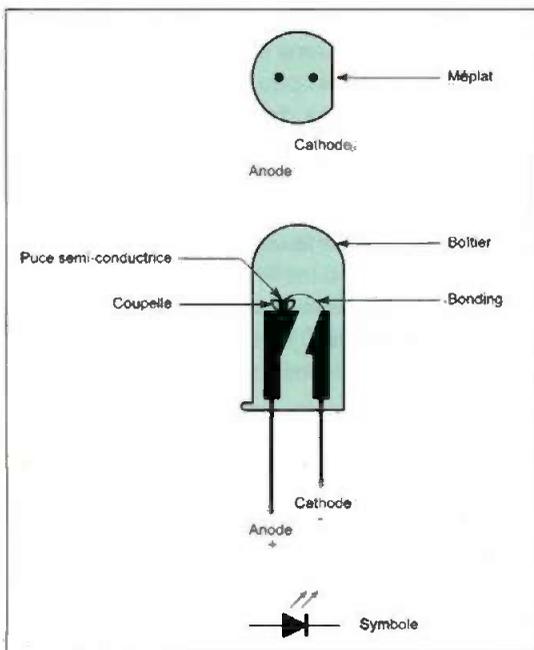
### Fonctionnement

Lorsqu'une différence de potentiel est appliquée entre les deux couches P et N, des électrons pénètrent dans la couche de type N (**figure 2**). Cela revient à dire que la couche P est le siège d'une injection de « trous ». À l'interface de ces deux zones (couche active), les électrons et les trous se combinent pour donner naissance à des photons. Il en résulte une émission de lumière.

Pour obtenir des zones caractérisées par un excès ou un déficit de trous, ces dernières sont dopées. Cette opération consiste à incorporer des

#### 2 Principe de fonctionnement





1

### Constitution d'une diode électroluminescente

atomes étrangers dans le semi-conducteur. Ces atomes ont généralement comme propriété particulière d'avoir juste un électron de plus ou de moins sur leur couche périphérique, par rapport au semiconducteur. Dans le dopage N, on incorpore un élément « donneur » d'électrons. Généralement il s'agit d'un élément possédant cinq électrons sur sa couche périphérique. Un de ces électrons est libre et aura donc la possibilité de se déplacer, tandis que les quatre restants participent à la structure cristalline. Cette partie du cristal est porteuse de charges mobiles. Les éléments utilisés sont généralement le phosphore (P) ou l'arsenic (As). Dans le cas du dopage P, on incorpore un élément « accepteur » d'électrons. Celui-ci présente une lacune en électrons, ce qui revient à dire qu'il comporte des trous pouvant se déplacer dans la couche P comme des particules de charge positive. Les éléments le plus fréquemment mis en œuvre sont le bore (B), l'aluminium (Al), le gallium (Ga) ou l'indium (In).

## Les différents types

Il existe différentes sortes de « leds ». Signalons au passage que la dénomination « LED » a fini par entrer dans le langage courant sous la forme d'un nom commun s'accordant d'ailleurs au pluriel.

## Les leds infrarouges

En fait, ces leds sont de conception antérieure aux leds à spectre visible et existent depuis de nombreuses années notamment dans le domaine de la télécommande. Elles émettent dans le spectre invisible de l'infrarouge et fonctionnent souvent en mode impulsionnel afin d'accroître la portée de leur rayonnement.

## Les leds à spectre visible

Les plus courantes ont une forme cylindrique de 3, 5, 10 voire 20 mm de diamètre. Le boîtier peut présenter la même couleur que celle de la lumière émise, mais il peut aussi être transparent. On trouve également des leds carrées, triangulaires ou rectangulaires. Les leds constituent éga-

lement les segments de certains afficheurs sept segments.

Le **tableau A** résume les principales caractéristiques des leds.

## Les leds multicolores

Une led bicolora comporte généralement deux électrodes. Suivant le sens du courant, la led émet dans une couleur ou dans l'autre. Les couleurs les plus courantes sont le rouge et le vert.

Il existe également des leds tricolores à trois électrodes. L'une des électrodes correspond au commun tandis que chacune des deux autres est affectée à une couleur, par exemple le rouge et le vert. Mais en alimentant simultanément les deux électrodes, il se produit une nouvelle combinaison des couleurs qui donne naissance à une troisième couleur. Du rouge et du vert forment ainsi une variété de jaune.

## Les leds clignotantes

Ces leds comportent un circuit électronique interne qui génère leur clignotement. La période varie d'un type à l'autre. Elle est généralement comprise entre 0,4 à 1 seconde (2,5 à 1 Hz). Elles peuvent être directement alimentées par une source de potentiel continu de 6 à 12 V sans insérer une résistance de limitation de courant.

## Règles d'utilisation

Le problème le plus fréquent consiste à déterminer la valeur de la résistance (R) à insérer en série avec une

Tableau A

Couleur	$\lambda$ (nm)	Tension de seuil (V)
Ultraviolet	< 400	3,1
Blanc	410 - 420	3,5
Bleu	430 - 470	2,5 - 2,8
Vert	525 - 565	2,1 - 2,5
Jaune	585 - 590	2,1
Orange	600 - 620	2
Rouge	625 - 655	1,6 - 2
Infrarouge	> 760	1,6

ou plusieurs leds, ces dernières pouvant être groupées en série ou en parallèle. Dans le cas simple de la led unique représentée en **figure 3**, les paramètres généralement connus sont les suivants :

- la valeur U du potentiel d'alimentation
- la valeur du potentiel  $u_L$  caractérisant la led
- la valeur de l'intensité  $i$  souhaitée dans la led

Nous pouvons écrire l'égalité :

$$U = u_R + u_L \quad \text{d'où} \quad u_R = U - u_L$$

Comme  $u_R = R \times i$  la valeur de R est finalement :

$$R = \frac{U - u_L}{i}$$

La puissance thermique dissipée dans R est alors de  $P = R \times i^2$

Prenons à titre d'exemple une led caractérisée par un potentiel de fonctionnement de 2,1 V, que l'alimentation est une source de courant continu de 12 V et que nous souhaitons un courant de 10 mA. La valeur de R à insérer dans le circuit est de :

$$R = \frac{12 - 2,1}{0,010} = 990 \Omega$$

Nous retiendrons dans ce cas la valeur de 1 k $\Omega$ .

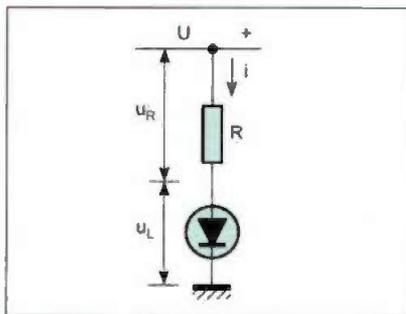
La puissance dissipée dans R est égale à  $P = 1000 \times (0,010)^2$  soit 0,1 W. Une résistance 1/4 W peut donc convenir.

À noter que si « n » leds sont montées en série, le potentiel global se rapportant au groupement des leds est égal à  $n \times u_L$ , alors que l'intensité  $i$  est la même dans toutes les leds.

Enfin, si « n » leds sont montées en parallèle, la valeur du potentiel correspondant au groupement des leds est la valeur  $u_L$  tandis que la valeur de l'intensité traversant R est égale à  $n \times i$ .

**Autre problème : peut-on alimenter une led en partant d'un potentiel d'alimentation de 230 volts ?**

La réponse est oui moyennant toutefois une précaution fondamentale supplémentaire qui consiste à protéger la led des surtensions inverses. En effet, en insérant simplement une résistance en série, la led ne supporte pas l'alternance négative.



**3** Alimentation d'une led avec sa résistance de limitation

Il convient donc de la protéger en montant une diode résistante à une tension inverse d'au moins 400 V (du type 1N 4004 par exemple) comme l'indique la **figure 4**.

En reprenant l'exemple traité précédemment, la valeur de 2,1 V de potentiel de fonctionnement est négligeable par rapport à la valeur de 230 V.

Dans ce cas, la valeur de la résistance R à insérer dans le circuit est de :

$$R = \frac{230}{0,010} = 23\,000 \Omega$$

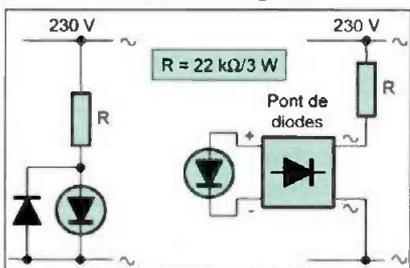
Nous retiendrons alors une valeur de 22 k $\Omega$ .

Mais attention à la puissance à dissiper. Celle-ci est de  $22000 \times (0,010)^2 = 2,2$  W. Il convient donc de faire appel à une résistance de 3 W.

Étant donné que la led ne s'éclairera que lors d'une alternance sur deux, il se pourrait que l'on note un léger clignotement. Du moins, l'éclairage de la led paraîtra plus faible que dans le cas d'une alimentation par une source continue. Le second montage présenté en figure 4 résoudra ce problème.

En faisant appel à une led à haute luminosité (et donc à faible consommation) et en adoptant le principe du recours au pont de diodes afin de bénéficier des deux alternances, il est

**4** Protection de la diode contre l'alternance négative



possible d'insérer une résistance de 47 k $\Omega$ . Dans ce cas le courant obtenu est un peu inférieur à 5 mA et la puissance dissipée dans la résistance est de 1,2 W. On peut alors mettre en œuvre une résistance de 2 W.

Mais pour connaître d'une façon plus générale la valeur de la résistance à insérer dans le cas d'une alimentation basse tension, on peut consulter les **tableaux 1 et 2** ci-contre. Ces derniers prennent en compte :

- le type de led ( $u < 2,5$  V et  $u > 2,5$  V)
- le nombre de leds groupées
- le type de groupage (leds en série ou en parallèle)
- l'intensité souhaitée dans une led (5, 10, 15 ou 20 mA)
- la valeur du potentiel d'alimentation (3, 6, 9 ou 12 V)

## Les progrès futurs

Les leds ne remplaceront pas à moyen terme l'éclairage assuré actuellement par les lampes à incandescence. En effet, pour le moment, elles sont loin de présenter une intensité lumineuse suffisante et voisine de l'éclairage traditionnel. Par ailleurs, force est de reconnaître que leur lumière « froide » rend leur éclairage, même intense à l'instar de certaines lampes torches à leds, assez difficile à vivre sur le plan psychologique.

En revanche, elles se révéleront sans doute par leur aptitude à créer de nouvelles utilisations et de nouveaux besoins dans des concepts novateurs et futuristes dans le domaine du design.

Une nouvelle génération de leds, les oleds, est en train de voir le jour : il s'agit des leds organiques, à l'opposé des leds que nous venons de décrire et qui sont minérales. Les oleds auront sans doute un rôle à jouer dans l'éclairage d'ambiance dans lequel elles peuvent recouvrir des murs entiers et changer de couleur. Dans le même ordre d'idées, ces oleds pourront même devenir entièrement transparentes pour ouvrir la voie à d'autres applications telles que l'affichage d'informations sur les pare-brises des véhicules...

R. KNOERR

Nbre LED	I mA	Groupement en série				Groupement en parallèle				
		Potentiel d'alimentation				Potentiel d'alimentation				
		3 V	6 V	9 V	12 V	3 V	6 V	9 V	12 V	
1	5	220	820	1500	2000					
	10	110	390	680	1000					
	15	75	270	470	690					
	20	56	200	360	510					
2	5	430	1000	1600		110	390	680	1000	
	10	220	510	820		56	200	360	510	
	15	150	360	560		38	130	240	330	
	20	110	270	390		27	100	180	240	
3	5	56	680	1300		75	270	470	680	
	10	30	330	620		38	130	240	330	
	15	20	220	430		24	91	160	220	
	20	15	180	330		18	68	120	160	
4	5		270	910		56	200	360	510	
	10		150	470		27	100	180*	270*	
	15		91	300		18	68	120*	180*	
	20		68	220		13	47*	82*	120*	
5	5					510	43	180	270	390
	10					240	22	82	150*	220*
	15					160	15	56*	82*	120*
	20					120	11	39*	68*	100*
6	5					120	36	130	240	330*
	10					62	18	68	120*	180*
	15					39	12	47*	82*	120*
	20					33	9.1	33*	56*	82**

Légende : \* Résistance 1 W  
\*\* Résistance 2 W

Tableau 1 : Groupement de leds de potentiel < 2,5 V  
Valeur (en Ω) des résistances à insérer dans le circuit

Nbre LED	I mA	Groupement en série			Groupement en parallèle		
		Potentiel d'alimentation			Potentiel d'alimentation		
		6 V	9 V	12 V	6 V	9 V	12 V
1	5	560	1200	1800			
	10	300	560	910			
	15	200	390	620			
	20	150	300	430			
2	5	560	1200		300	560	910
	10	270	560		150	300	470
	15	180	390		100	200	300
	20	150	300		75	150	220
3	5		560	200	390	620	
	10		270	100	200	300	
	15		180	62	130	200	
	20		130	47	100	150	
4	5			150	300	470	
	10			75	150	220*	
	15			47	100*	150*	
	20			33	68*	100*	
5	5			110	240	360	
	10			56	120*	180*	
	15			39	82*	120*	
	20			27*	56*	82*	
6	5			100	200	270*	
	10			47	100*	150*	
	15			33*	68*	100*	
	20			22*	47*	68*	

Légende : \* Résistance 1 W

Tableau 2 : Groupement de leds de potentiel > 2,5 V. Valeur (en Ω) des résistances à insérer dans le circuit



**Selectronic**  
L'UNIVERS ELECTRONIQUE

Catalogue **Général**

Commandez-le  
dès  
maintenant!

Plus de  
800 pages  
en couleur

Coupon à retourner à: **Selectronic** B.P 10050 • 59891 LILLE Cedex 9

OUI, je désire recevoir le **Catalogue Général 2007 Selectronic** à l'adresse suivante (ci-joint 10 timbres-poste au tarif "lettre" en vigueur ou 5,50€ par chèque):

EP

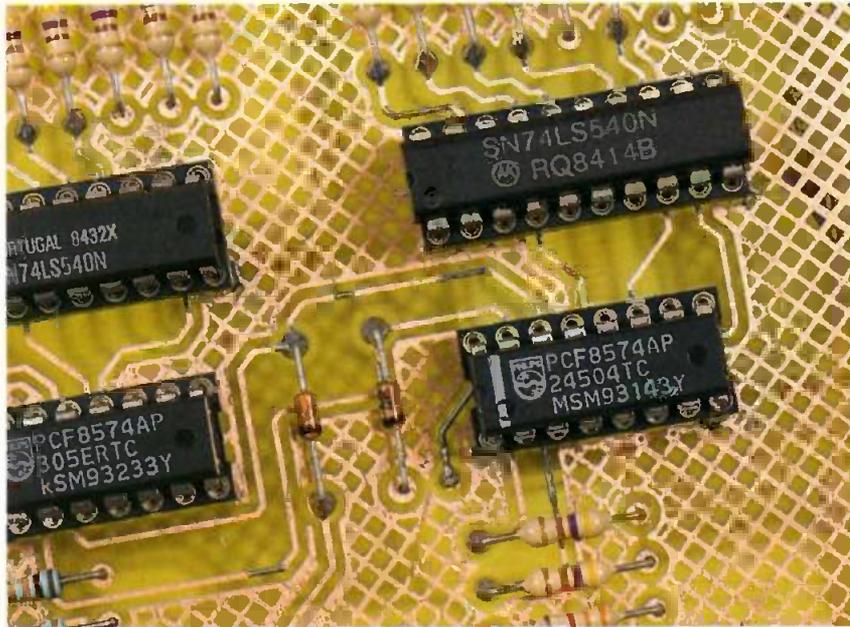
Mr. / Mme : ..... Tél : .....

N° : ..... Rue : .....

Ville : ..... Code postal : .....

"Conformément à la loi informatique et libertés n° 78.17 du 6 janvier 1978, Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant"

# Le circuit PCF8574 pour étendre les ports d'un microcontrôleur



La robotique et la domotique nécessitent l'emploi de microcontrôleurs pourvus d'un grand nombre de lignes d'entrées/sorties. La solution la plus souple et la plus économique consiste à utiliser le microcontrôleur de son choix et à étendre le nombre de ses ports à l'aide d'un circuit spécialisé

Le circuit intégré PCF8574 de marque Philips®, fonctionnant selon le protocole « I<sup>2</sup>C » est tout indiqué pour ce genre d'applications. La **figure 1** donne le brochage de ce circuit intégré. Voici une description succincte de ses broches.

- Vcc : Alimentation positive 5 volts.
- Gnd : Alimentation 0 volt (masse).

- INT : Sortie interruption pour signaler au microcontrôleur un changement d'état des entrées.
- SDA : Signal I<sup>2</sup>C bidirectionnel des données.
- SCL : Signal I<sup>2</sup>C de cadencement (horloge).
- A0, A1, A2 : Lignes de configuration de l'adresse du composant.
- P0 à P7 : Port bidirectionnel à 8 bits.

Pour mieux comprendre la suite de cette étude, la **figure 2** montre le diagramme schématique interne du circuit et la **figure 3**, celui d'une ligne du port bidirectionnel.

Ce composant se commande à l'aide des deux signaux traditionnels « SDA » pour les données et « SCL » pour l'horloge. Vous obtenez de cette manière huit lignes bidirectionnelles pouvant donc être configurées en entrée ou en sortie par programmation. Positionnées au niveau logique « haut », elles sont limitées en courant à 100 µA. Il est possible de les forcer à l'état « bas » (masse), elles sont donc considérées comme des entrées. Lorsqu'elles sont programmées au niveau logique « bas », elles

peuvent débiter un courant de 25 mA, ce sont des sorties.

Une sortie « interruption » informe le microcontrôleur de commande du changement d'état des entrées en passant à l'état « bas » (0 volt). Le signal de cette ligne n'influe pas sur le dialogue I<sup>2</sup>C et doit être traité par programmation.

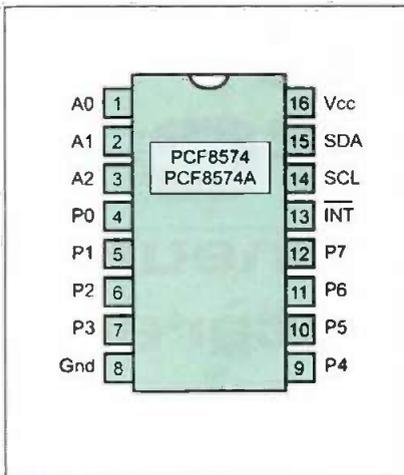
Ce circuit comprend une adresse de base et trois broches pour l'adresse auxiliaire (A0, A1 et A2). En fonction du niveau logique de ces dernières, il est possible de gérer huit circuits identiques sur la même liaison I<sup>2</sup>C. Il existe une variante du PCF8574 : le PCF8574A. Ce dernier possède une adresse de base différente du précédent, de sorte qu'à l'aide des broches A0 à A2, il est possible de commander huit autres circuits identiques, toujours sur la même liaison. Nous pouvons donc obtenir un maximum de 128 lignes bidirectionnelles sur un seul microcontrôleur ! La **figure 4** montre comment s'organise le registre interne d'un PCF8574 et d'un PCF8574A.

Afin d'éviter de vous livrer à des calculs et ainsi réduire les risques d'erreurs, le **tableau 1** donne les adresses, au format décimal, des deux types de circuits selon que vous souhaitez les configurer en entrée ou en sortie.

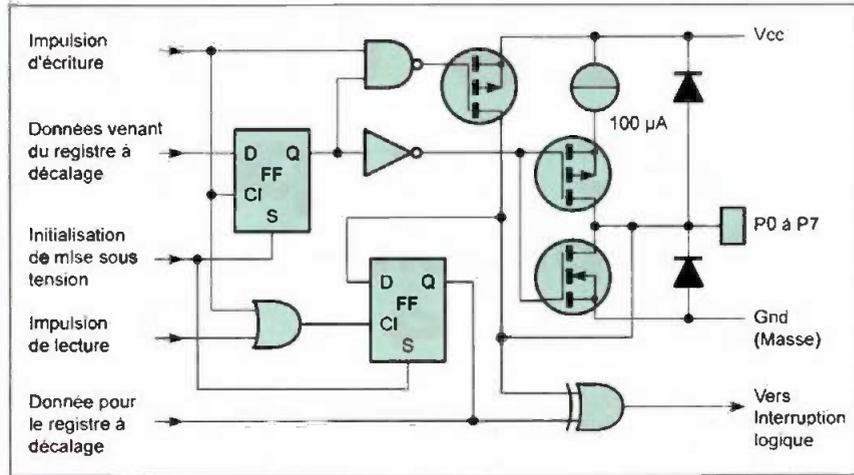
La commande de ces circuits reste assez simple. Un microcontrôleur Cubloc, CB220 par exemple, vous

	ENTRÉE	SORTIE
1 <sup>er</sup> PCF8574	65	64
2 <sup>ème</sup> PCF8574	67	66
3 <sup>ème</sup> PCF8574	69	68
4 <sup>ème</sup> PCF8574	71	70
5 <sup>ème</sup> PCF8574	73	72
6 <sup>ème</sup> PCF8574	75	74
7 <sup>ème</sup> PCF8574	77	76
8 <sup>ème</sup> PCF8574	79	78
1 <sup>er</sup> PCF8574A	113	112
2 <sup>ème</sup> PCF8574A	115	114
3 <sup>ème</sup> PCF8574A	117	116
4 <sup>ème</sup> PCF8574A	119	118
5 <sup>ème</sup> PCF8574A	121	120
6 <sup>ème</sup> PCF8574A	123	122
7 <sup>ème</sup> PCF8574A	125	124
8 <sup>ème</sup> PCF8574A	127	126

**Tableau 1 - Adresses des circuits selon leur configuration**

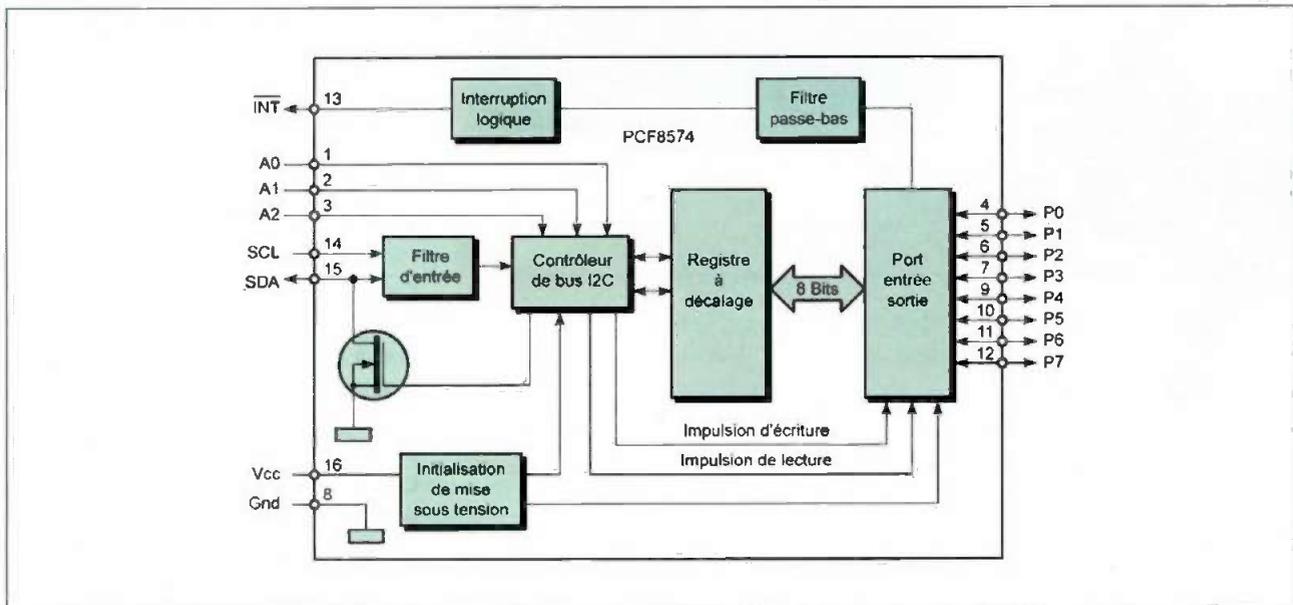


**1** Brochage du circuit PCF8574



**3** Diagramme schématique d'une ligne du PCF8574

**2** Diagramme schématique interne du PCF8574



facilite d'ailleurs la tâche car il dispose d'instructions spécifiques au port I<sup>2</sup>C.

Il suffit de respecter les impératifs du protocole.

1. Condition « start » au départ.
2. Configuration du registre (adresse, lecture ou écriture).
3. Instruction d'écriture ou de lecture.

4. Condition « stop » à la fin.

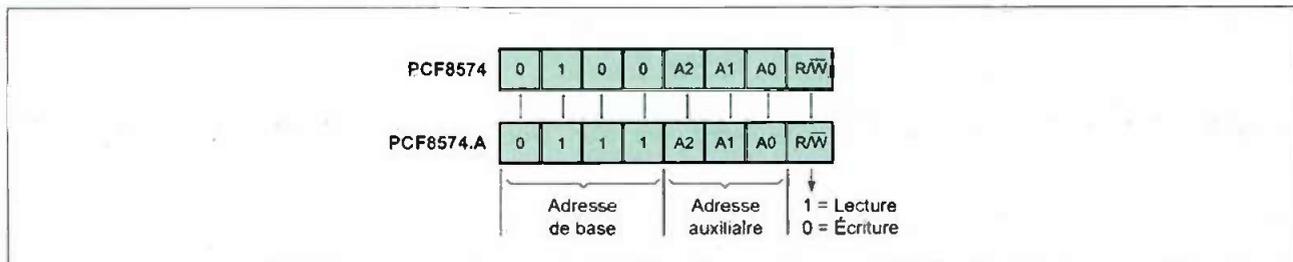
En analysant le source basic du programme de l'afficheur LCD à commande I<sup>2</sup>C pour CB220 fourni sur le site Internet du magazine, vous retrouverez les principes énumérés. Les lecteurs désirant approfondir cette étude, notamment en ce qui concerne les diagrammes de pro-

grammation, sont invités à consulter la notice, en langue anglaise, sur le site du constructeur Philips® à l'adresse :

[http://www.semiconductors.philips.com/acrobat\\_download/datasheets/PCF8574\\_4.pdf](http://www.semiconductors.philips.com/acrobat_download/datasheets/PCF8574_4.pdf)

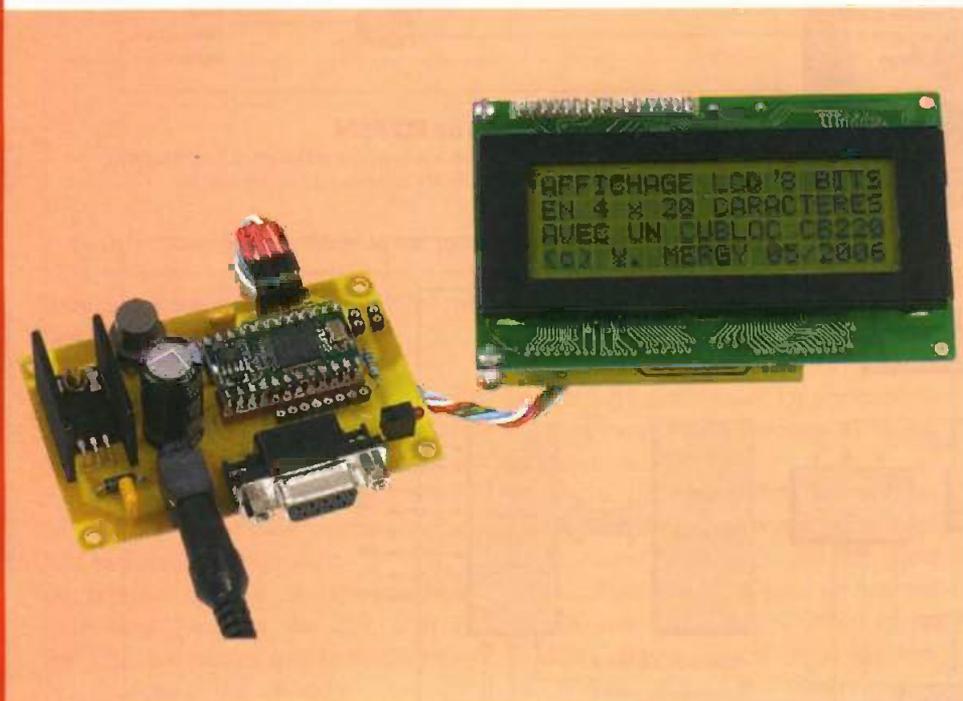
Y. MERGY

**4** Registre interne du PCF8574



# Le CB220 et le port I<sup>2</sup>C

## Adaptation d'un afficheur LCD de 4 x 20 caractères



Dans les pages du numéro 304 d'Électronique Pratique, nous avons présenté le nouveau microcontrôleur Cubloc CB220 fabriqué par la société Comfile® et distribué en France par Lextronic®

**C**elui-ci présente les avantages de se programmer sous un puissant Basic ou en Ladder, de travailler en multitâche réel, d'être physiquement compatible broche à broche avec le BasicStamp2® pour un coût inférieur de moitié et une capacité de mémoire quarante fois plus élevée (80 ko). Ajoutons à cela la traduction complète, en français, de toute la documen-

tation (fichier « PDF » de 273 pages) et des notes d'applications (fichier « PDF » de 114 pages) par la société Lextronic. Petit revers de la médaille : les 16 lignes d'entrées / sorties sont un peu insuffisantes pour des applications d'envergure. Nous vous proposons deux articles mettant à profit le port I<sup>2</sup>C du CB220 pour combler efficacement cette lacune, voici le premier.

Un afficheur LCD à commande parallèle monopolise 6 à 10 lignes d'un microcontrôleur et le CB220 possède des instructions dédiées uniquement à des afficheurs spécifiques gérés par une communication spéciale (Cunet ou RS232). Grâce au port I<sup>2</sup>C, nous n'utilisons que deux lignes et vous le verrez lors d'un prochain article, sur ces deux fils, vous pourrez également augmenter considérablement le nombre d'entrées / sorties. Le CB220 offre l'énorme avantage de

pouvoir créer des instructions personnelles sous forme de sous-routines et de fonctions qu'il suffit d'appeler par leurs noms, suivi des paramètres. Ces nouvelles instructions peuvent s'utiliser dans n'importe quel programme, par simple « copier-coller » car elles n'emploient que des variables locales. Nous vous livrons, comme exemple avec cet article, celles développées par nos soins pour le port I<sup>2</sup>C et l'afficheur LCD.

### Schéma de principe

Cette réalisation comporte deux petits circuits distincts. L'un est destiné à commander un afficheur LCD alphanumérique traditionnel de 4 lignes de 20 caractères par une liaison I<sup>2</sup>C gérée par un microcontrôleur Cubloc CB220. L'autre constitue la petite platine de base dédiée à ce microcontrôleur. Elle comporte l'alimentation, le connecteur I<sup>2</sup>C, la prise RS232 de programmation à partir d'un PC et enfin, des connecteurs permettant d'accéder aux 16 lignes d'entrées / sorties. La **figure 1** donne le schéma de principe de ces deux circuits.

### Platine de programmation et d'alimentation du CB220

La tension de 8 à 12 volts issue d'un bloc secteur se raccorde sur le connecteur d'alimentation. La diode anti-retour D1 protège le montage contre les inversions de polarité. Nous devons obtenir 5 volts et le schéma de notre alimentation est tout à fait classique. La tension d'entrée



est lissée et découplée par C5 et C6 avant la régulation positive par C15, puis enfin filtrée en sortie par C7. La DEL limitée en courant par la résistance R4 atteste du bon fonctionnement de l'alimentation.

L'interface de programmation du CB220 présente l'intérêt d'être rudimentaire ! Quatre liaisons directes, dont la masse, à la prise RS232 suffisent.

La touche « RST » accompagnée de sa résistance R5 permet d'obtenir une initialisation manuelle du microcontrôleur par forçage de la broche 22 à la masse. Le condensateur C8 découple l'alimentation au plus près du module.

Deux connecteurs à 8 broches : JP0 et JP1 donnent l'accès aux deux ports du microcontrôleur. Les lignes P8 et P9 composent l'interface I<sup>2</sup>C, la première fournit le signal bidirectionnel des données « SDA », alors que la seconde se charge d'envoyer le signal d'horloge « SCL » du maître vers les esclaves. Le connecteur à quatre broches « I<sup>2</sup>C » véhicule également l'alimentation (+Vcc et la masse).

## Carte I<sup>2</sup>C pour l'afficheur LCD

Voici le principe : nous faisons appel à deux circuits spécialisés PCF8574A pour générer les dix lignes de sorties nécessaires à un afficheur LCD alphanumérique à commande parallèle à partir d'une liaison I<sup>2</sup>C. Le premier se charge des huit lignes de données, le second produit les deux signaux de commande : « EN » pour la validation et « RS » pour le basculement entre les commandes et les données à afficher.

Une liaison I<sup>2</sup>C impose de voir ses signaux « SDA » et « SCL » tirés au positif de l'alimentation au repos, c'est le rôle des résistances R1 et R2. Afin de réserver des adresses pour les futurs montages que nous étudierons lors de la seconde partie, nous employons des circuits PCF8574A pour gérer notre afficheur LCD (voir l'article théorique consacré à ce composant). Les broches A0 à A2 de C11 sont reliées à la masse, l'adresse décimale du circuit des données est

donc : 112. Pour C12, A0 est reliée au +5 V, A1 et A2 à la masse, l'adresse décimale du circuit chargé des signaux de commande est alors 114. Le PCF8574 impose de travailler en logique négative. En sortie, le port de ce composant peut fournir 25 mA au niveau logique « bas », contre 100 µA à l'état « haut ». Ce dernier est d'ailleurs réservé à la configuration en entrée. Nous avons adjoint respectivement à C11 et C12 les circuits C13 et C14, des 74HCT540, comportant chacun huit tampons inverseurs. Les sorties de ces composants attaquent directement les lignes de l'afficheur. Les six sorties inutilisées de C14 sont raccordées à un connecteur, elles peuvent être employées pour commander des actionneurs par programmation, après amplification. Les condensateurs C1 à C4 découplent les tensions au plus près des circuits intégrés et C5 filtre l'alimentation de 5 volts au niveau de la prise I<sup>2</sup>C.

La résistance AJ1, un modèle multi-tours, sert à régler le contraste. Si vous optez pour un afficheur disposant du rétroéclairage, le cavalier JRE l'inhibe ou le met en service à travers la résistance R3. Attention, cette fonction est assez gourmande en courant.

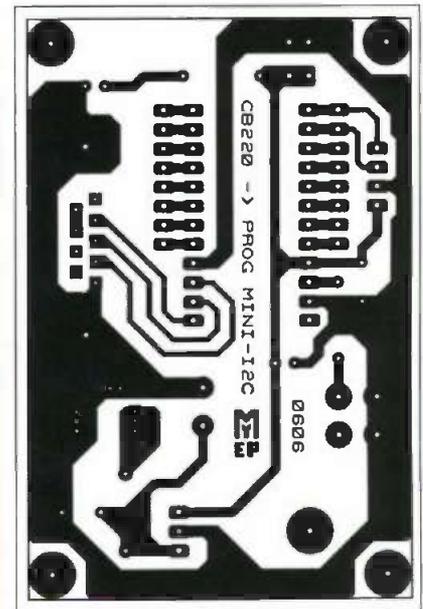
Si vous le souhaitez, vous pouvez bien sûr utiliser des modèles PCF8574 pour C11 et C12 au lieu des PCF8574A, il faudra, dans ce cas, adapter les adresses dans le programme.

## Réalisation

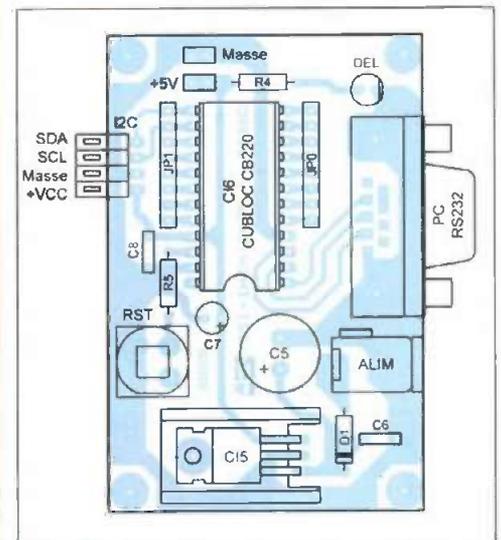
Chaque montage prend place sur un petit circuit imprimé simple face. Hormis la liaison I<sup>2</sup>C, vous n'avez aucun câblage externe à effectuer. La platine du CB220 supporte même les connecteurs. Celle de l'afficheur, moins longue mais de même largeur que ce dernier, s'embroche directement sur le connecteur à 16 broches, sous l'afficheur.

Les figures 2 et 3 donnent respectivement le dessin du typon du circuit imprimé du microcontrôleur et celui de l'afficheur.

Reproduisez les circuits selon la méthode photographique, gravez-les au perchlorure de fer et percez tous



2 Tracé du circuit imprimé du microcontrôleur

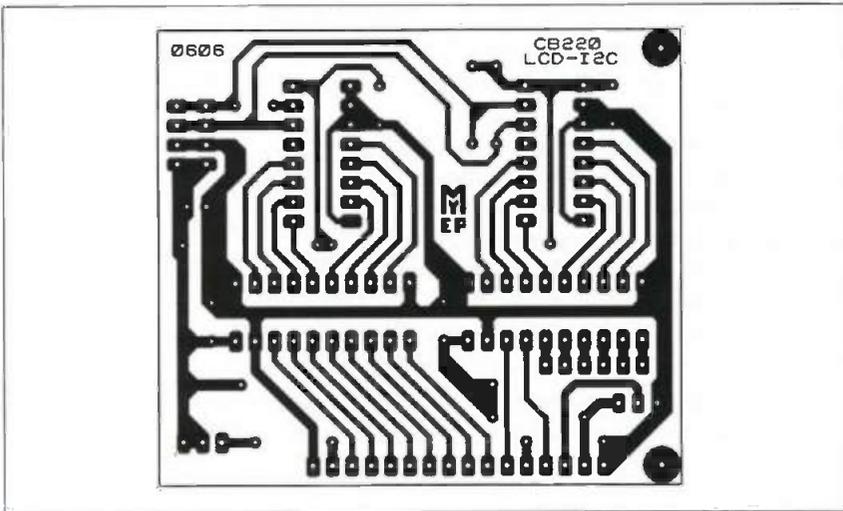


4 Implantation des éléments de la carte "microcontrôleur"

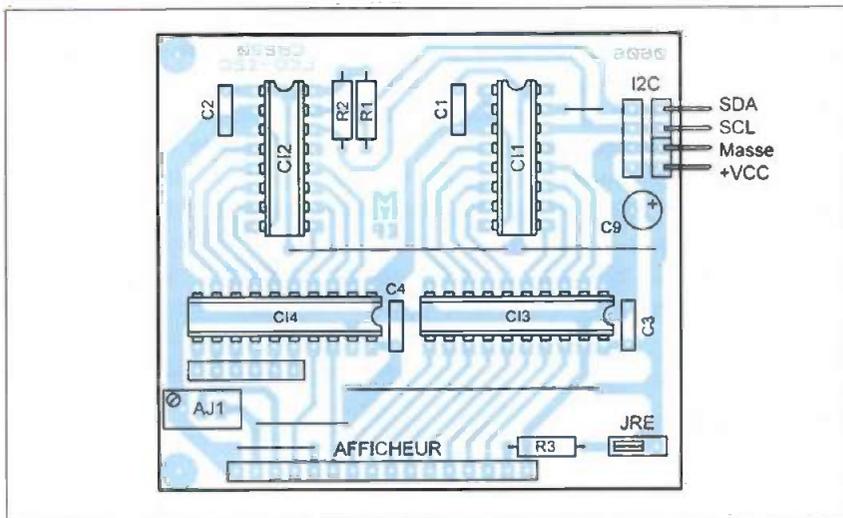
les trous en tenant compte du diamètre des pattes des composants. En suivant les schémas d'implantations des figures 4 et 5, soudez les pièces, sur les deux circuits en même temps.

Respectez l'ordre dicté par la taille et la fragilité des composants.

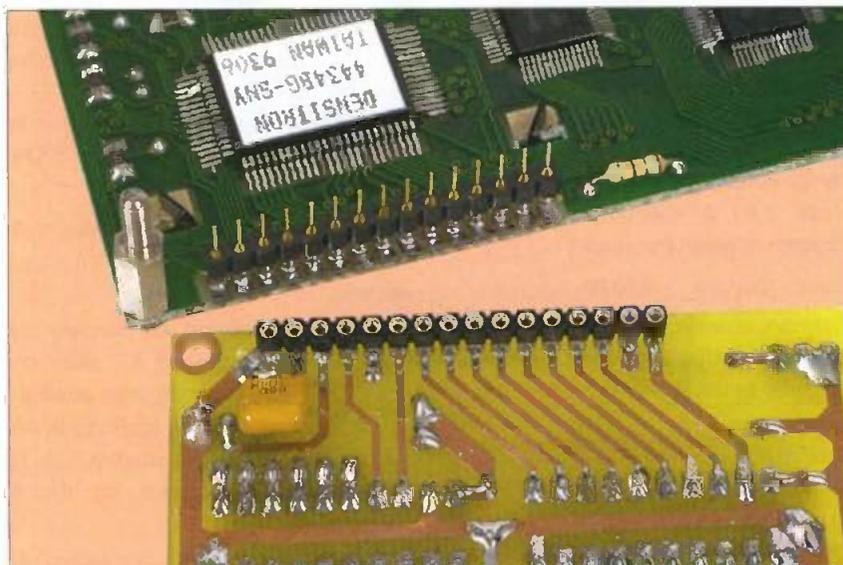
Commencez par les cinq ponts de liaisons de la platine de l'afficheur. Continuez par les résistances, la diode, les supports de circuits intégrés, les connecteurs constitués de barrette sécable (ne soudez pas celui de l'afficheur), les condensateurs au mylar, la touche RST, la résistance



**3** Tracé du circuit imprimé de l'afficheur



**5** Implantation des éléments de la carte "afficheur"



Assemblage entre les deux modules au moyen de barrettes sécables. Notez la présence d'un condensateur de découplage supplémentaire de 0,1µF

## Nomenclature

### Résistances 5 %

R1, R2 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)  
 R3 : 47 Ω (jaune, violet, noir)  
 R4 : 680 Ω (bleu, gris, marron)  
 R5 : 220 Ω (rouge, rouge, marron)  
 AJ1 : Résistance ajustable verticale à 25 tours de 10 kΩ

### Condensateurs

C1 à C4, C6, C8 : 100 nF (mylar)  
 C5 : 1000 µF/25 V (électrochimique à sorties radiales)  
 C7 : 10 à 22 µF/25 V (électrochimique à sorties radiales)  
 C9 : 22 à 47 µF/25 V (électrochimique à sorties radiales)

### Semiconducteurs

CI1, CI2 : PCF8574A (Voir texte)  
 CI3, CI4 : 74HCT540 ou 74HC540  
 CI5 : 78L05  
 CI6 : Microcontrôleur Cubloc CB220 (en vente chez Lextronic)  
 D1 : 1N 4007  
 DEL 3mm (haute luminosité de préférence)  
 1 afficheur LCD parallèle de 4 x 20 caractères (Lextronic, St Quentin Radio, Sélectronique)

### Divers

1 support large de circuit intégré à 24 broches  
 2 supports de circuits intégrés à 16 broches  
 2 supports de circuits intégrés à 20 broches  
 1 connecteur d'alimentation de 2,1 mm.  
 1 embase DB9 coudée femelle pour circuit imprimé  
 1 touche « travail » pour circuit imprimé type D6  
 Barrette sécable mâle et femelle type tulipe  
 Barrette sécable mâle et femelle type SIL  
 1 cavalier de configuration  
 Fils souples fins (pour réalisation du câble I<sup>2</sup>C) et visserie de 3 mm.

ajustable, la DEL, le connecteur d'alimentation, la prise DB9 coudée, les condensateurs chimiques et enfin, le régulateur CI5 vissé sur son dissipateur thermique. Soudez un connecteur constitué de 16 broches de barrette sécable mâle sur l'afficheur LCD et femelle type tulipe sur notre montage, mais du côté des pistes cuivrées. L'assemblage mécanique entre les deux circuits s'effectue au moyen de deux entretoises M/F filetées de 3 mm de diamètre maintenues par vis et écrous (voir la photo ci-contre). Il est peut-être nécessaire

de contre percer avec grand soin les trous trop petits de l'afficheur en prenant les précautions inhérentes aux courants statiques.

Veillez au sens des composants polarisés (circuits intégrés, diode, DEL, condensateurs chimiques, touche RST, etc.). Pour terminer, réalisez un câble droit M/F à 4 fils pour la liaison I<sup>2</sup>C. Vérifiez bien la qualité de votre travail avant utilisation.

## Mise en service

Avant toute chose, prenez le temps de contrôler minutieusement le bon état des pistes des circuits imprimés, le sens et la valeur des composants. À ce stade, n'embrochez ni l'afficheur, ni les circuits intégrés, reliez les deux platines à l'aide du câble I<sup>2</sup>C et alimentez le programmeur via un bloc secteur. Mesurez la tension en différents endroits, sur les supports par exemple, vous devez trouver 5 volts et voir la DEL s'illuminer. Hors tension, embrochez uniquement l'afficheur et alimentez à nouveau l'ensemble. Réglez l'ajustable AJ1 pour obtenir 20 rectangles sur les lignes 1 et 3, ne forcez pas trop le contraste. Le curseur doit se trouver très proche de la masse. Avant le réglage, il est fréquent de ne rien voir sur l'afficheur, pas d'affolement.

Votre réalisation est maintenant terminée. Hors tension, insérez les circuits dans leurs supports respectifs et le câble entre les deux platines. Prenez garde au sens des connecteurs I<sup>2</sup>C. Pour voir fonctionner efficacement votre afficheur à commande I<sup>2</sup>C, vous devez programmer le microcontrôleur.

## Programmation

En premier lieu, il convient d'installer le logiciel de programmation « CublocStudio.EXE » de la société Comfile® concernant le Cubloc CB220. Il est fourni gracieusement, ainsi que la documentation française très complète, par la société Lextronic® sur son site Internet : "<http://www.lextronic.fr/Comfile/cubloc/PP.htm>". Le CB220 se programme directement

via l'interface RS232 d'un PC. Téléchargez tout aussi gratuitement le programme basic que nous avons développé pour cet article sur le site Internet du magazine à l'adresse :

"<http://www.electroniquepratique.com>". Les lecteurs n'ayant pas l'opportunité de se connecter à Internet peuvent l'obtenir en adressant à la rédaction un CDROM sous enveloppe auto-adressée et suffisamment affranchie.

Chaque programme pour le Cubloc CB220 comporte en fait deux fichiers indissociables. Les nôtres se nomment : « CB220\_I2C\_LCD.CUL » et « CB220\_I2C\_LCD.CUB ». Lorsque vous êtes sous « CublocStudio », ouvrez le premier et lancez la programmation du CB220 par la petite icône représentant une flèche triangulaire orientée vers la droite. Si vous n'arrivez pas à programmer le CB220, il faudra peut être, au préalable, procéder à la mise à jour de son « firmware » (comprenez : logiciel interne du constructeur). A cet effet, consultez la « F.A.Q. » à la fin de la notice « .PDF » du manuel du CUBLOC pour réaliser cette opération.

## Le programme

L'afficheur LCD vous présente, immédiatement après programmation, un bel échantillonnage de ses possibilités. Si vous essayez de décortiquer le programme en basic largement commenté, il vous semble peut-être un peu long. Celui-ci tient sur 259 lignes, commentaires compris. Voyons ensemble quelques points essentiels.

La première instruction, indispensable, sert à spécifier le type de microcontrôleur employé.

```
Const Device = CB220
```

Viennent ensuite les déclarations des variables et des constantes. Voici en exemple la déclaration d'une variable numérique, d'une chaîne de 20 caractères et d'une constante.

```
Dim C As Byte  
Dim T1 As String * 20  
C11 Con 10
```

Il faut maintenant initialiser la liaison I<sup>2</sup>C. La ligne de code suivante signifie

que le signal des données « SDA » est confié à la broche « P8 » et celui de l'horloge « SCL » à la broche P9.

```
Set I2c 8,9
```

Nous définissons alors le contenu des chaînes de caractères.

Rappelons que ce sont des variables et de ce fait, vous pourriez décider de changer le texte.

```
T1 = "AFFICHAGE LCD 8 BITS"
```

Chaque chaîne de caractères ayant son propre contenu invariable, nous aurions pu utiliser des constantes comme ceci.

```
T1 Con "AFFICHAGE LCD 8 BITS"
```

Une temporisation d'une demie seconde permet à l'afficheur LCD de se stabiliser en tension.

```
Delay 500
```

Allons maintenant bien plus loin dans le programme pour comprendre les instructions personnelles, particularité très intéressante du langage du CB220. Après l'instruction finale « End », commence la programmation des sous-routines, ou instructions personnelles. Celles-ci présentent l'avantage de s'appeler, dans le corps principal de programme, par leurs simples noms, suivis des éventuels paramètres. Ne faisant appel, de préférence, qu'à des variables locales, vous pouvez de cette manière les utiliser dans vos propres programmes par un simple « copier / coller ». Autre particularité attrayante, vous pouvez vous servir d'une instruction personnelle au sein même d'une autre sous-routine lors de sa programmation. Voyons comme exemple la sous-routine « SORTIR » servant à envoyer une donnée, sur la liaison I<sup>2</sup>C, à destination du PCF8574 de son choix (**tableau 1**).

Cette instruction s'utilise simplement en l'appelant ainsi : « SORTIR no, donnée ».

- « no » correspond au numéro du PCF8574 à adresser (0 à 7 pour un PCF8574 ayant pour adresse auxiliaire 0 à 7 et 10 à 17 pour un PCF8574A ayant pour adresse auxiliaire 0 à 7) sous forme numérique ou d'une variable.

- « donnée » représente la valeur d'un octet à envoyer (format « byte ») sous forme numérique ou d'une variable.

```

Sub SORTIR (NUM As Byte, DATA As Byte)
  Dim A As Byte          'Variable locale A
  Dim ADR As Byte        'Variable locale ADR
  DATA=255-DATA         'Inversion du contenu de la
  DATA                  variable
  ADR=64                 'Valeur par défaut en cas
                           d'erreur
  If NUM<8 Then          'Les 8 choix d'un PCF8574
    ADR=NUM*2
    ADR=ADR+64           'Définition de l'adresse
  End If
  If NUM>9 And NUM<18 Then 'Les 8 choix d'un PCF8574A
    ADR=(NUM-10)*2
    ADR=ADR+112         'Définition de l'adresse
  End If
  I2cstart               'Envoi de la condition de
                           DEPART
  A=I2cwrite(ADR)        'Envoi de l'ADRESSE du
                           composant
  A=I2cwrite(DATA)       'Envoi de la DONNEE
  I2cstop                 'Envoi de la condition de
                           FIN
End Sub

```

**Tableau 1**

```

Sub COMMANDE (CHAR As Byte)
  SORTIR CI2,0           'EN = 0 et RS=0
  SORTIR CI1,CHAR        'Envoi donnée
  SORTIR CI2,128         'EN = 1 et RS=0
  SORTIR CI2,0           'EN=0 et RS=0
  SORTIR CI2,64          'EN=0 et RS=1
End Sub

```

**Tableau 2**

```

COMMANDE $40           'Adresse et commande du 1er
                           caractère en CGRAM
DONNEE &B00001110      '1ère donnée
DONNEE &B00010101
DONNEE &B00011111
DONNEE &B00010001
DONNEE &B00011111
DONNEE &B00001010
DONNEE &B00001010
DONNEE &B00011011      '8ème donnée

```

**Tableau 3**

```

EFFACE                 'Effacement de l'afficheur
  For L=1 To 4         'Chaque ligne
  For C=1 To 20        'Chaque colonne
    PLACE L,C          'Positionnement du curseur
    DONNEE 0           'Envoi du caractère redéfini situé à
                           l'adresse 0
    Delay 200          'Temporisation de 0,2 seconde'
    EFFACE              'Effacement de l'afficheur
  Next
Next                   'Fermeture de la boucle des colonnes
Next                   'Fermeture de la boucle des lignes

```

**Tableau 4**

### Bibliographie

EP N°306 : Les afficheurs alphanumériques LCD page 10.  
 Dunod ETSF : « Montages pour écrans graphiques » de Guy Ehretsmann.  
 Documentation française sur le Cubloc CB220 gracieusement publiée par  
 Lextronic.

L'instruction personnelle, dont la description suit, montre l'utilisation de « SORTIR » au sein de cette dernière. Il s'agit de l'ordre « COMMANDE » permettant, comme son nom l'indique, d'envoyer une commande à l'afficheur LCD via la liaison I<sup>2</sup>C. Il faut donc faire appel à la procédure « SORTIR », vue précédemment (**tableau 2**).

Vous le constatez par vous même, cette manière de programmer simplifie grandement la tâche et les instructions deviennent bien plus explicites car c'est le programmeur qui choisit leurs noms. Nous avons ainsi défini dix sous-routines pour gérer l'afficheur LCD avec un CB220, par une liaison I<sup>2</sup>C. Elles se nomment : « SORTIR ; COMMANDE ; DONNEE ; INIT\_LCD ; EFFACE ; CURS\_N ; CURS\_F ; CURS\_C ; PLACE et ECRIRE ».

Revenons à la suite de notre programme où nous appelons la procédure d'initialisation de l'afficheur LCD. INIT\_LCD

La redéfinition du premier caractère en mémoire « CGRAM » de l'afficheur se comprend presque d'elle même grâce aux noms des instructions personnelles (**tableau 3**).

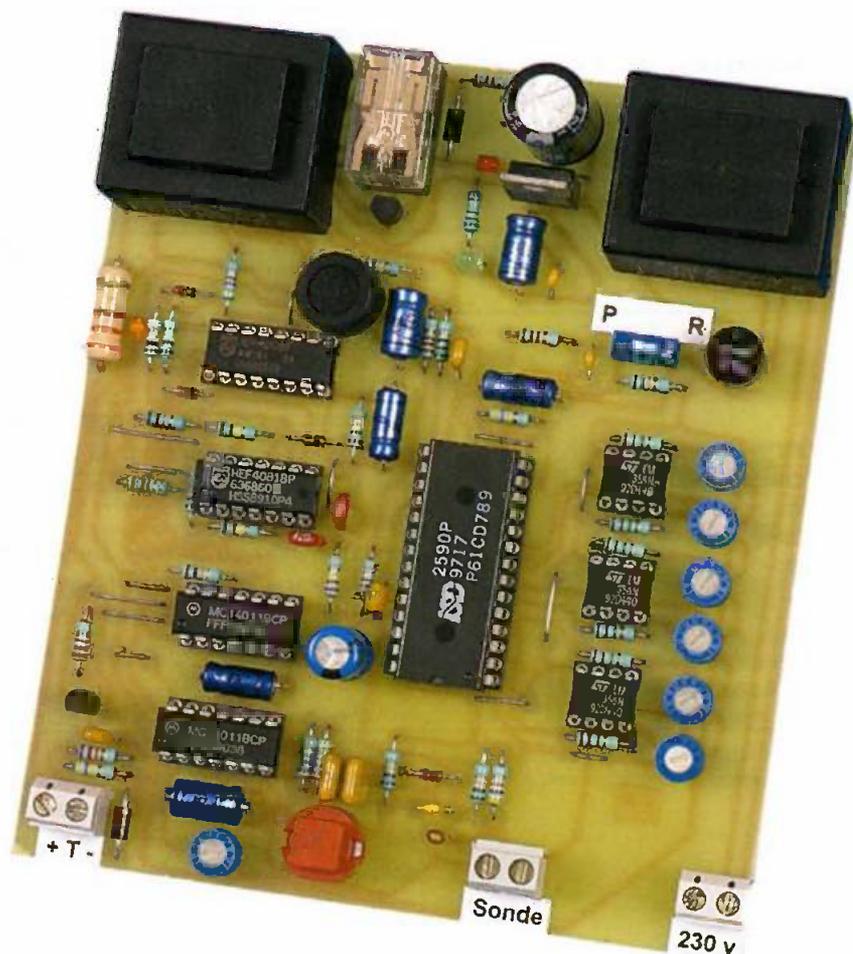
Nous vous montrons maintenant comment faire défiler le caractère défini (un petit monstre) à chaque emplacement de chaque ligne de l'afficheur, puis nous vous laissons le soin d'analyser, par vous même, le reste du programme (**tableau 4**).

Au cours du second article consacré aux applications du port I<sup>2</sup>C sur le microcontrôleur CB220, nous verrons comment obtenir 32 entrées et 32 sorties numériques sur la liaison à deux fils de notre afficheur LCD. Voilà de quoi étendre les capacités du CB220 ! À cette occasion, nous étudierons la programmation des fonctions personnelles aussi simples que les sous-routines. Elles permettent de renvoyer une valeur et sont très utiles pour lire des entrées, par exemple.

Vous pouvez, bien entendu, confier la gestion de l'afficheur LCD commandé par une liaison I<sup>2</sup>C à un autre microcontrôleur, il faudra dans ce cas adapter toute la programmation.

Y. MERGY

# Surveillance téléphonique de la température



**Ce montage sera bien adapté à un contrôle périodique et à distance du bon fonctionnement de l'installation de chauffage équipant une résidence secondaire, par exemple.**

Il suffira pour cela de composer le numéro de téléphone de la résidence en question pour connaître aussitôt la tranche de température ambiante régnant dans les locaux chauffés, par le biais d'une transmission vocale.

## Principe d'utilisation

La température ambiante est contrôlée par une résistance CTN (résistance à coefficient de température négatif). La valeur mesurée est alors dans l'une des sept tranches qui peuvent, par exemple, être les suivantes :

- température négative
- comprise entre 0 et 5 °C
- comprise entre 5 et 10 °C
- comprise 10 et 15 °C
- comprise entre 15 et 20 °C
- comprise entre 20 et 25 °C
- supérieure à 25 °C

Bien entendu, il est possible de choisir les valeurs limitant les tranches

selon les besoins. Il suffit alors de modifier les six valeurs fixes de délimitation des tranches pour obtenir une plage plus restreinte, par exemple du type : 0, 3, 6, 9, 12 et 15 °C.

Le montage étant branché sur la ligne téléphonique de la résidence à surveiller (en parallèle sur le poste téléphonique normal), le système décroche au bout de neuf sonneries. Ce nombre de sonneries est volontairement important.

En effet, dans le cas d'un appel de la part d'un correspondant ignorant la présence du montage, il y a de fortes chances que ce dernier raccroche au bout de quatre à cinq sonneries.

Si tel n'était pas le cas, cela ne serait pas grave : le correspondant serait simplement informé de la température régnant dans la résidence...

Après neuf sonneries, on entendra ainsi une communication vocale du type « de 10 à 15 degrés » par exemple, le tout étant répété sept à huit fois.

Ensuite, le système raccroche. Le cycle de transmission de l'information est terminé.

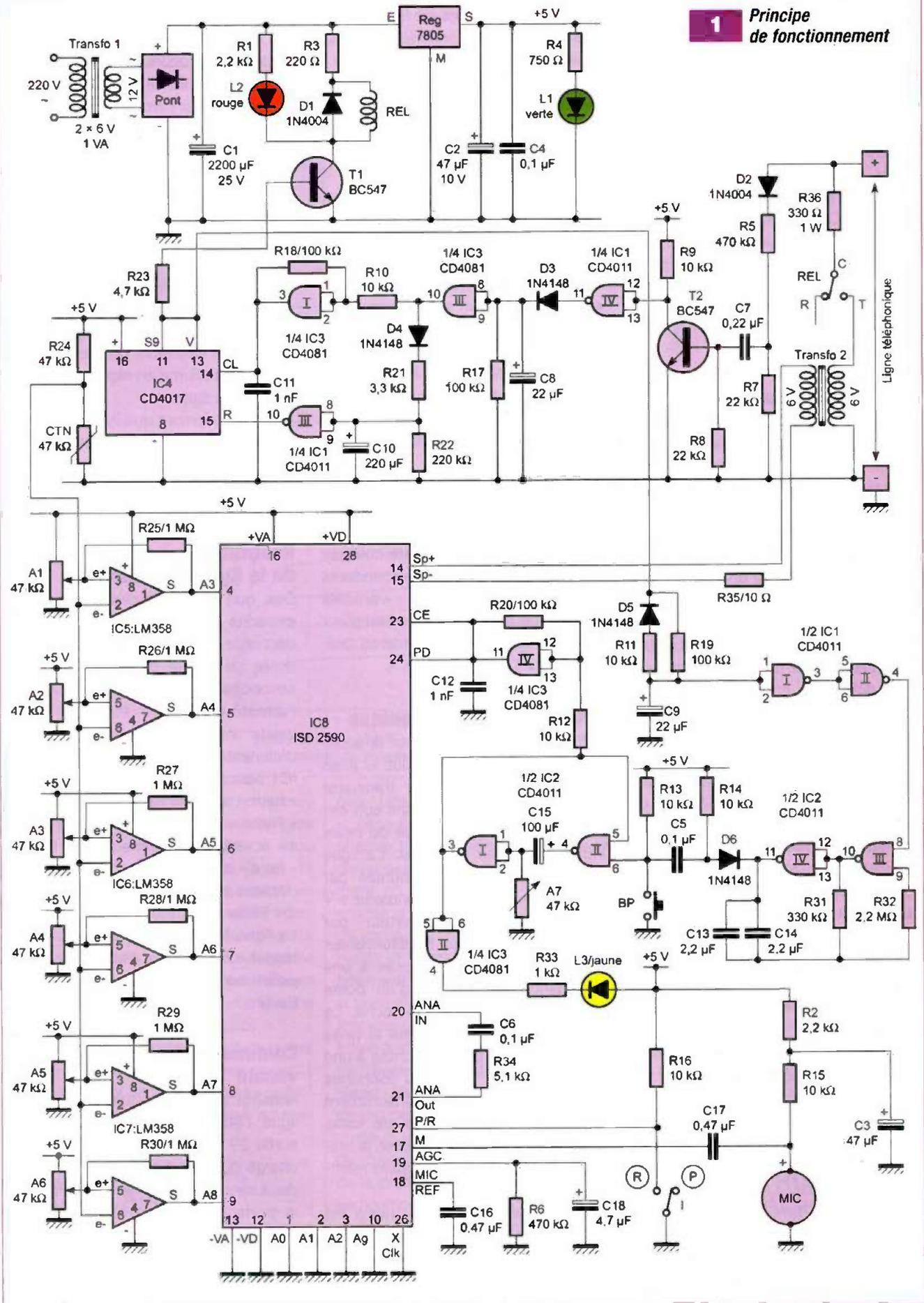
## Fonctionnement

### Alimentation

L'énergie provient du secteur 220 V par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur de tension fournissant sur son enroulement secondaire un potentiel alternatif de 12 V (figure 1). Un pont de diodes redresse les deux alternances tandis que la capacité C1 réalise un premier filtrage.

Sur la sortie du régulateur 7805, on relève un potentiel continu stabilisé à 5V. La capacité C2 effectue un second filtrage, alors que C4 assure le découplage de l'alimentation du circuit proprement dit. La led verte L1 signale la mise sous tension du montage.

## 1 Principe de fonctionnement



## Réception des signaux d'appel

Les signaux de sonnerie se caractérisent par une allure sinusoïdale de l'ordre de 100 V de crête à crête, la valeur moyenne se situant à environ 50 V. La fréquence est de 25 Hz. Ces signaux sont pris en compte par la diode D2 faisant office de détrompeur de polarité et le pont diviseur constitué par R5 et R7. Par l'intermédiaire de C7, ils sont ensuite transmis à la base du transistor NPN/T2. Lors des sonneries, on relève sur le collecteur de ce dernier un signal carré d'une période de 40 ms et de 5 V d'amplitude.

## Traitement des signaux d'appel

Les signaux de forme carrée issus du collecteur de T2 sont inversés par la porte NAND/IV de IC1. Signalons, au passage, qu'en l'absence de signaux de sonnerie, le collecteur de T2 présente un potentiel fixe de 5 V. Si bien que, sur la sortie de la porte NAND/IV de IC1, on enregistre un état « bas ». Mais revenons à la phase active au cours de laquelle se produisent les signaux de sonnerie. L'ensemble D3, C8 et R17 forme un dispositif intégrateur grâce à la charge rapide de C8 lors des états « haut » et à la décharge lente de cette même capacité dans R17, lors des états « bas » du signal carré. Il en résulte sur les entrées réunies de la porte AND III de IC3 un état pseudo « haut » lors des signaux de sonnerie. Ces derniers se caractérisent par une période de 5 secondes : 1,7 seconde de sonnerie et 3,3 secondes de silence. Ce signal, à savoir 1,7 seconde d'état « haut » et 3,3 secondes d'état « bas », se trouve alors disponible sur la sortie de la porte AND III de IC3.

## Pilotage du compteur du nombre de sonneries

En l'absence de signaux de sonnerie, les entrées réunies de la porte NAND III de IC1 sont soumises à un état « bas » étant donné la décharge de C10 dans R22. La sortie de cette porte soumet donc l'entrée « Reset » du compteur-décodeur décimal IC4 à un état « haut ». Ce dernier est alors en situation de blocage : seule la sortie S0 présente un état « haut », tan-

dis que toutes les autres sorties sont à l'état « bas ». Lors de la réception des signaux de sonnerie, les états « haut » périodiques correspondant à chaque sonnerie sont pris en compte par le dispositif intégrateur formé par l'ensemble D4, R21, R22 et C10. Il en résulte un état pseudo « haut » permanent sur les entrées réunies de la porte NAND III de IC1, étant donné que C10 n'a pas le temps de se décharger dans R22 lors des silences.

En conséquence, la sortie de cette porte présente un état « bas » sur l'entrée « Reset » de IC4 qui, de ce fait, devient opérationnelle. En effet, les fronts montants des états « haut » correspondant aux débuts des sonneries et disponibles sur la sortie de la porte AND III de IC3 sont acheminés sur l'entrée « Clock » de IC4 par l'intermédiaire du trigger formé par la porte AND I de IC3 et des résistances périphériques R10 et R18.

Le rôle de ce trigger est de conférer aux fronts montants et descendants une allure davantage verticale capable de faire avancer le compteur IC4 lors des fronts ascendants présentés sur l'entrée « Clock ».

## Prise de ligne téléphonique

Au bout de neuf sonneries, la sortie S9 présente un état « haut ». Il en résulte la saturation du transistor NPN/T1 qui comporte, dans son circuit collecteur, le bobinage du relais REL. Ce dernier se ferme. La ligne téléphonique est alors shuntée par R36 et l'un des deux secondaires 6 V d'un second transformateur par ailleurs identique au transformateur d'alimentation. Cet ensemble a une impédance très voisine d'un poste téléphonique que l'on décroche. La fermeture du relais entraîne la prise de ligne dont le potentiel chute à une valeur de 12 à 15 V. Les sonneries cessent. Nous verrons ultérieurement les autres conséquences de cette prise de ligne et, en particulier, la restitution vocale de l'information relative à la température.

À noter que la bobine du relais est directement soumise au potentiel de l'ordre de 20 V disponible sur l'armature positive de la capacité C1. La résistance R3 assure la chute de

potentiel nécessaire pour obtenir une valeur de 12 V aux bornes de la bobine. Suivant le relais que l'on aura réussi à se procurer, il se peut que la valeur de R3 soit à adapter. Si U est le potentiel sur l'armature positive de C1 et R la valeur en ohms mesurée de la bobine, la valeur de R3 peut se déterminer par la relation suivante :

$$R3 = \frac{U - 12}{12} \times R$$

La diode D1 protège le transistor des effets de surtension de self qui se manifestent essentiellement lors de l'ouverture du relais.

Pendant la fermeture du relais, la led rouge L2 s'allume en signalisant ainsi la prise de ligne.

À noter également que l'apparition de l'état « haut » sur la sortie S9 soumet l'entrée de validation « V » de IC4 au même état « haut », ce qui bloque le compteur IC4 sur cette position.

## Restitution de la ligne téléphonique

Dès que les sonneries cessent, la capacité C10 commence à se décharger dans R22. Au bout d'une durée de l'ordre d'une trentaine de secondes, le potentiel présent sur l'armature positive tombe à une valeur inférieure au demi potentiel d'alimentation. La porte NAND III de IC1 bascule : sa sortie passe à l'état « haut », aussitôt transmis sur l'entrée « Reset » de IC4. Il en résulte la remise à zéro du compteur IC4. L'état « haut » disponible sur la sortie S9 se déplace à nouveau sur S0. Le transistor T1 se bloque et le relais s'ouvre. La ligne téléphonique est alors restituée. Le système est de nouveau prêt pour une nouvelle sollicitation éventuelle.

## Commande de la mémoire vocale

Aussitôt que se produit la prise de ligne, l'état « haut » disponible sur la sortie S9 de IC4 est à l'origine de la charge de C9 à travers R19. Environ deux secondes plus tard, la sortie de la porte NAND I de IC1 passe de l'état « haut » à l'état « bas ». Il en résulte l'apparition d'un état « haut » sur la sortie de la porte NAND II de IC1.

Les portes NAND III et IV de IC2 forment un oscillateur astable commandé. Tant que son entrée de commande (broche n° 8) reste soumise à un état « bas », la sortie de l'oscillateur (broche n° 11) présente un état « bas » de repos. En revanche, si l'entrée de commande se trouve reliée à un état « haut », l'oscillateur entre en action. Il génère sur sa sortie un signal de forme carrée caractérisé par une période de l'ordre de quatre secondes. Les fronts descendants de ce signal sont pris en compte par le dispositif dérivateur constitué par l'ensemble R13, R14, C5 et D6. En particulier de brefs états « bas » sont présentés toutes les quatre secondes sur l'entrée de la bascule monostable formée par les portes NAND I et II de IC2. Il en résulte, sur la sortie de cette bascule, la délivrance d'états « bas » d'une durée calibrée grâce à la présence de l'ajustable A7. Cette durée est de l'ordre de 1,5 à 2 secondes. Nous verrons ultérieurement comment il convient de la régler.

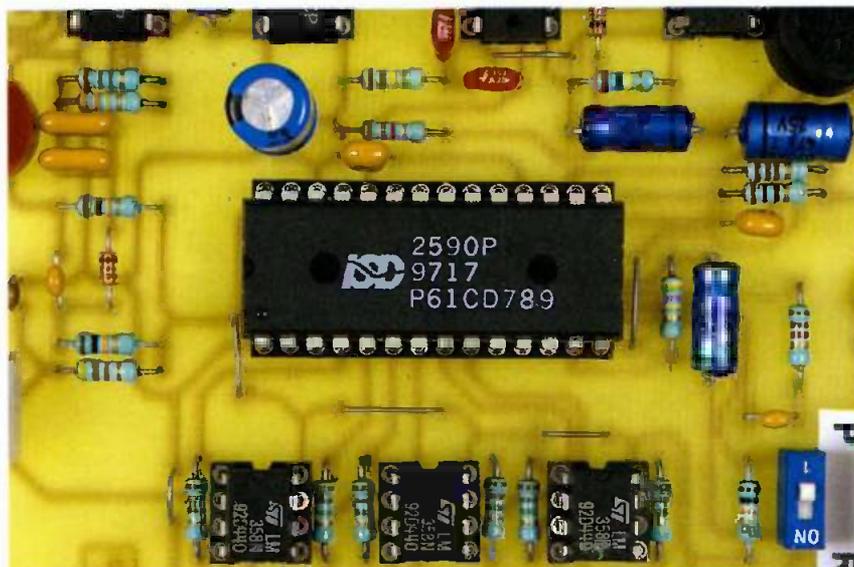
### Émission du message vocal

La porte AND IV de IC3 avec R12 et R20 constitue un trigger transmettant ces états « bas » sur les entrées CE (Chip Enable Input) et PD (Power Down Input) de IC8 qui est un ISD 2590, c'est-à-dire une mémoire vocale d'une capacité totale de 90 secondes.

La restitution vocale se produit périodiquement lors de la présentation des états « bas » sur les entrées réunies CE/PD. Nous verrons ultérieurement que le début de la lecture correspond à un adressage donné de cette mémoire.

Suivant les niveaux logiques auxquels sont soumises les entrées A3, A4, A5, A6, A7 et A8, les sorties Sp+ et Sp- (speaker) restitueront les signaux analogiques correspondant à un message vocal donné, par exemple « de 15 à 20 degrés ». Ce message est alors répété toutes les quatre secondes jusqu'à restitution de la ligne téléphonique. L'émission de ces messages est signalisée par l'allumage de la led jaune L3. Nous verrons plus loin comment est réalisée la programmation vocale de IC8.

Le signal analogique est acheminé



*Utilisation d'une mémoire vocale ISD2590 d'une capacité totale de quatre-vingt dix secondes*

dans l'enroulement secondaire 6 V du second transformateur par l'intermédiaire de R35. En définitive, le message vocal se trouve injecté dans la ligne téléphonique par le biais du couplage magnétique entre les deux enroulements 6 V de ce transformateur. À noter que l'enroulement 220 V est inutilisé.

### Mesure de la température

La température est prise en compte par une sonde constituée d'une CTN formant avec R24 un pont diviseur. Cette sonde peut être montée directement sur le module ou encore reliée à ce dernier par une liaison filaire dans le cas où il est nécessaire de recourir à une sonde extérieure au module. Rappelons que la résistance ohmique d'une CTN diminue lorsque la température ambiante à laquelle elle est soumise diminue, et inversement. Le point de sortie du pont diviseur est relié aux entrées inverseuses de six comparateurs de potentiel contenus dans les circuits IC5, IC6 et IC7.

A titre d'exemple, examinons le fonctionnement du premier de ces comparateurs. L'entrée directe est en relation avec le point médian de l'ajustable A1. Il est donc possible de la soumettre, par voie de réglage, à un potentiel compris entre 0 et 5 V. Supposons que la CTN soit soumise à une température de 0 °C. Il en résulte un potentiel de l'ordre de 4 V sur l'entrée inverseuse. Si le potentiel

de l'entrée directe est inférieur à cette valeur, la sortie du comparateur présente un état « bas ». Elle présente un état « haut » dans le cas contraire. Il convient alors de régler le curseur de l'ajustable A1 sur une position telle que le comparateur se trouve en situation de basculement.

On aboutit alors au constat suivant :

- si la température est inférieure à 0 °C, la sortie du comparateur est à l'état « bas »
- si la température est supérieure à 0 °C, la sortie du comparateur est à l'état « haut ».

La résistance R25 introduit une réaction positive lors des basculements afin d'obtenir des transitions franches du comparateur. Il en résulte une légère hystérésis : la valeur de la température de basculement n'est pas rigoureusement la même lorsque la température augmente que lorsqu'elle diminue.

### Adressage de la mémoire vocale

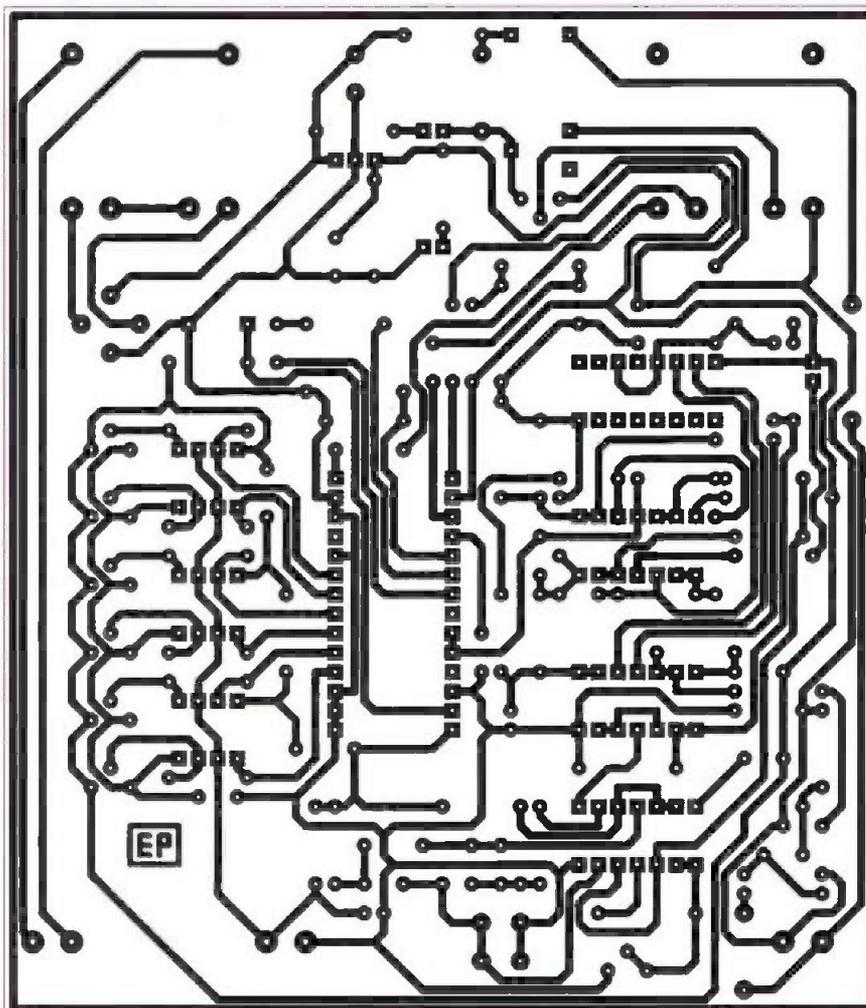
Les six comparateurs précédemment évoqués auront chacun un réglage donné de la température de basculement. Dans le cas présent, ces températures sont les suivantes :

- comparateur 1 : 0 °C
- comparateur 2 : 5 °C
- comparateur 3 : 10 °C
- comparateur 4 : 15 °C
- comparateur 5 : 20 °C
- comparateur 6 : 25 °C

A3	A4	A5	A6	A7	A8	Message vocal
0	0	0	0	0	0	Négatif
1	0	0	0	0	0	Zéro à 5 degrés
1	1	0	0	0	0	5 à 10 degrés
1	1	1	0	0	0	10 à 15 degrés
1	1	1	1	0	0	15 à 20 degrés
1	1	1	1	1	0	20 à 25 degrés
1	1	1	1	1	1	Supérieur à 25 degrés



Pour enregistrer un message, il convient de placer l'inverseur sur la position « R » (Record)



2 Tracé du circuit imprimé

Le tableau ci-contre résume l'adressage présenté aux entrées A3 à A8 de IC8, ainsi que le message vocal correspondant.

Nous verrons comment réaliser pratiquement les réglages des ajustables A1 à A6.

## Enregistrement des messages

En positionnant, dans un premier temps, tous les curseurs des ajustables A1 à A6 de façon à soumettre toutes les entrées directes des comparateurs à un potentiel nul, les sorties des six comparateurs présentent un état « bas ». C'est donc la simulation de la situation correspondant à la première ligne du tableau.

Il convient alors de placer l'inverseur 1 sur « R » (Record), c'est-à-dire de soumettre l'entrée P/R (Play/Record) à un état « bas ». En appuyant sur le bouton-poussoir BP, la bascule monostable NAND I et II de IC2 délivre sur sa sortie un état « bas » d'une durée qui devra être légèrement supérieure à la longueur du message vocal.

Pendant l'allumage de la led L3, on prononcera alors devant le micro le message « Négatif ».

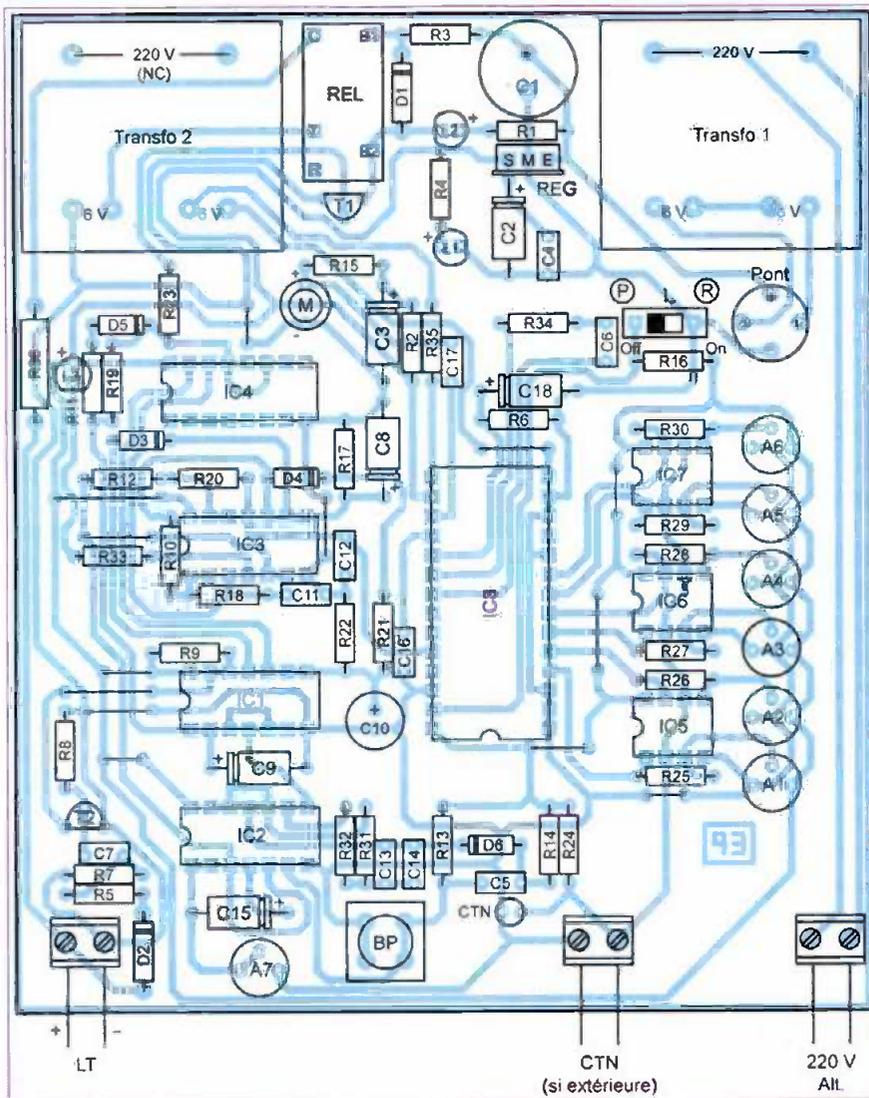
Par la suite, on placera le curseur de A1 de manière à présenter sur l'entrée directe du comparateur 1 un potentiel de 5 V. Sa sortie présente alors un état « haut ». Il en résulte la situation de la deuxième ligne du tableau. En appuyant sur le bouton-poussoir BP, on prononcera cette fois le message « 0 à 5 degrés ».

Il suffit de poursuivre suivant le même principe en agissant successivement sur les curseurs des ajustables suivants pour leur faire présenter un potentiel de 5 V sur les entrées directes et de prononcer le message vocal approprié.

## Réalisation pratique

### Circuit imprimé

Sa réalisation n'appelle pas de remarque particulière (figure 2). Toutefois, avant de prendre le module publié comme modèle de reproduction, il y a lieu de s'assurer que les deux transformateurs et le relais comportent le même brochage que celui qui caractérise ces composants



### 3 Insertion des composants

utilisés dans le montage décrit. Au besoin, il convient d'effectuer l'adaptation nécessaire.

Le circuit sera ensuite gravé dans un bain de perchlorure de fer, puis abondamment rincé.

Par la suite, toutes les pastilles seront à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 mm voire à 1,3 mm, suivant le diamètre des connexions des composants généralement plus volumineux auxquels ils sont destinés.

### Implantation des composants

Après la mise en place des straps de liaisons (figure 3), on implantera les diodes, les résistances, les petites capacités et les supports des circuits intégrés. Par la suite, ce sera le tour des ajustables, des transistors, des capacités plus volumineuses et, en général, des composants de plus

grande hauteur.

Il convient d'apporter un soin tout à fait particulier quant au respect de l'orientation des composants polarisés. Les curseurs des ajustables A1 à A6 sont à placer en position de potentiel minimal, c'est-à-dire à fond dans le sens anti-horaire. Le curseur de A7 est à placer dans un premier temps sur sa position médiane.

### Réglages

#### Opérations préalables

Dans un premier temps, le montage ne sera pas relié à la ligne téléphonique. Il sera seulement branché sur le secteur 230 V. La CTN doit cependant être en place, que ce soit directement sur le module ou en liaison extérieure. Un haut-parleur de 30 à 50 mm de diamètre est à relier par fils soudés à un secondaire 6 V du trans-

## Nomenclature

### Résistances

R1, R2 : 2,2 k $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)  
 R3 : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)  
 R4 : 750  $\Omega$  (violet, vert, marron)  
 R5, R6 : 470 k $\Omega$  (jaune, violet, jaune)  
 R7, R8 : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)  
 R9 à R16 : 10 k $\Omega$  (marron, noir, orange)  
 R17 à R20 : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)  
 R21 : 3,3 k $\Omega$  (orange, orange, rouge)  
 R22 : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)  
 R23 : 4,7 k $\Omega$  (jaune, violet, rouge)  
 R24 : 47 k $\Omega$  (jaune, violet, orange)  
 R25 à R30 : 1 M $\Omega$  (marron, noir, vert)  
 R31 : 330 k $\Omega$  (orange, orange, jaune)  
 R32 : 2,2 M $\Omega$  (rouge, rouge, vert)  
 R33 : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)  
 R34 : 5,1 k $\Omega$  (vert, marron, rouge)  
 R35 : 10  $\Omega$  (marron, noir, noir)  
 R36 : 330  $\Omega$  / 1 W (orange, orange, marron)  
 CTN : Résistance à coefficient de température négatif de 47 k $\Omega$  (goutte)  
 A1 à A7 : Ajustables 47 k $\Omega$

### Diodes

D1, D2 : 1N 4004  
 D3 à D6 : 1N 4148  
 L1 : Led verte  $\varnothing$  3  
 L2 : Led rouge  $\varnothing$  3  
 L3 : Led jaune  $\varnothing$  3  
 Pont de diodes

### Condensateurs

C1 : 2200  $\mu$ F/25 V  
 C2, C3 : 47  $\mu$ F/10 V  
 C4 à C6 : 0,1  $\mu$ F - céramique multicouches  
 C7 : 0,22  $\mu$ F - céramique multicouches  
 C8, C9 : 22  $\mu$ F/10 V  
 C10 : 220  $\mu$ F/10 V  
 C11, C12 : 1 nF - céramique multicouches  
 C13, C14 : 2,2  $\mu$ F - céramique multicouches  
 C15 : 100  $\mu$ F/10 V  
 C16, C17 : 0,47  $\mu$ F - céramique multicouches  
 C18 : 4,7  $\mu$ F/10 V

### Semiconducteurs

T1, T2 : NPN - BC 547  
 IC1, IC2 : CD 4011  
 IC3 : CD 4081  
 IC4 : CD 4017  
 IC5 à IC7 : LM 358  
 IC8 : ISD 2590 (mémoire vocale 90 s)  
 REG : 7805

### Divers

3 supports 8 broches  
 3 supports 14 broches  
 1 support 16 broches  
 1 support 28 broches  
 M : Micro Electret  
 2 transformateurs 220 V/2 x 6 V / 1 VA (type moulé)  
 REL : Relais 12 V / 1 RT  
 I : Interrupteur unipolaire (dual in line)  
 BP : Bouton-poussoir à contact travail  
 3 borniers soudables 2 plots  
 13 straps (9 horizontaux, 4 verticaux)

formateur n° 2. On peut utiliser indifféremment l'un ou l'autre des deux secondaires. Après branchement sur le secteur, on vérifiera la présence du potentiel de 5 V sur toutes les broches « + V » des huit circuits intégrés.

## Enregistrement des messages

L'inverseur I est à placer en position « Record », ce qui correspond à un état « bas » sur la broche n° 27 de IC8. On appuiera ensuite sur le bouton-poussoir BP et on prononcera « température négative » lors de l'allumage de la led jaune L3. En positionnant l'inverseur sur « Play » et en appuyant sur BP, on pourra écouter le message vocal. S'il est tronqué, il conviendra d'augmenter légèrement la durée d'enregistrement/restitution en agissant sur le curseur de l'ajustable A7. La durée augmente si on tourne le curseur dans le sens anti-horaire. Il est alors nécessaire de réaliser un nouvel enregistrement. Après avoir placé le curseur de A1 à fond dans le sens horaire, on enregist-

trera le message « de 0 à 5 degrés ». On procédera ainsi de proche en proche pour aboutir au positionnement du curseur de A6 à fond dans le sens horaire pour enregistrer le message « supérieur à 25 degrés ».

Les opérations d'enregistrement étant achevées, il ne faut pas oublier de positionner définitivement l'inverseur sur la position « Play » qui correspond à la soumission de la broche 27 de IC8 à un état « haut ».

Le haut-parleur peut alors être débranché. Les curseurs des ajustables A1 à A6 sont à placer à fond à gauche dans le sens anti-horaire.

## Réglage des tranches de température

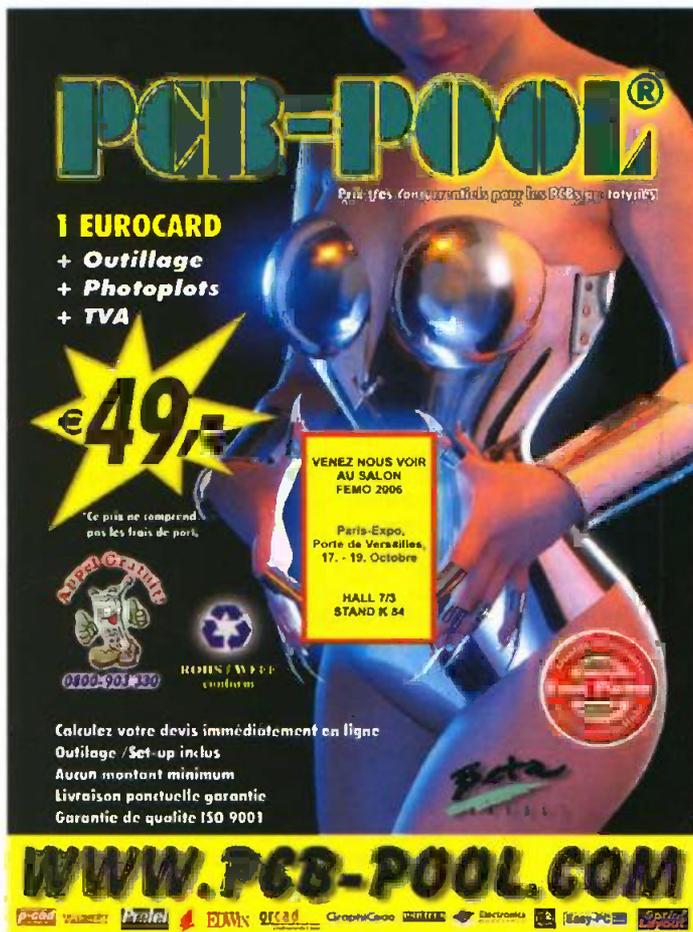
La sonde CTN est à placer dans un sachet plastique étanche afin de pouvoir être plongée dans l'eau contenue dans une bassine que l'on aura placée auparavant dans le réfrigérateur pour obtenir une température de 0 °C. Un thermomètre de contrôle sera d'ailleurs à plonger dans l'eau.

Lorsque la température de 0 °C est atteinte, il convient de tourner doucement le curseur de l'ajustable A1 dans le sens horaire et de cesser la rotation dès que l'entrée A3 (broche n° 4) de IC8 passe à l'état « haut ».

Il convient alors de laisser remonter la température de l'eau, soit par réchauffement naturel au contact de l'air, soit en y ajoutant de petites quantités d'eau tiède. Une fois la température de 5 °C atteinte, c'est le curseur de A2 qu'il convient de tourner dans le sens horaire pour le bloquer dès qu'un état « haut » est disponible sur l'entrée A4 (broche n° 5) de IC8. On poursuit ainsi de proche en proche jusqu'à atteindre 25 °C qui correspond au réglage du curseur de A6 pour obtenir un état « haut » sur l'entrée A8 (broche n° 9) de IC8.

Les mises au point sont achevées et le montage peut être testé en le branchant sur la ligne téléphonique et en appelant le numéro correspondant à l'aide d'un portable, par exemple.

R. KNOERR



**PCB-POOL®**  
 Prix très avantageux pour les PCBs personnalisés

**1 EUROCARD**  
 + **Outillage**  
 + **Photoplots**  
 + **TVA**

**€49**

\*Ce prix ne comprend pas les frais de port.

**VENEZ NOUS VOIR AU SALON FEMO 2006**

Paris-Expo, Porte de Versailles, 17. - 19. Octobre

HALL 7/3 STAND K 84

0800-903-330 ROHS/TWEE conform

Calculez votre devis immédiatement en ligne  
 Outillage / Set-up inclus  
 Aucun montant minimum  
 Livraison ponctuelle garantie  
 Garantie de qualité ISO 9001

**WWW.PCB-POOL.COM**

PCB-POOL, VARIO, PAPER, EDWIN, QCAD, GraphiCeeo, INTEL, ELECTRO, EASY-PC, SPIDER



**Schaeffer AG**

**FACES AVANT ET BOÎTIERS**  
 Pièces unitaires et petites séries à prix avantageux.

A l'aide de notre logiciel – *Designer de Faces Avant\** – vous pouvez réaliser facilement votre face avant individuelle. **GRATUIT**: essayez-le! Pour plus de renseignements, n'hésitez pas à nous contacter, des interlocuteurs français attendent vos questions.

\*Vous en trouverez la dernière version sur notre site Internet.

• Calcul des prix automatique  
 • Délai de livraison: entre 5 et 8 jours  
 • Si besoin est, service 24/24

Exemple de prix: 30,42 € majoré de la TVA/ des frais d'envoi

Schaeffer AG · Hohentwielsteig 6a · D-14163 Berlin · Tel +49 (0)30 8058695-30  
 Fax +49 (0)30 8058695-33 · Web info.fr@schaeffer-ag.de · www.schaeffer-ag.de

# Complétez votre collection de **ELECTRONIQUE PRATIQUE**



N°288

Pratique des interfaces PC - Calculs interactifs de circuits électroniques sur PC : CI4060 - Commande de TV et des moniteurs - Carte SIM « minimum » - Voltmètre simple - Communication entre 2 PC avec modem radio - Programmeur de GAL 22V10 et 16V8 - Codage/décodage DTMF - Lecteur/copieur de télécommande IR.



N°289

Aide-mémoire sur les AOP - Pratique des interfaces PC - Maîtriser les fonctions logiques - Protocole MODBUS - Diagnostic auto sur PC - Mini-alarme autonome - Télémesure via Internet - Etat de 8 entrées logiques - Luxmètre - Commande de deux moteurs pas à pas - Spot d'éclairage à diodes leds - Gold card de développement.



N°290

Capturs en robotique - Programmation d'un robot - Mesures d'éclairage - Eclairage redondant - Robot à commandes vocales - Automate programmable pour commande de 2 moteurs DC et moteur pas à pas - Télécommande robot améliorée - Développement bicephale - Commande de moteurs du bout des doigts.



N°291

Pratique de la logique séquentielle - Découvrir le rôle des outils de développement pour micro - Collectionner et restaurer les GSM - Carte « Proactive SIM » ouverte - Récepteur CB - Partage auto des ports série du PC - Mini compas numérique - Télécommande à courants porteurs et PIC - Mesure de 4 entrées analogiques via Internet - Testeur leds.



N°292

Evolution des microcontrôleurs (série 18) - Logique séquentielle - Convertisseurs - PROTON+ : compilateur pour PIC - Potentiomètre pseudo log. - Chambre d'écho numérique - Avertisseur de position GPS - Piloter via Internet 3 sorties triacs - Testeur de réflexes - Simulateur d'aube à PIC - PIC 16F88 - Transmission de tensions sans contact.



N°293

Oscillateurs à quartz - Symétrie d'impédance - Conversion A/D double rampe 12 bits - Compilateur « C » pour PIC - Le TL431 - Construire ses antennes « microondes » - Jeux de lumières pour winamp - Capteur de pluie - Liaisons série sécurisées - Bloqueur d'appel téléphonique - Télécommande performante - Générateur de mélodies programmable.



N°294

CI et imprimante - Calcul des dissipateurs - CAO avec Eagle - Relais statique - Basic Card « multi-application » - Technique des IR - Ampli Op. de puissance pour commande de moteurs - L'USB par la pratique - Loupe vidéo - Détecteur d'électromagnétisme - Fréquence-mètre 50 MHz - Barrière IR à PIC - Simulateur de présence.



N°295

Régulateur de tension - Effets du câblage dans les montages - Alim. linéaires et à découpage - Détecteur hyper-fréquence - Carte dévelop. pour PIC 16Fxxx et PIC 18Fxxx et DIGIMOK PIC PRO 452 et 252 - Conversion numérique/analogique à l'aide de la MLI - Codeur/décodeur Morse - Détecteur de passage de véhicules.



N°296

Asservissements linéaires - Contrôle d'un moteur à courant continu en MLI - Les PLC - Mise en oeuvre d'un perceptron - Robot infrarouge - Détecteur de ligne - Mobile à déplacement linéaire - Commande de moteur par prise USB - Capteur directionnel - Commande moteur par GAL - Robot Iliac.



N°297

Amplis petits signaux à transistors - Détecter et mesurer les signaux HF - Présentation du clip-codage et décodage avec PC - Diodes à caractéristiques particulières - Régulateur à découpage - Récepteur pour bande aviation - Récepteur Blue pour bande 20 m - Prise commandée en IR - Mini écran graphique - Détecteur de métal pour murs et cloisons.



N°298

Les triacs - Transistors en commutation - Electronique pour produire de la musique - Initiation à la RFID - Emetteur RCS à PIC 16F876 - PH mètre numérique - PIC Basic « web server » - E/S logiques supplémentaires - Découvrir les dsPICs - Radar à effet Doppler - Système de recherche de personne.



N°300

Etude d'une minuterie - Le Flexinol - Robot EPOX IV téléguidé par PC - Filtrage et commande de l'alim. des périphériques PC - Sapin de Noël - Radar ultrasonique - Interface programmable multi-usage - Programmation avec Processor Expert (n°1) - Cours sur le tube (n°19) - Ampli pour guitare (n°2) - Préampli 6 canaux pour Home Cinéma.



N°302

Découverte des transistors - Chargeurs pour modélisme - Console de température - Baromètre sur bus USB - Alarme d'appartement ou auto-mobile - Alarme disjoncteur EDF - Ethylomètre - Testeur d'écran GSM - Cours sur le tube (n°21) - Ampli pour guitare (4<sup>e</sup> partie) - Ampli hi-fi Push-Pull classe A de 6L6GC (3<sup>e</sup> partie).



N°303

Internet pratique - Les filtres passifs - Télécommande longue portée - Radiocommande 4 canaux - Radio FM - Détecteur de fumée - Alarme à haute sécurité - Et si on parlait tubes (cours n°22) - Amplificateur HiFi Push Pull classe A de 6L6GC (3<sup>e</sup> partie) - Carte alimentation.



N°304

Internet pratique - Avec un peu de logique - Les PLC nouvelle génération - Platine développement pour PLC - Robot Mini Sumo analogique - Carte « suiveur de ligne » pour robot - Minuterie à préavis d'extinction - Radio FM péritelvision - Et si on parlait tubes (cours n°23) - Wait-mètre programmable - Optimisation du préampli KTR 5725.



N°305

Internet pratique - Jeux de bascules - Télémétrie expérimentale - Hygro-thermomètre - Oscilloscope USB - Transformez votre clavier de PC - Alarme pour remorque - Préamplificateur avec TDA 1524 A - Préamplificateur à tubes ECC82/ECC83 avec entrées pour vinyles - Et si on parlait tubes (cours n°24).



N°306

Les afficheurs alphanumériques LCD - Télécommandes à ultrasons - Interface MBUS pour GSM Nokia - Thermomètre digital - Baromètre numérique - Indicateur de vitesse enclenchée - Centrale d'acquisition analogique/numérique - Et si on parlait tubes (cours n°25) - Vumètre à tubes PM84 ou EM84 - Enceinte Bass-Reflex 2 voies.



N°307

Internet pratique - La Télévision Numérique Terrestre - Gestion du niveau d'eau d'un bassin - Indicateur permanent de marée - Interface 16 entrées/sorties logiques pour bus USB - Modélisme 1 voie et 1 mixer/inverseur - Décodeur morse - Testeur de piles - Ampli de très forte puissance 250 W e/8Ω - Ampli 5 voies à tubes 6L6GC.

Sommaire détaillé de tous les numéros disponibles sur <http://electroniquepratique.com>

## JE COCHE CI-CONTRE LE(S) NUMÉRO(S) D'ELECTRONIQUE PRATIQUE QUE JE DÉSIRE RECEVOIR

Bon à retourner accompagné de votre règlement par chèque à Transocéanic 3, boulevard Ney 75018 Paris

France Métropolitaine : 5 € (franco de port) le numéro  
DOM-TOM par avion - Union européenne : 7 € le numéro  
Autres pays : nous consulter

Attention  
Seuls les numéros  
ci-contre  
sont disponibles

281	282	283	284
285	288	289	290
291	292	293	294
295	296	297	298
300	302	303	304
305	306	307	

M.  M<sup>me</sup>  M<sup>lle</sup> Nom

Prénom

Adresse

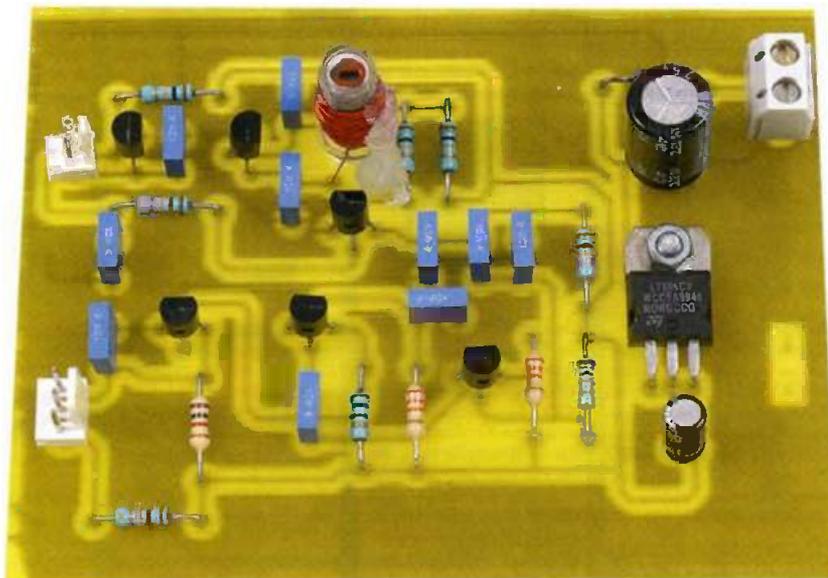
Code postal

Ville/Pays

Tél. :

Conformément à la loi Informatique et libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès et de vérification aux données vous concernant.

# Détecteur expérimental de métaux

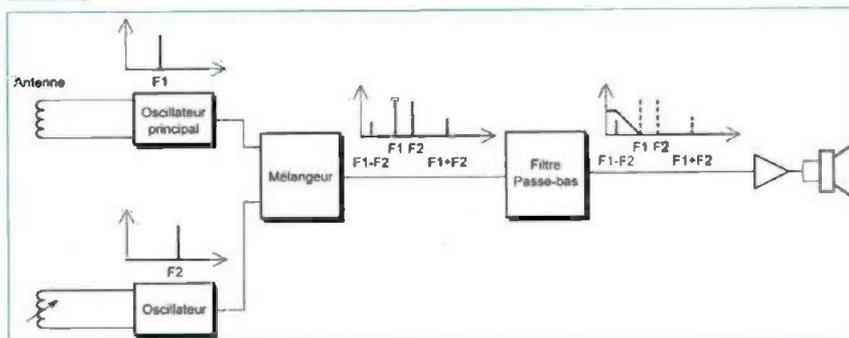


**Le petit montage que nous vous proposons ici ne prétend pas rivaliser avec les équipements commerciaux, il vous permettra cependant de découvrir les joies de la chasse aux trésors à moindre frais.**

**L**e principe retenu est assez connu, comme vous pouvez le découvrir avec le synoptique de la figure 1. Le détecteur se compose d'une grosse bobine faisant office d'antenne, laquelle est couplée à un condensateur et à un amplificateur pour former un oscillateur L/C. Lorsque l'antenne s'approche d'une masse métallique, la fréquence d'accord de l'oscillateur L/C s'en trouve modifiée. Pour détecter ce changement d'accord, on mélange le signal de l'oscillateur principal avec celui

d'un deuxième oscillateur accordé à une fréquence très proche et aussi stable que possible. Il en résulte un signal dont le spectre contient la fréquence de battement des deux oscillateurs. Si le détecteur passe à proximité d'une masse métallique, la fréquence d'accord de l'oscillateur principal va changer, entraînant une variation de la fréquence de battement du signal mélangé. Le but du jeu consiste donc à accorder l'oscillateur secondaire de telle sorte que la fréquence de battement devienne audible.

## 1 Principe de fonctionnement retenu

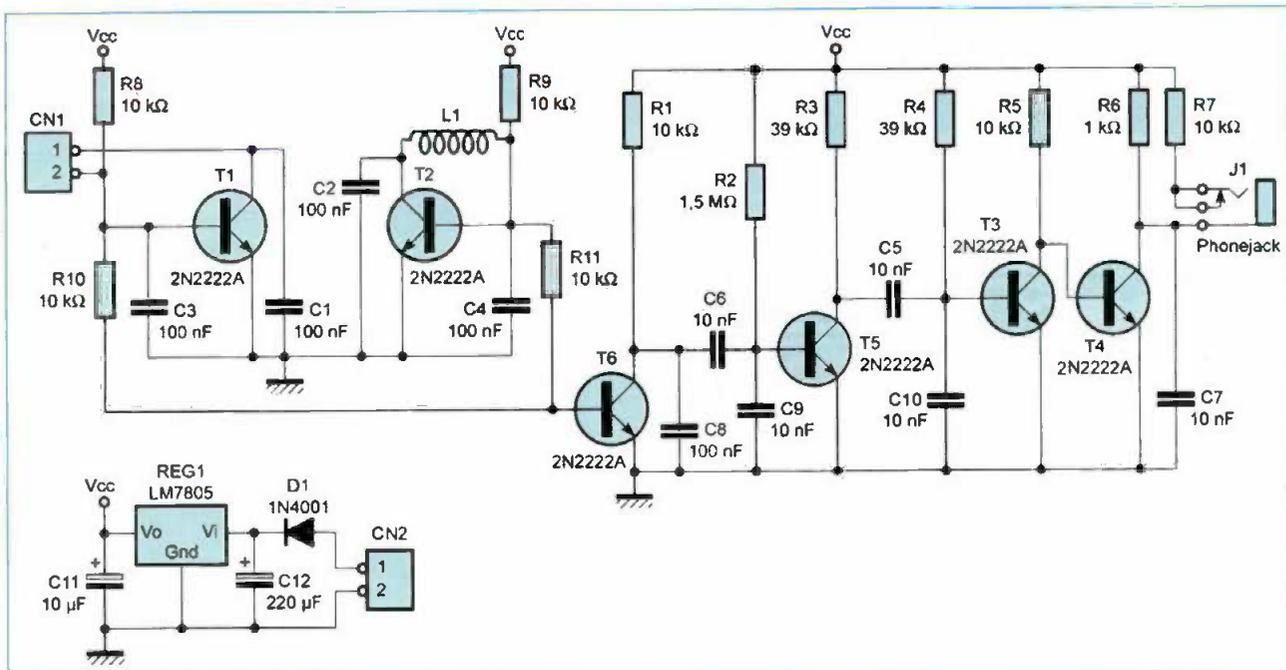


Il est alors très facile d'isoler le signal audible à l'aide d'un bon filtre pour ensuite l'amplifier en vue de piloter un petit casque audio.

Les variations de fréquence du signal audio renseigneront immédiatement l'opérateur qui porte le casque de l'approche d'une masse métallique. L'oreille humaine étant capable de détecter des variations infimes de la fréquence du signal audible, il devient dès lors facile de détecter des petits éclats métalliques avec un tel appareil.

## Schéma

Le schéma de notre montage est reproduit en figure 2. L'oscillateur principal est articulé autour du transistor T1. La fréquence de travail de cet oscillateur (F1) est imposée par C3, C1 et l'antenne qui sera raccordée à CN1. Quant à l'oscillateur secondaire (fréquence F2), il est articulé autour du transistor T2, associé à C2, C4 et L1. Les deux oscillateurs vont être accordés à une fréquence proche de 120 kHz. Les résistances R10 et R11 permettent de prélever les signaux produits par les deux oscillateurs en vue de les mélanger au niveau du courant de base de T6. La composante alternative de la tension qui apparaît aux bornes de R1



## 2 Schéma de principe à deux oscillateurs L/C

est l'image des deux signaux mélangés. Si vous observez le signal en question à l'aide d'un oscilloscope, vous apercevrez un signal d'une fréquence de 120 kHz modulé en amplitude à la fréquence de battement  $F_3 = F_1 - F_2$ . Les condensateurs C8, C6 et C9 vont filtrer fortement la fréquence principale du signal (120 kHz) pour ne laisser finalement passer que la partie basse du spectre qui le compose. Le signal obtenu aux bornes de R3 est déjà le signal audible qui nous intéresse, il ne reste plus qu'à l'amplifier grâce aux transistors T3 et T4.

Le signal amplifié servira à attaquer un casque audio équipé de petits haut-parleurs de 32 Ω, via J1. La résistance R7 sert à limiter le niveau sonore du signal imposé aux écouteurs. Nous n'avons pas prévu de réglage du niveau sonore pour ce montage. Si vous le souhaitez, vous pourrez remplacer R7 par une résistance de 100 Ω après quoi vous n'aurez plus qu'à monter un potentiomètre de 10 kΩ en série avec le casque.

Ce détecteur pourra être alimenté par une petite pile de 9 V raccordée à CN2, la diode D1 permettant de protéger le montage contre une inversion du connecteur d'alimentation. On utilise un régulateur (REG1) car la fréquence d'accord des oscillateurs L/C varie assez sensiblement avec la ten-

sion d'alimentation. Étant donné que le fonctionnement de notre montage repose sur l'analyse de la différence de fréquence des deux oscillateurs, la moindre variation de la tension d'alimentation se ferait tout de suite entendre. Nous avons donc préféré faire appel à un régulateur LM7805 pour vous épargner ce genre de désagrément.

Notez cependant qu'il existe une deuxième source importante de dérive de la fréquence de battement de notre montage. Il s'agit des conditions d'environnement de l'inductance L1 qui sert à accorder l'oscillateur secondaire. En effet, l'impédance de cette inductance est, elle aussi, sensible aux champs magnétiques. Il faudra prendre des précautions particulières lors de sa mise en œuvre, comme nous le verrons un peu plus loin.

## Réalisation

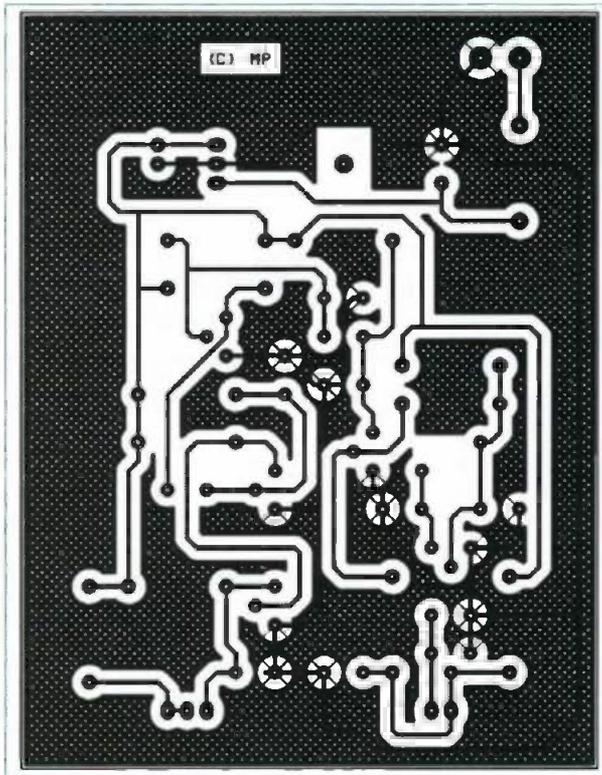
Le dessin du circuit imprimé de ce montage est visible en figure 3.

La vue d'implantation associée est reproduite en figure 4. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne les pastilles des connecteurs, de la diode D1 et du régulateur REG1, il faudra utiliser un foret de 1 mm de diamètre.

En dehors de la réalisation des bobines, il n'y a pas de difficulté particulière pour ce montage. Soyez tout de même attentif au sens des transistors et des condensateurs C11 et C12. Les composants retenus sont classiques, vous ne devriez éprouver aucune difficulté à les trouver chez votre revendeur habituel.

Venons en maintenant à la réalisation des bobines. Celle de l'antenne doit être réalisée avec le plus grand soin car ses caractéristiques déterminent directement la sensibilité du montage. Pour cela, il vous faudra trouver un support cylindrique d'un diamètre de 12 cm environ (10 cm à 15 cm peuvent convenir également). Le support utilisé pour réaliser cette bobine doit impérativement être choisi dans un matériau qui n'interfère pas avec les champs magnétiques (le plastique est un très bon choix). Sachez, par exemple, que la base de certaines boîtes de CD peut convenir (les boîtes de 25 CD empilés).

Pour réaliser l'antenne, vous devrez bobiner 10 spires de fil émaillé (diamètre du fil : 0,2 mm à 0,3 mm) bien alignées et bien serrées. Une fois le bobinage réalisé, le fil émaillé sera impérativement immobilisé par de la colle (colle à chaud, par exemple). Le fil émaillé étant assez fragile, il sera préférable de souder un connecteur aux extrémités du fil de la bobine



### 3 Dessin des pistes cuivrées

(n'oubliez pas de gratter l'émail avec du papier de verre pour assurer un contact direct avec le cuivre). Ainsi, par la suite, vous pourrez facilement changer la position de l'antenne sans craindre de rompre le fil émaillé à force de manipuler la bobine.

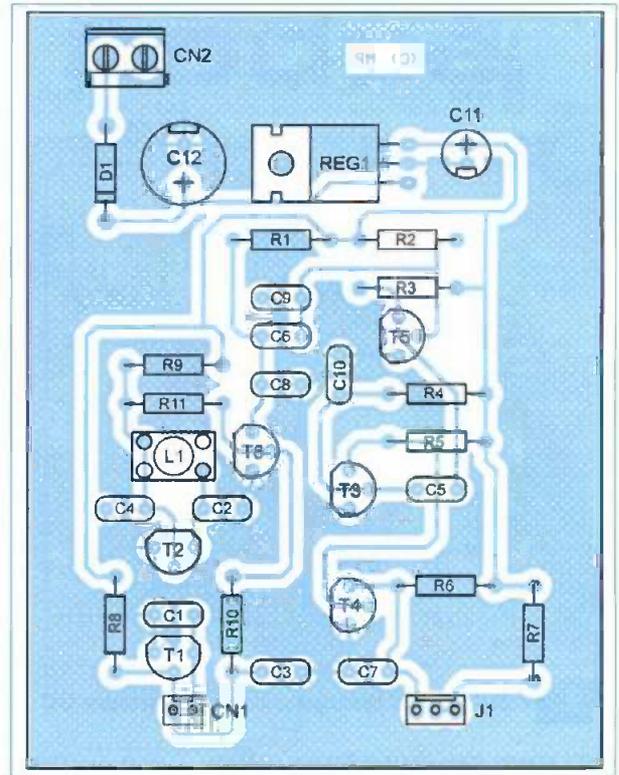
La deuxième bobine (L1 sur le schéma) sera montée directement sur le circuit imprimé. Elle sera réalisée à l'aide d'un support pour bobinage d'un diamètre de 6,5 mm disposant d'un noyau de ferrite afin de permettre l'accord de la fréquence de l'oscillateur secondaire. Dans un premier temps, vous devrez bobiner 120 à 130 tours de fil émaillé (diamètre du fil : 0,2 mm à 0,3 mm également). Par la suite, comme nous allons le voir dans le paragraphe suivant, vous allez retirer des spires jusqu'à ce que vous parveniez à accorder les deux oscillateurs à une fréquence très proche.

Pour ajuster la bobine L1, procéder comme suit. Relier l'antenne et les écouteurs au montage et mettre l'appareil sous tension. Prendre soin de placer l'antenne à plus de 50 cm de toute masse métallique et l'éloigner également de la bobine L1 pendant toute la phase du réglage. Dans un premier temps, placer le noyau de

ferrite de L1 « tout en haut ». À l'aide d'un tournevis non magnétique (tournevis entièrement en plastique), faire plonger lentement le noyau au milieu des spires, jusqu'à entendre un signal sonore dans les écouteurs. Si vous n'arrivez pas à obtenir ce signal sonore lorsque vous déplacez le noyau d'une extrémité à l'autre, vous devrez retirer 10 spires à la bobine L1. Puis il faudra recommencer le réglage de L1 jusqu'à ce qu'un signal sonore apparaisse enfin (sinon retirer à nouveau 10 spires, etc.). À titre d'information, sachez que si vous utilisez le même support d'antenne que nous (10 spires sur un diamètre de 12,5 cm), la bobine L1 devra comporter 100 spires. Une fois le réglage de L1 terminé, vous pourrez immobiliser le fil avec de la colle (pour figer ses caractéristiques mécaniques).

Ajoutons que ce montage est très tolérant car la fréquence de travail des oscillateurs L/C peut s'étendre de 50 kHz à 200 kHz. Aussi, vous ne devriez pas éprouver de grosses difficultés pour faire fonctionner votre maquette.

Une fois le réglage de L1 terminé, l'utilisation de ce détecteur est très simple. Ajuster le noyau de ferrite de L1 de telle sorte que la fréquence du



### 4 Insertion des composants

signal sonore soit très basse. Ensuite, approcher une pièce de 1 € de l'antenne pour vérifier que la fréquence du signal sonore augmente au fur et à mesure que la distance qui sépare la pièce de l'antenne diminue. Si vous remarquez que la fréquence du signal sonore **diminue au lieu d'augmenter**, cela signifie que la fréquence d'accord de l'oscillateur secondaire est la plus élevée ( $F1 - F2 < 0$ ). Dans ce cas, il suffit de déplacer le noyau magnétique jusqu'à annuler la fréquence de battement, puis de continuer à déplacer le noyau dans le même sens pour que le signal sonore réapparaisse (mais avec  $F1 - F2 > 0$  cette fois-ci).

Ne pas oublier qu'il peut se produire un couplage entre l'antenne et L1. Veiller donc à maintenir une distance d'au moins 20 cm entre le montage et celle-ci. Par ailleurs, la position relative du montage et de l'antenne doit être maintenue la plus stable possible (pour que le couplage résiduel reste constant et ne provoque pas une infime dérive de la fréquence de battement, ce qui pourrait diminuer la sensibilité du montage). Il est donc préférable de fixer celui-ci (mis dans un boîtier) sur le manche du détecteur. Dans ce cas, ajouter un interrupteur



**La bobine L1 est réalisée sur un mandrin de 6,5 mm**

en série avec l'alimentation, car nous n'en avons pas prévu sur le circuit imprimé. Prévoir également un accès dans le boîtier pour ajuster la position du noyau de la bobine L1. En effet, vous aurez certainement à ajuster la fréquence d'accord de temps à autre, notre montage ne prétendant pas rivaliser avec des équipements professionnels (l'effet de la température extérieure est assez sensible). Dans la pratique, cela n'est pas trop gênant car la fréquence du signal sonore ne dérive pas d'un seul coup.

Votre oreille pourra donc faire la différence entre la variation lente de l'oscillateur de référence et la variation brusque de la fréquence de battement due à l'apparition d'une masse métallique à proximité de l'antenne. Lorsque vous irez sur le terrain, prévoyez donc d'emporter un tournevis non magnétique avec vous, pour procéder à l'ajustement du noyau de L1 en cas de besoin.

**Nous concluons cet article par une mise en garde importante.** Il convient de savoir que l'utilisation d'un détecteur de métaux est réglementée (sur le domaine public tout comme sur un terrain privé) et soumise à autorisation auprès de la préfecture. Les lecteurs sont donc vivement encouragés à se renseigner à ce sujet (voir, par exemple, les informations du site Internet <http://www.detecteur.net/code.htm>).

**P. MORIN**

## Nomenclature

### Divers

CN1 : Barrette mini-kk, 2 contacts, sorties coudées, à souder sur circuit imprimé, référence MOLEX 22-05-7028.

CN2 : Bornier à vis 2 contacts, bas profil.

L1 : Bobine de 120 spires sur mandrin 6,5 mm (voir le texte)

J1 : Connecteur pour écouteur (jack Ø 6 mm ou Ø 3,5 mm)

### Condensateurs

C1, C2, C3, C4, C8 : 100 nF

C5, C6, C7, C9, C10 : 10 nF

C11 : 10 µF / 25 V

C12 : 220 µF / 25 V

### Résistances 1/4 W/5 %

R1, R5, R7, R8, R9, R10, R11 : 10 kΩ

(Marron, Noir, Orange)

R2 : 1,5 MΩ (Marron, Vert, Vert)

R3, R4 : 39 kΩ (Orange, Blanc, Orange)

R6 : 1 kΩ (Marron, Noir, Rouge)

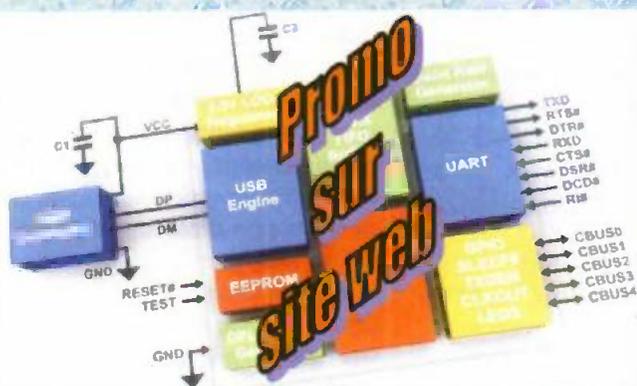
### Semiconducteurs

T1, T2, T3, T4, T5, T6 : 2N2222A

REG1 : LM7805 (5 V) en boîtier TO92

D1 : 1N4001

## USB SERIE COMPLET



- Composant USB vers Série en un seul composant avec eeprom, horloge cpu.
- Drivers port virtuel pour Windows, Linux, ou DLL pour Windows, Linux, MAC gratuits, Exemples en C++, VB, Delphi, Labview fournis,
- Kits d'évaluation en différents formats.

## EBCONNECTIONS

3 Rue St Vincent Paul 89420 Ragny  
Tél : 0820 900 021 Fax : 0820 900 126  
Site Web : [www.ebconnections.com](http://www.ebconnections.com)

## MEDIALVISION

Grossiste pour « US BLASTER France »

214, rue de Charenton - 75012 Paris

Tél. : 01 43 40 43 36 - [www.medialvision.fr](http://www.medialvision.fr)

email : [com@medialvision.com](mailto:com@medialvision.com)

### Medi@lvision Electronique/Informatique



Accessoires pour ordinateur portable  
Toutes les marques chez Medialvision France  
Lecteur DVD pour ordinateur portable à partir de 35 €



Clé USB  
1 Go  
23,10 € TTC



Compatible DIVX

DVD portable avec 2 écrans double lcd  
328,50 €



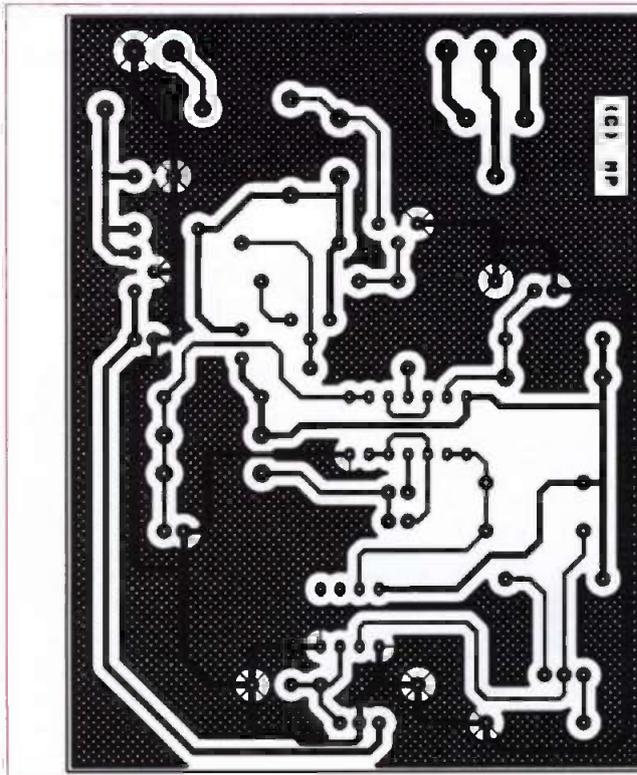
CARTE À PUCE

DVB-T RECEIVER T300  
57,50 € TTC



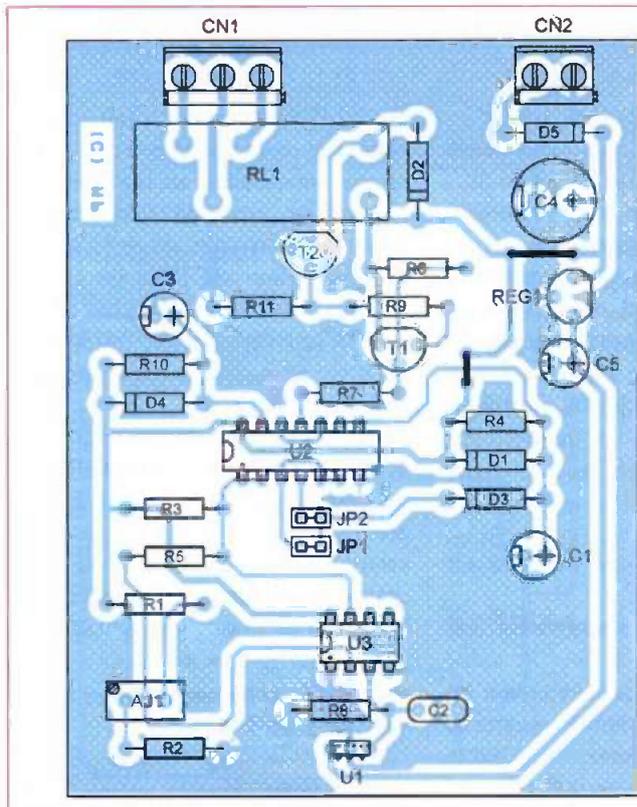






2

**Dessin des pistes cuivrées**



3

**Insertion des composants. Le capteur à effet HALL est soudé de telle façon que sa référence (marquage) se trouve orientée vers l'extérieur du module**

endommagé. En guise de strap, vous pourrez souder un fil directement sur le circuit imprimé (en lieu et place de JP1 ou JP2). Dans ce cas, il sera préférable de faire un essai du montage avec l'aimant final avant de l'installer à son emplacement définitif. Cela vous permettra de vous assurer

que le champ magnétique est bien détecté en fonction du sens de l'aimant. Notez qu'il est possible de remplacer le circuit U2 par un CD4011, ce qui modifie légèrement les constantes de temps choisies pour ce montage, mais cela reste acceptable.

## Nomenclature

### Divers

- Aj1 : Ajustable 100 kΩ vertical 25 tours (pattes au pas de 2,54 mm)
- CN1 : Bornier de connexions à vis, 3 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas
- JP1, JP2 : Jumper au pas de 2,54 mm
- RL1 : Relais FBR611 ou équivalent (bobine 12 V, 1 contact repos/travail)
- CN2 : Bornier de connexions à vis, 2 plots, au pas de 5,08 mm, à souder sur circuit imprimé, profil bas.

### Condensateurs

- C1, C3 : 22 μF/25 V
- C2 : 100 nF
- C4 : 470 μF/25 V
- C5 : 10 μF/25 V

### Résistances 1/4 W/5 %

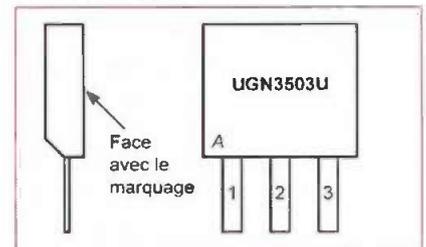
- R1, R2, R6 : 100 kΩ (Marron, Noir, Jaune)
- R3, R7, R8 : 10 kΩ (Marron, Noir, Orange)
- R4 : 220 kΩ (Rouge, Rouge, Jaune)
- R5, R10 : 470 kΩ (Jaune, Violet, Jaune)
- R9 : 4,7 kΩ (Jaune, Violet, Rouge)
- R11 : 47 kΩ (Jaune, Violet, Orange)

### Semiconducteurs

- T1 : 2N2907A
- T2 : 2N2222A
- U1 : UGN3503 (capteur à effet HALL à sortie linéaire)
- U2 : CD4093B ou HEF4093B
- U3 : LM311
- D1, D3, D4 : 1N4148
- D5 : 1N4001
- REG1 : Régulateur 78L05 (5 V) en boîtier TO92

4

**Capteur à effet HALL de type UGN3503 avec repérage de ses broches**



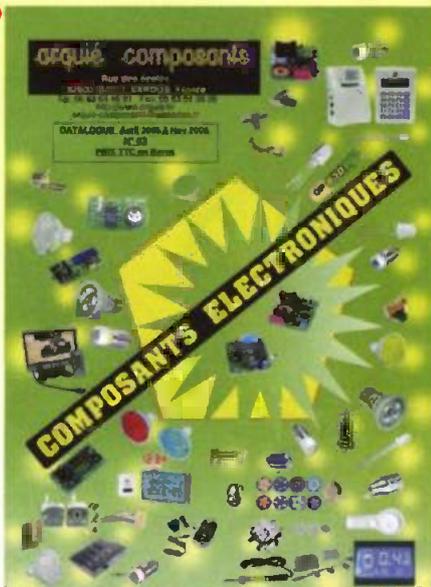
Pour terminer, sachez qu'il est possible de déporter le capteur U1 de 10 à 20 centimètres du montage, sans aucune difficulté. Cela pourra être utile si vous souhaitez installer le montage dans un emplacement exigü.

P. MORIN

# arqué composants

Rue de écoles 82600 Saint-Sardos France  
Tél. 05 63 64 46 91 Fax 05 63 64 38 39  
SUR INTERNET <http://www.arque.fr/>  
e-mail : [arque-composants@wanadoo.fr](mailto:arque-composants@wanadoo.fr)

Catalogue N°63



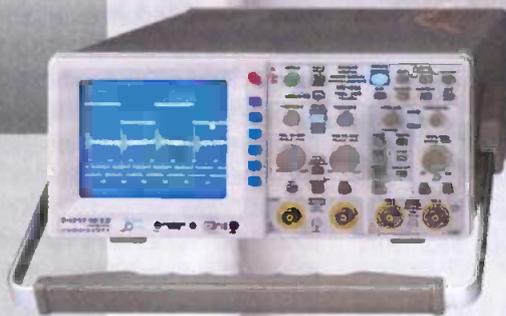
Nouveau catalogue N°63

Afficheurs.  
Alimentations.  
Caméras. Capteurs.  
Cartes à puces.  
Circuits imprimés.  
Circuits intégrés.  
Coffrets. Condensateurs.  
Cellules solaires.  
Connectique.  
Diodes. Fers à souder.  
Interrupteurs.  
Kits. LEDs.  
Microcontrôleurs.  
Multimètres.  
Oscilloscopes. Outillage.  
Programmateurs.  
Quartz. Relais.  
Résistances. Transformateurs.  
Transistors. Visserie.  
Etc...

BON pour CATALOGUE FRANCE: GRATUIT (3,00 € par: DOM, TOM, UE et autres pays)

Nom: ..... Prénom: .....  
Adresse: .....  
Code Postal: ..... Ville: .....

Plus que  
seulement  
numérique.



HM1508 CombiScope®

1 GSa/s d'échantillonnage  
temps réel,  
10 GSa/s d'échantillonnage  
temps équivalent

1 MPts de mémoire par voie  
avec HAMEG Memory Zoom

[www.hameg.com](http://www.hameg.com)

**HAMEG**  
Instruments

# PERLOR RADIO ELECTRONIC

25, rue Hérold 75001 Paris Ouvert du lundi au samedi  
de 9h-18h30 - Métro : Les Halles (sortie rue Rambuteau) - Sentier  
Tél: 01 42 36 65 50 - Fax: 01 45 08 40 84

## COMPOSANTS ELECTRONIQUES

DE "A" COMME ACCUMULATEUR A "Z" COMME ZENER :  
LES COMPOSANTS ELECTRONIQUES POUR VOS REALISATIONS

### LE CIRCUIT IMPRIME

#### LE LABORATOIRE DU HOBBYISTE

Verticale, format utile 160x270mm,  
avec pompe diffuseur d'air  
et résistance thermostatée



La graveuse : 63 €



Machine à insoler compacte  
4 tubes actiniques. Format utile  
260x160mm. En valise  
345x270x65mm. En kit complet à  
monter, avec vitre, châssis, mousse,  
fils, visserie.

L'insoleuse : 90 €

Frais d'envoi : Insoleuse : 9 € - Graveuse : 7 € - Les deux : 11 €  
Et aussi, le matériel et les conseils pour fabriquer vos circuits imprimés.

#### FABRIQUEZ VOTRE CHASSIS A INSOLER

Le kit comprend : 4 tubes actiniques 8 watts (16x300mm) - 2 ballasts - 4 starters - 4 supports de starter - 8 douilles - le schéma électrique - le plan du coffret (format utile 160 x 280mm) - le mode d'emploi. L'ensemble : 42,00 € (Envois : 7,00 €)

#### Fabrication de circuit imprimé

A L'UNITÉ ou petites quantités - Délai 24/48 heures (hors W.E)  
Fabrication assurée par nos soins. Tarif sur simple demande.

Logiciel CIAO4 Dessin de circuit imprimé simple ou double face.  
Version Windows du célèbre CIAO. Routage manuel. Prise en main très rapide.  
Simple et efficace.

CIAO4 : 140 €

#### INITIATION A L'ELECTRONIQUE

SANS SOUDURE : BOITES D'EXPERIMENTATION. Les  
composants sont pré-montés sur un plateau et équipés de  
connecteurs à ressort. Manuel détaillé et pédagogique.  
Coffret 130 montages ..... 69,00 €  
Coffret 30 montages ..... 32,00 €  
Coffret 10 montages ..... 24,00 €

AVEC SOUDURE LES MINI-KITS. Simples, économiques,  
amusants. 40 réalisations.

**Nouveautés**  
MK157 Journal défiant miniature ..... 24,95 €  
MK155 Message magique ..... 18,95 €  
MK150 Dè magique ..... 13,95 €  
MK147 Stroboscope à leds blanches ..... 9,95 €  
MK143 Torche à leds blanches ..... 9,95 €

#### LES MODULES AUREL

Emetteurs et récepteurs. Datas, audio, vidéo. Nouveautés :  
Emetteur FM 4MAVPF10 ..... 14,80 €  
Récepteur FM 4MSOFMSOSF ..... 27,80 €

#### LES LIVRES

Emetteurs et récepteurs HF ..... 23,00 €  
Radiocommandes à modules HF ..... 23,00 €  
Surveillance électronique ..... 23,00 €  
Alarme et sécurité ..... 26,50 €

#### PROGRAMMATION

Pour microcontrôleurs Microchip PIC  
En kit : KB048 ..... 41,00 €  
Monté : PCB110 ..... 53,33 €  
Pour cartes Gold, Silver, Fun, Monté: Multipro USB phoenix ..... 50,00 €

#### LES LIVRES

S'initier à la programmation des PIC ..... 36,00 €  
Apprendre la programmation des PIC ..... 56,00 €

#### LES KITS VELLEMAN Nouveautés

KB055 interface USB d'expérimentation ..... 41,00 €  
KB051 émetteur IR 15 canaux ..... 20,00 €  
KB050 récepteur IR 15 canaux ..... 30,00 €  
KB049 émetteur IR 16 canaux ..... 66,00 €  
KB048 programmeur de PIC ..... 41,00 €  
KB047 enregistreur 4 canaux ..... 45,00 €  
KB046 écran tactile 8 canaux ..... 67,00 €  
KB045 8 messages programmables ..... 53,00 €  
KB044 générateurs d'effets lumineux 12v ..... 35,00 €  
KB035 compteur universel ..... 36,00 €

#### LES CAMERAS VIDEO

Caméras noir et blanc, caméras couleurs,  
Moniteurs, commutateurs vidéo, quads,  
Câbles vidéo, objectifs, magnéscope time  
lapse, émetteurs vidéo...  
Catalogue complet sur simple demande. Extraits :  
Caméra ZWH1A : noir et blanc, capteur CCD, 380 lignes TV,  
Boîtier métal 36x36mm ..... 93,00 €  
Caméra ZWH1A : couleur ci-dessus,  
mais objectif tête d'épingle ..... 101,00 €  
Caméra COU1A : couleur, capteur CCD,  
330 lignes TV, boîtier 36x36mm ..... 135,00 €  
Contrôleur de magnéscope C755 : permet de déclencher  
automatiquement un magnéscope sur fermeture d'un  
contact d'alarme temporisée ..... 70,00 €

#### FRAIS D'ENVOI DOM-TOM-CEE-ETRANGER, nous consulter:

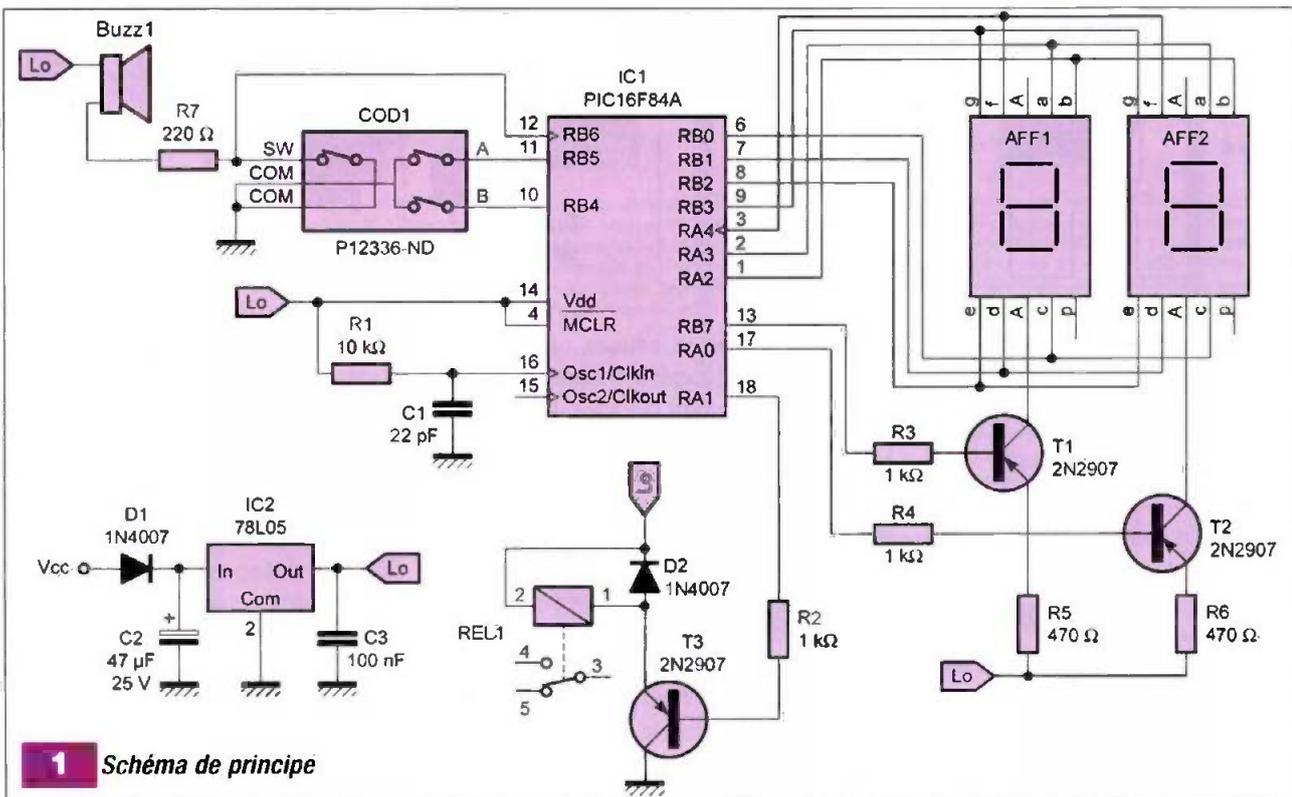
5 € jusqu'à 23 € de matériel - au-dessus : 8 € jusqu'à 5 kg.

Envoi PAR RETOUR : contre chèque ou mandat joint à la commande.  
Les prix indiqués dans ces colonnes sont donnés à titre indicatif, pouvant varier  
en fonction du prix des approvisionnements.

CARTE BLEUE  
ACCEPTÉE  
AU MAGASIN ET PAR  
CORRESPONDANCE

FRANCOCOMEDI.FR





**1** Schéma de principe

La patte RB6 du PIC peut au besoin être connectée à un petit haut-parleur. Vous entendrez alors un petit bip à chaque rotation d'un cran de l'encodeur.

## Fonctionnement logiciel

Même s'il est aujourd'hui un peu dépassé par ses cousins (PIC18 et autres), notre bon vieux 16F84A fait ici parfaitement l'affaire. Son boîtier de 18 pattes occupe un minimum de place et pas une entrée/sortie ne reste inutilisée. La mémoire "Data EEPROM" de 64 octets permet de stocker le code secret et le mode de fermeture du relais.

Les nombres y sont stockés à la suite les uns des autres en partant de l'adresse (0) et la fin de combinaison est signalée par la valeur (00). L'adresse (63) contient le mode d'ouverture de la serrure (bistable ou temporisé par pas de 10 secondes). Le timer interne est configuré pour générer une interruption toutes les 6 ms. C'est la base de temps servant au rafraîchissement des afficheurs et au compte à rebours avant le passage en mode veille.

Les figures 2 et 3 précisent le fonctionnement et le brochage de l'enco-

deur rotatif. Le mouvement de l'axe est détecté après chaque front descendant sur la patte A qui sert alors de référence à la mesure du déphasage entre les deux contacts A et B (disposés à 90°). Ceci permet de connaître le sens de rotation.

On lira donc l'état du contact B à chaque front descendant de A. Si B est au niveau "haut", l'encodeur tourne dans le sens horaire, sinon c'est le sens anti-horaire (à gauche). Le signal SW correspond au contact actionné en appuyant sur l'extrémité de l'encodeur. Ce sera notre bouton de validation.

## Réalisation

Le circuit imprimé et l'implantation des composants de la version "relais" sont représentés sur la figure 4 et ceux de la version "PC" sur la figure 5.

Grâce à quelques contorsions sous les afficheurs, presque toutes les liaisons ont pu être faites sur une seule face. Il ne reste qu'un seul strap à ne pas oublier sous le PIC (IC1). La photogravure devra être soignée car les pistes sont parfois assez fines en particulier sous les afficheurs.

Un foret de diamètre 0,8 mm pourra

être utilisé pour l'ensemble du montage, sachant que c'est vraiment le diamètre maximum pour les pastilles les plus fines. Seules les cinq pattes de l'encodeur devront être légèrement agrandies.

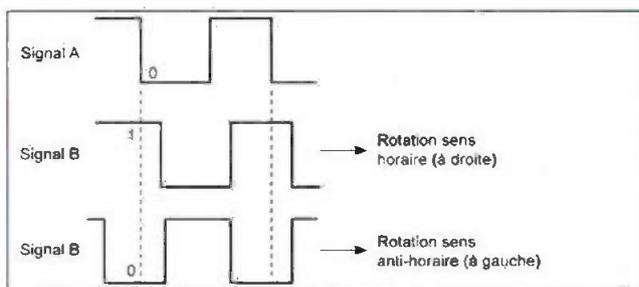
Le circuit étant prévu pour être implanté en face avant, commencez avant tout par vérifier que la hauteur des différents composants soit compatible avec l'installation prévue. Il sera probablement nécessaire de surélever les afficheurs et l'encodeur au moyen de supports de CI ou de barrettes sécables "tulipe". On peut aussi utiliser du mastic époxy pour bloquer l'encodeur surélevé.

## Programmation

Le PIC16F84A étant particulièrement répandu, vous avez le choix entre de nombreux modèles de programmeurs et logiciels (ICPROG, WinPIC, Topic, etc.).

Il est également possible d'utiliser un programmeur de cartes à puces du type "GoldCard" dont il constitue le cœur.

Quelques liaisons devront alors être faites entre le connecteur de carte et le support de PIC qui devra être adapté le temps de la programmation :

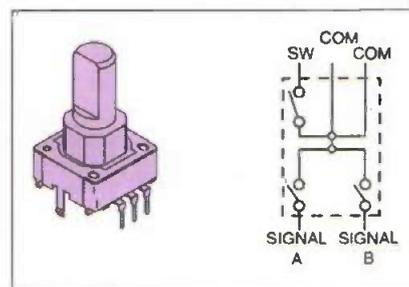


2

**Fonctionnement de l'encodeur**

3

**Brochage de l'encodeur**



Carte ISO	PIC16F84	Fonction
1	14	Vcc
2	4	MCLR\
3	12, 16	CLK
5	5	GND

Comme d'habitude, vous pourrez trouver le code exécutable " COFFRE.HEX " sur le site Internet de la revue à l'adresse : <http://www.electroniquepratique.com>. N'hésitez pas également à contacter l'auteur si vous désirez obtenir plus de renseignements sur le fonctionnement du montage, ou le programme source.

## Mise en marche et utilisation

Une fois terminé, le montage doit fonctionner tout de suite et afficher le nombre (01). N'oubliez pas que l'affichage s'éteint au bout d'une minute sans aucune intervention de l'utilisateur. Le code fixé par défaut dans la mémoire EEPROM est alors (19-6-8). Commencez par afficher (19), validez en appuyant sur l'axe de l'encodeur, idem pour (6) et (8). Attention à ne pas faire d'erreur, car

dans ce cas la serrure ne renverra strictement aucune indication particulière et restera bloquée. Seul le fait de tourner à fond l'encodeur à droite au-delà de (99), permet de remettre le pointeur à zéro et de recomposer une nouvelle combinaison (le passage de (01) à (99) est par contre sans effet). Lorsqu'un code correct est entré sans erreur, le relais se colle et le symbole " On " est affiché. C'est uniquement à ce moment qu'il est possible de changer le code ainsi que le mode de fermeture du relais. La **figure 6** résume la phase de reprogrammation de la serrure.

Dès la fermeture du relais, vous disposez en fait de deux secondes pour appuyer cinq fois successivement sur l'encodeur.

Le message " SC " s'affiche alors, signalant que vous êtes bien entré en phase de programmation du code (Set Code).

Faites attention, car chaque nouvel appui sur l'encodeur provoque la mémorisation du nombre réglé.

Une rotation à fond à droite entraîne ici aussi la remise à zéro du pointeur de code en cas d'erreur.

La programmation ne s'arrêtera qu'en tournant l'encodeur à fond à

gauche de (01) à (99).

C'est alors le moment de régler le mode de fermeture du relais. Les valeurs possibles vont de 't0' à 't9'.

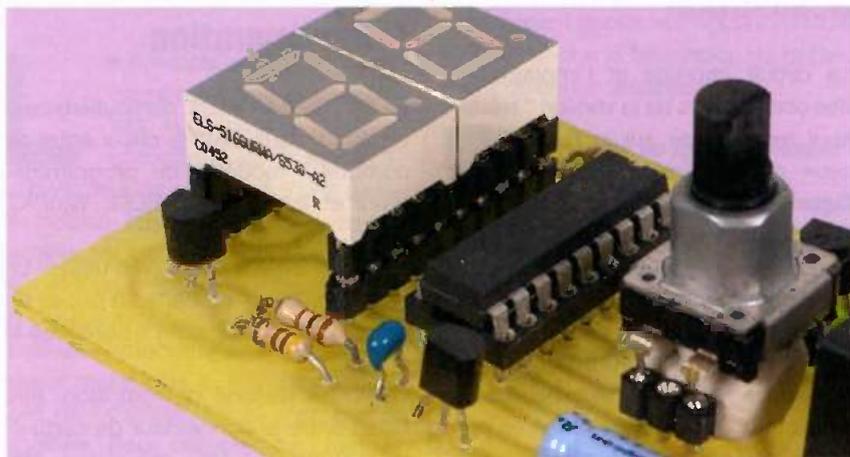
- 't0' correspond au mode bistable. La sortie reste active jusqu'à ce que l'on réappuie sur l'encodeur pendant une seconde. C'est le mode qu'il faudra utiliser pour commander un PC.
- 't1' active la sortie uniquement pendant deux secondes,
- de 't2' à 't9', le temps d'activation est à chaque fois augmenté de dix secondes.

Le réglage définitif est mémorisé dès le premier appui sur l'extrémité de l'encodeur, le signal de validation " On " est à nouveau affiché, la serrure est activée et retourne en fonctionnement normal.

## Réalisation de la version PC

Les mêmes remarques s'appliquent ici, puisqu'il s'agit en fait du même montage. Seule la partie commande du relais et le régulateur ont été supprimés (composants C2, D1, D2, T3, IC2, REL1). Le circuit imprimé a donc été légèrement réduit au passage.

La nouvelle difficulté (non négligeable) sera maintenant de brancher le montage sur le connecteur de l'alimentation ATX de votre PC. Le montage sera maintenant directement alimenté par la patte " 5 V Stand By " qui fournit une tension dès que le PC est connecté au secteur. Il s'agit de la patte (9) du connecteur ATX. Ce fil est le plus souvent violet, parfois vert (**figure 7**). La masse du montage sera connectée à la patte (7), fil noir du connecteur (équivalente à 3, 15, 16, ou 17). Vous pourrez utiliser des dominos, de la gaine thermorétractable, mais dans tous les cas, il ne faudra pas hésiter à couper les trois



**Les afficheurs et l'encodeur sont surélevés du circuit imprimé au moyen de barrettes sécables " tulipe "**

## Nomenclature

### Résistances

R1 : 10 k $\Omega$   
 R2, R3, R4 : 1 k $\Omega$   
 R5, R6 : 470  $\Omega$   
 R7 : 220  $\Omega$  (régler suivant le volume sonore souhaité)

### Condensateurs

C1 : 22 pF  
 C2 (\*) : 47 $\mu$ F / 25 V  
 C3 : 100 nF

### Semiconducteurs

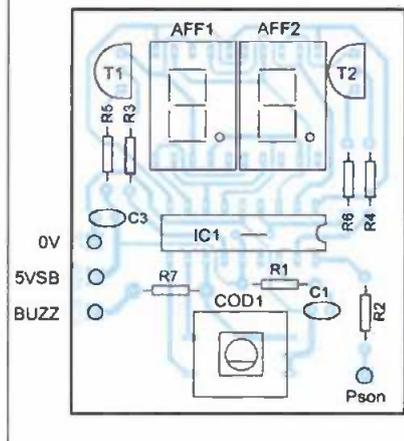
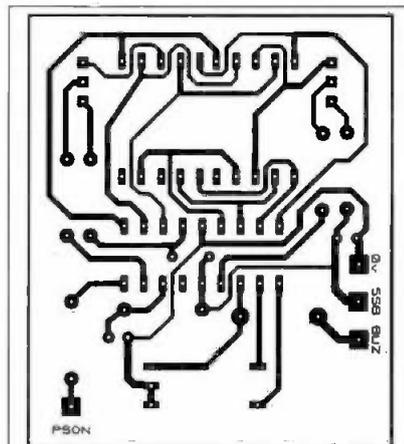
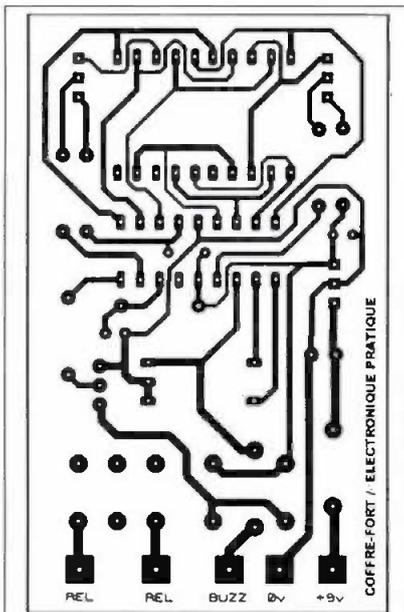
T1, T2 : 2N2907  
 T3 (\*) : 2N2907  
 D1, D2 (\*) : 1N4007  
 AFF1, AFF2 : afficheurs à anodes communes, D350 (TDSR5150) 18 x 13 mm  
 IC1 : PIC16F84A  
 IC2 (\*) : 78L05

### Divers

COD1 : encodeur rotatif type P12336-ND  
 REL1 (\*) : relais DIL 2RT/5 V (20 x 10 x 10 mm)  
 Buzz1 : buzzer piézo ou mini haut-parleur (\*composants inutiles pour la version PC)

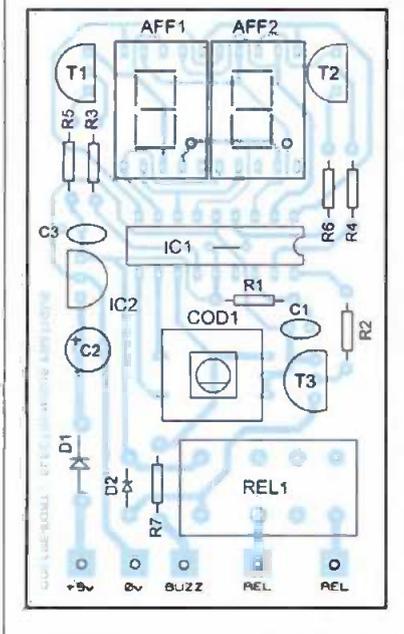
### Liens :

<http://www.qsl.net/dl4yhfl/wlmpicpr.html> pour tout savoir sur Winpic  
<http://www.id2.cz/jdm2.htm> schémas de programmeurs JDM  
<http://www.microchip.com> le site officiel du fabricant



Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments pour la version "PC"

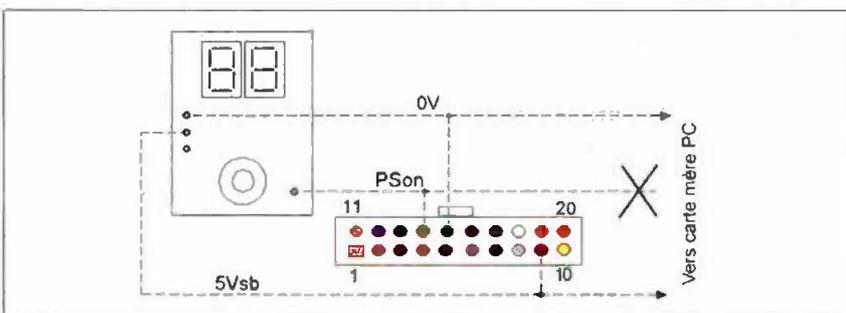
5



Tracé du circuit imprimé et implantation des éléments pour la version "Relais"

4

## 6 Reprogrammation de la combinaison



7

Le montage est branché sur le connecteur de l'alimentation ATX du PC

fils utilisés venant du bloc alim, pour pouvoir refaire des connexions solides. La commande de mise en fonctionnement de l'alimentation se trouve sur la patte PSON (14). Tant qu'elle est au niveau " bas ", l'alimentation est connectée. Il s'agit généralement d'un fil vert (parfois gris). Celui-ci pourra être entièrement détourné et aiguillé sur la patte " PSON " de notre serrure, à partir du moment où elle seule permettra d'allumer et d'éteindre le PC.

Il va de soi qu'il faudra débrancher le cordon d'alimentation secteur du PC avant de réaliser les connexions. Quelle que soit la méthode de connexion utilisée, assurez vous que les fils sont bien isolés et vérifiez plutôt deux fois qu'une avant de sectionner un conducteur. Pour se repérer, la priorité va au numéro de broche du connecteur ATX, car en faite, les couleurs des fils ne semblent pas encore tout à fait standardisées.

G. SAMBLANCAT  
 g.samblancat@free.fr

## VENDS

Tubes audio neufs 300B-GM70-12AT7WA-PCC189 Philips-ECC189 Philips-ECL200-6N6P (ECC99)-PTT2S-12SN7 GTA (General Electric)-EL86 (Haltron)-6V6-6L6, etc. Tél. : 05 59 39 60 23

Oscilloscope Hameg 203-7 2 x 20 MHz : 200 € (+13 condo 15000 µF/100V); Scanner programmable 500 canaux PSR-225 : 120 €; Multimètre de poche Metrix MX3000 : 30 €; Pince ampèremétrique ITC220 (= DCM 97 k) : 25 €; Ordinateur portable Power Book G4 1,5 GHz/8060/17" : 1100 €. Tél. : 06 17 54 33 60

Altivar 16 ATV 16U29N4, square D, télémeccanique (neuf). Moitié prix du neuf. Tél. : 06 32 16 94 21

Tube d'émission Thomson-CSF, neuf, TH 3T 2100B. Prix : 950 €. Tél. : 01 34 65 39 40

85 revues *Radio Plans*, 0,50 € l'une en bloc, envoi port dû ou par 20 : 0,60 € l'une, poste 7 €. M. Martin Tél. : 03 84 48 60 28

Platine Vintage Garrard 3000 sans socle : 250 €. Tél. : 02 47 45 37 20

Alim. BES 220 V/48 V 5A C/C Rég; Ampli Crest Audio CA9 2 x 1250 W; Table BST-Hife 206; Table Acustica MX 12/2F; Enceintes Hi-Tech 800 W RMS 3 voies + Proman 400 W RMS 2 voies. Tél. : 03 25 87 11 90

Tubes à vide ECC82 ou E82CC; tubes à vide miniatures chauffage 1,4 V continu. Tél. : 03 81 52 66 65

Banc à insoler double face tout neuf, CIF, MOD DP 134. Valeur : 1260 €. Cédé 600 €. Tél. : 04 68 83 39 74

2 pav. bois style Iwata : 600 €; Comp. 1,4" Radian 636 PB 8 Ω : 400 €; 2 HP 38 IMG (Monacor) : 400 € avec emb.; Ampli transistors double mono et push-pull (2 transfo.) 2 x 50 W, cl. AB Silver : 600 €; Préampli (ligne + phono MM) : 100 €; Ampli NRDS n°256/257 pseudo triode (mosfet) DBL push-pull (composants triés), 2 x 50 W : 800 €. Tél. : 06 16 49 50 82

2 amplis à tubes 360 W, préampli correcteur incorporé 6 entrées symétriques : 150 € l'un; 2 amplis à tubes 120 W, préampli 3 entrées : 65 € l'un. Tél. : 02 41 34 13 16

Oscilloscope Schlumberger 5220, 2 x 100 MHz, 2 x Bdt retard numérique, notice française : 250 €. M. Villette. Tél. : 04 94 57 96 90

2 comp. Radian 1,4", 2 HP38, 2 pav. bols. Tél. : 06 16 49 50 82  
Cause maladie vds intégré PP 845 2 x 35 W RMS (double mono), transfos ACEA, tous compos. audiophiles, 70 kg : 3200 €. Tél. : 03 26 97 77 03

Bandes magnétiques ø 18; Alfa 1100 m neuve; 6 BASF 750 m; Schamrock 732 m; Schamrock 680 m; 2 Schamrock 365 m; Hifi neuve avec coffrets; 3 Schamrock 550 m; Scotch prof. 365 m neuve; 4 bandes 365 m; Philips ø 15, 565 m; Kodak neuve ø 13, 219 m; bande ø 11, 540 m; 21 coffrets de rangement plastiques à l'horizontal : 4 € (+ port) Tél. : 02 33 52 20 99

Tubes à vide E82CC, 6L6GC. Série miniature, 6V6, bas prix. Tél. : 03 81 52 66 65

2 transfos sortie + 2 alim. + selfs pour 300B et 310A : 420 €; 2 transfos sortie 9000 Ω pour 2 ECL86 + alim. : 150 €; Transfos cellule pour tout type de MC : 30 €; Transfo 230 V/230 V 500 VA : 75 €; Transfos 600 Ω + 10 kΩ : 40 €. Tél. : 06 30 62 44 30

## RECHERCHE

Lampemètre ou pentemètre Metrix en l'état. Possibilité de me déplacer pour récupérer l'appareil. Faire offre. Tél. : 03 21 35 30 52

Doc. ampli Beomaster 1900 type 2903. Faire offre. Tél. : 01 43 02 03 34

Mode d'emploi Oscilloscope Philips Modèle GM5653. Guy Mestré. Tél. : 00 32 474 73 75 07 (Belgique)

Ampli HYB réf. STK 8050 New Class A équipant le Technics SU-V4 New Class A et schéma Uher Royal de luxe. Faire offre. Tél. : 03 80 61 40 31 (répondeur)

Imprimante HP500 en état de fonctionnement. Tél. : 02 96 22 20 02

Haut-parleur spécial n°1476 « Signalisation et protection des circuits ferroviaires », n°1637 (novembre 1978) « Commande des trains HO par courant porteur ». Fernand Berner 22, rue Jeanne d'Arc 57570 Cattenom.

Schéma pour tuner Fisher modèle 600T, n°série 42975. Tél. : 03 81 52 66 65

EMT-Ampex-Melodium-Schoeps-Neumann-Pultec-UTC-Partridge-Ortofon-Scott-Studer-AGK-Fairchild-PYE-Girardin-Bourdereau-Goodmans-Tannoy-Fisher-Atoll-Clement-Thorens-Garrard-TAD-Altec-Peerless-Tubes RS237-VF14-AC701K-Telefunken Tél. : 00 32 65 75 96 94/00 32 498 13 73 24 (Belgique)

Pour écoles, rech. dons UC Mac, portables PC ou Mac, même HS, troc matos Hifi, info, etc.

E-mail : [macchopes@free.fr](mailto:macchopes@free.fr) ou <http://macchopes.free.fr>

Schéma ampli Hitachi HA330. Récompense. M. Schaefer 1, rue du stade 41160 Moisy.

### IMPRELEC

102, rue Voltaire  
01100 OYONNAX  
Tél. : 04 74 73 03 66  
Fax : 04 74 73 00 85

e-mail : [imprelec@wanadoo.fr](mailto:imprelec@wanadoo.fr)

Réalise vos :

**CIRCUITS IMPRIMÉS** de qualité professionnelle SF ou DF, étamés, percés sur V.E. 8/10 ou 16/10, ceillots, trous métallisés, sérigraphie, vernis épargne, face alu. et polyester multi-couleurs. De la pièce unique à la petite série, vente aux entreprises et particuliers. Tarifs contre une enveloppe timbrée, par tél. ou mail.

Appareils de mesures électroniques d'occasion. Oscilloscopes, générateurs, etc.

**HFC Audiovisuel**  
29, rue Capitaine Dreyfus  
68100 MULHOUSE

Tél. : 03.89.45.52.11  
SIRET 30679557600025

## VOTRE ANNONCE GRATUITE

*Petites annonces gratuites réservées aux particuliers - Ecrire très lisiblement*

NOM : \_\_\_\_\_ PRÉNOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

CODE POSTAL : \_\_\_\_\_ VILLE : \_\_\_\_\_ TÉL. : \_\_\_\_\_

TEXTE DE L'ANNONCE : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# MONTAGES AUDIO

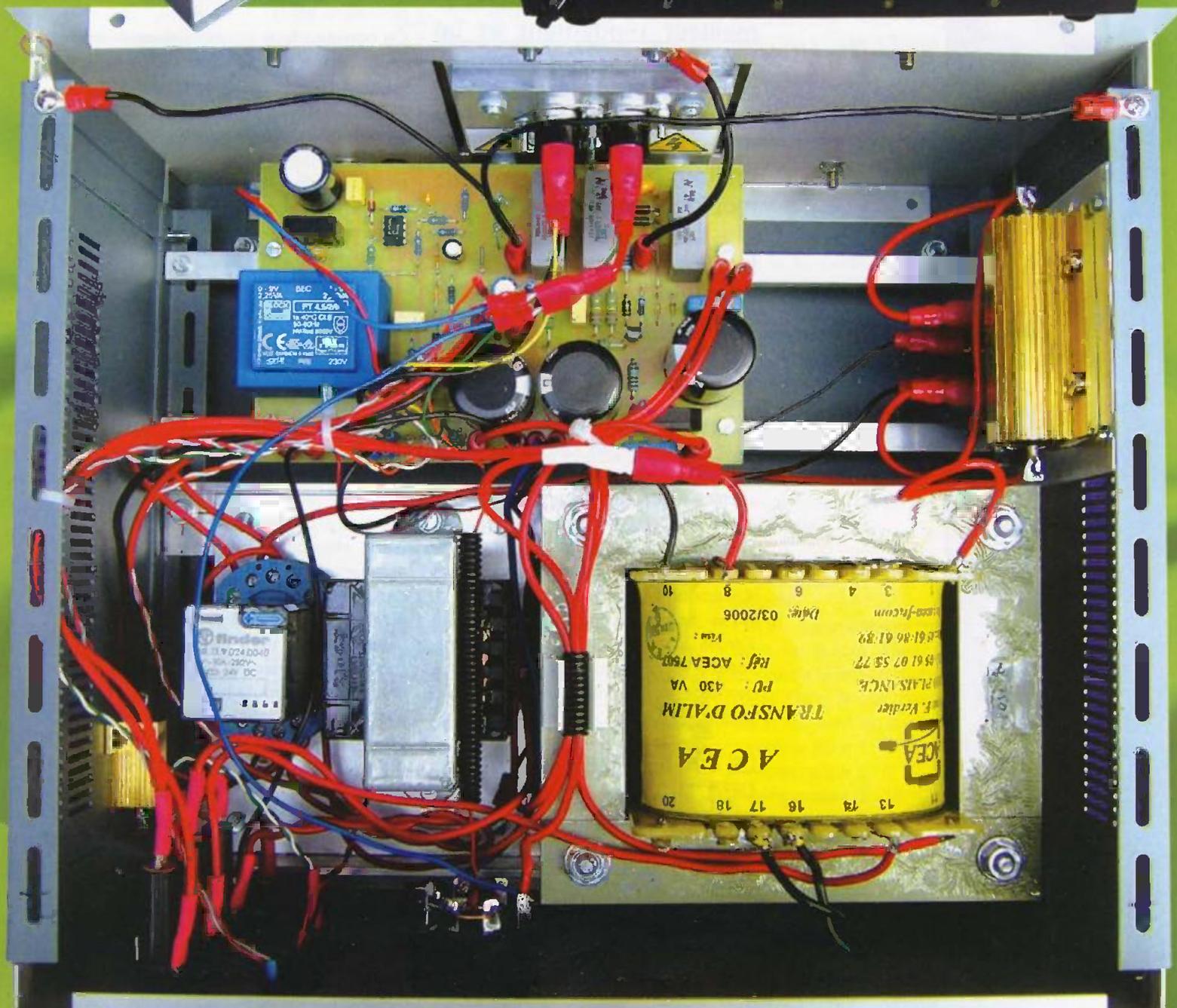
COURS N°26 : ET SI ON PARLAIT « TUBES »

LES PUSH-PULL ULTRA -LINÉAIRES

ET AUTRES PUSH-PULL CÉLÈBRES

AMPLIFICATEUR HAUTE FIDÉLITÉ À 5 VOIES

ET SON ALIMENTATION H.T. 485 V/850 mA



## DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE L'AMPLIFICATION DITE « DE PUISSANCE » (SUITE - VI)

### LES PUSH-PULL ULTRA-LINÉAIRES DE TÉTRODES ET PENTODES ET AUTRES PUSH-PULL CÉLÈBRES

Dans la 25<sup>e</sup> partie de notre cours, nous avons défini les conditions de fonctionnement des push-pull classiques de tétrodes et pentodes et nous avons montré que seule la classe dite « AB1 » permet d'obtenir le meilleur rendement et un taux de distorsion minimum pour une puissance maximale. Mais la nature humaine est ainsi faite... Malgré un taux de distorsion harmonique extrêmement faible (de l'ordre de 0.5 %), certains gourous et génies de l'audio dans les années cinquante s'évertuèrent à trouver encore mieux !

**C**e fut le but des deux compères David Hafler et Herbert Keroes qui s'attaquèrent « billes en tête » au problème et l'appliquèrent pour la première fois au célèbre amplificateur Williamson dont la conception datait de 1947 et qui fut perfectionnée par Williamson lui-même en 1949. Nous sommes en 1951. Hafler et Keroes inventent le « montage ultra-linéaire » qui reste jusqu'à ce jour le montage le plus utilisé en « audio de puissance à tubes ».

#### LE CAHIER DES CHARGES DE L'ULTRA-LINÉAIRE

Pour comprendre, il faut replacer dans son contexte la guerre qui faisait rage

dans les années 50 entre les aficionados du « push-pull » triodes (tel le Williamson original) et les passionnés de tétrodes à faisceaux dirigés (6L6, KT66, KT88, 6550, 807).

Hafler et Keroes définirent les caractéristiques idéales que devrait avoir un nouveau tube pour mettre tout le monde d'accord (*Audio Engineering*, novembre 1951) !

Ce nouveau tube devrait présenter les caractéristiques suivantes :

- Faible résistance interne identique à celle d'une triode
- Haute sensibilité d'entrée identique à celle de la tétrode afin de minimiser les problèmes de « drivers »
- Taux de distorsions harmoniques et d'intermodulation inférieurs à ceux des triodes et des tétrodes
- Rendement élevé afin de ne pas grever le prix de revient de l'amplificateur idéal.

#### QU'EST CE QUI DIFFÉRENCIE UNE TÉTRODE D'UNE TRIODE ?

Physiquement, c'est bien entendu la présence de la grille « écran ». Cette dernière procure au tube son extraordinaire efficacité. En contrepartie, elle augmente la résistance interne du tube dans de fortes proportions et participe au « son tétrode » dû essentiellement à la présence d'harmoniques impairs et fortement décriée par les amateurs du son « triode » réputé plus doux. Or, rien n'empêche de transformer une tétrode en « vraie » triode, il suffit de réunir la grille « écran » à l'anode. C'est le principe même du Williamson (figure 1a). Que se passe-t-il alors ?

Le réseau de caractéristiques  $i_a = f(V_a)$  à  $V_g = \text{constante}$  devient celui d'une

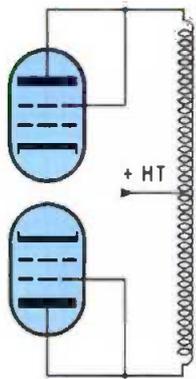


Figure 1a :  
Tétrade montée en triode

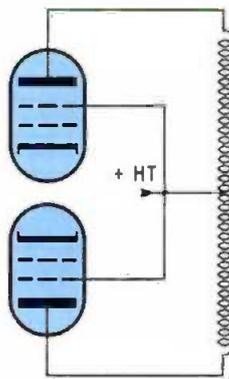


Figure 2a : Montage  
classique en tétrade

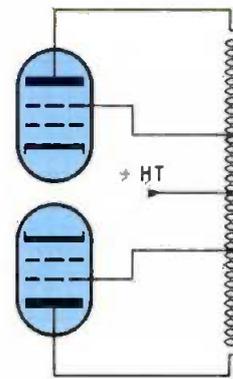


Figure 3a :  
Montage « ultra-linéaire »

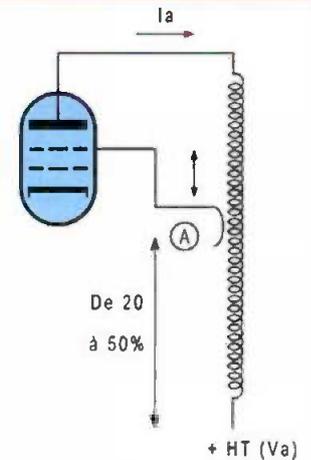


Figure 4a :  
Montage expérimental

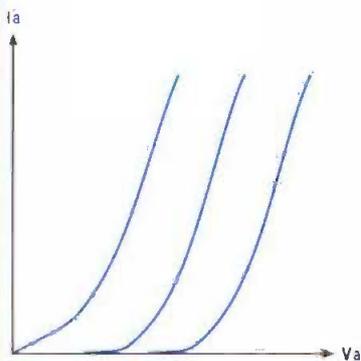


Figure 1b : Courbe  $I_a = f(V_a)$  à  $V_g = \text{constante}$  du montage triode

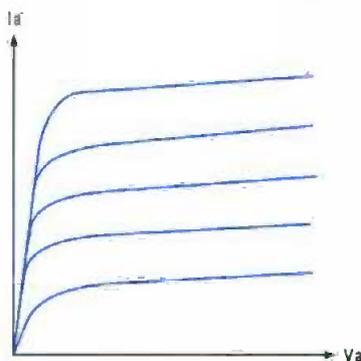


Figure 2b : Courbe  $I_a = f(V_a)$  à  $V_g = \text{constante}$  du montage tétrade

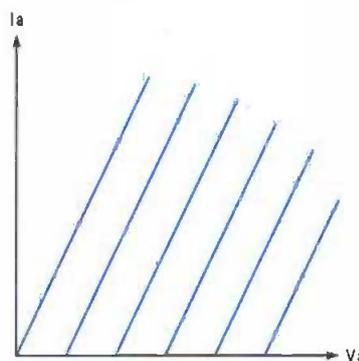


Figure 3b :  
 $I_a = f(V_a)$  en « ultra-linéaire »

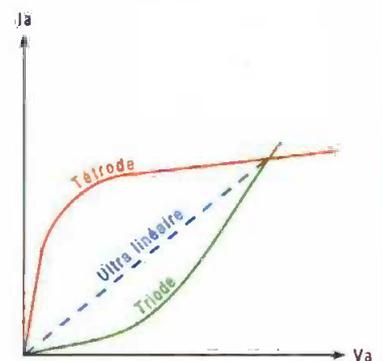


Figure 4b :  
Droite en « ultra-linéaire »

triode (figure 1b). Or, lorsque l'on passe de la figure 2 (a et b) « Caractéristiques du tube monté en tétrade (ou pentode) » à la figure 1 (a et b) « Caractéristiques du tube monté en triode », il doit exister une position intermédiaire de connexion de la grille « écran » sur le transformateur de sortie où le réseau de courbes intermédiaires doit lui aussi avoir l'aspect d'une série de « droites » (figures 3a et 3b).

C'est la base du raisonnement de Hafler et Keroes et c'est exactement ce qu'ils constatèrent. Ces droites étant « linéaires », on baptisa le montage « ultra-linéaire ».

## OÙ LES PROBLÈMES COMMENCENT...

Les deux compères, qui étaient aussi des hommes d'affaires, s'empressèrent de créer la société Acrosound qui fabri-

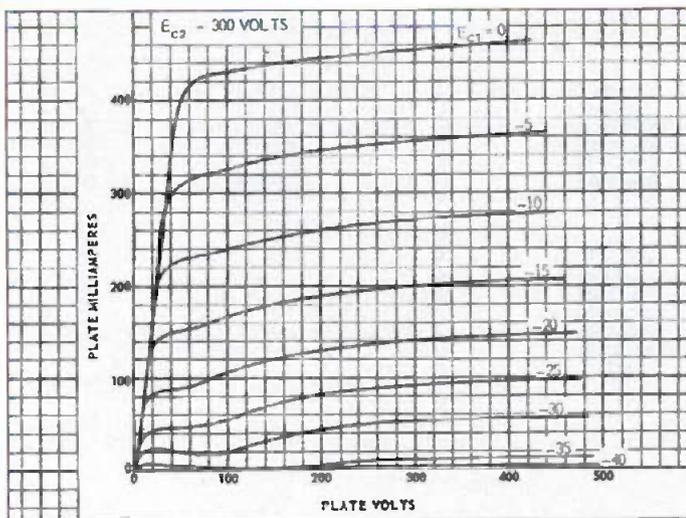
qua dès 1952 les transformateurs « ultra-linéaires » spécifiques pour chaque type de tétrade. Chaque tétrade ou pentode réagit, en effet, différemment en fonction de la position de la « prise d'écran » sur le transformateur de sortie.

Hafler et Keroes définirent expérimentalement la position du point précis de la prise d'écran sur leurs célèbres transformateurs Acrosound en fonction des tubes à utiliser. Un montage expérimental (figure 4a) permet de tracer le réseau de caractéristiques d'une tétrade (ou pentode) donnée. On déplace le curseur (A) sur l'enroulement primaire du transformateur jusqu'à l'obtention de la droite  $I_a = f(V_a)$ . La droite obtenue en position ultra-linéaire est représentée en figure 4b. La position moyenne de la prise « standard » se situe à environ 43 % du point milieu du transformateur. Les démonstrations mathématiques

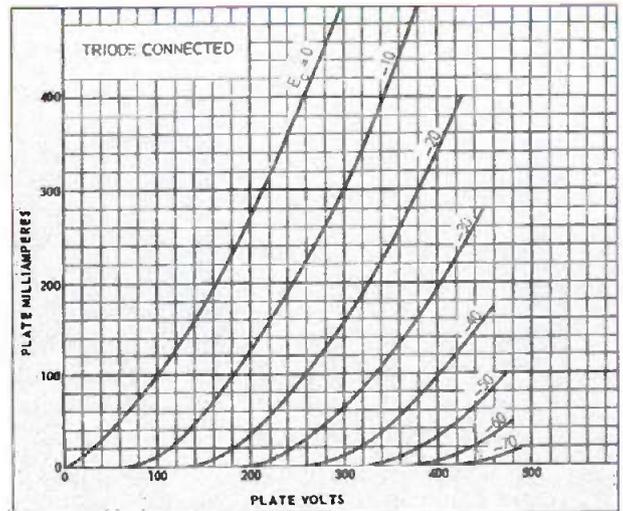
viendront bien plus tard. Elles seront toutes erronées car, contrairement à la légende et aux théories mathématiques étranges développées après coup, on comprendra, en pratique, qu'il ne s'agit pas là d'une « contre-réaction d'écran » mais bien d'une « réaction ». C'est pourquoi les premiers « ultra-linéaires », dont le Williamson, avaient une fâcheuse tendance à fortement osciller à haute fréquence. Cette réaction d'écran bien maîtrisée est un des atouts maîtres des montages ultra-linéaires. Ces montages sont « expanseurs », ce qui les rend particulièrement spectaculaires.

## AUJOURD'HUI, OÙ EN SOMMES-NOUS ?

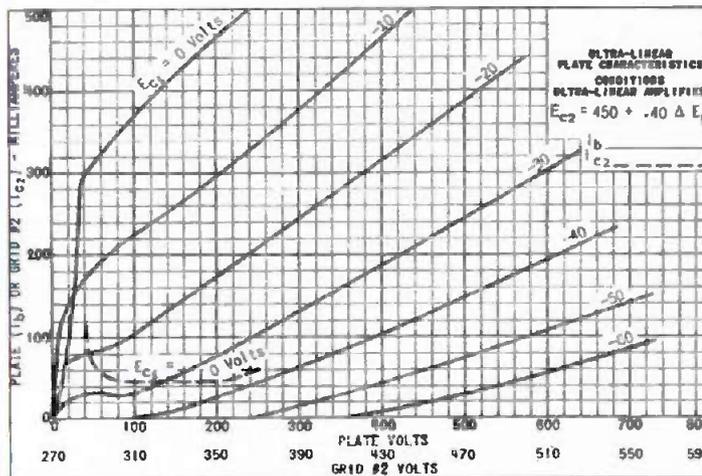
Le brevet de l'ultra-linéaire appartient désormais au domaine public. Tous les constructeurs s'étant inspirés des tra-



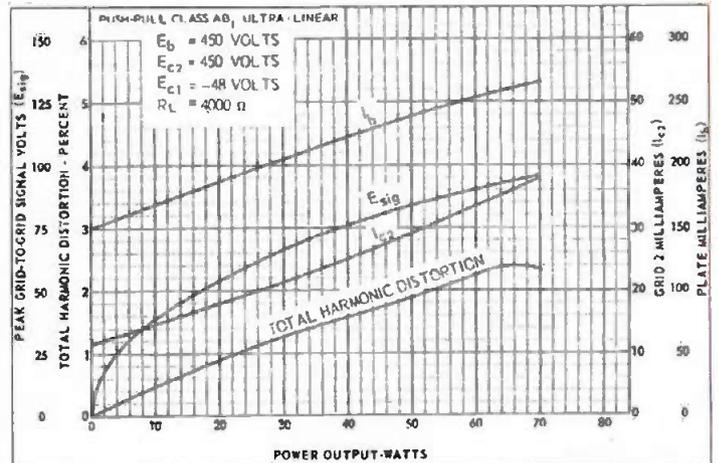
6550/KT88 - Connexion tétrode



6550/KT88 - Connexion triode



6550/KT88 - Connexion « ultra-linéaire » à 43 %



Taux de distorsion en ultra-linéaire : sans contre-réaction. 0,8 % à 20 W; 1,8 % à 50 W

Figure 5 : Courbes  $i_a = f(V_a)$  de la 6550/KT88 en triode, tétrode et ultra-linéaire (prise d'écran à 43 %) et courbes de distorsion en fonction de l'impédance de charge des deux tubes en push-pull

vaux de Hafler et Keroes fabriquent des transformateurs spécifiques pour chaque type de tube, les prises « écran » pouvant se promener de 20 % à 50 % sur le primaire des transformateurs. Certains auteurs récents, qui redécouvrent la poudre, vont même jusqu'à 70 % ! Ce qui signifie qu'ils n'ont rien compris au principe même de l'ultra-linéaire puisque, plus vous montez vers la partie supérieure du transformateur, plus vous vous rapprochez du fonctionnement en triode au détriment du rendement, de la puissance et du taux de distorsion !

À titre indicatif, nous vous livrons en figure 5 les courbes  $i_a = f(V_a)$  de la 6550/KT88 en triode, tétrode et ultra-

linéaire (prise d'écran à 43 %), ainsi que les courbes de distorsion en fonction de l'impédance de charge des deux tubes en push-pull. Vous pourriez placer la droite de charge sur le réseau ultra-linéaire selon la méthode que nous avons étudiée dans les précédents cours, mais le tableau 1 vous permettra plus simplement de choisir le transformateur à utiliser en fonction des tubes les plus courants.

Cela dit, faites confiance à votre fabricant de transformateurs. En principe, il sait ce qu'il fait. S'il vous livre un transformateur pour push-pull « UL », par exemple en EL34, soyez sûrs que la prise écran sera à la bonne place. Tous les fabricants de transformateurs pos-

èdent les caractéristiques standards des tubes, ainsi que les pourcentages de réaction d'écran.

## LES AUTRES MONTAGES ULTRA-LINÉAIRES

Avant Hafler et Keroes, il existait des constructeurs qui faisaient de l'ultra-linéaire sans le savoir. C'est le cas de Peter J. Walker en Angleterre avec le célèbre Quad 2. Certains puristes hurleront en disant : « C'est un montage à charge répartie ! »... Exact, mais je suis désolé, tous les montages à charge répartie où la tension d'écran est maintenue à une valeur rigoureusement fixe, sont « ultra-linéaires ».

C'est le cas du Quad 2 (figure 6).

Il faut, en effet, bien comprendre que le montage « UL » de Hafler et Keroes fait swinguer le potentiel cathode/grille « écran », la cathode étant à un potentiel fixe (la masse). Si vous faites swinguer la cathode au rythme de la modulation en gardant rigoureusement fixe la tension d'écran, cela revient strictement au même. D'ailleurs, Peter J. Walker ne s'y est pas trompé en réglant l'impédance de l'enroulement placé dans la cathode de ses KT66/6L6 à 43 % de la valeur totale de l'impédance du transformateur. Cet « ultra-linéaire sans le savoir » fut la clé d'une forte animosité entre Hafler et Walker qui explosa quelques années plus tard par presse interposée. Ces deux-là en arrivèrent même à se lancer des noms d'oiseaux peu compatibles avec la haute-fidélité !

## LES AUTRES MONTAGES DITS DE « PUISSANCE »

Il en existe plusieurs dizaines que vous croiserez au rythme de vos recherches. Tous ont leur justification : soit le rendement, soit la puissance, soit la réduction des distorsions. Tous s'inspirent néanmoins des mêmes principes : push-pull classique, ultra-linéaire, charge répartie, charge cathodique.

## LES MONTAGES À CHARGE CATHODIQUE

En faisant passer la charge des anodes à la cathode sans changer sa valeur, on obtient un montage dit à « cathode follower » (figure 7).

**Avantage :** le taux de distorsion, qui était de l'ordre de 4,5 % pour la 300 B, va tomber aux environs de 1 % (lire cours n°24 paru dans *Electronique Pratique* n°305). Avec une charge de 4000 Ω, l'impédance interne de la source tombe à 1250 Ω, bien que l'impédance de charge soit toujours de 4000 Ω. D'où un meilleur amortissement.

**Inconvénient (majeur) :** la totalité du swing aux bornes du transformateur se retrouve sur les cathodes des tubes, soit environ 200 volts (cours n°24).

Si l'on veut moduler le tube à fond pour

Type de tube	Z plaque à plaque		Puissance	Haute tension
		Prise E		
EL84/6V6	8000 Ω p/p	env. 20 %	10 à 15 watts	300 volts
6L6/KT66 807/5881	6600 Ω p/p	43%	20 à 40 watts	350 volts
6550/KT88 EL 34 ou PP parallèle KT66/807/5881	3800 Ω p/p	43%	50 watts	450 volts
6550/KT88 Polar. automatique EL34	5000 Ω p/p	43%	50 watts	500 volts

Tableau 1 : Montage « ultra-linéaire » - Classe AB1

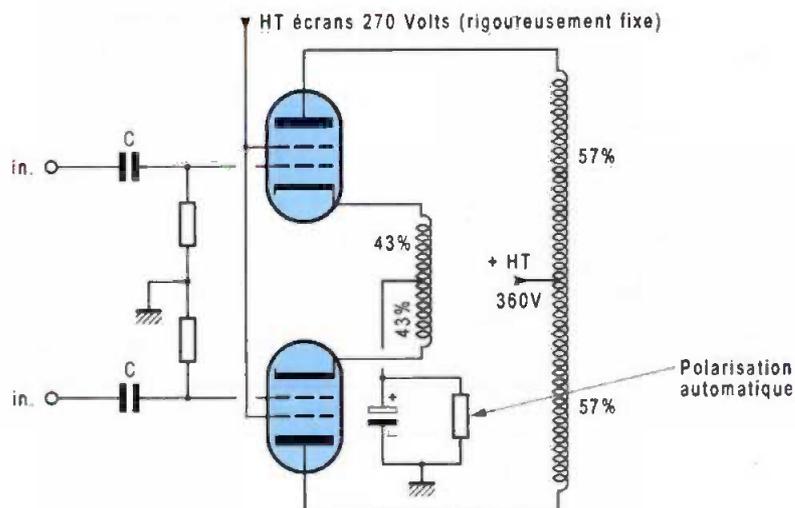


Figure 6 : Étage push-pull final du Quad 2 à charge répartie. Fonctionnement en « ultra-linéaire »

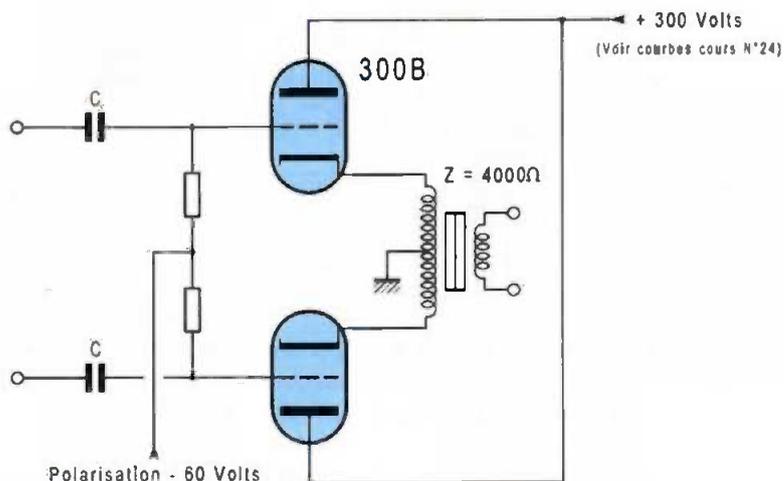


Figure 7 : Montage « cathode follower »

# PUSH-PULL ULTRA-LINÉAIRE ET AUTRES PUSH-PULL

TYPE DE CIRCUIT	RENDEMENT*		DISTORSION		COMPORTEMENT AUX VARIATIONS DE CHARGE			
	en %	Totale en %	Harmoniques dominantes	Sur charge résistive		Sur charge réactive		
				Faible	Elevée	Faible	Elevée	
Mono-triode	7	5,5	2	Moyen	Très bon	Mauvais	Bon	
Mono-tétrade ou penthode	43	13	3, 5, 7	Moyen	Mauvais	Mauvais	Mauvais	
Push-pull triodes à polarisation fixe	25,5	4,4	3	Bon	Très bon	Bon	Très bon	
Push-pull triodes à polarisation automatique	16	5	3	Moyen	Très bon	Moyen	Très bon	
Push-pull tétrodes ou penthodes	67	2	3,7	Bon	Mauvais	Moyen	Mauvais	
Push-pull tétrodes en ultra-linéaire	54	3,3	3	Bon	Bon	Bon	Bon	
Push-pull triodes à charge de cathodes	25,5	1	3	Bon	Très bon	Bon	Très bon	
Push-pull tétrodes à charge de cathodes	67	0,15	3,7	Bon	Mauvais	Moyen	Mauvais	
Push-pull tétrodes en ultra-linéaire à charge de cathodes	54	0,5	3	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	
Push-pull tétrodes à charge répartie	45	0,3	3,7	Bon	Mauvais	Moyen	Mauvais	
Push-pull tétrodes en ultra-linéaire à charge répartie	54	0,85	3	Très bon	Très bon	Très bon	Très bon	

\* Rendement = Puissance audio de sortie/Dissipation plaque

TYPE DE CIRCUIT	TENSION DE MODULATION	IMPÉDANCE INTERNE	POINTS CRITIQUES À SURVEILLER
	CRÊTE (VOLTS)	(X CHARGE)	
Mono-triode	40	0,375	Transformateur de sortie : risque de saturation par courant continu
Mono-tétrade ou penthode	36	11,5	Transformateur de sortie : risque de saturation par courant continu
Push-pull triodes à polarisation fixe	90	1,4	Bonne régulation de l'alimentation haute tension
Push-pull triodes à polarisation automatique	70	0,4	Valeur critique de la résistance de polarisation
Push-pull tétrodes ou penthodes	45	5 (-)	Aucun
Push-pull tétrodes en ultra-linéaire	90	1,25	Couplage critique du primaire et du secondaire du transformateur de sortie
Push-pull triodes à charge de cathodes	414	0,31	Aucun
Push-pull tétrodes à charge de cathodes	605	0,068	Isolément critique du transformateur de sortie bifilaire
Push-pull tétrodes en ultra-linéaire à charge de cathodes	690	0,17	Couplage et isolément critiques du transformateur de sortie
Push-pull tétrodes à charge répartie	325	0,13	Transformateur de sortie bifilaire
Push-pull tétrodes en ultra-linéaire à charge répartie	348	0,32	Couplage du primaire et du secondaire du transformateur de sortie

Ces tableaux empruntés à Norman H. Crowhurst, l'un des papes de la littérature audio à tubes, synthétisent parfaitement les performances comparées des différents étages de puissance à tubes

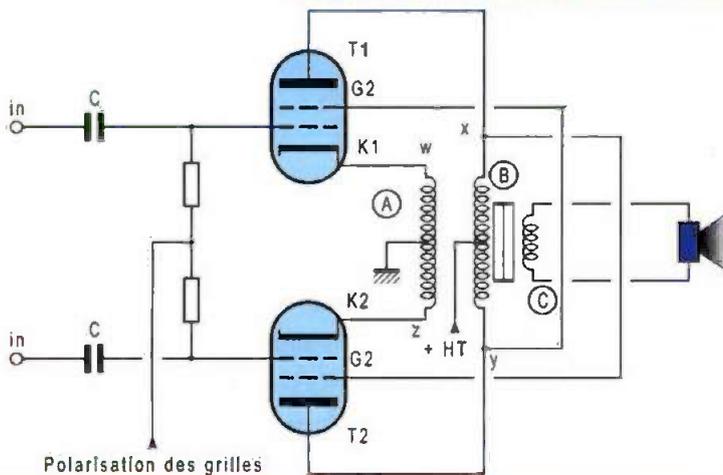


Figure 8 :  
Enroulement de cathode (A) égal à l'enroulement d'anode (B) (50 % + 50 % = 100 % unity coupled).  
La grille G2 de T1 est reliée au point y, donc à la plaque de T2.  
La grille G2 de T2 est reliée au point x, donc à l'anode de T1

Obtenir la même puissance que dans le montage traditionnel en supposant les grilles des tubes polarisées à -60 volts, il faudra appliquer aux grilles une tension de  $200\text{ V} + 60\text{ V} = 260\text{ V}$ , soit 520 V crête à crête, ce qui est très difficile à obtenir sans distorsion d'un honnête driver !

Pourtant, malgré les difficultés, cela se pratique et les résultats sont souvent exceptionnels !

**LES MONTAGES À CHARGE RÉPARTIE ET ÉCRANS CROISÉS**  
(Montages type Mc Intosh, repris depuis par Audio Research)

Ces montages sont aussi appelés « Unity coupling », car la charge est répartie par moitié entre les anodes (enroulement B) et les cathodes (enroulement A).

L'astuce majeure a été de réunir les grilles G2 de chaque tube à l'anode du tube opposé.

**Premier avantage** : comme le point y (figure 8) et le point w swingent exactement de la même valeur **et en phase** (tout comme les points x et z), les tensions entre, d'une part, G2/T1 et K1 et, d'autre part, G2/T2 et K2 sont maintenues à chaque instant rigoureusement constantes.

Tout se passe comme si on avait régulé les tensions d'écrans G2/T1 et G2/T2 par rapport aux cathodes K1 et K2, d'où un rendement optimal des tétrodes T1 et T2.

**Deuxième avantage** (et non des moindres) : le débit des tubes, qui dans une tétrode (ou une pentode) dépend essentiellement des tensions G2, est autorégulé.

Il est inutile d'appareiller les tubes et leur vieillissement est automatiquement compensé.

**Inconvénient** : le transformateur est extrêmement complexe à réaliser, car les enroulements (A), (B), et (C) doivent être parfaitement couplés et l'isolement entre (B), relié à la haute tension, et (A), relié à la masse, doit être particulièrement soigné.

Ce type de transformateur a été mis au point dans les années 50 par Gordon Gow, lequel a été à la base de la réputation de la firme Mc Intosh.

## D'AUTRES MONTAGES

Il serait fastidieux de tous les passer en revue, d'autant que nous les étudierons dans la prochaine partie de notre cours qui sera consacrée à l'étude pratique des appareils existants.

Pour résumer les chapitres sur les « amplificateurs dits de puissance »,

nous avons emprunté deux tableaux à Norman H. Crowhurst, l'un des papes de la littérature audio à tubes, trop tôt disparu il y a une vingtaine d'années. Ces tableaux synthétisent parfaitement les performances comparées des différents étages de puissance à tubes.

## EN CONCLUSION

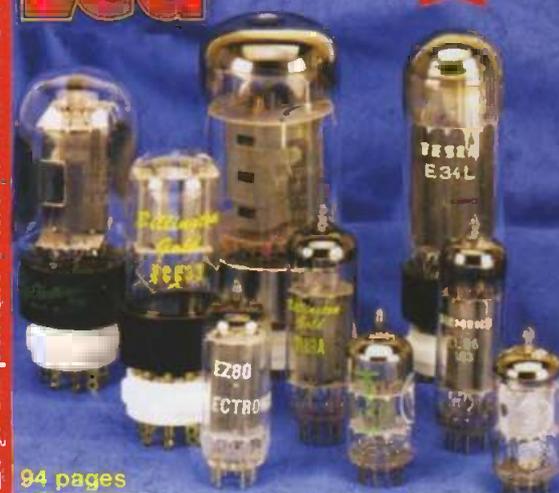
Ainsi se termine notre étude sur les « amplificateurs dits de puissance ».

Dans nos prochains cours, nous aborderons le problème fondamental de la contre-réaction, souvent mal comprise et mal appliquée.

Nous étudierons ensuite les inverseurs de phase pour étages push-pull.

À bientôt  
R. Bassi

**Et si on parlait « tubes » ... 11 COURS**



**Led**

25 €

94 pages  
Fichiers PDF

## Et si on parlait tubes... Cours n°1 à 11

Apprenez à connaître  
et à maîtriser le fonctionnement  
des tubes électroniques

Émission thermoionique, électron-volt,  
charge d'espace...

Je désire recevoir le CD-Rom (fichiers PDF) « Et si on parlait tubes... »

France : 25 € Union européenne : 25 € + 2 € frais de port Autres pays : nous consulter

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

N° : \_\_\_\_\_ Rue : \_\_\_\_\_

Code Postal : \_\_\_\_\_ Ville-Pays : \_\_\_\_\_

Bon à retourner accompagné de votre règlement à :  
**TRANSOCÉANIC** - 3, boulevard Ney 75018 Paris Tél. : 01 44 65 80 80

**NOUVEAU**

**En kiosque actuellement**  
Une nouvelle approche  
de l'audio, du home cinéma  
et de la vidéo

N° 5 Septembre 2006 **Stereo & Image**

**N°5**

# **Stereo & Image**

## **Spécial enceintes**

Dalí - JBL - Mc Intosh - Mission - Paradigm  
Sonus Faber - Tannoy - Triangle

## **Premier Plasma Full HD**

Pioneer PDP-5000 EX

## **Electroniques & Sources**

Copland & Jadis - Plinius - 3D Lab

## **Mieux comprendre**

Fondamentale & Harmoniques

T 05494 - 5 - F: 5,00 €



BEL : 5,70 € - ESP : 6,00 € - PORT. CONT. : 6,00 € - DOM : 5,50 € - MAROC : 60 DH

# Nous sommes fabricant depuis 1960

## TRANSFO DE SORTIE POUR AMPLI A TUBE CAPOT NOIR

Enroulements multi couches tôles à grains orienté sortie  
8 ohms pour tous les modèles - montage single  
Pour 1 EL34 6L6 5998 classe A 30W  
Primaire multi impédance  
2100 2400 2700 temps de montée 3,8µs 60 Euros  
Pour 1 6C41 classe A 100W 700ohms  
Temps de montée 3,5µs 115 Euros  
Pour 1 6C33 classe A 100W 300 ohms  
Temps de montée 2µs en cuve 210 Euros  
Pour 1 300B KT 88 6550 classe A 100W  
2500 ohms temps de montée 3,5µs 140 Euros  
Montage PUSCH PULL  
Pour 2X EL84 OU 2X6V6 22W 38 Euros  
2X4500 ohms tôles en C  
Pour 2XECL 82 OU 2XELC86 22W 38 Euros  
2X3500 ohms tôles en C  
Pour 2XEL 84 OU 2X 6V6 30W 2  
2X4500 ohms prise ultra linéaire  
Temps de montée 4µs 62 Euros  
Pour 2XEL 34 OU 2X6L6 OU 2X KT 88  
2X6550 2XKT 66 OU 2X KT 90 90W  
2X2400 ohms prise ultra linéaire  
Temps de montée 4,5µs tôles en C 90 Euros  
Pour 4XEL 34 OU 4X6L6 OU 4 KT 88  
4X6550 OU 4X KT 66 OU 4 KT 90 200W  
2X1300ohms 210 Euros  
Temps de montée 5 µ  
Transfo pour maquettes ou dépannages  
ECL 82 ECL 86 fixa étrier 7 Euros  
Pour 1 EL 84 fixa étrier 11 Euros

## TRANSFO D'ENTREE POUR PREAMPLI PASSIF

GAIN 12 DB 20 HZ +/-0,5 Db 90 Euros  
TRANSFO DRIVER AMPLIFICATEUR R/4 90 Euros  
TRANSFO ENTREE SYM.SORTIE ASY R/4 90 Euros  
TRANSFO ENTREE ASY SORTIE SYM R/4 90 Euros  
TRANSFO D'ALIMENTATION CAPOTE  
Primaire 230v ou spécification  
Secondaire 300v 300ma 6,3v 4A 43 Euros  
Secondaire 400v 500ma 6,3v 4A 74 Euros

## TRANSFO TORIQUE PRIMAIRE 230V

200VA SEC 220+220V/ 0,3A 60+60/0,2A 6,3V 3A + 6,3V 3A 73 Euros  
120VA SEC 155V+104V+51V 0,285A 6,3V 3A + 6,3V 3A 120V 0,02 A 58 Euros  
170 VA 168V + 35V + 35 V/ 0,6A 120V 0,04 A 6,3V 3,6A 70 Euros  
50VA P 115V+115V SEC 25V 0,5A+70VO,1 A 9V+9V 0,7A 25 Euros  
40VA 150V+70V 6,3V 2A 26 Euros  
100VA 250V 0,3 A + 20V 0,3 A 6,3V 3,5A 40 Euros  
80 VA P 115V+115V SEC 300V+300V/0,08 A 6,3V 3,5A 41 Euros  
120VA 270V+15V 0,33 A 6,3V 3,5 A Blindé 52 Euros  
180VA 360V+360V 0,15A +5V3A+5V 3A+ 10V 2A+6,3V 2A 75 Euros  
80VA P 115V+115VSEC 250V+20V 0,18A 6,3V 3,5A 39 Euros  
TRANSFO BASSE TENSION 70 références

## SUPPORTS TUBES

7 broches à cosses stéatite 2  
9 broches à cosses stéatite 3  
9 broches à cosses bk 2  
9 broches à picots CI 1,5  
9 broches stéatite pour blindage 5  
Octal stéatite à cosses 8  
Octal stéatite à picots CI 6  
Octal bk à cosses 3  
Pour 6C41 ou 6C33 stéatite 7,5

## CONNECTIQUES

RCA chassis femelle dorée rouge 3  
RCA chassis femelle dorée noire 3  
Prise banane HP doré rouge 3  
Prise banane HP doré noire 3  
RCA doré Mâle pour câble rouge 3  
RCA doré Mâle pour câble noire 3

## Auditorium

TSM 151 rue Michel Carré  
95100 Argenteuil 01 30 76 91 07  
TSM Composants électronique  
15 Rue des onze Arpents  
95130 Franconville  
Ouvert mardi-vendredi 15h00/18h30  
Samedi 10h00/12h00-15h00/18h30

## TUBES + DE 1500 références en stock

Quelques prix  
ECC 83 PH GE 24  
ECC 83 WA EST 8  
ECC 88 US 22  
E188 CC TESLA 15  
EC 86 PH 10  
ECC 81 PH 24  
ECC 82 EST 8  
EL 33 ZAERIX 20  
EL 84 EST 10  
EL 34 EST 22  
KT 88 EST 32  
6550 EST 33  
KT 90 EST 62  
300B EST 75  
ECL 82 SIEM 15  
ECL 86 EST 14  
6L6 GC EST 22  
EZ80 PH 10  
GZ32 PH 15  
5R4 PH 18  
5U4 MAZ 18  
5Y3 GB PH 15  
6AS7G RCA 16  
6V6G MAZ 10  
6F6GRCA 18  
6N7 RCA 15  
6SN7RCA 20  
6SL7 RCA 21  
6S41 EST 33  
6c33 CB 60

## CONDENSATEUR HAUTE TENSION

Radial à picots  
10µf 400v 2  
22µf 385v 2  
33µf 250v 2  
47µf 400v 3  
68µf 385v 3,5  
100µf 385v 3,8  
100µf 400v 4  
220µf 385v 8  
220µf 400v 7,5  
AXIAL  
8µf 350v 1,5  
10µf 350v 2  
22µf 350v 2,5

## CONDENSATEUR TYPE BOUTEILLE

470µF 350V 15  
2400µF 200V 22  
3200µF 350V 24  
3300µF 400V 30  
4700µF 100V 9  
4700µF 63V 8  
6800µF 63V 11

## CONDENSATEUR POLYPROPYLENE

AXIAL  
1NF 630V 0,5  
3NF 1200V 2  
4,7NF 1600V 1  
7,5NF 1200V 1  
10NF 630V 1  
15NF 1600V 1,3  
22NF 1600V 2  
33NF 400V 2  
68NF 400V 2  
220NF 630V 2,5  
470NF 630V 2,7  
1µF 250V MKT 0,6  
1,5µf 400v MKT 1  
1,5µf 250v MKP 2  
3µf 250v MKT 2,5  
4,7µf 160v MKP 2,7

## RADIAL POLYPROPYLENE

22nf 2000v 2  
33nf 2000v 2,2  
39nf 400v 1,5  
47nf 2000v 2  
68nf 400v 1  
220nf 250v 0,8  
270nf 250v 0,9  
470nf 400v 0,9  
820nf 400v 1

Vente par correspondance  
forfait + 8 euros de port

# Le Dinosaur



## 2x15watts - 4 6V6 tétrodes

en kit sans coffret.....450  
en kit avec coffret.....650  
Produit fini.....850

## Version 2x20watts 4 EL33 tétrodes

en kit sans coffret.....500  
en kit avec coffret.....700  
Produit fini.....900

## Ce préamplificateur fait trembler le monde du silence



Préampli Haute Gamme - Classe A - avec ou sans Télécommande

Banc d'essai "Revue du Son" Mai 2002 - Sono Musique N°30  
Banc d'essai "Haute Fidélité" Septembre 2002

Prix manuelle 2140 €

Prix version Télécommande, M/A - sélection des canaux, potentiomètre motorisé, dix leds de fonction 2350 €

## UNIQUE DANS SON GENRE Ampli 2 x 60watts



/ 8 Ohms  
Sonne comme les meilleurs triodes  
Intégré : 5 Entrées commutables  
Transfo de sortie spécifique permettant un montage différentiel

Equipé de 4x6FN5 de marque PHILIPS en sortie  
Prix de lancement valable jusqu'au 31/07/06

Monté prix de lancement 990€- En kit 750€

Ecoute sur haut parleur Supravox

Tél 01 30 76 91 07

www.audiotub.fr

# AMPLIFICATEUR HAUTE FIDELITE À 5 VOIES ALIMENTATION HAUTE TENSION



**Cette alimentation est le deuxième volet de notre étude de l'amplificateur Push-Pull ultra-linéaire de 5 x 24 Weff. Elle est conçue pour fournir une tension de 485 Vdc stabilisée sous un courant de 850 mA.**

L'unique circuit imprimé est universel et peut équiper bien d'autres réalisations. Cette dernière version, avec sa régulation de la température, est la plus aboutie de nos réalisations.

## LE SCHEMA

### CIRCUIT DE VEILLE ET TEMPORISATION

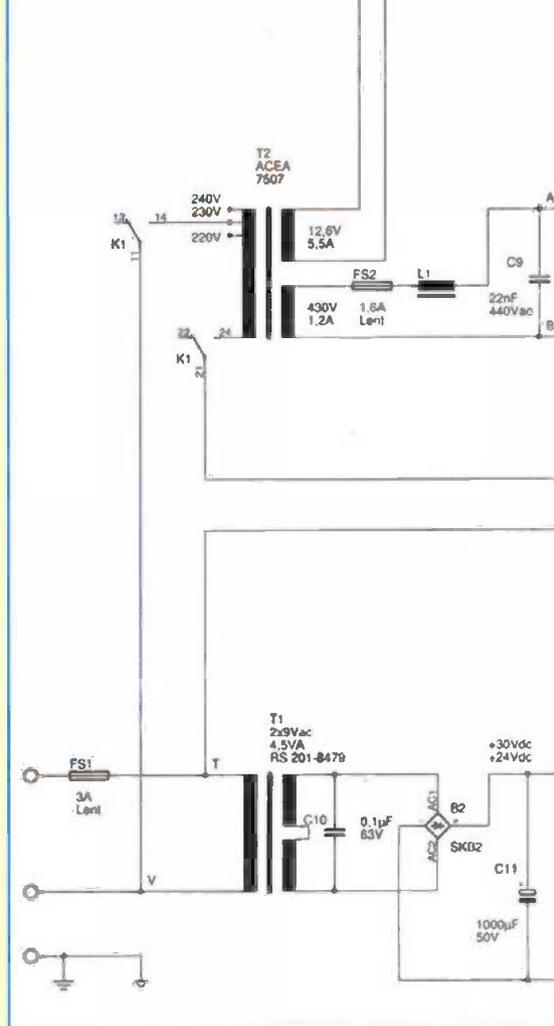
Le principe est de temporiser la mise sous tension du transformateur de puissance pendant trois secondes afin d'éviter la pointe de courant et de lais-

ser la haute tension monter progressivement pour se stabiliser à la valeur souhaitée (figures 1 et 2).

Un petit transformateur T1 de 4,5 VA alimente en permanence le circuit de veille.

La fermeture de la ligne « ON » entraîne l'activation du relais K1 et le départ de la temporisation. Le relais K1 alimente le primaire du transformateur de puissance T2 en série avec une résistance R26 de 100 Ω/100 W. Trois secondes plus tard, le relais statique K2 court-circuite R26 et alimente le transformateur T2 à pleine puissance.

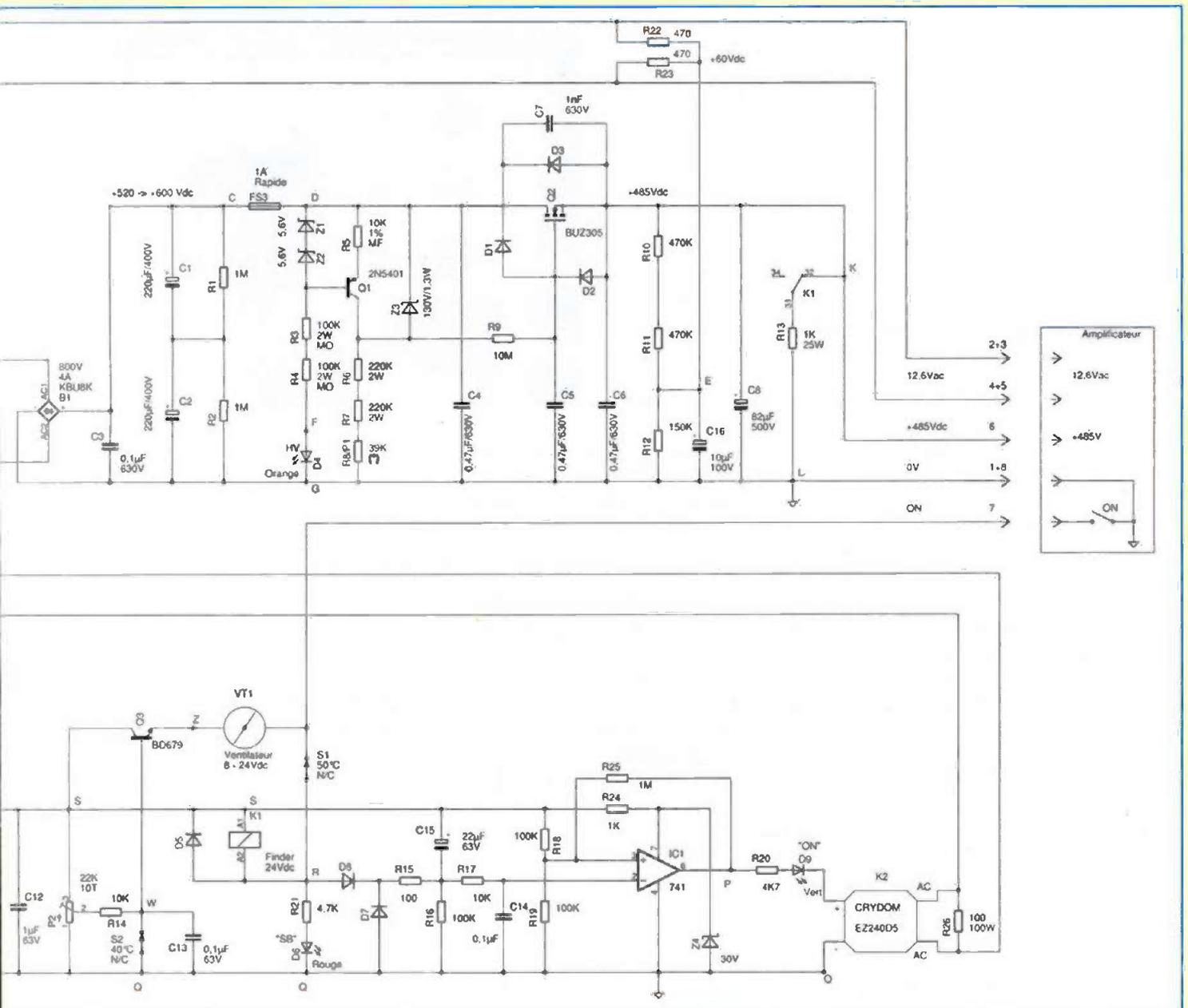
Figure 1 :  
Le schéma de l'alimentation stabilisée avec son circuit de veille et sa temporisation



En fonction de veille, la tension au point « R », sur la ligne « ON », vaut une trentaine de volts et la diode D8 maintient ce potentiel à la broche (2) (entrée négative) de IC1.

Dans ce cas, puisque la broche (3) (entrée positive) se trouve à la demi-tension, la sortie de l'amplificateur opérationnel est nulle et le relais statique K2 n'est pas activé.

Le départ de la temporisation est donné par la mise à zéro du point « R » qui libère le condensateur C15. Ce dernier se charge sous l'effet de R16 et la tension sur l'entrée négative passe le seuil



de comparaison de IC1 après plus ou moins trois secondes. A ce moment, le relais K2 s'active et met la haute tension en service.

Pour éviter l'incertitude du point de basculement, nous avons câblé IC1 en « Trigger de Schmitt », la résistance R25 de 1 M $\Omega$  provoquant par rétroaction positive l'accélération du basculement. En cas de coupure intempestive de courant ou de débranchement accidentel du connecteur de liaisons, le circuit de temporisation est remis automatiquement à zéro.

Le débranchement du connecteur

désactive immédiatement K1, court-circuite le condensateur C15 via D8 et R15, provoque le basculement en fonction de veille de IC1 et la désactivation de K2. De même, une coupure du secteur fait chuter la tension d'alimentation, désactive le relais K1 et court-circuite C15, via D7. La diode D5 prévient la surtension de coupure due à la self du relais.

Le rétablissement de la tension secteur ou du connecteur initialise un nouveau cycle de trois secondes pour la mise en service du transformateur de puissance et la montée progressive de la HT.

La **photo 1** montre les trois leds qui affichent l'état de l'alimentation :

- D6 pour la veille (SB),
- D9 pour la mise sous tension (ON)
- D4 pour l'activation de la haute tension (HT) après vingt secondes.

A noter qu'en position de veille, avec le relais K1 au repos, la sortie HT est chargée par la résistance R13 de 1000  $\Omega$ /25 W. Laquelle a pour objet de décharger rapidement la haute tension en cas de débranchement accidentel du connecteur de liaisons.

Le choix des relais s'est porté sur le modèle professionnel de Finder à trois

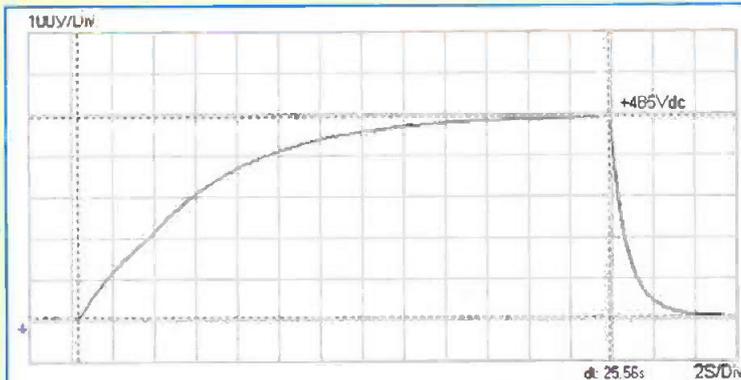


Figure 2 : La montée en tension est d'environ 25 secondes tandis que la décharge ne dure que 2 secondes

Photo 1 : Affichage de l'état de l'alimentation au moyen de trois leds



circuits inverseurs et sur la EZ240D5 de Crydom pour le relais statique.

## LA HAUTE TENSION

Le transformateur de puissance a été développé par ACEA et porte la référence 7507. Il affiche une puissance nominale de 650 VA et peut fournir un courant redressé de 850 mAdc.

Le primaire prévoit le raccordement pour trois tensions de 220, 230 et 240 Vac. On notera que le transformateur seul pèse déjà 12 kg !

La stabilisation est assurée par le transistor Q1 monté en source de courant. La tension de 10 Vdc, présente aux bornes de R5, est constante et le courant drainé par le transistor vaut 1 mA. Ce même courant de 1 mA développe aux bornes de R6, R7 et R8 une tension stable de +490 Vdc.

Le circuit imprimé prévoit l'emplacement en R8 d'un potentiomètre de 100 k $\Omega$ /10 tours. Cette tension, à son tour, charge le condensateur C5 (0,47 $\mu$ F/630V) au travers de la résistance R9 de 10 M $\Omega$ .

La montée en tension est progressive et met environ 25 s pour se stabiliser à +485 Vdc en sortie. La décharge via R13 en cas de coupure ne dure que deux secondes (figure 2).

La constante de temps imposée par R9 et C5 écrase toute ondulation résiduelle. Le ronflement et bruit (« Hum & Noise ») mesuré en sortie est de 6 mV RMS pour un courant de 700 mAdc.

La tension redressée aux bornes de C1-

C2 monte idéalement à +540 Vdc, mais elle peut varier considérablement en fonction des aléas du secteur et de la situation géographique. Le choix entre les trois tensions au primaire se révèle ici bien utile.

Le circuit de stabilisation est calculé idéalement pour une chute de tension de 60 V aux bornes du ballast Q2. Dans ce cas, il dissipe 42 W pour un courant de 700 mA. Nous avons utilisé ici un BUZ305 (figure 3) qui peut dissiper 150 W à condition d'être bien refroidi.

Ce circuit fonctionne efficacement dans une fourchette de +520 à +600Vdc en entrée.

Au-delà de 600 Vdc, la diode Z3 de protection de Q1 entre en conduction et empêche Q1 de fonctionner en source de courant. La réactance L1 de 28 mH, placée entre le redresseur et les capacités tampons, permet d'absorber les pointes de courant.

En l'absence de cette self, ces pointes de courant atteignent une dizaine d'ampères et parasitent les circuits d'entrée de l'amplificateur.

Dans plusieurs réalisations de ce type, nous avons constaté que les résistances R6 et R7 de 220 k $\Omega$  - 1% - 0,66 W ne résistent pas et ont tendance à augmenter de valeur, entraînant la tension de sortie vers des valeurs inacceptables. Elles ont été remplacées par des résistances à couche métallique de 2 W à 5%.

La tension de chauffage des filaments est portée à un potentiel de +60 Vdc

afin d'inhiber l'influence thermoionique du filament de la première triode de l'ampli dont la cathode est à un potentiel de +30 Vdc.

Cette précaution améliore le rapport signal/bruit de quelque 10 dB. Le rapport signal/bruit de l'amplificateur est de 103 dB linéaire.

## LE CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE

La principale difficulté rencontrée au développement de cette alimentation est de garantir un refroidissement efficace du transistor ballast.

En fonction de certains facteurs « limite », comme une utilisation prolongée à pleine puissance sous une tension secteur maximale, Q1 peut être amené à dissiper plus d'une centaine de watts. Or, sous une température ambiante de 30°C et refroidi par un radiateur de 0,5°C/W avec une interface thermique de 1,5°C/W pour le meilleur isolateur électrique, l'élévation de température serait de 230°C.

Nous voulant résolument conservateurs, nous avons remis à plat le problème du refroidissement du ballast.

Nous avons d'abord éliminé la perte principale due à l'isolant électrique.

A cet effet, le transistor ballast est fixé directement sur un bloc d'aluminium de 80 x 80 mm et de 8 mm d'épaisseur. L'isolant électrique utilisé vient de chez Laird Technologies. Il est disponible chez Radiospares en feuilles de 300 x 300 mm sous la référence 403-279.

BUZ305	
V <sub>DS</sub>	800 Volts
R <sub>DS (ON)</sub>	1 Ohm
I <sub>D</sub>	7,5 Amp (à 31 °C)
P <sub>max</sub>	150 W (à 25 °C)
V <sub>GS max</sub>	+/- 20 Volts
T° <sub>max</sub>	150 °C
I <sub>GS (Fuite)</sub>	<100 nA (Typ 10 nA)

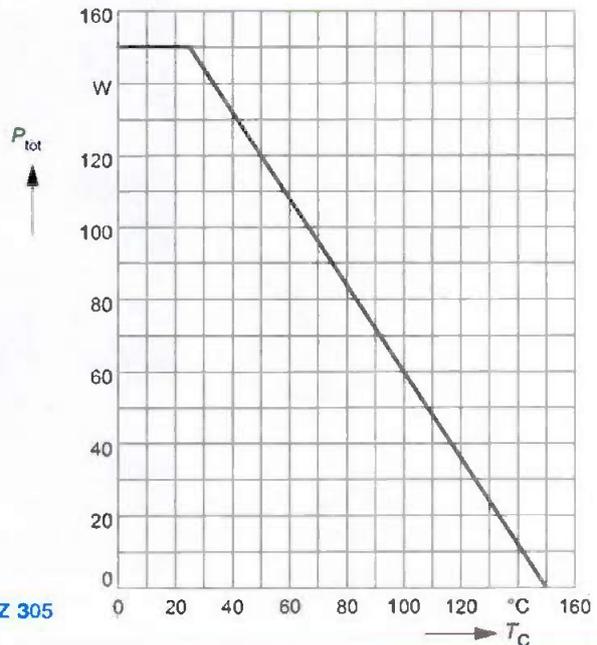
  

Figure 3 : Utilisation d'un BUZ 305 en ballast

Figure 4 : Caractéristiques thermiques du BUZ 305

## Power dissipation

$$P_{tot} = f(T_C)$$



Nous pouvons vous les fournir à la bonne dimension (85 x 85 mm).

Les caractéristiques principales sont une isolation électrique de 3500 Vac et une résistance thermique de 2,7°C/W par cm<sup>2</sup>. Avec l'interface aluminium de 64 cm<sup>2</sup>, la résistance thermique est de 0,042°C/W.

A dissipation maximale, l'élévation de température due à l'isolant ne dépasse pas 5°C.

Reste alors l'élévation de température subie par le radiateur de 0,5°C/W qui atteint encore 50°C à dissipation maximale. Ce qui, ajouté aux 30°C ambiants et aux 5°C de l'isolant, nous donne une température de fonctionnement de 85°C.

En considérant les caractéristiques thermiques du BUZ305 en figure 4, nous voyons qu'à 85 °C, la dissipation maximale est limitée à 80 W, ce qui est encore insuffisant.

De plus, les transistors SIPMOS, déjà assez susceptibles aux températures normales, peuvent se révéler franchement caractériels aux températures élevées.

Comme nous voulons éliminer tout risque de surchauffe, nous avons ajouté un ventilateur qui fera chuter la résis-

tance thermique du radiateur au tiers de sa valeur.

Le modèle choisi dissipe 1,4 W au maximum sous 24 Vdc. Son bruit résiduel à pleine puissance est de 28 dBA. Celui-ci n'est activé que lorsque la température du bloc en aluminium dépasse 40°C.

Le thermostat S2 libère alors la base du transistor Darlington Q3 et applique une tension de +14Vdc fixée par le potentiomètre P2.

A ce niveau, le ventilateur consomme 30 mA, dissipe 0,5 W et est inaudible.

A dissipation maximale, la température est de l'ordre de 45°C pour 30°C de température ambiante.

Je rappelle ici, qu'il s'agit toujours de conditions « limite ».

Il y a lieu, enfin, de bien câbler le primaire du transformateur en fonction de la tension secteur.

La tension idéale sur les condensateurs « tampon » à pleine charge (700 mAdc) se situe dans une fourchette de 520 à 540 Vdc.

En cas d'emballage thermique, un deuxième thermostat S1 libère la ligne « ON » si la température du bloc dépasse 50°C.

Il provoque la mise au repos de l'ali-

mentation, tout en laissant le ventilateur tourner jusqu'à ce que la température du bloc passe sous les 35°C.

Pour un fonctionnement normal, avec 540 Vdc après redressement, les cinq amplis à pleine puissance et une température ambiante de 28 °C, la température du ballast se stabilise vers 38°C.

Si vous utilisez cette alimentation pour un usage moins gourmand, le ventilateur n'est pas indispensable et seul un « thermique » de 60 ou 70°C au maximum sera inséré dans la ligne « ON ».

## QUELQUES MESURES

Pour les méthodes de mesures, nous vous renvoyons à l'étude de l'alimentation de l'ampli stéréo 2 x 24 Weff publié dans *Électronique Pratique* n°302 daté de février 2006.

Les valeurs mesurées sont d'ailleurs très semblables. Seule la résistance interne de l'alimentation à pleine charge descend ici à 2,8 Ω.

La stabilité de la tension de sortie est mesurée pour une tension secteur comprise entre 218 et 241 Vac. (230 V +/- 5 %).

Pour cette variation au primaire, la tension en sortie varie de +/- 2 Vdc, soit une stabilité de l'ordre de +/- 0,5 %.

# ALIMENTATION STABILISÉE H.T.

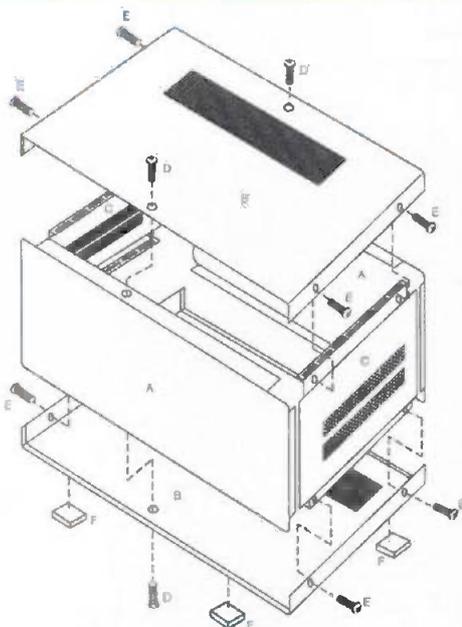


Figure 5 : Utilisation d'un boîtier de dimensions 304 x 280 x 177 mm

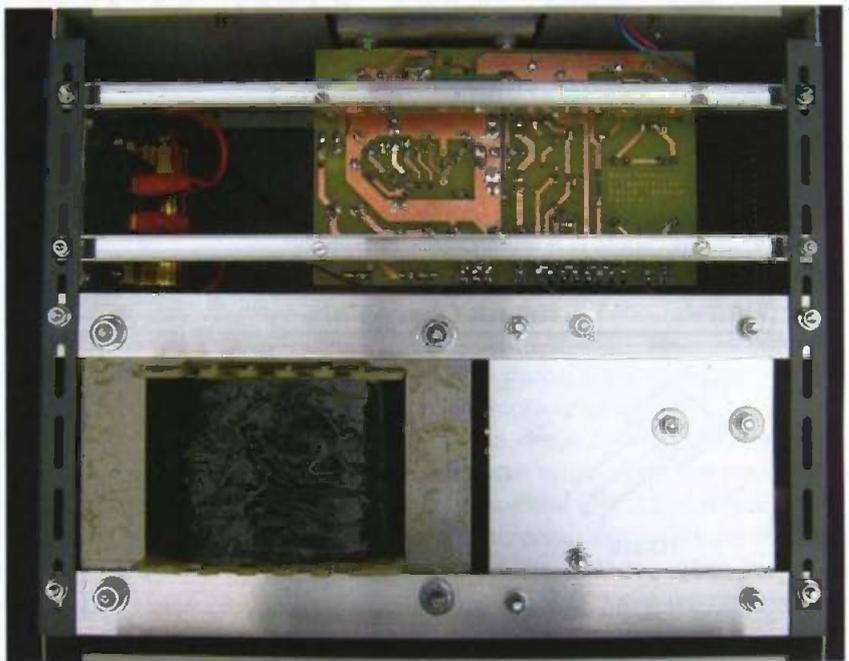


Photo 2 : Les éléments sont fixés au châssis par quatre profilés en aluminium

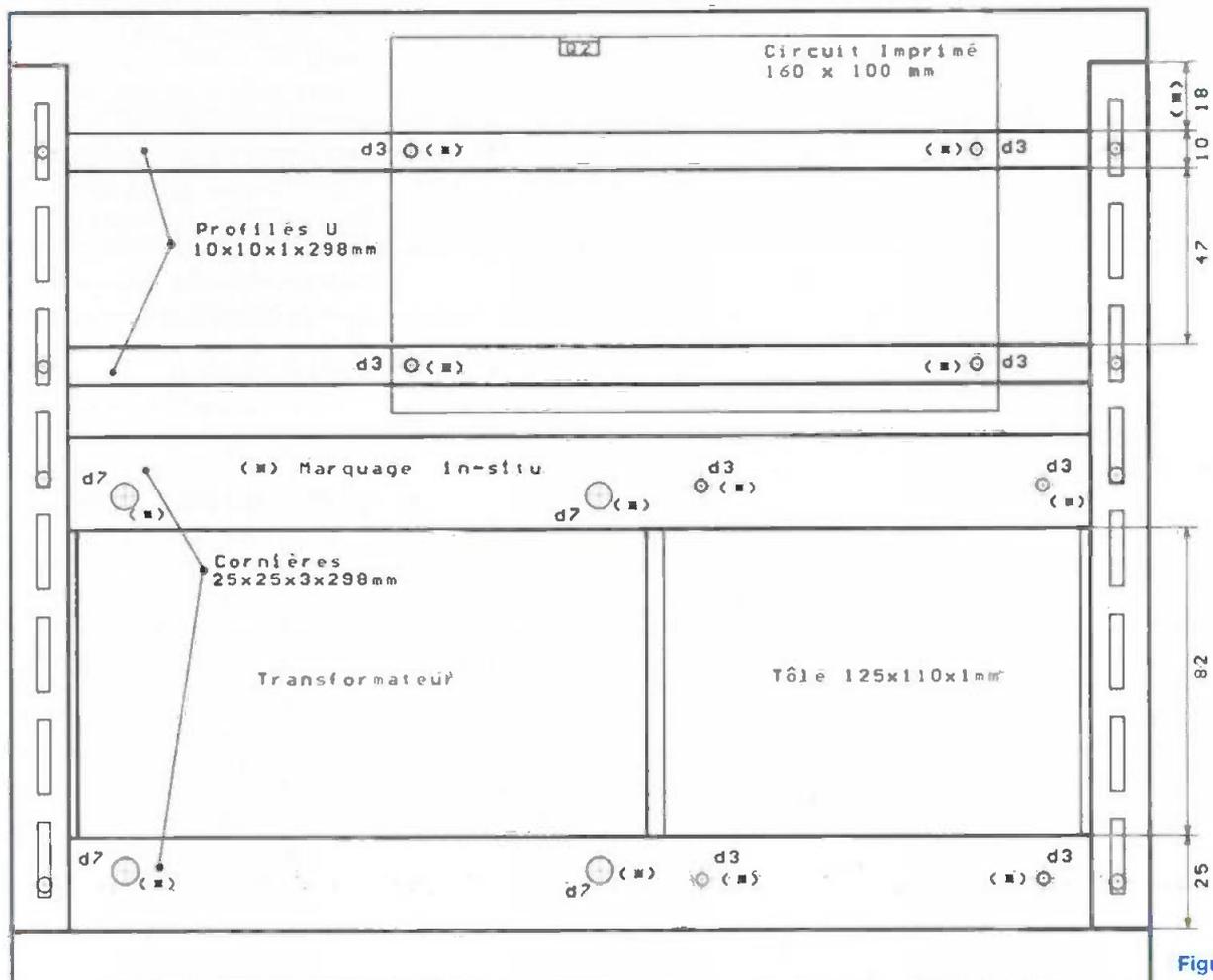


Figure 6

## MISE EN ŒUVRE

### LE CHÂSSIS

La réalisation est placée dans un boîtier de dimensions 304 x 280 x 177 mm disponible chez Radiospares sous la référence 223-086 (figure 5). Quatre pieds surélèvent le boîtier de 20 mm. Tous les éléments sont fixés au châssis par quatre profilés en aluminium (photo 2). Seules les cotes de placement des profilés sont données en figure 6, les autres cotes de perçages sont pointées *in situ* à l'aide des divers éléments.

Les deux profilés en U de 10 x 10 x 1 mm supportent le circuit imprimé. Les quatre trous M3 de fixation du circuit sont percés de manière à ce que le transistor ballast Q2 soit exactement au milieu du profilé. Ce positionnement se fera en vissant le circuit imprimé directement sur les profilés.

On équipera ensuite ceux-ci des quatre entretoises M3 F-F de 25 mm qui placeront la carte à bonne hauteur, comme montré en photo 3.

Les profilés seront placés provisoirement, comme montré en figure 6, pour être ajustés lors de la fixation du transistor ballast (Q2) à l'unité de refroidissement.

Les deux cornières de 25 x 25 x 3 mm sont fixées aux oreilles du châssis par des vis M4.

Elles soutiennent le transformateur T2 et une tôle de 125 x 110 mm de 1 mm d'épaisseur qui supportera le relais K1 et la réactance L1.

La disposition des éléments de la face avant n'est en rien critique (photo d'entrée). Pour les cotes de perçages du connecteur « Cliff », je vous renvoie à *Électronique Pratique* n°301 de janvier 2006. Par contre, la mise en œuvre de la face arrière demande un soin particulier. Elle porte le refroidisseur et son ventilateur et elle est solidaire du SIPMOS (Q2).

### La face arrière et l'unité de refroidissement

La réalisation du bloc de refroidissement (photo 4) demande soin et méthode. C'est la qualité du bloc qui conditionnera la fiabilité de l'alimentation.

Photo 3 : La carte est fixée à quatre entretoises M3 F-F de 25 mm de hauteur

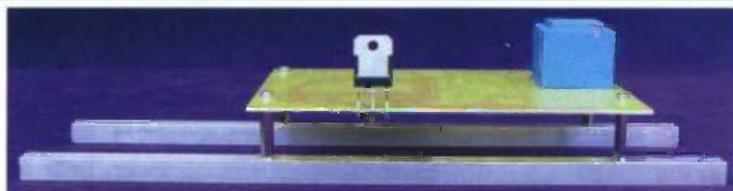
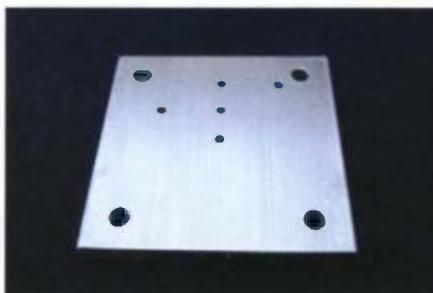


Photo 4 : La réalisation du bloc de refroidissement demande soin et méthode



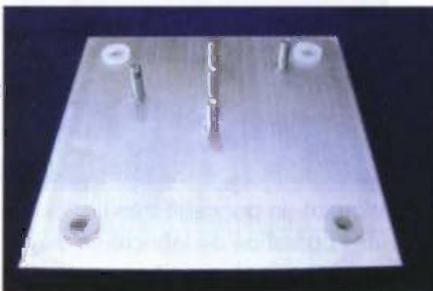
Photo 5 : Présentation des faces d'usinage (en haut) et le travail terminé (en bas)



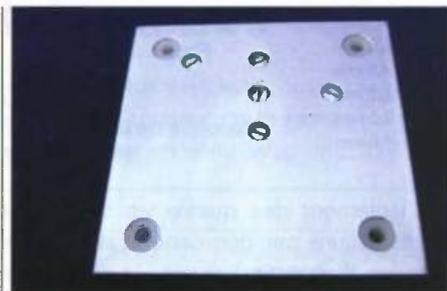
Usinage interface alu - Côté composants



Usinage interface alu - Côté isolant



Interface alu équipée - Côté composants



Interface alu équipée - Côté Isolant

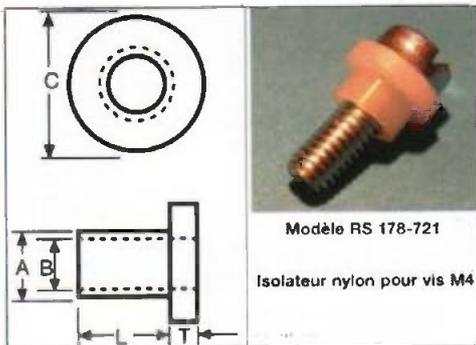
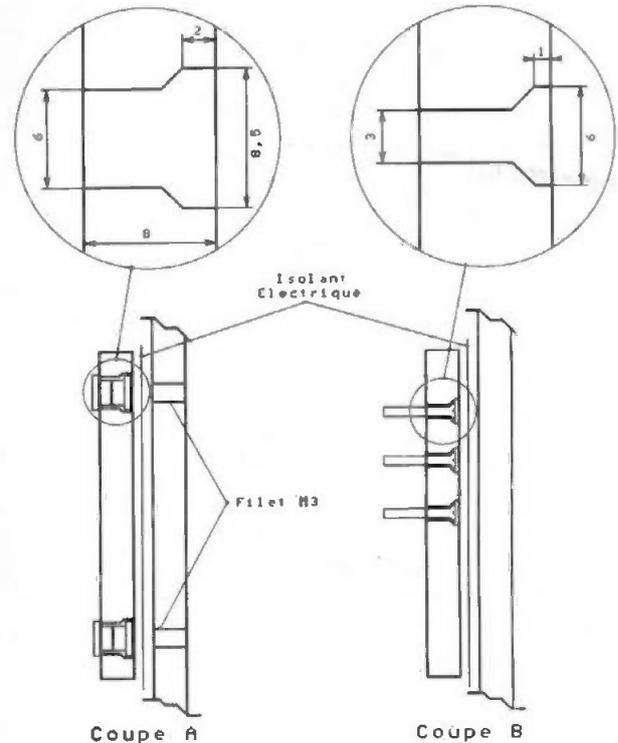
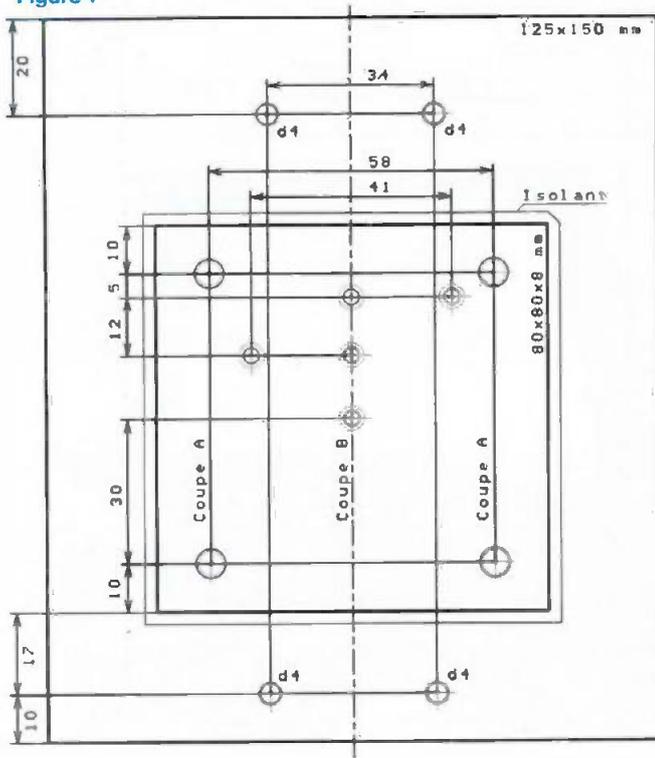
Les plans sont donnés en figure 7.

La réalisation nécessite une perceuse sur bâti-colonne et des forets neufs. La feuille isolante est percée à l'aide d'un emporte-pièce.

L'interface en aluminium est issue d'un profilé plat de 80 x 8 mm, coupé avec

précision à 80 mm par le fournisseur. Pour forer les trous avec précision, le marquage se fera par une croix et on commencera le perçage avec des forets de diamètre inférieur. La photo 5 présente les phases d'usinage (en haut) et le travail terminé (en bas).

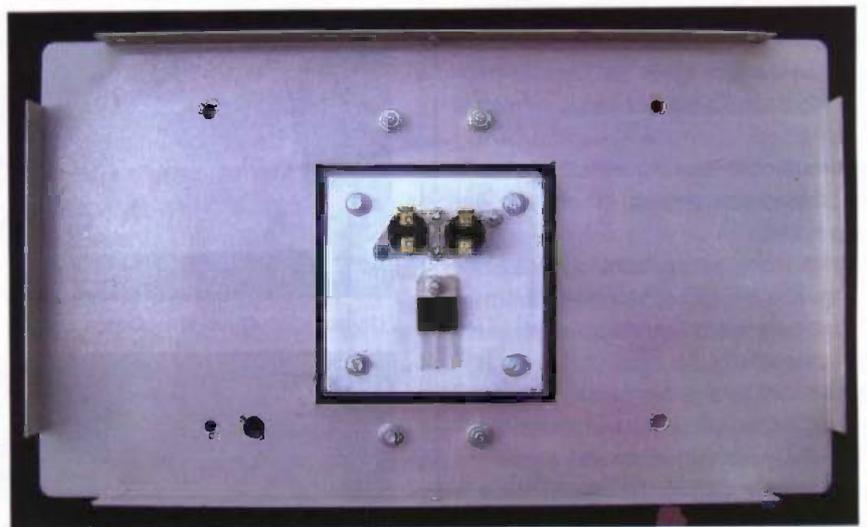
Figure 7



- A : 6,0 mm
- B : 4,1 mm
- C : 8,2 mm
- L : 3,0 mm
- T : 1,5 mm

Figure 8

Photo 6 :  
Découpe de la partie centrale  
de la face arrière



L'isolement des quatre vis de fixation est assuré par des canons isolants en nylon (figure 8). Les pièces sont chassées dans les trous. Les quatre trous de fixation dans le dissipateur sont forés au diamètre de 2,5 mm et taraudés à 3 mm. Les cinq vis M3 de fixation des deux thermiques et du ballast sont à tête conique et bloquées par une petite pointe de colle époxy. On s'assurera qu'il n'y a aucune discontinuité dans la surface de contact en

pratiquant un ponçage très fin. Toute l'opération de fabrication de l'unité de refroidissement dure environ une heure. Conscients de la difficulté de la réalisation, nous proposons le bloc complet testé en isolation à 2000 Vdc, tel que montré en photo 4. Des informations complémentaires sont disponibles sur le site Internet [www.novotone.be/fr](http://www.novotone.be/fr) L'opération suivante consiste à découper la partie centrale de la face arrière.

Cette découpe ne demande pas une grande précision (figure 9, photo 6). Le perçage des trous de fixation du bloc de refroidissement est réalisé en utilisant le bloc comme gabarit. Le ventilateur est fixé via quatre blocs absorbants (silent bloc, photo 8) sur une tôle pliée en « U » et fixée à la face arrière par quatre blocs absorbants. Cette précaution élimine les vibrations inévitables en cas de fixation rigide (figure 10, photo 7).

## LE CIRCUIT IMPRIME

Avant de procéder au montage du circuit, il convient de vérifier son positionnement et s'assurer du contact mécanique entre le ballast et le bloc en alu. Le BUZ305 est préformé de manière à ce que le sabot dépasse de 2 mm du bord de la carte et que le trou de fixation se trouve à 25 mm de la surface de la carte.

On soude ensuite la seule patte centrale du transistor Q2 afin de s'assurer qu'il peut être vissé sur le bloc en alu sans contrainte (photos 3 et 10). Il faudra probablement ensuite repositionner les deux profilés.

Le circuit imprimé de dimensions 100 x 160 mm porte l'essentiel des composants actifs (figure 11, photo 9). Celui-ci est libre de fils, toutes les liaisons se font par cosses Faston et cosses « picot » de 1,3 mm.

On commence par insérer et souder les cosses Faston et les cosses « picot », ensuite les composants par ordre de taille.

On termine par les trois électrolytiques et le transformateur T1.

Lors de la mise en place définitive de la carte, il faut s'assurer que le sabot du transistor ballast et le réceptacle sur le bloc en alu sont bien propres.

Appliquer de la pâte thermo-conductrice et serrer le transistor avec un écrou M3 sans forcer le filet de la vis.

Les deux « thermiques » sont ensuite fixés sans pâte (photo 10).

## TEST DE LA CARTE

La carte peut être testée en dehors du boîtier en alimentant le transformateur T1 aux points « T » et « V ».

La tension en « S » doit être de +33 Vdc environ. Placer une résistance de 1 k $\Omega$  ou la bobine du relais K1 entre les points « S » et « R » et monitorer le point « P ».

Ce dernier doit basculer à +30 Vdc trois secondes après avoir court-circuité le point « R » à la masse « Q ». Le relâchement bref du court-circuit initialise un nouveau délai de trois secondes.

Pour la haute tension, il faut d'abord visser une pièce en aluminium quelconque sur Q2 de manière à évacuer

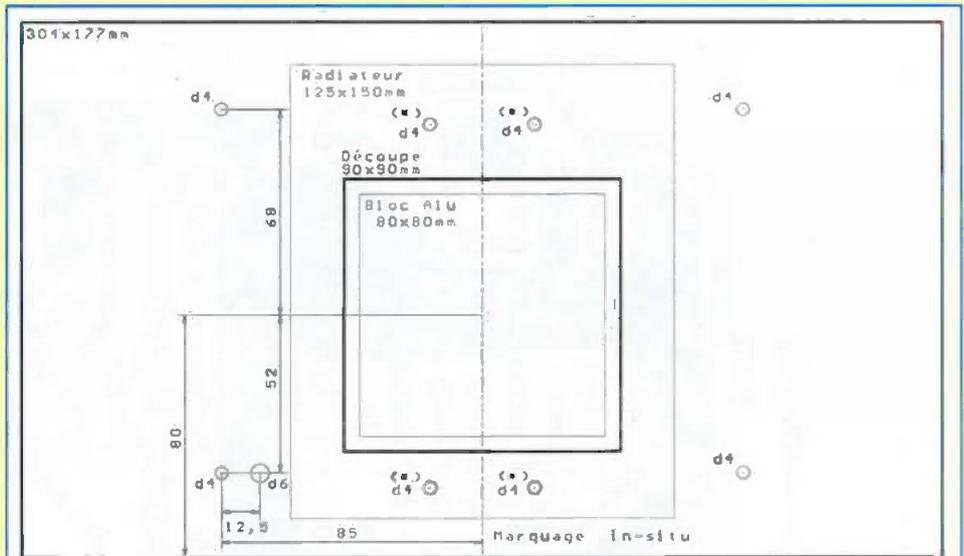


Figure 9 :

La découpe de la partie centrale de la face arrière ne demande pas une grande précision

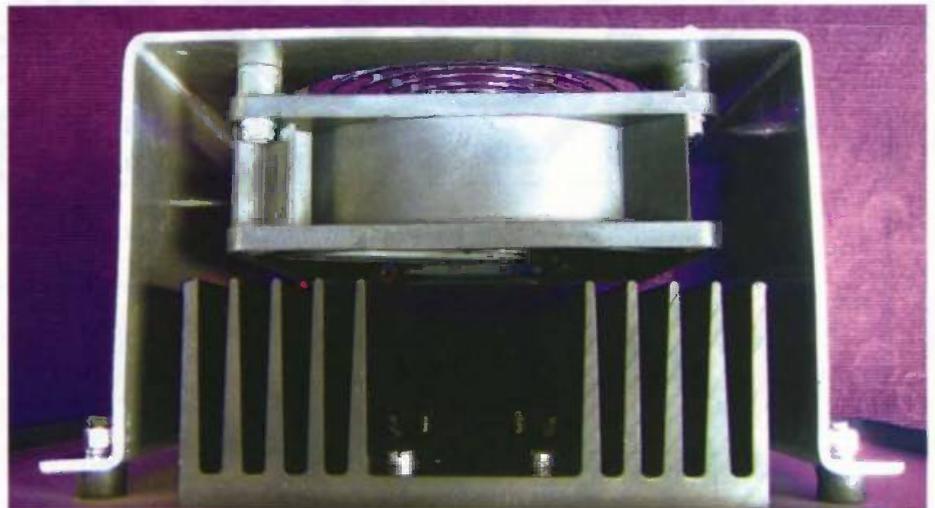


Photo 7 :

Le ventilateur est fixé via quatre blocs absorbants (silent bloc) sur une tôle pliée en « U »



Photo 8 : Silent bloc

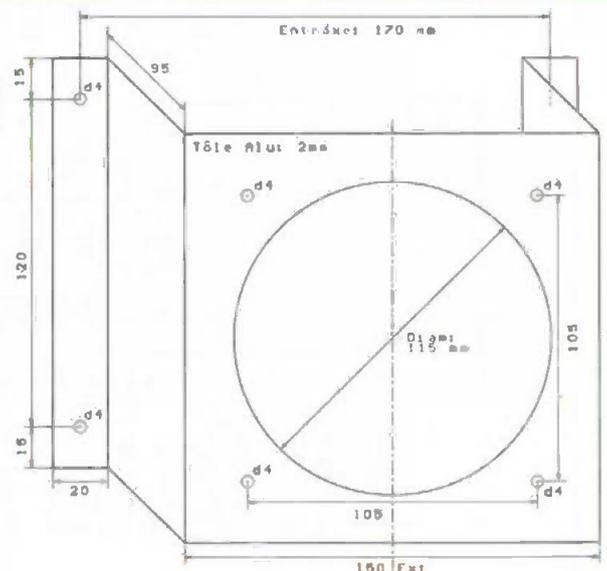


Figure 10 :  
Tôle pliée en « U »  
recevant le ventilateur

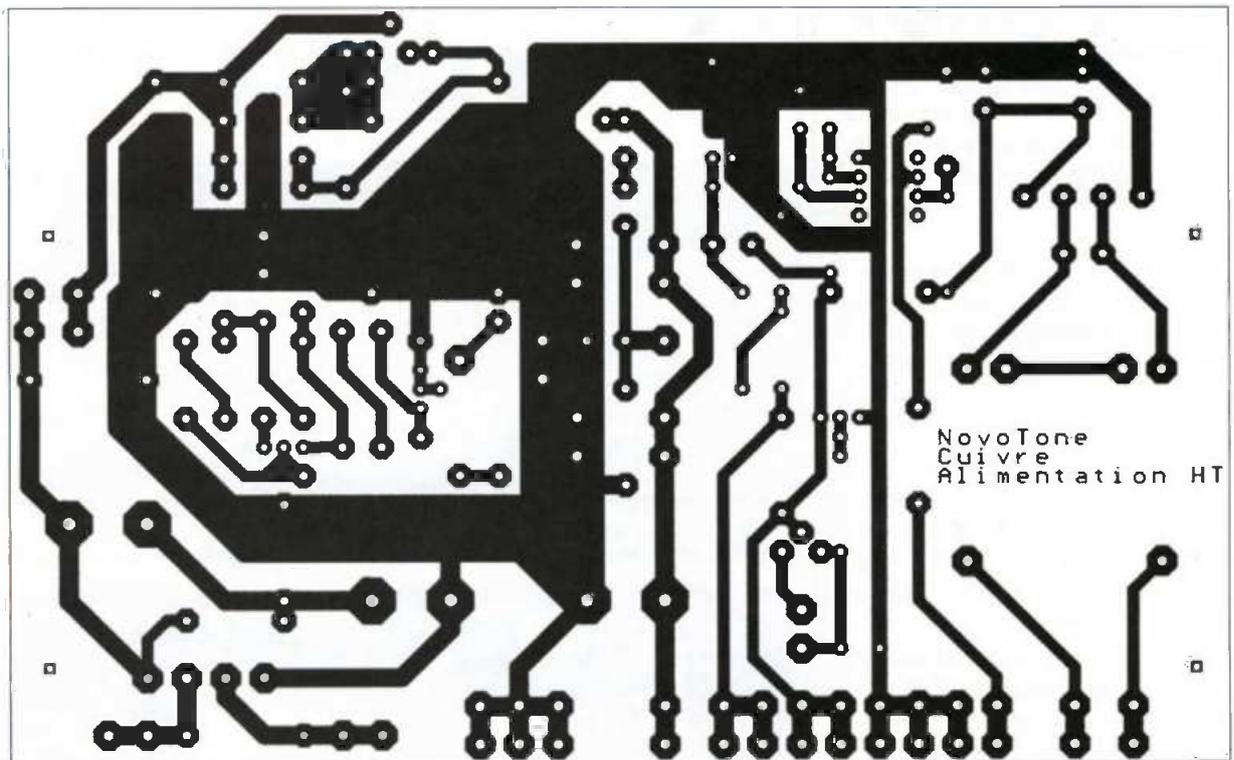


Figure 11 : Face cuivrée du circuit imprimé et plan de câblage pour l'insertion des composants

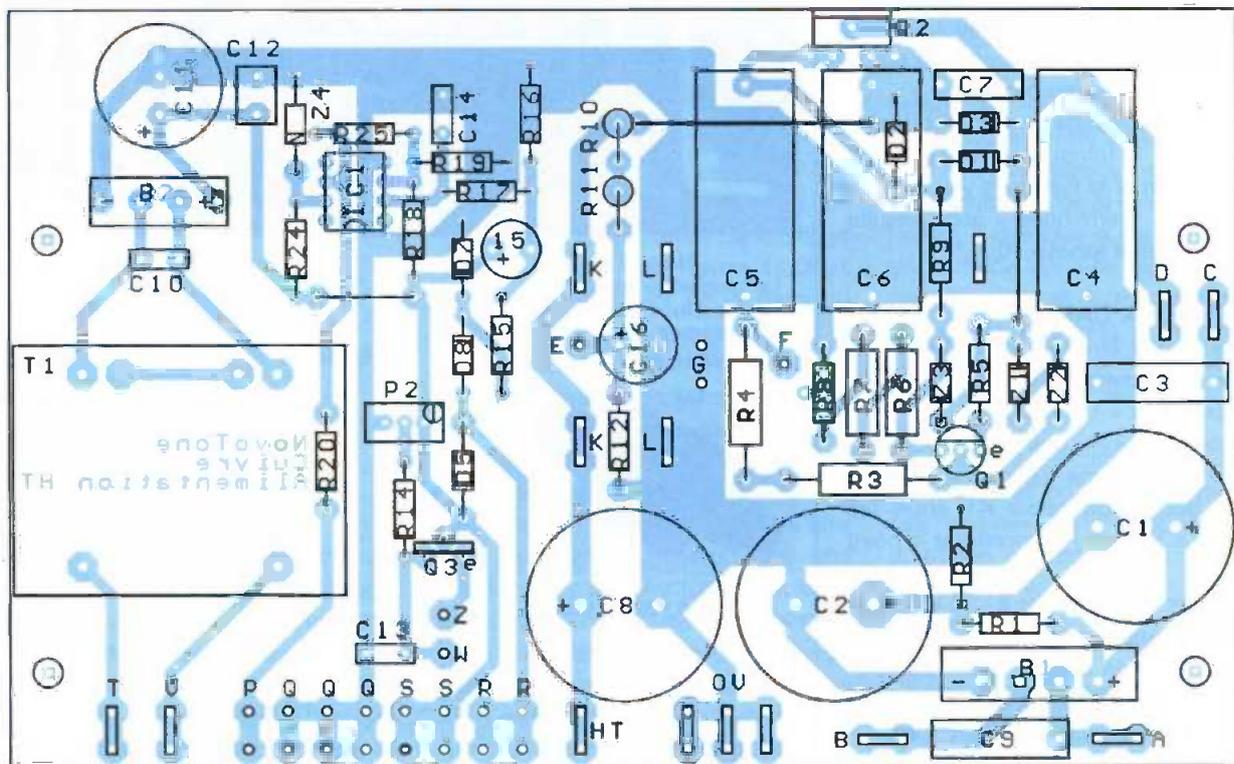


Photo 9

Alimentation	Valeur	Volt/Puiss.	Tol/Type	
1 B1	800V	8A	KBU8K	
1 B2	60V	2,5A	SKB2/02L5A	
2 C1,C2	220µF	350-400V	Radial	10 mm
1 C3	0,1µF	630V	Radial	15 mm
3 C4,C5,C6	0,47µF	630V	Radial	27,5 mm
1 C7	1nF	630V	Radial	10 mm
1 C8	82µF	500V	Radial	10 mm
1 C9	22nF	1000V	Radial	10 mm
3 C10,C13,C14	0,1µF	63V	Radial	5 mm
1 C11	1000µF	50V	Radial	7,5 mm
1 C12	1µF	63V	Radial	5 mm
1 C15	22µF	63V	Radial	5 mm
1 C16	10µF	100V	Radial	5 mm
4 D1,D2,D3,D5	1N4007			
3 D4,D6,D9	Led	2 mA		
2 D7,D8	1N4148			
1 FS1	3A		Lent (T)	32 mm
1 FS2	1,6A		Lent (T)	32 mm
1 FS3	1A		Rapide (F)	32 mm
1 IC1	741			
1 K1	Finder	24Vdc	3 circuits	
1 K2	Crydom	240V/5A		EZ240D5
1 L1	28 mH	2A		
1 P1 (Voir texte)	100K	10T	Vertical	
1 P2	22K	10T	Vertical	
1 Q1	2N5401			TO-92
1 Q2	BUZ305			TO-218
1 Q3 (Darlington)	BD679			TO-225
2 R1,R2	1M	1W	5%	MO
2 R3,R4	100K	2W	5%	MO
3 R5,R14,R17	10K	0,5W	1%	MF
2 R6,R7	220K	2W	5%	MO
1 R8 ( Voir texte)	Selected	0,5W	1%	MF
1 R9	10M	0,5W	5%	High Voltage
2 R10,R11	470K	0,5W	1%	MF
1 R12	150K	0,5W	1%	MF
1 R13	1K	25W	5%	Alu
1 R15	100	0,5W	1%	MF
3 R16,R18,R19	100K	0,5W	1%	MF
2 R20,R21	4,7K	0,5W	1%	MF
2 R22,R23	470	0,5W	1%	MF
1 R24	1K	0,5W	1%	MF
1 R25	1M	0,5W	1%	MF
1 R26	100	100W	5%	Alu
1 S1	Thermique	50°C N/C		
1 S2	Thermique	40°C N/C		
1 T1		2x9V	4,5VA	
1 T2 (Voir texte)				
1 VT1	Ventilateur	24Vdc		
2 Z1,Z2		5,6V	400mW	5%
1 Z3		130V	1,5W	5%
1 Z4		30V	400mW	5%

Alimentation - Composants Spécifiques	
K1 Relais Finder 24V / 3 circuits	Conrad Ref: 502885
K1 Socle Finder	Conrad Ref: 504378
K2 Relais Crydom EZ240D5	Me contacter
B1 Redresseur 800V/8A	Radiospares Ref: 226-5675
B2 Redresseur 60V/2,5A	Radiospares Ref: 261-491
T1 Transformateur	Radiospares Ref: 201-8479
T2 Transformateur	ACEA Ref: 7507
Condensateur 82µF / 500V	Radiospares Ref: 339-7155
Condensateur 220µF / 400V	Radiospares Ref: 127-672
R9 10M High voltage	Radiospares Ref: 484-4450
R13 1K 25W	Radiospares Ref: 158-519
R26 100 100W	Radiospares Ref: 188-188
Led 2mA rouge	Radiospares Ref: 180-8495
Led 2mA orange	Radiospares Ref: 180-8489
Led 2mA verte	Radiospares Ref: 180-8467
Q2 BUZ305	Radiospares Ref: 840-993
Q3 BD679	Radiospares Ref: 109-084
L1 Réactance 28mH / 2A	Hammond 159ZE
Boîtier	Radiospares Ref: 222-086
Ventilateur 24V / 1,4W	Radiospares Ref: 337-3238
Grille ventilateur	Radiospares Ref: 251-8907
Silent bloc ventilateur	Me contacter
Bloc Alu de 80x80x8mm	Me contacter
Isolant 3000V de 85x85mm	Me contacter
Canon isolant M4	Radiospares Ref: 178-721
Radiateur Q2 (0,5°C/W)	Radiospares Ref: 271-870
Socle Touchproof à 8 contacts	Me contacter
Plug Touchproof	Me contacter
Socle Secteur	Conrad Ref: 612600
Socle Fusible 32 mm	Radiospares Ref: 408-369
Switch Thermique 50°C N/C	Me contacter
Switch Thermique 40°C N/C	Me contacter
Entretoises M3 25 mm F-F	Radiospares Ref: 222-430
Socle LED	Radiospares Ref: 262-2999
Soulier Faston	Radiospares Ref: 534-351
Cosses Faston plates pour Cl	Radiospares Ref: 284-8466
Picot 1,3mm	Conrad Ref: 526274
Cosse picot 1,3 mm	Conrad Ref: 526258

**Photo 10 :**  
Les deux disjoncteurs sont fixés sans graisse thermique contre le bloc en aluminium



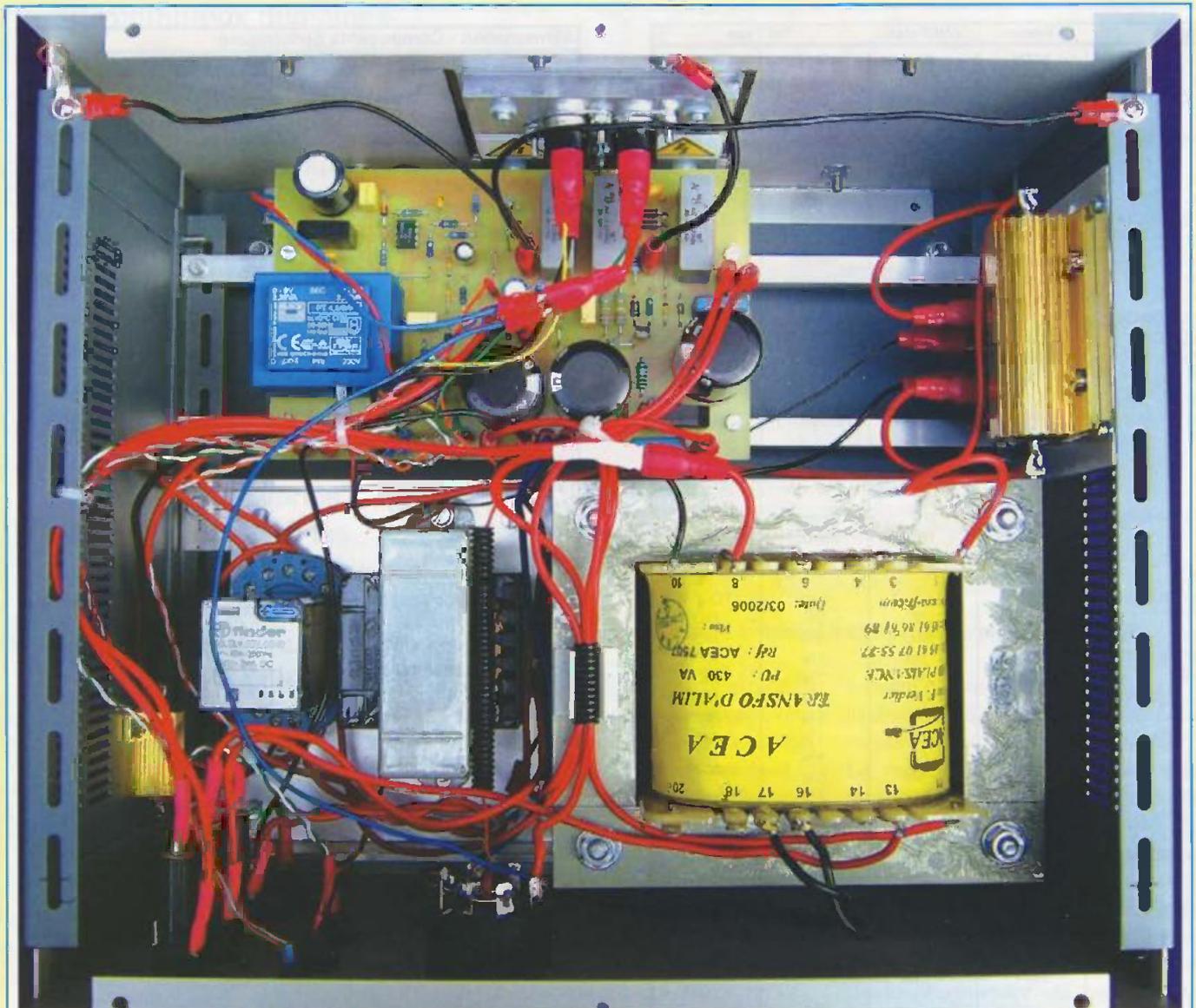


Photo 11 : Montage final de l'alimentation stabilisée

Photo 12 : Le relais K2 et la résistance R26 sont vissés sur une plaque en aluminium de 120 x 80 x 2 mm



### Caractéristiques techniques (\*)

Tension nominale	+485 Vdc
Courant	0 → 850 mAdc
Tension de chauffage	12,6 Vac - 5,5 A
Stabilité pour 230V +/- 5%	+/- 0,5%
Rapport Signal Bruit de l'Amplificateur	>100 dB
Ondulation résiduelle	< 10 mVac
Résistance interne statique	< 3 Ω
Impédance interne > 100 Hz	< 3 Ω
Impédance interne > 1000Hz	< 1 Ω
Mise sous tension temporisée	25 sec - Rampe
Consommation en charge	230V / 2,7A / 650VA
Consommation au repos	230 V / 22 mA / 5 VA
Dimensions	304 x 380 x 200 mm
Poids	15 Kg

(\*) Mesures relevées avec amplificateur 5 x 24W en charge pour un courant total de 700 mAdc

Figure 12